Környezeti Tervezési és Nevelési Hálózat

EU Energy Poverty Advisory Hub

A **Környezeti Tervezési és Nevelési Hálózat** koncepciója

Bükkszentkereszt fűtési eredetű környezeti és társadalmi problémáinak mérséklésére

- a társadalmi vita eredményeként létrehozott dokumentum -

a projektet az Európai Bizottság “Energy Poverty Advisory Hub” (EPAH) programja támogatja

ISBN 978-615-02-2659-0

A projekt szakértői:

Dr. Munkácsy Béla - a földrajztudomány doktora, okl. környezetmenedzser, tanár

Csontos Csaba - okl. táj- és környezetkutató geográfus

Harmat Ádám - okl. megújuló energiaforrás szakértő, geográfus

Nagy Bence - tanár

José Campos - villamosmérnök, okl. környezetkutató

Ezúton is köszönjük a település aktív közösségének és elhivatott döntéshozóinak támogatását!

Tartalom

1. Előzmények - korábbi kérdőívek 4
1.1 Kutatási előzmények – a 2021-es kérdőív 4
1.2 Előzmények - korábban szerzett tapasztalatok a településen 9
2. Az EPAH pályázat 10
2.1 2023-as kérdőív: “Az energiaárak növekedésének hatása Bükkszentkereszt háztartásainak fűtési energiafelhasználására” 13
3. Javaslataink 16
3.1 Száraz tűzifa problematikája 16
3.2 Az energiaudvar koncepció 16
3.2.1 A szárítandó tűzifa mennyisége 17
3.2.2 Az energiaudvar területigénye 17
3.3 Javasolt telephelyek 18
3.4 Szükséges munkagépek és infrastruktúra 21
Napelemes villamosenergia-ellátás 22
A konyhakész tűzifa tárolása 22
3.5 Szükséges munkaerő 23
4. Költségek 24
4.1 Beruházási költségek hozzávetőleges* kalkulációja az “A” és “B” telephely esetén 24
4.2 Működési költségek 25
A konyhakész tűzifa kalkulált ára 25
5. Természetvédelmi megfontolások 26
6. Szemléletformálás 27
Melléklet 28

1. Előzmények

1.1 Kutatási előzmények – a 2021-es kérdőív

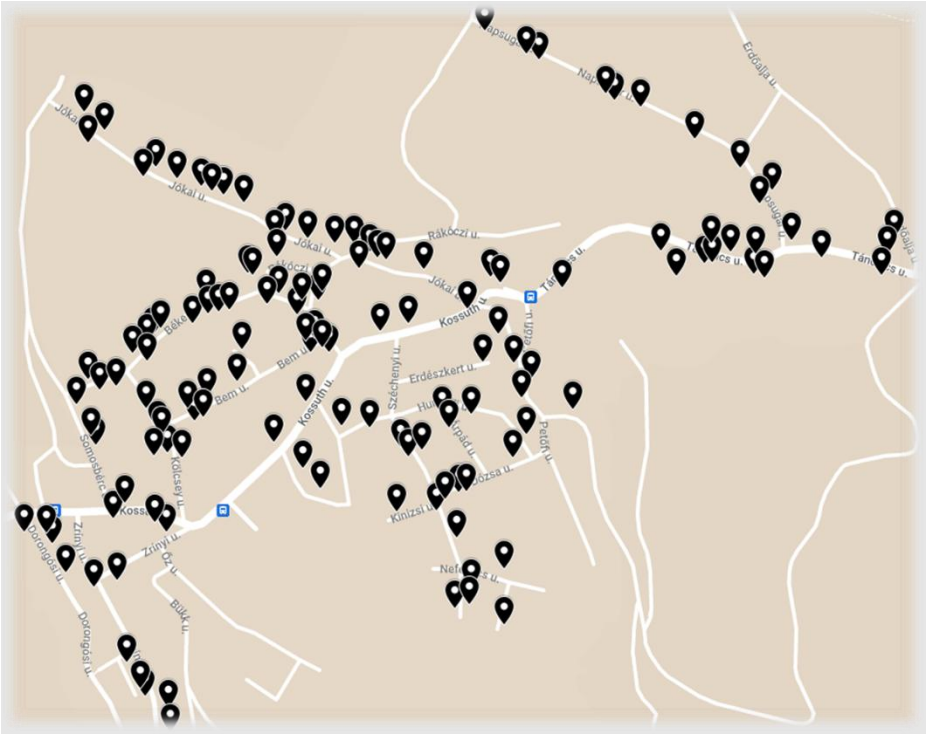
Az Eötvös Loránd Tudományegyetem Környezet- és Tájföldrajzi tanszéke és a Környezeti Tervezési és Nevelési Hálózat 2014 óta folytat energiaföldrajzi kutatásokat a Bükk térségében, eddig csaknem 30 települést érintően. 2021 szeptemberében indult meg az adatfelvételezés Bükkszentkereszten, ám a szokásos, a háztartások energiafelhasználásának gyakorlatára irányuló személyes kérdőívezés mellett megtörtént a teljes épületállomány épülettipológiai felmérése is. Ennek a döntésnek három oka is volt:

a) a COVID-járvány okozta bizonytalanság és bizalmatlanság, ami miatt a személyes kommunikáció normális rendje még nem állt vissza;

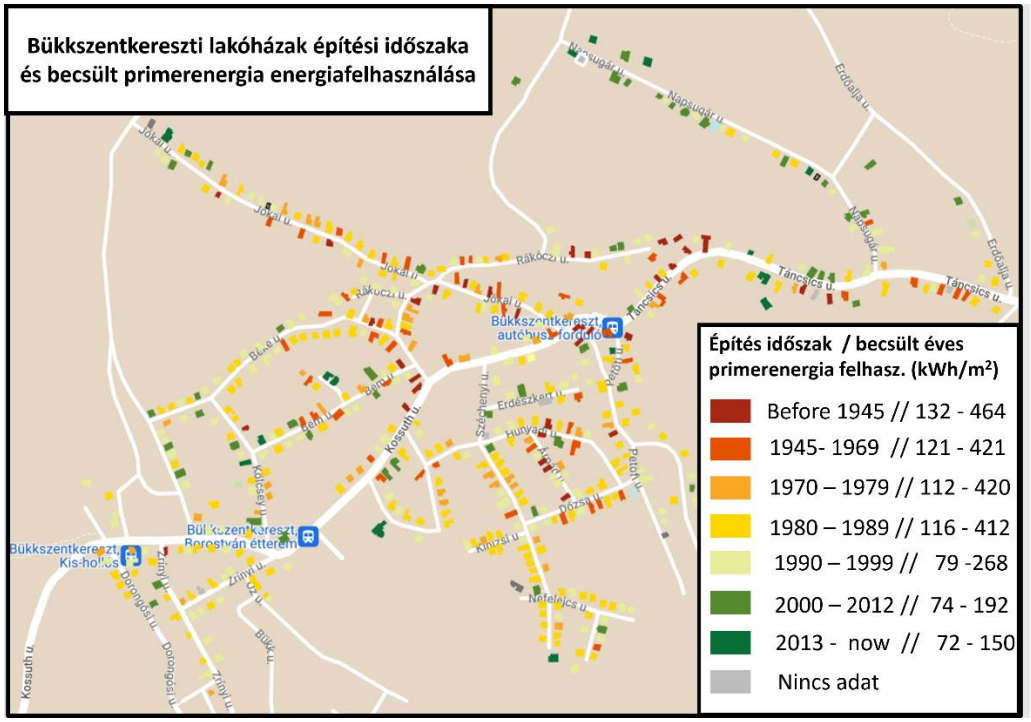
b) a két módszertan alkalmazásával a kapott eredmények kölcsönös validálhatóságának lehetősége és igénye teljesült;

c) a lehető legnagyobb számban a leghatékonyabb módszerekkel sikerült a kutatáshoz szükséges információkat begyűjteni.

Az általános kutatási gyakorlathoz képest a **háztartások szokatlanul nagy részét, 30%-át, lefedő kérdőívezés (**1. ábra**)**, valamint a teljeskörű épülettipológiai felmérés (2. ábra) alapján egy energetikai értelemben elavult épületállomány képe rajzolódik ki, amely leginkább az épületek koreloszlásával, illetve épületenergetikai jellemzőivel magyarázható.

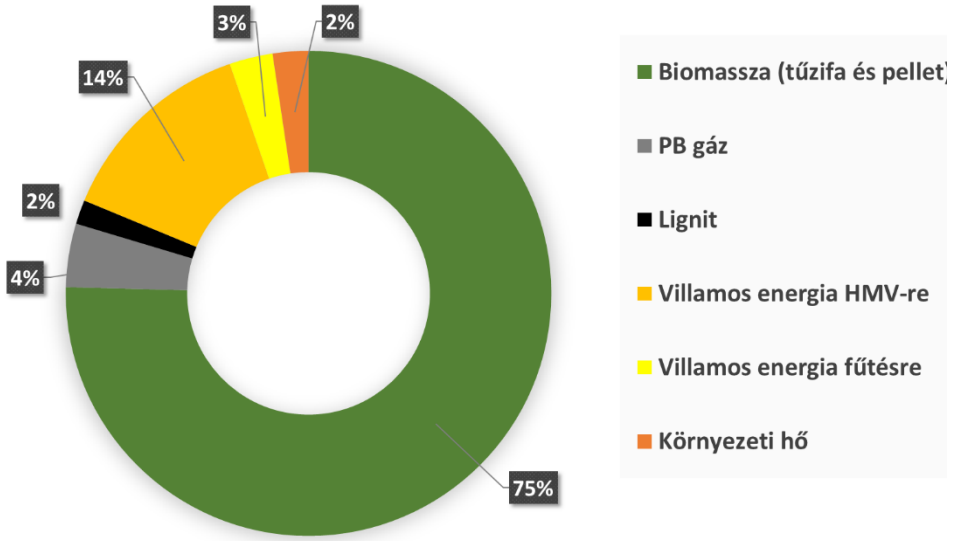


1. ábra: ***A 2021. szeptemberében személyes kérdőívezéssel felmért háztartások földrajzi elhelyezkedése Bükkszentkereszten***



2. ábra ***A 2021. szeptemberében elvégzett épülettipológiai felmérés eredményeképpen kirajzolódó kép Bükkszentkereszten***

A kutatás szempontjából fontos, hogy a faluban nincs vezetékes földgázhálózat, így nem meglepő, hogy **a lakosság 90%-a tűzifával** fűt - miközben a felhasznált tüzelőanyagnak csak 75%-a tűzifa, ami arra utal, hogy sok családban a fa mellett más erőforrást is használnak, így leginkább villamos energiát. Az utóbbi években bővült ennek részaránya, ami jelenleg körülbelül 14% (3. ábra). Ez még sajnos többségében hagyományos, nagy fogyasztású **infrapanelek, villanyradiátorok, hősugárzók** alkalmazását jelenti. Elsősorban a sokkal hatékonyabb **hőszivattyúk további térnyerésének** köszönhetően ez bizonyosan növekedni fog a jövőben is, az elektromos áram felhasználása tovább növekszik majd, vélhetően főleg a fatüzeléssel való kombinált alkalmazások révén. A drágának tekinthető PB-gáz (aminek a szolgáltatója a Prímagáz) 4%-os felhasználása vélhetően nem növekszik, hanem csökkenő tendenciát fog mutatni. A jelen projekt keretében szervezett szakértői megbeszélések során az a vélemény körvonalazódott, hogy **a fatüzelés még 3-4 évtizeden át bizonyosan jelen lesz a település fűtési energiafelhasználásának forrásoldalán**, így ezért is érdemes ezzel a problémával foglalkozni.



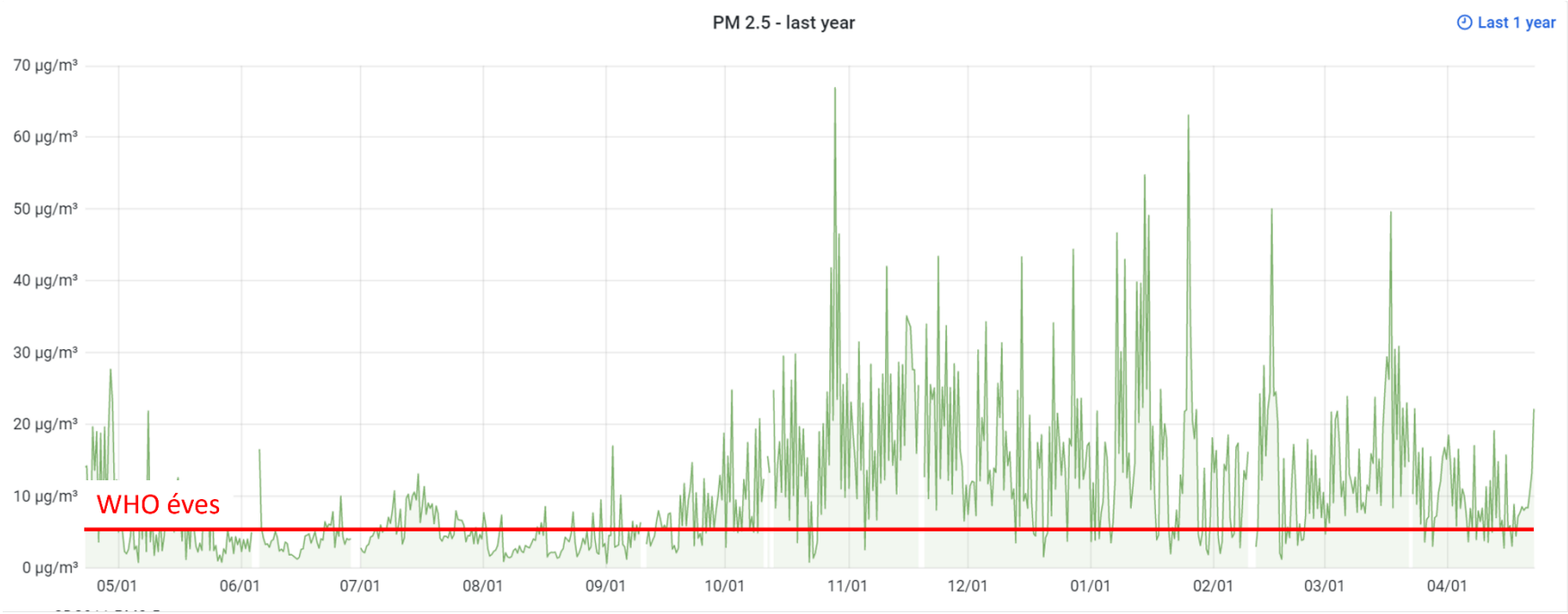
3. ábra ***A háztartások fűtési és használati-melegvíz energiafelhasználásának forrásszerkezete (%)***

A **fatüzelés** magas részaránya, az átlagosnál hidegebb és hosszabb fűtési szezon jelentős mértékű szállópor- és egyéb légszennyezést is okoz, ami a **kommunális hulladékok** illegális eltüzeléséből származó mérgező anyagok légkörbe jutásával

együtt olyan **rossz levegőminőséget eredményez, ami a válaszadók 60%-át kifejezetten zavarja**. A környezetterhelés mértékének függvényében már kimutatható a völgy aljában található **ingatlanok értékcsökkenése** is, ami újabb érv a levegőminőség javítása mellett.

A 4. ábra mutatja be a 2,5 mikrométernél kisebb **szálló por** (PM)[1] koncentrációjának alakulását 2021 és 2022 áprilisa között.[2] A $PM_{2.5}$ azért kifejezetten veszélyes az egészségre, mert a tüdő léghólyagocskáiba is bejut, sőt egy részük a véráramba is. Így nem csak légzőszervi megbetegedéseket, de más szervi gyulladásokat, betegségeket is okoznak. Mivel a kutatások szerint **a szálló pornak nincsen olyan koncentrációja, ami még ártalmatlan**, az Egészségügyi Világszervezet is nemrégiben szigorította a $PM_{2.5}$-re vonatkozó határértékeit. Ezek szerint a napi átlag nem lehet 15 µg/m^3-nél (mikrogram per köbméter), az éves átlag pedig 5 µg/m^3-nél magasabb. Ezeknek a részecskéknek a belélegzése nagymértékben hozzájárul a krónikus légúti betegségek (pl. asztma) kialakulásához továbbá hosszabb távon jelentősen növeli a daganatos megbetegedések kockázatát is. A kéményekből felszálló sűrű füst tehát a településen élők életminőségét és anyagi helyzetét is jelentősen rontja. Fontos azt is megjegyezni, hogy tapasztalatunk szerint **a begyújtás általánosan elterjedt rossz gyakorlata** is jelentősen hozzájárul ahhoz, hogy több füst és szállópor kerül a bükkszentkereszti levegőbe. A helyes begyújtás mikéntjéről a "WWF *Fűtési kisokos, avagy mi az, amit eddig rosszul csináltam*" kiadványban lehet tájékozódni, illetve jelen projektnek is volt erre vonatkozó eleme az iskolai témanapok keretében.

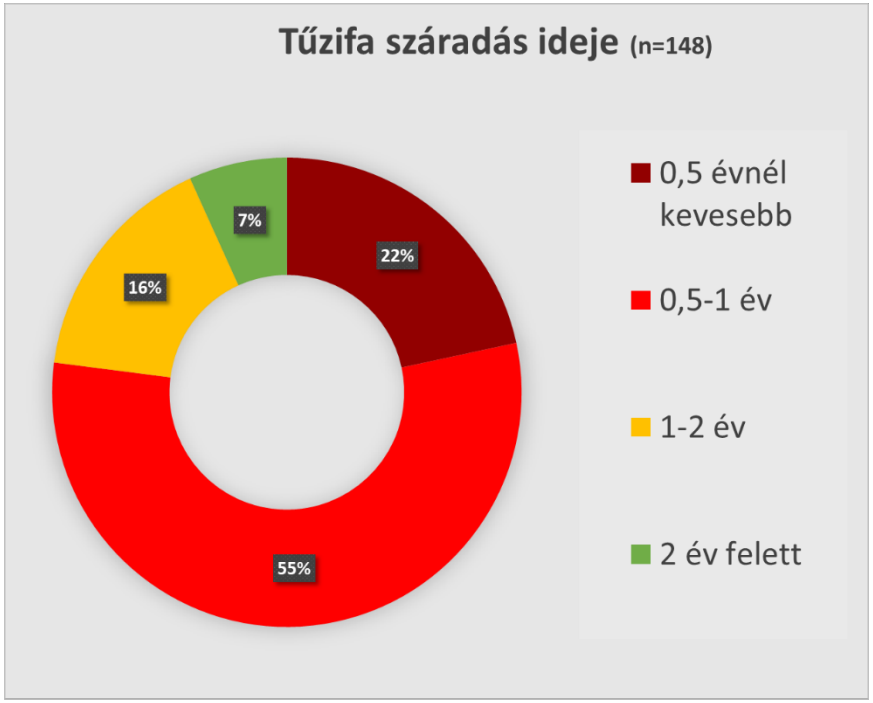
[1] A szálló por a levegőben eloszlatott finomszemcsés (10 µm alatti részecskeátmérőjű) szilárd vagy folyékony halmazállapotú anyagok gyűjtőneve.



4. ábra ***A PM2,5 immisszió Bükkszentkereszten a fűtési időszakban szinte folyamatosan a WHO (ENSZ Egészségügyi Világszervezet) által megadott határérték fölött alakul (forrás: ifj. Orliczki Attila)***

A helyzet súlyosságát fokozza, hogy – mint mindenütt az országban - itt is előfordul, hogy egyes háztartásokban **kommunális hulladékot tüzelnek el fűtési céllal**, ami még a fent leírt problémánál is lényegesen nagyobb gondot jelent, hiszen egyes műanyagok égetésével kifejezetten nagy mennyiségben termelődnek és kerülnek a levegőbe agresszív rákkeltő anyagok, mint például dioxinok.

A Bükkszentkereszten mért szálló por értékek sajnos az ENSZ Egészségügyi Világszervezetének határértékéhez képest aggasztóan magasak, a fűtési időszakban a település levegőjében szinte folyamatosan meghaladja ezt a határértéket (4. ábra).



5. ábra ***A tűzifa száradási ideje a háztartások többségénél nem megfelelő hosszúságú***

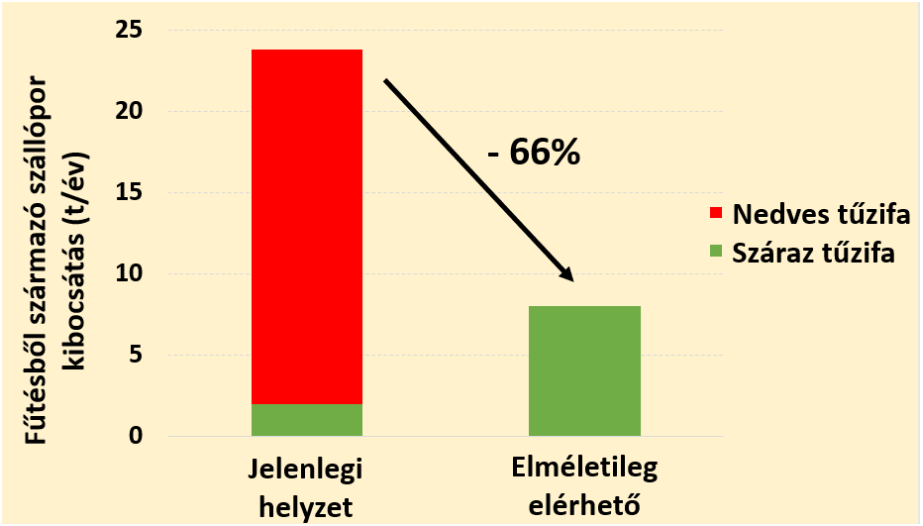
Ahogy az 5. ábra is érzékelteti, a **tűzifa száradás ideje a háztartások több mint 93%-ának esetében rövidebb, mint az ideális két év**, sőt, **a háztartások csaknem negyedénél alig néhány hét vagy hónap**. Ebből következően **a lakosság jelentős része magas nedvességtartalmú fával tüzel**, aminek legalább három kellemetlen következményét kell látni:

a) nagyobb légszennyezést, így például szálló por terhelést okoz;

b) a szükségesnél nagyobb tűzifa felhasználást eredményez;

c) hozzájárul a kémények kátrányosodásához, ami fokozza a tűzveszélyt.

A háttérszámításaink azt támasztják alá, hogy a **száraz tűzifára való teljes átállás** települési szinten a szálló por emissziójának akár 66%-os és a tüzelőanyag-felhasználásának 10-15%-os csökkenést is eredményezhetné (6. ábra).



6. ábra ***A LEAP szoftver segítségével elvégzett háttérszámításunk szerint a fűtésből származó PM2,5-kibocsátás akár 66%-kal is csökkenthető volna a száraz tűzifára való teljes átállással***

A háttérszámításokat a LEAP (Low Emissions Analysis Platform) szoftver segítségével végeztük el. Ez a Stockholmi Környezetvédelmi Intézetben kifejlesztett, széles körben használt szoftvereszköz, amit az energiaelemzéshez és a légszennyezés mérséklésének értékeléséhez, illetve egyéb energiatervezési feladatokhoz használnak a világ számos országában. A módszer alkalmas arra, hogy összehasonlítsa a jelenlegi állapotot a felvázolt forgatókönyvek várható eredményeivel. A LEAP módszertana esetünkben abból áll, hogy a felhasznált tűzifa mennyiségét (köbméter) megszoroztuk a kapcsolódó részecskekibocsátással

(kilogramm szálló por köbméterenként). A szoftver adatbázisa tartalmazza a számításhoz szükséges alapadatokat is, így a nedves és száraz tűzifának a PM-kibocsátási tényezőit.

Bükkszentkereszten a kérdőíves felmérés alapján lényegesen több nedves tűzifát használnak fel, mint száraz tűzifát (6. ábra). Ha ez a forgatókönyvünk szerint radikálisan megváltozna, és mindenki száraz tűzifát használna fel (ami természetesen sajnos csak egy elméleti felvetés), az jóval alacsonyabb teljes éves PM-kibocsátást jelent a területen. A LEAP tehát összehasonlítja a jelenlegi állapot teljes kibocsátását az alternatív forgatókönyvvel, és feltárja a PM-csökkentés lehetőségét, arra az esetre, ha a nedves tűzifát száraz tűzifával helyettesítenék.

1.2 Előzmények - korábban szerzett tapasztalatok a településen

Bükkszentkereszt az intézményrendszer - így például az iskola és az óvoda - fűtése kapcsán korábban is tett lépéseket a modern fűtési megoldások irányába, hiszen megvalósultak a településen **faapríték-tüzelésű rendszerek**. Azonban ezeknek a rendszereknek a tervezése, kivitelezése, üzemeltetése kapcsán merültek fel olyan kérdőjelek, amelyek azt eredményezték, hogy az ott szerzett tapasztalatok végeredményben nem voltak minden tekintetben pozitívak. Ennek következményeként elindult ezeknek a leváltása **hőszivattyús fűtési rendszerekre való átállás** formájában - első lépésben az iskola vonatkozásában. Fontos ezen a ponton arra is rávilágítani, hogy maga a faapríték-tüzelés, mint műszaki megoldás, még napjainkban is kifejezetten előremutató. Ezrével működnek az országban zökkenőmentesen efféle rendszerek, ahol a tervezés (így például a rendszer egyes elemeinek megválasztása), kivitelezés és üzemeltetés egyaránt sikeres és gazdaságos.

2. Az EPAH pályázat

A 2021-ben kialakult szoros szakmai kapcsolat eredményeképpen döntés született arról, hogy a település és a kutatócsoport - a Környezeti Tervezési és Nevelési Hálózat színeiben - együtt pályázik a korábbiakban felvázolt komplex probléma megoldását körvonalazó elképzelés kidolgozására. Az Európai Bizottság által megbízott szakértők érdemesnek találták a benyújtott pályázatot arra, hogy az **"Energy Poverty Advisory Hub" (EPAH)** [3] keretében a 2023. szeptemberében kezdődő és 2024 májusában lezáruló szakértői munkát támogassa. A projektnek két fő eleme egy energiaudvar koncepciójának kidolgozása és az energiatudatosság javítása (amelynek keretében egyebek mellett két iskolai témanapot valósítottunk meg).

Az EPAH projekt keretében két olyan fafeldolgozó telephelyen - Szárligeten és Egerben - jártak a település képviselői, ahol bepillantást kaptak a fafeldolgozó automata működésébe és a faapríték-készítés rejtelmeibe. A megszerzett tapasztalatokat lakossági fórumok keretében osztották meg azokkal az érdeklődőkkel, akik ezeken az eseményeken részt vettek. Ezen túlmenően a környékben dolgozó erdészetek és a Bükki Nemzeti Park képviselőivel is történtek szakmai egyeztetések.

7. ábra Az Egererdő telephelyén a település és a kutatócsoport képviselőivel

[3] **Energiaszegénységgel Kapcsolatos Tanácsadó Központ**

8. ábra Tűzifa-feldolgozó automata Egerben

9. ábra A Liget Gatter telephelyén

10. ábra A tűzifa-feldolgozó automata előtt

Ugyancsak az EPAH projektünkhöz kapcsolódik **a bükkszentkereszti általános iskola két témanapja**, amelyek keretében a **tisztább fatüzelés** elmélete és gyakorlata kapcsán szereztek a fiatalok hiánypótló ismereteket (hiszen a fatüzelés sajnos egyik tantárgy kapcsán sem szerepel a közoktatásban megszerezhető ismeretek között). A másik témanap keretében **az erdő, mint ökológiai rendszer**, az ott folyó gazdálkodási tevékenység és a természetvédelem fontossága került napirendre.

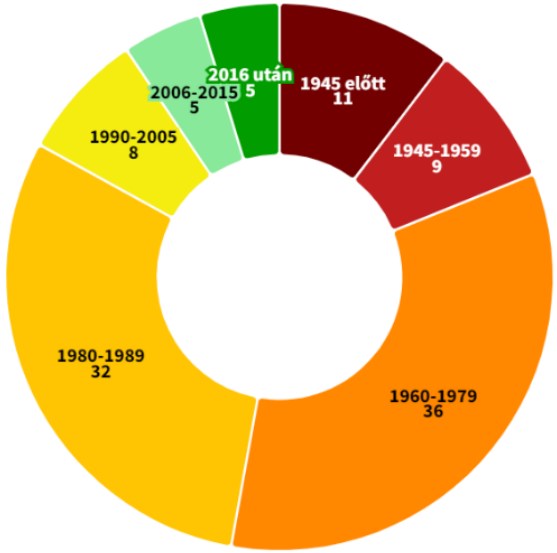
11. ábra A "füstmentes" begyújtás gyakorlása

12. ábra Előadás a hatékony fatüzelés elméletéről

2.1 2023-as kérdőív: “Az energiaárak növekedésének hatása Bükkszentkereszt háztartásainak fűtési energiafelhasználására”

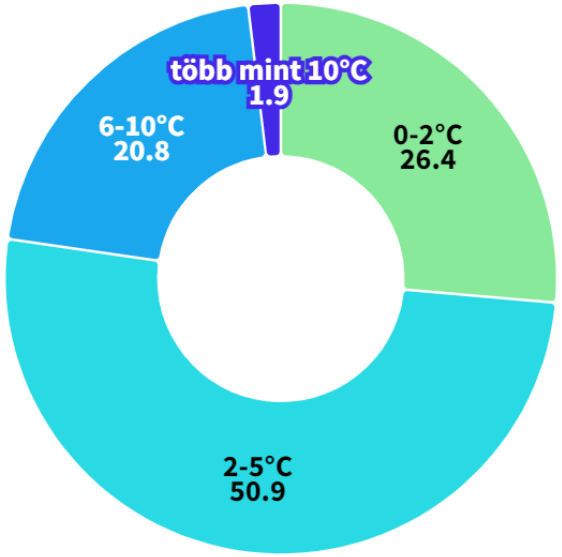
A pályázati munka megkezdésekor nyilvánvalóvá vált, hogy az energiaárak jelentős növekedése már 2-3 éves időtávlatban is radikális változásokat eredményezett a településen, ezért egy új helyzetfelmérés készítése vált szükségessé. Ez a munka sok tekintetben támaszkodott a korábbi kérdőívre, de a humán erőforrás szűkössége okán ezúttal **online kérdőívezés** formájában valósult meg, amivel ezúttal is igen jelentős arányban sikerült a válaszadókat elérni, hiszen **a családok ~25%-át** (106 háztartást) sikerült bevonni az adatfelvételezésbe.

Az új kérdőív révén kapott válaszok kiértékelése alátámasztotta a korábbi eredményeket, miszerint **Bükkszentkereszten az épületek háromnegyede bizonyosan energetikai jellegű felújításra szorul (**13. ábra és 14. ábra**)**.



13. ábra ***Az online kérdőíves felmérés válaszai alapján az épületek 10,4%-a 1944 előtt, míg közel féle több mint 50 éve épült (%-os adatok)***

A lakóházak 10%-a immár 80-100 éves épület, sokuk esetében még nem történt érdemi energetikai felújítás**. Ugyanakkor a teljes lakásállományra is igaz, hogy háromnegyedükben a szobahőmérséklet több mint 2 °C-kal hűl le a téli hideg éjszakák során**, ami vagy a hiányos vagy a rosszul kivitelezett hőszigetelésekkel, az elavult nyílászárókkal magyarázható, vagy olyan fűtési rendszerrel, ami nem képes tárolni a hőt. **A válaszadók 2%-a esetében ez a reggelre történő visszahűlés 10 °C-nál is nagyobb mértékű**, ami speciális és sürgető beavatkozásokat tesz szükségessé.

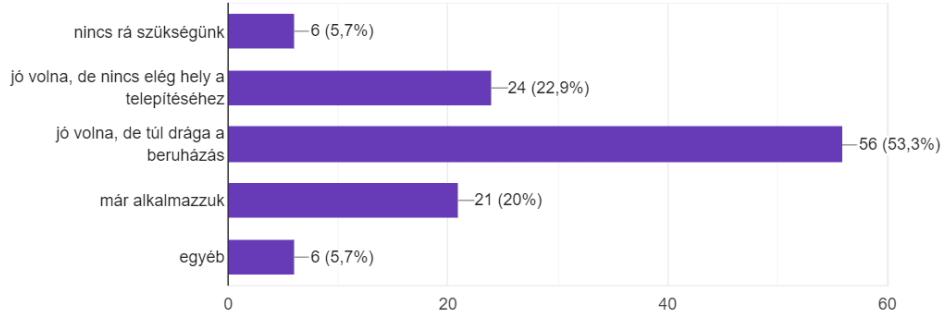


14. ábra ***A háztartások csaknem háromnegyedét érinti az a probléma, hogy az épület az elfogadhatónál nagyobb mértékben hűl vissza az éjszaka folyamán ()***

A stabil belső klíma, valamint a hatékony és gazdaságos hasábfatüzelés kulcsa egyaránt a **hőtárolás**, ami a településen nem tekinthető kellően elterjedt

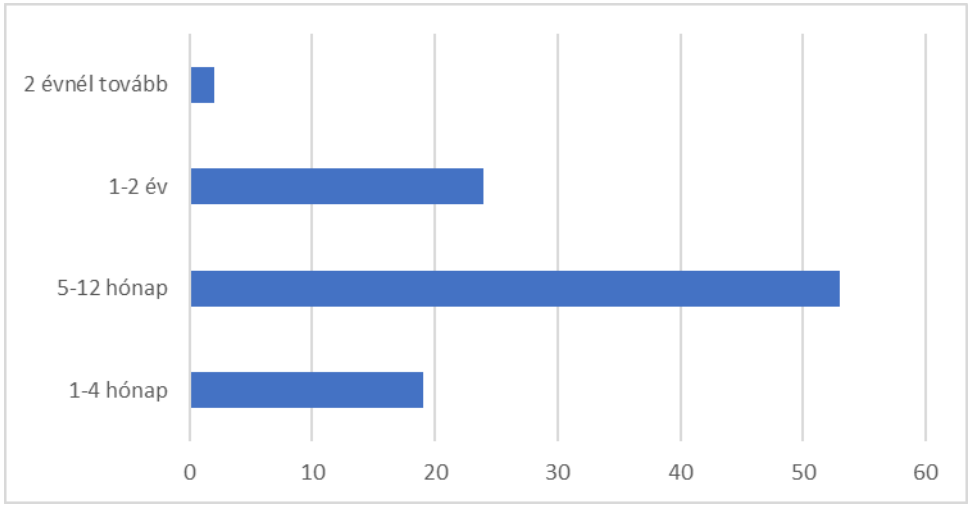
megoldásnak, hiszen a válaszadóknak csak **20%-a jelezte, hogy már van valamiféle megoldásuk a keletkező hőenergia tárolására**. Ugyanakkor a folyamatos, 1-1,5 óránkénti tűzifa-adagolást igénylő kályhák, sparherdek esetében nem jelentkezik hőtárolási igény, ezeknél a száraz fa égetése jó eredménnyel valósítható meg.

Ugyanakkor arra is fény derült, hogy **a <u>háztartások háromnegyede szívesen alkalmazna a hőtárolásra valamiféle technológiát</u>, de ennek vagy műszaki vagy pénzügyi akadálya van.** Sajnálatos probléma, hogy **a hő tárolása nélkül, pusztán a száraz tűzifára való átállással a fatüzelésű kazánnal rendelkező háztartások jó része nem fog tudni előbbre lépni**, hiszen a megfelelő égéshez nagy mennyiségű levegő is szükséges, ami azt jelenti, hogy egy hatékonyan működő kazán tűzterében másfél-két óra alatt kell végbemenjen az égés. A hő ilyen esetben gyorsan szabadul fel, ami megköveteli annak tárolását, máskülönben a hőleadó felületek túl nagy hőterhelést kapnak, ami az épület rövid ideig tartó túlfűtöttségét eredményezi, majd a helyiségek viszonylag gyorsan ki is hűlnek.



*15. ábra **A hőtárolásra volna lakossági igény, de eddig főleg finanszírozási okokból nem valósultak meg efféle fejlesztések***

A **tűzifa nedvességtartalmát** illetően az új adatsor jól visszaigazolja a 2021-es felvételezés eredményét. A válaszadóknak ezúttal **98%-a jelezte vissza, hogy háztartásukban a fa szárítása NEM ideálisan történik**, vagyis 2 évnél rövidebb ideig tart (a 2021. évi érték 93% volt). Az alig 1-4 hónapos szárítás ismét meglepően nagy, csaknem 19,4%-os részarányt mutat a válaszadó háztartásoknál (2021-ben az 1-5 hónapos szárításra 22%-os arányban voksoltak).



*16. ábra **A tűzifa szárítási idejére vonatkozó visszajelzések igen hasonló eredményt mutatnak, mint a 2021-es felmérés esetében, vagyis a lakosság döntő többsége nem kellően száraz fát használ a tüzeléshez** (az ábrán az adatok %-ban látszanak)*

A tapasztalatok szerint a fenti problémának több oka is lehet, amelyek akár egyszerre is jelentkezhetnek:

A) nem áll rendelkezésre egy összegben a nagy mennyiségű tűzifa beszerzéséhez szükséges immár elég jelentős pénzösszeg;
B) nincs elegendő hely a kertben, vagy nem akarnak ennyi területet elvenni a kertből;

C) a falu nem minden lakója számára nyilvánvaló, hogy a fatüzelés kifejezetten száraz fával kellene történjen - vagy ha mégis, nem tulajdonít ennek kellő jelentőséget.

Egyéb szempontok is megjelennek, amik erősítik az energiaudvar kezdeményezést. Már a 2021-es adatfelvételezésnél is igen sok esetben elhangzott, és a jelen projekt keretében szervezett lakossági fórum tapasztalatai alapján is határozottan állítható, hogy a tűzifa-felhasználók számára gondot okoz a **jelentős fizikaimunka-igény**, ami elsősorban az idősödő lakosságnál jelent problémát. A problémát újabban fokozza, hogy az erdészetek a méteres hosszúságú tűzifa helyett egyre inkább állnak át a 3-4 méteres (akár 400-500 kg-os) hengeres fa kiszállítására, aminek feldolgozása már a fiatalabbak számára is nehézséget, sőt balesetveszélyt okoz. A láncfűrésszel történő darabolás hanghatása és légszennyezése sok esetben igen jelentős és zavaró mértékű a településen (ami a pihenni vágyó turisták számára semmiképpen nem vonzó vagy hívogató). Ezek a szempontok újabb adalékot jelentenek egy központi, hatékonyan működő megoldás megvalósítása kapcsán.

3. Megfontolásra szánt javaslataink

Bükkszentkereszt esetében a társadalmi kihívások (a rohamosan növekvő tűzifa árak, az idősek aránya a népességben, a munkaerőhiány (vagyis a tűzifa feldolgozása kapcsán felmerülő kiszolgáltatottság) valamint a rossz téli levegőminőség egyaránt új megoldások irányába mutatnak. Ezek legalább 5, akár egymással kombinálható fejlesztési lehetőséget jelentenek:

A) A sajátos mikroklíma (a "fagyos" napok[4] magas száma) és a hosszú távú gazdasági és társadalmi megfontolások miatt **a hőszigetelések, nyílászárócserék és ehhez hasonló épületenergetikai fejlesztések minél gyorsabb és minél teljesebb körű megvalósítása az elsődleges teendő!**

B) A megoldáskeresés egyik iránya az önálló, jellemzően **hőszivattyús** fejlesztések világa. Ugyanakkor fontos számításba venni, hogy Bükkszentkereszten a hazai átlaghoz képest alacsonyabb az évi középhőmérséklet és jóval magasabb a fagyos napok száma. Ezért a különösen a legolcsóbb levegő-levegős, illetve a drágább levegő-vizes hőszivattyús rendszerek téli hatékonysága is alacsonyabb, így üzemeltetésük fajlagosan drágább, mint az ország enyhébb telű tájain.

C) ENERGIAUDVAR: a legegyszerűbben és legolcsóbban az tűnik kivitelezhetőnek, hogy a település önkormányzata biztosítja a falu lakosságának a száraz tűzifát, illetve a tűzifa-feldolgozással járó zavaró hatásokat így jobban lehet kontrollálni, akár csökkenteni.

D) Részleges megoldást kínál a faluközpontban kialakítható **kisebb távhőrendszer**, ami elsősorban az önkormányzati épületállomány számára szolgáltatna hőt, de a közeli családi házas fogyasztók is rácsatlakozhatnának és később tovább bővíthető volna (ennek jogi vonatkozásai is kérdőjelesek, de nem megoldhatatlanok);

E) Az ideális a települési szintű - legalább 4. generációs műszaki színvonalú - **távhőszolgáltatás** megvalósítása volna, de ennek igen jelentősek a költségei, amik nem teremthetők elő a jelenlegi politika-gazdasági környezetben.

3.1 Száraz tűzifa problematikája

A problémák jó része azzal van összefüggésben, hogy a lakosság jellemzően nem száraz (15-20% nedvességtartalmú) tűzifával fűt - a szakirodalom szerint a fát optimális esetben 2 évig szükséges felhasogatva, jól szellőző helyen tárolni, hogy a fenti érték elérhető legyen. **A magas nedvességtartalom miatt a fa fűtőértéke alacsonyabb**, hiszen az égés során a hőenergia egy jelentős része nem az adott helyiség/lakás melegítésére, hanem a fában lévő többlet nedvesség elpárologtatására szolgál (ez ugyanis energiaigényes folyamat). A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy a vizes fával tüzelőknek több tűzifára van szükségük otthonaik melegen tartásra, miközben a fűtőberendezéseikben és a kéményeikben a tökéletlen égés miatt a kátrányosodás is gyakoribbá válik, aminek kezelése további költséggel terheli meg a családi kasszát. A nem kezelt kátrányosodás pedig rendkívül tűzveszélyes.

3.2 Az energiaudvar koncepció

A fenti, A-B-C-D-E fejlesztési irányok közül a projekt tervben alaposabban vizsgált terület az **energiaudvar**, amely lehetővé teszi a településre beszállított tűzifa-alapanyagok feldolgozását és szárítását annak érdekében, hogy a lakosság már jó minőségű, száraz tűzifához jusson hozzá. Ez az alábbi előnyöket kínálja:

- az átállás a levegőminőség javításának alapvető feltétele;

[4] napi minimumhőmérséklet ≤ 0 °C

- a száraz fa tüzelésésével 10-15%-os tüzelőanyag-megtakarítás érhető el – ahol megoldható a hő tárolása (pl. cserépkályhával vagy melegvizet tároló puffertartállyal);

- lehetővé teszi azt, hogy a település lakossága az év bármely napján már konyhakész, száraz tűzifához jusson hozzá és ne kelljen további szolgáltatókat keresni és igénybe vennie a fa feldolgozására, akár jelentős többletköltségek árán;

- a nagyobb tételben megvásárolt fáért könnyebb árengedményt elérni;

- a jelenleg jellemző zajterhelés és légszennyezés is jelentősen csökkenthető volna.

3.2.1 A szárítandó tűzifa mennyisége

A korábban bemutatott kérdőívezések alapján kijelenthető, hogy a jelenlegi átlagos tűzifa-fogyasztás évente ~10 erdei m^3 háztartásonként. A visszajelzések alapján azt is feltételezzük, hogy a tüzelőberendezésekben felhasznált tűzifa átlagos nedvességtartalma 30-35%, ami legalább 10%-kal alacsonyabb fűtőértéket jelent az ideálishoz képest, tehát az energiaudvarról történő száraz tüzelő megvásárlásával egy átlagos család körülbelül 1 erdei köbméter tűzifa megtakarításával számolhat.

A telephely méretezéséhez szükséges kiindulási adat, hogy a háztartások száma a településen összesen 420 (2023-ban). A kérdőívekben adott válaszok alapján a **teljes lakossági tűzifa-igény: 420 (db háztartás)*10 (erdei m^3 tűzifa évente)*0,9 (90% a tűzifát felhasználók aránya a településen) = ~ 3 780 erdei köbméter**. A 2023-as online kérdőív alapján a potenciálisan **az energiaudvarról vásárolni szándékozó háztartások aránya kb. 35%.** Ezek alapján az energiaudvar **150 ügyféllel számolva hozzávetőleg 1 300 erdei m^3 feldolgozott, száraz tűzifát értékesítene évente.**

Ha kétéves szárítás feltételezünk, akkor ennek **a kétszeresével, 2 600 köbméternek tűzifa elhelyezésével kell számolni.** Ha lerakodás előtt legalább félbe hasítják a farönköket, az növelheti a száradás sebességét (érdemes pontos és rendszeres mérésekkel vizsgálni a tűzifa nedvességtartalmának alakulását).

3.2.2 Az energiaudvar területigénye

A tűzifa tárolására jogszabályi előírások vonatkoznak, de e mellett praktikussági és jogszabályi szempontokat is figyelembe kell venni. Az Országos Tűzvédelmi Szabályzatról szóló 28/2011. (IX. 6.) BM rendelet 20. melléklete szabályozza a tűzifa tárolásának "tárolási egység" méreteit, amely a jogszabály szerint **legfeljebb 20 méter hosszú, 6 méter széles és 4 méter magas** lehet, az egyes tárolási egységek között pedig minimum **4 méter szabad területet** kell elhagyni. Ez alapján az alábbiakat érdemes figyelembe venni:

A) A tűzifatelepeken történő látogatások tapasztalati alapján úgy számoltunk, hogy a munkagépek rakodási helyigénye miatt két párhuzamos maximum 6 méter széles rakategység között 10 méter szélesség kell, az egymás mellett álló rakatok között pedig a jogszabályi 4 méter helyett 5 méterrel számoltunk, hogy a gép kényelmesebben el tudjon férni. A maximális 4 méteres rakodási magasság egyezik a gyakorlatban ténylegesen alkalmazott limittel is.

B) E mellett még jelentős területigénye van a **már feldolgozott**, konyhakész fahasábok idegilenes tárolásának is. Erre egy **45 x 15 méteres** területtel számoltunk, amit fedett területként volna szükséges kialakítani.

C) Felmerült, hogy esetlegesen szükség lehet faapríték tárolására is ugyanezen a telephelyen.

A későbbiekben leírt géppark villamosenergia-igényének kielégítésére egy minimum 5 kW-os napelemes rendszerrel számoltunk, aminek optimális elhelyezését szintén figyelembe kell venni.

3.3 Vizsgált telephelyek

A munka során két telephely alkalmasságát vizsgáltuk.

A) Az **ifjúsági tábor szomszédságában** található az egyik, ez a település tulajdonában van. Területe körülbelül 90*75 méter, a tulajdoni lap szerint 0,68 hektár. Ebből viszont a domborzati viszonyok miatt a ténylegesen hasznosítható terület valamivel kevesebb, kb. 75*60 méter. A projekt legutolsó fázisában, az online kérdőívezés során, a beérkezett 10 visszajelzés közül mindegyik kifogásolta ennek a telephelynek az alkalmasságát (jellemzően a zajterhelésre hivatkozva), ezért **ezt a lehetőséget – a faluvezetéssel egyetértésben – elvetettük**.

B) A másik vizsgált terület a településtől északra 600-800 méterre található, **a Lovas park közelében**. Területe körülbelül 100 méter * 110 méter, vagyis 1,1 hektár. Az erdőbirtokosság tulajdonában van. Jelenleg bebokrosodó, beerdősülő terület.

Előnyei:

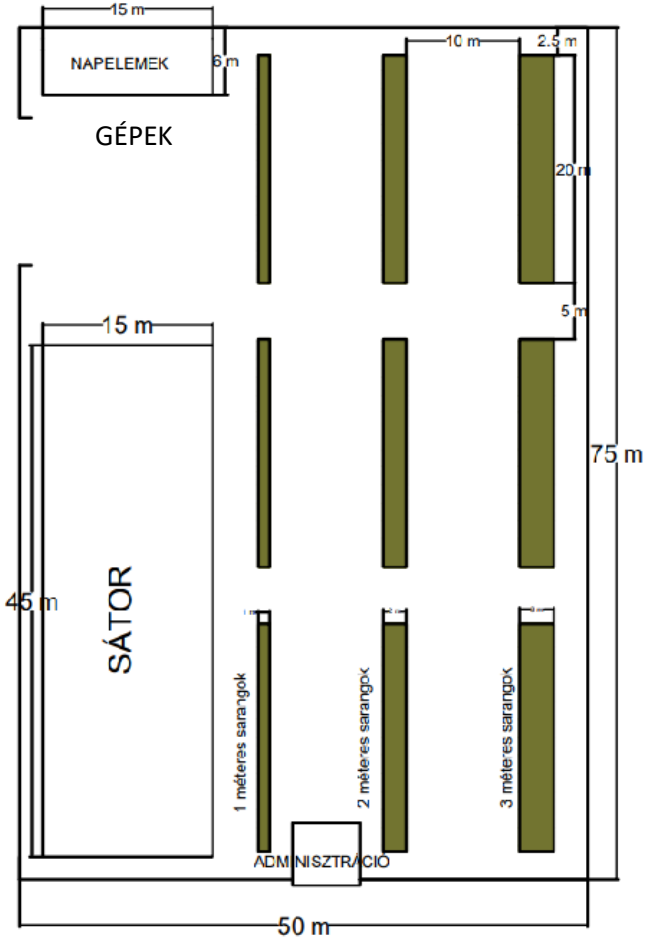
- a terület nagysága kényelmesen elegendő a szükséges lerakathoz;
- az esetleges zajhatás a lakott területtől való nagyobb távolság miatt elhanyagolható mértékű probléma.

Hátrányai:

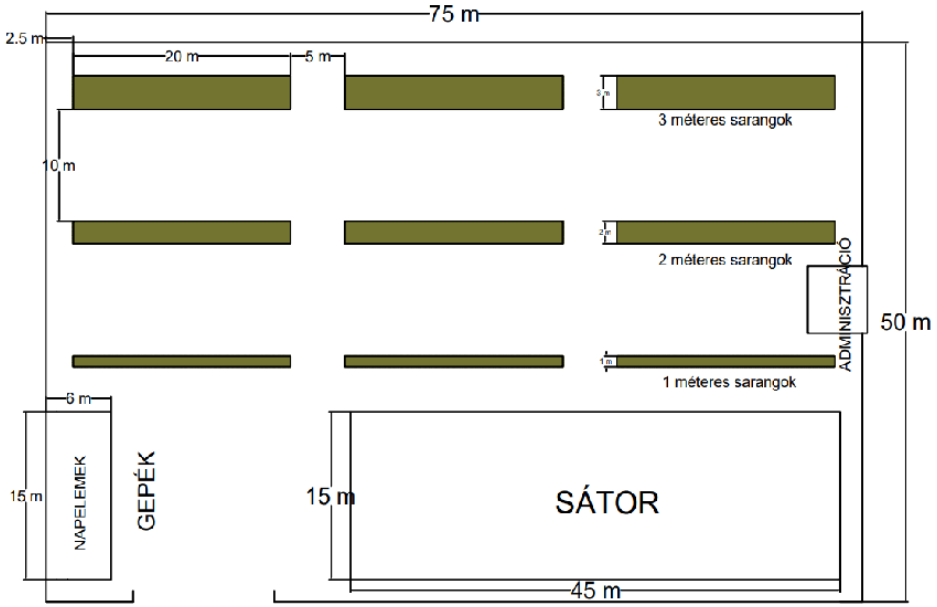
- villamosenergia-ellátása jelenleg nem megoldott, 150-200 méter távolságból kell a villamos vezetéket eljuttatni, jó esetben földkábel segítségével;
- az odavezető útburkolat is alkalmassá kell tenni a nagyobb teherautók és kisebb személyautók forgalmának egyaránt.
- Ez terület lejtős és mára jelentősen beerdősült, ezért az energiaudvar megvalósításához nagyobb tereprendezésre és tisztításra is szükség volna.

17. ábra Az ifjúsági tábor szomszédságában lévő vizsgált, „A-jelű” terület

18. ábra. A „B jelű” terület



19. ábra. A telephely kialakításának lehetséges módja



20. ábra A telephely kialakításának lehetséges módja

3.4 Szükséges munkagépek és infrastruktúra

Tűzifa-feldolgozó telepeken történő látogatások tapasztalatai alapján az alábbi gépek beszerzése szükséges az udvar működtetéséhez.

Teleszkópos rakodógép

A magyar piacon egyelőre nem érhető el megfelelő emelőerővel rendelkező elektromos meghajtású berendezés, így a telephelyen belüli anyagmozgatásra dízelüzemű gépet javaslunk. Az erre a célra máshol bevált típus:

MERLO P 32.6 Plus teleszkópos rakodógép

- EMELŐERŐ: 3200 kg
- EMELÉSI MAGASSÁG: 6400 mm
- Adapterek: nagy kanál + kis kanál + rönkfogó + villa
- Kínálat: https://www.traktorpool.hu/

21. ábra A tűzia-feldolgozás során bevált teleszkópos rakodógép

Fűrész- és hasítógép

A fahasábok megfelelő méretűre történő feldarabolására és hasítására a piackutatásunk alapján az alábbi gépek alkalmasak. Kiválasztáskor figyelembe kell venni a maximális rönkátmérőt, és célszerű legalább 40 cm-es átmérővel számolni.

1. táblázat A piacon elérhető tűzi-feldolgozó automaták (a teljesség igénye nélkül)

Típus	Max. rönk átmérő (cm)	Hasáb hossz (cm)	Teljesítmény kW (motor)	Forgalmazó	Linkek	Elérhetőség
Palax 100 S SM	40	25 --- 55	15	FEPÖRI KFT.	Videó itt érhető el.	Tel.: +36/30 491-0569 Email: adam.vaspori@gmail.com
Posch SpaltFix S-415 Multi	37	20 --- 50	15	JG-MAX	KOMPAKT TŰZIFA-AUTOMATA WIDIA KÖRFŰRÉSZLAPPAL	Tel.: +36/70-537-5387 Email: info@jgmax.hu
Hakki Pilke Falcon 35	35	20 --- 50	15	Erdőgépker Kft.	Hakki Pilke Falcon 35 tűzifakészítő gép	Tel.: +36/62 533-934 Email: erdogepker@erdogepker.hu
TYPHOON RCA 380E	38	25 --- 50	11	Stonewood Kft.	TAJFUN RCA 400 TŰZIFAHASÍTÓ	Tel.: +36 30/960-4579 Email: info@faiparigepek.hu

A tűzifa-feldolgozó automata munkatempója: **5 erdei m^3/óra** (ha minden körülmény optimális, vagyis rendelkezésre áll a jól képzett és tapasztalt munkaerő, nincs a maximum átmérőnél vastagabb hasáb, és a törzsek párhuzamosak, hosszúságuk minimum 2 méter. Ebben az esetben, a korábban számított **1300 erdei köbméter tűzifaigényt feltételezve 260 munkaórát megy egy évben a gép**. Ha a projekt sikeres lesz a lakosság körében, ez az érték akár a duplájára is nőhet, ami ugyancsak lehet szempont az energiaudvar tervezésnél!

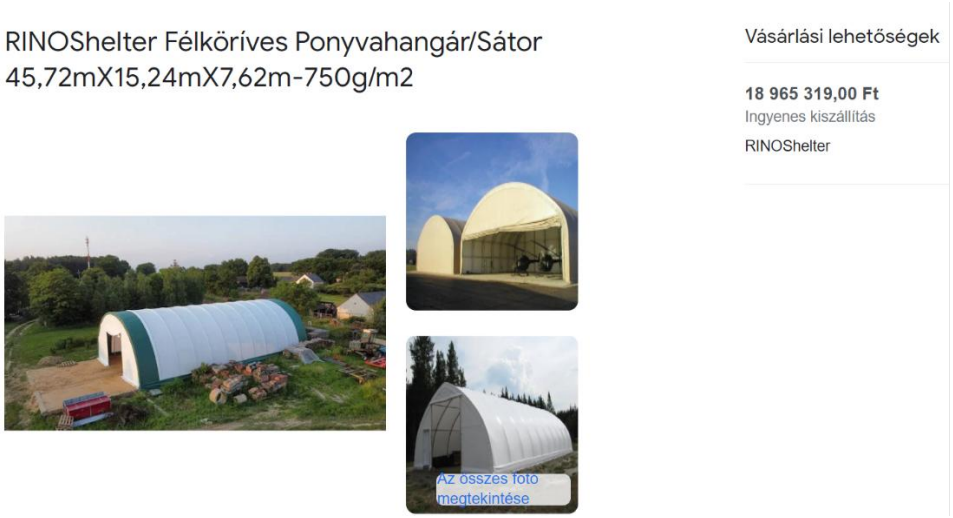
Napelemes villamosenergia-ellátás

Felmerült, hogy a leendő telep villamosenergia-igényét célszerű volna napelemekkel fedezni. A méretezéshez szükséges alapinformáció, hogy az előzetes kalkulációk szerint a tűzifa-feldolgozó automata villamosenergia-igénye kb. 5 000 kWh évente. Csak ennek fedezéséhez kellene 5 kW napelemes teljesítmény, ha megoldható a délies tájolás. Helyigénye optimális esetben ~25 m^2, ami célszerűen egy tetőfelületet venne igénybe. Ez egyúttal eső elleni védelmet is biztosíthatna a gépeknek.

A konyhakész tűzifa tárolása

A konyhakész tűzifa tárolásához szüksége fedett hely területigénye függ a gép munkatempójától, az alkalmazottak foglalkoztatási rendjétől és a lakossági

értékesítés időbeli eloszlásától is. Maga a tároló lehet féltető vagy nyeregtető, de nagyobb területet feltételezve egy jól szellőző fóliasátor lehet a legalkalmasabb megoldás. Külföldön számos térségben ez terjedt el a leginkább. Ezek szinte mindenféle méretben megvásárolhatók.



3.5 Szükséges munkaerő

Az automata tűzifafeldolgozó gép működtetése a számított tűzifa mennyiség elkészítésére 300 munkaórát vesz igénybe, ami ~40 munkanapnak felel meg. Feltételezve a karbantartási, adminisztrációs időt, ez egy negyedállásnak felel meg. E mellett szükséges még egy ember, aki a gépre hordja a fát, illetve a géptől a tárolóba rakja a konyhakészet. Erre szintén egy negyedállást feltételeztünk. Szükséges emellett a kiszállításhoz és az adminisztrációhoz munkaerővel kalkulálni.

4. Költségek

4.1 Beruházási költségek hozzávetőleges* kalkulációja

2. táblázat Vázlatos költségkalkuláció

(*a táblázatban szereplő számok indikatív jellegűek, a megvalósítás előtt az aktuális gazdasági helyzetnek megfelelő részletes és teljeskörű költségkalkulációt szükséges végezni és egy megvalósíthatósági tanulmányt, illetve üzleti modellt érdemes kidolgozni)*

Költségtétel	**Költség (Ft)**
Tereprendezés	500 000
Kerítés + kapu kiépítése	2 500 000
Szilárd burkolat a sátor alatt és a közlekedőkön	2 500 000
Sátor	20 000 000
Teleszkópos rakodógép	40 000 000
Tűzifa-feldolgozó automata	25 000 000
Napelemes rendszer	3 000 000
Tűzifa előfinanszírozás	55 000 000
Telephelyre villamosenergia bekötése	500 000
Telephelyre vezető út előkészítése és parkolók	500 000
Összesen	**149 500 000**

Fontos felhívni a figyelmet a **tűzifa előfinanszírozás magas arányára**, ami a költségek kb. harmadát teszi ki. Ez azonban forgótőke jellegű beruházás, ezért érdemes külön kezelni, hiszen ezt akár az érdeklődő, a bekapcsolódni szándékozó lakosság is meg tudja hitelezni néhány hónapra.

4.2 Működési költségek

Költségtétel	Éves költség
Két részmunkaidős gépkezelő	4 500 000
Gépek amortizációja	3 500 000
Karbantartási költségek	1 000 000
Adminisztráció	1 000 000
Összesen	**10 000 000**

A KSH 2024. januári bruttó átlagkeresetével számolva (621 ezer Ft), munkáltatói járulékokkal együtt a félállás éves szinten 4,5 millió Ft

A konyhakész tűzifa kalkulált ára

Jelenleg az Északerdő Zrt. kínálatában a keménylombos vastag tűzifa ára 37 ezer Ft/erdei m^3. Ha azt feltételezzük, hogy a nagyobb mennyiség miatt kedvezményesebben tudja az energiaudvar beszerezni a tűzifát úgy, hogy a szállítási költség nem jelentkezik, a becsült 10 millió Ft működési költség az éves 1 300 köbméter erdei tűzifát **erdei köbméterenként ~7 ezer Ft-tal drágítaná meg. Vagyis az átlagos 10 erdei m^3-es fogyasztással egyik oldalon a többlet kiadás 70 000 Ft lenne fogyasztóként.** Viszont, ha azt feltételezzük, hogy **egy háztartás éves szinten a száraz tűzifa miatt legalább 1 erdei m^3-t meg tud spórolni, így összességében a plusz kiadás körülbelül a felére csökken, ami a kisebb szállítási távolság miatt még kevesebb is lehet!**

A megspórolt egy köbmétert is figyelembe véve egy erdei köbméter konyhakész, száraz tűzifa kb. 3000 Ft-tal, vagyis kb. 8%-al lenne drágább (2024-es áron számolva).

5. Természetvédelmi megfontolások

Az erdőben élő állatfajok kb. egyharmada köthető a holtfához (ún. szaproxilofágok). Ökológiai értelemben a kitermelt és sarangokban lévő fa is holtfa, ami lakó-, búvó-, szaporodóhelyet nyújt számos **védett** vagy **fokozottan védett** fajnak. Közülük kiemelkedik a védett havasi cincér (*Rosalia longicorn*). A petéit holtfák (elsősorban bükk) kérgének repedéseibe rakja, ahol a kikelő lárvák a faanyag minőségétől és az időjárástól függően 2-4 évig fejlődnek. Emiatt nagyon fontos, hogy a tavaszi petézési időszak előtt kerüljön a kitermelt fa az udvarra. Sajnos arra nincsen garancia, hogy a tűzifa udvar nem fogja bevonzani a havasi cincéreket, viszont a természetvédelmi kár minimalizálására többféle megoldás is létezhet:

- A leghatásosabb az lenne, hogyha a környező erdőben a holtfák arányát megnövelnék, különösen az udvar szomszédságában, így eleve lenne megfelelő élőhely a védett rovaroknak.
- Feldolgozás előtt szemrevételezéssel ki lehetne szűrni azokat a rönköket, amelyekbe belepetéztek. Ennek életszerűségét előzetesen meg kell vizsgálni.
- Léteznek réz alapú oldatok, amelyek távol tartják a rovarokat, viszont kérdéses, hogy ennek elégetése milyen károsanyag kibocsátást jelent. Elviekben nem karciogén (rákkeltő).

22. ábra Havasi cincér

6. Szemléletformálás

Ahhoz, hogy a projekt sikeresen meg tudjon valósulni, elengedhetetlen feladat, hogy a lakosságot megfelelően tudjuk tájékoztatni, érdekeltté tegyük őket a változásban és rámutassunk, hogy számukra is előnyökkel járhat, ha száraz tűzifával tüzelnek, megfelelő technikával gyújtanak be és igénybe veszik az energiaudvart. Ennek a folyamatnak indító elmei az általános iskolában két alkalommal is tartott témanapok voltak, továbbá a lakosági fórumok.

Többféle tájékoztatási forma alkalmazását is fontosnak tartjuk, elemei lehetnek:

- buszmegállókban, hirdetőtáblákon és közösségi helyeken kihelyezett plakátok,
- Facebookon vagy más közösségi felületeken célzottan történhet a helyi közösség tájékoztatása,
- Az önkormányzat hirdetőfelületein történő tájékoztatás.
- a plakátok és egyéb hirdetmények mellett hasznosnak tartanánk, rövid írott és videóriportok készítését is, ezeknek résztvevői szakemberek és helyi lakók is lehetnek.

A tájékoztató anyagok röviden és tömören kell bemutassák a koncepciót, külön kitérve arra, hogy az egyes szereplőknek (egyénnek és a lakóközösségnek) milyen előnyei származhatnak ebből a beruházásból. Fontos azt is ismertetni, hogy nem szeretnénk senkire semmit ráerőltetni, csak egy gazdaságosabb és tisztább levegőt ígérő alternatívát bemutatni. A tájékoztatás során fel lehet hívni olyan közös tapasztalatokra a figyelmet, amely a lakosság érzékel, pl. a nyári kifogástalan levegőminőség és az, hogy a téli időszakban sokszor kifejezetten szennyezett a levegő.

23. ábra A füstmentes begyújtás felülről történik

Amennyiben az energiaudvar megvalósul és üzembe áll, számos hasonló problémával küzdő településnek mutathat utat, hiszen helyi szinten és akár nemzetgazdasági szempontból is számos előnnyel jár egy ilyen rendszer létrehozása, így például munkahelyteremtés, a helyi közösség formálása, javuló levegőminőség és emiatt az általános egészségügyi kiadások csökkenése, a turisztikai bevételeknek és az ingatlanok értékének növekedése.

Melléklet

További teleszkópos rakodógépek

Merlo P 41.7 FARMER - 2013 ROK - ŁYŻKA

12 562 220 I

57-350 Kudowa Zdrój, Lengyelország

emelési magasság: 7 m
Emelési teherbírás: 4 kg

Gyártási év: 2013, Motorteljesítmény: 102 kW, emelési magasság: 7.00 m, Emelési teherbírás: 4 kg

Kramer KT407

32 347 716 F

19%áfáv

33397 Rietberg, Németország

emelési magasság: 7 m
Emelési teherbírás: 4 kg

Gyártási év: 2021, Motorteljesítmény: 102 kW, Üzemóra: 2260 h, kiegészítő olaj áramkör, emelési magasság: 7.00 m, Emelési teherbírás: 4 kg, Abroncsozás: 460/70 R24

Claas Scorpion 7040

21 944 628 F

19%áfáv

37431 Bad Lauterberg / Barbis, Ném…

emelési magasság: 7 m
Emelési teherbírás: 4 kg

Gyártási év: 2012, Motorteljesítmény: 88 kW, Üzemóra: 3859 h, hidraulikus reteszelés, emelési magasság: 7.00 m, Emelési teherbírás: 4 kg, Abroncsozás: 460/70R24

Manitou MLT 730 115 D

31 012 980 Ft

19%áfával

23738 Lensahn, Németország

emelési magasság: 7 m
Emelési teherbírás: 3 kg

Gyártási év: 2019, Motorteljesítmény: 85 kW, Üzemóra: 230 h, emelési magasság: 7.00 m, Emelési teherbírás: 3 kg

JCB 541-70 AgriPlus

25 085 182 Ft

19%áfával

33397 Rietberg, Németország

emelési magasság: 7 m
Emelési teherbírás: 4 kg

Gyártási év: 2018, Motorteljesítmény: 92 kW, Üzemóra: 2615 h, hidraulikus reteszelés, kiegészítő olaj áramkör, emelési magasság: 7.00 m, Emelési teherbírás: 4 kg, Abroncsozás: 500/70 R24