

Budapest,
2021.
február 19.

A legrosszabb energiahatékonyságú hazai lakóépületek felújításának gazdasági és társadalmi hatásai

A Habitat for Humanity Magyarország Alapítvány részére

Kutatásvezető: Varró András

Szerzők:

Koltai Luca

Szabó Tamás

Tóth Kinga

Varró András

HÉTFA Kutatóintézet

A használható tudásért

Cím: 1051 Budapest, Október 6. u. 19., IV/2.
Telefon: +36 30 730 6668, Fax: +36 1 700 2257
E-mail: info@hetfa.hu, www.hetfa.hu

Tartalomjegyzék

Vezetői összefoglaló.....	4
1. Bevezetés	9
2. Helyzetkép.....	10
2.1. Az európai és a magyar épületállomány jellemzői	10
2.1.1. Energiaszegénység.....	12
2.2. Stratégiai környezet.....	14
2.3. A felújítások társadalmi-gazdasági hatásai.....	17
3. A makrogazdasági modellszámítás eredményei.....	19
3.1.1. Módszertani megközelítés.....	19
3.1.2. Szenáriók.....	20
3.2. Makrogazdasági hatások	23
3.2.1. GDP-re való hatás	23
3.2.2. Munkaerőpiaci hatások	24
3.2.1. Államháztartási hatások.....	27
3.2.1. A modellezés keretében felhasznált számok a HKÉF tükrében	28
4. Költség-haszon elemzés.....	29
4.1. Energiamegtakarítás.....	29
4.1.1. Nettó jelenérték.....	29
4.1.2. Pénzáramok azonosítása	29
4.2. Komfortosabb lakások.....	33
4.3. Szegénységgel összefüggő hatások	35
4.4. Szén-dioxid kibocsátás csökkenése	36
4.5. Levegőminőség változása	37
4.5.1. Az emberi élet értéke	37
4.6. Téli halálozás	40
4.6.1. A lakhatási körülmények és a halálozások közötti összefüggés	40
4.6.2. A téli halálozások száma és költsége Magyarországon.....	41
4.7. Ingatlan értékére gyakorolt hatás	43
5. Javaslatok	46
Hivatkozások.....	48
1. számú melléklet: A magyar gazdaság Hétfa-CGE modellje.....	50

2.	számú melléklet: Az elemzéshez használt épülettípológia ismertetése.....	54
----	--	----

Vezetői összefoglaló

Jelen tanulmányt a Hétfa Kutatóintézet készítette a Habitat for Humanity Magyarország Alapítvány megbízásából, azzal a céllal, hogy segítséget nyújtson az energiaszegénységet enyhítő, uniós klíma és természetvédelmi célok megvalósítását szolgáló szakpolitikai döntések meghozatalában. A számításaink alapjául szolgáló épülettípológiákkal kapcsolatos adatokat a KEOP-7.9.0/12-2013-0019 projekt alapján vettük fel.

A hazai lakóépület állomány jellemzői

Az Európai Bizottság jelentése szerint az Unió épületállományának 85%-át olyan épületek teszik ki, amelyek 2001 előtt épültek. Ez mintegy 220 millió épületet jelent kontinens-szerte, és azt, hogy az épületek többsége nem felel meg a korszerű energiahatékonysági követelményeknek: fosszilis tüzelőanyagokra támaszkodnak, és elavult, pazarló fűtőberendezéssel működnek. Ezáltal az EU teljes energiafogyasztásának 40%-áért, az üvegházhatású gázok kibocsátásának 36%-áért felelősek. Magyarországon az energiaszegénység 2014 óta növekszik, a felhasználás 35-40%-a pedig az épületállományhoz kötődik. A mintegy 4,3 millió lakás 70%-a nem felel meg a korszerű funkcionális műszaki, illetve hőtechnikai követelményeknek.

A magyar Épületenergetikai Stratégia helyzetjelentése szerint a magyarországi lakóépületek döntő hányada, körülbelül 95%-a családi ház, és a lakásszámot tekintve is ez a típus dominál, részarányuk 60% körüli. A családi házak közel egynegyede 1945 előtt épült. Az 1946 és 1980 között épült házak részaránya megközelíti az 50%-ot, vagyis az 1980 előtt épült családi házak közel $\frac{3}{4}$ -e 1980 előtt épült, míg a 2001 után épült házak csak mintegy 8%-ot tesznek ki.

A magyar lakóépületek esetében az átlagos felújítási ráta viszonylag magas (körülbelül 3%), a felújítások mélysége azonban alacsony, a közepes és mélyfelújítások aránya tartósan 1% alatt marad évente.

Magyarországon a háztartások több mint felének a lakásfenntartás költségei időnként nehézséget okoznak. A lakás fenntartása az átlagosnál jobban megterhelő az 1980 előtt épült családi házak és panelházak lakói számára.

Energiaszegénység

Az Európai Bizottság adatai szerint Európában 34 millió ember nem engedheti meg magának, hogy megfelelő hőmérsékletre fűtse otthonát. Az energetikai szempontból nem hatékony épületek gyakran egyet jelentenek az energiaszegénységgel, vagyis azzal, hogy a háztartás lakóinak kevés befolyásuk van az energiával kapcsolatos kiadásaira, ami magas energiaszámlákat, fizetési hátralékokat, jóléti és egészségügyi problémákat idéz elő.

Az Energiaklub 2012-es számításai szerint Magyarországon definíciótól függően a háztartások 8-10%-a, körülbelül 300-380 ezer háztartás tekinthető energiaszegénynek. Az energiaszegénység problémája itthon elsősorban a nagy alapterületű családi házakat érinti.

Stratégiai környezet

Az Európai Bizottság 2030-ig szóló klímapolitikai tervében javasolta, hogy a tagállamok 2030-ig az 1990-es szinthez képest legalább 55%-kal csökkentsék nettó ÜHG kibocsátásukat. Ehhez az épületek ÜHG kibocsátásának 60%-os-, a végső energiafogyasztásuk 14%-os, és a fűtési és hűtési célú energiafogyasztásuk 18%-os csökkentésére lenne szükség.

Az Európai Unió célja, hogy 2030-ra legalább megduplázódjon a lakó- és nem lakáscélú épületek éves energiafelújítási aránya, és egyre több mélyfelújítás történjen, 2030-ig összesen 35 millió épületben. Az ütemet 2030 után is fenn kell tartani annak érdekében, hogy 2050-re uniós szinten megvalósulhasson a klímasemlegesség. A felújítások finanszírozásához a tagállamok a kohéziós politika keretében kaphatnak támogatást, valamint a Helyreállítási és Rezilienciaépítési Eszköz forrásait is igénybe vehetik majd a 2021-2027-es időszakban.

A makrogazdasági modellszámítás eredményei

Modellszámításunk során két felújítási forgatókönyv makrogazdasági hatásait vizsgáltuk. Az elsőben a lakóépület állomány jelenlegi felújítási üteme évi 2%-kal növekszik, ennyivel több lakóépület kerül költségoptimum szerinti felújításra (MID scenárió). A második forgatókönyvben 1,5%-kal nő évente a költségoptimum szerint felújított lakóépületek aránya, ami kiegészül további 0,5% megújuló energia telepítését is magában foglaló felújítással (DEEP scenárió¹). Az általunk vizsgált épülettípusok között összesen 3,7 millió lakás található.

A MID scenárió esetén számításaink szerint évente összesen 16,8 milliárd forinttal csökken a háztartások energiafogyasztása. Ugyanez a DEEP forgatókönyv esetén összességében mindössze 16,55 milliárd forint, ugyanis a megújulókkal történő helyettesítés nem minden típus esetén csökkenti jobban a háztartások fogyasztását.

A MID scenárió esetén a program időtartama során a hatás körülbelül évente 0,04 százalékkal magasabb GDP, mely a program végére 0,025%-ra csökken. Az építőipari kereslet hatásának csökkenését egyrészt a gazdaság természetes, programtól független kalibrált növekedése, és így a sokk relatív méretének csökkenése okozza. Másrészt az erős kezdeti hatás a koronavírus okozta gazdasági visszaesésnek köszönhető, ekkor ugyanis a gazdaság még a visszaesésből kilábaló állapotban van, így a pozitív irányú sokkokra jóval érzékenyebb, mint a normál években.

Az építőipari kereslet okozta bővülést visszafogja a háztartások fogyasztásszerkezetében bekövetkező változás, hiszen az energiafogyasztás csökken a magasabb energiahatékonyságú lakásokban. A felújítások előrehaladtával, ahogy évente a háztartások egyre kevesebbet költenek el a közműszektorban, ez a hatás évente nő, majd az időszak végére, mely fogyasztási hatás relatíve alacsony negatív szinten stabilizálódik. Az összes hatás ugyanakkor még a vizsgált időszak végén jelentkező fogyasztáscsökkenéssel együtt is egyértelműen pozitív.

¹ A számításokban a megújuló erőforrás csak biomassza, továbbá a felhasznált adatok árazás és elérhetőség tekintetében a 2015-ös évre vonatkoznak. Az azóta végbement technológiai és gyártási fejlődés miatt más releváns technológiák is szóba kerülhetnének, mint például a napelemek.

A GDP-re való hatás és az építőipari kereslet növekedése némileg magasabb a DEEP scenárió esetén, mely a nagyobb exogén hatásnak köszönhető. A fogyasztásváltozás esetén lévő, a másik scenárióhoz képesti relatíve kisebb különbség miatt, a GDP-re vonatkozó hatásban nagy különbség nem látható a két forgatókönyv között.

A program hatására a teljes időszak alatt közel 4 ezer fővel nő a foglalkoztatottak száma. Ezen hatás jelentős része közvetlenül az építőipari keresletből származik. A program első felében ezt a hatást elhanyagolható mértékben csökkenti a fogyasztásváltozás, 2027-től kezdve azonban már ez is hozzájárul a foglalkoztatás bővüléséhez. Az építőipari kereslet hatása elsősorban abban nyilvánul meg, hogy az építőipar részben bevonz új, eddig munkanélküli személyeket, továbbá munkaerőt szív el a többi ágazatból. A fogyasztásváltozás hatásmechanizmusa más jellegű. A közműszektor foglalkoztatottjainak a száma folyamatosan csökken, majd az enyhe gazdasági szerkezetváltozás lehetővé teszi az alacsony mértékű foglalkoztatásbővülést, amely tartósan bizonyul a vizsgált időszakban. Hasonlóan a GDP-re vonatkozó eredményekhez, a munkaerőpiaci hatások sem különböznek jelentősen a két scenárió esetén.

Energiamegtakarítás

Számításaink szerint a kiválasztott tipológiákba tartozó lakások átlagosan 74,51 négyzetméter alapterületűek, így becslésünk szerint egy ingatlan költségoptimális szintre történő, teljeskörű energetikai korszerűsítése átlagosan 4,172 millió forintba kerülne. A felújítási szint elérését követően az átlagos lakás energiaköltsége éves szinten 225 817 forinttal csökken. 25 évre vonatkozóan a megtakarítás pénzáramának jelenértéke lakásonként 3,527 millió forint, azaz az összes tipológiára vonatkozóan támogatás nélkül, átlagosan nem térül meg egy ilyen mértékű energetikai korszerűsítés a háztartások számára.

Amennyiben csak a családi házakat vizsgáljuk, az átlagosan magasabb alapterület miatt némileg magasabb a felújítás teljes költsége, ugyanakkor jelentősen nagyobb az energiamegtakarítási potenciál, éves szinten átlagosan 319 612 forint. Ekkor a 24. évben már a bevételi pénzáram jelenértéke magasabbá válik, mint az első éves kiadás, azaz ezen az időintervallumon belül megtérül. Ezt követően a háztartásnak nettó haszna származik a felújításból.

Ugyanakkor 25%-os állami támogatás esetén a megtérülés jelentősen hamarabb, már a 16. évet követően pozitív lenne. Ekkor összességében a bejövő pénzáram jelenértéke a teljes időszakra vonatkozóan 6,211 millió forint, szemben a 4,873 millió forintos költséggel. Ez azt jelenti, hogy a nemrégiben bevezetett otthonfelújítási támogatás maximális, 3 millió forintban maximalizált összege 60% körüli támogatásintenzitást jelentene (bár az otthonfelújítási támogatás keretében a jelenlegi szabályok szerint a költségek legfeljebb 50%-a igényelhető vissza), ami jelentősen előre hozná a megtérülés évét.

A biomassa felhasználásával történő megújuló erőforrások használatának beépítése a felújításba egyrészt megnöveli a felújítás költségét, másrészt az átlagos megtakarítás éves összege is alacsonyabb, mindössze 295 831 forint a magasabb költségű biomassa következtében. Ekkor a beruházás önmagában nem térül meg a vizsgált időintervallumon belül, 6 millió forintos költség áll szemben 4,621

millió forintos hasznon jelenértékkel. A felújítás így abban az esetben lenne jövedelmező a háztartás számára, ha ennek a különbözetét, azaz jelenértéken körülbelül 1,4 millió forintnyi támogatást kapna a háztartás, mely a teljes költség 23%-a. A magasabb támogatási intenzitás a megtérülés évét is előrébb hozza.

Nem számszerűsíthető hatások

Számos olyan pozitív következménnyel járhat a lakóépületállomány felújítása, amelyek hatása nem számszerűsíthető, ugyanakkor jelentősen növeli a háztartások életszínvonalát és életminőségét, ezáltal a nemzetgazdaság versenyképességét is. A felújított épületekben lakók egészségesebb lakókörnyezethez jutnak, ebből kifolyólag csökken a lakhatási körülmények következtében kialakuló megbetegedések száma. Emellett kutatások bizonyítják, hogy a jobb lakhatási körülmények kevesebb iskolai és munkahelyi hiányzáshoz vezetnek, redukálják továbbá a kényszerű mobilitást, amin keresztül csökken a korai iskolaelhagyók száma is.

Szén-dioxid kibocsátás csökkenése

A költségoptimális szint elérése minden épülettípus esetén körülbelül 2/3-ára csökkenti a CO₂ kibocsátást. Megújulóval történő felújítás során a családi házaknál közel nullára csökkenthető ez az érték, míg a társasházak esetén is kimutatható csökkenést eredményezhet. A felújítási scenáriótól függően, a 10 éves megújulási időszak végére az ország CO₂ kibocsátása 766 671, vagy akár 996 973 tonnával csökkenhet.

Levegőminőség változása

Az évi 2%-os költségoptimális felújítási szint elérésével számításaink szerint a lakásállomány évi 2%-ának megújulása után a PM_{2.5} kibocsátás 1 770 tonnával (a 2017-es háztartási kibocsátás 4,27%-ával), míg az NO_x emisszió 92 tonnával (a 2017-es háztartási kibocsátás 0,32%-ával) csökken. Egy ilyen mértékű csökkenés azt jelentené, hogy a levegőszennyezés okozta korai halálozások elkerülése miatt 59,148 milliárd forintnyi közvetett haszn keletkezik a gazdaságban, mely a 2019-es GDP 0,12%-a. Ez a veszteség megközelítőleg 4 800 életév, vagy 61 teljes emberi élet.

Téli halálozás

Magyarországon 2015 és 2019 között a KSH adatai szerint évente átlagosan 226 ember halt meg „a túlságosan nagy hideg hatásai” miatt, közülük átlagosan 129 ember annak következtében, hogy nem tudta fűteni otthonát. Más módszertanon alapuló számítások szerint ez a szám évente 700 és 2000 fő között is lehet.

Számításaink alapján évente körülbelül 15-33 teljes életnyi életév veszik el a téli halálozások miatt, amelyhez a társított nemzetgazdasági kár 15-32 milliárd forint.

A tanulmányban vizsgált hatások összefoglaló táblázata

Alábbi táblázat a tanulmányban vizsgált hatások jellegét, becsült pénzügyi értékét foglalja össze. A makromodell által nem vizsgált hatások esetében a közvetlenül a háztartásokat érintő hasznok felől

haladtunk a nemzetgazdaság számára jelentett hasznok felé. Fontosnak tartjuk kiemelni, hogy a táblázatban szereplő összegek nem adhatók össze, feltételezzük ugyanis, hogy köztük átfedések lehetségesek (például a fagyhalál miatt elveszített életévek csökkenése a rossz levegőminőségnek tulajdonítható halálozásokat is befolyásolja, és fordítva).

1. táblázat: A tanulmányban vizsgált hatások összefoglaló táblázata

Vizsgált hatás	Hatás becsült értéke/jellege		Érintett szint	Módszertan
	MID scenário	DEEP scenário		
Energiakereslet	-16,8 Mrd Ft	-16,55 Mrd Ft	nemzetgazdaság	Hétfa CGE modell
Építőipari kereslet	+310,38 Mrd Ft	+328,40 Mrd Ft	nemzetgazdaság	
Éves GDP	+0,04% - +0,025%	+0,068% - +0,017%	nemzetgazdaság	
Foglalkoztatottak száma	+4 ezer fő	+4 ezer fő	nemzetgazdaság	
Éves energiamegtakarítás (összes kiválasztott tipológia)	225,8 ezer Ft		háztartások	Költség-haszon elemzés/Társadal mi hatás vizsgálat
Éves energiamegtakarítás (családi házak)	319,6 ezer Ft	295,8 ezer Ft	háztartások	
Komfortosabb lakások	kevesebb megbetegedés és kórházi kezelés, alacsonyabb gyógyszerköltségek, jobb mentális állapot (nem számszerűsíthető)		háztartások + nemzetgazdaság	
Szegénységgel összefüggő hatások	kevesebb iskolai és munkahelyi hiányzás, alacsonyabb iskolai lemorzsolódás (nem számszerűsíthető)		háztartások + nemzetgazdaság	
Szén-dioxid kibocsátás csökkenése	766,6 ezer tonna	996,9 ezer tonna	nemzetgazdaság	
PM2.5 kibocsátás	-1770 tonna/év		nemzetgazdaság	
NO _x kibocsátás	-92 tonna/év		nemzetgazdaság	
Korai halálozások elkerülése a jobb levegőminőség miatt	59,148 Mrd Ft		nemzetgazdaság	
<i>a GDP arányában</i>	0,12%		nemzetgazdaság	
Fagyhalál miatt elveszített életévek éves statisztikai értéke	15-32 Mrd Ft		nemzetgazdaság	

1. Bevezetés

A lakó- és középületek felújítása egyre fontosabb és aktuálisabb témává válik a szakpolitikai diskurzusokban és az uniós szintű fejlesztéspolitikában, ebből kifolyólag az azzal járó társadalmi-gazdasági hasznok vizsgálata a közeljövőben feltehetően egyre többször képezi majd különböző kutatások tárgyát. A lakásállomány felújításával járó hasznok ugyanis rendkívül sokrétűek, alkalmasak gazdasági, energetikai, szociális és klímavédelmi célok megvalósítására is.

Egész Európára, így Magyarországra is igaz, hogy épületeinek túlnyomó többsége 2000 előtt épült, így nagy részük nem felel meg a legkorszerűbb energetikai követelményeknek. Emellett a lakhatási helyzet az állampolgárok életminőségét erősen befolyásoló tényező, így a felújításokba való beruházás nem csak az államháztartás szintjén térül meg, pozitív irányban képes befolyásolni a társadalom összjólétét és az egyének életminőségét.

A Habitat for Humanity Magyarország Alapítvány 2020 novemberében azzal bízta meg a Hétfa Kutatóintézetet, hogy készítsen az energiaszegénységet enyhítő, uniós klíma és természetvédelmi célok megvalósítását szolgáló szakpolitikai döntések meghozatalában támpontot nyújtó, döntés előkészítéshez felhasználható tanulmányt.

Elemzésünk 3 fő részre tagolódik. Az első részben ismertetjük a magyar lakóépület állomány legfontosabb jellemzőit, az energiaszegénység hazai helyzetét, valamint az uniós és nemzeti szintű stratégiai környezetet.

A második részben a KEOP-7.9.0/12-2013-0019 projekt keretében készített lakóépület tipológiák energiahatékonyságra vonatkozó jellemzői mentén, a Hétfa Kutatóintézet által kidolgozott CGE modell révén megbecsültük két, általunk felvázolt lehetséges felújítási forgatókönyv GDP-re, energiamegtakarításra, valamint foglalkoztatásra gyakorolt hatását. Ebben a fejezetben a háztartásokat közvetlenül érintő hatásoktól haladtunk a nemzetgazdaságot érintő hasznok felé.

A tanulmány harmadik részében a felújítások által elérhető, a modell által nem kezelt hatásokat vettük sorba, és ahol azt a rendelkezésre álló adatok lehetővé tették, forintban kifejezve is megbecsültük a felújítással járó hasznokat.

A tanulmány végén, az eredmények ismeretében ajánlásokat fogalmaztunk meg, amelyek segíthetnek egy jövőbeli felújítási program részleteinek kidolgozásában.

2. Helyzetkép

2.1. Az európai és a magyar épületállomány jellemzői

Az Európai Unió épületállományának 85%-át olyan épületek teszik ki, amelyek 2001 előtt épültek. Ez mintegy 220 millió épületet jelent kontinens- szerte, és azt jelenti, hogy az épületek többsége nem felel meg a korszerű energiahatékonysági követelményeknek: fosszilis tüzelőanyagokra támaszkodnak, és elavult, pazarló fűtőberendezéssel működnek. Ezáltal az EU teljes energiafogyasztásának 40%-áért, az üvegházhatású gázok (a továbbiakban: ÜHG) kibocsátásának 36%-áért felelősek. (Európai Bizottság, 2020)

2020-ban uniós szinten az épületek 11%-ánál volt folyamatban valamilyen szintű felújítás, ezek azonban ritkán célozzák az energiahatékonyság javítását (Európai Bizottság, 2020). Magyarországon is jellemző, hogy az egyedi, részleges felújítások dominálnak, amelyek az esetek többségében műszaki, vagy energetikai terv nélkül valósulnak meg, és nem eredményeznek számottevő energiamegtakarítást (MEHI, 2020).

Az Állami Számvevőszék 2019-es jelentése a Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégiában szereplő adatokra hivatkozva részletesen foglalkozik az országgal, ezen belül az épületállomány energiafelhasználásával. (ÁSZ, 2019) Eszerint Magyarországon az **energiafelhasználás** a gazdaság növekedésével összefüggésben 2014 óta növekszik, a felhasználás **35-40%-a pedig az épületállományhoz kötődik. A mintegy 4,3 millió lakás 70%-a nem felel meg a korszerű funkcionális műszaki, illetve hőtechnikai követelményeknek.** Megállapítja továbbá, hogy az éghajlati körülményekkel korrigált lakossági energiafelhasználás tekintetében Magyarország a tíz legmagasabb értéket mutató ország között van az EU-ban, a számokból pedig egyértelműen látható, hogy jelentős eredmények érhetők el ezen a területen az épületek energiahatékonyságának javításával. Az Energiaklub tanulmánya (Energiaklub/b, 2011) rámutat: az elavultság érvényes a családi házakra, társasházakra és panelépületekre egyaránt, az elavultság elsődleges okai pedig az elégtelen szigetelés és a pazarló fűtési rendszerek.

2012 és 2016 között a magyar lakóépületek esetében az átlagos felújítási ráta viszonylag magas volt (körülbelül 3%), **a felújítások mélysége azonban alacsony, a közepes (30-60%-os energiamegtakarítást eredményező) és mélyfelújítások (legalább 60%-os energiamegtakarítást eredményező felújítások) aránya 1% alatt maradt** (Szórádi, 2020). A felújítások akadályai az esetek túlnyomó többségében a pénzhiány, de sokan vannak azok is, akik pályázati lehetőségekre várnak, vagy nem tudnak megegyezni a kivitelezés mikéntjéről (KSH, 2016).

Egy 2020-as felmérés szerint az utóbbi időszakban nőtt az épületenergetikai beruházások száma. A Magyar Energetikai és Közműellátás-fejlesztési Intézet (MEIK) által végzett reprezentatív lakossági felmérés (MEIK, 2020) eredményei alapján a válaszadók 57%-a végzett otthonában valamilyen energiahatékonysági korszerűsítést, és egyre nő azok aránya is, akik a felújítást az energiahatékonyság növelésének céljából hajtják végre. A felmérés azonban arra is rávilágít, hogy továbbra is az egyedi, részleges felújítások dominálnak, amelyeket jellemzően műszaki, vagy energetikai terv nélkül hajtanak végre, ebből kifolyólag a felújítások eredményeképpen keletkező energiamegtakarítás sem jelentős.

A MEHI által végzett kutatás egyik konklúziója, hogy az elkövetkező 5 évre komoly beruházási értékkel bíró, nagy volumenű energiahatékonysági piac látszik kirajzolódni, állami szerepvállalás szükséges viszont ahhoz, hogy ezek a források olyan módon kerüljenek elköltsékre, hogy a lehető legnagyobb energiamegtakarítást eredményezzék.

A 2015-ben kiadott Nemzeti Épületenergetikai Stratégia (NÉES) részletes leírást tartalmaz a hazai épületállomány energetikai helyzetéről. (Nemzeti Épületenergetikai Stratégia, 2015) Eszerint a hazai épületállomány energiafogyasztásának mértéke a rendszerváltás óta eltelt időszakban hol növekedett, hol pedig csökkent, 2010-től kezdve azonban folyamatosan növekszik. Az egy főre jutó primer-energia felhasználás és az egy főre jutó villamosenergia-felhasználás Magyarországon az EU átlagánál lényegesen alacsonyabb, a gazdaság energiaszintje (a belföldi termelés összértékére vonatkoztatott primerenergia igény) azonban nemzetközi összehasonlításban magasnak mondható.

Az Épületenergetikai Stratégia helyzetelemzéséből kiderül, hogy Magyarországon az épületek részesedése a primerenergia-felhasználásból 40%-os, ami megfelel a hasonló adottságú uniós országok átlagának. Az épületek által felhasznált 403PJ-nyi primerenergia-felhasználásból a háztartások 242PJ-nyi részt (60%) tettek ki.

Az Épületenergetikai Stratégia lakossági épületállományra, illetve energetikai állapotára vonatkozó legfontosabb megállapításai a következők:

- A magyarországi lakóépületek döntő hányada, körülbelül 95%-a családi ház, és a lakásszámot tekintve is ez a típus dominál, részarányuk 60% körüli. A családi házak közel egynegyede 1945 előtt épült. Az 1946 és 1980 között épült házak részaránya megközelíti az 50%-ot, vagyis a családi házak közel $\frac{3}{4}$ -e 1980 előtt épült, míg a 2001 után épült házak csak mintegy 8%-ot tesznek ki.
- A társasházak esetében az épületek körülbelül 40%-a 2001 előtt épült hagyományos építésű, kis társasházi épület. A panel és egyéb iparosított technológiával épült épületek aránya a társasházi épületeken belül valamivel meghaladja az $\frac{1}{4}$ -et. Az 1945 előtt épült társasházi épületek aránya 10% körül van.
- A társasházi lakások esetében a lakásállománynak csak kb. 16%-a található a 2001 utáni hagyományos építésű kis és nagy társasházi épületekben. A panel és egyéb iparosított technológiával épült lakások aránya a társasházi lakásokon belül 42%. Az 1945 előtt épült társasházi épületek aránya 14% körül van. A társasházi lakásállományon belül az 1980 előtti panellakások aránya a legmagasabb (20%), de megközelíti ezt a 2001 utáni nagy társasházakban és az 1946-2000 között épült nagy társasházakban található lakások aránya is.
- A fűtési módok szerinti megoszlás azt mutatja, hogy a panel épületek kivételével, amelyeknél a távfűtés gyakorlatilag 100%-os arányú, a többi lakás kategóriában a gázfűtés aránya 55-60% között van, ezen belül azonban a központi gázkazán, a gázcirkó és a gázkonvektor fűtés arányai épülettípusonként jelentősen különböznek. A gáz mellett a vegyes és fatüzelés aránya is jelentős, ugyanakkor a távhőellátás aránya a nem panel épületek esetében viszonylag alacsony.

- A hőszigetelt homlokzatú családi házak aránya a település jellegétől függően 5-30%, de az 1980 előtti házaknál az arány 16% alatti. Az 1945 előtti nagyobb társasházak hőszigeteltségi aránya alacsony, a panelépületeké 20% körüli.
- A jó állapotú eredeti vagy kicserélt nyílászárók aránya a 2001 előtti családi házakra 27-75%, régebbi társasházakra 40-50%, iparosított épületekre 20-50%.
- A fűtési módot illetően a gázkonvektor 11-20%-ban fordul elő az 1980 előtt épült családi háztípusoknál, a később épülteknél nem jellemző. Nagyon gyakori viszont az 1945 és 1980 között épült régebbi, hagyományos társasházakra (46%) és az egyéb iparosított technológiával épült épületekre (43%), de gyakori az 1945 előtti kis és nagy társasházaknál is (26%). Társasházaknál a központi és a lakásonkénti fűtés aránya hasonló, kivétel a 2001 utáni házak esete, ahol a lakásonkénti fűtés sokkal gyakoribb. Távfűtés a panelépületeknél domináns, de az egyéb régebbi társasházaknál is előfordul településenként eltérő arányban (4-28%).

A stratégia alapjául szolgáló felmérés, valamint a KSH 2010-ben végzett Háztartási Költségvetési és Életkörülmények (HKÉF) adatfelvételének eredményei alapján **az 1945 előtt épült családi házak és társasházak körében nagyobb a rossz állagú házak aránya, mint a később épült épületek esetében.** Ezen házak lakóira az átlagosnál nagyobb arányban jellemző, hogy problémát jelent számukra az épület egészének kifűtése, és ebben a kategóriában a lakók átlagkeresete és kiadásai is alacsonyabbak. Az 1945 után épült társasházak és a 2001 után épült házak és lakások döntő hányadát jó állapotúnak ítélték a lakók. Az utóbbiakban lakók átlagos munkajövedelme magasabb mint az országos átlag, társadalmi jövedelmeik pedig alacsonyabbak. A panel épületek átlagos állapota a társasházakéhoz hasonló, lakóik munkajövedelme nem tér el jelentősen az országos átlagtól.

A háztartások 40%-a a lakásfenntartás költségeit nagyon megterhelőnek tartotta, 53%-a pedig időnként megterhelőnek. A lakásfenntartás költsége az átlagosnál jobban megterhelő volt az 1980 előtt épült családi házak és panelházak lakói számára.

A KSH 2015-ös lakásfelmérése (KSH, 2016) szerint az 1960-as évek előtt épült házak háromnegyedében van valamilyen életminőségi probléma, a később épült lakásokban fokozatosan csökken a hiányosságok előfordulása. Ezen felmérés is megerősíti, hogy a leggyakoribb épületfajtát, az egyszintes családi házakat átlag alatti minőség jellemzi, a községekben csak 35%-uk kifogástalan állapotú, a fővárosban valamivel jobb a helyzet, ott 48%-uk van megfelelő állapotban.

2.1.1. Energiaszegénység

Egy háztartást akkor nevezünk energiaszegénynek, ha az nem képes megfizetni a fűtés, vagy más, alapvető energiaszolgáltatások olyan szintjét, amely a tisztességes életminőséghez szükséges. (Habitat, 2020)

Az Energiaklub 2012-es (2012) tanulmánya négy fontos tényezőt említ meg, amelyek az energiaszegénység kialakulásáért felelősek:

- alacsony jövedelem;
- magas energiaárak (vagy a fűtéshez kényszerből használt drága energia);
- az otthonok alacsony energiahatékonysága;

- alacsony laksűrűség.

Korábban – főként az angolszász országokban használatos módszer alapján szerint - azt a háztartást tekintették energiaszegénynek, ahol az éves összjövedelem több mint 10%-a megy el energiára. Az Európai Unió országaiban gyakran az energiára a medián kétszeresét költséket tekintik energiaszegénynek. Ezek a háztartások amellett, hogy nem tudják megfelelő hőmérsékletűre fűteni otthonukat, a hő megtartása miatt szellőztetni sem tudnak megfelelően, ami egészségügyi kockázatokkal jár, emellett nehézséget okoz számukra az energiaszámlák időben történő befizetése is. Az energiaszegénységnek számos tényezője és hatása van. Legfőbb befolyásoló tényezői a háztartások jövedelme, az energiahordozók ára, valamint a lakások típusa, állapota, felszereltsége és energiahatékonysági jellemzői. (Habitat, 2020)

Az energiaszegénységet jelző indikátorral kapcsolatban nem az egységesen elfogadott módszer hiánya jelenti az egyetlen problémát. Ha az energiaszegénységet az összjövedelemnek egy bizonyos energiára költött százalékában megállapított határ felett határozzák meg, akkor nem számolnak azokkal a háztartásokkal, ahol a kiadás azért nem éri el az adott küszöböt, mert az energiaszegénységre adott válaszként nem fűtenek, vagy a lehető legminimálisabbra próbálják meg visszaszorítani fűtési energiafogyasztásukat. Ezen háztartásokat egyértelműen energiaszegénynek kell tekinteni, függetlenül attól, hogy energiával kapcsolatos kiadásaik összjövedelmük hány százalékát teszi ki. A definíciós problémák legfontosabb vonzata, hogy nehezzé teszi a probléma kezelésével kapcsolatos intézkedések megfelelő célzását. Magyarországon például egy 2011-es kutatás szerint egy átlagos háztartás nettó jövedelmének több, mint 10%-át költi energiára, mégis csak a lakosság 12,4%-a vallotta magát energiaszegénynek, ami újabb bizonyíték a definíciós problémákra, és az ebből eredő kormányzati válaszok megfelelő célzottságának fontosságára. (Heffner & Campbell, 2011)

Az energiaszegénységre adott kormányzati válasz lehet a jövedelemkiegészítő fűtőanyag-támogatás, vagy az energiaár támogatás. Ezek a támogatási formák az államháztartás számára komoly kiadást jelentenek. A jelenségre adott másik válasz a lakhatási körülmények javítása lehet, és a tapasztalatok azt mutatják, hogy **az energiahatékonyság javítását célzó beruházások hatékony eszközt jelenthetnek az energiaszegénység kezelésében**, és költségvetési szempontból is fenntarthatóbbak, hiszen egyszerre csökkentik az alacsony jövedelműek energiával kapcsolatos kiadásait, valamint az állam szociális kiadásait. (Heffner & Campbell, 2011)

Az energiaszegénységgel kapcsolatos megközelítés is változott az elmúlt időszakban: míg korábban kizárólag az energiaárak és a jövedelem viszonyában értelmezték, ma már a témával foglalkozók a jelenség dinamikájára koncentrálnak és nagyobb hangsúlyt fektetnek a lakhatási körülményekre, mint energiahatékonysági tényezőre. Ebben a megközelítésben **az energiaszegénység legfőbb oka az energiahatékonyság hiánya**. (Heffner & Campbell, 2011)

Európában 34 millió ember nem engedheti meg magának, hogy megfelelő hőmérsékletre fűtse otthonát. Az energetikai szempontból nem hatékony épületek gyakran egyet jelentenek az energiaszegénységgel, vagyis azzal, hogy a háztartás lakóinak kevés befolyásuk van az energiával kapcsolatos kiadásukra, ami magas energiaszámlákat, fizetési hátralékokat, jóléti és egészségügyi

problémák ördögi körét idézi elő. A rossz energiahatékonyságú épületekben élők jobban ki vannak téve a hideg- és hőhullámoknak és más extrém időjárási jelenségnek. A nem megfelelő beltéri hőmérséklet, a rossz levegőminőség, és a káros vegyi anyagoknak való kitettség alacsonyabb termelékenységhez, egészségügyi problémákhoz, magasabb mortalitáshoz és megbetegedésekhez vezethet. (Európai Bizottság, 2020)

Az energiaszegénység problémája itthon elsősorban a nagy alapterületű családi házakat érinti. **Magyarországon**, amennyiben a medián kétszeresénél nagyobb arányú energiaköltséggel rendelkező háztartásokat tekintjük energiaszegénynek, akkor 2012-ben **a háztartások 8-10%-át, körülbelül 300-380 ezer volt érintett.** (Energiaklub, 2012) A rezsicsökkentés bevezetése után, 2015-ben a háztartások költségvetési felmérésének adatai alapján, az úgynevezett „2M” indikátort² használva, a magyar népesség 9%-át érintette az energiaszegénység problémája, míg ez az arány a 2010-es adatfelvételkor még csak 6,9% volt.³ Ezen eltérés oka a tűzifa árának emelkedése, ami jelzi az energiahordozók ára és az energiaszegénységnek való kitettség kockázata közötti összefüggést.⁴

2.2. Stratégiai környezet

Az Európai Bizottság 2030-ig szóló klímapolitikai tervében szereplő cél, hogy a tagállamok 2030-ig az 1990-es szinthez képest legalább 55%-kal csökkentsék nettó ÜHG kibocsátásukat. Ehhez az épületek ÜHG kibocsátásának 60%-os-, a végső energiafogyasztásuk 14%-os, és a fűtési és hűtési célú energiafogyasztásuk 18%-os csökkentésére lenne szükség. (Európai Bizottság, 2020) A Bizottság helyzetértékelése szerint a jelenlegi felújítási munkálatok ritkán irányulnak az épületek energiahatékonyságára. **A súlyozott éves energiafelújítási arány alacsony, mintegy 1%, az energiafogyasztást legalább 60%-kal csökkentő mélyfelújítást pedig mindössze évente az épületállomány 0,2%-ában hajtanak végre az Unióban.** Ebben az ütemben az épületek karbonsemlegessé tételéhez évszázadokra lenne szükség, ezért a testület célja, hogy 2030-ra legalább megkétszereződjön a lakó- és nem lakáscélú épületek éves energiafelújítási aránya, és egyre több mélyfelújítás történjen, 2030-ig összesen 35 millió épületben. Az ütemet 2030 után is fenn kell tartani annak érdekében, hogy 2050-re uniós szinten megvalósulhasson a klímasemlegesség.

A felújítás legfontosabb alapelve a Bizottság elképzelései szerint az energiahatékonyság növelése kell, hogy legyen. **Emellett kiemelten kezelendő szempont a megfizethetőség, annak érdekében, hogy a közepes és alacsony jövedelmű háztartások és elmaradott régiók is bekapcsolódhassanak a programba.** Fontos szempont tovább a megújuló energiaforrások integrálása, az életciklikus szemlélet és a körforgásosság, a magas szintű környezetvédelmi és egészségügyi előírások, a zöld és digitális

² 2M indikátor: azon háztartások aránya, ahol az energiakiadások jövedelemhez viszonyított aránya meghaladja az országos mediánérték kétszeresét. (lásd: <https://www.energypoverty.eu/indicator?primaryId=1460>)

³ <https://www.energypoverty.eu/indicator?primaryId=1460&type=bar&from=2015&to=2016&countries=EU,CZ,HU,PL,SK&disaggregation=none>

⁴ <https://www.habitat.hu/blog/2019/05/ezert-egeto-problema-hazankban-az-energiaszegenyseg/>

átállítás kettős kihívásának együttes kezelése, valamint az esztétikai és építési minőség tiszteletben tartása.

A Bizottság 2020-ban kiadott közleményében a legfőbb beavatkozási területeket is megjelölte:

- Tájékoztatás és ösztönző eszközök fokozása: energiahatékonyságra vonatkozó szigorúbb kötelezettség, energiateljesítményre vonatkozó minimumkövetelmények fokozatos bevezetése;
- Megfelelő és célirányos finanszírozás biztosítása: az éghajlatpolitikai célok eléréséhez évente 275 milliárd euró további beruházásra van szükség. Ezt az összeget úgy lehet elkölteni, ha egyszerű, vonzó és mindenki számára hozzáférhető állami ösztönzők társulnak mellé. A felújítási prioritásokat a tagállamok határozhatják meg, nemzeti energia- és klímaterveiket, valamint hosszútávú felújítási stratégiáikat alapul véve;
- Projektek előkészítéséhez és végrehajtásához szükséges kapacitások növelése;
- Átfogó és integrált felújítási beavatkozások előmozdítása;
- Építőipari ökoszisztéma alkalmassá tétele a körforgásos megoldásokon, valamint a természetalapú megoldások integrációján alapuló fenntartható felújításokra, teljes életciklusra számított szén-dioxid kibocsátás csökkentése;
- Felújításoknak az energiaszegénység kezelése céljából történő kiaknázása, egészséges lakhatás biztosítása valamennyi háztartás számára, ideértve a fogyatékkal élőket és az időseket;
- Fűtés és hűtés dekarbonizációjának előmozdítása.

Az Innovációs és Technológiai Minisztérium által jegyzett, 2030-ig szóló Nemzeti Energiastratégia is kiemelt területként jelöli meg az energiahatékonyság javítását, amely segíthet a dekarbonizációs célok megvalósításában, és az importigény csökkentésén keresztül erősíti az ország energiabiztonságát. (ITM, 2020) A stratégia vállalja, hogy az előttünk álló évtizedben az „első az energiahatékonyság” elvét bevezeti a mindennapi döntési gyakorlatba. Ez az elv azt jelenti, hogy „az energetikai tervezési, a szakpolitikai és a beruházási döntések meghozatala előtt meg kell vizsgálni, hogy azok részben vagy egészben felválthatóak-e költséghatékony, technikailag, gazdaságilag és környezetvédelmi szempontból megfelelő energiahatékonysági intézkedésekkel.” Ilyen költséghatékony intézkedés lehet többek között az energiakereslet és az energiakínálat hatékonyságának növelése, a költségoptimalizált végfelhasználási energiamegtakarítás.

Az Energiastratégia célkitűzése, hogy az ország végsőenergia-felhasználása 2030-ban se haladja meg a 2005-ös szintet (2017-ben mintegy 10PJ-al alatta maradt a 2005-ös értéknek). A stratégia helyzetértékelése szerint a 2014-2020-as időszakban évente mintegy 3-4 PJ végsőenergia-megtakarítást sikerült elérni a végfelhasználóknál, a következő időszakban az energia-megtakarítási kötelezettség teljesítéséhez a jelenlegi megtakarításoknak közel a duplájára (évi 7 PJ) van szükség, a dekarbonizált, közel nulla energiaigényű lakóépületek arányát pedig 0-ról 33%-ra kívánja növelni a kormányzat 2030-ig.

Az Energiastratégia, tekintve, hogy megállapítása szerint is nagyon magas a lakossági energiafelhasználás, különösen a fűtésre fordított energia aránya Magyarországon, két szempontot nevez meg, amelyet figyelembe kell venni az épületállomány modernizálása kapcsán:

- Meg kell felelni az uniós kötelezettségnek, amely szerint 2050-re a teljes épületállomány közel nulla energiaigényű és dekarbonizált legyen;
- Másrészt kiemelten kell segíteni a kiszolgáltatott helyzetben lévő felhasználói csoportokat. Ehhez kapcsolódó projektként nevezi meg a kiszolgáltatott helyzetben lévő felhasználók helyzetének felmérését, célzott programok kidolgozását az érintett társadalmi csoportok jellemzőinek megfelelően, valamint a rossz hatékonyságú biomassza-tüzelés modernizációját.

A lakosság energiatudatosságát ezen felül szemléletformálási programok révén is javítani kívánja a stratégia.

Az Európai Unió által tervezett felújítási hullám (Renovation Wave) három kiemelt területet említ: az energiaszegénység és az energetikai szempontból legrosszabbul teljesítő épületek kezelése, középületek (oktatási, közigazgatási, egészségügyi) felújítása, valamint a fűtés és hűtés szén-dioxid mentesítése. Ezek azok a területek, amelyeket az uniós fejlesztéspolitika szakpolitikai és finanszírozási prioritásnak tekint, köszönhetően annak, hogy ezek támogatásával egyszerre növelhető a felújítások száma, az energiamegtakarítás mértéke, valamint az egészségesebb és kényelmesebb lakókörnyezet az európai polgárok számára.

A fűtési és hűtési rendszerek korszerűsítése elengedhetetlen az épületállomány dekarbonizációjához, a helyi megújuló energia potenciál kiaknázásához, és a fosszilis fűtőanyagoknak való kitettség csökkentéséhez. Az Európai Bizottság adatai szerint **az EU-ban fűtés-hűtés és a háztartási melegvíz ellátás teszi ki a lakóépületekben felhasznált energia 80%-át, ennek az energiának a kétharmada pedig fosszilis tüzelőanyagból származik.** A hőellátás 88%-át látják el önálló rendszerek, a fennmaradó 12%-ot pedig távfűtési rendszerek adják. A 2030-ig szóló uniós éghajlatpolitikai célterv teljesítéséhez a lakóépületek fűtéshez és hűtéshez használt energiaigényét kellene a legnagyobb mértékben csökkenteni, a 2015-ös szinthez képest 19-23%-kal. A klímacélok teljesítése mellett a megújulóenergia-irányelv és az energiahatékonysági irányelv is kötelezettségeket ír elő a tagállamok számára, ezek rendelkeznek ugyanis arról, hogy a tagállamoknak átfogó értékelést kell benyújtaniuk azzal kapcsolatban, hogy miként kívánják dekarbonizálni fűtési-hűtési rendszereiket.

Az Európai Bizottság becslése szerint az ÜHG kibocsátás 55%-os csökkentéséhez évente mintegy 275 milliárd euró beruházásra van szükség. (Európai Bizottság, 2020) A terület **a lakóépületek felújítása előtt álló legnagyobb akadálynak a hozzáférhető állami felújítási ösztönzők és az általános finanszírozási termékek hiányát** tartja, kiemelve, hogy a finanszírozás elvileg rendelkezésre állna, az információhiány és a finanszírozással kapcsolatos ismeretek korlátozzák azok felhasználását. A bizottsági állásfoglalás szerint a források hatékonyabbá tételét a különböző források ötvözésének könnyítésével, a támogatás intenzitásának a teljesítménnyel való arányossá tételével, a technikai támogatás megerősítésével, és a piaci alapú szinergiák előmozdításával lehet elérni.

A beavatkozások finanszírozása egyrészt a kohéziós politikai keretében lehetséges, amely már eddig is az energiahatékonyság javítását célzó beavatkozások fő forrása volt, ez a szerepe pedig a 2021-2027-es időszakban is megmarad. Ezek a források kiegészíthetők lesznek a Helyreállítási és Ellenállóképességi Eszköz (RRF) pénzeivel.

A 2021-2027-es időszakra szóló, jelenleg egyeztetés alatt lévő operatív programok közül a Zöld Infrastruktúra és Klímavédelmi Program (ZIKOP) tűnik leginkább relevánsnak, amelynek 4-es prioritása a megújuló energiagazdaság címet viseli, és az energiahatékonyság előmozdítását célzó fejlesztéseket kívánja támogatni.⁵ Emellett a tervek szerint a Humánfejlesztési Operatív Program (HOP) keretében lesz lehetőség a lakóépület állomány felújítására, amelynek 3. prioritási tengelye a társadalmi felzárkózási fejlesztéseket szolgálja. Ezen prioritás alatt a tervek szerint lehetőség lesz lakhatási helyzetet javító, komplex programok-, valamint a legszegényebb településeken egészséges és biztonságos lakókörnyezet megteremtését célzó programok finanszírozására.⁶ De emellett feltehetően az RRF-ből finanszírozott Helyreállítási és Alkalmazkodási Terv révén is lesz lehetőség ilyen típusú beavatkozások finanszírozására.

2.3. A felújítások társadalmi-gazdasági hatásai

Az energiahatékonyság növelése nem csak az energiaköltségeket és a kibocsátást csökkenti, számos gazdasági, társadalmi előnnyel járhat. Az épületek a felújítások által környezetbaráttá, egészségesebbé, a benne lakók számára komfortosabbá válhatnak.

Az egyik legfontosabb makrogazdasági hatás, hogy az épületfelújítások ösztönzőleg hatnak az építőipari ökoszisztémára és a szélesebb értelemben vett gazdaságra. **A felújítási munkák ugyanis jelentős munkaerőt igényelnek, vagyis munkahelyeket teremtenek, növelik a beruházások mértékét, keresletet generálnak a nagy energia- és erőforrás hatékonyságú berendezések iránt, hosszú távon pedig növelik a felújított ingatlan értékét.** (Európai Bizottság, 2020) Magyarország számára ezek mellett további potenciális előny, hogy a felújítások révén csökkenthető az ország villamos energia importja, valamint energiafüggősége. (ÁSZ, 2019) A keletkező hasznok egy másik lehetséges csoportosítása, ha energetikai és nem energetikai előnyökről, illetve környezet, társadalmi és gazdasági előnyökként csoportosítjuk a felújításokkal járó hasznokat. (MEHI, 2020)

Az épületfelújítások révén megvalósuló hasznok leggyakrabban az energiamegtakarítást államháztartási szempontból, a költségvetés számára megtakarított összegek oldaláról vizsgálja, így a hasznokat az állami megtakarítások felől vizsgálja, és az állami költségek igazolását szolgálják. Ezeken felül azonban számos, a felújított házakban élőket érintő haszonnal lehet számolni, amelyek az ő és környezetük egészségét, komfortját, életminőségük növekedését szolgálják. Ezen hasznok számszerűsítése nehezebb, mint az energiamegtakarítás monetizációja, tovaggyűrűző hatásukon keresztül azonban értékesebbek és kifizetődőbbek is lehetnek.

⁵ <https://www.palyazat.gov.hu/zold-infrastruktura-es-klimavedelmi-operativ-program>

⁶ <https://www.palyazat.gov.hu/humanfejlesztesi-operativ-program>

A témában az egyik legátfogóbb és legtöbbet hivatkozott tanulmány 2010-ben készült, aminek keretében Ürge-Vorsatz Diána és munkatársai egy komplex épületfelújítási program hatásait vizsgálta ÜHG- és energiamegtakarítás, valamint a foglalkoztatásra gyakorolt hatása szempontjából. (Ürge-Vorsatz, Arena, Herrero , & Butcher, 2010). Modellszámításai alapján arra a megállapításra jutottak, hogy egy országos szintű mélyfelújítási program **révén megtakarítható a magyar fűtési energia használat 85%-a és a velejáró CO₂ kibocsátás**. Feltételezték, hogy a felújítások költsége a program elején az ismeretek hiánya miatt magasabb lesz, mint a tanulási időszak után, ezért a teljes költséget tekintve a vizsgált forgatókönyvek közül egy fokozatosan végrehajtott mélyfelújítási program elindítását javasolták. Egy ilyen felújítási program az évi átlagos 100-150 ezer helyett 250 ezer felújítást jelentene, ami magasabb összköltséggel járna, ugyanakkor hamarabb meghozná a várt energiamegtakarítási hasznokat. Eredményeik alapján egy ennél lassabb ütemű, és alacsonyabb szakmai tartalmú felújítási program révén a 2050-re kitűzött ÜHG csökkentési célok nehezen és csak költségesen válhatnak tarthatóvá. A foglalkoztatásra minden általuk vizsgált forgatókönyv pozitív hatást gyakorolna az összes gazdasági ágazatra, de különösképpen az építőiparra. A komplex felújítási forgatókönyv modellezésük szerint több tízezer munkahelyet hozhatnak létre, a forgatókönyvek mélységétől függően 52 ezer - 131 ezer munkahelyet is.

2010-es tanulmányukban használt forgatókönyveket elvégezve a kutatók 2012-ben kibővítették a vizsgálatuk fókuszát. Ebben a tanulmányban a baseline scenárió mellett már csak 2 forgatókönyvvel számolnak. (Herrero, Ürge-Vorsatz, & Healy, 2012). Az úgynevezett MID forgatókönyv esetén évi 100 ezer lakás megújulásával számoltak, épületenként 40%-os energiamegtakarítással. A DEEP forgatókönyv esetén szintén évi 100 ezer lakás megújulását feltételezték, ebben az esetben azonban épületenként 79-90%-os energiamegtakarítással számolva. A MID forgatókönyv esetén számításukba nem vették bele azt a 250 ezer panellakást, amely a 2000-es években felújításon esett át. Ezeket a forgatókönyveket a jelenlegi felújítási ütemmel vetették össze, vagyis a felújítás költségei és hasznai a valós állapotokhoz képesti plusz összegeket jelzik. Számításaik szerint az alapforgatókönyvről mind a MID, mind a DEEP forgatókönyvre való áttérés pozitív hatással lenne a magyar társadalom összjólétére, hosszabb távon azonban a DEEP forgatókönyv megvalósításával maximalizálható a jólét növekedése. A DEEP scenárióval járó nyereségek modellezésük szerint 2047-ben kezdenék el felülmúlni a MID-del járó hasznokat, vagyis még az első felújítási hullám vége (2054) előtt.

A legnagyobb haszon tanulmányuk alapján a felújításokból származó energiamegtakarítás révén realizálódhat, ezt követi a nem üvegházhatású légszennyező anyagok csökkenésből származó haszon, majd sorrendben a növekvő komfort, a csökkenő téli halálozások és a CO₂ csökkenés által generált hasznok. Számításaik kapcsán bizonytalansági tényezőként említik meg az energiaárak, valamint a felújítási költségek változását, ezek adott esetben csökkenthetik a két forgatókönyv eredményei közötti különbséget.

3. A makrogazdasági modellszámítás eredményei

Ebben a fejezetben bemutatjuk a makroökonómiai elemzéshez használt módszertani megközelítést. Először röviden összefoglaljuk az általunk használt modellt, a HÉTFA CGE modellt, majd részletesen levezetjük a sokszámítás menetét. Ezt követően prezentáljuk a lakásfelújítási program becsült GDP és munkaerőpiaci hatásait, majd kitérünk a becsléseink korlátainak kvalitatív részletezéseire.

3.1.1. Módszertani megközelítés

A CGE a Computable General Equilibrium, számszerűsített általános egyensúly betűszava; ez a modellcsalád standard közgazdasági feltevéseken alapul és főként policy-szimulációkhoz használatos. A CGE-modellben a gazdaság belföldi szereplőinek (háztartások, vállalatok, kormányzat) viselkedésére a mikroökonómia sztenderd megközelítései az irányadók. Általánosságban: a háztartások haszonmaximalizálók a költségvetésük nyújtotta kereteken belül; a vállalatok munka, tőke és alapanyag inputokat használnak a termeléshez; a kormányzat pedig termékeket vásárol a vállalatoktól, jövedelmi transfereket nyújt a háztartásoknak, és adót szed be. A világ többi részével folytatott tranzakciók főleg áruk tiszta cseréi, de feltesszük, hogy a hazai és külföldi áruk nem tökéletesen helyettesíthetők egymással. A szereplők (elsősorban a háztartások és vállalatok) fogyasztásra, termelésre, exportra és importra vonatkozó döntéseit főként az árkülönbségek határozzák meg. A gazdaságban a döntéshozók árelfogadók, nem veszik számításba az ár meghatározásában játszott szerepüket (árelfogadási posztulátum). Valahányszor egy esemény valamely áru árának növekedéséhez vezet, a háztartások és a vállalatok megpróbálják azt egy olcsóbbal helyettesíteni. Ez a helyettesítő hatás meglehetősen erős: az igazodási folyamatok nagy részének oka az árváltozás.

A modell alapja a társadalmi elszámolási mátrix (social accounting matrix, SAM), amely főként a KSH által 2018-ban publikált, 2015-ös évre vonatkozó input-output táblákon alapul. A modell jelenlegi verziójában a 2015-2020 közötti exogén változók (úgy mint GDP alakulása, munkaerő kínálat, kormányzati kiadások stb.) pályáját, amennyiben lehetett, aktualizáltuk. Továbbá a jövőre vonatkozóan a kormányzati Magyarország Konvergencia Program felhasználásával közvetlenül előrejeleztük a kormány által publikált várt változókat. Ez a program 2024-ig publikál értékeket, melyek már tartalmazzák a koronavírus okozta gazdasági visszaesést is. Az ezt követő időszakra idősoros ökonometriai módszerekkel készítünk előrejelzést az exogén változókra vonatkozóan.

Feltételezzük, hogy **egy jelentős méretű lakásfelújítási program két különböző, jól elkülöníthető gazdasági hatással bír.** Az egyik, hogy a program közvetlenül **jelentős mértékű keresletet teremt az építőiparral szemben.** Ez a közvetlen keresletnövekedés az input-output kapcsolatokon keresztül közvetve befolyásolja majd az ágazatok közötti keresletet, az árakat és az ágazati foglalkoztatást is.

A másik feltételezett hatásirány a fogyasztói kosárban bekövetkező változásban keresendő. A számításaink során első körben azonosítani fogjuk azt, hogy várhatóan mennyivel csökken a reprezentatív háztartás energiaköltsége a felújítások hatására. Feltételezzük továbbá, hogy ezt a megtakarított összeget elkölti a többi ágazatban, arányosan. Ez a kereslet teljes mértékben exogén módon, kívülről érkezik a gazdaságba. Jelen keretek között a háztartások ilyen mértékű befolyásolása a modell nem-lineáris jellege miatt korlátozottan megbízható eredményekre vezetne. Ugyanakkor

feltételezhető, hogy ez a megközelítés jól azonosítja a hatás felső határait. A fogyasztásváltozás esetében pedig az aggregált megtakarítás végösszege, figyelembe véve a szimulációs időszakban a már felújított házak okozta változást.

Alapvetően a magyar gazdaságra elkészített modellben két fő számítást végzünk el, melyek a következők:

1. Az úgynevezett alappálya számítások során a modell kalibrált paraméterei és értékei segítségével a teljes szimulációs időszakra vonatkozóan előre vetítjük a modellben endogén módon meghatározódó értékeket, mint például a GDP, a foglalkoztatás és az ágazati kibocsátás.
2. Az úgynevezett kontrafaktuális pálya azt az elméleti esetet vizsgálja, amikor a program megvalósul, azaz mind az építőiparral szembeni kereslet megnő, mind a háztartás fogyasztási szerkezet megváltozik. A keresletben bekövetkező változások értékeit, előjeltől függetlenül, nevezzük a közgazdasági szakirodalomnak megfelelően sokknak.

A hatás ezen két pálya számai közötti különbségből ered.

Jelenlegi állapotában a modellben nem szerepelnek sem a lakásállományra, sem a károsanyag kibocsátásra vonatkozó adatok, egyenletek. Utóbbira vonatkozóan külön fejezetben végzünk kiegészítő számolásokat, az előbbire vonatkozóan pedig az input-output tábla alapján tudjuk azt, hogy a háztartások milyen mértékben fogyasztanak a különböző ágazatokból, jelen esetben az építőiparból. Ez a fogyasztási hányad alapesetben állandó a szimulációs időszakban. Esetünkben ez azt jelenti, hogy bár a modellben nem ismerjük, és nem is tudjuk befolyásolni az ingatlanok megújulási rátáját, a kereslet közvetlen befolyásolása révén ugyanakkor számolhatunk azzal, hogy mi történne a plusz kereslet megjelenésével. Azaz a sokk implementálásával, exogén módon megnöveljük a keresletet a megújuláshoz szükséges összeggel.

3.1.2. Szenáriók

A továbbiakban két scenárió makrogazdasági hatását fogjuk kiszámítani. Számításunk alapját a KEOP-7.9.0/12-2013-0019 projekt keretében készített épülettípológia adja (lásd: 2. számú melléklet), amely a magyarországi lakóépületeket építési évük, jellegük, valamint méreteik alapján 23 tipológiába sorolja be. Mindkét, általunk vizsgált forgatókönyv esetében feltételezzük, hogy az általunk kiválasztott tipológiákban (1990 előtt épült családi- és társasházak) minden évben 2% megújul. Más azonban a megújulás összetétele a két scenárió esetén. Az első, az Ürge-Vorsatz Diána és munkatársai által használt terminológiát használva (Ürge-Vorsatz, Arena, Herrero , & Butcher, 2010) egy MID scenárió lenne, ahol a felújításon áteső lakások mind költségoptimalis felújítási szintre kerülnek. A második, DEEP scenárió esetén 1,5% a költségoptimalis felújítási szintre kerül, további 0,5%-nál ez kiegészül megújuló energiaforrással is.

A kiválasztott tipológiák alapján, amint az az alábbi táblázatban látható, összesen 3 719 439 potenciális ingatlanról beszélünk. A kategóriák között természetesen nagy különbségek vannak mind előfordulásuk száma, mind átlagos és teljes méreteik tekintetében. Nem ismerjük továbbá sem az egyes tipológiákon-, sem a teljes ingatlanállományon belül, hogy milyen az épületek megoszlása

felújítási szintjük szerint, kizárólag az egyes tipológiák átlagos energiafogyasztását ismerjük. Éppen ezért feltételezzük, hogy bármelyik felújításra kerülhet, azaz legalább a 20%-uk (évi 2% 10 éven keresztül). A továbbiakban számításainkhoz felhasználjuk majd azt, hogy a KEOP-7.9.0 keretében készített épülettípológia adatainak révén ismerjük a lakások forintban kifejezett, és egy négyzetméterre vetített energiaköltségét is.

2. táblázat: A modellszámítás során felhasznált ingatlanállomány fontosabb jellemzői

Tipológia	Ingotlanok száma (db)	Összes alapterület (m ²)	Átlagos alapterület (m ²)
1	195 670	13 556 022	69,28
2	484 798	37 673 053	77,71
3	266 912	22 011 191	82,47
4	232 178	19 212 580	82,75
5	569 326	48 178 673	84,62
6	134 494	16 947 788	126,01
7	261 085	23 115 283	88,54
8	113 278	15 779 157	139,30
13	84 187	4 834 678	57,43
14	147 411	9 487 583	64,36
17	242 287	14 066 410	58,06
18	277 402	14 343 767	51,71
19	188 110	10 092 096	53,65
20	334 180	17 552 852	52,53
21	188 121	10 278 151	54,64
Összesen	3 719 439	277 129 284	74,51

Forrás: KEOP-7.9.0/12-2013-0019

A modellszámítás során számolunk azzal, hogy a felújítása program hatására megváltozik a lakosság fogyasztási szerkezete aggregált szinten, és a közműszektorral szemben a fogyasztás csökken. Ezt a fogyasztásváltozást kiszámoljuk mind a kettő scenárióra. **A MID scenárió esetén, ahol minden évben az adott tipológiába eső lakások 2%-a újul meg, évente összesen 16,8 milliárd forinttal csökken a közművekkel szembeni kereslet.**

3. táblázat: MID scenárió egy éves közvetlen hatása

Tipológia	Megújuló ingatlanok száma (db)	Fogyasztáscsökkenés (mrd Ft)
1	3 913	1,18
2	9 696	3,07
3	5 338	1,67
4	4 644	1,46

5	11 387	3,86
6	2 690	1,06
7	5 222	1,60
8	2 266	0,62
1 3	1 684	0,25
1 4	2 948	0,45
1 7	4 846	0,54
1 8	5 548	0,44
1 9	3 762	0,24
2 0	6 684	0,23
2 1	3 762	0,13
Összesen	74 389	16,80

Forrás: KEOP-7.9.0/12-2013-0019 alapján saját számítás

Ugyanez a megújulókkal történő felújítás esetén összességében mindössze 16,55 milliárd forint, ugyanis a megújulókkal történő helyettesítés nem minden tipológia esetén csökkenti jobban a háztartások keresletét.

4. táblázat A DEEP Szenárió egy éves közvetlen hatása, felújítási szintenként

Tipológia	Megújuló ingatlanok száma (db)		Fogyasztáscsökkenés (mrd Ft)	
	Költségoptimum szerinti felújítás	Költségoptimum szerinti felújítás+ megújuló	Költségoptimum szerinti felújítás	Költségoptimum szerinti felújítás + megújuló
1	2 935	78	0,89	0,28
2	7 272	2 424	2,31	0,73
3	4 004	1 335	1,25	0,38
4	3 483	1 161	1,09	0,33
5	8 540	2 847	2,90	0,88
6	2 017	672	0,80	0,25
7	3 916	1 305	1,20	0,36
8	1 699	566	0,46	0,14
13	1 263	421	0,19	0,06
14	2 211	737	0,33	0,11
17	3 634	1 211	0,41	0,13
18	4 161	1 387	0,33	0,12
19	2 822	941	0,18	0,07
20	5 013	1 671	0,17	0,06
21	2 822	941	0,09	0,03
Összesen	55 792	18 597	12,60	3,96

Az építőipari kereslet növekedésének modellezéséhez a nyilvánosságban elérhető információkon⁷ alapuló becslésünk alapján úgy számolunk, hogy a felújítás egy négyzetméterre vetített átlagos költsége 56 000 forint, míg a megújulóval történő kiegészítés esetén ez az összeg némileg magasabb, 69 000 forint. Így a táblázat a felújítási program időszakára pontosan tartalmazza az éves sokkok nagyságát.

5. táblázat A felújítási program éves keresletnövekedési értékei

	Éves építőipari kereslet növekmény (mrd Ft)
MID scenárió	310,38
DEEP scenárió	328,40

Forrás: saját számítás

Így a modellbe implementált sokkok az építőipari kereslet esetén a fenti táblázatban szereplő éves értékek.

3.2. Makrogazdasági hatások

A továbbiakban bemutatjuk a modellszámításaink eredményeit a bruttó hazai össztermékre és az aggregált foglalkoztatásra vonatkozóan.

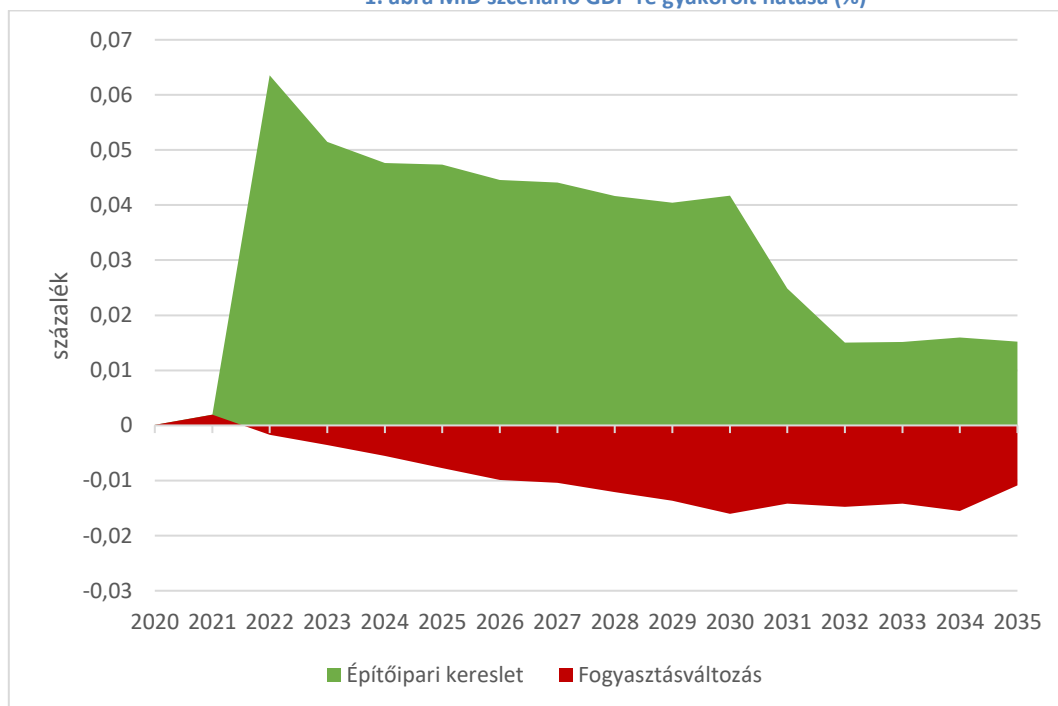
3.2.1. GDP-re való hatás

A MID scenárió esetén a program időtartama során a hatás körülbelül évente 0,04 százalékkal magasabb GDP, mely a program végére 0,025%-ra csökken. Az építőipari kereslet hatásának csökkenését egyrészt a gazdaság természetes, programtól független kalibrált növekedése, és így a sokk relatív méretének csökkenése okozza. Másrészt az erős kezdeti hatás a koronavírus okozta gazdasági visszaesésnek köszönhető, ekkor ugyanis a gazdaság még a visszaesésből kilábaló állapotban van, így a pozitív irányú sokkokra jóval érzékenyebb, mint a normál években.

Az építőipari kereslet okozta bővülést visszafogja a háztartások fogyasztásszerkezetében bekövetkező változás. A felújítások előrehaladtával, ahogy évente egyre kevesebbet költenek el a közműszektorban jelentkező energia kiadásokra, ez a hatás évente nő, majd az időszak végére, körülbelül -0,015%-ös szinten stabilizálódik. Az összes hatás így is egyértelműen pozitív. Ez a modellen belül lezajló GDP növekedést számba véve a szimulációs időszak végéig körülbelül 180 milliárdnyi többlet GDP-t hoz létre.

⁷ <https://www.propertymarket.hu/hu/megjelenesek/kuszobon-a-valtozas-fajdalmas-uj-szabaly-repitheti-tovabb-a-lakasarakat>

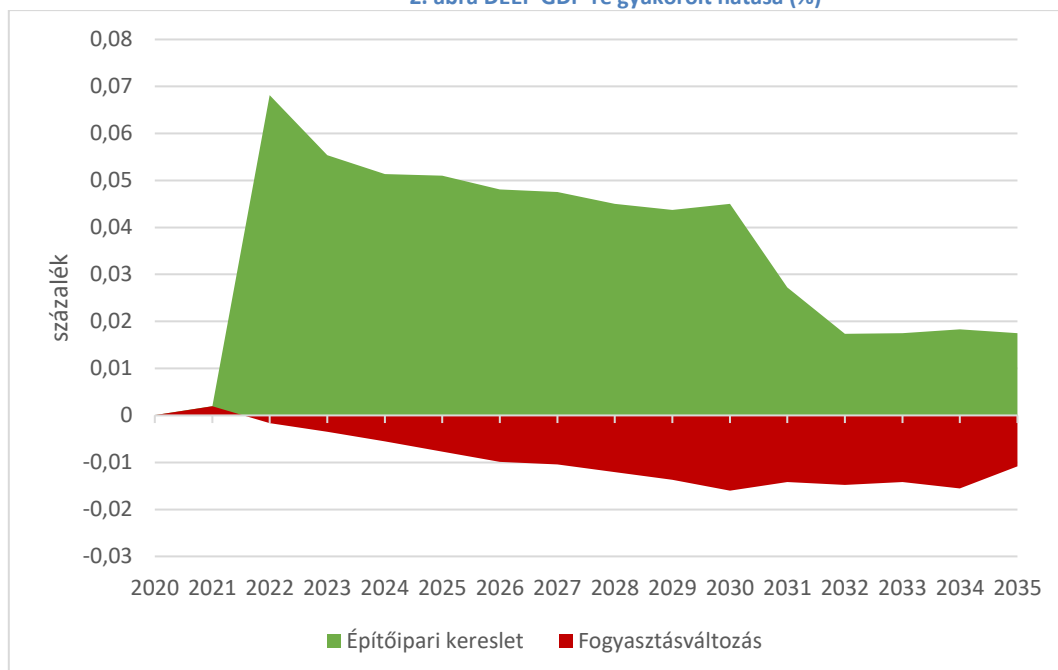
1. ábra MID scenárió GDP-re gyakorolt hatása (%)



Forrás: Saját számítás

A GDP-re való hatás és az építőipari kereslet növekedése némileg magasabb a DEEP scenárió esetén, mely a nagyobb sokknak köszönhető. A fogyasztásváltozás esetén lévő, a másik scenárióhoz képesti relatíve kisebb különbség miatt, a GDP-re vonatkozóan nagy különbség nem látható.

2. ábra DEEP GDP-re gyakorolt hatása (%)

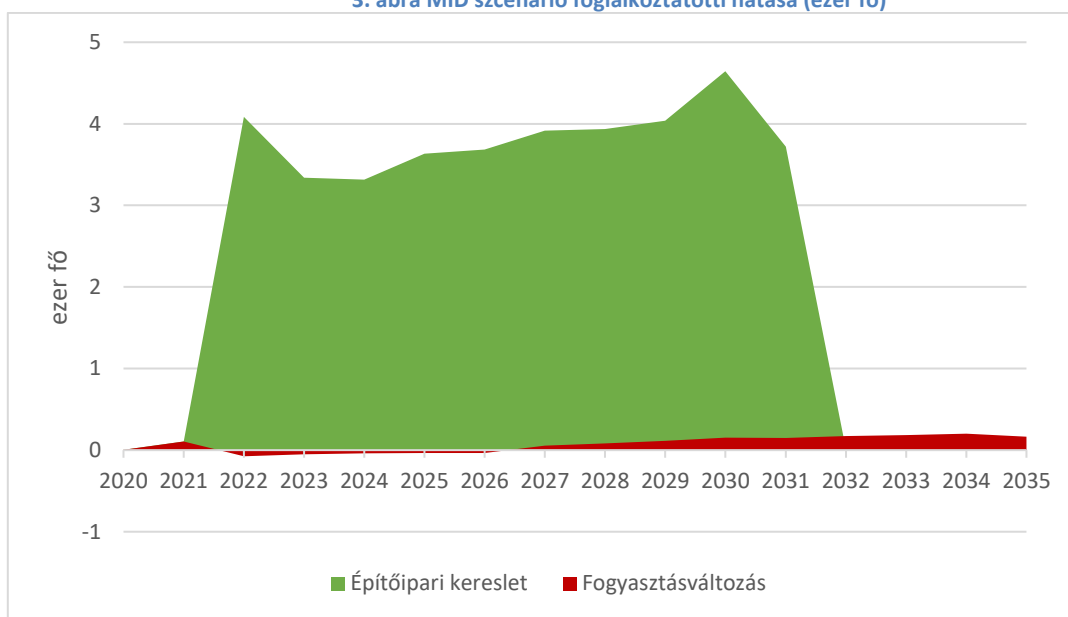


Forrás: Saját számítás

3.2.2. Munkaerőpaci hatások

A program foglalkoztatásra való hatása a teljes időszakra vonatkozóan pozitív, **közel 4 ezer fővel nő a foglalkoztatottak száma a program hatására**. Ezen hatás jelentős része közvetlenül az építőipari keresletből származik. A program első felében ezt a hatást elhanyagolható mértékben csökkenti a fogyasztásváltozás, 2027-től kezdve azonban már ez is hozzájárul a foglalkoztatás bővüléséhez. Az építőipari kereslet hatása elsősorban abban nyilvánul meg, hogy az építőipar részben bevonz új, eddig munkanélküli személyeket, továbbá munkaerőt szív el a többi ágazatból. A munkaerő elszívása főként a szolgáltató szektorokból és a feldolgozóiparból történik meg, ahol a foglalkoztatottak egy jelentős része is dolgozik, illetve a bérek közelebb vannak az építőiparéhoz. A fogyasztásváltozás hatásmechanizmusa más jellegű. A közműszektor foglalkoztatottjainak a száma folyamatosan csökken, majd az enyhe gazdasági szerkezetváltozás lehetővé teszi az alacsony mértékű foglalkoztatásbővülést, amely tartósnak bizonyul a vizsgált időszakban.

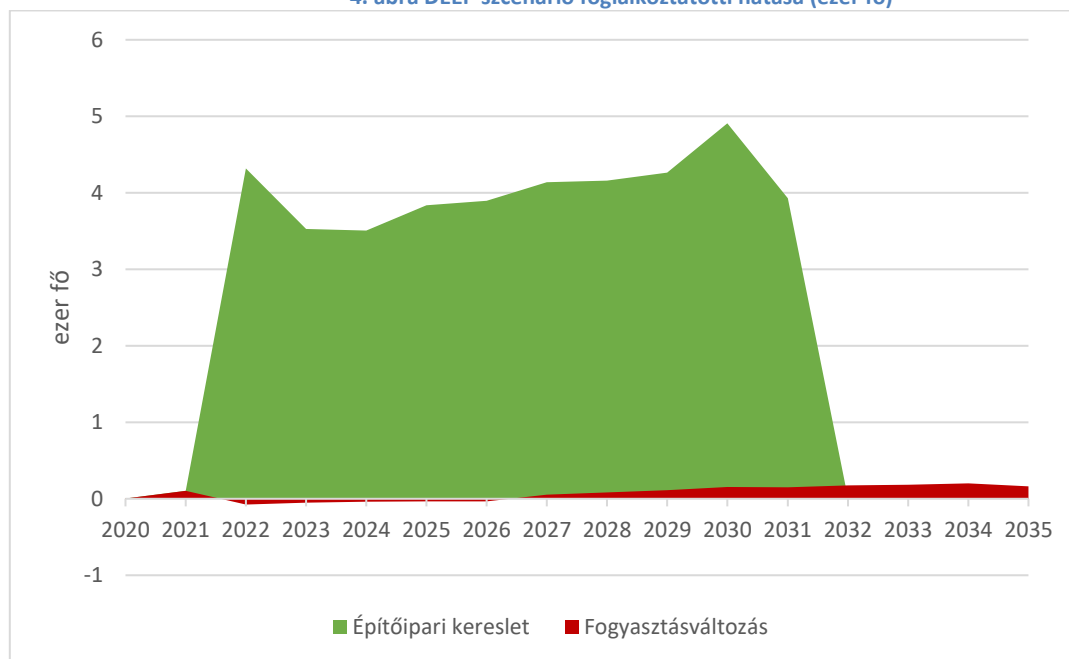
3. ábra MID Szenárió foglalkoztatotti hatása (ezer fő)



Forrás: Saját számítás

Hasonlóan a GDP-re vonatkozó eredményekhez, a munkaerőpiaci hatások sem különböznek jelentősen a két Szenárió esetén. A magasabb építőipari kereslet miatt a foglalkoztatási hatás is némileg magasabb, átlagosan 4 ezer fő feletti.

4. ábra DEEP Szenárió foglalkoztatotti hatása (ezer fő)



Forrás: Saját számítás

Ezek a munkaerőpiaci hatások első ránézésre jelentősen elmaradnak a már korábban részletezett Ürge-Vorsatz és szerzőtársai (2010) minimum 53 ezres számításától. Bár mindkét kalkuláció az input-output táblákon alapszik, módszertanilag számos különbség van, amelyek ezt a különbséget okozhatják:

- A HÉTFA CGE modell jelenlegi verziója a 2015-ös évre vonatkozó input-output táblákat tartalmazza. Az ezekben látható gazdasági kapcsolatok szerkezete változik a különböző évekre vonatkozó ágazati kapcsolatok mérlegei között. Az idézett tanulmány egy jelentősen régebbi táblán alapul.
- Ezt a táblát a CGE-hez kiegészítettük szofisztikáltabb közgazdasági megközelítéssel, például optimalizálási egyenletekkel, hatékonysági bérezéssel. Ezekre vonatkozó információk az idézett tanulmányban nem találhatók.
- Összességében ezek a következőket implicálják:
 - o 2015-ben a munkaerőpiacon inkább a munkaerőhiány volt megfigyelhető, mely kiegészítve a munkaerőpiac egyenletbeli korlátozottságaival (kevésbé mozognak szabadon a munkavállalók), egységnyi munkaerőpiaci hatás eléréséhez jelentősen nagyobb összeget kell a gazdaságban létrehozni.
- Továbbá a saját eredményeink a teljes munkaerőpiacra vonatkozó eredményeket tartalmazzák, azaz a teljes gazdaságban jönnek létre új munkahelyek a munkaerőpiaci átrendeződés (elszívás) mellett.
 - o Ezzel szemben az idézett tanulmány az építőiparra és a közvetlen beszállítókra publikálja az eredményeket.

Amennyiben külön vizsgáljuk csak az építőipar foglalkoztatottságát, a hatások nagyságrendileg megfeleltethetők egymásnak, a realizálható hatás véleményünk szerint mégis az elszívással együtt publikálandó. .

3.2.1. Államháztartási hatások

A fogyasztásokban bekövetkező változások ugyanakkor a direkt és indirekt adókon (Isd. melléklet) keresztül hatnak az államháztartás bevételi oldalára is. Mivel a számítások nem érintették a kormányzat kiadási oldalát, ezért összességében többletbevételeket tudunk kimutatni az egyenlegben, melynek a szimulációs időszakra vetített átlagos értékeit az 5. táblázat tartalmazza. Kiemelendő, hogy az építőipari kereslet ezen irányú hatása a program végével, az utolsó 4 évre nulla, ugyanis nincs többletkereslet, mely az átlagos hatást mérsékeli.

5. táblázat A felújítási program GDP arányos államháztartási folyó egyenlegre gyakorolt átlagos hatása (% pont)

	MID szcenárió	DEEP szcenárió
Építőipari kereslet	0,110	0,116
Fogyasztásváltozás	-0,018	-0,018
Összesen	0,092	0,098

Forrás: Saját számítás

3.2.2. A számítások korlátai

Mint minden más (közgazdasági) modell, a HÉTFA CGE modell is valóság egy leegyszerűsített mása, így nem tudtunk minden releváns tényezőt implementálni, számításba venni.

A modell nem képes jelen állapotában kezelni a területiséget, azaz az egész országot egy mutatóra aggregálva végzi a számításokat. Éppen ezért nem tudjuk a modell alapján megmondani, hogy a felújítási program hogyan hatna Magyarország különböző területein. Ugyanakkor feltételezhetjük azt, hogy az építőipari költségek annak megvalósulási környezetében fejtik ki a hatásukat, azaz legnagyobb mértékben az adott területi egységen növeli meg mind a GDP-t, mind a foglalkoztatottságot. További különbségeket okozhat, hogy a közműszolgáltatók, bár nagyobb területen, de regionális szolgáltatók, azaz ahol az országosan számítottnál (2%) nagyobb mértékben újulnak meg az ingatlanok, ott jobban kimutatható lesz a fogyasztás csökkenése.

Továbbá a CGE modellek legfontosabb hatásmechanizmusa az árváltozások által indukált helyettesítések okozta szerkezetváltozások hatásának számszerűsítése. Ugyanakkor az energetikai szektorban erős az árszabályozás, azaz az árak nem szabadon, a piaci folyamatok függvényében alakulnak. A modellnek azonban nem is célja az árszabályozás jelenlétének szimulációja.

A modell nem foglalkozik a társadalmi csoportok közötti különbségekkel. A standard közgazdasági megközelítések szerinti reprezentatív háztartás viselkedésének modellezése van implementálva a modellbe. Ugyanakkor a valóságban a különböző státuszú társadalmi csoportoknak más és más lehet például a fogyasztói kosara. Alapvetően azt feltételezzük, hogy a lakásenergetikai korszerűsítésből származó megtakarításokat a reprezentatív háztartás arányosan osztja szét a többi ágazat között.

Elképzelhető ugyanakkor, hogy a szegényebb rétegek ezt inkább például élelmiszerre, vagy egyéb életminőséget javító irányba költenék el. Ez némileg szintén módosíthatja a nominális eredményeket.

3.2.1. A modellezés keretében felhasznált számok a HKÉF tükrében

Az elemzés során sokszámításainkat összevetettük a KSH 2018-as, Háztartási költségvetési és életkörülmény című adatfelvételében (HKÉF) szereplő válaszokkal. A modellben szereplő input-output táblák alapján 2015-ben a reprezentatív háztartás fogyasztásának körülbelül 5-6 %-át költi el a közmű szektorban, míg ez az arány a KSH adatfelvétele szerint a háztartások jövedelmének 10-a, azaz jelentősen magasabb. Ennek oka lehet egyrészt, hogy a háztartások túlbecsülik a rezsiköltségeiket. Ugyanakkor az önbevalláson alapuló adatok tartalmazhatják a feketén és/vagy szürkén beszerzett energiahordozókat is, mint például a tűzifát. A HKÉF-ben szereplő jövedelmi ötödök vizsgálata során az látható, hogy minél magasabb jövedelme van a háztartásnak, nominálisan annál többet költ energiára. Ugyanakkor a teljes jövedelmük hányadában ez a szám csökken, azaz a nagyobb jövedelemmel rendelkezők jövedelmük kisebb százalékát költik rezsiköltségekre.

Adatelemzési szempontból korlátozottan tűnnek megbízhatónak a HKÉF lakásfelújítási költségekre vonatkozó kérdéseire adott átlagos válaszártékek. A válaszártékek átlaga 550 ezer és 1,2 millió forint között ingadozik, jövedelmi ötödektől függően. Ezekből a legnagyobb tétel a „Vásárolt termékek, forint Lakás, ingatlan korszerűsítés anyagköltsége”, de jelentős a gáz és vízvezeték munkadíja is, míg a villanyszerelés munkadíja relatíve kis részt tesz ki a teljesből. Ugyanakkor megjegyzendő, hogy egyrészt nagy arányban hiányoznak válaszok mind a tipológiák, mind a jövedelmi kategóriák esetén. Illetve az adott csoportosításon belül az értékek nagy variabilitást mutatnak.

Ez a különbség különösen a jövedelmeknél érdekes, ahol a két alsó ötödbe tartozó háztartások költik átlagosan a legtöbbet felújításra. Magyarázat lehet az, hogy, főként a második ötödben már van elég tőke felújításra, és van olyan ingatlan, amire ezt el is lehet költeni. A vagyonosabb rétegnek ekkor azonban átlagosan jobb minőségű az ingatlanuk, így kevesebbet költenek felújításra. Ez azonban ellentmond várakozásainknak, így további kutatást igényelne ennek a mintázatnak a magyarázata.

A számítás során nem foglalkoztunk továbbá azzal, hogy a felújítások forrása honnan keletkezik, mekkora támogatást kapnak a háztartások. Jelen esetben ez felfogható úgy, mint a teljes, vissza nem térítendő támogatás, ugyanis a kereslet gazdaságba a sokkon keresztül, exogén módon kerül be. A valóságban ezeket az eredményeket árnyalhatja a támogatási intenzitás, ahol a háztartásoknak bizonyos mértékű önrészt is lehet, hogy rá kell fordítaniuk a felújításra. **A program részletes kidolgozása során érdemes lehet a támogatási intenzitás társadalmi helyzettől, felújítandó ingatlan állapotától függő differenciált támogatási intenzitás definiálása.**

4. Költség-haszon elemzés

4.1. Energiamegtakarítás

Ebben a fejezetben megvizsgáljuk azt, hogy egy átlagos háztartás szintjén megtérül-e az energetikai korszerűsítés. Alábbiakban a finanszírozási feltételek módosításaival felvázolunk néhány scenáriót, melyek a potenciális megtérülést befolyásolhatják.

4.1.1. Nettó jelenérték

Ehhez a költség-haszon elemzéshez standard nettó jelenérték (NPV) számításokat végzünk mind a költségekre, mind a megtérülésekre. A jelenérték képlete a következő:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

Ahol:

- t az adott pénzáram időpontja
- C_t a t évi pénzáram
- n a teljes időtáv hossza
- r a diszkonttényező

Azaz az évtől függő mértékben diszkontáljuk az adott évi pénzáramot, majd ezeket a diszkontált értékeket összegezzük. A kamatláb mértékének az egyébként standard 4%-ot választottuk.

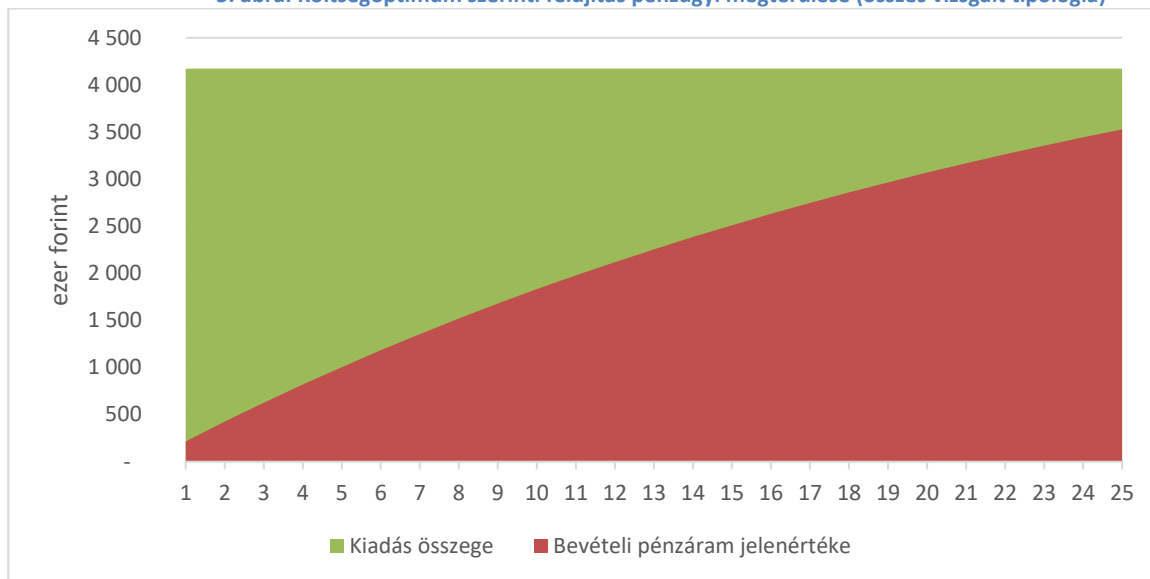
4.1.2. Pénzáramok azonosítása

A kiadási pénzáram azonosításához a CGE számítás során elvégzett számításokat vesszük alapul, azaz az 56 000 illetve 69 000 forintos négyzetméterárat vesszük alapul a felújítás költségének. Ez a kiadás az első évben keletkezik, majd az energiamegtakarításnak megfelelő mértékekkel alacsonyabb lesz a háztartás energiaköltsége. Az alábbi ábrákon egyrészt ábrázoljuk a kiadás szintjét, illetve a bevételi pénzáram gördülő összegét, jelenértékre számítva. Az ábra alapján akkor térül meg egy ilyen felújítás, ha az ábrázolt időszakon belül a bevételek jelenértéke átlépi a kiadás szintjét. Ezt minél hamarabb teszi meg, az időszakra vonatkozó diszkontált haszon annál magasabb lesz.

4.1.2.1. Összes tipológia, költségoptimális felújítás

Számításaink szerint az átlagos négyzetméter a kiválasztott tipológiák esetén 74,51 négyzetméter, azaz egy ingatlan költségoptimális szintre történő, teljeskörű energetikai korszerűsítése átlagosan 4,172 millió forintba kerülne. A felújítási szint elérését követően az energiaköltségei az adott átlagos háztartásnak éves szinten 225 817 forinttal csökken. 25 évre vonatkozóan a megtakarítás pénzáramának jelenértéke 3,527 millió forint, azaz az összes tipológiára vonatkozóan támogatás nélkül, csak önerőből, átlagosan nem térül meg egy ilyen mértékű energetikai korszerűsítés a háztartások számára.

5. ábra: Költségoptimum szerinti felújítás pénzügyi megtérülése (összes vizsgált tipológia)



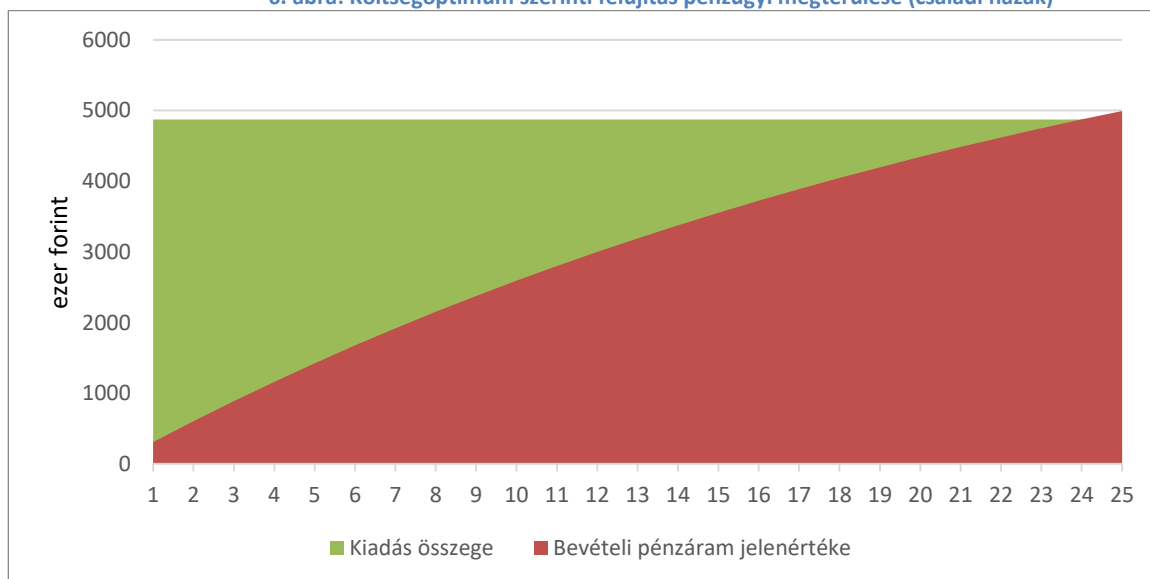
Forrás: Saját számítás

4.1.2.2. Családi házak költségoptimális felújítása

Számolni kell azzal a tényezővel, hogy egészen más tulajdonságokkal bír egy családi ház, mint egy társasház. Mások az átlagos méretek, illetve az energiafogyasztás csökkenésének mértéke is. Éppen ezért megvizsgáltuk a pénzügyi megtérülést csak az 1-8 tipológiára vonatkozóan is. Ekkor az átlagosan magasabb alapterület miatt némileg magasabb a felújítás teljes költsége, ugyanakkor jelentősen nagyobb az energiamegtakarítási potenciál, éves szinten átlagosan 319 612 forint.

Ekkor a 24. évben már a bevételi pénzáram jelenértéke magasabbá válik, mint az első éves kiadás, azaz ezen az időintervallumon belül megtérül. Ezt követően a háztartásnak nettó haszna származik a felújításból.

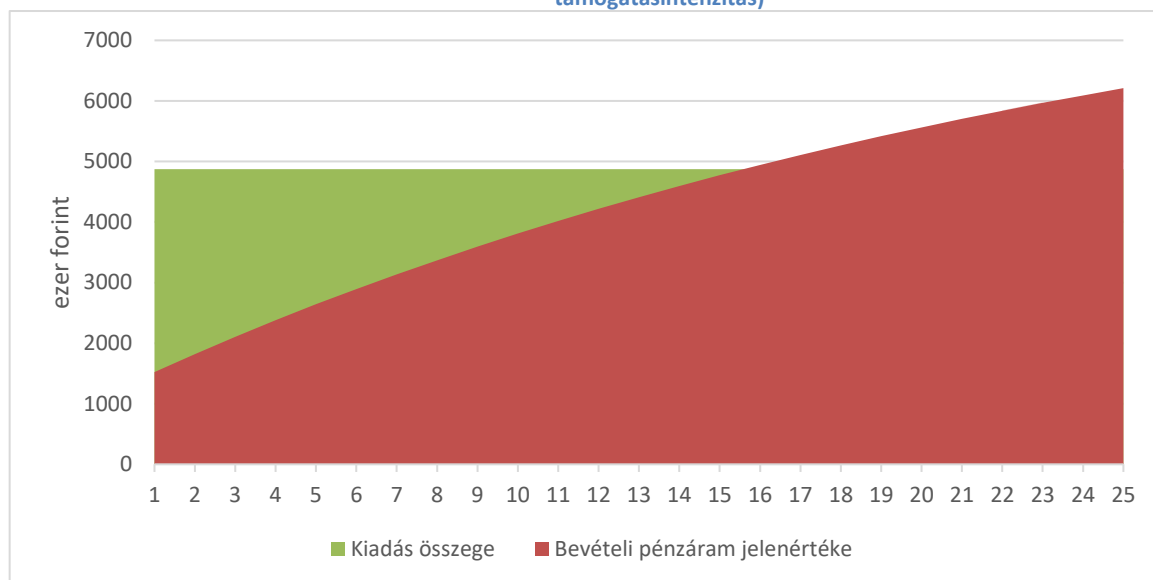
6. ábra: Költségoptimum szerinti felújítás pénzügyi megtérülése (családi házak)



Forrás: Saját számítás

Ugyanakkor, ha csak a bekerülési költség 75%-át kellene az adott háztartásnak a felújításra elköltenie, úgy, hogy a rákövetkező évben a 25%-át visszatérítené az állam, a megtérülés jelentősen hamarabb, már a 16. évet követően pozitív lenne. Ekkor összességében a bejövő pénzáram jelenértéke a teljes időszakra vonatkozóan 6,211 millió forint, szemben a 4,873 millió forintos költséggel.

7. ábra: Költségoptimum szerinti felújítás pénzügyi megtérülése (családi házak, 25%-os támogatásintenzitás)



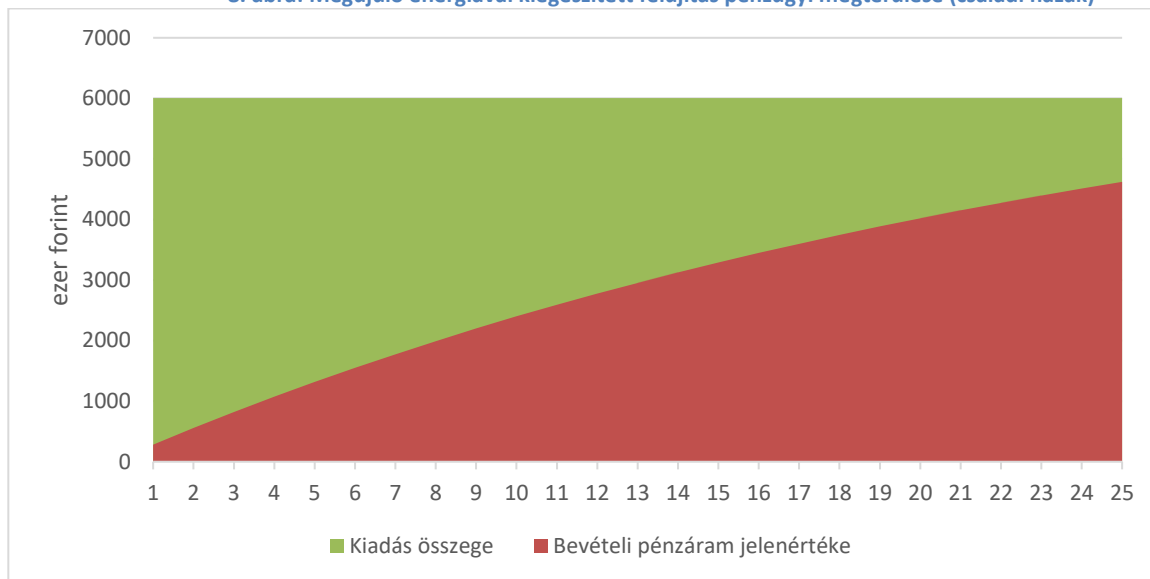
Forrás: Saját számítás

4.1.2.3. Családi házak megújuló energiával kiegészített felújítása

A megújuló erőforrások használatának beépítése a felújításba egyrészt megnöveli a költséget, 69 000 Ft/négyzetméterre, másrészt az átlagos megtakarítás éves összege is alacsonyabb, mindössze 295 831 forint a magasabb költségű biomassza következtében. Ekkor a beruházás önmagában nem térül meg a vizsgált időintervallumon belül, 6 millió forintos költség áll szemben 4,621 millió forintos haszon jelenértékkel. Ez az eredmény egybecseng a Faluház lakásaival kapcsolatos kutatás (Horváth , Kiss, & McLean , 2013) következtetéseivel, ahol a vizsgálatot végzők szintén arra a következtetésre jutottak, hogy támogatás nélkül az energetikai korszerűsítés nem térül meg a háztartások számára.

A felújítás abban az esetben lenne jövedelmező a háztartás számára, ha ennek a különbözetét, azaz jelenértéken körülbelül 1,4 millió forintnyi támogatást kapna a háztartás, mely a teljes költség 23%-a. A magasabb támogatási intenzitás a megtérülés évét is előrébb hozza.

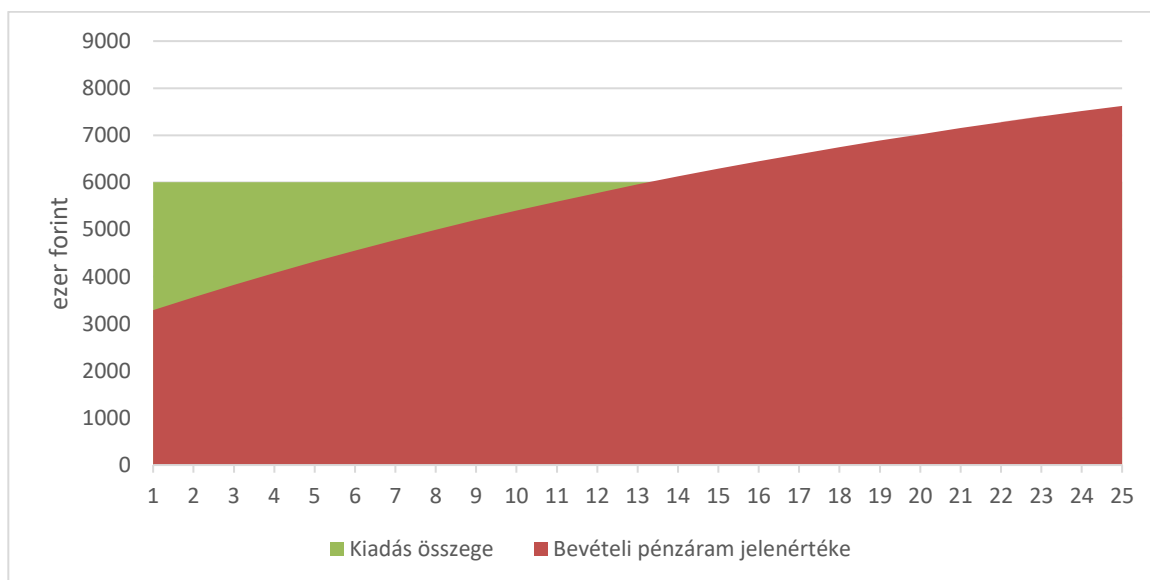
8. ábra: Megújuló energiával kiegészített felújítás pénzügyi megtérülése (családi házak)



Forrás: Saját számítás

Amennyiben feltételezzük, hogy a vizsgált háztartás az otthonfelújítási támogatást⁸ arra használja fel, hogy megújulóval energiaforrás beépítésével együtt újítsa fel ingatlanát, akkor a felújítást követő 13. évben már megtérül a beruházása. Mivel egy ilyen felújítás esetén számunkra nem ismert az anyag és a munkaerő költségének megoszlása, ezért úgy számoltunk, hogy a felújítási költség felét teljes egészében meg tudja kapni a háztartás. Egy ilyen támogatási konstrukciónak a nettó haszna magasabb a háztartás számára, mint a megújuló nélkülinél bemutatott hipotetikus szcenárió esetén.

9. ábra Megújuló energiával kiegészített felújítás pénzügyi megtérülése támogatással (családi házak)



Forrás: Saját számítás

⁸ http://www.allamkincstar.gov.hu/hu/lakossagi-ugyfelek/otthonfelujitasi_tamogatas_altalanos_tajekoztato

A 6. táblázatban megközelítő számításokat végzünk arra vonatkozóan, hogy a megújuló energiával kiegészített családi házak felújítása milyen időtartamon belül térül meg. Mint az látható, legalább 25%-os támogatások mellett térül meg belátható évek alatt, mely időtartam a támogatási intenzitás növekedésével közel arányosan csökken.

6. táblázat Család házak megújulóval történő felújításának megtérülésének éve támogatási intenzitásenként

Támogatási intenzitás (%)	Megtérülés időtartama (év)
0	25+
5	25+
10	25+
15	25+
20	25+
25	24
30	21
35	19
40	17
45	15
50	13
55	11
60	10
65	8,5
70	7
75	5
80	4,5
85	3
90	2
95	1
100	1

Forrás: Saját számítás

4.2. Komfortosabb lakások

Ahogy láhattuk, a lakóépületállomány felújítása számos társadalmi-gazdasági haszonnal jár. Ezek közül az egyik legfontosabb, hogy az energiahatékonyság javítását célzó beavatkozások a komfort növelése és a külső körülményekhez való jobb alkalmazkodóképesség révén képesek javítani az abban élők egészségét.

A ház fizikai állapota befolyásolja a benne élők egészségi állapotát. A beltéri levegőt és környezetet számos anyag szennyezheti, például az építőanyagok, a fűtési berendezések égéskor keletkeztetett melléktermékei, vagy a kintről cipőn és ruhán behozott kórokozók. Az elavult fűtőberendezések és nem megfelelő fűtőanyagok nitrogén-oxidokkal és kén-dioxiddal mérgezik a levegőt, a nem megfelelő égés pedig szén-monoxidot eredményez. A nyirkos levegő és penész pedig légzőszervi megbetegedésekhez vezethet. (Howden-Chapman, 2004)

A megbetegedések kockázatát növelheti a lakások túlszűfolttsága is, amely révén a cseppfertőzéssel terjedő betegségek könnyebben terjednek, de szintén hat a mentális állapotra is. A lakhatási körülmények javítása tehát közegészségügyi kérdés is, mégis kevés az arra vonatkozó tanulmány, amely kizárólag a felújításoknak az otthlakók egészségügyi állapotára vonatkozó hatásával foglalkoznának. Az mindenesetre már bizonyított tény, hogy a megfelelő szigetelés és a hatékony fűtőberendezés javítja a lakók egészségi állapotát és jólétét, gyermekek esetében pedig csökkenti az asztmás megbetegedések számát. (Howden-Chapman, 2004)

A lakóépületek korszerűsítésének az egészségre gyakorolt hatásával foglalkozott részletesen egy új-zélandi tanulmány (Barnard, Preval, & Howden-Chapman, 2011), amely egy állami lakóépület felújítási program hatásait vizsgálta.

Új-Zélandon 2011-ben a lakóépületek 84%-a korszerűtlen szigeteléssel rendelkezett, ezért bevezettek egy támogatási formát a 2000 előtt épült házak lakói számára. Ezt a támogatást utólagos szigetelésre, padlószigetelésre vagy vízzáró réteg elhelyezésére, vagy a fűtőberendezés cseréjére lehetett felhasználni. A cél elsősorban az ország energiahatékonyságának növelése és az energiamegtakarítás volt, de a komfort növelését és a lakosság meghatározott célcsoportjainak (elsősorban a légzőszervi betegségben szenvedők) egészségügyi állapotának javítását is szolgálta.

A program keretein belül 46 655 lakóház került felújításra, a kutatók ennek a felújítási hullámnak az egészségügyi hatásait vizsgált. A kutatók számára rendelkezésre álltak olyan korábbi tanulmányok, amelyek már bizonyították a lakhatási körülmények és az egészségügyi állapot közötti kapcsolat meglétét. Az egészségügyi kockázat a lakások nem megfelelő hőmérsékletéből fakadnak; ez nyáron és télen is okozhat egészségügyi problémákat, a kockázat azonban a hideg évszakban magasabb. Az egészséget emellett más módon is befolyásolja, hiszen a háztartások az energiára költött pénzt nem tudják más, az egészségi állapotot befolyásoló dologra költeni (mint például az egészséges ételkészítés). A hideg házak főként a gyermekek, idősek és betegek számára okoznak fiziológiai megterhelést, de bármilyen korcsoport tagjai kockázatnak vannak kitéve, amennyiben idejük nagy részét beltéren töltik. A nem megfelelően fűtött házak nagyobb valószínűséggel válnak nyirkossá, penészesé, amelyek légzőszervi megbetegedésekhez (leggyakrabban asztmához) vezethetnek.

Az új-zélandi kutatás egyik legfontosabb következtetése, hogy a felújítás révén jelentkező pozitív egészségügyi hatások akkor lesznek jelentősek, ha a felújítási program megfelelően célzott, ebben az esetben a lakhatási körülményekbe való befektetés jelentős megtakarítást eredményezhet az államháztartás egészségüggyel kapcsolatos kiadásaiban és jelentősen javíthatja az emberek életminőségét, életszínvonalát.

A tanulmány készítői kohorszvizsgálat formájában vizsgálták a beavatkozásoknak az egészségügyi hatását. A kezelt csoportot azok a házak alkották, amelyek a program keretében utólagos szigetelést kaptak, míg a kontrollcsoportba azon házak lakóit tették, amelyeken nem történt beavatkozás. A vizsgálatba bevont személyek esetében a kórházi ellátások számát és a felírt gyógyszereket vizsgálták. A kórházi kezeléseken visszaesés történt a kezelt csoport tagjai körében, az eltérés ugyanakkor nem volt szignifikáns. A legnagyobb visszaesés az asztmával kapcsolatos kórházi kezelések számában következett be. A keringési betegség miatt a beavatkozást megelőző időszakban kórházban kezeltek

körében a halálozás szignifikánsan alacsonyabb volt, mint a kontrollcsoportban. A kutatók becslése szerint a felújítási program mintegy 18 halálesetet előzött meg azon 65 évnél idősebbek esetében, akik keringési zavar miatt kórházi kezelésre szorultak a beavatkozást megelőzően (a kezelt csoportban 958 ilyen személy volt, és 51-en haltak meg a beavatkozást követően, a halálozások száma a felújítások nélkül tehát 69 lett volna).

A kutatók számszerűsítették is a halálozások visszaeséséből származó hasznot. Egy új-zélandi életév árát 150 ezer dollárban határozták meg. A kohorszon belül 1000 háztartásra 0.852 megelőzött haláleset jutott a beavatkozást követő évben. Feltételezve, hogy az elhunyt személy az év felénél halt volna meg, az egy háztartásra jutó, elmaradt halálozásból eredő megtakarítás évi 63,96 dollár volt. Az érintett alkohorsz átlagéletkora 76,6 év volt, feltételezve, hogy 87,5 évesen halnak meg, az egy háztartásra jutó, felújításnak tulajdonítható megtakarítás összesen 1051,78 dollár volt.

A kórházi kezelések elmaradásából eredő megtakarítás 9,15 dollár volt havonta háztartásonként. Keringési zavarokkal rendelkezők esetében 7,13 dollár, légzőszervi megbetegedésben szenvedők esetében 9,82 dollár, asztmás betegek esetén 10,75 dollár megtakarítás jutott egy háztartásra havonta. A gyógyszerköltségekkel kapcsolatos megtakarítások mértéke ennél alacsonyabb mértékű (0,92 dollár/háztartás/hó) volt.

4.3. Szegénységgel összefüggő hatások

A lakhatási szegénység és a nem megfelelő lakhatási körülmények a lakók életének más aspektusaira is kihatnak, felerősítve olyan problémákat, amelyek az élet más területein is akadályozhatják a boldogulást.

Ilyen aspektus az iskolai részvétel és teljesítmény. A COVID-19 járvány nyomán beálló távoktatás hatásai kapcsán egy két hullámban zajló magyar kutatás rávilágított, hogy a jobb szocioökonómiai státuszú szülőök gyerekei jobb teljesítményt voltak képesek elérni a digitális oktatás időszakában (Keller & Kiss, 2020). A tapasztalatok azt mutatják, hogy a rosszabb helyzetű háztartásokban élő gyerekeknek sok esetben nem áll rendelkezésre olyan tér az otthonában, ahol nyugodtan és megszakítás nélkül tud részt venni az órákon vagy tanulni.⁹ Egy új-zélandi kutatás azt vizsgálta, hogy milyen kapcsolat van a gyerekek épített környezetének állapota és az iskolai részvételük között (Free, Howden-Chapman, Pierse, & Viggers, 2009). A tanulmány asztmás gyerekekre fókuszál, akik esetében korábbi kutatások egyértelmű összefüggést tártak fel a betegség és az iskolai hiányzások között. A tanulmány rámutat, hogy azon asztmás gyerekek körében, akiknek otthonában nem szennyezi a beltéri levegőt a fűtési rendszer, csökkent az iskolai hiányzások száma.

Egy másik riport a mobilitásra gyakorolt hatás és az iskolai részvétel kapcsolatát is bemutatja. (Schweitzer & Tonn, 2002) Érvelésük szerint a magas rezsizámlák (melyek oka a rossz energiahatékonyság) ahhoz vezethetnek, hogy a lakók akaratuk ellenére kénytelenek költözni (akár azért mert kikapcsolják náluk a közműveket, akár azért, hogy ezt elkerüljék). A gyakori(bb), nem tervezett költözések, lakóhelyváltogatások hozzájárulhatnak a korai iskolaelhagyáshoz.

⁹ Bővebben lásd: <https://g7.hu/kozelet/20210114/olyan-lemaradast-okoz-az-iskolakban-a-tavoktat-as-amit-hosszu-evek-alatt-lehet-csak-ledolgozni/>

Az alacsonyabb jövedelmű háztartások esetében a lakhatási költségek (lakbér, hiteltörlesztés, rezsi, fenntartási, javítási költségek) a jövedelmük nagyobb részét teszik ki, mint a magasabb jövedelmű háztartások esetében, így egyértelmű, hogy a nem megfelelő lakhatási körülmények (melyek alacsony jövedelmű háztartások esetében nagyobb eséllyel állnak fenn) olyan helyzetet teremtenek, ahol a lakhatási költségek kifizetése után a háztartásnak kevés jövedelme marad (Tunstall, és mtsai., 2013)). Ennek következtében a jövedelmi szegénység, és az anyagi depriváció nagyobb eséllyel sújtja ezeket a háztartásokat.

Bizonyítékok támasztják alá azt is, hogy a munkanélküliség és a lakhatási körülmények között kapcsolat áll fenn (Schweitzer & Tonn, 2002) (Tunstall, és mtsai., 2013). Az érvelés úgy szól, hogy a magas bérleti díjak és lakásfenntartási költségek ellenősztönzőként hathatnak a (további) munkavállalásra – mivel ahhoz, hogy a többletbevétel érzékelhető különbséget jelentsen a szabadon elkölthető jövedelemben, a magas lakhatási költségek miatt olyan mértékű jövedelemnövekedés lenne szükséges, amelynek elérése nem feltétlenül lehetséges. Emellett a rossz minőségű lakások sok esetben olyan környéken, közösségben, településen találhatók, ahol kevés munkalehetőség és ritkás szociális háló a jellemző, vagy pedig gondot okoz a közlekedés, melyek mind gátjai lehetnek a munkavállalásnak.

4.4. Szén-dioxid kibocsátás csökkenése

A felújítási scenáriók eddig bemutatott számításai mellett, a KEOP-7.9.0 adatbázisának segítségével, az ingatlanok 2%-ának felújítása révén keletkező CO₂ kibocsátás várt csökkenése is megbecsülhető. A 6. táblázatban az adott tipológiához és felújítási szinthez tartozó CO₂ kibocsátások láthatók. Jól látható, **hogy a költségoptimális szint elérése minden tipológiában körülbelül 2/3-ára csökkenti a kibocsátást.** Megújulóval történő felújítás során a családi házaknál közel nullára csökkenthető ez az érték, míg a társasházak esetén is kimutatható csökkenést eredményezhet.

A felújítási scenáriótól függően a 10 éves megújulási időszak végére az ország CO₂ kibocsátása 766 671, vagy akár 996 973 tonnával csökkenhet. Ennek a számításnak az értékelésekor tekintettel kell lenni arra, hogy ez egy top-down módszerrel (az összes kibocsátás ismeretében kerültek leosztásra az egyes tipológiákra vonatkozó emissziós értékek) készült számítás, másrészt a felújítások révén jelentősen megváltozik a háztartások energiafogyasztási szerkezete, ezen tényezőket a számítás pedig nem veszi figyelembe.

6. táblázat: CO₂ kibocsátás mennyisége tipológiánként és felújítási szintenként (kg/m²)

Tipológia	Eredeti állapot	Költségoptimális	+ megújuló
1	0,6	24,23	1,04
2	4,9	24,7	1
3	7,2	23,2	1
4	0,7	23,1	1

5	1,8	23,7	1
6	7,4	21,7	0,7
7	9,4	22	1
8	3,5	20	0,6
13	7,8	21,5	18
14	6,3	17,9	11
17	2,9	20,2	18
18	4,9	16,1	12
19	3,6	15	11,2
20	9,9	16,9	15,9
21	2,6	19	17,4

Forrás: Saját számítás

4.5. Levegőminőség változása

Magyarországon a szállópor kibocsátás túlnyomó többségeért a háztartások felelősek. A szállópor koncentrációja a téli hónapokban rendre megnövekszik. Ennek elsődleges oka a háztartások nem hatékony energiafelhasználása, valamint a szilárd tüzelőanyaggal (vizes tűzifával, szénnel, lignittel, illetve sok esetben a legkülönbözőbb fajtájú hulladékokkal) történő fűtés.

Számításaink során abból indulunk ki, hogy a rossz levegőminőség az emberi életre úgy fejt ki hatást, hogy a rossz levegőminőségnek jobban kitett emberek másokhoz képest hamarabb halnak meg, azaz nemzetgazdasági szinten értékes életéveket veszítünk el. A továbbiakban ezt az értéket (a nemzetközi szakirodalommal összhangban) az emberi élet statisztikai értékének (value of statistical life, VSL) fogjuk nevezni.

4.5.1. Az emberi élet értéke

Ahhoz, hogy az életévekhez értéket rendeljünk, az OECD (2012) tanulmány által lefektetett számítási alapot használjuk fel. A szervezet kiadványában az egyének fizetési hajlandóságát (willingnes to pay, WTP) térképezték fel azzal kapcsolatban, hogy mennyit lennének hajlandók fizetni azért, hogy egy bizonyos egységgel csökkenjen a légszennyezés miatti korai halálozás valószínűsége.

Formálisan a következő algebrai problémát elemezték:

$$EU(y, r) = (1 - r)U(y)$$

A fenti képletben az EU definiálja a tetszőleges egyéni hasznosságfüggvényt, amely egyrészt függ a fogyasztásból eredő hasznosságától, $U(y)$, és az adott periódusban való meghalás valószínűségétől, r -től. Az, hogy az egyénnek mennyit ér meg az, hogy csökkentse a halál valószínűségét, azaz mennyit lenne hajlandó fizetni érte, a WTP jelöli. Formálisan:

$$EU(y - WTP, r') = EU(y, r)$$

Ekkor a VSL a helyettesítési határrátája a két jószágnak, azaz a fogyasztásnak és a halálozási esélynek, azaz:

$$VSL = \delta WTP / \delta r$$

A tanulmányukban felhívják arra a figyelmet, hogy ez nem konkrétan az egyéni ember életének az értéke, hanem az egyéni kockázatcsökkentési értékek felaggregálása. Összesen 92 tanulmány 1 095 értékét szintetizáltak, ezek alapján határozták meg több országcsoportra vonatkozóan az alapértékeket, melyeket a következő táblázat tartalmaz.

7. táblázat: Az emberi élet statisztikai értéke (VSL) az egyes országcsoportokban

Országcsoport	Ajánlott VSL (millió, 2005-ös áron)
OECD	3,615 US\$
WHO európai régiója	2,487 €
EU-27	3,387 €
EU-28	3,371 €

Forrás: OECD

Ahhoz, hogy az országcsoportokhoz meghatározott értékekből országspecifikus értéket kapjunk, jelen tanulmány esetén Magyarországra vonatkozóan, a következő képletet használtuk fel, melyet például mind az OECD (2012)-ben, mind Markandya és szerzőtársai (2018)-ban felhasználtak.

$$VSL_{HU,2019} = VSL_{EU27,2005} * \left(\frac{Y_{HU,2005}}{Y_{EU27,2005}} \right)^b * (1 + \% \Delta Y)^b$$

Ebben a képletben a VSL a korábban bemutatott érték, Y az egy főre jutó GDP, b a jövedelemrugalmasság, %ΔY pedig a növekedési ráta. A b által jelölt jövedelemrugalmasság értékének az OECD ajánlása alapján 0,8-at határozunk meg, azaz a jövedelem növekedésénél kisebb mértékben nő a VSL. A számítás alapján Magyarországra vonatkozóan 2,910 millió USD, átszámítva körülbelül 886 millió forint egy emberi élet statisztikai értéke. Ezt az értéket számos kritika érte, többek között az, hogy az ezen felüli morbiditási költségek nem jelennek benne, ezért Narain és Sall (2016) egy 10%-os korrekciót (*markup*) definiált több tanulmány szintetizálásával, mely megfeleltethető az addicionális morbiditási költségnek. Így az egyének önértékelésén alapuló összérték Magyarországra vonatkozóan - a korrigálva kiszámított VSL - 3,2 millió dollár, azaz körülbelül 974,734 millió forint, tehát ennyi egy átlagos emberi élet statisztikai értéke hazánkban.

4.5.1.1. Levegőminőségből eredő kár

Ebben a fejezetben a számított VSL segítségével meghatározzuk, hogy évente mekkora nemzetgazdasági szintű kár éri Magyarországot az elvesztett életévek miatt. A kettő legjelentősebb károsanyagra számított életévcsökkenéshez a már korábban bemutatott, EU által számított értékeket használjuk fel. Ezt a KSH által publikált várható élettartammal elosztva (79,33) megbecsüljük az évente elvesztett emberélet számát, mely összesen 1796,29 fő. Ezt felszorozva az élet értékével, megkapjuk, hogy egy évben mekkora a veszteség, mely összesen számításaink szerint 1 751 milliárd forint, azaz a

2019-es GDP¹⁰ körülbelül 3,7%-a. A legnagyobb kárt a PM2.5 okozza, mely önmagában az összes GDP hatás körülbelül 90%-át okozza, így az elemezhető kettő anyag közül ezt lehet a legértelmesebb csökkenteni, a relatív változások itt lehetnek a legnagyobbak.

8. táblázat: Az egyes légszennyezőanyagok által okozott nemzetgazdasági kár összege és GDP-hez viszonyított aránya

Károsanyag	Elvesztett életévek száma ^a	Elvesztett emberéletek száma ^b	VSL veszteség (millió HUF)	2019-es GDP arányában (%)
PM2,5	129 400	1631,16	1 589 948	3,35
NOx	13 100	165,13	160 960	0,34
Összesen	142 500	1796,29	1 750 908	3,69

a: (EEA, Air Quality in Europe - 2019 report, 2019) alapján

b: (EEA, Air Quality in Europe - 2019 report, 2019) alapján

Ugyanakkor figyelembe kell venni, hogy a számítási módoktól nagyban függ az, hogy milyen hatásokat kapunk. Számít mind a figyelembe vett károsanyagok (több károsanyag figyelembevétele nagyobb károkat eredményez), a légszennyezés okozta kár (életév vagy emberélet) számításának módja, illetve a VSL meghatározásának képlete is, ugyanis az általunk használaton túl léteznek egyéb változatok, megközelítési módok is.

A számítások során nem vesszük figyelembe az országon belüli területi különbségeket, a népsűrűségből, ipari szerkezetből, illetve az adott régió társadalmi-gazdasági helyzetéből adódóan ugyanis a költségeket tekintve jelentős heterogenitás van. Ezen területi aspektus vizsgálata a számításaink körén kívül esik.

4.5.1.2. Felújítási program hatása

A veszteségek mértékét visszaosztva a kibocsátott károsanyag mennyiséggel megkapjuk egy tonna szállópor vagy nitrogénoxid költségét, mely az elvesztett emberéletekből következik. Ez alapján egy tonna PM2,5 körülbelül 33 millió forintos, a nitrogénoxidok pedig 1,2 millió forintos nemzetgazdasági szintű veszteséget okoz.

Felhívjuk a figyelmet a tipológiákhoz rendelt szállópor kibocsátásra vonatkozó adatok korlátozott megbízhatóságára, ugyanis a kibocsátások és azok változásai a teljes ingatlanmintát vizsgálva rendkívül magasak (összehasonlítva például a KSH légszennyező anyagok kibocsátására vonatkozó adatival). Számos oka lehet ennek az eltérésnek:

- sok épület nincs kifűtve vagy szakaszosan használják;
- a top-down modell megbízhatósága is kérdéses főleg az illegális tűzifa használat tekintetében;
- a számítási modell az eddigi tapasztalatok szerint kissé felülbecsül (maximum 10%);
- az energetikai felújítás már a költségoptimális felújítási szinten is jelentős szerkezetbeli változás, ugyanis ekkor mindenki átvált kondenzációs/alacsony hőmérsékletű kazánra.

¹⁰ A tanulmány készítésének időpontjában a 2019-es GDP-re vonatkozóan csak előzetes adatokkal rendelkezünk.

Éppen ezért a KEOP-7.9.0 számainak felhasználása mellett külön kiszámítjuk azt is, hogy mennyivel csökken a nemzetgazdasági kár a korai halálozások elkerülése miatt, akkor, ha a háztartások károsanyag kibocsátása 1%-kal csökken.

Az évi 2%-os költségoptimális felújítási szint elérésével a KEOP-7.9.0 adatain alapuló számításaink szerint a lakásállomány évi 2%-ának megújulása után a PM2.5 kibocsátás 1 770 tonnával, míg az NO_x emisszió 92 tonnával csökken. Egy ilyen mértékű csökkenés azt jelentené, hogy a **levegőszennyezés okozta korai halálozások elkerülése miatt 59,148 milliárd forintnyi közvetett haszon keletkezik a gazdaságban, mely a 2019-es GDP 0,12%-a**. Megjegyzendő, hogy a fűtési mód váltás miatt nincs jelentős különbség károsanyag kibocsátásban akkor, ha valaki bevonja a megújuló erőforrásokat is.

A 2017-es kibocsátási számokat alapul véve, feltesszük, hogy sikerül a háztartások kibocsátását 1%-kal csökkenteni mind PM2.5, mind NO_x estén. Ez azt jelentené, hogy a kibocsátott PM2.5 mennyisége 414 tonnával, az NO_x-é pedig 284 tonnával csökken. Ezen csökkenés elérésével az elvesztett életek értéke 14,14 milliárd forinttal csökkenne, mely csökkenés a 2019-es GDP 0,029%-a.

4.6. Téli halálozás

4.6.1. A lakhatási körülmények és a halálozások közötti összefüggés

A köztudatban a fagyhalált gyakran a hajléktalan emberek problémájaként kezelik, az adatok azonban mutatják, hogy a kihűléses haláleseteknek kevesebb, mint egyötöde következik be közterületen. Magyarországon 2011-ben a halálesetek legnagyobb része, 57%-a otthon történt, vagyis a hideg a rosszul fűtött lakásokban szedi legnagyobb számban az áldozatait. (Koltai, 2013) Egy amerikai tanulmány is kimutatta, hogy a téli halálozási arány magasabb azok körében, akik régen épült, rossz minőségű, vagy semmilyen szigeteléssel nem rendelkező házban élnek. (NBER, 2019)

A téli halálozással kapcsolatban létezik egy elsőre paradoxnak tűnő jelenség: a relatíve melegebb országokban többen halnak meg telente, mint azokban az országokban, ahol a hideg nem számít extrém jelenségnek. Ez a jelenség több tényezővel magyarázható. Egyrészt, a hideg éghajlattal rendelkező országokban a háztartások kénytelenek elfogadni, hogy magasabb összeget kell fűtésre költeniük. Másrészt, szintén az éghajlatnak köszönhetően az építőanyagok hőhatékonysága jobb, harmadrészt, ezekben az országokban az ottélők több időt töltenek zárt térben, kint tartózkodáskor pedig a hideghez jobban alkalmazkodó ruházatot választanak. (Guertler & Smith, 2018)

A hideg éghajlattal rendelkező skandináv országok téli halálozási statisztikáját vizsgálva több tanulmány is arra a következtetésre jutott, hogy a lakhatási körülmények és a házak energiahatékonyságának növelése csökkenti a téli halálozások számát.

Svédországot és az Egyesült Királyságot összehasonlítva (Association for the Conservation of Energy, 2013), 2011/2012 telén az energiaszegénységhez köthető halálozás aránya az összes halálozáson belül magasabb volt a melegebb éghajlattal és alacsonyabb energiaárakkal rendelkező Egyesült Királyságban, mint Svédországban. Ennek magyarázat, hogy az Egyesült Királyságban közel kétszer akkora a rosszul szigetelt lakóépületek aránya, mint Svédországban, továbbá a svéd lakások falainak U-értéke (az építőanyagok hőmegtartó képességére utaló jelzőszám) átlagosan háromszor magasabb, mint a brit lakásoké.

Egy 2000-ben készült tanulmány (Clinch & Healy, 2000) Norvégia és Írország téli halálozási statisztikáit hasonlította össze. A norvég telek jóval hidegebbnek számítanak, mint az írországiak, ennek ellenére Norvégiában az átlagos beltéri hőmérséklet 21 Celsius-fok volt, míg egy ír otthonban csak 15. A kardiovaszkuláris és légzőszervi betegségekkel összefüggő halálozások száma nagyjából megegyezett a két országban a vizsgált időszakban, ennek ellenére Írországban a kardiovaszkuláris betegségekben szenvedők körében a téli halálozás 2,1-szeresére, légzőszervi betegségben szenvedők körében 1,4-szeresére nőtt a norvég értékeknek. A szezonális halálozások közötti különbségek egyik magyarázata, hogy az ír lakáskörülmények rosszabbak a norvégnál, aminek következtében a kinti hőmérséklet csökkenésének nagyobb hatása van a benti hőmérsékletre, ezáltal a megbetegedések és halálozások számára is.

A WHO becslése szerint (2011) az általa vizsgált 11 európai országokban (Magyarország nincsen köztük) évente 38 200 ember hal meg az alacsony beltéri hőmérséklet következtében, ami az épület rossz energiahatékonyságának, a háztartás társadalmi-gazdasági helyzetének, valamint a magas energiaárak együttes következménye. A szervezet szerint a probléma kezelése kétféle módon lehetséges: pénzügyi támogatással azon háztartások számára, amelyeknek nehézséget okoz az energiaköltségek kifizetése, valamint a rossz energiahatékonyságú épületek felújítása. Az első rövidtávon ható és szükséges megoldás, hosszútávon azonban a WHO utóbbit javasolja, kiemelve, hogy ezek a beruházások a klímaváltozás elleni küzdelmet is segíthetik.

4.6.2. A téli halálozások száma és költsége Magyarországon

A téli halálozási többlet évről évre változik, minél hidegebb a tél, annál magasabb. A hőmérséklet azonban a különbségnek csak egy részét magyarázza, a másik fontos tényező a járványoknak a hideg idővel való interakciója. Ezen tényezők kiküszöbölése érdekében általában 5 éves átlagot számolnak a téli többlethalálozások esetében. (Guertler & Smith, 2018)

Nehéz pontos információkat szerezni arról, hogy hány ember hal meg kihűlés miatt, aminek több oka is van. A halál oka sokszor ugyanis nem a kihűlés, hanem egy ezzel összefüggő betegség (például tüdőgyulladás), így nehéz megállapítani, hogy az alacsony hőmérséklet hogyan járult hozzá a halálozáshoz. Másrészt, mivel a kihűlés rendkívüli halálesetnek számít, bonyolultabb adatkezelést igényel, több lehetséges halálozási ok fennálltakor elképzelhető, hogy a kihűlést egyáltalán nem sorolják fel.¹¹

Egy 2014-ben publikált komparatív elemzés (Fowler, és mtsai., 2014) szerint Magyarországon 2002/2003, valamint 2010/2011 tele közötti időszakban összesen 43 067 fő volt a téli többlethalálozás, téli halálozási index¹² 11,3% volt. Ez jóval elmarad Bulgária (17%) és Románia (15,7%) értékeitől, ugyanakkor magasabb, mint a három másik visegrádi országban mért arány (Csehország 10,2%, Lengyelország 10,2%, Szlovákia 7,8%).

¹¹ https://avarosmindenkie.blog.hu/2013/02/17/fagyhalal_es_lakaspolitika_a_hianyzo_kapocs

¹² Excess Winter Death Index (EWDI): a december és március között bekövetkezett halálozások és a decembert megelőző, illetve márciust követő 4 hónap halálozásainak arányszáma

Kihűlés szempontjából a leginkább veszélyeztetett korosztálynak a 80 év felettiiek tűnnek, hiszen esetükben a jövedelmi szegénység és magány mellé gyakran rossz fizikai állapot is társul. Minden negyedik eset az 50-59 éves korcsoportban történik, míg a 40 év alattiak kevésbé számítanak veszélyeztetettnek kihűlés szempontjából. (Koltai , 2013)

A KSH adataiból látható, hogy a 40 év alattiak korosztályában valóban kisebb a kockázat, az elmúlt években kizárólag a legfiatalabb korosztályt nem érintette kihűlés miatti halálozás. 2015 és 2019 között évente átlagosan 226 ember halt meg „a túlságosan nagy hideg hatásai” miatt, vagyis a 2011-ben közölt 57%-os arányt (Koltai , 2013) alapul véve, évente átlagosan 129 ember halt meg annak következtében, hogy nem tudta fűteni otthonát.

9. táblázat: A "túlságosan nagy hideg hatásai" miatt elhalálozottak száma korcsoportok szerinti bontásban

	-14	5-39	0-59	0-x	Ism eretlen	Ö sszesen
2015	2		6	3	3	168
2016	2	2	3	51		236
2017	2		7	72		77
2018	2		9	56		59
2019	2		7	31	3	91
Átlag (2015-2019)			8	41	1	226

Forrás: KSH

Az energiaszegénység és a jelenség hozzájárulása a téli halálozási többletnek talán az angolszász országokban számít a leginkább kutatott témának. Egy 2018-as tanulmány rámutatott, hogy az Egyesült Királyságban évente átlagosan 32,2 ezer fővel többen halnak meg a decembertől márciusig tartó időszakban, mint az ezt megelőző, valamint az ezt követő 4 hónapban. Ennek a halálozásnak 10%-a köthető közvetlenül az energiaszegénységhez, vagyis olyan személyekhez, akiknek jövedelmükhöz képest aránytalanul sokba kerülne otthonuk melegen tartása. (Guertler & Smith , 2018)

Amennyiben a hazai téli halálozási többletet az említett brit módszertan alapján számítjuk hazánkban (december-március halálozási adatainak aránya az április-július és augusztus-november halálozási számainak feléhez), akkor magasabb számokat kapunk, mint a fagyhalál miatt meghaltak esetében. Az elmúlt 5 év téli többlethalálozásait vizsgálva, az átlag 6990 fő volt, ha az említett brit tanulmány (Guertler & Smith , 2018) módszertana alapján ezen többlethalálozások 10%-a, míg a WHO által kiadott becslés szerint 30%-a tulajdonítható a hideg otthonoknak (amelynek csak részhalmazát jelenti az energiaszegénység), ezek alapján még magasabb számhoz jutnánk. (WHO, 2011). Ezek alapján Magyarországon évente 700–2000 fő veszíti életét el télen az energiaszegénység következtében.

10. táblázat: A téli többlethalálozás alakulása Magyarországon, 2015-2020 (fő)

2015/2016	3593
2016/2017	13006
2017/2018	7083
2018/2019	6889

2019/2020	4379
2015-2020 összesen	34950
2015-2020 átlag	6990

Forrás: KSH heti halálozás adatok alapján saját számítás

A levegőminőség javulásának fejezetében felvázolt emberi élet statisztikai értékét fel tudjuk használni a jobb energetikai állapot miatt elkerült téli fagyhalálozás kárszámítása esetén is. Mivel a fagyhalálokat a KSH kor-intervallumonként közli, ezért a következő módszerrel számoltuk ki a nemzetgazdasági kárt:

- A 15-39 és 40-59 éves intervallum középpértékének vettük az elhunytak életkorát. Visszaszámítva a születés becsült évét, a KSH arra az évre közölt várható életkorával számoltunk;
- A 60-X-es korcsoportnál, mivel az intervallum középpértékét nem ismerjük. Továbbá a publikált évekre vonatkozóan ez a korcsoport már a várható élettartamának közelében járt, így erre a korcsoportra vonatkozóan nem számítottunk VSL veszteséget;
- Az ismeretlen korcsoportra vonatkozóan nem számítottunk VSL értéket.

Számításaink alapján az összes elvesztett teljes emberéletet, és az ehhez tartozó nemzetgazdasági kárt az alábbi táblázat tartalmazza. Ez alapján évente körülbelül 15-33 teljes életnyi életév veszik el, amelyhez a társított nemzetgazdasági kár 15-32 milliárd forint.

11. táblázat Fagyhalál okozta korai halálozások és értékük

	Elvesztett teljes életék (év)	VSL veszteség (mrd Ft)
2015	22,45	21,89
2016	28,11	27,40
2017	32,50	31,68
2018	30,63	29,85
2019	16,23	15,82

Forrás: Saját számítás

4.7. Ingatlan értékére gyakorolt hatás

Az energiahatékonyság és komfort növelését célzó lakásfelújításoknak az ingatlan értékére gyakorolt hatása az eddig ismertetett hatásoknál ritkábban kutatott téma. Ebben az alfejezetben az óbudai „Faluház” felújításának tapasztalatairól szóló kutatás (Horváth , Kiss, & McLean , 2013) eredményeit ismertetjük. Bár jelen tanulmány fókuszában főként a családi házak állnak, a tanulmányban ismertetett következtetések számos, általánosan hasznosítható tanulsággal szolgálhatnak.

A tanulmány készítői abból a feltételezésből indultak ki, hogy a lakásfelújítás növeli az ingatlan értékét. Az értéknövekedés két csatornán valósulhat meg: egyrészt az energiahatékonyság növelése olcsóbb fenntartási költséget eredményez, ami növeli az ingatlan értékét. A második csatorna valamilyen más tényezőn keresztül érvényesül: a nagyobb energiahatékonyság például fontos cél lehet egy vállalat

számára (a társadalmi felelősségvállalás kapcsán), lakóingatlanok esetében pedig a tulajdonos számára hozhat hasznót az, ha környezetbarát, vagy például jól láthatóan napkollektorral felszerelt ingatlana van. Ennek a két oknak az elkülönült vizsgálata egyelőre ritka, a kutatók főként az energiahatékonyság és az árak közötti összefüggések mérésére koncentrálnak, és főként a kereskedelmi ingatlanok területén vizsgálódnak.

Az energiahatékonyságnak a lakásarra gyakorolt hatásában az információnak kulcsszerepe van, az energiatanúsítvány (amelynek kiadása itthon 2012 óta kötelező adásvétel esetén) azonban önmagában nem elégíti ki az információigényt. A tanulmány készítői a korábbi kutatások eredményeit összegezve arra a megállapításra jutottak, hogy a „zöldebb” ingatlanok átlagosan 3-5%-os felárral kelnek el, de a legmagasabb minősítésűek felára akár a 10%-ot is elérheti. A felár létezése függ attól, hogy az energiahatékonyságról milyen és milyen mértékben verifikálható információk állnak rendelkezésre, vagyis akkor várható, hogy egy ingatlan energiahatékonysági mutatói ártöbbletet eredményeznek, ha az energiahatékonysági tulajdonságok jól mérhetők. Vagyis két, egyébként azonos ingatlan közül a nagyobb energiahatékonyságú épület felárának az elérhető megtakarítások jelenértékével kell kapcsolatban állnia. Holland és ír példák alapján az látható, hogy az energiahatékonyság növeléséből eredő megtakarítás nagyobb, mint az eladási árakban mért különbség, így a valós energiahatékonyságból eredő megtakarítások nem mindig épülnek be az eladási árba. Az írországi példa fontos tanulsággal szolgálhat a városi és vidéki területek összevetésében: ebből az látszik ugyanis, hogy rosszabb piaci feltételek mellett a rosszabb minősítés nagyobb árcsökkenéssel jár. A nehezebb piaci környezetben a vevők szemében megnő az energiahatékonyság és az általa megtakarítható költség jelentősége. Nehezebb finanszírozási feltételek mellett felújításba kezdeni is nehezebb, így megnő az azon ingatlanok iránti kereslet, ahol nincs szükség felújításra. Írországbán vidéken az eggyel rosszabb energetikai besorolás 2,3%-kal csökkentette az ingatlan árát, míg a városokban ugyanez a szám csak 1,2% volt. Fontos különbség még, hogy az energiatanúsítvány hatása nagyobb a kisebb ingatlanok esetében, mint a nagyokéban.

Az Óbudán található, „Faluház” Magyarország legnagyobb lakóépülete, 886 lakással és több mint 3 ezer lakóval rendelkezik. Az épület az elmúlt évtizedben több felújításon esett át, melyek során energiahatékonyságát növelték, a lakásfenntartás költségeit csökkentették. Felújításra csak a pályázat elnyerése után lett kijelölve, ezért a lakók és a potenciális vásárlók nem építhették be a várakozásaikba a jövőbeli felújítás tényét. Az első felújítási hullám 2004 és 2005 között zajlott, ennek során kisebb volumenű beavatkozások történtek (például fűtésszabályozó beszerelése), amely lakásonként 62 ezer forintba került, amelyet részben a lakók, részben külső forrás fedezett.

A második felújítási hullám 2009-ben zajlott. Ennek során megtörtént az épület és a lakások teljeskörű felújítása (szigetelés, nyílászárócseré, egyedi fűtésmérők, külső hőszigetelés, napkollektorok telepítése). A második felújításnak látványos hatása volt az energiafelhasználásra, ami a fenntartási költségekben is megmutatkozott: 2004-ben még nettó 220 ezer forintot fizetett egy lakás évente átlagosan a távhőszolgáltatásért, ez az összeg 2008-ra 197 ezer forintra, az átfogó felújítás után pedig 150 ezer forintra csökkent.

Az épületben található lakások árának változását kontrollcsoport bevonásával vizsgálták. A kontroll és a Faluház és a kontrollcsoport lakásainak ára együtt mozgott, előbbiek jellemzően olcsóbbak voltak, a 2009-es felújítást követően azonban ez a viszony megfordult. Az első, kisebb mértékű felújításnak nem volt szignifikáns hatása az árra, a 2009-es felújításoknak már mind közgazdasági, mind statisztikai értelemben volt szignifikánsan kimutatható hatása. A felújítás előtt (2006 és 2008 között) átlagosan 4,8% volt a különbség a Faluház és a kontrollcsoport lakásárai között a kontrollcsoport javára, a felújítás azonban 9,81%-kal növelte a Faluház lakásainak árát. A felújítás hatása négyzetméterenkénti árban majdnem 20 ezer forint volt, ami egy átlagos lakás esetében több mint egymillió forintot tesz ki; ennyivel kerül többre egy felújított lakás a Faluházban, mint felújítás nélkül. Ezek a számok nagyságrendileg megegyeznek a Hollandiában és Írországban tapasztaltakkal.

Ahogy a fejezet bevezető részében említettük, a tanulmány eredményeinek országos szintre való vetítésével érdemes óvatosan bánni. Az nagy valószínűséggel kijelenthető, hogy egy felújítás növeli az adott ingatlan értékét, kérdés azonban, hogy ez a növekmény milyen formában realizálódik. A legrosszabb energiahatékonyságú épületek közül számos az ország legszegényebb régióiban, elnéptelenedő településen található, ahol akár az is előfordulhat, hogy a felújítás költsége magasabb, mint az ingatlan becsült értéke, így anyagi szempontból jobban megéri egy jobb állapotú ingatlanba költözni, mint a leromlott állapotút felújítani. **A lakóépületek felújítását célzó támogatási programok részletszabályainak ezekre a területi különbségekre tekintettel kell lenniük.** Mindazonáltal, egy adott régióra szabott felújítási program a régió felértékelődését eredményezheti.

5. Javaslatok

Tanulmányunk keretében ismertettük a hazai lakóépületállomány jellemzőit, az uniós szintű és hazai stratégiák releváns részeit, két felújítási forgatókönyv vizsgálata révén megbecsültük egy felújítási program nemzetgazdaságra gyakorolt várható hatását, illetve számba vettük a felújításokkal járó pozitív externáliákat.

Fentebbiek tükrében a következő javaslatokat tesszük:

- Egy széleskörű, hazai lakóépületállomány felújítását célzó állami program beindítása elengedhetetlen, ezt támasztják alá az energiahatékonysággal és a klímavédelemmel foglalkozó kormányzati stratégiák célkitűzései is. A tapasztalatok és várható eredmények alapján egy ilyen program hozzájárul a gazdaság növekedéséhez, a foglalkoztatás bővüléséhez, a társadalom jólétének növekedéséhez, egészségügyi állapotának javulásához, a háztartások jövedelmi helyzetének kedvezőbbé tételéhez, valamint a környezetvédelmi és klímacélok teljesítéséhez is.
- Javasoljuk olyan program indítását, amely lehetővé teszi a támogatás terület- és jövedelmi helyzet szerinti jobb célzását. A legnagyobb energiamegtakarítási potenciállal bíró (évtizedekkel korábban épült, rossz állapotú) épületek tulajdonosai jellemzően nincsenek abban az anyagi helyzetben, hogy maguktól vágjanak bele az általuk lakott ingatlan korszerűsítésébe, így a támogatás intenzitását regresszív módon javasoljuk megállapítani (kisebb összjövedelemhez, vagy kisebb értékű ingatlanhoz nagyobb támogatási arány járjon és fordítva).
- Szükségesnek tartjuk a már jelenleg is létező, épületek energiahatékonyságának növelését is célzó programok, mint például az otthonfelújítási támogatási program kibővítését, hozzáférhetőségének javítását. A legnagyobb energiamegtakarítási potenciállal és a légszennyezettséghez legnagyobb mértékben hozzájáruló háztartások ugyanis jellemzően nem tudják előteremteni a felújításhoz szükséges, átlagosnál magasabb összeget, az otthonfelújítási támogatás viszont jelenleg utófinanszírozáson alapul.
- A korábbi kutatások eredményeivel összhangban saját számításainkból is levonható az a következtetés, hogy állami szerepvállalás nélkül a mélyfelújítás nem megtérülő beruházás a háztartások számára, vagyis a felújítás eredményeként létrejött energiamegtakarítás értéke nem éri el a beruházás értékét. Vagyis megfelelő ösztönző híján a felújításhoz egyébként elegendő jövedelemmel rendelkező, arról racionális alapon döntő háztartásokban is elmaradhat az energiahatékonysági beruházás, miközben esetükben már minimális támogatási aránnyal is megtérülhet a beruházás évtizedes távon.
- A felújítási program sikerességéhez és hatásainak pontos felméréséhez elengedhetetlen az energiahatékonysággal kapcsolatban rendelkezésre álló információk körének bővítése. Ennek érdekében javasoljuk az energiahatékonysági tanúsítványi rendszer továbbfejlesztését és egy monitoring rendszer kiépítését, valamint azt, hogy a program kommunikációjában kapjon kiemelt szerepet a korszerűsítési intézkedések és az azokkal elérhető megtakarítás és másodlagos hatások ismertetése. Ez a háztartásokat is segítheti abban, hogy a felújítási

döntések meghozatalakor tisztában legyenek azzal, milyen típusú beavatkozások csökkentik leginkább az energiaköltségeiket, így az energiahatékonyságot növelő beruházások vonzóbbá tehetők, mint az érdemi megtakarítást nem eredményező, elsősorban esztétikai célokat szolgáló beavatkozások.

- A program tervezésekor figyelembe kell venni annak adminisztrációs költségeit is. Egy lakossági pályázat végrehajtása egyszeri költségekkel jár (például a pályázat benyújtására alkalmas felület létrehozása, monitoring rendszer) és plusz humán erőforrást és képzést (ügyintézők, tanácsadók, dokumentációk kezelése) igényel az államigazgatásban. Az alacsonyabb jövedelműeket célzó programok esetében ez az adminisztrációs teher magasabb lehet annak érdekében, hogy a hozzáférés biztosított legyen számukra.
- A korábbi, energiahatékonyság javítását célzó programok, valamint a nemzetközi példák tapasztalatai azt mutatják, hogy még ha a finanszírozás rendelkezésre állna is, az információhiány korlátozza ezen források felhasználását. Ezen információhiány áthidalásának érdekében a program végrehajtását érdemes lehet a helyi önkormányzatok és közösségek bevonásával végrehajtani, akik segíthetnek a támogatási igények felmérésében és a támogatással való visszaélések megelőzésében.

Hivatkozások

- Association for the Conservation of Energy. (2013). *Energy efficiency and excess winter deaths - Comparing the UK and Sweden*. <http://transitionbath.org/wp-content/uploads/2014/07/ACE-Research-Comparing-the-UK-and-Sweden-3-12-13.pdf>.
- ÁSZ. (2019). *A klímaváltozáshoz való alkalmazkodás fenntarthatósági, versenyképességi összefüggései*.
- Barnard, L., Preval, N., & Howden-Chapman, P. (2011). *The impact of retrofitted insulation and new heaters on health services utilisation and costs, pharmaceutical costs and mortality - Evaluation of Warm Up New Zealand: Heat Smart*. Wellington: University of Otago.
- Clinch, J., & Healy, J. (2000). Housing standards and excess winter mortality. *Journal of Epidemiology & Community Health*.
- EEA. (2019). *Air Quality in Europe - 2019 report*.
- Energiaklub. (2012). *Szegénység vagy energiaszegénység? - Az energiaszegénység definiálása Európában és Magyarországon*.
- Energiaklub/b. (2011). *Negajoule 2020 - A magyar lakóépületekben rejlő energiamegtakarítási lehetőségek*.
- Európai Bizottság. (2020). *Európai épületkorszerűsítési program – épületeink környezetbarátabbá tétele, munkahelyteremtés, javuló életminőség*.
- Fowler, T., Southgate, R., Waite, T., Harrel, R., Kovats, S., Bone, A., . . . Murray, V. (2014). Excess winter deaths in Europe: a multi-country descriptive analysis. *European Journal of Public Health*, Vol. 25, No. 2, 339–345.
- Free, Howden-Chapman, Pierse, & Viggers. (2009). More effective home heating reduces school absences for children with asthma. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 379–386.
- Guertler, P., & Smith, P. (2018). *Cold homes and excess winter death - A preventable public health epidemic that can no longer be tolerated*.
- Habitat, f. (2020). *Éves jelentés a lakhatási szegénységről 2020*.
- Heffner, G., & Campbell, N. (2011). *Evaluating the co-benefits of low-income energy-efficiency programmes*. International Energy Agency.
- Herrero, S., Ürge-Vorsatz, D., & Healy, J. (2012). *Alleviating fuel poverty in Hungary through residential energy efficiency: a social cost-benefit analysis*.
- Horváth, Á., Kiss, H., & McLean, A. (2013). Hat-e a lakóingatlanok ára az energiahatékonyság? *Közgazdasági szemle*, LX. évf., 2013. szeptember, 1025–1042.
- Howden-Chapman, P. (2004). Housing standards: a glossary of housing and health. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 58., pp. 162–168.
- ITM. (2020). *Nemzeti Energiastratégia 2030*.
- Keller, T., & Kiss, H. (2020). *The Evolution of the Relationship Between Delay of Gratification and Socioeconomic Status During COVID-19-Induced Online Education = A késleltetett jutalom és a szocioökonómiai háttér közötti kapcsolat alakulása a COVID-19 miatt bevezetett távoktatás alatt*. Budapest: Közgazdaság és Regionális Tudományi Kutatóközpont, Közgazdaságtudományi Intézet.
- Koltai, L. (2013). *Kihűlés és fagyhalál - Gyorsjelentés 2012*. Habitat for Humanity.
- Kormány, M. (2020). *Magyarország konvergencia programja 2020–2024*.
- KSH. (2016). *Miben élünk? - A 2015. évi lakásfelmérés főbb eredményei*.
- Markandya, A., Sampedro, J., Smith, S. J., Van Dingenen, R., Pizarro-Irizar, C., Arto, I., & González-Eguino, M. (2018). *Health co-benefits from air pollution and mitigation costs of the Paris Agreement: a modelling study*. *The Lancet Planetary Health*, 2(3), e126–e133. doi:10.1016/s2542-5196(18)30029-9

- MEHI, M. (2020). *Hazai felújítási hullám - A magyarországi lakóépület állomány energiahatékonysági korszerűsítésében rejlő lehetőségek, egy lehetséges támogatási program széles körű hatásainak vizsgálata.*
- Narain, Urvashi, and Chris Sall. 2016. *Methodology for Valuing the Health Impacts of Air Pollution: Discussion of Challenges and Proposed Solutions.* World Bank, Washington DC. License: Creative Commons Attribution CC BY 3.0 IGO
- NBER. (2019). *Inexpensive heating reduces winter mortality.*
- (2015). *Nemzeti Épületenergetikai Stratégia.*
- OECD (2012), *Mortality Risk Valuation in Environment, Health and Transport Policies*, OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264130807-en>
- Schweitzer, M., & Tonn, B. (2002). *Nonenergy benefits from the weatherization assistance program: a summary of findings from the recent literature.* Oak Ridge National Laboratory: U. S. Department of Energy, Office of Building Technology Assistance.
- Szórádi, T. (2020). *Lakóépületek felújítási koncepciói – Magyarország: Lakó- és középületek modernizálása - Támogatási programok meghatározása és kidolgozása.* https://mehi.hu/sites/default/files/mehi_konferencia_2020.10.07_szoradi_tamas_multicontact_: Multicontact Kft.
- Tunstall, R., Bevan, M., Bradshaw, J., Croucher, K., Duffy, S., Hunter, C., . . . Wilcox, S. (2013). *The links between housing and poverty: an evidence review.* York: JRF.
- Ürge-Vorsatz, D., Arena, D., Herrero, S., & Butcher, A. (2010). *Employment impacts of a large-scale deep building energy retrofit programme in Hungary.* Central European University, Budapest: Center for Climate Change and Sustainable Energy Policy (3CSEP).
- WHO. (2011). *Environmental burden of disease associated with inadequate housing.*

1. számú melléklet: A magyar gazdaság Hétfa-CGE modellje

Az energetikai fejlesztési program magyar gazdaságra gyakorolt hatását egy dinamikus CGE-modell segítségével becsüljük meg. A modell alapja egy sztenderd statikus CGE-modell, amit a kutatás érdekében az alábbiak szerint módosítottunk:

1. A vállalatok két fő tényezőt használnak a termelésben: munkaerőt és tőkét. Ugyanakkor a sztenderd CGE-moddal ellentétben az általunk alkalmazott tőke nem mozog az ágazatok között. A tőke múltbéli befektetések és értékcsökkenés révén adott minden szektorban; csak a munkaerő képes szabadon alkalmazkodni a változásokhoz.
2. A munkaerőpiac modellezésénél a hatékony bérek elméletét követjük, ami lehetővé teszi, hogy a (kényszerű) munkanélküliség hatását is beépítsük a szimulációba.
3. A tőke útját befolyásoló befektetési döntések vizsgálatára rekurzív dinamikát is beépítettünk a modellbe.

Végül 10 ágazatot (így 10 terméket) különítettünk el: a (1) mezőgazdaságot, (2) feldolgozóipart, (3) energiaszektor, (4) építőipart, (5) szolgáltató szektort, (6) turizmust, (7) IKT szektort, (8) K+F szektort, (9) közszolgáltatásokat és a (10) magánszolgáltatásokat – ahol az építőipar, a turizmus és a közszolgáltatások termékei külkereskedelmi forgalomba nem kerülő termékek (non-tradeables).

Az alap CGE-modell

A CGE-modell alapja egy sor statikus egyenlet, melyekkel a szereplők viselkedése – vagyis az áruk és szolgáltatások fogyasztásáról és termeléséről szóló döntéseik – írhatók le. Döntéseik eredményeképp a flow változók teljes mértékben meghatározottak, és – ahogyan az a dinamikáról szóló bekezdésben látható – befolyásolják az állomány jellegű változók időbeli alakulását is.

A háztartások viselkedése

A reprezentatív háztartás jövedelmét megtakarításra és fogyasztásra költi. A háztartás elsődleges jövedelme megegyezik a termelés során előállított jövedelemmel, mivel a háztartás a termelés két fő tényezőjének birtokosa. Az ezen termelési tényezők által generált jövedelem után adót fizet, és transzfereket kap a kormányzattól. A statikus CGE-megközelítésben a megtakarítások exogén változók; a mi modellünkben ugyanakkor a megtakarítási ráta a múltbéli reálkamatrata függvényében alakul. A szabadon felhasználható háztartási jövedelem tehát az elsődleges jövedelem és a megtakarítások, transzferek és adók különbsége. Feltételezzük, hogy a munkaerőkínálat az adott év értékén adott – tehát a háztartás csak a fogyasztói kosár összetételével kapcsolatban hoz döntéseket. Az aggregált fogyasztás hasznossági szintje az összes áru CES (Constant Elasticity of Substitution, állandó helyettesítési rugalmasságú) aggregátuma.

A termelési blokk

A termelési tényezők és a megtermelt áruk közötti kapcsolat a sztenderd CGE-modell struktúráját követi: vagyis a különböző ágazatok termékei mind közbenső inputként, mind végfelhasználásra felhasználhatók. Ezt a struktúrát az 9. ábra mutatja be.

Először a termelés elsődleges tényezői (tőke, munkaerő), egy kompozit termelési tényezővé aggregálódnak a Cobb-Douglas termelési függvény felhasználásával.

A belföldi árukínálat a kompozit termelési tényezőt és a köztes termelési inputokat felhasználva termelődik. Ezen a ponton a Leontief-technológia működését feltételezzük, vagyis, hogy mind a kompozit termelési tényező mind a köztes termelési inputok rögzített arányban használtak az árutermelés során.

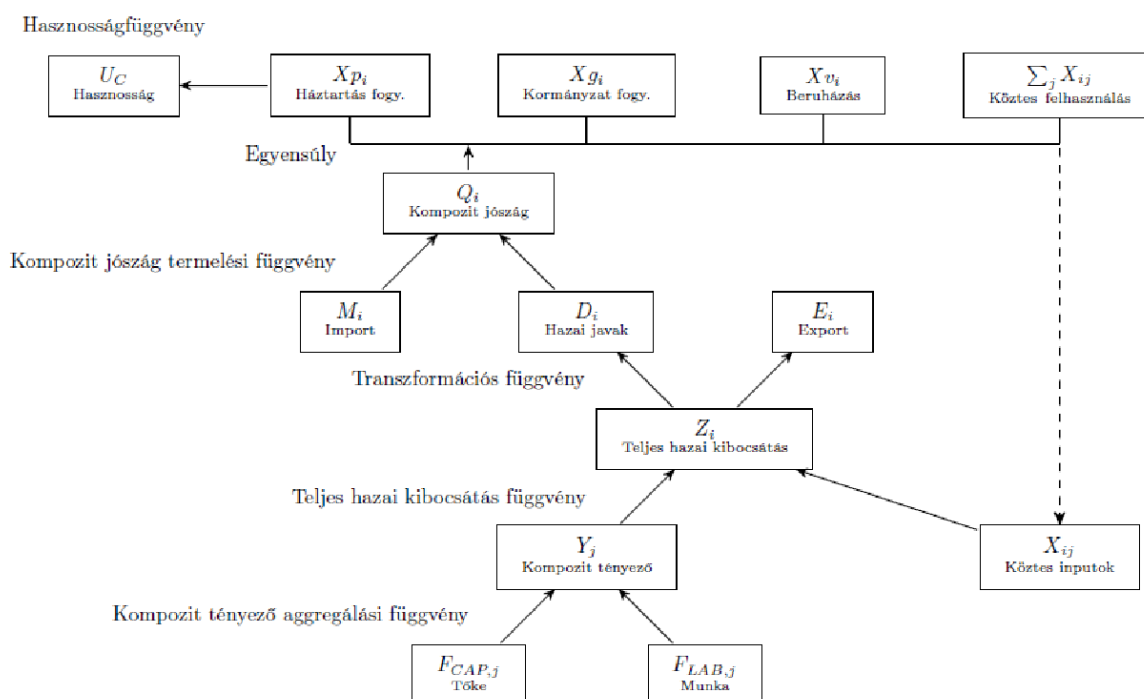
A hazai outputokat mind belföldön, mind külföldön értékesíthetik. A szokásos transzformációs függvény a hazai termelést hazai értékesítésre és exportra bontja. A transzformációs függvény a hazai és külföldi értékesítés közötti árkülönbséget használja fel, és véges helyettesítési rugalmasságot feltételez, ezzel elkerülve a tökéletes specializációt.

Az elfogyasztott áruk lehetnek belföldön termeltek vagy importáltak. A végfelhasználásra szánt áruk Armington aggregációs függvénye segítségével aggregálódnak a hazai és importárúkból. Ez a módszer a transzformációs függvényhez hasonló megközelítést alkalmaz: a véges árrugalmasság használatával a hazai és külföldi áruk nem tökéletesen helyettesíthetők egymással.

A hazai kereslet összetétele a következő: magáncélú fogyasztás, kormányzati kiadás, beruházási kereslet és köztes inputok.

Technikailag a termelési döntést egy beágyazott struktúrában modellezzük. A vállalatok adottnak veszik az inputok és a termékeik árát minden döntési szinten. Az első szinten a vállalatok az elsődleges termelési tényezőket (munkaerő és tőke) használják, hogy hozzájussanak a kompozit tényezőhöz. A termelési technológia a Cobb-Douglas termelési függvény segítségével írható le. Az elsődleges termelési inputok iránti kereslet a különböző ágazatokban a vállalatok profitmaximalizálásából következik. A második szinten a vállalatok előállítják az árukat a kompozit termelési tényező és a köztes inputok felhasználásával. Ezen a szinten az aggregáció a Leontief-technológiával modellezhető, feltételezve, hogy mind a kompozit termelési tényező mind a köztes termelési inputok rögzített arányban használtak az árutermelés során. A tényezők keresleti és a termékek kínálati függvénye a profitmaximalizáló döntésekből következik.

9. ábra. Termelés és árufelhasználás külkereskedelem-képes ágazatokban



Forrás: Major [2016] p. 26. frissített

Feltételezzük, hogy a tőke nagysága múltbéli befektetések és értékcsökkenés révén adott (ugyanakkor ez a folyamat teljes mértékben exogén). Ebből következően nincs tőkepiac a modellben. A jövedelem aránya a tőkén belül bruttó működési eredményként jelenik meg a modellben, és a háztartásokhoz kerül, elsődleges jövedelmük részeként.

A külföldi kereskedelem modellezésénél feltesszük, hogy Magyarország egy kis, nyitott gazdaság. Ebből következően feltesszük, hogy az export- és importárak világpiaci ára exogén és külföldi valutában adott. A külföldi megtakarítások szintén külföldi valutában vannak kifejezve.

A belföldön termelt és az importárak nem tökéletesen helyettesíthetők egymással; vagyis fontos olyan kompozit árukat definiálni, amelyek kifejezik a belföldi és külföldi áruk közötti kapcsolatot. Így a külkereskedelem-képes áruk esetében az úgynevezett Armington aggregációs függvényeket használhatjuk, ahol a paraméter a külföldi és belföldi áruk helyettesíthetőségét mutatja. Ezekből a függvényekből levezethető a belföldi és külföldi áruk iránti kereslet.

A hazai árukat vagy az országban fogyasztják el, vagy exportálják. Ezt a két felhasználási módot egy transzformációs aggregációs függvénnyel fejezhetjük ki, ahol a helyettesítési rugalmasságot paraméterek segítségével jellemezhetjük. A hazai és az export-kínálat is ebből a függvényből vezethető le.

Kormányzat

A kormányzati bevételek endogén módon meghatározottak, míg a reálkiadások exogének. A kormányzati bevételek két részből állnak: indirekt adókból, melyek a termékek használatából fakadnak, valamint direkt adókból, melyeket az elsődleges termelési tényezőkre vetnek ki. A kormányzati kiadások a kormányzati fogyasztásból, és a háztartásoknak juttatott transferekből tevődnek össze. A költségvetés elsődleges egyensúlya a bevételek és kiadások különbsége, ami a GDP százalékában van kifejezve.

Munkaerőpiac

A sztenderd CGE-modellben a munkaerőpiac és egyéb piacok a reálbérek alakulása következtében kitisztulnak, így munkanélküliség csak önkéntes alapon fordul elő. Ugyanakkor az elmúlt évtizedekben számos, a munkaerőpiac merevségét modellező módszer került be a CGE-keretrendszerbe; e módszerek remek összefoglalásáért lásd Boeters és Savard (2012). Jelen modellben a munkaerőpiac merevségét a hatékony bérek elmélete segítségével vezetjük be.

A hatékony bérek modelljében az egyensúlyi bér a munkaerő iránti kereslet és a munkabér görbének metszetében található. Mivel ez a bérszint nem szükségszerűen az, mint ahol a munkakínálat és – kereslet találkozik, így túlkínálat van a munkaerőpiacon – vagyis munkanélküliség. A munkabér görbéje a munkáltató és munkavállaló közötti információs aszimmetriából fakadó ösztönzési helyzet eredménye. A vállalat olyan bért akar meghatározni, amely kemény munkára ösztönzi a dolgozókat; vagyis a dolgozók munkából származó hasznosságának legalább akkorának kell lennie, mint a nem-dolgozásból származó hasznosságának. A munkaerőpiac paraméterezése a Boeters és Savard (2012) által bemutatottakat követi.

Piaci egyensúly

Mivel jelen modell egy általános egyensúlyi keretrendszert használ, így minden piacon egyensúlynak kell fennállnia; vagyis minden külkereskedelem-képes áru teljes fogyasztásának meg kell egyeznie a hazai és importkínálat összegével. Nem külkereskedelem-képes áruk esetében a hazai kínálatnak és keresletnek kell megegyeznie. A kereskedelmi mérleg és a tőkeszámla mérlege együttesen határozza meg a világ többi részének megtakarításait. A beruházás-megtakarítás mérlege egyensúlyban van, mivel a hazai beruházások csak hazai és külföldi megtakarításokból finanszírozhatók.

Az egyensúlynak a termelési tényezők piacán is fenn kell állnia. Ugyanakkor ez a munkaerőpiacon azt jelenti, hogy a munkaerő iránti kereslet (ami az ágazati munkakeresletek összege) és a munkaerőkínálat (a háztartások haszonmaximalizálásából) különbsége adja a munkanélküliséget. Ez a munkanélküliségi ráta azonban konzisztens kell, hogy legyen a munkabér görbéje által megállapított bérrel.

Lezárási szabály

A statikus CGE-modell makroökonómiai aggregátumai nem teljes mértékben meghatározottak – így a modellkörnyezetben megszokott módon egy úgynevezett „lezárási szabályt” alkalmazunk. A lezárási szabály segít meghatározni, hogy mely makroökonómiai változókat tekintjük exogénnek – annak

érdekeiben, hogy a modell makroszintjét teljes egészében meghatározzuk. Jelen esetben a beruházás-vezérelte lezárási szabályt alkalmazzuk. Feltételezzük, hogy a modell szimulációinak célja egy olyan rövidtávú esemény hatásainak mérése, melynek nincs szignifikáns hatása a jövőbeni tervekre, beleértve a beruházásokat is. Ebből következően az (ágazati) beruházási keresletet exogénként kezeljük.

A numeraire a reálárfolyam – ezt az általában kis országokra alkalmazott feltevést használva feltételezzük, hogy a változásnak nincs átfogó hatása a reálárfolyamra nézve. Továbbá azáltal, hogy exogén világpiaci árakat feltételezünk az export- és importáruk estében, a külföldi termékek hazai valutában kifejezett ára is teljesen exogén tényezővé válik. Ez a feltételezés azt jelenti, hogy a külföldi áru kínálat tökéletesen rugalmas és bármely mennyiségben adott a hazai árak minden szintje mellett.

Dinamika

A fent leírt rendszer jellemzői a modell statikus egyensúlyát határozzák meg. Azonban annak érdekében, hogy a gazdaság időbeliségét érzékeltetni lehessen, be kell vezetni dinamikákat. A modell dinamikái lehetnek előreutatók vagy hátramutatók. Jelen modellben rekurzív dinamikuss kapcsolatokot használunk: vagyis a múltbéli és jelen értékek együtt határozzák meg a következő időszak kiinduló értékeit.

Ezek a rekurzív kapcsolatok a következők: (1) a tőkeállomány beruházások által nő és értékcsökkenés következtében csökken. (2) Az ország nettó külföldi adóssága a megelőző időszak adóssága növelve a fizetendő kamatokkal és csökkentve a törlesztéssel, ami az ország kereskedelmi mérlegében van kifejezve. A reálkamatlábát a külföldi reálkamatláb határozza meg. Az államadóssághoz viszonyított kockázati prémium az ország eladósodottságának nemlineáris függvénye, és az úgynevezett lineáris függvénnyel modellezhető, amely komolyan bünteti a magas eladósodottságot. A háztartások megtakarítási rátája exogén; ugyanakkor a reálkamatláb függvényében bármikor változhat. Jelen modellben feltételezzük, hogy a reálkamatláb késleltetett értéke befolyásolja a háztartások megtakarítási rátáját.

2. számú melléklet: Az elemzéshez használt épülettípológia ismertetése

A meglévő épületállományenergetikai felmérését és értékelését több program is megcélozta, melyek módszertanában megfigyelhető egyfajta fejlődés, egymásra épülés, az egyre bővebb adatgyűjtéseknek és módszertani fejlesztéseknek köszönhetően. Ennek megfelelően a leginkább megalapozottabb felmérésnek a KEOP-7.9.0/12-2013-0019 projekt tekinthető, mely a Nemzeti Épületenergetikai Stratégiában (2013) alkalmazott lakóépület állomány modell továbbfejlesztése.

A KEOP-7.9.0/12-2013-0019 projekt legfontosabb újítása az volt a korábbi hasonló hazai bottom-up felmérésekhez képest, hogy a valós példaépület módszer helyett az ún. statisztikailag átlagos épület módszer került bevezetésre összesen 2000 épület felmérése alapján, melyek kiválasztása statisztikailag

reprezentatív módon történt. Emiatt az alkalmazott tipológia jóval megalapozottabban tükrözi az épületállomány tulajdonságait mint a korábbi és későbbi projektek. Az alábbiakban ezért a KEOP-7.9.0/12-2013-0019 projektet (a továbbiakban KEOP projekt) mutatjuk be részletesen.

Épület kataszter bemutatása, áttekintése

A lakóépülettípológia elsősorban szakmai szempontok alapján lett felállítva figyelembe véve a rendelkezésre álló statisztikai adatok jellegét. Az 1. táblázat szerinti épületkataszter került felállításra, ami a modellezés alapját képezte. Az 1. és 2. ábra fényképei illusztrálják az épületeket.

1. Táblázat: A KEOP-7.9.0/12-2013-0019 (és a NEÉS) projekt keretében alkalmazott épületkataszter

KEOP típus	≈NEÉS típus	épülettípus	építési idő	falazat
1.	-	családi vagy sorház (1-3 lakás)		vályog alapozással
2.	-	családi vagy sorház (1-3 lakás)		vályog alapozás nélkül
3.	1,2	családi vagy sorház (1-3 lakás)	-1944	tégla, kő, kézi falazóelem
4.	3,4	családi vagy sorház (1-3 lakás)	1945-1959	tégla, kő, kézi falazóelem
5.		családi vagy sorház (1-3 lakás)	1960-1979	tégla, kő, kézi falazóelem
6.		családi vagy sorház (1-3 lakás)	1960-1979	tégla, kő, kézi falazóelem
7.		családi vagy sorház (1-3 lakás)	1980-1989	tégla, kő, kézi falazóelem
8.	5	családi vagy sorház (1-3 lakás)	1980-1989	tégla, kő, kézi falazóelem
9.	6	családi vagy sorház (1-3 lakás)	1990-2005	tégla, kő, kézi falazóelem
10.		családi vagy sorház (1-3 lakás)	1990-2005	tégla, kő, kézi falazóelem
11.	7	családi vagy sorház (1-3 lakás)	2006 után	tégla, kő, kézi falazóelem
12.		családi vagy sorház (1-3 lakás)	2006 után	tégla, kő, kézi falazóelem
13.	8	társasház 4-9 lakással	-1945	tégla, kő, kézi falazóelem
14.		társasház 4-9 lakással	1945-1989	tégla, kő, kézi falazóelem
15.		társasház 4-9 lakással	1990-2005	tégla, kő, kézi falazóelem
16.	9	társasház 4-9 lakással	2006-	tégla, kő, kézi falazóelem
17.	10	társasház 10 vagy több lakással	-1944	tégla, kő, kézi falazóelem
18.	11	társasház 10 vagy több lakással	1945-1989	tégla, kő, kézi falazóelem
19.	12	társasház 10 vagy több lakással		közép-vagy nagyblokk, öntött beton
20.	13	társasház 10 vagy több lakással	-1979	panel
21.	14	társasház 10 vagy több lakással	1980-1989	panel
22.	11	társasház 10 vagy több lakással	1990-2005	tégla, kő, kézi falazóelem
23.	15	társasház 10 vagy több lakással	2006 után	tégla, kő, kézi falazóelem

	családi ház			
	kisebb	nagyobb	vályog 1	vályog 2
-1944	3		1	2
1945-1959	4			
1960-1979	5	6		
1980-1989	7	8		
1990-2005	9	10		
2006 után	11	12		

1 ábra. KEOP épületkataszter, családi házak

	kistársas	nagyársas		
		hagyom.	panel	egyéb ipar.
-1944	13 	17 		
1945-1959	14	18		19
1960-1979			20 	
1980-1989			21 	
1990-2005	15 	22 		
2006 után	16 	23 		

2 ábra. KEOP épületkataszter, társasházak

A felmérések kiértékelésének az volt az elsődleges célja, hogy a 23 épülettípusra meghatározzák az átlagos tulajdonságokat, melyek alapján egy-egy épületmodell hozható létre. A modellépületek számításához szükséges bemenő adatokat ezek az átlagértékek adták.

A modellezésre azért volt szükség, hogy később felújítási változatokat lehessen vizsgálni, illetve hogy a felújításokban rejlő megtakarítási potenciált és költségvonzatokat meghatározhassák. Ezek ugyanis a felmérésből közvetlenül nem határozhatók meg.

A típusonkénti modellépületekre vonatkozó energetikai számítások a 2015-ben hatályos energiatanúsítási szabályoknak megfelelően, a 7/2006 (V.24.) TNM rendelet szerint készültek el az EnerGOpt szoftver segítségével. Ez azt is jelenti, hogy a számítások során szabványos fogyasztói magatartást feltételeztek.

A számítás során a rendeletben foglalt számítási eredményeken kívül meghatározták a CO₂ emissziót is, valamint becslést adtak energiahordozónkénti végső energiafelhasználásra. A 23 épületre összesen 244 számítási változat készült el (épületenként tízféle, illetve nagy társasházakra 12 féle felújítási változat).

Korszerűsítési intézkedések áttekintése

A projektben háromféle felújítási mélységű komplex felújítási változatot vizsgáltak. (Elemeztek továbbá részleges felújításokat is a 2015-ös elemi követelményszintek szerint, melyek ma már nem felelnek meg a követelményeknek, ezért ezeket nem ismertetjük.) Az alábbiakban ismertetjük a háromféle felújítási szintet.

2015-ben érvényes követelményeknek megfelelő felújítás

2015-ben a 7/2006 (V. 24.) TNM rendelet egy korábbi verziója volt hatályban már 2006 óta, és 2017 végén helyezték hatályon kívül. Állami vagy uniós forrást igénybe vevő projekteknel már 2015. január óta hatályon kívül helyezték, ekkor a költségoptimum szerinti követelményeket kellett alkalmazni. A költségoptimum követelmények 2018-ban általánossá váltak, de 2019-től és 2021-től további szigorításokat léptettek életbe új épületekre (felújításokra nem).

A rendelet szerint lényeges (azaz komplex) felújítás esetén is az új építésű épületekre vonatkozó követelményeket kell betartani. A követelmény háromszintű volt (ma is az). Az első szint a szerkezetek hőátbocsátási tényezőjét (U-értékét), a második szint az ún. fajlagos hőveszteségtényezőt, a harmadik szint pedig az épület összesített energetikai jellemzőjét (fajlagos összes primerenergia felhasználását) maximálta. Az első szint azonos számszerű követelményeket jelentett minden épületre (pl. külső falra $U_{max}=0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$, tetőre $U_{max}=0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$, padlásfödémre $U_{max}=0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$, ld. 2. táblázat második oszlop). A második és a harmadik szintű követelmény számértéke változott a hűlő felület-fűtött térfogat függvényében, ezért ezt típusonként külön kellett meghatározni. Az alkalmazandó gépészetet a harmadik szintű követelmény kényszerítették ki.

2. Táblázat: A felújítási szinteknél az épületszerkezetek hőátbocsátási tényezőire (U-érték, $\text{W/m}^2\text{K}$) alkalmazott követelmények

Épületszerkezet	2015-ös gyakorlat (2006- 2017)	költségoptimum (2015-2018 pályázatoknál, 2018-2020 általánosan)	költségoptimum + megújuló
Külső fal	0.45		0.24
Lapostető	0.25		0.17
Padlásfödém	0.30		0.17
Pincefödém	0.50		0.26
Nyílászáró (fa- vagy PVC kerettel)	1.60		1.15

Nyílászáró (fémkerettel)	2.00	1.40
Bejárati ajtó	3.00	1.45

A követelmény struktúra ma is majdnem ilyen, csak a számok szigorodtak. Mindebből következik, hogy a követelmények teljesítéséhez szükséges műszaki megoldások épülettípusonként eltérnek egymástól, hiszen az eredeti szerkezetek és gépészet is eltért, valamint a követelmény számértéke is eltérő.

A modellek felépítésekor arra törekedtek, hogy a szerkezeti minimumkövetelmények éppen teljesüljenek, a gépészetnél pedig az általunk leginkább költséghatékonyak ítélt megoldásokat választották, mellyel a harmadik szintű követelmény már betartható. Bizonyos esetekben nem volt szükség a gépészet korszerűsítésére, anélkül is teljesült a harmadik szintű követelmény. Máskor részleges intézkedések (pl. szabályozható fűtés kialakítása) bizonyult elegendőnek, de volt, ahol teljesen új gépészetet kellett kiépíteni.

Megjegyezzük, hogy a lényeges felújítás követelményeinek betartását 2008-2010. óta a pályázatokban általában már előírták.

Költségoptimum szintű felújítás

A költségoptimum követelményszintet 2015. január óta állami vagy uniós forrást igénybe vevő beruházásoknál kötelező volt alkalmazni és 2018-tól általánosan életbe lépett. Bár új építések esetén 2021-től felváltja majd a közel nulla követelmény, de felújításoknál vélhetően továbbra is a költségoptimum követelmények maradnak érvényben.

A követelményrendszer itt is háromszintű. Az első szint a szerkezetek hőátbocsátási tényezőjét (U-értékét), a második szint az ún. fajlagos hőveszteségtényezőt, a harmadik szint pedig az épület összesített energetikai jellemzőjét (fajlagos összes primerenergia felhasználását) maximálja. Az első szint azonos számszerű követelményeket jelent minden épületre (ld. 2. táblázat). A második és a harmadik szintű követelmény számértéke változik a hűlő felület-fűtött térfogat függvényében, ezért ezt típusonként külön kellett meghatározni. Az alkalmazandó gépészetet a harmadik szintű követelmény kényszeríti ki.

„Költségoptimum + megújuló” felújítási szint

A projektben közel nulla energiafelhasználású épületnek tekintették az épületek energetikai jellemzőinek tanúsításáról szóló kormányrendelet szerinti költségoptimalizált szinten megvalósult vagy annál energiahatékonyabb épületet, amelyben a primerenergiában kifejezett éves energiaigény legalább 25%-át olyan megújuló energiaforrásból biztosítják, amely az épületben keletkezik, az ingatlanról származik vagy a közelben előállított.

Ezt a jogszabályi definíciót csak új épületekre kell majd alkalmazni 2021-től. Megvizsgálták azonban ennek alkalmazhatóságát felújításoknál, ezért vezették be egy harmadik komplex felújítási szintet, a „költségoptimum + megújuló” felújítási szintet.

Ezen felújítási szintnél a költségoptimum követelményre kidolgozott változatot fejlesztették tovább. Az épületszerkezetek nem változtak, a gépészetet bivalens rendszereknél megtartották kiegészítve megújulós rendszerrel. Bizonyos esetekben célszerűnek tartották monovalens (csak egy hőtermelő) rendszerek alkalmazását, ekkor a költségoptimum szerinti gépészetet módosítani kellett.

Ha a jogszabályi megfelelés műszaki gazdaságossági nehézségeket jelentett, akkor nem törekedtek a 25%-os megújulós részarány elérésére tekintettel arra, hogy a közel nulla követelmény új épületekre vonatkozik, nem felújításokra.

Arra törekedtek, hogy minden épülettípus esetén csak egyetlen megújulós rendszert alkalmazzanak annak érdekében, hogy elkerüljék a két rendszerrel járó költségnövekedést.

Az, hogy az egyes típusoknál milyen megújulós rendszert alkalmaztak a modellekben a következő megfontolások határozták meg:

- Az 1-8. típusú családi házak esetén biomassza tüzelést alkalmaztak. Ez korszerű faelgázosító kazános rendszer kiépítését jelentette. Ezek az épülettípusok jellemzően vidéken, sokszor falvakban jellemzők, ahol a biomassza rendelkezésre áll, a tűzifa helyszínre szállítása és tárolása sem okoz általában nehézséget. Előnye, hogy monovalens, ami beruházási szempontból költséghatékony. Bár a biomassza 0,6-os primer energia tényezője miatt az elérhető megújulós részarány még monovalens rendszerben is csak 20-30%, de a CO₂ megtakarítás a nulla értékű emissziós tényező miatt ezeknél a típusoknál adódott a legalacsonyabbra. Megjegyezzük, hogy biomassza tüzelés esetén nyáron a HMV ellátás kényelmetlenségeket okoz. Erre megoldás lehet más megújulós rendszer alkalmazása a biomassza helyett, vagy a biomasszás rendszer mellett megtartható az eredeti melegvízellátó rendszer, amennyiben annak állapota megfelelő. Természetesen lehet más megújulós megoldásokat is alkalmazni ezeknél a típusoknál is (pl. napkollektor, napelem, hőszivattyú), és szólnak is mellettük érvek, de ezeket nem vizsgálták.
- A 9-12. típusú családi házak esetén napelemes hasznosítást vettek figyelembe. Ezek viszonylag új épületek, ezért célszerű volt a meglévő hőtermelő rendszert megtartani, ezért a monovalens megoldást elvetették és a bivalens változatokat preferálták. A napenergia hasznosításon belül már akkor is több érv szólt a napelem, mint a napkollektor mellett. Ennek oka, hogy családi házak esetén jellemzően nagy hasznosítható tetőfelületek állnak rendelkezésre. A korlátozott igény oldal miatt azonban csak 2-4 db napkollektor telepítése gazdaságos, amellyel nem biztos,

hogy elérhető 25%-os megújulás részarány. Napelemek esetén a napkollektorokhoz hasonló probléma nincsen, a darabszámnak csak az anyagi korlátok szabnak határt, hatásfok romlás nélkül. (Azóta a napelemek ára jelentősen csökkent és szinte teljesen kiszorították a napkollektorokat a piacról.)

2.6. Táblázat: Az egyes típusoknál alkalmazott megújuló energiát hasznosító rendszerek, illetve a számított megújuló részarányok

	$E_{P,költségopt}$	$E_{P,költségopt+megújuló}$	Megújuló részarány	Megújuló típusa
1. típus	121.42	87.57	28%	Biomassza
2. típus	123.87	86.53	30%	
3. típus	116.03	90.45	22%	
4. típus	115.81	90.73	22%	
5. típus	119.04	93.03	22%	
6. típus	108.67	78.66	28%	
7. típus	110.28	86.79	21%	
8. típus	99.88	69.07	31%	
9. típus	114.88	85.99	25%	Napelem
10. típus	94.52	68.74	27%	
11. típus	113.39	81.6	28%	
12. típus	100.49	73.52	27%	
13. típus	107.85	98.22	9%	
14. típus	90	71.31	21%	
15. típus	97.83	85.36	13%	
16. típus	88.65	81.64	8%	
17. típus	87.17	76.52	12%	Napkollektor
18. típus	79.65	59.83	25%	
19. típus	74.57	55.92	25%	
20. típus	78.68	71.68	9%	Napelem
21. típus	88.38	77.26	13%	
22. típus	81.75	73.03	11%	
23. típus	88.93	77.81	13%	Napkollektor

- Társasházak esetén elvetették a biomassza alkalmazását a gyakori szállítási, tárolási problémák, valamint környezetvédelmi szempontok miatt.
- A különböző társasházaknál az adottságoknak megfelelően napkollektort, illetve napelemet is figyelembe vettek. (Ez ma már nem lenne ésszerű megközelítés.) A 13-16 és a 22-es típusok esetén napkollektorok kerültek elhelyezésre, mivel ezen épületek esetén lakásonkénti HMV termelés a jellemző, így nincsen lehetőség napkollektorokkal egy központi rendszerre rádolgozni. A 20 és 21-es típusok esetén az épületek jellemzően távhőre vannak csatlakoztatva, így ezen épületek esetén is napelemek kerültek elhelyezésre, mivel

napkollektorokkal jellemzően a nyári H_{MV} hőigény csökkenthető, amely a távhőrendszerek üzemére nézve kedvezőtlen. A 17-19 és a 23-as típusú épületeknél napkollektorok kerültek elhelyezésre, amelyeket a központi rendszerre lehet kapcsolni.

- Távhős épületek esetén a távhőellátás minden esetben megmaradt alaphőtermelési módnak.
- Hőszivattyús rendszereket nem vizsgáltak a projektben, ami a projekt egyik hiányosságának tekinthető ma, bár akkor gazdaságossági és egyéb megfontolások miatt nem tűnt indokoltnak.

Számított energiafogyasztások épülettípusonként (eredeti állapot, 2015)

A 2000 épület felméréséből származó legfontosabb számított mutatókat a 3. táblázat tartalmazza. Az EP az összesített energetikai jellemző, azaz a fajlagos összes primerenergiafelhasználást (világítás és háztartási gépek fogyasztása nélkül), a q az épületburok hőszigetelését jellemző ún. fajlagos hővesztés tényező, a q_F a fűtés nettó hőenergia igénye, az EF a fűtési rendszer fajlagos primerenergiafelhasználása, az E_{HMV} pedig a használati melegvízellátás fajlagos primerenergiafelhasználása. A vetítési alap a hasznos fűtött alapterület.

A legfontosabb, primer energia felhasználásra vonatkozó következtetések az alábbiak:

- A családi házak (1-12. típusok) fajlagos fűtési primerenergia felhasználása magasabb, mint a kistársasházaké (13-16. típusok), melyek hatékonyságban elmaradnak a nagytársasházak mögött (17-23. típusok). Ennek oka, hogy a kis épületek kisebb térfogatuk miatt fajlagosan nagyobb hűlő felülettel rendelkeznek, mint a nagyobb épületek.
- Az újabb épületek fűtési energiafelhasználása kisebb, mint a régebbieké, egyrészt az egyre szigorodó hőtechnikai előírások miatt, másrészt mert az újabb épületekre korszerűbb épületgépészeti rendszerek jellemzők.
- Egyes időszakokban családi házakon belül külön kategóriába sorolták a kisebb alapterületű épületeket (5., 7., 9., 11.), mint a nagyobbakat (6., 8., 10., 12.). Ezeknél rendre igazolódott, hogy a kisebb alapterületűek fogyasztása magasabb.

3. Táblázat: A legfontosabb energetikai mutatók épülettípusonként

	E_p	CO ₂ kibocsátás	q	q_F	E_F	E_{HMV}
	[kWh/m ² év]	[kg/m ² év]	[W/m ³ K]	[kWh/m ² év]	[kWh/m ² év]	[kWh/m ² év]
1. típus	452.66	72.77	1.54	290.58	391.26	65.33
2. típus	443.99	110.44	1.41	283.51	381.14	68.34
3. típus	412.33	64.92	1.29	270.48	348.28	66.32
4. típus	398.36	64.81	1.22	249.46	334.50	66.82
5. típus	423.62	97.57	1.29	265.52	357.69	65.24
6. típus	339.15	58.11	0.97	193.18	270.17	68.12
7. típus	348.98	54.29	1.04	206.85	280.67	68.02
8. típus	255.05	44.03	0.71	140.34	191.71	62.62
9. típus	245.06	44.97	0.69	140.55	188.47	56.00
10. típus	185.33	36.62	0.48	95.17	132.48	52.24
11. típus	164.01	28.06	0.45	88.60	114.24	51.20
12. típus	153.68	27.38	0.42	86.32	104.47	45.54
13. típus	327.62	60.11	0.77	205.66	271.67	55.47
14. típus	271.58	48.66	0.79	163.91	214.50	55.63
15. típus	181.68	36.55	0.50	102.77	128.01	43.78
16. típus	112.70	22.54	0.24	55.01	70.12	39.28
17. típus	258.64	52.74	0.49	148.62	202.77	55.29
18. típus	226.63	47.72	0.60	132.18	179.20	48.57
19. típus	216.85	45.79	0.56	124.93	166.09	48.25
20. típus	174.66	40.60	0.46	103.90	125.63	45.16
21. típus	168.63	38.95	0.44	99.44	120.53	44.92
22. típus	126.35	26.40	0.28	64.35	83.03	44.08
23. típus	110.87	21.90	0.24	55.02	68.98	39.27

A szén-dioxid emissziót illetően kicsit árnyaltabb a kép. Egyes családi háztípusoknál jelentős a fatüzelés aránya, ami az eredményeket lefelé tolja, ugyanakkor a villamos áram alapú melegvíz termelés felfelé. Ezek aránya típusonként erősen változó. Így a fent ismertetett trendek kissé eltérőek.

Meghatározásra kerültek a hőtermelési célú fajlagos energiahordozó felhasználások is a felmérések alapján, az eredményeket a 4. táblázat mutatja. Ezeket az értékeket a felmérést végző szakértők közvetlenül nem határozták meg, hanem becslési eredményekről van szó. A kimutatás során csak az elsődleges energiahordozókat vették figyelembe, mert a másodlagos energia hordozók használata nem volt jellemző. Ez kismértékű torzítást okoz.

Az egyes energiahordozó felhasználások összege nem azonos az összesített energetikai jellemzővel, hiszen ezek végső energiában vannak kifejezve, nem primer energiában.

A 2.8. táblázatból nagyon jól megfigyelhető, hogy mely típusoknál jelentős a biomassa (fatüzelés) aránya. Ezek elsősorban az 1990 előtt épült családi házak, azon belül is minél régebbi a típus annál magasabb a fatüzelési hányad. Ez természetesen rossz hatásfokú kályhákat, cserépkályhákat,

kandallókat jelent. A fatüzelés még a régebbi kistársasházaknál is számottevő, viszont a nagy társasházaknál egyáltalán nem.

A távfűtés a panelépületeknél általános, de számottevő még az egyéb iparosított épületeknél, valamint az 1945-89 között épült hagyományos nagytársasházaknál is.

Az elektromos hányad lényegében villanybojlerrel történő melegvíztermelést takar. Értéke számottevő ott, ahol magas a biomassza aránya, hiszen itt a nyári szezon miatt ez a legkézenfekvőbb megoldás, de a régebbi kis- és nagy társasházak esetén is számottevő. A kimutatás csak hőtermelési célú villamos energiafelhasználásra vonatkozik.

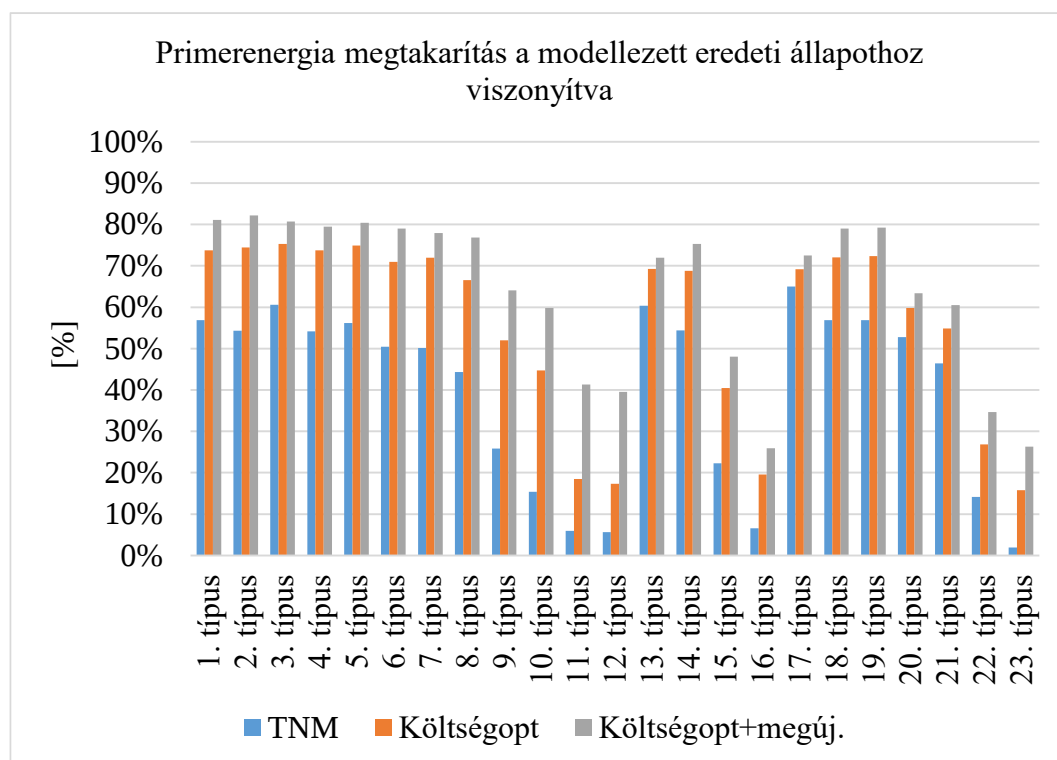
**4. Táblázat: Fajlagos energiahordozó felhasználások épülettípusonként
(2000 épület felmérési eredményeinek átlaga alapján)**

	$E_{\text{gáz}}$	E_{bio}	$E_{\text{távhő}}$	$E_{\text{elektromos}}$	$E_{\text{egyéb}}$
	[kWh/m ² év]	[kWh/m ² év]	[kWh/m ² év]	[kWh/m ² év]	[kWh/m ² év]
1. típus	214.70	237.40	0.00	21.60	22.21
2. típus	284.80	127.26	0.00	26.03	19.43
3. típus	259.00	122.88	0.00	24.73	9.23
4. típus	246.35	136.03	0.00	24.32	7.10
5. típus	282.58	128.77	0.00	23.15	16.16
6. típus	182.42	120.01	0.00	27.38	21.15
7. típus	211.89	133.06	0.00	24.19	8.13
8. típus	155.97	69.20	0.00	15.79	13.44
9. típus	190.83	40.62	0.00	7.14	2.84
10. típus	152.60	7.38	0.00	5.20	7.85
11. típus	113.61	26.79	0.00	8.94	1.11
12. típus	106.90	17.50	0.00	3.07	1.90
13. típus	252.55	42.89	0.00	15.29	0.00
14. típus	201.80	48.87	6.63	14.43	0.00
15. típus	153.58	0.00	0.00	3.61	0.98
16. típus	85.95	0.00	12.15	0.00	0.46
17. típus	211.36	0.00	11.57	14.31	0.00
18. típus	178.29	0.00	27.25	7.95	0.00
19. típus	135.12	3.63	53.07	4.36	0.00
20. típus	24.17	0.00	118.00	0.66	0.00
21. típus	30.95	0.00	109.15	0.51	0.00
22. típus	96.78	0.00	11.23	2.73	0.00
23. típus	92.43	0.00	8.14	0.00	1.47

Komplex felújítások energetikai hatása épülettípusonként

A korábban ismertetett háromféle mélységű felújítási szint hatását összegző diagramok segítségével mutatjuk be (3. ábra). Megállapítható, hogy a legnagyobb fajlagos energiamegtakarítási potenciál az 1-7. típusú, 1990 előtt épült családi házak esetén áll fenn. Közepesnek mondható a megtakarítási

potenciál a 13-14. típusú 1990 előtt épült kistársasházak esetén, valamint a 17-19. típusú 1990 előtti nem panelos nagytársasházak esetén. Mérsékelt a megtakarítási potenciál a 20-21. panelházaknál. Minimális a megtakarítási potenciál valamennyi 1990 után épült épületnél.



3. ábra. Primerenergia megtakarítás felújítás típusok szerint

Megjegyzés

A modell eredményei teljes kifűtöttség feltételezésével érvényesek. A valóságban a megtakarítási potenciálok számottevően kisebbek, különösen a rossz állapotú családi háztípusok esetén, ahol a kifűtöttségi arány valószínűsíthetően alacsony.

Energiaköltségek és szennyezőanyag kibocsátások

Az alábbi számítások már jelen projekt keretében készültek az előző fejezetben ismertetett modell eredményei alapján.

A feltételezett energia egységeket az 5. táblázat, a figyelembe vett kibocsátási tényezőket a 6. táblázat mutatja.

5. Táblázat: Alkalmazott energiahordozó egységek

Energiahordozó	egységár
	Ft/kWh
Földgáz	10,4
Biomassza	10,5
Távhő	6,7
Elektromos áram	38

6. Táblázat: Alkalmazott emissziós tényezők

Jellemző hőtermelő	Por	NO _x	Por	NO _x
	mg/kWh	mg/kWh	mg/MJ	mg/MJ
Régi hasábfűtő tüzelés ¹⁾	3348	55,8	930	15,5
Új fűtőkazán ¹⁾	741,6	55,8	206	15,5
Pelletkazán ¹⁾	104,4	30,6	29	8,5
Kondenzációs / alacsony hőmérsékletű kazán ²⁾	0	35,64	0	9,9
Atmoszférikus kazán / gázkonvektor ²⁾	0	53,28	0	14,8

1) Forrás: Pollution From Residential Burning, Danish experience in an international perspective, www.clean-heat.eu & www.ecocouncil.dk, 2016

2) Forrás: Ecoinvent Report, No. 6-V., Erdgas, Villigen, Dezember 2007

Meglévő állapotra az eredményeket a 7. táblázat mutatja. A táblázat a felmért 2000 épület közül, a típusba esőkre egyenként meghatározott eredményeinek átlagértékét mutatja. Típuson belül a különböző épületek eltérő rendszerekkel, energiahordozókkal voltak jellemezhetők, így az eredmény ezek átlagát tükrözi.

A felújított épületeknél más utat kellett járni. Ekkor típusonként egy-egy modellépületet hoztunk létre és arra alkalmaztunk felújítási opciókat. Ezek a kiinduló modellek geometriai és szerkezeti szempontból a populáció átlagos tulajdonságait vették fel, kivéve a gépészetnél, ahol a típusonként mérlegeltük a célszerű gépészeti megoldást a KEOP projektnél leírtak szerint. Ennek megfelelően más-más megújuló energiás rendszert alkalmaztunk családi és társasházak esetén a 9. táblázatban bemutatott opciónál,

de típusonként csak egyfélét. A korszerűsített állapotokra adódott eredményeket a 8., 9. és 10. táblázatok foglalják össze.

7. Táblázat: Kiindulási állapot eredményei: fajlagos energiaköltségek és szennyezőanyag kibocsátások

Típus	Eredeti állapot (felmért épületekre vonatkozó átlagértékek)		Távhő	Elektromos áram	Energiaköltség	Porkibocsátás	NO _x kibocsátás
	Földgázalapú hőtermelő	Biomassza alapú hőtermelő			Ft/(m ² év)	kg/(m ² év)	kg/(m ² év)
1	Atmoszférikus kazán / gázkonvektor	Régi hasábfűtő tüzelés		Elektromos fűtőpatron / villanybojler	5545	794,79	24,69
2	Atmoszférikus kazán / gázkonvektor	Régi hasábfűtő tüzelés		Elektromos fűtőpatron / villanybojler	5287	426,07	22,28
3	Atmoszférikus kazán / gázkonvektor	Régi hasábfűtő tüzelés		Elektromos fűtőpatron / villanybojler	4923	411,39	20,66
4	Atmoszférikus kazán / gázkonvektor	Régi hasábfűtő tüzelés		Elektromos fűtőpatron / villanybojler	4915	455,43	20,72
5	Atmoszférikus kazán / gázkonvektor	Régi hasábfűtő tüzelés		Elektromos fűtőpatron / villanybojler	5170	431,11	22,24
6	Atmoszférikus kazán / gázkonvektor	Régi hasábfűtő tüzelés		Elektromos fűtőpatron / villanybojler	4198	401,80	16,42
7	Atmoszférikus kazán / gázkonvektor	Régi hasábfűtő tüzelés		Elektromos fűtőpatron / villanybojler	4520	445,48	18,71
8	Atmoszférikus kazán / gázkonvektor	Régi hasábfűtő tüzelés		Elektromos fűtőpatron / villanybojler	2949	231,69	12,17
9	Kondenzációs / alacsony hőmérsékletű kazán	Új fűtőkazán		Elektromos fűtőpatron / villanybojler	2683	30,12	9,07
10	Kondenzációs / alacsony hőmérsékletű kazán	Új fűtőkazán		Elektromos fűtőpatron / villanybojler	1862	5,47	5,85
11	Kondenzációs / alacsony hőmérsékletű kazán	Új fűtőkazán		Elektromos fűtőpatron / villanybojler	1802	19,86	5,54
12	Kondenzációs / alacsony hőmérsékletű kazán	Új fűtőkazán		Elektromos fűtőpatron / villanybojler	1412	12,98	4,79
13	Atmoszférikus kazán / gázkonvektor	Régi hasábfűtő tüzelés		Elektromos fűtőpatron / villanybojler	3658	143,58	15,85
14	Atmoszférikus kazán / gázkonvektor	Régi hasábfűtő tüzelés	Távhő központ	Elektromos fűtőpatron / villanybojler	3205	163,62	13,48
15	Atmoszférikus kazán / gázkonvektor			Elektromos fűtőpatron / villanybojler	1734	0,00	8,18
16	Kondenzációs / alacsony hőmérsékletű kazán		Távhő központ		975	0,00	3,06
17	Atmoszférikus kazán / gázkonvektor		Távhő központ	Elektromos fűtőpatron / villanybojler	2819	0,00	11,26
18	Atmoszférikus kazán / gázkonvektor		Távhő központ	Elektromos fűtőpatron / villanybojler	2339	0,00	9,50
19	Atmoszférikus kazán / gázkonvektor	Régi hasábfűtő tüzelés	Távhő központ	Elektromos fűtőpatron / villanybojler	1965	12,16	7,40
20	Atmoszférikus kazán / gázkonvektor		Távhő központ	Elektromos fűtőpatron / villanybojler	1067	0,00	1,29
21	Atmoszférikus kazán / gázkonvektor		Távhő központ	Elektromos fűtőpatron / villanybojler	1073	0,00	1,65
22	Atmoszférikus kazán / gázkonvektor		Távhő központ	Elektromos fűtőpatron / villanybojler	1185	0,00	5,16
23	Kondenzációs / alacsony hőmérsékletű kazán		Távhő központ		1016	0,00	3,29

8. Táblázat: Költségoptimum felújítás eredményei: fajlagos energiaköltségek és szennyezőanyag kibocsátások

Típus	Költségoptimális felújítás						
	Földgázalapú hőtermelő	Biomassza alapú hőtermelő	Távhő	Elektromos áram	Energiaköltség	Porkibocsátás	NO _x kibocsátás
					Ft/(m ² év)	kg/(m ² év)	kg/(m ² év)
1	Kondenzációs / alacsony hőmérsékletű kazán				1191	0,00	0,00
2	Kondenzációs / alacsony hőmérsékletű kazán				1208	0,00	0,00
3	Kondenzációs / alacsony hőmérsékletű kazán				1133	0,00	0,00
4	Kondenzációs / alacsony hőmérsékletű kazán				1127	0,00	0,00
5	Kondenzációs / alacsony hőmérsékletű kazán				1161	0,00	0,00
6	Kondenzációs / alacsony hőmérsékletű kazán				1070	0,00	0,00
7	Kondenzációs / alacsony hőmérsékletű kazán				1070	0,00	0,00
8	Kondenzációs / alacsony hőmérsékletű kazán				987	0,00	0,00
9	Kondenzációs / alacsony hőmérsékletű kazán				1118	0,00	0,00
10	Kondenzációs / alacsony hőmérsékletű kazán				935	0,00	0,00
11	Kondenzációs / alacsony hőmérsékletű kazán				1105	0,00	0,00
12	Kondenzációs / alacsony hőmérsékletű kazán				1001	0,00	0,00
13	Kondenzációs / alacsony hőmérsékletű kazán				1044	0,00	0,00
14	Kondenzációs / alacsony hőmérsékletű kazán				859	0,00	0,00
15	Kondenzációs / alacsony hőmérsékletű kazán				940	0,00	0,00
16	Kondenzációs / alacsony hőmérsékletű kazán				845	0,00	0,00
17	Kondenzációs / alacsony hőmérsékletű kazán				887	0,00	0,00
18	Kondenzációs / alacsony hőmérsékletű kazán				807	0,00	0,00
19	Kondenzációs / alacsony hőmérsékletű kazán				755	0,00	0,00
20			Távhő központ		409	0,00	0,00
21			Távhő központ		460	0,00	0,00
22	Kondenzációs / alacsony hőmérsékletű kazán				773	0,00	0,00
23	Kondenzációs / alacsony hőmérsékletű kazán				901	0,00	0,00

9. Táblázat: Költségoptimum felújítás megújulóval, eredmények: fajlagos energiaköltségek és szennyezőanyag kibocsátások

Típus	Költségoptimális felújítás megújulóval az 1-8-as épületeknél						
	Földgázalapú hőtermelő	Biomassza alapú hőtermelő	Távhő	Elektromos áram	Energiaköltség Ft/(m ² év)	Porkibocsátás kg/(m ² év)	NO _x kibocsátás kg/(m ² év)
1		Új faelgázosító kazán			1407	0,10	0,01
2		Új faelgázosító kazán			1389	0,10	0,01
3		Új faelgázosító kazán			1464	0,10	0,01
4		Új faelgázosító kazán			1463	0,10	0,01
5		Új faelgázosító kazán			1503	0,11	0,01
6		Új faelgázosító kazán			1289	0,09	0,01
7		Új faelgázosító kazán			1394	0,10	0,01
8		Új faelgázosító kazán			1136	0,08	0,01
9	Kondenzációs / alacsony hőmérsékletű kazán				1118	0,00	0,00
10	Kondenzációs / alacsony hőmérsékletű kazán				935	0,00	0,00
11	Kondenzációs / alacsony hőmérsékletű kazán				1105	0,00	0,00
12	Kondenzációs / alacsony hőmérsékletű kazán				1001	0,00	0,00
13	Kondenzációs / alacsony hőmérsékletű kazán				1044	0,00	0,00
14	Kondenzációs / alacsony hőmérsékletű kazán				859	0,00	0,00
15	Kondenzációs / alacsony hőmérsékletű kazán				940	0,00	0,00
16	Kondenzációs / alacsony hőmérsékletű kazán				845	0,00	0,00
17	Kondenzációs / alacsony hőmérsékletű kazán				904	0,00	0,00
18	Kondenzációs / alacsony hőmérsékletű kazán				596	0,00	0,00
19	Kondenzációs / alacsony hőmérsékletű kazán				557	0,00	0,00
20			Távhő központ		409	0,00	0,00
21			Távhő központ		460	0,00	0,00
22	Kondenzációs / alacsony hőmérsékletű kazán				773	0,00	0,00
23	Kondenzációs / alacsony hőmérsékletű kazán				782	0,00	0,00

9. Táblázat: Csak épületgépészeti korszerűsítés (épületszerkezetek nem változnak), eredmények: fajlagos energiaköltségek és szennyezőanyag kibocsátások

Típus	Gépészeti felújítás					
	Földgázalapú hőtermelő	Biomassza alapú hőtermelő	Távhő	Energiaköltség	Porkibocsátás	NO _x kibocsátás
				Ft/(m ² év)	kg/(m ² év)	kg/(m ² év)
1	Kondenzációs / alacsony hőmérsékletű kazán			3263	0,00	0,01
2	Kondenzációs / alacsony hőmérsékletű kazán			3181	0,00	0,01
3	Kondenzációs / alacsony hőmérsékletű kazán			3207	0,00	0,01
4	Kondenzációs / alacsony hőmérsékletű kazán			2983	0,00	0,01
5	Kondenzációs / alacsony hőmérsékletű kazán			3223	0,00	0,01
6	Kondenzációs / alacsony hőmérsékletű kazán			2496	0,00	0,01
7	Kondenzációs / alacsony hőmérsékletű kazán			2750	0,00	0,01
8	Kondenzációs / alacsony hőmérsékletű kazán			2026	0,00	0,01
9	Kondenzációs / alacsony hőmérsékletű kazán			1879	0,00	0,01
10	Kondenzációs / alacsony hőmérsékletű kazán			1279	0,00	0,00
11	Kondenzációs / alacsony hőmérsékletű kazán			1373	0,00	0,00
12	Kondenzációs / alacsony hőmérsékletű kazán			1220	0,00	0,00
13	Kondenzációs / alacsony hőmérsékletű kazán			2524	0,00	0,01
14	Kondenzációs / alacsony hőmérsékletű kazán			2073	0,00	0,01
15	Kondenzációs / alacsony hőmérsékletű kazán			1460	0,00	0,01
16	Kondenzációs / alacsony hőmérsékletű kazán			1000	0,00	0,00
17	Kondenzációs / alacsony hőmérsékletű kazán			2011	0,00	0,01
18	Kondenzációs / alacsony hőmérsékletű kazán			1927	0,00	0,01
19	Kondenzációs / alacsony hőmérsékletű kazán			1822	0,00	0,01
20			Távhő központ	988	0,00	0,00
21			Távhő központ	1015	0,00	0,00
22	Kondenzációs / alacsony hőmérsékletű kazán			1015	0,00	0,00
23	Kondenzációs / alacsony hőmérsékletű kazán			1016	0,00	0,00