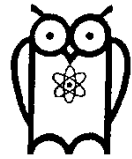




MISKOLCI EGYETEM
MŰSZAKI ANYAGTUDOMÁNYI KAR
TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI DOLGOZAT
3515 MISKOLC Egyetemváros



A hőszivattyúk szerepe a lakossági hőellátásban

Készítette:
Báthory Csongor

Konzulens:
Dr. Szemmelveisz Tamásné
egyetemi docens

Tüzeléstani és Hőenergia Intézeti Tanszék
2011.

Tartalom

1. BEVEZETÉS	4
2. HŐSZIVATTYÚK JELLEMZÉSE.....	4
2.1. Megújuló energiák, geotermikus energia	4
2.2. Hőszivattyú energiaigénye	5
2.3. Hőszivattyú működése	6
2.4. Hőszivattyúk csoportosítása.....	7
2.4.1. Csoportosítás működési elv szerint.....	8
2.4.2. Csoportosítás hőátadó közeg szerint	9
2.4.3. Csoportosítás hőforrás szerint	10
2.4.4. Csoportosítás üzemmód szerint	14
2.5. Hőszivattyú megvalósítási feltételei, felmerülő költségek.....	16
2.6. Hőleadó rendszerek.....	18
2.7. Hőszivattyú szabályozás	20
2.8. Hőszivattyúk alkalmazása Magyarországon	20
3. Hőszivattyú telepítési feltételeinek mérnöki, gazdasági viszonylata	21
3.1. Épületenergetikai számítások.....	21
3.1.1. A vizsgált épület jellemzői	21
3.2. Számítás menete	22
3.2.1. Az épület fontosabb geometriai adatai	22
3.2.2. A követelményértékek meghatározása	23
3.2.3. Padlásfödém energetikai jellemzői	25
3.2.4. Pincefödém energetikai jellemzői	25
3.2.5. Homlokzatok energetikai jellemzői	25
3.2.6. Ajtó energetikai jellemzői.....	26
3.2.7. Ablakok energetikai jellemzői	26
3.2.8. Nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzése	27
3.2.9. Fajlagos hőveszteség meghatározása	27
3.2.10. A fűtés éves nettó hőenergia igénye.....	27
3.2.11. A fűtés éves nettó hőenergia igényének fajlagos értéke	28
4. FŰTÉSI MÓDOK.....	30
4.1. Energiaárak Magyarországon	30
4.2. Éves fűtési díj.....	30
4.3. Berendezések kiválasztása	33

4.3.1. Kazán teljesítmény	33
4.3.2. Hőszivattyú Coolwex HPW 13,16,19	33
4.3.3. Kondenzációs gázkazán - Vaillant ecoTEC plus VU 126,186	34
5. SZIGETELÉS	35
5.1. Szigetelő anyagok	35
5.1.1. Austrotherm AT-N70	35
5.1.2. EPS 100	36
5.2. Rétegtervi adatok	37
5.3. Szigetelési költségek: anyag és munkadíj	38
6. MEGTÉRÜLÉSI IDŐK	40
6.1. Szigetelés megtérülési ideje	40
6.2. Fűtő berendezések megtérülési ideje	41
6.2.1. Szigetelés nélkül számolt megtérülési idők	41
6.2.1. Szigeteléssel számolt megtérülési idők	42
6.2.3. Fűtő berendezések egymáshoz viszonyított megtérülési ideje	44
6.3. Támogatások	45
6.3.1. Klímabarát Otthon Energiahatékonysági Alprogram	45
6.3.2. Támogatások összegei a vizsgált épületekre	47
6.3.3. Támogatásokkal megvalósuló beruházások megtérülési idejei	47
7. MEGVALÓSULT BERUHÁZÁSOK	50
7.1. Budapesti társasház (Eszter ház) hőszivattyús rendszere	50
7.2. Sátoraljaújhegyi Betegellátási és Prevenció Központ hőszivattyús rendszere	50
7.3. Az ATIKÖFE Szegedi irodaháza hőszivattyús rendszere	50
7.4. Telenor Ház hőszivattyús rendszere	50
8. ÖSSZEFOGLALÁS	51
9. IRODALOM	53

1. BEVEZETÉS

Napjainkban a megújuló energiák előtérbe kerülése során a már régóta ismert hőszivattyú is egyre nagyobb szerephez jut. Bár a növekedés üteme kissé lelassult, ennek okai között gazdasági és műszaki tényezők is vannak. Ezeknek a problémáknak az elemzése kapcsán nyerhető információk segíthetnek a gondok egy részének kiküszöbölésében. Az energetikára is, mint a gazdaság egyéb ágazataira is jellemző, hogy szorosan összekapcsolódik a megvalósíthatóság és gazdaságosság. A dolgozat célkitűzése ezért a műszaki feltételek elemzése mellett az esetleges beruházások gazdaságosságának vizsgálata is.

A hőszivattyú jó alternatíva lehet (nem csak lakossági felhasználásra) a dráguló földgáz alapú fűtési rendszerek kiváltására. Ismereteink még nem teljesek a megtérülés és felhasználhatóság terén, mivel a kiépített rendszerek nincsenek megfelelő módon, nyomon követve.

A dolgozat célja a különböző hőszivattyús technológiák számba vétele, értékelése, egymással való összehasonlítása. Ennek alapján az egyes típusok legmegfelelőbb környezetben való telepítésének ismertetése, és a magyarországi viszonyok felmérése.

Az új fűtési megoldások értékelése a korábbiakkal való összehasonlítással lehetséges, ehhez a dolgozatban egy virtuális lakóépületet hívunk segítségül. A valós éves fűtési energiaszükséglet meghatározásához teljes körű épületgépészeti számítást használunk. A modellben ugyanazt a lakóépületet három különböző változatban vizsgáltuk. Az egyes variációk az építő anyagokban és a hőszigetelésekben tértek el egymástól. Ennek indoka, hogy a magyarországi viszonyokra leginkább jellemző hagyományos és modern épületeket is vizsgálhassuk. Az adatbázisba foglalt jellemzők ismeretében lehetőségünk van a különböző fűtési rendszerekre vonatkozóan az energiafelhasználás nagyságának és költségeinek számítására. Ezen adatok már alkalmasak egy összehasonlításra, de energetikai szempontból szükség van a beruházási költségek becslésére, így egymáshoz viszonyított, megtérülési idővel is jellemezhetjük a vizsgált rendszereket.

Kevés hozzáférhető információval rendelkezünk a már beépített hőszivattyús rendszerekről, ezért csak néhány példán mutatjuk be a már megvalósult beruházásokat.

2. HŐSZIVATTYÚK JELLEMZÉSE

Fontos ismernünk a hőszivattyús rendszer működését és a lehetséges megvalósulási módjait, hogy a számunkra megfelelőt választhassuk. A fűtési rendszerhez tartozik a hőleadó rendszer is, hiszen pont a hőszivattyú az, melynél elengedhetetlen a kettő összehangolása a megfelelő működés érdekében.

2.1. Megújuló energiák, geotermikus energia

A megújuló energiaforrás olyan közeg, természeti jelenség, melyből energia nyerhető ki, és amely akár naponta többször ismétlődően rendelkezésre áll, vagy jelentősebb emberi beavatkozás nélkül legfeljebb néhány éven belül újratermelődik. Név szerint ezek a napenergia, szélenergia, vízenergia, biomassza, geotermikus energia [1].

A megújuló energiaforrások jelentősége, hogy használatuk összhangban van a fenntartható fejlődés alapelveivel, tehát alkalmazásuk nem rombolja a környezetet, ugyanakkor nem is fogják vissza az emberiség fejlődési lehetőségeit. Szemben a nem megújuló energiaforrások (kőszén, kőolaj, földgáz stb.) használatával, nem okoznak olyan halmozódó káros hatásokat, mint az üvegházhatás, a levegőszennyezés, vagy a vízszennyezés.

Magyarország alatt 30 000 MW hőenergia található, és ezzel a világ második legnagyobb geotermikus energia mennyiségét tudhatjuk magunkénak a világon. A megújuló energiaforrások közül a nap- és szélenergia alap-energiahordozóvá a folytonosság hiánya miatt nem tud válni, a vízi erőművekhez

természeti adottságok szükségesek, viszont kiválóak hazánk adottságai a geotermia (földhő) vonatkozásában.

A geotermikus energia a magmából ered és a földkéreg közvetíti a felszín felé, a napenergiához hasonlóan korlátlan, el nem fogyó, de azzal ellentétben nem szakaszosan érkező, hanem folytonos, viszonylag olcsón kitermelhető és a levegőt nem szennyezi. A felszínről sugárirányban a Föld középpontja felé haladva 1 km-enként átlag 30 fokkal emelkedik a hőmérséklet, de bizonyos területeken ennél nagyobb a hőmérsékletemelkedés, mint hazánkban, ahol a földkéreg az átlagosnál vékonyabb, ezért geotermikus adottságai igen kedvezőek. A Föld belsejéből kifelé irányuló hőáram átlagos értéke $90-100 \text{ mW/m}^2$, ami mintegy kétszerese a kontinentális átlagnak. A fenti termikus adottságok miatt nálunk 1 000 m mélységben a réteghőmérséklet eléri, sőt meg is haladja a 60°C -t.

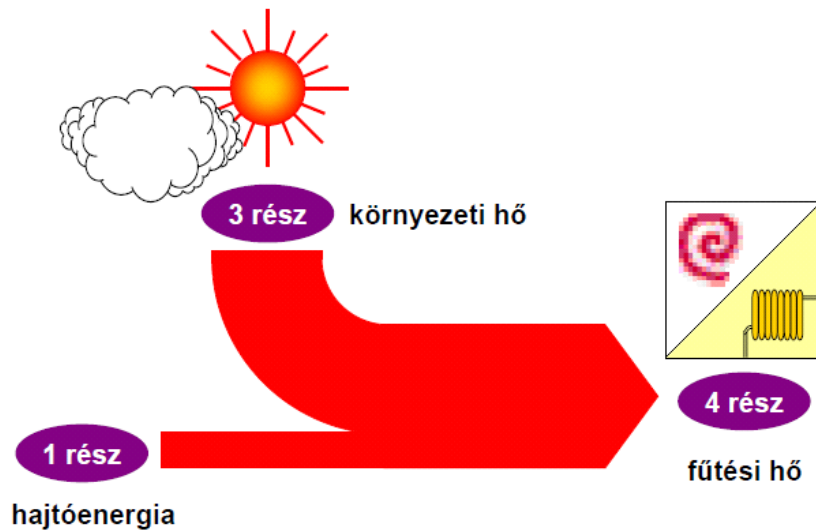
A geotermikus energia hordozóját hazánkban döntően a termásvíz képviseli, melyről a következők állapíthatók meg:

- a hőhasznosítás műszaki színvonala a legtöbb helyen alacsony, hatásfoka kicsi, a hasznosítási hőlépcső max. $30-35^\circ\text{C}$.
- geotermikus alapú villamosenergia-termelés nincs.
- a geotermikus energia nem alternatív, hanem additív energiaforrás, amely a többi energiahordozó hasznosításával együtt, azokat kiegészítve hasznosítható.
- a geotermikus energia kifogyhatatlan, de hazánkban csak egyes helyeken koncentrálódó, helyi energiaforrás.
- viszonylag alacsony energiaszintű és hőmérsékletű energiaforrás.

A lakóépületek fűtési és használati meleg víz igényét a $70-90^\circ\text{C}$ -os hévizet szolgáltató kutakkal távhőszolgáltatás-szerűen lehet kielégíteni. Mivel a földgáztüzelés egyre drágább, meggondolandó a geotermikus alaphőellátásra való áttérés. Az épületeknél a közepes- és kishőmérsékletű fűtési rendszerek (padlófűtések, légfűtések) kialakítására alkalmas, mivel ezeknél a hévizek jól felhasználhatók. A geotermikus energiák hasznosítását épület léptékben leginkább hőszivattyúk alkalmazásával lehet kiaknázni háztartási meleg víz céljára, épületfűtésre, medencék vízmelegítésére [2].

2.2. Hőszivattyú energiaigénye

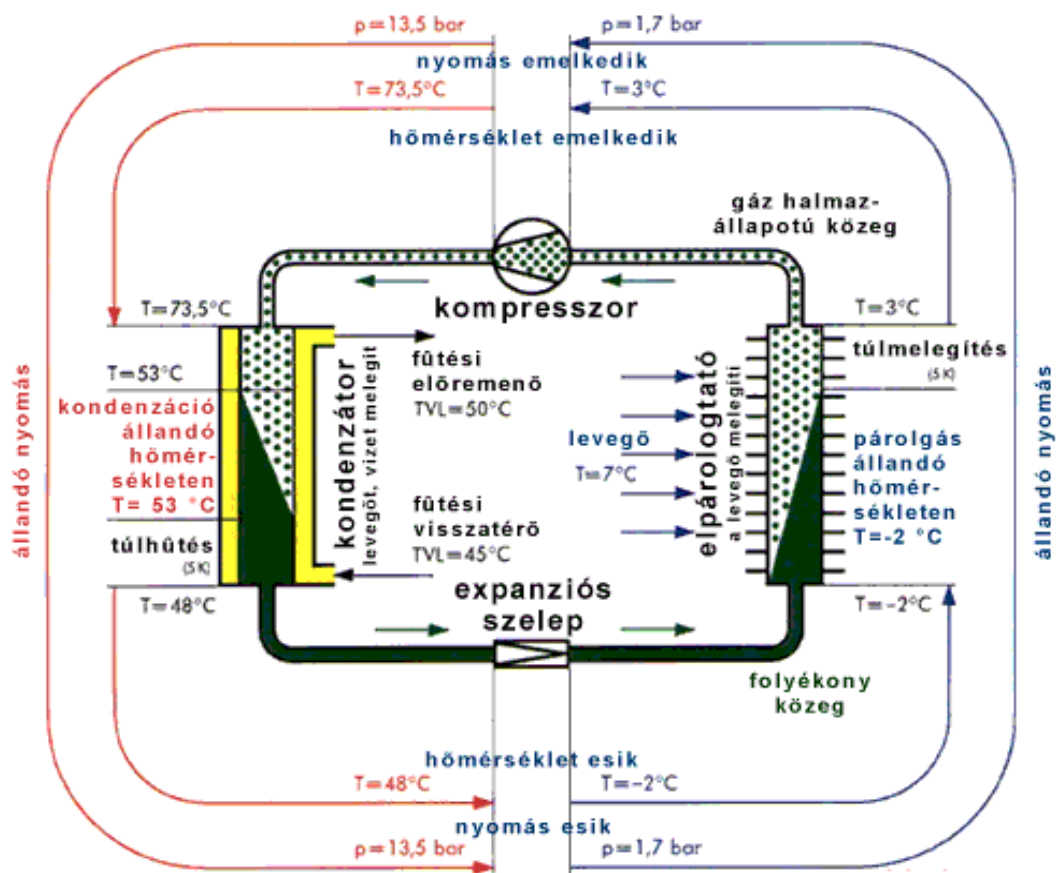
A hőszivattyú a következő energetikai feladatot végzi: az alacsony hőmérsékletű környezetből (levegőből, vízből vagy földből) hőt von el, és azt egy nagyobb hőmérsékleten vezeti be az épületbe. Így mondhatjuk: a környezetből a hőt – külső energia befektetése árán – „szivattyúzza” a hasznosítható hőmérsékletre [3]. Működtetéséhez hajtóenergiára van szükség, amelyet hálózati villamos energiából, egyes területeken napelemmel biztosítanak. Ez az energia a fűtési hő $1/4$ részét, míg a környezeti energia (akár levegő, talaj, víz stb...) $3/4$ részt tesz ki (**1. ábra**).



1. ábra Hőszivattyú energia megoszlása [4]

2.3. Hőszivattyú működése

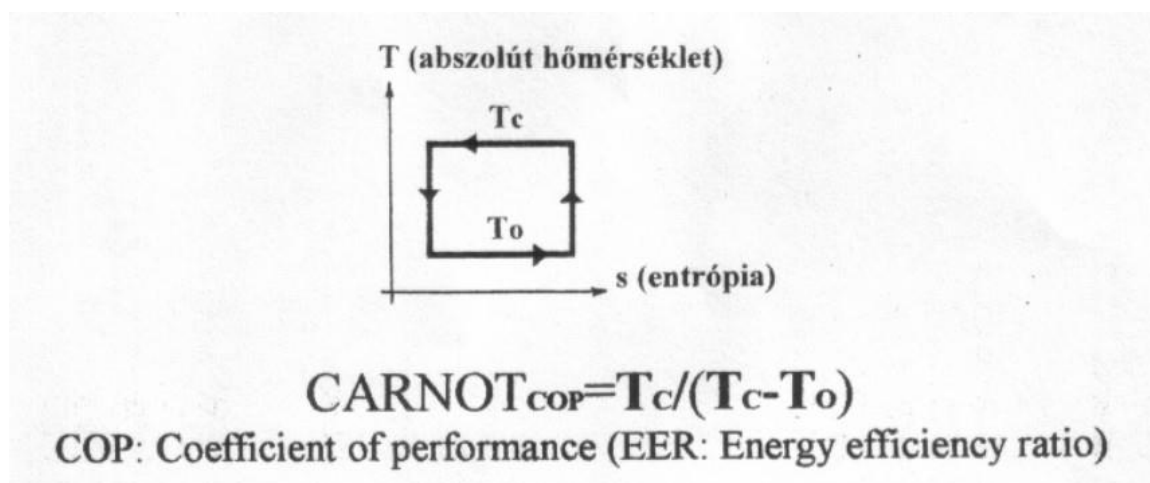
A legelterjedtebb hőszivattyú a kompresszoros hőszivattyú. Működése az **2. ábrán** követhető.



2. ábra A kompresszoros hőszivattyú működési vázlata [5]

Két hőcserélőt egy körvezeték köt össze. Egy kompresszor a csővezetékben olyan munkaközeget keringet, melynek igen alacsony a forráspontja, csak nagy nyomás alatt cseppfolyósodik. A hideg oldali hőcserélő előtt a folyékony halmazállapotban lévő munkaközeg nyomását egy nyomáscsökkentő szelep leejti 1,7 bar-ra. Ekkor a munkaközeg hevesen elpárolog, -2°C -ra lehűl és a párolgáshoz szükséges hőt a hőcserélő másik oldalán átfolyó környezeti közegből (jelen esetben levegőből, de lehet vízből, termásvíz hulladékból, szennyvízből, stb) vonja el, annak lehűtésével. A 3°C -ra felmelegedett munkaközeget a kompresszor elszívja, besűríti 13,5 bar nyomásra, melytől a lecsapódó munkaközeg felmelegszik $73,5^{\circ}\text{C}$ -ra. A lecsapódásnál felszabadul az a hő, melyet a környezetből elvont, megnövelve a kompresszorba betáplált és hővé átalakult energiával. Mindezt az energiát a másik hőcserélőn áthaladva átadja a fűtési rendszerben keringő fűtőközegnek. [5]

A hőszivattyút jellemezhetjük a teljesítménytényezővel (COP , coefficient of performance), mely a hőszivattyú leadott fűtőteliességének és effektív teljesítménnyelvételeének az aránya.



3. ábra A teljesítménytényező a Carnot-féle körfolyamatban [3]

Ha a körfolyamat ideális, akkor adott hőmérséklet határok között (pl.: T_c és T_o) a Carnot-féle körfolyamatnak van a legnagyobb hatásfoka (h), ill. teljesítménytényezője (COP). Azonos hőteljesítmény eléréséhez ez a körfolyamat használja fel a legkevesebb energiát. Az ideális (Carnot) körfolyamat hatásfoka, illetve teljesítménytényezője csupán az ún. két hőtartály (hőforrás és hőelnyelő, illetve a hőszolgáltatás) abszolút hőmérsékletétől (T_c és T_o) függ, ahol

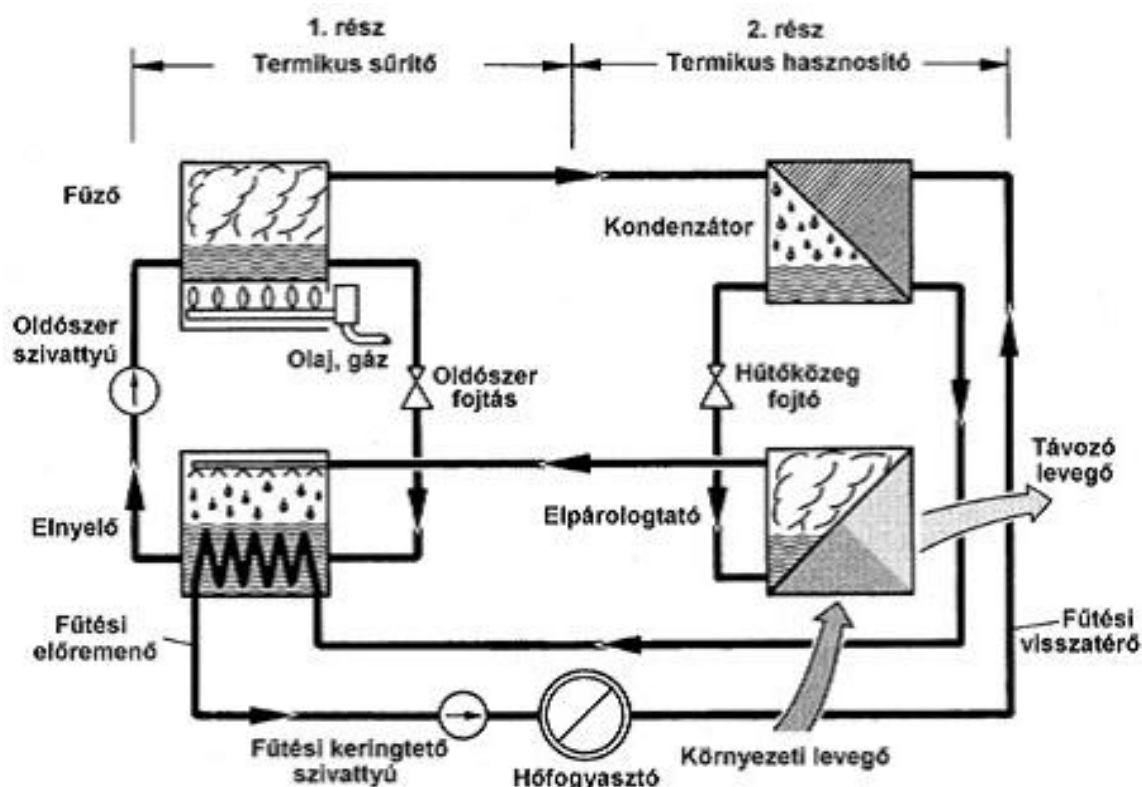
$$T [K] = t [^{\circ}\text{C}] + 273$$

A hőszivattyúra jellemző elméleti ún. $COP_{\text{elméleti}}$ a kondenzátor és az elpárologtató hőmérsékletadataiból kiszámolható:

$$COP_{\text{elméleti}} = T_{\text{Kondenzátor}} / (T_{\text{Kondenzátor}} - T_{\text{Elpárologtató}}) [6]$$

2.4. Hőszivattyúk csoportosítása

A hőszivattyúkat csoportosíthatjuk működés, hőátadó közeg, hőforrás és üzemmód szerint is.



5. ábra Abszorpciós hőszivattyú [7]

2.4.2. Csoportosítás hőátadó közeg szerint

A hőszivattyúk megnevezése a hőfelvevő és a hőleadó oldali hőhordozó közeg halmazállapotának (fagyállóságának) függvénye, az **1. táblázat** alapján.

1. táblázat: A hőszivattyúk legáltalánosabb típusai [8]

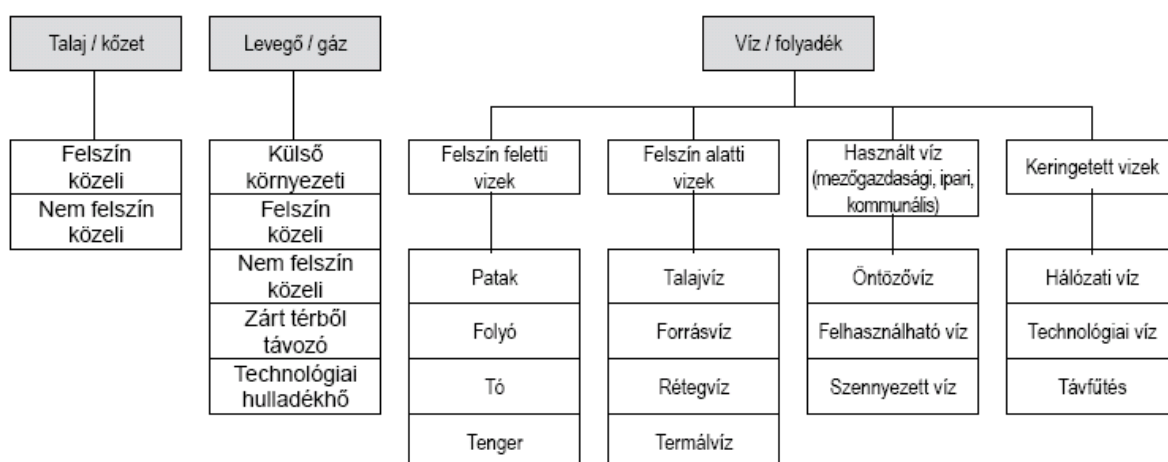
A hőátadó közeg		A hőszivattyúk megnevezése (a rövidítéssel)
Hőforrásoldali	Hőleadó-oldali	
levegő (A)	levegő (A)	levegő/levegő hőszivattyú (A/A) vagy légkondicionáló berendezés
víz (W)	levegő (A)	víz/levegő hőszivattyú (W/A) vagy légkondicionáló berendezés
Sólé (B)	levegő (A)	sólé/levegő hőszivattyú (B/A)
levegő (A)	víz (W)	levegő/víz hőszivattyú (A/W)
víz (W)	víz (W)	víz/víz hőszivattyú (W/W)
Sólé (B)	víz (W)	sólé/víz hőszivattyú (B/W)

A gyakorlatban elérhető teljesítménytényező értéke függ az elpárolgási hőmérséklettől, amelyet a hőforrás hőmérséklete határoz meg, a véges hőmérséklet-különbségek nagyságától az elpárolgatónál és a kondenzátornál, az alkalmazott gép hatásfokától, a segédberendezések energiaszükségletétől stb. Természetesen az elpárolgás feltétele, hogy a hőforrás hőmérséklete a munkaközeg adott nyomáson adódó forráspontjánál nagyobb legyen. A valóságos teljesítménytényező az ideálisnak általában kb. 45–65%-a [9]. A kisebb értékek a kisebb berendezésekre és a nagyobb hőmérséklet-különbségekre, a nagyobb értékek pedig a nagyobb

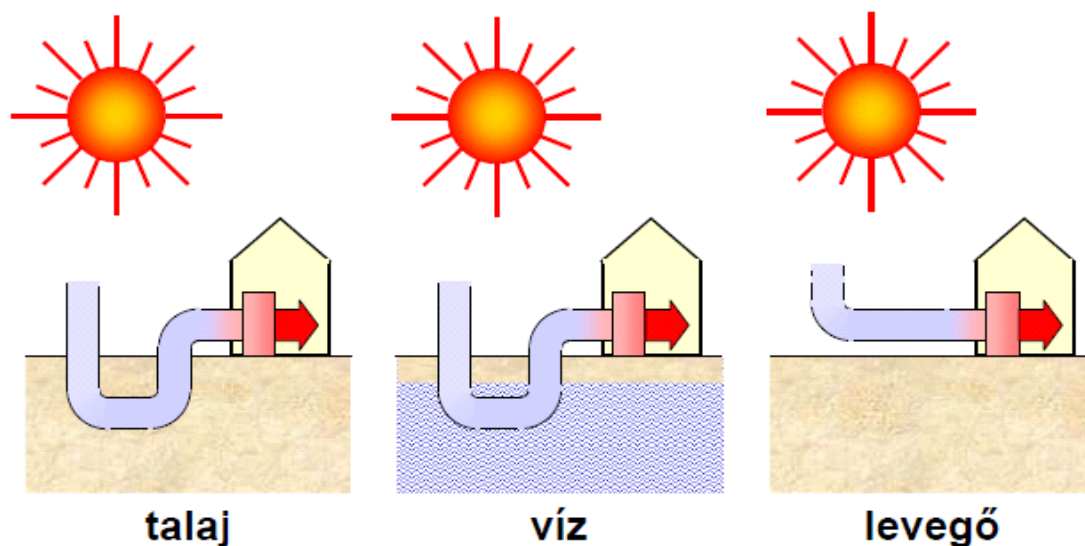
berendezésekre és a kisebb hőmérséklet-különbségekre jellemzőek [3].

2.4.3. Csoportosítás hőforrás szerint

A földhőhasznosítás a vonatkozó jogszabályok alapján addig költségmentes (ingyenes), amíg a hőszivattyú hőforrás oldali csőcsomóján a hőhordozó közeg hőmérséklete a 30 °C-ot nem haladja meg.[3] Ezért a lakossági hőszivattyúk hőforrásaként a melegebb termálvizeket nem használják, csak a talaj felszín közeli és mélyebb rétegeit, a felszíni és felszín alatti vizeket, ill a levegőt. Fontos lehet egyes esetekben a hulladékhők hasznosítása is, melyek csak a légkört melegítik, ha nem hasznosítjuk megfelelően. Ezeket a hulladék gázokat az abszorpciós hőszivattyúknál lehet a rendszerre kötni, a földgáz fűtést kiváltva.



6. ábra Hőszivattyúk lehetséges hőforrásai [10]

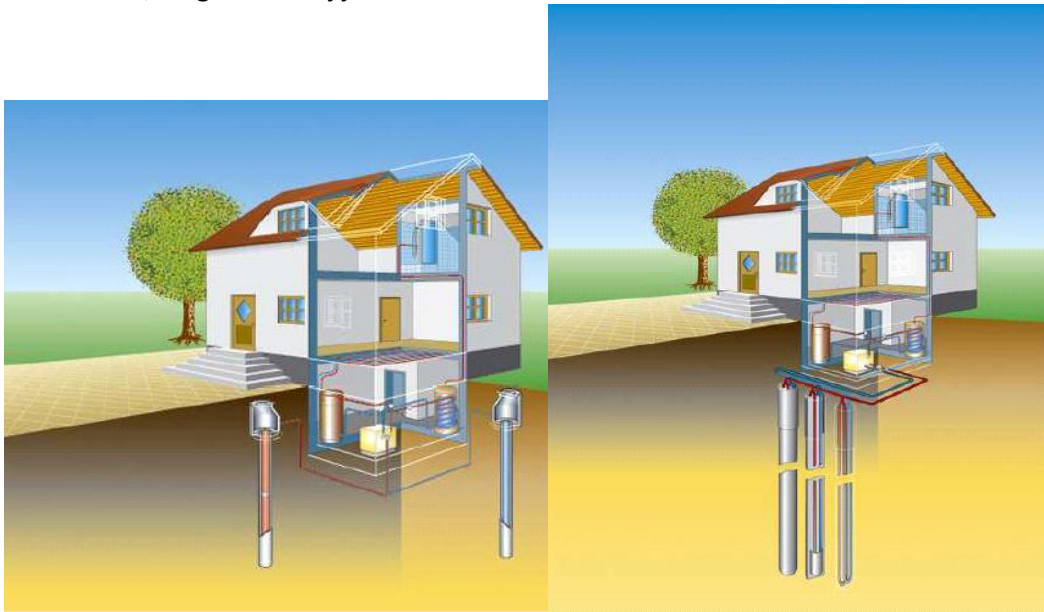


7. ábra Talaj, víz, levegő hőszivattyú sematikus ábrái [4]

2.4.3.1. Föld/vízszonda

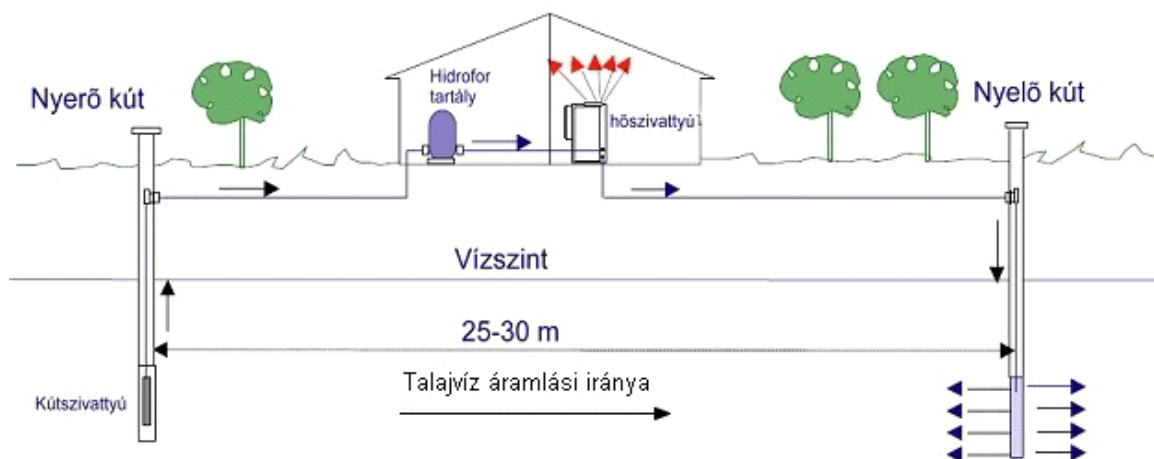
A talaj és víz által közvetített hő felhasználásához hőkutakra van szükség, melyek helyét, mélységét előzetes mérések alapján határozhatjuk meg. Ezen kutakba hőszondát juttatunk le, szükség van egy hő leadó, ill egy hő felvevő szondára is, a fűtés, hűtés megoldása miatt **(8. ábra)** .

A függőleges elrendezésű talajkollektor, vagyis a földszonda mélysége a talajfelszíntől mérve általában 100-150 m, átmérője 15 cm és a teljesítménytől függ a darabszáma, ami épületcsoportok esetén akár több száz is lehet **(10. ábra)**. Kedvező lehet adott esetben a 100-150m-nél sokkal rövidebb szonda is, megfelelő talaj jellemzők mellett.



8. ábra Nyitott és zárt rendszerű szondás hőszivattyúk [4]

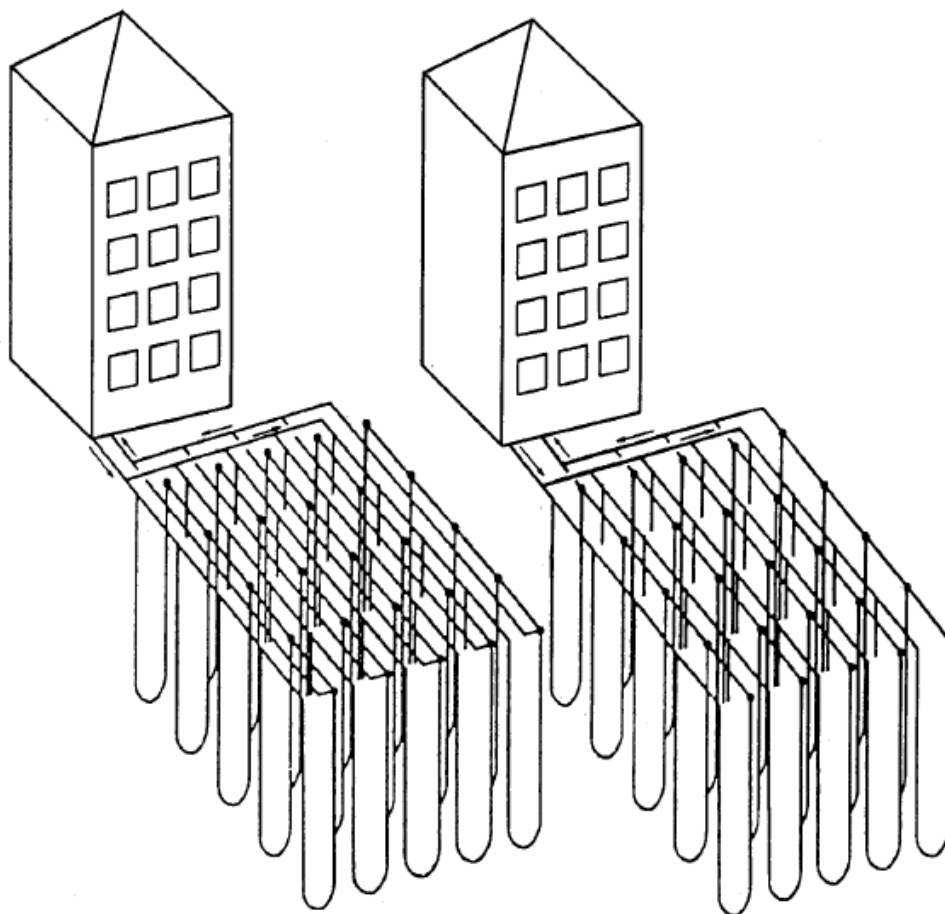
A hőszivattyú kiépíthető nyitott rendszerben, talajvíz esetén, főleg már megépült házaknál, mivel csak egy kútpár szükséges a működéséhez. A talajvíz-kútból búvárszivattyúval nyert víz hőjének elvonása után a vizet vagy egy másik kútba, vagy felszíni vízbe (patak, tó, folyó) vezetik, vagy elszívárogtatják földbe fektetett dréncsöveken át. A talajvíz állandó hőmérséklete ($7\text{ }^{\circ}\text{C}$ - $12\text{ }^{\circ}\text{C}$) és jó hővezető-képessége révén ideális hőforrás [5]. Elhelyezésüknél fontos a talajvíz folyási irányának figyelembe vétele, a **9. ábra** szerint.



9. ábra Nyitott rendszerű vízkútpáros hőszivattyús fűtésre/hűtésre [8]

További speciális alkalmazás, amikor hőforrásként egy tó szolgál. Ebbe helyezik el körkörös a kollektorként szolgáló csöveket.

Nagyobb épületeknél (**10. ábra**) nagyobb számban, nagyobb területen szükséges a szondák elhelyezése, ami nagyobb költségekkel is jár, főleg egy már kész épület esetében, hiszen a környék tereprendezése szükséges. A mobil fúróállomások megkönnyítik a szondák elhelyezését, de a kijelölt területet a telepítés végéig szabadon kell hagyni. Utána lehet parkosítani, megfelelő alapozással ráépíteni.



10. ábra Hőszivattyúval fűtött többszintes épületek hőfelvő köreinek, földszondáinak különböző csővezetékrendszerei [8]

Lehet két- vagy háromkörös rendszer, attól függően, hogy a szondában közvetlenül a hűtőközeg áramlik, vagy fagyálló folyadék adja át közvetetten hőjét a hűtőközegnek. A szondák speciális esete az energiakaró: több szondát egymás mellé helyezve nyáron eltárolják a hőenergiát a földben, amit télen hasznosítanak. Különösen nyári hűtési igény esetén, ill. ipari méretekben gazdaságos.

Nagyságrendekkel mélyebb szondák esetén (1000-2000 méter) már nem a talajrétegekben eltárolt napenergia kerül közvetetten hasznosításra, hanem elsősorban a geotermikus energia. A Föld középpontjában lejátszódó reakciók hője a felszín felé áramlik, ezért minnél mélyebb a fúrt kút, annál nagyobb a kúttalp körüli réteg hőmérséklete. Ez a hőmérséklet a geotermikus gradienstől függ (egy kilométerrel mélyebben mennyivel melegebb a földkéreg). Ez hazánkban 60 °C/km körüli érték, szemben a 30 °C/km -es európai átlaggal [2]. A hőelvonási érték függ az talaj minőségétől is, ahogy azt a **2. táblázat** is mutatja.

2. táblázat: Jellemző hőelvonási értékek, különböző talajminőségek esetén

Talajréteg jellege	Jellemző hőelvonási tényező [W/m]
Száraz, üledékes	30
Márga, pala	55
Szilárd kőzet	80
Nagy talajvíz áramlással jellemezhető réteg	100

A szilárd rétegre jellemző a jó hővezető képesség, ennél csak a víznek van jobb, vagyis a vízszondák nagyobb hatékonysággal működtethetők.

2.4.3.2. Földkollektor

A függőleges elrendezés mellett létezik a vízszintes, fölből táplálkozó, műanyag csőből készült kollektor is. A mi éghajlati viszonyainknál talajkollektor a talajfelszíntől kb. 1,0 m mélyre kell hogy kerüljön, ilyen esetben a csővezeték elrendezése egysoros (**11. ábra**). A napsugárzás hatása kedvezően érvényesül, ha a talaj felszínén nincs árnyékos terület és a lejtő déli fekvésű. Általában új építésű családi házaknál alkalmazzák, és a tereprendezéssel együtt fektetik le a talajkollektort.

A Tichelmann-féle csővezeték-rendszer lényege, hogy a vezeték elrendezése nyomáskiegyenlítésre is szolgál, az azonos vezeték hosszúság azonos nyomáskülönbséget eredményez [8].

Hátránya, hogy nagy felületen (a fűtött alapterület 1,5-3-szorosán) kell megbontani a telket a csövek lefektetésekor, emiatt is leginkább új építésű házak esetén jöhet szóba. Segítségével négyzetméterenként 20-30 W-nyi energiát nyerhetünk. Ennek nagysága függ a talaj hővezetésétől, nedvességtartalmától, és az esetleges talajvíztől [2]. Száraz talaj esetén lehet 10 W/m², de nedves talaj esetén akár 40 W/m² is az érték.



11. ábra Földkollektoros hőszivattyú [4]

2.4.3.3. Külső levegős hőszivattyú

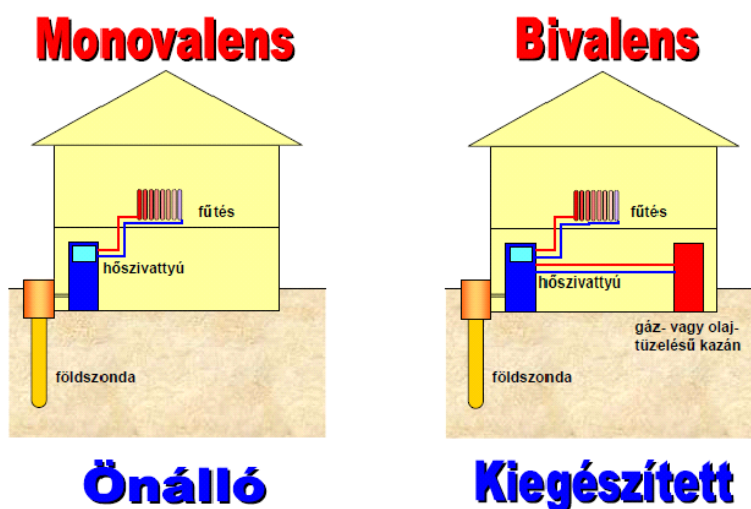
A külső levegő ventilátorokkal kerül beszívásra, amit a hőszivattyú hűt le (**12. ábra**). Hátránya, hogy a levegő hőmérséklete nem állandó, így a rendszer hatékonysága is változó, illetve a ventilátorok által keltett zaj is problémát jelenthet. Felhasználásra kerülhet még a ház pincéjének levegője is. Központi szellőztető rendszerrel ellátott, légmentesen szigetelt ház esetén a kifúvásra kerülő elhasznált levegő is használható hőforrásként, vagy a befúvásra kerülő levegőt melegítve, vagy a fűtési rendszerre rásegítve. (Ennél egyszerűbb megoldás a hőcserélők alkalmazása, ahol a kifúvott meleg és a beszívott hideg levegő egy nagy felületű berendezésen át adja át a hőt, anélkül, hogy keveredne) [2].



12. ábra Külső levegős hőszivattyú [4]

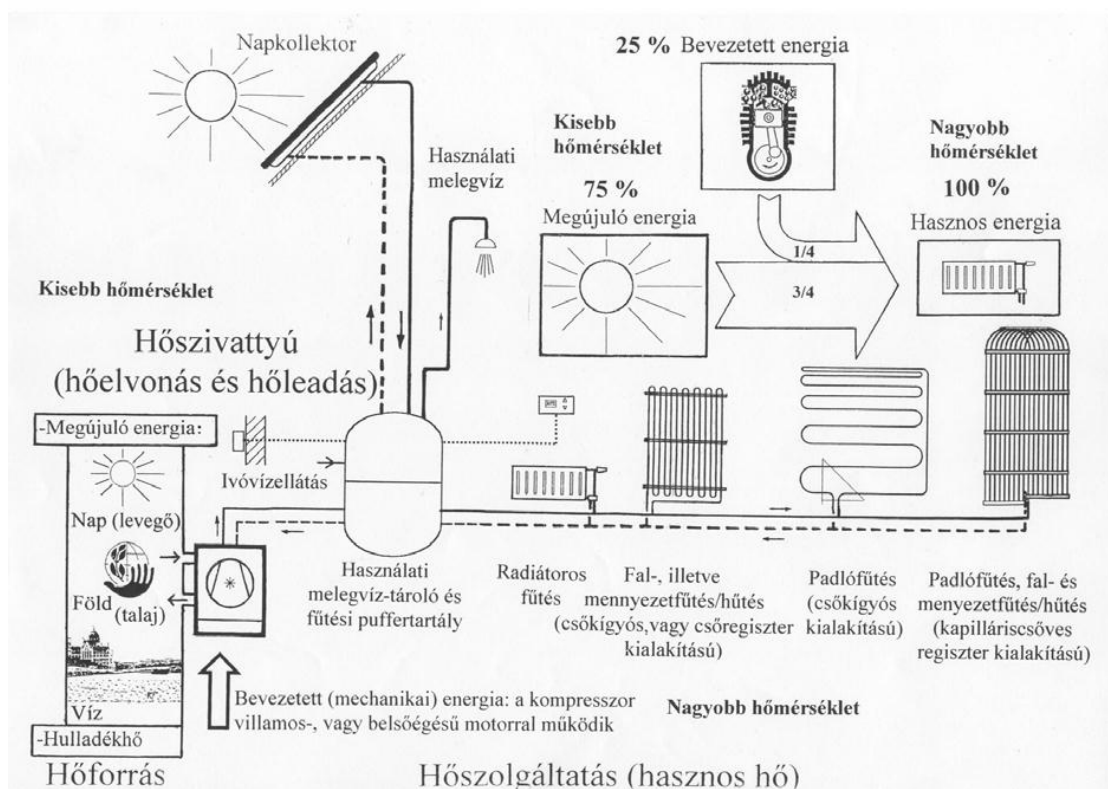
2.4.4. Csoportosítás üzemmód szerint

Üzemeltetés módja szerint megkülönböztetünk monovalens és bivalens üzemmódokat (**13. ábra**). Monovalens esetben csak a hőszivattyú által nyert energiát hasznosítjuk, annak üzemeltetésén kívül más energiát nem használunk fűtésre, míg a bivalens üzemmód esetén kiegészítő kazánt is használunk a megfelelő hőmérséklet elérésére. Ez lehet gáz, olaj, de akár biomassza tüzelésű is, a felmerülő igények és lehetőségek függvényében.



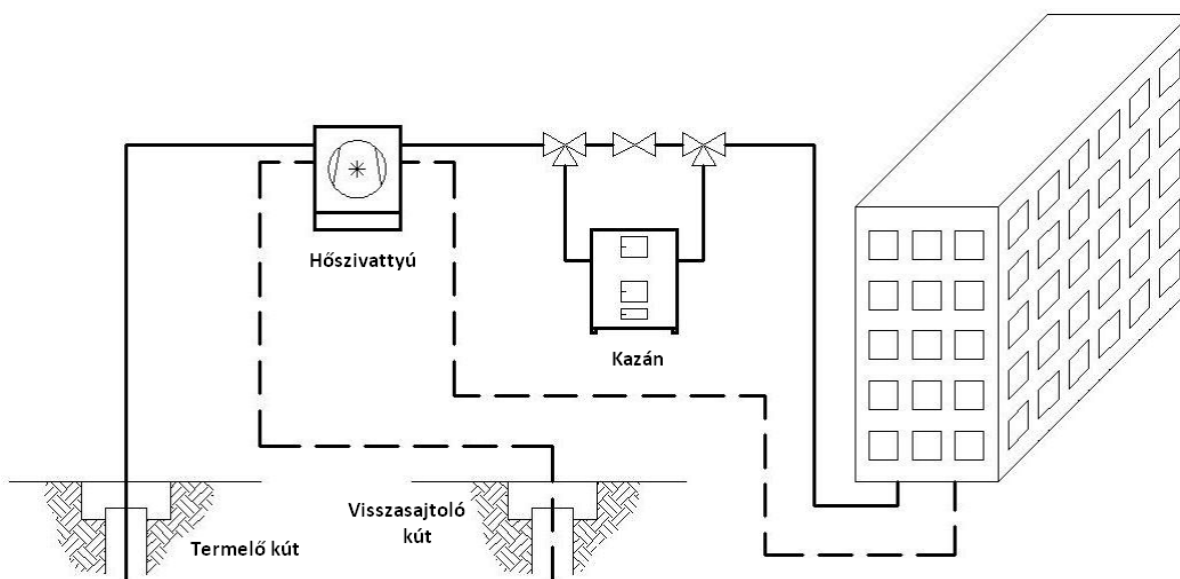
13. ábra Monovalens és bivalens hőszivattyúk [4]

Elegendő napfényes órával jellemezhető területeken lehetőség van a HMV napkollektorral való kiváltására is (14. ábra).



14. ábra Kompresszoros hőszivattyús rendszer napkollektorral társítva [11]

Másik bivalens üzemeltelési lehetőség a távhőellátással összekapcsolt hőszivattyú, biomassza tüzelésű csúcskazánnal kiegészítve (15. ábra).



15. ábra Távhőellátás kapcsolási vázlat (termelő és visszasajtoló kúttal, hőszivattyúval, valamint csúcskazánnal) [12]

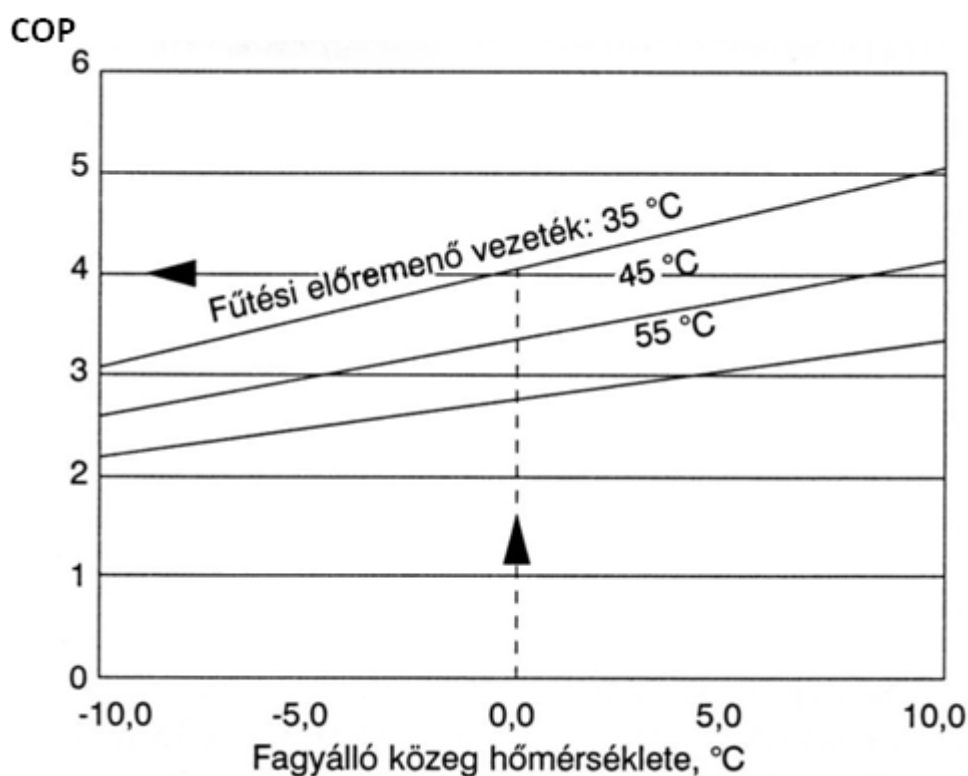
2.5. Hőszivattyú megvalósítási feltételei, felmerülő költségek

A megvalósításnál több szempontot kell figyelembe venni. A kiépítést engedélyezetni kell, melyet a talaj kollektoros vagy szondás rendszerek esetén az illetékes Bányakapitányság és Vízügyi Hatóság adhat meg. Az engedély kiadása a terület adottságaitól függ, esetenként több hónapos procedúra is lehet a mérések elvégzése, kiértékelése.

Talajkollektoros rendszerek esetében a nagy helyigény a meghatározó, melyet az energiaigény kielégítés miatt nem lehet megspórolni. Ez nagyobb épület esetén szinte megvalósíthatatlan, esetleg bivalens rendszerrel kombinálva, kiegészítő hőellátásként merülhet fel. Alternatívája lehet a szondás (akár talaj, akár víz) hőszivattyú, hiszen már léteznek mobil fúrótornyok. Új építésű lakásoknál az épület alatt is elhelyezkedhetnek a kutak, meglévőkénél megfelelő terepet kell keresni.

A levegős hőszivattyúk könnyen szerelhetők a falak külső oldalára is, hátrányuk inkább a zajszennyezés lehet. Talán ez a legolcsóbb rendszer, hiszen talajmunkákat nem kell végezni, ezért érdemes a megépült házaknál alkalmazni, ügyelve a megfelelő átalakításokra.

Mivel a hőszivattyús rendszerek alacsony fűtési előremenő víz hőmérsékleten mutatnak jó COP-t, meg kell oldani a már megépült épület megfelelő szigetelését, illetve annak hőleadó rendszerének átalakítását, kiépítését.



16. ábra Vízszintes elrendezésű talajkollektoros villamos hőszivattyú COP változása a talajkollektorban áramló hőhordozó közeg hőmérsékletének függvényében, különböző (35, 45 és 55 °C-os) fűtési előremenő víz hőmérsékletek esetén [6]

Új épületeknél ez kisebb költséget jelent, a beruházás mértékéhez képest. Meglévő épületeknél tehát nem csak a nyílászárók és a falazat szigeteléséről, hanem a csőrendszer, tárolók beszereléséről is

gondoskodni kell. Az alacsony fűtési előremenő vízhőmérsékletet a már esetlegesen meglévő régi radiátor rendszerek nem képesek megfelelően hasznosítani, így ennek költségével is számolni kell.

Az adott típusú földhős hőszivattyúkhöz szükséges földszondák hosszának megállapítása, a hidraulikai paraméterek kiszámítása a fűtés és hűtéstechnikai ismereteken túl geológiai ismereteket is feltételez, valamint olyan számítási módszert, amely tapasztalatokon, kísérleteken alapul. A szoftveres tervezés figyelembe veszi:

- a talajból kivett éves hőmennyiség (kWh) nagyságát
- a geotermikus gradiens helyi értékét;
- a talaj átlagos hővezetési tényezőjét;
- a földhőszonda rendszer paramétereit (csőminőség, méret, furatátmérő, távtartók, földhőszonda --távolság, tömedékelés, mélység);
- a tervezett *COP* éves értéket ;
- az átlagos külső hőmérsékleti viszonyokat;
- az alkalmazott hőszivattyú paramétereit [8.]

A szoftveres tervezés lehetővé teszi, hogy a zárt földhőszondás rendszereket biztonsággal tervezni lehessen, a tervezési határok között ne forduljon elő a talaj túlhűlése és a rendszer leállása.

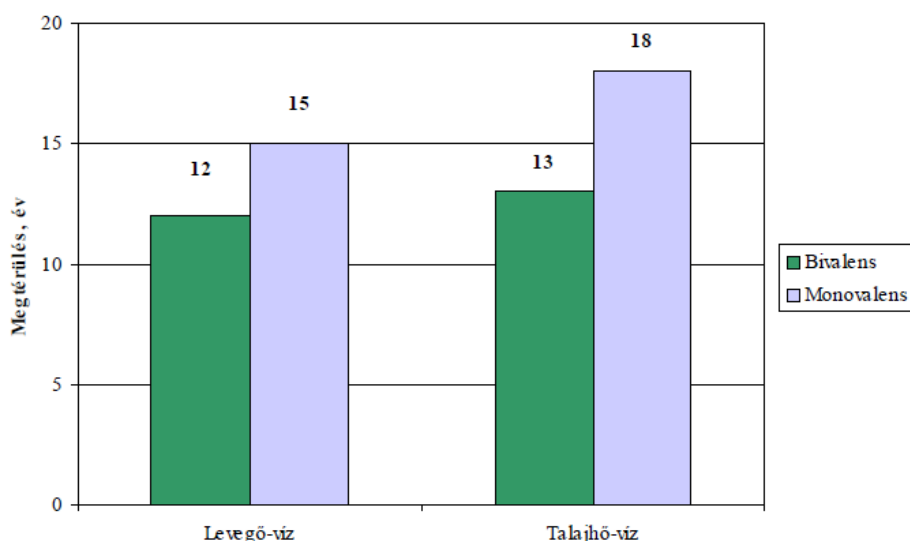
A tervezés lényeges sajátossága, hogy a tervezés alapjául a talajból kivett éves hőmennyiség szolgál, és nem csupán a gázkazános rendszereknél megszokott csúcsteljesítmény-szükségletet kell meghatározni. A tervezési eltérés azzal magyarázható, hogy a talajban a hő teljes visszapótlása viszonylag lassú folyamat, heteket, hónapokat vesz igénybe. A talajból egy fűtési szezon alatt kivett hőmennyiség viszonylag lassan, de folyamatosan csökkenti az átlagos szondahőmérsékletet. A visszamelegedés mintegy 50%–60%-ig viszonylag gyors, percek, órák alatt végbemegy. A talaj eredeti hőmérsékletének helyreállása azonban a nemzetközi hőszivattyús szervezet (IGSHPA) tanulmányai szerint is közel azonos a hőkivétel időtartamával, tehát több hónapot vesz igénybe. Természetesen a helyi talajviszonyok, talaj hőáramok némileg befolyásolják a mérési eredményeket, de döntő mértékben a visszapótlás üteme nem változik! Nagyon lényeges ezzel tisztában lenni, különösen a nem lakóépület jellegű földhőszondás hőszivattyús rendszerek kiépítésénél, ahol nem az éves 4 500 óra körüli fűtési órászámmal számolhatunk, hanem esetlegesen – ugyanolyan teljesítménynél – ennek a duplájával, és jelentős mértékben növelt szondaszám képes csak a feladata ellátására ugyanolyan *COP*_{éves} szinten [8].

A beruházások költsége a környezeti tényezőktől nagyban függ, de kijelenthető, hogy a hőszivattyú beépítése meglévő épületek esetén nagyobb költséggel jár. A PÉTÁV (Pécsi Távfűtő Kft.). által végzett tanulmány erre vonatkozik. Természetesen ezek csak becsült adatok (**3. táblázat**), földtani mérések nélkül nem lehetnek teljesen pontosak a számítások. A PÉTÁV a távhő teljes kiváltását vizsgálta egy 30 lakásos épületben, 127 GJ/év használati melegvíz és 450 GJ/év fűtési energia felhasználásnál [13].

3. táblázat: Meglévő épület távhő teljes kiváltása hőszivattyúval [13]

Hőszivattyú típus	levegő-víz	talaj-víz
Teljesítmény	140kW	140kW
Jósági fok	3	4
Beruházási költség	19 600 000 Ft	31 000 000 Ft
Megtérülési idő	15 év	18 év

A monovalens rendszereknek a megtérülési ideje nagyobb, mint a már kiépített távhő mellé telepített, bivalens rendszerben működő hőszivattyú rendszereknek (**17. ábra**).



17. ábra Megtérülési idők összehasonlítása bivalens és monovalens rendszereknél [13]

2.6. Hőleadó rendszerek

A fűtési megoldások jellemzően sugárzásos és konvekciós hőátadással működnek, ezek arányát a hőleadó test, felület szabja meg (3. táblázat).

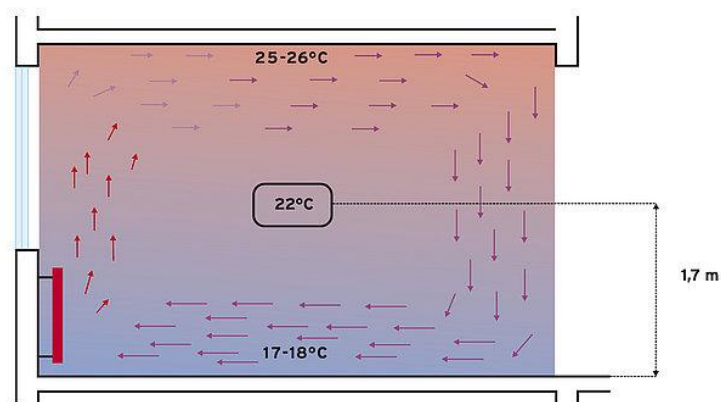
3. táblázat: Fűtési megoldások sugárzásos és konvekciós hőleadásának aránya [14]

Fűtési megoldás	Sugárzás [%]	Konvekció [%]
Infravörös sugárzó fűtés	90	10
Mennyezetfűtés	75	25
Falfűtés	50	50
Padlófűtés	30	70
Hagyományos radiátoros fűtés	15	85
Légfűtéses	0	100

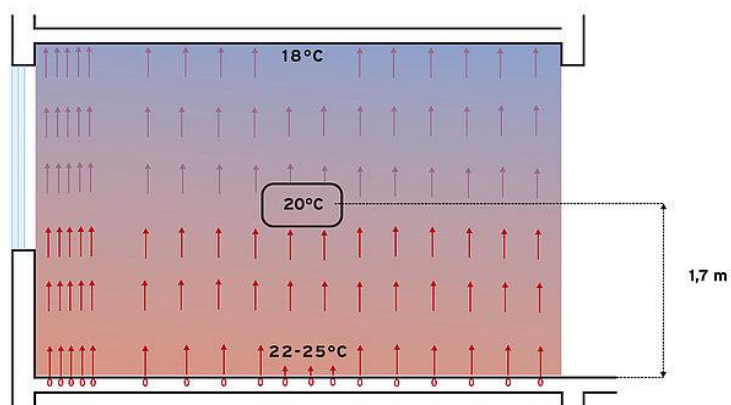
Mint ahogy a 3. táblázatból kiderül a hagyományos radiátor fűtés konvekciósnak tekinthető, mely több hátrányt is jelent a sugárzásos hőátadáshoz képest, főként a hőszivattyúval ellátott fűtési rendszereknél. Fiziológiailag és építésbiológiailag ajánlatos helyiségklíma a hagyományos radiátoros fűtésnél 22 °C-os helyiség levegőhőmérsékletnél alakul ki (ami 60-80 °C előremenő víz hőmérsékletet jelent), míg a padló ill fal fűtésnél ez már 17-18 °C-nál jelentkezik (amihez 35 °C-os előremenő víz hőmérséklet már elegendő). Nyilvánvaló, hogy ez energia megtakarításhoz vezet, nem is beszélve a hőszivattyú alacsony fűtési előremenő víz hőmérsékletéről, mely a hőszivattyú COP-ját, ezáltal az üzemeltetési költségeket is erősen befolyásolja (16. ábra). A radiátor megoldások közül kiemelkedő a lapradiátor típus, mely nagy felülete miatt jobban be tudja fűteni a helyiséget.

A konvekciós hőátadás légmozgással jár, mely a térben meglévő por szemcsék mozgását okozza. Ez a fűtési időszakban egy folyamatos áramlást idézhet elő (légkörzés, 17. ábra), mely nem más mint az allergiás megbetegedést okozó porhenger. Ezzel ellentétben a padlófűtés áramlási iránya egyenesen felfelé tart a mennyezet felé (18. ábra), igaz nagyobb hőmérséklet esetén itt is jelen van a szálló por, de még sincs 0,15–0,25 m/s légáramlás sebessége, mint a porhengernek, így nincs kellemetlen

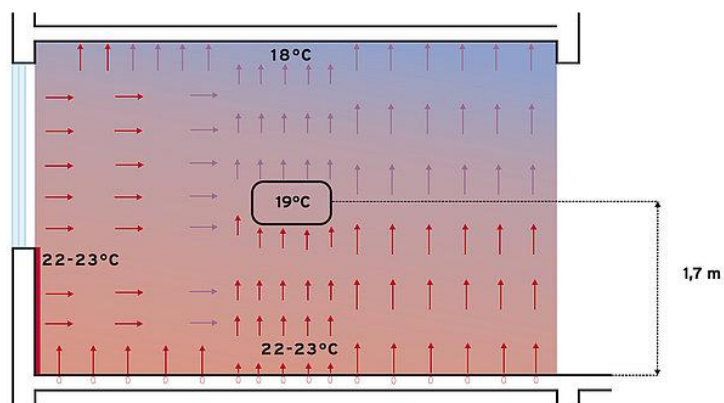
légáramlás vagy huzat a boka ill. fej magasságban, növelve így a hőkomfortot. A falfűtéssel kiegészült padlófűtés még komfortosabbá teszi az életteret, az ablak előtt egy meleg levegőből álló légfüggönyrel elzárja az üvegfelület hűtő hatását.



17. ábra Szokásos radiátorfűtés (60-80 °C előremenő fűtővíz hőmérséklettel, forgó lég- és porhenger) [15]



18. ábra Padlófűtés (35 °C előremenő fűtővíz hőmérséklettel, alacsony hőmérsékletű sugárzó hő) [15]

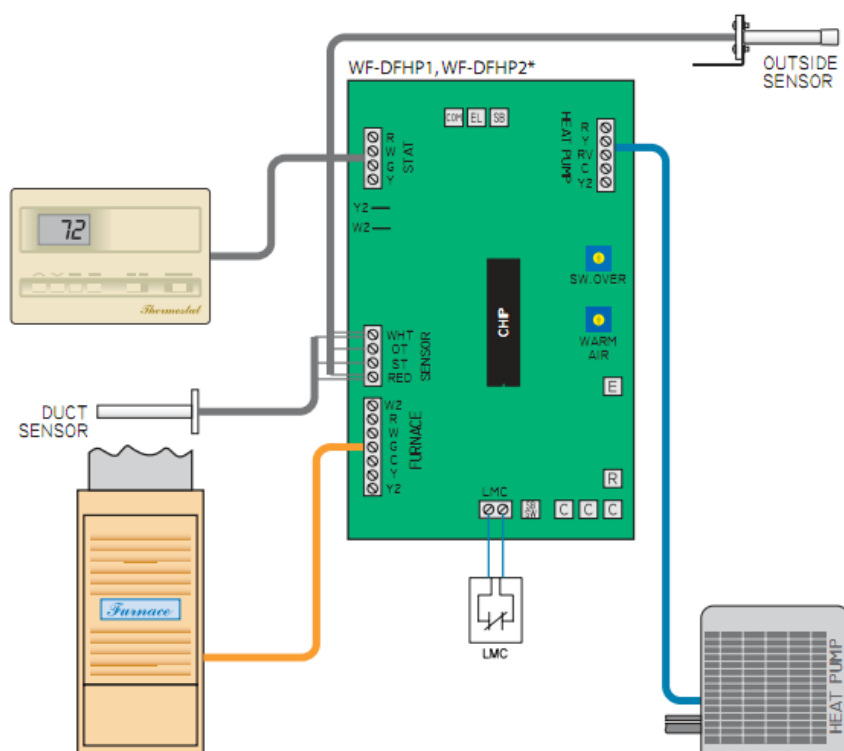


19. ábra Padló és falfűtés (28–35 °C előremenő fűtővíz, alacsony hőmérsékletű sugárzó hő oldalirányból is) [15]

Mint kiderült a korszerűbb hőátadó rendszerrel párosított fűtési rendszer gazdaságosabban üzemeltethető, akár hőszivattyú, akár más hőtermelő áll a technológia mögött.

2.7. Hőszivattyú szabályozás

A szabályozás egy digitális szabályzón keresztül teljesen automatikusan történik. A rádióvezérelt távirányító segítségével a legkülönbözőbb programok állíthatók be. A szabályozás berendezésenként változik és az elektronikai részlegén készül. Így minden szabályozás tartalmazza a saját interaktív vezérlő-tervét az összes berendezési egységgel együtt (**20. ábra**). Az egytermes szabályozás az összes terem egyedi hőmérsékletszabályozását teszi lehetővé. Ebben minden terem egymástól függetlenül vezérelhető, ami egy kényelmes megoldás a hétköznapiak számára. A frekvencia a kompresszor 30 - 60Hz közötti szabályozását teszi lehetővé és ezzel fokozatmentes teljesítményszabályozást biztosít 40 és 120% között. Az ilyen típusú szabályozás révén a hőszivattyú teljesen automatikusan alkalmazkodik a fűtési igényekhez, ami energiatakarékosabb működést biztosít. A modem vezérlés révén bárholnan irányíthatjuk a fűtőberendezést egyetlen mobiltelefon segítségével. Így bármikor tudjuk, hogy épp mit csinál a fűtőberendezés, vagy bizonyos alkalmakhoz SMS segítségével szabályozhatjuk az épület hőmérsékletét [16].



20. ábra Vezérlő terv [17]

2.8. Hőszivattyúk alkalmazása Magyarországon

Az utóbbi években tapasztalható a legnagyobb növekedés a geotermikus hőszivattyús kiépítése terén. Jelenleg a telepített kapacitás körülbelül 40 MWt. A telepített egységek aktuális száma 4 000, de ez az adat nem teljesen tükrözi a valós számokat. Az átlagos COP értékre 4.0-et kapunk, az átlagos

kapacitás 10 kW. Ha néhány környező ország adataival hasonlíthatjuk össze országunk kapacitását. Nyugati szomszédunk, Ausztria a vezető a hőszivattyús berendezések terén a minket körülvevő országok közül 600 MWt kapacitással. Szlovákia velünk egy szinten áll 49,71 MWt-val, tőlünk leszakadva Románia 5,5 MWt, Szlovákia 1,6 MWt kapacitással rendelkezik. Annak ellenére, hogy geotermikus nagyhatalom vagyunk adottságainkat tekintve, mégsem használjuk ki azokat megfelelő mértékben.

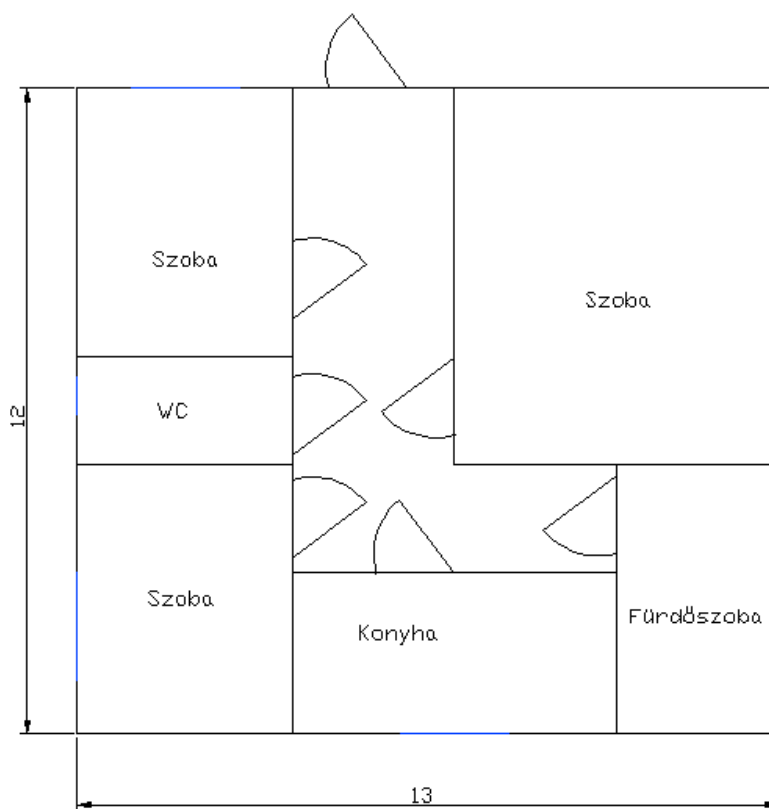
3. Hőszivattyú telepítési feltételeinek mérnöki, gazdasági viszonylata

Dolgozatom fő feladataként annak akartam utána járni, hogy egy ismert tulajdonságú lakóépületbe milyen műszaki és gazdasági feltételekkel lehet beépíteni egy korszerű hőszivattyús rendszert.

3.1. Épületenergetikai számítások

3.1.1. A vizsgált épület jellemzői

A vizsgálat alapjául egy 156 m²-es, egy szintes, lapos tetős, pincével ellátott, É-i tájolású lakóépület választottam. Alaprajzának vázlata a **21. ábrán** látható.



21. ábra A vizsgált épület alaprajza

A feladatot három különböző energetikai jellemzőjű épületre oldottam meg. A különbségek a földem szerkezetében és a falazó téglákban mutatkozik. A későbbi számítások alapján, épületenergetikailag A, B és D besorolást kaptak a modellek, ahol az A a legjobb szigetelő tulajdonságokkal bír, míg a D a legkedvezőtlenebbel, ahogyan az a **4. táblázatban** látható is.. A későbbiekben így hivatkozom rájuk. A három különböző épület fűtési célú hőenergia ellátását vizsgáljuk hőszivattyú és kondenzációs gázkazán esetében is. Az újonnan épített épületek tervezésekor probléma, hogy milyen környezetbarát fűtési rendszert rendeljünk az épülethez. A fosszilis energiahordozók (földgáz) esetében a mai legkorszerűbb berendezés a kondenzációs kazán, a megújuló energiaforrások körül a hőszivattyú alkalmazása a legkörnyezetbarátabb.

4.táblázat: A, B és D modellek szerkezeti tulajdonságai

Épület energetikai besorolása	Szerkezeti jellemzők	Vastagság [cm]	Hőátbocsátási tényező U [W/m ² K]
A	fafödém, csapos gerendafödém+agyagtapasztás (5-6 cm)	21-23	0,85
	vasbeton elemes födém, FF és G gerendás, BH elemes födémek+salakfelt+padlóburkoló	35 - 40	0,82
	BORSOD GB550/2 gázbeton blokkfal	30	0,61
B	fafödém, borított gerendafödém+feltöltés+téglaburkolat	35-40	1,1
	vasbeton elemes födém, FF és G gerendás, B elemes födémek+salakfelt+padlóburkoló	35 - 40	1,05
	POROTON PF-30/29 blokkfal	30	0,85
D	fafödém, wrított gerendafödém+agyagtapasztás (5-6 cm)	30-35	1,25
	acélgerendás födém, alulbordás vasbetonlemez födém+feltöltés+padlóburkolat	30 - 35	1,45
	RÁBA blokktéglafal	25	1,20

A nyílászárók ugyan olyan tulajdonsággal rendelkeznek mindhárom modellnél.

Kétféle belmagasságot is figyelembe vettem, mégpedig 2,7 ill. 2,6 m-est, azzal a céllal, hogy megvizsgáljuk mekkora energia megtakarítást jelent a 10 cm-es belmagasság különbség. A magasságcsökkenés nem rontja feltűnően a lakók komfortérzetét, a számításokból kiderül mekkora költségcsökkenést idéz ez elő.

3.2. Számítás menete

A számításaimat a regionális fejlesztésért és felzárkóztatásért felelős tárca nélküli miniszter 7./2006. (V. 24.) TNM rendelet alapján végeztem, kiegészítve az épületek energetikai jellemzőinek tanúsításáról szóló 176/2008. (VI. 30.) kormányrendelettel.

Mivel a számítás menete megegyezik a különböző jellemzőkkel ellátott modelleknél (csak a **4. táblázat**ban található hőátbocsátási tényezőket kell megfelelő módon behelyettesíteni), csak az A jellegű épület számításait közlöm részletesen.

3.2.1. Az épület fontosabb geometriai adatai

Összes fűtött térfogat	V=	392,81	[m ³]
A belső falaknál 0,12 m-es falvastagsággal számolok.			
Összes bruttó alapterület	A _B =	156,00	[m ²]
Összes nettó alapterület	A _N =	151,08	[m ²]
Összes padló és pincefödém felülete	A _{pf} =	151,08	[m ²]
Összes padlásfödém és tetőtér felülete	A _{paf} =	151,08	[m ²]
Összes homlokzat felülete (nyílászárókkal)	A _h =	124,80	[m ²]

Fűtött térfogatot határoló összes felület:

$$A = A_{pf} + A_{paf} + A_h = 426,96 \quad [m^2]$$

Fűtött felület/térfogat arány:

$$A / V = 426,96 / 392,81 = 1,087 \quad [1/m]$$

ahol A $[m^2]$ a fűtött épülettérfogatot határoló szerkezetek összfelülete
 V $[m^3]$ fűtött épülettérfogat (fűtött légtérfogat)

Az épület típusa: Lakó- és szállásjellegű épület

Ennek az összesített energetikai jellemző követelményének meghatározásakor lesz szerepe.

3.2.2. A követelményértékek meghatározása

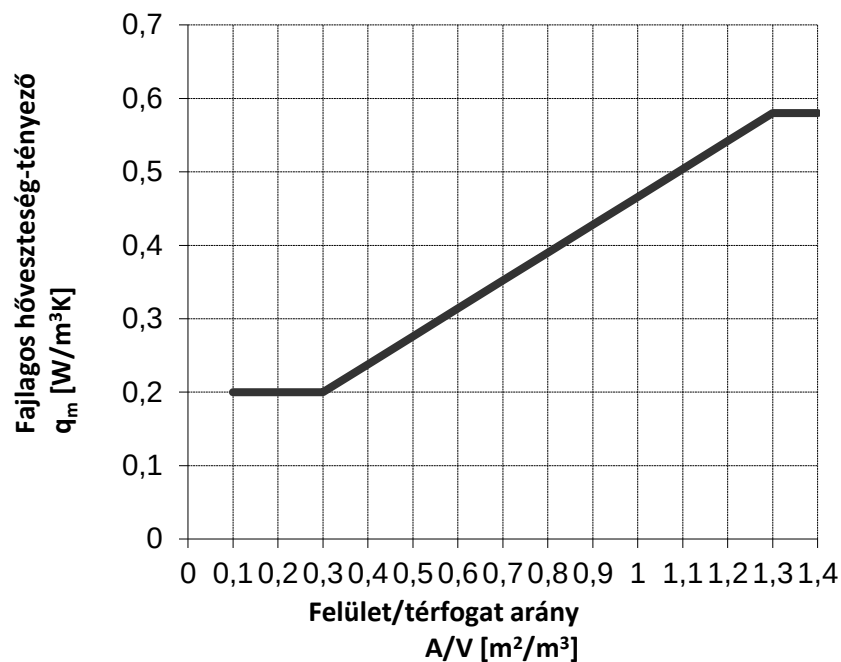
A rendeletben előírt követelményeknek megfelelő fajlagos hőveszteség tényező (q_m) értéke a felület/térfogat arány függvényében a következő összefüggéssel számítandó:

$$0,3 \leq A/V \leq 1,3 \quad q_m = 0,38 (A/V) + 0,086 \quad [W/m^3K]$$

Fajlagos hőveszteség tényező a vizsgált esetben:

$$q_m = 0,38 * 1,087 + 0,086 = 0,499 \quad [W/(m^3K)]$$

A fűtött épülettérfogatot határoló összfelületbe beszámítandó a külső levegővel, a talajjal, a szomszédos fűtetlen terekkel és a fűtött épületekkel érintkező valamennyi határolás.



22. ábra A fajlagos hőveszteség tényező követelményértéke [18]

A fajlagos hővesztégtényező megengedett legnagyobb értékét a felület/térfogat arány függvényében az **22. ábra** szemlélteti, melynek felhasználásával a q_m közelítő értéke meghatározható.

Ha a sugárzási nyereségek hatását nem vesszük figyelembe (ez az egyszerűsített eljárásban megengedett a biztonság javára történő elhanyagolás), akkor a fajlagos hővesztégtényező követelményértékeiből az épülethatároló szerkezetek átlagos hőátbocsátási tényezőjének felső határértéke (U_m) is származtatható a következő összefüggés szerint:

$$U_m = 0,086 * \left(\frac{V}{A}\right) + 0,38 \quad [W/m^2K]$$

Átlagos hőátbocsátási tényező a vizsgált esetben:

$$U_m = 0,086 * 0,92 + 0,38 = 0,459 \quad [W/(m^2K)]$$

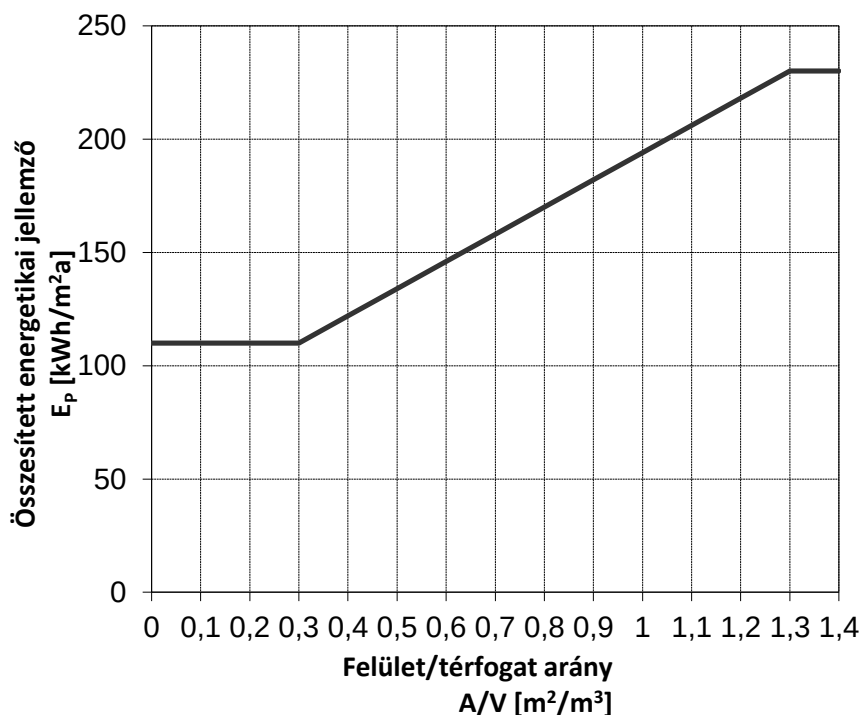
Lakó- és szállásjellegű épületek összesített energetikai jellemzőjének megengedett legnagyobb értéke a következő összefüggéssel számítandó:

$$0,3 \leq A/V \leq 1,3 \quad E_p = 120 (A/V) + 74 \quad [kWh/m^2a]$$

Összesített energetikai jellemző a vizsgált esetben:

$$E_p = 120 * 204,433 + 74 = 204,433 \quad [kWh/(m^2a)]$$

A fenti összefüggéssel megadott értékek az **23. ábrából** is leolvashatók.



23. ábra Lakó- és szállásjellegű épületek összesített energetikai jellemzőjének követelményértéke (nem tartalmaz világítási energia igényt) [18]

A hőátbocsátási tényezők számításához a **4. táblázatban** foglalt, A besorolású modell adatait használtam. A korrekciós tényezők és más értékek a hatályos rendeletekben megfogalmazottakhoz hűek.

3.2.3. Padlásfödém energetikai jellemzői

felülete	(A_{paf1})	151,080	[m ²]
hőátbocsátási tényezője	(U_{paf1})	0,850	[W/(m ² K)]
a hőmérsékletkülönbség módosító tényezője:		0,900	
módosított hőátbocsátási tényezője	(U_{mpaf1})	0,765	[W/(m ² K)]
hőátbocsátási tényező korrekciós tényezője	(χ_{paf1})	0,100	
hőhidakkal korrigált hőátbocsátási tényező	(U_{Rpaf1})	0,842	[W/(m ² K)]

A fajlagos hőveszteség meghatározásához összegeznünk kell a felületek és a hozzájuk tartozó korrigált hőátbocsátási tényezőket, így ezt minden számolt felületnél megteszem, az alábbi módon:

$$\Sigma A_{\text{paf}} U_{\text{Rpaf}} = 127,134 \quad [\text{W/K}]$$

3.2.4. Pincefödém energetikai jellemzői

felülete	(A_{pinf1})	151,080	[m ²]
hőátbocsátási tényezője	(U_{pinf1})	0,820	[W/(m ² K)]
a hőmérsékletkülönbség módosító tényezője:		0,500	
módosított hőátbocsátási tényezője	(U_{pinf1})	0,410	[W/(m ² K)]
A födém hőszigetelése a szerkezeten alul van, ezért az alábbi korrekciós tényezőt használom.			
hőátbocsátási tényező korrekciós tényezője	(χ_{pinf1})	0,100	
hőhidakkal korrigált hőátbocsátási tényező	(U_{Rpinf1})	0,451	[W/(m ² K)]

A pincefödém felületének és hőátbocsátási tényezőjének szorzata:

$$\Sigma A_{\text{pinf}} U_{\text{Rpinf}} = 68,137 \quad [\text{W/K}]$$

3.2.5. Homlokzatok energetikai jellemzői

3.2.5.1. Déli homlokzat

a déli homlokzatrész összes falfelülete	(A_{hD1})	30,335	[m ²]
a falrész hőátbocsátási tényezője	(U_{hD1})	0,420	[W/(m ² K)]
a homlokzatrészen lévő hőhidak összes hossza	(l_{hD1})	10,400	[m]
hőhidak fajlagos hossza a külső falon	($l_{\text{hD1}}/A_{\text{hD1}}$)	0,343	
a homlokzatrész besorolása	gyengén hőhidas		
A fal rendelkezik külső oldali, vagy szerkezeten belüli megszakítatlan hőszigeteléssel, ezért az alábbi korrekciós tényezőt használom.			
hőátbocsátási tényező korrekciós tényezője	(χ_{hD1})	0,150	
hőhidakkal korrigált hőátbocsátási tényezője	(U_{RhD1})	0,483	[W/(m ² K)]

3.2.5.2. Északi homlokzat

az északi homlokzatrész összes falfelülete	($A_{\text{hÉ1}}$)	31,550	[m ²]
a falrész hőátbocsátási tényezője	($U_{\text{hÉ1}}$)	0,610	[W/(m ² K)]
a homlokzatrészen lévő hőhidak összes hossza	($l_{\text{hÉ1}}$)	10,400	[m]
hőhidak fajlagos hossza a külső falon	($l_{\text{hÉ1}}/A_{\text{hÉ1}}$)	0,330	
a homlokzatrész besorolása	gyengén hőhidas		
A fal rendelkezik külső oldali, vagy szerkezeten belüli megszakítatlan hőszigeteléssel, ezért az alábbi korrekciós tényezőt használom.			

hőátbocsátási tényező korrekciós tényezője	$(\chi_{hÉ1})$	0,150	
hőhidakkal korrigált hőátbocsátási tényezője	$(U_{RhÉ1})$	0,702	[W/(m ² K)]

3.2.5.3. Keleti homlokzat

a keleti homlokzatrész összes falfelülete	(A_{hK1})	26,350	[m ²]
a falrész hőátbocsátási tényezője	(U_{hK1})	0,610	[W/(m ² K)]
a homlokzatrészen lévő hőhidak összes hossza	(l_{hK1})	10,400	[m]
hőhidak fajlagos hossza a külső falon	(l_{hK1}/A_{hK1})	0,395	

a homlokzatrész besorolása gyengén hőhidas

A fal rendelkezik külső oldali, vagy szerkezeten belüli megszakítatlan hőszigeteléssel, ezért az alábbi korrekciós tényezőt használom.

hőátbocsátási tényező korrekciós tényezője	(χ_{hK1})	0,150	
hőhidakkal korrigált hőátbocsátási tényezője	(U_{RhK1})	0,702	[W/(m ² K)]

3.2.5.4. Nyugati homlokzat

a nyugati homlokzatrész összes falfelülete	(A_{hNy1})	25,180	[m ²]
a falrész hőátbocsátási tényezője	(U_{hK1})	0,610	[W/(m ² K)]
a homlokzatrészen lévő hőhidak összes hossza	(l_{hNy1})	7,800	[m]
hőhidak fajlagos hossza a külső falon	(l_{hNy1}/A_{hNy1})	0,310	

a homlokzatrész besorolása gyengén hőhidas

A fal rendelkezik külső oldali, vagy szerkezeten belüli megszakítatlan hőszigeteléssel, ezért az alábbi korrekciós tényezőt használom.

hőátbocsátási tényező korrekciós tényezője	(χ_{hNy1})	0,150	
hőhidakkal korrigált hőátbocsátási tényezője	(U_{RhNy1})	0,702	[W/(m ² K)]

A négy égtáj homlokzatának összesített felület és korrigált hőátbocsátási tényező szorzata:

$$\Sigma A_h U_{Rh} = 72,932 \quad [W/K]$$

3.2.6. Ajtó energetikai jellemzői

Az épület egyetlen külső, D-i oldali ajtaja kerül be a számításba, egy átlagos hőátbocsátási tényezővel. Az ajtó mérete 75X210-es szabvány méret.

3.2.6.2. Déli ajtók

az ajtók összes felülete, $A_{kajtóD}$	1,575	[m ²]
hőátbocsátási tényezője ($U_{RajtóD}$)	0,930	[W/(m ² K)]

Az ajtók felületének és hőátbocsátási tényezőinek szorzata:

$$\Sigma A_{ajtó} U_{Rajtó} = 1,465 \quad [W/K]$$

3.2.7. Ablakok energetikai jellemzői

Kiemelkedő hőátbocsátási tényezővel rendelkező, kereskedelembe kapható ablakokkal számolunk. Az alábbi szabvány méretekkel dolgozok: 90x210, 90x150, 150x150, 120x60, 60x60.

3.2.7.1. Északi ablakok

összes felülete, $A_{ablakÉ}$	2,250	[m ²]
hőátbocsátási tényezője ($U_{RablakÉ}$)	1,600	[W/(m ² K)]

3.2.7.2. Déli ablakok

összes felülete, A_{ablakD}	1,890	[m ²]
hőátbocsátási tényezője ($U_{RablakD}$)	1,600	[W/(m ² K)]

3.2.7.3. Keleti ablakok

összes felülete, A_{ablakK}	2,250	[m ²]
hőátbocsátási tényezője (U_{RablakK})	1,600	[W/(m ² K)]

3.2.7.4. Nyugati ablakok

összes felülete, A_{ablakNy}	3,420	[m ²]
hőátbocsátási tényezője (U_{RablakNy})	1,600	[W/(m ² K)]

A négy égtájra nyíló ablakok felületének és hőátbocsátási tényezőinek szorzata:

$$\Sigma A_{\text{ablak}} U_{\text{Rablak}} = 15,696 \quad [\text{W/K}]$$

3.2.8. Nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

Nyári hőnyereség:

$$Q_{\text{sdnyár}} = \sum A_{\text{ü}} * I_{\text{nyár}} * g_{\text{nyár}}$$

ahol	$A_{\text{ü}}$	[m ²]	az összes üveg felület
	$I_{\text{nyár}}$	[W/m ²]	a sugárzás átlagintenzitása, ahol fontos a tájolás iránya
	$g_{\text{nyár}}$	[-]	az üvegezés összesített sugárzásátbocsátó képessége
			$Q_{\text{sdnyár}} = 1325,25 \quad [\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})]$

Az északi tájolásnak megfelelő értékekkel számoltam.

Légcserezszám értéke nyáron, ha éjszakai szellőztetés lehetséges illetve lehetséges több homlokzaton:

$$n_{\text{nyár}} = 9,00 \quad [-]$$

A külső és belső hőmérséklet napi átlagos különbsége: $\Delta t_{\text{bnyár}} = 1,66 \quad [\text{K}]$

Légcserezszám értéke télen: $n = 0,50 \quad [-]$

Ami egy lakóépületre jellemző átlagos érték.

Üzemkorrekciós szorzó (szakaszos üzemvitel miatt): $\delta = 0,90 \quad [-]$

Ami egy lakóépületre jellemző átlagos érték.

3.2.9. Fajlagos hőveszteség meghatározása

$$q = \frac{1}{V} \left(\sum A U_R + \sum l \psi - \frac{Q_{\text{SD}}}{72} \right)$$

ahol	A	[m ²]	a felület a belméret szerint számolva;
	U_R	[W/m ² K]	a hőhidak hatását kifejező szorzóval korrigált eredő hőátbocsátási tényező;
	ℓ	[m]	a csatlakozási élek hossza vagy a kerület;
	ψ	[W/mK]	vonalmonti hőátbocsátási tényező az élek vagy a kerület hosszegységére vonatkoztatva;
	Q_{SD}	[W]	a direkt sugárzási hőnyereség vagy hőterhelés.

Behelyettesítve az előzőekben kiszámított eredményeket és további adatokat, az A jellegű épület fajlagos hővesztesége:

$$q = 0,53 \quad \text{W}/(\text{m}^3\text{K})$$

3.2.10. A fűtés éves nettó hőenergia igénye

$$Q_F = 72V(q + 0,35n)\sigma - 4,4A_N q_b$$

ahol	V	[m ³]	a fűtött térfogat,
	n	[1/n]	a légcsereszám (átlagos),
	q	[W/m ³ K]	a fajlagos hőveszteségtényező,
	σ	[-]	a szakaszos üzemvitel hatását kifejező korrekciós tényező,
	A _N	[m ²]	a nettó fűtött szintterület,
	q _b	[W/m ²]	a belső hőterhelés fajlagos értéke,
	72	[-]	az órákban kifejezett konvencionális (12 °C határhőmérséklethez, azaz 8K egyensúlyi hőmérséklethez tartozó) hőfokhíd értékének ezredrésze (a W/kW átszámítás miatt),
	4,4	[-]	a konvencionális fűtési idény órában mért hosszának ezredrésze (a W/kW átszámítás miatt),
	0,35	[-]	a levegő sűrűségének, fajhőjének és a mértékegység átváltásához szükséges tényezőknek a szorzata.

$$Q_F = 72 * 392,81 * (0,53 + 0,35 * 0,5) * 0,9 - 4,4 * 151,08 * 7 = 13152,07 \quad [\text{kWh/a}]$$

3.2.11. A fűtés éves nettó hőenergia igényének fajlagos értéke

$$q_f = \frac{Q_F}{A_N}$$

$$q_f = \frac{13152,07}{151,08} = 84,31 \quad [\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})]$$

A későbbiekben számomra fontos adatok a fajlagos hőveszteség-tényező és a fűtés éves nettó hőigény. Az épület energetikai besorolását befolyásolja, hogy milyen fűtési rendszer működik benne, mivel ez összefüggésben áll a fűtés fajlagos primer energia igényével. Ennek számolásához szükség van a primer energia átalakítási tényezőre (e), Határozott különbség van az egyes energiahordozókra vonatkozóan. A gáz etalonként, leggyakrabban használt energiahordozóként kapott 1,00 értéket. Az elektromos áram az erőművi átalakítások és szállítási veszteségek miatt kapott 2,5-ös értéket, míg a biomassza fűtésnél és a megújuló energia hasznosításánál azt is figyelembe vették, hogy a felhasználás lényegesen kevesebb CO₂ kibocsátással jár, ezért ezen energiaforrások hasznosítását támogatja a rendelet.

A 5. táblázatban látható, hogy a megújuló energiáknál a tényező 0, vagyis a hőszivattyú berendezéseknél is, de ez nem lehet valós érték, ha ismerjük a hőszivattyú működését. Így pontos értéket a rendelet alapján nem tudtam meghatározni, ezért attól eltérve nem a fűtés fajlagos primer energia igényét, hanem a fűtés éves hőigényét veszem a fogyasztás alapjául. Hogy meg lehessen különböztetni és besorolni a különböző épületeket, ugyanolyan tulajdonságú gázfűtéses rendszerrel vizsgáltam meg a különböző szerkezeteket, így kapták meg a D, B, és A jelzéseket. Ezekkel a jelölésekkel nevezem és különböztetem meg egymástól őket a dolgozatomban.

5. táblázat: Primer energia átalakítási tényezők

Energiahordozó	e
Elektromos áram	2,50
Csúcson kívüli elektromos áram	1,80
Földgáz	1,00
Tüzelőolaj	1,00
Szén	0,95
Fűtőművi távfűtés	1,20
Távfűtés kapcsolt energiatermelés	1,12
Tűzifa, biomassza	0,60
Megújuló	0,00

Az **6. táblázat**ban ezek megtalálhatók, a modellek különböző belmagasságaira nézve. Fontos hogy MJ-ba is átváltjuk a kapott eredményeket, hogy a későbbiekben könnyebb legyen összehasonlítani a különböző energiahordozókat. A mértékegységben szereplő 'a' jelentése annum, vagyis év, évi.

6. táblázat: A fűtés éves nettó hőenergia igényének fajlagos, fajlagos hőveszteség-tényező és a fűtés éves nettó hőigény értékei

Épület besorolása a 176/2008. (VI. 30.) Korm. Rendelet szerint, azonos fűtési rendszer mellett		D		B		A	
Belmagasság	[m]	2,6	2,7	2,6	2,7	2,6	2,7
Fajlagos hőveszteség q	[W/(m ³ K)]	0,855	0,808	0,694	0,656	0,53	0,502
Fűtés éves nettó hőenergia igényének fajlagos értéke (q _f)	[W/m ³]	137	138	111	112	84	85
Fűtés éves nettó hőigény (Q _f)	[kWh/a]	21410	21667	17317	17574	13152	13409
Fűtés éves nettó hőigény (Q _f)	[MJ/a]	77076	78002	62342	63267	47347	48272

4. FŰTÉSI MÓDOK

4.1. Energiaárak Magyarországon

Fontos ismernünk az aktuális árakat naprakész számítások végzéséhez.

7. táblázat: Lakossági villamos energia díjak [19]

		Energia díj [Ft/kWh]	Rendszer használati díjak, és a törvény által fizetendő pénzeszközök	ÁFA (25 %)	Bruttó áramdíj [Ft/kWh]	Bruttó áramdíj [Ft/MJ]
A1 kedvezményes árszabás		21,86	16,49	9,22	47,57	13,21
A1 normál árszabás		23,32	16,49	9,59	49,40	13,72
A2 árszabás	csúcsidőszak	26,87	16,49	10,47	53,83	14,95
	völgyidőszak	16,23	16,49	7,81	40,53	11,26
B árszabás		15,43	8,94	5,73	30,10	8,36
B GEO árszabás		16,60	8,94	6,02	31,56	8,77
H árszabás		15,43	8,94	5,73	30,10	8,36

8. táblázat: I. árkategóriás lakossági gázdíj [20]

Érintett vásárlói kör	Alkalmazandó bruttó díjak	
	Alapdíj (éves)	Gázdíj
	Ft	Ft/MJ
<20 m ³ /h gázmérővel rendelkezők, kivéve fogyasztói közösségek	12000	3,022

A soron következő számításoknál a **7. és 8. táblázat** bruttó Ft/MJ árakkal számolom az adott energiát. A hőszivattyú esetében a H árszabást kell figyelembe venni, hiszen a működéséhez szükséges 1/4 energiát a hálózati áramból fedezi. Ez az ár egy kedvezmény az áramszolgáltató részéről, mellyel támogatja a megújuló energiák használatát. A gázkazánál a I. árkategória árával számolok, ami jellemző a lakossági felhasználókra. Mivel éves fűtési díjakról van szó, minden esetben belekalkuláltam az éves alapdíjat is a költségekbe.

4.2. Éves fűtési díj

Az egyes fűtési módokat a rájuk jellemző hatásfokok alapján lehet összehasonlítani, illetve a hőszivattyúk esetében az adott rendszer COP-je alapján. A COP értéke megmutatja, hogy a működés során, a leadott energiának hányad része a berendezés működéséhez szükséges elektromos energia. A számolás során a **7. és 8. táblázatban** feltüntetett árakkal számoltam, és a COP hányadnak megfelelően tüntettem fel az árakat. Vagyis elmondható hogy,

$$\text{Felvett elektromos energia} = \frac{\text{Fűtési energia igény}}{\text{COP}}$$

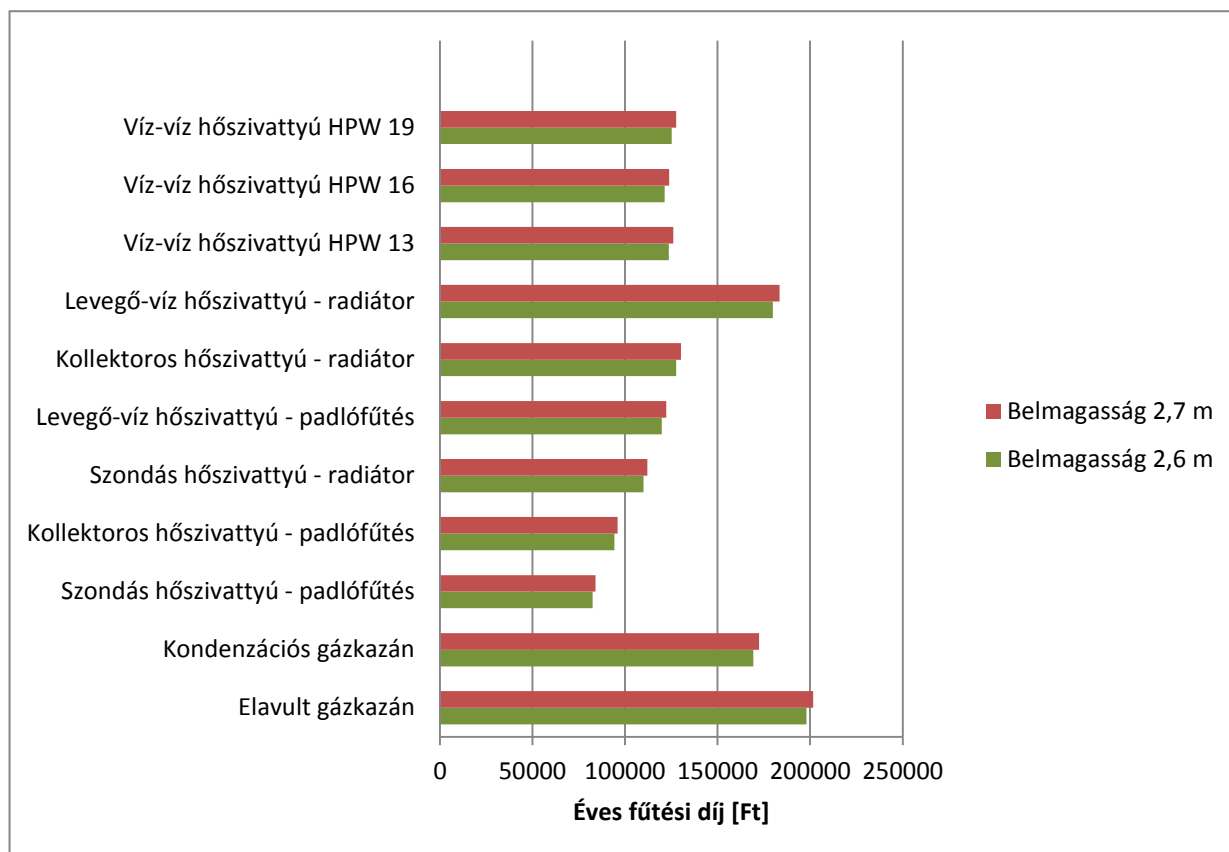
Látható, hogy a **9. táblázatban** ahol gázkazánok és különböző COP-val [21] rendelkező hőszivattyúk éves fűtési díjai szerepelnek, fel vannak tüntetve az ismert hőleadó rendszerek is, hiszen ezek is fontos szerepet játszanak a fűtési rendszer minőségében.

A **24. ábra** alapján kitűnik, hogy a legalacsonyabb COP-val rendelkező levegős hőszivattyú rendszer fűtési költségei a legmagasabbak a hőszivattyúk közül, meghaladva a kondenzációs gázkazán fűtési költségeit is. Egy általános, elavult gázkazán hatásfokával (70%) számoltam az könnyebb összehasonlítás miatt. A kondenzációs gázkazán hatásfoka lehet 105-108% között, de ez csak a berendezése, hogy éves fűtési költséget tudjunk számítani a rendszer veszteségeit is figyelembe kell venni, ezért számoltam 90%-os hatásfokkal.

Mindegyik hőszivattyú típusra igaz, hogy csak alacsony hőmérsékletű rendszer esetén tud gazdaságosan működni illetve, hogy a földgázos rendszerekkel összevetve a legalább 4,5-szeres kihozatal nevezhető gazdaságosabbnak a támogatott lakossági gázárral számolva. A közületi gázár esetén, amely 118 Ft/m³ körül van, csak 4-es jósági tényező felett gazdaságosabb a hőszivattyú. Természetesen, ha a gáz ára nő, ez kisebb kihozatal mellett is gazdaságosabb lesz. Ha nincs földgázfogyasztásra lehetőség, értelmetlen ez az összevetés. Ha csak árammal, vagy tartályos gázzal tudunk fűteni, már 2,5-szeres kihozatalnál is jobban járunk a hőszivattyúval.

9. táblázat: Az A besorolású lakóépület éves fűtési díja, különbözőfűtési módok alkalmazásával [21]

Fűtési mód	Hatásfok/ COP	Energia ár [Ft/MJ]	A berendezés és tüzelőanyag jellemzői	Éves fűtési díj [Ft]	
				2,6m	2,7m
Gázkazán	70%	3,022+alapdíj	Elavult gázkazán	198007	201641
Gázkazán	90%	3,022+alapdíj	Kondenzációs gázkazán Vaillant ecoTEC plus VU 186	169391	172466
Hőszivattyú	4,8	8,36	Szondás hőszivattyú - padlófűtés	82474	84085
Hőszivattyú	4,2	8,36	Kollektoros hőszivattyú - padlófűtés	94256	96098
Hőszivattyú	3,6	8,36	Szondás hőszivattyú - radiátor	109965	112114
Hőszivattyú	3,3	8,36	Levegő-víz hőszivattyú - padlófűtés	119962	122306
Hőszivattyú	3,1	8,36	Kollektoros hőszivattyú - radiátor	127702	130197
Hőszivattyú	2,2	8,36	Levegő-víz hőszivattyú - radiátor	179944	183460
Hőszivattyú	3,2	8,36	Víz-víz hőszivattyú HPW 13	123711,6	126128,9
Hőszivattyú	3,26	8,36	Víz-víz hőszivattyú HPW 16	121434,7	123807,5
Hőszivattyú	3,16	8,36	Víz-víz hőszivattyú HPW 19	125277,6	127725,5



24. ábra Az A besorolású lakóépület éves fűtési díja, különbözőfűtési módok alkalmazásával

A **10. táblázat** nehezen értelmezhető összehasonlító táblázatként, hiszen az egyértelmű, hogy amelyik rendszer COP-ja kisebb, annak nagyobbak a fűtési költségei. A kutatott irodalomban a COP számokhoz nem voltak rendelve a berendezések költségei, így csak az emelkedő sorrend értelmezhető. Látható, hogy a belmagasságok között 2-3000 Ft különbség észlelhető, ami nem egy jelentős összeg éves szinten. De látható a tendencia, hogy minél jobb besorolású az épületünk, annál többet számít a belmagasság, így a fűtendő térfogat mérete.

10. táblázat: A D B és A besorolású lakóépület éves fűtési díja különböző típusú hőszivattyú berendezések esetében

Besorolás	D		B		A	
Belmagasság [m]	2,60	2,70	2,60	2,70	2,60	2,70
Fűtés éves hőenergia igénye Q_f [MJ]	77076,91	78002,06	62342,26	63267,41	47347,44	48272,59
COP	Fűtés éve díja [Ft/év]					
4,80	134 260	135 871	108 593	110 205	82 474	84 085
4,20	153 440	155 281	124 107	125 949	94 256	96 098
3,60	179 013	181 162	144 791	146 940	109 965	112 114
3,30	195 287	197 631	157 954	160 298	119 962	122 306
3,10	207 886	210 381	168 145	170 640	127 702	130 197
2,20	292 931	296 447	236 932	240 448	179 944	183 460
3,2	201390,2	203807,5	162890,8	165308,1	123711,6	126128,9
3,26	197683,6	200056,4	159892,8	162265,6	121434,7	123807,5
3,16	203939,4	206387,3	164952,7	167400,6	125277,6	127725,5

4.3. Berendezések kiválasztása

4.3.1. Kazán teljesítmény

A modellek és a hőigények ismeretében nincs más hátra, mint a megfelelő fűtő berendezések kiválasztása, melyhez a szükséges kazán teljesítményt kell kiszámolni, az alábbi képlet szerint:

$$P_{elm} = q * V * (T_b - T_k)$$

ahol: q [W/m³K] a fajlagos hővesztesség
 V [m³] a fűtött térfogat
 T_b [K] a fűtendő belső hőmérséklet
 T_k [K] a legalacsonyabb külső hőmérséklet

11. táblázat: Szükséges kazánteljesítmény számítása

Besorolás	Belmagasság [m ²]	V [m ³]	q [W/m ³ K]	T _b -T _k [K]	P _{elm} [W]	P _{elm} [kW]	P [W]
D	2,6	392,808	0,855	40	13 434,03	13,43	18
	2,7	415,42	0,808	40	13 426,37	13,42	18
B	2,6	392,808	0,694	40	10 904,35	10,90	15
	2,7	415,42	0,656	40	10 900,62	10,90	15
A	2,6	392,808	0,53	40	8 327,53	8,32	12
	2,7	415,42	0,502	40	8 341,63	8,34	12

Az elméleti teljesítmény (P_{elm}) értékek nem számolnak a rendszer veszteségeivel (fűtőtestek, csövek veszteségei). Hogy ezeket fedezni tudjuk, nagyobb teljesítményű (P) fűtő berendezéseket kell telepíteni. A belmagasság különbségből adódóan (noha majd 23 m³ a térfogatkülönbség)- nincs nagy eltérés a szükséges teljesítmények között, így csak az eltérő szigetelésű épületekhez rendeltek más-más berendezést. A 10 cm-rel alacsonyabb belmagasság tehát nem ad lehetőséget a fűtő berendezés költségének csökkentésére.

4.3.2. Hőszivattyú Coolwex HPW 13,16,19



25. ábra Coolwex HPW 13 víz-víz típusú hőszivattyú [22]

A három teljesítményigény fedezésére három azonos Coolwex márkájú víz-víz típusú hőszivattyút (25. ábra) választottam. Tulajdonságaikat és árukat a 12. táblázat foglalja össze. A telepítés költsége egy becslés, nagyban befolyásolják a környezeti tényezők, egy angol, megújuló energiákkal foglalkozó honlap becslés a víz-víz típusú 9 kW-os hőszivattyúk telepítésére 2850 GBP, ami az aktuális árfolyamon (1 GBP = 363,729 Ft) 115 206 Ft/kW fajlagos költségnek felel meg [23]. A

berendezések árai EUR-ban voltak feltüntetve az irodalomban. Az aktuális árfolyam 1 EUR = 310 163 Ft volt dolgozatom megírásakor. A fűtési teljesítmény és a COP szám 10 °C-os talajvíz esetén érvényes, az EN255 szabványnak megfelelően [22].

12. táblázat Hőszivattyúk jellemző adatai [24]

Modell	HPW 13	HPW 16	HPW 19
Fűtési teljesítmény (10 °C /35 °C) [kW]	13,9	16,31	19,54
Fűtővíz maximális hőmérséklete [°C]	55	55	55
COP (10 °C /35 °C)	3,2	3,26	3,16
Berendezés ára [EUR]	5862	6282	6998
Berendezés ára [Ft]	1 818 175	1 948 444	2 170 520
Telepítés költsége [Ft]	1 601 363	1 879 009	2 251 125
Összes költség [Ft]	3 419 538	3 827 453	4 421 645

Ha a **2.5. fejezetben** megismert PÉTÁV vizsgálatait vesszük alapul, akkor kiderül, hogy a talaj-víz típusú hőszivattyúk egy kW-ra vetített fajlagos beruházási költsége 221428,5 Ft/kW. A **13. táblázatban** hasonlíthatjuk össze a kétféle számítási módot. Nagyobb eltérés mutatkozik a kisebb teljesítményeknél, ennek oka, hogy a PÉTÁV egy 140 kW-os fűtési teljesítményű hőszivattyú beépítéséről szóló beruházást vizsgált. A fajlagos értékek nagyobb számok esetében reálisabbak, ezért a megtérülési idők számításánál is a Coolwex HPW ismert típusaival és költségeivel számolok.

13. táblázat Összehasonlító táblázat

Fűtési teljesítmény [kW]	Fajlagos költségen alapuló számítás eredménye [Ft]	Coolwex termékein alapuló számítás eredménye [Ft]
13,9	3 077 856	3 419 538
16,31	3 611 498	3 827 453
19,54	4 326 712	4 421 645

4.3.3. Kondenzációs gázkazán - Vaillant ecoTEC plus VU 126,186



26. ábra Vaillant ecoTEC plus VU 186 típusú gázkazán [25]

A három teljesítmény igény fedezésére két azonos márkájú kondenzációs gázkazánt választottam, mivel a márkák és áraik között nagy eltérés mutatkozhat. A D és B jelű épületekre a 19,5 kW-os gázkazánt (**26. ábra**) alkalmaztam, így egy kicsit túlméretezett a kazán a B épület esetében, de mint az látható a 14. táblázatban, a két kazán ára között nincs nagy különbség, így nem zavarja későbbi számításomat.

A gázkazánok beépítési költsége két tényezőből adódik össze, az égéstermék elvezetésének költségéből és szerelési munkadíjból. Mindkettő körülbelül 80 000 Ft, így a beépítést 160 000 Ft-tal számoltam.

14. táblázat Kondenzációs gázkazánok jellemző adatai [25], [26]

Modell	Vaillant ecoTEC plus VU 126/3-5E	Vaillant ecoTEC plus VU 186/3-5 E
Fűtési teljesítmény (10 °C /35 °C) [kW]	12,9	19,5
Fűtővíz maximális hőmérséklete [°C]	85	85
Szélesség [mm]	440	440
Magasság [mm]	720	720
Mélység [mm]	335	335
Berendezés ára [Ft]	351 190	377 350
Beépítési költség [Ft]	160 000	160 000
Összes költség [Ft]	511 190	537 350

5. SZIGETELÉS

Ebben a fejezetben azt vizsgáljuk, hogy mekkora beruházási költséggel érhető el, hogy a B és D jelű épület energetikai mutatói közel megegyezzenek az A jelű épületével. A szigetelések a gázfogyasztást is csökkentik, kérdés az, hogy ha szigetelünk és fűtőrendszert választunk, mennyivel lesz hatékonyabb a lakóépület fűtése egy évre levetítve.

5.1. Szigetelő anyagok

Polisztirolszigetelő anyagokat használtunk, mivel ezeket a legtöbb helyen forgalmazzák, ár érték (hővezetési tényező és vastagság) arányuk kedvező.

5.1.1. Austrotherm AT-N70

Az Austrotherm AT-N70 anyagot olyan épületszerkezetekben lehet alkalmazni, ahol a termékkel szemben mechanikai igénybevétel nem lép fel, így például a kétrétegű falszerkezetek, tetőtterek szarufák alatti és közötti hőszigetelésére, és a pince mennyezet hőszigetelésére.

Hővezetési tényező: 0,040 [W/mK]

Éghetőség: nehezen éghető

Jelölés: 2 kék festéksáv

Táblaméret: 100x50 cm



27. ábra Austrotherm AT-N70 [27]

14. táblázat: Az Austrotherm AT-N70 szigetelőanyag ártáblája* [28]

Vastagság [mm]	Ár		
	Ft/m ² (+ ÁFA)	m ² /csomag	db/csomag
10	229	25	50
20	458	12	24
30	687	8	16
40	916	6	12
50	1145	5	10
60	1374	4	8
70	1063	3,5	7
80	1832	3	6
90	2061	2,5	5
100	2290	2,5	5
120	2748	2	4
140	3026	1,5	3
160	3664	1,5	3
180	4122	1	2
200	4580	1	2

*Érvényes: 2011. május 2-től.

5.1.2. EPS 100

Az EPS 100 lépésálló polisztirol aljzat, földem szigetelésére, padlófűtésre esetén is jól alkalmazhatjuk.
Táblaméret: 500 mm x 1000 mm

15. táblázat: Az EPS 100 szigetelőanyag ártáblája [29]

Termék neve	Vastagság [mm]	Bruttó egységár [Ft/m ²]	Kiszerezés mennyiség [m ² /csomag]	Kiszerezés ár [Ft/csomag]
eps 100	20	300	12,5	3750
eps 100	30	450	8	3600
eps 100	40	600	6	3600
eps 100	50	750	5	3750
eps 100	60	900	4	3600
eps 100	70	1050	3,5	3675
eps 100	80	1200	3	3600
eps 100	100	1500	2,5	3750

**28. ábra** EPS 100 földémszigetelő [29]

5.2. Rétegtervi adatok

Ahhoz hogy ugyanolyan, vagy legalább is hasonló energia szintre hozzuk a D és B jelű épületeket, a megfelelő hővezetési tényező értékkel rendelkező réteget kell felépítenünk a meglévő falakra. Az összeállított rétegeket a B és D besorolású modellek homlokzatához a **16. és 17. táblázatban** olvashatjuk. Ugyanígy a padlásfödém rétegtervei is szerepelnek a **18. és 19. táblázatban**. A rendelkezésre álló anyagok felhasználásával ez a leggazdaságosabb mód a szigeteltség eléréséhez. A számítások a vastagság és a hővezetési tényező összefüggésére épülnek, így kapjuk meg a hőátbocsátási tényező értéket, az alábbi képlet szerint:

$$U = \frac{1}{\sum \frac{s}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\alpha_e}}$$

ahol s [m] a vastagság
 λ [W/(mK)] a hővezetési tényező
 α_i [W/(m²K)] a belső hőátadási tényező
 α_e [W/(m²K)] a külső hőátadási tényező

A különböző modellek számítása során a belső és külső hőátadási tényezők ugyan azok, ezek értékét megtaláljuk a **16. táblázatban**.

A számítások során bebizonyosodott az a várható tény, hogy a korábban alacsonyabb besorolású lakóépületekhez ugyanolyan szigetelőanyagból vastagabb keresztmetszet kell, vagy egy kedvezőbb hővezetési tényezővel ellátott anyagot kell alkalmazni.

16. táblázat Hőátadási tényezők értékei

Név	Jel	Mértékegység	Érték
Belső hőátadási tényező	α_i	W/(m ² K)	6,0
Külső hőátadási tényező	α_e	W/(m ² K)	15,0

17. táblázat: A B besorolású modell homlokzati rétegterve

Réteg sorszáma	Réteg megnevezése	Vastagsága, s [m]	Hővezetési tényezője, λ [W/(mK)]
1.	Vakolat	0,01	1,1
2.	POROTON PF-30/29 blokkfal	0,3	0,85
3.	Hőszigetelés (Austrotherm AT-N70)	0,04	0,04
4.	Vakolat	0,01	1,1

U = 0,623 [W/(m²K)]

18. táblázat: A D besorolású modell homlokzati rétegterve

Réteg sorszáma	Réteg megnevezése	Vastagsága, s [m]	Hővezetési tényezője, λ [W/(mK)]
1.	Vakolat	0,01	1,1
2.	RÁBA blokk téglafal	0,25	1,20
3.	Hőszigetelés (Austrotherm AT-N70)	0,05	0,04
4.	Vakolat	0,01	1,1

U = 0,585 [W/(m²K)]

19. táblázat: A B besorolású modell padlásfödém rétegterve

Réteg sorszáma	Réteg megnevezése	Vastagsága, s [m]	Hővezetési tényezője, λ [W/(mK)]
1.	Padlásfödém	0,375	0,357
2.	Hőszigetelés	0,002	0,04
U = 0,749			[W/(m²K)]

20. táblázat: A D besorolású modell padlásfödém rétegterve

Réteg sorszáma	Réteg megnevezése	Vastagsága, s [m]	Hővezetési tényezője, λ [W/(mK)]
1.	Padlásfödém	0,325	0,26
2.	Hőszigetelés	0,002	0,04
U = 0,75			[W/(m²K)]

A belmagasság utólagos csökkentésekor gipszkarton álmennyezetet használtam fel, ennek költségei a **21. táblázat**ból olvashatók ki.

21. táblázat: Gipszkarton szerelés költségei [30]

Ár bruttó			Plafon	Ár
Anyag	Munkadíj	Összesen		
[Ft/m ²]	[Ft/m ²]	[Ft/m ²]	[m ²]	[Ft]
2750	2375	5125	151,08	774285

5.3. Szigetelési költségek: anyag és munkadíj

Az alapanyag árai már ismertek, a munkadíj általánosan 2500 Ft/m², így könnyen kiszámolható a szigeteléssel járó költségek, ehhez nincs más dolgunk, mint a homlokzat felületét beszoroznunk a négyzetméter árakkal. Mivel ismert, hogy egy csomagban hány m²-nyi szigetelő anyag van, ezért számolhatunk a valóban szükségesen megvásárolandó mennyiségekkel (**22. táblázat**). Mindezt egy kivitelezéssel foglalkozó cég gazdaságosabban is megoldhatja, de mint magánember nem tudjuk átcsoportosítani a fölösleges anyagmennyiséget máshová. A cél az A besorolás elérése volt, így az A modell szigetelése nincs számolva csak, mint viszonyítási alap játszik szerepet, mind a **22. és a 23. táblázat**ban.

22. táblázat: Lakóépületek homlokzatára és padlásfödémjére vonatkozó szigetelő anyag költsége

Besorolás	Szigetelendő felület [m ²]	Megvásárolandó anyagmennyiség [m ²]	Ár [Ft/m ²]	Csomag [db]	Ár [Ft/csomag]	Anyagköltség [Ft]
2,6 m-es homlokzat						
D	118,615	120	1 432	20	7 160	143 200
B	118,615	120	1 145	20	6 870	137 400
A						

Besorolás	Szigetelendő felület [m ²]	Megvásárolandó anyagmennyiség [m ²]	Ár [Ft/m ²]	Csomag [db]	Ár [Ft/csomag]	Anyagköltség [Ft]
2,7 m-es homlokzat						
D	123,615	125	1 432	25	7 160	179 000
B	123,615	125	1 145	25	6 870	171 750
A						
padlásfödém						
D	150	150	300	12	3 750	45 000
B	150	150	300	12	3 750	45 000
A	0	0	0	0	0	0

23. táblázat: Összes szigetelési költség

Besorolás	Összes szigetelt felület [m ²]	Munkadíj [Ft/m ²]	Munkadíj [Ft]	Összes anyagköltség (homlokzat és födém) [Ft]	Összes költség [Ft]
2,6 m-es homlokzat					
D	270	2500	675 000	188 200	863 200
B	270	2500	675 000	182 400	857 400
A					
2,7 m-es homlokzat					
D	275	2500	687 500	224 000	911 500
B	275	2500	687 500	216 750	904 250
A					

A **24. táblázat**ban egy teljes összefoglalóját találjuk a szigetelési költségeknek, melyben szerepelnek a **21. táblázat** gipszkartonozással kapcsolatos számai is, mivel a dolgozat egyik célja a belmagasság szerepének vizsgálata is volt. Így kiderül, ha már álló épületnél igyekszünk így csökkenteni a fűtési költségeinket, milyen befektetéssel jár ez. Látható, hogy az A jelű épület nettó éves fűtési hőigénye a legnagyobb, ez abból adódik, hogy a szigetelést követően a D és B jelű épületek energetikai jellemzői annyira feljavultak, hogy jobbak lettek, mint a célul kitűzöttek. Ennek oka, hogy a szigetelő anyagok csak adott vastagságban állnak rendelkezésre, ha a felhasználnál vékonyabbat alkalmaztam volna, az épületek nem érték volna el a megfelelő energetikai jellemzőket.

24. táblázat: Szigetelési költségek összefoglaló táblázata, az egyes besorolású lakóépületekre

Homlokzatmagasság	2,7 m			2,6 m		
Besorolás	D	B	A	D	B	A
Fűtés éves nettó hőigény, (Q_f) [kWh/a]	12 284,1	12 510,6	13 409,1	12 027,1	12 253,6	13 152,1
Fajlagos hővesztés-tényező, (q_f)	78,74	80,19	85,95	77,09	78,54	84,30
Szigetelés ára [Ft]	911 500	904 250		863 200	857 400	0
Gipszkartonozás ára [Ft]	0	0		774 285	774 285	774 285
Összesen [Ft]	911 500	904 250		1 678 535	1 631 685	774 285

6. MEGTÉRÜLÉSI IDŐK

Minden energiatakarékossági beruházásnak az a célja, hogy a költségeket csökkentse. Ennek mértékét legszemléletesebb módon úgy mutathatjuk ki, hogy a beruházás árának és a megtakarítás hányadosát vesszük, ez lesz a megtérülési idő, mellyel könnyen összehasonlíthatjuk az egyes tervezeteket. A megtérülési idők számításához a kiválasztott Coolwex HPW 13, 16 és 19-víz-víz rendszerű hőszivattyúkat és a Vaillant ecoTEC plus VU 126, ill. 186 típusú gázkazánokat hasonlítom össze egy elavult rossz hatásfokú (70%) gázkazánal. A szigetelésnek is jelentős szerepe van a költségcsökkentésben, ezzel is számolok.. A hőszivattyú fontos és ismert adata a COP szám, melyet az irodalomból megismert 3,2, 3,26 és 3,16-os értékkel alkalmazunk. Természetesen, ha valódi rendszerről van szó csak egy jó viszonyítási alapot mutat a COP, sokkal inkább alkalmas az u.n. szezonális COP vagy SPF (Seasonal Performance Factor), ami figyelembe veszi a külső hőmérséklet ingadozását is.

6.1. Szigetelés megtérülési ideje

A **25. táblázat** megmutatja, hogy azonos hőszivattyú rendszerrel ellátott, különböző mértékben szigetelt lakóépületek esetében milyen megtérülési idővel vagyunk képesek kis eltéréssel azonos szintűre szigetelni. A hőszivattyúnak a HPW 13-as típust választottam, 3,2-es COP értékkel. Jól látható, hogy a 9,84 évvel, a legrosszabb szigeteltségű, D modell esetében a legalacsonyabb a megtérülési idő, míg a B modellnél ennek kétszeresére nő.

A 0,1 m-rel alacsonyabb építésű modelleknél akár egy évvel is kevesebb lehet a szigetelés megtérülése, abból adódóan, hogy maga a lefedendő homlokzat felülete is kisebb, és a kisebb térfogathoz képest nagyobb mértékben csökken a hőveszteség. Ugyanakkor, ha már meglévő lakóépületünk belmagasságát csökkentésével próbálnánk meg energiafelhasználásunkat csökkenteni, óriási beruházásra lenne szükség a költségek csökkenéséhez viszonyítva. A 320 év nem megtérülő beruházásnak minősül egy lakóház esetében.

25. táblázat: Szigetelés megtérülési ideje, ugyan azon hőszivattyú esetében

Besorolás		D		B		A
Q _f [kWh/a] szigetelt		12 027	12 284	12 253	12 510	13 152
Q _f [MJ/a] szigetelt		43 297	44 222	44 113	45 038	47 347
Fűtési költség [Ft/év]	szigetelés nélkül	201 390	203 807	162 890	165 308	123 711
	szigetelt	113 130	115 547	115 260	117 678	123 711*
Besorolás		D		B		A
Éves megtakarítás [Ft/év]		87 170	88 259	47 630	47 629	2 417
Szigetelés beruházás	homlokzat+padlás	911 500	863 200	904 250	857 400	
	Megtérülés [év]	10	10	19	18	
	szigetelés és gipszkarton	1 678 535		1 631 685		
	Megtérülés [év]	19		34		
	gipszkarton					774 285
	Megtérülés [év]					320

*nem szigetelt, hanem gipszkartonozott különbség

6.2. Fűtő berendezések megtérülési ideje

6.2.1. Szigetelés nélkül számolt megtérülési idők

A hőszivattyú felhasználhatóságát a lakosság körében nagy mérték az határozza meg, hogy mekkora megtérülési idővel építhető be. A **26. táblázat** megmutatja, hogy a megfelelő teljesítményű hőszivattyús rendszerrel ellátott, különböző mértékben szigetelt lakóépületek esetében milyen megtérülési idővel számolhatunk egy elavult gázkazánhoz képest.

26. táblázat: Kondenzációs gázkazánok megtérülési ideje egy elavult gázkazánhoz képest

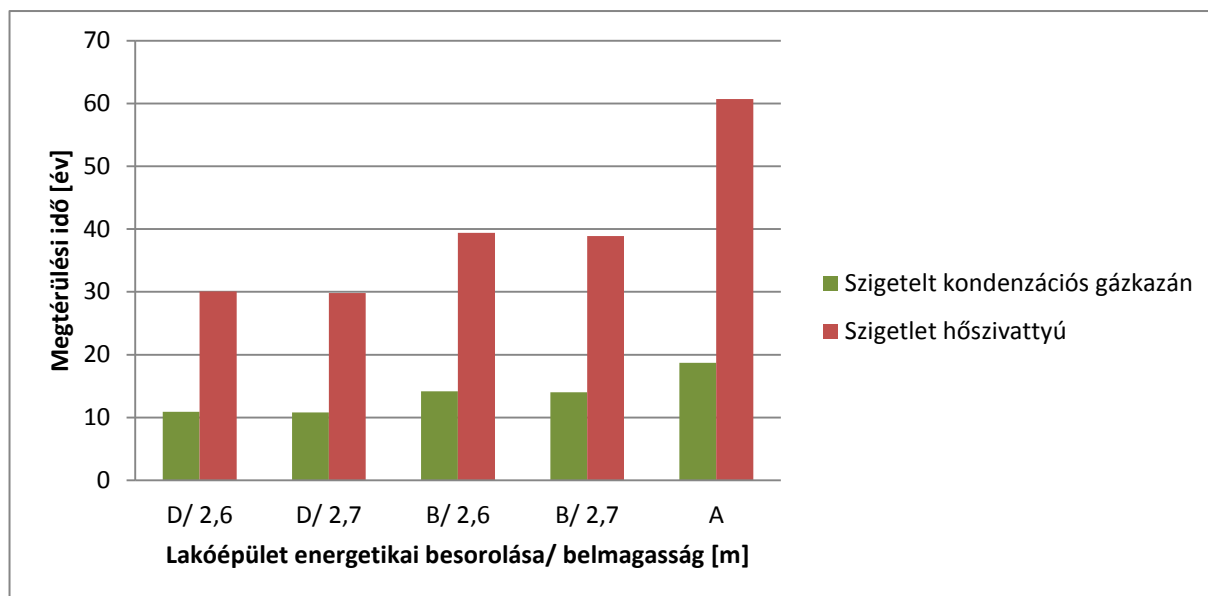
Besorolás	D		B		A	
Belmagasság [m]	2,6	2,7	2,6	2,7	2,6	2,7
Q_f [MJ/a] Szigetelés nélkül	77 076	78 002	62 342	63 267	47 347	48 272
Elavult gázkazán éves gázdíja [Ft]	314 800	318 438	256 916	260 550	198 007	201 641
Kondenzációs gázkazán típusa	Vaillant ecoTEC plus VU 186				Vaillant ecoTEC plus VU 126	
Kondenzátoros éves gázdíja [Ft]	268 216	271 294	219 237	222 312	169 390	172 465
Éves megtakarítás [Ft]	46 584	47 144	37 679	38 238	28 616	29 175
Beruházás ára [Ft]	537 350	537 350	537 350	537 350	511 190	511 190
Berendezés +szerelés						
Megtérülési idő [év]	11,5	11,3	14,2	14,0	17,8	17,5

A **27. táblázat** megmutatja, hogy a megfelelő teljesítményű kondenzációs gázkazánal ellátott, különböző mértékben szigetelt lakóépületek esetében milyen megtérülési idővel számolhatunk egy elavult gázkazánhoz képest.

A **29. ábra** jól szemlélteti a rosszabb szigetelésű épületeknél 20-30 évnyi, az A besorolású épületeknél az akár 40 évnyi megtérülési idő különbségeket a kondenzációs gázkazán és a hőszivattyú között.

27. táblázat: Hőszivattyúk megtérülési ideje egy elavult gázkazánhoz képest

Besorolás	D		B		A	
Belmagasság [m]	2,6	2,7	2,6	2,7	2,6	2,7
Q_f [MJ/a] Szigetelés nélkül	77 076	78 002	62 342	63 267	47 347	48 272
Elavult gázkazán éves gázdíja [Ft]	314 800	318 438	256 916	260 550	198 007	201 641
Hőszivattyú típusa	HPW 19	HPW 19	HPW 16	HPW 16	HPW 13	HPW 13
Hőszivattyú éves áramdíja [Ft]	201 361	203 780	159 870	162 243	125 259	127 706
Éves megtakarítás [Ft]	113 439	114 658	97 045	98 307	72 747	73 934
Beruházás ára [Ft]	4 421 645	4 421 645	3 827 453	3 827 453	3 419 538	3 419 538
Berendezés +szerelés						
Megtérülési idő [év]	38,9	38,5	39,4	38,9	47	46,2



29. ábra Szigetelés nélkül számolt megtérülési idők

6.2.1. Szigeteléssel számolt megtérülési idők

A **28. táblázat** megmutatja, hogy a megfelelő teljesítményű hőszivattyús rendszerrel ellátott, egymással szinte megegyező szigeteltséggel rendelkező lakóépületek esetében milyen megtérülési idővel számolhatunk egy elavult gázkazánhoz képest. Az A jelű épület 2,6 m-es belmagasságához tartozó oszlopban nem a szigetelés, hanem a gipszkarton álmennyezet (belmagasság csökkentése érdekében) megtérülési idejét számoltam. A 2,7 m-es belmagasságnál a szigetelés szükségletelensége miatt nem változtak a megtérülési idők.

A **29. táblázat** megmutatja, hogy a megfelelő teljesítményű kondenzációs gázkazánal ellátott, egymással szinte megegyező szigeteltséggel rendelkező lakóépületek esetében milyen megtérülési idővel számolhatunk egy elavult gázkazánhoz képest. Az A jelű épületre ugyanazok érvényesek, mint a **28. táblázatban**.

28. táblázat: Kondenzációs gázkazán megtérülési ideje egy elavult gázkazánhoz képest szigetelési költségekkel együtt

Besorolás		D		B		A	
Belmagasság [m]		2,6	2,7	2,6	2,7	2,6	2,7
Q_f [MJ/a] Szigetelve		43 297	44 222	44 113	45 038	47 347	48 272
Elavult gázkazán éves gázdíja (szigetelés nélküli épületnél) [Ft]		314 800	318 438	256 916	260 550	201 641*	201 641
Kondenzációs gázkazán típusa		Vaillant ecoTEC plus VU 126					
Kondenzátoros éves gázdíja (szigetelt épületnél) [Ft]		155 927	159 002	158 640	161 715	169 390	172 465
Éves megtakarítás [Ft]		158 872	159 435	98 276	98 835	32 250,48	29 175
Beruházás ára [Ft]	Szigetelési költség	904 250	857 400	911 500	863 200	774 285**	0

Belmagasság [m]		2,6	2,7	2,6	2,7	2,6	2,7
	Berendezés +szerelés	511 190	511 190	511 190	511 190	511 190	511 190
	Összesen	1 415 440	1 368 590	1 422 690	1 374 390	1 285 475	511 190
Megtérülési idő [év]		8,9	8,5	14,4	13,9	39,8	17,5

* gipszkartonozást megelőzően

** gipszkarton álmennyezet költségei

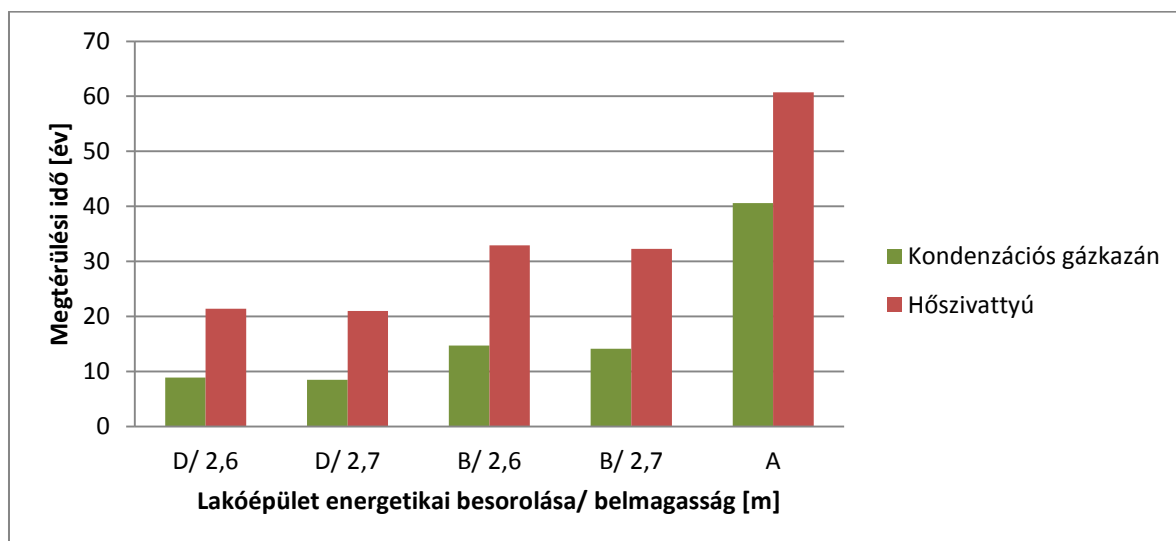
29. táblázat: Hőszivattyúk megtérülési ideje egy elavult gázkazánhoz képest szigetelési költségekkel együtt

Besorolás		D		B		A	
Belmagasság [m]		2,6	2,7	2,6	2,7	2,6	2,7
Q _r [MJ/a] Szigetelve		43 297	44 222	44 113	45 038	47 347	48 272
Elavult gázkazán éves gázdíja (szigetelés nélküli épületnél) [Ft]		314 800	318 438	256 916	260 550	201 641*	201 641
Hőszivattyú típusa		HPW 13					
Hőszivattyú éves áramdíja (szigetelt épületnél) [Ft]		113 113	115 530	113 124	115 496	125 259	127 706
Éves megtakarítás [Ft]		201 687	202 908	143 792	145 054	72 747	73 934
Beruházás ára [Ft]	Szigetelési költség	904 250	857 400	911 500	863 200	774 285**	
	Berendezés +szerelés	3 419 538	3 419 538	3 419 538	3 419 538	3 419 538	3 419 538
	Összesen	4 323 788	4 276 938	4 331 038	4 282 738	4 193 823	3 419 538
Megtérülési idő [év]		21,4	21,0	30,1	29,5	57,6	46,2

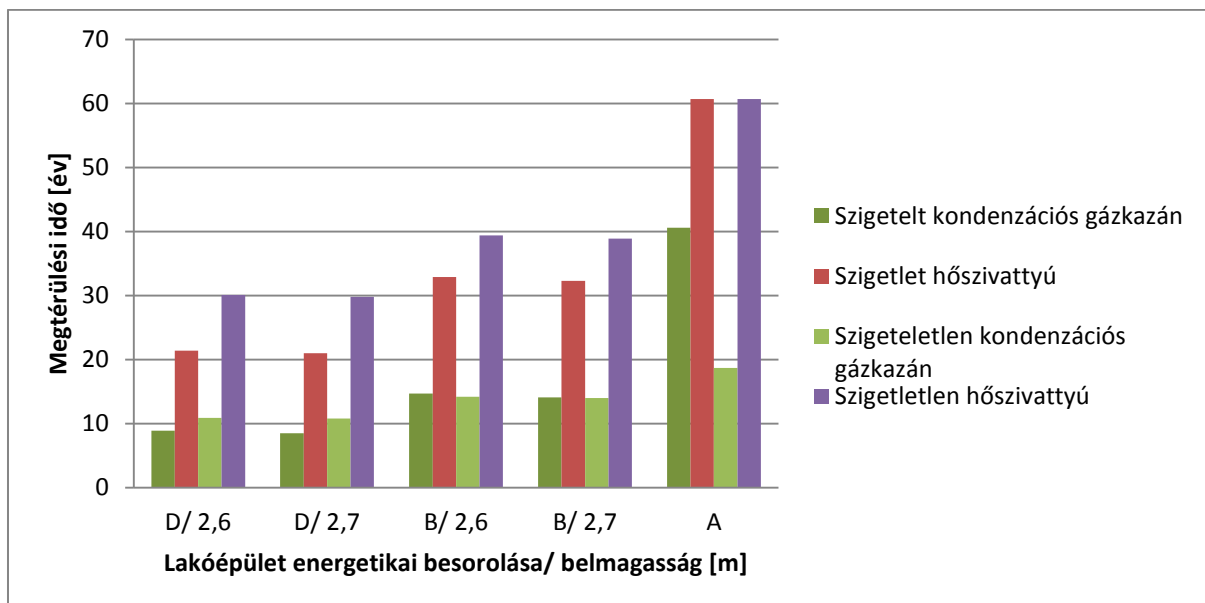
* gipszkartonozást megelőzően

** gipszkartonozás költségei

A **30. ábra** szemlélteti a szigeteléssel számolt 10-15 évnnyi megtérülési idő különbségeket a kondenzációs gázkazán és a hőszivattyú között. Az A jelű oszlopban a gipszkarton álmennyezet megtérülési idejét hasonlíthatjuk össze (majd 20 év különbség).



30. ábra Szigeteléssel számolt megtérülési idők



31. ábra Szigeteléssel és a nélkül számolt megtérülési idők

A **31. ábra** szemlélteti a szigeteléssel és a nélkül számolt megtérülési idők viszonyát. Látható, hogy a D jelű épületnél a szigeteléssel együtt számolt beruházás rövidebb idő alatt térül meg, főleg a kondenzációs gázkazánnál. A B jelűnél a kondenzációs gázkazánok megtérülési idejei közötti különbség kiegyenlítődik, ahogy a hőszivattyúk esetében is csökken a különbség, köszönhetően a szigetelési költségek csökkenésének. Mindamellett hogy a különbségek csökkennek az egyes megtérülési idők nőnek a besorolási szint növekedésével, az éves fűtési díjak közötti kisebb különbségek miatt. Az A oszlopban a gipszkartonozása költségei miatt lettek ilyen kiemelkedő számok.

6.2.3. Fűtő berendezések egymáshoz viszonyított megtérülési ideje

Az új építésű házak esetében eldöntendő kérdés, hogy milyen fűtési rendszert alkalmazzanak. Ennek eldöntéséhez több szempontot is figyelembe lehet venni, de gazdasági szempontból a legmeghatározóbb a megtérülési idő. Ezen kívül fontos lehet a környezettudatos energiafelhasználás, ami a hőszivattyú oldalára billenti a mérleg nyelvét, de szó lehet az energiaforrás beszerezhetőségéről is, így akár a biomassza alapú kazánok is előtérbe kerülhetnek. Dolgozatomban a korszerű kondenzációs gázkazánt és a környezetbarát hőszivattyút hasonlítottam össze. A **30. táblázat**ban látható éves fűtési költségek különbsége és a beruházási költségek különbsége adja a megtérülési időket. Az épületek energetikai besorolása és jellemzői a szigetelés nélküli épületekkel megegyező. A **31. táblázat**ban az épületek, már az A besorolású, szigetelés utáni jellemzőkkel rendelkeznek, ennek megfelelő fűtési költséggel, hiszen az új épületek építésénél már lehetőség van, a megfelelő anyagokat használni. Ugyanakkor azok drágábbak is, ezért a beruházási költségekhez a szigetelés költsége is hozzá tartozik. Ha a szigetelés költségeit el is hagyjuk, ugyanolyan megtérülési időket kapunk, abból adódóan, hogy a viszonyítás során a mind a kondenzációs gázkazán, mind a hőszivattyú beruházási költségeihez ugyan azt az összeget adjuk. Vagyis, ha a különbségüket vesszük, az ugyanannyi, mint a szigetelési költségek nélkül.

30. táblázat: Hőszivattyú megtérülési ideje a kondenzációs gázkazánhoz viszonyítva

Besorolás		D		B		A	
Fűtési költség [Ft/év]	hőszivattyú	201 361	203 780	159 870	162 243	125 259	127 706
	gázkazán	268 216	271 294	219 237	222 312	169 390	172 465
Éves különbség [Ft]		66 854	67 514	59 366	60 069	44 131	44 758
Beruházási költség [Ft]	hőszivattyú	4 421 645	4 421 645	3 827 453	3 827 453	3 419 538	3 419 538
	gázkazán	537 350	537 350	537 350	537 350	511 190	511 190
Beruházási költség különbség [Ft]		3 884 295	3 884 295	3 290 103	3 290 103	2 908 348	2 908 348
Megtérülési idő [év]		58,1	57,5	55,4	54,7	65,9	64,9

31. táblázat: Hőszivattyú megtérülési ideje szigetelés után a kondenzációs gázkazánhoz viszonyítva

Besorolás		D		B		A	
Fűtési költség [Ft/év]	hőszivattyú	113 113	115 530	113 124	115 496	125 259	127 706
	gázkazán	155 927	159 002	158 640	161 715	169 390	172 465
Éves különbség [Ft]		42 814	43 472	45 516	46 219	44 131	44 758
Beruházási költség [Ft]	hőszivattyú	3 419 538	3 419 538	3 419 538	3 419 538	3 419 538	3 419 538
	gázkazán	511 190	511 190	511 190	511 190	511 190	511 190
	Szigetelés	911 500	863 200	904 250	857 400		0
Beruházási költség különbség [Ft]		2 908 348	2 908 348	2 908 348	2 908 348	2 908 348	2 908 348
Megtérülési idő [év]		67,9	66,9	63,8	62,9	65,9	64,9

Érdekes a tendencia, hogy egy rosszabb szigeteltségű háznál a nagyobb energiaigény miatt nagyobb éves különbség adódik a hőszivattyú és a gázkazán fogyasztását tekintve, ezáltal a megtérülési idők csökkennek a sokkal rosszabb szigeteltségű modellek felé.

A hőszivattyú megtérülési ideje a kondenzációs gázkazánhoz viszonyítva igen magas, ennek oka hogy mindkét fűtési rendszer korszerű. Emellett igaz az is, hogy a hőszivattyús rendszer telepítése drágább folyamat.

6.3. Támogatások

6.3.1. Klímabarát Otthon Energiahatékonysági Alprogram

A Magyar Energiapolitika egyik alappillére a fenntarthatóság. Fontos hogy a jövő generációja számára megőrizzük természeti kincseinket, ne aknázzuk ki azokat meggondolatlanul. Hogy megóvjuk környezetünket, a politika támogatja a megújuló energiák alkalmazását, melyhez irányadók az EU rendeletek. Mivel ezek hosszútávon megtérülő befektetések, szükség is van a támogatásra, hogy a nagy beruházási költségek ellenére tömegesen elterjedjenek, ezzel szolgálva az ország érdekeit.

A Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium Zöld Beruházási Rendszer Klímabarát Otthon Energiahatékonysági Alprogramjának keretein belül pályázni lehet a meglévő lakóépületek széndioxid-kibocsátás csökkentését eredményező energiahatékonysági felújítását megvalósító beruházások, megújuló energiafelhasználást támogató beruházások valamint új építésű energiatakarékos lakóépületek támogatására.

Támogatható tevékenységek köre:

- Nyílászárók energia-megtakarítást eredményező felújítása vagy cseréje, abban az esetben, ha a beruházással érintett ingatlan fűtési rendszere szabályozott, illetve abban az esetben, ha a két beruházást egyidejűleg kívánják elvégezni

- Az épületek lodzsáinak beüvegezése a szoláris nyereségek passzív hasznosítására, abban az esetben, ha a beruházással érintett ingatlan fűtési rendszere szabályozott, illetve abban az esetben, ha a két beruházást egyidejűleg kívánják elvégezni
- Az épületek nyári hővédelmének javítása, árnyékoló, vagy árnyékvető szerkezetek beépítése (gépi hűtés, légkondicionáló berendezés beüzemelése nem támogatható)
- Hővisszanyerős szellőzési rendszer létesítése
- Homlokzatok és födémek hőszigetelése, abban az esetben, ha a beruházással érintett ingatlan fűtési rendszere szabályozott, illetve abban az esetben, ha a két beruházást egyidejűleg kívánják elvégezni
- Fűtőkorszerűsítés (szabályozott fűtési rendszer) és használati melegvíz ellátás korszerűsítése
- A megújuló energiafelhasználás növelése, a hagyományos energiahordozók megújuló energiaforrásokkal való helyettesítésére irányuló beruházások az energiatermelésre, a tárolásra és az energia hálózatba való esetleges visszatáplálásra. Épületekhez kapcsolható megújuló energiaforrásokkal előállított hőenergia, vagy villamosenergia-termelő kapacitások létesítése (napkollektoros rendszerek, napelemes rendszerek, biomassa tüzelésű kazánok, geotermikus hőszivattyúk, szélenergia hasznosítása)
- Új építésű, energiatakarékos házak építésének támogatása
- Energiafelhasználás csökkentést, ill. CO₂ kibocsátás csökkenést eredményező beruházásokhoz.

Vagyis mind a szigetelés, mind az elavult gázkazán helyére hőszivattyús rendszer vagy kondenzációs gázkazán telepítésére, mind az új építésű ház korszerű felszerelésére lehetséges a támogatás igénylése.

Az alaptámogatásnak feltétele, hogy legalább egy energetikai besorolást feljebb lépjen az adott lakóépület, ez a D és B modellünkénél is megvalósul, hiszen ez is volt a célunk.

Az igényelhető támogatás mértéke:

Hőszigetelés esetén:

Maximálisan figyelembe vehető költség: 1 800 000,- Ft

Támogatás mértéke: 30 %, de maximum 540 000,- Ft

Megújuló energiaforrás hasznosítása

Maximálisan figyelembe vehető beruházási költség: 4 900 000,- Ft

Támogatás mértéke: 30 %, de maximum 1 470 000,- Ft [31]

A maximálisan figyelembe vehető beruházási költségen is belül van az általunk tervezett beruházás.

Az alaptámogatáson kívül elérhető még a klíma bónusz támogatás, melynek mértéke ugyancsak az energetikai besorolás alapján adódik, a **32. táblázat**ban leírtak alapján. A D és B modell esetében is a 20%-os támogatást lehet elnyerni, hiszen az A modell tulajdonságaival rendelkeznek, a beruházásokat követően.

32. táblázat: Klíma Bónusz támogatás mértéke [31]

Klíma Bónusz támogatás			
Kiegészítő támogatás mértéke	10%	20%	30%
Elért energetikai kategória	B	A	A+
Max. támogatás	200 000 Ft	600 000 Ft	1 000 000 Ft

Mindez azt jelenti, hogy így összesen akár 50 %-os támogatást is lehet igényelni a kiemelték környezetbarát hőszivattyús rendszerünk kiépítésére és a vele járó energiafelhasználás csökkentő szigetelési beruházásra.

6.3.2. Támogatások összegei a vizsgált épületekre

Ezen összegek változását a **33. táblázat**ban követhetjük. Mindez azzal jár, hogy a megtérülési idők is felére csökkennek, ami már sokkal vonzóbb lehet a tudatos energiafogyasztók számára (**31. táblázat**).

33. táblázat: Támogatott beruházások költségei

Besorolás	D		B		A
Belmagasság [m]	2,6	2,7	2,6	2,7	2,6 és 2,7
Szigetelési költség [Ft]	911 500	863 200	904 250	857 400	0
Alaptámogatás (30%) [Ft]	273 450	258 960	271 275	257 220	0
Klíma Bónusz (20%) [Ft]	182 300	172 640	180 850	171 480	0
Támogatott szigetelési költség [Ft]	455 750	431 600	452 125	428 700	0
Hőszivattyús rendszer költsége [Ft]	3 827 453	3 827 453	3 419 538	3 419 538	4 421 645
Alaptámogatás (30%) [Ft]	1 148 236	1 148 236	1 025 861	1 025 861	1 326 494
Klíma Bónusz (20%) [Ft]	765490,6	765490,6	683907,6	683907,6	884329
Támogatott hőszivattyús rendszer költsége [Ft]	1 913 727	1 913 727	1 709 769	1 709 769	2 210 823
Kondenzációs gázkazán költsége [Ft]	537 350	537 350	511 190	511 190	537 350
Alaptámogatás (30%) [Ft]	161205	161205	153357	153357	161205
Klíma Bónusz (20%) [Ft]	107470	107470	102238	102238	107470
Támogatott kondenzációs gázkazán költsége [Ft]	268 675	268 675	255 595	255 595	268 675

6.3.3. Támogatásokkal megvalósuló beruházások megtérülési idejei

A 34-es, 35-ös, 36-os, 37-es, 38-as, 38-es táblázatokkal kapcsolatban elmondható, hogy a megtérülési idők felére csökkentek le.

34. táblázat: Szigetelés megtérülési ideje, ugyan azon hőszivattyú esetében

Besorolás	D		B	
Belmagasság [m]	2,6	2,7	2,6	2,7
Éves megtakarítás [Ft/év]	87 170	88 259	47 630	47 629
Támogatott szigetelési költség [Ft]	455 750	431 600	452 125	428 700
Megtérülési idő [év]	5	5	9,25	9

A szigetelési beruházások 5-10 éven belül megtérülnek (**34. táblázat**), ami egy jó szám, és mindemellett a komfortérzetünket is növeli a megvalósítást követően. A kondenzációs gázkazán megtérülése (állami támogatás mellett) ugyanúgy lehet 5-10 év (**35. táblázat**). A hőszivattyú ezzel

ellentétben 15-30 éves (**36. táblázat**) megtérüléssel rendelkezik, de ennek a szám értékeléséhez figyelembe kell venni a hőszivattyú környezet kímélő működését.

35. táblázat Kondenzációs gázkazánok megtérülési ideje egy elavult gázkazánhoz képest

Besorolás	D		B		A	
Belmagasság [m]	2,6	2,7	2,6	2,7	2,6	2,7
Éves megtakarítás [Ft]	46 584	47 144	37 679	38 238	28 616	29 175
Támogatott kondenzációs gázkazán költsége [Ft]	268 675	268 675	268 675	268 675	255 595	255 595
Megtérülési idő [év]	5,7	5,6	7,1	7,0	8,9	8,7

36. táblázat Hőszivattyúk megtérülési ideje egy elavult gázkazánhoz képest

Besorolás	D		B		A	
Belmagasság [m]	2,6	2,7	2,6	2,7	2,6	2,7
Éves megtakarítás [Ft]	113 439	114 658	97 045	98 307	72 747	73 934
Támogatott hőszivattyús rendszer költsége [Ft]	2 210 823	2 210 823	1 913 727	1 913 727	1 709 769	1 709 769
Megtérülési idő [év]	19,4	19,2	19,7	19,4	23,5	23,1

37. táblázat Kondenzációs gázkazánok megtérülési ideje egy elavult gázkazánhoz képest szigetelési költségekkel együtt

Besorolás	D		B		A	
Belmagasság [m]	2,6	2,7	2,6	2,7	2,6	2,7
Éves megtakarítás [Ft]	158 873	159 436	98 276	98 835	28 617	29175,6
Támogatott kondenzációs gázkazán költsége [Ft]	255 595	255 595	255 595	255 595	255 595	255 595
Megtérülési idő [év]	4,4	4,3	7,2	6,9	8,9	8,7

A szigetelési költségekkel együtt számított megtérülési idők (**37. és 38. táblázat**) nem okozhatnak meglepetést, a támogatásnak köszönhetően felére csökkentek, tendenciájuk nem változott.

38. táblázat Hőszivattyúk megtérülési ideje egy elavult gázkazánhoz képest szigetelési költségekkel együtt

Besorolás	D		B		A	
Belmagasság [m]	2,6	2,7	2,6	2,7	2,6	2,7
Éves megtakarítás [Ft]	201 687	202 908	143 792	145 054	72 747	73 934
Támogatott hőszivattyús rendszer költsége [Ft]	1 709 769	1 709 769	1 709 769	1 709 769	1 709 769	1 709 769
Megtérülési idő [év]	10,7	10,5	15,0	14,7	23,5	23,1

A beruházások megtérülései ilyen formában több mindenki számára elérhetővé válhat, így kaput nyithat, nemcsak az energiaköltség csökkentő beruházásoknak, hanem a megújuló energiák további terjedésének is. Mindez a **39. és 40. táblázatra** is igaz.

39. táblázat Hőszivattyú megtérülési ideje a kondenzációs gázkazánhoz viszonyítva

Besorolás	D		B		A	
Belmagasság [m]	2,6	2,7	2,6	2,7	2,6	2,7
Éves fűtési díj különbség hőszivattyú és gázkazán között [Ft]	66 854	67 514	59 366	60 069	44 131	44 758
Támogatott hőszivattyús rendszer költsége [Ft]	2 210 823	2 210 823	1 913 727	1 913 727	1 709 769	1 709 769
Támogatott gázkazános rendszer költsége [Ft]	268 675	268 675	268 675	268 675	255 595	255 595
Beruházási költség különbség [Ft]	1 942 148	1 942 148	1 645 052	1 645 052	1 454 174	1 454 174
Megtérülési idő [év]	29,0	28,7	27,7	27,3	32,9	32,4

40. táblázat Hőszivattyú megtérülési ideje szigetelés után a kondenzációs gázkazánhoz viszonyítva

Besorolás	D		B		A	
Belmagasság [m]	2,6	2,7	2,6	2,7	2,6	2,7
Éves fűtési díj különbség hőszivattyú és gázkazán között [Ft]	42 814	43 472	45 516	46 219	44 131	44 759
Támogatott hőszivattyús rendszer költsége [Ft]	2 210 823	2 210 823	1 913 727	1 913 727	1 709 769	1 709 769
Támogatott gázkazános rendszer költsége [Ft]	268 675	268 675	268 675	268 675	255 595	255 595
Támogatott szigetelési költség [Ft]	455 750	431 600	452 125	428 700	0	0
Beruházási költség különbség [Ft]	1 454 174	1 454 174	1 454 174	1 454 174	1 454 174	1 454 174
Megtérülési idő [év]	44,6	43,3	41,8	40,7	32,9	32,4

7. MEGVALÓSULT BERUHÁZÁSOK

Az alábbi beruházások új építésű házaknál lettek megvalósítva, megtérülési időről csak néhány esetben van információnk.

7.1. Budapesti társasház (Eszter ház) hőszivattyús rendszere

Cím: Budapest, VII. kerület

Az Eszterházba 4 db IDM TERRA MAX 100 kW-os, 2 db IDM TERRA 45 KW-os hőszivattyú, és 4 db 2000 l-es Hygienik tartály lett beszerelve.

A társasház lakásainak száma: 88 + 10 üzlet

Szintek száma: 6

Lépcsőházak száma: 3

Lakások alapterülete: 50–100 m²

Fűtési teljesítmény: 400 kW-ig

HMV: ~90 kW

HMV átfolyós rendszer: Hygienik

Puffertartály: használati meleg vízre 8 000 l, fűtésre 4 000 l

7.2. Sátoraljaújhelyi Betegellátási és Prevenció Központ hőszivattyús rendszere

Cím: Sátoraljaújhely, Mártírok u. 9.

A tervezett létesítmény földszint + két emelet + egy tetőtér kialakításban épült hagyományos falazott szerkezettel, magastető kivitelben.

A belső hőleadó rendszer ún. „GeoWall” falfűtés, amely az épület hűtési igényét is biztosítja a léghűtés egészségügyi kockázata nélkül.

A létesítményben a fűtési/hűtési és a HMV igényt egy Nordic WEC-175-HACW és egy WEC-175-HW típusú hőszivattyú biztosítja a 42/35 °C-os fűtési rendszerben.

7.3. Az ATIKÖFE Szegedi irodaháza hőszivattyús rendszere

Cím: Szeged, Felső Tisza-part 17.

A meglévő radiátoros fűtési rendszerű irodaépülethez új szárny épült. Az új szárny fan-coil (levegős hőszivattyú) rendszerrel lett tervezve, a meglévő szárny pedig fan-coil rendszerre lett átalakítva.

- Fűtési hőszükséglet: 160 kW
- Aktív hűtési igény: 130 kW
- A beépített hőszivattyúk: "NORDIC" Wec-250-HACW (fűtő/aktív hűtő/HMV) 2 db
- A belső fűtési rendszer fan-coil-os, amely 35/24 °C-on három éve üzemel a beruházó megelégedésére

A fűtési és hűtési igényt 18 db 100 m mélységű, kétcsöves, zárt hurkos földhőszondával oldotta meg a tervező-kivitelező cég. [8]

7.4. Telenor Ház hőszivattyús rendszere

Cím: Törökbálint, Pannon út 1.

Európa jelenlegi nyolcadik legnagyobb szondás hőszivattyús rendszere

Fűtési hőszükséglet: 860 kW

Hűtési igény: 960 kW

Beépítve: 180 db hőszonda 100 méter mélységig lefúrva. A talaj hőmérséklet 15°C. Három hőszivattyú szolgáltatja a fűtést hűtést.

Megtérülési idő: 8-10 év [32]

8. ÖSSZEFOGLALÁS

Az energiagazdálkodás területén jelenleg két kitörési pont lehetséges. Az egyik az energiahatékonyság növelése. A lakossági és kommunális szférában ide tartoznak egyrészt a szigorodó előírásoknak megfelelően megépített épületszerkezetek másrészt a korszerű energia hatékony hőenergia ellátó rendszerek. A másik lehetőség a megújuló energiahordozókra való áttérés. A megújuló energiák előtérbe kerülése során a már régóta ismert hőszivattyú is egyre nagyobb szerephez jut. Bár a növekedés üteme kissé lelassult, mely különböző okokra vezethető vissza, melyek között gazdasági és műszaki tényezők is vannak. Ezeknek a problémáknak az elemzése kapcsán nyerhető információk segíthetnek a gondok egy részének kiküszöbölésében. Az energetikára is, mint a gazdaság egyéb ágazataira is jellemző, hogy szorosan összekapcsolódik a megvalósíthatóság és gazdaságosság. A dolgozatban ezért a műszaki feltételek elemzése mellett az esetleges beruházások gazdaságosságát is megvizsgáltuk.

A különböző hőszivattyús technológiák számba vétele, értékelése, egymással való összehasonlítása volt a munka célja. Ennek alapján elemeztük az egyes típusok legmegfelelőbb környezetben való telepítésének lehetőségeit.

Az új fűtési megoldások értékelése a hagyományos rendszerekkel való összehasonlítással lehetséges, ehhez a dolgozatban egy virtuális lakóépületet hívunk segítségül. A valós éves fűtési energiaszükséglet meghatározásához teljes körű épületgépészeti számítást használtunk. A geometriailag (alapterület) ugyanazt a lakóépületet három különböző változatban vizsgáltuk. Az egyes variációk az építő anyagokban és a hőszigetelésekben tértek el egymástól. Az épületekre vonatkozó adatok összegyűjtése után lehetőségünk volt a különböző fűtési rendszerekre vonatkozóan az energiateljesítmény nagyságának és költségeinek számítására. Ezen adatok már alkalmasak voltak összehasonlításra, de energetikai szempontból szükség volt a beruházási költségek becslésére, így egymáshoz képest, megtérülési idővel is jellemeztük a vizsgált rendszereket.

A dolgozatomban az energiahatékonyság növelését a rosszabb szerkezeti elemekkel ellátott szerkezeteknél szigeteléssel oldottam meg. Az ilyen jellegű beruházások megtérülési ideje viszonylag kicsi, mert a forgalomban kapható szigetelő anyagok hőátbocsátási tulajdonságai igen jók, áruk mégsem nagy. Ha ilyen, D, B vagy alacsonyabb besorolású épületünk, mindenképp alkalmazzunk ezt a módszert. Ha mindezt még a fűtési rendszer korszerűsítésével is egybe kötjük, az épületünk energetikai szempontból kiváló lesz. A kondenzációs gázkazán egy jó megoldás lehet olyan helyeken, ahol a hőszivattyú hőszondáinak elhelyezése gondot jelent, megtérülési ideje is kisebb, de nem rendelkezik a megújuló energiákkal dolgozó fűtési berendezések környezetkímélő tulajdonságaival. Ezek a rendszerek a legkorszerűbb megoldások közé tartoznak, mindezt áruk is tükrözi, így még csak kevés otthon rendelkezik velük. Az Európai Unió normáinak megfelelően a Magyar Állam is támogatja elterjedésüket, a fenntarthatóság érdekében. A hazai piacon is fellelhető több hőszivattyút forgalmazó cég, mégis azok üzemeltetésére és telepítésére szakosodott szakemberekből hiány van. Fontos hogy megfelelően végzett mérésekkel, tervezéssel az adott körülményeknek legmegfelelőbb típusú berendezést, rendszert válasszunk ki és valósítsuk meg. Ezzel is nagymértékben csökkenthetők a megtérülési idők. A fejlesztések folyamatosak, így az elektromos energia felhasználás hányada egyre csökken, vagyis a COP szám növekedik, ezáltal egyre hatékonyabbá és népszerűbbé válhat a magyarországi természeti adottságokhoz képest kevés beépítéssel rendelkező hőszivattyús rendszerek.

Az eleve jó energia hatékony épület esetében a legnagyobb a megtérülési ideje a hőszivattyúnak a kondenzációs gázkazánnal szemben. Beruházási költsége nagyobb, de a most érvényes energiahordozó árakra vonatkoznak számításaim. A megtérülési idők a fosszilis energiahordozók árának növekedésével változhatnak.

Köszönetnyilvánítás

"A Tudományos Diákköri Dolgozat a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt részeként, az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg".

9. IRODALOM

- [1] <http://hu.wikipedia.org>
- [2] Környezetkímélőbb Építés Adatbázisa - Körkép - <http://www.muszakiak.hu/tudastar/energia>
- [3] Komlós Ferenc : Fűtéstechnika a környezetbarát hőszivattyúval -http://klima.kvvm.hu/documents/36/futestechnika_hoszivattyu.pdf
- [4] Dr. Stróbl Alajos : A hőszivattyú használatának műszaki és gazdasági lehetőségei, feltételei, Bp. 2009
- [5] Független Ökológiai Központ Környezetkímélőbb Építés Adatbázisa -<http://www.foek.hu/korkep/enhat/hoszivattyu/hoszivattyu.html>
- [6] Komlós Ferenc : Hőszivattyúk. Tervezés, kivitelezés - VII. Villanyszerelő Konferencia 2008
- [7] Dr. Juhász György : Geotermikus energia hasznosításának lehetőségei az energiaellátásban Magyarországon 2009
- [8] Komlós Ferenc – Fodor Zoltán – Kapros Zoltán – Vaszil Lajos: „Csináljuk jól!” HŐSZIVATTYÚZÁS (kézirat, 2007. december 2.)
- [9] Beke György: Hűtőipari kézikönyv 1. Alapismeretek - Mezőgazda Kiadó, Budapest, 2002
- [10] Ágostháziné Eördögh Éva - Novák Ágnes - Komlós Ferenc – Ferenczi László: Lakás és egészség, Z-Press Kiadó Kft., 1999
- [11] EVN Energie: Versorgung Niederösterreich Aktiengesellschaft 1994. p. 5
- [12] Dr. Kontra Jenő: Hévízhasznosítás. Műegyetemi Kiadó, 2004
- [13] Győri Csaba, Németh András: Távhőszolgáltatás és fogyasztó közeli megújuló energiaforrások Pécs, 2010. szeptember 14.
- [14] Macskásy Árpád - Bánhidi László: Sugárzó fűtések Akadémiai Kiadó, Budapest, 1985
- [15] Harreiter – Healthy heating and cooling - <http://www.harreither.com/hu>
- [16] Heliotherm – Wärmepumpen - <http://heliotherm-hoszivattyu.hu>
- [17] Electri Industries Inc. - Heat Pump Controll - <http://www.electromn.com/pdf/HL101.pdf>
- [18] A regionális fejlesztésért és felzárkóztatásért felelős tárca nélküli miniszter 7./2006. (V. 24.) TNM rendelete az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról
- [19] Észak Magyarországi Áramszolgáltató Nyrt. <http://www.emasz.hu/esz-lak-dijtablázat>
- [20] Tiszántúli Gázszolgáltató Zrt. <https://www.tigaz.hu/tajekoztatas/foldgaz-ara/tigaz-dso-terulet>
- [21] Dr. Hajdú József: Alternatív energiatermelés a gyakorlatban, Gödöllő, 2009. <http://www.klimairoda.hu/karbonpiac/download/kiadvanyok/Alternativ%20energiatermel%C3%A9s%20a%20gyakorlatban.pdf>
- [22] Heat pumps Coolwex – Instructions for installation, commissioning and maintenance Version 3.0 <http://biokima.com/Contenido/Documentacion/Manuales/Installation%20and%20user%20manuals%20-%20COOLWEX%20HPW,%20HPG%20-%20ENG.pdf>
- [23] enerfina - renewable energy at your fingertips - <http://www.enerfina.com/uk/products/heat-pumps/water-source-heat-pumps/dimplex-water-source-heat-pumps/dimplex-WI-9-ME/144/172>
- [24] Klíma Center Horizont - Szlovénia - <http://www.klima-center.si/ceniki/toplotne-crpalke/tolotne-crpalke-za-ogrevanje-prostorov/#HPW>
- [25] Kazán és gázkazán webáruház <http://netkazan.hu/termek/705/vaillant-ecotec-plus-vu-186-3-5-e>
- [26] Kazán és gázkazán webáruház <http://netkazan.hu/termek/704/vaillant-ecotec-plus-vu-126-3-5-e>
- [27] Építőanyag ABC – Építőanyag A-tól Z-ig az interneten - <http://www.epitoanyagnet.hu/szigetelesek/hoszigetelo/austrotherm/expandalt.php>
- [28] Austrotherm - Nagykereskedelmi árjegyzék, 2011., 6. oldal

http://www.austrotherm.hu/upload/letoltesek/arjegyzek/austrotherm_arjegyzek_2009_06_01.pdf

[29] 1baudepo - <http://szigetebolt.hu/arlista>

[30] <http://lakasfelujitas.ucoz.hu/>

[31] Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium: Pályázati Útmutató - Zöld Beruházási Rendszer Klímabarát Otthon Energiahatékonysági Alprogram - http://www.kvvm.hu/cimg/documents/ZBR_EH_utmutato_10_01_06.pdf

[32] Telenor Magyarország Zrt. - <http://www.telenor.hu/vallalati-felelossegvallalas/kornyezet/telenor-haz/>