

# S Z A K D O L G O Z A T

Név: KÓNYA ESZTER

Szak: Létesítményfenntartó szakmérnök

Gödöllő

2023



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem**  
**Szent István Campus**  
**Létesítményfenntartó szakmérnöki képzés**

**EGY PANZIÓ ENERGETIKAI ÉS ÉPÜLETGÉPÉSZETI  
RENDSZERÉNEK OPTIMALIZÁLÁSA**

Belső konzulens: Dr. Szabó Márta  
egyetemi docens

Külső konzulens: Dr. Léderer András János  
ügyvezető igazgató,  
egyetemi docens

Készítette: Kónya Eszter  
ABBXDI  
levelező

Intézet/Tanszék: Műszaki Intézet

Gödöllő

2023

# Feladatlap



Szent István Campus, Gödöllő  
Cím: 2100 Gödöllő, Péter Károly utca 1.  
Tel.: +36-28/522-000  
Honlap: <https://godollo.uni-mate.hu>

## MŰSZAKI INTÉZET LÉTESÍTMÉNYFENNTARTÓ SZAKIRÁNYÚ TOVÁBBKÉPZÉSI SZAK

### SZAKDOLGOZAT

feladatlap

*Kőrya Eszter (ABBXDI)*

részére

A szakdolgozat címe:

**Egy panzió energetikai és épületgépészeti optimalizálása**

#### Feladatkiírás:

Határozza meg a panzió hőszükségletét. Keressen olyan épületgépészeti és energetikai megoldásokat, melyekkel csökkenthető az épület energiafogyasztása. Számolja ki ezeknek a megoldásoknak a bekerülési költségeit.

#### Közreműködő tanszék: Épületgépészeti és Energetikai Tanszék

**Külső konzulens:** *Dr. Léderer András János egyetemi docens, ügyvezető igazgató,*  
THERMO Kft.

**Belső konzulens:** *Dr. Szabó Márta egyetemi docens,* MATE, Műszaki Intézet

**Beadási határidő:** 2023. 05. 03.

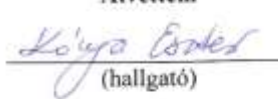
Gödöllő, 2023. április 26.

Jóváhagyom

  
(tanszékvezető)

  
(szakfelelős)

Átvettem

  
(hallgató)

A dolgozat készítőjének külső konzulense nyilatkozom arról, hogy a hallgató az előre egyeztetett konzultációkon megjelent.

Gödöllő, 2023. április 26.

  
(külső konzulens)

# Tartalomjegyzék

<b>Feladatlap</b> .....	2
<b>Tartalomjegyzék</b> .....	3
<b>I. Bevezetés</b> .....	5
A feladat bemutatása .....	5
<b>II. Irodalomkutatás</b> .....	7
1. Végenergia csökkentés .....	7
1.1 Szigetelés az energiatudatosság jegyében .....	7
1.2 Világítástechnika .....	9
1.3 Az energiaigények csökkentése árnyékolással .....	9
2. Épületgépészeti rendszer tervezése, felújítása: .....	11
2.1 HMV cirkuláció .....	11
2.2 Csapadékvíz felhasználása .....	12
2.3 Hővisszanyerős légtechnikai rendszer .....	12
3. Kapcsolt hő és villamosenergia – termelés gázkörfolyamatban: .....	14
4. Megújuló energiák hasznosítása: .....	15
4.1 Napenergia.....	15
4.2 Szélenergia.....	16
4.3 Vízenergia.....	16
4.4 Geotermikus energia.....	17
4.4.1 Hőszivattyú .....	17
4.4.2 Hőszivattyús rendszer .....	19
4.4.3 A talajvizes hőszivattyús rendszer .....	20
4.4.4 A talajkollektoros hőszivattyús rendszer .....	23
4.4.5 A talajszondás hőszivattyús rendszer .....	25
4.4.6 A levegős hőszivattyús rendszer .....	27
<b>III. Tervezés</b> .....	28
1. Hőszükséglet számítás.....	28
2. Homlokzati hőszigetelés .....	31
3. Hőtermelő.....	35
4. Cirkuláció .....	36
5. Hőleadók .....	37
6. Csapadékvízgyűjtő .....	38
7. Hővisszanyerős légtechnika .....	39
8. Világítástechnika .....	39

9. Árnyékolástechnika .....	39
<b>IV. Optimalizálás</b> .....	41
1. Költségek.....	41
1.1 Homlokzati hőszigetelés.....	41
1.2 Hőtermelő (hőszivattyú) .....	42
1.3 Hőtermelő (napkollektor) .....	44
1.4 Cirkulációs hálózat .....	44
1.5 Hőleadók.....	45
1.6 Csapadékvíz tároló .....	45
1.7 Hővisszanyerős légtechnika .....	45
1.8 Világítástechnika .....	45
1.9 Árnyékolástechnika .....	45
2. Megtérülés.....	46
<b>V. Összefoglalás</b> .....	47
1. Összefoglalás magyar nyelven .....	47
2. Összefoglalás angol nyelven .....	49
<b>VI. Nyilatkozat</b> .....	51
<b>VII. Irodalomjegyzék</b> .....	52

# I. Bevezetés

## A feladat bemutatása

Feladat: Egy panzió energetikai és épületgépészeti rendszerének optimalizálása.

A Szakdolgozatban bemutatásra kerülő és megtervezendő épület egy 3 szintes épület, melynek 1. és 2. emeletén panziót alakítottak ki, mely 6 apartmanból áll összesen. A földszinten lakóter van. A panzió még tervezés alatt áll, kivitelezésére ez év második felében kerülhet sor. A tervek szerint Tihanyban fog megépülni ez a bemutatásra kerülő panzió.

A földszinti lakóteret jelen dolgozatban külön egységként kezelem, annak tervezése nem képezi részét a dolgozatnak. De, az itt bemutatott energiatudatos tervezés és fenntartás szemléletmódja a lakóegységre is kiterjeszhető és megvalósítható.

Az apartmanok méretei:

Helyiség	A [m <sup>2</sup> ]
1.Apartman	26,20
2.Apartman	26,20
3.Apartman	34,00
4.Apartman	26,20
5.Apartman	26,20
6.Apartman	34,00
Összesen:	172,80

*1.táblázat: Apartman adatok*

A Szakdolgozatomban olyan épületgépészeti, energetikai és építéstechnikai megoldásokat kerestem, melyek segítségével egy energiatudatos épületet lehet tervezni és végső soron üzemeltetni, fenntartani.

Az alábbi energiahatékony, energiatudatos lehetőségek bemutatását fogom a dolgozatban részletezni:

- épületgépészeti rendszer, megújuló energia
- hőszivattyús rendszer
- hőszigetelés vastagságának optimalizálása
- cirkulációs rendszer
- csapadékvíz gyűjtő
- világítástechnika
- árnyékolástechnika
- hővisszanyerő légtechnika

## II. Irodalomkutatás

A Szakdolgozatom elején és a tervezés kezdete előtt irodalomkutatást végeztem, melyet a II. fejezetben fogok ismertetni. Olyan épületgépészeti, energetikai és építéstechnikai megoldásokat kerestem, melyek segítségével egy energiatudatos épületet lehet tervezni és végső soron üzemeltetni, fenntartani.

A következő fejezetben különböző energiafelhasználási javaslatokat fogok bemutatni, melyekkel javaslatot teszek ennek az épületnek, és épületgépészeti rendszerének a tervezésére, optimális működtetésére, a hulladékenergia hasznosítására és a megújuló energia használatára ebben a rendszerben.

A következőkben szeretném bemutatni a különböző energiahatékonyság-növelő intézkedéseket, amelyek az épületek energetikai felújításakor, tervezésekor is szóba jöhetnek. Többféle lehetőség kínálkozik, ha egy épület energia megtakarítására törekszünk:

1. végenergia-csökkentés (pl.: földem, padló, homlokzat hőszigetelése; nyílászárók cseréje, árnyékolása)
2. épületgépészeti rendszer tervezése, felújítása, hatásfokjavítás (pl.: régi, elavult kazán cseréje; fűtési rendszer felújítása)
3. kapcsolt energiatermelés (villany és hőenergia együttes termelése)
4. megújuló energiák hasznosítása (pl.: hőszivattyúval). [2]

Ezek közül az épületgépészeti rendszer tervezését fogom részletesebben ismertetni.

### 1. Végenergia csökkentés

Végenergia csökkentése főként építészeti megoldásokkal valósítható meg. A következőkben ezek közül mutatok be néhányat.

#### 1.1 Szigetelés az energiatudatosság jegyében

- Homlokzati hőszigetelés



Az épületek határoló szerkezetének hőszigetelése nagyban befolyásolja az épület energiamérlegét, ezenfelül számos épületfizikai és hőérzeti kihatása van. A rétegterv hőátbocsátási tényezőjét egyértelműen megváltoztatja a hőszigetelés, de szerencsére számunkra kedvező eredménnyel.

Egy szigetetlen vagy alig szigetelt épület hővesztesége igen nagy: a homlokzaton keresztül akár 35%-nyi hő is veszendőbe mehet. [18]

Ha lehetőségünk engedi, mindig válasszuk a külső oldali hőszigetelést, hiszen ez a fajta szigetelés számos előnnyel rendelkezik. Ha a hőszigetelést a külső oldalon helyezzük el, akkor a hőhidak miatti veszteségek csökkennek, a geometriai formák és a bordahatás miatti veszteségek redukálódnak. [3]

A belső oldali hőszigetelés a későbbiekben komoly hőtechnikai, és ebből kifolyólag komoly penészesedési problémákat okozhat. Ami az épület fenntartásakor fog gondot jelenteni.

- Padló hőszigetelése

A padlón keresztül akár 15%-nyi hőveszteség távozhat. [18]

A talajon fekvő padló hőszigetelése energetikai szempontból kis mértékben hatékony, nem úgy, mint a külső légtérrel érintkező határoló szerkezetek szigetelése. Viszont hőérzeti szempontból igen jelentős művelet.

- Nyílászárók megválasztása

A nem megfelelően választott, nem jó minőségű nyílászárókon keresztül távozó hőveszteség akár a 25%-ot is elérheti. [18]

Az üvegezett nyílászárók energiamérlege igen sok összetevő függvénye. Ezek a tényezők: a transzmissziós hőveszteség, a sugárzási nyereség, a légcsera a működési és beépítési hézagokon keresztül, a hőérzetre gyakorolt hatások. Mindezen hatások függenek a homlokzaton való elhelyezkedésüktől, a tájolásuktól, és az ablakok hőátbocsátási tényezőjétől is. Az energiatakarékossági intézkedések nagy lehetősége a nyílászárók megfelelő kiválasztása. [4]

## 1.2 Világítástechnika

Az épületek világítása az elektromos költségek 25-35%-át teszik ki. A megfelelő fényforrások kiválasztásával és árnyékolás alkalmazásával ez a költség, illetve maga az energiaigény csökkenthető. [19]

Ez a megfelelő, optimális fényforrás a LED lehet. Az alábbiakban láthatjuk ennek a fényforrásnak számos előnyeit.

LED fényforrások előnyei:

- alacsony hőtermelés,
- jó fényhasznosítás (hatásfok),
- hosszú élettartam (30.000 – 50.000 óra),
- felkapcsolás után teljes fényerő,
- érzéketlen a ki-és bekapcsolás gyakoriságára,
- ellenálló a mechanikai hatásokkal szemben,
- nincs UV és infravörös tartományú sugárzás,
- irányított fénynyaláb. [20]

## 1.3 Az energiaigények csökkentése árnyékolással

A fenntartható jövőben létfontosságú épületfunkciónak kell tartani a dinamikus árnyékolást. Energiahatékonyság szempontjából sem egy elhanyagolható tényező, ugyanakkor azért is fontos, mert a napjaink 90-át zárt térben töltjük. [19]

A zárt térben tartózkodó emberek számára is fontos a természetes fény, ugyanis az emberi szervezet számára pozitív hatással van az emberek közérzetére, teljesítményére, kényelmére. A környezeti tényezők megváltozása nagyban befolyásolhatja (csökkentheti vagy növelheti) az emberek komfortérzetét. [19]

Az árnyékolás megtervezésénél mindezen élettani hatásokat és az energiafelhasználás racionalizálását is figyelembe kell venni. A megfelelő árnyékoló nyáron a túlzott felmelegedéstől óv meg, télen pedig segítségével csökkenthető az épület fűtési igénye.

„A dinamikus árnyékolás alatt egy komplett, jól megtervezett, az épület minden külső és belső elemét, környezetét figyelembe vett rendszert értünk.” Ehhez a rendszerhez hozzátartozik maga az árnyékoló, az érzékelők, és az intelligens vezérlés is. A vezérlés valós idejű értékek (pl. időjárás adatok) és/vagy előre beállított értékek alapján éri el az épület optimális árnyékolását.

[19]

## 2. Épületgépészeti rendszer tervezése, felújítása:

Az épületek energiatudatos tervezésekor nem elég csak építészeti beavatkozásokat megtenni. Szükség van a fűtési, hűtési, hmv, légtechnikai rendszer energiatudatos tervezésére is.

Az épületgépészeti rendszerek kialakításával igen is foglalkozni kell, amit a Szakdolgozatom III. fejezetében meg is teszek.

### 2.1 HMV cirkuláció

Az épületekben, létesítményekben a használati melegvízellátás sok esetben központi rendszerű. A csapolók egy része rendszerint távol esik a hőtermelőtől. Ha egy ilyen távol lévő csapoló megnyitunk, akkor először a csővezetékben lehűlt, hideg víz fog kifolyni belőle, majd csak ezután jelenik meg a várt melegvíz. A víz eme felesleges elhasználását, illetve a várakozási időt takaríthatjuk meg azzal, ha cirkulációs vezeték hálózatot építünk ki. [21]

A cirkulációs rendszernek egyértelműen van kényelmi és víz takarékosági előnye is. Azonban ahhoz, hogy a rendszer ténylegesen működjön szükség van cirkulációs szivattyúra is. Ennek azonban költsége is van, hiszen ez a szivattyú áramot fogyaszt. Éppen azzal lehet energiát spórolni, hogy nem járattuk folyamatosan a szivattyút. [21]

Egyik megoldás, hogy a cirkulációs szivattyút csak közvetlenül a melegvíz-használat előtt indítjuk el, és csak addig járattuk, amíg a tároló felől a megfelelő hőmérsékletű víz megérkezik a csapolóhoz. A cirkulációs szivattyú kézi indítása vezetékes vagy vezeték nélküli (rádiós) kapcsolattal is történhet. [21]

Másik lehetőség, hogy a szivattyút kiegészítjük egy indításkapcsolóval. Meghatározhatunk olyan napszakot, időszakot, amikor van cirkuláció, és egy olyan időszakot vagy napszakokat (éjszaka) is, amikor szünetel. Így jelentős villamosenergia-fogyasztást tudunk megtakarítani. A megtakarítás mértéke a keringtetési szünetek hosszával arányos. [21]

A legionella baktérium elszaporodása ellen célszerű naponta egyszer vagy kétszer mindenképpen működésbe hozni a keringtető szivattyút. [21]

Nagy rendszereknél felborulhat az előbb részletezett menetrend, hiszen a sok csapoló miatt sokkal hosszabb az az időszak/napszak, amikor valahol melegvizet használnak, és sokkal rövidebb, amikor egyetlen csapoló sincs nyitva. Ezért a cirkuláció szüneteltetése nem, vagy

csak éjszaka, egészen rövid időre lehetséges. Nem lakáscélú épületekben gyakorlatilag folyamatos működtetés az elvárás. [21]

## 2.2 Csapadékvíz felhasználása

A víz értéke napjainkban lényegesen felértékelődött, erre vigyázni közös feladatunk.

Ennek egy kiváló módja a csapadékvíz gyűjtése és „újra” felhasználása, például locsolásra. Ezzel a módszerrel nemcsak az értékes ivóvizet tudjuk megspórolni, hanem a növények is hálásak lesznek, ha a lágy csapadékvizet juttatjuk el nekik.

Az esővíz felhasználásának is vannak járulékos költségei, a szivattyúnak, mellyel a tárolóból kivesszük a gyűjtött vizet, van villamosenergia felhasználása.

## 2.3 Hővisszanyerős légtechnikai rendszer

Rekuperatív típusú hővisszanyerőknél a hőcserében résztvevő légáramok falfelülettel szét vannak választva, emiatt csak vezetéssel végbemenő, száraz hőcseréről beszélhetünk.

A rekuperatív hővisszanyerők használatos típusai:

- lemezes,
- közvetítőközeges,
- hőcsöves. [23]

Regeneratív típusoknál a két légáram között nemcsak száraz hőcsere, hanem nedvességcsere is végbemegy. Emiatt ezt a típust entalpia-visszanyerőnek is hívjuk.

Regeneratív hővisszanyerőként a forgódobos típust alkalmazzák. [23]

A hővisszanyerők előnyei:

- csökken a fűtési, hűtési, nedvesítési teljesítmény,

- csökken a beruházási költség, illetve a hidraulikai hálózat kialakításának költségei,
- csökken a fűtési, hűtési hőszükséglet, ezáltal az üzemeltetési költségek is csökkennek,
- csökken a káros anyag emisszió. [23]

### 3. Kapcsolt hő és villamosenergia – termelés gázkörfolyamatban:

A kapcsolt energiatermelés, avagy a kogeneráció az energiaellátás hatékonyság javításának egyik legjelentősebb formája. A folyamat során ugyanabból az energiaforrásból egyidejűleg állítható elő villamos energia és hő is. A villamos energia szabadon felhasználható vagy akár értékesíthető, míg a termelt hő a használati melegvíz előállítására, valamint télen fűtésre alkalmazható. Nagyobb teljesítmények esetén a fűtőgázturbinák használata energetikailag kedvezőbb, míg a kisebb egységeknél inkább gázmotoros egységek működtetése éri meg energetikailag és gazdaságilag. Azonban pont a gazdaságosság az, ami a leginkább a hátránya ennek az energiahatékonyság – növelő intézkedésnek, a jelen esetünkben. [3], [5]

## 4. Megújuló energiák hasznosítása:

Közvetlen környezetünk megóvása, tisztán tartása érdekében megújuló energiaforrásokkal csökkenthetjük, illetve helyettesíthetjük a fosszilis energiahordozókat. Mindezek mellett az üvegházhatást okozó gázok kibocsátását is mérsékelni tudjuk. [2]

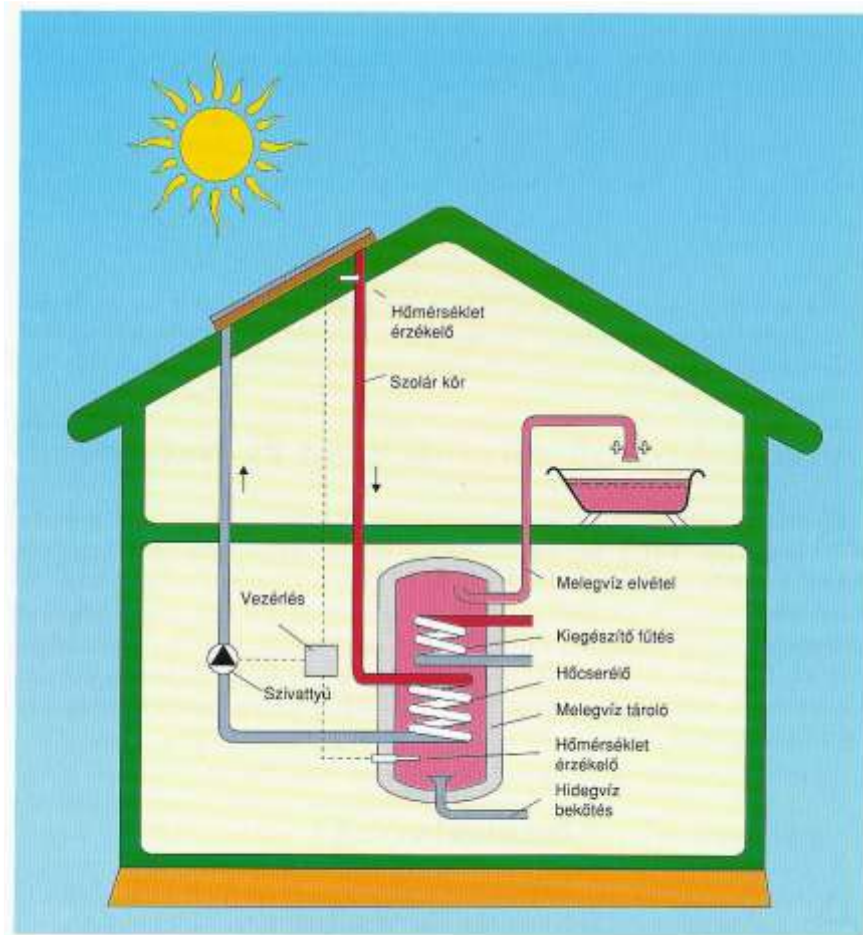
A legismertebb megújuló energiaforrások a nap-, szél-, víz-, és geotermikus energia.

### 4.1 Napenergia

Magyarországon napjainkban nagyon elterjedt az épületek tetejére felszerelt napkollektorok illetve a napelemek alkalmazása. Hőhasznosítás szempontjából nézve Tihanyban, déli tájolású, 47°-os dőlésszögű elnyelő felületen, júliusban az energia-áramsűrűsége  $876 \frac{W}{m^2}$ , ez az érték a „csúcsidőszakban”, vagyis 11:00 – 12:00 között mért érték. A napkollektorokkal nyert hőmennyiség többféleképpen is felhasználható, egyrészt használati melegvíz felmelegítésére, medencevíz fűtésre, mezőgazdasági alkalmazásara, vagy akár meleg levegős fűtésre is egyaránt. További lehetőség a fűtésrészegítés, de ez mindenekelőtt az átmeneti időszakokban, ősszel, illetve tavasszal használható jó hatásfokkal, téli időszakban már rendszerint nem áll rendelkezésre elegendő hőmennyiség a napenergia által, ami segíthetne a fűtésben. [6]

A panzió esetében is felmerült ez a megoldás, vagyis a napkollektoros rendszer kiépítése, mellyel a hőszivattyú üzemelését segítenénk.





1.ábra: Napenergia hmv termelésre [22]

## 4.2 Szélenergia

A másik nagy megújuló energiaforrás a szélenergia. Ezt az energiaforrást elsődlegesen villamos energiatermelésre használják. Elektromos fűtőtestek üzemeltetése azonban, ebben az esetben nem lenne gazdaságos.

## 4.3 Vízenergia

„A legnagyobb mértékben hasznosított megújuló energiaforrás a vízenergia.” „Technikailag a legjobb (90...95%-os) hatásfokkal a víz potenciális energiáját tudjuk mechanikai energia formájában hasznosítani.” [5]

Vízenergia, mint megújuló energiaforrás, ebben az esetben szintén nem jöhet szóba, hiszen a panzió közvetlen környezetében nem találhatóak folyók, amelyek a folyásából eséséből

nyerhetnék ki energiát. Tehát ez egy fontos megújuló energiaforrás, azonban ebben az esetben nincsen realitása.

## 4.4 Geotermikus energia

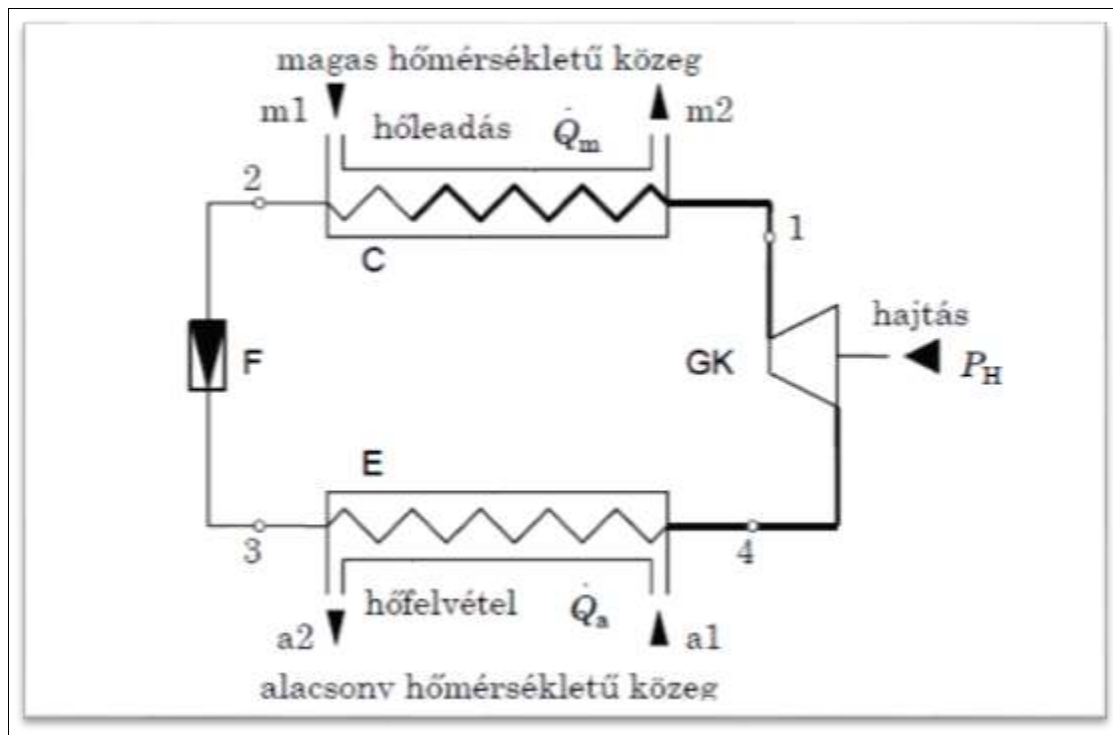
Az előbbieken felsorolt megújuló energiaforrások mellett meg kell említeni egy másik, potenciális energiaforrást is: a környezeti levegő hőtartalmát, a Föld hőtartalmát is, valamint a víz hőtartalmát is hasznosíthatjuk hőszivattyú segítségével, gazdaságosan.

A hőszivattyús rendszer az a technológia, mely a legreálisabb megoldás a panzió épületgépészeti (fűtés, hűtés, hmv) rendszerének ellátására. Ezt a hőszivattyús eljárást a következő oldalakon fogom részletezni, de előbb nézzünk meg néhány alapfogalmat:

### 4.4.1 Hőszivattyú

A hőszivattyú egy olyan hőerőgép, mely egy adott tér hőmérsékletén hőt vesz fel és megnövelve azt egy másik térben nagyobb hőmérsékleten adja le. A hőszivattyú három üzemmódban dolgozhat: csak fűt, amikor a hőszivattyú hőt termel, például helyiségfűtésre vagy vízmelegítésre; csak hűt, ekkor hőt von el, amit például helyiségűtésre használhatunk; illetve a harmadik üzemmód, amikor a berendezés egyszerre fűt és hűt. [2], [7]

A kompresszoros hőszivattyú elvi felépítése és működési elve:



2.ábra: Kompressziós hőszivattyú körfolyamat elvi kapcsolása [8]

A kompresszoros hőszivattyú részei:

- elgőzöltető vagy elpárologtató /hőcserélő/
- kondenzátor /hőcserélő/
- kompresszor
- expanziós szelep

A hőszivattyú elpárologtatójában a hőhordozó közeg, vagyis a munkaközeg elpárolog, egy alacsony hőmérsékletű hőtároló közegből hőt vonunk el és ez fedezi az elpárolgási hőt. Ezután a munkaközeg a kompresszorba kerül, ahol komprimáljuk, mindezt mechanikai munka befektetésével. A kompressziós munkát villamos motor vagy belsőégésű motor működtetése fedezi. Ekkor a munkaközeg entalpiája növekedni fog és a hőmérséklete is emelkedik. Immáron, a magasabb hőmérsékletű közeg a kondenzátorba kerül, ahol lecsapódik, hőtartalmát leadja, majd a fojtás következik, ahol lecsökken a hőmérséklete. Egy másik hőhordozó közeg, amely feladata a fűtés vagy egyéb technológiai feladat kiszolgálása, ezt a leadott hőmennyiséget felveszi, így feladata elvégzésére alkalmassá válik. [5]

## 4.4.2 Hőszivattyús rendszer

Hőszivattyús rendszeren a bevezetett energiát, a kompresszor energiaellátását és a hőforráshoz kapcsolódó berendezéseket, valamint a hő hasznosításhoz kapcsolódó berendezéseket együttesen értjük. [2]

A hőszivattyúk attól függően, hogy a környezet melyik részéből vonják el a hőt, lehetnek *vizes, föld – víz*, illetve *levegős* hőszivattyúk. [9]

A hőszivattyúknak többféle típusa létezik, hőforrás szerint a következő módon csoportosíthatjuk őket: [10]

- ha a rendelkezésre álló közeg a *talajhő*
  - zárt rendszerű kollektoros
  - zárt rendszerű szondás
  - nyitott rendszerű talajvíz hőszivattyúzás
  - felszíni vizek hőszivattyúzása tó és folyó esetén
- ha a rendelkezésre álló közeg a *víz*
  - felszíni vizek hőszivattyúzása tó esetén
  - felszíni vizek hőszivattyúzása folyó esetén
  - talajvíz hőszivattyúzása
- ha a rendelkezésre álló közeg a *levegő*
  - levegő – levegő hőszivattyú
  - levegő – víz hőszivattyú

Hőszivattyú, mint berendezés főbb részeinek áttekintése:

- Primer oldali kialakítás
  - talajkollektor
  - talajszonda
  - energiacölöp
  - Helix szonda
- Szekunder oldali kialakítás
  - padlófűtés
  - falfűtés
  - mennyezetfűtés, -hűtés
  - fan-coil – fűtés, – hűtés.

Magyarországon, az elmúlt évtizedekben folyamatosan növekedett a telepített hőszivattyúk száma, ahogy ez látszik az alábbi adatokból is: [10]

- 2000-ben 10db
- 2005-ben 150db
- 2009-ben 1000db.

2009-ben a hőszivattyúk típusmegoszlása:

- földhőszondás 400db,
- levegős 400db,
- vízkutas 200db. [10]

### 4.4.3 A talajvizes hőszivattyús rendszer

#### **Talajvíz:**

A víz-víz hőszivattyúk a talajvíz hőjéből nyerik a fűtési energiát. A hőszivattyús rendszer kialakításához legalább kettő kútra van szükség. Az egyik kútból vesszük ki a vizet, amit a hőszivattyú lehűt, a másik kút pedig arra szolgál, hogy ide juttassuk vissza a már lehűtött vizet. Fontos megjegyezni, hogy a vizet, a hőszivattyú, egész évben szinte állandó hőmérsékleten kapja meg. [11]

#### **A talajvizes hőszivattyú működése:**

Adott egy termelőkút, amiből búvárszivattyú segítségével emeljük ki a vizet a talajból. Ez a víz a hőszivattyú elpárologtatójára, illetve egy közbenső hőcserélőre kerül, ahol a lehűlés történik. Majd ezt a vizet visszajuttatjuk a talajba a nyelőkúton keresztül. Fontos szabály, hogy a termelőkút és a nyelőkút között legalább 10 m legyen, hogy ne alakuljon ki termikus rövidzár. [12]

#### **Talajvizet hőforrásként hasznosító hőszivattyúk magyarországi főbb előírásai:**

„Magyarországon a nagyobb felszíni vizek, a talajvíz, a kútvíz hőmérséklete egész évben fagypont felett van. A folyók, tavak vízének hőmérséklete 2-11°C között, a talajvizé pedig 8-12°C között mozog a fűtési idényben. Éppen ezért a talajvizek hőforrásként való alkalmazása rendkívül előnyös, mert a munkaközeg elpárolgási hőmérséklete 0°C körüli, illetve ennél az értéknél nagyobb is lehet.” [2]

A nehézsége ennek az alkalmazásnak az, hogy a vízkivétel és a vízvezetés vízjogi engedélyeztetéshez kötött, ezen kívül a hőfelvételt biztosító hőcserélő többletköltséggel jár. A hőcserélőnek ugyanis speciális kialakításúnak és megfelelően tisztíthatónak kell lennie, mert a talajvízben többlet szennyezőanyag és nagy oldott ásványanyag-tartalom van. Emellett többletszivattyúzási igény is megjelenik. [2]

„Talajvízkút létesítéskor nem végezhető olyan munka, mely káros hatással van a felszín alatti vízminőségre, valamint a víztartó képződmények fedőrétegeinek természetes védőképességére.” [2]

Vízjogi engedélyhez kötött a közvetlen vízkivétel, mely csak abban az esetben adható, ha a  $m^3$ /nap-ban és a  $m^3$ /év-ben meghatározott vízkivétel átmenetileg sem veszélyezteti az alább felsoroltakat:

- a környezeti célkitűzések elérése,
- az érintett víztestre jogszabályban, illetve a külön jogszabály szerinti vízgyűjtő-gazdálkodási tervben megállapított intézkedések megvalósítása. [2]

További előírás még, hogy a nem ivóvíz-minőségű vízigény kielégítésére, tehát az energetikai hasznosítására is vonatkoztatva, jó minőségű felszín alatti víz kivétele csak abban az esetben engedhető meg, ha a vízigény felszíni vízből történő kielégítése aránytalanul magas költség lenne, a költség-haszon elemzés eredménye alapján, illetve ha ezt a természeti viszonyok nem engedik meg. [2]

A talajvíz-kutas hőszivattyús rendszerek telepítése előtt fontos a talajvíz-réteg mélységének, terjedelmének, vegyi összetételének feltárása. Ehhez általában próbafúrást végeznek. A vízadó képesség pontos feltárása egy ilyen rendszer esetén sokkal fontosabb, mint egy hagyományos házi vízkút esetében. Ugyanis a szivattyú működése a 20 h/nap értéket is elérheti, erre pedig figyelni kell a kút és maga a rendszer tervezésekor és építésekor is. [2]

A talajvíz mennyiségét 2-3 napos folyamatos szivattyúzási kísérlettel érdemes az ajánlott csúcsigényre kipróbálni. A kútvíz még minimálisan biztonságosnak tekintett hőmérséklete  $8^{\circ}\text{C}$ . A javaslat szerint a talajvíz hőmérsékletét nem szabad  $4^{\circ}\text{C}$  alá hűteni. A hőcserélő kiválasztásakor pedig tisztában kell lenni azzal, hogy a talajvíznek korróziós hatása van, illetve a vegyi összetétele miatt károsíthatja a fémből készült hőcserélőket és egyéb szerelemeket. [2]

A rendszer méretezéséhez szükség van még a szállítási magasság meghatározására, ehhez pedig a termelőkút és a nyelőkút vízszintjének magasságkülönbségének ismerete kell, ezenkívül

pedig a csővezetékek, a beépített szerelvények és a hőszivattyú párologtatóján létrejövő nyomásesések meghatározása is szükséges. [2]

A magyarországi szabályozásban az a kedvező, hogy nem kell a vízhasználónak vízkészlet-járulékot fizetnie az alább felsorolt tényezők után:

- a felszín alatti vízkivételnél a vízjogi engedély szerinti víztartó rétegbe visszasajtol (a felszín alatti vizeket nem veszélyeztető) vízmennyiség,
- vízjogi engedélyenként az évi 500 m<sup>3</sup>-t meg nem haladó vízmennyiség,
- a talajvízdúsításra betáplált vízmennyiséggel azonos vízmennyiség kitermelése, (ha azt a talajvízdúsítással igénybe vett vízáadó rétegből veszik ki),
- a használt víz ismételt felhasználása vagy átadása után, kivéve a kettős működésű csatornákból vett vízkivételt. [2]

A nyitott kutas rendszer általában a talajvízből vagy a felszíni vizekből nyeri a hőt. Abban az esetben, hogy ha kútvizet hasznosítunk, a hőátadás után a vizet el kell vezetni.

#### A víz elvezetése:

A hasznosított vizet a hőátadás után el kell vezetni, mégpedig ugyanabba a víztartó rétegbe, amelyből kinyertük. Vagy pedig a nyitott rendszerekből a víz levezethető egy csőrendszeren keresztül egy hasonló vízminőségű másik víztartó rétegbe egy nyelőkúton keresztül, vagy néhány esetben a csapadékelvezető csatornába is elvezethető. Mindez a hatóságok engedélyétől függ. [2]

A talajvíz visszavezetése ugyanabba a víztartó rétegbe az alábbi feltételek egyikének teljesülése esetén szükséges:

- ha a talajvíz szennyezett vagy minősége káros lehet a környezetre,
- a területileg illetékes vízügyi hatóság utasítására. [2]

Az üzemi térfogatáram és nyomás megfelelő kialakításához, illetve a csőben áramló víz elzárásához az elvezető csövekre szabályozószelepet kell szerelni. A csővezetéket egyértelműen azonosítani kell minden rendszeren, a felszíni vízforrásba belépési pontján. [2]

Vízutas nyitott rendszert a következő feltételek megléte esetén érdemes választani:

- ha a víz minősége megfelelő,

- ha a vízmennyiség elegendő a hőszivattyúzáshoz, annyi amennyi esetleg a háztartási víz hozzáadását is beleértve szükséges (emelkedő vízdíjak, autonómiára való természetes törekvés),
- ha lehetséges egy elfogadhatóan kis költségvetésű vízvezetési megoldás. [2]

#### Vízminőség:

A vízminőség abban az esetben megfelelő, ha teljesülnek az alábbi feltételek:

- O<sub>2</sub> telítettség < 25%
- O<sub>2</sub> tartalom < 2,3 mg/l
- pH érték > 6,8
- vas < 0,2 mg/l
- mangán < 0,1 mg/l
- klorid < 300 mg/l
- szabad klór < 3 mg/l
- zavarosság -> nem lehet
- homokmentesség < 0,1 mg/l (10 l-nyi szivattyúzásnál). [1]

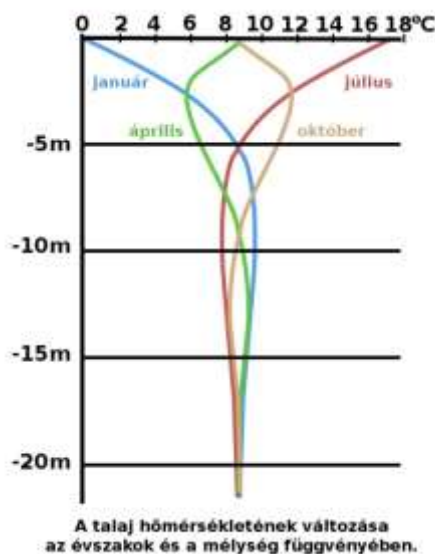
#### 4.4.4 A talajkollektoros hőszivattyús rendszer

A geotermikus hőszivattyú olyan berendezés, mely biztosítani tudja a téli fűtési és a nyári hűtési teljesítményszükségletet is. Ugyanakkor a geotermikus hőszivattyú a befektetett elektromos energia akár 4 – 5-szörösét is képes hasznosítani, melyet a fűtés alkalmával hőenergia formájában ad le, illetve hűtéskor hűtőenergiaként. „A talajból vett hőt hasznosítja a környezettel összhangban, annak károsítása nélkül.” [14]

A felső talajréteg hőjét hasznosítjuk, amit a napsugárzás és az eső közvetít. A talajkollektorban keringtetett fagyálló folyadék (víz és propilénlikol keveréke) a talaj felszínéhez közelebbi rétegeből szállítja a hőt, és nem a Föld geotermikus rétegeből. [1]

A 3. ábrán látszik, hogy a földfelszín közelében a talaj hőmérsékletének nagy az ingadozása az év során. A földfelszín e felső rétegei télen lehűlnek, nyáron pedig felmelegednek. Talajkollektoros rendszer telepítése esetén legalább 1,5 – 2,0 méter mélyre kell a csöveket lefektetni.





3.ábra: A talaj havi középhőmérsékletének változása az évszakok és a mélység függvényében

[15]

A talajkollektor nemcsak a napsütötte részekről tudja a hőt elszívni, hanem például a talajba szivárgó esővíz hőjét is hasznosítja, éppen ezért a rendszer fontos eleme a talajvíz, mivel magasabb nedvességtartalom esetén a rendszer nagyobb hatásfokú, ugyanis a földfelszínre érkező napsugárzás hője a víz segítségével jut a talajba, azzal több hőt képes tárolni. [1]

A hőelvonás csökkenti a talaj hőmérsékletét, de ez egyrészt pótlódik a napsugárzás és a csapadék révén, másrészt a nyári kánikulában a ház hűtésére használt talajkollektoros csövek segítenek felmelegíteni a talajt. Ezáltal beáll egy regenerálódási állapot, feltéve, ha nem történik túlzott hőelvonás. [1], [9]

Nagy az intervalluma a talaj hőelvonó értékének. Az elvonható hő értéke a talaj nedvességével arányos, vele együtt növekszik:

- száraz, nem kötött talajnál:  $10 \frac{W}{m^2}$ ,
- nedves, kötött talajnál:  $20 \dots 30 \frac{W}{m^2}$ ,
- vízzel telített talaj, pl. homok vagy kavics esetén:  $40 \frac{W}{m^2}$ . [16]

A száraz talaj nem megfelelő a kollektor csövek alkalmazására. Hiszen, ha száraz a talaj, kicsi a nedvességtartalma, nincs, ami szállítsa a hőt. Ahová érdemes telepíteni a rendszer, olyan helyek, ahol sok a talajvíz. [13]

Azonban fontos tudni, hogyha az elvont hő értéke nagyobb, mint  $50 \frac{W}{m^2}$ , akkor akár az is előfordulhat, hogy a kollektor eljegesedik és a talaj károsodik. Ebben az esetben az a probléma áll fenn, hogy a kollektor több hőt von el, mint amennyit a napsugárzás és a csapadék pótolni tudna. [16]

A talajba lefektetett kollektorok fölé később sem építeni sem betonozni nem lehet. Ha beburkoljuk a kollektor fölötti területet, akkor azzal meggátoljuk, hogy a meleg esővíz bejusson a talajba. Ezzel pedig a már fent említett hatást érjük el. [16]

A talajkollektoros rendszer előnyei:

- jó és közel állandó hőhasznosítás,
- magas C.O.P. (4-5 jósági fok),
- nem kell engedély a talajmunkákhoz,
- önállóan megoldja a ház fűtését, hűtését, HMV ellátását, nincs szükség kiegészítő hőforrásra. [1]

A talajkollektoros rendszer hátrányai:

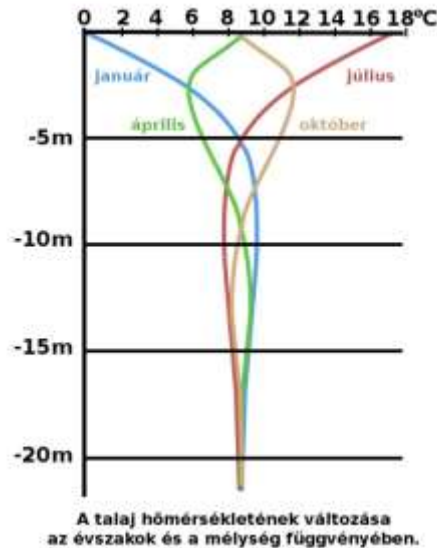
- nagy helyigény szükséges,
- nagy felfordulás a földmunka miatt,
- a terület árnyékoltsága csökkenti a hatékonyságot,
- a területen fát telepíteni, építkezni, betonozni tilos,
- az áramszámla (a szivattyúk miatt) megnő. [1]

#### 4.4.5 A talajszondás hőszivattyús rendszer

A geotermikus hőszivattyú olyan berendezés, mely biztosítani tudja a téli fűtési és a nyári hűtési teljesítményszükségletet is. Ugyanakkor a geotermikus hőszivattyú a befektetett elektromos energia akár 4 – 5-szörösét is képes hasznosítani, melyet a fűtés alkalmával hőenergia formájában ad le, illetve hűtésekor hűtőenergiaként. „A talajból vett hőt hasznosítja a környezettel összhangban, annak károsítása nélkül.” [14]

A talaj mélyebb rétegeiben rejlő hőt hasznosítjuk. A talajszondában keringtetett fagyálló folyadék (víz és propilénglikol keveréke) a talaj mélyebb (1-100 m) rétegéből szállítja a hőt. [1]

A 4. ábrán látszik, hogy a talaj hőmérséklete miképpen változik a mélység függvényében az év során. Jól látszik az ábrán, hogy a mélyebb rétegekben állandósul a hőmérséklet. Talajszondás rendszer telepítése esetén 80-100 m mélyre kell a szondákat lefúrni.



4.ábra: A talaj havi középhőmérsékletének változása az évszakok és a mélység függvényében

[15]

A hőelvonás csökkenti a talaj hőmérsékletét, de ezt pótolhatjuk, ugyanis a nyári kánikulában a ház hűtésére használt talajszondák segítenek felmelegíteni a talajt. Ezáltal beáll egy regenerálódási állapot, feltéve, ha nem történik túlzott hőelvonás. [1], [9]

A talajszondás rendszer előnyei:

- jó és közel állandó hőhasznosítás,
- magas C.O.P. (4-5 jósági fok),
- kis helyigény szükséges,
- a terület árnyékoltsága nem befolyásolja a hatékonyságot,
- a területen fát telepíteni lehet,
- önállóan megoldja a ház fűtését, hűtését, HMV ellátását, nincs szükség kiegészítő hőforrásra. [1]

A talajszondás rendszer hátrányai:

- nagy felfordulás a földmunka/fúrás miatt,
- a fúrás költsége jelentős mértékű,

- az áramszámla (a szivattyúk miatt) megnő. [1]

#### 4.4.6 A levegős hőszivattyús rendszer

A levegős hőszivattyúk a környezeti levegő hőjéből nyerik azt az energiát, amit felhasználnak az épület fűtésére vagy hűtésére, illetve a hmv készítésre.

##### Levegő – víz hőszivattyúk:

A leggyakrabban előforduló hőszivattyúk a levegő-víz hőszivattyúk. Ez a típus a környezeti levegőből vonja el a hőt és a fűtési rendszer vizének adja át.

##### Levegő – levegő hőszivattyúk:

Az előző típushoz hasonlóan itt is a környezeti levegő szolgál hőforrásként, azonban ebben az esetben a hőátadó közeg egy klímagáz. A helyiség vagy épület levegőjének a felmelegítésére ennek a keringtetett klímagáznak a hőjét használjuk fel.

A levegős hőszivattyúk előnyei:

- kis beruházási költség,
- hűtés is lehetséges vele,
- nem igényel földmunkát,
- nem kell fűrási engedély.

A levegős hőszivattyúk hátrányai:

- kisebb COP, tehát üzemeltetés szempontjából kedvezőtlenebb,
- passzív hűtésre nem alkalmas, csak aktívan hűt,
- minél kisebb a környezeti hőmérséklet, annál rosszabb a COP értéke. [1]

## III. Tervezés

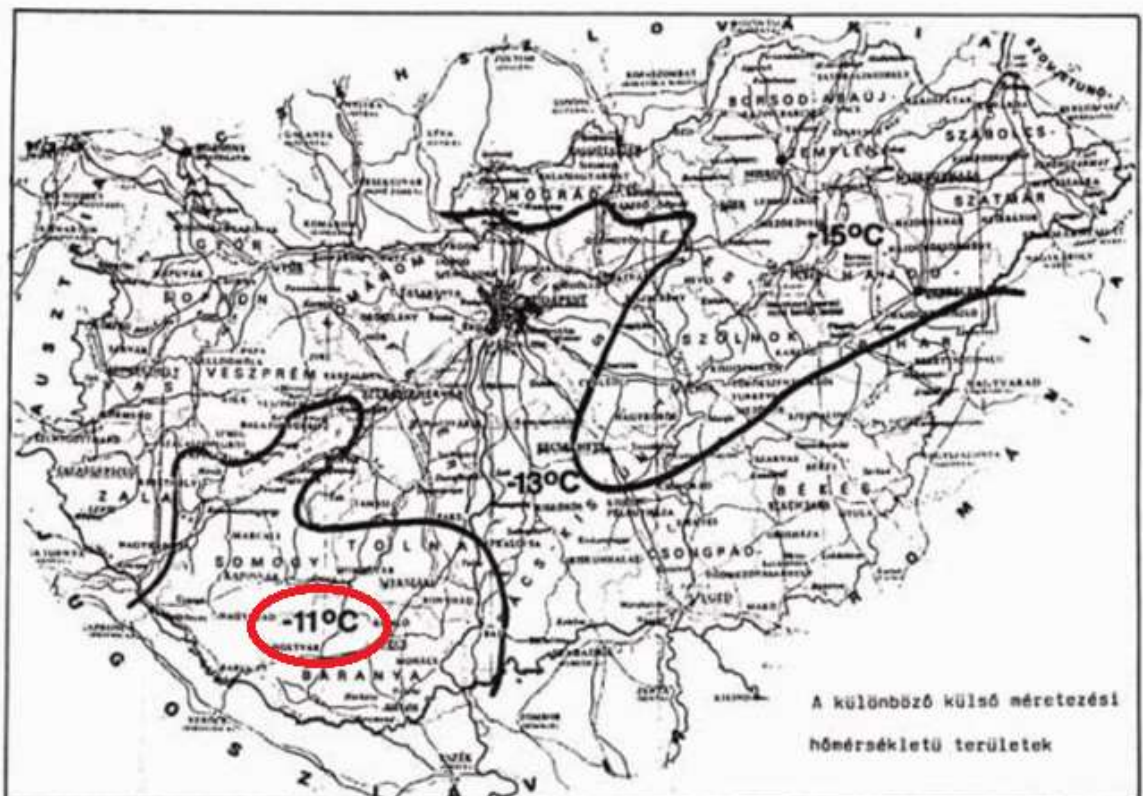
### 1. Hőszükséglet számítás

A fűtési rendszer alapvető feladata az adott épület hőveszteségének pótlása. Egy adott épület alaphővesztesége megegyezik a fűtési hőszükségletével.

A hőszükséglet az MSZ-04 140, a 7/2006 (V 24) TNM rendelet hatályos lapjainak előírásai, valamint a megrendelő igényeinek figyelembevételével lett meghatározva, a WinWatt Meditherm (8.64. változata) program segítségével.

Az épület elhelyezkedése: 8237, Tihany

## MÉRETEZÉSI ALAPADATOK



5.ábra: Külső méretezési hőmérsékletek Magyarországon [17]

Ahogy a fenti, 5. ábrán is látszik a panzió a  $-11^{\circ}\text{C}$ -os külső méretezési zónába esik, így a hőszükséglet számításnál én is ezt vettem figyelembe.

A belső méretezési hőmérsékletet  $+20^{\circ}\text{C}$ -nak vettem fel, a szabványnak megfelelően.

A számítások alapján az egyes apartmanok fűtési hőszükségeit és hőterhelés adatait a következő táblázat tartalmazza:

Adatok						
Ssz.	Helyiség	A [m <sup>2</sup> ]	Q <sub>t</sub> [W]	q <sub>t</sub> [W/m <sup>2</sup> ]	Q <sub>ny</sub> [W]	q <sub>ny</sub> [W/m <sup>2</sup> ]
001	1.Apartman	26,20	901	34,4	1748	66,7
002	2.Apartman	26,20	788	30,1	1746	66,6
003	3.Apartman	34,00	1223	36,0	1920	56,4
004	4.Apartman	26,20	1330	50,8	1479	56,6
005	5.Apartman	26,20	1139	43,5	1350	51,6
006	6.Apartman	34,00	1473	43,3	1630	48,1
<b>ÖSSZESEN:</b>		<b>172,80</b>	<b>6854</b>		<b>9873</b>	

2.táblázat: Hőszükséglet adatok

A hővesztés számításokat a WinWatt program segítségével végeztem, melynek eredményeit az alábbi ábrákon (6-11. ábra) mutatom be.

1. Apartman, része a Panzió épületnek

Téli hővesztés: 0.9 kW

Szerkezet jellege: nehéz (m > 400 kg/m<sup>2</sup>)

Szennyezettségi zóna: tisztá, vidéki

Hőterhelés maximum 8 órákor: 1.7 kW

Energetikai számítás

Fűtött térfogatot határoló felület: 27.7 m<sup>2</sup>

Számított fajlagos veszteség: 0.067 W/m<sup>2</sup>K

Helyiségek alapján számolva: 22 kg/m<sup>2</sup>

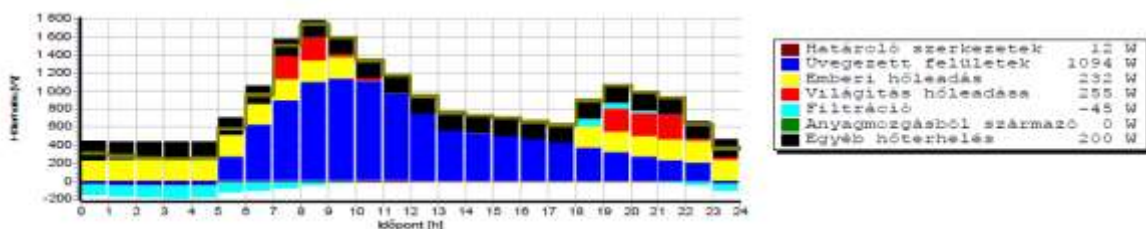
Tápolás: 20°

Használat jellege: folyamatos

Fűtött épület(rész) térfogat: 70.7 m<sup>3</sup>

Megengedett fajlagos veszteség: 0.248 W/m<sup>2</sup>K

Az épület(rész) az energetikai számítás alapján MEGFELELŐ.

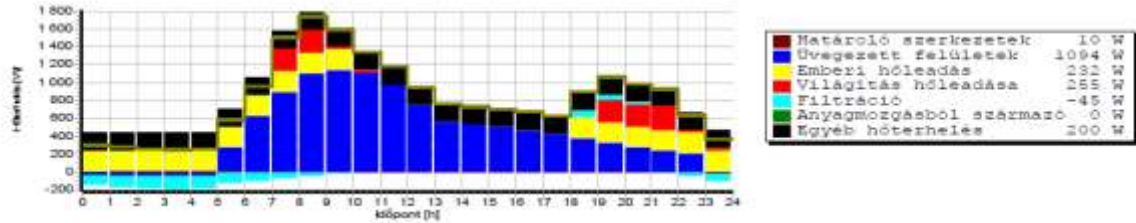


6.ábra: 1.apartman hőtechnikai számítás eredménye

2. Apartman, része a Panzió épületnek

Téli hővesztéség: 0.8 kW  
 Szerkezet jellege: nehéz (m<sup>2</sup> > 400 kg/m<sup>2</sup>)  
 Szennyezettségi zóna: tiszta, vidéki  
 Hőterhelés maximum 8 órákor: 1.7 kW  
 Energetikai számítás  
 Fűtött térfogatot határoló felület: 14.6 m<sup>2</sup>  
 Számított fajlagos veszteség: 0.015 W/m<sup>2</sup>K  
 Helyiségek alapján számolva: 8 kg/m<sup>3</sup>  
 Tájolás: 20°  
 Használat jellege: folyamatos  
 Fűtött épület(rész) térfogat: 70.7 m<sup>3</sup>  
 Megengedett fajlagos veszteség: 0.248 W/m<sup>2</sup>K

Az épület(rész) az energetikai számítás alapján MEGFELELŐ.

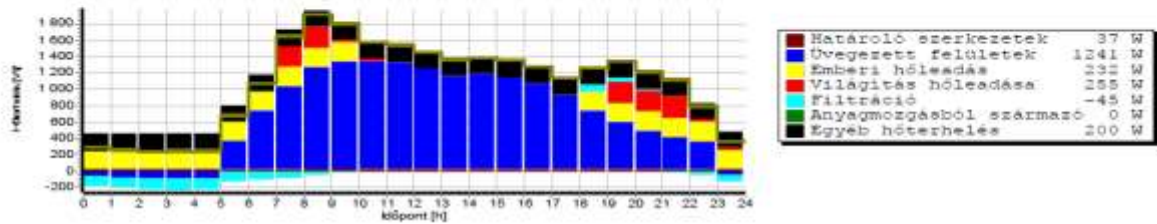


7.ábra: 2.apartman hőtechnikai számítás eredménye

3. Apartman, része a Panzió épületnek

Téli hővesztéség: 1.2 kW  
 Szerkezet jellege: nehéz (m<sup>2</sup> > 400 kg/m<sup>2</sup>)  
 Szennyezettségi zóna: tiszta, vidéki  
 Hőterhelés maximum 8 órákor: 1.9 kW  
 Energetikai számítás  
 Fűtött térfogatot határoló felület: 45.1 m<sup>2</sup>  
 Számított fajlagos veszteség: 0.052 W/m<sup>2</sup>K  
 Helyiségek alapján számolva: 26 kg/m<sup>3</sup>  
 Tájolás: 20°  
 Használat jellege: folyamatos  
 Fűtött épület(rész) térfogat: 91.8 m<sup>3</sup>  
 Megengedett fajlagos veszteség: 0.248 W/m<sup>2</sup>K

Az épület(rész) az energetikai számítás alapján MEGFELELŐ.

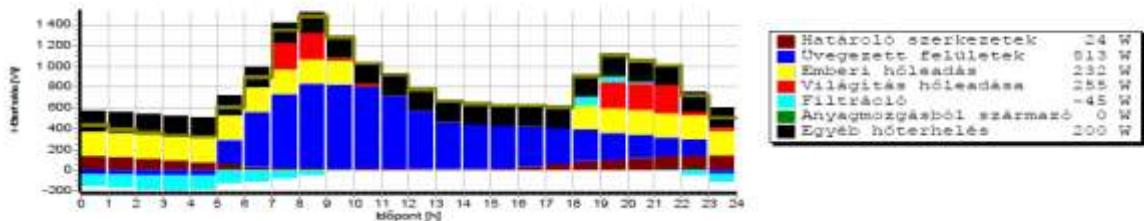


8.ábra: 3.apartman hőtechnikai számítás eredménye

4. Apartman, része a Panzió épületnek

Téli hővesztéség: 1.3 kW  
 Szerkezet jellege: nehéz (m<sup>2</sup> > 400 kg/m<sup>2</sup>)  
 Szennyezettségi zóna: tiszta, vidéki  
 Hőterhelés maximum 8 órákor: 1.5 kW  
 Energetikai számítás  
 Fűtött térfogatot határoló felület: 63.2 m<sup>2</sup>  
 Számított fajlagos veszteség: 0.151 W/m<sup>2</sup>K  
 Helyiségek alapján számolva: 55 kg/m<sup>3</sup>  
 Tájolás: 20°  
 Használat jellege: folyamatos  
 Fűtött épület(rész) térfogat: 91.3 m<sup>3</sup>  
 Megengedett fajlagos veszteség: 0.248 W/m<sup>2</sup>K

Az épület(rész) az energetikai számítás alapján MEGFELELŐ.

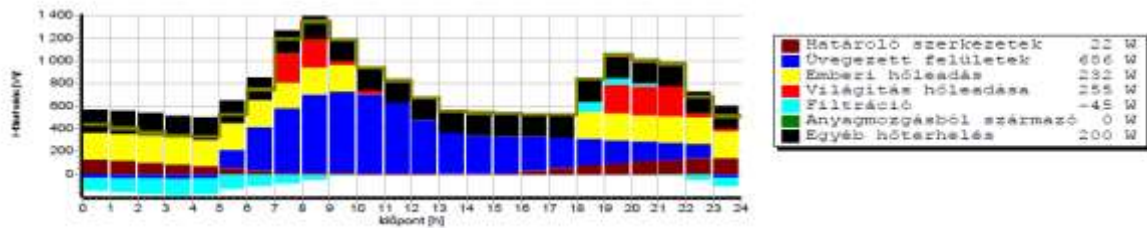


9.ábra: 4.apartman hőtechnikai számítás eredménye

5. Apartman, része a Pannónia épületnek

Téli hővesztéség:	1.1 kW	Helyiségek alapján számolva:	39 kg/m <sup>3</sup>
Szerkezet jellege: nehéz (m <sup>3</sup> > 400 kg/m <sup>3</sup> )		Tájolás:	20°
Szennyezettségi zóna:	tiszta, vidéki		
Hőterhelés maximum 8 órákor:	1.4 kW		
<b>Energetikai számítás</b>		<b>Használat jellege:</b> folyamatos	
Fűtési térfogatot határoló felület:	46.5 m <sup>2</sup>	Fűtési épület(rész) térfogat:	91.3 m <sup>3</sup>
Számított fajlagos veszteség:	0.095 W/m <sup>2</sup> K	Megengedett fajlagos veszteség:	0.248 W/m <sup>2</sup> K

Az épület(rész) az energetikai számítás alapján MEGFELELŐ.

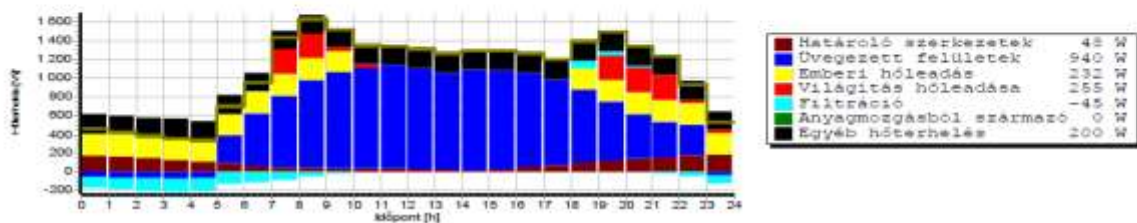


10.ábra: 5.apartman hőtechnikai számítás eredménye

6. Apartman, része a Pannónia épületnek

Téli hővesztéség:	1.5 kW	Helyiségek alapján számolva:	55 kg/m <sup>3</sup>
Szerkezet jellege: nehéz (m <sup>3</sup> > 400 kg/m <sup>3</sup> )		Tájolás:	20°
Szennyezettségi zóna:	tiszta, vidéki		
Hőterhelés maximum 8 órákor:	1.6 kW		
<b>Energetikai számítás</b>		<b>Használat jellege:</b> folyamatos	
Fűtési térfogatot határoló felület:	81.8 m <sup>2</sup>	Fűtési épület(rész) térfogat:	91.8 m <sup>3</sup>
Számított fajlagos veszteség:	0.166 W/m <sup>2</sup> K	Megengedett fajlagos veszteség:	0.248 W/m <sup>2</sup> K

Az épület(rész) az energetikai számítás alapján MEGFELELŐ.



11.ábra: 6.apartman hőtechnikai számítás eredménye

## 2. Homlokzati hőszigetelés

Az építész terv szerint meghatározott külső határolófal rétegrendje:

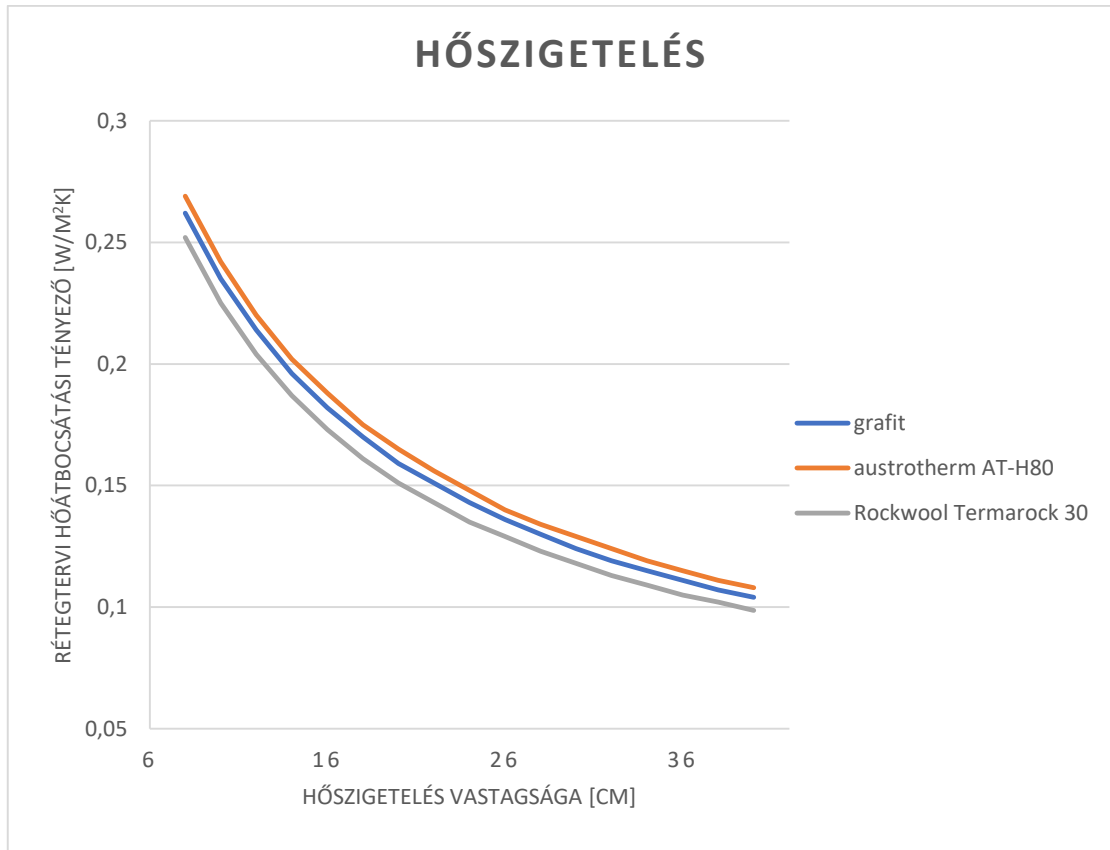
- Tihanyi kőburkolat
- **12 cm grafitos hőszigetelés**
- 30 cm porotherm téglá
- belső vakolat



Kiválasztottam két másik hőszigetelést is, melyeknek más a hővezetési tényezőjük, az alábbi táblázat és grafikon mutatja a rétegtervi hőátbocsátási tényezőjüket a szigetelés vastagsága függvényében.

	grafit	austrotherm AT-H80	Rockwool Termarock 30
	$\lambda=0,03$ [W/mK]	$\lambda=0,038$ [W/mK]	$\lambda=0,033$ [W/mK]
[cm]	rétegtervi hőátbocsátási tényező [W/m <sup>2</sup> K]		
8	0,262	0,269	0,252
10	0,235	0,242	0,225
12	0,214	0,22	0,204
14	0,196	0,202	0,187
16	0,182	0,188	0,173
18	0,17	0,175	0,161
20	0,159	0,165	0,151
22	0,151	0,156	0,143
24	0,143	0,148	0,135
26	0,136	0,14	0,129
28	0,13	0,134	0,123
30	0,124	0,129	0,118
32	0,119	0,124	0,113
34	0,115	0,119	0,109
36	0,111	0,115	0,105
38	0,107	0,111	0,102
40	0,104	0,108	0,0986

3.táblázat: Hőszigetelések összehasonlítása

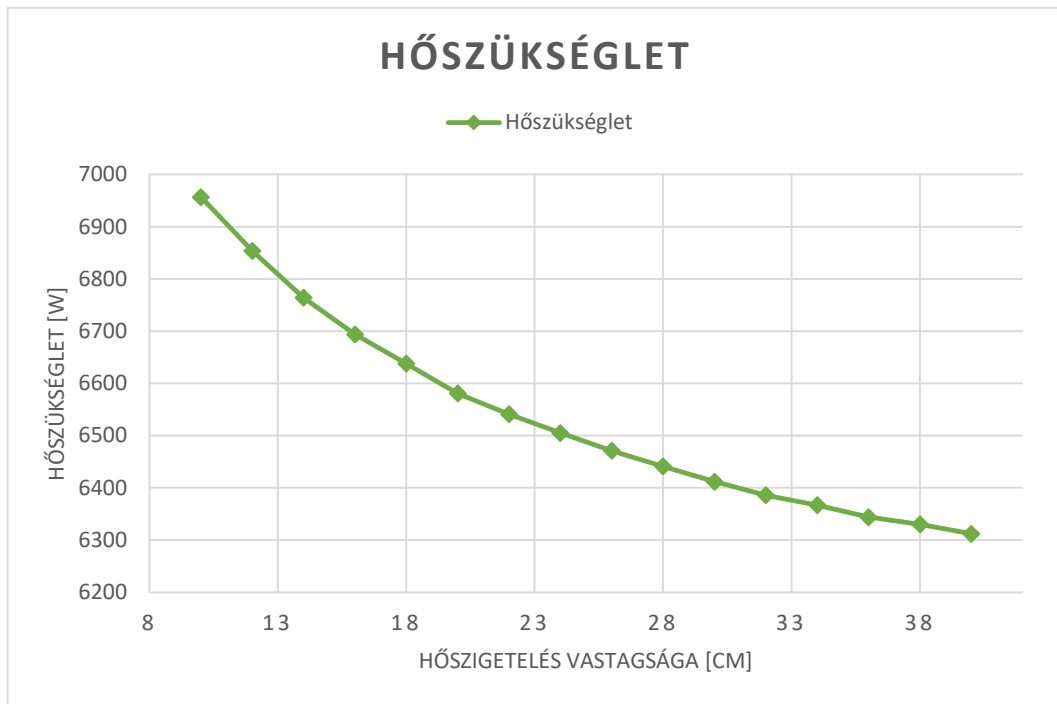


*12.ábra: Hőszigetelések összehasonlítása*

Az összehasonlítás célja az volt, hogy bemutassam, hogy más hőszigeteléssel is hasonló mértékű változás idézhető elő a rétegtervi hőátbocsátási tényező számításakor. Ezzel együtt a hőszükséglet számításakor is. Vagyis, más típusú hőszigetelés választása esetén is hasonló mértékű hőszükséglet „megtakarítás” lehetséges a hőszigetelés vastagságának növelésével.

Hőszigetelés vastagsága	Hőszükséglet
[cm]	[W]
8	nem felel meg a szabványnak
10	6957
<b>12</b>	<b>6854</b>
14	6764
16	6694
18	6638
20	6581
22	6541
24	6505
26	6471
28	6441
30	6412
32	6386
34	6367
36	6344
38	6330
40	6312

*4.táblázat: Hőszükséglet adatok a hőszigetelés vastagsága függvényében*



13.ábra: Hőszükséglet a hőszigetelés vastagsága függvényében

### 3. Hőtermelő

A beruházási és üzemeltetési költségek szempontjából a legjobb megoldás a talajkollektoros rendszer lenne, azonban a környezeti adottságok nem teszik lehetővé a talajkollektoros rendszer megvalósítását. Ugyanis nincs elegendő földterület a talajkollektor kialakításához.

A földszondás rendszer üzemeltetési költségei szintén kedvezőek (magas COP érték, passzív hűtés lehetősége) azonban a földszonda fúrásának költségei nem férnek bele a beruházási költség keretébe.

Így esett a választásom a hőtermelő rendszer kiválasztásakor a levegős (levegő – víz) hőszivattyúra.

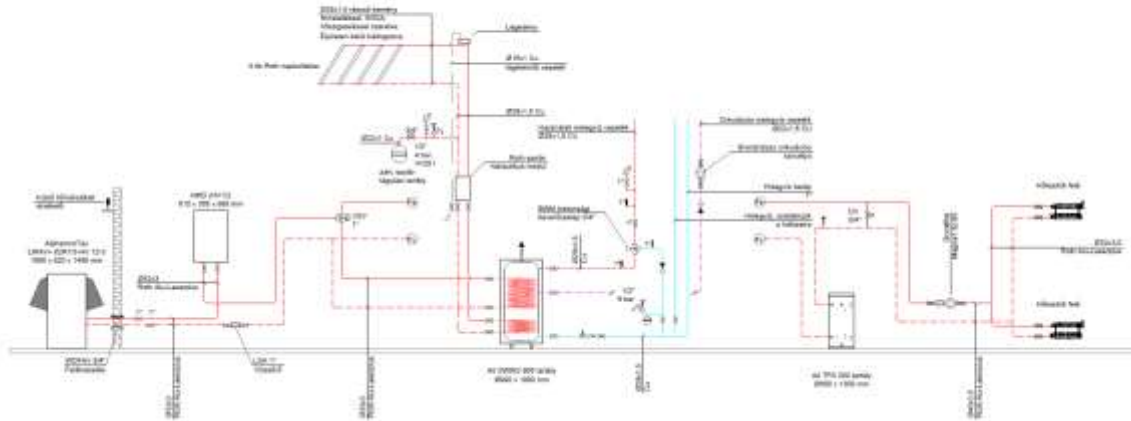
A választott hőszivattyú: Alpha Innotec LWAV+ 82R típusú hőszivattyú.

Hőteljesítménye: 7-10 kW

COP értéke: 3,17

Ez a hőszivattyú fűteni és hűteni is képes.

A hőközpontot kiegészítettem napkollektoros rendszerrel is, mely a fűtés rásegítésben és a hmv termelésben játszik fontos szerepet.



14.ábra: Hőközpont kapcsolás

#### 4. Cirkuláció

Az épület vízellátás tervéhez tartozik a hideg-, melegvíz, és cirkulációs hálózat rendszerterve is.

A csapolók egy része távol esik a hőtermelőtől. Cirkuláció nélkül, egy ilyen távol lévő csapoló megnyitása esetén először a csővezetékben lehűlt, hideg víz fog kifolyni belőle, majd csak ezután jelenik meg a várt melegvíz. A víz eme felesleges elhasználását, illetve a várakozási időt takarítjuk meg azzal, ha cirkulációs vezeték hálózatot építünk ki. A cirkulációs rendszernek egyértelműen van kényelmi és víz takarékosági előnye is. Azonban ahhoz, hogy a rendszer ténylegesen működjön szükség van cirkulációs szivattyúra is. Ennek azonban költsége is van, hiszen ez a szivattyú áramot fogyaszt. Ha nem járátjuk folyamatosan a szivattyút, akkor tudunk a működési költségén spórolni. [21]

Egyik megoldás, hogy a cirkulációs szivattyút csak közvetlenül a melegvíz-használat előtt indítjuk el, és csak addig járátjuk, amíg a tároló felől a megfelelő hőmérsékletű víz megérkezik a csapolóhoz. A cirkulációs szivattyú kézi indítása vezetékes vagy vezeték nélküli (rádiós) kapcsolattal is történhet. [21]

Másik lehetőség, hogy a szivattyút kiegészítjük egy indításkapcsolóval. Meghatározhatunk olyan napszakot, időszakot, amikor van cirkuláció, és egy olyan időszakot vagy napszakokat (éjszaka) is, amikor szünetel. Így jelentős villamosenergia-fogyasztást tudunk megtakarítani. A megtakarítás mértéke a keringtetési szünetek hosszával arányos. [21]

Jelen esetben ez a második lehetőség nem alkalmas, hiszen a panzió vendégei „kiszámíthatatlanok”, vagyis nem lehet előre tudni, hogy ki mikor érkezik, mikor használja az egyes csapolókat. Így az első megoldás alkalmazása a megfelelő. Vagyis a cirkulációs szivattyút egy kézi indítású kapcsolóval kell ellátni. [21]



15.ábra: Vízellátás terv

## 5. Hőleadók

A hőszivattyús rendszerek optimális hőleadói: felületfűtési rendszerek, fan-coilok.

A felületfűtéseket folyamatos üzemeltetésre szokták inkább alkalmazni, mivel ennek a rendszernek nagy a hőtehetlensége. Tehát hosszabb időt vesz igénybe a helyiségek felfűtése, ha előtte nem használták. Mivel időszakosan van használva a panzió, tehát nem folyamatos az üzemeltetése, ezért a fan-coilokat választottam a hőleadó egységnek. Ennek a rendszernek ez előnye, hogy ezek a hőleadók fűtésre és hűtésre is alkalmazhatóak. Így egy készülékkel oldható meg egyszerre a fűtés és a hűtés is. Ez a beruházási költségeket csökkenti.

## 6. Csapadékvízgyűjtő

A telek adottságai lehetővé teszik, hogy csapadékvízgyűjtőt helyezünk el az épület mögött.

Mértékadó csapadékterhelés számítása az MSZ-04-134-1991 alapján:

$$q_{cs} = q_e \cdot \Psi \cdot F = 199 \cdot 0,9 \cdot 0,2 = 3,582 \frac{l}{s}$$

Záporintenzitás (q <sub>e</sub> ):			
Körzet	q <sub>e</sub> l/(s,ha)	Körzet	q <sub>e</sub> l/(s,ha)
1. Budapest illetve közigazgatási területe	274	9. Pécs	162
2. Vértess, Gerecse, Pilis	187	10. Szeged	176
3. Győr	193	11. Kalocsa	179
4. Sopron	159	12. Turkeve	194
5. Szombathely	183	13. Nyíregyháza	197
6. Bakony	199	14. Kompolt	222
7. Keszthely	179	15. Sajó, Hernád vidéke, Bükk	250
8. Tihany	199	16. Börzsöny, Cserhát, Mátra	250

16.ábra: Záporintenzitás [24]

Lefolyási tényező	Ψ [-]	Lefolyási tényező	Ψ [-]
pala, bádóg, cserép és szigetelő lemezburkolatú tetők	0,90 - 0,95	kövezet	0,40 - 0,70
egyéb tetők	0,80 - 0,90	zúzott kőburkolat	0,25 - 0,45
aszfaltburkolat	0,85 - 0,90	kertek, parkok	0,05 - 0,10

17.ábra: Lefolyási tényező [24]

Csapadékvíz tároló szükséges térfogata az MSZ-04-134-1991 alapján:

$$V_{cs} = 3,15 \text{ m}^3$$

Választott csapadékvíz tároló rendszer: Roth csapadékvíz tároló 5.000 L.

## 7. Hővisszanyerős légtechnika

A légtechnikai rendszer kialakításakor fontos szempont volt, hogy hővisszanyerős légtechnikai rendszert válasszunk ki.

Választott légtechnikai rendszer: Alpha InnoTec LG 300 BE rekuperátor.

Minden apartman rendelkezik külön-külön befúvással és elszívással, így egymástól teljesen függetlenek az apartmanok.

## 8. Világítástechnika

Az energiatudatosság jegyében a hagyományos fényforrások helyett LED fényforrások használatát szorgalmazzuk. A LED izzóknak magasabb ára, vagyis a beruházási költsége nagyobb, mint a hagyományos társaiké, ellenben a LED izzók előnye, hogy energiatakarékos a működésük, hosszabb az élettartamuk, magas a fényhasznosításuk, és nem termelnek hőt, így nem vész kárba a hőenergia.

## 9. Árnyékolástechnika

Az energiatudatosság, a tudatos energiafelhasználás áll a tervezés középpontjában, de ahhoz, hogy ez jól tudjon működni, arra is kell figyelni, hogy minél kevesebb fölösleges energiát termeljünk.

A következő táblázatban jól látszik, hogy az egyes apartmanoknak mennyi a hűtési hőigényük, mely adatok nem veszik figyelembe, az árnyékolók jelentőségét.



Ssz.	Helyiség	A [m <sup>2</sup> ]	Q <sub>ny</sub> [W]	q <sub>ny</sub> [W/m <sup>2</sup> ]
001	1.Apartman	26,20	1748	66,7
002	2.Apartman	26,20	1746	66,6
003	3.Apartman	34,00	1920	56,4
004	4.Apartman	26,20	1479	56,6
005	5.Apartman	26,20	1350	51,6
006	6.Apartman	34,00	1630	48,1

5.táblázat: Nyári hőtermelés

A külső árnyékolók (redőnyök) használatával akár 40%-kal is csökkenthető a fenti táblázatban közölt értékek. Fontos, hogy csak a külső árnyékoló tudja csökkenteni ezt a nyári hőterhelést. A benti árnyékolók (rolók) beengedik a helyiségbe a hőt, így ez a hőterhelés szerepük nem érvényesül, ellentétben a redőnyökkel.

A redőnyök alkalmazása többlet beruházási költséggel jár, azonban a hűtési energia megtakarítása jelentős, illetve a fan-coil (hőleadó) készülékek élettartama is meghosszabbítható, működési ideje pedig lerövidíthető velük.

## IV. Optimalizálás

### 1. Költségek

#### 1.1 Homlokzati hőszigetelés

Ahogy az alábbi táblázatban is látszik, a két kiválasztott hőszigetelés vastagság két különböző hőszükségleti adatot eredményezett. A hőszükséglet értékek különbége nem számottevő, csupán 0,5 kW a differencia. A szükséges hőszivattyú teljesítmény értékét ez érdeemben nem fogja befolyásolni, hiszen 0,5 kW -nyi teljesítmény különbségekkel nem gyártanak hőszivattyúkat, így mindkét hőszükséglet értékhez ugyanaz a gép tartozik. Ez a hőszivattyú bekerülési költségét nem befolyásolja. Ellenben a hőszigetelés beruházási költségeit igencsak megnövelné, valamint a nagyobb és több hőszigetelés nagyobb munkadíjjal kerülne fel az épületre. Ahogy az az alábbi számításokban is látszik.

Hőszigetelés vastagsága	Hőszükséglet
[cm]	[W]
<b>12</b>	<b>6854</b>
40	6312

6.táblázat: Hőszükséglet adatok a hőszigetelés vastagsága függvényében

12 cm-es grafitos hőszigetelés esetén a beruházási költség a következőképpen alakul:

- Egy 12 cm vastagságú grafitos hőszigetelés tábla mérete: 500 x 1000 mm, vagyis 1 db tábla 0,5 m<sup>2</sup>.
- 2023. áprilisában egy tábla átlagára: 4200 Ft/db.
- Az épület külső (homlokzati) felülete: (318 – 49 m<sup>2</sup>) 269 m<sup>2</sup>. Így a szükséges hőszigetelő táblák száma: 538 db.
- Így a szükséges hőszigetelés ára: 538 db x 4200 Ft/db = **2.259.600 Ft**

40 cm-es grafitos hőszigetelés esetén a beruházási költség a következőképpen alakul:

- Egy 40 cm vastagságú grafitos hőszigetelés tábla mérete: 500 x 1000 mm, vagyis 1 db tábla 0,5 m<sup>2</sup>.
- 2023. áprilisában egy tábla átlagára: 7700 Ft/db.
- Az épület külső (homlokzati) felülete: (318 – 49 m<sup>2</sup>) 269 m<sup>2</sup>. Így a szükséges hőszigetelő táblák száma: 538 db.
- Így a szükséges hőszigetelés ára: 538 db x 7700 Ft/db = **4.142.600 Ft**

Ahogy a költségekből és a hőszükségletadatokból is látszik, az optimális szigetelési vastagság: 12 cm.

## 1.2 Hőtermelő (hőszivattyú)

A hőtermelő berendezés kiválasztásánál fontos szempont volt a fenntarthatóság, a bekerülési költség, és az ingatlan piaci értékének növelése.

A jelenlegi energiaválságban és a gázellátási problémák viszontagsága, kiszámíthatatlansága miatt az ideális és reális megoldás a hőszivattyú.

Az alábbiakban összehasonlítottam egy gázkazán és a választott hőszivattyú energiafogyasztását, és ennek működési költségeit.

### Gázkazán:

Becsült éves gázfogyasztás: 2500 m<sup>3</sup>

Gázkazán hatásfok: 75%

Földgáz ár (egységár): 747 Ft/m<sup>3</sup>

**Földgáz ár összesen: 1.867.500 Ft**

1 m<sup>3</sup> gáz = 34,20 MJ

1 kWh áram = 3,6 MJ

1 m<sup>3</sup> gáz = 9,50 kWh áram

Ennek megfelelő elektromos fogyasztás: 17.813 kWh

Hőszivattyú:

Szükséges hőszivattyú teljesítmény: 7,1 kW

Éves üzemóra: 3000 h

COP: 3,17

Áramfogyasztás: 5619 kWh

H tarifa: 23,10 Ft/kWh

**Költség összesen: 129.8001 Ft**

A választott hőszivattyú további előnye, hogy egy készülék oldja meg az épület fűtési és hűtési energia ellátását.

A választott hőszivattyú és a hozzá tartozó főbb elemek beruházási költsége:

Megnevezés	Menny.	Me.	Egységár [Ft]	Összesen [Ft]
LWAV+ 122R3-HV 12-3 hőszivattyú	1	db	8 116 935 Ft	8 116 935 Ft
AIT SWWS 404.2 HMV tartály	1	db	1 400 302 Ft	1 400 302 Ft
AIT TPSK 200.2 puffer tartály	1	db	518 376 Ft	518 376 Ft
AIT USV 1" váltó szelep	1	db	103 707 Ft	103 707 Ft
AIT ÜV 5/4" bypass szelep	1	db	78 790 Ft	78 790 Ft
EVS kábel	1	db	37 392 Ft	37 392 Ft
AIT WDFAV 5/4" falátvezetés	1	db	299 784 Ft	299 784 Ft
AIT RBE+ kijelző	1	db	139 502 Ft	139 502 Ft
AIT 5/4"	1	db	140 383 Ft	140 383 Ft
AIT TW1 harmatpont érzékelő	1	db	192 788 Ft	192 788 Ft
AIT Elektromos kábel szett 8 m	1	db	61 087 Ft	61 087 Ft
AIT LSA 1" szűrő	1	db	166 298 Ft	166 298 Ft
<b>Összesen:</b>				<b>11 255 344 Ft</b>

7.táblázat: Hőszivattyú csomag anyagköltsége

### 1.3 Hőtermelő (napkollektor)

A választott napkollektor csomag költsége:

Megnevezés	Menny.	M.e.	Egységár [Ft]	Összesen [Ft]
Rothsol síkkollektor	4	db	334 569 Ft	1 338 275 Ft
Rothsol síkkollektor tartó	2	db	116 535 Ft	233 070 Ft
Rothsol síkkollektor lefogó	6	db	21 451 Ft	128 706 Ft
Hidraulikai modul szivattyúval vezérléssel	1	db	394 716 Ft	394 716 Ft
Szolár folyadék	2	db	42 291 Ft	84 582 Ft
Szolár tágulási tartály	1	db	46 990 Ft	46 990 Ft
Forrázásgátló szelep ESBE ¾" HMV-re	1	db	37 592 Ft	37 592 Ft
<b>Összesen:</b>				<b>2 263 931 Ft</b>

8.táblázat: Napkollektor csomag anyagköltsége

### 1.4 Cirkulációs hálózat

A cirkulációs hálózat kiépítése mindenképpen többletköltséggel jár. Anyag (csövek + idomok, cirkulációs szivattyú), munkadíj többlet és a cirkulációs szivattyú működésének költségeivel növekszik a hálózat költségvetése.

Megnevezés	Menny.	M.e.	Egységár [Ft]	Összesen [Ft]
Roth Alu-Laserplus cső Ø17x2 mm	50	m	1 059 Ft	52 950 Ft
Insul 18x13 hőszigetelés	50	m	780 Ft	39 000 Ft
Roth press T-idom 17x17x17	6	db	7 600 Ft	45 600 Ft
Roth press könyök idom 17x17	10	db	6 235 Ft	62 350 Ft
Roth press 17x1/2" falikorong	6	db	4 670 Ft	28 020 Ft
Roth press 17x1/2" x 17 falikorong	1	db	13 599 Ft	13 599 Ft
Grundfos cirkulációs szivattyú	2	db	44 950 Ft	89 900 Ft
<b>Összesen:</b>				<b>331 419 Ft</b>

9.táblázat: Cirkulációs hálózat anyagköltsége

A cirkulációs vezeték hossza: 50 m. Az fenti táblázat mutatja meg, hogy mekkora többlet beruházási költséget jelent a cirkulációs hálózat kiépítése (csak az anyagdíjban).

## 1.5 Hőleadók

A hőleadók egységesen fan-coilok az apartmanokban. Ezeket úgy választottam ki, hogy minden egyes fan-coil fűtésre és hűtésre is alkalmas legyen. Így nem szükséges egyéb hűtési hőleadó (például klímaberendezés, hűtőventillátor) alkalmazása a helyiségekben.

## 1.6 Csapadékvíz tároló

A választott csapadékvíz tároló rendszer bekerülési költsége: **2.530.000 Ft**, mely ár magában foglalja a Roth csapadékgyűjtő tartályt és a hozzá tartozó szikkasztó rendszert is.

## 1.7 Hővisszanyerős légtechnika

A választott rekuperátoros szellőztető berendezés és a hozzá tartozó csövek és idomok becsült beruházási költsége: **3.558.000 Ft**.

## 1.8 Világítástechnika

A hagyományos izzók gyártását betiltották néhány évvel ezelőtt, azonban forgalmazásban, még mindig lehet kapni elvétve. Az áruk a LED izzókhoz hasonló, ellenben a LED izzók működési költsége jóval kedvezőbb, akár 35 %-kal fogyaszt kevesebb villamosenergiát, mint a hagyományos társaik. Így egyértelműen, a fent említett okok miatt, érdemes a világítástechnikában a LED fényforrásokat használni.

## 1.9 Árnyékolástechnika

A panzió esetében a 6 apartmanhoz 49 m<sup>2</sup> –nyi külső nyílászáró tartozik.

A redőnyök átlagára 2023. áprilisában: 35.000 Ft/m<sup>2</sup>.

Ez azt jelenti, hogy **1.715.000 Ft** többlet beruházással jár, ha redőnyöket szereltetünk föl a nyílászárókra. Azonban ezek alkalmazásával a hűtési energiaigény 40%-kal csökken. A berendezések élettartama növekszik, üzemóráinak számának csökkenésével.

## 2. Megtérülés

Az általam felsorolt és vizsgált energiatudatos intézkedések nemcsak a beruházási és az üzemeltetési költségekre vannak hatással, hanem a befektetés megtérülésére, a piaci érték növelésére és a finanszírozásra is egyaránt. Egy igazán zöld épület hozzájárul a pozitív vállalati imázshoz és hatással van a munkaerőre is. Hozzájárul a rugalmas munkavégzéshez, a teljesítmény növeléséhez, az alkalmazottak, illetve a panzió vendégeinek optimális kényelmét szolgálja, mindemellett energiahatékonyságot jelent. Ezt a többletet konkrét pénzösszegben nehéz meghatározni.

# V. Összefoglalás

## 1. Összefoglalás magyar nyelven

Napjainkban igen fontos figyelmet kap az energiatudatosság, energiatakarékosság. A gazdasági válságok, háborúk, infláció, ellátás biztonság sérülése mind-mind arra figyelmeztetnek minket, felhasználókat, hogy csökkentsük az energiapazarlást.

A Szakdolgozatomban bemutatott panzió épületgépészeti és energetikai rendszerének vizsgálatakor éppen ezért kerestem olyan megoldásokat, melyekkel energiát tudunk megtakarítani az üzemeltetés, fenntartás során.

Az alábbi energiahatékony, energiatudatos lehetőségekkel foglalkoztam a dolgozatomban:

*Hőszivattyús rendszert* választottam a panzió fűtési és hűtési energia ellátásához, melyet egy *napkollektoros rendszer* egészít ki. Ezzel a rendszerrel a fosszilis energia hordozókról való leválást támogatjuk.

*Hőszigetelés vastagságának optimalizálása* azért fontos, mert a Föld összes energiafelhasználásának 40%-a az épületek fűtésére és hűtésére használandó fel. Ezt csak úgy tudjuk csökkenteni, ha megfelelő hőszigeteléssel látjuk el az épületeket. Ám, ahogy a dolgozatomban is bemutattam a túlzott hőszigetelés sem hasznos már, hiszen nem takarítható meg vele jelentős hőenergia, azonban a hőszigetelés költségeit megnöveli.

A víz értékes kincsünk, mely semmi mással nem pótolható. Így erre különösen is oda kell figyelni. A vízmegatakarítás egyik módja a *csapadékvíz gyűjtése* és „újra felhasználása”, például a növények locsolására. A csapadékvízzel történő locsolás a növényeknek is jót tesz.

A *cirkulációs rendszer* kialakításának is fontos szerepe van a víz megtakarításában. Ugyanakkor egy jól megtervezett rendszerben arra is figyelni kell, hogy ne állandóan működjön a cirkulációs szivattyú, hanem csak akkor, amikor szükség van a használatára.

*Világítástechnikában* az energiatakarékosság fő módszere az energiatakarékos izzók alkalmazása. A hagyományos izzókhoz képest akár 35%-os megtakarítás is elérhető a használatukkal.



A *külső árnyékolók* (redőnyök) használatával akár 40%-kal is csökkenthetőek a nyári hőterhelési értékek. Fontos, hogy külső árnyékolókat használjunk és ne belső árnyékolókat (rolók), hiszen csak az előbbiekkal érhető el a hűtési energiaigény csökkenése.

*Hővisszanyerő légtechnika* működtetésével a megfelelő mennyiségű friss levegő jut be az épületbe, és még az energiafelhasználás is optimalizálható vele.

Az általam felsorolt és vizsgált módszerek a beruházási költséget ugyan növelik, de az üzemeltetési költségeket mérséklik. Az ingatlan piaci értéke növekszik ezáltal, valamint nem elhanyagolható szempont, hogy a környezetünk megóvása és az energiapazarlás csökkentése is elősegíthető ezekkel a beruházásokkal.

## 2. Összefoglalás angol nyelven

Nowadays, energy awareness and energy conservation are very important. Damage to economic crises, wars, inflation all warns us, users to reduce energy waste.

For this reason, when examining the building engineering and energy system presented in my thesis, I was looking for solutions to save energy when operating and maintaining.

I dealt with the following energy efficient, energy -conscious opportunities in my thesis:

I chose a *heat pump system* for the heating and cooling energy supply of the boarding house, which is complemented by a *solar collector system*. With this system, we support the transition from fossil energy carriers.

*Optimizing the thickness of thermal insulation* is important because 40% of all energy use on Earth is used for heating and cooling buildings. We can only reduce this if we provide the buildings with adequate thermal insulation. However, as I presented in my thesis, excessive thermal insulation is no longer useful either, since it does not save significant thermal energy, but it increases the costs of thermal insulation.

Water is our precious treasure, which cannot be replaced by anything else. Thus we have to pay special attention to this. One way to save water is to *collect and “reuse” rainwater*, for example for watering plants. Watering with rainwater is also good for plants.

The design of the *circulation system* also plays an important role in saving water. At the same time, in a well-designed system, care must also be taken to ensure that the circulation pump does not work all the time, but only when it is necessary to use it.

*In lighting technology*, the main method of energy saving is the use of energy-saving bulbs. Compared to traditional light bulbs, up to 35% savings can be achieved by using them.

By using *external shades* (shutters), summer heat load values can be reduced by up to 40%. It is important to use external shades and not internal shades (blinds), since only the former can achieve a reduction in cooling energy demand.

By operating *heat recovery air technology*, the right amount of fresh air enters the building, and even energy consumption can be optimized with it.

The methods listed and examined by me increase the investment cost, but reduce the operating costs. The market value of the property increases as a result, and it is also a non-negligible aspect that the protection of our environment and the reduction of energy waste can also be promoted with these investments.

## VI. Nyilatkozat

### NYILATKOZAT

Alulírott Kónya Eszter, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Szent István Campus, Létesítményenergetikai szakmérnök szakirányú továbbképzési szak nappali/levelező\* tagozat végzős hallgatója nyilatkozom, hogy a dolgozat saját munkám, melynek elkészítése során a felhasznált irodalmat korrekt módon, a jogi és etikai szabályok betartásával kezeltem. Hozzájárulok ahhoz, hogy Záródolgozatom/Szakdolgozatom/Diplomadolgozatom egyoldalas összefoglalója felkerüljön az Egyetem honlapjára és hogy a digitális verzióban (pdf formátumban) leadott dolgozatom elérhető legyen a témát vezető Tanszéken/Intézetben, illetve az Egyetem központi nyilvántartásában, a jogi és etikai szabályok teljes körű betartása mellett. A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem\*

Kelt: 2023. év május hó 03. nap



Hallgató

### NYILATKOZAT

A dolgozat készítőjének konzulense nyilatkozom arról, hogy a Záródolgozatom/Szakdolgozatom/Diplomadolgozatom áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A Záródolgozatom/Szakdolgozatom/Diplomadolgozatom záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom\*.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem\*

Kelt: 2023 év május hó 3. nap



Belső konzulens

\*Kérjük a megfelelőt aláhúzni!

## VII. Irodalomjegyzék

- [1] Thermo Kft., Dr. Léderer András János
- [2] Komlós Ferenc, Fodor Zoltán, Kapros Zoltán, Dr. Vajda József, Vaszil Lajos: Hőszivattyús rendszerek, 2009
- [3] Sümeghy Péter: Az energetikai veszteségfeltárásról III., VGF – Víz, gáz, fűtéstechnika szaklap, 2006.11.
- [4] Sümeghy Péter: Az energetikai veszteségfeltárásról IV., VGF – Víz, gáz, fűtéstechnika szaklap, 2007.03.
- [5] Bihari Péter: Energetikai alapismeretek, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék, 2012
- [6] Sümeghy Péter: Az energetikai veszteségfeltárásról I., VGF – Víz, gáz, fűtéstechnika szaklap, 2006.09.
- [7] Büki Gergely: Kapcsolt energiatermelés, Műegyetemi Kiadó, Budapest, 2007
- [8] Bihari Péter: Műszaki termodinamika, Ideiglenes jegyzet, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Budapest, 2001
- [9] Gööz Lajos: Energetika jövőidőben, Bessenyei György Könyvkiadó, Nyíregyháza, 2007
- [10] Büki Gergely: Megújuló energiák hasznosítása, Magyar Tudományos Akadémia, Budapest, 2010
- [11] Reinhard Hoffmann: Hőszivattyús fűtések, CSER Kiadó, Budapest, 2011
- [12] Dr. U.Schreier, K-H. Stawiarski, W. Kirchensteiner, F. Antony: A hőszivattyú, CSER Kiadó, Budapest, 2009
- [13] Viczai János – Megújuló energiaforrások előadás, BME, 2016. november
- [14] Dr. Sembery Péter, Dr. Tóth László: Hagyományos és megújuló energiák, Szaktudás Kiadó Ház Zrt., Budapest
- [15] [http://www.kutfuro.com/htmlindex.php?oldal\\_neve=talajszonda](http://www.kutfuro.com/htmlindex.php?oldal_neve=talajszonda) 2016. október 15.
- [16] Reinhard Hoffmann: Hőszivattyús fűtések, CSER Kiadó, Budapest, 2011

- [17] MSZ-04-140/3 szabvány
- [18] Szigeteléssel az energiatudatos épületekért; Magyar Építéstechnika szaklap; 2022/5. szám
- [19] Szabó Antal: Középületek energiaigényeinek csökkentési lehetőségei szabályozott árnyékolással; Magyar Építéstechnika szaklap; 2022/8-9. szám
- [20] Dodog Zoltán - Szent István Egyetem, Gépészmérnöki Kar – Világítástechnika előadás 2023. március
- [21] Chiovini György: Optimális HMV cirkuláció; vgf&hkl szaklap, 2014/1-2. lapszám
- [22] BME GPK, Energetika I. előadás jegyzet. Bokor Balázs; 2014
- [23] MATE Lég-és klimatechnika előadás jegyzet; Dr. Szabó Márta; 2022
- [24] MSZ-04-134-1991 szabvány