

TDK-dolgozat

2023.

**BUDAPESTI GAZDASÁGI
EGYETEM PÉNZÜGYI ÉS
SZÁMVITELI KAR**

Az energiahatékonysági felújítások gazdasági hatásainak vizsgálata

Belső konzulens: Dr. Honvári Patrícia

Pozsgai Attila
Nappali
Gazdálkodás és
menedzsment
Vállalkozás
menedzsmen

2023/1

Tartalomjegyzék

Tartalom

1. Bevezetés	2
2. Klíma változásból eredő CO ₂ emisszió csökkentési igény 2050-ig	3
3. Energiagazdálkodás, energiafelhasználás	10
4. Energiahatékonyság javítása	17
5. Hőszigetelés és Okos otthon (Smart-home).....	18
6. Kutatási kérdés és módszertan	20
7. Kádár-kocka (K-K) lakóház energiahatékonyság növelése céljából végzett energetikai és gazdasági számítás.....	21
8. Fűtési rendszerek összehasonlítása és kiválasztása.....	30
9. A lakossági attitűd vizsgálata az energiahatékonyság területén.....	36
Kérdőív limitációi:	36
10. Válaszok kiértékelése	36
11. Összefoglalás.....	49
12. Mellékletek.....	50
13. Irodalomjegyzék.....	51
14. Táblázatok jegyzéke:	52
15. Ábrák jegyzéke	52
16. Linek jegyzéke.....	53

Az energiahatékonysági felújítások gazdasági hatásainak vizsgálata

1. Bevezetés

Az emberiség a szükségleteinek kielégítése céljából – 19. századi ipari forradalom óta – olyan iparágakat hozott létre, melyek működéséhez jelentős mennyiségű alapanyagra és energiára van szükség, amelyet a természetből nyer. (Key World Energy Static 2020) Ezen alapanyagok és energiahordozók előteremtése és feldolgozása jelentősen terheli és rombolja természetes környezetünket és erőteljesen hozzájárul az éghajlatváltozáshoz. (Steven J, Ken C, H Damon Matthews 2010) Az idei (2023. évi) nyár, amely az elmúlt évtizedek egyik legmelegebb és valószínűleg a következő évek egyik leghűvösebb nyara volt, ékesen demonstrálta az éghajlatváltozás kedvezőtlen folyamatát és hosszú távú fenntarthatatlanságát.

Napjainkban az alapvető gazdasági ágazatok (feldolgozóipar, energiaellátás, mezőgazdaság, szállítás, hulladékgazdálkodás stb.) működése alapanyag (pl. műtrágyagyártás, kőolajfeldolgozás) és energiaellátás (bányászott szén, kőolaj, földgáz) oldalon is jelentős mennyiségű fosszilis energiahordozót igényel. Ezek felhasználása során jelentős mennyiségű üvegházhatású gáz (továbbiakban: ÜHG) – pl.: szén-dioxid, dinitrogén-oxid, metán stb.) és egyéb légszennyező anyag kerül a légkörbe, amely erősíti az éghajlatváltozást. (Key World Energy Static 2020) Az Egyesült Nemzetek Szervezetének (továbbiakban: ENSZ) „Közös jövőnk” elnevezésű jelentésében (1987) határozta meg a fenntarthatóság fogalmát: „A fenntarthatóság az emberiség jelen szükségleteinek kielégítése, a környezet és a természeti erőforrások jövő generációk számára történő megőrzésével együtt.” (Gyulai I. 2012 9.oldal)

A fenntarthatóság elérésében az energiahatékonyság növelése a lakóépületeknél kulcsfontosságú szerepet játszik. Ennek előnyei, mind a társadalom, mind a gazdaság számára számos területen érezhetők:

- Egyrészt az energiahatékonyság emelése csökkenti a fosszilis és egyéb tüzelőanyagok, mint a szén, a földgáz és a fa felhasználását. Emellett hozzájárul az üvegházhatást okozó gázok kibocsátásának csökkentéséhez, ami elengedhetetlen a klímaváltozás elleni küzdelemben és az emberek egészségének megőrzésének érdekében.
- Másrészt az energiabiztonság növelése is az energiahatékonyság előnyei közé tartozik, ami garantálja az energia rendelkezésre állását.
- Továbbá, az energiahatékonyság csökkenti a fosszilis tüzelőanyagok árváltozásából eredő piaci bizonytalanságokat, valamint az energiaválságok valószínűségét és a gazdaság kitettségét és az energiaszegénységet. (Antal Miklós 2021)

Az energiahatékonyság napjaink energiaválsága(i) miatt, különösen felértékelődött, nemcsak a nemzetközi szervezetek foglalkoznak vele, hanem a hétköznapi emberek is.

Az energiahatékonysági felújítások gazdasági hatásainak vizsgálata

Az én személyes motivációm ennek a témának a kutatására abból ered, hogy hiszek abban, hogy a fenntartható jövő építésének egyik kulcseleme az energiahatékony épületekben rejlik. Továbbá személyes kötődésem is van a témához, hiszen most költöztem egy 80-as években épült társasházba és fontosnak tartom megértetni a lakóközösséggel, hogy az épület-felújítás nem csupán rövidtávú beruházási költségeket igényel, hanem a legtöbb esetben hosszú távú költségmegtakarítást eredményez a lakóközösség számára.

Összefoglalva, az épületek energetikai felújításának vizsgálata számomra nem csupán egy szakmai kihívás, hanem a személyes kötődésem révén hasznos is. Hiszek abban, hogy az épületeink megújítása nem csupán az energiahatékonyság javítása miatt fontos, hanem azért is, hogy megőrizzük kulturális örökségünket. Ezzel nemcsak hozzájárulunk egy fenntarthatóbb jövőhöz, hanem emellett még gazdaságilag is jól járhatunk hosszú távon.

2. Klíma változásból eredő CO₂ emisszió csökkentési igény 2050-ig

Klímaváltozásból eredő kockázatok csökkentéséhez szükséges áttekinteni a nemzetközi célokat, a célok elérésének ütemezését (10 éves bontásban), az Európai Unió szabályozási irányelveit, terveit, célokat és vállalásokat, valamint a tagállami (ezen belül magyarországi) törekvéseket.

Az éghajlatváltozásról szóló Párizsi Megállapodás:

A Párizsi Megállapodás az **ENSZ** Éghajlatváltozási Keretegyezménye, amely **2016. április 22-én** került aláírásra. Fő célja az üvegházhatást okozó gázok kibocsátásának mérséklése, a globális felmelegedéshez történő alkalmazkodás elősegítése és a szükséges pénzügyi források biztosítása. (Lásd: 2016. L. törvény)

Idézet a megállapodásból:

„A jelen Megállapodás (Párizsi Megállapodás) célja, hogy a Keretegyezmény és annak célkitűzése megvalósításának elősegítése során **erősítse az éghajlatváltozás veszélyére adott globális választ** a fenntartható fejlődéssel és a szegénység felszámolására irányuló törekvésekkel összefüggésben, többek között:

1. a globális átlaghőmérséklet emelkedését jóval az iparosodás előtti átlaghőmérsékletnél 2 °C-kal magasabb hőmérsékletszint alatt tartva; egyúttal arra törekedve, hogy **a hőmérsékletemelkedés az iparosodás előtti átlaghőmérséklet feletti 1,5 °C mértékre**

Az energiahatékonysági felújítások gazdasági hatásainak vizsgálata

korlátozódjon, felismerve, hogy ez jelentősen csökkentené az éghajlatváltozás kockázatait és hatásait;

2. az éghajlatváltozás kedvezőtlen hatásaihoz való alkalmazkodás képességének növelésével, az éghajlatváltozással szembeni ellenálló képesség fejlesztésével és *az üvegházhatású gázok alacsony szintű kibocsátásának támogatásával*, az élelmiszer-termelés veszélyeztetése nélkül; valamint
3. arra törekedve, hogy *a pénzügyi források áramlása összhangban álljon az üvegházhatású gázok alacsonyabb szintű kibocsátására és az éghajlatváltozással szembeni ellenálló képesség fejlesztésére* irányuló erőfeszítésekkel.”

(Lásd: 2016. L. törvény)

Az Európai Unió erőfeszítései a fenntarthatóság növelése céljából:

Az éghajlatváltozás és a környezet károsodása megelőzésére és a fenntarthatóság érdekében az Európai Unió aktív (kezdeményező) stratégiát alkotott és az Európa Bizottság javaslatára a következő programokat hozta létre:

- **Zöld Megállapodás (Green Deal, 2019.12.11.)** keretrendszer, üvegházhatású gázok kibocsátását az EU tagországokban és 2050-ig érik el a klímasemlegességet.
- **Fenntartható Finanszírozás (EU Sustainable Finance) és Uniós taxonómiai rendelet (EU 2020/852 rendelet, 2020.07.12.)**
- **„Tiszta energia minden európainak”**
- **Repower EU (2022. május)**

„Tiszta energia minden európainak” csomag:

Cél: Összhangot teremtsen az EU belső energiaszabályozása és a Párizsi Éghajlatváltozási Keretegyezmény vállalásaival.

- Első az energiahatékonyság: 2030-ig 40%-kal csökkenteni az üvegházhatású gázok kibocsátását, az energiafogyasztás legalább 32%-át megújuló energiaforrásból kell biztosítani, 32,5%-os energia hatékonyság javítás.
- Globális vezető szerep felmutatása a megújuló energiaforrások elterjedésében.
- Új energetikai szabálykönyv: a kiemelt célok uniós szinten rögzítve vannak. Az új szabályok előírják, hogy az egyes országok maguk döntenek el, hogyan járulnak hozzá ezekhez az uniós célokhoz és a 2021–2030 közötti nemzeti energia- és klímatervet (NEKT) kell összeállítani.

Az energiahatékonysági felújítások gazdasági hatásainak vizsgálata

- Több jog a fogyasztók számára: nagyobb átláthatóság a háztartási energia számlákban, nagyobb választék az energiaszolgáltatók terén és rugalmasabb szolgáltató váltás lehetősége. Az új szabályok megkönnyítik az egyének számára, hogy saját maguk állítsák elő energiájukat (pl. napelemekkel) és tárolják vagy értékesítsék a hálózaton.
- Fokozott ellátásbiztonság: Az időjárásfüggő energiaforrások folyamatos növelése kihívást jelent a villamosenergia-rendszerek számára. Az új törvények növelik az ellátásbiztonságot és a rugalmasságot, emellett segítik a megújuló energiaforrások hálózatba való integrálását és a kockázatok kezelését, valamint javítják a határokon átnyúló együttműködést.

„Zöld Megállapodás” (Green Deal) keretrendszer:

Az Európai Unió tagállamai által megkötött „Zöld Megállapodás” (Green Deal) egy tagállami elkötelezettség. Ennek a legfontosabb célja, hogy 2030-ig a gazdaság szereplői jelentősen (1990. évhez képest 55%-al) csökkentsék az üvegházhatású gázok kibocsátását az EU tagországokban és 2050-ig érik el a klímasemlegességet. A „Zöld Megállapodás” – reményeink szerint – egy új, modern és fenntartható modellt ajánl és az EU gazdaságát modern, erőforrás-hatékony és versenyképes gazdasággá fogja átalakítani.

1. táblázat: EU „Zöld Megállapodás” (Green Deal) társadalmi céljai

• Csökkenteni a kibocsátást
• Munkahelyeket teremteni és elősegíteni a növekedést
• Csökkenteni az energiaszegénységet
• Mérsékelni a külső energiafüggőséget
Javítani a polgárok egészségét és jóllétét

(Europa commission 2019)

A célok eléréséhez az Európai Bizottság ambiciózusabb célértékeket javasol. Ezeket a célértékeket a 2. táblázat foglalja össze.

2. táblázat: EU „Zöld Megállapodás” (Green Deal) célértékei

• 35 millió épület korszerűsítésére kerülhet sor 2030-ig.
• 160 000 további zöld munkahely jöhet létre az építőiparban 2030-ig.

Az energiahatékonysági felújítások gazdasági hatásainak vizsgálata

<ul style="list-style-type: none">• Szennyezésmentes energiarendszer kiépítése:<ul style="list-style-type: none">○ 40%– új megújulóenergia-célszám 2030-ra○ 36–39%– új energiahatékonyság-növelési célszám 2030-ra a végső- és primerenergia-fogyasztás terén
<ul style="list-style-type: none">• Épületfelújítás a környezetkímélőbb életmód érdekében<ul style="list-style-type: none">○ Minden évben az összes középület teljes alapterületének legalább 3%-át újítsák fel,○ 2030-ra az épületek legalább 49%-ban megújuló energiát hasznosítsanak,○ 2030-ig évente +1,1 százalékponttal növeljék a megújuló energia fűtési és hűtési célú felhasználását.
<ul style="list-style-type: none">• Új célérték a természetes szénelnyelésre vonatkozóan<ul style="list-style-type: none">○ 225 Mtonna (régi célérték)○ 268 Mtonna (jelenlegi szénelnyelés mértéke)○ 310 Mtonna (új célérték)

Forrás:

1. Link

Fenntartható Finanszírozás (EU Sustainable Finance) és Uniós taxonómiai:

Az Európai Unió tagállamai által megkötött „Zöld Megállapodás” (Green Deal) mellett legalább annyira fontos kezdeményezés az EU Fenntartható Finanszírozási Akcióterve. Ez a fenntarthatósági és klímasemleges célok elérését támogatja. Az érintett célok elérése érdekében lépett hatályba 2020. július 12-én az EU Taxonómia rendelete, amely meghatározza azokat a „zöld” tevékenységeket, amelyek jelentősen hozzájárulnak a következő hat környezeti célkitűzéshez:

1. **Éghajlatváltozás mérséklése**
2. Éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodás
3. Vízi és tengeri erőforrások fenntartható használata és védelme
4. Körforgásos gazdaságra való átállás
5. Szennyezés megelőzése és csökkentése
6. Biológiai sokféleség és az ökoszisztémák védelme és helyreállítása.

A lényeges hozzájárulásokat összegyűjtötték egy „Type of contribution” táblázatban és megadták valamely környezeti célhoz a hozzájárulás módját is, amely a következő három módon történhet meg (és egyszerre több módon is teljesülhet):

Az energiahatékonysági felújítások gazdasági hatásainak vizsgálata

1. A tevékenység saját teljesítményéből adódóan („own performance”: pl. villamosenergia-termelés napelemmel, szélerőmű – már eleve alacsony a karbon kibocsátás)
2. Az átmenetet támogatva („transitional”: pl. villamos energia és hőenergia termelése gázzal, biomasszával-, hőenergia-, H2 tárolása, épületek felújítása – jellemzően még nem alacsony karbon kibocsátású technológiák, de az átmenet szempontjából fontosak lehetnek és csökkentik a karbon kibocsátást)
3. Képessé tevő („enabling”) tulajdonsága által (pl. pl. villamos energia-, hőenergia-, H2 tárolása, alacsony karbon-kibocsátó technológiák gyártása).

(Lásd: EU 2020/852 rendelet)

RePower EU

A REPower EU program az Európai Unió válasza az energiaellátási kihívásokra, különösen az orosz energiaimporttól való függőség csökkentésére. A program célja egy megfizethető, biztonságos és fenntartható energiaellátás biztosítása Európa számára. A program főbb céljai és intézkedései:

- **Energiaellátás Diverzifikálása:** Az EU arra törekszik, hogy csökkentse függőségét az orosz gáztól és diverzifikálja energiaellátását. Ezt többek között harmadik országokkal kötött megállapodásokkal, cseppfolyósított földgáz (LNG) beszerzésével, valamint stratégiai partnerségek létrehozásával kívánja elérni.
- **Energiatakarékosság:** A legolcsóbb és legbiztonságosabb módja annak, hogy csökkentjük az orosz fosszilis tüzelőanyagoktól való függőségünket. Az EU tagállamai önkéntesen vállalták, hogy csökkentik gázfogyasztásukat.
- **Megújuló Energiaforrásokba Történő Beruházás:** A REPower EU program felgyorsítja a zöld átállást és jelentős beruházásokat ösztönöz a megújuló energiaforrások területén. A cél az, hogy az EU-ban előállított villamosenergia egyre nagyobb részét biztosítsák megújuló energiaforrások.
- **Megfizethető Energiellátás Biztosítása:** Az EU létrehozott egy energiabeszerzési platformot, amely összehangolja az uniós intézkedéseket és a külső gázszolgáltatókkal folytatott tárgyalásokat, így elkerülve az árversenyt az EU tagállamai között.
- **Finanszírozás:** A REPower EU program megvalósításához jelentős beruházásokra van szükség. A program hozzávetőlegesen 300 milliárd euróba kerül. Ennek döntő része vissza nem térítendő támogatás formájában kerül kiosztásra.

Az energiahatékonysági felújítások gazdasági hatásainak vizsgálata

Forrás:

2. *Link*

Magyarország energia stratégiája (NEKT: Nemzeti Energia és Klímaterv)

Az energiaunió és az éghajlat-politika irányításáról szóló 2018/1999/EU rendelet szerint a tagállamoknak tízéves időszakokra szóló **nemzeti energia- és klímatervet (NEKT)** kell összeállítaniuk. Az első Magyarországon kiadott NEKT a 2021–2030-as időszakra vonatkozik, amely a 2030-ig meghatározott célok összességét tartalmazza. A főbb sarkalatos célkitűzéseket a 3. táblázat foglalja össze.

3. táblázat: A NEKT sarkalatos célkitűzései:

• Energiaszuverenitás és az energiabiztonság megerősítése
• Energiatermelés dekarbonizálása
• Energia biztonság.

A magyar NEKT-ben figyelembe vették az EU-s megújuló energia, az energiahatékonyság és a villamosenergia-hálózatok összeköttetése tekintetében 2030-ig meghatározott célokat. Ennek alapján hazánk vállalását a 4. táblázatban mutatom be.

Az energiahatékonysági felújítások gazdasági hatásainak vizsgálata

4. táblázat: NEKT kiindulási adatai és célok 2030-ig

(összefoglaló táblázat)

Megnevezés	2017 tény	2030 HU cél	Megjegyzés
1. Dimenzió: Dekarbonizáció: EU cél: -55 %			
ÜHG kibocsátás csökkentés 1990-hez képest	-31,90%	min. -40%	ÜHG kibocsátás csökkentés 1990-hez képest
A GDP ÜHG intenzitása	1,98 t CO2e/millió Ft	az ÜHG intenzitás folyamatos csökkentése	A GDP ÜHG intenzitása
A nem-ETS kibocsátások csökkentése 2005-höz képest	-9,30%	min. -7%	A nem-ETS kibocsátások csökkentése 2005-höz képest
2. Dimenzió: Energiahatékonyság			
EU cél:			
<ul style="list-style-type: none"> • 35 millió épület korszerűsítésére kerülhet sor 2030-ig Épület felújítás a környezetkímélőbb életmód érdekében: • Minden évben az összes középület teljes alapterületének legalább 3%-át újítják fel, • 2030-ra az épületek legalább 49%-ban megújuló energiát hasznosítsanak, • 2030-ig évente +1,1 százalékponttal növeljék a megújuló energia fűtési és hűtési célú felhasználását. 			
Végösszeg - felhasználás	775 PJ	max. 785 PJ	a cél feletti végső energiafelhasználás forrása csak karbonsemleges energiaforrás lehet 2030 és 2040 között
GDP végösszeg - intenzitása	0,579 toe/millió Ft	0,429 toe/millió Ft	
3. Dimenzió: Energiabiztonság			
EU cél:			
Szennyezésmentes energiarendszer kiépítése:			
<ul style="list-style-type: none"> • 40%– új megújulóenergia-célszám 2030-ra • 36–39%– új energiahatékonyság-növelési célszám 2030-ra a végső- és primerenergia-fogyasztás terén 			
Nettó importfüggőség – földgáz	96%	70%	
Nettó importfüggőség – kőolaj	86%	max.85%	
Nettó importfüggőség – villamos energia	32-33%	max.20%	
N-1 szabály a földgáz-infrastruktúrára	143%	min.120%	
4. Dimenzió: Belső energiapiac			
EU cél:			
Villamosenergia-rendszerösszeköttetések aránya	kb. 50%	min. 60%	

(ITM 2020)

Az energiahatékonysági felújítások gazdasági hatásainak vizsgálata

3. Energiagazdálkodás, energiafelhasználás

A magyar nemzetgazdaság egyik legfontosabb ága az energiagazdálkodás. Ennek célja a különböző energiafelhasználói szektorok ellátása energiával. Az energiagazdálkodás egyik legfontosabb mutatója a „Primer energiafelhasználás” (mértékegysége: PJ vagy petajoule).

A „*Primer energiafelhasználás*” a primer energiahordozók belföldi termelésének, energiahordozók külföldről történt behozatalának, kivitelének és belföldi készletváltozásának az eredője. Magyarország primer energia felhasználása 2021-ben: 1154,8, a legfrissebb 2022-es adatok szerint pedig 1091 PJ volt. (KSH)

5. táblázat: A primer (elsődleges) energiafelhasználás szerkezete [%]:

Megnevezés	2021 (PJ)	2021 (%)	2022 (PJ)	2022 (%)
Szén és széntermékek (fosszilis)	68,7	5	59,3	4,8
Kőolaj és kőolajtermékek (fosszilis)	458	29,3	454,8	31,7
Földgáz (fosszilis)	310,9	33,7	376,8	30,3
Éghető megújulók és hulladékok	142,2	10,8	136,7	10,9
Nukleáris	174,8	15,1	172,9	15,8
Víz	0,8	0,1	0,6	0,1
Szél	2,4	0,2	2,2	0,2
Egyéb nem éghető megújulók	20,9	1,8	24,2	2,2
Villamos energia nettó import	71,9	4,0	77,7	4,0
Kivitel	175,9		155,7	
Készletváltozás	80,2		-58,5	
Primer energiafelhasználás összesen:	1 154,8	100,0	1 091,2	100,0
Energiafüggőség/Importfüggőség:		53,7%		64,2%

Forrás: A megadott STADAT táblák alapján saját szerkesztés.

3. [Link](#)

4. [Link](#)

5. [Link](#)

Magyarország primer energiafelhasználás szerkezetéről elmondható, hogy jelentős mennyiségű fosszilis eredetű (szén, kőolaj, földgáz) energiahordozót használ fel. Ez hosszútávon fenntarthatatlan. A felhasználás csökkentése – amellyel a Nemzeti Energia és Klíma terv is

Az energiahatékonysági felújítások gazdasági hatásainak vizsgálata

foglalkozik – elengedhetetlen a korábban meghatározott környezetvédelmi célok elérése érdekében.

A magyar nemzetgazdaság primer energiafelhasználásából és annak megoszlásából (termelés, behozatal, kivitel és készletváltozás) adódik az ország *energiafüggősége*¹, amelynek csökkentése nemzeti cél. A magyarországi energiafüggősége 2021. évben: 53,7% volt, egy év alatt a mutató értéke 10,5 százalékponttal 64,2%-ra nőtt.

A magyar nemzetgazdaság energiafelhasználással kapcsolatos másik igen fontos mutatója a nemzetgazdaság *energiahatékonysága* vagy *energiaintenzitása*.

Az energiahatékonyság esetén az alacsonyabb érték a kedvező. Az a cél, hogy minél kevesebb energia felhasználásával minél több GDP-t lehessen létrehozni.

2010. évben 266,4 KOkg/ezerEUR², 2021. évben 205,8 KOkg/ezerEUR volt Magyarország **GDP arányos primer energiafelhasználása**. 2010 és 2021 között a mutatószám 22,7%-kal csökkent. E kedvező folyamat **további jelentős javulása szükséges**. 2021-ben Magyarországon egy egységnyi GDP termeléshez az uniós átlagnál 76%-kal több energiát kellett felhasználni. (KSH: Magyarország 2022)

Forrás: 6. Link

A primer energiafelhasználás mellett – amely tartalmazza az alapanyag-, illetve a nem energetikai célú felhasználást is – érdemes megvizsgálni a *végző energiafelhasználást*, ami a mind a lakossági fogyasztók által, mind az egyéb (pl.: közlekedésből vagy ipari) felhasználásból adódó ténylegesen felhasznált energia mennyiségét mutatja.

6. táblázat: A végző energiafelhasználás szerkezete [%]:

Megnevezés	2021 (PJ)	2021 (%)
Mezőgazdaság, erdőgazdálkodás, halásza	27,9	3,5%
Ipar	198,4	25,2%
Közlekedés	204,2	25,9%
Kereskedelem és közcélú szolgáltatások	86,7	11,0%
Honvédelem	2,0	0,3%
Lakosság	268,0	34,0%
Összesen:	787,2	100 %

Forrás: 7. Link

¹ Az energiafüggőség a nettó import és primer energiafelhasználás hányadosaként számolható.

² KOkg/ezerEUR a kőolajgyenérték-kilogramm/ezer euró, ahol KO: a kőolaj.

Az energiahatékonysági felújítások gazdasági hatásainak vizsgálata

Megújuló energiaforrásokból előállított energia részaránya:

Magyarországon a megújuló energiaforrásokból előállított energia felhasználásának részaránya 2021. évben: 14%-ot tett ki a bruttó végső energiafogyasztásból. Az EU átlag ennél magasabb; 22% volt. Ez döntő részben azzal függ össze, hogy számos európai országban alkalmaznak vízerőműveket, míg hazánkban ez földrajzi okokból adódóan nem jellemző. (KSH: Magyarország 2022)

A megújuló energiaforrásokból előállított villamosenergia felhasználásának részaránya a bruttó végső villamosenergia-fogyasztáson belül 2021. évben 13,7% volt, egy év alatt ez némileg (15,2%-ra) emelkedett.

Forrás:8. Link

7. táblázat: Bruttó villamosenergia-termelés és import [GWh]:

Megnevezés	2021 GWh	2021 %	2022 GWh	2022 %
Nukleáris	15 990	44,3%	15 812	44,3%
Szén és széntermékek	3 105	8,6%	3 046	8,5%
Földgáz	9 653	26,7%	8 845	24,8%
Kőolajtermékek	59	0,2%	59	0,2%
Biomassza	1 775	4,9%	1 693	4,7%
Biogáz	295	0,8%	313	0,9%
Kommunális hulladék megújuló része	161	0,4%	130	0,4%
Víz	212	0,6%	178	0,5%
Szél	664	1,8%	610	1,7%
Nap	3 796	10,5%	4 682	13,1%
Geotermikus	12	0,0%	4	0,0%
Egyéb	398	1,1%	327	0,9%
Összesen	36 120	100%	35 699	100%
Villamosenergia-termelés	36 120	64,40%	35 699	62,31%
Villamosenergia import	19 967	35,60%	21 589	37,69%
Erőművi önfogyasztás	1 972	3,52%	1 972	3,44%
Hálózati veszteség	3 052	5,44%	2 781	4,85%
Kivitel	7 213	12,86%	9 438	16,47%

Az energiahatékonysági felújítások gazdasági hatásainak vizsgálata

Megnevezés	2021 GWh	2021 %	2022 GWh	2022 %
Villamosenergia felhasználás	43 850	78,18%	43 097	75,23%

Forrás:

9. [Link](#)

10. [Link](#)

A 7. táblázat alapján látható, hogy *Magyarország villamosenergia szempontjából nem önellátó*, jelentős (35–38%) villamosenergia importra szorul. Hazánk energiakitettséget tovább növelheti az új jelentős energiaintenzitású iparágak kiépítése. Bizakodásra adhat okot a villamosenergia kivitelünk növekedése, amely a napelem rendszerek számának és beépített teljesítményük gyors növekedésének köszönhető. 2022-ben a napelemekkel előállított villamosenergia mennyisége: 4 682 GWh volt. Ez 23,3%-os 886 GWh-os növekedést jelentett egy év alatt.

Lakosság végső energiafelhasználása:

Magyarországon a legtöbb energiát a lakosság használja fel. Ez a felhasználás erősen évszak és téli időjárás függő. A felhasznált energia 73%-a fűtésre és hűtésre **fordítódik**, amely az energiahatékonyság javításával jelentősen csökkenthető.

Táblázat-5: A háztartások végső energiafelhasználása felhasználási célok szerint

Megnevezés	2021 (PJ)	2021 (%)
Fűtés	195,6	72,7%
Hűtés	0,8	0,3%
Használati meleg víz	31,9	11,9%
Főzés	13	4,8%
Világítás és elektromos készülékek	27,4	10,2%
Összesen:	268,9	100%

Forrás:

11. [Link](#)

Háztartások energiafogyasztása:

A magyar háztartások energiaellátása javarészt villamos energia és vezetékes földgáz eredetű.

Az energiahatékonysági felújítások gazdasági hatásainak vizsgálata

Táblázat-5: Egy lakosra jutó háztartási energiafogyasztás energiaforrások szerint

Megnevezés	2019 (GJ/fő)	2019 (%)
Földgáz (fosszilis)	12,0	49,4%
Megújuló energiaforrások	5,5	22,6%
Villamosenergia (részben fosszilis: 33,5%*)	4,3	17,7%
Távhő (nagyreszt fosszilis)	1,9	7,8%
Szilárd tüzelőanyag: Szén és széntermékek (fosszilis)	0,3	1,2%
Kőolaj és kőolajszármazék (fosszilis)	0,3	1,2%
Összesen:	24,3	100%

12.Link

Megjegyzés: *: Bruttó villamosenergia-termelésből becsülve

Egy lakosra jutó háztartási energiafogyasztás energiaforrások szerinti megosztásából megállapítható, hogy a fosszilis eredetű energia részaránya kb. 58%, amelyet jelentősen csökkenteni kell a földgázfogyasztás csökkentésével illetve kiváltásával (pl. megújuló eredetű villamosenergiával).

A KSH adatai szerint a földgáz felhasználás az utóbbi években a következő táblázat mutatja be:

Táblázat-6: Gázellátás

Év	Vezetékes gázzal ellátott település		Vezetékes gázt fogyasztó háztartás		A gázcsőhálózat hossza, km	Egy háztartási fogyasztóra jutó évi vezetékes gázfogyasztás, m ³
	összesen	az összes település %-ában	összesen	a lakásállomány %-ában		
1990	453	14,8	1 629 706	41,9	22 549	1 167,7
2000	2 508	80	2 823 732	69,5	72 496	1 244,8
2010	2 873	91,1	3 395 870	77,3	82 872	1 077,5
2020	2 878	91,2	3 271 164	72,7	84 912	1 089,7
2021	2 877	91,2	3 301 882	72,9	85 272	1 189,1
2022	2 876	91,2	3 254 149	72,0	85 532	1 127,7

Forrás:

13. Link

Az energiahatékonysági felújítások gazdasági hatásainak vizsgálata

Megállapítható, hogy a 2010-re Magyarországon a vezetékes földgázellátó rendszer kiépült. A települések 90% rendelkezik vezetékes földgáz ellátással és a lakásállomány kb. 73-75 %-a (3,3 millió) lakás bekötésre került. A földgázellátó rendszer óriási összegű beruházásokkal épült ki az elmúlt 30 évben és várhatóan hasonlóan óriási beruházásokkal váltható ki megújuló energiával a következő bő 25 évben (2030-ig 55 %-kal kell csökkenteni üvegházhatású gázok kibocsátását, **2050-ig klímasemlegesség a cél**). Egy átlagos háztartási fogyasztóra 1189 m³ (2021 során) földgáz fogyasztás jutott, amely 11.229 kWh energiának felel meg (ha 1 m³ földgáz fűtőértéke (energia tartalma): 34 MJ/m³). A fenti táblázat alapján kiszámítható, hogy a lakosság összesen évente 37076 TWh energiát fogyaszt földgázból, amelyet egy hatalmas kb. 4232 MW-os erőmű (8760 óra/év üzemelés) által termelt villamos energiával lehetne kiváltani (majdnem 2 db, Paks-2 atomerőmű: 2400 MW). Ezt a célt energiahatékonyság növelése és a megújuló energiatermelők fejlesztése nélkül nem valósítható meg (2030-ra az épületek legalább 49 %-ban megújuló energiát kellene hasznosítsanak). Ezt a helyzetet kell kiindulási állapotnak tekinteni.

Meg kell vizsgálni, hogy milyen módon váltható ki a háztartások vezetékes földgáz felhasználása a szükséges CO₂ csökkentés és a 2050. évi klíma (karbon)-semlegesség elérése érdekében (Lásd: „Zöld Megállapodás” (Green Deal) keretrendszer célok).

A háztartások földgázzal történő energiaellátás kiváltásának egyik lehetséges (nem kizárólagos) módja a meglévő villamosenergia-rendszerre támaszkodva a villamosítás szélesítése, azaz a fosszilis eredetű földgáz fogyasztók lecserélése villamosenergia-fogyasztókra. Villamosítás akkor jár előnnyel a CO₂ emisszió csökkentése érdekében, ha Magyarországon előállított egységnyi villamos energia karbonintenzitása (gCO₂/kWh) jelentősen jobb, mint a földgáz elégetéséből adódó egységnyi energiára jutó CO₂ kibocsátás. Magyarországon a termelt villamos energia karbonintenzitását a villamosenergia-termelők 1 kWh energiára jutó CO₂ emissziója határozza meg, amely az aktuális energia-mixből adódik: 2021-ben kb. 200 gCO₂/kWh volt a karbon intenzitás. Ez évről-évre monoton módon csökken a növekvő megújuló energiatermelésnek köszönhetően.

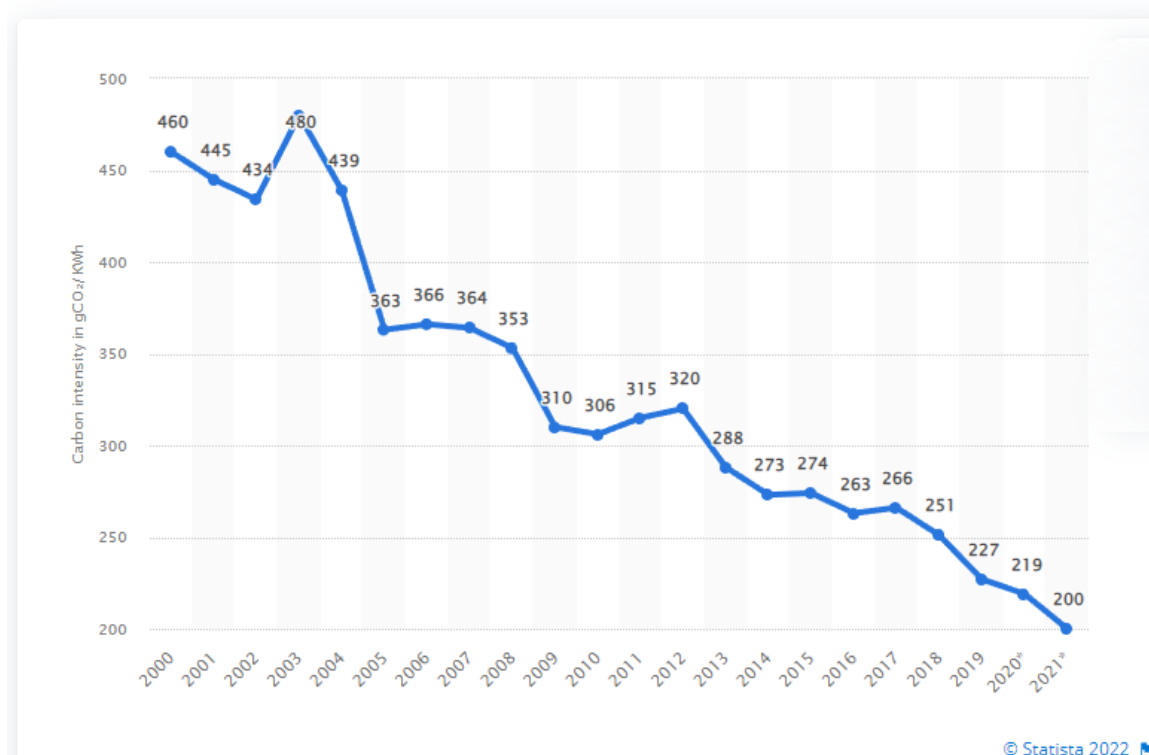
A fosszilis eredetű energiahordozók (tüzelőanyagok, üzemanyagok) kiváltása – az energiatermelésben, az iparban és a háztartásokban is - talán a legfontosabb feladat az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentéséhez. Természetesen a fosszilis eredetű energiahordozókból nyert energiát nem nélkülözheti a társadalom, ezért csökkentése (energiahatékonyság javításával) és kiváltása szükséges. A társadalom működéséhez szükséges energia világszinten növekszik – a GDP növekedéssel közel arányosan – ezért a fosszilis

Az energiahatékonysági felújítások gazdasági hatásainak vizsgálata

eredetű energiahordozók kiváltása nem elegendő, szükséges az energiafelhasználás hatékonyságának a növelése is. Külön kell foglalkozni az országos és a háztartási szintű fosszilis energiahordozó felhasználással. Természetesen a kettő teljesen nem szétválasztható, mert erősen hatnak egymásra, mint szolgáltató és felhasználó viszonylatban. (IEA 2020)

1. ábra: CO₂ Intenzitás

Carbon intensity of the power sector in Hungary from 2000 to 2021 (in grams of CO₂ per kilowatt-hour)



(forrás: Statista)

Megjegyzés: földgáz égésekor: 0,055 kgCO₂/MJ vagy 0,198 CO₂kg/kWh = 198 gCO₂e/kWh

Az 1. diagram alapján Magyarország villamosenergia-termelő rendszerének karbonintenzitása 2030-ra bőven 100 gCO₂e/kWh alá csökken és várhatóan az EU átlag alatt lesz. Számos elemző cég is a fentivel egyező előjelzést tett közzé. Pl.: Energiaklub, Entsoe

Ebben a fejezetben elemeztük a magyar energiafelhasználást és megállapítottuk, hogy Magyarország energiaellátása nagyban függ az importtól és jelentős változtatásokra szükség,

Az energiahatékonysági felújítások gazdasági hatásainak vizsgálata

ha fenntarthatótárá akarjuk tenni. A következő fejezetben ennek a problémának az egyik rész megoldására fogok koncentrálni, ami az energiahatékonyság javítása.

4. Energiahatékonyság javítása

Az energiahatékonyság fogalmát nem egyetlen személy vagy csoport fogalmazta meg, hanem az idők során alakult ki a tudományos és ipari közösségekben. A fogalom a következő: Az energia iránti igény csökkentése a gazdasági teljesítmény és életszínvonal csökkenése nélkül. Az energiahatékonyság és az energiagazdálkodás története hosszú időre nyúlik vissza, és fontos szerepet játszott az ipar és a kereskedelem fejlődésében. A 1790-es években Boulton és Watt gőzgépei azért váltak versenyképesé, mert tüzelőanyag-hatékonyabbak voltak. Az energiahatékonyság különösen a II. világháború idején vált fontossá, amikor az üzemanyag-hatékonyság létfontosságúvá vált a háborús erőfeszítések szempontjából. Ugyanakkor az energiahatékonyság az elmúlt 20 évben került az előtérbe az éghajlatváltozás elleni harc érdekében. (Dr. Steven Fawkes 2016)

Ezt a folyamatot még jobban felgyorsult napjainkba kibontakozott energiaválság miatt, amit az orosz-ukrán háború okozott. Mint minden válság – az energiaválság is alkalmazkodási, cselekvési és megoldási kényszereket szül a magánszemélyek és családok és az ipar számára, amely egyik (talán a legfontosabb eleme) az energiahatékonyság növelése. Hiszen az egyik legjobb energia az, amit nem használunk fel.

Az előző fejezetben megismerhettük, hogy a családok jelentős része sérülékeny a rezszi árak növekedésével szemben, az elmaradt energiahatékonyságot növelő felújítások miatt. A családok energiaválsággal szembeni kitettségét emelte, az ellenálló képességet és alkalmazkodó képességet gyengítette és késleltette az elmúlt időszak piaci viszonyait torzító rezsicsökkentés. (Dr. Munkácsy, Csontos, Magyar, Győri 2020)

Azon családok, melyek végrehajtották az energiahatékonyság növelését, azok hatékonyabban, válságállóan nézhetnek a jövő kihívásaival szembe.

A családok energiahatékonyságának növelése számos területen azonos megfontolást és megoldást igényel. Ilyen és lakóingatlanok energia hatékonyságának növelése, a felhasznált energia csökkentése, amelyet a következő módokon lehet elérni:

- Hőszigetelés, nyílászárócsere felhasznált energia – manapság még jellemzően fosszilis eredetű földgáz felhasználás - csökkentése céljából
- Fűtési (és hűtési) rendszerek korszerűsítése (energiafelhasználás csökkentése és dekarbonizációs célból)
- Okos otthon rendszerek (optimális energiafelhasználás céljából)

5. Hőszigetelés és Okos otthon (Smart-home)

A hőszigetelés alapvető eleme a modern építkezésnek, mivel jelentős mértékben hozzájárul az energiahatékonyság növeléséhez és az épületek fenntartási költségeinek csökkentéséhez. A hőszigetelő anyagok használata csökkenti a fűtésre és hűtésre szánt energia mennyiségét, így kevesebb fosszilis tüzelőanyagot kell felhasználni, ami csökkenti a környezetre gyakorolt negatív hatásokat is (Le Hung Anh & Pásztory, 2021).

A hőszigetelő anyagok között megtalálhatók a hagyományos, alternatív és az új, fejlett anyagok, mint például a kerámia aergelek, amelyek kiváló hőszigetelő tulajdonságokkal rendelkeznek, miközben könnyűek és rugalmasak is maradnak (Lu An et al., 2022).

A hőszigetelés tehát nem csak gazdaságos megoldás, hanem hozzájárul a környezeti fenntarthatósághoz is, mivel csökkenti az épületek által okozott szén-dioxid-kibocsátást és más üvegházhatású gázok kibocsátását. A jó hőszigetelő tulajdonságú anyagok fejlesztése (gyártásból adódó energiafelhasználás és hulladék csökkentése céljából) és alkalmazása fontos lépés az energiahatékony és környezetbarát építési gyakorlatok felé.

Okos otthon (Smart Home) alkalmazások fő célja, hogy optimalizálja a hőenergia és villamosenergia felhasználást és minimálisra csökkentse az energiaköltségeket miközben a lakók komfortérzete nem csökkenhet. (Muhanned AL-Rawi, Muaayed AL-Rawi 2019)

Épületautomatizálási szempontból az épületek energetikai teljesítőképessége meghatározható és osztható a fűtésre, használati melegvíz előállítására, hűtésre, szellőzésre és világításra felhasznált hőenergia és villamosenergia szempontjából (lásd: *MSZ EN 15232:2012 „Épületek energetikai teljesítőképessége„* szabvány. pl. **A**: kimagaslóan hatékony épületautomatizálás, **B**: fejlett épületautomatizálás, **C**: Alap épületautomatizálás, **D**: nem energiahatékony épületautomatizálás). Elmondható, hogy az alap épületautomatizálási rendszerekkel (C. osztály) igazak az energetikai számítások, a nem energiahatékony épületautomatizálás rendszerrel (D osztály) kb. 10 % hőenergia és 8 % villamosenergia extra fogyasztással jár. A fejlett épületautomatizálással rendelkező lakóház (B osztály) 12% hőenergia és 7% villamosenergia megtakarítást eredményez az alap rendszerhez képest (C osztály). A kimagaslóan hatékony épületautomatizálással rendelkező lakóház (A osztály) 19% hőenergia és 8% villamosenergia megtakarítást eredményez az alap rendszerhez képest (C osztály). Egy korszerű és megfelelően üzemeltetett épületautomatizálási rendszernek a megtérülési ideje kb. 10-20 évre várható.

Az energiahatékonysági felújítások gazdasági hatásainak vizsgálata

Megállapítható, hogy fejlett és hatékony épületautomatizálás (mérések, szabályozások és vezérlések) nélkülözhetetlen a hőenergia és villamosenergia optimális felhasználásához és az energiaköltségek csökkentéséhez.

Az energiahatékonyság legfontosabb céljai:

- Csak akkor és ott használjuk a hőenergiát és villamosenergiát amikor és ahol igény van rá
- Hőenergiából és villamosenergiából mindig csak optimális (minimális) mennyiséget használunk a legmagasabb hatékonysággal

Például a villamosenergia hatékony felhasználása minimális költségek mellett akkor teljesül, ha akkor fogyasszunk villamos energiát, amikor a beépített napelem termel vagy a hálózati villamos energia gazdaságos (alacsony a költsége).

A fejlett és hatékony épületautomatizálás legújabb vívmánya az „okos otthon” (smart home) megoldások.

Okos otthon megoldások fűtésre:

- Napelem által termelt olcsó villamos energiával működtetett hőszivattyú hőenergiájának betárolása (pl. melegvizes puffertartály) és eltérő időben (pl. este) használata fűtésre
- Napelem által termelt olcsó villamos energiával működtetett fűtőklíma

Okos otthon megoldások hűtésre (a hideg energia is energia):

- A hőérzet csökkentése levegőpáratartalom csökkentésével (klíma szárító üzemmód) vagy levegő-keringetés
- Napelem által termelt olcsó villamos energiával működtetett hűtő klíma.
- Napelem által termelt olcsó villamos energiával (hibrid inverter és akkumulátor) működtetett hőszivattyú által éjszaka előállított hidegvíz (pl. puffertartályba tárolva) és napközbeni hűtés

6. Kutatási kérdés és módszertan

Kutatási kérdés:

- Milyen gazdasági és környezeti hatásai vannak a lakó épületek energetikaihatékonysági felújításának?

A kutatásom során három fő kutatási módszertant alkalmaztam:

Energetikai és gazdasági számításon alapuló modellt:

Az energetikai modellezés során egy specifikus ház típus, a Kádár-kocka energetikai jellemzőit elemeztem. A modellezés célja az volt, hogy megértsük, milyen hatással vannak az egyes energetikai felújítások (minimális, optimális és maximális) a ház energiafogyasztására, CO₂-kibocsátására és hogy mennyi idő alatt térül meg a beruházás. A modellezés során figyelembe vettem a különböző építőanyagokat, a hőszigetelési módokat, és a különböző nyílászáró típusokat. A modellezési folyamat során egy tapasztalt mérnök is segítségemre volt, aki leellenőrizte a modellezési eredményeket és a felhasznált közelítő módszertant, biztosítva ezzel a kutatásom szakmai megalapozottságát és hitelességét. Az Ő szakértelme és tanácsai nélkülözhetetlen volt a kutatásom végrehajtásához

Energetikai felújítást megalapozó döntési táblázatot:

Energetikai felújítást megalapozó döntési táblázatot célja, hogy több alternatív lehetőség közül kiválasszani a legkedvezőbb változatot egy jól meghatározott döntési kritériumrendszer szerint.

Kérdőíves felmérést lakosság energiahatékonyság helyzetének vizsgálatára:

A kérdőíves felmérésem online terjesztettem, amely lehetővé tette, hogy minél több embert érjek el. A kérdőívet úgy terveztem meg, hogy az részletesen kikérdezze a lakosság véleményét az energetikai felújításokkal kapcsolatban, beleértve a felújítások típusait, a megtakarításokat, a megtérülési időt, és a motivációs tényezőket.

A kutatásom során számos külső forrásból is információt gyűjtöttem. Részt vettem a tavaszi Construma és egyéb szakmai kiállításokon is, ahol lehetőségem nyílt megismerni a legújabb energetikai technológiákat (hőszivattyús fűtési rendszerek, okos otthon) és energiahatékonysági megközelítéseket kompetens szakértőktől (gyártó és forgalmazó). Ezek az események kiegészítették és elmélyítették a kutatásom elméleti és gyakorlati megértését.

Összességében a kérdőíves felmérés és az energetikai modellezés kombinációja lehetővé tette számomra, hogy megpróbáljam alátámasztani a kutatási kérdéseimet.

7. Kádár-kocka (K-K) lakóház energiahatékonyság növelése céljából végzett energetikai és gazdasági számítás

Az energiahatékonyság növelésének lehetőségeit egy tipikus korszerűtlen (régi) ingatlan felújításán keresztül lehet legjobban elemezni.

Különböző energiahatékonysági megoldásokat vizsgálunk a beruházási (CAPEX) és működési költségek (OPEX) vizsgálatával (becsült és egyszerűsített számítások alapján) és optimális költséghatékony megoldásokra teszünk javaslatokat, tekintettel a várható megtérülési időre és a költségoptimum megtalálása érdekében.

Az energiahatékonysági elemzést a következő jól elhatárolható részekre bontottam:

- Utólagos külső hőszigetelés (külső falazat és lábazat, külső födém, aljzat)
- Nyílászárók cseréje
- Épületgépészeti (fűtési és hűtési) rendszerek korszerűsítése, energiahatékonyságuk növelése, CO₂ emisszió csökkentés érdekében

Az elemzésnek nem célja - az Európai Unió által megfogalmazott - közel nulla energiafogyasztású épület felújítási igényének meghatározása, elegendő az energiafogyasztás jelentős csökkentése (a meglévő régi épületeket nem nulla energiafogyasztásra tervezték és építették).

Az elemzésre egy úgynevezett „Kádár-kocka” (K-K) négyzetes alaprajzú, általánosságban 100 m², kb. 10 m x 10 m geometriájú, földszintes családi ház-típus. A Kádár-kocka családi házakat az 1960-as évek elejétől, egészen a hetvenes évek végéig építették Magyarországon, és kb. 800.000 db. épült belőlük. A Kádár-kocka épület – tekintettel az energiafelhasználásra - a következő legfontosabb jellemzőkkel rendelkezik:

- Régi jól megépített stabil szerkezet, 38 cm vastagságú tömör kisméretű téglából épített falazat.
- Alapjuk jól megépített, magas lábazattal rendelkeznek (> 0,5..1 m), vízszigetelésük ritkán sérült.
- Időtálló beépített szerkezeti anyagok, élettartama: > 100 év (további > 50 évig használható)
- Általában betonfödémrel rendelkezik, statikailag megfelelő állapottal (nem kell felújítani)
- Lakóház közművesített, víz, csatorna, elektromoshálózat és gáz bevezetve, elöregedésük és meghibásodásuk várható (adottságnak tekintendő, érdemes cserélni)

Az energiahatékonysági felújítások gazdasági hatásainak vizsgálata

- Korszerűtlen épületgépészeti rendszerek, alacsony hatásfokkal és jelentős környezetszennyezéssel és CO₂ kibocsátással
- Korszerűtlen beépített nyílászárók, régi stílusú fakeretes, vékony üvegezésű kétszárnyú ablakok, nedvesség miatt az évek során elvetemedtek, a rossz illesztések miatt huzatosak (energetikai szempontból érdemes cserélni)

Energiahatékonysági felújítás modellezési módszere

Egy tipikus nagy számban létesült lakóház (Kádár-kocka) energiahatékonysági felújítási variációk vizsgálatánál három lehetőséget vizsgáltunk: minimális-, optimális és maximális felújítási célokkal. A három esetből kiindulva jó közelítéssel megtalálható az optimum, illetve elkerülhető a jelentős beruházást igénylő, de kevesebb energia megtakarítást eredményező stratégia. Az optimum – előzetes várakozásainknak megfelelően – a középső értékeknél található, amely célt érdemes rögzíteni (lásd következtetések).

Az elemzés során cél, hogy a megtérülési idő a várható élettartamon belülre essen, és egy olyan megvalósítható célt jelöljön ki, amely a legracionálisabb felújítási stratégiát eredményezi.

Az energiahatékonysági felújítás elemzés a következő lépésekből állt:

Az energiahatékonysági felújítások gazdasági hatásainak vizsgálata

1. A vizsgálat tárgyának meghatározása: Tipikus Kádár-kocka (K-K) épület kijelölése (interneten talált alaprajz alapján kb. 10x10 m-es)

2. ábra: Kádár-kocka (K-K) épület alaprajz



2. Tipikus Kádár-kocka épület geometriájának meghatározása a méretezett alaprajz alapján
3. Tipikus Kádár-kocka épület határoló szerkezeteinek (fal, ablak, padlásfödém, aljzat) tipikus rétegrendjének meghatározása
4. Tipikus Kádár-kocka épület eredeti hőátbocsátási tényezők (U) kiszámolása BME-és rétegrend hőátbocsátási tényező kalkulátorral <http://depo.bercsenyi.bme.hu/extra/Uszamito.html>
5. Környezeti és belső hőmérsékleti viszonyok meghatározás (éves átlagértékek keresése)
6. Havi bontásban (októbertől májusig) meghatározni az energiaveszteségeket az eredeti tipikus Kádár-kocka épületnek (kiáramló energiákat: kWh-ban).
7. Tipikus Kádár-kocka épület éves energiaveszteségek és megoszlásának meghatározása (%-os bontásban a helyes felújítási irányok meghatározása céljából)
8. Tipikus Kádár-kocka épület felújítási stratégiák meghatározása: utólagos külső hőszigetelés (külső falazat és lábazat, külső födém, aljzat), nyílászárók cseréje

Az energiahatékonysági felújítások gazdasági hatásainak vizsgálata

9. Minimális, optimális és maximális felújítási célok meghatározása, optimalizációs célból.
10. Minimális, optimális és maximális felújítási céloknak megfelelő struktúrák hőátbocsátási tényezőinek (U) kiszámolása BME-és rétegrend hőátbocsátási tényező kalkulátorral
11. Havi bontásban (októbertől májusig) meghatározni az energiaveszteségeket az minimális, optimális és maximális felújítási céloknak megfelelő struktúrájú felújított Kádár-kocka épületnek (kiáramló energiákat: kWh-ban).
12. A minimális, optimális és maximális felújítási céloknak megfelelő struktúrájú Kádár-kocka épület éves energia-megtakarítások és megoszlásának meghatározása (%-os bontásban a helyes felújítási stratégia meghatározása céljából. (Lásd: Melléklet-1a,b,c)
13. A minimális, optimális és maximális felújítási stratégiáknak megfelelő árazott költségvetés készítés (anyag és munkadíj meghatározása) az interneten található tipikus árak alapján (Lásd: Melléklet-2a,b,c).
14. A minimális, optimális és maximális felújítási stratégiákhoz tartozó megtérülési idő meghatározása (földgáz tüzelés esetén, 40 EUR/MWh ár mellett).
15. Következtetések levonása a legracionálisabb felújítási stratégia eldöntéséhez

A minimális, optimális és maximális felújítási stratégiák:

Eredeti Kádár-kocka:

- **Külső fal rétegrend** (belülről kifelé): mészhomok vakolat, 38 cm kisméretű téglafal, mészhomok vakolat, színezés (nemesvakolat)
- **Padlásfödém:** mészhomok vakolat, 25 cm vasbeton/salakbeton, 10 cm kőzetgyapot hőszigetelés
- **Aljzat:** 25 cm sóderágy, 10 cm beton
- **Nyílászárók:** eredeti, régi stílusú fakeretes, vékony üvegezésű

Minimális felújítási stratégia:

- **Külső fal rétegrend** (belülről kifelé): mészhomok vakolat, 38 cm kisméretű téglafal, mészhomok vakolat, 5 cm EPS polisztirol hőszigetelés, színezés (nemesvakolat)
- **Padlásfödém:** mészhomok vakolat, 25 cm vasbeton/salakbeton, 10 cm kőzetgyapot hőszigetelés
- **Aljzat:** 25 cm sóderágy, 10 cm beton (lábazat 5 cm EPS-el hőszigetelve)

Az energiahatékonysági felújítások gazdasági hatásainak vizsgálata

- **Nyílászárók:** Felújított (nem cserélt) ablak, ajtó

Optimális felújítási stratégia:

- **Külső fal rétegrend** (belülről kifelé): mészhomok vakolat, 38 cm kisméretű téglafal, mészhomok vakolat, 10 cm EPS polisztirol hőszigetelés, színezés (nemesvakolat)
- **Padlásfödém:** mészhomok vakolat, 25 cm vasbeton/salakbeton, 20 cm kőzetgyapot hőszigetelés
- **Aljzat:** 25 cm sóderágy, 10 cm beton, 5 cm lépésálló EPS100 hőszigetelés (lábazat 10 cm EPS-el hőszigetelve)
- **Nyílászárók:** Cserélt ablak, ajtó (közepes minőség, 2 rétegű ablakokkal)

Maximális felújítási stratégia:

- **Külső fal rétegrend** (belülről kifelé): mészhomok vakolat, 38 cm kisméretű téglafal, mészhomok vakolat, 15 cm grafitos EPS polisztirol hőszigetelés, színezés (nemesvakolat)
- **Padlásfödém:** mészhomok vakolat, 25 cm vasbeton/salakbeton, 30 cm kőzetgyapot hőszigetelés
- **Aljzat:** 25 cm sóderágy, 10 cm beton, 10 cm lépésálló EPS100 hőszigetelés (lábazat hőszigetelve)
- **Nyílászárók:** Cserélt ablak, ajtó (közepes minőség, 3 rétegű ablakokkal)

Gazdasági számítások:

Energiahatékonysági felújítás megtérülési idő számítása:

Az alábbi számítások az átlagos Kádár-kocka épület felújításának megtérülését vizsgálta. A számításaimból egyértelműen megállapítható, hogy a H1-es hipotézisem meg lett cáfolva a jelenlegi gáz árak mellett. Továbbá a számításokból kiderült, hogy a felújítási befektetés, jelentős beruházási (Capex) költségekkel jár, de viszont nincs működési (Opex) költsége (karbantartásmentes).

Megtérülés során a felújításból eredő energiafelhasználás csökkenést és a földgáz alapú energia ára (40 EUR/MWh) került figyelembe véve.

Minimális felújítási stratégia:

- **Beruházási költség (becsült ár): 6 187 533 Ft.**
- **Megtérülési idő: 19,3év**

Az energiahatékonysági felújítások gazdasági hatásainak vizsgálata

Optimális felújítási stratégia:

- *Beruházási költség (becsült ár) 8 319 993 Ft Ft.*
- *Megtérülési idő: 19,3 év*

Maximális felújítási stratégia:

Beruházási költség (becsült ár): 10 256 780 Ft

- *Megtérülési idő: 21,3év*

A jelenlegi nemzetközi piacokon tapasztalható geopolitikai helyzet miatt (Orosz-Ukrán háború, Gázai konfliktus) és változó kereslet kínálat miatt az elmúlt egy évben a földgáz ára rendkívül volatilis volt, ezért egy magasabb 100 EUR földgáz árra is kiszámoltam. Ezzel a magas földgáz árral már a megtérülési idő - a hipotézisemnek megfelelően - 10 éven belülre esik.

Minimális felújítási stratégia:

- *Beruházási költség (becsült ár): 6 187 533 Ft.*
- *Megtérülési idő: 7,7év*

Optimális felújítási stratégia:

- *Beruházási költség (becsült ár) 8 319 993 Ft Ft.*
- *Megtérülési idő: 7,7 év*

Maximális felújítási stratégia:

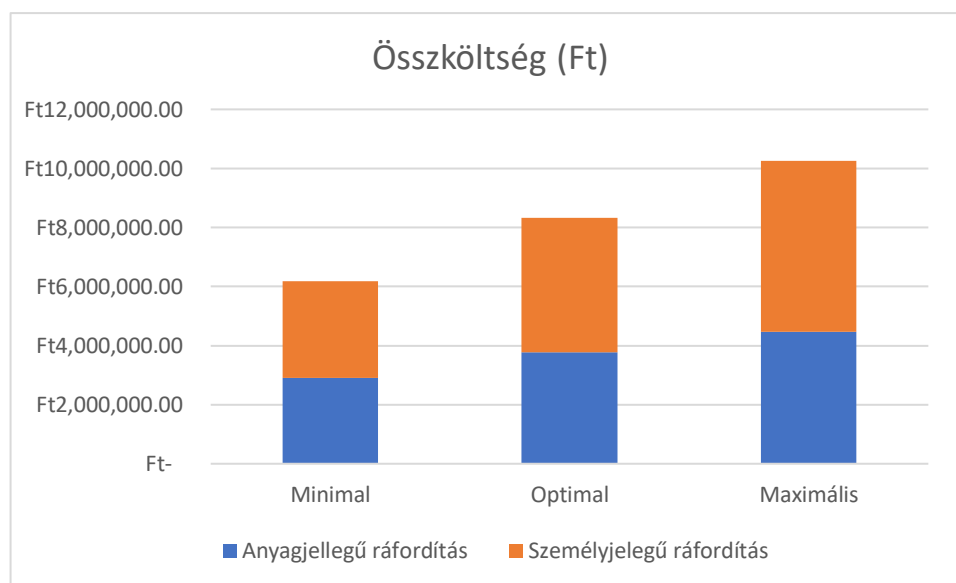
- *Beruházási költség (becsült ár): 10 256 780 Ft.*
- *Megtérülési idő: 8,5 év*

Összköltség számítás:

A teljes költség számításnál figyelembe vettem az anyag jellegű ráfordításokat, a munkadíjat és 10% egyéb költségeket (tervezés, anyagmozgatás, projekt management stb).

Az anyag jellegű ráfordítások meghatározásához a következő forrásokat használtam: www.ujhaz.hu, www.epitoanyag.hu, www.hoffmannablak.hu, www.ablakok-raktarrol.hu

3. ábra: Összköltség grafikon:



(Forrás: Saját szerkesztés)

Megjegyzés: A grafikonon jól látszik a különböző felújítási stratégiákhoz tartozó anyag és munkadíj ráfordítások összege és aránya.

Éves fűtési energiaszükséglet:

A fűtési időszak havi bontása alapján meghatározásra kerül minden helyiségre a szükséges fűtési energiaszükséglet:

$$E = U \cdot A \cdot dT \cdot t$$

ahol az E: energia (Wh/kWh), U: hőátbocsátási tényező (W/m²K), A: felület (m²), dT: külső-belső hőmérséklet különbség (°C/K), t: idő (nap/év),

A külső hőmérséklet meghatározásánál az elmúlt 5 év átlagával számoltam, havi bontásban. Belső referencia hőmérsékletnek T=22 °C-t választottam.

Az energiafelhasználás csökkentésének egyik triviális módja az **energiatakarékosság**, amely elhatározás energiatudatosságból, a klímaváltozás miatti környezettudatosságból és az energia magas ára miatti energiaszámlák csökkentésének igényéből ered.

Energiatakarékossági megfontolásból megvizsgálásra került a belső hőmérséklet függvényében a szükséges fűtési energia változása. Megállapítható, hogy a 22 °C-os (100%) belső hőmérséklethez képest a 19 °C-nál 29% az energia-megtakarítás.

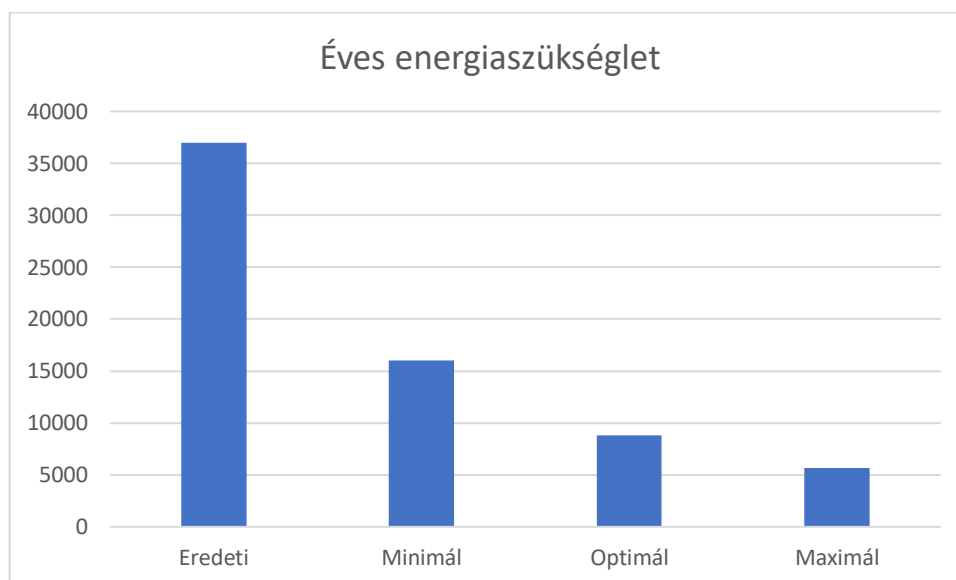
Az energiahatékonysági felújítások gazdasági hatásainak vizsgálata

8. táblázat: K-K családi ház belső hőmérséklet csökkentésének hatása az energiatakarékosságra:

18 °C	19 °C	20 °C	21 °C	22 °C	23 °C	24 °C	25 °C
71%	78%	85%	93%	100%	107%	115%	122%

(

4. ábra Éves energiaszükséglet grafikon:



(Forrás: Saját szerkesztés)

Megjegyzés: a grafikon szemléletesen mutatja az eredeti hőszigetetlen és a felújított Kádárkocka családi ház éves energiaszükséglet különbségeit.

Költség-haszon elemzés:

Az első lépésként meg kell vizsgálni, hogy egy lakóházból milyen irányba távozik a legtöbb energia. Számításaink szerint az energia 46,3 %-a padlásfödémén- (nagy felület rossz hőátbocsátás miatt), 23,9 % a külső falon-, 17,5 % az aljzaton- és a 12,3 %-a a külső nyílászárókon távozik (relatív kis felület).

Hasonló módon meg kell vizsgálni a különböző felújítási irányok beruházási költségigényeit az összes felújítási stratégiára. Ezt követően el kell végezni a költség-haszon elemzést, amely során meghatározható, hogy melyik felújítási irány és felújítási stratégia hozza a legkisebb beruházással (költség) a legnagyobb energiamegtakarítást (haszon).

Ezt követően változatelemzéssel ki kell választani a megvalósítható alternatív stratégiák közül a legjobbat.

Az energiahatékonysági felújítások gazdasági hatásainak vizsgálata

Következtetés:

Az optimális felújítás során nem érdemes olyan célokat felállítani, amely a beruházással csak jelentéktelen energiahatékonyság javulást eredményez fajlagosan magas költségen és hosszú megtérülési idővel. Szintén nem előnyös az a felújítás, amely jelentős beruházási forrásokat igényel és megtérülése a távoli jövőbe tolódhat. Érdemes megtalálni egy optimális megoldást, amely optimális ráfordítással maximális energiahatékonyság növekedés érhető el. Ezt egy egyszerű *költség-haszon elemzéssel* határozhatjuk meg.

Az optimális épületenergetikai felújítást az épületszerkezetekre vonatkozó következő javasolt hőátbocsátási tényezőkkel lehetne meghatározni:

- Külső szerkezeti határoló falakra: $U \leq 0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$
(új épület esetén 2022-ben: $U = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- Padlásfödém: $U \leq 0,2..0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$
(új épület esetén 2022-ben: $U = 0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- Aljzat (talajjal érintkező padló): $U \leq 0,3..0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$
(új épület esetén 2022-ben: $U = 0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- Nyílászárókra: $U \leq 1..1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$
(új épület esetén 2022-ben: $U = 1,15 \text{ W/m}^2\text{K}$)

Környezetvédelem, CO2 kibocsátás csökkenés:

Felújítással a következő CO2 csökkenés érhető el:

Metán (földgáz) sűrűsége: $0,657 \text{ kg/m}^3$, CO2 sűrűsége: $1,98 \text{ kg/m}^3$

CO2 (szakirodalomban: tiszta CH4 tüzelőanyag esetén $0,055 \text{ tCO}_2/\text{GJ}$ vagy kgCO_2/MJ)

Minimális felújítási stratégia esetén a CO2 csökkenés:

- *1 db. Kádár-kocka épületre számolva: 5,5 tonna CO2 / év*
- *800.00 db. Kádár-kocka épületre számolva: 4,4 millió tonna CO2 / év*

Optimális felújítási stratégia:

- *1 db. Kádár-kocka épületre számolva: 7,4 tonna CO2 / év*
- *800.00 db. Kádár-kocka épületre számolva: 5,92 millió tonna CO2 / év*

Maximális felújítási stratégia:

- *1 db. Kádár-kocka épületre számolva: 8,3 tonna CO2 / év*
- *800.00 db. Kádár-kocka épületre számolva: 6,64 millió tonna CO2 / év*

Az energiahatékonysági felújítások gazdasági hatásainak vizsgálata

8. Fűtési rendszerek összehasonlítása és kiválasztása

A következő kutatásban a fosszilis energiahordozó mentes (vagy csökkentett) és villamos energia alapú fűtési rendszer megoldások kerültek megvizsgálásra a fosszilis eredetű energiahordozó (földgáz) felhasználásának csökkentése vagy kiváltása céljából:

- **H-01A:** Földgáz alapú kondenzációs kazán (földgáz csökkentése céljából)
- **H-01B:** Elektromos kazán
- **H-02:** Vegyestüzelésű kazán + kémény (karbonsemleges tüzelőanyag fűtéssel)
- **H-03:** Villamos fűtőbetét + puffertartály
- **H-04:** Split klíma
- **H-05:** Hőszivattyú

Továbbá megvizsgáltuk, a villamos energián alapuló fűtési rendszerek alkalmazását megújuló napelemes energiatermelő egységgel való kiegészítését.

9. táblázat: H-01A földgáz alapú kondenzációs kazán (földgáz csökkentése céljából)

<i>Előnyök:</i>	<i>Hátrányok:</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Kb. 10 %-al magasabb a hatásfoka, mint egy hagyományos gázkazánnak 	<ul style="list-style-type: none"> • Alacsonyabb előremenő és visszatérő fűtési víz hőmérsékletet igényel a kondenzációs hő visszanyeréséhez (nagyobb hőleadó felületeket igényel, nagyobb radiátorokat)
<ul style="list-style-type: none"> • Egységnyi leadott hőre jutó kisebb CO₂ kibocsátás (környezetkímélőbb) 	<ul style="list-style-type: none"> • Jelentős lehet a kondenzvíz képződés (agresszív, gyengén savas korrozív összetételű), elvezetése szükséges
<ul style="list-style-type: none"> • Zárt tüzterű (nem a környezetből szívja az égéshez szükséges levegőt), biztonságosabb - kisebb a CO₂ mérgezés veszélye 	<ul style="list-style-type: none"> • Belső hőcserélője érzékeny a fűtővíz tisztaságára és minőségére, általában csak hőcserélőn keresztül javasolt a fűtési körre kapcsolni (mágnesez iszapsz)
<ul style="list-style-type: none"> • Égéslevegő ventilátorral rendelkeznek és az épület környezetéből szívják az égéshez szükséges levegőt (ellenáramban a füstgáz elő tudja melegíteni) 	<ul style="list-style-type: none"> • Kéményt igényel (teljesítménytől függően DN60..DN100 átmérővel, meglévő kéménybe új vegyszerálló PPS cső beépíthető, a kisebb átmérő miatt ellenáramú égéslevegő beszívással)
<ul style="list-style-type: none"> • Általában 20–100% szabályozási tartományú modulációs égővel rendelkezik 	<ul style="list-style-type: none"> • Nem karbonsemleges, fosszilis eredetű földgáz éget el, jelentős CO₂ kibocsátással (2050 után a jövője bizonytalan)
<ul style="list-style-type: none"> • Beépített keringtető szivattyú és váltószelep a fűtési- és HMV hőigényeinek ellátására 	<ul style="list-style-type: none"> • Közepes élettartam, karbantartás igényes
	<ul style="list-style-type: none"> • Földgáz tűz- és robbanásveszélyes

Az energiahatékonysági felújítások gazdasági hatásainak vizsgálata

10. táblázat: H-01B Elektromos kazán

<i>Előnyök:</i>	<i>Hátrányok:</i>
· Magas hatásfok (közel 98-99%)	· Nagy a villamos teljesítmény felvétele (általában 3x32 A betáplálást igényel)
· Kis helyen elfér, nem igényel tágas kazánházat	· A villamos energiát 1:1-ben alakítja át hővé
· Felhasználás helyén nincs CO2 emisszió (csak a villamosenergia-termelőnél)	
· Égéslevegő ventilátorral rendelkeznek és az épület környezetéből szívják az égéshez szükséges levegőt (ellenáramban a füstgáz elő tudja melegíteni)	
· Széles tartományban szabályozható	
· Beépített keringtető szivattyú és váltószelep a fűtési- és HMV hőigényeinek ellátására	
· Nincs szükség kéményre	

11. táblázat: H-02 Vegyestüzelésű kazán + kémény (karbonsemleges tüzelőanyag fűtéssel)

<i>Előnyök:</i>	<i>Hátrányok:</i>
• Karbonsemleges tüzelőanyag (biomassza)	• Nyílt égésterű, a környezetből szívja az égéshez szükséges levegőt, fokozott CO2 mérgezés veszélye (CO2/CO-ra gázveszélyjelzőt igényel)
	• Jó minőségű (száraz) tüzelőanyagot igényel
	• Jelentős időráfordítást és gondozást igényel (tüzelőanyag ellátás: favágás, hamuzás, begyűjtás)
	• Viszonylag alacsony hatásfok (75-80 %)
	• Kéményt igényel, magas füstgáz hőmérséklettel és éves kéményseprői felülvizsgálattal
	• Jelentős korom és por emisszió (rossz minőségű tüzelőanyag miatt)
	• Nem szabályozható, kis víztere miatt puffertartályt igényel (részben lefojtható, de mindig gondoskodni kell a hőelvonásról, áramkimaradáskor veszélyes)
	• Gőzrobbanásra veszélyes az elégtelen hőelvonás miatt (túlnyomás és túlmelegedés elleni védelmet igényel)
	• Közepes élettartam, karbantartás igényes

Az energiahatékonysági felújítások gazdasági hatásainak vizsgálata

12. táblázat: H-03 Villamos fűtőbetét és puffertartály

<i>Előnyök:</i>	<i>Hátrányok:</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Magas hatásfok (közel 98-99%) 	<ul style="list-style-type: none"> • Állandó hőmérsékletű fűtővizet szolgáltat
<ul style="list-style-type: none"> • Felhasználás helyén nincs CO2 emisszió (csak a villamosenergia-termelőnél) 	<ul style="list-style-type: none"> • Nincs beépített keringtető szivattyú és váltószelep a fűtési- és HMV hőigényeinek ellátására
<ul style="list-style-type: none"> • Viszonylag olcsó beruházás és üzemeltetés 	<ul style="list-style-type: none"> • Közepes a villamos teljesítmény felvétele (általában 3x16 A betáplálást igényel)
<ul style="list-style-type: none"> • Magas élettartam, nem igényel karbantartást 	<ul style="list-style-type: none"> • A villamos energiát 1:1-ben alakítja át hővé
<ul style="list-style-type: none"> • Nincs szükség kéményre 	<ul style="list-style-type: none"> • Jelentős a helyigénye (a puffertartály miatt), kazánházba telepíthető (a lakásba nem)
<ul style="list-style-type: none"> • Energiatárolási képesség, a puffertartály jelentős mennyiségű hőenergiát tud tárolni, a villamosenergia-felhasználás ideje és a hő felhasználás ideje eltérhet (olcsó áram idején lehet feltölteni hőenergiával) 	<ul style="list-style-type: none"> •

13. táblázat: H-04 Split klíma

<i>Előnyök:</i>	<i>Hátrányok:</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Magas hatásfok, képes alacsony hőmérsékletű helyről hőenergiát továbbítani egy magasabb hőmérsékletű helyre (hőszivattyú) 	<ul style="list-style-type: none"> • Zajos (beltéri egység kb. 20 dB, kültéri egység 30..40 dB zajszint)
<ul style="list-style-type: none"> • Hűteni és fűteni is tud 	<ul style="list-style-type: none"> • Levegő keringtetéssel adja át a hőt, huzatot okoz és felkavarja a port
<ul style="list-style-type: none"> • Felhasználás helyén nincs CO2 emisszió (csak a villamosenergia-termelőnél) 	<ul style="list-style-type: none"> • Karbantartás igényes (kötelező éves karbantartás: szűrők tisztítása és fertőtlenítése)
<ul style="list-style-type: none"> • Széles tartományban szabályozható és működése ütemezhető (timer) 	<ul style="list-style-type: none"> • Gondatlan üzemelés esetén baktérium által okozott légionárius betegséget okozhat
<ul style="list-style-type: none"> • Nincs szükség kéményre 	<ul style="list-style-type: none"> • Jelentős kondenzképződés, elvezetése szükséges
<ul style="list-style-type: none"> • COP értéke viszonylag magas (COP: 3..4,5), de nagyon függ a környezeti hőmérséklettől 	<ul style="list-style-type: none"> • Télen a kültéri egység jegesedhet, leolvasztás szükséges
<ul style="list-style-type: none"> • Alacsony (A++ tavasszal és ősszel)/közepes (A+ télen) a villamos teljesítmény felvétele (általában 3x10 A betáplálást igényel) 	<ul style="list-style-type: none"> • Téli hideg napokon kiegészítő fűtést igényel

Az energiahatékonysági felújítások gazdasági hatásainak vizsgálata

14. táblázat: H-05 Hőszivattyú (Levegő-víz hőátadással):

<i>Előnyök:</i>	<i>Hátrányok:</i>
<ul style="list-style-type: none"> Magas hatásfok, képes alacsony hőmérsékletű helyről hőenergiát továbbítani egy magasabb hőmérsékletű helyre (hőszivattyú) 	<ul style="list-style-type: none"> Zajos (kültéri egység 30..40 dB zajszint)
<ul style="list-style-type: none"> Beépített keringtető szivattyú és váltószelep a fűtési- és HMV hőigényeinek ellátására 	<ul style="list-style-type: none"> Levegő keringtetéssel adja át a hőt, huzatot okoz és felkavarja a port
<ul style="list-style-type: none"> Hűteni és fűteni is tud 	<ul style="list-style-type: none"> Belső hőcserélője érzékeny a fűtővíz tisztaságára és minőségére (mágneses iszapleválasztót és szűrőt igényel)
<ul style="list-style-type: none"> Felhasználás helyén nincs CO2 emisszió (csak a villamosenergia-termelőnél) 	<ul style="list-style-type: none"> Karbantartás igényes (kötelező az éves karbantartás)
<ul style="list-style-type: none"> Széles tartományban szabályozható és működése ütemezhető (timer) 	<ul style="list-style-type: none"> Jelentős kondenzképződés, elvezetése szükséges
<ul style="list-style-type: none"> Nincs szükség kéményre 	<ul style="list-style-type: none"> Télen a kültéri egység jegesedhet, leolvasztás szükséges
<ul style="list-style-type: none"> COP értéke viszonylag magas (COP: 3..4,5), de nagyon függ a környezeti hőmérséklettől 	<ul style="list-style-type: none"> Téli hideg napokon kiegészítő fűtést igényel (opcionális beépített villamos fűtéssel)
<ul style="list-style-type: none"> Közepes (A++ tavasszal és ősszel)/magas (A+ télen) a villamos teljesítmény felvétele (általában 3x10 A betáplálást igényel) 	

15. táblázat: Napelemes energiatermelő egység (villamos fűtési rendszerek kiegészítésére):

<i>Előnyök:</i>	<i>Hátrányok:</i>
<ul style="list-style-type: none"> A napenergia jól elérhető (belátható időn belül kifogyhatatlan) energiaforrás 	<ul style="list-style-type: none"> Magas beruházási költség (drága)
<ul style="list-style-type: none"> A napelem hosszú élettartama (> 20-25 év), csekély degradációval (< 0,5-1 %/év) 	<ul style="list-style-type: none"> Sok helyet foglal, természetes élőhelyeket foglalhat el (mezőgazdaságilag hasznosítható területre is telepíthetik)
<ul style="list-style-type: none"> Csekély karbantartást igényel 	<ul style="list-style-type: none"> Rontja az utca- és városképet (történelmi városrészekbe telepítése nem engedélyezett)
<ul style="list-style-type: none"> Hatásfoka folyamatosan javul, egységnyi felületre jutó teljesítménye növekszik (2-3 %/év) 	<ul style="list-style-type: none"> Energiatermelése időjárás- és évszakfüggő
<ul style="list-style-type: none"> Megújuló energiaforrás, nincs CO2 emisszió (csak a gyártása során) 	<ul style="list-style-type: none"> Alacsony hatásfok (de növekszik)
<ul style="list-style-type: none"> Fejlett inverterrel rendelkezik 	<ul style="list-style-type: none"> Megtermelt energiát nem vagy nagyon költségesen lehet csak tárolni (akkumulátor)
<ul style="list-style-type: none"> Nincs szükség kéményre 	<ul style="list-style-type: none"> Nyáron melegszik és hatásfoka romlik
<ul style="list-style-type: none"> Növeli az öngondoskodást és az energiatudatosságot 	<ul style="list-style-type: none"> Alacsony hajlásszögű telepítésnél kisebb az öntisztulás, porlerakódásra hajlamos (1-2 évente tisztítani kell)
<ul style="list-style-type: none"> Környezettudatosságra sarkal 	<ul style="list-style-type: none"> Inverter és villamos alkatrészecskék öregszenek (10 év felett drága a garancia)

Az energiahatékonysági felújítások gazdasági hatásainak vizsgálata

<i>Előnyök:</i>	<i>Hátrányok:</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Középosztály szerint: „divatos” és „trendi” 	<ul style="list-style-type: none"> • Nehezen szabályozható (túltermelés esetén általában 50,2 Hz-nél leszabályoz)
<ul style="list-style-type: none"> • A centrális energiatermelés helyett helyi – a fogyasztási helyekhez közeli – energiatermelés, B2G (Building to Grid) konfiguráció. Ez csökkentheti az villamosenergia-elosztás költségeit 	

Az optimális fűtési rendszer kiválasztása:

A *Melléklet-3a..g* tartalmazza a becsült beruházási költségeket a következő felosztásban:

- **H-01A:** Földgáz alapú kondenzációs kazán (földgáz csökkentése céljából)
- **H-01B:** Elektromos kazán
- **H-02:** Vegyestüzelésű kazán + kémény (karbonsemleges tüzelőanyag fűtéssel)
- **H-03:** 6 kW villamos fűtőbetét + puffertartály
- **H-04:** Split klíma
- **H-05:** Hőszivattyú
- + **Napelem rendszer**

A legoptimálisabb és legracionálisabb rendszer kiválasztását különböző szempontok és kritériumok által súlyozott döntési táblázat segítségével lehet meghatározni (a kritériumok kiválasztása és a súlyozások mértéke kérdőíves válaszok alapján történik)

A döntési kritériumok (C1..C6) és súlyozásuk a következő:

- **C1: Beruházási költség (CAPEX): 18%**

Skála: 1: Nagyon magas, 2: Magas, 3: Közepes, 4: Alacsony, 5: Nagyon alacsony

- **C2: Megtérülési idő: 16%**

Skála: 1: Nagyon hosszú, 2: Hosszú, 3: Közepes (K), 4: Rövid (R), 5: Nagyon rövid

- **C3: Üzemeltetési költség (OPEX): 17%**

Skála: 1: Nagyon magas, 2: Magas, 3: Közepes, 4: Alacsony, 5: Nagyon alacsony

- **C4: Környezetszennyezés (CO2 emisszió, füst, por): 16%**

Skála: 1: Nagyon magas, 2: Magas, 3: Közepes, 4: Alacsony, 5: Nagyon alacsony

- **C5: Veszélyesség: 17%**

Skála: 1: Fokozottan veszélyes, 2: Veszélyes, 3: Közepesen veszélyes, 4: Alacsony veszélyesség, 5: Nem veszélyes

- **C6: Végfelhasználói komfort: 16%**

Skála: 1: Nem komfortos, 2: Alacsony komfort, 3: Közepesen komfortos, 5: Magas komfort

Az energiahatékonysági felújítások gazdasági hatásainak vizsgálata

A döntési táblázattal a következő alternatívákat (A1..A6) vizsgáljuk:

- **A1:** H-01A: Földgáz alapú kondenzációs kazán
- **A2a:** H-01B: Elektromos kazán és vásárolt villamos energia
- **A2b:** H-01B: Elektromos kazán és termelt (napelemmel) villamos energia
- **A3:** H-02: Vegyestüzelésű kazán + kémény + puffertartály
- **A4a:** H-03: Villamos fűtőbetét + puffertartály és vásárolt villamos energia
- **A4b:** H-03: Villamos fűtőbetét + puffertartály és termelt (napelemmel) villamos energia
- **A5a:** H-04: Split klíma és vásárolt villamos energia
- **A5b:** H-04: Split klíma és termelt (napelemmel) villamos energia
- **A6a:** H-05: Hőszivattyú és vásárolt villamos energia
- **A6b:** H-05: Hőszivattyú és termelt (napelemmel) villamos energia

Lásd: Melléklet-4: Döntési táblázat fűtési alternatíva kiválasztásához

16. táblázat: Döntési táblázat alapján született végeredmény:

Helyezés	Alternatívák	Pontszám
1	A6b: H-05: Hőszivattyú és termelt (napelemmel) villamos energia	3,806
2	A2b: H-01B: Elektromos kazán és termelt (napelemmel) villamos energia	3,523
3	A5b: H-04: Split klíma és termelt (napelemmel) villamos energia	3,348
4	A4b: H-03: Villamos fűtőbetét + puffertartály és termelt (napelemmel) villamos energia	3,348
5	A6a: H-05: Hőszivattyú és vásárolt villamos energia	3,333
6	A2a: H-01B: Elektromos kazán és vásárolt villamos energia	3,331
7	A4a: H-03: Villamos fűtőbetét + puffertartály és vásárolt villamos energia	3,156
8	A1: H-01A: Földgáz alapú kondenzációs kazán + kémény	2,999
9	A5a: H-04: Split klíma és vásárolt villamos energia	2,850
10	A3: H-02: Vegyestüzelésű kazán + kémény + puffertartály	2,657

(saját szerkesztés)

Megjegyzés: minőségi becslés miatt szubjektív megfontolásokat is tartalmazhat. Villamos fűtő berendezések fűtés korszerűsítése célú beépítésekor - napelemes energiatermelő rendszer

Az energiahatékonysági felújítások gazdasági hatásainak vizsgálata

alkalmazása nélkül - nem térül meg, mert a villamos energia ára (Ft/kWh) valószínűleg mindig magasabb, mint a fosszilis eredetű energiahordozók energia tartalmának az ára (Ft/kWh).

9. A lakossági attitűd vizsgálata az energiahatékonyság területén

Ebben a fejezben részletesen bemutatom a kérdőíves felmérést. A kérdőív lakásfelújításokkal kapcsolatos kérdéseket vizsgált, valamint a lakosság motivációját és attitűdjét az energiahatékonyság javítása és az energiafogyasztás csökkentése terén.

A kérdőív tervezésekor különös figyelmet fordítottam arra, hogy a kérdések, relevánsak és könnyen értelmezhetőek legyenek, így biztosítva az adatok megbízhatóságát és értékelhetőségét.

A kérdőív kiértékelése során a következő fő témakörökre összpontosítok:

- Kérdőív limitációi
- A válaszadók demográfiai jellemzői, lakáshelyzetük és az otthonuk fizikai jellemzői.
- A válaszadók az alkalmazott energiahordozók típusai és a fűtési költségek.
- A válaszadók energiahatékonysággal kapcsolatos véleménye és a havi fűtésszámlák mértéke.
- Az elmúlt években végzett energetikai célú lakásfelújítások, azok költségei és a felújításokkal elérhető megtakarítások.
- A felújítások finanszírozása, a beruházások megtérülési ideje és a jövőbeli felújítási tervek.
- A lakástulajdonosokat motiváló tényezők, mint például az energiaárak változékonysága, a környezettudatosság, a természeti erőforrások védelme, az energiahordozók cseréje és a társadalmi felelősségvállalás.
- Az energetikai felújítások során fontosnak tartott szempontok, mint például a beruházási költség, a megtérülési idő, az üzemeltetési költségek, a környezetszennyezés, a biztonsági kockázatok és a végfelhasználói komfort.

Kérdőív limitációi:

- Az eredmények értékeléskor meg kell vizsgálnunk, hogy milyen korlátokkal kell számolnunk az adatok elemzésekor. Ezek a limitációk befolyásolják a kérdőív reprezentativitását.
- A válaszok elemzésekor vizsgáltam a demográfiai adatokat (korosztályi megoszlás, nemek közötti arány, iskolázottság stb) amely korlátozta a hiteleséget

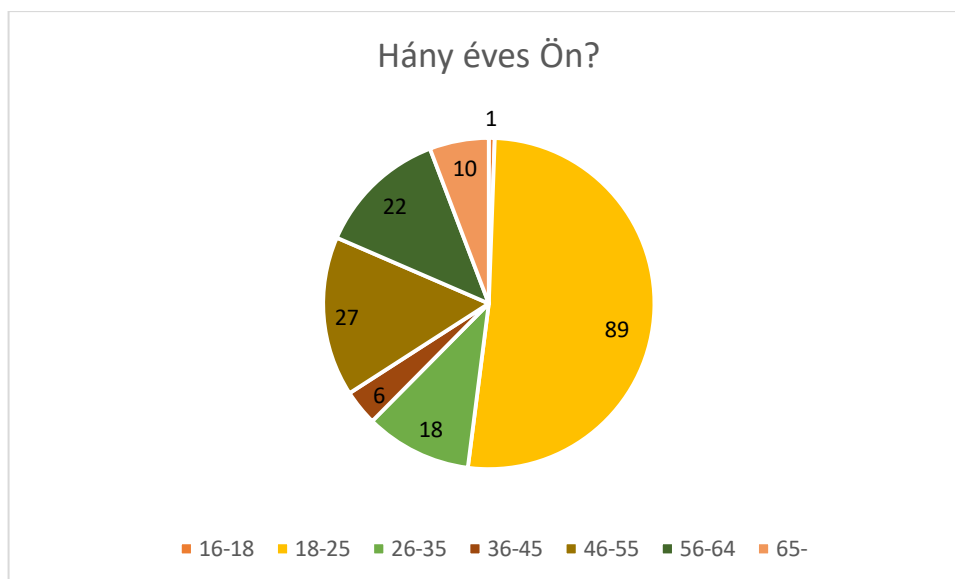
10. Válaszok kiértékelése

Az energiahatékonysági felújítások gazdasági hatásainak vizsgálata

A kérdőívet 2023.április 29-én kezdték kitölteni a válaszadók, és összesen 174 válasz érkezett. Válaszadók dinamikája különösen az utolsó egy hétben ugrott meg, a válaszok döntő többsége szám szerint 151 a felmért időszak utolsó napjaiban október huszonkilencedike és november másodika között érkezett meg.

A kérdőív kiértékelés első részében a válaszadók demográfiai jellemzőit, lakáshelyzetüket és az otthonuk fizikai jellemzőit vizsgáltam meg.

5. ábra: Korcsoportokra vonatkozó kérdés



(primer adatok alapján saját szerkesztés)

Az adatokból látható, hogy a válaszadók többsége a 18-25 és 46-64 éves korcsoportokba tartozik. Ezen korosztályok jelentősen túlerepresentáltak a valóságosnál, amely gyengíti a felmérés reprezentatív pontosságát és torzítást okozhat a mintában. A 65 év feletti korcsoport kevésbé van képviselve, ami korlátozhatja az eredmények érvényességét az idősebb népességre vonatkozóan. Az alacsonyabb korosztályok túlsúlya azzal magyarázható, hogy a kérdőívet online terjesztettem és az ismerősi köröm is ezekből a korosztályokból tevődik össze.

Az energiahatékonysági felújítások gazdasági hatásainak vizsgálata

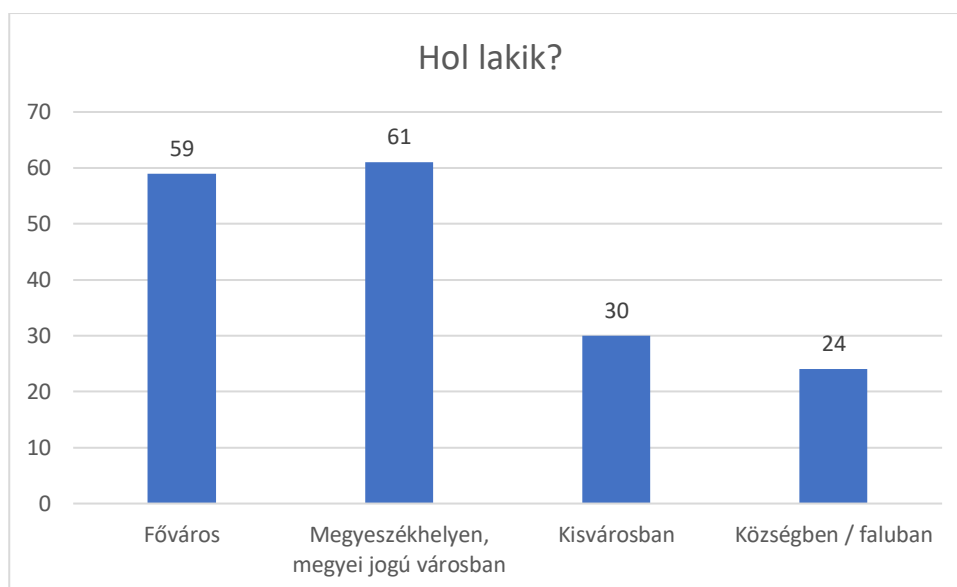
6. ábra: Nemek megoszlása



(primer adatok alapján saját szerkesztés)

Az adatok azt mutatják, hogy a válaszadók között a nők száma magasabb, mint a férfiaké. Ez azt mutatja, hogy az Női kitöltők aktívabban vettek részt a kutatásomban mint a férfiak.

7. ábra: Lakóhely



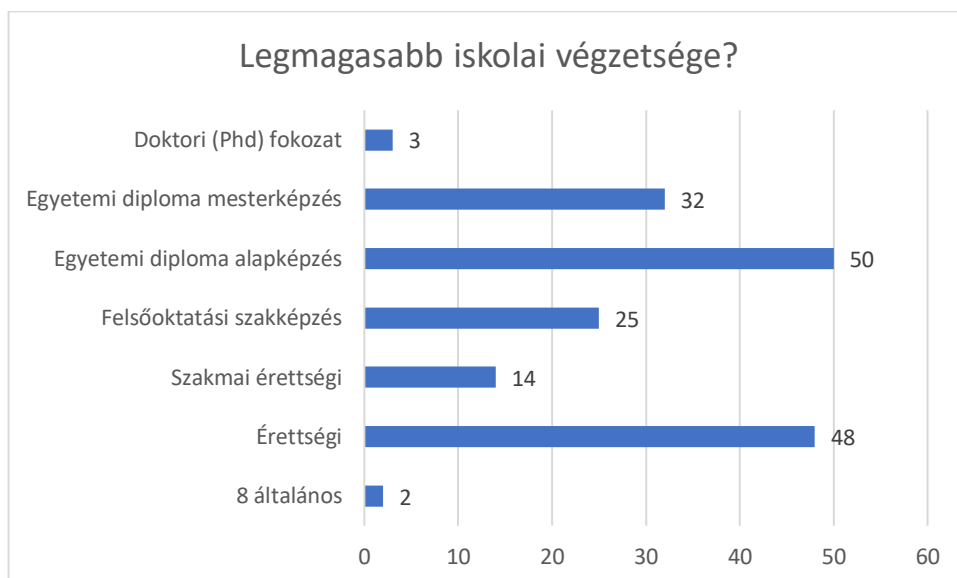
(primer adatok alapján saját szerkesztés)

A válaszadók között a megyeszékhelyen, megyei jogú városokban élők és a fővárosi lakosok vannak túlsúlyban, a kisebb települések válaszadói kevesebben vannak. Ez szintén torzítja a felmérést, mivel a KSH statisztikák szerint a Magyarország lakossága kevésbé Budapest központú (Budapest 1 671 004 fő, Többi város 5 067 717 fő Község 2 861 023 KSH forrás:

14. *Link*

8. ábra: Képzettségi szint

Az energiahatékonysági felújítások gazdasági hatásainak vizsgálata

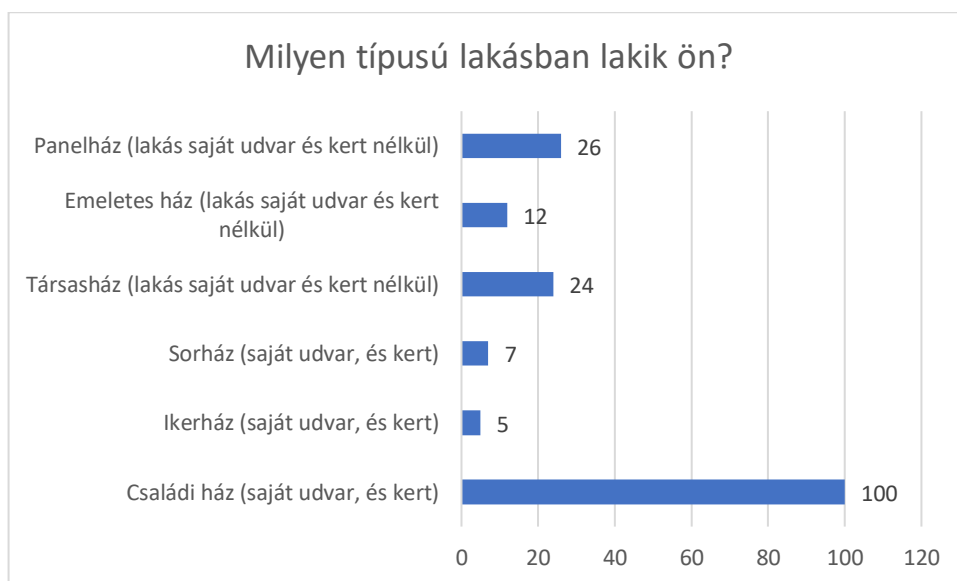


(primer adatok alapján saját szerkesztés)

Válasz adók körében magasabb a képzett személyek aránya mint az országos átlag. (KSH 29,4% forrás:

15. *Link*

9. ábra: Lakás-ház típusok



(primer adatok alapján saját szerkesztés)

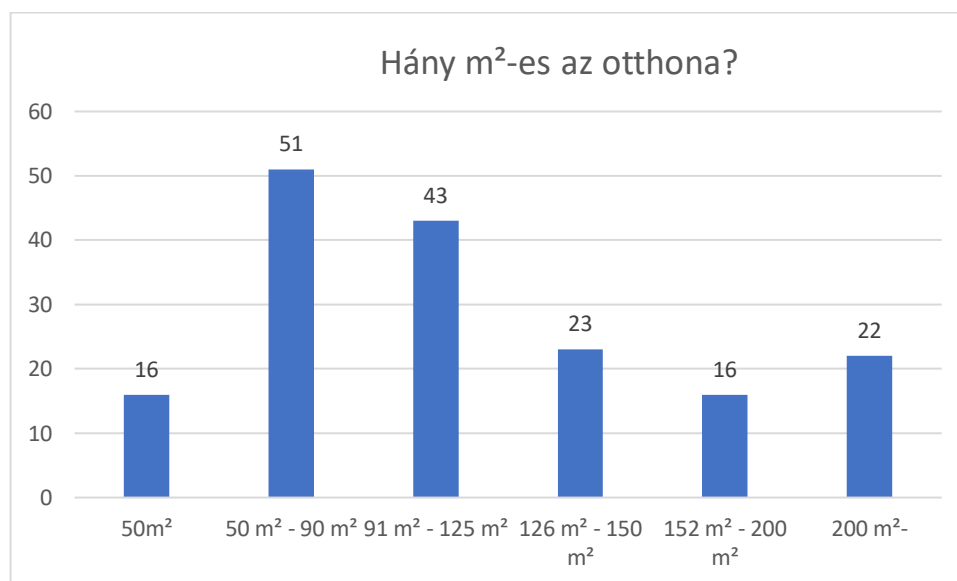
Ez a táblázat azt mutatja meg nekünk, hogy a válaszadók jelentős része élvezheti a saját lakóház és kert adta előnyt. A kitöltők jelentős részre nagy városban lakik, mégis preferálják a családi házakat. Fontosnak tartom megjegyezni, hogy válaszadók – szerintem - nem voltak tisztában az emeletes ház jelentésével, mivel az egy soklakásos nem panelház, hagyományos építési móddal. A társasház: egy kevés (4-10 db.) lakással rendelkező hagyományos építési móddal épített épület.

Az energiahatékonysági felújítások gazdasági hatásainak vizsgálata

Foorás:

16. Link:

10. ábra: Lakások nagysága (m²)



(primer adatok alapján saját szerkesztés)

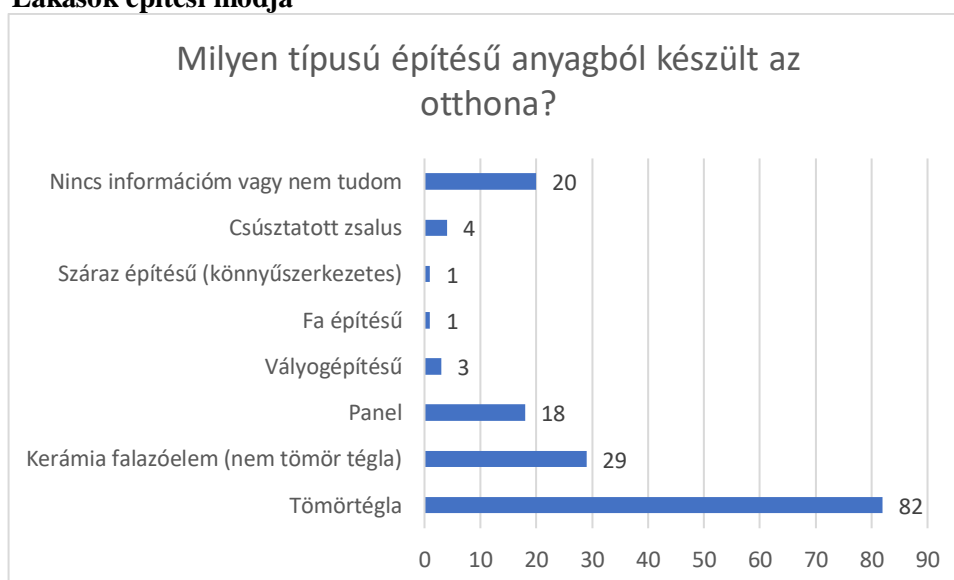
Össességében az adatok azt mutatják, hogy a válaszadók többsége közepes vagy nagyobb méretű lakásban él, és csak egy kisebb részük él 50 m² vagy az alatti otthonokban. Ez az információ hasznos lehet a további kérdéseink vizsgálatánál, amikor azt vizsgáljuk, hogy a tulajdonos (lakó) mennyit költött adott lakás energetikai felújítására.

11. ábra: Lakások kora

(primer adatok alapján saját szerkesztés)

Összeségében elmondható, hogy a válaszadóink jelentős részének a lakása a 2000. év után épült. Számos lakás korábbi építésű, amely jelentősebb energetikai felújításra szorul, tekintettel arra, hogy a hőszigetelés csak az utóbbi 10-15 évben vált általánossá.

12. ábra: Lakások építési módja

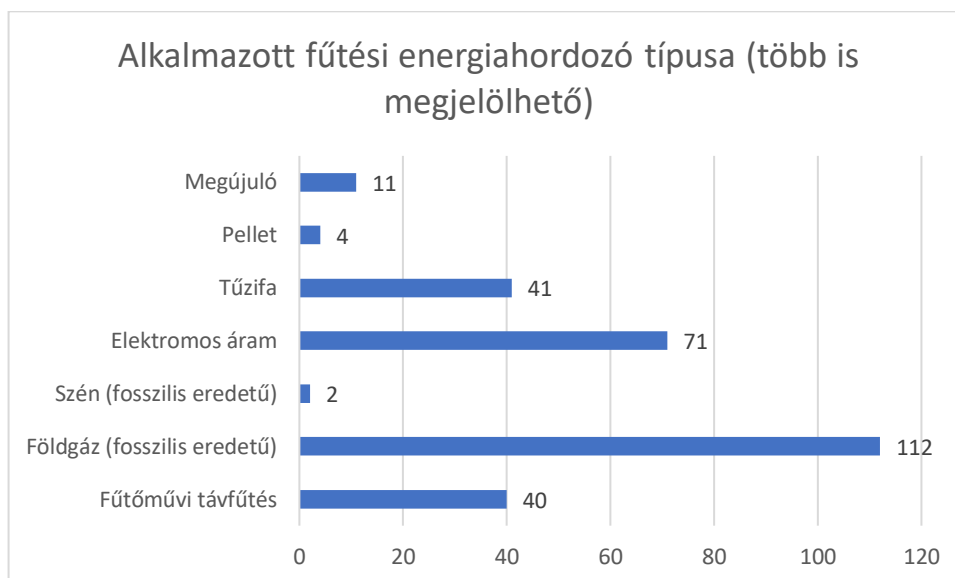


(primer adatok alapján saját szerkesztés)

A tömörtégla és a kerámia falazóelemek a leggyakrabban előforduló építési anyagok, míg a vályogépítésű, fa és a speciális technológiával készült otthonok, mint például a csúsztatott zsalus és a könnyűszerkezetes építés, kevésbé gyakoriak a válaszadók körében. Fontos megjegyezni, hogy a tömörfatégla a leggyakoribb ennél a kérdésnél, de az előző kérdésben megkapott válaszok alapján én arra következtetek, hogy a valós arány ennél kisebb lehet és több ház épült modernebb kerámia falazó elemből (pl. B30, PTH30/38/44 stb.).

13. ábra: Alkalmazott fűtési energiahordozó típusa (több is megjelölhető)

Az energiahatékonysági felújítások gazdasági hatásainak vizsgálata

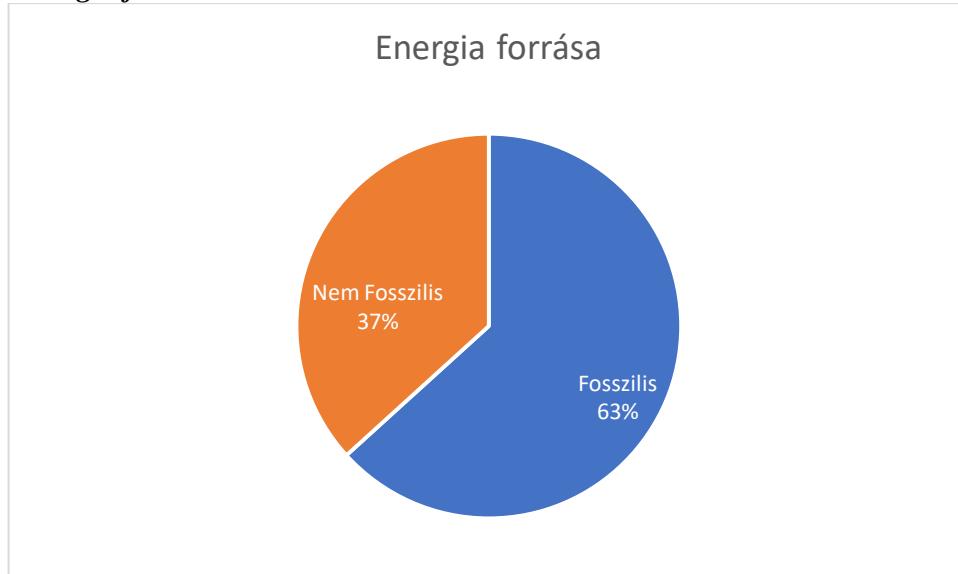


(primer adatok alapján saját szerkesztés)

Erre a kérdésre kapott válaszok rávilágítanak arra, hogy a válaszadók milyen arányban részesítik előnyben a különböző energiahordozókat fűtési célból. Az adatok elemzése során egyértelműen kiderült, hogy a földgáz és az elektromos áram a legnépszerűbb választások. Ez feltehetően a földgáz és áramhálózat elérhetőségével és ezen fűtési módok komfortosságával magyarázható. Ugyanakkor figyelemre méltó a megújuló energiahordozók jelenléte is (biomassza: tűzifa, pellet) és a fűtésre felhasznált villamos energia egy része is megújuló energiából (napelem, szélenergia) származik.

Az energiahatékonysági felújítások gazdasági hatásainak vizsgálata

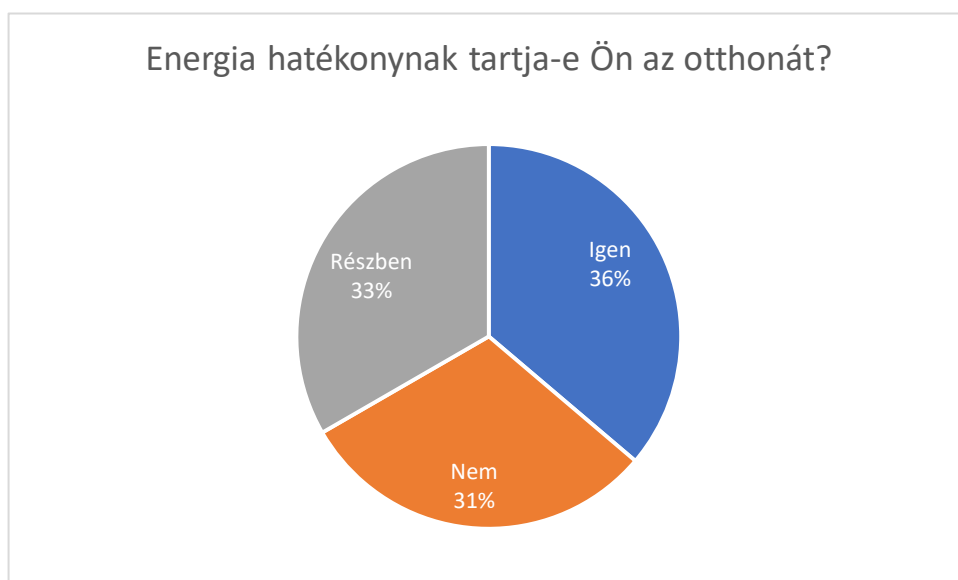
14. ábra: Energia forrása



(primer adatok alapján saját szerkesztés)

Ez a grafikon azt mutatja, hogy az előző kérdésnél beérkezett válaszok alapján milyen arányban használnak nem fosszilis (37 %) és fosszilis eredetű (63 %) fűtési energiahordozót a válaszadók. A számításban figyelembe vettem a nem fosszilis eredetű áram termelést (66,5% legnagyobb részben atomenergia). Az adatokból látszik a fosszilis eredetű energiahordozók jelentős túlsúlya, amely csökkentése elengedhetetlen az EU-os klíma célkitűzések eléréséhez a globális felmelegedés megakadályozására.

15. ábra: Lakások energiahatékonyságának önértékelése



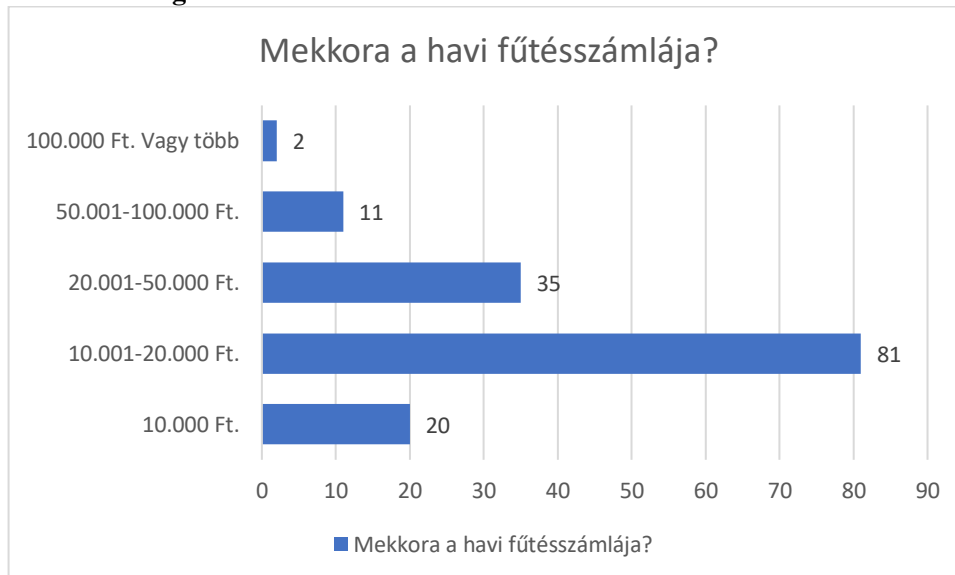
(primer adatok alapján saját szerkesztés)

A válaszadók 36 %-a úgy véli, hogy az otthona energiahatékony, amely nem biztos, hogy a valóságban is az (ezt csak egy szakértői energetikai tanúsítással bizonyítható). Aki elégedett otthona energia hatékonyságával, az kisebb motivációval rendelkezik további fejlesztésekre. A

Az energiahatékonysági felújítások gazdasági hatásainak vizsgálata

válaszadók nagyobb része (64 %) úgy véli, hogy az otthona nem (31 %) vagy csak részben (33 %) energiahatékony, amely azt feltételezi, hogy tudatában vannak további energiahatékonysági fejlesztés szükségességének, ami elengedhetetlen a klíma változás elleni küzdelemhez.

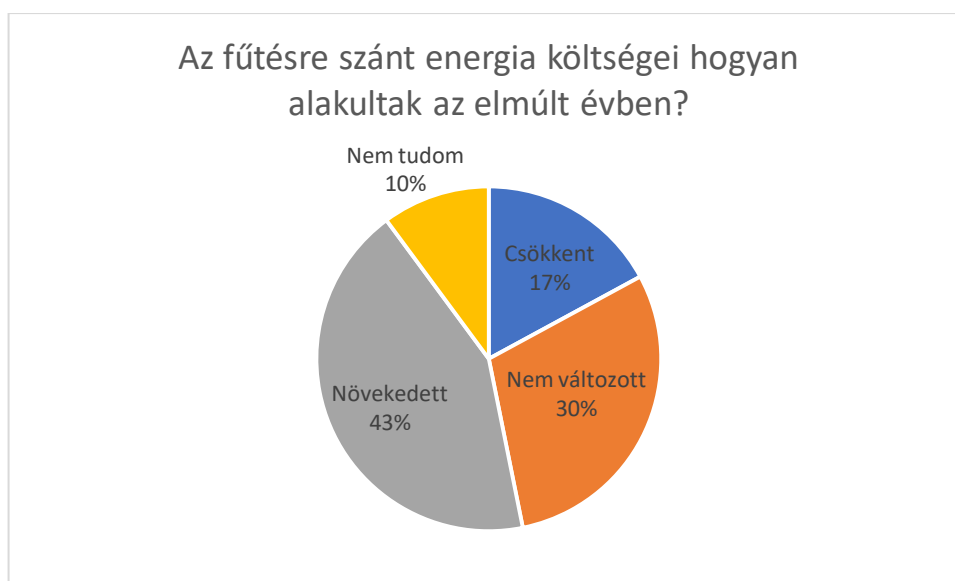
16. ábra: Fűtési költségek



(primer adatok alapján saját szerkesztés)

Válaszadók szerint, a fűtésre szánt kiadások a 10 és 20 ezer forint közötti összegek a leggyakoribbak és ennél a tartománynál többet vagy kevesebbet a válaszadóink kevesebb mint fele fizet.

17. ábra: Az fűtésre szánt energia költségek változása



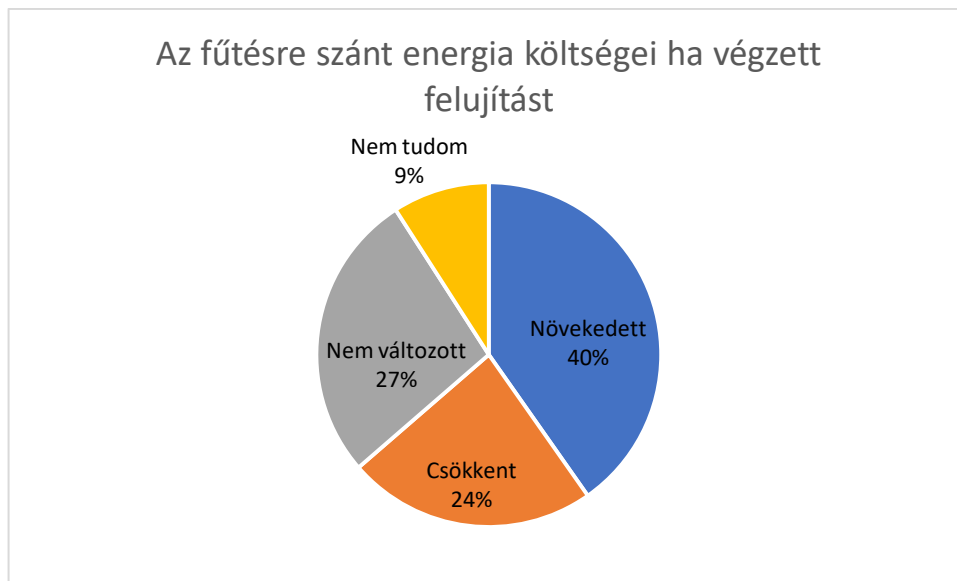
(primer adatok alapján saját szerkesztés)

Az energiahatékonysági felújítások gazdasági hatásainak vizsgálata

Az adatok azt mutatják, hogy a fűtésre szánt energia költségek többnyire növekedtek az elmúlt évben - összhangban az energiahordozók világszertei árának változásával, amelyet jelentősen torzított a teljes vagy részleges rezsicsökkentés gyengítve az alkalmazkodási kényszert.

A stabil vagy csökkenő költségek kevésbé gyakoriak, de jól mutatják, hogy aki a rezsicsökkentési limit alatt fogyaszt vagy energetika felújítást végzett, azoknak csökkent vagy stagnált a fűtési ráfordítása.

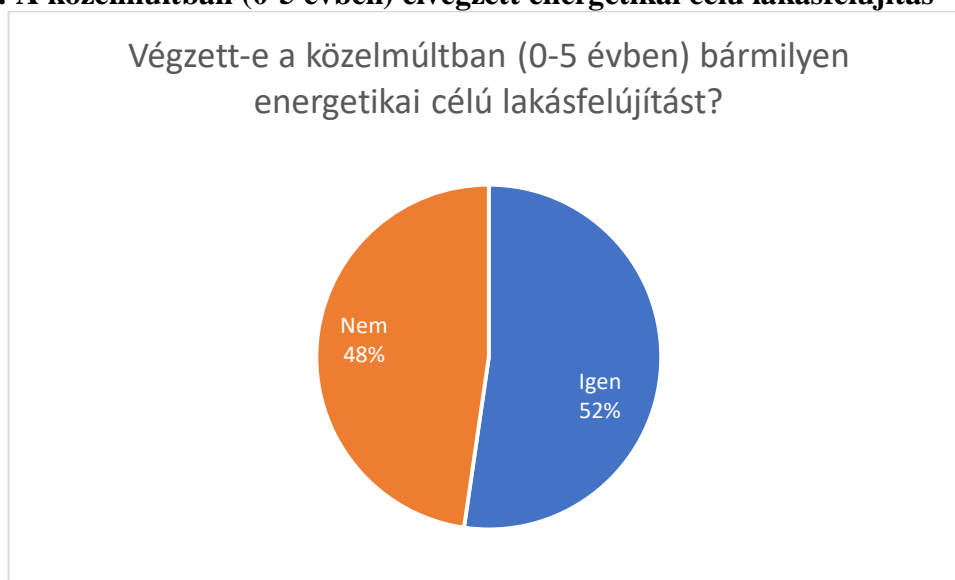
18. ábra: Az fűtésre szánt energia költségei, ha végzett felújítást



(primer adatok alapján saját szerkesztés)

Az energiahatékonysági felújítás természetesen csökkenti a fűtésre fordított kiadásokat, de az energiahordozók világszertei árának növekedése gyengíti ennek a hatását, de megtérülését viszont lerövidíti. (A grafikonból és az előző grafikonból látszik a csökkent és nem változott aránya 47-ről 51%-ra nőtt.)

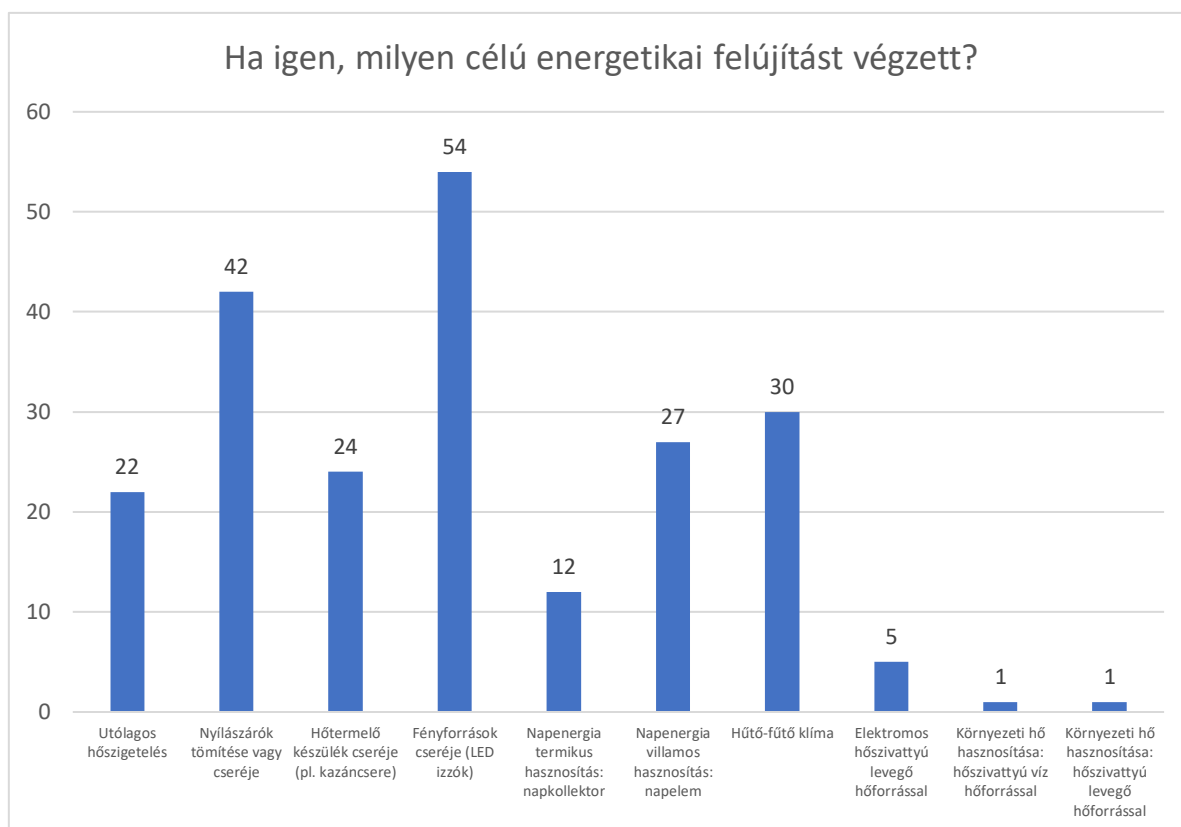
19. ábra: A közelmúltban (0-5 évben) elvégzett energetikai célú lakásfelújítás



(primer adatok alapján saját szerkesztés)

A válaszok szerint többen döntöttek az elmúlt 0-5 évben energetikai célú lakásfelújítás mellett, mint akik nem végeztek ilyen felújítást. Ez arra utal, hogy a válaszolóink nagyobb része fontosnak tartja és prioritásként kezeli az energiahatékonyságot és hajlandó volt beruházni az otthona energetikai felújítására.

20. ábra: Az elvégzett energetikai felújítás céljai



(primer adatok alapján saját szerkesztés)

Ez a kérdés azon válaszadók válaszait vizsgálta, akik már végeztek energetikai felújítást. A válaszokból kitűnik, hogy minél költségesebb egy energiahatékonysági felújítás, annál kevesebben szánják rá magukat és a döntésekben meghatározó az ár. (a fényforrások cseréje jár a legkisebb költséggel, amelyet a válaszadók jelentős része már elvégzett) .

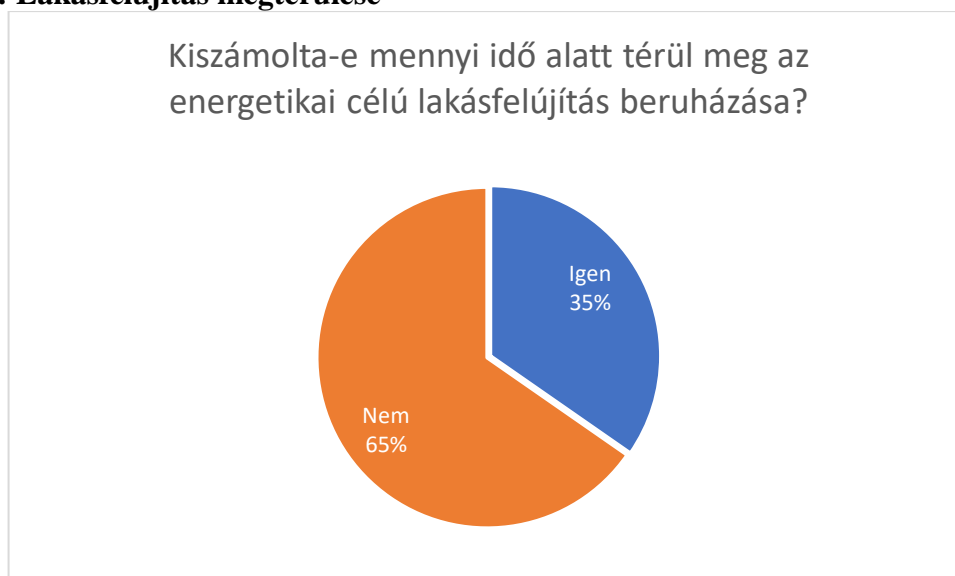
21. ábra: Havi spórolás a felújítással



(primer adatok alapján saját szerkesztés)

Az adatókból egyértelműen látszik, hogy azok a válaszadók, akik végeztek energetikai felújítást, többségük átlagosan havi szinten több, mint 5 ezer forintot, de kevesebb mint 10 000 Ft-ot spórolnak.

22. ábra: Lakásfelújítás megtérülése



(primer adatok alapján saját szerkesztés)

Az adatok alapján jól látszik, hogy a kitöltők nagy százaléka (65%) nem számolt utána, hogy meg fog-e térülni a beruházás. Ez azt jelenti, hogy más szempontokat vesznek figyelembe

Az energiahatékonysági felújítások gazdasági hatásainak vizsgálata

(környezet védelem stb.) a döntésük meghozatalánál. Vagy nem tartják fontosnak, hogy pontosan tudják a megtérülési időt.

11. Összefoglalás

A kutatás célja az volt, hogy vizsgálja a lakóépületek energetikaihatékonysági felújításának gazdasági és környezeti hatásait. A kutatás során alkalmazott modellezéssel bemutatásra került az egyes energetikai felújítási módokkal (hőszigetelés, nyílászárócsere (minimális, optimális és maximális kiépítéssel, fűtési rendszer korszerűsítés) elérhető energiamegtakarítás, CO₂-kibocsátás csökkentés és közelítőleg meghatároztuk a beruházás megtérülési idejét. Az energetikai felújítás során számos elvárást (beruházási költség, üzemelési költség, üzemeltetés komfortosság, biztonság stb.), megvalósítási opciót kell mérlegelni, amely segítségével létrehoztam egy energetikai felújítást megalapozó döntési táblázatot (fűtési rendszer kiválasztására) – alkalmazva a kérdőív válaszaiból meghatározott preferenciákat. A választási opciók (különböző elvű fűtési rendszerek) előnyeinek és hátrányainak meghatározását követően egy energetikai felújítást megalapozó döntési táblázat segít kiválasztani a legkedvezőbb változatot egy jól meghatározott súlyozott döntési kritériumrendszer szerint.

A karbonsemleges átállás nem történhet meg a különböző társadalmi csoportok és a lakosság támogatása és tevékeny közreműködése nélkül. Kérdőíves felmérésben vizsgáltam a lakosság energiahatékonysági helyzetét, már elvégzett energiahatékonyságot javító beruházásait, a közeljövőre vonatkozó energetikai felújítási terveit és módját. Továbbá megismertem a válaszadók motivációját az energiahatékonyságot javító és energiafelhasználást csökkentő beruházásokra, amely irányt mutathat, hogy milyen módon lehet a lakosság motivációját tovább növelni az energiahatékonyságot javító beruházások elkezdésére.

Azonban figyelembe kell venni a kiszolgáltatott helyzetű társadalmi csoportokat is, akikre a karbonsemleges vagy tiszta megújuló energiaforrásokra való átállás jelentős kötelezettségeket, változásokat és anyagi terheket ró. Ennek megfelelően fontos biztosítani a méltányosságot és a támogatást az érintett csoportok számára, valamint meggyőzni őket az átmenet szükségességéről és előnyeiről. A kiszolgáltatott helyzetű társadalmi csoportok számára nyújtott anyagi támogatás és adókedvezmény biztosítása elengedhetetlen a klímavédelmi tervek sikeres végrehajtásához, és a jövőbeni politikák és szabályozásoknak figyelembe kell venniük ezeket a szempontokat annak érdekében, hogy elősegítsék a fenntartható energiarendszer kialakítását és a CO₂-emisszió csökkentésének célkitűzéseinek elérését.

Az energiahatékonysági felújítások gazdasági hatásainak vizsgálata

12. Mellékletek

Melléklet-1a: Hagyományos "kádárkocka" épület épületenergetikai számítása (egyszerűsített)

Melléklet-1b: Hagyományos "kádárkocka" épület épületenergetikai számítása (minimál felújítás)

Melléklet-1c: Hagyományos "kádárkocka" épület épületenergetikai számítása (optimál felújítás)

Melléklet-1d: Hagyományos "kádárkocka" épület épületenergetikai számítása (maximál felújítás)

Melléklet-2a: Hagyományos "kádárkocka" épület hőszigetelés árkalkuláció (minimál felújítás, becsült anyag és munkadíjakkal)

Melléklet-2b: Hagyományos "kádárkocka" épület hőszigetelés árkalkuláció (optimál felújítás, becsült anyag és munkadíjakkal)

Melléklet-2c: Hagyományos "kádárkocka" épület hőszigetelés árkalkuláció (maximál felújítás, becsült anyag és munkadíjakkal)

Melléklet-3a: H-01A Kondenzációs gázkazán beruházási költségvetés

Melléklet-3b: H-01A Elektromos gázkazán beruházási költségvetés

Melléklet-3c: H-02 Biomassza (fatüzelésű) kazán fűtési rendszer beruházási költségvetés

Melléklet-3d: H-03 Villamos fűtőbetétes puffertartályos fűtési rendszer beruházási költségvetés

Melléklet-3e: H-04 Klímás fűtési rendszer beruházási költségvetés

Melléklet-3f: H-05 Hőszivattyús fűtési rendszer beruházási költségvetés

Melléklet-3g: Napelemes energiatermelő egység beruházási költségvetés

Melléklet-4: Döntési táblázat fűtési rendszer kiválasztására minőségi becslés alapján

13. Irodalomjegyzék

- **IEA:** Key World Energy Statistics 2020
- **Steven Joseph Davis, Ken Caldeira, H Damon Matthews :** Future CO2 Emissions and Climate Change from Existing Energy Infrastructure 2010
- **Gyulai Iván** A fenntartható fejlődés 2012
https://mtvsz.hu/dynamic/fenntart/ff_afenntarthatofejlodes.pdf
- **2016. L. törvény:** az ENSZ Éghajlatváltozási Keretegyezményben Részes Feleinek 21. Konferenciáján elfogadott Párizsi Megállapodás kihirdetéséről
- **EU 2020/852 rendelet:** a fenntartható befektetések előmozdítását célzó keret létrehozásáról, valamint az (EU) 2019/2088 rendelet módosításáról
- **Antal Miklós:** Energiahatékony épületek: nem látszatzöld tévút, hanem az egyik legfontosabb fenntarthatósági stratégia (2021.04.13)
- **Dr. Munkácsy Béla, Csontos Csaba, Magyar László Győri Kata, Dr. Sáfian Fanni:** Magyarország Nemzeti energia- és Klíma tervének értékelés a fentartható energiagazdálkodás nézőpontjából
- **Szép Tekla:** Energiahatékonyság: áldás vagy átok?
- **IEA:** World Energy Outlook 2020
- **MSZ EN 15232 szabvány:** <https://smarthus.hu/az-msz-en-15232-szabvany-epuletautomatika/>
- **International Renewable Energy Agency:** IRENA (2022), World Energy Transitions Outlook 2022: 1.5°C Pathway
- **Dr Steven Fawkes:** A brief history of energy efficiency
- **Muhanned AL-Rawi, and Muaayed AL-Rawi: On the Design of Smart Home System**
- **Energia Klub:** Épületek energetikai követelményeinek költség optimalizált szintjének megállapítását megalapozó számítások
- **Dr Steven Fawkes:** A brief history of energy efficiency
- **Muhanned AL-Rawi, and Muaayed AL-Rawi: On the Design of Smart Home System**
- **Hung-Anh Duong Le, Zoltán Pásztor:** An Overview of Factors Influencing Thermal Conductivity of Building Insulation Materials

14. Táblázatok jegyzéke:

1. táblázat: EU „Zöld Megállapodás” (Green Deal) társadalmi céljai	5
2. táblázat: EU „Zöld Megállapodás” (Green Deal) célértékei	5
3. táblázat: A NEKT sarkalatos célkitűzései:	8
4. táblázat: NEKT kiindulási adatai és célok 2030-ig	9
5. táblázat: A primer (elsődleges) energiafelhasználás szerkezete [%]:	10
6. táblázat: A végső energiafelhasználás szerkezete [%]:	11
7. táblázat: Bruttó villamosenergia-termelés és import [GWh]:	12
8. táblázat: K-K családi ház belső hőmérséklet csökkentésének hatása az energiatakarékosságra:	28
9. táblázat: H-01A földgáz alapú kondenzációs kazán (földgáz csökkentése céljából)	30
10. táblázat: H-01B Elektromos kazán	31
11. táblázat: H-02 Vegyestüzelésű kazán + kémény (karbonsemleges tüzelőanyag fűtéssel)	31
12. táblázat: H-03 Villamos fűtőbetét és puffertartály	32
13. táblázat: H-04 Split klíma	32
14. táblázat: H-05 Hőszivattyú (Levegő-víz hőátadással):	33
15. táblázat: Napelemes energiatermelő egység (villamos fűtési rendszerek kiegészítésére):	33
16. táblázat: Döntési táblázat alapján született végeredmény:	35

15. Ábrák jegyzéke

1. ábra: CO ₂ Intenzitás	16
2. ábra: Kádár-kocka (K-K) épület alaprajz	23
3. ábra: Összköltség grafikon:	27
4. ábra Éves energiaszükséglet grafikon:	28
5. ábra: Korcsoportokra vonatkozó kérdés	37
6. ábra: Nemek megoszlása	38
7. ábra: Lakóhely	38
8. ábra: Képzetségi szint	38
9. ábra: Lakás-ház típusok	39
10. ábra: Lakások nagysága (m ²)	40
11. ábra: Lakások kora	41
12. ábra: Lakások építési módja	41
13. ábra: Alkalmazott fűtési energiahordozó típusa (több is megjelölhető)	41
14. ábra: Energia forrása	43
15. ábra: Lakások energiahatékonyságának önértékelése	43
16. ábra: Fűtési költségek	44
17. ábra: Az fűtésre szánt energia költségek változása	44
18. ábra: Az fűtésre szánt energia költségei, ha végzett felújítást	45
19. ábra: A közelmúltban (0-5 évben) elvégzett energetikai célú lakásfelújítás	46
20. ábra: Az elvégzett energetikai felújítás céljai	47
21. ábra: Havi spórolás a felújítással	48
22. ábra: Lakásfelújítás megtérülése	48

16. Linek jegyzéke

1. Link https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_hu	6
2. Link https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/repowereu-affordable-secure-and-sustainable-energy-europe_hu	8
3. Link https://www.ksh.hu/stadat_files/ene/hu/ene0002.html	10
4. Link https://www.ksh.hu/stadat_files/ene/hu/ene0003.html	10
5. Link https://www.ksh.hu/stadat_files/ene/hu/ene0005.html	10
6. Link https://www.ksh.hu/stadat_files/ene/hu/ene0002.html	11
7. Link https://www.ksh.hu/stadat_files/ene/hu/ene0006.html	11
8. Link https://www.ksh.hu/stadat_files/ene/hu/ene0001.html	12
9. Link https://www.ksh.hu/stadat_files/ene/hu/ene0009.html	13
10. Link https://www.ksh.hu/stadat_files/ene/hu/ene0008.html	13
11. Link https://www.ksh.hu/stadat_files/ene/hu/ene0007.html	13
12. Link https://www.ksh.hu/ffi/3-38.html	14
13. Link https://www.ksh.hu/stadat_files/kor/hu/kor0043.html	14
14. Link http://depo.bercsenyi.bme.hu/extra/Uszamito.html	23
15. Link https://www.ksh.hu/stadat_files/nep/hu/nep0037.html	38
16. Link https://www.ksh.hu/stadat_files/okt/hu/okt0027.html	39
17. Link: https://dodo.hu/blogs/lakberendezes-blog/ingatlan-tipusok	40

Melléklet-1a: Hagyományos "kádárkocka" épület épületenergetikai számítása (egyszerűsített)

Építési technológia: 1960-1970-es évek: 38 cm-es tömör kisméretű téglá (eredeti, nem hőszigetelt)

Hőátbocsátási tényező (lásd: http://depo.bercsenyi.bme.hu/extra/Uszamito.html)			Tmin (Cfok)	-20,0	Külső átlag hőmérséklet (Cfok)								
Külső fal hőátbocsátási tényező (kisméretű téglá 38 cm)	Ufal=	1,056 W/m2K	23,9%	Átlag:	október	november	december	január	február	március	április	május	
Külső padlásfödém (20 cm salakbeton + 5 cm beton)	Ufödém=	1,727 W/m2K	46,3%		2021-2022	12,9	7,5	3,2	1,5	5,3	7,9	11,9	15,2
Külső nyílászárók	Uablak=	2 W/m2K	12,3%		2020-2021	10,63	6,33	2,13	2,29	5,69	6,82	10,4	18,58
Aljzat (25 cm sóder, 10 cm beton)	Ualjzat=	1,17 W/m2K	17,5%		2019-2020	12,12	5,88	4,19	2,37	3,28	6,82	9,55	14,81
Lakás belső hőmérséklet			22 Cfok	2018-2019	14,17	9,63	4,2	0,7	6,7	8,02	13,52	14,65	
				Talaj (Cfok)	14	11	6	3	4	7	12	16	

Helyiségek:	Terület (m2)	Külső fal (m2)	Külső födém (m2)	Ablak (m2)	Pmax (watt)	Energia (Wh)												Éves energia (kWh)	Külső kerület
						október	november	december	január	február	március	április	május	június	július	augusztus	szeptember		
	Háló:	12,25	22,14	13,6	1,8	2276,502	402466	606289	826195	944084	695738	646048	442023	299859	4862,7	7			
	Fürdő:	4,88	4,5	5,4	0,81	726,025	132247	197651	271009	307896	231326	214696	146240	98575	1599,6	3			
	Nappali:	20,52	29,04	22,9	10,8	3684,251	641057	969862	1317230	1563931	1101020	1022671	701434	477506	7794,7	9,3			
	Étkező:	16,55	0	18,4	0	1337,196	215556	333134	445029	759020	358101	333105	231411	160364	2835,7	0			
	Szélfogó:	3,38	8,7	3,8	2,88	859,8407	151790	228751	311626	336493	262242	243519	166652	113089	1814,2	2,6			
	Konyha:	9,71	20,1	10,8	3,6	2032,158	360035	542060	738999	820658	622924	578413	395618	268255	4327,0	6,4			
	Fűtés:	2,44	0	2,7	0	197,1456	31780	49115	65611	111904	52796	49110	34117	23643	418,1	0			
	WC:	1,2	0	1,3	0	96,95684	15629	24155	32268	55035	25965	24153	16779	11628	205,6	0			
	Kamra:	2,03	5,4	2,3	0,36	467,8102	83017	124934	170382	185200	143728	133454	91256	61856	993,8	1,5			
	Háló 1-2:	25,95	32,91	28,9	7,2	4195,239	730020	1104433	1500022	1823455	1253851	1164625	798789	543772	8919,0	10,6			
	Gardrób:	6,58	0	7,3	0	531,6467	85701	132448	176936	301773	142375	132437	92005	63758	1127,4	0			
	Fürdőszoba:	5,11	9,6	5,7	0,81	970,8036	171705	258632	352473	400535	296877	275672	188601	127931	2072,4	3			

Totál:	110,6 m2	Totál:				17376 Watt									Totál:	36970 kWh/év
Belső hőmérséklet (Cfok)	18	19	20	21	22	23	24	25						133093 MJ/év		
Fűtési energia (kWh)	26188	28883	31579	34275	36970	39666	42361	45057						5219 m3 földgáz		
Fűtési energia (MJ)	94276	103981	113685	123389	133093	142797	152501	162205								
Földgáz fűtésre (m3)	3697	4078	4458	4839	5219	5600	5980	6361								
Százalék	71%	78%	85%	93%	100%	107%	115%	122%								

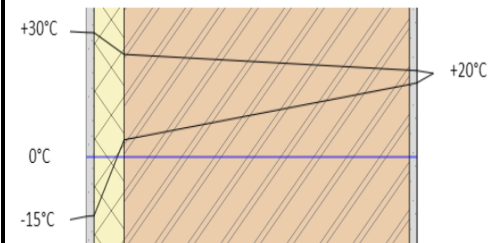
Kazán hatásfok: 75%

Melléklet-1b: Hagyományos "kádárkocka" épület épületenergetikai számítása (egyszerűsített)

Építési technológia: 1990-2000-es évek: (Minimális felújítás: homlokzati és lábazati hőszigetelés 5 cm, eredeti nyílászárók)

Hőátbocsátási tényező (lásd: http://depo.bercsenyi.bme.hu/extra/Uszamoto.html)			Tmin (Cfok)	-20,0	Külső átlag hőmérséklet (Cfok)								
Külső fal hőátbocsátási tényező (km. téglá 38 cm + 5 cm EPS)	Ufal=	0,459 W/m2K	14,0%	Átlag:	október	november	december	január	február	március	április	május	
Külső padlásfödém (20 cm salakb. + 5 cm beton + 10 cm kőzetgyapot)	Ufödém=	0,3 W/m2K	39,5%		2020-2021	12,9	7,5	3,2	1,5	5,3	7,9	11,9	15,2
Külső nyílászárók (felújított vagy cserélt ablak, ajtó)	Uablak=	1,2 W/m2K	1,9%		2021-2022	10,63	6,33	2,13	2,29	5,69	6,82	10,4	18,58
Aljzat (25 cm sóder, 10 cm beton)	Ualjzat=	1,17 W/m2K			2020-2021	12,12	5,88	4,19	2,37	3,28	6,82	9,55	14,81
Lakás belső hőmérséklet			22 Cfok	2019-2020	14,17	9,63	4,2	0,7	6,7	8,02	13,52	14,65	
				2018-2019	14,68	8,03	2,33	0,69	5,38	10,09	14,15	12,88	
				Talaj (Cfok)	14	11	6	3	4	7	12	16	

Helyiségek:	Terület (m2)	Külső fal (m2)	Külső födém (m2)	Ablak (m2)	Pmax (watt)	Energia (Wh)								Éves energia (kWh)
Háló:	12,25	22,14	13,6	1,8	888,1837	178669	260419	364152	440234	323946	300208	201764	133364	2202,8
Fürdő:	4,88	4,5	5,4	0,81	280,4878	60426	86655	122731	146201	112011	103709	69137	45144	746,0
Nappali:	20,52	29,04	22,9	10,8	1494,067	288000	424224	588321	769066	514489	477080	322407	214846	3598,4
Étkező:	16,55	0	18,4	0	232,2866	37445	57869	77307	358024	62206	57864	40199	27857	718,8
Szélfogó:	3,38	8,7	3,8	2,88	391,4868	76291	112071	155754	166517	136817	126848	85600	56921	916,8
Konyha:	9,71	20,1	10,8	3,6	849,2192	169346	247356	345308	391344	306132	283734	190902	126390	2060,5
Fűtés:	2,44	0	2,7	0	34,24648	5521	8532	11397	52784	9171	8531	5927	4107	106,0
WC:	1,2	0	1,3	0	16,84253	2715	4196	5605	25959	4510	4196	2915	2020	52,1
Kamra:	2,03	5,4	2,3	0,36	193,8146	38849	56673	79194	85761	70352	65200	43839	28996	468,9
Háló 1-2:	25,95	32,91	28,9	7,2	1576,194	307830	451955	628386	872948	552471	512202	345545	229681	3901,0
Gardrób:	6,58	0	7,3	0	92,35322	14887	23008	30736	142344	24732	23006	15982	11076	285,8
Fürdőszoba:	5,11	9,6	5,7	0,81	382,0337	76795	111953	156526	186858	139205	129005	86710	57322	944,4
Totál:	110,6 m2				6431 Watt									Totál: 16001 kWh/év



Belső hőmérséklet (Cfok)	18	19	20	21	22	23	24	25
Fűtési energia (kWh)	11298	12474	13650	14826	16001	17177	18353	19529
Fűtési energia (MJ)	40672	44906	49139	53372	57605	61838	66071	70305
Földgáz fűtésre (m3)	1595	1761	1927	2093	2259	2425	2591	2757
Százalék	71%	78%	85%	93%	100%	107%	115%	122%

Totál:	16001 kWh/év
	57605 MJ/év
Kazán hatásfok:	75%
Eredeti (felújítás nélküli)	2259 m3 földgáz
Megtakarítás:	56,7%
Energia díj (földgáz):	100 EUR/MWh
Megtakarítás:	2 096,9 EUR/év
Felújítás becsült költsége:	16155,4 EUR
Megtérülési idő:	7,7 év
CO2 megtakarítás:	5,3 Tonna/év

Melléklet-1c: Hagyományos "kádárkocka" épület épületenergetikai számítása (egyszerűsített)

Építési technológia: 2000-2010-es évek technológia: (Optimális felújítás: Külső falra 10 cm EPS és a padlásfödémre 10 cm kőzetgyapot hőszigetelés, 5 cm lépésálló EPS hőszigetelés az aljzatra, modern gazdaságos nyílászárók)

Hőátbocsátási tényező (lásd: http://depo.bercsenyi.bme.hu/extra/Uszamoto.html)			Tmin (Cfok)	-20,0	Külső átlag hőmérséklet (Cfok)								
Külső fal hőátbocsátási tényező (km. téglá 38 cm + 10 cm EPS)	Ufa=	0,292 W/m2K	17,9%	Átlag:	október	november	december	január	február	március	április	május	
Külső padlásfödém (20 cm salakb. + 5 cm beton + 20 cm kőzetgyapot)	Ufödém=	0,164 W/m2K	43,2%		2020-2021	12,9	7,5	3,2	1,5	5,3	7,9	11,9	15,2
Külső nyílászárók (cserélt közepkategóriás ablak, ajtó)	Uablak=	1 W/m2K	3,2%		2020-2021	10,63	6,33	2,13	2,29	5,69	6,82	10,4	18,58
Aljzat (25 cm sóder, 10 cm beton, 5 cm EPS)	Ualjzat=	0,447 W/m2K	11,1%		2020-2021	12,12	5,88	4,19	2,37	3,28	6,82	9,55	14,81
Lakás belső hőmérséklet			22 Cfok	2019-2020	14,17	9,63	4,2	0,7	6,7	8,02	13,52	14,65	
				2018-2019	14,68	8,03	2,33	0,69	5,38	10,09	14,15	12,88	
				Talaj (Cfok)	14	11	6	3	4	7	12	16	

Helyiségek:	Terület (m2)	Külső fal (m2)	Külső födém (m2)	Ablak (m2)	Pmax (watt)	Energia (Wh)								Éves energia (kWh)
Háló:	12,25	22,14	13,6	1,8	508,2169	95485	141567	195331	229484	168992	156765	106311	71206	1165,1
Fürdő:	4,88	4,5	5,4	0,81	154,9355	30787	45009	62789	73195	55588	51523	34682	22977	376,5
Nappali:	20,52	29,04	22,9	10,8	953,2167	171675	257344	352036	432606	298970	277529	189354	127943	2107,5
Étkező:	16,55	0	18,4	0	126,9833	20470	31635	42261	150661	34006	31632	21975	15229	347,9
Szélfogó:	3,38	8,7	3,8	2,88	251,3929	45561	68184	93394	100572	79540	73828	50325	33958	545,4
Konyha:	9,71	20,1	10,8	3,6	509,5908	94544	140628	193543	216707	166540	154522	104975	70491	1142,0
Fűtés:	2,44	0	2,7	0	18,72141	3018	4664	6231	22212	5014	4664	3240	2245	51,3
WC:	1,2	0	1,3	0	9,207251	1484	2294	3064	10924	2466	2294	1593	1104	25,2
Kamra:	2,03	5,4	2,3	0,36	111,6154	20898	31011	42759	46400	36939	34268	23250	15584	251,1
Háló 1-2:	25,95	32,91	28,9	7,2	951,8529	173973	259782	356447	460412	304713	282792	192528	129684	2160,3
Gardrób:	6,58	0	7,3	0	50,48642	8138	12578	16802	59900	13520	12577	8737	6055	138,3
Fürdőszoba:	5,11	9,6	5,7	0,81	219,2466	41154	61030	84192	97988	72810	67544	45811	30689	501,2
Totál:	110,6 m2				3865 Watt									8812 kWh/év

Belső hőmérséklet (Cfok)	18	19	20	21	22	23	24	25
Fűtési energia (kWh)	6233	6877	7522	8167	8812	9457	10101	10746
Fűtési energia (MJ)	22437	24758	27080	29401	31723	34044	36365	38687
Földgáz fűtésre (m3)	880	971	1062	1153	1244	1335	1426	1517
Százalék	71%	78%	85%	93%	100%	107%	115%	122%

Totál:	8812 kWh/év
	31723 MJ/év
Kazán hatásfok:	75%
	1244 m3 földgáz
Eredeti (felújítás nélküli)	36970 kWh/év
Megtakarítás:	76,2%
Energia díj (földgáz):	100 EUR/MWh
Megtakarítás:	2 815,8 EUR/év
Felújítás becsült költsége:	21723,2 EUR
Megtérülési idő:	7,7 év
CO2 megtakarítás:	7,2 Tonna/év

Melléklet-1d: Hagyományos "kádárkocka" épület épületenergetikai számítása (egyszerűsített)

Építési technológia: 2020-es évek technológia: (Maximális felújítás: Külső falra 15 cm grafitos EPS és a padlásfödémre 30 cm kőzetgyapot hőszigetelés, 10 cm lépésálló EPS hőszigetelés az aljzatra, 3 rétegű korszerű nyílászárók)

Hőátbocsátási tényező (lásd: http://depo.bercsenyi.bme.hu/extra/Uszamito.html)				Tmin (Cfok)	-20,0	Külső átlag hőmérséklet (Cfok)								
Külső fal hőátbocsátási tényező (km. téglá 38 cm + 15 cm EPS)	Ufal=	0,171	W/m2K	21,2%	Átlag:	október	november	december	január	február	március	április	május	
Külső padlásfödém (20 cm salakb. + 5 cm beton, 30 cm kőzetgyapot)	Ufödém=	0,112	W/m2K	44,9%		2021-2022	12,9	7,5	3,2	1,5	5,3	7,9	11,9	15,2
Külső nyílászárók (cserélt 3 rétegű ablak, ajtó, kiváló minőség)	Uablak=	0,7	W/m2K	4,9%		2020-2021	12,12	5,88	4,19	2,37	3,28	6,82	9,55	14,81
Aljzat (25 cm sóder, 10 cm beton, 10 cm EPS)	Ualjzat	0,287	W/m2K	13,8%		2019-2020	14,17	9,63	4,2	0,7	6,7	8,02	13,52	14,65
Lakás belső hőmérséklet				22	Cfok	2018-2019	14,68	8,03	2,33	0,69	5,38	10,09	14,15	12,88
						Talaj (Cfok)	14	11	6	3	4	7	12	16

Helyiségek:	Terület (m2)	Külső fal (m2)	Külső födém (m2)	Ablak (m2)	Pmax (watt)	Energia (Wh)								Éves energia (kWh)
Háló:	12,25	22,14	13,6	1,8	320,4471	60363	89435	123464	145216	106934	99193	67244	45016	736,9
Fürdő:	4,88	4,5	5,4	0,81	100,4248	19920	29134	40630	47339	35944	33317	22431	14866	243,6
Nappali:	20,52	29,04	22,9	10,8	632,1118	113464	170235	232714	285050	197336	183195	125053	84556	1391,6
Étkező:	16,55	0	18,4	0	86,72032	13979	21605	28861	98617	23224	21603	15008	10400	233,3
Széfogó:	3,38	8,7	3,8	2,88	165,4488	29904	44785	61309	66040	52151	48408	33011	22288	357,9
Konyha:	9,71	20,1	10,8	1,8	287,5788	54318	80424	111084	124764	96321	89346	60546	40509	657,3
Fűtés:	2,44	0	2,7	0	12,78535	2061	3185	4255	14539	3424	3185	2213	1533	34,4
WC:	1,2	0	1,3	0	6,287878	1014	1566	2093	7150	1684	1566	1088	754	16,9
Kamra:	2,03	5,4	2,3	0,36	69,68752	13099	19419	26796	29074	23188	21510	14586	9769	157,4
Háló 1-2:	25,95	32,91	28,9	7,2	619,0073	112968	168754	231476	298465	197749	183527	124975	84208	1402,1
Gardrób:	6,58	0	7,3	0	34,47853	5558	8590	11475	39208	9233	8589	5967	4135	92,8
Fürdőszoba:	5,11	9,6	5,7	0,81	138,2582	26019	38559	53221	62003	46076	42742	28979	19403	317,0
Totál:	110,6 m2				Totál: 2473	Watt								Totál: 5641 kWh/év

Belső hőmérséklet (Cfok)	18	19	20	21	22	23	24	25
Fűtési energia (kWh)	3990	4403	4816	5228	5641	6054	6467	6880
Fűtési energia (MJ)	14364	15850	17336	18822	20308	21794	23281	24767
Földgáz fűtésre (m3)	563	622	680	738	796	855	913	971
Százalék	71%	78%	85%	93%	100%	107%	115%	122%

Totál:	5641 kWh/év
	20308 MJ/év
Kazán hatásfok:	75%
	796 m3 földgáz
Eredeti (felújítás nélküli)	36970 kWh/év
Megtakarítás:	84,7%
Energia díj (földgáz):	100 EUR/MWh
Megtakarítás:	3 132,9 EUR/év
Felújítás becsült költsége:	26641,0 EUR
Megtérülési idő:	8,5 év
CO2 megtakarítás:	8,0 Tonna/év

Melléklet-2a: Hagyományos "kádárkocka" épület hőszigetelés árkalkuláció (becsült anyag és munkadíjakkal)

Minimális felújítás: homlokzati és lábazati hőszigetelés 5 cm, eredeti nyílászárók

Tétel	Megnevezés	Anyagnorma	Mennyiség	Egységcsomag	Csomag mennyiség	Anyag egységár	Ár	
Külső felületi hőszigetelés:								
1	Külsőfal: Hőszigetelő réteg: Polisztirol hőszigetelő lemez (5 cm)	1	135 m ²	5	m ² /csomag	28 csomag	9 250 Ft	
2	Beágyazott üvegszövet háló	1,1	148,5 m ²	10	m ² /tekerics	15 tekerics	1 480 Ft	
3	Ragasztó (kg)	10	1350 kg	25	kg/zsák	55 zsák	2 800 Ft	
4	Alapozó	0,2	27 kg	5	kg/vödör	6 vödör	6 600 Ft	
5	Végző felületképzés: színező vakolat	2,5	337,5 kg	25	kg/vödör	14 vödör	15 000 Ft	
6	Dübel	6	810 db	100	db/csomag	9 csomag	12 500 Ft	
7	Sarok-/élvédő, hálós élvédő	75	fm	2,5	fm	31 szál	1 400 Ft	
8	Kezdő elem	45	fm					
Külső felületi hőszigetelés munkadíj:								
11	Homlokzati hőszigetelés (ragasztás + dübel) EPS 10 cm-ig (m ²)		135 m ²				3 500 Ft	
12	Spalettázás ára homlokzati szigetelés		62 fm				2 000 Ft	
13	Élvédőzés		75 fm				1 500 Ft	
14	Felületkezelési díj (hálózás, glettelés, nemesvakolat (színezés))		135 m ²				5 000 Ft	
Lábazati felületi hőszigetelés								
101	Lábazat: Hőszigetelő réteg: Polisztirol hőszigetelő lemez (5 cm)	1	40 m ²	5	m ² /csomag	9 csomag	9 250 Ft	
102	Beágyazott üvegszövet háló	1,1	44 m ²	10	m ² /tekerics	5 tekerics	1 480 Ft	
103	Ragasztó (kg)	10	400 kg	25	kg/zsák	17 zsák	2 800 Ft	
104	Alapozó	0,2	8 kg	5	kg/vödör	2 vödör	6 600 Ft	
105	Végző felületképzés: színező vakolat	5	200 m ²	25	kg/vödör	9 vödör	15 000 Ft	
106	Dübel	6	240 db	100	db/csomag	3 csomag	12 500 Ft	
107	Sarokvédő	4	fm	2,5	fm	2 szál	1 400 Ft	
Lábazati felületi hőszigetelés munkadíj:								
111	Lábazati hőszigetelés (ragasztás + dübel) EPS 10cm-ig (m ²)		40 m ²				3 500 Ft	
112	Felületkezelési díj (hálózás, glettelés, nemesvakolat (színezés))		40 m ²				5 000 Ft	
Külső felületi hőszigetelés összesen:							2 891 450 Ft	46,7%
Padlásfödém hőszigetelés								
201	Padlásfödém: Hőszigetelő réteg: kőzetgyapot hőszigetelés (10 cm)	1	125 m ²	4,48	m ² /bála	28 bála	11 100 Ft	
Padlásfödém hőszigetelés , munkadíj								
211	Táblás szigetelés telepítése		125 m ²				2000 Ft	
Padlásfödém hőszigetelés összesen:							560 800 Ft	9,1%
Aljzat hőszigetelés								
301	Hőszigetelő réteg: Lépésálló EPS100 hőszigetelés (5 cm)	1	0 m ²	5	m ² /bála	0 bála	11 250 Ft	
302	Síkháló (150x150x4)	1,1	0 m ²	10,75	m ² /db	0 tábla	11 000 Ft	
303	helyszínen kevert sóder-cement estrich	1	0 m ³				40 000 Ft	
Aljzat hőszigetelés , munkadíj								
311	Táblás szigetelés telepítése		0 m ²				2000 Ft	
312	Sóder-cement estrich, gépi simítással, 5-6 cm-es átlagvastagságot		0 m ²				1800 Ft	
Aljzat hőszigetelés összesen:							0 Ft	0,0%
Nyílászáró csere								
401	Háló ablak 1,2x1,5			1,8	m ²	1 db.	116 000 Ft	
402	Fürdő ablak 0,9x0,9			0,81	m ²	1 db.	73 000 Ft	
403	Nappali ablak 1,2x1,5			1,8	m ²	4 db.	116 000 Ft	
404	Nappali ajtó 1,2x2,4			2,9	m ²	1 db.	135 000 Ft	
405	Szélfogó bejárati ajtó 1,2x2,4			2,9	m ²	1 db.	260 000 Ft	
406	Konyha ablak 1,2x1,5			1,8	m ²	2 db.	116 000 Ft	
407	Kamra ablak 0,6x0,6			0,36	m ²	1 db.	54 000 Ft	
408	Háló 1 ablak 1,2x1,5			1,8	m ²	2 db.	116 000 Ft	
409	Háló 2 ablak 1,2x1,5			1,8	m ²	2 db.	116 000 Ft	
Nyílászáró csere, munkadíj								
				26,77	m ²	1 db.	14 000 Ft	
Aljzat hőszigetelés összesen:							2 172 780 Ft	35,1%
Egyéb díjak								
501	Anyagmozgatási díj, projektmenedzsment			10	%	1 db.		
Grandtotal:							6 187 533 Ft	

Árak forrása: www.ujhas.hu, www.epitoanyag.hu, www.hoffmannablak.hu, www.ablakok-raktarrol.hu,

Melléklet-2b: Hagyományos "kádárkocka" épület hőszigetelés árkalkuláció (becsült anyag és munkadíjakkal)												
Optimális felújítás: Külső falra 10 cm EPS és a padlásfödémre 10 cm kőzetgyapot hőszigetelés, 5 cm lépésálló EPS hőszigetelés az aljzatra, modern nyílászárók												
Tétel	Megnevezés	Anyagnorma	Mennyiség	Egységcsomag	Csomag mennyiség	Anyag egységár	Ár					
Külső felületi hőszigetelés:												
1	Külsőfal: Hőszigetelő réteg: Polisztirol hőszigetelő lemez (10 cm)	1	135 m2	2,5	m2/csomag	55 csomag	10 500 Ft	Ft/csomag	577 500 Ft			
2	Beágyazott üvegszövet háló	1,1	148,5 m2	10	m2/tekercs	15 tekercs	1 480 Ft	Ft/tekercs	22 200 Ft			
3	Ragasztó (kg)	10	1350 kg	25	kg/zsák	55 zsák	2 800 Ft	Ft/zsák	154 000 Ft			
4	Alapozó	0,2	27 kg	5	kg/vödör	6 vödör	6 600 Ft	Ft/vödör	39 600 Ft			
5	Végző felületképzés: színező vakolat	2,5	337,5 kg	25	kg/vödör	14 vödör	15 000 Ft	Ft/vödör	210 000 Ft			
6	Dübel	6	810 db	100	db/csomag	9 csomag	12 500 Ft	Ft/tekercs	112 500 Ft			
7	Sarok-/élvédő, hálós élvédő		75 fm	2,5	fm	31 szál	1 400 Ft	Ft/tekercs	43 400 Ft			
8	Kezdő elem		45 fm									
Külső felületi hőszigetelés munkadíj:												
11	Homlokzati hőszigetelés (ragasztás + dübel) EPS 10cm-ig (m2)		135 m2				3 500 Ft	Ft/m2	472 500 Ft			
12	Spalettázás ára homlokzati szigetelés		62 fm				2 000 Ft	Ft/fm	124 000 Ft			
13	Élvédőzés		75 fm				1 500 Ft	Ft/m3	112 500 Ft			
14	Felületkezelési díj (hálózás, glettelés, nemesvakolat (színezés))		135 m2				5 000 Ft	Ft/m3	675 000 Ft			
Lábazati felületi hőszigetelés												
101	Lábazati: Hőszigetelő réteg: Polisztirol hőszigetelő lemez (10 cm)	1	40 m2	2,5	m2/csomag	17 csomag	10 500 Ft	Ft/csomag	178 500 Ft			
102	Beágyazott üvegszövet háló	1,1	44 m2	10	m2/tekercs	5 tekercs	1 480 Ft	Ft/tekercs	7 400 Ft			
103	Ragasztó (kg)	10	440 kg	25	kg/zsák	18 zsák	2 800 Ft	Ft/zsák	50 400 Ft			
104	Alapozó	0,2	8,8 kg	5	kg/vödör	2 vödör	6 600 Ft	Ft/vödör	13 200 Ft			
105	Végző felületképzés: színező vakolat	5	220 m2	25	kg/vödör	9 vödör	15 000 Ft	Ft/tekercs	135 000 Ft			
106	Dübel	6	264 db	100	db/csomag	3 csomag	12 500 Ft	Ft/tekercs	37 500 Ft			
107	Sarokvédő		4 fm	2,5	fm	2 szál	1 400 Ft	Ft/tekercs	2 800 Ft			
Lábazati felületi hőszigetelés munkadíj:												
111	Lábazati hőszigetelés (ragasztás + dübel) EPS 10cm-ig (m2)		40 m2				3 500 Ft	Ft/m2	140 000 Ft			
112	Felületkezelési díj (hálózás, glettelés, nemesvakolat (színezés))		40 m2				5 000 Ft	Ft/m3	200 000 Ft			
Külső felületi hőszigetelés összesen:							3 308 000 Ft	39,8%				
Padlásfödém hőszigetelés												
201	Padlásfödém: Hőszigetelő réteg: kőzetgyapot hőszigetelés (10 cm)	1	250 m2	4,48	m2/bála	56 bála	11 100 Ft	Ft/bála	621 600 Ft			
Padlásfödém hőszigetelés , munkadíj												
211	Táblás szigetelés telepítése		250 m2				2000	Ft/m2	500 000 Ft			
Padlásfödém hőszigetelés összesen:							1 121 600 Ft	13,5%				
Aljzat hőszigetelés												
301	Hőszigetelő réteg: Lépésálló EPS100 hőszigetelés (5 cm)	1	110 m2	5	m2/bála	23 bála	11 250 Ft	Ft/bála	258 750 Ft			
302	Síkháló (150x150x4)	1,1	110 m2	10,75	m2/db	12 tábla	11 000 Ft	Ft/tábla	132 000 Ft			
303	helyszínen kevert sóder-cement estrich	1	9 m3				40 000 Ft	Ft/m3	360 000 Ft			
Aljzat hőszigetelés , munkadíj												
311	Táblás szigetelés telepítése		110 m2				2000	Ft/m2	220 000 Ft			
312	Sóder-cement estrich, gépi simítással, 5-6 cm-es átlagvastagságot		110 m2				1800	Ft/m2	198 000 Ft			
Aljzat hőszigetelés összesen:							1 168 750 Ft	14,0%				
Nyílászáró csere												
401	Háló ablak 1,2x1,5			1,8	m2	1 db.	93 500 Ft	Ft/db	93 500 Ft			
402	Fürdő ablak 0,9x0,9			0,81	m2	1 db.	73 000 Ft	Ft/db	73 000 Ft			
403	Nappali ablak 1,2x1,5			1,8	m2	4 db.	93 500 Ft	Ft/db	374 000 Ft			
404	Nappali ajtó 1,2x2,4			2,9	m2	1 db.	167 000 Ft	Ft/db	167 000 Ft			
405	Szélfogó bejárati ajtó 1,2x2,4			2,9	m2	1 db.	260 000 Ft	Ft/db	260 000 Ft			
406	Konyha ablak 1,2x1,5			1,8	m2	2 db.	93 500 Ft	Ft/db	187 000 Ft			
407	Kamra ablak 0,6x0,6			0,36	m2	1 db.	62 000 Ft	Ft/db	62 000 Ft			
408	Háló 1 ablak 1,2x1,5			1,8	m2	2 db.	93 500 Ft	Ft/db	187 000 Ft			
409	Háló 2 ablak 1,2x1,5			1,8	m2	2 db.	93 500 Ft	Ft/db	187 000 Ft			
Nyílászáró csere, munkadíj												
				26,77	m2	1 db.	14 000 Ft	Ft/m2	374 780 Ft			
Aljzat hőszigetelés összesen:							1 965 280 Ft	23,6%				
Egyéb díjak												
501	Anyagmozgatási díj, projektmenedzsment			10	%	1 db.			756 363 Ft			
Grandtotal:							8 319 993 Ft					

Árak forrása: www.ujhaz.hu, www.epitoanyag.hu, www.hoffmannablak.hu, www.ablakok-raktarrol.hu,

Melléklet-2c: Hagyományos "kádárkocka" épület hőszigetelés árkalkuláció (becsült anyag és munkadíjakkal)

Maximális felújítás: Külső falra 15 cm grafitos EPS és a padlásfödémre 30 cm kőzetgyapot hőszigetelés, 10 cm lépésálló EPS hőszigetelés az aljzatra, modern gazdaságos nyílászárók

Tétel	Megnevezés	Anyagnorma	Mennyiség	Egységcsomag	Csomag mennyiség	Anyag egységár	Ár		
Külső felületi hőszigetelés:									
1	Külsőfal: Hőszigetelő réteg: Polisztirol hőszigetelő lemez (15 cm)	1	135 m2	1,5	m2/csomag	91 csomag	11 115 Ft	Ft/csomag	1 011 465 Ft
2	Beágyazott üvegszövet háló	1,1	148,5 m2	10	m2/tekercs	15 tekercs	1 480 Ft	Ft/tekercs	22 200 Ft
3	Ragasztó (kg)	10	1350 kg	25	kg/zsák	55 zsák	2 800 Ft	Ft/zsák	154 000 Ft
4	Alapozó	0,2	27 kg	5	kg/vödör	6 vödör	6 600 Ft	Ft/vödör	39 600 Ft
5	Végző felületképzés: színező vakolat	2,5	337,5 kg	25	kg/vödör	14 vödör	15 000 Ft	Ft/vödör	210 000 Ft
6	Dübel	6	810 db	100	db/csomag	9 csomag	15 500 Ft	Ft/csomag	139 500 Ft
7	Sarok-/élvédő, hálós élvédő		75 fm	2,5	fm	31 szál	1 400 Ft	Ft/tekercs	43 400 Ft
8	Kezdő elem		45 fm						
Külső felületi hőszigetelés munkadíj:									
11	Homlokzati hőszigetelés (ragasztás + dübel) EPS 10cm-ig (m2)		135 m2				5 500 Ft	Ft/m2	742 500 Ft
12	Spalettázás ára homlokzati szigetelés		62 fm				2 000 Ft	Ft/fm	124 000 Ft
13	Élvédőzés		75 fm				1 500 Ft	Ft/m3	112 500 Ft
14	Felületkezelési díj (hálózás, glettelés, nemesvakolat (színezés))		135 m2				5 000 Ft	Ft/m3	675 000 Ft
Lábazati felületi hőszigetelés									
101	Lábazat: Hőszigetelő réteg: Polisztirol hőszigetelő lemez (10 cm)	1	40 m2	2,5	m2/csomag	17 csomag	10 500 Ft	Ft/csomag	178 500 Ft
102	Beágyazott üvegszövet háló	1,1	44 m2	10	m2/tekercs	5 tekercs	1 480 Ft	Ft/tekercs	7 400 Ft
103	Ragasztó (kg)	10	400 kg	25	kg/zsák	17 zsák	2 800 Ft	Ft/zsák	47 600 Ft
104	Alapozó	0,2	8 kg	5	kg/vödör	2 vödör	6 600 Ft	Ft/vödör	13 200 Ft
105	Végző felületképzés: színező vakolat	5	200 m2	25	kg/vödör	9 vödör	15 000 Ft	Ft/tekercs	135 000 Ft
106	Dübel	6	240 db	100	db/csomag	3 csomag	12 500 Ft	Ft/tekercs	37 500 Ft
107	Sarokvédő		4 fm	2,5	fm	2 szál	1 400 Ft	Ft/tekercs	2 800 Ft
Lábazati felületi hőszigetelés munkadíj:									
111	Lábazati hőszigetelés (ragasztás + dübel) EPS 10cm-ig (m2)		40 m2				3 500 Ft	Ft/m2	140 000 Ft
112	Felületkezelési díj (hálózás, glettelés, nemesvakolat (színezés))		40 m2				5 000 Ft	Ft/m3	200 000 Ft
Külső felületi hőszigetelés összesen:							4 036 165 Ft	39,4%	
Padlásfödém hőszigetelés									
201	Padlásfödém: Hőszigetelő réteg: kőzetgyapot hőszigetelés (3x10 cm)	1	375 m2	4,48	m2/bála	84 bála	11 100 Ft	Ft/bála	932 400 Ft
Padlásfödém hőszigetelés , munkadíj									
211	Táblás szigetelés telepítése		375 m2				2000	Ft/m2	750 000 Ft
Padlásfödém hőszigetelés összesen:							1 682 400 Ft	16,4%	
Aljzat hőszigetelés									
301	Lábazat: Hőszigetelő réteg: Lépésálló EPS100 hőszigetelés (10 cm)	1	110 m2	5	m2/bála	23 bála	22 500 Ft	Ft/bála	517 500 Ft
302	Síkháló (150x150x4)	1,1	110 m2	10,75	m2/db	12 tábla	11 000 Ft	Ft/tábla	132 000 Ft
303	helyszínen kevert sóder-cement estrich	1	9 m3				40 000 Ft	Ft/m3	360 000 Ft
Aljzat hőszigetelés , munkadíj									
311	Táblás szigetelés telepítése		110 m2				2000	Ft/m2	220 000 Ft
312	Sóder-cement estrich, gépi simítással, 5-6 cm-es átlagvastagságot		110 m2				1800	Ft/m2	198 000 Ft
Aljzat hőszigetelés összesen:							1 427 500 Ft	13,9%	
Nyílászáró csere									
401	Háló ablak 1,2x1,5			1,8	m2	1 db.	107 500 Ft	Ft/db	107 500 Ft
402	Fürdő ablak 0,9x0,9			0,81	m2	1 db.	87 000 Ft	Ft/db	87 000 Ft
403	Nappali ablak 1,2x1,5			1,8	m2	4 db.	107 500 Ft	Ft/db	430 000 Ft
404	Nappali ajtó 1,2x2,4			2,9	m2	1 db.	203 000 Ft	Ft/db	203 000 Ft
405	Szélfogó bejárati ajtó 1,2x2,4			2,9	m2	1 db.	260 000 Ft	Ft/db	260 000 Ft
406	Konyha ablak 1,2x1,5			1,8	m2	2 db.	107 500 Ft	Ft/db	215 000 Ft
407	Kamra ablak 0,6x0,6			0,36	m2	1 db.	71 000 Ft	Ft/db	71 000 Ft
408	Háló 1 ablak 1,2x1,5			1,8	m2	2 db.	107 500 Ft	Ft/db	215 000 Ft
409	Háló 2 ablak 1,2x1,5			1,8	m2	2 db.	107 500 Ft	Ft/db	215 000 Ft
Nyílászáró csere, munkadíj									
				26,77	m2	1 db.	14 000 Ft	Ft/m2	374 780 Ft
Aljzat hőszigetelés összesen:							2 178 280 Ft	21,2%	
Egyéb díjak									
501	Anyagmozgatási díj, projektmenedzsment			10	%	1 db.			932 435 Ft
Grandtotal:							10 256 780 Ft		

Árak forrása: www.ujhaz.hu, www.epitoanyag.hu, www.hoffmannablak.hu, www.ablakok-raktarrol.hu,

Melléklet-3a: H-01A Kondenzációs gázkazán beruházási költségvetés

Sorszám	Megnevezés	Mennyiség	Egység	Egységár	Ár
Fűtés előállítás kondenzációs gázkazánal:					
1.	Immergas Victrix Tera 24 Plus ERP Fali kondenzációs fűtő gázkazán	1	db.	338 000 Ft	338 000 Ft
2.	Kémény rendszer kapcsolat 60/100	1	db.	22 400 Ft	22 400 Ft
3.	Wilo Yonos PICO 25/1-4 Fűtési keringető szivattyú	1	db.	44 000 Ft	44 000 Ft
4.	Immergas 60/100 Kondenzációs vízszintes kivezető	1	db.	40 400 Ft	40 400 Ft
5.	Mágneses iszapleválasztó	1	db.	31 500 Ft	31 500 Ft
6.	Légleválasztó 3/4 BM biztosítja a rendszerben lévő levegő gyors és hatékony leválasztását	1	db.	45 000 Ft	45 000 Ft
7.	Digitális távvezérlő és termosztát	1	db.	55 400 Ft	55 400 Ft
8.	Kondenzvíz átemelő berendezés	1	db.	44 000 Ft	44 000 Ft
9.	FÉG KN 1 hőcserélő	1	db.	76 000 Ft	76 000 Ft
10.	Mofém BB gömbcsap	6	db.	7 500 Ft	45 000 Ft
11.	Manométer	2	db.	2 000 Ft	4 000 Ft
12.	Rézcső	12	m	4 600 Ft	55 200 Ft
13.	Biztonsági lefúvató szelep, légtelenítők	2	db.	4 500 Ft	9 000 Ft
14.	Egyéb szerelési anyagok, hollandik, réz idomok	20	db.	2 500 Ft	50 000 Ft
15.	Tágulási tartály tartókészlet	1	db.	24 000 Ft	24 000 Ft
16.	Fűtési tágulási tartály zárt rendszerre 18 liter 8 bar	2	db.	11 000 Ft	22 000 Ft
17.	Kémény bélléscső + idomok (szet	6	m	28 500 Ft	171 000 Ft
Munkadíj					
18.	Munkadíj fűtésszerelés (kazáncsere)	4	munkanap	45 000 Ft	180 000 Ft
19.	Munkadíj kémény szerelése	3	munkanap	45 000 Ft	135 000 Ft
20.	Egyéb: műszaki tervezés, anyagmozgatás, engedélyeztetés	1	egység	10%	139 190 Ft
Grandtotal:					1 531 090 Ft

Melléklet-3b: H-01A Elektromos gázkazán beruházási költségvetés

Sorszám	Megnevezés	Mennyiség	Egység	Egységár	Ár
Fűtés előállítás kondenzációs gázkazánal:					
1.	Bosch Tronic Heat 3500 18 kW Elektromos kazán	1	db.	338 000 Ft	338 000 Ft
2.	Mágneses iszapleválasztó	1	db.	31 500 Ft	31 500 Ft
3.	Légleválasztó 3/4 BM biztosítja a rendszerben lévő levegő gyors és hatékony leválasztását	1	db.	45 000 Ft	45 000 Ft
4.	Digitális távvezérlő és termosztát	1	db.	55 400 Ft	55 400 Ft
5.	Mofém BB gömbcsap	6	db.	7 500 Ft	45 000 Ft
6.	Manométer	2	db.	2 000 Ft	4 000 Ft
7.	Rézcső	12	m	4 600 Ft	55 200 Ft
8.	biztonsági lefúvató szelep, légtelenítők	2	db.	4 500 Ft	9 000 Ft
9.	Egyéb szerelési anyagok, hollandik, réz idomok	20	db.	2 500 Ft	50 000 Ft
10.	Tágulási tartály tartókészlet	1	db.	24 000 Ft	24 000 Ft
11.	Fűtési tágulási tartály zárt rendszerre 18 liter 8 bar	1	db.	11 000 Ft	11 000 Ft
12.	Villamos berendezések: 3x32A áramvédős kismegszakító és kötődoboz	1	db.	60 000 Ft	60 000 Ft
Munkadíj					
13.	Munkadíj fűtésszerelés (kazáncsere, villamos bekötés)	4	munkanap	45 000 Ft	180 000 Ft
14.	Egyéb: műszaki tervezés, anyagmozgatás, engedélyeztetés	1	egység	10%	90 810 Ft
Grandtotal:					998 910 Ft

Melléklet-3c: H-02 Biomassza (fatüzelésű) kazán fűtési rendszer beruházási költségvetés

Sorszám	Megnevezés	Mennyiség	Egység	Egységár	Ár
Fűtés előállítás kondenzációs gázkazánnal:					
1.	Sárkány 17kW Szilárd tüzelésű kazán	1	db.	508 000 Ft	508 000 Ft
2.	Kémény rendszer kapcsolat	1	db.	22 400 Ft	22 400 Ft
3.	Wilo Yonos PICO 25/1-4 Fűtési keringető szivattyú	2	db.	44 000 Ft	88 000 Ft
4.	Automata huzatszabályzó	1	db.	7 600 Ft	7 600 Ft
5.	Termosztikus visszahűtő szelep (Túlfűtés elleni védelem!)	1	db.	18 500 Ft	18 500 Ft
6.	Puffertartály (HAJDU Aquastic AQ PT 750 C)	1	db.	499 000 Ft	499 000 Ft
7.	Tágulási tartály tartókészlet	1	db.	24 000 Ft	24 000 Ft
8.	Fűtési tágulási tartály zárt rendszerre 18 liter 8 bar	1	db.	11 000 Ft	11 000 Ft
9.	biztonsági lefúvató szelep, légtelenítők	2	db.	4 500 Ft	9 000 Ft
10.	Kazánvédő keverőszelep	1	db.	22 000 Ft	22 000 Ft
11.	Légleválasztó 3/4 BM biztosítja a rendszerben lévő levegő gyors és hatékony leválasztását	1	db.	45 000 Ft	45 000 Ft
12.	Mágneses iszapleválasztó	1	db.	31 500 Ft	31 500 Ft
13.	Digitális távvezérlő és termosztát	1	db.	55 400 Ft	55 400 Ft
14.	Mofém BB gömbcsap	6	db.	7 500 Ft	45 000 Ft
15.	Manométer	2	db.	2 000 Ft	4 000 Ft
16.	Rézcső	12	m	4 600 Ft	55 200 Ft
17.					
18.	Egyéb szerelési anyagok, hollandik, réz idomok	20	db.	2 500 Ft	50 000 Ft
19.					
20.	Kémény bélléscső + idomok (rozsdamentes szerelt-szigetelt kémények magas hőmérsékletű füstgázhoz), 6 m	1	db.	485 000 Ft	485 000 Ft
Munkadíj					
21.	Munkadíj fűtészerezés (kazáncsere)	4	munkanap	45 000 Ft	180 000 Ft
22.	Munkadíj kémény szerelése	3	munkanap	45 000 Ft	135 000 Ft
23.	Egyéb: műszaki tervezés, anyagmozgatás, engedélyeztetés	1	egység	10%	229 560 Ft
Grandtotal:					2 525 160 Ft

Melléklet-3d: H-03 Villamos fűtőbetétes puffertartályos fűtési rendszer beruházási költségvetés

Sorszám	Megnevezés	Mennyiség	Egység	Egységár	Ár
Fűtés előállítás kondenzációs gázkazánnal:					
1.	Drazice TJ-6/4 9kW menetes villamos fűtőbetét	1	db.	87 000 Ft	87 000 Ft
2.	Puffertartály (HAJDU Aquastic AQ PT 750 C)	1	db.	499 000 Ft	499 000 Ft
3.	Wilo Yonos PICO 25/1-4 Fűtési keringető szivattyú	1	db.	44 000 Ft	44 000 Ft
4.	Mágneses iszapleválasztó	1	db.	31 500 Ft	31 500 Ft
5.	Digitális távvezérlő és termosztát	1	db.	55 400 Ft	55 400 Ft
6.	Mofém BB gömbcsap	6	db.	7 500 Ft	45 000 Ft
7.	Manométer	2	db.	2 000 Ft	4 000 Ft
8.	Rézcső	12	m	4 600 Ft	55 200 Ft
9.	Biztonsági lefúvató szelep, légtelenítők	2	db.	4 500 Ft	9 000 Ft
10.	Egyéb szerelési anyagok, hollandik, réz idomok	20	db.	2 500 Ft	50 000 Ft
11.	Tágulási tartály tartókészlet	1	db.	24 000 Ft	24 000 Ft
12.	Fűtési tágulási tartály zárt rendszerre 18 liter 8 bar	1	db.	11 000 Ft	11 000 Ft
Munkadíj					
13.	Munkadíj fűtésszerelés (Puffertartály+fűtőbetét beépítése)	4	munkanap	45 000 Ft	180 000 Ft
14.	Egyéb: műszaki tervezés, anyagmozgatás, engedélyeztetés	1	egység	10%	109 510 Ft
Grandtotal:					1 204 610 Ft

Melléklet-3f: H-05 Hőszivattyús fűtési rendszer beruházási költségvetés

Sorszám	Megnevezés	Mennyiség	Egység	Egységár	Ár
Fűtés előállítás kondenzációs gázkazánnal:					
1.	Panasonic WH-UD09JE5/WH-SDC0709J3E5 1 fázisú, 3kW kiegészítő fűtőbetéttel, High Performance Osztott levegő-víz hőszivattyú (Hűtő-Fűtő) 1 fázisú, Működési tartomány -20°C- + 35°C; kilépő víz max 55°C	1	db.	2 919 644 Ft	2 919 644 Ft
2.	Mágneses iszapleválasztó	1	db.	31 500 Ft	31 500 Ft
3.	Y szűrő	1	db.	2 000 Ft	2 000 Ft
4.	Vízszűrő lemosható betéttel a lebegő anyagok szűrésére	1	db.	16 000 Ft	16 000 Ft
5.	Tágulási tartály tartókészlet	1	db.	24 000 Ft	24 000 Ft
6.	Fűtési tágulási tartály zárt rendszerre 18 liter 8 bar	2	db.	11 000 Ft	22 000 Ft
7.	Mofém BB gömbcsap	6	db.	7 500 Ft	45 000 Ft
8.	Manométer	2	db.	2 000 Ft	4 000 Ft
9.	Rézcső	12	m	4 600 Ft	55 200 Ft
10.	Biztonsági lefúvató szelep, légtelenítők	1	db.	4 500 Ft	4 500 Ft
11.	Egyéb szerelési anyagok, hollandik, réz idomok	20	db.	2 500 Ft	50 000 Ft
12.	Légleválasztó 3/4 BM biztosítja a rendszerben lévő levegő gyors és hatékony leválasztását	1	db.	45 000 Ft	45 000 Ft
13.	Digitális távvezérlő és termosztát	1	db.	55 400 Ft	55 400 Ft
Munkadíj					
14.	Munkadíj hőszivattyú telepítése (beszerelés)	2	munkanap	45 000 Ft	90 000 Ft
15.	Munkadíj fűtésszerelés	2	munkanap	45 000 Ft	90 000 Ft
Grandtotal:					3 454 244 Ft

Melléklet-3g: Napelemes energiatermelő egység beruházási költségvetés

Sorszám	Megnevezés	Mennyiség	Egység	Egységár	Ár
Napelemrendszer:					
1.	LONGI LR5-54HIH-405WP MONO NAPELEM (összesen: 23 x 405 Wp = 13,36 kWp)	33	db.	87 000 Ft	2 871 000 Ft
2.	SolarEdge SE9K hálózati inverter	1	db.	720 000 Ft	720 000 Ft
3.	SolarEdge optimalizáló P405	33	db.	30 000 Ft	990 000 Ft
4.	AC kötődoboz 3 fázis T2 25A	1	db.	102 000 Ft	102 000 Ft
5.	Villanyszerelés szett (23 db napelemre és az inverterre valamint a villamos rendszer biztonsági berendezései, leválasztói)	1	szett	120 000 Ft	120 000 Ft
6.	Alumínium rögzítő szerkezet szett (23 db napelemre)	1	szett	440 000 Ft	440 000 Ft
7.			db.	11 000 Ft	0 Ft
Munkadíj					
8.	Munkadíj: napelem szállítás, felszerelés, üzembe helyezés	15	munkanap	45 000 Ft	675 000 Ft
9.	Munkadíj: villanyszerelés	3	munkanap	45 000 Ft	135 000 Ft
10.	Tervezés, szolgáltatói engedélyeztetés, ügyintézés	3	munkanap	45 001 Ft	135 003 Ft
	Teljesítény-ár	9315	Watt	664 Ft	/watt
Grandtotal:					6 188 003 Ft

Mellékelt-4: Döntési táblázat fűtési rendszer kiválasztására minőségi becslés alapján

Súlyozás:	C1: Beruházási költség	C2: Megtérülési idő	C3: Üzemeltetési költség	C4: Környezetszennyezés, emisszió (CO2, korom)	C5: Veszélyesség	C6: Végfelhasználói komfort	Eredmény	Helyezés
	18%	16%	17%	16%	17%	16%		
Alternatívák								
A1: H-01A: Földgáz alapú kondenzációs kazán + kémény	3	3	3	2	3	4	2,9997	8
A2a: H-01B: Elektromos kazán és vásárolt villamos energia	5	1	3	3	5	4	3,5233	2
A2b: H-01B: Elektromos kazán és termelt (napelemmel) villamos energia	3	1	4	5	3	4	3,3315	6
A3: H-02: Vegyesüzemű kazán + kémény + puffertartály	3	4	3	4	1	1	2,6579	10
A4a: H-03: Drazice 9 kW villamos fűtőbetét + puffertartály és vásárolt villamos energia	4	1	3	3	5	4	3,3483	4
A4b: H-03: Drazice 9 kW villamos fűtőbetét + puffertartály és termelt (napelemmel) villamos energia	2	1	4	5	3	4	3,1565	7
A5a: H-04a/b/c: Split klíma és vásárolt villamos energia	4	1	3	3	3	3	2,8503	9
A5b: H-04a/b/c: Split klíma és termelt (napelemmel) villamos energia	2	3	5	5	3	3	3,4875	3
A6a: H-05: Hőszivattyú és vásárolt villamos energia	2	1	4	3	5	5	3,3333	5
A6b: H-05: Hőszivattyú és termelt (napelemmel) villamos energia	1	3	5	5	4	5	3,806	1
	Skála: 1: Nagyon magas 2: Magas 3: Közepes 4: Alacsony 5: Nagyon alacsony	Skála: 1: Nagyon hosszú 2: Hosszú 3: Közepes 4: Rövid 5: Nagyon rövid	Skála: 1: Nagyon magas 2: Magas 3: Közepes 4: Alacsony 5: Nagyon alacsony	Skála: 1: Nagyon magas 2: Magas 3: Közepes 4: Alacsony 5: Nagyon alacsony	Skála: 1: Fokozottan veszélyes 2: Veszélyes 3: Közepesen veszélyes 4: Alacsony veszélyesség 5: Nem veszélyes	Skála: 1: Nem komfortos 2: Alacsony komfort 3: Közepesen komfortos 4: Komfortos 5: Magas komfort		