



M Ű E G Y E T E M 1 7 8 2

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Villamosmérnöki és Informatikai Kar
Villamos Energetika Tanszék

OLÁH ZSÓFIA
ENERGIATAKARÉKOS HÁZTARTÁSI GÉPEK
ELTERJEDÉSÉNEK HATÁSA

KONZULENS

Sörös Péter Márk

BUDAPEST, 2023

Tartalomjegyzék

Összefoglaló	4
Abstract.....	5
1 Bevezetés	6
2 Energiahatékonyság.....	7
2.1 Az EU energiahatékonysági előírásai	7
2.1.1 Az energiacímke-keretrendelet	7
2.1.2 A hűtőkre és fagyasztókra vonatkozó rendelet	9
2.1.3 A mosógépekre vonatkozó rendelet.....	11
2.2 Energiahatékonysági címkék	12
2.2.1 Az új címke bevezetésének okai	12
2.2.2 A címkék bemutatása	13
2.3 ECODesign	14
3 Az energiamegtakarítási számítási modell paramétereinek meghatározása	16
3.1 Energiaárak	16
3.1.1 Lakossági egyetemes szolgáltatói ár.....	16
3.1.2 Piaci ár	17
3.2 Vizsgált háztartási gépek paramétereit	17
4 Megtérülés számítás.....	21
4.1 Lineáris megtérülés összehasonlítása különböző energiatarifák esetében.....	21
4.2 Diszkontált cash-flow alapú megtérülésszámítási modell	24
5 Különböző lakossági háztartások komplex vizsgálata	30
5.1 A lakossági kérdőív bemutatása	30
5.2 Számítási modell.....	30
5.2.1 Háztartás 1 eredményei.....	31
5.2.2 Háztartás 2 eredményei.....	33
6 Országos villamos energia megtakarítás	36
6.1 Számítás menete	36
6.2 Eredmények	36
7 Lakossági terhelési profilgörbe megváltozásának modellezése	42
7.1 A lakossági profil bemutatása	42
7.2 A lakossági profil modellezése	43

7.3 Lakossági profil megváltozása energiahatékony háztartási gépekkel	51
7.3.1 Hűtőszekrények cseréjével elérhető lakossági profil megváltozása	51
7.3.2 Fagyasztószekrények cseréjével elérhető lakossági profil megváltozása.....	52
7.3.3 Mosógépek cseréjével elérhető lakossági profil megváltozása	53
7.3.4 Mindhárom géptípus cseréjével elérhető fogyasztói profil megváltozása.....	54
8 A számítási modellek továbbfejlesztése	56
8.1 Műszaki modell.....	56
8.2 Gazdasági modell.....	57
9 Konklúzió.....	58
Hivatkozások	59

Összefoglaló

Napjainkban az energiahatékonyság szerepe egyre fontosabbá válik. Az Európai Uniói céljai között kitűzésre került, hogy a 2018-as szinthez képest 2030-ig uniós szinten 32,5%-kal csökkentsék a primer- és végsőenergia-fogyasztást. Ez a cél azt jelenti, hogy a rendelkezésre álló energiaforrásokat minél hatékonyabban használjuk fel, minimalizálva az energiaveszteséget. Energiamegtakarítást sokféleképpen lehet elérni, például épületek energetikai teljesítményének javításával, közlekedés hatékonyabbá tételével vagy ipari folyamatok energiahatékonyságával növelésével is. Egyik módja a háztartási berendezések energiahatékonyabbra való lecserélése. A Magyarországon szolgáltatott villamos-energia körülbelül 30%-át a lakossági fogyasztók használják fel, így az ezt érintő változások, potenciális hatásai sem elhanyagolhatóak. Ilyen lehet például a tartós háztartási gépek energiahatékonyabbá tétele.

Dolgozatomban megvizsgálom és bemutatom a vonatkozó Európai Uniói rendeleteket és a piaci trendeket. Fókuszálva az energiahatékony háztartási gépek, jelen esetben hűtőszekrények, fagyasztók és mosógépek cseréinek hatásait, hogy miképp hatnak a lakossági fogyasztók villamos energia számláira és az országos fogyasztásra. Megvizsgálom a beruházások megtérüléseit, és elérhető megtakarításukat lakossági és országos szinten. A vizsgálathoz lineáris megtérülést, valamint jelenérték-számítást használok. A magyarországi állomány elemzésén felül egy-egy konkrét háztartás esetére is számítást végzek, amelyhez az adatokat egy általam készített kérdőív keretén belül gyűjtöttem be. Modellezem és bemutatom a lakossági fogyasztói profilt, és az energiahatékony háztartási gépek elterjedésének hatását a görbére.

Abstract

Nowadays, the role of energy efficiency is becoming increasingly important. Among the goals set by the European Union is to reduce primary and final energy consumption by 32.5% at the European Union by 2030 compared to the level of 2018. This means using the available energy sources as efficiently as possible, minimizing energy losses. Energy savings can be achieved in many ways, such as improving the energy performance of buildings, making transportation more efficient, or increasing the energy efficiency of industrial processes. One way is to replace household appliances with more energy-efficient ones. Approximately 30% of the electricity supplied in Hungary is consumed by residential consumers, so changes affecting this and their potential impacts cannot be neglected. Such could be making durable household appliances more energy efficient.

In my thesis, I examine and present the relevant European Union regulations and market trends. I focus on the effects of replacing energy-efficient household appliances, specifically refrigerators, freezers, and washing machines, on the electricity bills of residential consumers and national consumption. I also analyze the return on investments and the available savings at both the household and national levels. For the analysis, I use linear return calculations and present value calculations. In addition to analyzing the Hungarian stock, I also perform calculations for specific households, for which I collected data through a questionnaire I designed. I model and present the residential consumption profile, and the impact of energy-efficient household appliances on the curve.

1 Bevezetés

Az energiahatékonyság napjainkban egyre fontosabbá válik a fenntartható fejlődés és a környezetvédelem szempontjából. A média és közbeszéd mindennapos témájává is vált. Az energiahasználat hatékonyabbá tétele nemcsak az energiaköltségeket csökkenti, hanem hozzájárul a szén-dioxid-kibocsátás és az üvegházhatású gázok mennyiségének csökkentéséhez, így segítve a klímaváltozás elleni küzdelmet. Az energiatakarékosság tehát hozzájárul az éghajlatváltozással kapcsolatos katasztrófák és természeti környezeti károk csökkentéséhez is.

Az energiahatékonyság azt jelenti, hogy a rendelkezésre álló energiaforrásokat hatékonyabban használjuk fel, minimalizálva az energiaveszteséget. Az épületek, különböző közlekedési eszközök, ipari folyamatok és egyéb berendezések területén alkalmazott energiahatékonysági intézkedések jelentős mértékben hozzájárulhatnak az energiafogyasztás csökkentéséhez. Manapság már gyakran az energiahatékonyság összefüzdik a komfortszintek javításával is. Példaként az épületenergetikában egyre elterjedtebb passzívházakat lehet említeni, amelyek kihasználva a passzív hűtési és fűtési energiaforrásokat kellemes hőérzetet biztosítanak rendkívül alacsony energiaigény mellett, ami legtöbbször fedezhető megújuló energiaforrásokkal.

Ezen felül az emelt szintű energiahatékonyság csökkentheti az energiaszámlákat, ami mind az egyéni háztartások, mind a vállalkozások és az ipari szektor számára jelentős megtakarítást eredményezhet. A kevesebb energiafelhasználás csökkenti az üzemeltetési költségeket, és hosszú távon pénzt takaríthat meg a felhasználóknak. Így tehát az energiahatékonyságnak számos gazdasági előnye is van, ugyanis csökkenti az energiatülszórás, javítja a vállalkozások versenyképességét, így elősegíti a gazdasági növekedést is.

Az Európai Uniói céljai között kitűzésre került, hogy a 2018-as szinthez képest 2030-ig uniós szinten 32,5%-kal csökkentsék a primer- és végsőenergia-fogyasztást. [1.] Ennek megfelelően a tagállamoknak közzé kellett tenniük hároméves nemzeti energiahatékonysági cselekvési terveiket. A magyar Nemzeti Energiastratégia 2030 nem fogalmaz meg olyan jövőbe tekintő intézkedéseket, amelyek segítenék az energiahatékony háztartási gépek további elterjedését.[2.]

2 Energiahatékonyság

2.1 Az EU energiahatékonysági előírásai

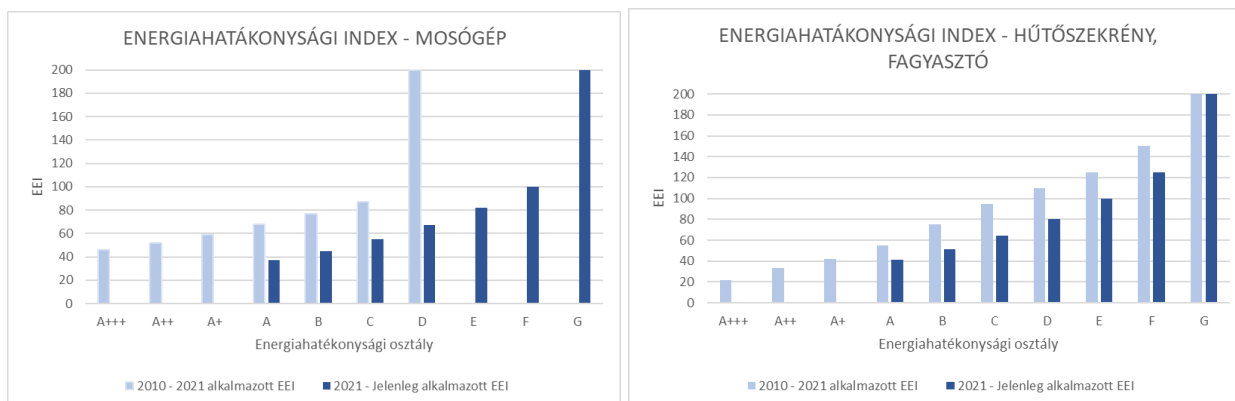
2.1.1 Az energiacímke-keretrendelet

2017-ben hatályba lépő 2017/1369 rendelet [3.] értelmében az Európai Parlament és a Tanács felülvizsgálta az energiacímkék keretének hatékonyságát, és megállapította, hogy növelni kell a hatékonyságot és aktualizálni kell az energiacímkézés keretét. Figyelembe veszi azt is, hogy az elmúlt években mennyit fejlődött technológia, és ha az Európai Parlament által alkotott rendeletben megfogalmazott intézkedések céljukat elérik, ösztönzik a gyártókat az innovációra és az energiahatékonyság terén való beruházásokra csökkentik az energia iránti keresletet, a fogyasztók energiaszámláit. A tervek és becslések szerint 2030-ban már több mint 260 TWh/év végsőenergia-megtakarítás érhető el a munkatervből származó intézkedéseknek köszönhetően.

A rendelet fontos eleme, hogy bevezeti a kötelező energiacímkézést, hogy a fogyasztók könnyedén összehasonlíthassák a különböző termékek energiafogyasztását és környezetre gyakorolt hatásait. Az új skála A - G-ig terjed ki, a korábban A+++ - G-ig terjedő helyett, ezzel megkönnyítve a vásárlóknak a tájékozódást. Ezen kívül előírja azt, hogy a különböző szintek között jelentős megtakarítási javulásnak kell lennie. A skála értékei az EEI, ún. energiahatékonysági-index alapján vannak kategóriákra osztva. Az EEI-t az éves energiafogyasztás és a szokásos éves referencia-energiafogyasztás hányadosaképp kaphatjuk meg.

Az EEI érték egy olyan általános mutató, amely százalékos formában van megadva. A számérték függ a berendezés több paraméterétől, például a méretétől, alkalmazott technológiáktól, állapotától. Kiszámításához többféle mérést kell végezni, majd ezeket egy előre meghatározott tényezővel kell szorozni, és elosztani egy referenciaértékkel. A referenciaértéket egy hűtő és fagyasztó esetében a rekeszek térfogatából, mosógépek esetében a névleges kapacitásból és a kompenzációs tényezőkből egyértelműen kiszámíthatjuk. Ha az EEI kevesebb, mint 100, akkor a mért eredmények alacsonyabbak az elvárt referenciaértéknél. Az alkalmazott EEI értékeket, és azoknak pontos számítását 2010-től 2021-ig a 1060/2010/EU [4.] hűtőszekrényekre és fagyasztókra, valamint mosógépek esetében a 1061/2010/EU [5.] rendelet írta elő.

Szerepüket átvették a jelenleg is hatályban lévő EU 2019/2016 [6.] és 2019/2014 [7.] rendeletek. Az értékek megváltozását az 1. ábra - Energiahatékonysági indexek összehasonlítása ábrázoltam és az 1.táblázatban tüntettem fel. A címkék pontosabb bemutatását a 2.2 bekezdésben részleteztem.



1. ábra - Energiahatékonysági indexek összehasonlítása

1. táblázat - Energiahatékonysági indexek tartományai

Energiahatékonysági osztály	Hűtő- és fagyasztószekekények		Mosógépek	
	2010-2021 alkalmazott EEI	2021-jelenleg alkalmazott EEI	2010-2021 alkalmazott EEI	2021-jelenleg alkalmazott EEI
A+++	$EEI < 22$	-	$EEI < 46$	-
A++	$22 \leq EEI < 33$	-	$46 \leq EEI < 52$	-
A+	$33 \leq EEI < 42$	-	$52 \leq EEI < 59$	-
A	$42 \leq EEI < 55$	$EEI < 41$	$59 \leq EEI < 68$	$EEI < 37$
B	$55 \leq EEI < 75$	$41 < EEI < 51$	$68 \leq EEI < 77$	$37 \leq EEI < 45$
C	$75 \leq EEI < 95$	$51 < EEI < 64$	$77 \leq EEI < 87$	$45 < EEI < 55$
D	$95 \leq EEI < 110$	$64 < EEI < 80$	$87 \leq EEI$	$55 < EEI < 67$
E	$110 \leq EEI < 125$	$80 < EEI < 100$	-	$67 < EEI < 82$
F	$125 \leq EEI < 150$	$100 < EEI < 125$	-	$82 < EEI < 100$
G	$150 < EEI$	$125 < EEI$	-	$100 < EEI$

Az EU 2017/1369 rendelet [3.] előírja egy egységes központi, a háztartási gépekre vonatkozó adatbázis létrehozását. Ez lett az ún. ERPEL adatbázis. [8.] Ezen a weboldalon az energiacímke köteles termékek és főbb műszaki paramétereinek feltöltése a gyártók számára kötelező. A termék azonosítója vagy márkája alapján könnyedén fellelhető minden termék. Továbbá segíti a hatóságok piacfelügyeleti munkáját; könnyebb nyomon követniük a piacra kerülő termékek energiahatékonyságát, esetleges jogsértéseket ezáltal az energiacímkézés hatékonyságát is.

A rendelet kötelező érvényű szabályokat hoz a szállítókra és forgalmazókra egyaránt. Előírja, hogy a megadott termékek esetében kötelező szolgáltatniuk és feltüntetniük jól látható helyen a címkét, és könnyen érhető módon értesíteni a fogyasztókat a termék környezeti hatásairól.

2.1.2 A hűtőkre és fagyasztókra vonatkozó rendelet

Az EU 2019/2016 [6.] keretrendelete az olyan hűtőkészülékekre terjed ki, amelyek villamos hálózatról üzemelnek, térfogatuk 10-1500 liter között van. Kitér a szállítók és kereskedők kötelezettségeire hűtőkészülék specifikusan. Előírja, hogy kötelező biztosítaniuk és feltüntetniük jól látható helyen a címkét, és könnyen érhető módon értesíteni a fogyasztókat a termék környezeti hatásairól. A rendeletben foglalt intézkedések révén a becsült végső megtakarítás körülbelül 10 TWh éves szinten.

EEI, azaz energiahatékonysági osztályra vonatkozó arányszám és zajkibocsátás alapján osztályokat és referenciaértékeket határoz meg. Az EEI-t az éves energiafogyasztás és a szokásos éves referencia-energiafogyasztás hányadosaképp kaphatjuk meg. 2021 március 1-jétől forgalmamba hozható hűtőkészülékek EEI értéke nem haladhatja meg a 125 értéket. Ez például a Gorenje RK4181PW4 típusú, 180 cm magas, alulfagyasztós hűtő esetében körülbelül évi 263 kWh fogyasztást jelent. [9.]

Meghatározza továbbá a címke pontos kinézetét (pl.: méret, betűtípus) és kötelezően tartalmazandó paramétereit (pl.: szállító neve, éves energiafogyasztás). Részletezi továbbá a hűtőkészülékek évesfogyasztásának mérési módszereit és számításait. Ez alapján az alacsony zajkibocsátású hűtőkészülékeken kívül 16°C és 32°C környezeti hőmérsékleten kell mérni az állandósult állapotban lévő villamosenergia-fogyasztást, jégtelenítésre és helyreállásra jellemző többlet-energiafogyasztást és időtartamot és kiegészítő energiát, valamint ezeknek a tűrését. Az, hogy milyen hőmérsékleten kell végezni a méréseket a klímaosztálytól függ. A rendelet 4 különböző

klímaosztályt különböztet meg: a bővített mérsékelt öv (SN); mérsékelt öv (N); a szubtrópusi öv (ST) és trópusi öv (T). Magyarország a mérsékelt övi zónához tartozik.

2.1.3 A mosógépekre vonatkozó rendelet

Az Európai Bizottság megállapította, hogy szükség van a korábbi környezettudatos tervezésről szóló rendelkezések, forgalomban lévő mosó- és szárítógépek műszaki jellemzőinek felülvizsgálatára és felülírására. A becslések szerint a termékcsoport által éves szinten körülbelül 2,5 TWh megtakarítást lehet elérni villamos energia szempontjából, ezenfelül pedig 711 millió m³ vízmegtakarítást és 0,8 Mt CO₂ csökkenést várnak 2030-ra az EU 2019/2023 rendeletben megfogalmazott intézkedéseknek hatására.[10.]

A EU 2019/2023 rendelet előírja, hogy minden mosógépnek rendelkeznie kell egy „eco 40-60” elnevezésű mosási programmal, amely alkalmas 40 vagy 60°C-on mosható normál szennyezettségű pamut ruhaneműk tisztítására, illetve egy 20°C-os programot, amellyel az enyhén szennyezett ruhaneműk tisztíthatóak. Az előbbi programra vonatkoznak az energiahatékonysági követelmények.

2021. március 1-jétől a háztartási mosógépek ciklusra vonatkoztatott energiahatékonysági mutatójának 105-nél, 2024. március 1-jétől 91-nél alacsonyabbnak kell lennie. Ezen felül kikapcsolt vagy készenléti állapotban az energiafogyasztás maximális értéke 0,5 W-ban, egyéb információ megjelenítése esetén 1 W-ban lett maximalizálva.

A hűtőkhöz hasonlóan a mérési módszereket itt is pontosan meghatározták. Az energiahatékonysági mutató kiszámításához az „eco 40-60” program fogyasztásának súlyozott átlagára van szükség a névleges mosási kapacitás negyede, fele és teljes értéke mellett. Ezen felül az öblítési hatékonyság, maximális hőmérséklet, súlyozott vízfogyasztás, végső nedvességtartalom mérési és számítási módszereire is pontos leírásokat és tűrési határokat adtak.

Az V. számú mellékletben indikatív referenciaértékek is találhatóak víz- és energiafogyasztás, mosási hatékonyság és zajkibocsátás tekintetében. Ezt az 2. táblázatban foglaltam össze.

2. táblázat – Mosógép fogyasztásának referenciaértékei az EU-s direktíva alapján [10.]

Névleges kapacitás	Energiafogyasztás		Vízfogyasztás		Zajkibocsátás
	Ciklus	Éves	Ciklus	Éves	
5kg	0,56 kWh	82 kWh	40,00 L	8800 L	58 / 82 dB(A)
6kg	0,55 kWh	122 kWh	40,45 L	8900 L	47 / 77 dB (A)
7kg	0,60 kWh	124 kWh	39,00 L	8500 L	52 / 73 dB(A)
8kg	0,52 kWh	98 kWh	44,55 L	9800 L	-
9kg	0,35 kWh	76 kWh	47,72 L	10 499 L	-

Megjegyzés: a fenti táblázat szerint az európai szabványok a 6 kg és 7 kg névleges kapacitású mosógépek esetében nagyobb éves ciklusszámmal kalkulálják az éves fogyasztási referenciaértéket.

2.2 Energiahatékonysági címkék

2.2.1 Az új címke bevezetésének okai

Az Európai Bizottság felülvizsgálta a 2010/30/EU rendeletet, amelynek 1060/2010/EU [4.] és 1061/2010/EU [5.] kiegészítése meghatározta a korábbi címke leírását is tartalmazta hűtő-és fagyasztószekrények, valamint mosógépek esetében. Arra a megállapításra jutott, hogy az energiacímkét meg kell újítani, hogy az energiatermelés és az energiatakarékosság terén történt fejlődést és változásokat tükrözze. Az energiatermelés és az energiafogyasztás terén jelentős változások következtek be, így szükség volt egy új energiacímke bevezetésére, amely jobban kielégíti a jelenlegi energiahatékonysági és fenntarthatósági szabványokat.

Az új energiacímke számos új információt és jelölést tartalmaz az energiafogyasztás és az energiahatékonyság szempontjából, hogy a fogyasztók számára könnyebben érthető és összehasonlítható legyen a különböző háztartási gépek teljesítménye. Az új címke A-G-ig tartó skálázást kapott, hogy az egyre hatékonyabb

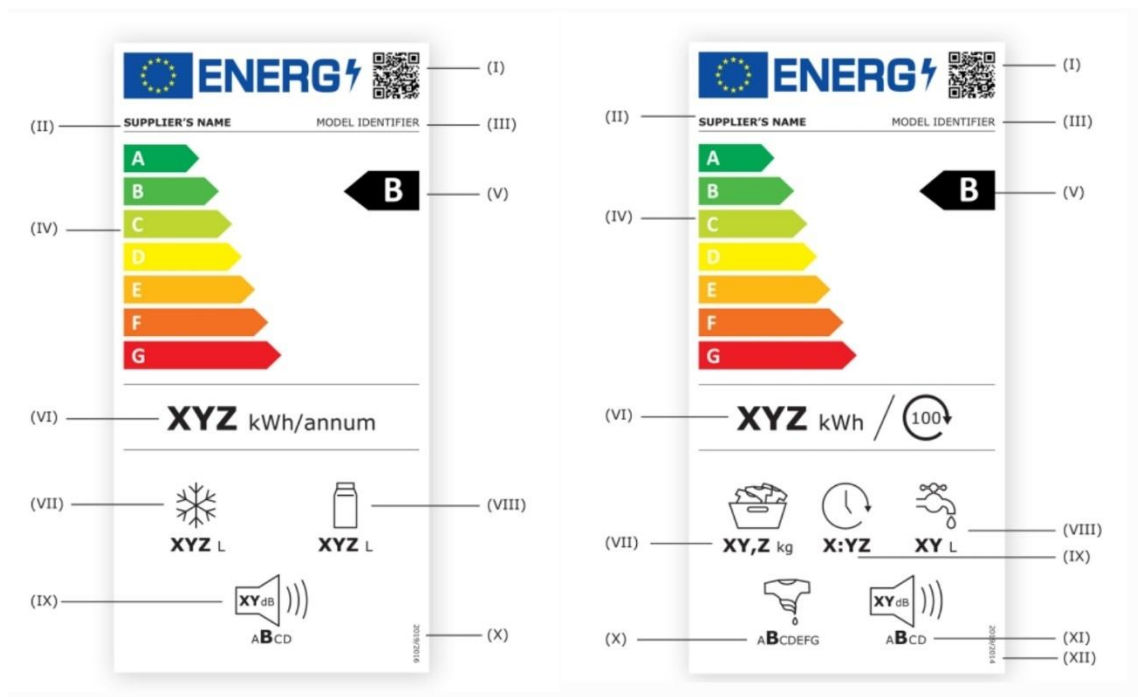
gépek jobban megkülönböztethetők legyenek egymástól. Fontos azonban kiemelni, hogyha egy készülék a korábitól rosszabb besorolást kap, egyáltalán nem jelenti, hogy kevésbé hatékony lenne.

Célja, hogy ösztönözze az energiahatékonyabb háztartási gépek piacra kerülését, és ezzel segítse elő az energiafogyasztás csökkentését, a fenntarthatóságot és a környezetvédelmet az Európai Unióban. Az új címke azt is lehetővé teszi, hogy a fogyasztók tudatosabb választást tegyenek az energiahatékonyabb háztartási gépek között, és csökkentsék a hosszú távú energiahasználatból származó környezeti hatásokat.

2.2.2 A címkék bemutatása

A hűtőkre és fagyasztókra vonatkozó új címke tartalmát és formai megjelenését az EU 2019/2016 [6.] rendelet határozza meg, mosógépekre pedig az EU 2019/2014 [7.] rendelet. A korábitól eltérően a következő eltérések találhatók:

- A QR-kód: Az új címkéken látható egy QR-kód, melyet a mobiltelefonunkkal be tudunk olvasni. Ezáltal eljuthatunk az EPREL-adatbázisba.
- Zajszint-osztályok: Korábban a készülékek zajszintjét decibel (dB) értékben tüntették fel a címkén, de az új energiacímkén már zajszint-osztályokat találunk. Az osztályok az A-tól G-ig terjedő skálán helyezkednek el, hasonlóan az energiaosztályokhoz, hogy könnyebb legyen összehasonlítani a készülékeket.
- Az energiafogyasztási adat: Míg a hűtőknél továbbra is az éves fogyasztási érték kerül feltüntetésre, a mosógépek, mosó-szárítók és mosogatógépek esetében a 100 ciklusra vonatkozó érték jelenik meg az új címkéken. Ami a tévéket, kijelzőket és izzókat illeti, ezen eszközök esetében pedig 1000 óra használatra vetített fogyasztásról kapunk tájékoztatást. Ez a fontos adat (az energiafogyasztás) minden címkén középen kap helyet.



2. ábra - hűtő- és fagyasztókészülékek (bal) és mosógépek (jobb) címkéje

A címkéken alábbiaknak kell szerepelnie a készülékspecifikus értékeken felül:

- I. QR kód, amely az EPREL adatbázisba vezet
- II. Beszállító neve vagy védjegye
- III. A szállító által megadott típusazonosító
- IV. Energiahatékonysági skála (A – G)
- V. A készülék megállapított energiahatékonysági osztálya
- VI. Energiafogyasztás kilowattórában kifejezett értéke
- IX. Zajszint és zajszint-osztály besorolás
- X. és XII. Vonatkozó EU rendelet száma

2.3 ECODesign

Az ECODesign az Európai Unió (EU) intézkedési csomagja, amely a környezetbarát tervezésre és energiatakarékosságra helyezi a hangsúlyt az energiefelhasználó termékek területén. Az ECODesign irányelvek szabályozzák az energiát felhasználó termékek tervezését, gyártását és piacra kerülését. Célja az

energihatékonyság javítása, az energiafogyasztás csökkentése és az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentése azáltal, hogy kizárólag az energiahatékonysági követelményeknek megfelelő termékeket hozhatnak forgalomba az EU-ban. Jelenleg egy kombinált hűtőszekrény esetében 125 EEI-nél jobb energiahatékonysági mutatóval rendelkező hűtő hozható forgalomba.[6.] Ez az érték a technológia előrehaladtával csökken, így ösztönözve a gyártókat az innovációra. 2019-ig ugyanis ez az érték még 150 volt.[4.] Mosógépek tekintetében maximálisan 105 lehet az EEI értéke, majd 2024-től már 91-nél alacsonyabbnak kell lennie.[10.] Intézkedései kiterjednek számos termék kategóriára, mint például hűtőkészülékek, világítótestek, fűtési és hűtési rendszerek, háztartási gépek, számítástechnikai berendezések, valamint ipari és kereskedelmi felszerelések. Célja továbbá az energiafelhasználó termékek fenntarthatóbbá tétele, az energiafogyasztás csökkentése és a környezeti terhelés csökkentése azáltal, hogy az energiatakarékosabb termékek kerülnek előtérbe. Az ECODesign intézkedések hozzájárulnak az EU energia- és klímacéljainak eléréséhez, valamint az energiatakarékosabb és fenntarthatóbb termékek szélesebb körű elterjedéséhez az európai piacon. Az ECODesign irányelvek az EU tagállamokban kötelező érvényűek, és a piacfelügyeleti hatóságai ellenőrzik a termékek megfelelőségét.

3 Az energiamegtakarítási számítási modell paramétereinek meghatározása

3.1 Energiaárak

A villamos energia ára (az adókat, támogatásokat leszámítva) két tételből adódik össze: rendszerhasználati díj és energiadíj. A rendszerhasználati díj tartalmazza a szállítás, üzemeltetés, méréshez kapcsolódó ár összetevőket. Az energiaár az erőművekben megtermelt termék árából és egy ún. árrésből áll, amely fedezi a beszerzési, számlázási, ügyfélszolgálati és egyéb költségeket. Magyarországon jelenleg mindkettő a MEKH által elrendelt hatósági áron adható tovább a lakossági fogyasztóknak egyetemes szolgáltatás keretein belül, amelyeket átláthatóan kell közölniük a fogyasztókkal. [11.]

3.1.1 Lakossági egyetemes szolgáltatói ár

A lakossági egyetemes szolgáltatói árra jogosult, aki:

- aki saját háztartásának fogyasztására vásárol villamos energiát
- ha egy lakóépületben a műszakilag megosztott, önálló lakások száma meghaladja az épületben lévő önálló nem lakás céljára szolgáló helyiségek számát, a lakóépületre úgy kell tekinteni, mint aki saját háztartásának vételezne
- a vásárolt villamos energiával nem folytat jövedelemszerzés céljából gazdasági tevékenységet

Az ár függ attól, hogy az adott felhasználási helyet mely hálózati elosztó társaság látja el villamos energiával, illetve, hogy a felhasználó melyik árszabást választotta. Lehetséges árszabások az MVM Next esetében: A1, A2, B alap, B Komfort, B GEO, H. A továbbiakban A1 tarifával számoltam, amely áfával növelt értéke 36,386Ft/kWh. [12.]

A magyar kormány 2022. augusztus 1-től bevezette a lakossági piaci ár tarifáját. Ez azt jelenti, hogy az a háztartás, amelyben az évi villamosenergia fogyasztás meghaladja a 2523 kWh-t, vagyis havi 210 kWh-t, az átlag felüli fogyasztását ún. lakossági piaci áron veheti meg, amelynek értéke 70,104 Ft/kWh. [12.]

3.1.2 Piaci ár

Amennyiben valaki nem jogosult arra, hogy igénybe vegye a lakossági egyetemes szolgáltatást, más módon kell beszereznie a villamos energiát. Erre Magyarországon többek között energiaipari kiskereskedőknél van lehetőség. Itt az energia díja mellett meg kell fizetni a rendszerhasználati díjat, ÁFA-t, egyéb adókat (pl.: EKR), a cég egyéb felárait. Ennek az ára nagyon eltérő lehet. Ebben a számításban 107 Ft/kWh-s nettó energiadíjjal, 27%-os áfával és 30 Ft/kWh egyéb díjakkal számoltam. Az energiadíjat a 2022-es HUPX átlagos évi órás termék árának [13.] és átlagos EUR-HUF árfolyammal [14.] számítottam.

3.2 Vizsgált háztartási gépek paraméterei

A KSH adatai alapján 2020-ban 100 magyar háztartásból átlagosan 32 rendelkezik hűtőszekrénnel, 44 fagyasztógéppel, 74 kombinált hűtő- és fagyasztógéppel, és 99 mosógéppel, azonban pontos adat az életkorszerű megoszlásra vagy típusra nincs. [15.]

Az APPLiA Magyarország Egyesülés, korábbi nevén CECED 1958-ban jött létre. [16.] Tagjai nagyháztartási gépeket, háztartási kisgépeket gyártanak és forgalmazznak. A szervezet képviseli a tagok érdekeit a brüsszeli európai intézményekben. Szakmai területei közé tartozik a körforgásos gazdaság, e-hulladék, fogyasztóvédelem, energiacímkek, termékpolitikák, szén-dioxid tanulmányok vizsgálata. Oldalukon megtalálhatóak különböző tanulmányok, a hétköznapi életre is hasznos tippek és tanácsok, hazai és nemzetközi hírek és fogyasztási kalkulátorok. A cég mindezekhez felméréseket is készít a lakossági körökben található tartós háztartási berendezések életkorának hozzávetőleges megoszlásáról, fogyasztásáról is, amelyet vizsgálataimhoz alapul vettem.

Számításaimhoz a hűtő- és fagyasztószekrények, valamint mosógépek éves fogyasztásai nagyon fontos paraméterek, azonban nehéz becsülni, és értékük sok dologtól is függ. Az EU 2019/2016 [6.], valamint 2019/2014 [7.] rendelet központilag szabályozza a feltüntetett értékek számításának menetét. A hűtők és fagyasztók esetében klímaosztálynak megfelelő hőmérsékletekben meg kell mérni az állandósult állapotban lévő villamosenergia-fogyasztást, jégtelenítésre és helyreállításra jellemző többlet-energiafogyasztást és időtartamot és kiegészítő energiát. Ezt 10% pontossággal kötelesek feltüntetni a forgalmazók. Az értékek függenek a hűtőszekrény szigetelésétől, méretétől, fogyasztórekeszei méretétől, külső hőmérséklettől és fogyasztói szokásoktól is, például,

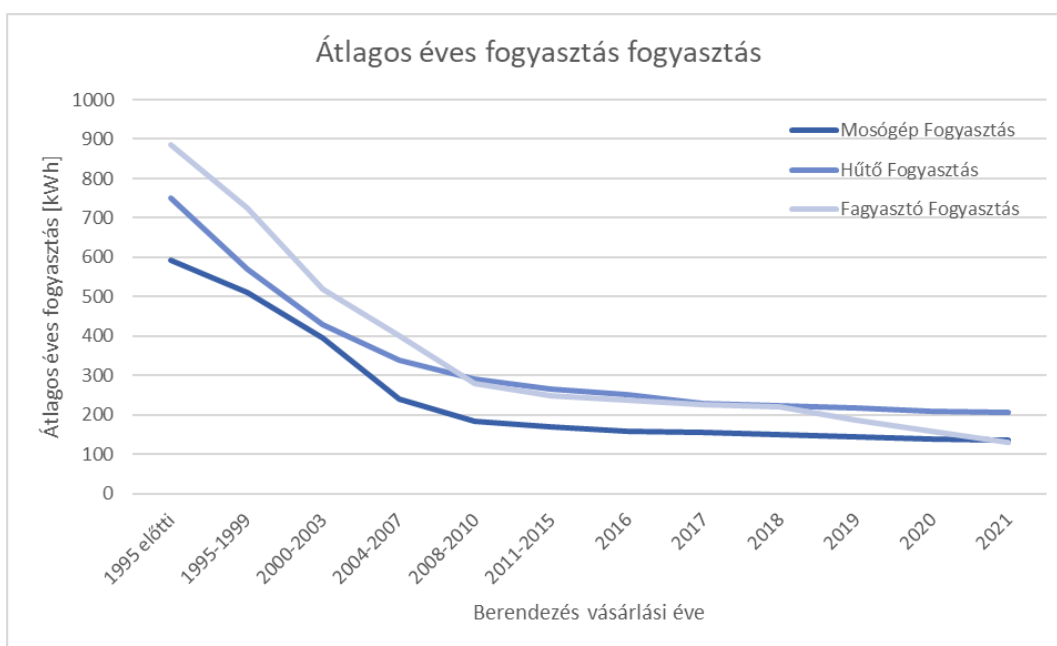
hogyan van bepakolva vagy milyen gyakran és mennyi ideig van kinyitva az ajtaja. Mosógépek esetében is hasonló a helyzet, itt a felhasználói szokások még meghatározóbbak, azaz a mosási rendszeresség, hőfok, a mosógép töltöttsége a pontos számításához nagyon fontos lenne. Arról, hogy a háztartásokban pontosan milyen típusú berendezések vannak, mennyi az életkoruk vagy mennyi az meglévő berendezések éves fogyasztása nincs rendelkezésre álló információ. Mindezek összetettsége miatt pontos éves fogyasztást életkor szerint becsülni meglehetősen nehéz feladat. Számításaimnak alapjául az APPLiA oldalán található szén-dioxid tanulmányokat, illetve a fogyasztási kalkulátor eredményeit használtam.[17.] Az alapul vett tanulmányban 2018-ig vannak adatok, ezért az azt követő években vásárolt darabszámait becsültem, a fogyasztási adatokat pedig a hűtőkalkulátorral számítottam.

Az életkor szerinti megoszlást, és átlagos fogyasztás értékeit az 3.táblázatban foglaltam össze, és a 3.ábrán jelenítettem meg a fogyasztást a vásárlás évének függvényében. E táblázat alapján azt a következtetést tudom levonni, hogy az Otthon Melege Program (2014-2017) sikeresnek mondható, ugyanis ezekben az években vásárolták a legtöbb berendezést. A magyarországi lakossági támogatásként az Otthon Melege Programot (OMP) 2014-ben indították abból a célból, hogy lakóépületek, a háztartások energia hatékonyságát javítsák, és megújuló energiát hasznosító rendszerek kialakítását biztosítsák különféle pályázati konstrukciók segítségével. A háztartásigépcseriprogramok esetében vannak alprogramok, amelyek kifejezetten nyugdíjasok és nagycsaládosok részére biztosítottak, így hozzájárulnak az alacsonyabb bevétellel rendelkező háztartások energiahatékonyságának javításához.[18.]

Ennek keretein belül 2014, 2015, 2016 és 2017-ben külön-külön meghirdetett csereprogramokban háztartási gépekre is lehetett pályázatot benyújtani. A pályázatokra a Magyar Állam a szükséges forrásokat az európai üvegházhatású kvóta kereskedeleméből (EU-ETS) származó bevételekből fedezte. 2017 novemberéig összesen több, mint 109 ezer pályázat részesült pozitív elbírálásban.[19.]

3. táblázat - Háztartási berendezések megoszlása vásárlás időpontja szerint és éves átlagos fogyasztásuk [17.]

	<i>Mosógépek</i>		<i>Hűtők</i>		<i>Fagyasztók</i>	
	Darabszám	Fogyasztás	Darabszám	Fogyasztás	Darabszám	Fogyasztás
1995 előtti	198 450	594	220 950	750	406 830	886
1995-1999	218 700	512	428 643	570	357 840	724
2000-2003	263 250	394	419 805	430	164 010	519
2004-2007	453 600	239	760 068	340	274 770	400
2008-2010	615 600	184	720 297	292	244 950	281
2011-2015	1 381 050	169	1 131 264	266	445 170	249
2016	433 350	158	335 844	252	115 020	237
2017	437 400	155	366 777	228	110 760	225
2018	48 600	151	35 352	223	10 650	221
2019	300 000	145	100 000	219	110 000	187
2020	300 000	140	100 000	210	110 000	159
2021	300 000	135	100 000	206	110 000	131



3. ábra - Háztartási berendezések éves fogyasztása a vásárlás évének függvényében

A 3. ábra ábrázolja a három berendezés fogyasztásának alakulását a vásárlási év függvényében. Látható, hogy minél újabb egy háztartási berendezés, annál kedvezőbb a fogyasztása. Ennek több oka lehet, például:

- **Hatékonyág:** az előrehaladottabb technológia és tervezés révén az új berendezések kevesebb energiát használnak fel ugyanazon művelet vagy feladat

elvégzéséhez. Például új hűtőszekrényekben jobb szigetelést alkalmaznak, így kevesebb a veszteség.

- Szabályozás és automatizáció: az új berendezések gyakran rendelkeznek olyan beépített szabályozási funkciókkal és automatizációval, amelyek lehetővé teszik az energiafogyasztás optimalizálását. Például egy újabb mosógép képes lehet gyorsabban és pontosabban szabályozni a hőmérsékletet és az üzemidőt.
- Szabványok és szabályozás: A környezeti szabályozások és az energiahatékonysági szabványok előírják az újabb berendezéseknek, hogy magasabb hatékonysági követelményeknek feleljenek meg, ami javíthatja az energiafogyasztásukat.

4 Megtérülés számítás

A megtérülés számításakor azt vizsgáltam meg, hogy különböző árkonstrukciók esetén egy új berendezés megvásárlása hány év téríti meg a befektetett összeget, azaz az új berendezés árát. Az új, energiatakarékos hűtő kiválasztott típus egy Gorenje márkájú, RK4181PS4 cikkszámú hűtő, amely éves energiafogyasztása 176 kWh/év, N klímaosztályú, E energiaosztályú középkeletkeleti hűtő, amelynek ára 118 900 Ft. [20.] A fagyasztó egy Whirlpool WHM 221133 cikkszámú, 219 l űrtartalmú szabadon álló, D energiaosztályú fagyasztóláda, melynek éves fogyasztása ~165 kWh/év és 159 900 Ft-ba kerül.[21.] Mosógépnek egy előtöltős Samsung WW90TA046TE/LE cikkszámú, A energiaosztályú automata mosógépet választottam, melynek ára 164 900 Ft és éves becsült energiafogyasztása 130 kWh. [22.]

A további számításaimban ezeket fogom referenciaként használni. A kiválasztás az általam készített felmérés alapján történt, ugyanis a válaszadók nagyrésze az energiahatékonyságot és az árat tartották a legfontosabb paramétereknek, ezért olyan készülékeket igyekeztem választani, amelyek kedvező árúak, magas energiahatékonysági besorolással és alacsony fogyasztással rendelkeznek. A modellezés eredményeit befolyásoló szempontokból az eszközök pontos paraméterei alapvetően technológiai inputként szolgálnak, a kiválasztott eszköz maga kevésbé befolyásolja a modellezés eredményességét. Bármely más kiválasztott berendezéssel felparaméterezhető a számítási modell, ezért egy új készülék vásárlásakor egy jellemzően választott alsó-középkeletkeleti berendezést választottam.

4.1 Lineáris megtérülés összehasonlítása különböző energiatarifák esetében

A lineáris megtérülés számítása során azt vizsgáljuk, hogy egy beruházás vagy projekt mennyi idő alatt térül meg a kezdeti költségekből származó bevételek és megtakarítások révén. A lineáris megtérülési idő meghatározásához a következő egyszerű képlet használható: $Lineáris\ megtérülési\ idő = \frac{Kezdeti\ költségek}{Éves\ bevételek\ és\ megtakarítások}$, ahol:

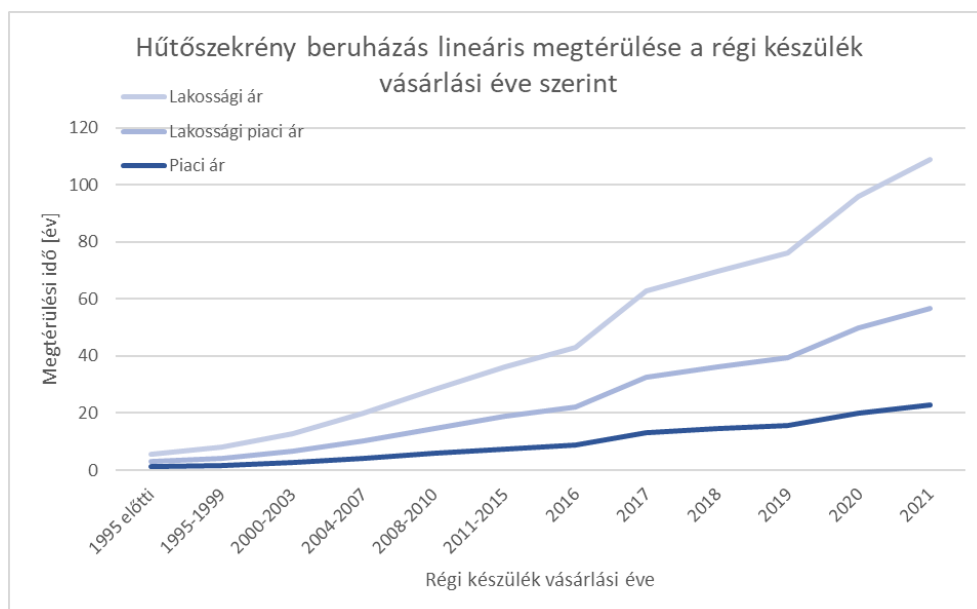
- Kezdeti költségek: Azok a költségek, amelyeket a projekt vagy beruházás elindításához szükségesek, jelen esetben a berendezések beszerzése

- Éves bevételek és megtakarítások: Az évente várható bevételek és megtakarítások összege, amelyeket a projekt vagy beruházás generál, jelen esetben az az összeg, amelyet a villanyszámlán megspórolunk

A számítás elvégzéséhez első lépésként kiszámítottam, hogy különböző tarifák esetén mennyi az éves fizetendő pénzösszeg, amelyet a fogyasztó által elfogyasztott villamos energiáért kell fizetni. Ez azt jelenti, hogy a berendezés éves fogyasztást megszoroztam a különböző tarifákkal, azaz a lakossági árral, lakossági piaci árral és piaci árral. Ezt megtettem a régi, és az új berendezések esetében is, és táblázatba foglaltam az eredményeim. A megtérülés kiszámításához a korábban bemutatott berendezések árát elosztottam az éves fizetendő pénzösszegek különbségével, így megkaptam azt, hogy hány év után lesz a pénzügyenleg éppen nulla, majd ezeket ábrázoltam a 4-6. ábrákon.

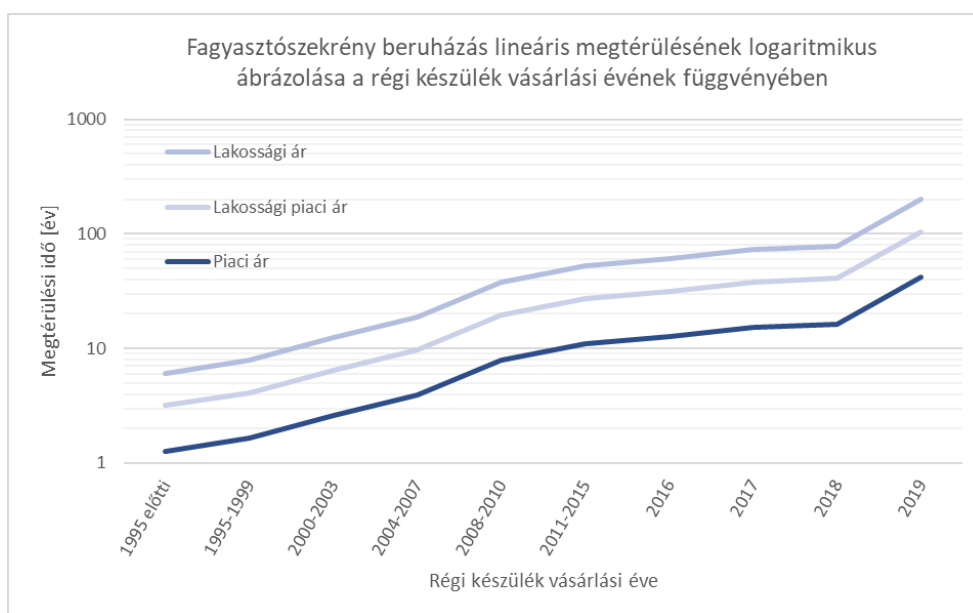
$$\text{Lineáris megtérülési idő} = \frac{\text{Berendezés ára}}{\text{Tarifa} * (\text{Éves fogyasztás}_{\text{új}} - \text{Éves fogyasztás}_{\text{régi}})}$$

A 4. ábra ábrázoltam az energiahatékony hűtőszekrényre való beruházás lineáris megtérülési idejét a régi készülékek vásárlási ideje szerint a három korábban bemutatott tarifa esetében. Jól látható, hogy minél újabb egy berendezés, annál hosszabb időre nyúlik ki a megtérülés ideje. Lakossági kedvezményes tarifa, és új készülékek esetében ez akár több, mint 108 évre is kinyúlhat.



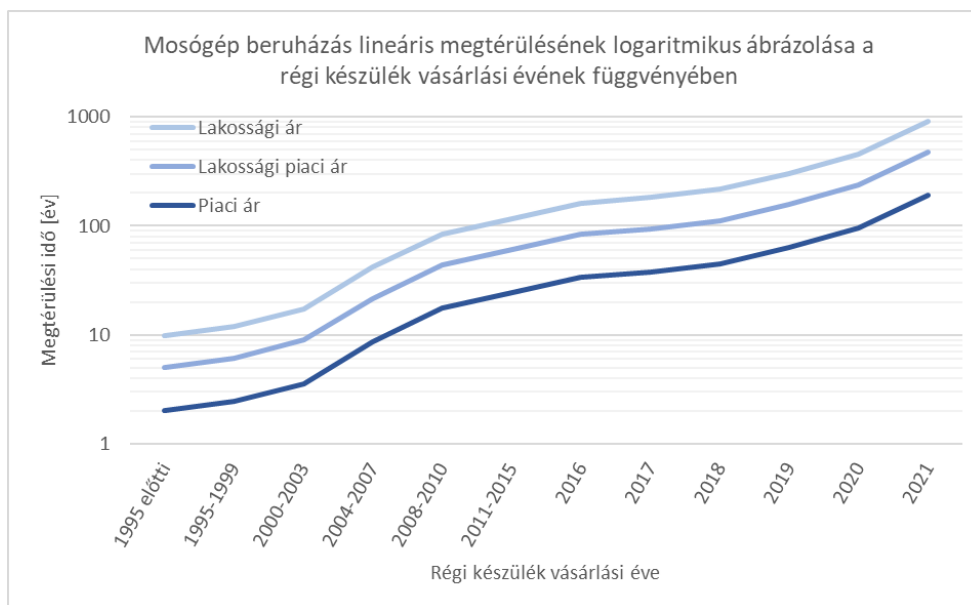
4. ábra - Hűtőszekrény beruházás lineáris megtérülése a régi készülék vásárlási éve szerint

Az 5. ábra fagyasztószekrény cserékre történő beruházás lineáris megtérülése látható. Az átláthatóság kedvéért az y tengely skáláját logaritmikusként választottam annak érdekében, hogy a rövid megtérülési idővel rendelkező cserék lineáris megtérülési ideje is kiolvashatóbb legyen az ábrából. Itt a kiválasztott fagyasztó éves fogyasztása a 2020-2021-ben vásárolt fagyasztók fogyasztásánál magasabb, ezért ezeket nem ábrázoltam. Mindhárom energiaár-tarifa esetében körülbelül 2018-ig lineáris jellegű a görbe, 2019-ben található egy kisebb ugrás, ennek oka az lehet, hogy a kalkulátorral számított fogyasztás és az APPLiA által kalkulálási módszer eltérhet. A megtérülési idő itt a körülbelül 200 évre nyúlik maximum egy 2019-es hűtő és lakossági kedvezményes ár esetében.



5. ábra - Fagyasztószekrény beruházás lineáris megtérülésének logaritmikus ábrázolása a régi készülék vásárlási éve szerint

A 6. ábra az új mosógépre való beruházás lineáris megtérülési idejét mutatja, a fagyasztókhoz hasonlóan logaritmikus skálán ábrázolva. Itt a görbék exponenciális jellegűek, ha lineáris a skála. A három géptípus közül itt nyúlik a leghosszabbra a megtérülési idő, akár több, mint 906 év is lehet. Itt fontos kiemelni, hogy a vízdíj-megtakarításával nem számoltam.



6. ábra – Mosógép beruházás lineáris megtérülésének logaritmikus ábrázolása a régi készülék vásárlási éve szerint

A 4-6. grafikonokon jól látható, hogy a jelenlegi lakossági ár tarifával a megtérülési idők nagyon hosszúra nyúlnak, főleg újabb berendezések esetében. Ezt az újabb berendezések kedvező fogyasztása okozza. Természetesen magasabb tarifa gyorsabb megtérülést eredményez. Fontos kiemelni, hogy az árak mesterségesen alacsonyan tartása így kevésbé ösztönzi az embereket az energiatakarékos gépek vásárlására. Fontos megjegyezni, azt is, hogy ez az egyszerű képlet nem veszi figyelembe a pénz időértékét (azaz az inflációt és a kamatlábat), és nem számolja ki a hozamot vagy a profitot. A módszer feltételezi, hogy a költségek és bevételek azonosak maradnak, ami évtizedeket felölelő időtartamoknál nem reális. Az idő előrehaladtával változhatnak a kiadások, például a berendezések az idő előrehaladtával egyre többet fogyasztanak, de egy esetleges karbantartási költséget vagy idő előtti tönkremenetelt sem vesz figyelembe a modell. Ugyanakkor a háztartások esetében a rendszeres karbantartásra fordított összeg jellemzően zérus a hasonló háztartási gépek esetében, így ez az elhanyagolás összhangban van a gyakorlattal.

4.2 Diszkontált cash-flow alapú megtérülésszámítási modell

Egy beruházás esetében, ami jelen esetben egy új tartós háztartási berendezés vásárlása, fontos figyelembe venni a jövőben megtakarított pénz jelenértékét is. A számítás alapelve az, hogy a pénznek a jelenben több értéke van, mint a jövőben. A

diszkontálás során a jövőbeni összeget a jelenre számoljuk vissza, figyelembe véve a bevételeket, kiadásokat és kamatlábat/diszkont rátát vagy a befektetés hozamát.

A korábbi számításhoz képest a következő modellben egy 10 éves távlatot veszek figyelembe, és megvizsgálom, hogy a 10 év alatt megtakarított pénzösszeg jelenértéke mennyi. Kiindulási adataim a hűtők, fagyasztók és mosógépek éves fogyasztásai életkor szerint, és a kiválasztott új berendezések éves fogyasztása, és ára. A modellben olyan becsléssel élek, hogy évente 5ft-tal nő a villamosenergia ára a jelenlegi lakossági árhoz képest, és a diszkont ráta konstans 10%.

Minden évre megvizsgáltam, hogy mennyi az éves megtakarítás, éves kiadás és beruházás, összegük pedig a pénzegegyenleg megváltozása. Ezt a 7. ábra - Göngyölt cashflow számítás a szürke nyilakkal jelöltem. Az éves megtakarított összegnek a korábbi hűtő fogyasztásának és a tarifának szorzata felel meg, ahol a tarifa minden évben 5 Ft/ kWh-val nő. Az éves kiadás megegyezik az új berendezés fogyasztásának és a tarifának szorzatával. Ahhoz, hogy megkapjuk az adott évben megtakarított pénzegegyenleg jelenértékét a következő képletet kell alkalmazni: $DPV_t = \frac{FV}{(1+r)^t}$. Ez az ábrán a rózsaszínnel jelölt nyílnál látható. Majd ezt 10 évre összegezni kell: $DPV = \sum_{t=0}^N \frac{FV_t}{(1+r)^t}$, ahol a DPV a pénz jelenértéke, az FV a jövőbeni pénzáram névértéke – jelen esetben a beruházás, megtakarítás és kiadás különbsége, az r a diszkontráta, a t pedig az eltelt idő száma években kifejezve.

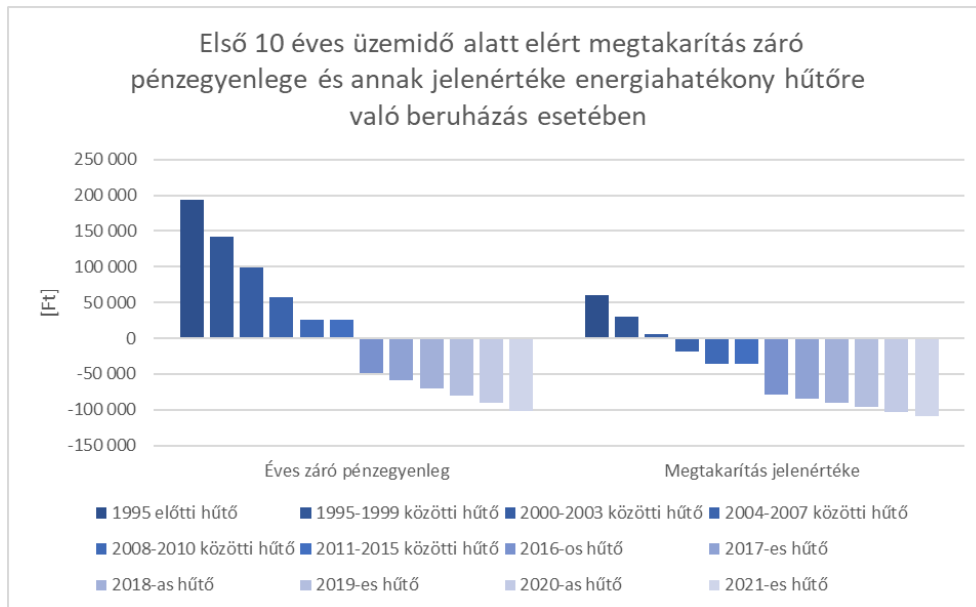
Az éves záró pénzegegyenleget úgy kapom meg, hogy az előző év pénzegegyenlegéhez hozzáadom a megváltozását, ezt kék nyíllal jelöltem az ábrán. A göngyölt és diszkontált cashflow éves értékét az előző év diszkontált cashflow pénzegegyenlege és a diszkontált éves cashflow összegént kapom meg, ezt sárga nyíllal jelöltem.

1994 előtti hűtő	0. év	1. év	2. év
Villamosenergia tarifa		36,39 Ft	41,39 Ft
Éves megtakarítás: fogy_régi*tarifa		25 743,10 Ft	29 280,60 Ft
Éves kiadás: fogy_új * tarifa		-6 403,94 Ft	-7 283,94 Ft
Beruházás: új hűtő	-118 900,00 Ft		
Pénzgyenleg megváltozása	-118 900,00 Ft	19 339,16 Ft	21 996,66 Ft
Pénzgyenleg - éves záró	-118 900,00 Ft	-99 560,84 Ft	-77 564,18 Ft
Diszkontált éves cashflow	-118 900,00 Ft	17 581,05 Ft	18 179,06 Ft
Göngyölt és diszkontált cashflow	-118 900,00 Ft	-101 318,95 Ft	-83 139,89 Ft

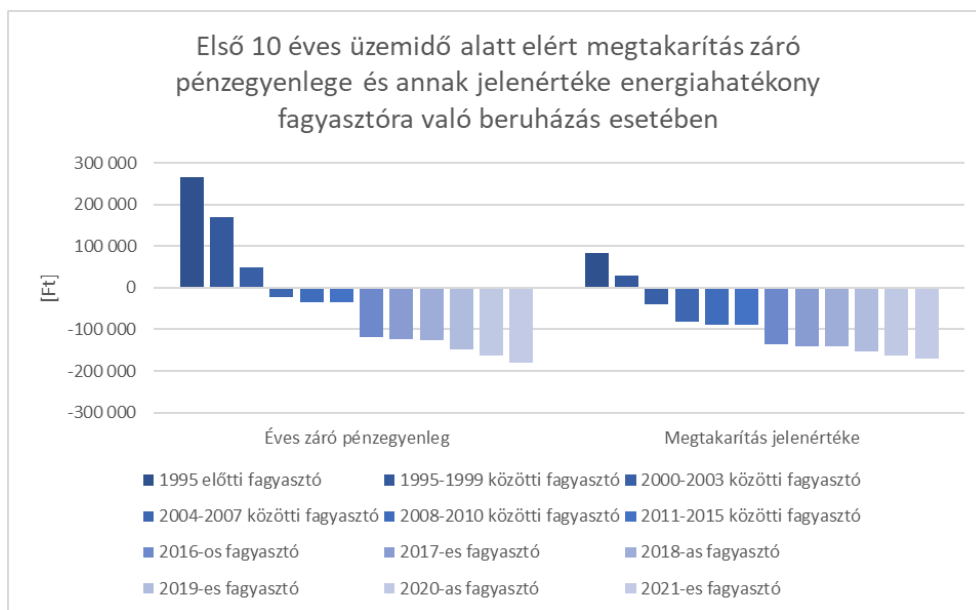
	8. év	9. év	10. év
...	71,39 Ft	76,39 Ft	81,39 Ft
...	50 505,60 Ft	54 043,10 Ft	57 580,60 Ft
...	-12 563,94 Ft	-13 443,94 Ft	-14 323,94 Ft
...	37 941,66 Ft	40 599,16 Ft	43 256,66 Ft
...	110 223,27 Ft	150 822,43 Ft	194 079,09 Ft
...	17 700,06 Ft	17 218,01 Ft	16 677,31 Ft
...	26 869,18 Ft	44 087,19 Ft	60 764,50 Ft

7. ábra - Göngyölt cashflow számítás illusztrációja

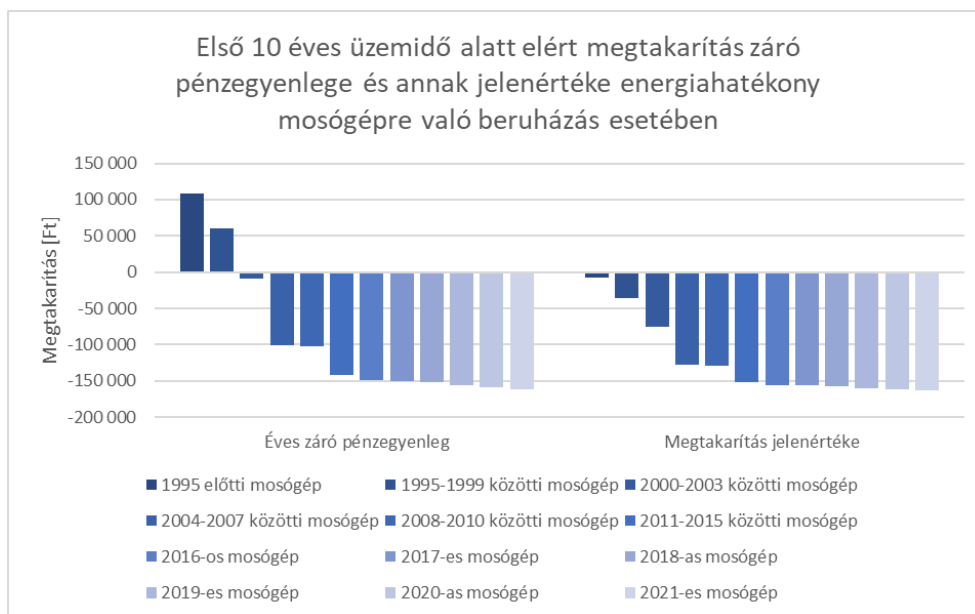
A következő ábrákon a három háztartási berendezésre ábrázoltam 10. év végén látszólagosan megtakarított pénzgyenleget és annak jelenértékét. A 8.ábrán látható egy 1995 előtt vásárolt hűtő 10. év eredménye, ami szemléletesen mutatja, hogy az éves záró pénzgyenleg még az eredeti befektetésnél, azaz az új hűtő áránál is magasabb, azaz látszólag nagyon jó befektetés, viszont jelenértékére visszaszámolva jóval alacsonyabb ez az összeg, kevesebb, mint a záró pénzgyenleg harmada.



8. ábra – 10 éves záró pénzgyenleg és annak jelenértéke hűtő vásárlás esetében



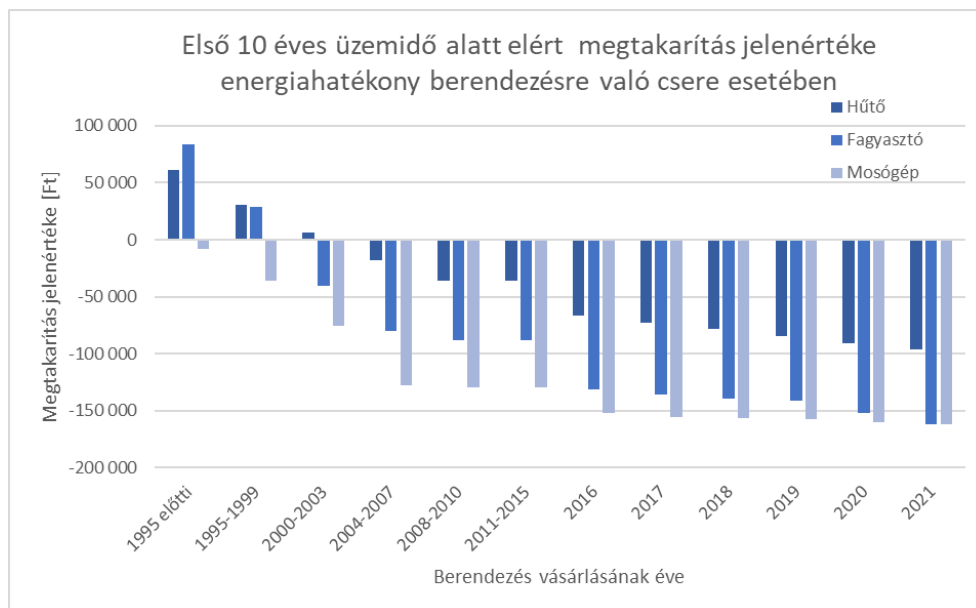
9. ábra – 10 éves záró pénzgyenleg és annak jelenértéke fagyasztó vásárlás esetében



10. ábra – 10 éves záró pénzgegyenleg és annak jelenértéke mosógép vásárlás esetében

Az 8. ábra látható, hogy éves záró pénzgegyenleg 10 éves viszonylatban a 2011-2015 és ezt megelőzően vásárolt hűtők esetében pozitív, ezzel szemben a göngyölt és diszkontált cashflow csak a 2003 és előtte vásárolt hűtők esetében az. Fagyasztók eredményei a 9. ábra láthatóak. Esetükben az eredmény hasonló a hűtőhöz, annyi különbséggel a 2000-2003 előtt vásárolt fagyasztók esetében pozitív az éves záró pénzgegyenleg, és a 1999 előtt vásárolt berendezések jelenértéke lesz pozitív. A mosógépek esetében viszont jelenértékén számítva egyik sem tekinthető megtérülő befektetésnek a modell alapján. (10. ábra) Természetesen ez nem jelenti azt, hogy egy új mosógép vásárlása ne lehetne megtérülő, ugyanis a fogyasztás a használati szokásoktól függően eltérő lehet, ennek a pontosabb kiszámítására szükség lenne a pontosabb felhasználói szokások megismerésére, a készülékek pontos adataira. A modellben csak a villamos energiával számoltam, azonban egy új mosógép vízből is kevesebbet fogyaszthat, azonban ezt nem vettem figyelembe. Ezen kívül a diszkont ráta sem feltétlenül állandó 10% értékű, illetve a villamosenergia árának megváltozására is feltételezéssel éltem.

A különböző időszakban vásárolt háztartási berendezések pénzbeli megtakarítását jelenértékén kiszámítva, külön a 11. ábra is ábrázoltam a jobb átláthatóság kedvéért.



11. ábra – 10 év alatt érhető megtakarítás jelenértéke energiahatékony berendezésre való beruházás esetében

Látható, hogy ezt a távlatot vizsgálva valódi megtakarítás 10 év alatt, vagy csak nagyon régi eszközöknél, vagy mosógépek esetében még azoknál sem érhetünk el. Fontos kiemelni a mosógépek esetében nem csak a villamos energia megtakarítása lehet jelentős, hanem például a vízdíj-megtakarítás is, azonban a modellben ezzel nem számítottam. Ez az eredmény valamelyest rámutat a problémára, hogy a fogyasztók miért is nem cserélik le olyan gyorsan a hűtő, fagyasztó vagy mosógép készüléküket, hiszen belátható időtartamon belül a megtakarított pénzösszeg nem túl jelentős, és a látszólagos megtakarításnál sokkal alacsonyabb az jelenértékre átszámított összeg. Leggyakrabban a berendezés tönkremenetele, esetleges design váltás, konyha/fürdőszoba felújítás az ok vagy a kicsi tárolási/mosási kapacitás, amiért a felhasználók a váltás mellett döntenek. Ennek a problémának az egyik kiváltó oka alacsony energiaárak, megoldására támogatási programok létrehozása lehet a megoldás.

5 Különböző lakossági háztartások komplex vizsgálata

5.1 A lakossági kérdőív bemutatása

Következő vizsgálatom háztartási szinten elérhető villamos energia megtakarításokról szól, amelyet háztartási gépek cseréjével érhetnek el. Ehhez szükségem volt több háztartás felszereltségének mélyebben való megismerésével minél pontosabb adatokkal. Ekkor problémákba ütköztem, ugyanis erről sehol sem találtam publikus információt, a szűk ismerősi körömben pedig a témakörben nem volt ismeretük az embereknek. Az egyéni megtakarítás számításához, a vizsgálat további részeinek elvégzéséhez egy anonim kérdőívet készítettem, amelyre 47 válasz érkezett. A kérdőív nem statisztikai célokból készült, ugyanis úgy gondolom, hogy nem lenne elég reprezentatív. Ennek okán a beérkezett válaszok elemzésétől és az APPLiA oldalán található összevetésétől eltekintek.

A kérdőívben az általános információk mellett a fókuszban a háztartásbeli nagyfogyasztók paraméterei, illetve az azokat történő kiválasztási prioritások voltak. A KSH adatai alapján 2020-ban 100 háztartásból 32 rendelkezik hűtőszekénnyel, 44 fagyasztógéppel, 74 hűtő-és fagyasztógéppel, 99 mosógéppel, 27 mosogatógéppel és 14 légkondicionálóval. Ezeken felül az elektromos bojler és főzőlapot találtam olyan berendezéseknek, amelyek vizsgálata az én szempontomból érdekes lehet. A kérdéseim arra tértek ki, hogy a válaszadók mikor vásárolták az adott berendezéseket, milyen típusú és energiasztályúak, valamint, hogy miket tartottak a legfontosabb paramétereknek a jelenlegi készülék kiválasztásakor. Azt is fontosnak tartottam, hogy betekintést nyerjek abba, hogy mi miatt cserélnék le a berendezéseket és milyen szempontok lennének a legfontosabbak az új készülék vásárlásakor.

5.2 Számítási modell

A megtérülés számításához a már korábban bemutatott diszkontált cash-flow modellt alkalmaztam. Megvizsgáltam 10, illetve 20 éves távlatot, kedvezményes, illetve lakossági piaci ár tarifák esetében. A berendezéseket az árukereső weboldalon kerestem ki, úgy, hogy a válaszadó által megadott paraméterekhez a leginkább illeszkedjen és fogyasztása minél kedvezőbb legyen. A jelenérték számítás elvégzése után táblázatba

rendeztem az eredményeim, és a lakossági piaci ár tarifa 10 éves távlat pozitív eredménye esetén találtam érdemesnek lecserélni a berendezést.

5.2.1 Háztartás 1 eredményei

Az általam kiválasztott első háztartás egy két főből álló háztartás. A válasz alapján kombinált hűtőszekrényvel, fagyasztóval, mosógéppel és légkondicionálóval rendelkezik a háztartás. A légkondicionáló 2021-ben vásárolt, ezért azzal a feltételezéssel éltem, hogy ennél a készüléknél újra nem érdemes beruházni, ugyanis a korábbi vizsgálatokban azt láthattuk, hogy az újabb modellek esetében nagyon hosszúra nyúlhat a megtérülési idő. Az ilyen esetekben, amit érdemes lehet felmérni, hogy a helyiség adottságainak megfelelő teljesítményű készülék van-e beszerelve. Ezzel pontos információk hiányában nem végzem el a számítást.

A hűtőszekrény 2000-ben vásárolt Zanussi kombinált modell, amelyet meghibásodás miatt cserélne le az ügyfél, és legfontosabb tényező a kiválasztásakor az energiahatékonysági osztály lenne és maximálisan 100 000Ft-ot szánna rá. Pontos cikkszám vagy modell leírás hiányában az APPLiA fogyasztáskalkulátorát használtam, amellyel a megadott paraméterek alapján a becsült fogyasztás éves szinten 582 kWh-ra adódott. Az új hűtőszekrényt az árukereső oldalán kerestem ki, úgy, hogy a válaszadó által megadott paramétereket megadtam szűrőnek, és ez alapján egy Navon HC 205 EW cikkszámú hűtőszekrényre esett a választás, melynek éves fogyasztása 172 kWh és E osztályú besorolással rendelkezik, ára 86 690 Ft.[23.] Ebben az árkategóriában ez a legjobb EEI-vel rendelkező modell. Kedvezményes tarifával számolva 10 év alatt 51 190 Ft, 20 év alatt 153 913 Ft, lakossági piaci árral számítva 136 849 Ft és 271 613 Ft megtakarítást érhetünk el.

A válaszadó fagyasztóját 2003-ban vásárolta, legfontosabb paramétereinek pedig a méretet és az energiahatékonyságot jelölte. Meghibásodás esetén cserélné le a készülékét, és maximum 120 ezer forintot szánna ez esetben a fagyasztóra. Az új fagyasztónak ezért egy OK. OFZ 419 E W fagyasztószekrényt választottam, amely űrtartalma 177 l, és E energiasztályú, 192 kWh éves fogyasztású.[24.] A válaszadó által a fagyasztó vásárlási évén kívül további információkat nem adott meg, ezért a jelenlegi készüléke fogyasztásának kiszámításához az újonnan kiválasztott fagyasztó paramétereit adtam meg, ez 408 kWh/év-re adódott. A beruházás megtérülés számításának eredményeképpen a 10 éves vizsgálat esetében a kedvezményes tarifával negatív eredményt, -26 974 Ft-ot

kaptam, a lakossági tarifa esetében 17 776 Ft-ot, 20 éves távlatot vizsgálva 26 760 Ft és 88 765 Ft megtakarítás érhető el.

Mosógép esetében a válaszadó egy 2008-ban vásárolt Whirlpool készülékkel rendelkezik. A fagyasztóhoz hasonlóan meghibásodás lenne a csere oka, és az új készülék kiválasztáskor az ár és méret lenne a prioritás, a rászánandó összeg 120 00 Ft. Ezeket figyelembe véve egy Candy CS4 127TXME/1-S 7kg töltetű, A energiaosztályú, 99 kWh éves fogyasztású és 116 990 Ft árú előtöltős mosógépet választottam.[25.] Az ugyanilyen paraméterekkel rendelkező mosógépre a mosógép kalkulátor 299 kWh/ év fogyasztást adott. 10 év alatt kedvezményes és lakossági piaci árú tarifa esetében sem kapunk pozitív eredményt (K: -49 383 Ft, LP: -7 946 Ft), és 20 év alatt a kedvezményes tarifával is éppen csak több lesz, mint nulla (K: 371 Ft, LP: 57 783 Ft).

A kitöltő válaszából azt tudtam meg, hogy egy 1985-ös gyártású 120 l-es vízmelegítő bojlerrel rendelkezik. Legfontosabb szempontjai a kiválasztásakor az ár és a méret volt. Az elektromos bojlerok esete bizonyult a legnehezebbnek, ugyanis a fogyasztás szórása nagyon eltérő lehet a befolyó víz hőmérséklete, bojler elhelyezése, vízkövesedés, és legfőképpen a használati szokások függvényében. Sajnos ezekről bővebb információ nem volt elérhető, így átlagos bojlerhasználattal számoltam. A bojlerok fogyasztása a melegvíz tárolásából (~1,5 kWh/nap) és víz felmelegedéséből (~7 kWh/nap) tevődik össze, ez egy Hajdu Z 120 Erp esetében 2720 kWh/év fogyasztásra jön ki, amelyet a vásárlás ideje körüli katalógusinformáció hiányában a régi készülék fogyasztásának vettem. [26.] Itt egy új bojlernek egy ún. okosbojlert, Ariston Lydos R 100 literes villanybojlert választottam, amely figyeli a felhasználás idejét és rendszerességét, és ennek megfelelően biztosít forró vizet, míg a köztes időkben alacsonyabb hőmérsékleten tartja a tartályban a vizet, ezzel is energiát megtakarítva. A készülék 100 l ürtartalmú, évente 1424 kWh fogyasztással rendelkezik.[27.] A csere esetében fontos a bekötéssel járó szakemberek költségeivel is számolni, amelyek kiterjedhetnek a régi bojler leszerelésére, elszállítására, az új bojler felszerelésére, bekötésére esetleges villanszerelésre terjedhetnek ki. Itt a készülék 67 850 Ft-os árán felül plusz 40 ezer Ft-ot számítottam fel ezeknek a költségeknek a fedezésére.[28.] Az eredmények a négy vizsgált berendezés közül itt a legkedvezőbbek, ugyanis már 10 éves távlatban 335 ezer Ft megtakarítást érhetünk el kedvezményes tarifával, lakossági piaci árral számítva 762 ezer Ft-ot. 20 éves távlatot vizsgálva pedig 843 304 Ft és 1 039 540 Ft

megtakarítás eredményt lehet elérni kedvezményes, illetve lakossági piaci árral kalkulálva.

4. táblázat - Háztartás 1 esetében vizsgált gépcserékkel elérhető megtakarítások eredményei

	<i>Kedvezményes ár - 10 év</i>	<i>Lakossági piaci ár - 10 év</i>	<i>Kedvezményes ár - 20 év</i>	<i>Lakossági piaci ár - 20 év</i>	<i>Érdemes-e lecserélni?</i>
Hűtő	51 910 Ft	136 859 Ft	153 913 Ft	271 614 Ft	igen
Fagyasztó	-26 975 Ft	17 777 Ft	26 761 Ft	88 766 Ft	igen
Mosógép	-49 383 Ft	-7 947 Ft	372 Ft	57 784 Ft	nem
Bojler	335 987 Ft	608 018 Ft	662 630 Ft	1 039 541 Ft	igen
Szumma	360 923 Ft	762 654 Ft	843 305 Ft	1 399 920 Ft	
Éves megtakarítás	36 092 Ft	76 265 Ft	42 165 Ft	69 996 Ft	

Az eredményeket táblázatba foglalva, és a megtakarítás összege alapján arra a megállapításra jutottam, hogy a hűtőszekrényt, fagyasztót és a bojleret érdemes lecserélni. Összeadva azon készülékek által elérhető megtakarítást, és elosztva az évek számával, éves szinten 36 092 Ft / 76 265 Ft 10 éves távlatot vizsgálva és 1939 kWh / év megtakarítást érhetünk el.

5.2.2 Háztartás 2 eredményei

A második vizsgált háztartás 3 főből áll, és a három korábban vizsgált berendezéseken felül légkondicionáló és mosogatógéppel rendelkezik. A mosógép és a légkondicionáló berendezéseket a továbbiakban nem vizsgáltam tekintettel arra, hogy mindkettő elég új (2020-ban vásárolt), a rászánandó keret szűkös, pontos modell típus hiányában pedig új berendezést választani nehézkes volt. Ezek esetében azt érdemes megvizsgálni, hogy a kapacitások mennyire vannak kihasználva, nem sokszor feleslegesen működtetik-e a gépet. Például a mosógép esetében az a válasz érkezett, hogy általánosságban 60°C-os programot használ a válaszadó, ezzel szemben a kevésbé szennyezett ruhákat akár 30°C-on is elegendő mosni, amivel körülbelül harmadannyi fogyasztást lehet elérni.[29.]

A hűtő, fagyasztó és bojler esetében az új készüléknek ugyanazokat választottam ki, mint az első háztartás esetében, ugyanis a rászánandó összeg és a prioritások közel megegyeztek és ebben az árkategóriában nem találtam másik olyan típust, amelyik fogyasztása kedvezőbb lett volna. A hűtő esetében egy 2007-es, régi B energiaosztályú hűtővel rendelkezik. Ennek a fogyasztását a kalkulátor segítségével határoztam meg, még pedig úgy, hogy az újnak kiválasztott gép paramétereit adtam meg illetve a vásárlás évét, ez 340 kWh/évre adódott. A fagyasztó esetében ugyanígy jártam el, és eredményül 383 kWh-t kaptam.

A mosogatógépről a válaszadó azt az információt adta meg, hogy 2007-ben vásárolta és egy 9 terítéses példány, amely régi besorolás szerint C energiahatékonyságú osztályba sorolható be. A mosogatógép esetén nem az interneten fellelhető fogyasztási kalkulátorokat vagy adatokat, ezért egy korabeli katalógust kerestem. [30.] A katalógusban csak A osztályú típusok voltak, de további források hiányában az ebben a katalógusban található 9 terítéses mosogatógép fogyasztásával (0,8 kWh / ciklus) számítottam tovább. Új modellnek egy Candy CDPH 2L949W típusú mosogatógépet választottam. Ez a készülék 104 990 Ft-ba kerül és 0,7 kWh / ciklus fogyasztással rendelkezik.[31.] Éves fogyasztást úgy számítottam, hogy ezt megszoroztam az egy évben lévő napok számával, ugyanis a válaszadó saját bevallása szerint minden nap beindítja készülékét. Csak a villamos energiát figyelembe véve még 20 év alatt, lakossági piaci ár tarifájával sem érhető el pozitív megtakarítás.

5. táblázat - Háztartás 2 esetében vizsgált gépcserékkel elérhető megtakarítások eredményei

	<i>Kedvezményes ár - 10 év</i>	<i>Lakossági piaci ár - 10 év</i>	<i>Kedvezményes ár - 20 év</i>	<i>Lakossági piaci ár - 20 év</i>	<i>Érdemes-e lecserélni?</i>
Hűtő	-27 700 Ft	7 106 Ft	14 094 Ft	62 320 Ft	igen
Fagyasztó	-35 527 Ft	3 983 Ft	11 914 Ft	66 657 Ft	igen
Bojler	335 987 Ft	608 018 Ft	662 630 Ft	1 039 541 Ft	igen
Mosogatógép	-92 652 Ft	-85 090 Ft	-83 571 Ft	-73 094 Ft	nem
Szumma	272 760 Ft	619 107 Ft	688 639 Ft	1 168 518 Ft	

Éves megtakarítás	27 276 Ft	61 911 Ft	34 432 Ft	58 426 Ft
-------------------	-----------	-----------	-----------	-----------

6. táblázat - Háztartás 2 eredményei

A korábbihoz hasonlóan itt is az a véleményem, hogy a hűtő, fagyasztó és bojler készülékeket érdemes lecserélni, ugyanis 10 éves távlatot vizsgálva a lakossági piaci árú tarifával számolva itt érhető el pozitív jelenértékű megtakarítás. A cserékkel éves szinten 1672 kWh villamos energia, és 27 276 Ft / 61 911 Ft pénzügyi megtakarítás érhető el.

6 Országos villamos energia megtakarítás

A pénzbeli megtakarítás mellett magának a villamos energiának, mint energiaforrásnak a megtakarítása is fontos szempont. Következő vizsgálatom alapja az volt, ha a jelenlegi magyarországi hűtőszekrény, fagyasztó és mosógép állományt lecserélnék a korábban vizsgált korszerű típusokra, akkor éves szinten mennyi villamos energiát takaríthatna meg az ország. Ezt úgy vizsgáltam meg, hogy az éves fogyasztások különbségét megszoroztam az adott évjáratú berendezések számával.

6.1 Számítás menete

Az éves lakossági villamosenergia fogyasztás 2021-ben 12,29 TWh volt. [32.] Ebből a hűtők fogyasztása körülbelül 14%-ot, a fagyasztóké és a mosógépeké körülbelül 10%-ot, a mosógépek tesz ki. Ezt úgy kaptam meg, hogy a szumma éves fogyasztását a hűtőknek elosztottam a 2021-es lakossági fogyasztással. Ezt korszerűbb, energiahatékonyabb berendezések alkalmazásával lehetne csökkenteni, így is közelebb kerülve az Európai Unió direktívákban kitűzött célokhoz.

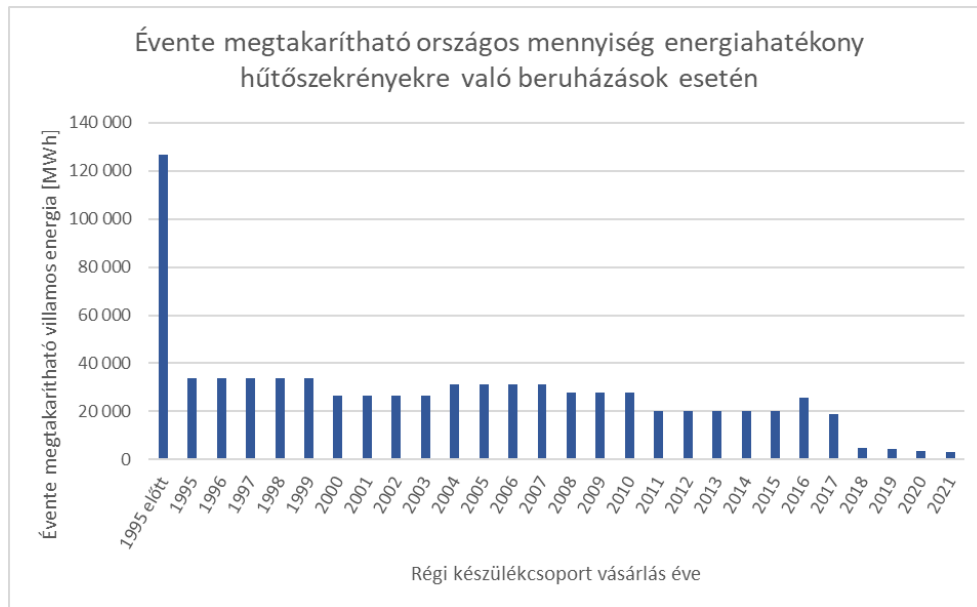
Megvizsgáltam, hogy a különböző évben vásárolt hűtők, fagyasztók és mosógépek lecserélésre mekkora éves megtakarítást jelentene, továbbá azt is, hogy ha az adott, vagy megelőző évben vásárolt készülékeket lecserélnék, mekkora a megtakarítható villamosenergia százalékos aránya.

6.2 Eredmények

Számításaim alapján, ha összes hűtőszekrényt lecserélnék az új hűtőre, összesen az éves lakossági villamosenergia fogyasztás 6,28%-át lehetne megtakarítani. Ez az EU-s irányelveket [1.], amelyek 2030-ig uniós szinten 32,5%-kal csökkentésék a primer- és végsőenergia-fogyasztást jelentősen elősegítené. Természetesen minden hűtő cserélése nem kivitelezhető, és nem is szükséges, ugyanis kifejezett csoportokra koncentrálva effektívebb és megvalósíthatóbb lenne a csere.

A 12. ábra látható vásárlási év szerinti megoszlásban, hogy évente hány MWh villamosenergia megtakarítás lenne elérhető, ha minden akkor vásárolt hűtőt lecserélnék egy korszerű eszközre. Az 1995 előtt vásárolt hűtők lecserélésével több, mint 126 GWh megtakarítás lenne elérhető. Ez az elérhető megtakarítás több, mint 16%-a, pedig az össz.

hűtőállomány 4,6%-át teszik ki. Az 1995-1999 és 2000-2003 között vásárolt hűtőszekrények cserélésében is meglehetősen nagy potenciál található, ugyanis az előbbi 22%, utóbbi kategória cserélésével 14%, azaz összesen 36% megtakarítás érhető el a teljes megtakarításból cseréjükkel annak ellenére, hogy az állomány 18%-át teszik ki.



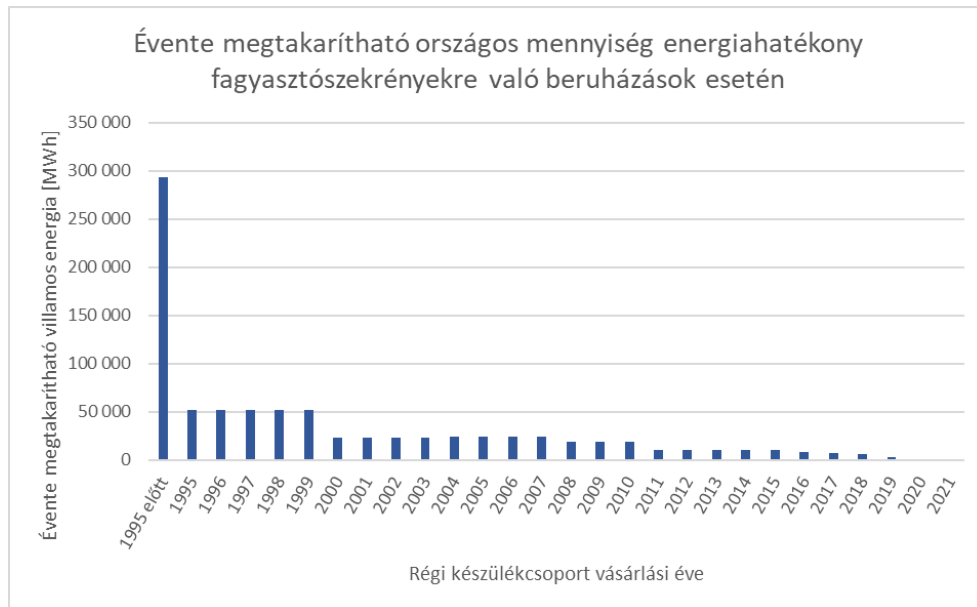
12. ábra – Évente elérhető országos villamos energia megtakarítás vásárlási év alapján kialakított hűtőszekrény csoportok lecserélésével

A 7. táblázatban összefoglaltam annak a vizsgálatnak az eredményét, amely százalékosan bemutatja, hogyha egy adott évjáratú és minden azt megelőzően vásárolt hűtőt lecserélünk hány százaléka takarítható meg az országos lakossági fogyasztásnak. A 2010 előtti hűtők lecserélésével, amely a teljes állomány körülbelül fele, már majdnem 5% megtakarítható, azaz 610,5 GWh. Ennek főként az az oka, hogy Magyarországon a hűtők állománya elég régi, a berendezések csaknem fele 15 évnél idősebb.

Fagyasztók esetében összesen az éves lakossági villamosenergia fogyasztás 7,1%-át lehetne megtakarítani, ha az összes fagyasztószekrényt lecseréljük a kiválasztottra. A hűtőkhöz hasonlóan itt is az idősebb gépekre érdemes koncentrálni.

Az 13. ábra látható életkor szerinti megoszlásban, hogy évente hány MWh villamosenergia megtakarítás lenne elérhető korszerű fagyasztókra való cseréléssel. Az 1995 előtt vásárolt fagyasztók az állomány 17%-át teszik ki, azonban lecserélésükkel több, mint 293 GWh megtakarítás lenne elérhető. Ez az elérhető megtakarítás több, mint 33%-a. A fagyasztók esetében a vizsgálat eredménye hasonló a hűtőhöz, ugyanis 1995-

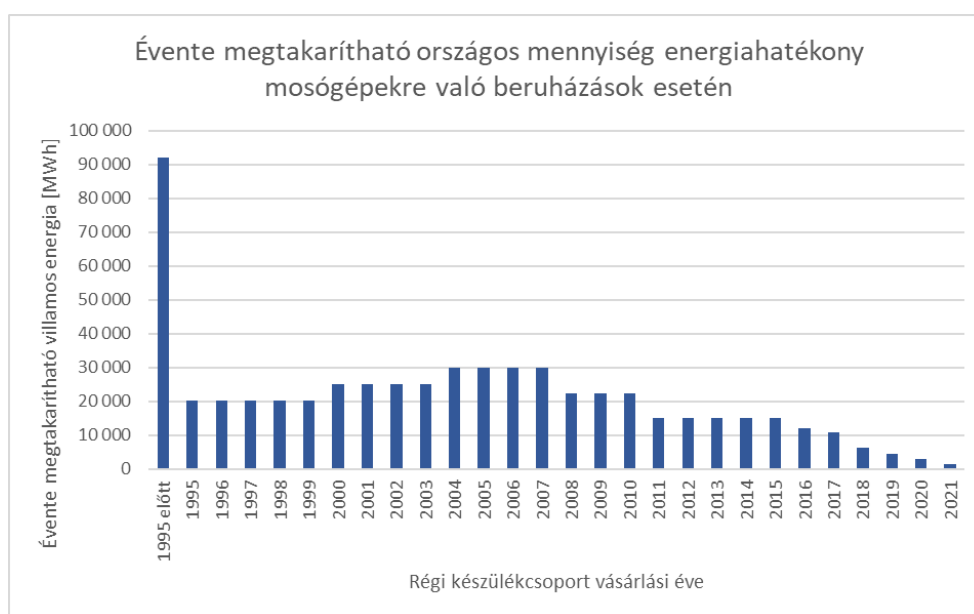
1999 és 2000-2003 között vásárolt fagyasztók cserélésében meglehetősen megtakarítási nagy potenciál található. Az ebben az időszakokban vásárolt fagyasztók a teljes állomány 44%-át teszik ki, cseréjükkel pedig a teljes megtakarítás 74%-át, azaz a teljes lakossági fogyasztás 6,02%-át lehetne elérni.



13. ábra – Évente elérhető országos villamos energia megtakarítás vásárlási év alapján kialakított fagyasztószekrény csoportok lecserélésével

A kumulatív megtakarítások a 7. táblázatban találhatóak a fagyasztók esetében is. A 2007 előtti fagyasztók lecserélésével, amely a teljes állomány 57%-át teszi ki, már több, mint 6% megtakarítható, azaz 740 GWh. Ennek az oka, szintén abban keresendő, hogy a fagyasztó állomány eléggé előregedő. Ha az 3. ábra megtekintjük, a fagyasztók átlagos fogyasztására illeszkedő görbe meredeksége nagyobb a hűtőéchez képest, ezért itt a végső megtakarításhoz hamarabb érkezik a kumulatív megtakarítás, tehát az állomány körülbelül felének cseréjével több megtakarítást érhetünk el arányaiban.

A mosógépek számításaim alapján az éves lakossági fogyasztás 10%-át teszik ki, amelyet 4,83%-kal lehetne minden mosógép lecserélésével csökkenteni.



14. ábra - Évente elérhető országos villamos energia megtakarítás vásárlási év alapján kialakított mosógép csoportok lecserélésével

A korábbiakhoz hasonlóan a legrégebbi mosógépek cseréje itt is jelentős megtakarítási potenciállal rendelkezik. A korábban bemutatott típusokhoz képest eltérően itt a 2004-2007 között vásárolt mosógépek esetében egy kis növekedés látható a korábban megvásárolt mosógépekben rejlő megtakarításhoz képest. Ennek az az oka, hogy az ebben az időszakban eladott mosógépek a korábbi időszakokhoz képest (1995-2003) jóval magasabb, viszont fogyasztásuk még nem olyan kedvező, mint a később eladott modelleknek. A 2011-2015 között vásárolt mosógépek közel 30%-át teszik ki az állománynak, fogyasztásuk viszont alacsony, csaknem fele a 2004-2007-eseknek, így ezeknek a cseréjével kevésbé célravezető ebben az esetben.

7. táblázat - Kumulatív százalékos megtakarítás a készülék csoport lecserélésével a lakossági éves villamosenergia fogyasztásra vonatkoztatva

	<i>Hűtő</i>	<i>Fagyasztó</i>	<i>Mosógép</i>	<i>Szumma</i>
1995 előtti	1,03%	2,39%	0,75%	4,17%
1995-1999	2,41%	4,48%	0,83%	7,71%
2000-2003	3,27%	5,23%	1,64%	10,15%
2004-2007	4,29%	6,02%	2,62%	12,92%
2008-2010	4,97%	6,49%	3,16%	14,62%
2011-2015	5,79%	6,91%	3,77%	16,47%

2016	6,00%	6,98%	3,87%	16,85%
2017	6,16%	7,03%	3,96%	17,15%
2018	6,20%	7,08%	4,01%	17,28%
2019	6,23%	7,10%	4,05%	17,38%
2020	6,26%	7,10%	4,07%	17,43%
2021	6,28%	7,10%	4,08%	17,46%

A három géptípus közül a mosógép esetében láthatunk egy kis eltérést a másik kettőhöz képest, ezt az okozhatja, hogy a mosógépek esetében hamarabb tönkre mehetnek az eszközök, ami miatt kénytelenek lecserélni a lakosok mosógépüket.

Összességében elmondható, a tartós háztartási gépek cseréjében nagy villamos energia megtakarítási potenciál van országos szinten, ezért a csereprogramokat, a lakosság edukációját mindenképp érdemes folytatni és fejleszteni.

A 2017-es Otthon Melege programban az elnyerhető támogatás függött a megvásárolt berendezés energiahatékonysági besorolásától is, amelyet egy katalógusban az emberek számára is elérhetővé tettek. A hűtő és fagyasztó készülék katalógusban, valamint a mosógép katalógusban szereplő készülék beszerzése esetén a támogatás mértéke a vásárlás időpontjában érvényes bolti ár 50 százaléka, de legfeljebb:

- A+ kategóriájú háztartási nagygépek beszerzése esetén 25.000 Ft/ háztartási nagygépek;
- A++ kategóriájú háztartási nagygépek beszerzése esetén 40.000 Ft/ háztartási nagygépek;
- A+++ kategóriájú háztartási nagygépek beszerzése esetén 45.000 Ft/ háztartási nagygépek.[18.]

2017 óta azonban új program nem indult, amely elősegítette volna a régi berendezések lecserélését, ehelyett lakossági vonatkozásban a MEKH az edukációra fektette a hangsúlyt, oldalukon is sok energiatakarékos tipp olvasható.[33.]

A véleményem, hogy a 2017-es Otthon Melege Programhoz hasonlóan mindenképpen érdemes egy új programot indítani, amelyben magasabb energiahatékonysági osztályú berendezés esetében magasabb támogatást kap a vásárló. A javaslatom, hogy ezt tovább kellene dimenzionálni életkor vagy fogyasztás alapján, esetleg megtakarítható energiamennyiség alapján, ha ehhez a szükséges adatok rendelkezésre állnak. Egy újabb berendezés esetében katalógusadatok alapján ez könnyen

megoldható, régebbi készülékek esetében lehetőséget kellene biztosítani, hogy mérések bizonyos körülmények között megtörténjenek. Egy esetleges jövőbeli csereprogram esetében a 2007 és előtte vásárolt berendezések cseréjét érdemes előtérbe helyezni, ugyanis így a teljes állomány körülbelül harmadának lecserélésével 1 588 GWh / év, azaz 12,92% -a a lakosság villamos energia fogyasztásának megtakarítható.

7 Lakossági terhelési profilgörbe megváltozásának modellezése

A következő fejezetben bemutatom a lakossági profilt, valamint annak jelentőségét. Ismertetem az általam készített lakossági profil modelljét, annak elkészítését. Annak érdekében, hogy az energiahatékony háztartási gépek elterjedésének hatását jól tudjam reprezentálni, a modellben az általam korábban javaslatokat beépítem a modellbe, és bemutatom, hogy milyen hatással vannak a lakossági profilra.

7.1 A lakossági profil bemutatása

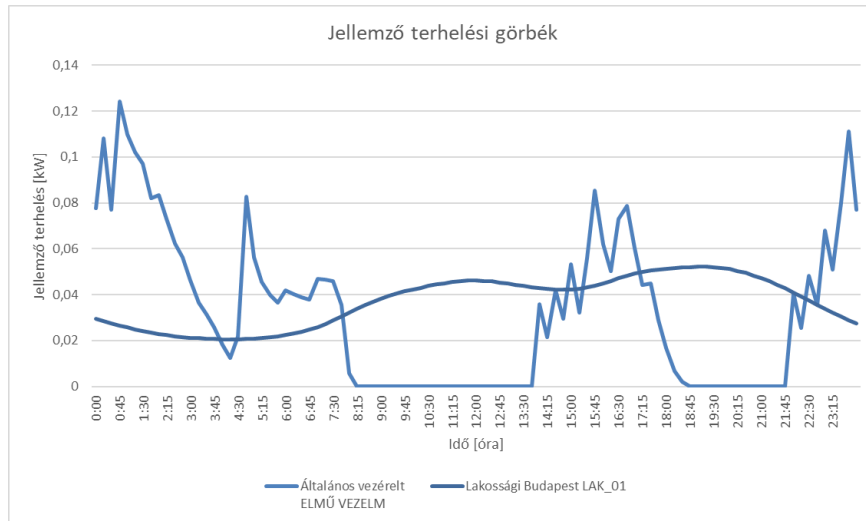
A fogyasztói profil egy olyan statisztikai lépésekkel előállított általában 1000 kWh-ra normált görbe, amely az év minden negyedórájára tartalmaz egy értéket, amelyet, ha a fogyasztó mértékadó éves fogyasztásának megfelelő arányszámmal megszorozzuk, megkapjuk a jellemző lefutását a fogyasztónak. A terhelési profil egy reprezentatív ábrázolása az adott fogyasztói csoport energiaterhelési mintájának egy adott időszakban, amelyről leolvashatóak a csúcs- és völgy fogyasztási időszakok, időszakos fogyasztási minták.

Ahhoz, hogy a villamos energia rendszerben az egyensúly minden pillanatban fenntartható legyen, és a veszteségeket minimalizálni tudják, fontos a pontos becslés, ehhez pedig a fogyasztók alapos ismerete. A 3 x 80 Amper vagy afeletti csatlakozási teljesítménnyel rendelkező fogyasztók esetében kötelező távmérésre alkalmas fogyasztásmérővel rendelkezni, amely megkönnyíti, hogy a fogyasztásáról pontosabb információkhoz jussunk. Azonban a kis fogyasztók esetében a távmérő készülék pedig nagyon lassan térülne meg, emiatt a fogyasztás tervezése nehézkes. Többek között ezeknek a problémának a megoldására szolgál a terhelési profil.[34.]

Az elosztói engedélyesek kötelesek az országosan reprezentatív felhasználói csoportok és a felhasználói csoportokra jellemző terhelési profilgörbék meghatározására. A fogyasztó tevékenysége alapján megkülönböztethetünk több csoportot is, amelybe a besorolás az elosztói engedélyes feladata. Pár példa az elosztói engedélyesek által publikált magyarországi görbékből:

- üzleti 00-04.;

- lakossági budapesti, vidéki;
- közvilágítás;
- HMKE;
- vezérelt.[34.]



15. ábra – Általános vezérelt és lakossági jellemző terhelési görbék [35.]

A modellezésben a lakossági görbét (LAK_01) hozom létre az általam megismert adatokból. Ezt követően bemutatom, hogy az általam korábban bemutatott három gépcsoport cseréjére vonatkozó javaslatom milyen hatással lenne a magyarországi lakossági profilgörbe alakjára.

7.2 A lakossági profil modellezése

A profil létrehozásához sok mérési és statisztikai adat szükséges, például a háztartások berendezésekkel való felszereltségére, a fogyasztók jellemző teljesítmény felvételi görbéjére, fogyasztására, háztartások darabszámára, fogyasztási szokásaira. A KSH háztartások felszereltségéről publikált adatai mellett, mérési adatok hiányában, egy korábbi szakdolgozat eredményeit használtam a napi lefutási görbék esetében.[36.] A dolgozat eredményeinek alkalmazásakor az évszakok, hétvége / hétköznap, háztartások létszámának differenciáltságától eltekintettem.

A modellezést a MATLAB alkalmazásban készítettem el. Első lépésként kigyűjtöttem, hogy 100 háztartásra vonatkoztatva mennyi rendelkezik az általam relevánsnak vélt nagyfogyasztókkal, ezt a 8. táblázatban foglaltam össze. Erre a

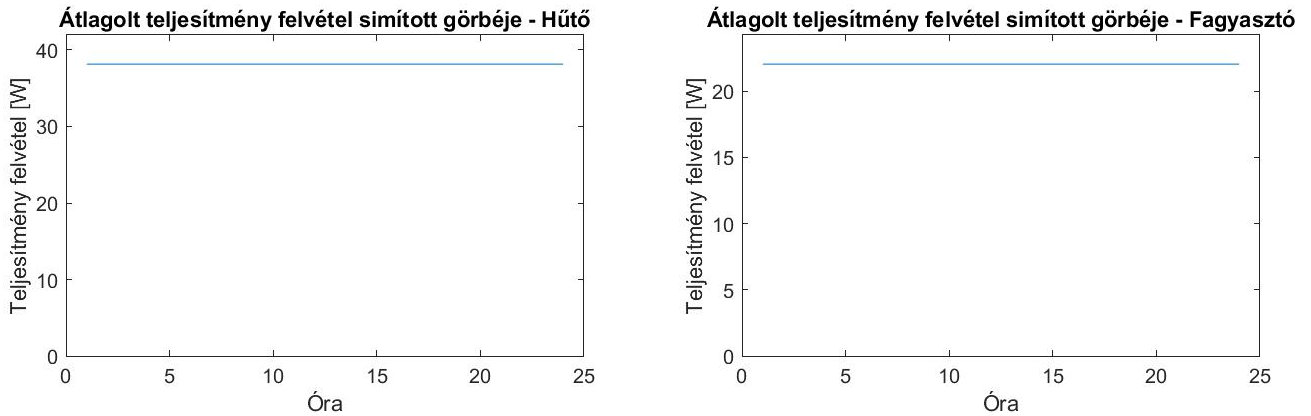
legfrissebb adatok 2020-ban lettek publikálva a KSH által. A készülékek penetrációját, illetve az esetleges új nagyfogyasztókat (pl.: hőszivattyú) elhanyagoltam.

8. táblázat – 100 háztartásra jutó darab a tartós fogyasztási cikkekből[15.]

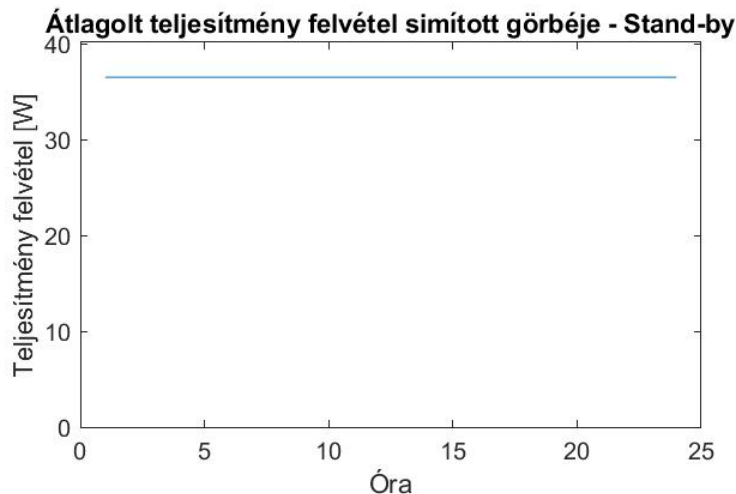
<i>Eszköz</i>	<i>100 háztartásra vonatkoztatott elterjedtség (2020)</i>
hűtőszekrény	99
fagyasztó	44
mikrohullámú sütő	93
mosogatógép	27
mosógép	99
tv	160
telefon	203
légkondicionáló	14
tűzhely	11
vezérelt bojler	18
bojler	22

Az elterjedtség megismerése után a fogyasztók jellemző teljesítményfelvételi görbéjét alkottam meg. A hűtő, fagyasztó, valamint a készülékek stand-by fogyasztását zsinór jellegű görbével jól közelíthetjük. A további készülékek esetében a korábban említett szakdolgozat eredményeit használtam fel, amely figyelembe veszi a fogyasztói szokásokat. Ebből egy napi átlagos lefutást kaptam meg, ezt kibővítettem éves hosszúságúra, amelyet megszoroztam egy normál eloszlású, 1*8760 hosszúságú változóval. A végső görbét úgy kaptam meg, hogy súlyoztam ezeket az elterjedtségükkel, jellemző teljesítménnyel, átlagoltam, majd simítottam az eredményeket. Így egy napra vonatkozó átlagos lefutási görbét kaptam meg.

A hűtő, fagyasztó, valamint a készülékek stand-by fogyasztását zsinór jellegű görbével modelleztem. Az első két berendezés esetében a korábban bemutatott átlagos fogyasztási adatot alkalmaztam (337 kWh/év, 438 kWh/év), a stand-by készülékek esetében pedig 335 kWh/évvel számoltam. [37.]



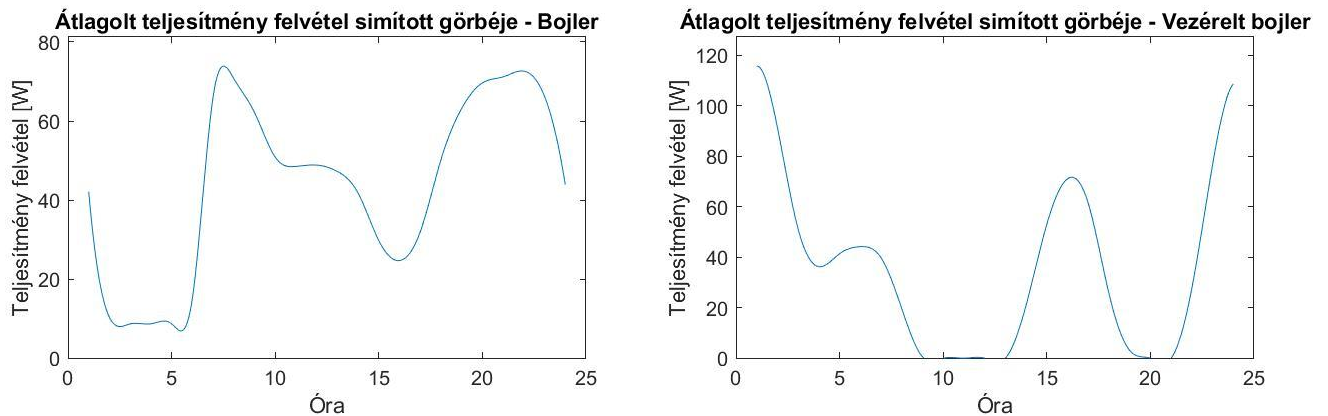
16. ábra – Hűtő – és fagyasztószekrény elterjedtséggel súlyozott átlagolt teljesítményfelvételi profilja



17. ábra - Stand-by fogyasztók átlagolt teljesítményfelvételi profilja

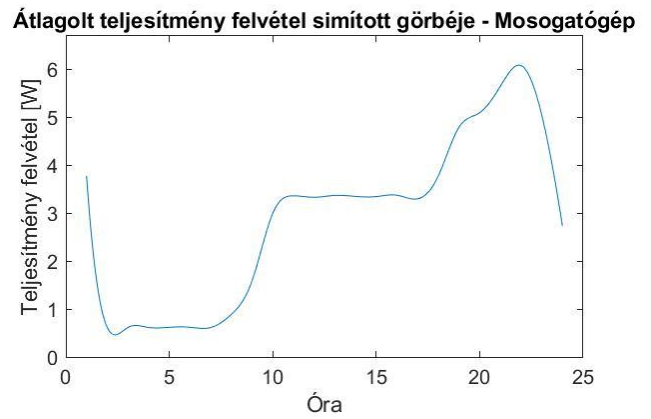
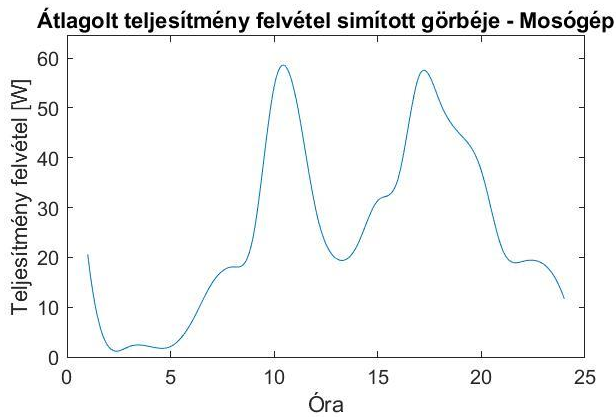
A vezérelt bojlerok esetében az EON honlapján található „VEZELM” görbe adatait használtam, amelyet negyedórás jellege miatt órásítani kellett elsőként. A vezérelt bojlerok olyan távolról irányított berendezések, amelyeket a nap 8 órájában működtetnek az elosztók. Céljuk, hogy kiegyensúlyozzák a csúcs-és völgyfogyasztások közötti eltérést, ugyanis a völgyi órákban való bekapcsolással egy kiegyensúlyozottabb görbét kapunk. A fogyasztók kedvezőbb áron juthatnak ennek köszönhetően a villamos energiához, azonban hátránya, hogy előre nem meghatározott időpontban működtetik az elosztók, ezért nem minden készülék alkalmas ennek a használatára. [35.]

A nem vezérelt, általános tarifás mérőre kapcsolt bojlerok esetében a korábban említett szakdolgozat eredményeit használtam [36.], amelyben látható, hogy a reggeli és esti órákban van a legnagyobb csúcs, amikor a legtöbben fürdenek, mosogatnak. Habár a bojlerok nem annyira elterjedt készülékek, körülbelül az emberek 40%-a rendelkezik vele, és ennek kb. a fele a vezérelt. A fogyasztásuk rendszerszinten jelentős, köszönhetően a nagy ~1800W-os fűtőszálnak köszönhetően. Általánosságban jellemző, hogy a vezérelt villanybojler használata kb. megduplázza a háztartás energiafogyasztását.



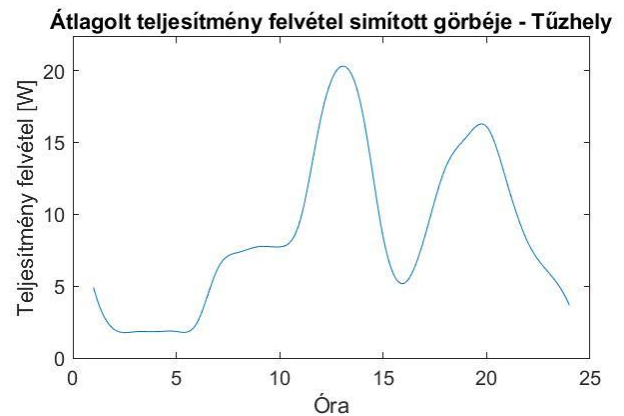
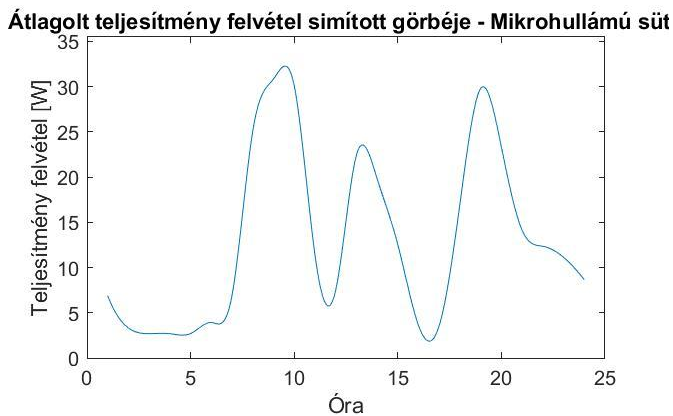
18. ábra – Bojlerok és vezérelt bojlerok elterjedtséggel súlyozott átlagolt teljesítményfelvételi profilja

A mosógépek esetében 2 csúcs található: reggel és este. Mosogatógépeket jellemzően az esti órákban indítják be az emberek, és azzal a feltételezéssel éltem a kérdőívre beérkezett válaszok alapján, hogy körülbelül 2 naponta kapcsolják be, így körülbelül 94 kWh/év fogyasztással rendelkeznek.[36.] A mosógépek esetében a hűtő és fagyasztóhoz hasonlóan az átlagos éves fogyasztással számítottam az APPLiA modell alapján, így 210,7 kWh fogyasztást kaptam. A gépek stand-by fogyasztással is rendelkeznek, azonban ezek a stand-by görbében jelennek meg.



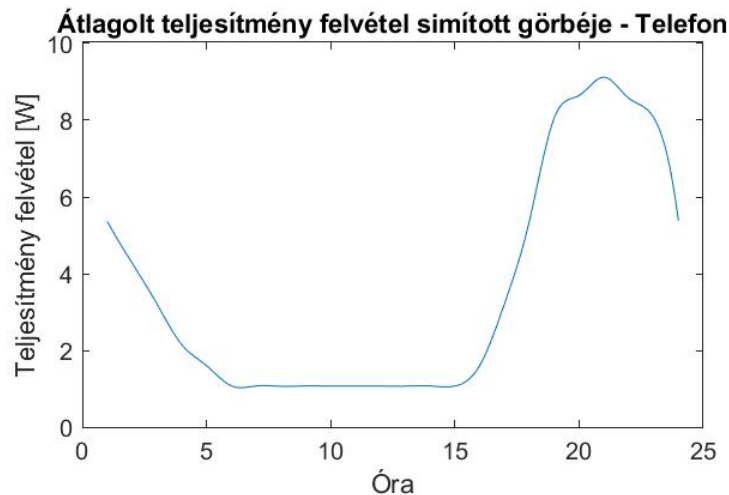
19. ábra – Mosó – és mosogatógép elterjedtséggel súlyozott átlagolt teljesítményfelvételi profilja

Az elektromos tűzhely és mikrohullámú sütő esetében nagyon jól kivehetőek a reggeli, ebéd, vacsora időszakai, ugyanis ekkor vannak leggyakrabban használva ezek a készülékek.[36.] A tűzhelyek gyakran hosszabb időn keresztül használják, és teljesítmény felvételük elég nagy, de valószínűleg nem minden nap főznek az emberek, és elterjedésük is alacsony. Ezzel szemben a mikrókat az emberek többször rövidebb ideig használják és szinte minden háztartásban fellelhetőek. [15.]



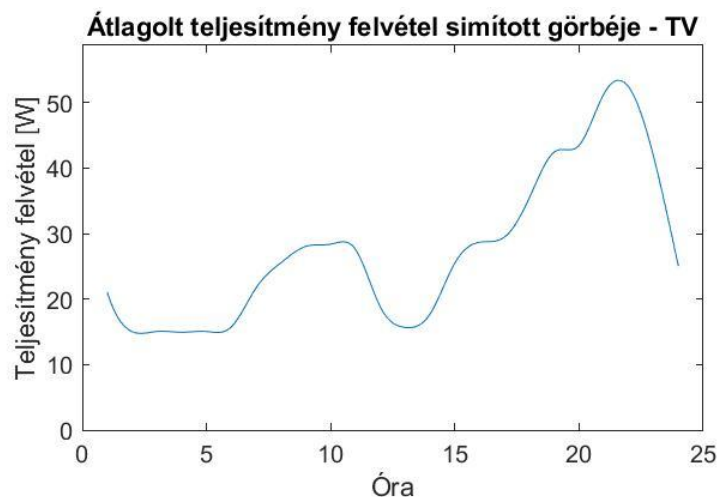
20. ábra - Mikrohullámú sütő és villanytűzhely elterjedtséggel súlyozott átlagolt teljesítményfelvételi profilja

Az emberek telefonjaikat leggyakrabban éjszaka töltik, így reggel egy teljesen feltöltött készülékkel indíthatják a napjaikat. Egy hagyományos telefontöltő 5 W teljesítményű, és körülbelül 2 óráig tart a telefonok feltöltése. A mai telefonok gyorsöltői ettől magasabb teljesítményűek is lehetnek, de nem mindennap kell a telefonokat tölteni, így ez valamelyest kompenzálja ezt. [38.]



21. ábra - Telefon töltés elterjedtséggel súlyozott átlagolt teljesítményfelvételi profilja

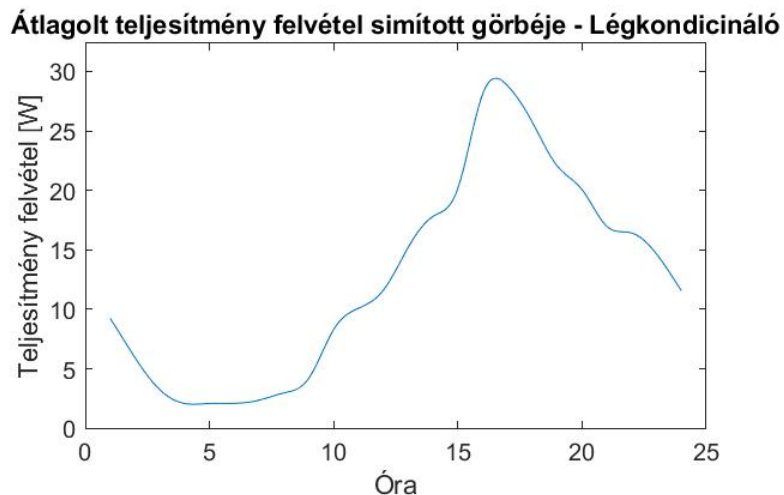
A televíziók esetében reggelente látható egy kisebb csúcs, ugyanis ekkor sok ember bekapcsolja készülékét, hogy megnézze a híradót, időjárást jelentést. Délelőtt csökkenés látható, ekkor sokan munkában vagy iskolában vannak. A délutáni órákban azonban ismét emelkedésnek indul a görbe, sokan a munkából vagy iskolából hazaérve akár késő estig is TV-t néznek. A csúcs elérésekor a főműsoridő is jól kivehető. Sokan egész éjszakára bekapcsolva hagyják a készüléküket. A televíziók stand-by fogyasztásai is a stand-by görbébe vannak beépítve.[36.]



22. ábra - Televíziók elterjedtséggel súlyozott átlagolt teljesítményfelvételi profilja

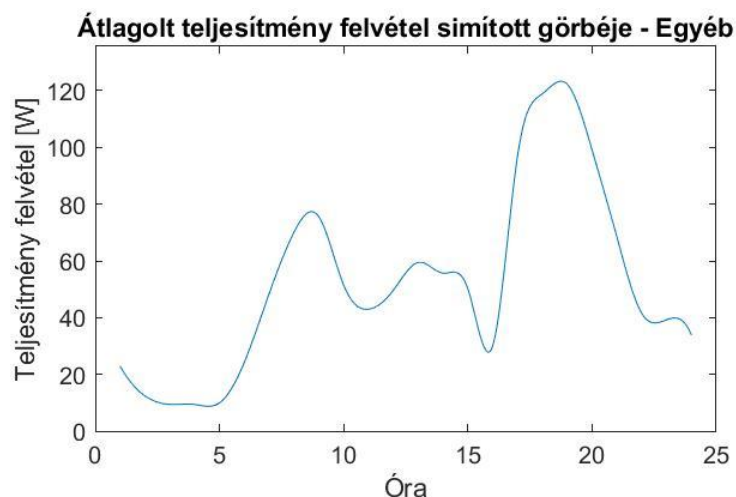
Az emberek légkondicionálási szokásai jellemzően a nap melegebb óráihoz igazodnak. A nap legmelegebb óráiban, főként délután, a légkondicionáló használata jelentősen megnő. Reggel és este, amikor alacsonyabb a külső hőmérséklet kikapcsolják

készüléküket, vagy megemelik a beállított hőmérsékletet, azonban sokan a kényelem érdekében éjszaka is bekapcsolva tartják. A légkondicionáló berendezések szinte csak nyáron fogyasztanak, habár manapság már a hűtő-fűtő klímák is kezdenek elterjedni, azonban a szezonális különbségeket nem vettem figyelembe az átlagos profil becslésénél. Ezen felül 2020-as adatokkal számoltam, de azóta a légkondicionálók a feltételezésem szerint elterjedtebbek. [36.]



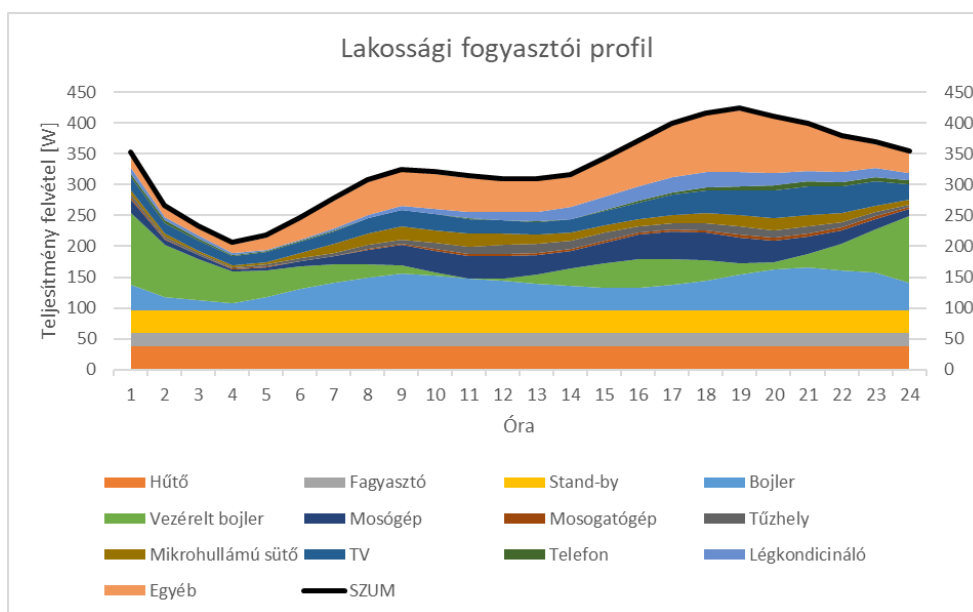
23. ábra – Légkondicionálók elterjedtséggel súlyozott átlagolt teljesítményfelvételi profilja

Végül a többi fogyasztó szumma fogyasztását egy görbébe illesztettem, ebbe beleértve a világítást is. Itt az évszakok nagyon befolyásoló tényezők, ugyanis télen sokkal hamarabb sötétedik, hamarabb kapcsolják fel az emberek a lámpát és a korábbi sötétedés miatt hamarabb vonulnak be a házba/lakásba, ahol használják egyéb energiafogyasztó készülékeiket. Ezen kívül a helyiségek száma, lámpák típusa is fontos paraméter lenne a világítás figyelembevételkor, ugyanis a manapság egyre elterjedtebb LED körülbelül 90%-kal kevesebbet fogyaszt a hagyományos izzókhöz képest.[39.] Ezeket a modellemben nem építettem bele.



24. ábra - Egyéb fogyasztók átlagolt teljesítményfelvételi profilja

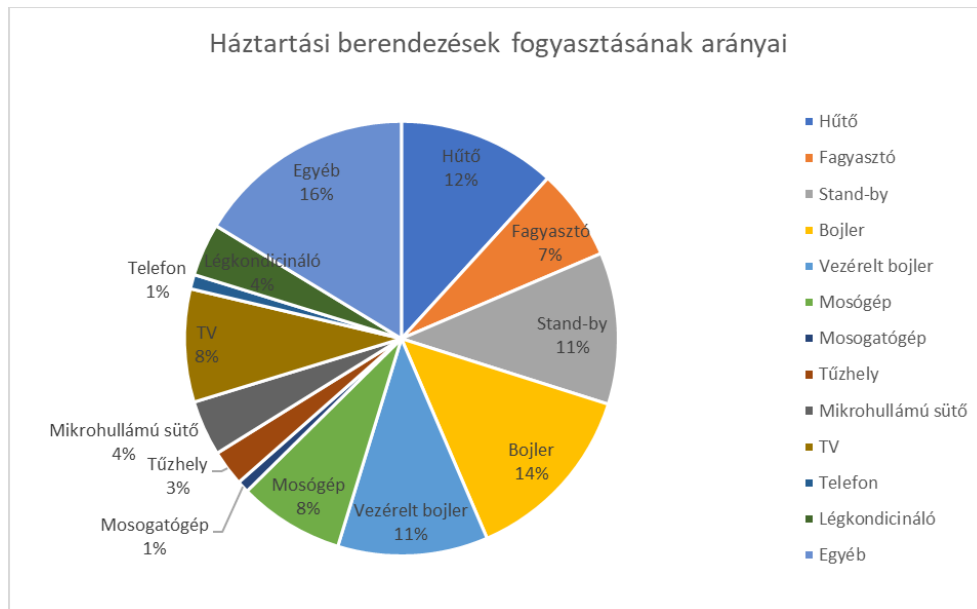
A súlyozott és simított görbék összegzése után megkaptam a modellezett lakossági fogyasztási görbét., ezt a 25. ábra – Lakossági fogyasztói profil napi lefutás tüntettem fel. A grafikonon jól látható a reggeli és az esti csúcs. Az éves fogyasztás 2717 kWh-nak adódik, ami körülbelül megfelel a magyar háztartások átlagos éves fogyasztásának.



25. ábra – Lakossági fogyasztói profil napi lefutása a készített modell alapján

A 26. ábra - Háztartási berendezések fogyasztásának arányai az általam készített modell alapján egy kördiagrammon tüntettem fel, hogy egyes készülékek fogyasztásai milyen arányban vesznek részt a teljes fogyasztásban. Ez két korábban írt szakdolgozat eredményeivel pár százalékos eltéréssel megegyezik.[36.][40.] Ez alapján a hűtők

fogyasztása 12%, a fagyasztóké 7%, mosógépeké 8%. Ez a korábban használt APPLiA modelltől alacsonyabb, ennek az oka abban kereshető, hogy a 2019-2021-es darabszámok becslésekor az új készülékek számát nem vontam le a régi készülékekből. Ezzel újra számítva az átlagfogyasztást az APPLiA modellel megegyező értékek jönnek ki.



26. ábra - Háztartási berendezések fogyasztásának arányai az általam készített modell alapján

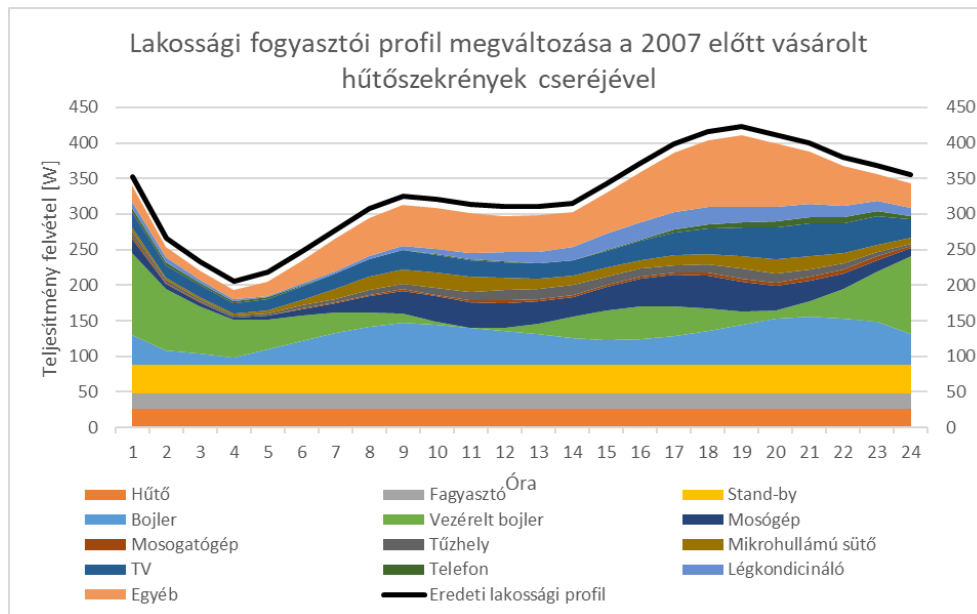
7.3 Lakossági profil megváltozása energiahatékony háztartási gépekkel

A következő vizsgálatomban a korábban felépített modellel fogom úgy megváltoztatni, hogy az általam korábban javasolt, 2007 és előtte vásárolt készülékek cseréjével megváltozott átlag fogyasztási értékeket alkalmazom. Először egyesével elérhető cserékkel ismertetem az új görbét, majd a három géptípus cseréjét összegezve is.

7.3.1 Hűtőszekrények cseréjével elérhető lakossági profil megváltozása

A hűtőszekrények esetében a 2007 és előtte vásárolt hűtők a teljes állomány 38%-át teszik ki. Lecserélésükkel a 4. fejezet elején bemutatott hűtőszekrényre való cserével 337,46 kWh/évről 227,29 kWh/évre csökken. A korábbi számítás alapján 4,28% takarítható meg ennek a csoportnak a lecserélésével. Ez a görbe alapján 4,12%, amely elég közelinek mondható. Így a háztartási berendezések szumma fogyasztásából a

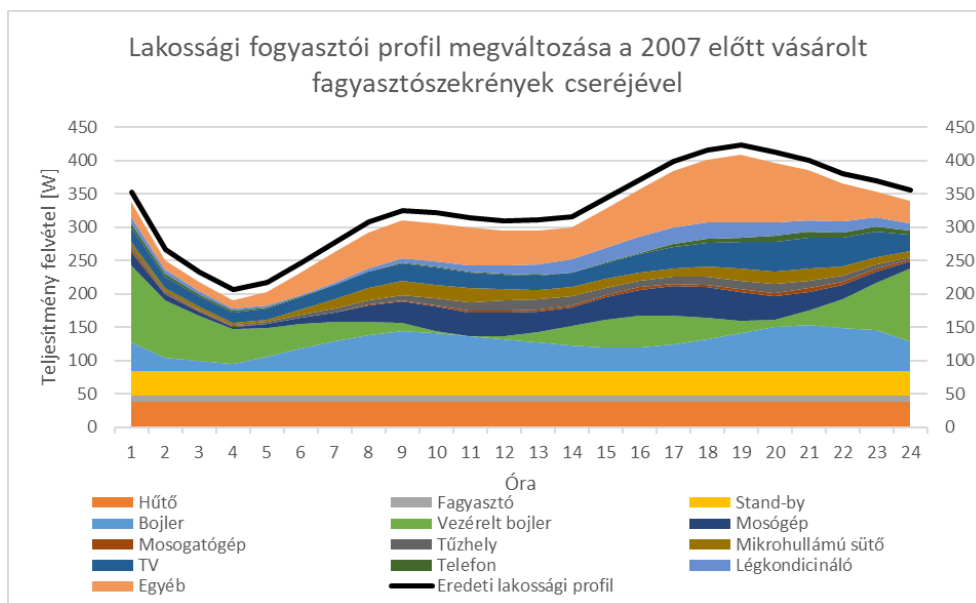
hűtőszekrények a korábbi 12%-ról 8%-ra csökkent. A 27. ábra ábrázoltam az új profilgörbét, valamint fekete vonallal a csere előtti számított görbét.



27. ábra - Lakossági fogyasztói profil megváltozása a 2007 előtt vásárolt hűtők cseréjével

7.3.2 Fagyasztószekrények cseréjével elérhető lakossági profil megváltozása

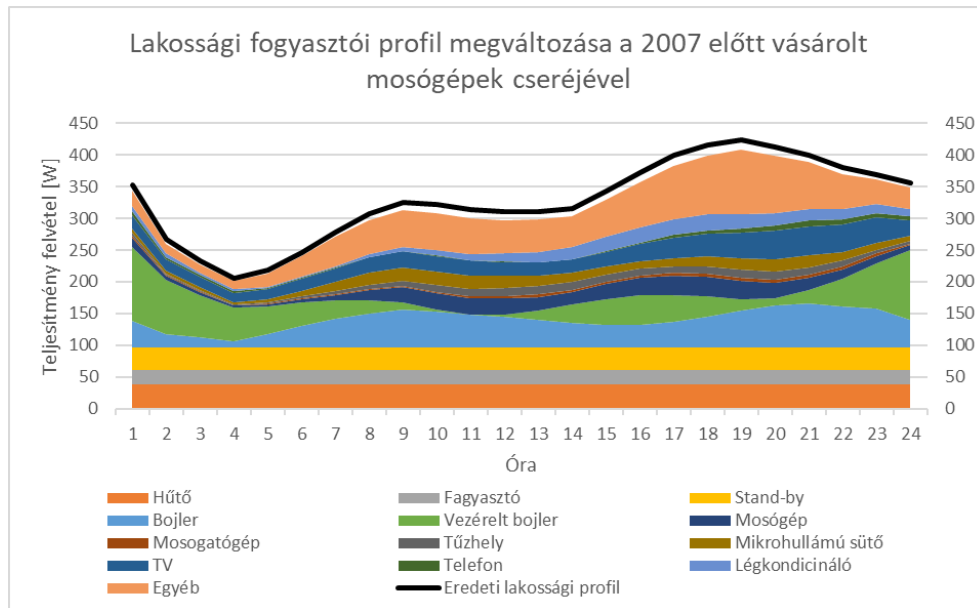
Az APPLiA modell alapján a fagyasztók esetében a 2007 előtt vásárolt fagyasztók az állomány 47%-át teszik ki, és cseréjükkel 6,021% megtakarítás érhető el. A korábban említett fagyasztóra való csere esetén a korábbi 438,86 kWh/év-es átlagfogyasztás 198,18 kWh/év-re csökken. A modellben való változtatás után kevesebb, 4,66%-os csökkenés látható. Az eltérést az okozhatja, hogy az APPLiA modellben körülbelül 40%-kal több berendezés található a KSH oldalán található adatokhoz képest. A korábbi 7%-os fogyasztási arány a teljes lakossági fogyasztásból 3%-ra csökkent. Az új görbét a 28. ábra tüntettem fel.



28. ábra -Lakossági fogyasztói profil megváltozása a 2007 előtt vásárolt fagyasztók cseréjével

7.3.3 Mosógépek cseréjével elérhető lakossági profil megváltozása

A mosógépek esetében a várható villamos energia megtakarítás 2,617% volt, a 2007 előtti mosógépek cseréjével és a jelenlegi 210,75 kWh/év átlagos fogyasztás 155,21 kWh/évre csökken. A modellben való változtatások után 3,31%-ra adódott a villamos energia megtakarítás és a korábbi 8%-os fogyasztási arány 6%-ra csökken. A korábbiakhoz képest a mosógépek fogyasztási görbéjének jellegének megfelelően itt nem minden pontban egy konstans értékkel csökkent a görbe.

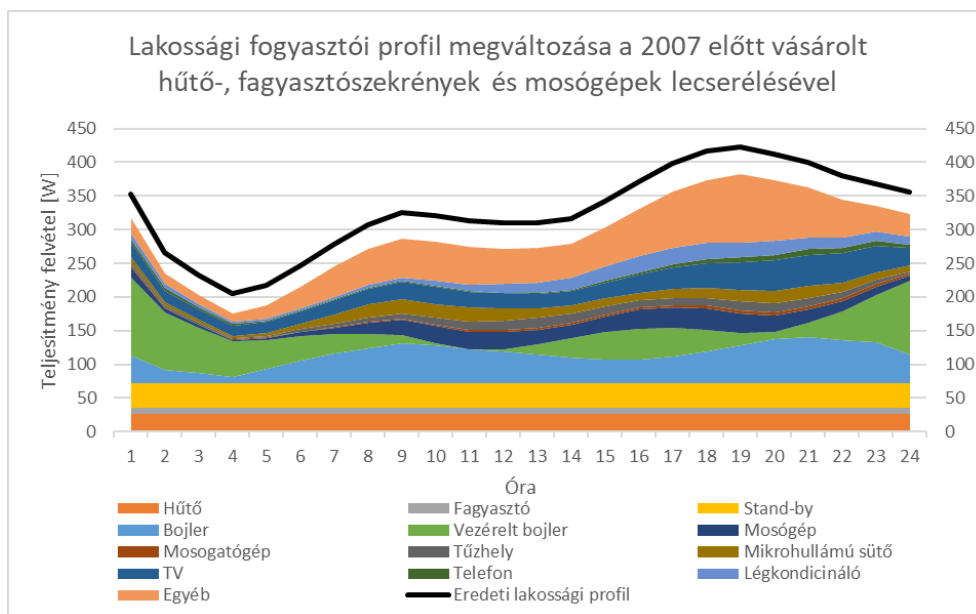


29. ábra - Lakossági fogyasztói profil megváltozása a 2007 előtt vásárolt mosógépek cseréjével

7.3.4 Mindhárom géptípus cseréjével elérhető fogyasztói profil megváltozása

Az APPLiA modell alapján a 2007 előtti hűtő-, fagyasztószekrények és mosógépek energiahatékonyabbra való lecserélésével 12,92%-a az éves lakossági fogyasztásnak megtakarítható, annak ellenére, hogy a teljes állomány körülbelül harmadát teszik ki. Ezt megelőző ismerttettem a három készülék típus cseréje külön-külön milyen hatással van a lakossági fogyasztói görbére, most pedig azt fogom bemutatni, hogy ezek kombináltan hogyan változtatják meg.

Az eredmény itt 11,04% potenciális csökkenés lett, az eltérést a két modellben található berendezések darabszáma okozhatja. A délutáni csúcs időszakban, több mint 10-12% megtakarítás érhető el.



30. ábra - Lakossági fogyasztói profil megváltozása a 2007 előtt vásárolt hűtő-, fagyasztószekrények és mosógépek cseréjével

Mindezek figyelembevételével úgy gondolom, hogy az EU-s direktívákban kitűzött célok elérésének érdekében egy újabb csereprogram indítása mindenképpen indokolt lenne, ugyanis országos szinten évente körülbelül 1 357 GWh villamos energia megtakarítás lenne elérhető a kiválasztott gépcsoportok cseréjével.

8 A számítási modellek továbbfejlesztése

8.1 Műszaki modell

Az általam használt modellekben a katalógus és valódi fogyasztási adatok közötti eltérés nem jelenik meg. Az eltérés egyik okát az jelenti, hogy az EU 2019/2016 [5.] és EU 2019/2014 [7.] rendeletben meghatározták, hogy hogyan is kell megmérni egy hűtő, fagyasztó és mosógép esetében a fogyasztást. Ez Magyarországon egy standard hűtő és/ vagy fagyasztókészülék esetében 16°C és 32°C-os mérési adatok átlagából tevődik össze, alacsony zaj kibocsátású hűtők esetében 25°C-os mérési adatokból áll. A lakás belső hőmérséklete, a hűtő tartalma, nyitás gyakorisága hatással van arra, hogy a hűtő mennyit fogyaszt, természetesen ez háztartásonként és évszakonként eltérő lehet. Ha valaki nem a megfelelő klímaosztálynak megfelelő hűtőszekrényt vagy fagyasztót vásárol, az is jelentős eltéréseket okozhat a valódi és katalógusadat közti fogyasztásban. Összehasonlításképpen a saját hűtőnk, amelyet 2022-ben vásároltunk márciusi napokon körülbelül 0,4 kWh fogyasztott, ami éves szinten 146 kWh-t jelent, míg a katalógus információ szerint ugyanez az érték 216 kWh. Mosógépek esetében a mosás gyakorisága, hőfoka, valamint a telítettsége is olyan paraméterek, amelyek a fogyasztást befolyásolják. A mosógépek esetében a vízmegtakarítás is jelentős lehet, a vizsgálatom azonban kizárólag a villamos energia megtakarítással számoltam.

Az esetleges meghibásodás, a karbantartás költségei és a fogyasztás növekedése az idővel szintén hiányosságok. Továbbá a különböző típusok között is jelentős eltérés lehet, ezért csupán az életkor szerinti vizsgálat nem ad elég pontos képet. Ezek mind olyan komponensek, amelyek a megtérülési időt és az éves fogyasztásokat megváltoztatják, viszont pontosabb információk nem állnak rendelkezésre.

A lakossági fogyasztási görbe modellezésénél egyelőre elhanyagoltam az évszakok, hétköznapok/hétfvégék közötti eltéréseket, a háztartások létszámának differenciálását elhanyagoltam. A KSH által publikált legfrissebb adatok 2020-ban készültek, a készülékek elterjedtségének penetrációját nem készítettem el, illetve a fogyasztói profilt az esetleges új nagyfogyasztók (pl. hőszivattyúk) is megváltoztathatják.

8.2 Gazdasági modell

Fontos megjegyezni, hogy a jelenérték-számítások során használt diszkontrátát alapos elemzés, piaci viszonyok és kockázatbecslés alapján kell meghatározni. Csak stabil pénzáramokkal rendelkező piacok értékelésére szabad használni, mert kiszámíthatatlan környezetben az értékelés különösen nagy kihívást jelent. Ez ma az ingadozó kamatlábak és piaci környezet mellett nem teljesül maradéktalanul. A hagyományos jelenérték számítások, amilyen az általam használt modell sem, nem vesznek figyelembe minden változót, csak a döntés költségeit és a pénzbeli hasznait veszik tekintetbe. Nem számolnak a környezettel, a szociális jóléttel, inflációval esetleges hitel felvétellel.

9 Konklúzió

A KSH adatai alapján a legtöbb háztartás rendelkezik hűtő- és/vagy fagyasztószekrényvel és mosógéppel. [15.]Az éves lakossági villamosenergia-fogyasztás 14-15%-át teszik ki a hűtőszekrények, ~10-10%-át a fagyasztók és mosógépek. Ezt a mennyiséget lehetne csökkenteni úgy, hogy energiahatékonyabbra cseréljük a lakosság berendezéseit. Összefoglalásképp elmondható, hogy a pénzügyi megtakarítás egy cserével főként akkor jelentős, ha régi, 15-20 évnél idősebb berendezésekről van szó. A jelenlegi alacsony lakossági tarifa mellett a megtérülési idők nagyon kitolódnak, főleg újabb típusú hűtők, fagyasztók vagy mosógépek esetében. 10 év alatt a 2002 és korábban vásárolt hűtők esetében érhető el jelenértékében is pozitív megtakarítás, fagyasztók esetében az 1999 és előtte vásároltaknál, míg mosógépek esetében ezen időtáv alatt számításaim alapján még a legrégebbi készülékek esetében sem lesz az. Ez magyarázatot ad arra, hogy fogyasztók gyakran csak amiatt vásárolnak új készüléket, mert a korábbi tönkrement, vagy design váltás, esetleges konyhafelújítás megy végbe.

A pénzügyivel szemben a villamosenergia-megtakarítás jelentősebb. Ha az összes hűtőszekrényt lecserélnénk az új hűtőre, összesen az éves lakossági villamosenergia fogyasztás 6,28%-át lehetne megtakarítani, fagyasztók esetében 7,1%-ot, míg mosógépeknél 4,83%-ot. Ez a célkitűzés azonban nem lenne reális és hatékony, ehelyett kifejezett kategóriákra koncentrálna effektívebb lehetne egy csereprogram. A 2007 előtti berendezések lecserélésével, amely a teljes állomány körülbelül harmada, már több, mint az éves lakossági villamos energia fogyasztás 11%-a megtakarítható, azaz 1 357 GWh. Mindemellett a lakosság edukációja is nagyon fontos, ugyanis tudatos felhasználói szokásokkal is sokat lehet csökkenteni a lakosság villanyszámláján. A mennyiség mellett azt is érdemes számításba venni, hogy a csúcenergiafogyasztást is csökkenteni lehetne ezzel.

Hivatkozások

- [1.] Európai Parlament. (2022. szeptember). *Energiahatékonyság*, <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/hu/sheet/69/energiahatekonysag>
- [2.] MEKH (2020. január), Nemzeti Energiastratégia 2030, <https://www.enhat.mekh.hu/strategiak>
- [3.] Európai Bizottság. (2017. július 4), *EU 2017/1369 rendelet*, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017R1369&from=fr>
- [4.] Európai Bizottság. (2010. szeptember 28.) *1060/2010/EU rendelet háztartási hűtőkészülékek energiafogyasztásának címkézése tekintetében történő kiegészítéséről*, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/ALL/?uri=CELEX%3A32010R1060>
- [5.] Európai Bizottság. (2010. szeptember 28.) *1061/2010/EU a háztartási mosógépek energiafogyasztásának címkézése tekintetében történő kiegészítéséről*, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32010R1061>
- [6.] Európai Bizottság. (2019. március 11). *EU 2019/2016 rendelet a hűtőkészülékek környezettudatos tervezésére vonatkozó követelmények*, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R2016&from=EN>
- [7.] Európai Bizottság. (2019. március 11). *2019/2014 az (EU) 2017/1369 európai parlamenti és tanácsi rendeletnek a háztartási mosógépek és a háztartási mosó-szárítógépek energiafogyasztásának címkézése tekintetében történő kiegészítéséről*, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R2014&from=ES>
- [8.] Európai Bizottság. *ERPEL adatbázis*, <https://eprel.ec.europa.eu/screen/home>
- [9.] EPREL adatbázis. *Gorenje RK4181PW4 általános információk*, <https://eprel.ec.europa.eu/screen/product/refrigeratingappliances2019/311389>
- [10.] Európai Bizottság. (2019. október 1.). *2019/2023 rendelet a háztartási mosógépekre és háztartási mosó-szárítógépekre vonatkozó környezettudatos*

tervezési követelményekről, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R2023>

- [11.] MEKH. 10/2016. (XI. 14.) MEKH rendelet a villamos energia rendszerhasználati díjak, csatlakozási díjak és külön díjak alkalmazási szabályairól, <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1600010.mek>
- [12.] MVM Next. (2022. augusztus 1). Árak – árszabások, <https://www.mvmnext.hu/aram/servlet/download?type=file&id=15558>
- [13.] HUPX Zrt. (2022). SPOT Annual Report 2022., https://hupx.hu/uploads/Piaci%20adatok/DAM/%C3%A9ves/HUPX_Spot_2022.pdf
- [14.] Portfolio. (2023. május 01). EUR/HUF árfolyam, <https://www.portfolio.hu/arfolyam/EURHUF/EUR-HUF%20Spot>
- [15.] Központi Statisztikai Hivatal. (2020). A tartós fogyasztási cikkek éves átlagos állománya, https://www.ksh.hu/stadat_files/jov/hu/jov0049.html
- [16.] APPLiA Magyarország Egyesülés, Honlap <https://applia.hu/>
- [17.] APPLiA Magyarország Egyesülés, (APPLiA Magyarország Egyesülés 2020. május 13.), A magyarországi háztartásokban található régi háztartási gépek cseréjével elérhető energiamegtakarítási lehetőségek https://applia.hu/wp-content/uploads/2022/09/CO2_tanulma%CC%81ny_2020_200605_FINAL.pdf
- [18.] Otthon Melege Program, (2017. május 08), Háztartási nagygépek (hűtő vagy fagyasztó készülékek, mosógépek, illetve mosó-szárítógépek) energia megtakarítást eredményező cseréje alprogram, https://nffku.hu/images/hgcs-2017/palyazati_utmutato_HGCS_2017_ujra_kereteemes.pdf
- [19.] MEKH, (2017 november). IV. Nemzeti Energiahatékonysági Cselekvési Terv, https://static1.squarespace.com/static/5d63affc1ac7d1000158fdb0/t/5e4d4ce48b5d1218e0b65a41/1582124271699/iv_nemzeti_energiahatekonysagi_cselekvesi_terv.pdf
- [20.] Árukereső, Gorenje RF414EPS4 hűtőszerkény, <https://www.arukereso.hu/hutoszekereny-fagyasztoc3168/gorenje/rf414eps4-p728747133/>

- [21.] Árukereső, *Whirlpool WHM221133 fagyasztláda*,
<https://www.arukereso.hu/fagyaszto szekreny-c4174/whirlpool/whm-221133-p592895145/>
- [22.] Árukereső, *Samsung WW90TA046TE/LE mosógép*,
<https://www.arukereso.hu/mosogep-c3167/samsung/ww90ta046te-le-p606276519/#termek-leiras>
- [23.] Árukereső, *Navon HC 205 EW Hűtőszekrény*,
<https://www.arukereso.hu/hutoszekreny-fagyaszto-c3168/navon/hc-205-ew-p688406325/>
- [24.] MediaMarkt, *OK. OFZ 419 E W Fagyasztószekrény*,
https://www.mediamarkt.hu/hu/product/_ok-ofz-419-e-w-fagyaszt%C3%B3szekr%C3%A9ny-1411920.html?utm_source=arukereso.hu&utm_medium=psm-product+feed&utm_content=1411920
- [25.] Árukereső, *Whirlpool WRBSB 6249 S EU Mosógép*,
https://www.mediamarkt.hu/hu/product/_ok-ofz-419-e-w-fagyaszt%C3%B3szekr%C3%A9ny-1411920.html?utm_source=arukereso.hu&utm_medium=psm-product+feed&utm_content=1411920
- [26.] Nyári Tibor Villanybojler szerelő, *120 literes villanybojler fogyasztása*,
<https://bojler-javitas.hu/hajdu-120-literes-villanybojler-fogyasztasa/>
- [27.] Árukereső, *Ariston Lydos R 100V (3201912) Bojler*,
<https://www.arukereso.hu/bojler-c3622/ariston/lydos-r-100v-3201912-p418320085/#>
- [28.] QJOB, *Mennyibe kerül egy bojler bekötése?*,
<https://qjob.hu/blog/articles/bojler-bekotes-arak>
- [29.] Portfolio, *Rezsicsökkentő mosási tippek: így harcolhatsz az elszálló rezsizsámlák ellen*, <https://www.portfolio.hu/gazdasag/20221202/rezsicsokkentomosingipharcolhatsz-az-elszallo-rezsizsamlak-ellen-582724>

- [30.] Siemens, *Háztartási nagykészülékek. Szakkereskedők katalógusa 2007/2008*, <https://docplayer.hu/10481011-Haztartasi-nagykeszulekek-szakkereskedok-katalogusa-2007-2008-megerint-a-jovo.html>
- [31.] Hevesi Műszaki Outlet, *CANDY MOSOGATÓGÉP (CDPH2L949W)*, <https://hevesimuszaki.hu/termek/candy-mosogatogep-45-cm-9-teritek-5-program-a-energiaoszaay-feher-cdph-2l949w/>
- [32.] Központi Statisztikai Hivatal. (2021), *Villamosenergia – ellátás*, https://www.ksh.hu/stadat_files/kor/hu/kor0044.html
- [33.] MEKH, *Energiatakarékos tippek: villamos energia*, <https://www.enhat.mekh.hu/tippek>
- [34.] MEKH (2019. február 6.), *Az elosztó hálózathoz való hozzáférés együtműködési szabályai 12. számú módosítás*. <https://mvmhalozat.hu/attachments/3722>
- [35.] E.ON, *25. sz. melléklet - Statisztikai elemzéssel készített felhasználói terhelési profilok – Fogyasztói terhelési profilok 2023*, <https://www.eon.hu/hu/rolunk/vallalatcsoport/kozlemanyek/szabalyzatok-jogszabalyok/aram/eloszttoi-szabalyzat/eloszttoi-szabalyzat-kizarolag-honlapon-publikalando-mellekletei.html>
- [36.] Nieberl Norbert Ferenc, *Háztartási fogyasztók várható villamos energia fogyasztásának előre jelzése. A fogyasztás befolyásolásának eszközei*.
- [37.] EnergiaKözösségek, *Készenléti üzemmód, az energiavámpír*. <https://energiakozossegek.hu/tippek/keszenleti-uzemmod-az-energiavampir-242833>
- [38.] PCW, *Így érdemes tölteni az okostelefonod*. <https://www.pcwplus.hu/tippek/igy-erdemes-tolteni-az-okostelefonod-288631.html>
- [39.] ArtLED, *Megtakarítási számítás LED-del*. <https://artled.hu/megtakaritasi-szamitas-led-del-132>
- [40.] Fatalin Edit, *Háztartási berendezésekre vonatkozó energiahatékonyságiintézkedések elemzése*