

Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Kar
Földrajz- és Földtudományi Intézet Földrajztudományi
Központ

Környezet- és Tájföldrajzi Tanszék

**Az energiaárak növekedésének hatása
Bükkszentkereszt háztartásainak fűtési
energiafelhasználására**

Nagy András Domonkos

országos tudományos diákköri dolgozat

Földrajz BSc,
megújuló energiaforrások specializáció

témavezető:

Dr. habil. Munkácsy Béla
egyetemi docens



BUDAPEST, 2023

1 Tartalom

2	Bevezetés.....	3
3	Szakirodalmi kitekintés	4
4	A fatüzelés alapjai.....	5
4.1	A fatüzelés fűtőeszközei	7
4.2	Tűzifa	8
4.	A PM szennyezés és káros következményei	9
5.	Energiaszegénység.....	11
6.	Bükkszentkereszt bemutatása.....	13
1.	Földrajzi fekvéséből következtethető törvényszerűségek	13
a.	Demográfiai problémák	16
7.	Módszertan.....	17
a.	Kérdőív felépítése	17
b.	Kutatási helyszínen való látogatás	19
c.	Válaszok feldolgozása.....	19
8.	Eredmények:.....	20
a.	Az épületállomány korával kapcsolatos megállapítások:	20
b.	Az épületállomány és a hőmérséklet.....	20
c.	Az épületállomány és a fűtéstechika	21
d.	A fa szárítási idejéből levonható tanulságok.....	22
e.	A hőmegtartás fontossága	23
f.	Az energiaválság hatása	24
g.	Szoba hőmérséklet csökkentés.....	25
h.	A fűtési módok megváltozása	26
i.	Beruházások alakulása	27
j.	Jövőbeli tervek	27
k.	Az energiaudvar megítélése	28
9.	Következtetések.....	29
10.	Összefoglalás	33
11.	Felhasznált irodalom	34

2 Bevezetés

Dolgozatom célja megvizsgálni, hogyan hatott az elmúlt évek energiaválsága a bükkszentkereszti háztartásokra. Választ kerestem arra, hogy milyen módon próbáltak meg alkalmazkodni a családok a növekvő energiaköltségekhez. Mivel Bükkszentkereszten túlnyomó részt fával tüzelnek, így kiemelten foglalkoztam a fatüzelés hatékonyságával és következményeivel. A mintaterületen semmiféle előzetes ismeretem nem volt, így teljesen objektíven tudtam vizsgálni a kialakult helyzetet. Kutatásomhoz alapot nyújtott, hogy az ELTE Környezet- és Tájföldrajzi tanszék energiaföldrajzi kutatócsoportja már 2014 óta végez kutatómunkát a Bükkalja térségében. Vizsgálatomat a Környezeti Tervezési és Nevelési Hálózat projektjén keresztül az European Commission EPAH (Energy Poverty Advisory Hub) támogatta, aminek köszönhetően energiaszegénységgel kapcsolatos kutatási és tervezési munka folyik Bükkszentkereszten. A mindennapi problémák megoldásához adhatnak alapot a kapott eredmények a háztartások számára, melyek a helyiek számára is elérhetőek lesznek. A kutatás ezen kívül hasznos lesz a község önkormányzata számára is, mivel egy leendő energiaudvar kialakításának lehetőségét és várható kihasználtságát is felmértük a projekt keretében. Amennyiben ez a beruházás megtörténne a helyi érdekek figyelembevételével, nagyon megkönnyítené a lakosok életét több szempontból is. A terv sikeressége alapot nyújthatna más hasonló helyzetű településeknek is a fafűtésből származó problémák orvoslására.

Témámnak azért ezt választottam, mert egyre nagyobb szerepet kap globálisan az energiahelyzet a nyilvánosságban, a klímaváltozás és az energiaválságok kiszámíthatatlansága miatt. A globális felmelegedés alapján gondolhatnánk akár azt is, hogy felesleges a fűtéssel foglalkozni, hiszen úgyis egyre melegebb lesz, de nem is tévedhetnénk nagyobbat. Az IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) 6. jelentése szerint a következő 20 évben a globális felmelegedés elérheti, sőt meg is haladhatja az 1,5 °C-ot. Ám minél nagyobb a felmelegedés, annál drasztikusabbak a szélsőséges éghajlati események. A különböző természeti katasztrófák gyakorisága miatt, többfajta fűtőberendezéssel kell rendelkezünk, hogy elkerüljük a meghibásodásokból és a kimaradásokból fakadó súlyos veszélyeket. 1901-óta 0,65 °C-kal nőtt a téli időszakok hőmérséklete (Bartholy Judit és Pongrácz Rita 2013), de ez nem jelent szignifikáns változást fűtési szempontból. Az ország leghidegebb része pont az északkeleti rész, ahol Bükkszentkereszt található. Ráadásul a magasabb tengerszint feletti

magasságon elhelyezkedő településeken jelentősen nagyobb a fagyos napok száma. Bükkszentkereszt földrajzi adottságai miatt nehezebben megközelíthető település, sőt a téli időszakban előfordulhat, hogy teljesen elzáródik a külvilágtól. Ezek mellett infrastrukturális ellátottság szempontjából is hátrányos helyzetben van, mivel földgázvezetékeket sosem vezettek fel a településig.

Dolgozatomban először a fatüzelés részleteit fogom bemutatni, majd áttérek az ebből fakadó PM (Particulate Matter) szennyezésre is. Említést teszek még az energiaszegények helyzetéről is, ezek után ismertetem Bükkszentkereszt földrajzi és társadalmi helyzetét, majd bemutatom a módszertant, a kérdőív eredményeit és az általam levont következtetéseket.

Kutatásomhoz egy online kérdőív segítségével gyűjtöttünk adatokat, aminek nagy részét én állítottam össze. Ezen kívül személyesen is részt vettem Bükkszentkeresztben néhány hivatalos településfejlesztési és szemléletformálási eseményen. A projekten belül a kérdőívek kiértékelése teljes mértékben az én felelősségem volt. Előzetes várakozásaim alapján idős és ebből következtethetően alacsony energiahatékonyságú épületállományra számítottam. Azt feltételeztem, hogy az újabb lakásokban nem lesz jellemző a fával való fűtés, valamint, hogy az emberek a dráguló tűzifa árak miatt vagy más tüzelőanyaghoz fordulnak, vagy kevesebbet fognak fűteni. Nem gondoltam, hogy a válság hatására jelentős fejlesztéseket tesznek a hőtárolás és a hőszigetelés tekintetében (főleg az előbbiről), mivel ezekről kevesebbet lehet hallani, mint a tüzelési módszerekről. Összességében nagy napi hőingásra, vagyis jelentősebb éjszakai lehűlésre számítottam a szobák hőmérsékletében reggelre, aminek hatására nagyobb költségeket fordítottak a háztartások a fűtésre. Hipotézisem az volt, hogy a nagymértékű energiaár-emelkedés miatt nem tartották kifizetődőnek (rövid távon) ezeket a beruházásokat, így nem sikerült megtakarítani ezeknek köszönhetően pénzt.

3 Szakirodalmi kitekintés

A ScienceDirect.com-on végzett kutatásaim alapján állíthatom, hogy Európában kevés kutatás foglalkozik a vidéki háztartások hőenergia felhasználásáról, sőt még kevesebb cikk születik a biomasszával való fűtésről. Az energiaválság hatásaival sok kutató foglalkozott, de sajnos a jelentős többség a villamosenergiával vagy a gazdaságra gyakorolt hatását elemzi, a vidéki háztartásokra gyakorolt helyzetét nem. Üllar A. et al. (2014): Renovation alternatives to improve energy performance of historic rural houses in the Baltic Sea region kutatásban a balti-

tengeri régióban elemezték a vidéki házak energiateljesítményének javítására irányuló felújítási alternatívákat. Az elemzés azt mutatta, hogy az épületek hőátbocsátásának csökkentése és az energiaforrás korszerűsítése rejti magában a legnagyobb energiamegtakarítási potenciált. A magyar lakosságot vizsgálja Attila B. et al. (2023): The monetary value of convenience and environmental features in residential heat energy consumption, in particular its social determinants című kutatása. A megújuló energiaforrások környezeti és kényelmi értékét vizsgáltak és eredményeink azt mutatják, hogy a magyar átlagemberek erősen ragaszkodnak a tűzifa és a földgáz használatához. A lakóépület fő célja, hogy kényelmes környezetet biztosítson az emberi tevékenységekhez annyira, hogy napjainkban ez felelős az Európai Unió teljes energiaigényének több mint 40%-áért. Silvia M et al. (2010): Study of thermal environment inside rural houses of Navapalos (Spain): The advantages of reuse buildings of high thermal inertia című kutatása a helyszíni vizsgálatok alapján az alábbiakat eredményeket kapta. Nyáron a hagyományos házakban energiaellátás nélkül is elérhető a termikus komfort, a modern házakban azonban nem. Télen a hagyományos házakban stabilabb a beltéri környezet, azonban a hagyományos és a modern házak sem voltak képesek természetes módon biztosítani a hőkomfortot. Látszik tehát, hogy van néhány igen jó eredményeket felmutató neves publikáció a témával kapcsolatban, azonban erősen alul van reprezentálva ez a téma ahhoz képest, hogy milyen jelentőségű ez az EU-ban. Kutatásom egyik célja tovább bővíteni ebben a témakörben az ismereteket.

4 A fatüzelés alapjai

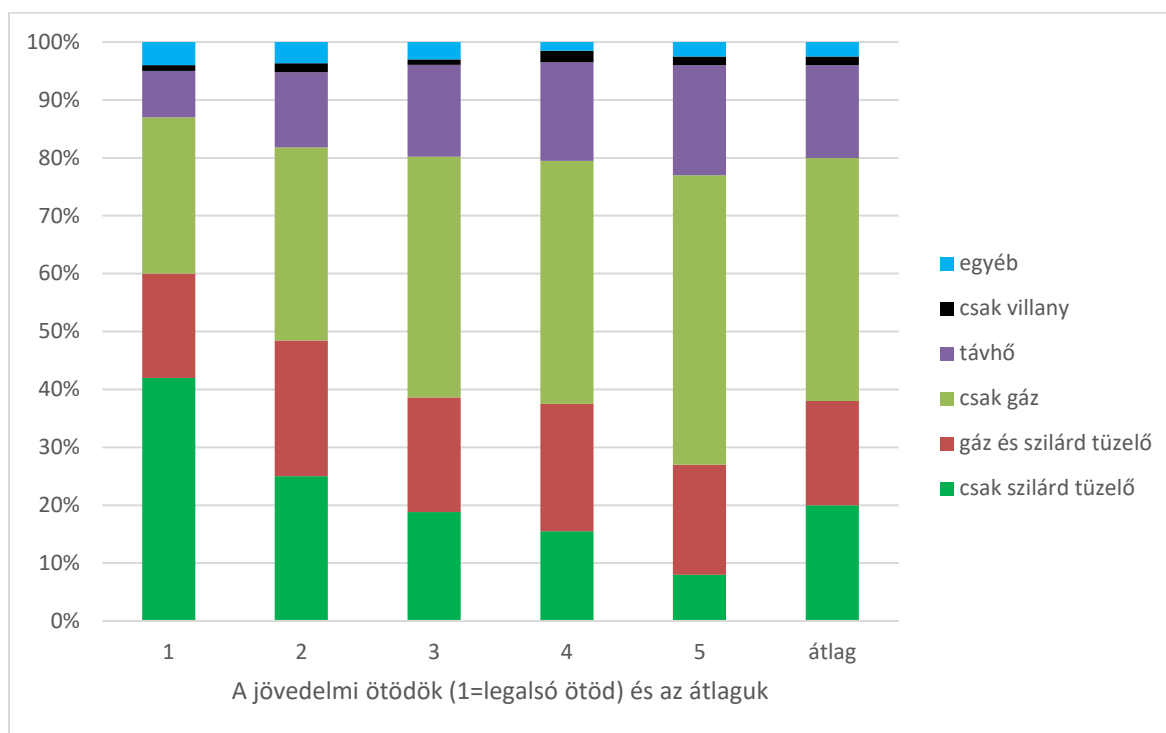
A PM-immisszió meghaladja az uniós határértékeket Európa nagy részén (Európai Számvevőszék: Légszennyezés, 2018), ami leginkább az energiatermelésnek (beleértve a háztartási hőenergia előállítását), közlekedésnek és az iparnak tudható be. A fűtési szezonban Bükk-szentkeresztben is aggasztó a helyzet (helyi mérőállomások adatai alapján) - aminek a fűtés, a fatüzelés a fő oka. A KSH adatai alapján 2010-2022 között 70 334 ember halt meg Magyarországon légzőrendszeri megbetegedések miatt (KSH – 22.1.1.10 táblázat), sőt a tüdőgondozókban nyilvántartott tüdőbetegek száma a Covid megjelenéséig (2019-ig) folyton nőtt (KSH – 4.1.1.27.). Globálisan a halálozás mintegy 5%-a a biomassza elégetésének, vagyis a tűzia-felhasználásnak tulajdonítható, ami évente mintegy 440 000 többlethalálozást jelent (Lelieveld, J. 2020).

A fa olyan biomassza, ami megfelelő körülmények és módszerek mellett képes kielégíteni az emberek hőigényeit és fenntarthatóan működtethető. A hőkomfort-igény az emberek egyik alapvető szükséglete. Hazánkban a belső terek felfűtése és a használati-melegvíz létrehozása tartozik ebbe a tárgykörbe. A biomassza az EU hőenergiaszükségletének legnagyobb részét fedezi a megújuló energiaforrások közül, 2022-ben a összes megújuló energia 40%-át tette ki, amit főleg a háztartások használnak. (European Environment Agency 2024).

A fűtésre használatos fakészletet több forrásra lehet osztani. A hagyományos fahasábokat, rönkfákat manuálisan használják általában lakások, szobák fűtésére. A faaprítékoknak és a fapelletnek az adagolását automatikus rendszerek végzik, ezek főleg középületekben fordulnak elő. A kevésbé tehetősek körében előfordulhat, hogy az "irtási területéről" hordják el a fahulladékot és azzal fűtenek. Ennek a legfőbb hátránya, hogy rengeteg utómunkát igényel az elszállítása, a méretre formázása és az elraktározása, ami nem hatékony. Ezzel szemben a tehetősebbek akár 100% hatásfok feletti automatikus tüzelőrendszereket is be tudnak szerezni.

A biomasszát sokan környezetbarát tüzelőanyagnak tekintik, amely éghajlati szempontból potenciális előnyökkel jár, ha a fenntarthatóság szempontjait igyekeznek érvényesíteni a teljes életciklusban. Véleményem szerint is a fenntarthatóság felé vezet a biomassza égetése, ugyanis a fosszilis tüzelőanyagokkal ellentétben csak olyan szén kerül a légkörbe, ami a bomlás során úgylis oda került volna. Azonban, mint mindent, ezt is lehet rosszul csinálni, így fontos sok paraméterre odafigyelni. A lakossági fatüzelésből származó magas légszennyezőanyag-kibocsátás például lehet problémás – és ennek ráadásul több oka is lehet. Ilyenek a régi és/vagy nem jó hőmegtartású fűtőberendezések. A rossz fűtési technikák és a nem megfelelő fűtőanyagok használata. Nem elhanyagolható szempont az épületek nem megfelelő szigetelése és karbantartása sem.

Ezzel van összefüggésben az energiaszegénység fogalma és problémaköre is. Az 1. ábra alapján látható, hogy főleg a szegények használnak fát a fűtéshez. Ők valószínűleg nem tudnak beruházni a hatékonyabb fűtés érdekében. Egy megfelelő támogatási és ösztönzési rendszer lenne szükséges. Úgy gondolom, ez elősegítené a rászorulóknak számára hatékony fatüzelést, ugyanis a megfelelő használattal sokat tudnának spórolni ezzel mind idő, mind pénz formájában.



1. ábra. A magyarországi jövedelmi ötödök szerinti fűtőanyag használat (forrás: ide az kell, ami az Irodalomjegyzék alapján következik, vagyis csak név és évszám)

4.1 A fatüzelés fűtőeszközei

Az egyik legfontosabb tényező az eszköz, amivel fűtünk. Fontos, hogy a tűztér jól legyen hőszigetelve, ezzel magasan tartjuk az égési hőfokot, így tisztább égést érünk el. Minél nagyobb a kályha tömege, annál jobban tudjuk tárolni a hőt, ami egyenletesebben tud ezáltal a helységbe áramlani (pl.: cserépkályha). A hőtárolás elérhető víztartály beépítésével is, így egyszerre állítunk elő melegvizet és tároljuk a megtermelt hőenergiát. A legtöbb háztartásban azonban még mindig korszerűtlen tüzelőberendezéseket használnak (pl.: lemezkályha). Sajnos még a rossz hatékonyságú fűtőeszközöket is nagyon ritkán szokták lecserélni a magas költségek és a nagyon hosszú élettartamuk miatt, ami akár 30 év is lehet. A korszerű, alacsony kibocsátású berendezések (pl.: pelletkazán) nagyon drágák, az 1. ábra alapján pedig valószínűsíthető, hogy a fával tüzelők nagy része ezt nem tudja megfizetni. A régebbi kályhák, illetve a kályha rossz üzemeltetése 500-szor többet szennyez, mint a távfűtés vagy a gáz (Press-Kristensen, K. 2019). Press-Kristensen- (2019) kutatása szerint egy ökocímkes modern kályhának vagy kazánnak az egészségre veszélyes részecskeszennyezése, optimális körülmények között kevesebb, mint fele a régi berendezéseknek. Ez bizonyítja, hogy fontos lenne a régi eszközök lecserélése a

lakosságnál. Ezenkívül a karbantartásra kell még felhívni a figyelmet ugyanis, ha nem tesszük, tökéletlen égéssel még több PM keletkezik.

4.2 Tűzifa

Szintén elengedhetetlen odafigyelnünk arra, hogy milyen fával tüzelünk. A legjobb fűtőértékű fák ilyen szempontból a keménylombúak (tölgy, bükk, akác). Emiatt drágábbak, mint a lágylombú (nyár, hárs, fűz) - és fenyőfák, de kevesebb is elég belőlük (tovább égnék), ami a tárolás szempontjából sem elhanyagolható. A legfontosabb viszont az, hogy száraz fával fűtsünk, mert a nedves tűzifa fűtőértéke alacsony.

Figyelembevéve azt a tényt, hogy a frissen kivágott fának majdnem fele víz, melynek elpárologtatásához energia szükséges, emiatt kevesebb hőt termel az égés. A kicsapódó víz ráadásul további hűtést okoz, ezzel csökkenti az égés tökéletességét. Ha a nedvességtartalom 15% körül van, akkor alkalmas tüzelésre a fa. Ideális esetben kettő vagy annál több évig kell tárolni a fát felhasogatott állapotban - így szárad a leggyorsabban -, hogy megfelelő nedvességtartalma legyen. Ha csak száraz fát használunk, azzal 10%-kal csökkenthető a tüzelőanyag szükséglet, ugyanis nagyobb a száraz fa energiatartalma (Harmat Ádám et al 2018).

A szegényebbeknek sajnos nincs elég pénzük, hogy több évre előre megvegyék a tűzifát, így legtöbbször nedves fát használnak. Fontos, hogy kezeletlen fát használjunk, ugyanis a vegyszerekkel kezelt, iparilag feldolgozott fák sok, az egészségre rendkívül káros anyagot tartalmaznak. Sajnos ez az elvárás sem mindig teljesül. Azonban az sem mindegy, hogy tökéletes tűzifánkat, hogyan gyújtjuk be, mert ezen is sok múlik. Optimális az üzemeltetés, ha – a magyar gyakorlattól eltérően - felülről gyújtjuk be a gondosan egymásra helyezett, kis hasábokra vágott száraz fát bőséges légellátás mellett. Ez a részecskeszennyezést tizedrészére csökkentheti a helytelen begyújtáshoz képest (Press-Kristensen, K. 2019). A Bükkzentkeresztben történő beszélgetéseim során azt tapasztaltam, hogy a legtöbb ember nem így tüzel, mert nem egyszerű vagy mert nem így tanulta meg.

4. A PM szennyezés és káros következményei

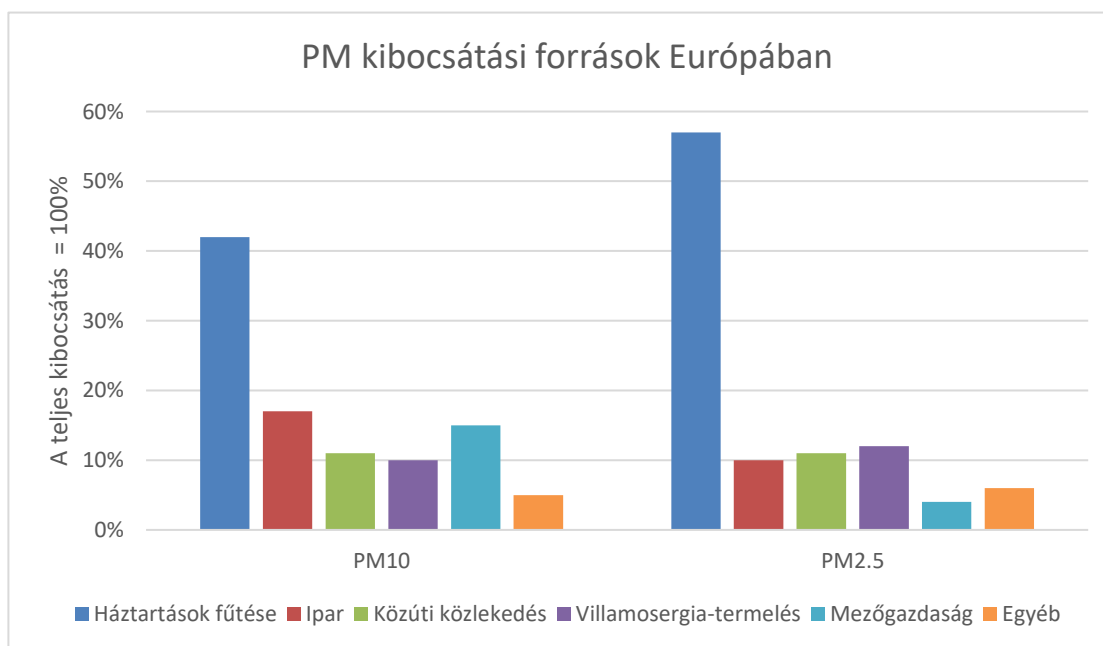
A biomassza égetéssel sokkal kevesebb szennyezőanyagot bocsáthatunk ki, mint a fosszilis tüzelőanyagokkal, azonban nincsenek egyértelmű kibocsátási szabályok, ezáltal a légszennyezés akár jelentős mértékű is lehet, a zárt völgyekben (mint a Bükk-szentkereszti) pedig bennmarad a füst, így súlyos légszennyezést okoz. A légszennyezettség több komponensű. Vannak olyan anyagok, amik kémiai tulajdonságaik miatt károsak és vannak olyanok is, amik fizikai méretük következtében tudnak káros hatást kifejteni. Bükk-szentkereszten a legnagyobb probléma az utóbbiból van.

A szennyező anyagok jó része, így a szén-dioxid, közismert, ezért azokkal most nem foglalkozom. A szálló por okozta kihívás azonban viszonylag újkeletű felismerés. A PM a szálló por nemzetközileg elfogadott rövidített megnevezése. Cohen, A.J. és társai (2017) szerint az egyik leggyakoribb és leghalálosabb szennyezőanyag. A szálló port három csoportra tudjuk osztani méretük alapján. A legnagyobbak a durva szemcsék (PM₁₀), a 10 µm-nél kisebb, de 2,5 µm-nél nagyobb átmérőjű aeroszolok. Ennél kisebbek a finom részecskék (PM_{2.5}), amik 2,5 µm-nél kisebbek, de 0,1 µm-nél nagyobbak és az ultrafinom részecskék (PM_{0.1}) azok, amik 0,1 µm-nél kisebbek. A PM_{2.5} égési termékekből és kondenzálódott szerves vagy fém részecskékből áll.

Minél nagyobb egy részecske, annál jobban tudja a szervezetünk kiszűrni azt, ezért a PM_{2.5} és a PM_{0.1} kategóriába tartozó részecskék a legveszélyesebbek az egészségre. Lejutnak a tüdőhólyagokba, bekerülnek a véráramba és alacsony valószínűséggel kerülnek ki onnan. A világ vezető halálozási okaként szokták számontartani légszennyezést, már a legalacsonyabb koncentrációban is káros, az összes haláleset 80%-ában feltételezhetően valamekkora szerepet játszik a légszennyezés (European Environmental Agency, 2016). Európában átlagosan több mint két évnyi várható élettartam-csökkenéssel jár (Lelieveld, J. et al. 2020). Nagyon nehéz megítélni milyen mértékű kárt okoz a szálló por, de az biztos, hogy drasztikusan csökkenteni kell az arányát. Főleg légúti és szív-érrendszeri megbetegedéseket idézhet elő, véralvadást és vérrögösödést okoz a véráramba kerülve, így szívinfarktushoz, stroke-hoz vezethet és magas vérnyomást eredményezhet. Tartós jelentősebb asztma kialakulásához vezethet, sőt már rövid távon nehéz légzést és köhögést válthat ki. A nagy mértékű füst nem csak a látási viszonyokat

rontja, hanem sérti a szemhártyát is. A leginkább veszélyeztetettek az idősek és a csecsemők (ehhez a hosszú felsoroláshoz biztosan kellene hivatkozás).

Nem csak az egészségünkre van káros hatással a PM szennyezés. Pénzügyileg is negatív hatást vált ki magas PM koncentrációjú területen lenni, mivel növeli az egészségügyi költségeket és csökkenti a produktivitást. A rossz légminőség erősen rontja a térség vonzerejét a beköltöző lakosok és turisták szemében. A legtöbbször ilyenkor csak a külső légszennyezést vesszük figyelembe, de sokkal veszélyesebb a beltéri. A rosszul szellőztetett kályhákból és kéményekből származó PM-nek a koncentrációja kis területen sokkal nagyobb, így negatív hatása sokkal hatványozottabban jelentkezik. Onnantól válik igazán veszélyessé a PM, amikor különböző toxikus anyagok is rátapadnak a szemcsékre. A két fő szálló por komponens a szulfát és a szervesanyag, ezek az anyagok ráadásul a roncsoló hatásuk mellett nemcsak hosszútávon rövidítik meg az életünket, de jellegzetes bűzös szagukkal a mindennapokat is megkeserítik. Végsősoron klímamódosító hatása is van a légszennyezésnek. A PM-ek között vannak fordított üvegházhatású anyagok (szerves részecskék) is, amik nem engedik a napsugarakat a felszínre eljutni, tehát a hőmérséklet csökkenni fog. A legveszélyesebb biomassza-tüzelés által kibocsátott anyag a korom. Toxikológiai vizsgálatok arról számoltak be, hogy a legmérgezőbbek a belső égésű motorokból származó kipufogógáz-részecskék, ezt követik a biomassza- és a szén elégetéséből keletkező részecskék, majd az úti por részecskéi (Lelieveld, J. et al. 2020).



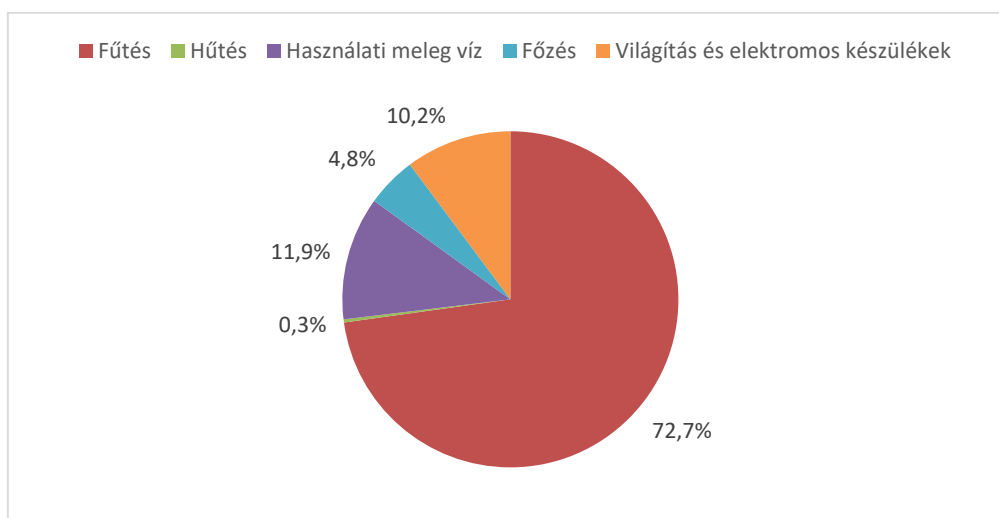
2. ábra. PM kibocsátási források Európában az European Environmental Agency: Air quality in Europe 2017 jelentése alapján

A PM csökkentéséhez azonosítani kell a szennyező forrásokat és a befolyásoló táji körülményeket. A beépített területeken magasabb a PM koncentráció fűtési időszakban, mint nem fűtési időszakban, ennek oka a háztartási fűtés a PM szennyezése, amely különösen a téli hónapokban érzékelhető. Az év hideg időszakában a súlyos, antropogén eredetű légköri PM-szennyezési epizódok nemcsak a városi területeken, hanem a külvárosokban és vidéki helyszíneken is gyakoriak (Seyedehmehrmanzar, S. et al. 2023). A legnagyobb veszélyben a zárt völgyek vannak, ahonnan a szél nem tudja kifűjni a szálló port. Ugyanakkor a levegő szennyezettségéről csak korlátozott információink vannak, mivel az automata mérőállomások térlefedettsége alacsony, jellemzően a népes területeken találhatóak. Kivételt képez például Bükkszentkereszt, ahol településfejlesztési és kutatási okokból több mérőműszert is kihelyeztek.

A PM csökkentésében segítenek a fák és cserjék levelei, amik megkötik a levegőben szálló porszemcséket. A nagy erdőborításnak köszönhetően jelentősen lehet javítani a légminőséget. Azonban a legszennyezettebb téli hónapokban, az örökzöld erdők kivételével, semmi sem tudja megtisztítani a levegőt.

5. Energiaszegénység

Az Energiaklub felmérése szerint az átlag magyar háztartás a jövedelme 20%-át költi villamos- és hőenergiára, ami igen jelentős részarány, hiszen az egyik definíció szerint energiaszegényeknek azokat tekintjük, akik a jövedelmük több, mint negyedét az energiakiadások fedezésére költik. Energiaszegények általában egyedül élő, nyugdíjas és a tartósan munkanélküli családtaggal rendelkező háztartásokban vannak (Fellegi D. - Fülöp O. 2012). Ezen háztartások főbb jellemzője az alacsony jövedelem és a lakás alacsony energetikai hatékonysága. Az energiaszegénységnek köszönhetően romlik az emberek fizikai állapota és az épületük minősége. Magyarországon a háztartások a legtöbb energiát a fűtésre fordítják.



3.ábra. A magyar háztartások végső energiafelhasználása
2021-ben a KSH 6.1.1.7. táblázata alapján

A legtöbb energiát a tüzelésre fordítják a magyar háztartások (3.ábra), így feltételezhetően az energiaszegények is. A legszegényebb jövedelmi ötödbe tartozó háztartások több, mint 40 %-a kizárólag szilárd tüzelőt használ (Feldmár N. - Bajomi A. Zs. 2012). Ez a két statisztika megerősíti, hogy a fatüzelők helyzete egy olyan fontos probléma, amivel foglalkozni kell. Sokan kényszerből tüzelnek így, hiszen a lakásuk nincs is csatlakoztatva a vezetékes gáz- vagy távhő hálózatra (Feldmár N. - Bajomi A.Zs. 2012). Maguktól nem tudnak energiahatékonysági felújításokat kivitelezni, mivel nincs félre tett pénzük. Előnyt jelenthet a fatüzelésben az, hogy nem kell havonta fizetni egy megadott mennyiséget, hanem előre el lehet dönteni, hogy mennyit és mikor akar venni az ember. Ám sokszor nem tudják az energiaszegény háztartások évekre előre megvenni a tűzifát, így gyengébb fűtőértékű (nedves) fával tüzelnek. A gyengébb fűtőérték miatt több fát kell elhasználniuk, ami több pénzbe kerül. E folyamat miatt belekerülnek egy negatív pénzügyi spirálba, amiből nehezen vagy egyáltalán nem tudnak kijönni. A magyarországi légszennyezettség egyik legfőbb okozói az energiaszegény háztartások (Radó N. 2020), akik maguktól nem tudnak változtatni ezen, így a probléma nem fog megoldódni.

A tűzifával való fűtés nemcsak anyagilag, de fizikailag is megterhelő. A leszállított (távolság függvényében akár egészen magas díjú, hiszen a szállítás díja az erdősült területeken is akár a harmadát is könnyen kiteheti a végső költségnek) fával rengeteget kell foglalkozni. A sokszor több méteres fákat méretre kell vágni és fel kell hasogatni, hogy jól lehessen tárolni, majd

használni őket. Sőt előfordulhat, hogy a legszegényebbek akár maguknak termelik ki a tűzifát, követik a nagyobb vágásokat és gyűjtik be az otthagyt farészeket.

6. Bükkszentkereszt bemutatása

1. Földrajzi fekvéséből következtethető törvényszerűségek

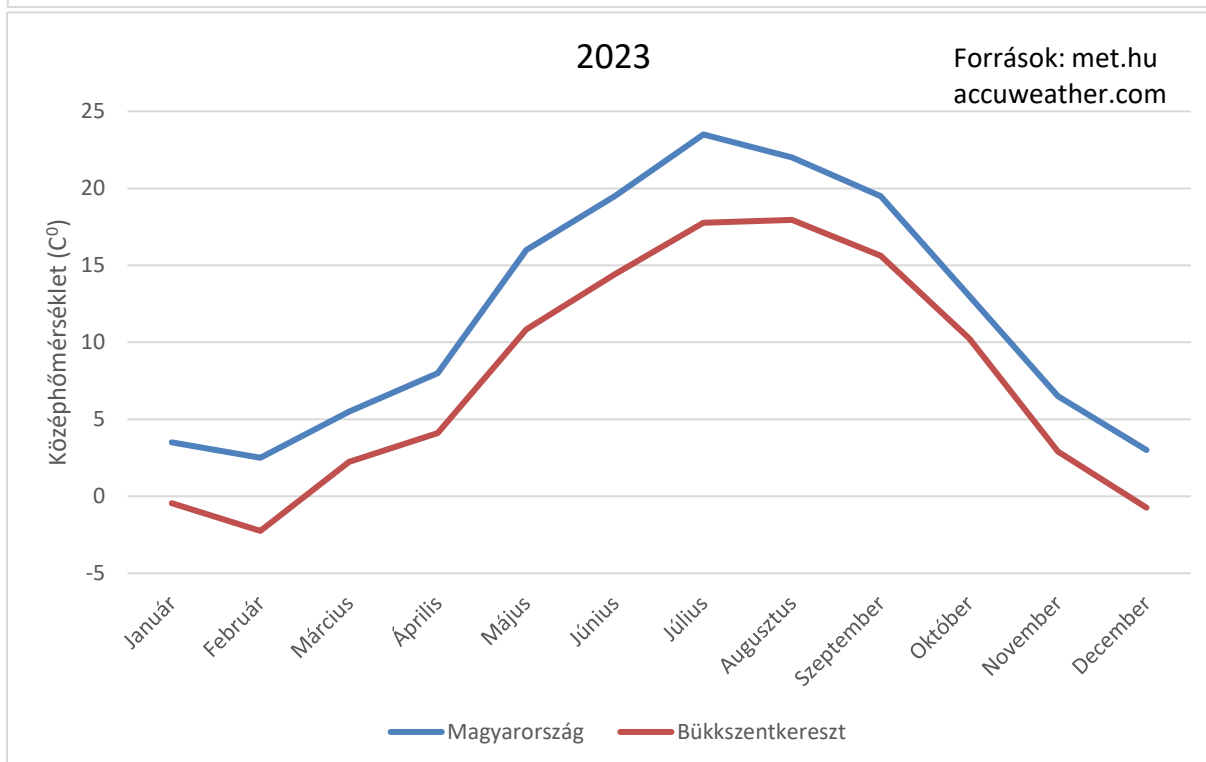
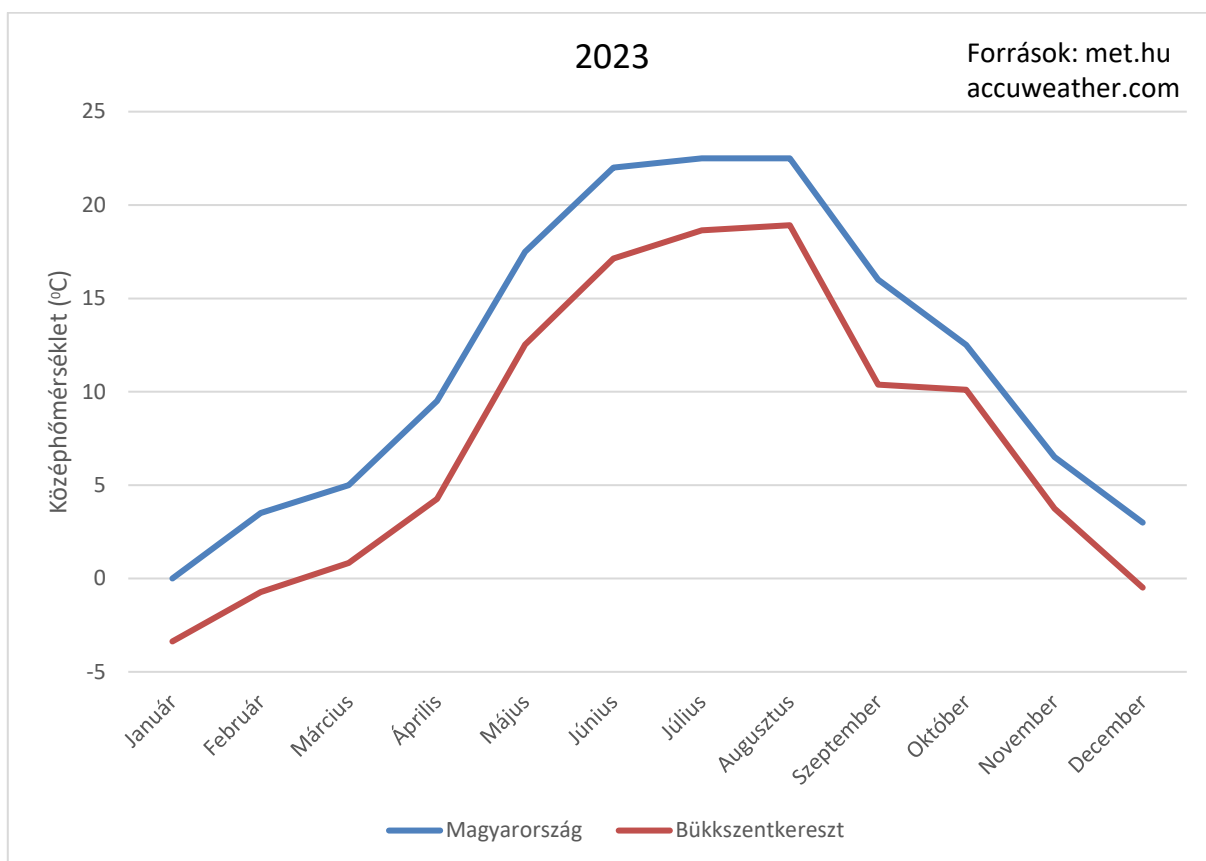
Bükkszentkereszt a Bükk hegységben, Miskolctól néhány kilométerrel nyugatra található. A község egy hegyek által körülzárt völgykatlanban, 600 méteres átlagmagasságban van, így az ország egyik legmagasabban fekvő települése. Az észak felől érkező hideg szelektől védve van elhelyezkedésének köszönhetően, de emiatt a völgy jelleg miatt a településen belül felgyűlik a fatüzelésből származó füst. A község földrajzi elhelyezkedésének és domborzati viszonyainak köszönhetően az ország leghidegebb településeinek egyike. Magyarország éghajlati tájai közül a település a hűvös területek hideg telű nedves és mérsékelt nedves körzetébe tartozik. (Veres L. 2002). A tele hosszú és hideg, amit 5. és 6. ábrán is lehet látni. Szeptemberben már fűteni kell az épületeket, legalább éjszakánként. Tavasszal sokkal tovább kell fűteniük a bükkszentkeresztieknek, mint az ország többi lakosának. A fűtési szezon ezért az országoshoz képest a faluban akár 3-4 hónappal is hosszabb lehet, ami rengeteg plusz költséggel jár. A havi középhőmérséklet mindig az országos átlag alatt van több °C-kal, ahogy ezt az 5. és 6. ábrán is lehet látni. Az ábra elkészítéséhez az AccuWeather weboldalán látható adatokat használtam, mert a Forecast Watch 2017 és 2022 között készített felmérése alapján ezt az egyik legmegbízhatóbb időjárási adatokkal rendelkező weboldalnak tartották.

A 2022-es Népszámlálás adatai szerint a település állandóan lakott háztartásainak 94%-a rendelkezik fatüzelésre alkalmas eszközzel. Ebből 77% csak fatüzelést használt a kérdezés időpontjában. Ez rendkívül magas arány az országos 15%-hoz, de még az észak-magyarországi 21%-hoz képest is. Ez annak köszönhető, hogy a település nem rendelkezik kapcsolattal az ország gázvezeték hálózatára és feltételezhetően nem is fog, mivel túlságosan költséges lenne kiépíteni (légvonalban és szintkülönbségben is messze van a hálózattól). A fentieket megerősíti a publikálás alatt álló tanszéki kutatás eredménye, miszerint a helyiek 80%-a nedves fával fűt, ami sok szempontból rossz. A magas arányú és rosszul végzett fatüzelés miatt a falu levegője erősen szennyezett. Ennek leglátványosabban érzékelhető eleme a magas szállópor-koncentráció. A helyzet súlyosságát jelzi, hogy a település önkormányzata mérőállomásokat

létesített. „*A fűtési időszak nagy részében meghaladja az ajánlott határértékeket (a WHO 10µg/m³-es és még az EU 25 µg/m³-es ajánlását is) a szálló por koncentrációja.*” (szóbeli közlés – a lakossági fórum előadásából). A kéményekből felszálló füst melegebb, mint a földfelszínnél lévő levegő, így hőmérsékleti inverzió alakul ki. Ekkor stabil légállapot áll elő, tehát a levegő függőlegesen nem keveredik, sőt hosszú ideig (napokig, hetekig) mozdulatlan maradhat. A légmozgás hiányában felgyülemlik a PM a levegőben, ami súlyos egészségügyi károsodásokat okoz.

A magasabban fekvő lakásokból is a mélyebben lévő házak köré ereszkedik le a füstfelhő. Ez a magassági különbség területi egyenlőtlenségeket okoz a helybeliek között. A magasabb területen lakók fűtésük káros anyag kibocsátásával negatív externáliát okoznak az alacsonyabb magasságban élőknek. Az egész falu PM kibocsátása a völgy alján élőket mérgezi. Egészségük ezáltal jóval nagyobb mértékben károsodik. „*Megosztja a falut ingatlanárban a magasság. A völgy alján lévő nagy füst miatt az ingatlanok körülbelül 5 millió forintnyi értéket vesztenek a magasabban lévőkkel szemben.*” (szóbeli közlés – helyi ingatanértékesítő) Egy még nem publikált 2021-es tanszéki felmérés szerint a helyi lakosok 60%-át zavarja a levegő minősége. Az újonnan épült házak egyre magasabb térszínre épülnek, (Pirity A. et al., 2019) így ez további ellentétekhez vezethet.

A település körül hatalmas erdős terület terül el, amik árnyékoló hatásának köszönhetően kissé hűvösebb mikroklimát eredményez (Hetesi Zs., 2020). Az alacsony albedójuknak köszönhetően sok beérkező sugárzást képesek elnyelni, ami további hűtőhatást eredményez. A fák összeérő lombkoronái növelik a felszín érdességét, így csökkentve a szélesebséget, ami megnehezíti az összegyűlő füstfelhők kifújását a völgyből. Az erdőket lombhullató fák alkotják nagyrészt, így a PM megkötésből származó pozitívumok a fűtési időszakban nem jelentkeznek. A nyár tiszta levegője gyógyhatással bír a településnek, több betegség gyógyulását segíti elő (asztna, légzési nehézségek, vérszegénység, idegi kimerültség). A község kedvező fekvése és gyógyhatású levegője miatt számos üdülőház épült ki, ami miatt a turizmus is fellendült. A területet (szubalpin) klimatikus gyógyhelynek nyilváníthatnák (Veres L. 2002), azonban az év nagy részében magas légszennyezés miatt ez nem lehetséges, csak a nyári időszakban tiszta a levegő. A légszennyezés csökkentésének eléréséhez, így az egészségügyi indokok mellett gazdasági érdekek is fűződnek. Az önkormányzat fejlesztési tervei is nagyrészt az idegenforgalomra épülnek.



4.ábra. A magyarországi és a bükksgentkereszt középhőmérséklet összehasonlítása, az accuweather.com és a met.hu alapján

a. Demográfiai problémák

Bükkszentkereszt lakónépessége a 2022-es népszámlálás szerint 1096 fő volt. A falu háztartásainak 22%-a egy főből áll, ami a fatüzelés szempontjából kifejezetten előnytelen. Nagyon sok munka egyedül elintézni mindent, még akkor is, ha esetleg a nagyobb fizikai feladatokba besegít valaki. Ha nem ingyen jön a segítség, úgy százezer forintos léptékben merülnek fel további költségek, ami növeli az energiaszegénység esélyét. E tekintetben fokozottan érintettek az idősebb emberek. A falu népességének 29%-át a 60 évnél idősebb emberek teszik ki. Előfordulhat, hogy fizikailag már képtelenek minden nehéz fizikai munkát elvégezni, így nekik feltétlenül szükségük van segítségre. És sok fizikai munkát kell végezniük a háztartásoknak, ugyanis egy - publikálás alatt álló - tanszéki kutatás szerint, egy háztartás Bükkszentkeresztben átlagosan 10 m³ fát használ egy fűtési szezonban, ami ~10 tonnányi fatömeg, feldolgozandó és megemelendő súly. A háztartások 36%-ának el kell látnia egy inaktív személyt, ami szintén jelentős anyagi és időbeli ráfordítást igényel. Az előbb említett csoportok mind ki vannak téve az energiaszegénység veszélyének, ugyanis ezen csoportok jövedelme általánosságban kevesebb mint egy átlagos háztartásé, mivel kevesebb aktív kereső van benne. Ezen hátrányos háztartások segélyeket kaphatnak. Bükkszentkeresztben is osztanak szét szociális tűzifát, amit időszakosan vagy tartósan anyagi problémákkal küszködő családok kérelmezhetnek. A programban, rossz fűtőértékű fát osztanak szét, ugyanis az erdészetek frissen kitermelt tűzifáját adják oda azonnal a rászoruló háztartásoknak (Bajomi A.Zs 2018).



5. ábra. A leszálló füst Bükkszentkeresztben a völgyben (a helyi közösségi ház fotókiállításából)

7. Módszertan

Az energiaválság hatásainak megfejtésére egy online, anonim kérdőívet állítottunk össze a tanszék energiaföldrajzi kutatócsoportjának segítségével. Ezt több helyről elérhetővé tettük és önkormányzati segítséggel terjeszteni tudtuk. A kérdőívet 2024. január 16-ig a 439 háztartásból 103 háztartásban töltötték ki. Ebből 100 állandóan lakott háztartás, ami azt jelenti, hogy az állandóan lakott háztartások 22,8%-áról van adatunk. Ez a szokatlanul nagy válaszadási hajlandóság csak a helyiek együttműködésével érhető el és arra enged következtetni, hogy a kapott eredmények nagy valószínűséggel megfelelnek a valóságnak.

A kérdőívnek célja az volt, hogy segítsünk a képviselőtestületnek felmérni egy esetleges energiaudvar beruházásának a relevanciáját és támogatottságát. Az energiaudvar egy olyan megoldás, ami a lakosoknak is minőségi javulást jelenthetne a jövőben. Az udvarba a környező erdészetekből szállítanák be a fát, így nem kell minden háztartáshoz egyesével bemennie a nagy teherautóknak. Az udvarban napelemekkel működtetnének egy automatikus tűzifa-feldolgozó gépet, ami megfelelő méretűvé vágna és hasítaná a több méteres nyersfákat. Ezután egy nagy, fedett raktárban tárolnák a fát ideális esetben két évig, hogy jól kiszáradhasson. Az itt vásárolt fa drágább lenne, mint az erdészettől közvetlenül vásárolt, viszont száraz lenne és nem igényelne további megterhelő utómunkát a felhasználóktól. Az energiaudvartól bármikor lehetne fát venni és mivel jobb fűtőértéke lenne, mint az erdészettől vásároltnak, így kevesebb m³ fát kellene vásárolniuk és tárolniuk a lakosoknak. A tanszék folyamatban lévő kutatása szerint, ha mindenki innen venné a száraz tűzifát, akkor 66%-kal csökkenne a fatüzelésből származó PM_{2,5} kibocsátása a faluban. A projektet állami vagy EU-s támogatással lehetne megvalósítani, azonban a sikerhez elengedhetetlen megtudni a helyi lakosok véleményét.

a. Kérdőív felépítése

A kérdőívben kiemelt fontossága volt a lakásépítés idejének, hiszen Csoknyai T. és társai (2014) épülettípológiai mátrixának segítségével képet kaphatunk az épületek energetikai jellemzőiről. Ezt egészítettük ki egy, a legújabban épült házaknak megfelelő kategóriával, amire azért volt szükség, mert ezek a legújabban épült házak már az új technológiáknak (hőszivattyú, infrapanel) köszönhetően nem feltétlen tartalmaznak beépített fatüzelési lehetőséget. 2016-tól húztuk meg ezt a határt. A hőenergiahatékonyság legfontosabb eleme a jó hőszigetelés. Ennek

kapcsán arra kérdeztünk rá, hogy mennyivel hűlnek le általában a szobák éjszakánként. Nagyobb eséllyel tudnak erre a kérdésre pontos választ adnia a lakók, mint arra a kérdésre, hogy milyen típusú és vastagságú hőszigetelést használnak vagy milyenek a nyílászárók fizikai jellemzői. Ez már egy korábbi, a település lakosait érintő kérdőívben is felmerült kérdés, így jól össze lehet hasonlítani a változásokat. A következő kérdés annak felmérésére irányult, hogy az energiaválság hatására mennyivel próbálták csökkenteni a szobák hőmérsékletét. A fűtési módoknál is kiemelt figyelmet szenteltünk a hőtárolásnak (például hőtárolás a fűtőtest tömegében tárolt hőenergia). A tökéletes fatüzelés esetében ugyanis gyorsan felszabaduló hőt tárolni szükséges, lehetőség szerint minél nagyobb tömegben. A vízalapú hőtárolásnál azért a 800 literes határt szabtuk meg, mert ez a minimum, ami elvárható egy központi fűtéses rendszer esetében. A jó hőszigetelés és a fűtés módja a legalapvetőbb aszerint, hogy mennyit tudunk spórolni a hőenergiával. Kiemelendően fontos, hogy az energiaválság hatására mennyit és mit tudtak felújítani a háztartások, illetve releváns az is, hogy a válság okozta sokk hatása ösztönözte-e a lakosokat arra, hogy a jövőben további felújításokat végezzenek. Ilyen helyzetben nyilvánvaló, hogy a pénzügyi helyzet kizáró ok lehet, bármennyire is sokat lehetne spórolni egy felújítással, ezért több szempontból és óvatosan kérdeztünk rá az anyagi helyzetre, nehogy valótlan válaszokat kapjunk. Emiatt érdeklődtünk arról, hogy állami támogatással végeznének-e energetikai felújításokat. Ezzel azt is lehet szűrni, hogy mennyire terveznek hosszútávon az emberek, szükséges-e őket oktatni ebben a témában. Szintén lehet mérni a tudatosságot és a megtakarítás mértékét azzal, hogy meddig szárítják a fát. Korábbi fejezetben már megemlítettem, hogy a szegényebbek nagy valószínűséggel nedves fával fűtenek. A fával kapcsolatban feltettünk még egy kérdést arról, hogy milyen szívesen vennének drágább (+25-30%), de konyhakész, száraz tűzifát a leendő energiaudvartól. Ez a beruházás támogatottsága mellett azt is méri, hogy plusz pénzért hajlandóak-e a lakosok időt spórolni. Továbbá pénzt is tudnának spórolni azzal, hogy nem kell sok ezres szállítási díjat, esetleg munkadíjat fizetni a fájuk felhasogatásáért cserébe. Ezt egy 1-től 4-ig terjedő skálán értékelték a válaszadók (1-es nem érdekel, nem használok fát, 4-es biztosan igénybe venné). Fontos volt, hogy páros számú legyen a skála, így nem tudtak a válaszadók semlegesen reagálni a kérdésre. (Hasonló skálás alapon volt még egy kérdés arról, hogy mennyire érintette őket az energiaválság). A következő kérdésben az általuk végzett energiamegtakarítások sikeressége iránt érdeklődtünk, rövid távú észrevehető eredmények után kutatva. A legvégén opcionálisan felajánlottuk, hogy adjanak meg egy elérhetőséget, ha érdekli őket a teljes kutatás végeredménye.

b. Kutatási helyszínen való látogatás

2023. 10. 26. és 27-én Bükkszentkeresztre utaztam a tanszéki kutatócsoporttal az ott folyó kooperatív akciókutatás keretében. Itt először részt vettem egy szakmai fórumon, ahol a kutatócsoport tagjai mellett, a helyi önkormányzat képviselői, a környékbeli erdészetek vezetői, a nemzeti park igazgatója és helyi vállalkozók vettek részt. A fő kérdés a már említett energiadvar relevanciája volt. A többség támogató volt, ők is szeretnék megoldani a légszennyezés problémáját. Egyesek szerint nem tudatlanságból fakadnak a rossz tüzelési szokások, hanem anyagi okokból. Másnap a lakossági fórumon és a helyi általános iskola projektnapja alatt a szemléletváltás előmozdítása kapcsán tanácsokat adtunk a helyieknek, hogyan lehet jól tüzelni. A két nap során a fórumokon jegyzeteltem és beszélgettem sok helyi lakossal. Ezenkívül még egyszer 2024. 01. 10-én látogattam el Bükkszentkeresztre, ahol az érdekelt felekkel a közösségi házban egy tanácskozás zajlott az energiadvarral kapcsolatban felmerült kérdések és lehetőségek kapcsán. Itt kulcskérdésként a konyhakész tűzifa eladási ára volt a téma, azonban abban egyetértés volt, hogy megéri – főleg az idős embereknek – ha nem kell előmunkálni a tűzifát. Megállapítottuk, hogy megfelelő marketinggel sikeres lehet az energiadvar, ha az előnyei kihangsúlyozásra kerülnek, mint például a kiszámítható, késésmentes vételezhetőség. Az terepi munka alatt szerzett információkat is segítségül veszem az eredmények kiértékelésében.

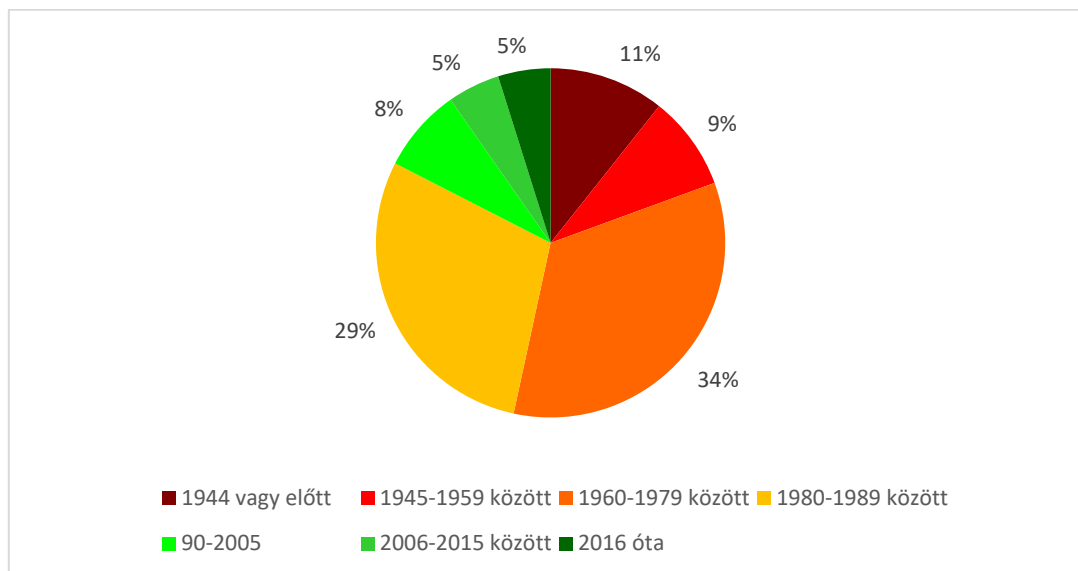
c. Válaszok feldolgozása

A válaszokat Microsoft Excelbe vittem át és ott a kimutatásdiagram segítségével válogattam egymás mellé a kérdéseket összefüggéseket kutatva. Ehhez rendeltem hozzá bizonyos kérdéseknél a friss, 2022-es népszámlálási adatokat (néhol a korábbiakat is). A két mintafelvétel között kicsivel több mint egy év telt el (a népszámlálás 2022 októberi, a kérdőívem 2023 novemberi-januári állapotokat mutat), ami pont az energiaválságnak a legsúlyosabb időszaka volt. Bár a válság jelei hazánkban már a nyár közepe felé látszódtak, nem gondolnám, hogy a népszámlálásig sikerült volna érdemi energetikai felújításokat eszközölniük a lakosoknak. Amennyiben már korábban elkezdtek volna felújításokat végrehajtani, azt egy, a Covid után készült tanszéki kérdőívezés eredményeivel lehet megállapítani. 2021 szeptemberében történt a házról-házra menő adatfelvételezés és épülettípológiai felmérés is Csoknyai és társai (2014) munkájának alapján. Ennek eredményeit éppen most publikálja a kutatócsapat.

8. Eredmények:

a. Az épületállomány korával kapcsolatos megállapítások:

Először az épületállomány korával kapcsolatban kezdtem el vizsgálni a kapott eredményeket. A népszámlálási adatok alapján Bükkszentkereszt lakott épületeinek a 38%-a 1961-1980 között épült. Az épületállomány nagyrésze az ezt megelőző 15 vagy az ezután következő 20 évben épült. A 2000 után épült, új építésű lakott lakások aránya az országos átlag alatt van, de ez az észak-magyarországi régión belül átlag feletti arány. A beérkezett válaszokban hasonló nagyságrendben érkeztek be az épületek korát meghatározó válaszok, ahogy azt a 6.ábra mutatja.



6.ábra. A válaszadók épületének építési éve (ELTE saját adatbázis)

b. Az épületállomány és a hőmérséklet

Minél régebben épült egy családi ház annál nagyobb a fűtési energiaigénye. Csoknyai Tamás et al. (2014) épülettípológiai elemzése szerint az 1980 előtt épült házaknál ez Magyarországon átlagosan 300-500 kWh/m² közötti ez az érték évente. Ezeknél a házaknál a legnagyobb hőveszteséget okozó rész a tető és a fal. Az 1980-89 között épült házaknál kisebb az energiaveszteség (~ 210 kWh/m²), ami főleg a falon és a padlón veszik el. 1990-2005 között épült házaknál a fal után a nyílászárókon van a legnagyobb hőveszteség hozzáátve azt, hogy ez

már jelentősen kisebb körülbelül 40 kWh/m² veszteség, de még ezt is lehetne csökkenteni. Ezeknél a házaknál már látszik, hogy az építésnél már megjelent a köztudatban a hőszigetelés.

	0-2 fok között van a visszahűlés	2-5 fok között van a visszahűlés	5-10 fok között van a visszahűlés	10 foknál is nagyobb az eltérés az esti és reggeli hőmérséklet között	Végösszeg
1944 vagy előtt	3	6	2	-	11
1945-1959 között	1	6	2	-	9
1960-1979 között	6	18	10	1	35
1980-1989 között	8	16	5	1	30
1990-2005 között	4	3	1	-	8
2006-2015 között	2	3	-	-	5
2016 óta	4	1	-	-	5
Végösszeg	28	53	20	2	103

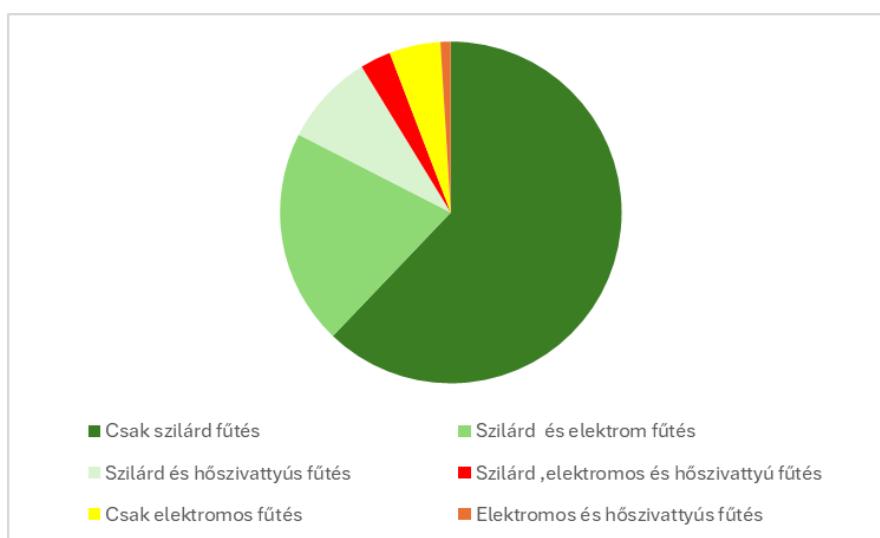
7.ábra. Az épületállomány kora és az esti és a reggeli hőmérséklet eltérése

c. Az épületállomány és a fűtéstechnika

A válaszadók 12%-a jelenleg nem használ tűzifát, ezekből 5 háztartás nem is rendelkezik erre alkalmas eszközzel, ők mind csak villannyal fűtenek. Az 5-ből 3 ház 2016 óta épült. Ebben a 12%-ban csak olyan háztartások vannak, akiknek a háza 1960 után épült. 66 háztartásban használnak csak szilárd tüzelőanyagokat. Ebbe a 66-ba beletartozik mind az 5, akik 2006-2015 között építették a házukat. Már megállapítottuk, hogy ezen házak jól szigeteltek, azonban fontos megjegyezni, így nem szükséges számukra több lábon állniuk fűtési szempontból, mert alacsony a házuk hőigénye. Három építési idő kategória van, ahol nem éri el a csak szilárd anyaggal tüzelők aránya az 50%-ot, az 1944 előtt, az 1990-2005 között és a 2016 után épült házak. Utóbbi kategóriában több olyan háztartás is van, ami nem is rendelkezik erre alkalmas berendezéssel.

A háztartások 23%-a egészíti ki a szilárd fűtőeszközzel történő fűtését elektromos árammal. A legnagyobb arányban az 1944 előtti háztartásokban van (55%), amit magyarázhat, hogy még központi fűtés nélkül épültek a házak, így néhány helyiséget gyorsabban tudnak így felmelegíteni.

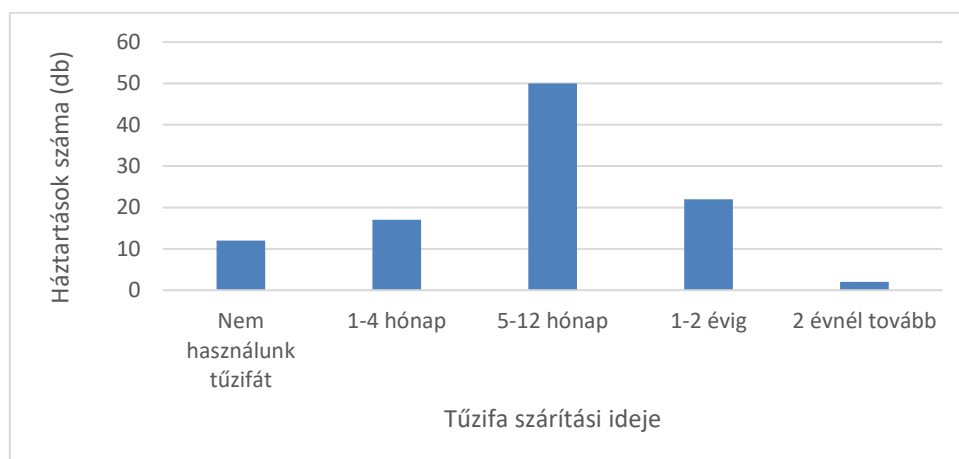
A felmért háztartások 12%-a használ hőszivattyút. A település adottságainak köszönhetően nem lehet csak hőszivattyúval felfűteni egy egész lakást télen, mivel a hőmérséklet tud nagyon alacsony lenni. Ezzel a lakosok is tisztában vannak, ezért nincs csak hőszivattyúval fűtő háztartás a válaszadók között.



8.ábra. A fűtési módszerek megoszlása (ELTE saját adatbázis)

d. A fa szárítási idejéből levonható tanulságok

A második fejezetben szó volt arról, hogy milyen fontos a fa égetésének a körülménye és a fa nedvességtartalma. A faluban a legtöbben csak 5-12 hónapig szárítják a tűzifát. Ennyi idő alatt nem tud rendesen kiszáradni a fa, alacsonyabb lesz a fűtőértéke. A 103-ból csak 2 háztartásban, szárítják ki megfelelő ideig a fát. A tűzifát felhasználó háztartások 17%-a 4 hónapnál kevesebbet szárítja a fáját, ami nem hatékony. Ráadásul roncsolja a berendezést és a kéményt is a tökéletlen égésből származó kátrány. Továbbá sokkal több PM-et bocsát ki, aminek negatívumairól már korábban értekeztem,



9.ábra. A tűzifa szárítási ideje háztartásonként

A bükkszentkeresztiiek 60%-a nehézségként ítélte meg az energia megfizethetőséget már az energiaválság előtt, 2021-ben is. „*Nem azért használunk nedves fát, mert az kényelmesebb, hanem mert nincs pénzünk évekre előre megvenni a tűzifát.*” (szóbeli közlés – helyi lakos)

e. A hőmegtartás fontossága

A jó szigetelő képesség fontos, hiszen minél gyengébb a szigetelés, annál többet kell fűteni vagy annál hidegebb lesz. Illetve fontos a megtermelt hő tárolása is, hogy tovább lehessen kevesebb energiabefektetéssel meleg. A cserép- vagy tömegkályhával, illetve legalább 800 literes vizes hőtárolóval rendelkező háztartásokból 44 van, míg a többi 59 ilyennel nem rendelkezik. A 14.ábrán látható, hogy a hőtárolás kifizetődő, sokkal melegebb marad reggelre a szobák hőmérséklete általa.

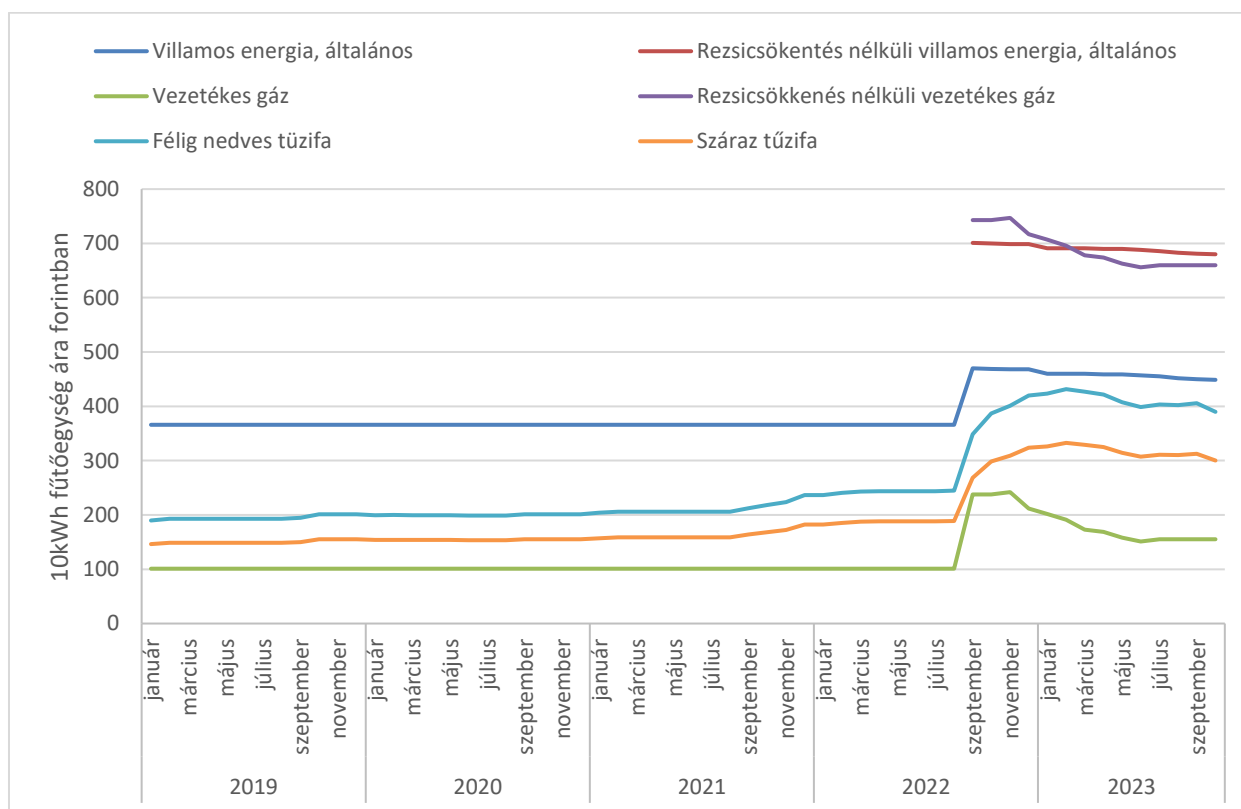


10.ábra. A hőmegtartással rendelkező és nem rendelkező házak egy éjszaka alatti lehűlése

f. Az energiaválság hatása

Az energiaválság első kiváltó oka az volt, hogy a Covid járvány után megnőtt a kereslet, ami az infláció növekedését okozta. Ezt fokozta az orosz-ukrán háború és a holland gázmezők bezárásával csökkenő kínálat az energiapiacra. (Pej Zsófia, 2023) Az ebből fakadó infláció az összes energiahordozó árát megemelte, ami sok családot hátrányos helyzetbe hozott, ugyanis évekig stabil volt az energiahordozók ára a magyar háztartások számára, így a hirtelen emelkedés nehéz helyzetbe hozta őket. A válság hatására a kormány módosította a rezsicsökkentést, így az átlagfogyasztás felett elvette a támogatást, valamint hatósági árassá tette a tűzifát egy bizonyos mennyiségig – igaz, a megállapított hatósági ár igen magasnak bizonyult.

Az alábbi ábrán láthatóak az energiaár változások az elmúlt évekből. Megállapítható, a fa a legolcsóbban megvásárolható fűtőanyag Bükk-szentkereszten (mivel vezetékes gáz nincs a településen). A nedves és száraz tűzifa kWh-jának kiszámításához Harmat Á. et al. (2018) számadatait használtam. Bizonyos esetekben kivételt képeznek a hőszivattyúval és napelem + villamos árammal és/vagy hőszivattyúval fűtő háztartások. Számukra a költségek egy része alacsonyabb a saját megtermelésű energia miatt. A napelem és napkollektor segítségével csak a napközbeni hőenergia-termelés árát lehet megspórolni, az estét nem, sőt a leghidegebb téli időszakokban a kevesebb napfény miatt kevesebbet is termelnek. A grafikonon látható, hogy száraz fával fűteni mennyivel jobban megéri, mint nedves fával. A fa költségéhez viszont nem számítottam hozzá a szállítási díjat, valamint a feldolgozási költségeket, mivel ezek ára terület- és távolságfüggő. A 2022-ben bekövetkezett áremelkedés jelentősen növelte a háztartások energiakiadásait, sokakat változtatásra ösztönözve.



(11.ábra. A leggyakoribb fűtőanyagok árváltozása Magyarországon 2019 és 2023 között a KSH 1.2.1.6.táblázataalapján, a tűzifa típusok árának kiszámítását Harmat Á. et al. (2018) módszere alapján végeztem, a KSH tűzifa áradatából kiindulva)

7 megkérdezett mondta, hogy nem érintette az energiaválság, így meg sem próbáltak spórolni. Kevésbé érintette a háztartások 27%-át. A megkérdezettek 31%-át inkább érintette a válság. Szinte mindannyian csökkentették az energiafogyasztásukat, de ennek ellenére nőttek az energiakiadásai. A legtöbben, 38-an azt válaszolták, hogy a háztartás mindennapjait jelentősen megterhelte az energiaválság. Itt találhatóak a csak villamos energiával fűtő háztartások, amit a 11.ábra. jól megmagyaráz.

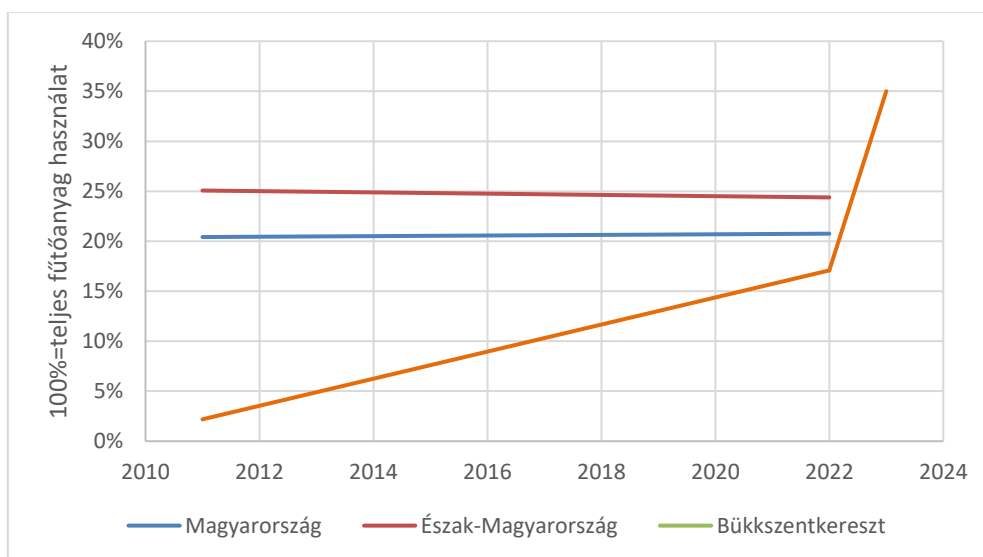
g. Szoba hőmérséklet csökkentés

A legegyszerűbb módja a kiadások csökkentésének, ha kevesebb tüzelőanyagot használunk fel a fűtés visszafogásával. A kitöltők több, mint fele csökkentette is valamennyivel a szobák hőmérsékletét. 4 háztartás csökkentette 2°C-nál nagyobb mértékben a szobák hőmérsékletét. Valószínűleg rákényszerültek hőkomfortjuk lejjebb vitelére, ami azért baj, mert 3 háztartás estéről reggelre való hőmérsékletváltozása a 5 °C-ot is meghaladta. 49 háztartás csökkentette 1-2 °C-kal a szobák hőmérsékletét. Ide tartozott a tűzifát nem használók nagy része is, mivel

egy infrapanellel könnyebb csökkenteni a hőmérsékletet, mert jól szabályozható. 50 háztartás viszont egyáltalán nem csökkentette a szobáik hőmérsékletét. Egyik másik kérdéssel sem lehet összefüggésbe hozni, hogy miért nem csökkentették a szobák hőmérsékletét.

h. A fűtési módok megváltozása

A település $\frac{3}{4}$ -e csak fával fűtött a 2021-es kérdőív felmérése idején. Az azóta eltelt két évben a kérdőívet kitöltők alapján ez az arány 63%-ra (65 válaszadó háztartás fűt csak fával) esett vissza. Ez még, így is bőven nagyobb, mint az országos és régiós arány (egyik sem érte el 2022-ben a 22%-ot). Ezen kívül csak 5 háztartás van, ami egyféle fűtőanyagot használ, ami a villamosenergia. Tehát a kitöltők 68%-a egyféle fűtőanyagot használ.



12.ábra. A többféle fűtőanyagot használók aránya (KSH és ELTE saját adatbázis)

2011-es népszámlálás idején még csak 6 háztartást mértek fel elektromos árammal fűtőnek. A 2021-es felmérés idején már 83 volt. Az általunk megkérdezett 103 háztartásból 30 háztartás jelezte, hogy használnak valamilyen szinten áramot fűtésre. Amennyiben ezt az adatot a falu egészére vetítjük 128 háztartást jelentene. Bükkshentkeresztben bőven az országos arány felett fűtenek villamos árammal a 2022-es népszámlálás adatai alapján is. Fontos kiemelni, hogy 12 háztartás szerelt fel napelemet vagy napkollektort, hogy mérsékeljék az energiaköltségeiket. 4 háztartás épített be hőszivattyút, amivel együtt a kérdőív kitöltői közül már 12-en használják ezt a technológiát. Ez az egyik legkörnyezetbarátabb technológia, de lehet az egyik legdrágább is (bár sokféle olcsóbb típusa is létezik). A 2021-es adatfelvétel 2%-ra becsülte a környezeti

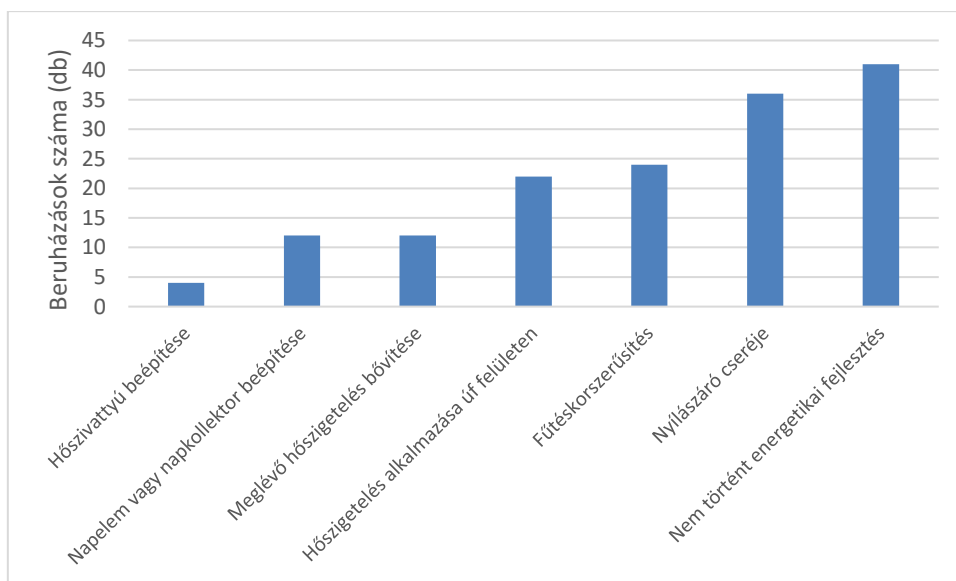
hőfelhasználás (hőszivattyús technológia) arányát, ami biztos megduplázódott, de az sem kizárt, hogy nagyobb arányban nőtt.

i. Beruházások alakulása

Az elmúlt 2-3 évben 110 energetikai épületfelújítás történt az állandóan lakott házakban a kérdőívet kitöltők válaszai alapján. Ez a falu egészére kiterjesztve 469 beruházást jelentene, azaz minden lakott házra 1,1 energetikai felújítás jutna. Ha ez ténylegesen igaz lenne a falu egészére egy ilyen rövid időszak alatt, az igazán szép teljesítmény volna.

A felmérésben résztvevők 37%-nál, azaz 41 háztartásnál nem volt energetikai felújítás az elmúlt pár évben. 69 háztartásban biztosan történt energetikai beruházás a kérdőív alapján, így az egy felújított lakott házra jutó beruházások száma 1,6.

A legtöbb felújítás a nyílászárókat érintette. A második leggyakoribb beruházás a fűtőkorszerűsítés volt. 34 háztartás foglalkozott a hőszigetelés kérdésével. 12 háztartás szerelt fel napelemeket, valamint 4-en hőszivattyú felszerelésébe fektette be.



13.ábra. A beruházások alakulása az elmúlt 2-3 évben

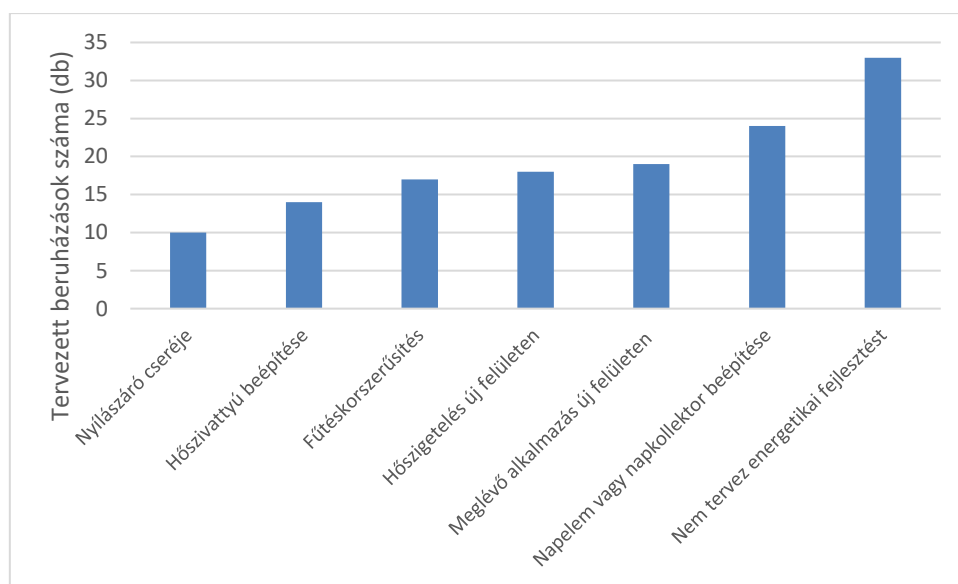
j. Jövőbeli tervek

Mindig fontos, hogyha teheti az ember előre lásson és felmérje, hogy milyen fejlesztések szükségesek a háza táján. 10 háztartás van, akik - önerőből, támogatás nélkül is legalábbis a válaszuk alapján - biztosan meg fogják valósítani a fejlesztési terveiket. Megtehetik, hogy nem

várnak állami támogatásra és végrehajtják a szükséges fejlesztéseket, így hamarabb megtérül nekik, illetve az ingatlanjaik értéke is nő. 32%-a háztartásoknak nem tervez végre hajtani semmilyen energetikai beruházást. Nagyrészt olyan háztartások, amik már energetikailag hatékonyan működnek (például jó hőszigetelés), illetve a szegényebbnek titulált háztartások tartoznak még ide.

A legtöbben, akik beruházást terveznek, napelemet vagy napkollektort szeretnének a házukra. 26%-a válaszadóknak, aki az új vagy a már meglévő hőszigetelését szeretné bővíteni. Nyílászáró cserét csak 1989 előtt épült házakban terveznek, ez az épületek korából adódóan szükséges beruházás. 17 háztartás tervez fűtőkorszerűsítést végezni.

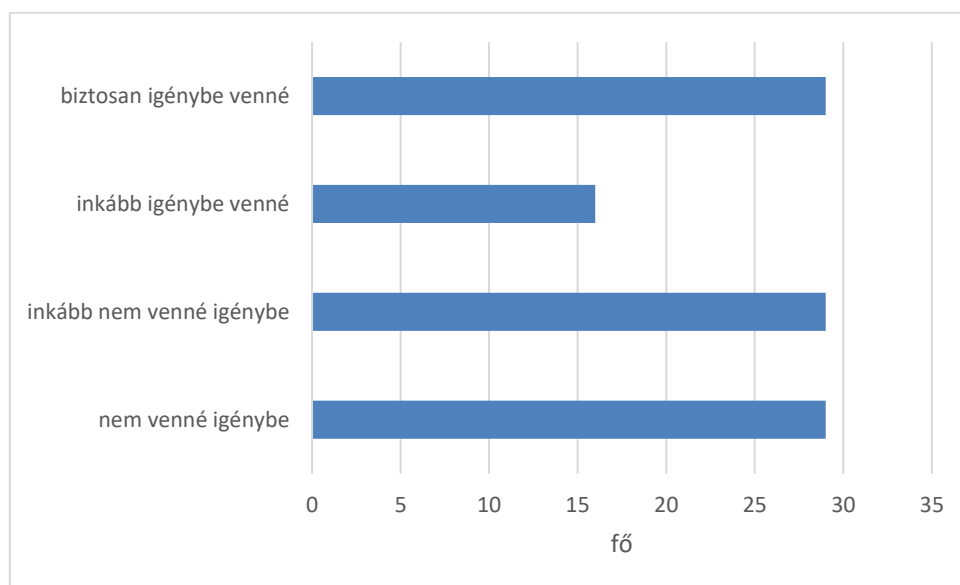
A válaszadók 29%-a nem is tudta, hogy lennének energetikai célú támogatások (otthonfelújítási program 2024), az ő tájékoztatásuk szükséges lenne az energiahatékonyság növelés érdekében.



14.ábra. A tervben lévő beruházások száma az elkövetkezendő 1-2 évre

k. Az energiaudvar megítélése

A válaszadók 28%-a biztosan igénybe venné az energiaudvart, ami mindenképpen jó hír. Az eggyel bizonytalanabb csoportba a válaszadók 16%-a tartozik. Ez a 44%-nyi érdeklődőt jelent. Ellenben a válaszadók 56%-át teljesen vagy részben nem érdekli az energiaudvarban való vásárlás. Ebbe beletartozik 8 háztartás is, akik nem használnak tűzifát, így ez árnyalja a negatív megítélések arányát.



15.ábra. A kitöltők hajlandósága a leendő energiaudvar igénybevételére

9. Következtetések

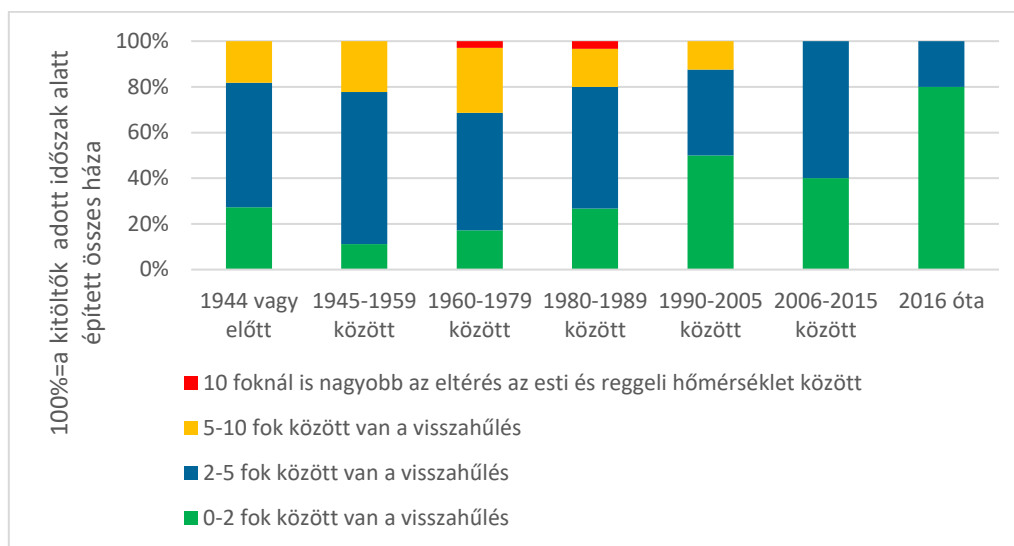
Az 1944 előtt épült 11 ház több, mint a felében (6) $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ foknál is nagyobb az eltérés az esti és a reggeli hőmérséklet (a továbbiakban csak eltérés) között. 3-ban ennél sokkal kevesebb az eltérés, ami azt valószínűsíti, hogy már a válság előtt vagy a válság hatására jó hőszigetelést építettek ki, mert annyira rossz állapotban volt az épület. Olyan állapotban, mint a maradék kettő 1944 előtt épült lakás, ahol $5\text{--}10\text{ }^{\circ}\text{C}$ fok közötti az eltérés. Hasonló megállapításokat lehet levonni az 1945-1959 között épült lakásokról is.

Az 1990 után épült házak a legjobban szigetelt házak, ami nem meglepő annak tekintetében, hogy ez időben jelent meg széleskörben a hőszigetelés, majd elvárás is lett az engedélyezési folyamatban. Mind a három kategóriában 40% felett vannak $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ alatti eltérésű házak. Az ide tartozó 18 ház közül csak 1 tartozik a rosszul szigetelt kategóriába, ami szintén megerősíti az újabb ház jobb hőszigetelés hipotézisem.

Összességében a felmért háztartásoknak a 21%-a lakik rosszul hőszigetelt házakban, hiszen $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ -kal is nagyobb az eltérés. 51%-uk $2\text{--}5\text{ }^{\circ}\text{C}$ közötti eltéréssel, 27%-uk még ennél is kisebb eltéréssel rendelkezik, utóbbiak háza van jól szigetelve.

Az 1960-1979 és 1980-1989 között épült házaknál 50% körüli arányban vannak a $2\text{--}5\text{ }^{\circ}\text{C}$ közötti eltérésű lakások. Az 1980-1989 között épült házaknak kicsivel jobb a hőszigeteltsége.

Megjegyzendő, két háznál volt a lehűlés 10 °C-nál nagyobb, ezeket a házakat sürgősen fel kellene újítani, mert ez hatalmas hőveszteség.



16.ábra. Az épületek kora és a lehűlés mértéke

A 15 háztartásból, akik 4 hónapnál kevesebbet szárítják a fát 11-nél nem történt semmilyen energetikai felújítás az elmúlt 2-3 évben. Ez az adat is arra utal, hogy a szegénység miatt nem engedhetik meg maguknak a tűzifa tovább szárítását. Ráadásul a hőtárolásról szóló kérdésnél 9-en drágának ítélték meg a beruházást. Ez a legfőbb ok, amiért nincs nekik és nem is terveznek beszerezni ilyen.

A 2021-es, energiaválság előtti felmérésben az azt kitöltő 160 háztartás tűzifa szárítási szokásaira is rákérdeztek. A két kérdőívben ugyanazok a válaszlehetőségek voltak megadva a kérdés tekintetében. Az eredményekben csak pár százalékos eltérések vannak, ami nem releváns. Megállapítható, hogy a bükkszentkereszti lakosok az energiaválság hatására nem kezdtek el nedvesebb fával tüzelni.

Akik, úgy válaszoltak a kérdőívben, hogy nem érintette őket az energiaválság, azok jellemzően nem végeztek energetikai fejlesztést és nem is terveznek a jövőben, ami nagyrészt magyarázható azzal, hogy egyik háztartásnak se nagy az eltérése, fűtés-energetikailag hatékony házban élnek. Akiket kevésbé érintette a válság már végeztek felújításokat, de a szobahőmérsékletét döntő többségben ők sem csökkentették. Azok között, akiket inkább érintett a válság szinte mindannyian csökkentették az energiafogyasztásukat, de ennek ellenére nőttek az energiakiadásai. Amelyik háztartás mindennapjait jelentősen megterhelte az

energiaválság, azoknak nagy nehézséget okozhattak az energetikai beruházások is, hiszen ezek ára is nőtt az inflációval. Ezt erősíti meg az, hogy majdnem mindegyikük további beruházásokat tervez, de azt állami támogatással. Itt találhatóak a csak villamos energiával fűtő háztartások, amit a 12.ábra jól megmagyaráz, hogy miért.

A helyiek véleménye a januári tanácskozás alatt az volt, hogy a tűzifával való fűtés még mindig a legolcsóbb Bükkszentkereszten, de sokan át fognak állni a villamos energiával való fűtésre, mert az kényelmesebb. Ez azonban csak 20-30 éves időtávlatban hozhat jelentős átalakulást az energiaforrások szerkezetében. Ugyanakkor a villanyfűtés ellen szól a világ energiapiacához való nagyobb kiszolgáltatottság és a gyakori áramszünetek, amik megkeseríti a helyiek életét. Szerencsésebb tehát, ha a hőszivattyús/villany fűtés csak kiegészíti a fatüzelést.

A szobák hőmérsékletének csökkentése attól függött, hogy a család hajlandó volt-e a kényelmét feláldozni a spórolásért, bármilyen más tényező figyelembevétel nélkül. Erre más összefüggést nem lehetett a kapott eredményekből kimutatni.

A kitöltők 68%-a egyféle fűtőanyagot használ, amit, ha a falu egészére is kivetnénk az a 2022-es népszámlálás 83%-hoz képest erős csökkenés lenne. Ez azt jelenti, sok beruházás történt a fűtés diverzifikációja érdekében. Ezen a diverzifikációk jelentős része biztosan a villamos árammal való fűtésre irányult. Bükkszentkereszten bőven az országos arány felett fűtenek villamos árammal a 2022-es népszámlálás adatai alapján is. Ez valószínűsíthetően amiatt van, hogy jelenleg tűzifával fűteni rengeteg kényelmetlen és plusz munkával jár, valamint a településen nem elérhető a vezetékes gáz.

Nem voltak jelentős összefüggések abban, hogy ha egy család több beruházást végez, akkor ezeket milyen kombinációban teszi. Ez jelentheti azt, hogy az energiaválság ráébresztette az embereket arra, hogy el vannak maradva az hőenergetikai fejlesztésekkel. A válság lehetősége, majd tényleges megjelenése beruházásra készítette a háztartásokat az energiahatékonyság növelése érdekében.

Akik egyáltalán ilyen energetikai beruházásokat azok közé tartoznak, akik 2016 utáni építésű házban élnek, ami nem meglepő, hiszen a frissen épített épületekbe még nem volt szükséges ilyen jellegű beruházásokat végezni, illetve azon háztartásoknak a többsége, akik a tűzifát rövid ideig (1-4 hónapig) szárítják. Utóbbi megerősíti azt a feltételezést, hogy ők a kevésbé tehető rétegbe tartoznak a társadalomnak.

Azoknak a háztartásoknak, akik lecserélték a nyílászárójukat az energiafogyasztásuk kissé csökkent, de az energiakiadásuk ennek ellenére nőtt. A fűtőkorszerűsítést végző háztartások többségében azok a háztartások tartoznak, akik már nem használnak tűzifát, így a fűtőkorszerűsítéssel a villamos árammal és/vagy a hőszivattyúval való fűtésre álltak át. Az energiafogyasztásukat tudták csökkenteni, de csak a felük tudta az energiakiadásukat is mérsékelni. A hőszigeteléssel kapcsolatos fejlesztést végző lakosok a kérdőívben mind 5 °C alatti hőmérséklet eltérést jeleztek, tehát mondhatni sikeresek voltak a beruházásaik. Az energiafogyasztásuk kissé csökkent, de az energiakiadásuk ennek ellenére nőtt. A napelemmel lehet a legnagyobbat spórolni a 12. ábra alapján, azonban könnyen félresiklik a projekt, ha villamos energiával (leggyakrabban infrapanellel) fűt az ember. Ez megtörtént több háztartásnál is, ugyanis azok közül a válaszadók közül, akik napelemeket szereltek fel, csak egy háztartás tudott spórolni az energiakiadásain az elmúlt években. Az új jogszabályok akadályozzák azt a korábbi gyakorlatot, miszerint a háztartásokban a nyáron megtermelt energiát, télen lehet felhasználni. Ráadásul a magyar szabályozásoknak köszönhetően sokkal drágábban veszünk áramot (~40 Ft/kWh) a szolgáltatóktól, mint amennyiért eladni (5 Ft/kWh) tudjuk nekik.

A legtöbben, akik beruházást terveznek, napelemet vagy napkollektort szeretnének a házukra, ami a villanyfűtésre való fokozódó átállással, vagy általában a napenergia népszerűségével magyarázható. 26%-a válaszadóknak, az új vagy a már meglévő hőszigetelését szeretné bővíteni, ők jellemzően az elmúlt 2-3 évben nem végeztek felújítást. Fűtőkorszerűsítést olyan háztartások szeretnének végezni, akik jellemzően nem végeztek az elmúlt 2-3 évben energetikai felújítást. A válaszadók 29%-a nem is tudta, hogy lennének energetikai célú támogatások (otthonfelújítási program 2024), az ő tájékoztatásuk szükséges lenne az energiahatékonyság növelés érdekében.

Akik biztosan igénybe vennék az energiaudvart, azoknak a többségét megterhelte az energiaválság, sokan fejlesztettek is. Van 2 olyan háztartás is, akik jelenleg nem használnak tűzifát fűtéshez, de igénybe vennék. Ebből látszik, hogy a minőségi tűzifa, aminek a feldolgozásával nem kell foglalkozni, vonzó bizonyos családok számára. Az eggyel bizonytalanabb csoportban van az 1-4 hónapig tűzifát szárítók többsége. Ennek oka lehet, hogy nem tetszik nekik a drágább vételi ár, de érdeklődésüket felkeltette, hogy bármikor tudnának minőségi száraz fát venni (abból kevesebb m³ is elég). Akik inkább nem vennék igénybe az

energiaudvar, azok nagy részénél nem történt energetikai fejlesztés az elmúlt 2-3 évben. Jellemző rájuk, hogy tudták, valahogy csökkenteni az energiafogyasztásukat, de az energiakiadásukat nem. Elutasításuk következhet abból, hogy nem hiszik el, hogy az udvarból vásárolt drágább fával kiadásukat csökkenteni tudnák. Véleményem szerint ezen indokok az idő múlásával és az energiaudvar leendő sikerével elmúlnának majd, és hosszú távon inkább vásárolnának az udvarból, mint sem. A legelutasítóbb csoportba tartoznak azok, akik lakásában a legnagyobb lehűlés tapasztalható estéről reggelre, az ő problémájukat nem oldaná meg a jobb tűzifa, nekik előbb a hőmegtartásra kellene koncentrálniuk. Ebben a csoportban van a legtöbb olyan is, akik, hőszivattyút használnak vagy terveznek használni. Ők a fatüzelést inkább kizszorítanák az otthonukból.

A 28%-nyi biztos igénybe vevő már jó alapot jelentene az energiaudvar számára, főleg, ha hozzá vesszük azt a 16%-nyi háztartást, akik valószínűleg igénybe vennék. Ez az arány indulásként nem is lenne rossz. A fentiek tükrében én azt tanácsolnám az önkormányzat vezetésének, hogy valósítsák meg a tervezett projektet.

10. Összefoglalás

A bükkszentkereszti háztartások energiahatékonysági fejlődése megkérdőjelezhetetlen (legalább a 103 kitöltő háztartások esetében). Ennek fő oka az energiaválság miatt megnövekvő kiadásuk ellensúlyozása érdekében tett fejlesztések. Rengeteg beruházást végeztek a háztartások, nem féltek a régi eszközöket újakra, jobb energiahatékonyságú eszközökre cserélni. Bár a legtöbb esetben az energiafogyasztás csökkenése nem járt azonnali kiadáscsökkenéssel, sőt inkább nőttek a kiadások az energiahordozók drágulása miatt. A válaszok alaján az látszik, hogy ez mégsem vette el az emberek kedvét a jövőbeli fejlesztésektől. A tűzifa hirtelen dráguló ára sokakat késztetett arra, hogy több lábon állásra rendezkedjenek be, más megoldásokkal is próbálkozzanak. Sajnos ezek valóban csak próbálkozások, hiszen csak igen szerény tájékoztatást vagy támpontot kapnak az államtól a kiútkeresők. Ezt az állítást igazolja, hogy kiemelkedő számú család használ villamos energiát a fűtéshez, hogy az enyhébb időszakok alatt kényelmesebben tudjanak fűteni, miközben ezeket a technológiákat semmiképpen nem ajánlatos alkalmazni, hiszen ezeknél lényegesen korszerűbb és hatékonyabb megoldások (pl. a hőszivattyúk) is elérhetők – ráadásul ezek az országos villamosenergia-rendszer működését is komolyan megterhelik, sőt veszélyeztetik.

A régebbi házak hőszigetelése még mindig nem oldódott meg, bár előzetes várakozásaimat, így is meghaladta a megvalósult és tervezett beruházások száma (fontos megjegyezni, hogy ezek a jövőbeli tervek nem biztos, hogy megfognak valósulni). A lakosok a jövőben szívesen végeznének további beruházásokat, de ehhez elengedhetetlennek tűnik valamiféle állami támogatás. A hőtárolással rendelkező háztartások száma, a várakozásaimmal megegyezően alacsony volt. Az a hipotézisem, hogy az újabb építésű házakban alacsonyabb lesz a fával való tüzelés, téves volt. A 2006-2015 között épült házak mindegyikében használnak fatüzelést. Sajnos még mindig vannak olyan energiaszegények, akik nem tudják 4 hónapnál tovább szárítani a tűzifát, így a rossz minőségű fatüzelés révén szennyezik az egész falut, jelentősen hozzájárulva a szmogos légköri helyzetek kialakulásához. A leendő energiadvart egyelőre nem használná ki a válaszadók több, mint fele, de véleményem szerint ez az idő előre haladtával és az udvar elismertségének növekedésével megváltozna. A megvalósult fejlesztések és az energiadvar megépülése szükséges ahhoz, hogy rövid és hosszú távon is csökkenjen a PM szennyezés, és általában javuljon a levegőminőség.

Nekem az a véleményem, hogy az energiadvarnak van jövője Bükkzentkeresztben és mindenképpen meg kellene valósítani a projektet.

11. Felhasznált irodalom

Attila B. et al. (2023): The monetary value of convenience and environmental features in residential heat energy consumption, in particular its social determinants
<https://doi.org/10.1016/j.esr.2023.101192>

Bajomi Anna Zsófia: Habitat for Humanity Magyarország - A szociális tüzelőanyag-támogatás Magyarországon, 2018
https://habitat.hu/wp-content/uploads/2018/09/hfhh_tuzifa_tanulmany.pdf

Bartholy Judit és Pongrácz Rita: Klímaváltozás – ELTE TTK, 2013
<https://ttk.elte.hu/dstore/document/874/book.pdf>

Beluszky Pál, Kovács Zoltán: Településállomány – Magyarország Nemzeti Atlasza, 2021
https://www.nemzetiatsz.hu/MNA/MNA_3_8.pdf

Budai Edina és Dr. Munkácsy Béla: Energetikai irányváltás küszöbén: Energiaföldrajzi kutatások magyarországi mintaterületeken, ELTE TTK, 2016
https://edit.elte.hu/xmlui/bitstream/handle/10831/32957/az_energetikai_iranyvaltas_kuszoben_munkacsy_bela_u.pdf?sequence=1

Bükkszentkereszt Városhivatal: Építési szabályzat melléklete-szabályozási terv
<https://bukkszentkereszt.hu/wp-content/uploads/2021/01/Helyi-epitesi-szabalyzatrol-szolo-rendelet-mellekletekkel.pdf>

Cohen, A.J. et al. (2017): Estimates and 25-year trends of the global burden of disease attributable to ambient air pollution: An analysis of data from the Global Burden of Diseases Study 2015 – Lancet;
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5439030/>

Csoknyai Tamás et al. (2014): Lakóépület Tipológia Magyarországon
https://episcopo.eu/fileadmin/tabula/public/docs/brochure/HU_TABULA_TypologyBrochure_BME.pdf

Európai Számvevőszék - különjelentés - Légszennyezés: egészségünk védelme még mindig nem elégséges, 2018
<https://op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/air-quality-23-2018/hu/>

European Environment Agency - Share of energy consumption from renewable sources in Europe, (2024.03.27.)
<https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/share-of-energy-consumption-from>

European Environmental Agency - Air quality in Europe — 2016 report
https://www.researchgate.net/publication/311857985_Air_quality_in_Europe_-_2016_report

European Environmental Agency - Air quality in Europe — 2017 report
https://www.researchgate.net/publication/323005604_Air_Quality_in_Europe_-_2017_report

Feldmár N. – Bajomi A. Zs. (2022): Vissza a tűzifához? - Lakossági szilárd tüzelés Magyarországon - Éves jelentés a lakhatási szegénységről 2022 - Habitat for Humanity Magyarország, 2022
<https://habitat.hu/sites/lakhatasi-jelentes-2022/vissza-a-tuzifahoz-lakossagi-szilard-tuzeles-magyarorszagon/>

Fellegi D. - Fülöp O. (2012): Szegénység vagy energiaszegénység? - Az energiaszegénység definiálása Európában és Magyarországon – Energiaklub, 2012
https://energiaklub.hu/files/study/energiaklub_szegenyseg_vagy_energiaszegenyseg.pdf

Forecast Watch: Global and Regional Weather Forecast Accuracy Overview 2017–2022 - Intellovations, LLC, 2023
https://forecastwatch.com/wp-content/uploads/Global_and_Regional_Weather_Forecast_Accuracy_Overview_2017-2022.pdf

Harmat Á. et al. (2018): Az erdészeti biomassza fenntarthatósági kérdései Borsod-Abaúj-Zemplén megyében – Földrajzi Tanulmányok,
https://geo.unideb.hu/sites/default/files/file_uploads/fold_tan_2018_0.pdf

Hetesi Zs. (2020): Élhető települési jövőkép a fenntartható rendszerek szempontjából – Nemzeti Közzolgálati Egyetem,
<http://hdl.handle.net/20.500.12944/16802>

IPCC: Climate Change 2023 Synthesis Report

https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_SPM.pdf

Lelieveld, J. et al. (2020): Loss of life expectancy from air pollution compared to other risk factors: a worldwide perspective - Cardiovascular Research, Volume 116, Issue 11, 2020, 1910–1917 pages;
<https://academic.oup.com/cardiovasres/article/116/11/1910/5770885>

Pej Zsófia: Ki viselte az energiaválság terhét? - Energiaklub, 2023

<https://energiaklub.hu/tanulmany/ki-viselte-az-energiavalsag-terheit-5151>

Pirity Attila et al.: Bükkszentkereszt településképi arculati kézikönyv, 2019

<https://bukkszentkereszt.hu/wp-content/uploads/2019/05/Telep%C3%BCI%C3%A9sk%C3%A9pi-arculati-k%C3%A9zik%C3%B6nyv.pdf>

Press-Kristensen, K. (2019): A lakossági tüzelés légszennyezése – dán tapasztalatok nemzetközi kitekintéssel; Levegő Munkacsoport,

https://www.levegő.hu/sites/default/files/Pollution_from_residential_burning_hungarian_final.pdf

Radó Nóra: A légszennyezettség az a csendes gyilkos, amivel megtanultunk együtt élni, pedig nem kellene – Qubit, 2020

<https://qubit.hu/2020/10/29/a-legszennyezettseg-az-a-csendes-gyilkos-amivel-megtanultunk-egyutt-elni-pedig-nem-kellene>

Seyedehmehrmanzar, S., Csikós, N., Szilassi, P. (2023): Effects of land use patterns on PM10 concentrations in urban and suburban areas. A European scale analysis – Atmospheric Pollution Research - Volume 14, Issue 12,

<https://doi.org/10.1016/j.apr.2023.101942>

Üllar A. et al. (2014): Renovation alternatives to improve energy performance of historic rural houses in the Baltic Sea region

<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.03.049>

Veres László: Száz Magyar Falu - Bükkszentkereszt – Kézikönyvtár, 2002

<https://www.arcanum.com/hu/online-kiadvanyok/SzazMagyarFalu-szaz-magyar-falu-1/bukkszentkereszt-1AD2/>