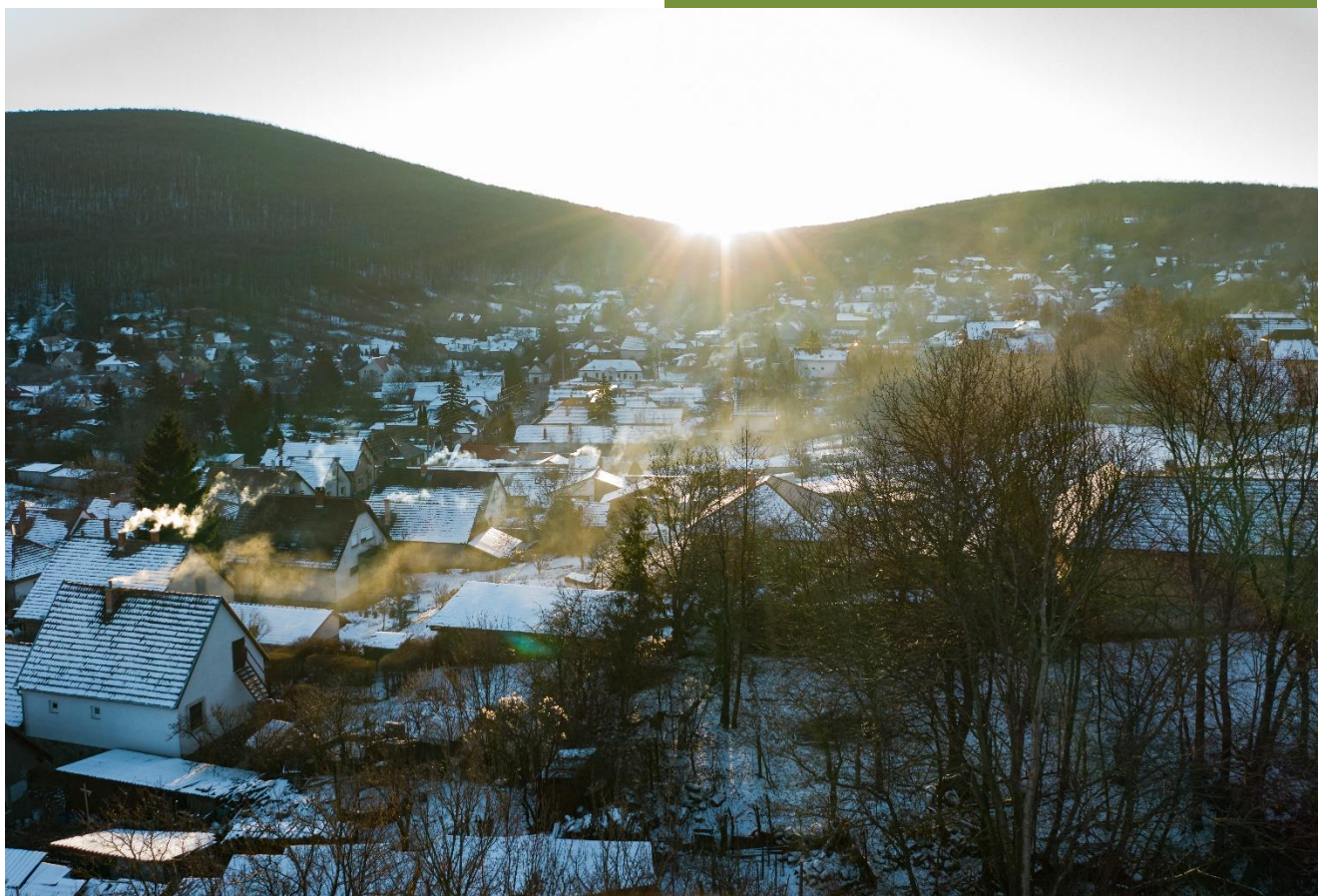


A tűzifa-felhasználás csökkentésében rejlő potenciálok Pilisszentlászlón



Bio Screen CEE projekt
2022

Konzorcium



Társfinanszírozó:



A jelenlegi dokumentum "A IV.4. Szakértői esettanulmányok az alternatív energiaszcenáriókról" című dokumentumot az Európai Éghajlatváltozási Kezdeményezés (EUKI) által társfinanszírozott Bio Screen CEE projekt dolgozta ki. Az EUKI a német Szövetségi Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Nukleáris Biztonsági Minisztérium (BMU) projektfinanszírozási eszköze. Végrehajtását a Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH támogatja. Az EUKI átfogó célja az Európai Unió (EU) belüli klímaügyi együttműködés előmozdítása az üvegházhatású gázok kibocsátásának mérséklése érdekében.

A jelentés tartalmáért kizárólag a szerzők és a közreműködők viselik a felelősséget. Nem feltétlenül tükrözi az Európai Unió vagy a német Szövetségi Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Nukleáris Biztonsági Minisztérium véleményét. A szerzők, a közreműködők és a finanszírozó hatóság nem vállal felelősséget a benne foglalt információk felhasználásáért. Jelen dokumentum az eredeti angol nyelvű anyag rövidebb kivonata, egyes számításokat a WWF Magyarország pontosított az eredeti számításokhoz képest.

TARTALOM

Vezetői összefoglaló	3
1. A jelenlegi energiafelhasználás jellemzői	5
1.1. Pilisszentlászló jellemzői	5
1.2. Energiafelhasználási jellemzők	6
1.2.1. Módszertan	6
1.2.2. Primerenergia-igény	8
1.2.3. Energiahatékonyság	9
1.2.4. Fűtés	11
1.2.5. Emberi tényező	13
1.3. Tűzifa rendelkezésre állása	16
1.4. A biomassza ellátási lánc elemzése	18
2. Alternatív forgatókönyvek	19
2.1. Forgatókönyvek, alapállapot	19
2.2. Kizárólag száraz fa használata	20
2.3. A lakóépületek mélyfelújítása	20
2.4. Hőszivattyúk elterjedése	21
2.5. Központi falufűtőmű	22
2.6. Beruházási és megtérülési számítások	22
Mellékletek	24
1. A lakossági kérdőív	24
2. Mellékletek	26
2.1. Tűzifa alkalmazott fűtőérték Forest Research (2013) alapján	26
2.2. Az alkalmazott CO ₂ emissziós faktorok	26
2.3. A légszennyező anyagok emissziós kibocsátása az EMEP/EEA légszennyezettség leltár útmutatója szerint (EEA, 2019)	26
2.4. A különböző hőtermelő készülékek teljesítménytényezője a 7/2006 (TNM) alapján	27
2.5. Alkalmazott fűtőértékek a különböző szárítási idők hosszának megfelelően	27

Vezetői összefoglaló

A WWF Magyarország 2021 őszén egy részletes kérdőíves felmérést készített Pilisszentlászlón, abból a célból, hogy megvizsgálja, hogy egy olyan településen, ahol nincsen vezetékes gáz, milyen energetikai jellemzőkkel bír az épületállomány, hogy hogyan használják fel a helyiek a tűzifát, milyen annak az ellátási lánc, és hogy milyen lehetőségek vannak a település tűzifa-felhasználásának csökkentésére.

A kérdőívezésből kiderült, hogy a háztartások jelentős része, 60%-uk a rendszerváltás előtt épült. Habár 80%-uk rendelkezik új vagy felújított ablakokkal, 70% fűdél- vagy tetőszigeteléssel, és felük homlokzati szigeteléssel, szintúgy 50%-uk esetében a fűtőberendezés 9 évnél idősebb, a legkorszerűbb, háromrétegű nyílászárók csak a háztartások 16%-ánál van, és az átlagos szigetelési vastagság a homlokzaton mindössze 10 cm, a födémén/tetőn 15 cm. Így nem csoda, hogy az átlagos fűtési primerenergia-igény kb. 270 kWh/m²/év, amely a becsült használati melegvíz igénnyel együtt a GG/HH (átlagost megközelítő/gyenge) energetikai kategóriát jelenti.

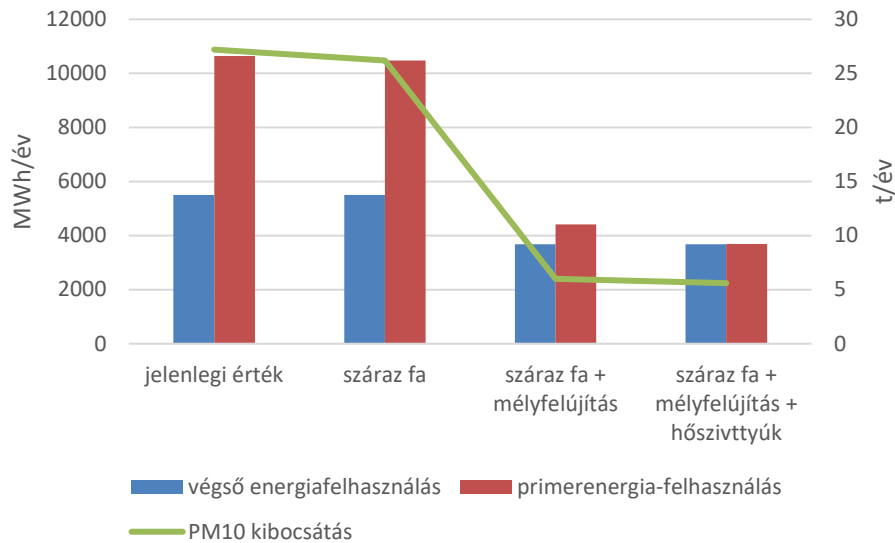
Az átlagosan 114 m²-es épületek kb. 90%-át fűtik télen, nagyobb részt (60%) esetében központi fűtéssel. A háztartások döntő része, 93%-uk használ elsődlegesen, 70%-uk pedig kizárólag tűzifát. A leggyakoribban használt fűtési energiahordozó a tűzifa után az elektromos áram.

A lakásokban átlagosan 22,5 Celsius fokot tartanak a fűtési szezonban, a fát pedig alapvetően hosszabb ideig szárítják, közel egytizedük csak fél évnél rövidebb ideig. A válaszadók kétharmada nyitott lenne az energetikai felújításra, és átlagosan kb. 60%-os támogatási intenzitást várnak el.

Jelenleg az elsődlegesen tűzifát felhasználó háztartások éves átlagos tűzifa-igénye 3 800 erdei m³. Ez a mennyiség, köszönhetően a település kimagasló erdősültségének, a település közigazgatási határán belül is rendelkezésre áll (kb. évi 4 ezer erdei m³) a jelenlegi erdőgazdálkodási gyakorlatokat figyelembe véve, azonban ez a kitermelhető mennyiség a jövőben várhatóan csökkenni fog.

Megvizsgáltuk, hogy hogyan változna a fűtési primer-és végsőenergia felhasználás, valamint az emissziós értékek, ha minden háztartás száraz fát használna, illetve a háztartások energetikai mélyfelújítása megtörténne, valamint, ha a háztartások azon negyede, akik jelezték, hogy áttérnének elektromos fűtésre, levegős hőszivattyúra állnának át. Ha mindhárom feltétel teljesülne – vagyis a száraz fa használat, mélyfelújítás, hőszivattyúk elterjedése -, a fűtési primerenergia-igény kb. a kétharmadával csökkenne, a tűzifa-használat közel 60%-kal. Ezzel együtt a szálló por közel 80%-kal csökkenne (1. ábra).

1. ábra. Az egyes forgatókönyvek energiafelhasználási és emissziós értékei



Egy másik forgatókönyv esetében egy faapríték-alapú fűtőmű létjogosultságát vizsgáltuk meg, amely a háztartások mellett a közintézmények fűtési igényét és a használati meleg víz előállítását is biztosítaná. A 2 MW-os kazán mellé kb. 8 km távhővezeték lefektetésére lenne szükség.

Mind a mélyfelújítások, mind a fűtőmű esetében jelentős támogatási intenzitásra (80%, illetve 66%) lenne szükség, hogy 35 éves időtartamban megtérüljön a beruházás. A fűtőművel szemben a háztartások mélyfelújítására jóval nagyobb, kb. 2,5-szörös költséget feltételeztünk, azonban fontos hangsúlyozni, hogy a mélyfelújítással érdemben tudna csökkenni a tüzelőanyag iránti kitettség, növekedne az épületek értéke, a légszennyezettség csökkenésével párhuzamosan pedig azok komfortfokozata is növekedne.

1. A jelenlegi energiafelhasználás jellemzői

1.1. Pilisszentlászló jellemzői

2. ábra: Pilisszentlászló elhelyezkedése

Pilisszentlászló a Visegrádi-hegység egy medencéjében helyezkedik el, 360-380 m magasságban. Annak ellenére, hogy a falu mindössze 20 km-re van Budapest közigazgatási határától, mégis vidéki hegyvidéki hangulat jellemzi: a legközelebbi település, Szentendre 7-8 km-re van, relatív magasságát tekintve 240 m-rel alacsonyabb.



A legtöbb magyarországi községtől eltérően egyre növekvő lakossággal rendelkezik: jelenleg ~ 1200 lakosa van, ami kb. egyharmaddal több, mint 2000-ben. A falut eredetileg szlovákok lakták. Bár a szlovák örökség még mindig fontos, a legutóbbi népszámláláskor már csak a lakosság negyede vallotta magát szlováknak. A lakosságszám növekedésének egyik oka az alternatív oktatási intézmények megjelenése: az óvoda és az általános iskola is a Waldorf-pedagógia filozófiáját követi, ami vonzóvá tette a falut a családok számára, csakúgy, mint környezetének gyönyörű természeti adottságai, amely miatt sokszor "magyar Svájc"-ként is hivatkoznak a településre.

Valószínű, hogy a népességnek ez a növekvő tendenciája hosszú távon nem fog folytatódni. Ennek egyik oka, hogy a falu a Duna-Ipoly Nemzeti Park területén fekszik, és ezért az új beépítésre szánt terület lehetősége erősen korlátozott. A másik ok az, hogy a faluban az infrastruktúra relatíve fejletlen, hiányzik a szennyvíz- és földgázrendszer. Ez utóbbi meglehetősen kivételes Magyarországon: mindössze 92 olyan másik település van, ahol a lakosság száma meghaladja a 300 főt, és nincsen vezetékes földgáz szolgáltatás. Ezért szinte minden háztartás tűzfával fűt. Mivel a falut szinte teljes egészében hegyek határolják, a nem hatékony fűtés néha rossz levegőminőséget okoz.

Főleg a rossz infrastrukturális feltételek és a közúti közlekedési kapcsolat miatt a faluban nincs ipari ágazat, mindössze egy kandalló gyár működik a településen. Ezért energiafogyasztását teljes egészében a lakosság és a közszolgáltatások teszik ki.

1.2. Energiafelhasználási jellemzők

A faluban a tűzifát a háztartások és a középületek használják fel. Mivel a tűzifa felhasználásáról nem léteznek statisztikák, az adatokat épületek szintjén kellett összegyűjteni. A háztartási szintű adatok összegyűjtése érdekében helyszíni felmérést végeztek. A helyi önkormányzat a középületek energetikai adatait bocsátotta rendelkezésre. Egy jelentős fogyasztó van, amely nem önkormányzati tulajdonban van, ez egy magán általános iskola. Ezen épület esetén interjút készítettünk az épület üzemeltetőjével. Számításaink szerint a köz- és szolgáltató épületek a teljes fűtési felhasználásnak mindössze 3%-át teszik ki.

1.2.1. Módszertan

A lakóépületek feltérképezésére szolgáló kérdőív 48 kérdést tartalmazott az alábbi témakörökre vonatkozóan. (A teljes A lakossági kérdőív az 1.1 mellékletben szerepel.)

- alapinformációk (alapterület, fűtött alapterület, építési év, stb.);
- energiatudatosság;
- fűtés;
- villamosenergia-fogyasztás;
- vízmelegítés;
- energiahatékonyság;
- távfűtés és közösségi energia;
- társadalmi-gazdasági dimenzió.

2021 szeptemberében a WWF Magyarország munkatársai és önkéntesei házról házra járva interjút készítettek a háztartásokkal. A 489 családi házból 215 (az összes lakóépület 44%-a) töltötte ki a felmérést. Azon épületek esetében, ahol senki sem nyitott ajtót, a következő információkat vettük fel, helyszíni felmérés alapján:

- az épület kora;
- emeletek száma;
- homlokzati szigetelés;
- az ajtók és ablakok állapota.

Következő lépésként a családi házak papír alapú kérdőívét és a 9 egyéb középület adatait egy xls adatbázisba vittük be. Az épületek helyét is regisztráltuk, így az összegyűjtött információk térképen is megjeleníthetők, alapot adva későbbi térinformatikai elemzéseknek.

Az elemzés szempontjából az egyik legfontosabb információ a felhasznált tűzifa mennyisége volt. A felmérésben lehetőség volt a mennyiséget több egységben (köbméter, erdei köbméter, súly) vagy akár a vásárláskor kifizetett összegben megadni. Összesen a megkérdezettek 89%-a adott tájékoztatást a tűzifa mennyiségéről.

A fűtési és melegvíz-előállítási energia szükségletét a nemzeti épülettípológia alapján is kiszámoltuk. Az első ilyen tipológiát Magyarországra az EPISCOPE/TABULE projekt

keretében dolgozták ki, majd tovább finomították. Ebben a projektben az ÉMI (2015)¹ értékeit használták, ahol kb. kétezer mintaépület mérésével igazolták az eredetileg modellezett fűtésigény értékeket. A hőigény meghatározását a következő lépésekben végeztük el:

1. Először az épület becsült kora és a szintek száma alapján azonosítottuk az egyes épületek tipológiáját.
2. Minden egyes épület esetében az energiahatékonysági intézkedéseket is rögzítettük. Azon épületek esetében, amelyeket feltérképeztünk a kérdőíves felmérés során, azoknál rendelkezünk információkkal a fűtőberendezés felújításáról, a tető/mennyezet, a homlokzat szigeteléséről, az eredeti ajtó és ablakok cseréjéről.
3. Ezen energiahatékonysági intézkedések száma alapján határoztuk meg az energiahatékonysági felújítás szintjét, amelynek értéke így 0 és 4 között változhatott a felújítás szintjétől függően. Ez a mérés nem különböztette meg az energiahatékonysági intézkedések esetlegesen eltérő hatását. Például, ha egy háztartásban csak az ablakokat cserélték ki, az 1 pontot kapott, ha egy másik háztartásban új kazán volt, az is 1 pontot kapott. Ennek az egyszerű módszernek az oka az volt, hogy nem állt rendelkezésre információ az energiahatékonysági intézkedés minőségéről, amely jelentősen befolyásolhatja az energiafogyasztásra gyakorolt hatást. Így egy ilyen felmérés természetesen nem tudott kiváltani egy energetikai tanúsítvány elkészítését, ugyanakkor megközelítő értékek meghatározására alkalmasnak bizonyult.
4. Az épülettípológiában épülettípusok esetében a hő- és melegvízigény minden egyes épülettípusra vonatkozóan rendelkezésre áll az eredeti állapot, valamint a 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet szerint költséghatékony és közel nulla felújítási szinte vonatkozóan.
5. A tipológiából a nettó hőigény adatokat használtuk, amelyet aztán megszoroztuk a különböző tüzfát használó fűtőberendezések hatásfokával. Ehhez a TNM rendelet VI.5. táblázatában szereplő teljesítménytényezőket használtuk. A kérdőívben nem szereplő épületek esetében a kérdőívezéssel részletesen felmért épületek átlagos értékeit használtuk, tipológiai osztályokként.
6. Ezután, hogy a fűtési rendszer hőveszteségét is felmérjük, a bruttó hőigényt központi fűtés esetén megszoroztuk 1,2-vel, egyedi fűtés esetén pedig 1,1-gyel. Ezek az értékek szakértői megítélésen alapultak. Az 1,2-es érték a puffertartály és a hőleadó rendszer hőveszteségére, míg az 1,1-es érték az időszakos túlmelegedésre vonatkozik. A kérdőívvel nem feltérképezett épületek hőveszteségének értékeléséhez ugyanazt a logikát alkalmaztuk, mint az előző lépésben.
7. Ezután a 3. pontban leírt felújítási szint alapján az eredeti energiaigényt a következő képlettel módosítottuk: $H = m + (o - m \div 4) * r$, ahol
 - a. H = módosított hőigény
 - b. m = hőigény a szabványos felújítás alapján
 - c. o = az eredeti állapot hőigénye
 - d. r = energiahatékonysági intézkedések száma
8. Utolsó lépésként a teljes hőigényt határozták meg:
$$\sum_{i=1}^n (H * a * r_a), ahol$$
$$a = \text{az épület teljes alapterülete}$$

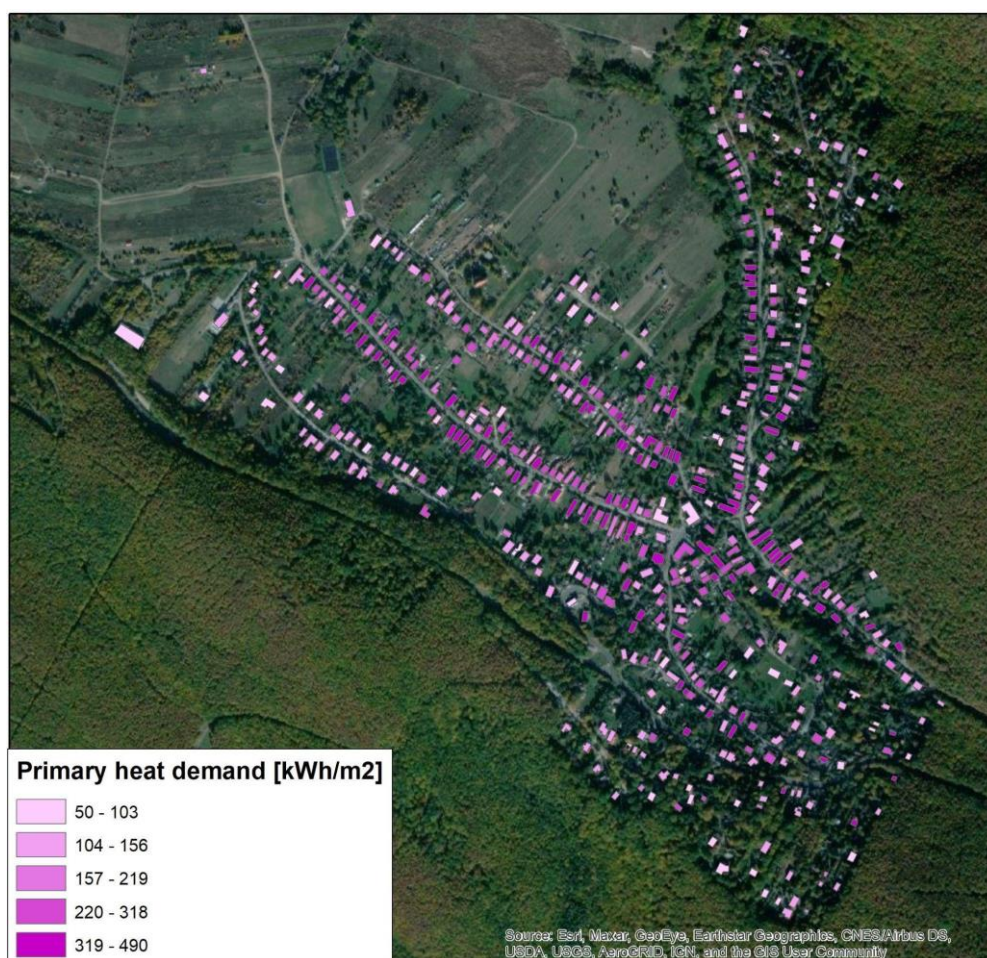
¹ ÉMI Építésügyi Minőségellenőrző Innovációs Nonprofit Kft., 2015: Lakossági energiahatékonysági potenciál tanulmány

r_a = fűtött/összes alapterület aránya. Ezt a kérdőíves felmérés alapján minden egyes épülettípológiai osztályra kiszámoltuk, hogy a kérdőívezéssel nem érintett épületek esetében is alkalmazni tudjuk.

1.2.2. Primerenergia-igény

A módszertani leírásban leírtaknak megfelelően a primer hőigényt az épülettípológiai intézkedésekből származó értékek alapján számítottuk ki (ÉMI 2015). Az átlagos primer hőigény 362 kWh/m² /év volt. Minőségi ellenőrzésként egy másik megközelítést alkalmaztunk a primer hőigény kiszámításához azon háztartások esetében, amelyek megosztották az átlagosan felhasznált tűzifára vonatkozó információkat, és amelyek nem használnak más másodlagos tüzelőanyagot. E 145 háztartás esetében az átlagos primer hőigény jelentősen alacsonyabb, 268 kWh/ m² /év volt, ami 35%-os eltérést jelent. Ennek az eltérésnek több oka is lehet: a már végrehajtott energiahatékonysági intézkedések hatását durván becsülték meg, az épülettípológiában túlbecsült nettó értékek, vagy az alapértelmezett hatásfok fatüzelés esetén a valósághoz képest túl alacsony. Ennek tisztázásához további kutatásokra van szükség, mivel a rendelkezésre álló adatok nem képesek tisztázni ezt a kérdést.

3. ábra. A feltérképezett épületek számított primer hőigénye

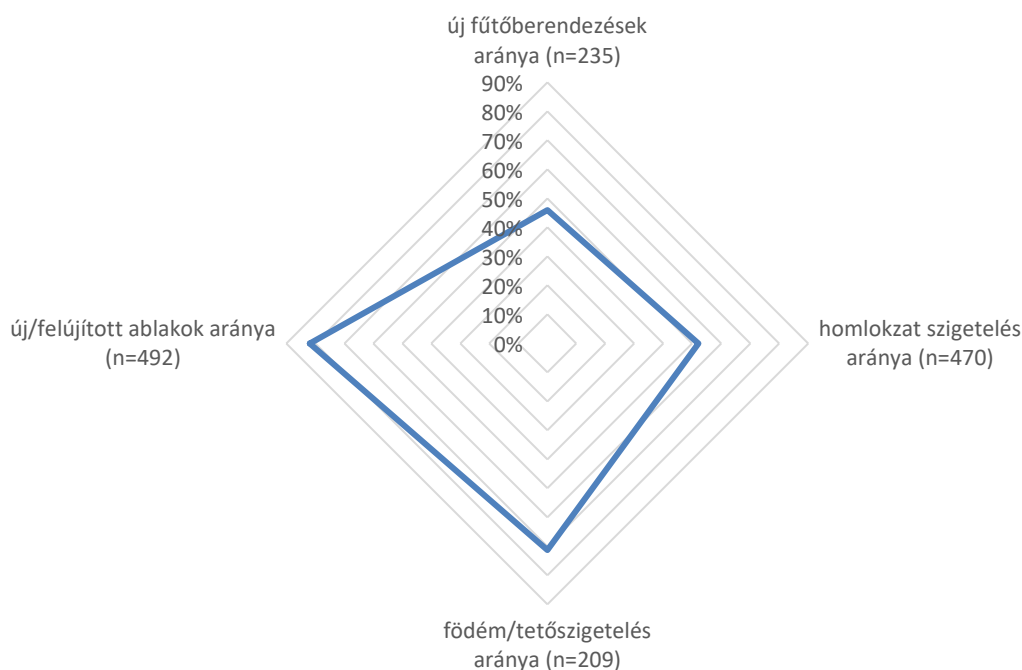


1.2.3. Energiahatékonyság

Az elvégzett energiahatékonysági intézkedések százalékos arányát értékelve a háztartási épületállomány pozitív képet mutat:

- A háztartások 82%-a cserélte ki vagy újíttotta fel az eredeti ablakokat.
- 71%-a rendelkezik földem- vagy tetőszigeteléssel, és 52%-a homlokzati szigeteléssel.
- a 9 évnél nem idősebb fűtőberendezések aránya 46%.

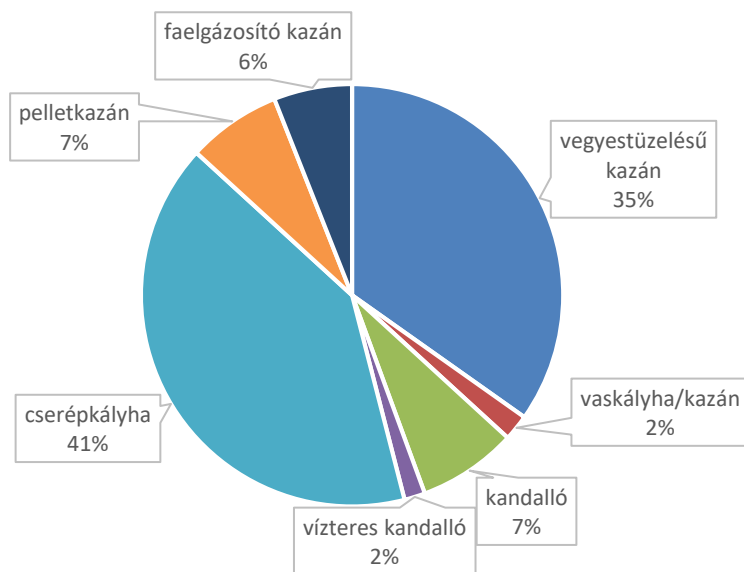
4. ábra. A már végrehajtott energiahatékonysági intézkedések aránya



Ezen intézkedések minősége azonban eltérő képet mutat:

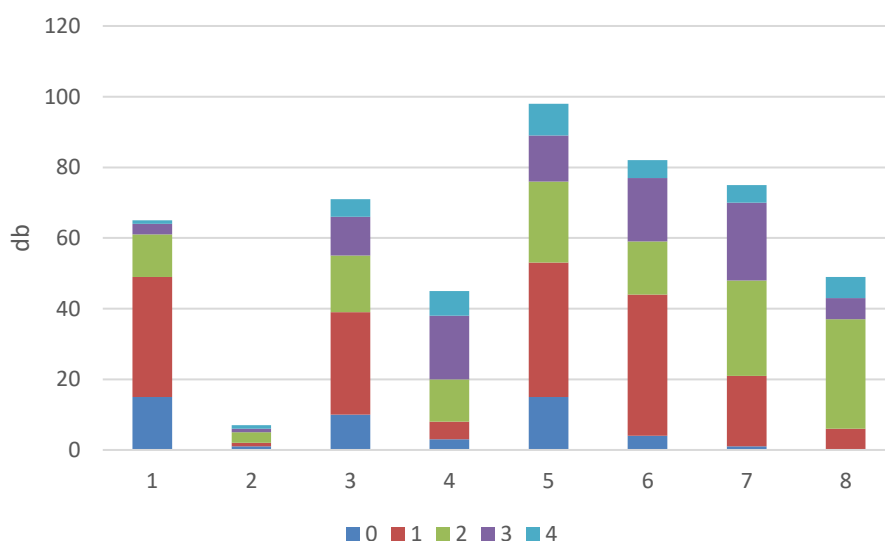
- a háztartások mindössze 16%-a rendelkezik háromrétegű üvegezésű ablakkal;
- a tető- vagy földémszigetelés átlagos vastagsága 15 cm, a homlokzati falak esetében csak 10 cm;
- A fűtőberendezések mindössze 6%-a a legmodernebb faelgázosító kazán, és több mint egyharmada szilárd tüzelésű kazán.

5. ábra. A hőtermelő készülékek aránya



Az egyes épületek tipológiai besorolását nézve szembetűnő, hogy jelentősebb részük, kb. 60%-uk a rendszerváltás előtt épült, vagyis több, mint 40 éve (1-5. tipológiai típus) Az 6. ábra azt is szemlélteti, hogy az egyes tipológiai csoportokon belül hogyan oszlanak meg a felújításon átesett épületek aránya a már megtörtént felújítási típusok száma szerint (Isd. az előző alfejezet pontban). Mindössze az épületek negyedénél jellemző, hogy a vizsgált négy energiahatékonysági beruházásból hármat vagy négyet is eszközöltek – ráadásul ezek jelentős része eleve a már újabb, ezért alapvetően hatékonyabb épületekben valósult meg. Az átlagos alapterület 114 m².

6. ábra. A végrehajtott energiahatékonysági intézkedések száma épülettípusonként

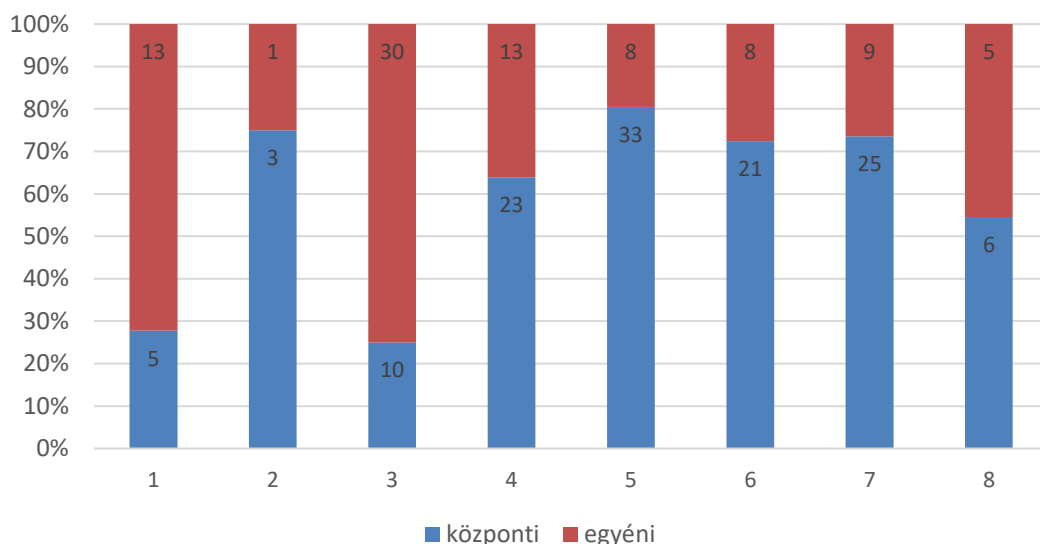


1.2.4. Fűtés

Összesen 126 válaszadó jelezte, hogy központi fűtéssel fűt, ami a teljes családház-állomány közel 60%-ának felel meg. Ha a válaszokat az épülettípusok szerint vizsgáljuk, minél újabb az épület, annál magasabb a központi fűtés aránya. A legfiatalabb épületeknél azonban alacsonyabb az arány, mint a régebbi tipológiájúaknál, ami azt jelenti, hogy az egyedi fűtési megoldások (gyakran tisztán vagy elsősorban elektromos fűtés) reneszánsza is tapasztalható. A 2-es számú épülettípológia esetében az arány nem illeszkedik ebbe a tendenciába, de ez a válaszok alacsony számának (mindössze 4) köszönhető.

Ha ezeket az arányokat az épülettípusok alapján az egész falura kivetítjük, akkor megállapíthatjuk, hogy 290 családi ház rendelkezik központi fűtési rendszerrel.

7. ábra. A központi és az egyedi fűtés aránya az épületek típusai szerint



Az épületek oroszlánrészét kizárólag tűzifával fűtik (71%). A válaszadók közül a tűzifát 16% használja elektromos árammal együtt, míg 4% csak elektromos árammal fűt. A hőszivattyúkra, mint fejlettebb elektromos fűtési megoldásra külön kategóriát hoztunk létre: jelenleg a válaszadók mindössze 2%-a használja kizárólag vagy tűzifával együtt. Az egyéb tüzelőanyag-kombinációk aránya elhanyagolható: a válaszadók mindössze 2-2%-a használ tűzifát PB-gázzal vagy szénnel/lignittel. A válaszok pontos számát tüzelőanyag-kategóriánként elsődleges vagy másodlagos forrásként az alábbi táblázatban foglaltuk össze:

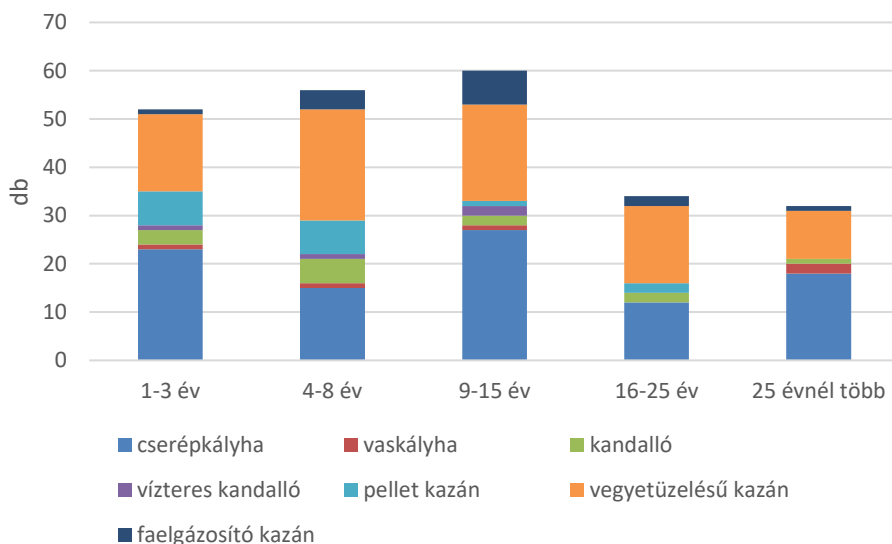
1. táblázat. Az elsődleges és másodlagos fűtőberendezések száma típusonként

Elsődleges \ Másodlagos						
	tűzifa	elektromos fűtés	hőszivattyú	PB gáz	szén	hulladék
tűzifa	155	35	2	5	4	1
elektromos fűtés	1	9				
hőszivattyú	1		3			
PB gáz		1		1		

Forrás: saját szerkesztés, a felmérés alapján

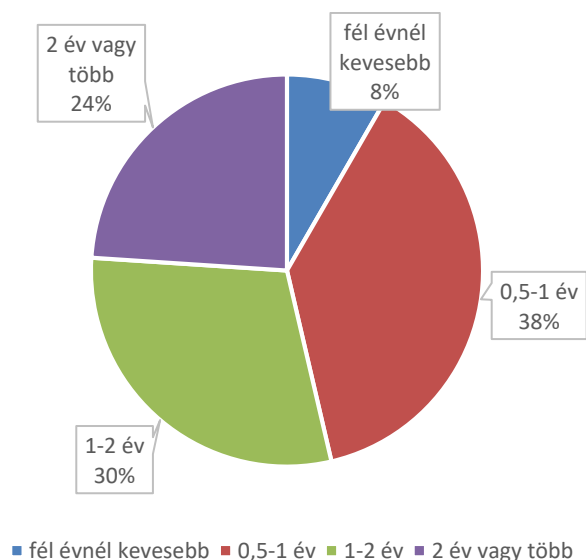
A fűtőberendezések több mint fele 8 évnél idősebb, 28%-uk pedig több mint 16 éves. Körülbelül 40-40%-uk cserépkályha, illetve szilárd tüzelésű kazán. A korszerűbb fűtőberendezések - pelletkazán és faelgázosító kazán - aránya mindössze 13%.

8. ábra. A különböző fűtőberendezések kora



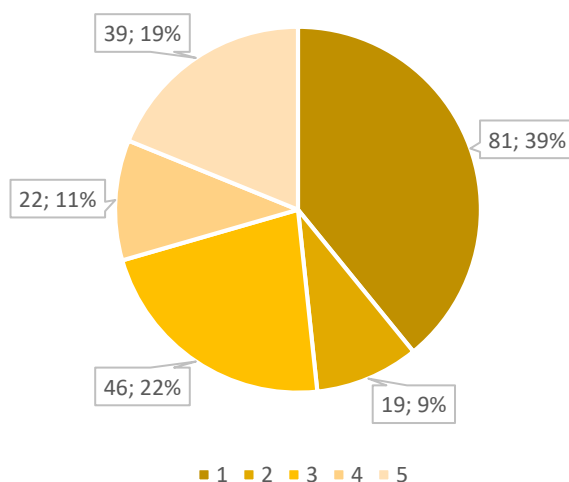
A tűzifa átlagos szárítási idejét vizsgálva alapvetően pozitív képet kapunk. A válaszadók mindössze 8%-a szárítja fél évnél rövidebb ideig a fát. Ezzel szemben a háztartások több mint fele legalább egy évet vár a tűzifa felhasználásával.

9. ábra. A különböző szárítási idők aránya a háztartásokban



Megkértük a válaszadókat, hogy egytől ötig értékeljék a levegő minőségét a fűtési szezonban, ahol az egy a legjobb, az öt pedig a legrosszabb érték. Az átlagos érték közepes volt (2,6). A válaszok fele a két legmagasabb értékelést kapta, de a megkérdezettek 30%-a alacsony vagy nagyon alacsony levegőminőséget ítélt meg. A válaszadások területi mintázatát is megvizsgáltuk, de úgy tűnik, nincs összefüggés az adott pontszám és az épületek a településen belül lévő elhelyezkedése között. Az interjúk során kapott további információk alapján inkább időszakos problémáról van szó, az időjárási viszonyoktól függően. A válaszok változatossága a környezettel kapcsolatos eltérő egyéni érzékenységgel is magyarázható.

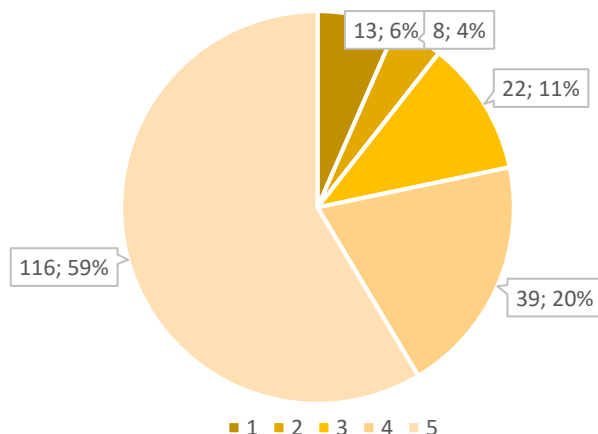
10. ábra. A levegőminőség egyéni értékelése a fűtési szezonban (1 - legjobb, 5 - legrosszabb)



1.2.5. Emberi tényező

Megkértük a háztartásokat, hogy értékeljék saját energiatudatosságukat egy 1-től 5-ig terjedő skálán, ahol az 1 a leggyengébb, az 5 pedig a legelhivatottabb. A háztartások majdnem 80%-a 4-es vagy 5-ösre értékelte magát, és csak 10%-uk értékelte magát a két legalacsonyabb kategóriába.

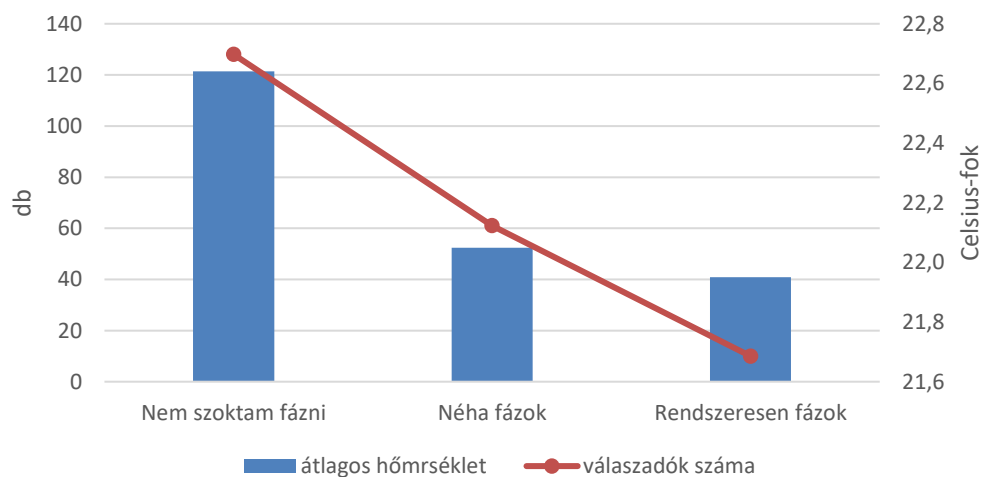
11. ábra. Az energiatudatosság egyéni értékelése



Az energiafogyasztás követése az energiatudatosság erős indikátorának kellene lennie, azonban e tekintetben a kép teljesen más: a válaszadók négyötöde nem követi az energiafogyasztást, 13%-uk rendszertelenül, és csak 9%-uk rendszeresen.

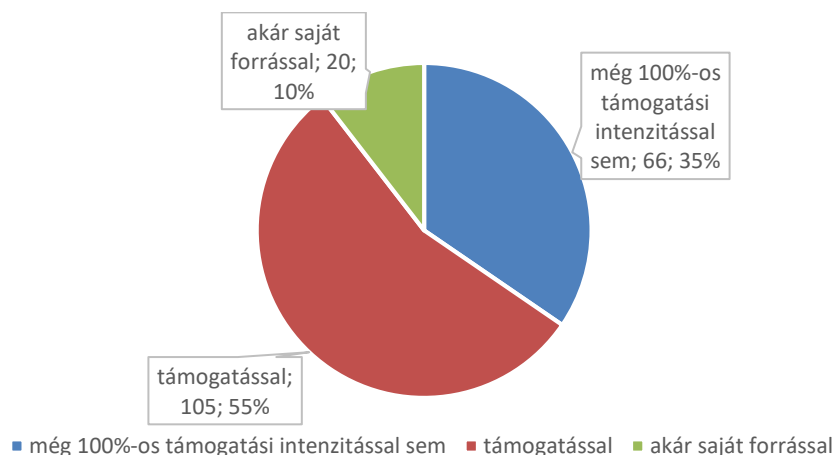
Az átlagos szobahőmérséklet a fűtési szezonban 22,5 Celsius-fok. Míg körülbelül kétharmaduk (64%) azt válaszolta, hogy komfortosan érzi magát a tartott hőmérsékleten, 31%-uk néha fázik, további 5%-uk pedig általában fázik. A komfortérzet és a belső hőmérséklet szorosan korrelál, de az átlagértékek közötti különbség nem jelentős: azok, akik azt válaszolták, hogy általában fáznak, átlagosan 22 Celsius-fokot tartanak, míg azok, akik komfortosan érzik magukat, 22,6 fokot. Átlagosan a háztartások a teljes alapterület 9%-át nem fűtik.

12. ábra. A komfortfokozat és a beltéri hőmérséklet a válaszadók száma és Celsius-fok szerint

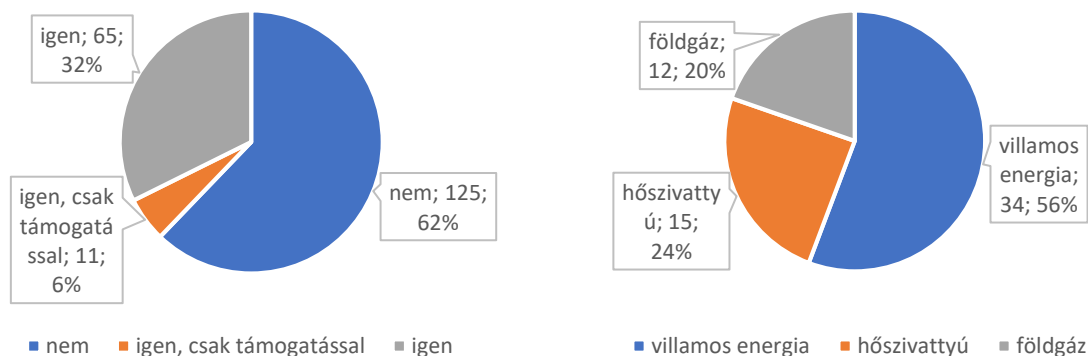


Megkérdeztük a válaszadókat, hogy milyen mértékben van szükségük pénzügyi támogatásra otthonuk utólagos felújításához. Egytizedük pénzügyi támogatás nélkül is tervez energiahatékonysági beruházást, míg több mint felük csak akkor vállalna ilyen beruházást, ha lenne rá pályázati támogatás. Az átlagos finanszírozási igény 60%-os. Érdekes módon a válaszadók egyharmada még 100%-os finanszírozási arány mellett sem szeretne pályázni.

13. ábra. Az energiahatékonysági intézkedésekbe való beruházási hajlandóság



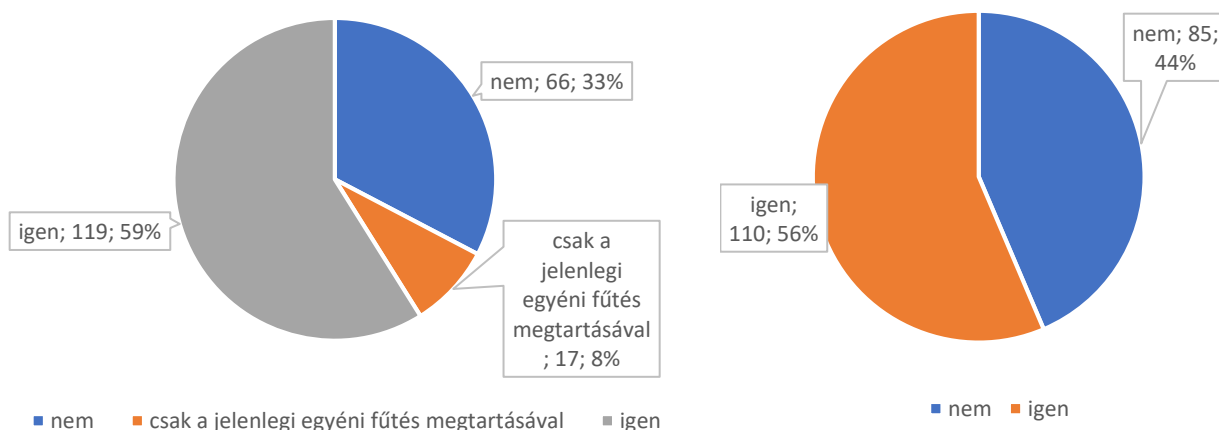
14. ábra. Hajlandóság az üzemanyag-váltásra és a célzott új üzemanyagtípusra való áttérésre.



A válaszadók 62% nem tervezi, hogy átálljon a jövőben más tüzelőanyagra. Egyharmaduk viszont tervezi, és további 6% pedig szeretné, de csak akkor tudná ezt megtenni, ha lenne rá támogatási forrás. Az átállás 80%-a a villamosenergia-alapú fűtésre történne, ennek negyed kifejezetten hőszivattyúra. Egyötöde térne át földgázra, ha lenne hálózati csatlakozás. Fontos megjegyezni, hogy ezek a válaszok időközben jelentősen változhatnak a kialakult villamosenergia-ár és a szabályozott földgázár részleges visszavonása, és összességében az energiaválság miatt.

Megkérdeztük, hogy a háztartások nyitottak lennének-e a távfűtési rendszerhez való csatlakozásra, ha a településen lenne egy modern, nagy hatékonyságú távfűtési rendszer. Az általános hozzáállás pozitív, hiszen közel 60%-uk igennel válaszolt, további 8%-uk pedig csak akkor csatlakozna, ha megtartaná a jelenlegi fűtési rendszert. Egy másik, hasonló kérdés az energiaközösséghez való csatlakozási hajlandóságra vonatkozott, ha lenne ilyen a faluban. A pozitív válaszok aránya megegyezett az előző kérdéssel (60% igen). Fontos megjegyezni, hogy kevés idő állt rendelkezésre annak elmagyarázására, hogy mi is pontosan a modern távfűtés, és mi is pontosan az energiaközösség.

15. ábra. A távfűtési rendszerhez és az energiaközösségi kezdeményezéshez való csatlakozáshoz való hozzáállás aránya

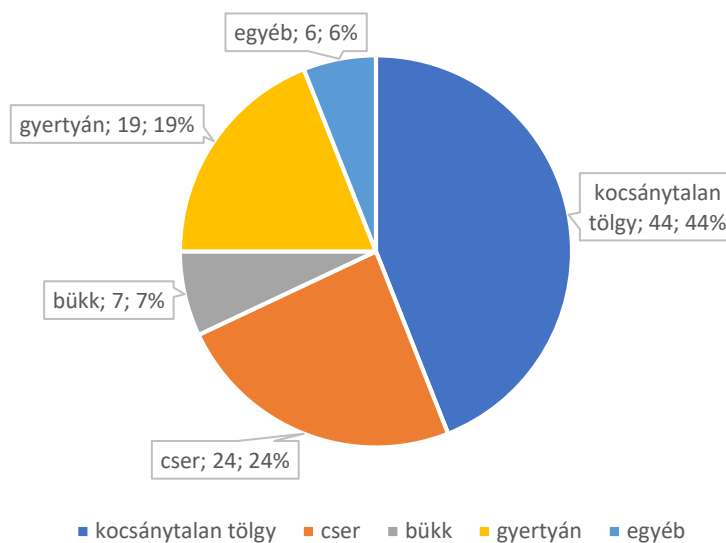


1.3. Tűzifa rendelkezésre állása

A település területén található erdők összterülete 1389 hektár, ami a teljes terület 78%-át teszi ki. Vagyonszerkezetét tekintve minden 10 hektárból csaknem 9 hektár állami, (88%), 8% közösségi, további 4% magántulajdonban, míg a fennmaradó 1% pedig vegyes tulajdonban van. Az országos adatokkal összehasonlítva az állami és a közösségi tulajdon erősen felülreprezentált (az országos átlag 55%, illetve 1%), míg a magántulajdon sokkal alacsonyabb (az országos átlag 42%). Az állami tulajdonú erdőket a Pilisi Parkerdő kezeli.

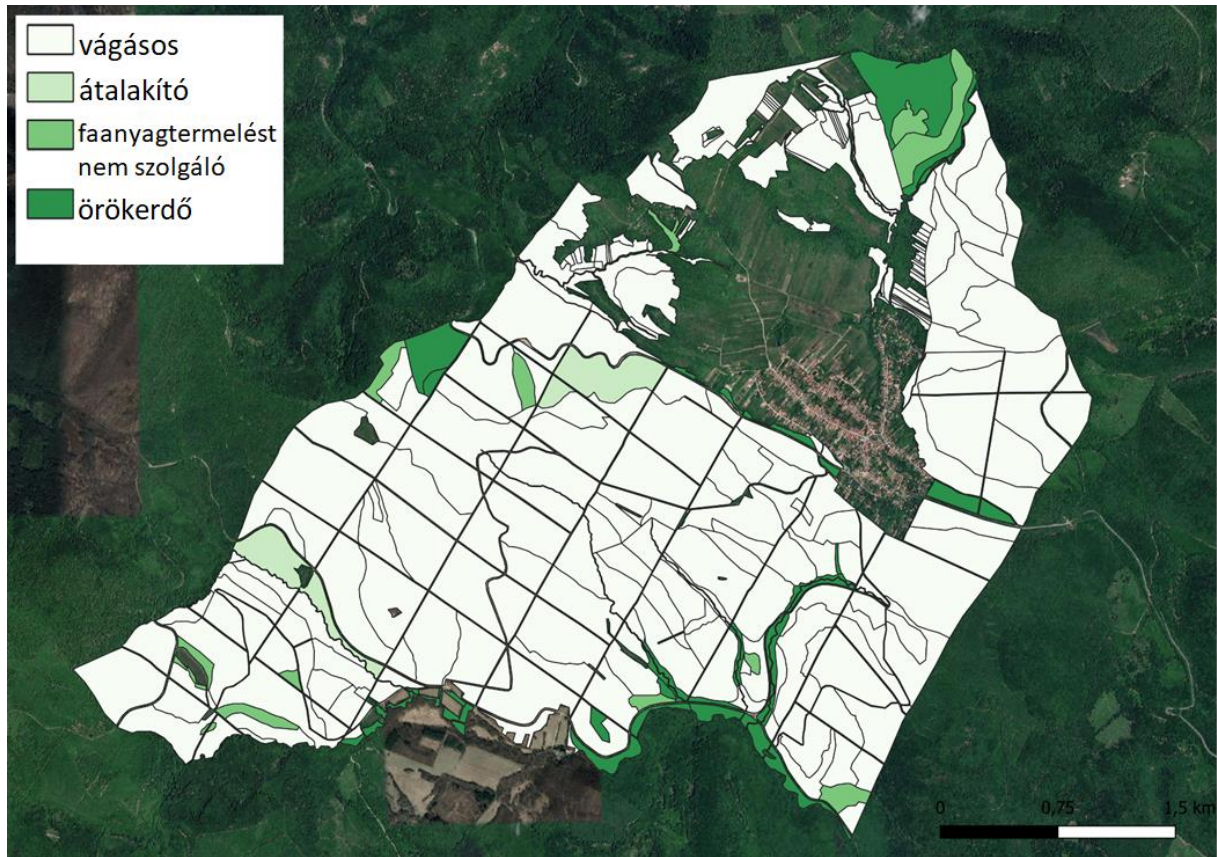
A leggyakoribb fafajcsoport eloszlása a következő:

16. ábra. A különböző fafajcsoportok aránya a település területén



Szinte az egész erdő szigorúan védett erdő (97%), a többi is védett, és a teljes erdőterület része a Natura 2000 hálózatnak. Az erdőgazdálkodás minden erdőterületen a "korlátozott" kategóriába tartozik, ez azonban nem a kivágott fa mennyiségét, hanem a fakitermelés lehetőségének körülményeit (pl. szűk időbeli határok) érinti. A szigorú természetvédelmi státusz ellenére az erdők 90%-a vágásos üzemmódban van (17. ábra)

17. ábra. Az erdészeti terület eltérő gazdálkodási módja.



A településen fekvő erdőterület 40 erdőrésztletre oszlik, amelyek 911 darab fafajsorra oszthatók. Az Országos Erdészeti Adatbázis szerint az erdőterület teljes élőállománya 246,5 ezer m^3 , a jelenlegi éves gyarapodás 7,2 ezer m^3 , amelyből csak 58 m^3 van faanyagtermelést nem szolgáló erdőben. A fennmaradó növekmény azonban nem mondható megvalósítható potenciálnak: ez kizárólag a 10 éves erdőgazdálkodási tervektől függ. A durva becslés érdekében az országos átlagot alkalmazva, ahol az éves növekmény 56%-át kitermelik, a **kitermelhető famennyiség körülbelül 4 ezer m^3** . Fontos megjegyezni, hogy ez nem egy állandó szám, mivel a növekmény nagymértékben függ a fák korától. A fafajtasorok átlagéletkora az élő állomány mennyiségével súlyozva 72 év. Az előregedett korszerkezet azt feltételezi, hogy az éves növekmény a jövőben csökkenni fog.

1.4. A biomassza ellátási lánc elemzése

A jelenlegi biomassza ellátási lánc kifejezetten rövid: a Pilisi Parkerdő és más erdőtulajdonosok helyi cégekkel kötnek szerződést, és a tűzifát is ők értékesítik a faluban.

Egy-egy interjút készítettünk két helyi tűzifa-kereskedővel. Mindkét cég a fát a falu ~ 10 km-es körzetében termeli ki, ami a szomszédos települések - Visegrád, Dunabogdány, Tahitótfalu-erdejeit is magában foglalja. A Pilis Parkerdővel minden évben új szerződést kötnek. Mivel az erdő nagy része védett, a fakitermelési időszakra vonatkozóan erős korlátozások vannak érvényben.

Mindkét kereskedő azt tapasztalja, hogy a jelenlegi kínálat nagyobb, mint az elmúlt években. Időjárási statisztikai adatok nem állnak rendelkezésre a településre vonatkozóan, de úgy érzik, hogy bár a tél már nem olyan hideg, mint évtizedekkel ezelőtt, a fűtési szezon hosszabb, akár május végéig is eltarthat. A járvány és a zárlat miatt a hétköznapiakon is többen maradnak otthon, ez lehet a fő oka a nagyobb keresletnek.

Hangsúlyozták továbbá, hogy meglátásuk szerint a helyiek tisztában vannak a fa szárításának fontosságával. Többségük a fűtési szezon előtt, tavasszal egy részletben vásárolja meg a fát. Vannak kivételek, például olyan lakosok, akik most költöztek a faluba, és még soha nem használtak tűzifát. Általánosságban azt tapasztalják, hogy az egyedi fűtőberendezéssel rendelkező háztartások körülbelül 8-10 erdei m³ tűzifát vásárolnak, a központi fűtéssel rendelkező háztartások akár kétszer annyit is.

Az alternatív tüzelőket, a pelletet és a brikettet általában messziről kell rendelni, ami drágítja és gátolja a felhasználásuk további elterjedését.

2. Alternatív forgatókönyvek

2.1. Forgatókönyvek, alapállapot

A következő forgatókönyvek mentén számoltuk ki a tűzifa-felhasználás megtakarítási potenciálokat:

- I. Száraz tűzifa használat az egész településen
- II. Energiahatékonysági beruházások megvalósulása
- III. Tüzelőanyag-váltási szándékok megvalósulása
- IV. Hőellátás biztosítása távhőrendszerrel

A fentiekben bemutatott, az épülettípológiai besorolásra alapozott becslés és a valós fogyasztás közötti jelentős különbség miatt a forgatókönyvek számítása során azon háztartásokra vonatkozó értékeket extrapoláltuk az egész településre, amelyek adtak meg adatokat a felhasznált tűzifa mennyiségre vonatkozóan, és a tűzifán kívül más energiahordozót nem használnak fűtésre. Ez a lakóépületek 28%-át jelenti. Az extrapoláció az épülettípológiai arányok szerint történt, és kizárva azokat a háztartásokat, ahol nem a tűzifa az elsődleges energiahordozó. Ezek alapján a jelenlegi átlagos energia-és tűzifafelhasználás, valamint emissziós értékek a következőképpen alakulnak:

2. táblázat. A jelenlegi állapot energiafelhasználási és kibocsátási adatai

	jelenlegi érték
Jelenlegi összes háztartási tűzifa felhasználás (erdei m ³)	3 772
Összes végső energiafelhasználás (MWh)	5 501
Összes primerenergia-felhasználás (MWh)	10 639
CO ₂ -kibocsátás - biogén (t/év)	3981
PM ₁₀ kibocsátás (t/év)	27,22
NO _x kibocsátás (t/év)	2,15

2.2. Kizárólag száraz fa használata

Ahogy a fentiekben már szerepelt, a háztartások jelentős része száraz fát (20% nedvességtartalom alattit) használ, több mint felük legalább egy évet vár a tűzifa felhasználásával. Ugyanakkor így is érzékelhetően tudna csökkenni a település teljes tűzifa-igénye, ha mindenki legalább két szezonon keresztül szárítaná a tűzifát megfelelő körülmények között – esőtől védett, de jól szellőző helyen.

A különböző szárítási időtartam esetén alkalmazott fűtőértékeket a 2.5. melléklet tartalmazza. Ebben az esetben az energia-felhasználási értékek és emissziós kibocsátások a következőképpen alakulnának:

3. táblázat. Energiafelhasználási és kibocsátási adatok száraz fa használat esetében

	jelenlegi érték	száraz fa
Összes háztartási tűzifa felhasználás (erdei m ³)	3 772	3 572
Összes végső energiafelhasználás (MWh)	5 501	5 501
Összes primerenergia-felhasználás (MWh)	10 639	10 479
CO ₂ -kibocsátás - biogén (t/év)	3 981	3 898
PM ₁₀ kibocsátás (t/év)	27,2	26,2
NO _x kibocsátás (t/év)	2,1	2,1

Ebben az esetben a felhasználás-csökkenés nem látványos, ugyanakkor úgy lenne elérhető 6%-os csökkenés a tűzifa-keresletben, hogy az nem igényel különösebb beruházást.

2.3. A lakóépületek mélyfelújítása

Ebben az esetben azt feltételeztük, hogy az épületállomány egy mélyreható energetikai felújítási hullámon menne keresztül. Ehhez, a potenciális csökkentés kiszámításához a Csoknyai et al. (2014)² által modellezett épülettípológiánkénti energiacsökkentést használtuk, ahol feltételezték, hogy a mélyfelújítás szintje a közel nulla hatékonysági szintet jelenti. A számítást épületenként végeztük el, mivel minden épületet beazonosítottunk tipológiai típusba, így az alapállapot és a mélyfelújítás utáni nettó hőigény kiszámítható volt. Azt feltételeztük, hogy minden esetben nagy hatékonyságú fatüzelésű berendezés kerül be, így a primerenergia-felhasználáshoz 1,2-es szorzót alkalmaztunk. Habár a számítás csak a tűzifa-felhasználó háztartásokat foglalja magába, fontos megjegyezni, hogy annál a kb. 30 háztartásnál, ahol más energiahordozót használnak fűtésre, az épületek hasonlóan rossz energetikai állapota miatt hasonló mértékű felhasználás-csökkenés lehetne elérni, mint a tűzifa-felhasználók esetében, amit a 4. táblázat részletez:

² Csoknyai T. – Hrabovszky-Horváth S. – Seprődi-Egeresi M. – Szendrő G.: Lakóépületi tipológia Magyarországon (2014). TABULA-EPISCOPE projekt

4. táblázat. Energiafelhasználási és kibocsátási adatok mélyfelújítás esetében

	jelenlegi érték	száraz fa	mélyfelújítás
Összes háztartási tűzifa felhasználás (erdei m ³)	3 772	3 572	1 577
Összes végső energiafelhasználás (MWh)	5 501	5 501	3 681
Összes primerenergia-felhasználás (MWh)	10 639	10 479	4 417
CO ₂ -kibocsátás - biogén (t/év)	3 981	3 898	587
PM ₁₀ kibocsátás (t/év)	27,2	26,2	6
NOx kibocsátás (t/év)	2,1	2,1	1,1

Vagyis ebben az esetben drasztikusan lehetne csökkenteni a primerenergia-, és ezzel együtt a tűzifa-felhasználást is, közel 60%-kal az eredeti állapothoz képest. Ezzel együtt a szén-dioxid-kibocsátás is hasonló mértékben csökkenne, ugyanakkor a korszerűbb tüzelőberendezések miatt a szálló por koncentráció még drasztikusabb mértékben, közel 80%-kal tudna csökkenni.

2.4. Hőszivattyúk elterjedése

Az előző esetben azt feltételeztük, hogy a mélyfelújítás során minden háztartás maradna a tűzifával való fűtésnél, ugyanakkor a válaszadók 24%-a jelezte, hogy átállna villamos energia alapú, vagy kifejezetten hőszivattyús fűtésre. Ha ezt az arányt extrapoláljuk a teljes tűzifa-felhasználó háztartásokra, akkor az azt jelenti, hogy 111 háztartás állna át a jövőben villamosenergia-alapú fűtésre. A számításaink során azt feltételeztük, hogy ez minden esetben levegő-vizes hőszivattyús rendszert jelentene, mivel egy ilyen megoldás akár négyszer hatékonyabb is lehet, mint egy hagyományos elektromos fűtés. A TNM Rendelet VI.3 táblázata alapján 0,3-as teljesítménytényezővel számoltunk, amely levegő-vizes rendszereket, és alacsony (35/28 Celsius-fok) fűtővíz hőmérsékletet feltételez.

Az eredményeket az 5. ábra összegzi. A szén-dioxid-kibocsátás tartalmazza a hőszivattyúk közvetett kibocsátását is.

5. táblázat. Energiafelhasználási és kibocsátási adatok mélyfelújítás és a hőszivattyúk 25%-os penetrációja esetében

	jelenlegi érték	száraz fa	száraz fa mélyfelújítás	+ száraz fa + hőszivattyúk
Összes háztartási tűzifa felhasználás (erdei m ³)	3 772	3 572	1 577	1 207
Összes végső energiafelhasználás (MWh)	5 501	5 501	3 681	3 681
Összes primerenergia-felhasználás (MWh)	10 639	10 479	4 417	3 690
CO ₂ -kibocsátás (tűzifa esetében biogén) (t/év)	3 981	3 898	1 643	1 482
PM ₁₀ kibocsátás (t/év)	27,2	26,2	6	5,6
NOx kibocsátás (t/év)	2,1	2,1	1,1	1

2.5. Központi falufűtőmű

Szintén megvizsgáltuk annak a lehetőségét, hogyha egy központi fűtőmű állítaná elő a település hő- és használati melegvíz igényét. Ebben az esetben azt feltételeztük, hogy a közintézmények és a tűzifát nem használó háztartások is rácsatlakoznának a távhőhálózatra, mivel ilyen kistelepülés szempontjából kulcskérdés a rácsatlakozások aránya. Ez további 291 MWh fűtési hőigényt jelent. A használati meleg víz felhasználásra éves szinten 1 100 kWh felhasználást becsültünk, amely így a közintézményekkel kb. 600 MWh további energiafelhasználást jelent, vagyis a teljes éves hőigény 11,53 GWh. 50%-os rendszerhatékonyság esetén a fűtőmű kb. 6 ezer t faaprítékot igényelne. A hőellátást egy 2 MW-os kazán tudná biztosítani, és kb. 8 km hosszú távhővezetékre lenne szükség, hogy az egész település rá tudjon csatlakozni a távhőre.

6. táblázat. Energiafelhasználási és kibocsátási adatok fűtőmű esetében

	érték
Összes végső energiafelhasználás (MWh)	14 070
Összes primerenergia-felhasználás (MWh)	28 140
CO ₂ kibocsátás égetéskor (t/év)	8 300
PM ₁₀ kibocsátás (t/év)	11,9
NO _x kibocsátás (t/év)	7,6

2.6. Beruházási és megtérülési számítások

Részletes megvalósíthatósági tanulmány nélkül a következő értékek csak tájékoztató jellegűek. Mivel egy családi ház mélyfelújításának költsége rengeteg tényezőtől függ, azt feltételeztük, hogy 20 millió Ft legtöbb esetben egy ilyen kivitelezésre elegendő. Mivel egy hőszivattyú bekerülési költsége nem sokkal tér el egy jó minőségű faelgázosító kazántól, abban a forgatókönyvben +1 millió Ft-tal növeltük a beruházási költségeket. A távhő esetében méterenként 400 ezer Ft-os beruházási költséggel, míg a kazán esetében MW-onként 250 millió Ft-os költséggel számoltunk, szakértői becslés alapján.

Üzemeltetési költségként a 2022-es H-tarifa árakkal (36 Ft/kWh), és tűzifa estében a 30 000 Ft-os hatósági árral, és további 5000 Ft-os szállítási és aprítási költséggel számoltunk köbméterenként. A fűtőmű esetében a faapríték költségeként 22 ezer Ft-os tonnánkénti árral számoltunk, és azt feltételeztük, hogy a szállítás, üzemeltetés költsége 15 millió Ft évenként. Minden beruházást 35 éves élettartalomra vizsgáltunk, átlagos évi 2%-os inflációval.

Hogy a fűtőműi beruházás összehasonlítható legyen a mélyfelújítással, a mélyfelújítás esetén üzemeltetési költségként kalkuláltunk a település teljes használati meleg víz előállításával, és a tűzifát nem használó háztartások, illetve a középületek fűtési költségével is. Ez, az összesen 1 400 MWh energiaigény részben tűzifával, részben elektromos árammal van lefedve, ehhez

összesen 2022-es árakon kb. 45,5 millió Ft üzemeltetési költséget feltételeztünk. A tűzifa-felhasználó háztartások jelenlegi becsült kiadása (tűzifa és használati melegvíz-készítés áramfogyasztása összesen kb. 150,5 millió Ft.).

7. táblázat. Beruházási és megtérülési számok az egyes forgatókönyvek esetében

	mélyfelújítás	mélyfelújítás+ hőszivattyú	fűtőmű
kezdeti beruházási költség (millió Ft)	9 240	9 350	3 700
éves üzemeltetési költség (millió Ft)	119,2	117,5	147
éves induló költségmegtakarítás a jelenlegi állapothoz képest (millió Ft)	76,8	78,5	49
szükséges támogatási intenzitás, hogy megtérülő beruházás legyen	79%	80%	66%

Amint a 7. táblázatban látható, 35 éves időtartamot vizsgálva mindhárom esetben komoly támogatási intenzitás szükséges ahhoz, hogy a beruházás szigorúan csak az üzemeltetési költségből adódó megtérülést nézve megtérülő legyen. Amíg a fűtőmű esetében a település fűtőanyag-függőségét nem csökkentjük érdemben, az üzemeltetés költséget kb. negyedével lehet csökkenteni. A távfűtéssel szemben a háztartások mélyfelújítása jóval nagyobb költséget jelent, habár érdemes újra hangsúlyozni, hogy a 20 millió Ft-os beruházási költség egy olyan esetet feltételez, ahol minőségi és valóban teljes körű felújítás történhet, amely ezzel párhuzamosan az ingatlanok értékét és annak komfortfokozatát is jelentősen növeli, csökkenti a nyári hűtési igényt és a tűzifa elérhetőségétől való kitettséget.

Légszennyezettség tekintetében a fűtőmű összességében kibocsátás-csökkenést jelentene a jelenlegi állapothoz képest (szálló por kibocsátás közel 60%-kal csökkenne), azonban a mélyfelújítás ennél is nagyobb csökkenést hozna (közel 80%-ost).

Mellékletek

1. A lakossági kérdőív

ENERGIAFELHASZNÁLÁSI KÉRDŐÍV

Alapadatok

- 1.1 Utca Házszám Helyrajzi szám
- 1.2 Hány m² a főépület? _____ m²
- 1.3 Ebből mennyit fűt _____ m²
- 1.4 Milyen típusú épület? * családi ház * ikerház
- 1.5 Mikor épült az épület?
- * 1944 előtt * 1945-1979 * 1980-1989
- * 1990-2001 * 2002-2012 * 2013 vagy utána
- 1.6 Hány szintes az épület fűtött része? * 1 * 2 * 3
- 1.7 Van-e szuterén szint? * igen * nem
- 1.8 Az épület falazata: _____
- 1.8 Egy 1-5-ös skálán mennyire érzi problémának a fűtésből fakadó rossz levegőminőséget télen (egyáltalán nem = 1; teljes mértékben = 5)? _____
- 1.9 Rendelkezik az épület energetikai tanúsítvánnyal?
- ☐ igen, besorolása: _____ - _____ kWh m²/év ☐ nem

Energiatudatosság

- 2.1 Egy 1-5-ös skálán mennyire él energiatudatosan, mennyire figyel a fűtésre (egyáltalán nem = 1; teljes mértékben = 5)? _____
- 2.2 Hány fokra fűti fel a lakott helyiségeket télen? _____ °C
- 2.3 Hőérzete otthonában a téli hónapokban?
- * rendszerint fázom * néha fázom * nem szoktam fázni
- 2.4 Vezeti-e valahogyan a felhasznált energia mennyiségét?
- ☐ nem ☐ igen, néha ☐ igen, rendszeresen

Fűtés

- 3.1 ☐ tűzifa ☐ áram ☐ hőszivattyú (pl. légkondi) ☐ (papír)hulladék ☐ primágáz (PB) ☐ szén/lignit
- 3.2 * Központi * egyedi (fűtőberendezés szobánként)

3.3 Van lehetőség a hőmérséklet helyiségenkénti szabályozására (termosztát)?

☐ igen ☐ nem ☐ részben

3.4 Ha központi, milyen hőleadóval rendelkezik? **Több választ is megjelölhet**

* vasradiátor * lapradiátor * padló/fal/mennyezetfűtés

3.5 Mikor volt utoljára a fűtési rendszer karbantartva? _____ éve

3.6 És a kémény tisztítva? _____ éve

Ha fával fűt:

3.7 Kérjük, az alábbi két lehetőség közül legalább **egy**et kitöltve adja meg az átlagos felhasznált tűzifa/szén mennyiségét:

_____ mázsa/év **FA** _____ mázsa/év **SZÉN**

_____ erdei m³/év _____ m³/év

_____ Ft/év (szállítással)

* Hasítva * Rönkben

Egyéb egység: _____

3.8 Milyen tüzelőberendezést használ? **Több választ is megjelölhet!**

* (1) vegyesüzemű kazán * (2) pellet kazán * (3) cserép-/tömegkályha * (4) vaskályha/sparhejt/német kályha * (5) kandalló (légfűtéses vagy vízteres) * (6) faelgázosító kazán

3.9 Hány éves a tüzelőberendezés? Több választ is bejelölhet, ebben az esetben az évszám mögött a tüzelőberendezés kódja:

* 1-3 * 4-8 * 9-15 * 16-25 * 25 évnél több

3.10 Van-e a hőtárolás? * nem * igen _____ literes

3.11 Hidegebb napokon hányszor gyújtanak be?

_____ db, mennyiség: _____

3.12 Keményebb hidegeken hány fokra hűl vissza az épület reggelre? kb. _____ °C * nem hűl le, mert éjszaka is rakunk rá

3.13 Általában honnan szerzi be a tűzifát? **Több választ is megjelölhet!** * erdőszet * tűzép * saját forrás

* ágfagyújtás erdőből * ipari hulladék * egyéb

3.14 Mennyi száradási idő után szokta felhasználni a tűzifát: * 0,5 évnél kevesebb * 0,5 – 1 év * 1-2 év * 2 év felett

3.15 Egy 1-5-ös skálán mennyire gondolja környezetbarátnak a fatüzelést? (egyáltalán nem = 1; teljes mértékben = 5)? _____

Ha villamos energiával fűt:

4.1 Használ-e légkondicionáló berendezése?

* igen * nem *nem, de ha lenne használnám

4.2 Hány fok van az épületben nyári hőségben: _____ °C

4.3 Használja-e fűtésre a légkondicionáló berendezést?

* igen * nem * lehet vele fűteni?

4.4 Használ villamos energiát fűtésre? Több választ is megjelölhet: * nem * hőszugárzót * villanyradiátort * fűtőfóliát vagy infrapanelt * hőtárolós villanykályhát * hőszivattyút (pl. inverteres légkondit)

4.5 Ha kizárólag villamos energiával fűt, ennek energiamennyisége _____ kwh

Használati meleg víz

5.1 Milyen módon állítják elő a használati meleg vizet?

* villanybojler * napkollektor * hőszivattyú
* kazán/kályha: *tűzifa *szén *ignit

Energiahatékonyság

6.1 Rendelkezik az épület fűtésszigeteléssel?

* igen: _____ cm, anyaga: _____

* nem, nem is tervezem * még nincs, de tervezem

6.2 Rendelkezik az épület tetőszigeteléssel?

* igen: _____ cm, anyaga: _____

* nem, nem is tervezem * még nincs, de tervezem

6.3 A homlokzaton van szigetelés?

* igen: _____ cm, anyaga: _____; a homlokzat _____%-át borítja

* nem, nem is tervezem * még nincs, de tervezem

6.4 A lábazaton van szigetelés?

* igen: _____ cm, anyaga: _____;

* nem, nem is tervezem * még nincs, de tervezem

6.5 Az ablakok többségében: * eredeti gerébtokos

* felújított gerébtokos (dupla üveg, utólagos tömítés)

* 2-rétegű ablak, kora kb. _____ év * 3-rétegű ablak

6.6 Tervez-e fűtőkorszerűsítést vagy nyílászárók cseréjét a következő 3 évben? Több választ is megjelölhet:

* nyílászárók * fűtőkorszerűsítés * nem tervezek

6.7 Igényelt már támogatást energiahatékonysági beruházásra? * igen, és kaptam is, típusa _____

*igen, de nem kaptam * nem

6.8 Mekkora támogatás mellett vágna bele biztosan nagyobb energiahatékonysági beruházásba (kazáncsere, szigetelés, nyílászárócseré): * akár saját erőből is * _____% támogatással * Ha 100% volna, akkor sem

Táv hő és közösségi energia vagy egyéb más megoldás

6.1 Tervezi-e, hogy átáll más fűtésre?

* igen * nem ☐ csak akkor, ha volna rá támogatás

Ha igen, mire? _____

Miért? _____

6.2 Ha egy modern távhőszolgáltatás válna elérhetővé az Ön lakóhelyén, hajlandó volna-e csatlakozni hozzá?

* igen *nem *csak a régi fűtést is megtartva

6.3 Részt venne-e egy energiaközösségben?

* igen * nem.

Indoklás _____

Gazdasági dimenzió

8.1 Kapott az elmúlt 5 évben szociális tüzelőanyagot?

* igen: ~ _____mázsa/év * nem

8.2 Tapasztalat a szociális tüzelőanyaggal

* pozitív *negatív,
indok: _____

8.3 A háztartás éves bevételeinek mekkora részét költik a fűtés kiadásainak fedezésére?

* <10% * 11-20% * 21-30% * 31% fölött

2. Mellékletek

2.1. Tűzifa alkalmazott fűtőérték Forest Research (2013)³ alapján

fűtőérték	
Keményfa, 20% nedvességtartalom esetén	2,8 MWh/m ³
Keményfa 50% nedvességtartalom esetén	2,4 MWh/m ³
Faapríték, 30%-os nedvességtartalom esetén	3,5 MWh/t

2.2. Az alkalmazott CO₂ emissziós faktorok

Energiahordozó	Érték (t CO ₂ /MWh)	Hivatkozás
villamos energia	0.350	módszertani leírás az önkormányzati klímastratégia kidolgozásához Magyarországon ⁴
friss tűzifa	0.414	50%-os nedvességtartalmat feltételezve - csak biogén kibocsátás
száraz tűzifa	0.372	20%-os nedvességtartalmat feltételezve - csak biogén kibocsátás
pellet	0.196	Sgarbossa et al (2020) ⁵

2.3. A légszennyező anyagok emissziós kibocsátása az EMEP/EEA légszennyezettségi leltár útmutatója szerint (EEA, 2019)⁶

	PM10 (g/GJ)	NO _x (g/GJ)
szilárd tüzelésű hagyományos kályhák	760	50
nagy hatékonyságú hagyományos kályhák	380	70
pelletkályhák	60	80
ipari méretű tüzelőberendezések (1-50 MW)	143	91

³ https://cdn.forestresearch.gov.uk/2022/02/fr_bec_calorific_value_vs_moisture_content_v20a_2013-2.xlsx

⁴ <https://klimabarát.hu/images/tudastár/8/kepek/joUHG%20leltár%20sablon%20KISTELEPULES.xls>

⁵ Sgarbossa, A.; Boschiero, M.; Pierobon, F.; Cavalli, R.; Zanetti, M. A különböző fapellet-ellátási láncokból származó bioenergia-termelés összehasonlító életciklus-értékelése. Forests 2020, 11, 1127. <https://doi.org/10.3390/f11111127>. <https://doi.org/10.3390/f11111127>

⁶ <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019>

**2.4. A különböző hőtermelő készülékek teljesítménytényezője a 7/2006
(TNM) alapján**

Fűtőkészülék	Teljesítménytényező
téglakályha	1,6
öntöttvas kazán/kályha	1,9
kandalló	1,8
kandalló hőtárolóval	1,75
pellet kazán	1,49
szilárd tüzelésű kazán	1,85
faelgázosító kazán	1,2

**2.5. Alkalmazott fűtőértékek a különböző szárítási idők hosszának
megfelelően**

Szárítási idő	Fűtőérték (kWh/m³)
kevesebb, mint fél év	2500
fél év- egy év	2600
egy-két év	2700
2 év vagy több	2800