

DIPLOMADOLGOZAT

Kubik Anita
Létesítménymérnöki szak

Gödöllő, 2023.



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Létesítménymérnöki Szak**

**NAGY KITERJEDÉSŰ ÉPÜLET ENERGETIKAI
RACIONALIZÁLÁSA**

Belső konzulens:	Hermanucz Péter egyetemi tanársegéd
Külső konzulens:	Zöhl András Épületgépész Tervező
Készítette:	Kubik Anita TLN7SD levelező
Intézet/Tanszék:	Műszaki Intézet

**Gödöllő
2023.**

MŰSZAKI INTÉZET
LÉTESÍTMÉNYMÉRNÖK MESTERSZAK
Épületenergetikai specializáció

DIPLOMADOLGOZAT

feladatlap

Kubik Anita (TLN7SD)

részére

A diplomadolgozat címe:

Nagy kiterjedésű épület energetikai racionalizálása

Feladatkiírás:

A meglévő épületben lakók gázfogyasztási adatai. A feladatom, hogy a fűtési és használati melegvíz célú gázfogyasztás hőszivattyús rendszerrel kiváltható legyen. Először a meglévő rendszert szükséges megvizsgálni, és kielemezni a gázfogyasztási adatokat. Ezután a hőszivattyús rendszer bemutatása és a szükséges igényeknek megfelelően méretezése. Majd a méretezés alapján kiválasztott hőszivattyú telepítésének feltételei és költségigénye.

Közreműködő tanszék: Épületgépészeti és Energetikai Tanszék

Külső konzulens: Zóhls András okl. gépészmérnök, tervező, FŐMTERV Zrt., 1024 Budapest, Lövház u. 37.

Belső konzulens: Hermanucz Péter egyetemi tanársegéd, MATE, Műszaki Intézet

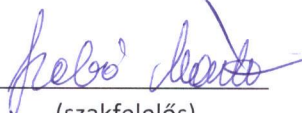
A dolgozat beadási határideje: 2024. év április hó 22. nap

Kelt: Budapest, 2024.év április hó 17. nap

Jóváhagyom

Átvettem

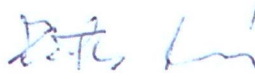

(tanszékvezető)


(szakfelelős)


(hallgató)

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

Kelt: Budapest, 2024. év április hó 17. nap


(külső konzulens)

NYILATKOZAT

a diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Kubik Anita
A Hallgató Neptun kódja: TLN7SD
A dolgozat címe: Nagy kiterjedésű épület energetikai racionalizálás
A megjelenés éve: 2024.
A konzulens intézetének neve: Műszaki Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Épületgépészeti és Energetikai Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott diplomadolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkor szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: 2024. év április hó 17. nap



Hallgató aláírása

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretném megköszönni mindazoknak az Oktatóknak, akik segítettek az egész Létesítménymérnöki Msc képzésem alatt.

Szeretnék köszönetet mondani belső konzulensemnek, Hermanucz a diplomadolgozatomhoz nyújtott segítségével, és a felhasznált anyagokért és adatokért. Szeretném megköszönni külső konzulensemnek Zöhls Andrásnak a diplomadolgozatomhoz nyújtott segítségét és tanácsait.

Végül, de nem utolsó sorban köszönöm mindazoknak, akik segítettek a diplomadolgozatom elkészítésében.

Tartalomjegyzék

1. BEVEZETÉS.....	7
2. ELMÉLETI HÁTTÉR ÉS A KÖLÜNBÖZŐ FŰTÉSI RENDSZEREK BEMUTATÁSA	8
2.1. KÖZÉRZET – KOMFORTÉRZET	8
2.2. HŐÉRZET	8
2.2.1. EMBERI TEST HŐTERMELÉSE.....	9
2.2.2. EMBERI TEST HŐLEADÁSA, HŐCSERÉJE	10
2.3. EMBERI TEST HŐEGYENSÚLYA	11
2.3.1. HŐEGYENSÚLY SZÁMÍTÁSA.....	11
2.3.2. PMV ÉS PPD ÉRTÉKEK MEGHATÁROZÁSA.....	13
2.4. FŰTÉSI RENDSZEREK – GÁZKAZÁNOK.....	14
2.4.1. ATMOSZFÉRIKUS (HAGYOMÁNYOS) GÁZKAZÁN	14
2.4.2. TURBÓS GÁZKAZÁN	15
2.4.3. KONDENZÁCIÓS GÁZKAZÁN	15
2.4.4. SZÖNYEGÉGŐS (INJEKTOROS GÁZÉGŐKKEL ELLÁTOTT) KAZÁN	16
2.5. FŰTÉSI RENDSZEREK – HŐSZIVATTYÚS RENDSZEREK	17
2.5.1. FOLYADÉK (HŰTŐKÖZEG)/VÍZ HŐSZIVATTYÚ (FÖLDHŐ HASZNOSÍTÁS)	20
2.6. HASZNÁLATI MELEGVÍZ TARTÁLYOK ÉS RENDSZEREK	35
2.6.1. GÁZKAZÁN ÉS MELEGVÍZTÁROLÓ	35
2.6.2. HMV ELŐÁLLÍTÁSA NAPKOLLEKTORRAL.....	36
2.6.3. HŐSZIVATTYÚS RENDSZEREK.....	37
3. A TERVEZÉSI FELADATBAN VIZSGÁLT ÉPÜLET BEMUTATÁSA.....	38
3.1. A VIZSGÁLT ÉPÜLETRÉSZ FŰTÉSE	41
3.2. A MÉRT GÁZFOGYASZTÁSI ADATOK ISMERTETÉSE	43
3.2.1. A GÁZFOGYASZTÁSI ADATOK ÉRTÉKELÉSE	44
4. LEVEGŐ-VÍZ HŐSZIVATTYÚ MÉRETEZÉSE.....	52
5. BERUHÁZÁSI ÉS ÜZEMELTETÉSI KÖLTSÉGEK, MEGTÉRÜLÉS	63
6. ÖSSZEFOGLALÁS.....	64
7. SUMMARY.....	65
8. IRODALOMJEGYZÉK	66

1. BEVEZETÉS

A diplomadolgozatomban bemutatom a fűtési rendszereket. Ezen belül elsősorban röviden ismertetem a gázkazánok típusait. Hosszabban kifejtve pedig bemutatom a hőszivattyús rendszereket, azok típusait. A típusok kialakítását, előnyei és hátrányait, valamint az engedélyeztetésüket. Ezután ismertetem a használati melegvíz előállítását szolgáló rendszereket.

A diplomamunkámban vizsgált épület elhelyezkedését és funkcióját mutatom be. Ismertetem az épületre vonatkozóan a fűtési, használati melegvíz, valamint az épületben üzemelő konyha gázfogyasztási igényeit. Bemutatom az épület alternatív rendszereit is. Bővebben kitérek a vizsgált épületrész fűtésére.

A kapott gázfogyasztási adatokat ismertetem és kiértékelem. A fogyasztási adatokat táblázatba foglalva összesítem. Az adatok kiértékelését pedig diagramok segítségével mutatom be.

A vizsgált épületrész fűtéséhez és HMV ellátásához a levegő-víz hőszivattyút terveztem, melynek méretezését mutatom be.

Végül a beruházási és üzemeltetési költségeket, valamint a megtérülési időt ismertetem.

Mindezek után pedig következtetéseket és további feladatokat, fejlesztéseket fogalmazok meg.

2. ELMÉLETI HÁTTÉR ÉS A KÖLÜNBÖZŐ FŰTÉSI RENDSZEREK BEMUTATÁSA

2.1. KÖZÉRZET – KOMFORTÉRZET

A műszaki gyakorlatban általában a zárt terekkel kapcsolatban a szubjektív közérzet fogalmát alkalmazzák, mely a következő.

„...a közérzet a komplex hatások alapján az egyénekben kialakuló szubjektív érzés...”

Zárt térben az egyének szubjektív közérzete sok tényezőtől függ, melyeknek egyik javasolt felosztása a következő:

- akusztikai tényezők
- szaglás és légzés
- tapintás és érintés
- látás és színhatás
- hőmérséklet, nedvesség és légáramlás
- épület rezgése, mozgása
- különleges tényezők (pl.: napsütés, ionizáció)
- biztonsági tényezők
- csoportviselkedés (szeparálódás)
- napi életmenettel kapcsolatos tényezők
- előre nem várt veszélyek hatása
- gazdasági tényezők

Ezen tényezők együttes hatásait vagy nem, vagy csak nagyon nehezen lehet vizsgálni. Az emberi szervezet a tényezők együttes hatására reagálva alkalmazkodik az adott környezethez.

Másik szubjektív fogalom a komfortérzet. A komfortérzetet befolyásoló tényezők:

- hőmérséklet
- nedvesség
- légmozgás
- zaj
- megvilágítás

Ezen tényezők „közvetlenül” hatóknak is nevezik. A komfortérzet függ a különleges tényezőktől (napsugárzás, ionizáció, rezgések), azonban kisebb mértékben befolyásolja, mint a „közvetlenül” hatók. (Bánhidi – Kajtár, 2000.)

2.2. HŐÉRZET

A hőérzeti tényezők az egyénben szubjektív érzetet keltenek, mely szubjektív érzetek függenek a következő paramétereiktől:

- a levegő hőmérséklete, annak térbeli eloszlása, változása
- a környező felületek közepes sugárzási hőmérséklete
- a levegő relatív nedvességtartalma, illetve a levegőben lévő vízgőz parciális nyomása
- a levegő sebessége
- az emberi test hőtermelése, hőleadása, hőszabályozása
- a ruházat hőszigetelő képessége, párolgást befolyásoló hatás

Az alábbiakban felsorolt alapvető tényezők az emberi szervezet hőháztartás egyensúlya szempontjából fontosak:

- az emberi test hőtermelése, amely elsősorban a végzett tevékenység függvénye, de belejátszik bizonyos fokig az egyén kora, neme stb., tehát ez műszakilag nem változtatható
- az emberi test hőleadása, amely viszont nagymértékben függ a ruházkodástól, valamint az előzőekben említett műszaki paraméterek hatásától

Egyes országokban szabványok rögzítik a szubjektív hőérzetet, vagyis a kellemes hőérzetet. A kellemes hőérzet meghatározása az ASHRAE (1981) 55-81 szabvány alapján a következő: „...A kellemes hőérzet az a tudati állapot, amely a termikus környezettel kapcsolatos elégedettséget fejezi ki. ...”

Ennek számszerűsítésére használatos a szubjektív hőérzeti skála.

Forró	+3
Meleg	+2
Kellemesen meleg	+1
Neutrális	0
Kellemesen hűvös	-1
Hűvös	-2
Hideg	-3

A kellemes zóna a +1, 0, -1 tartományban van. (Bánhidi – Kajtár, 2000.)

Jelen diplomamunkámban egy idősek otthonának épületrészevel foglalkozom. Az idősebb korosztály egészségi állapota, illetve keringése a korral megváltozik, emiatt a bentlakók hőérzete is. Az idősebbek számára a kellemes hőérzet hőmérséklete más tartományba esik, mint a fiatalabb korosztálynál.

2.2.1. EMBERI TEST HŐTERMELÉSE

Az egyén bármilyen tevékenységet végez, vagy nem végez, minden esetben az emberi szervezetben égési folyamat játszódik le. Ennek hatására energia szabadul fel, melynek megjelenési formái a hő, illetve a munka. Az égési folyamat alapfeltétele, hogy az emberi

szervezetnek oxigént kell felvennie, melynek mértéke a végzett munka intenzitását mutatja meg.

1. táblázat: Emberi test hőtermelése

	Oxigénfogyasztás	Felszabaduló hő
Nyugalmi állapot (alapanyagcsere, átlagos felnőtt esetében)	0,25 l/min ($4,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$)	88 W
Izommunka (átlagos felnőtt esetében rövid ideig)	3 l/min ($0,051 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$)	1060 W
Átlagos munkavégző képesség (átlagos felnőtt esetében)	1 l/min ($17 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$)	350 W
Teljesítőképesség felső határa (sportolók esetében egy percen belül)	4-5 l/min ($68-85 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$)	735-960 W

Az ember anyagcsere folyamata során a hasznos munka hatásfoka több kutató szerint is 20% (átlagos gőzgép hatásfoka: 14%). Az anyagcsere állandó hőmérsékleten megy végbe ($37 \pm 0,5^\circ\text{C}$).

Az otthonban bentlakók nagyrésznél a fenti táblázat alapján a nyugalmi állapotban felszabaduló hő jelenik meg.

Nemzetközi gyakorlatban a különféle munkavégzés számszerű hőegyenértékének meghatározására a „met” egységet használják; 1 met = 58 W/m^2 (Bánhidi – Kajtár, 2000.)

2.2.2. EMBERI TEST HŐLEADÁSA, HŐCSERÉJE

Az emberi testben fejlődő hő leadási módjai:

- | | | | |
|--|---|---|------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> - konvekció - sugárzás - vezetés | } | → | száraz hőleadási módok |
| <ul style="list-style-type: none"> - párolgás | | → | nedves hőleadási mód |

Mivel a vezetékes hőleadás kismértékű, ezért a gyakorlatban a konvekciós hőleadással együtt kezelik. A számítási gyakorlatban a komfortparaméterek tartományában az összhőleadásnak a 21-26%-a párolgásos, 32-35%-a konvekciós és 42-44%-a sugárzásos hőleadás. A párolgás csak negatív lehet, azaz csak hőleadás, míg a konvekció és a sugárzás lehet pozitív, ekkor hőfelvétel, valamint negatív, ebben az esetben hőleadás történik.

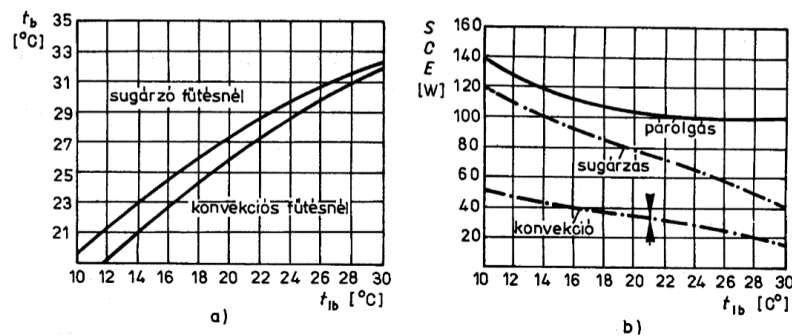
Az emberi test hőcseréjének meghatározásához leggyakrabban használt hőmérsékleti értékek felsorolás szinten a következők:

- ambiens hőmérséklet, t_a
- közepes sugárzási hőmérséklet, t_{ks}
- operatív hőmérséklet, t_o

- eredő hőmérséklet, t_R
- ruházat közepes hőmérséklete, t_{cl}
- test hőmérséklete, t_E ; bőr hőmérséklete, t_b

A felsorolt hőmérsékleti értékeket számítással, diagramok segítségével pl.: Kollmár (1971.) kettős diagramjával, vagy mért értékek alapján határozhatóak meg. (Bánhidi – Kajtár, 2000.)

A „Kollmar (1971) kettős diagramja: az **a) ábrán** az ember felületének átlagos bőrhőmérséklete állapítható meg, sugárzó és konvektív fűtésnél a léghőmérséklet függvényében; a **b) ábrán** az emberi test hőleadása látható, ugyancsak a léghőmérséklet függvényében.”



1. ábra: A felöltözött ember bőrfelületének közepes hőmérséklete és közepes hőleadása belső térben különböző hőmérsékletek esetén (Kollmar, 1971.)

2.3. EMBERI TEST HŐEGYENSÚLYA

2.3.1. HŐEGYENSÚLY SZÁMÍTÁSA

Az alábbi tényezőktől függ az emberi test hőegyensúlya $f\left(\frac{H}{F_{Du}}, I_{cl}, t_l, t_{ks}, p_{vg}, v, t_b, \frac{E_{sw}}{F_{Du}}\right) = 0$.

H/F_{Du} – a test felületegység belső hőtermelése

I_{cl} – a ruházat termikus ellenállása

t_l – a levegő hőmérséklete

t_{ks} – közepes sugárzási hőmérséklet

p_{vg} – nyugvó levegőben a vízgőz parciális nyomása

v – relatív légsebesség

t_b – közepes bőrhőmérséklet, $t_b = f(H/F_{Du})$

E_{sw}/F_{Du} – a testfelületegység hővesztesége párolgással és izzadással, $E_{sw} = F_{Du}f(H/F_{Du})$

Ezek közül a tényezők közül laboratóriumi mérések alapján meghatározásra került a közepes bőrhőmérséklet és a párolgásos hőleadás.

Az eredeti egyenlet ezek után a következőképpen alakul $f\left(\frac{H}{F_{Du}}, I_{cl}, t_l, t_{ks}, p_{vg}, v\right) = 0$.

Ezek azok a tényezők, melyek az adott környezetben tartózkodó, adott munkát, vagy egyéb tevékenységet huzamosabb ideig folytató egyénekre hatnak. Jelen esetben a lakók az idős korosztályhoz tartoznak, ezért rájuk a nyugalmi állapotra jellemző hőleadás érvényesül.

Az egyének hőcsere folyamataira hatással van a ruházat és annak hőszigetelő képessége. A hőszigetelő képesség meghatározására a „clo” egységet alkalmazzák. $1 \text{ clo} = 0,155 \text{ m}^2\text{C/W}$.

A ruházat szigetelőképességét az alábbi táblázat (2. táblázat) foglalja össze. Az f_{cl} érték a ruházattal borított és ruházattal nem borított testfelület aránya, értéke nagyobb, mint 1,0.

2. táblázat: Különböző ruházatra vonatkozó adatok Fanger szerint

Ruházat	I_{clo}	f_{cl}
Mezítelen	0	1,0
Short	0,1	1,0
Tipikus trópusi ruházat: short, nyitott nyakú ing rövid ujjal, könnyű zokni és szandál	0,3-0,4	1,05
Könnyű nyári ruházat: hosszú szárú nadrág könnyű anyagból, nyitott nyakú ing, rövid ujjak	0,5	1,1
Könnyű munkaruha: short, gyapjú zokni, pamut munkaing és munkanadrág	0,6	1,1
Tipikus üzletember-ruházat	1,0	1,15
Tipikus üzletember-ruházat + pamutkabát	1,5	1,15
Nehéz tradicionális európai üzletember-ruházat: pamut alsónemű hosszú ujjakkal és szárral, ing, gyapjú zokni, cipő, öltöny, beleértve nadrágot, kabátot és mellényt	1,5	1,15-1,2

Az ASHRAE 1985 szabványban a női és férfi ruházatok értékeit táblázatosan (3. táblázat) foglalták össze. (Bánhidi – Kajtár, 2000.)

3. táblázat: Egyes ruhadarabok „clo” értékei (I_{cli} értékei) (ASHRAE 1985)

Férfiak		Nők	
ruhadarab	$I_{cli} [\text{clo}]$	ruhadarab	$I_{cli} [\text{clo}]$
Alsónemű		Melltartó és alsó	0,05
Atlétatrikó	0,06	Rövid kombiné	0,13
Póló	0,09	Hosszú kombiné	0,19
Alsónadrág	0,05		
Felsőruházat			
Ing		Blúz	
könnyű, rövid ujjú	0,14	könnyű	0,20
hosszú ujjú	0,22	vastag	0,29
Nadrág		Pantalló	
könnyű	0,26	könnyű	0,26
vastag	0,32	vastag	0,32
Pulóver		Pulóver	
könnyű	0,2	könnyű	0,17
vastag	0,37	vastag	0,37
Zakó		Blézer	
könnyű	0,22	könnyű	0,17
vastag	0,49	vastag	0,37
Cipők		Cipők	
szandál	0,02	szandál	0,02
félcipő	0,04	félcipő	0,04
csizma	0,08	csizma	0,08

Az idősebb generáció a keringési problémáik miatt rétegebben öltözködik, amennyiben hőérzetük nem megfelelő.

2.3.2. PMV ÉS PPD ÉRTÉKEK MEGHATÁROZÁSA

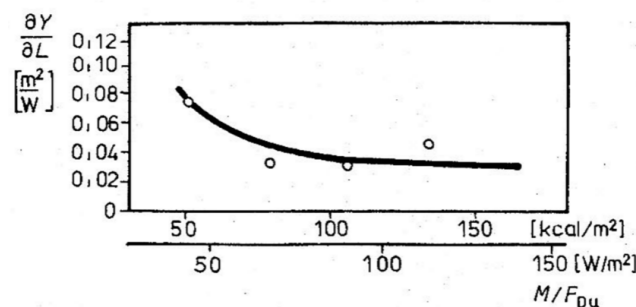
Fanger kidolgozott egy olyan gyakorlati módszert, amely szerint a zárt tér adott pontjára a különböző paraméterek ismeretében meg lehet határozni a várható hőérzeti érték. PMV – várható hőérzeti érték, PPD – kedvezőtlen hőérzet várható százalékos valószínűsége.

Fanger az elvében a következő feltételezésekkel élt. Nagyszámú személy szubjektív hőérzeti adatát összegyűjtötte, és a 0 átlagértéket megfeleltette azzal az esettel, amikor a hőegyensúlyi egyenlet 0 értéket vesz fel, vagyis a hőtermelés és a külső hőleadás egyensúlyban van. Az emberi test a hőegyensúlyt széles határok között tudja tartani, de ezen széles határokon belül csak egy keskeny sáv tekinthető a kellemes hőérzeti tartománynak. Azt is feltételezte, hogy a diszkomfort mértéke annál nagyobb, minél nagyobb mértékben szükséges a külső környezethez alkalmazkodnia a szabályozó mechanizmusnak. Adott tevékenységi szinten az emberi hőérzet a hőterhelés függvénye, a hőterhelést a belső hőtermelés és a külső környezetbe leadott hőmennyiség különbségeként határozta meg, amely a komfortfeltételek mellett 0. A várható hőérzet függ, $Y = f\left(\frac{H}{F_{Du}}, L\right)$, ahol L – szervezetre ható hőterhelés;

H/F_{du} – 1 m^2 -re vonatkozó hőterhelés.

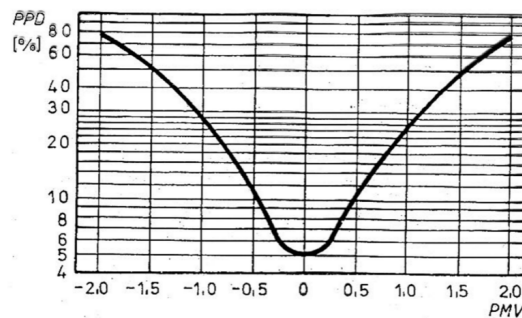
A függvényszerűség akkor igazolható, ha megfelelő számú helyszíni vagy laboratóriumi kísérlettel összehasonlították a hőérzeti szavazatokat és a hőegyensúlyi egyenletet.

Fanger az adatok összehasonlítását négy tevékenységi szintre, valamint olyan esetekre vette figyelembe, melyeknél a levegő- és a közepes sugárzási hőmérséklet azonos és a relatív nedvességtartalom 50% volt. Az eredményeket diagramon ábrázolta (2. ábra).



2. ábra: A $\delta Y/\delta L$ és a metabolikus érték összefüggése (Fanger, 1982.)

Fanger a hőkönyezetükkel várhatóan elégedetlenek százalékos arányát ábrázolta (3. ábra) a várható hőérzeti viszonyok függvényében.



3. ábra: A hőkörnyezetükkel várhatóan elégedetlenek százalékos aránya (PPD), a várható hőérzeti viszonyok (PMV) értékének függvényében (Fanger, 1982.)

A várható hőérzeti viszonyok értékei meghatározhatók táblázatból, mely táblázatokat szabványokban (ISO 7730) és szakkönyvekben találhatók. (Bánhidi – Kajtár, 2000.)

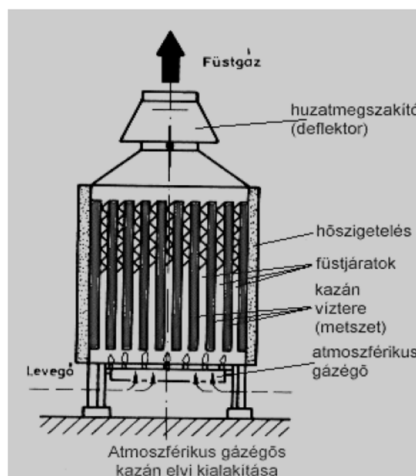
A nem megfelelő hőérzet nagymértékben befolyásolja a komfortérzetet. Az emberi hőérzet egyik befolyásoló tényezője a huzathatás, melynek oka az elavult nyílászárók, másik pedig az aszimmetrikus sugárzás. Jelen esetben az idősek hőérzetét az egészségi állapotuk, és a kor előrehaladtával romló keringésük is befolyásolja. Ezen hatások növelik az elégedetlenek arányát, ezért a belső hőmérsékletet emelni szükséges, amit a diplomamunkámban 23,5 °C-ra vettem fel.

Az elméleti háttér bemutatása után áttérek a fűtési rendszerek bemutatására.

2.4. FŰTÉSI RENDSZEREK – GÁZKAZÁNOK

2.4.1. ATMOSZFÉRIKUS (HAGYOMÁNYOS) GÁZKAZÁN

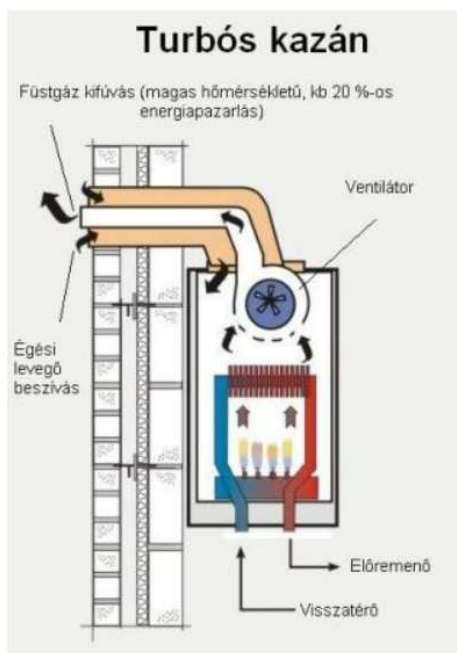
Nyílt égésterű kéményes kazán (4. ábra). Az égésterét nem zárja el semmi, ami azt jelenti, hogy közvetlenül az adott helyiség levegőjéből veszi fel az égéshez szükséges oxigént, és az égéstermék elvezetés kéményen keresztül történik. Nem megfelelő működés esetén a szénmonoxid visszakerülhet a lakótérbe, ezzel mérgezést okozva. Hatásfoka alacsony, mert a megfelelő kéményhuzat elérése miatt magas a távozó égéstermék hőmérséklete. (vgf szaklap VII. évfolyam 2006/4. április)



4. ábra: Atmoszférikus (hagyományos) gázkazán vázlata (Rácz, 2020.)

2.4.2. TURBÓS GÁZKAZÁN

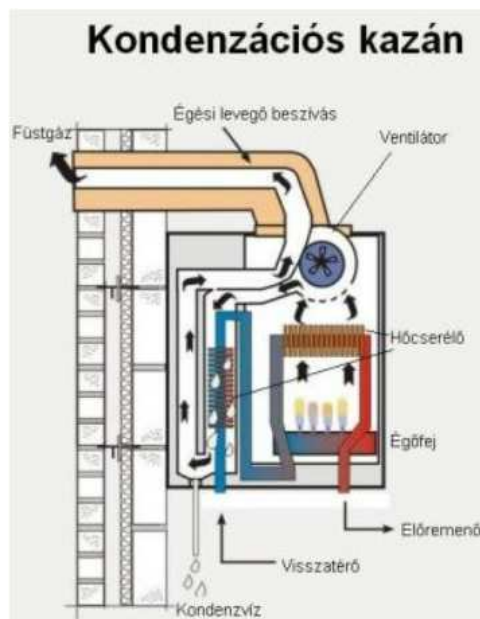
Zárt égésterű turbós kazán (**5. ábra**): az égéster a közvetlen környezettől elzártan van kialakítva, és az égéshez szükséges oxigént a külső környezetből nyeri. Az égéstermék kijuttatását ventilátor biztosítja, valamint a ventilátor segítségével juttatják be az égéshez szükséges levegőt is az épületen kívülről. Saját frisslevegő beszívó és égéstermék elvezető rendszere van. Egyes esetekben a meglévő kéményjáratát használják fel úgy, hogy benne saját béléscsövet helyeznek el. Biztonságosabb, mint a hagyományos kazánoké, mert nem megfelelő működés esetén sem kerülhet vissza az égéstermék a lakótérbe. Hatásfoka magasabb, mint a hagyományos kazánoké, mert a gáz-levegő arány pontosabb és alacsonyabb a távozó égéstermék hőmérséklete. (<http://www.kemeny.hu/blog>)



5. ábra: Turbós gázkazán (<http://www.kemeny.hu/blog>)

2.4.3. KONDENZÁCIÓS GÁZKAZÁN

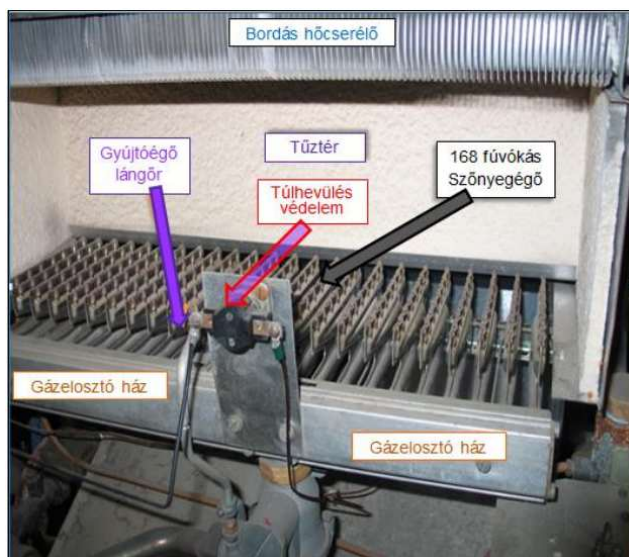
Zárt égésterű kondenzációs kazán (**6. ábra**). A kialakítása hasonló, mint a turbós gázkazánoknak. A lakótértől elzártan alakították ki a kazán égésterét. Az égéshez szükséges oxigént az épületen kívülről nyeri. Az égéshez szükséges levegőt és a füstgáz elvezetését ventilátor biztosítja. A két kialakítás között az a különbség, hogy a kondenzációs kazán a keletkező égéstermékben található vízgőz energiatartalmát is hasznosítja, ezáltal még magasabb hatásfok érhető el. Működése, akkor hatékony, ha alacsony hőmérsékletű fűtési rendszereknél alkalmazzák (pl.: padlófűtés, falfűtés). Saját frisslevegő beszívó és égéstermék elvezető rendszere van. Egyes esetekben a meglévő kéményjáratát használják fel úgy, hogy benne saját béléscsövet helyeznek el, illetve már olyan épített kéményt alkalmaznak, amely elviseli a kondenzációt. (<http://www.kemeny.hu/blog>)



6. ábra: Kondenzációs gázkazán (<http://www.kemeny.hu/blog>)

2.4.4. SZŐNYEGÉGŐS (INJEKTOROS GÁZÉGŐKKEL ELLÁTOTT) KAZÁN

Ezen kazán típusok zárt és nyitott rendszer szerint is kialakíthatóak. Alkalmazhatóak a szőnyegégős kazánok lakótelepek, középületek, ipari épületcsoportok központi fűtési, és használati melegvízellátási igényét. Ezen igényeket együttesen és külön-külön is képes biztosítani teljesen automatikus üzemvitel mellett is. Az alábbi ábrán (7. ábra) egy szőnyegégős kazán belsejének képe látható. A kép felső részén a bordás hőcserélő, alatta a tűztér és az injektoros égők találhatók.



7. ábra: A kazán szőnyegégőjének, belső tűztérének, túlhevülés érzékelőjének és hőcserélőjének fényképe (Balogh, 2014.)

Injektoros gázégőket a gáz nyomása szerint csoportosítják az alábbiak szerint:

- Kis nyomású injektoros gázégő $p_g < 5 \text{ kPa}$

- Közepes nyomású injektoros gázégő $5 \text{ kPa} < p_g < 50 \text{ kPa}$
- Nagynyomású injektoros gázégő $50 \text{ kPa} < p_g$

Az injektoros égők előnyei:

- levegőellátó rendszer – ventilátor, elektromos berendezések, csövek és szerelvények – költségek nincsenek,
- külön energia nem szükséges a levegőellátáshoz,
- nincs szükség a levegő kimaradást jelző automatikára,
- a levegőtényezőt stabilan tartják,
- az üzemeltetése és karbantartása egyszerű, nincs szükség különleges felügyeletre és szakértelemre,
- a gáz levegő arányt jól tartja a működési tartományban,
- beüzemelése gyors,
- az ára és a beruházási költsége a legkisebb.

Hátrányai:

- a tüztér nyomásának változásaitól függ a levegőtényező,
- szabályozási tartományuk kicsi, ez alól kivételt képeznek a turbinás és akusztikus égők,
- csak a levegőtényezővel a lánghossz nem változtatható, kivétel a turbinás égők esetén,
- turbinás égők kivételével méretük hosszú,
- a láng alakja nem befolyásolható,
- levegő előmelegítés nem lehetséges,
- a megfelelő injektálási együttható gondos belső felületi megmunkálást igényel. (Balogh, 2014.)

A vizsgált épületben Viessmann VITOGAS kondenzációs gázkazán üzemel, mely a fűtést és a használati melegvizet biztosítja. A pontos típusát a későbbiekben ismertetem.

2.5. FŰTÉSI RENDSZEREK – HŐSZIVATTYÚS RENDSZEREK

A hőszivattyúk segítségével a fűtéshez és a vízmelegítéshez felhasznált fosszilis energiahordozók kiváltására alkalmasak, ugyanis a környezet energiáit hasznosítják. A hőszivattyúkkal az energiahordozó közegből alacsony hőmérsékleten kinyerhető energia magasabb hőmérsékleten egy másik energiahordozónak adódik át.

A kompresszor meghajtása többféleképpen is megoldható:

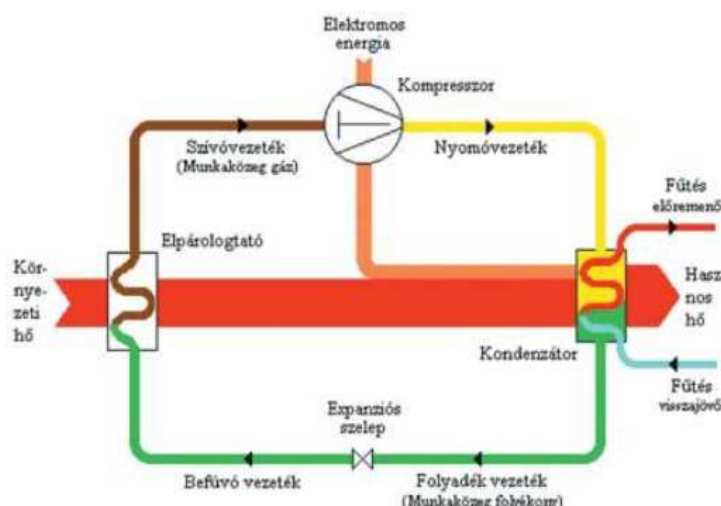
- villamosmotorral
- belsőégésű motorral
- gőz-, illetve gázturbinával (nagy teljesítményű berendezéseknél)

- abszorpció (mechanikai munka helyett hőt viszünk a rendszerbe – beruházási költségük magas)

A legelterjedtebb megoldás a villamos motor alkalmazása, mivel egyszerű, jól szabályozható és széles teljesítménysávban gyártott típus sorozatok állnak rendelkezésre.

A hűtő és fűtő rendszerek energiahatékonysági mutatója a COP (Coefficient of Performance), a fűtő funkcióval is rendelkező berendezéseknél „fűtési jósági fok”-nak is szokás nevezni. Értéke a leadott fűtőtelijsítmény (adott környezeti hőmérsékleten) és az ehhez felvett elektromos teljesítmény (a hőszivattyús alap körfolyamathoz nem tartozó, de a rendszer részét képező segédberendezések teljesítményét is figyelembe kell venni) hányadosa, azaz 1 kW felvett elektromos áram segítségével, mekkora energiatermelésre, hőtelijsítmény leadásra képes. Minél magasabb ez az érték, annál hatékonyabb, ami azt jelenti, hogy adott fűtési feladat ellátásához kevesebb áramot kell felhasználni → energiatakarékosabb a berendezés. A leggyakrabban használt berendezések esetén a COP érték átlagosan 3,5 – 5,5 kW.

A COP érték egy meghatározott munkapontra érvényes és csak az adott időpontbeli teljesítményekkel veszi figyelembe.



8. ábra: A hőszivattyú működési elve (Ádám et al. 2012.)

Hőforrásoknak nevezzük azon energiahordozókat, melyek alacsony hőmérsékleten a hőenergiát szolgáltatják a hőszivattyú körfolyamathoz.

Hőfelvevők azok az energiahordozók, melyek magasabb szinten a hőt felveszik.

A **8. ábra** a hőszivattyú működési elvét mutatja be. Az ábrán is látható, hogy a hőszivattyú működése egy körfolyamat. Ebben a körfolyamatban a hőforrás az elpárolgatóhoz kapcsolódik. Itt a folyékony hűtőközeg (kellően alacsony forráspontú), a hőforrásból származó hő hatására elgőzölög.

Ezt az elpárolgott hűtőközeget a kompresszor elszívja, és magasabb nyomásra sűríti. Az ehhez szükséges hajtóenergia a hűtőközeg gőzhőmérsékletét is megnöveli.

Innen a hűtőközeg megnövelt nyomású gőze a kondenzátorba kerül, ami kapcsolatban áll a hőfelvevőként szolgáló energiahordozóval. Ennek a hőmérséklete kisebb, mint a hűtőközeg nyomás által megnövelt kondenzációs hőmérséklete. Ezután a gőz kondenzációjával felszabaduló hőenergia a hőfelvevő közegnek átadódik.

Majd a hűtőközeg az expanziós szelepbe jut, ahol a nyomás az elpárologtató alacsony nyomására csökken, és a közeg újra az elpárologtatóba kerül. A körfolyamat bezárult a közeg kezdeti hőmérsékletének és nyomásának elérésével.

A hőszivattyús rendszer nemcsak fűtésre, hanem hűtésre is alkalmas. Ekkor a folyamat megfordul, ami azt jelenti, hogy a fűtésnél hőforrásként használt energiahordozónak adjuk át a helyiségekből elvont hőt.

Műszakilag összekapcsolhatók a hőszivattyúk bármely ismert fűtési rendszerrel.

A hőszivattyús rendszerek gazdasági és műszaki szempontból is akkor lesznek a hatékonyak, ha a hőforrás minél nagyobb hőmérsékleten áll rendelkezésre, a fűtési rendszer tervezési hőmérsékletei pedig minél alacsonyabbak. Ezek alapján a fűtési rendszerek sorrendbe állíthatók: a legkedvezőbb a padló- és falfűtés, ezután a fan-coilok, és végül a radiátoros fűtés.

A hagyományos kivitelű hőszivattyúk esetén a fűtési kör előremenő hőmérséklete 55°C , a megnövelt előremenő hőmérsékletű hőszivattyús rendszereknél pedig 65°C . A hőforrás oldalán a hőmérséklet $25\text{-}26^{\circ}\text{C}$, míg a növelt hőmérséklet esetén $36\text{-}37^{\circ}\text{C}$ lehet.

A hőszivattyú alkalmas használati melegvíz előállítására is. A HMV hőmérséklete viszonylag magas (kb. 60°C -ra kell a tárolt vizet felmelegíteni, a legionella baktérium megjelenésének elkerülése érdekében) ezért az előállításának hatékonysága alacsonyabb. Kaphatóak olyan hőszivattyúk, melyekbe a melegvíz előállítására alkalmas berendezések be vannak építve.

A hőszivattyúkat hőforrások/hasznos hőhordozók elnevezései alapján az alábbi típusokba soroljuk:

- Meleg vizes fűtésnél: levegő/folyadék hőszivattyú; folyadék/folyadék hőszivattyú
- Meleg levegős fűtésnél: levegő/levegő hőszivattyú; folyadék/folyadék hőszivattyú

A kollektor oldal függvényében a hőszivattyú lehet: termálvizes; levegős; geotermikus.

Felhasználói oldalról a hőszivattyúk lehetnek: komfort; hűtő és fűtő; csak fűtő.

Jellemzően a csak fűtő hőszivattyúk esetében egy mellékkört építenek ki a használati melegvíz előállításához. Nagyobb teljesítményigény fellépése esetén a HMV előállítását külön hőszivattyú végzi. A hőszivattyúkat alkalmazzák technológiai vizek előállítására is. (Dr. Schreier et al. 2009.; Hajdú 2009.)

2.5.1. FOLYADÉK (HŰTŐKÖZEG)/VÍZ HŐSZIVATTYÚ (FÖLDHŐ HASZNOSÍTÁS)

A Nap által sugárzott hőt a talaj hosszú ideig képes tárolni. A talaj hőmérsékletét a napsugárzás a felső 10-20 m-en képes befolyásolni, ez alatt a talaj hőmérséklete már állandónak tekinthető, mely 10°C körüli érték. Az eső és az általa felmelegített talajvízzel a Nap hője 100 m-nél mélyebbre is eljuthat. Amennyiben 100 m-nél mélyebbre helyezik a szondákat, akkor a geotermikus energiát fogják hasznosítani, mely a Föld belsejéből áramlik. A geotermikus hő a Föld magjának hőközléséből és a természetes radioaktív izotópok bomlásából ered.

A fűtési időszakban a talaj hőmérséklete állandónak tekinthető, ezért olyan rendszer választható, amely nem igényel kiegészítő fűtést, azaz önmagában is képes ellátni a fűtési hőigényt. Ezek alapján a rendszer kialakítása energiahatékonyabb és gazdaságosabb lehet. Minden esetben javasolt egy elektromos fűtőbetét kiépítése is biztonsági okból és tartalékképzés miatt. A talaj hőjének kinyerése többféle módon is történhet, ezek közül a leggyakoribbak a talajszonda (vertikális); illetve a talajkollektor (horizontális).

TALAJ- ÉS FELSZÍNI VIZES KOLLEKTOR

A talajkollektor (9. ábra és 10. ábra) a direkt napsugárzás segítségével talajba jutott hőenergiát használja. A rendszernek a talajvíz fontos eleme, hiszen a napsugárzás hője a vízzel jut a talajba. A kollektorok hőelvonási teljesítménye a talaj nedvességtartalmától függ, tehát magasabb nedvességtartalomnál nagyobb hatásfokú a rendszer.



9. ábra: Talajkollektor (Ádám et al. 2013.)



10. ábra: Felszíni vizes kollektoros rendszer (Ádám et al. 2013.)

Talajkollektoros rendszer kiépítésekor a talaj felső rétegébe horizontálisan vagy lejtésben fektetik le a hőcserélő csöveket. A rendszer kiépülhet egy vagy több csőből. Ha több csőből épül ki a csöveket fektethetik párhuzamosan, spirálisan, vagy helikálisan (párhuzamosan az árkok falán elhelyezve) (11. ábra).



11. ábra: Talajkollektor elhelyezései: párhuzamosan (bal felső ábra), spirálisan (jobb felső ábra), helikálisan (alsó ábrák) (Ádám et al. 2013.)

Zárt rendszer, melyben munkaközeget keringtetnek, így hasznosítva a környezet energiáit. A talajkollektoros rendszer hátrányai:

- csöveket kb. 1,2-1,5 m takarással kell kiépíteni, ezért nagy a földmunkaigénye,
- a beruházási költsége magas,
- terület igényes a kiépítése
- a külső hőmérsékleti változások hatással vannak a csővezetésekre,
- a csővezeték hálózat fölé nem kerülhet semmilyen építmény, szilárd burkolat, illetve fásszáru növényzet sem, csak és kizárólag füvesíteni lehet fölötte,
- a talaj kiszáradása a rendszer hatásfokát erősen gátolja.

A talajkollektoros rendszer előnyei:

- a csöveket tartós műanyagból készítik, vagy azzal vonják be, ezért élettartamuk gyakorlatilag korlátlan,
- a megfelelően kiépített rendszer hatékony.

A talajkollektoros rendszerek is lehetnek több körös kialakításúak, ekkor a térfogatáram szabályozását beszabályozó szeleppel kell biztosítani. (Dr. Schreier et al. 2009.; Ádám et al. 2013.)

A felszíni vizes kollektoros rendszer esetében a kollektorokat felszíni vízbe helyezik. A rendszer előnye:

- a felszíni víz hőmérséklete kevésbé van kitéve a külső hőmérséklet változásának.

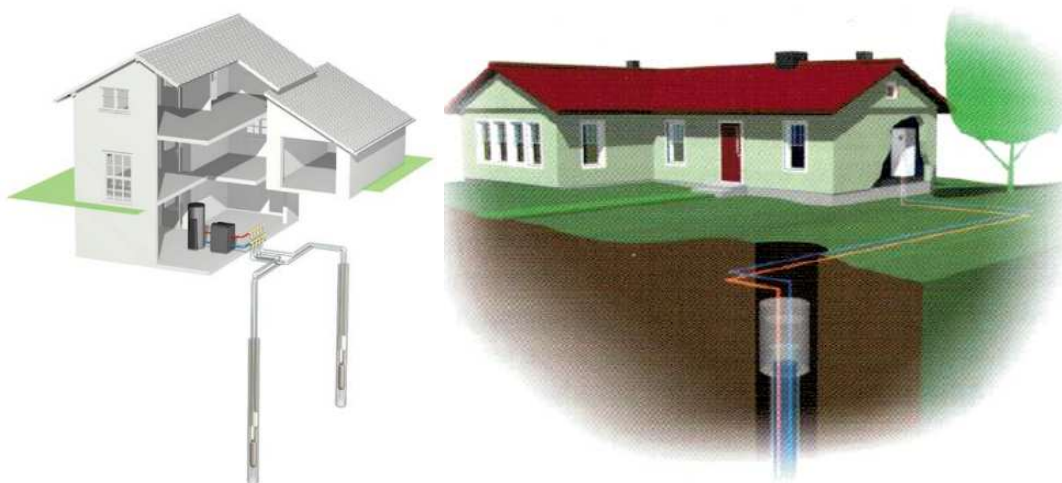
Hátrányai:

- a legkörültekintőbb tervezés mellett is a vízi élővilágot károsíthatja a hőelvonás miatti víz hőmérséklet csökkenés,
- a felszíni vizes kollektoros rendszerek kiépítéséhez nagyon speciális körülményekre van szükség, ezért csak kevés helyen alkalmazható.

Ezen rendszerek kialakítása is lehet több körös is. (Ádám et al. 2013.)

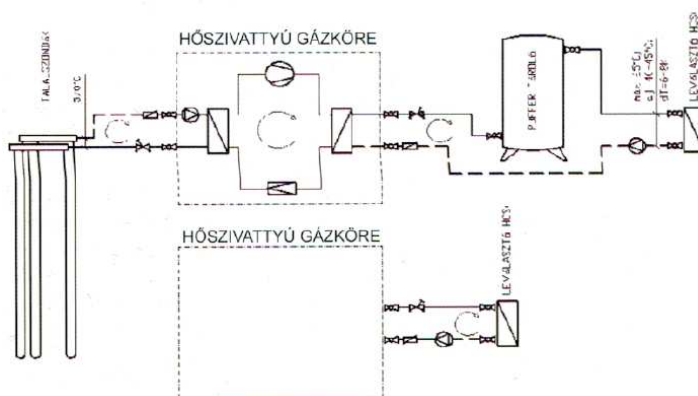
TALAJSZONDA

A talajszonda (**12. ábra**) a talaj, mint hőforrás kiaknázására szolgáló berendezés, ennél a rendszernél a talaj hője nem függ a külső hőmérséklettől, fűtésre és hűtésre egyaránt alkalmas. Kisebb területeknél, és már meglévő épületeknél alkalmazzák ezt a rendszert. A rendszer telepítését megelőzően a talajviszonyokat részletesen meg kell ismerni (adottságok, rétegződés, talaj- és rétegvizek esetleges jelenléte). Kivitelezés során nagyon fontos figyelni, hogy a szondalyuk teljesen az aljáig ki legyen töltve cement szuszpenzióval, különben csökken a hőátadás, ezáltal a hőteljesítmény is. A legjobb módszer erre, ha injektáló csövet is vezetünk a lyukba, így a hézagok teljesen kitölthetők. A szonda hossza az adott terület geotermikus adottságaitól és a rendszer méretezésétől függően 50 és 200 m között változhat. Kis rendszerekről beszélünk 30 kW hőteljesítményig. Ezeknél a rendszereknél a szabványokban találunk útmutatást, hogy a különböző talajtípusok esetében, milyen fajlagos hőkihozattal lehet számolni (pl.: agyagos, homokos talajnál 50 W/m). Nagy rendszerekről beszélünk, amikor a hőteljesítmény nagyobb, mint 30 kW. Ezen rendszereknél már minden esetben TRT szondateszt elvégzése kötelező a megfelelő szondaszám meghatározásához.



12. ábra: Talajszonda (Ádám et al. 2013.)

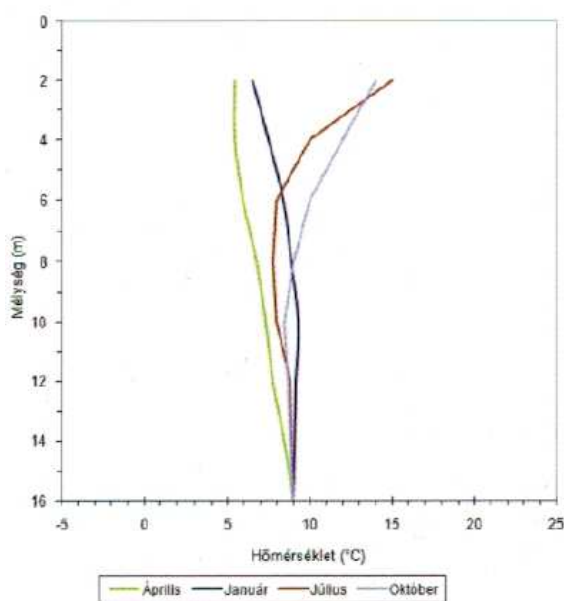
Az alábbi ábra (13. ábra) egy talajszondás rendszert mutat be. A szondákat közös osztógyűjtő aknában egyesítik a hőszivattyú elpárologtatójára csatlakozás előtt.



13. ábra: Talajszondás rendszer (Ádám et al. 2013.)

A talajszondás rendszerek kialakításuk szerint zárt rendszerek. Nagy előnye, hogy a hőhordozó közeg állandó, mely víz és fagyálló keveréke. Ezáltal kisebb a korrózióvesztély, és a rendszer élettartalma növekszik. Ez a keverék veszi fel a hőt, majd ezt a felmelegedett közeget egy szivattyú feljuttatja és a hőjét leadva visszakering. Folyamatos üzem mellett érhető el az optimális hatékonyság, ezért a rendszer kiépítése olyan helyen a legmegfelelőbb, ahol folyamatos fűtési, illetve hűtési igény merül fel. Hátránya, hogy a beruházási költsége igen magas.

A következő ábrán (14. ábra) a hőmérsékleti viszonyok láthatóak a mélység függvényében, hiszen a levegő hőmérséklete folyamatosan változik, és ez a talaj hőmérsékletére is hatással van bizonyos mélységig.



14. ábra: Hőmérséklet eloszlás a mélység függvényében (Ádám et al. 2013.)

Ugyan a talaj hőmérsékletét direktben nem lehet fűtésre alkalmazni, de ezek a hőszivattyús rendszerek stabilan üzemelnek geotermikus energiával, hiszen közel állandó közeghőmérséklet áll fenn. A primer oldalon ebből a közel állandó közeghőmérsékletből a hőszivattyús körfolyamattal akár 65 °C-os fűtővizet is kinyerhetünk fűtési célra. A rendszer fűtési tényezőjét a hőfokszint és a hőhordozó közeg hőmérséklete befolyásolja. (Dr. Schreier et al. 2009.; Ádám et al. 2013.)

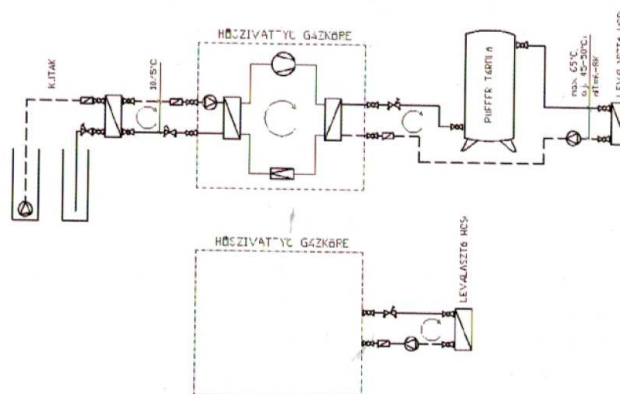
VÍZKÚTPÁROS HŐSZIVATTYÚS RENDSZER

A vízkútpáros rendszerekhez (15. ábra és 16. ábra) szükséges kiépíteni egy/több termelő kutat, valamint egy/több nyelető kutat. A felszín alatti víz kitermelése a termelőkút segítségével történik, majd a rendszeren áthaladva és leadva hőjét a nyelető kúton keresztül a lehetőségekhez mérten a kitermelésből származó rétegbe juttatják vissza a vizet. A víz visszajuttatása lehet gravitációs, ekkor nyelető kútról beszélünk, és lehet nyomás alatti, ekkor pedig visszasajtoló kútról. A hasznosított víz visszajuttatása a vízáadó rétegbe környezetvédelmi, ökológiai és vízgazdálkodási szempontból is fontos, mert a visszajuttatott víz biztosítja részben a felszín alatti víz utánpótlását és a nyomás megtartását. Ezáltal a geotermikus energia hasznosítása fenntartható és környezetbarát.

Ezt a rendszer a nyitott kutas rendszerek típusába sorolják. Olyan helyen létesítik a vízkútpáros hőszivattyút, ahol a vízáadó rétegnek kedvezőek a hidrogeológiai tulajdonságai.



15. ábra: Vízkútpáros hőszivattyús rendszer (Ádám et al. 2013.)



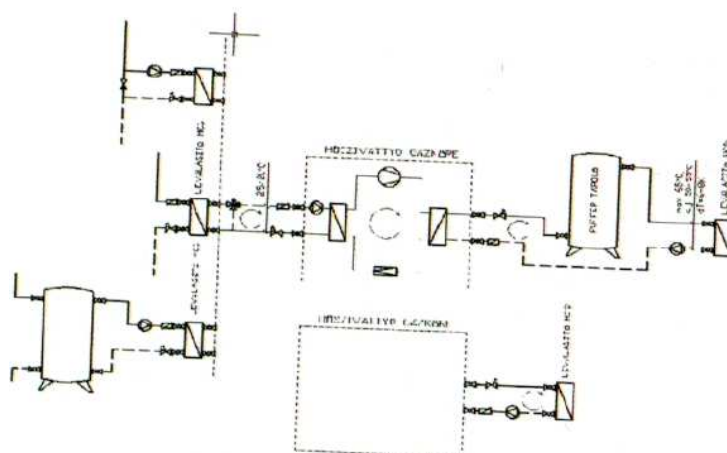
16. ábra: Vízkútpáros rendszer (Ádám et al. 2013.)

A vízkútpáros rendszerek kiépítését nagyvolumenű beruházások esetén érdemes számbavenni, mert beruházási költsége igen magas. A rendszer megfelelő működéséhez szükséges feltételek a megfelelően porózus réteg és a vízkémiaiailag alkalmas vízmennyiség. A vízmennyiség számításánál a következőt lehet figyelembe venni ~ 30 l/p vízárám szükséges 10 kW-onként. A talajvíz hőmérséklete kb. 12 °C, így a hőszivattyú jól méretezhető, működése pedig stabil lesz. Mivel folyamatosan rendelkezésre áll a közel állandó hőmérsékletű közeg, ezért passzív hűtéseknel is jól alkalmazható a rendszer. Az ilyen rendszereknek nagyon jó hatékonysága. Hátránya, hogy ezek a rendszerek előhőcserélővel leválasztva egy plusz glikolos kört is beépítve üzemelnek, azért, hogy a hőhordozó közeg megfagyását megakadályozzák. A rendszer hatékonyságát negatívan befolyásolja a búvárszivattyú által felvett teljesítmény. Ezen rendszer gazdaságossága nagyban függ, hogy a vízadó réteg milyen mélységben található a felszíntől mérve.

ELFOLYÓVIZES ÉS TECHNOLÓGIAI HŐT HASZNOSÍTÓ RENDSZEREK

Az elfolyóvizes rendszerek esetében különböző célra már felhasznált termálvizeket értenek. Az elsődleges célra felszínre hozott és használt vizek a használatuk után még nem megfelelő hőmérsékletűek ahhoz, hogy vissza lehessen táplálni a talajrétegekbe, vagy a csatornába lehessen vezetni. A vizek hűtésére szükséges kiépíteni hűtőtornyokat és pihentető tavakat, hogy a környezetvédelmi jogszabályokban foglaltakat a létesítmények betarthassák. A fel nem használt hőt hasznosítani lehet hőszivattyúk primer hőforrásaként, melyet termálfürdőknél alkalmaznak is pl.: Harkány, Nagykőrös, Nagyatád.

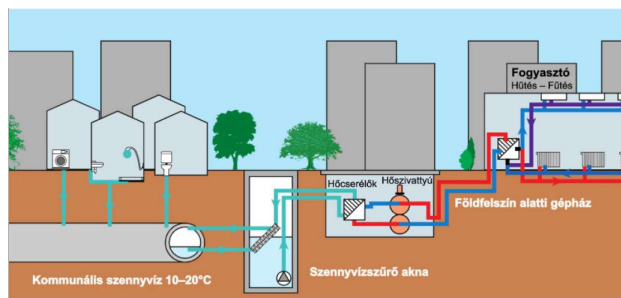
A hőszivattyúk primer oldalán a megengedett előremenő hőmérséklet maximális értéke nagyjából 25 °C. Az elsődleges felhasználás után továbbengedett víz hőmérséklete ennél a hőmérsékletnél magasabb, melyet gépészeti megoldásokkal a megfelelő hőmérsékletre lehet csökkenteni. Ezáltal a hőszivattyúk hatékonyságát növelni lehet (17. ábra).



17. Elfolyóvizes rendszer (Ádám et al. 2013.)

A különböző elfolyóvizes rendszerek esetében eltérő vízmennyiségek állnak rendelkezésre, melyek megléte folyamatos vagy szakaszos lehet. Amennyiben a vízmennyiség csak szakaszosan áll rendelkezésre úgy szükséges víztározó, energiatároló kiépítése a primer oldalon. A hőmérséklet szint is változik, ezt használja ki a hőszivattyús rendszer fűtési-hűtési és HMV ellátási feladataira. A hőszivattyú elpárologtató hőcserélője és az elfolyó vizes rendszer közé egy leválasztó hőcserélő kerül kiépítésre minden esetben. A leválasztó hőcserélő típusa függ a hőforrás fajtájától. (Ádám et al. 2013.)

A szennyvízhő hasznosításának rendszerfelépítése: mivel a fűtendő épületekből elfolyó szennyvíz nem elegendő a fűtésükre-hűtésükre, ezért a városi kommunális szennyvízrendszerből nyerhető és helyezhető el a megfelelő energiamennyiség. Kisebb méretek esetében vannak szennyvízcsatornába helyezhető hőcserélők is, de ezek közvetlenül befolyásolják a csatornarendszer üzemeltetését, ezért ezeket nem preferálják a csatorna üzemeltetők. Nagy épületeknél (500 kW felett) a szennyvizet elterelik egy erre a célra kiépített műtárgyba. Tehát a főgyűjtő csatornából a szennyvíz egy szabályozott része egy vasbeton aknába vezetik. Legjobb, ha ezt az aknát épületen kívül a gyűjtőcsatornához a lehető legközelebb kell létesíteni. Az aknában a szennyvíz szilárd, szálalagú anyag tartalmát leválasztják szűrőállomás segítségével. A leválasztott szilárd és szálalagú anyagot egy zárt rendszerben kiemelik a szűrőegységen keresztül, és visszajuttatják a főgyűjtő csatornába. Így nem kell veszélyes hulladékként tárolni és majd elszállítani. A már megszűrt szennyvíz a nagy teljesítményű hőcserélőkbe kerül, ezzel a szűréssel megakadályozzák a hőcserélő berendezések eltömődését. Mivel a teljesítményigények és a rendelkezésre álló szennyvíz mennyiség nem egyidőben áll rendelkezésre, ezért puffertárolók kiépítésével is számolni kell. Nagy előnye, hogy könnyen hozzáférhető, valamint könnyen karbantartható, amit az üzemeltetők preferálnak. A szűrt, nyers szennyvíz a hőszivattyú primer oldalán áramlik, a szekunder oldalán pedig víz, glikolos víz. A kinyert hőenergiát a hőszivattyú juttatja el a felhasználásra alkalmas hőmérsékletű közvetítő közegbe. Ezek a rendszerek függetlenek a hőszivattyú típusától, hűtőközegétől, így van lehetőség modernizálásra. A szennyvíz összetétele miatt szükséges, hogy a leválasztó berendezések saválló acélból kell készülnenek, hogy ellenállóak legyenek. A hazai viszonylatban vannak példák (Magyar Honvédség Egészségügyi Központja, Újpest Önkormányzati épületek) a szennyvíz hőjének hasznosítására, mely rendszernek működését és kapcsolását az alábbi ábra mutatja be (**18. ábra**). (Épületgépész IX. évfolyam 2020/5. október)



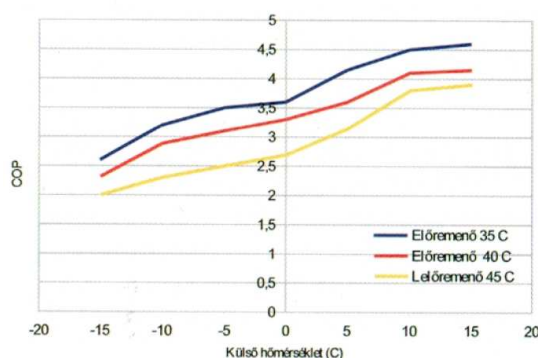
18. A szennyvíz hőjét hasznosító rendszer működése és kapcsolása (Épületgépész IX. évfolyam 2020/5. október)

Jelen diplomamunkában részletesen nem dolgoztam ki a fent bemutatott szennyvízhős rendszert. Azonban érdemes fontolóra venni a későbbi fejlesztések tervezésénél ezen rendszer kiépítését is. A vizsgált épület szennyvízbekötése nyomott rendszerű. Ezért érdemes megfontolni a rendszer kiépítését, valamint azért is mert az idős emberek otthonában jelentős mennyiségű is a kommunális szennyvíz.

LEVEGŐS HŐSZIVATTYÚS RENDSZEREK

Ezt a rendszert bővebben ismertetem, mert a későbbiekben ezen rendszert alkalmazom a meglévő épület energetikai racionalizálásához. Tehát ezen rendszerek a levegőt használják hőforrásként. A levegő/víz hőszivattyú esetében a környezeti levegő a hőforrás, míg a szekunder oldalon a víz a hőhordozó. Működése: a hőnyerő oldalon a kültéri levegőt használja a rendszer, melyet az elpárologtató hőcserélőn keresztül a ventilátor keringtet. Gazdaságosan és gyorsan telepíthető rendszer. Legtöbbször kompakt gépeket használnak, azaz a hőnyerő elpárologtatója egy lamellás hőcserélő, melyen egy ventilátor keringteti keresztül a levegőt, miközben a levegő hőtartalmát elvonja a rendszer.

Ezen rendszerek leadott hőteljesítménye ezáltal a hatékonysága sem állandó. Ez abból adódik, hogy a levegő hőmérséklete sem állandó, hiszen a külső levegő hőmérséklete nemcsak évszakonként, napi szinten, hanem napszakok szerint is változik. Ezért a méretezésnél és a tervezésnél a legkedvezőtlenebb állapotokat is figyelembe kell venni (19. ábra).



19. ábra: Hatékonyság változás a külső hőmérséklet és a megtermelt víz hőmérséklet függvényében (Ádám et al. 2013.)

A levegő/folyadék hőszivattyús rendszereket a felületi fűtéssel rendelkező épületek esetében ajánlják, mert ezek alacsony hőmérsékletű szekunder rendszerek. Mivel a legnagyobb hőigény, akkor jelentkezik, amikor a külső levegő hőmérséklete alacsony, ezért a rendszer hatékonysága a primer és szekunder oldali hőmérséklet különbség növekedésével arányosan romlik. Ezt a hatékonyságromlást kompenzálja az, hogy a primer oldalon a ventilátor kevesebb áramot fogyaszt, mint a szondás rendszerek. A levegős hőszivattyúk hatékonyságát még a leolvasztási ciklusok is rontják.

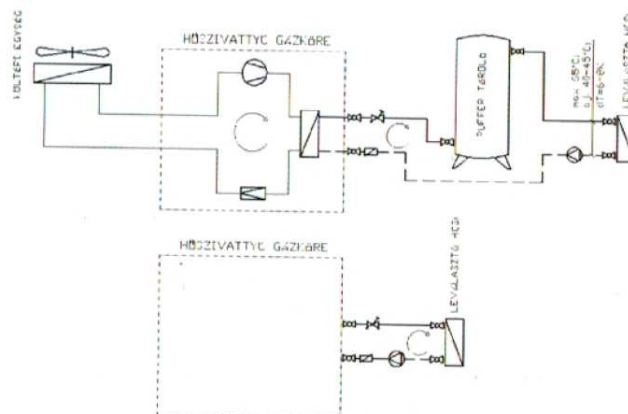
A levegőből való hő kivonásához a következő feltételnek kell teljesülnie: általában az elpárolgató felületi hőmérsékletének 5°C -al hidegebbnek kell lennie, mint a külső levegő hőmérséklete. Azonban fagyhatár esetén ez a hőmérsékleti érték 0°C alá süllyed, aminek a következménye, hogy a kicsapódó pára ráfagy a felületre. Ez a ráfagyott dér olyan vastagságot érhet el, mely esetén már hőszigetelési funkciót lát el, és a lamellák közti levegő áramlást megakadályozza. Ennek következménye, hogy leromlanak az üzemi paraméterek, ezt a hőszivattyú vezérlése érzékeli és leolvasztja a hőcserélőt. Ez történhet úgy, hogy vagy „gázoldalon kis mennyiségű forró gázt fecskendez a hőcserélőbe megemelve annak hőmérsékletét, vagy megfordítja a hűtőköri körfolyamatot, és kis ideig fűteni kezdi az elpárolgatót míg a dér leolvad a felületéről.”

Rendszer felépítése és működése

Az előzőekben már ismertettem, hogy a rendszer a külső levegőt hőmérsékletét hasznosítja, ami bárhol a rendelkezésre áll. Hátránya viszont az, hogy a levegő hőmérséklete nem állandó, így ezen rendszerek hatékonysága is változó. Valamint akkor a legnehezebb az energia kinyerése a rendszerből, amikor a legnagyobb fűtési igény jelentkezik az épületekben, ami a téli fűtési szezont jelenti. Ilyenkor a rendszer hatékonysága alacsony és az üzemeltetési költségek is megemelkednek. A ventilátorok által keltett zaj problémát jelenthet, bár ez kiküszöbölhető, ha megfelelő helyre telepítik őket. Amennyiben az épület pincével is rendelkezik, úgy megfontolandó, hogy a pince levegőjét is felhasználják a rendszerben. Másik megoldás lehet még, ha az épület központi szellőztető rendszerrel van felszerelve, mert akkor ennek a rendszernek a kifúvásra kerülő elhasznált levegőjét is lehet hasznosítani hőforrásként, vagy a befúvásra kerülő levegőt melegítve, vagy pedig a fűtési rendszerre rásegítve. Megoldás lehet még a hőcserélők használata, ahol a kifúvott meleg levegő és a beszívott hideg levegő a hőt egy nagy felületű berendezésen keresztül átadja keveredés nélkül (**20. ábra és 21. ábra**).



20. ábra: Levegő-víz hőszivattyú (www.zubadan.info.hu)

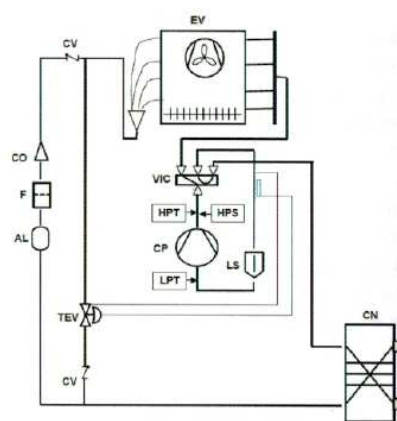


21. ábra: Levegős hőszivattyús rendszer (Ádám et al. 2013.)

Az említett hátrányok ellenére is nagyon népszerűek a levegős hőszivattyúk egyszerűségük és a kompaktaságuk miatt. Nagy előnye még a rendszernek, hogy könnyen telepíthetők és kis hely is elférnek. Ezen rendszerek esetében is megkülönböztetünk, csak fűtő, fűtő és hűtő, valamint ezen funkciókon kívül használati melegvíz előállítására is alkalmas készülékeket. A fűtési és hűtési üzemmódok közötti váltást a gázoldali folyamat megfordító szelep kapcsolja, ezzel felcserélve az elpárologtatót és a kondenzátort (**22. ábra**).

Jelmagyarázat:

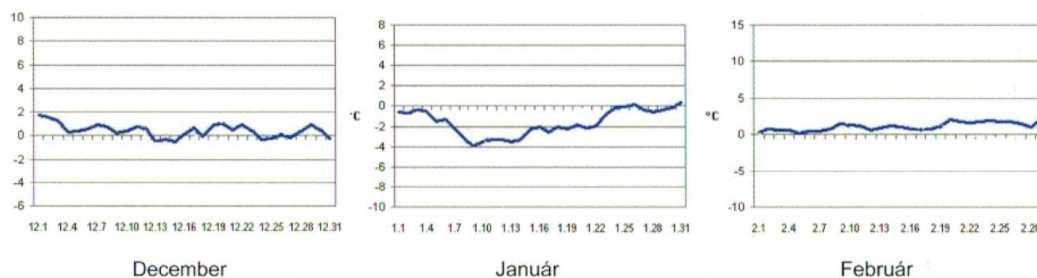
EV- elpárologtató
CN- kondenzátor
CP – kompresszor
TEV – termostikus adagoló
VIC- gázoldali folyamatmegfordító szelep
CV- egyirányú szelep
AL- folyadék tartály
F- szűrő
LPT- alacsony nyomású távadó
HPT- magas nyomású távadó
HPS – magas nyomású kapcsoló
LS- folyadékleválasztó



22. ábra: Levegős hőszivattyú kapcsolási rajz (Ádám et al. 2013.)

A levegős hőszivattyúk lehetnek levegő/levegő rendszerűek, amikor a szekunder oldalon a helyiség levegőjét melegítjük fel; pl.: hőszivattyús split komfort készülékek, valamint a VRV rendszerek. A korábbiakban már taglaltam, hogy a levegő hőszivattyúk hatékonysága a külső

levegő hőmérsékletétől függ. Az állandó szekunder oldali vízhőmérsékletet feltételezve a külső hőmérséklet csökkenésével a hőszivattyú hatékonysága romlik. Ezért a hőszivattyú leadott teljesítményét mindezek figyelembevételével kell meghatározni, alapul véve az igényeket, valamint a külső hőmérsékleti határok között használnák a hőszivattyút, úgy, hogy önállóan fűtene a rendszer, illetve van kiegészítő fűtés alkalmazására is lehetőség. Az üzemeltetésnél célszerű figyelembe venni, hogy a magyarországi téli átlaghőmérséklet a 0 – +/- 5°C körül alakul, ettől hidegebb hőmérséklet csak ritkán alakul ki és az is csak néhány napig tart (**23. ábra**).

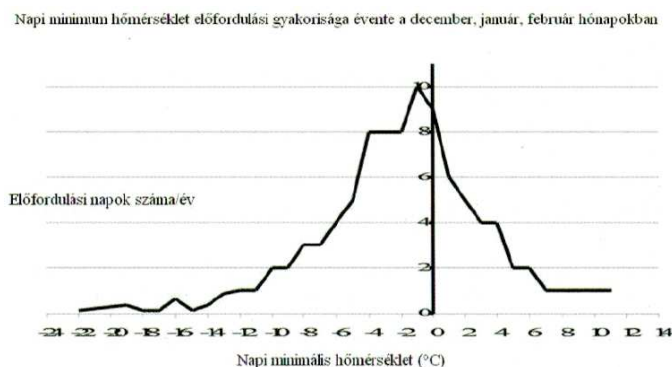


23. ábra: Átlaghőmérsékleti értékek a téli hónapokra (www.omsz.hu)

A levegő/víz hőszivattyúkat a legvalószínűbben előforduló leghidegebb napra érdemes kiválasztani, valamint a termelt előremenő víz hőmérsékletét is figyelembe kell venni. Így elkerülhető a túlméretezés, és optimalizálható a beruházás költsége is. Amennyiben hőszivattyúval fűtenek a legalacsonyabb külső hőmérsékletek idején is, akkor költséghatékonyság szempontjából érdemes megfontolni, hogy arra azokon a napokon használják az elektromos fűtőbetétet. Ennek a bekerülési költsége kevesebb lehet, mintha egy nagyobb teljesítményű hőszivattyút telepítenének. A környezetvédelmi szempontokat figyelembe véve is érdemes átgondolni az elektromos fűtőbetét használatát, hiszen ezt csak kiegészítő fűtésre alkalmaznák, így összességében a hőszivattyús rendszer emissziója még mindig a legalacsonyabb lesz.

Az alábbi ábrán látható diagram a napi legalacsonyabb hőmérsékleteket alapul véve, ezek a napok hányszor fordulnak elő egy évben. A diagramban a téli hónapok adatait tüntették fel, több év napi mérését figyelembe véve. Leolvasható, hogy a -11°C alatti hőmérsékletek kevesebb mint egy alkalommal fordulnak elő évente. Ez azt jelenti, hogy több évben néhányszor előfordult ilyen alacsony hőmérséklet, de nem minden évben. Mivel a -11°C alatti hőmérsékleti értékek is előfordulnak, így ezekre az időszakokra is kell megoldást találni valamilyen kiegészítő, illetve tartalék fűtés beépítésével, mint például kandalló, elektromos fűtés. Azon hőmérsékletek esetében, amelyek többször fordulnak elő, mint egy alkalom, azok a hőmérsékletű napok várhatóan minden évben elő fognak fordulni. A leggyakoribb hőmérsékleti napok tartománya a -4 – +2°C. Tehát a -15°C-ig működő levegő/víz hőszivattyú

magyarországi használatra alkalmas, hiszen kicsi a valószínűsége, hogy a napi hőmérséklet -15°C alá csökkenjen (**24. ábra**).



24. ábra: Napi minimum hőmérséklet előfordulási görbe (Ádám et al. 2013.)

Összességében elmondható, hogy a jól megválasztott hőszivattyú gazdaságos és környezetbarát fűtési rendszer. Hiszen a bemutatott hőmérsékleti adatok alapján, nagyon ritkán fordulnak elő olyan hőmérsékleti értékek, amikor már a hőszivattyút az egész éves fűtési szezont figyelembe véve gazdaságtalan lenne üzemeltetni, mint a hagyományos gázfűtést.

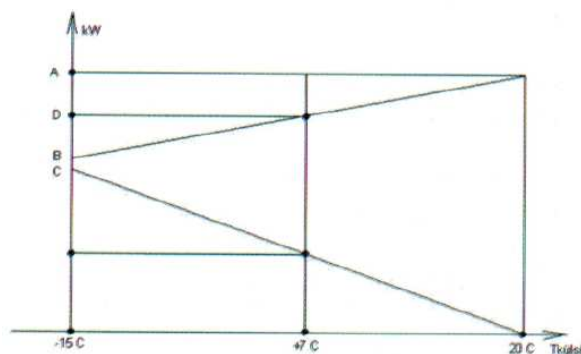
Méretezés, tervezés

A levegős hőszivattyúk teljesítménye esik a külső hőmérséklet csökkenésével, tehát hatékonyságuk romlik. Ahogy a külső hőmérséklet csökken úgy nő az épületek fűtési igénye, azaz a legnagyobb hidegben lesz a legnagyobb fűtési igény, azonban a hőszivattyú pont ekkor adja le a legkisebb teljesítményt. A hőszivattyúk kiválasztására több lehetőség is fennáll, viszont figyelembe kell venni a helyi igényeket és lehetőségeket, valamint a gazdaságossági szempontokat is. A termékkatalógusokban a levegős hőszivattyúk teljesítményének értékei $+7^{\circ}\text{C}$, vagy $+2^{\circ}\text{C}$ külső hőmérsékleten szerepelnek. Ugyan ez nem életszerű, de ezáltal a termékek összehasonlíthatóak. A termék kiválasztásánál a hőszivattyúk teljesítményének teljes lefutási görbéjét kell figyelembe venni. A hőszivattyúkat használhatjuk úgy, hogy önállóan képes fűteni, ez a monovalens fűtési mód, vagy pedig egy másik fűtéssel együtt a két rendszert kombinálva, ez a bivalens fűtési mód. A méretezésnél fontos tudni, hogy mely módban üzemel majd a hőszivattyús rendszer.

Monovalens fűtés:

„Monovalens fűtésnek nevezzük azt a helyzetet, amikor a hőszivattyú önállóan, minden más segédűtés nélkül a teljes fűtési tartományban képes az épület teljes fűtési igényét ellátni.” Hiába alkalmaznak egy túlméretezett, zajosabb és nagyobb berendezést, ennek ellenére sem tud teljes biztonságot nyújtani a rendszer. Viszont semmilyen másik kiegészítő fűtésre nincs szükség. Az alábbi ábrán látható (**25. ábra**) 'B' pontból kiinduló és az emelkedő külső

hőmérséklettel növekvő lineáris egyenes a hőszivattyú teljesítményváltozása, míg a 'C' pontból kiinduló és az emelkedő külső hőmérséklettel csökkenő lineáris egyenes az épület hőigényváltozása. Az ábrán a 'D' pont olyan névleges teljesítményű hőszivattyú, amely a méretezési mértékadó -15°C külső hőmérséklet esetén is teljes mértékben képes leadni a megfelelő teljesítményt, melyet a 'B' pont jelöl, valamint képes kifűteni az épületet, melynek teljesítmény igényét -15°C -on a 'C' pont jelöl.



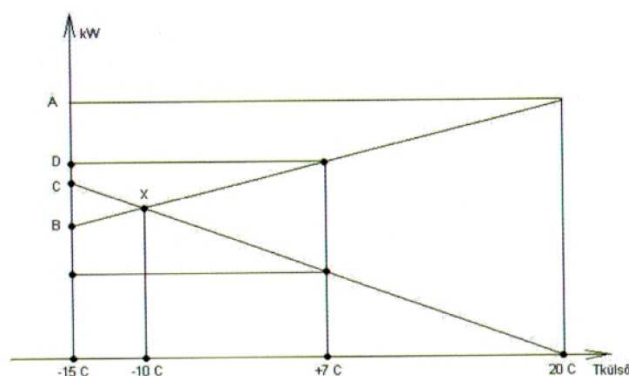
25. ábra: Monovalens üzem (Ádám et al. 2013.)

Mivel a kiválasztott hőszivattyú teljesítménygörbéje a teljes hőmérséklettartományban az épület teljesítménygörbéje felett helyezkedik el, így önállóan képes teljes biztonsággal kielégíteni a fűtési igényeket a teljes fűtési szezonban. Az ábrán a hőszivattyú teljesítmény diagramja a kompresszor 100%-os kiterheltsége mellett ábrázolták. Két eset lehetséges a túlfűtés elkerülésére. Az egyik amikor a kompresszor BE/KI szabályozású, ekkor folyamatos ki- és bekapcsol ezáltal kerül el a túlfűtést, míg a másik esetben a kompresszor inverteres, ekkor a fűtési igényeknek megfelelően leszabályoz, így folyamatosan üzemel az épület igényeinek megfelelően.

Bivalens fűtés:

„Bivalens a fűtés, amikor a hőszivattyú önállóan, minden más segédűtés nélkül csak egy bizonyos külső hőmérséklet határig képes az épület fűtési igényét ellátni, ez alatt rásegítésre, kiegészítő vagy alternatív fűtésre van szükség.” A hőszivattyú méretezésénél érdemes figyelembe venni, hogy Magyarországon ritkák a -15°C alatti téli hőmérsékletértékek, ezáltal is elkerülve a túlméretezést és így egy gazdaságosabb és kisebb berendezéssel is megoldható a fűtés. A következő ábrán látható (26. ábra) 'B' pontból kiinduló és az emelkedő külső hőmérséklettel növekvő lineáris egyenes a hőszivattyú teljesítményváltozása, míg a 'C' pontból kiinduló és az emelkedő külső hőmérséklettel csökkenő lineáris egyenes az épület hőigényváltozása. Az ábrán a 'D' pont olyan névleges teljesítményű hőszivattyú, amely a gyártó által megadott $+7^{\circ}\text{C}$ -on az épület fűtési igényét ('C' pont) meghaladja, azonban a

méretezési -15°C külső hőmérsékleten a választott hőszivattyú leadott teljesítménye ('B' pont) kisebb, mint az épület fűtési igénye ('C' pont).



26. ábra: Bivalens üzem (Ádám et al. 2013.)

A két teljesítményvonal metszéspontja a bivalens pont, ami a -10°C körüli külső hőmérsékletnél található. Ez azt jelenti, hogy a -10°C külső hőmérséklettől melegebb hőmérsékleti értékek esetén a hőszivattyú önállóan is képes kifűteni az épületet. Magyarországi viszonylatban ez azt jelenti, hogy a téli időszak 70-80%-ban lehet hőszivattyúval fűteni kiegészítő fűtés nélkül, és a választott berendezés kisebb, olcsóbb, csendesebb, mint a monovalens fűtési mód esetén. Ha a külső hőmérséklet olyan alacsony, hogy a hőszivattyú már nem képes önállóan kifűteni az épületet, akkor vagy rásegítő vagy helyettesítő fűtésre van szükség. Ez lehet párhuzamos kiegészítő fűtés, vagy alternatív fűtés.

Az alternatív fűtés esetén a hőszivattyút teljesen kikapcsolják és egy másik fűtési módra állnak át. Ez meglévő épületeknél a korábbi meglévő hagyományos fűtési mód, ami általában kazánfűtés. A rásegítő fűtésnél a hőszivattyú folyamatosan üzemel, és a hiányzó teljesítményt pótolják a kiegészítő fűtéssel, azaz a két rendszer párhuzamosan működik, amíg szükséges.

Figyelembe kell venni a különböző fűtési módok esetében az eltérő üzemeltetési hőfoklépcsőket is. Ezekben az esetekben össze kell hangolni a $70/80^{\circ}\text{C}$ -on működő kazánt, a $35/40^{\circ}\text{C}$ -on működő hőszivattyúval, ami nem egyszerű feladat.

A legegyszerűbb az elektromos kiegészítő fűtés, ami a keringtetett vizet felfűti a megfelelő hőmérsékletre, amennyiben a hőszivattyú teljesítménye már nem elegendő. A levegős hőszivattyúkba a gyártók már beleépítik az elektromos kiegészítő fűtést, ami használható rásegítésként, vagy akár tartalék fűtésként is. A működése automatikus, így a felhasználónak semmit nem kell tennie, hogy az elektromos kiegészítő fűtés elinduljon. Ugyan az elektromos fűtés nem hatékony, viszont a -10°C alatti hőmérséklettartományon a hazai viszonyokat ismerve keveset kell üzemelnie, így megemelkedett üzemeltetési költséggel nem kell számolni. Fontos megjegyezni, hogy amennyiben a bivalencia pontot túl magas hőmérsékletre

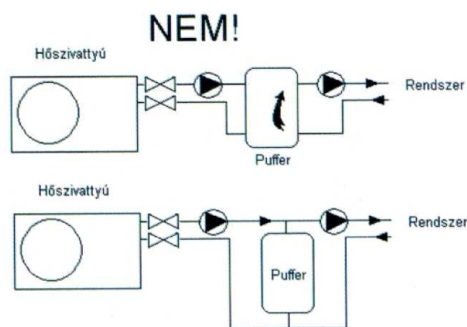
határozzák meg, akkor a tisztán elektromos fűtés kerülhet előtérbe, ami a hőszivattyú eredményeit rontja. Ezáltal a működése gazdaságtalan és nem környezetkímélő.

A berendezések kiválasztásánál az adott helyzetnek megfelelően mérlegelni kell, hogy kisebb hőszivattyút választunk kedvezőbb beruházási költséggel, de gazdaságatlanabb üzemeltetéssel. Avagy nagyobb berendezést választunk magasabb beruházási költséggel, viszont kedvezőbb üzemeltetéssel.

Kivitelezés

A levegős hőszivattyúk telepítésénél és kivitelezésénél a kültérben elhelyezett készülék helyét jól meg kell választani, ugyanis a kompresszor zaja zavaró lehet a felhasználónak vagy a szomszédoknak. Ha a hőszivattyú hűtésre is alkalmas, akkor a vezetékeket páradiffúzió mentes hőszigeteléssel kell ellátni.

A hőszivattyús rendszerek esetén a hidraulikus váltó hőfoklépcső romlást okoz, ami rontja a hatékonyságot. Mivel a hőszivattyú érzékeny az áramlás kimaradásra, vagy hidraulikai zavarra, ezért a leválasztás úgy kell megoldani, hogy az a legkisebb visszakeveredéssel járjon, melyet az alábbi ábra (27. ábra) mutat be.



27. ábra: Hőszivattyú hidraulikus kapcsolása a szekunder rendszerhez (Ádám et al. 2013.)

A berendezéseket leggyakrabban kültérben helyezik el, így a fagyvédelemről gondoskodni kell. Amennyiben a készülék hűtésre is alkalmas a téli időszakban a csak hűtési berendezéseket lehet üriteni, mivel ezeket egyébként sem használják ilyenkor. Ha a hőszivattyú osztott (split) rendszerű, akkor a kültéri egység van csak kültérben, és mivel ebben nem kering víz csak hűtőközeg, ezért nem kell tartani az elfagyástól. Amennyiben szükséges, úgy a fagyvédelemről gondoskodni kell, ami lehet passzív vagy aktív.

Passzív fagyvédelem

Passzív fagyvédelem esetén fagyálló folyadékkal kell feltölteni a rendszert, ami a hatékonyságot kicsit rontja. Viszont biztonságot nyújt az elfagyás ellen, amikor a berendezés ki van kapcsolva, áramszünet esetén vagy ha elromlott. Annak érdekében, hogy ne a teljes rendszert legyen szükséges fagyálló folyadékkal feltölteni egy leválasztó hőcserélővel szokás a rendszert szétválasztani. Így csak a kültérben lévő hőszivattyú kört kell feltölteni

fagyállóval. Hátránya, hogy szükséges egy másik keringtető szivattyú is, ami rontja a hatékonyságot, a hőcserélőn hőfoklépcső veszteség jelentkezik, és növeli az üzemeltetési költségeket.

Aktív fagyvédelem

Aktív fagyvédelem esetén elektromos kísérőfűtést építenek ki. Elektromos kísérő fűtéssel kell ellátni a szabadban lévő csőszakaszokat és a vizes kondenzátor felületét. A kísérő fűtés megelőzi az elfagyást egy esetleges leállás, vagy meghibásodás esetén, amennyiben van áramellátás. Azonban, ha áramszünet van, akkor a hőszivattyú és a kísérőfűtés sem működik, így fennáll az elfagyás veszélye. Kis rendszereknél ez a veszély kiküszöbölhető bizonyos időre, ha a kísérő fűtés szünetmentes tápról van ellátva, azonban hosszabb áramszünet esetén ez sem védi meg a rendszert az elfagyástól.

Leolvasztás

Kivitelezésnél a kültéri egységek telepítésekor fontos, hogy a berendezéseket lehetőség szerint a megfelelő szilárd alapra, és a rezgéselnyelő lábazatra helyezték el. A vízdali csatlakozások bekötéseit ajánlott rezgéselnyelő kompenzátorokkal bekötni. A levegős hőszivattyúk telepítésénél fontos arra is figyelni, hogy a berendezés elpárologtatója fűtési üzemmódban a lederesedik, melyet a készülék leolvaszt. A leolvasztásból keletkezett csurgalékvizet el kell vezetni, mert amennyiben a csurgalékvíz elvezetése nincs megoldva, úgy jégburok keletkezik a hőszivattyú környezetében, legrosszabb esetben az elpárologtatót is károsíthatja. Amennyiben a csurgalékvizet elvezető csővezeték hosszától függően érdemes elektromos kísérőfűtéssel ellátni, megakadályozva a víz elfagyását a vezetékben.

2.6. HASZNÁLATI MELEGVÍZ TARTÁLYOK ÉS RENDSZEREK

A használati melegvizet különböző módokkal lehet előállítani, központi fűtés esetén a kazán, míg elektromos fűtés esetén villanybojler állítja elő a melegvizet. Esetenként önálló gázüzemű bojler is gondoskodhat a használati melegvízről.

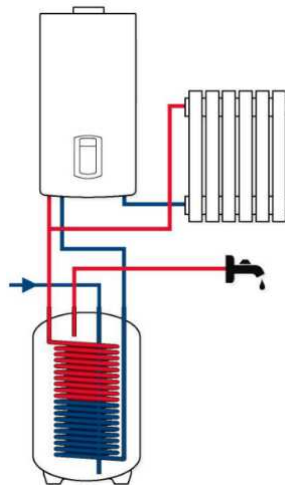
2.6.1. GÁZKAZÁN ÉS MELEGVÍZTÁROLÓ

A gázkazán felmelegíti a vizet, amely ezután egy melegvítárolóba kerül. Melegvítároló kapacitása a napi melegvíz szükséglettől függ. A tároló a kazánnal szervesen együtt működik, ezért azonos helyiségbe szokták felszerelni. Persze más helyiségbe is fel lehet szerelni.

Amennyiben a tartályban lévő melegvíz el kezd hűlni, akkor a hőfokszabályozó melegíteni kezd, ezáltal folyamatosan rendelkezésre áll a melegvíz.

Ezeknél a rendszereknél lehetőség van arra, hogy kiépítésre kerüljön egy cirkulációs vezetékrendszer, ezáltal elkerülhető a vízpazarlás. Tehát ez azt jelenti, hogy amikor

megnyitják a csapot, akkor azonnal melegvíz folyik ki rajta. Ez a rendszer nagyon kényelmes, komfortos és gazdaságos.

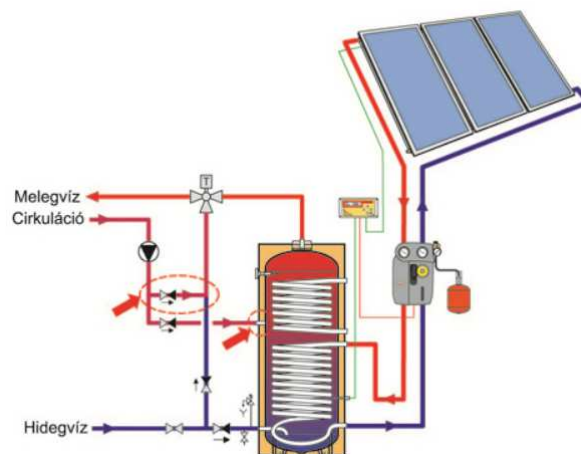


28. ábra: Gázkazán és melegvítároló (Műszaki üzembehelyezési utasítás és felhasználói kézikönyv)

2.6.2. HMV ELŐÁLLÍTÁSA NAPKOLLEKTORRAL

A tetőre telepített napkollektor a Nap energiáját hasznosítja. A napsugarak egy speciális bevonatú hőelnyelő felületre jutnak, a kollektorok hátfelületén található csőhálózatban kering a hűközlő folyadék (víz-glikol fagyálló keverék), ami felmelegíti a tartályban lévő használati melegvizet (29. ábra). Ezek alapján a melegvíz akkor használható, amikor szükséges.

Nagyon gazdaságos a rendszer, mivel megújuló energia hasznosításával állítja elő a használati melegvizet, vagy fűti a medence vizét. Nemcsak a melegvíz előállítására alkalmas a napkollektor, hanem a fűtés rásegítésére is használható. (Varga, 2011.)



29. ábra: HMV előállítása napkollektorral (Varga, 2011.)

2.6.3. HŐSZIVATTYÚS RENDSZEREK

A 2.5 fejezetben bemutatott hőszivattyús rendszerek alkalmasak használati melegvíz előállítására, és költségcsökkentés miatt, valamint a beruházási költség gyorsabb megtérülése érdekében célszerű ennek betervezése is.

Vannak azonban olyan hőszivattyúk is, melyek csak használati melegvíz előállítására alkalmas, ez a HMV-hőszivattyú. Ezek a hőszivattyú típusok a külső hőt használják fel a melegvíz előállítására, így a HMV előállítása igen energiahatékony lehet. Ha a hőszivattyús rendszert összekötjük napkollektorral, akkor még kedvezőbb energiahatékonyssággal lehet a használati melegvizet előállítani. Ezzel a párosítással a rendszer képes melegvizet előállítani az őszi, tavaszi és nyári időszakok minden napszakában. A HMV-hőszivattyú 25%-ban használ elektromos áramot, 75%-ban a levegőből von ki hőenergiát, így tiszta, csendes, költséghatékony és környezetbarát megoldása a használati melegvíz előállításának. Ugyan a többi hőszivattyú típushoz képest alacsonyabb bekerülési értékkel bír a HMV-hőszivattyú, azonban a befektetés megtérülése nagyon gyors, mert az üzemelési hatásfoka 100%-os. (<https://ferencziepuletgepeszet.hu>)

A HMV-hőszivattyú -5°C külső hőmérsékletig használható, ennél alacsonyabb külső hőmérsékletnél fűtőszál készíti el a meleg vizet. A tároló felett kell elhelyezni minden esetben a hőszivattyúrészt. A hőszivattyú levegőutánpótlását külső térből vagy olyan belső térből kell biztosítani, amit nem szükséges utólagosan fűteni. Egy 120 literes hőszivattyúnak óránként 150 m^3 levegőre van szüksége. $10+10$ méter lehet a maximális beszívási és elvezetési hossz. 150 literes űrtartalomig a kompresszorok mérete 250 W. 150 literes űrtartalom felett a kompresszor mérete 600-900 W. A tároló külső palástjára van feltekerve a hőcserélő. Itt jön létre a kondenzáció, azaz a gáz halmazállapot, folyékony halmazállapottá alakul izobár állapotban. A folyadék, a gáz és a beszívott külső levegő hőmérsékletét szondák figyelik. Vannak intelligens hőszivattyúk, melyek öntanuló funkcióval rendelkeznek. Ez azt jelenti, hogy kéthetente újratanulja, hogy mikor használta a berendezést a végfelhasználó, és a hőszivattyú csak azokra az időkre próbálja a teljes űrtartalmat felfűteni. Ezzel a funkcióval közel 10%-os megtakarítást is elérhetünk pluszban. A napi és heti programozással pedig a komfortérzet tovább növelhető. (vgf szaklap: XIV. évfolyam 2013/10.)

3. A TERVEZÉSI FELADATBAN VIZSGÁLT ÉPÜLET ISMERTETÉSE

Budapest északi (30. ábra) részén 2006-ben épült szinteltolósos épület adott épületrészeit vizsgáltam. Az épület falazata téglá, a nyílászárók fakeretesk kétrétegűek, a fűtés radiátoros kialakítású gázfűtés. Az épületben 124 akadálymentes apartman, étterem, konyha, társalgó, könyvtár, orvosi rendelő, uszoda és tornaterem található.



30. ábra: Épület elhelyezkedése (<https://www.google.com/maps>)

Az épületben található konyha nagyjából 150 adagos főzőkonyha, melynek gáz fogyasztóinak összes teljesítménye 50 kW.

Az épület rendelkezik gázkazánnal, mellyel a fűtést és a használat melegvíz előállítását lehet kiszolgálni. Az épület Keleti szárnyában a +2,85 szinten található a kazánház. A kazánházban található 3 db Viessmann VITOGAS 100 GS1 típusú kazán, melynek névleges hőteljesítménye egyenként 132 kW. Itt található még 3 db használati melegvíz tartály, 2 db szolár tároló tartály, fűtési és rendszer keringtető szivattyúk, HMV töltő és cirkulációs szivattyúk, 2 db lemezes hőcserélő, 3 db hőmennyiségmérő, 5 db zárt tágulási tartály. A meglévő fűtési rendszer kétsőves rendszer, melynek központja a kazánház. Az előremenő

csövek innen indulnak, a visszatérő csövek pedig ide érkeznek. A vezetékeket a szintek között faláttöréseken vezették át, majd juttatták a hőleadókhoz.

Adatszolgáltatásként kapott, fűtési rendszert ábrázoló alaprajzokon (GF-1, GF-5 jelű alaprajzok) F jelű raszternél található faláttörésnél padlófűtéshez csatlakozik a vezeték, melyet a GF-3 és GF-7 jelű alaprajz szemléltet. Padlófűtés az előcsarnokban és a kápolnában lett kiépítve.

Az uszoda melegvíz készítése elkülönül a fűtési rendszertől, ennek központja a Keleti szárnyban a -5,70 szinten található gépházában történik.

A vezetékméret a következők: 1/2"; 3/4"; 1"; 1 1/4". A következő táblázatban a teljes épületben található hőleadókat foglaltam össze (**4. táblázat**).

4. táblázat: A teljes épület hőleadóinak száma

Hőleadók száma [db]			
	Lakóterek	Közösségi terek	Személyzeti terek
+2,85	31	29	8
+0,00	87	52	12
-2,85	115	38	17
-5,70	48	33	-

Alternatív rendszerek is beépítésre kerültek, melyek a megújuló energiákat hasznosítják. Ezek a következők: egy napkollektoros rendszer lett telepítve az épületre, mely a használati melegvíz előállítására alkalmas, valamint egy levegő-folyadék hőszivattyús rendszer is kiépítésre került, mely a fűtést és a használati melegvíz előállítására szolgál. A levegő-folyadék hőszivattyús rendszerhez szükséges egy kiegészítő rendszer is a téli hidegebb napokon, mert a radiátoros fűtés esetében az előremenő víz hőmérséklete magasabb, mint a felületi fűtési rendszerek esetében. Valamint szükséges a használati melegvíz előállításának kiegészítésére is egy plusz fűtési rendszer.

A megújuló energia felhasználásánál az épületben kialakított meglévő hálózathoz is számoltak az előbb említett problémákkal, éppen ezért kombinálták a hőszivattyús fűtési rendszert napkollektorral. Ebben az esetben a vizet melegítő támogató napkollektor üzemeltetése nagyon hasznos lenne primerenergetikai szempontból, mert minden napenergiával előállított kWh-hoz tulajdonképpen zero primerenergiaráfordítással juthatunk hozzá. Mivel a napkollektor megújuló energiatechnika, ezért nincs CO₂-kibocsátása sem. A meglévő rendszer szabályozásánál és hidraulikai kialakításánál az alábbi követelményeket vették figyelembe:

- a hőszivattyú leadott teljesítménye viszonylag kicsi, ezért a használati melegvíz előállítására éjjel, vagy néhány órával a melegvíz felhasználás előtt kerül sor, főként

az olcsóbb éjszakai díjszabás miatt. Ezek miatt a hőszivattyú csak a kisebb fedezeti arányra kialakított napkollektor által nem biztosított hő utánfűtését végzi el.

- Mindkét technika azonos tárolóra dolgozik, és a tárolóba a hőszivattyú a napkollektor fölött köt be. Ezzel biztosítjuk, hogy a napkollektor az egész tárolót felfűtse. Amennyiben a napkollektor nem melegíti fel kellőképpen az ivóvizet – ez télen fordulhat elő – akkor a hőszivattyú csak a tároló felső részében található felhasználható víz utánfűtését biztosítja.

Felmerül a kérdés, hogy a fűtésre miért nem a napkollektor rendszerrel segítenek rá. Nos a levegő-folyadék hőszivattyú éves munkaszámát csökkentenék vele, mivel ez a szám nagymértékben függ a nyári és átmeneti (tavaszi/őszi) időszakoktól, amikor a teljesítménytényező nagy. Ez a hőszivattyútípus teljesítménytényezőjét befolyásolja a hőforrás, ebben az esetben a külső levegő hőmérséklete, mely az évszakoknak megfelelően ingadozik. Ebből következik, hogy a téli időszakban ennek a hőszivattyútípusnak a teljesítménytényezője kisebb, mint a többi hőszivattyútípusé, a nyári és átmeneti időszakokban pedig nagyobb.

A korábbi években az épület fűtésére és használati melegvíz előállítására is gázt használtak, annak ellenére, hogy az épület rendelkezik napkollektoros rendszerrel és hőszivattyús rendszerrel is.

Mivel a napkollektoros rendszert nem alkalmazták és a karbantartása is elmaradt, ezért a rendszer felújítására lenne szükség, mely igen magas költség lenne. Így ezzel a rendszerrel továbbiakban nem számolok.

Az épület ellátására kiépült levegő-folyadék hőszivattyús rendszer, melyet jelen helyzetben üzembe helyeztek és jelenleg a fűtést és a használati melegvíz előállítását is kiszolgálja. Annak érdekében, hogy a teljes fűtési időszakot képes legyen az épület üzemeltetője csak hőszivattyús rendszerrel megoldani szükséges a rendszer bővítése, és plusz levegő-víz hőszivattyúk kiépítése.

Ezért a továbbiakban a levegő-víz hőszivattyús rendszerrel foglalkozok a diplomamunkámban. Az előző fejezetekben bemutattam a méretezési és a hőszivattyútípus kiválasztásának elveit, említésképpen az engedélyezéssel és kivitelezéssel. A későbbiekben az üzemeltetéssel kapcsolatos fontosabb tudnivalókat is ismertetni fogom, valamint azt, hogy ez a fejlesztés milyen beruházási költségekkel járna, milyen megtérülési idővel lehet számolni.

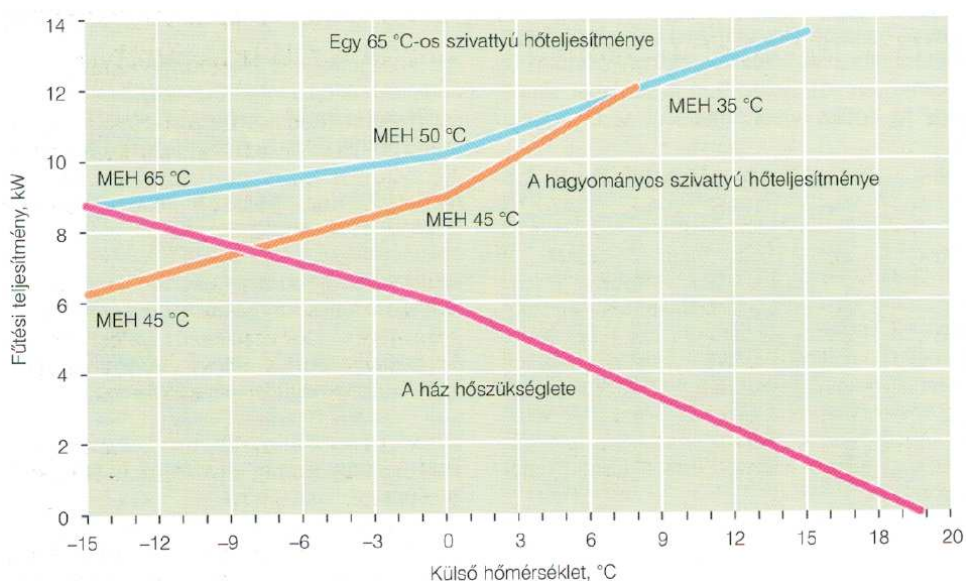
3.1. A VIZSGÁLT ÉPÜLETRÉSZ FŰTÉSE

Az adott épületrészben található hőleadók számát **5. táblázat**ban foglaltam össze.

5. táblázat: A vizsgált épületrész hőleadóinak száma

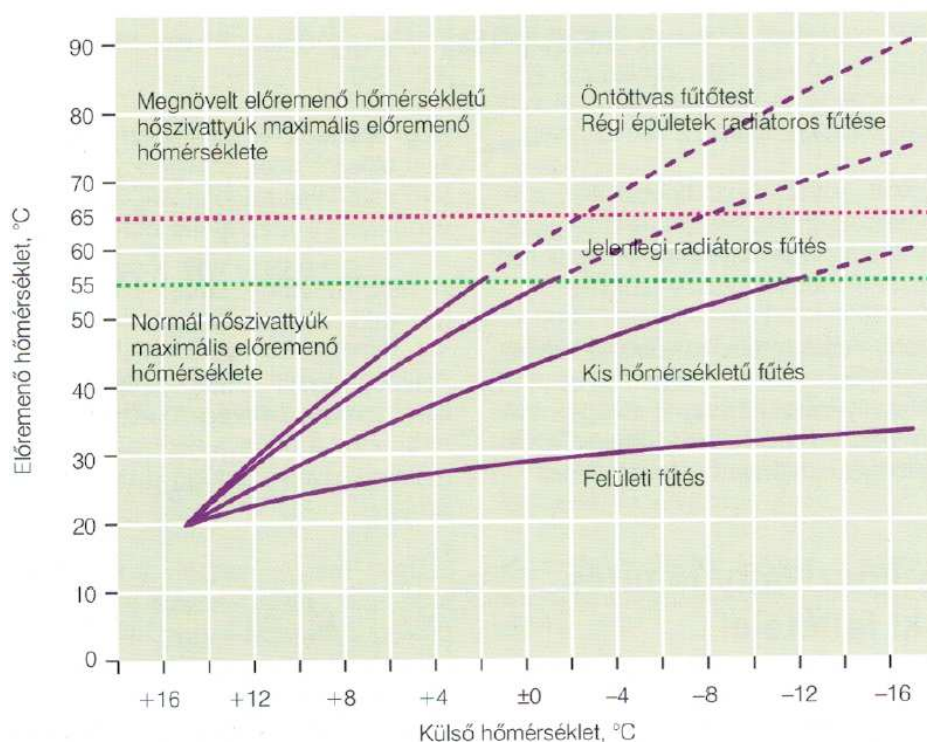
Hőleadók száma [db]			
	Lakóterek	Közösségi terek	Személyzeti terek
+2,85	-	-	-
+0,00	26	14	-
-2,85	48	18	-
-5,70	48	19	-

A vizsgált épületrész helyiségeinek fűtését radiátorok biztosítják. A levegő-folyadék hőszivattyút, nem ajánlják radiátoros fűtések esetén a magas hőmérséklet miatt. Azonban a hőszivattyú kiválasztásakor a meglévő adottságok, és a Beruházó kérését figyelembe véve esett a levegő-folyadék hőszivattyúra. Ezek alapján „magnövelt előremenő hőmérsékletű” levegő-folyadék hőszivattyútípust érdemes választani. Az alábbi ábrán (**31. ábra**) a hagyományos és a magnövelt előremenő hőmérsékletű hőszivattyúk fűtési teljesítményeit hasonlítja össze.



31. ábra Hagyományos és a magnövelt előremenő hőmérsékletű levegő-folyadék hőszivattyú teljesítményeinek összehasonlítása (Dr. Schreier et al. 2009.)

A következő ábrán (**32. ábra**) szintén a hagyományos és a magnövelt előremenő hőmérsékletű hőszivattyút hasonlítjuk össze, a különböző fűtési rendszerek figyelembevételével.

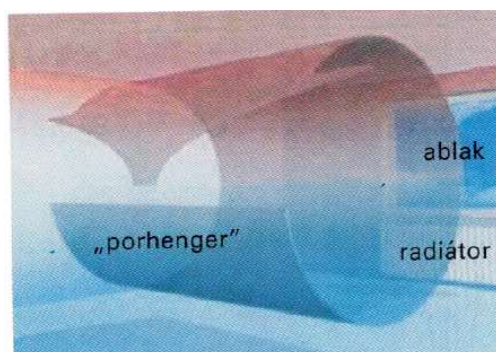


32. ábra: Fűtési jelleggörbék (Dr. Schreier et al. 2009.)

A hagyományos hőszivattyús rendszerek tervezése is szóba jöhet egy meglévő épületnél, amennyiben az épületnek a hőszükségletét csökkentik például hőszigetelés felújításával, és energiatakarékos nyílászárók beépítésével.

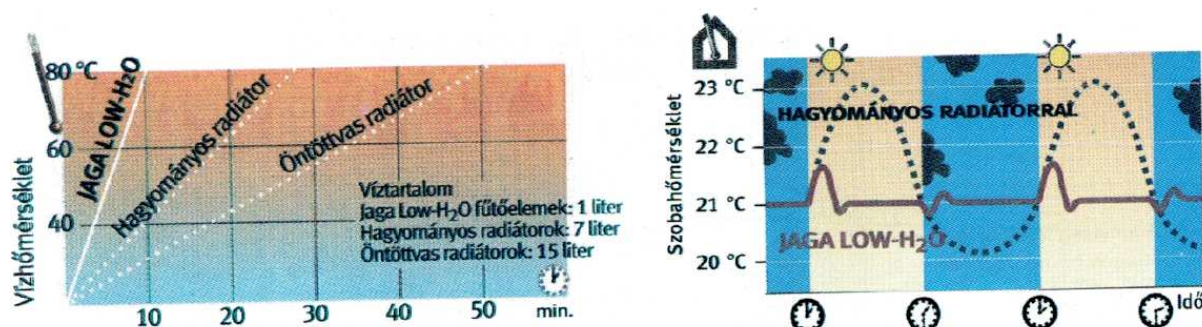
Ahogy azt már említettem a vizsgált épületrész fűtését radiátorok biztosítják. A Magyarországon kiépített fűtési rendszerek esetében (távhő, gáz) használatos radiátorok hőfoklépcsője 90/70 °C, illetve 75/60 °C. A hőszivattyús rendszerek esetében a fejlett országokban már korábban az energiaválság miatt az emberek energiatakarékosságra törekedtek. Így a radiátorok kialakítása is fejlődött, ezek alapján a korszerű radiátorok hőfoklépcsője 55/45 °C, illetve 40/30 °C (Dr. Kraft, 1983.).

Az alábbi ábrán (**33. ábra**) látható, hogy az ablakok alá szerelt hagyományos hőfoklépcsőjű radiátorok hőátadása jelentős részben konvekciós (hőáramlásos).



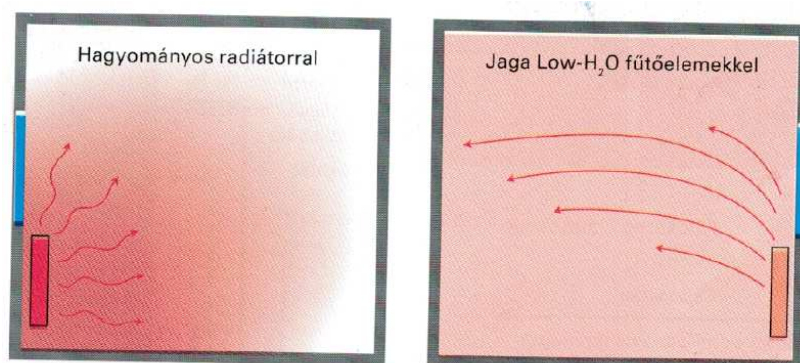
33. ábra: A helyiségben a hőleadó által gerjesztett légáram hagyományos hőfoklépcsőjű radiátoros fűtések esetén (Komlós et. al. 2009.)

Ahhoz, hogy a radiátorok hőfoklépcsője csökkenthető lehessen szükséges volt a fejlesztések során a radiátorok szerkezeti kialakításának megváltoztatása is. Így az energiahatékonyság és a megújuló energia hasznosításának az elterjedésével, előszeretettel alkalmazzák az 55/45 °C és a 40/30 °C hőfoklépcsőjű radiátorokat. Az alábbi ábra (34. ábra) bemutatja a radiátorok, mennyi idő alatt hány fokra képesek felmelegedni, valamint az adott helyiségben milyen hőingadozás játszódik le.



34. ábra: Radiátorok reakcióideje, és a helyiség hőmérséklet ingadozása (Komlós et. al. 2009.; JAGA cég)

A korszerű radiátorok esetében függőlegesen és vízszintesen is egyenletes térhőmérséklet állítható elő (35. ábra). A légsebesség is lecsökken, így megszűnik a hagyományos radiátorok esetében már bemutatott poráram is.



35. ábra: Hőeloszlás a különböző radiátorok esetében (Komlós et. al. 2009.; JAGA cég)

Mindezek alapján, a Beruházónak a későbbiekre nézve, érdemes megfontolni, hogy amennyiben szükséges a radiátorokat is korszerűbb típusokra lecserélik egy későbbi fejlesztés alkalmával.

3.2. A MÉRT GÁZFOGYASZTÁSI ADATOK ISMERTETÉSE

Az előző fejezetben is említettem, hogy az épületben egy nagyjából 150 adagos főzőkonyha üzemel, melynek a gázfogyasztása 200-260 m³/hónapra tehető, így az adatok értékelése során ezen értékek átlagát vettem figyelembe, mely 230 m³/hónap.

A lakók 23-24 °C belső hőmérsékletet tartanak, így ennek is az átlagát 23,5 °C-ot vettem figyelembe a fogyasztási adatok vizsgálata során. A belső hőmérsékleti érték a lakók komfortérzete befolyásolja, ahogyan azt a 2.3.3 fejezetben ismertettem.

3.2.1. A GÁZFOGYASZTÁSI ADATOK ÉRTÉKELÉSE

A kapott adatszolgáltatás alapján az alábbi időszakokat vizsgáltam:

- 2020. október 1. 7 órától – 2020. december 31. 6 óráig tartó időszakot
- 2021. szeptember 1. 7 órától – 2022. november 30. 23 óráig tartó időszakot

A megadott időszakokra beszereztem a hőmérsékleti adatokat a www.metnet.hu oldalról, ezután a gázfogyasztási és a hőmérsékleti értékek alapján végeztem az értékeléseket. Mivel a főzéshez szükséges gázmennyiség nem változik és nem kívánják a konyhai felszereléseket elektromos energiát használó berendezésekre cserélni, így ezen fogyasztási értékek egész évben megjelennek, ezért a fűtési szezon értékei a relevánsak a diplomadolgozat szempontjából. Jelen esetben a használati melegvíz előállítására és a fűtésre használt gázfogyasztási értékek meghatározása fontos a megfelelő hőszivattyú méretezéséhez és kiválasztásához. Az alábbi táblázatban (6. táblázat) a már említett időszakok gázfogyasztási adatait tartalmazza havi bontásban, illetve az adott hónap legalacsonyabb, legmagasabb és átlaghőmérsékleti értékeit.

6. táblázat: Fűtési és HMV fogyasztási adatok

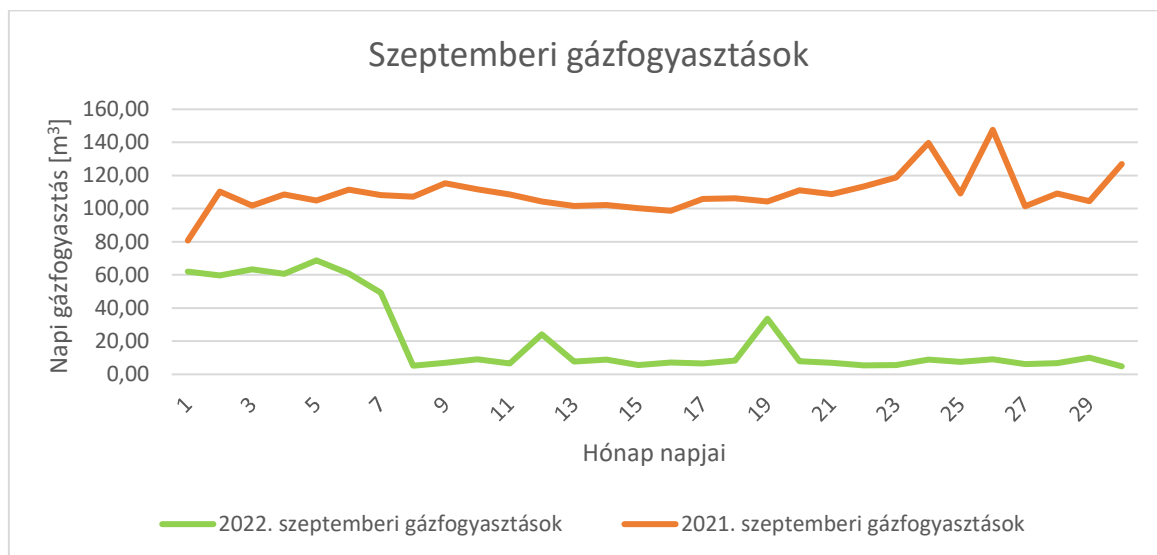
Idő [év/hónap]	Fűtési és HMV fogyasztási adatok [m ³ /hónap]	Hőmérséklet minimum [°C]	Hőmérséklet maximum [°C]	Átlag- hőmérséklet [°C]
2020. október	10589,6	2,1	26,5	11,1
2020. november	15538,8	-5,5	14,2	5,4
2020. december	16646,8	-5,7	11,3	3,7
2021. szeptember	3051,6	5,4	30,3	17,0
2021. október	9195,6	4,1	24,0	11,8
2021. november	13750,5	-4,0	14,6	5,6
2021. december	16791,6	-8,2	9,1	1,4
2022. január	16299,0	-9,0	13,8	1,7
2022. február	12071,1	-6,3	13,9	5,2
2022. március	10674,4	-7,1	22,6	5,1
2022. április	5795,0	-1,4	21,8	9,5
2022. május	3291,9	4,0	31,3	18,0

Idő [év/hónap]	Fűtési és HMV fogyasztási adatok [m ³ /hónap]	Hőmérséklet minimum [°C]	Hőmérséklet maximum [°C]	Átlag- hőmérséklet [°C]
2022. június	2349,2	10,4	36,1	22,7
2022. július	1956,4	11,8	38,3	24,5
2022. augusztus	1606,1	14,2	36,8	24,0
2022. szeptember	403,3	3,1	29,5	16,2
2022. október	159,0	1,5	22,2	12,4
2022. november	2396,5	-2,3	18,3	6,8

A táblázatban szereplő átlag hőmérsékleti értékek az azonos hónapokat figyelembe véve hasonlóak. A gázfogyasztási adatokat összevetve a 2020-as és a 2021-es évben az azonos hónapok esetében hasonló értékeket figyelhetünk meg, míg a 2022-es évben az előző évek azonos hónapjaihoz viszonyítva nagyságrendi eltérések láthatóak. Ezek az értékek abból adódhatnak, hogy ahogy azt már az előzőekben is bemutatam az épület rendelkezik levegő-víz hőszivattyúkkal, melyeket beüzemelték, és ezzel a rendszerrel oldották meg a fűtési és HMV igények nagyobb részét, míg a gáz csak a kiegészítő fűtési és HMV előállító rendszer szerepét tölti be.

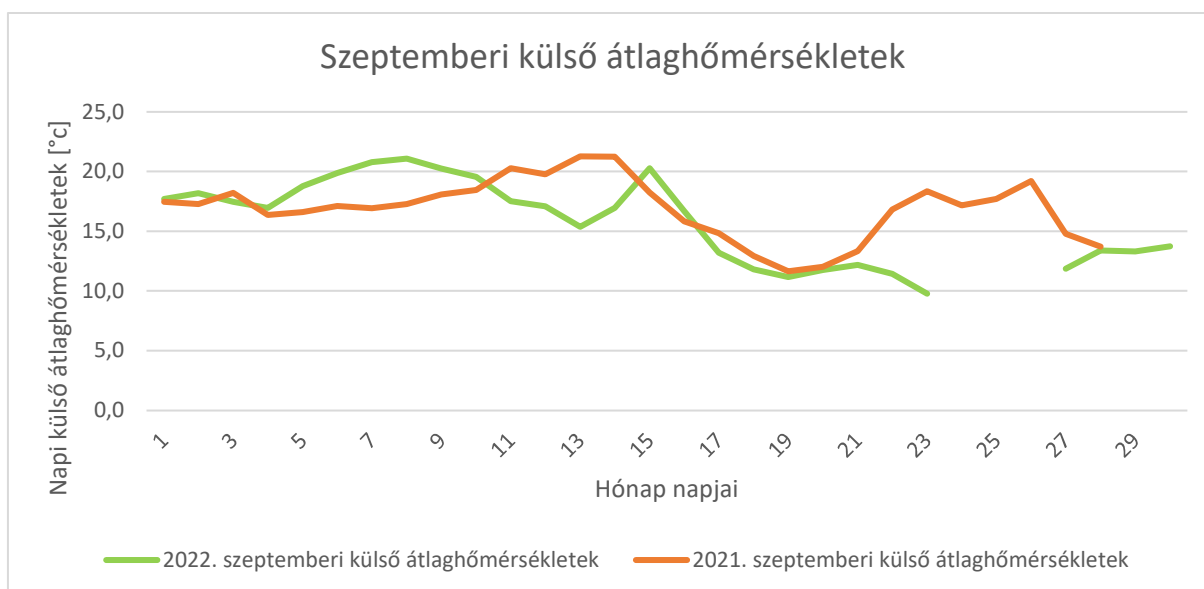
A következőkben diagramok segítségével szemléltetem a 2020-as, 2021-es és 2022-es év azonos hónapjainak napi gázfogyasztási értékeit, valamint ugyanezen évek napi külső hőmérsékleti átlagértékeit. (36., 37., 38., 39., 40., 41., 42. és 43. ábra).

A 2021. szeptemberi gázfogyasztási értékek 80-148 m³ között változnak, míg a 2022. szeptemberi gázfogyasztási értékek pedig 5-69 m³ között. Látható, hogy a két év azonos hónapjainak gázfogyasztási értékei igen eltérőek, ahogyan az a 36-os ábra is szemlélteti. Az adatok összehasonlítása alapján valószínűsíthető, hogy míg 2021. szeptemberében nem használták a meglévő levegő-víz hőszivattyúkat, addig 2022. szeptemberében már beüzemelésre kerültek. Ezért 2022-ben kevesebb gáz felhasználására volt szükség.



36. ábra: A vizsgált évek szeptemberi gázfogyasztási értékei

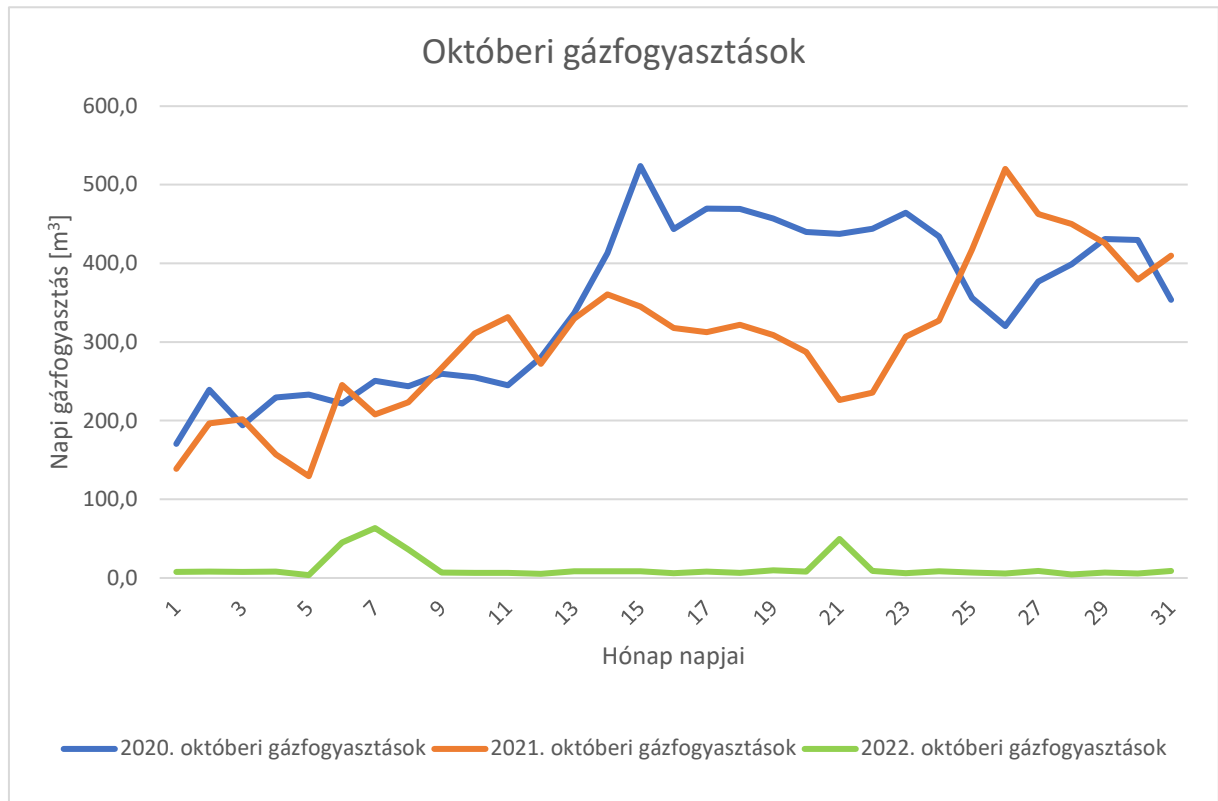
A 36-os és 37-es diagramot összehasonlítva látható, hogy a fogyasztási értékek a külső hőmérsékleti értékeket eltoltan követik. Amikor a külső hőmérséklet csökken, akkor a gázfogyasztás ennek hatására növekszik egy minimális időeltolódással. Illetve, ha a külső hőmérséklet növekszik szintén eltoltan követi a gázfogyasztási érték csökkenése. Ez minden vizsgált év azonos hónapjaiban megfigyelhető, ezért a következőkben már nem kerül leírásra. A 37-es ábrán a napi külső hőmérsékleti átlagokat összehasonlítva látható, hogy nincs igazán nagy eltérés. Mindkét évben hasonlóan alakult a szeptemberi hőmérséklet, ezek alapján is arra a következtetésre jutottam, hogy 2022-es évben a meglévő levegő-víz hőszivattyúk beüzemelésre kerültek.



37. ábra: A vizsgált évek szeptemberi külső átlaghőmérsékletei

A következő ábra (**38. ábra**) a vizsgált évek októberi gázfogyasztásait szemlélteti. A 2020. októberi gázfogyasztási értékek 170-530 m³ között változnak, a 2021. októberi gázfogyasztási

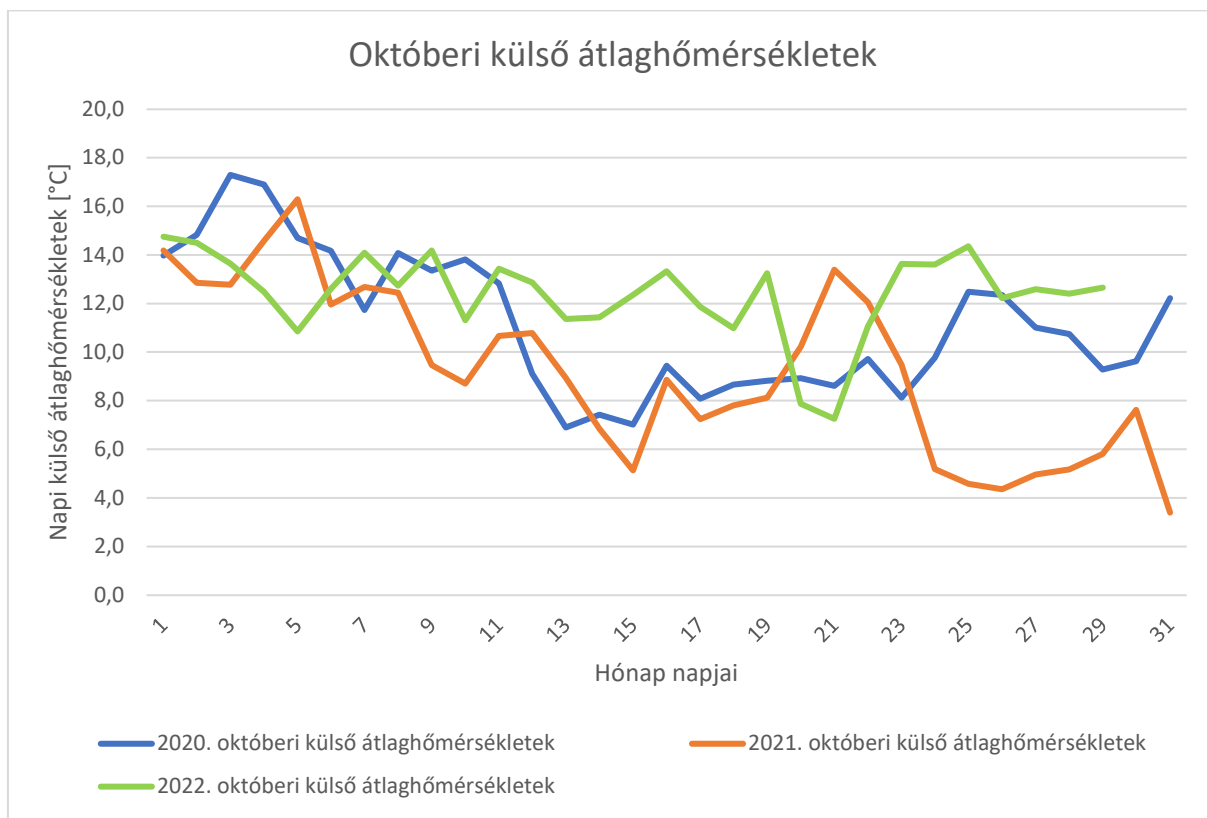
értékek 130-530 m³ között változnak, míg 2022. októberi gázfogyasztási értékek 3,5-63,5 m³ között változnak. Látható, hogy a 2020-as és a 2021-es évben hasonló volt a gázfogyasztás, míg a 2022-es évben jelentősen csökkent a gáz felhasználása. Ezek alapján is arra a következtetésre jutottam, hogy a meglévő levegő-víz hőszivattyúkat használták.



38. ábra: A vizsgált évek októberi gázfogyasztási értékei

A 39-es ábrán a vizsgált évek októberi átlaghőmérsékleti értékeit ábrázoltam. Megfigyelhető, hogy 2020. és 2021. októberében közel azonos átlaghőmérsékleti értékeket mértek, míg a 2022-es év októberében az előző évekhez képest valamivel többször mértek 10°C-nál magasabb hőmérsékleti értéket.

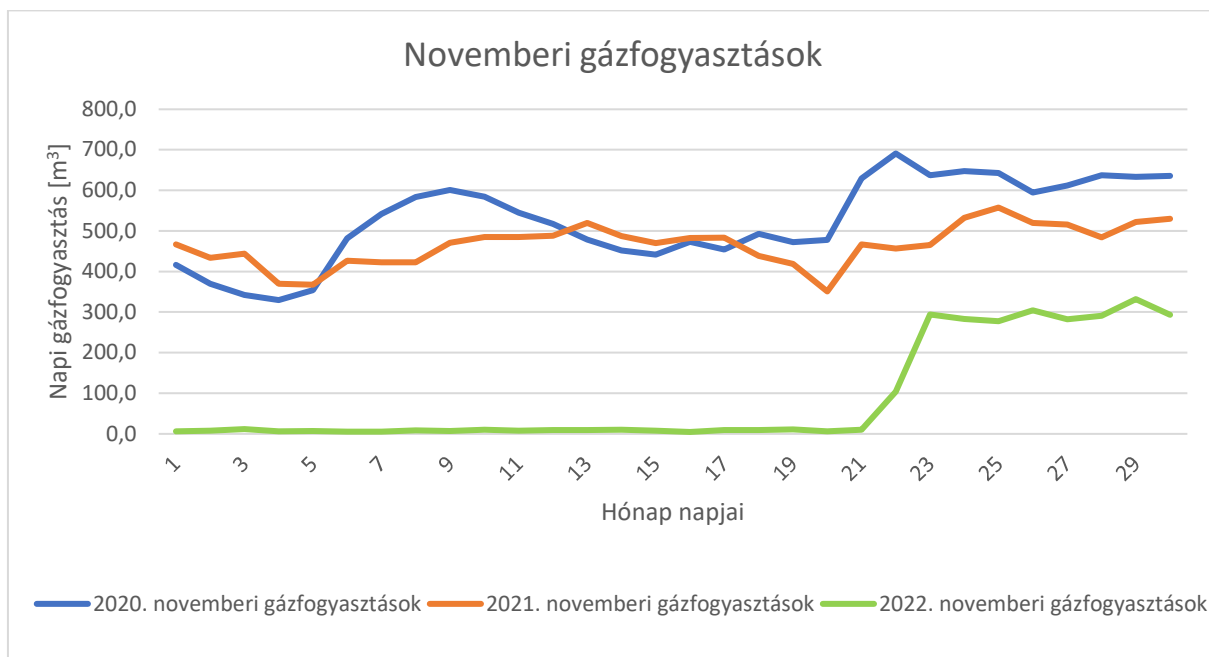
Összességében megfigyelhető, hogy a napi külső hőmérsékleti átlagokat figyelembe véve, ugyan a 2022-es év októbere kissé melegebb volt, mint az előző évek októberei. Azonban a hőmérsékleti értékek a vizsgált évek adott hónapjában jelentős eltéréseket nem mutatnak. Összevetve a gázfogyasztási és külső átlaghőmérsékleti diagramokat a korábban ismertetett következtetésre jutottam, miszerint a meglévő levegő-víz hőszivattyúk üzemeltek.



39. ábra: A vizsgált évek októberi külső átlaghőmérsékletei

A 40-es ábrán látható, hogy a 2020. novemberi gázfogyasztási értékek 300-700 m³ között változnak, a 2021. novemberi gázfogyasztási értékek 350-600 m³ között, míg a 2022. novemberi gázfogyasztási értékek 4,6-350 m³ között változnak.

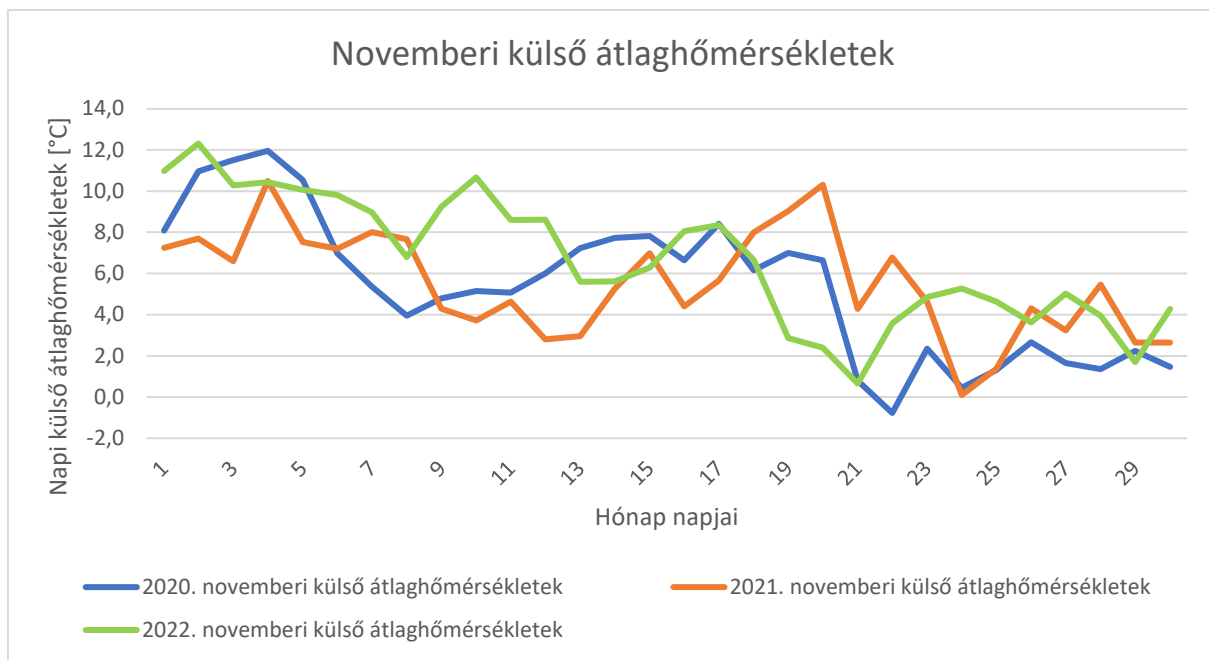
A 2020-as és 2021-es év adott hónapjára a gázfogyasztási értékek hasonlóan alakultak. Ehhez képest a 2022-es évben egészen a hónap 2/3-ig jóval alacsonyabb gázfogyasztási értékek figyelhetők meg, majd a hónap végén a diagramon is látható, hogy a gázfogyasztás jelentősen megugrik. Azonban ez a megnövekedett fogyasztás még mindig alacsonyabb, mint az előző két év azonos napjainak gázfogyasztási értékei. Ezek alapján, mint már az az előzőekben is megállapítható volt, a 2022-es évben a levegő-víz hőszivattyú üzemelt.



40. ábra: A vizsgált évek novemberi gázfogyasztási értékei

Az alábbi ábrán (**41. ábra**) a vizsgált évek november hónapjának napi külső hőmérsékleti átlagait tüntettem fel. Az értékeket összehasonlítva belátható, hogy nincs jelentősebb eltérés a hőmérsékletek között a három év esetében.

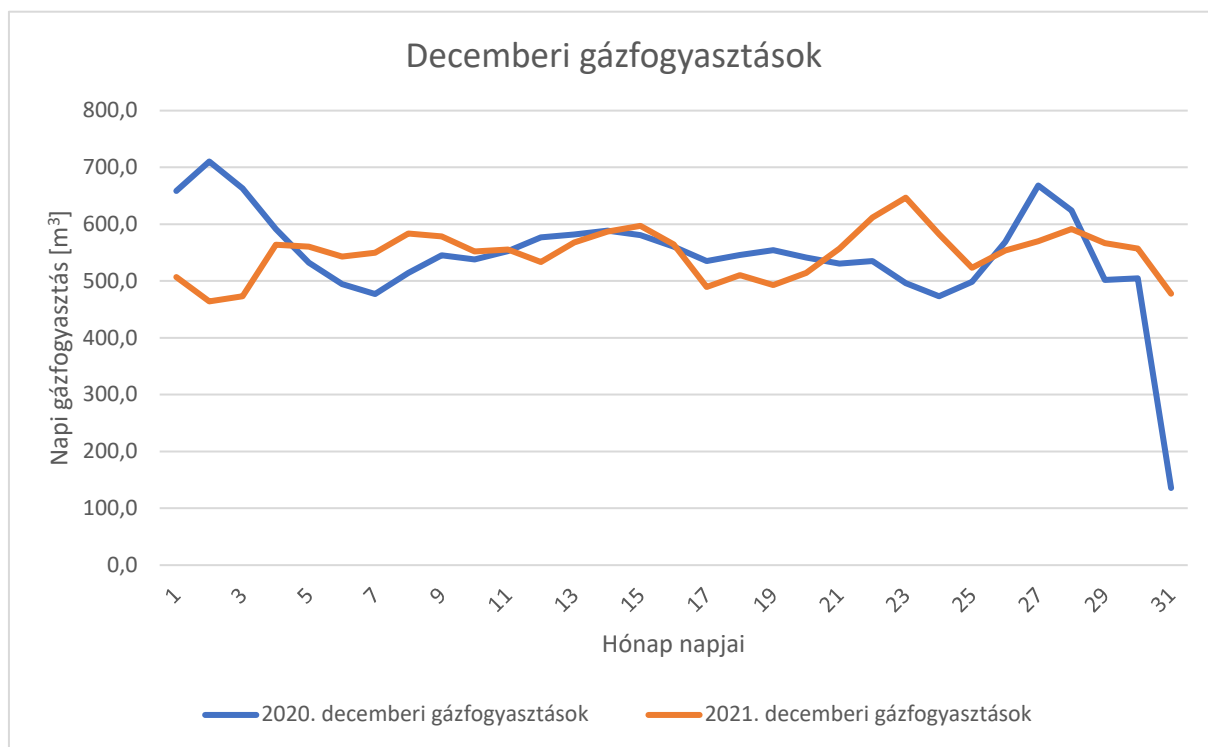
A 40-es és 41-es diagramokat összevetve látható, hogy a hőmérsékleti adatok alapján a 2022-es évben is a gázfogyasztásnak a 2020-as és 2021-es évhez hasonlóan kellett volna alakulnia. Ebből is azt következtettem, hogy a meglévő hőszivattyúk használatban voltak.



41. ábra: A vizsgált évek novemberi külső átlaghőmérsékletei

A 42-es diagramon a 2020. és 2021. decemberi gázfogyasztási értékeket ábrázoltam. A 2020-as évben a gázfogyasztási értékek 400-800 m³ között változnak, míg 2021-ben az értékek pedig 400-700 m³ között.

Az ábrán látható, hogy mindkét esetben a hónap legnagyobb részében a gázfogyasztási értékek 400-600 m³ között változtak. Megállapítható, hogy a fűtési és HMV előállításra szolgáló rendszereket azonos módon használták mindkét év decemberében.

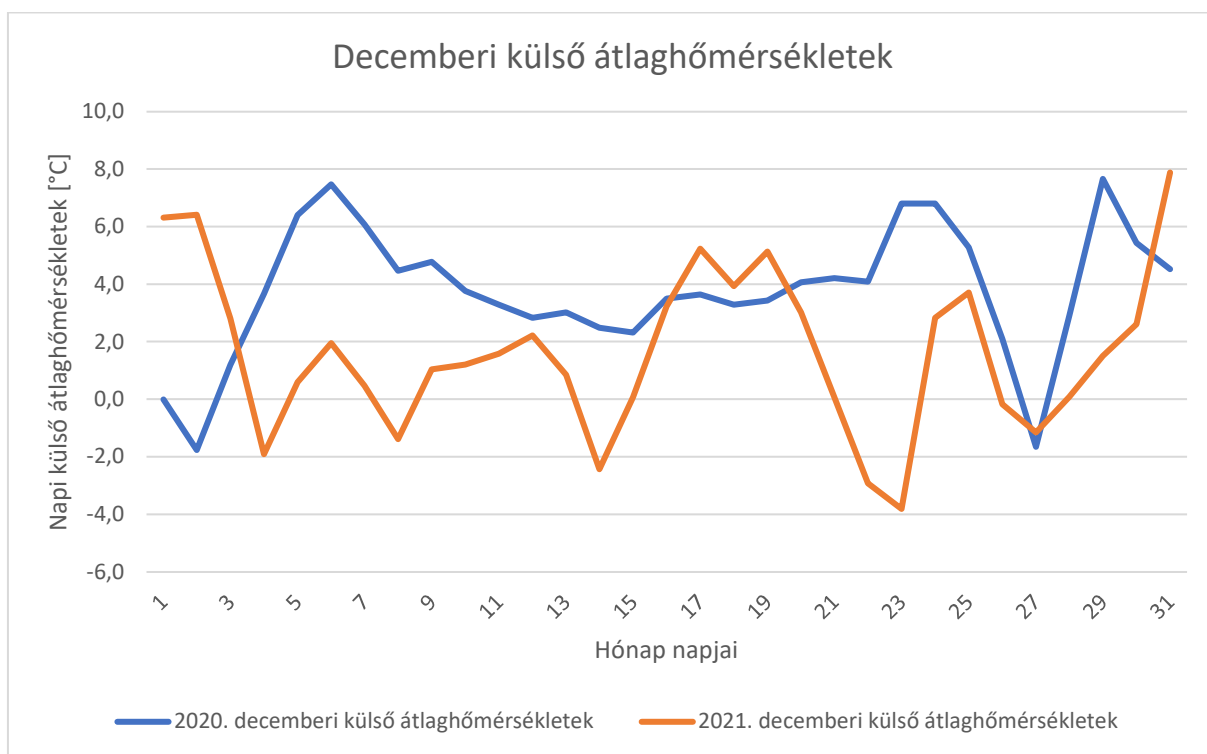


42. ábra: A vizsgált évek decemberi gázfogyasztási értékei

A 43-as ábrán a 2020. és a 2021. decemberi átlaghőmérsékletek láthatóak. Megfigyelhető, hogy a 2020-as év decembere enyhe volt, kevés alkalommal csökkent a napi átlaghőmérséklet 0°C alá. Ehhez képest a 2021-es év decembere hidegebb volt, ahogyan ez az ábrán is jól látható.

A napi külső hőmérsékleti átlagokat és a gázfogyasztásokat vizsgálva, a 2021-ben adott hónapban magasabb gázfogyasztásra számítanánk, mint az előző év ezen hónapjában. Ehhez képest közel azonos volt a két év gázfogyasztása.

A 2020. decemberi gázfogyasztási diagram vége azt mutatja, hogy csökken a gázfogyasztás, pedig a külső hőmérséklet is csökken. Ennek az az oka, hogy a kapott adatszolgáltatásban az adott napra csak a 0:00 órától 6:00 óráig terjedő időintervallumra szerepelnek a gázfogyasztás értékei. Amennyiben további vizsgálatokat is végeznék, akkor ezt a napot csak abban az esetben venném figyelembe, ha az említett időintervallumra készítenék összehasonlításokat.



43. ábra: A vizsgált évek decemberi külső átlaghőmérsékletei

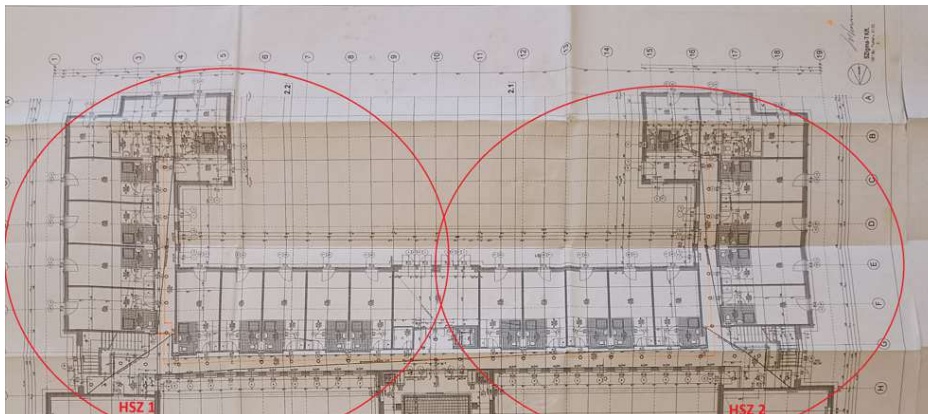
Összességében elmondható, hogy az átmeneti időszakokban a levegő-víz hőszivattyús megoldások rendkívül hatékonyak. Amennyiben a külső hőmérsékleti értékek kedvezően alakulnak a levegő-víz hőszivattyús rendszer tekintetében, ami az adatok értékelése után inkább a 0 °C körül érték jelen épületnél, bár a levegő víz hőszivattyúk bivalens pontja egyes termékek esetében -7 °C, míg más termékeknél pedig -10 °C. Azt is megjegyezném, hogy a levegő-víz hőszivattyúkat inkább felület fűtésekhez ajánlják, ebben az épületben pedig a lakóterekben a hőleadók radiátorok. Mindezek mellett is hatékonyan üzemeltethetőek a levegő-víz hőszivattyúk.

Jelen diplomamunkámban figyelembe vettem más egyéb okok mellett azt is, hogy meglévő rendszerként levegő-víz hőszivattyúk vannak telepítve, és üzemeltetési gyakorlat is megvan ezen rendszerhez.

A későbbiekben látható lesz, hogy a méretezések alapján a bivalens pontok -10 °C körüli értékekre adódtak a vizsgált épületrészeknél. Megvizsgálva a radiátorok szempontjából a bivalens pontot, akkor 0 °C körüli értéket kapunk, amit alátámasztanak az adatsorok értékei is.

4. LEVEGŐ-VÍZ HŐSZIVATTYÚ MÉRETEZÉSE

A diplomamunkámban, ahogy azt a 4. pontban említettem adott épületrésszel foglalkoztam, mely a következő ábrán látható (44. ábra).



44. ábra: Vizsgált épületrész

Az ábrán is látható, hogy a Keleti és Nyugati szárnyaknál külön-külön szeretne a Megrendelő hőszivattyúkat elhelyezni, így a számítást és a méretezést is ennek megfelelően végeztem el. Magyarországon a fűtési rendszereket -15 °C -os külső hőmérsékletre, illetve a belső hőmérséklet a 9/2023. (V. 25.) ÉKM rendelet alapján $18\text{--}24\text{ °C}$ közötti belső hőmérsékletre méretezik. Jelen munkámban a méretezési hőmérsékletek: külső hőmérséklet -15 °C ; belső hőmérséklet: $23,5\text{ °C}$.

Tehát a méretezési hőmérsékletek ismeretében kiszámítottam a hőmérséklet különbséget (dT).

$$dT [\text{°C}] = \text{belső hőmérséklet} [\text{°C}] - \text{külső hőmérséklet} [\text{°C}]$$

A kapott adatokból – melyek a mellékletben megtalálhatóak – a rétegrendnek és a szerkezeteknek megfelelően meghatároztam a hőátbocsátási tényező (U [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$] értékeit. A számítás menetét a falszerkezet értékeivel mutatom be. A teljes szerkezetnek az adatai és számított értékei a mellékletben találhatók.

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \frac{d_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_e}} [\text{W}/\text{m}^2\text{K}]$$

$$U_{fal} =$$

$$= \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0,015}{0,75} + \frac{0,3}{0,155} + \frac{0,003}{0,8} + \frac{0,05}{0,037} + \frac{0,003}{0,84} + \frac{0,003}{0,93} + \frac{1}{24}}$$

$$= 0,29 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$$

$$U_{fal,korr} = 0,29 * (1 + 0,3) = 0,37 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$$

α_i – belső oldali hőátadási tényező

α_e – külső oldali hőátadási tényező

d – szerkezeti réteg vastagsága

λ – szerkezeti réteg hővezetési tényezője

(MSZ EN ISO 6946:1999)

A hőhíd korrekciós tényezője ebben a példában 0,3.

A többi szerkezet korrigált hőátbocsátási tényezőjének értékei az alábbiak.

$$U_{szoba,padló,korr} = 0,42 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{fürdő,padló,korr} = 0,43 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{folyosó,padló,korr} = 0,43 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{padlásfödém,korr} = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Homlokzati üvegezett fa nyílászáró esetében a hőátbocsátási tényező értéke $U_{ablak} = 1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$. A homlokzati vagy fűtött és fűtetlen terek közötti ajtó esetében a hőátbocsátási tényező értéke $U_{ajtó} = 1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$.

A kapott tervlapok alapján szerkezetenként meghatároztam a lehűlő felületek nagyságát.

Ezek alapján szerkezetenként a hőszükségletet kiszámítottam az alábbi egyenlet alapján.

Ebben az esetben is a fal szerkezet értékeivel mutatom be a számítást

$$\dot{Q} = A * U * dT \text{ [W]}$$

$$\dot{Q}_{Kelet,fal} = 577,60 * 0,37 * (23,5 - (-15)) = 8297,45 \text{ W}$$

$$\dot{Q}_{Nyugat,fal} = 532,28 * 0,37 * (23,5 - (-15)) = 7646,47 \text{ W}$$

$\dot{Q}$ – hőszükséglet [W]

A – felület [m^2]

U – hőátbocsátási tényező [$\text{W/m}^2\text{K}$]

dT – hőmérséklet különbség [$^{\circ}\text{C}$]

A számításaim alapján a következő hőszükségleti értékeket kaptam szerkezetenként.

$$\dot{Q}_{Kelet,szoba,padló} = 4590,87 \text{ W}$$

$$\dot{Q}_{Nyugat,szoba,padló} = 3965,93 \text{ W}$$

$$\dot{Q}_{Kelet,fürdő,padló} = 908,55 \text{ W}$$

$$\dot{Q}_{Nyugat,fürdő,padló} = 857,09 \text{ W}$$

$$\dot{Q}_{Kelet,folyosó,padló} = 2045,79 \text{ W}$$

$$\dot{Q}_{Nyugat,folyosó,padló} = 1564,26 \text{ W}$$

$$\dot{Q}_{Kelet,padlásfödém} = 5300,90 \text{ W}$$

$$\dot{Q}_{Nyugat,padlásfödém} = 4488,44 \text{ W}$$

$$\dot{Q}_{Kelet,ablak} = 7247,54 \text{ W}$$

$$\dot{Q}_{Nyugat,ablak} = 7247,54 \text{ W}$$

$$\dot{Q}_{Kelet,ajtó} = 7830,41 \text{ W}$$

$$\dot{Q}_{Nyugat,ajtó} = 5579,04 \text{ W}$$

Az összes határoló szerkezetre meghatározott hőszükségleteket összegezve megkaptam a transzmissziós hőszükségletet.

$$Q_{t,Kelet} = 36221,51 \text{ W}$$

$$Q_{t,Nyugat} = 31348,77 \text{ W}$$

A filtrációs hőveszteséget a következő egyenlet írja le.

$$Q_f = n * V * \rho_{lev} * c_{lev} * (t_b - t_k) \text{ [W]}$$

$$Q_{f,Kelet} = 0,5 * 3846,37 * 1,205 * 1,013 * (23 - (-15)) * (0,000278 * 1000) = 25125,95 \text{ W}$$

$$Q_{f,Nyugat} = 0,5 * 3197,02 * 1,205 * 1,013 * (23 - (-15)) * (0,000278 * 1000) = 20884,19 \text{ W}$$

Q_f – filtrációs hőszükséglet [W]

n – légcsereszám (értéke 0,5) [1/h]

ρ_{lev} – levegő sűrűsége (20 °C-on 1,205 kg/m³) [kg/m³]

c_{lev} – levegő fajhője (20 °C-on 1,013 kJ/kg,K) [kJ/kg,K]

t_b – belső hőmérséklet [°C]

t_k – külső hőmérséklet [°C]

V – légtérfogat [m³]

Ezek után a kapott értékeket összeadva meghatároztam a teljes hőszükségletet, a Keleti és a Nyugati szárnyra külön-külön.

Tehát a hőszükséglet a Keleti szárnyánál 61,35 kW, a Nyugati szárnyánál pedig 52,23 kW. Az épületben található egy 2000 l-es tartály, mely alkalmas használati melegvíz tárolására. Jelen munkámban csak a vizsgált épületrész használati melegvíz ellátásával foglalkoztam. A HMOV igényt fejadag alapján határoztam meg a következő értékek segítségével. A vizsgált épületrészben 56 db apartman található, az egyes apartmanok esetében 50 l/nap HMOV igénnyel számoltam. Tehát a szükséges napi vízmennyiség értéke.

$$V = 56 * 50 = 2800 \text{ l}$$

Ebből kiszámítottam a hőmennyiséget az alábbi képlet alapján.

$$Q_{HMOV} = V * c_w * (t_{kiv} - t_{cw})$$

$$Q_{HMOV} = 2800 * 1,16194 * (55 - 10) = 146404,44 \text{ W}$$

A tartályt egy nap alatt 4-szer szükséges felfűteni, ez alapján a használati melegvíz előállításához szükséges hőteljesítményt az alábbi képlettel számítottam ki.

$$\dot{Q}_{HMOV} = \frac{V * c_w * (t_{kiv} - t_{cw})}{T_{felfűt}}$$

$$\dot{Q}_{HMOV} = \frac{2800 * 1,16194 * (55 - 10)}{6} = 24400,74 \text{ W}$$

$\dot{Q}_{HMOV}$ – melegvíz előállításához szükséges hőszükséglet [W]

V – tároló ürtartalom [kg]

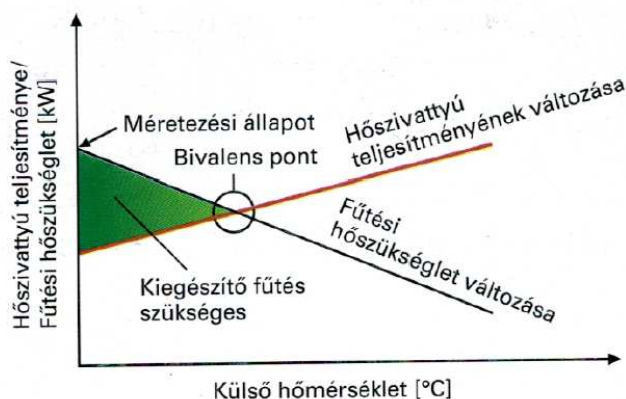
c_w – víz specifikus hőkapacitása (fajhője) [Wh/(kg*K)]

t_{kiv} – kívánt tároló-hőmérséklet [°C]

t_{cw} – hideg víz hőmérséklete [°C]

$T_{felfűt}$ – a referencia periódusok között eltelt idő [h]

Korábbi fejezetekben is említettem, hogy az épületben fűtésre és használati melegvíz előállítására gázkazán is el van helyezve. Eddig főként ezt is használták, annak ellenére, hogy jelenleg is rendelkeznek hőszivattyúkkal. A meglévő gázkazánal is számolva bivalens üzemre terveztem a hőszivattyút (**45. ábra**).

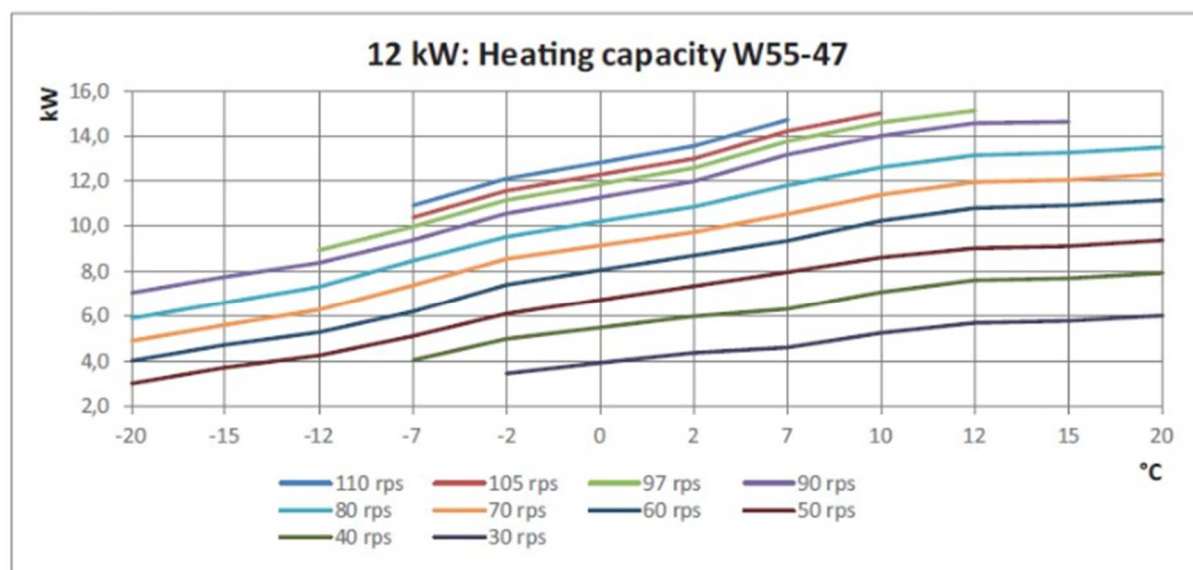


45. ábra: Levegő-víz hőszivattyú üzemmód váltása a bivalens pontnál (Komlós et. al. 2009.; DAIKIN cég)

Az ábrán látható, hogy a függőleges tengelyen a hőszivattyú teljesítményét és a fűtési hőszükségletét ábrázolják, míg a vízszintes tengelyen a külső hőmérsékletet. A fűtési hőszükséglet és a hőszivattyú teljesítményének metszéspontja a bivalens pont. A kiegészítő fűtésre, akkor van szükség, amikor a fűtési hőszükséglet meghaladja a hőszivattyú teljesítményét. A korábbiakban már ismertettem, hogy a hőszivattyú kiválasztásakor figyelembe kell venni, hogy Magyarországon a fűtési időszakokban a legalacsonyabb hőmérséklet -11 °C körül van, és ez sem huzamos ideig.

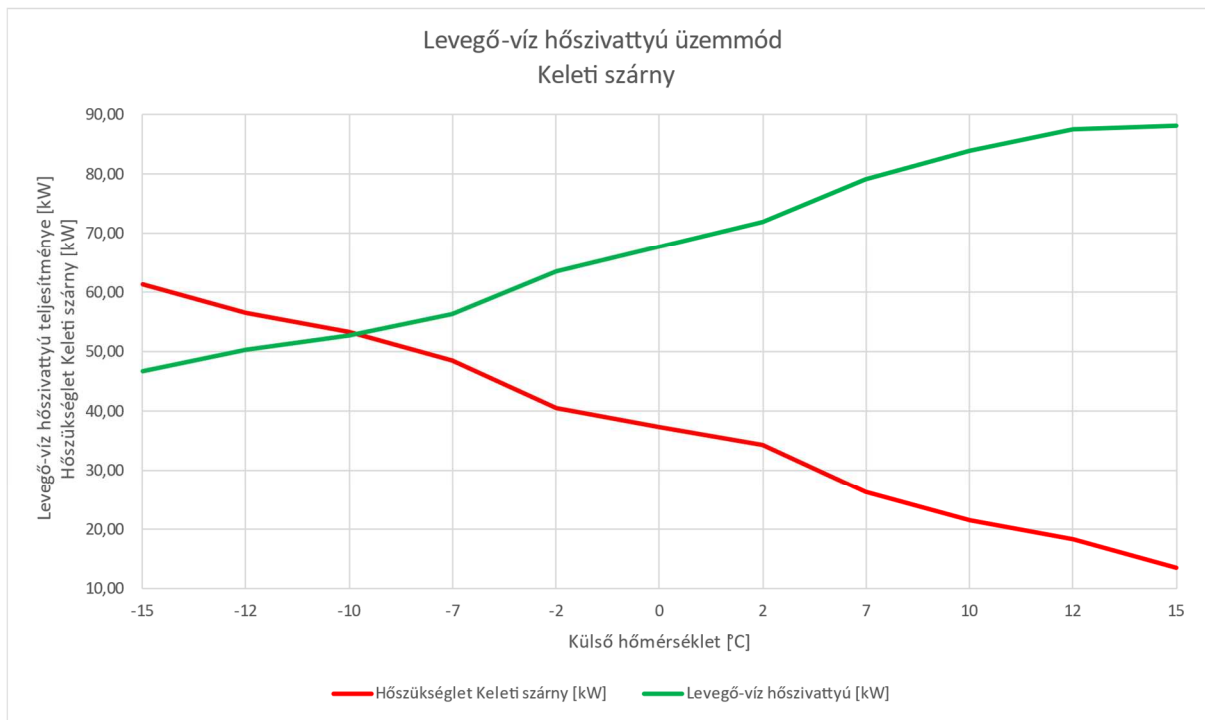
Az alábbi ábrák bemutatják az előzőekben kiszámított hőszükségletek és a hőszivattyú teljesítményét a külső hőmérséklet függvényében. A Keleti szárny esetében a fűtési hőszükséglet előállításához szükséges hőszükségletet 6 db Vaillant aroTHERM plus 125/6 A 400V típusú levegő-víz hőszivattyú képes biztosítani. A 12 kW-os levegő/víz hőszivattyú fűtési teljesítmény diagramját és a hozzá tartozó táblázatot a termékkatalógus tartalmazza (**46. ábra**). A diagramhoz tartozó táblázatból a 90 fordulat/másodperces értékeket ábrázoltam az üzemmód diagramon (**47. ábra**), melyből megállapítható, hogy a bivalens pont -10 °C körül adódott.

							40% red	50% red	60% red		
		110 rps	105 rps	97 rps	90 rps	80 rps	70 rps	60 rps	50 rps	40 rps	30 rps
°C	-20				7,1	5,9	4,9	4,0	3,0		
	-15				7,8	6,6	5,6	4,7	3,7		
	-12			9,0	8,4	7,3	6,3	5,3	4,2		
	-7	10,9	10,4	10,0	9,4	8,5	7,4	6,2	5,1	4,0	
	-2	12,1	11,6	11,2	10,6	9,5	8,6	7,4	6,1	5,0	3,4
	0	12,8	12,3	11,9	11,3	10,2	9,2	8,0	6,7	5,5	3,9
	2	13,6	13,0	12,6	12,0	10,9	9,8	8,7	7,3	6,0	4,3
	7	14,7	14,2	13,8	13,2	11,8	10,5	9,4	8,0	6,3	4,6
	10		15,0	14,6	14,0	12,6	11,4	10,2	8,6	7,1	5,2
	12			15,2	14,6	13,2	12,0	10,8	9,0	7,6	5,7
	15				14,7	13,3	12,1	10,9	9,1	7,7	5,8
	20					13,5	12,3	11,2	9,4	7,9	6,0



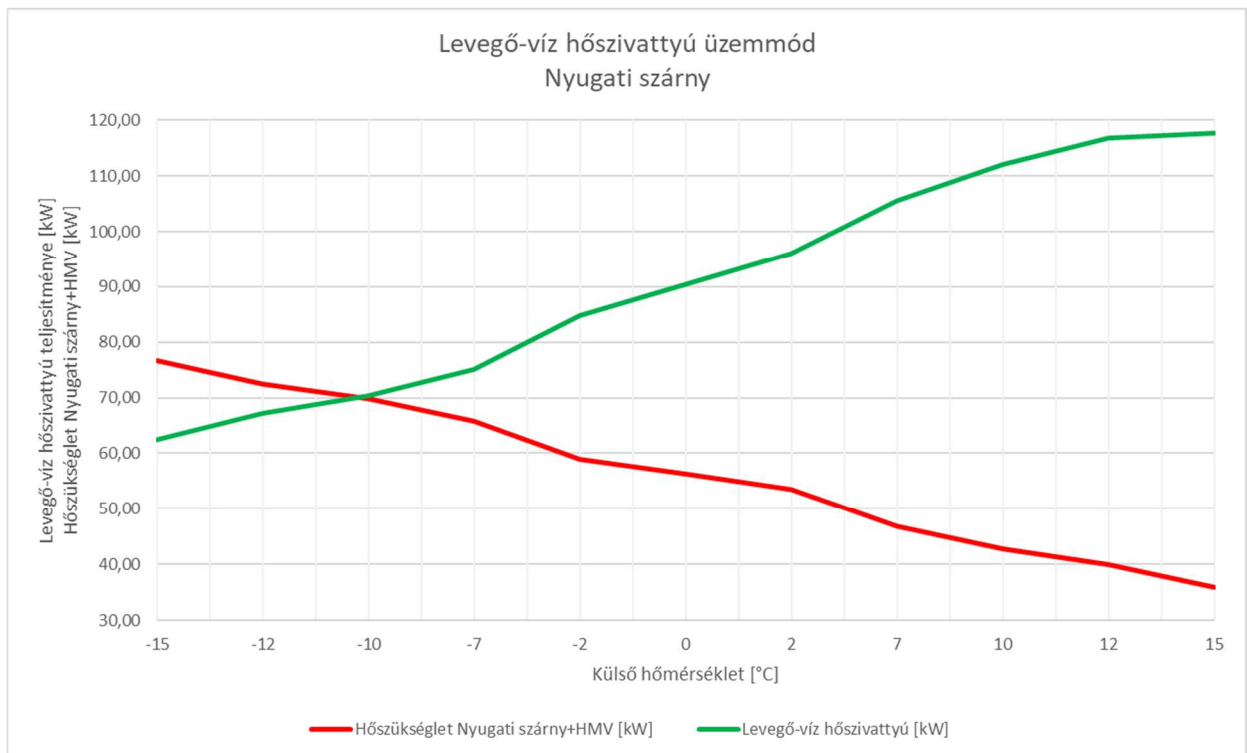
46. ábra: 12 kW: Fűtési teljesítmény W55-47 (Vaillant hőszivattyúk termékinformációk 2021.; www.valliant.hu)

Az **47. ábra** a levegő-víz hőszivattyú üzemmódot mutatja be a Keleti szárny esetében, zöld színnel ábrázoltam a hőszivattyú teljesítményét, és piros színnel a hőszükségletet.



47. ábra: Levegő-víz hőszivattyú üzemmód Keleti szárny

A Nyugati szárny esetében a fűtési hőszükségletet és a HMV előállításához szükséges hőszükségletet 8 db Vaillant aroTHERM plus 125/6 A 400V típusú levegő-víz hőszivattyú képes biztosítani. A 12 kW-os levegő/víz hőszivattyú fűtési teljesítmény diagramját és a hozzá tartozó táblázatot a termékkatalógus tartalmazza (**46. ábra**). A diagramhoz tartozó táblázatból a 90 fordulat/másodperces értékeket ábrázoltam az üzemmód diagramon (**48. ábra**), melyből megállapítható, hogy ebben az esetben a bivalens pont -10°C körül adódott. A **48. ábra** a levegő-víz hőszivattyú üzemmódot mutatja be a Nyugati szárny esetében, zöld színnel ábrázoltam a hőszivattyú teljesítményét, és piros színnel a hőszükségletet.



48. ábra: Levegő-víz hőszivattyú üzemmód Nyugati szárny

Az előzőekben ismertettem, hogy a Keleti szárny esetében csak a fűtési hőszükségletet vettem figyelembe a hőszivattyú darabszámának meghatározásánál. Ezért ebben az esetben puffer tároló űrtartalmát az alábbiak szerint számítottam ki. A kiválasztott termék esetében a kompresszor lekisebb működési ideje 3 perc. A számításhoz az átmeneti időszak hőmérsékleteihez tartozó hőszivattyú teljesítményt vesszük figyelembe. A megengedett hőmérséklet emelés az 55 °C tervezett előremenő hőmérséklet esetében 5K. Ezek alapján az 46. ábra segítségével a 12 °C külső hőmérsékletnél 12 kW fűtési teljesítménnyel számoltam. Mindezek alapján és a Valliant tervezési segédlete szerint a puffer tároló űrtartalma:

$$m_{\text{puffer}} = 12000 \text{ W} * 1 \text{ óra} * 3 \text{ perc} / 1,16194 \text{ Wh/(kg*K)} * 5\text{K} * 60 \text{ perc}$$

$$m_{\text{puffer}} = 103,28 \text{ kg} \sim 104,0 \text{ kg}$$

Tehát 1 db hőszivattyú esetében a puffer űrtartalma 104,0 l. Jelen munkámban a Keleti szárnynál 6 db hőszivattyút terveztem, így a szükséges puffer tároló űrtartalma $6 * 104,0 \text{ l} = 624 \text{ l} \sim 650 \text{ l}$.

A Nyugati szárny esetében a fűtési és a használati melegvíz hőszükségletet vettem figyelembe a tervezés során. A puffer tároló űrtartalmának számítása a Keleti szárnynál bemutatott számítás alapján végeztem ebben az esetben is. Mivel mindkét oldalon megegyező típusú hőszivattyút terveztem be, így a 8 db hőszivattyú esetében a szükséges puffer kapacitás $8 * 104,0 \text{ l} = 832 \text{ l} \sim 850 \text{ l}$.

A 3.1. pontban is ismertettem, hogy a kapott adatokból kigyűjtöttem a vizsgált épületrészben található hőleadókat. Az adatszolgáltatásban a hőleadók teljesítménye is meg van adva, így a vizsgált épületrész hőleadók összteljesítményét összevettem a kiszámolt hőveszteséggel. ezek alapján az alábbi értékek adódtak a Keleti és a Nyugati szárnyra.

$$Q_{Kelet, radiátor} = 69,85 \text{ kW}$$

$$Q_{Kelet, épületrész} = 61,35 \text{ kW}$$

$$Q_{Nyugat, radiátor} = 59,79 \text{ kW}$$

$$Q_{Nyugat, épületrész} = 52,23 \text{ kW}$$

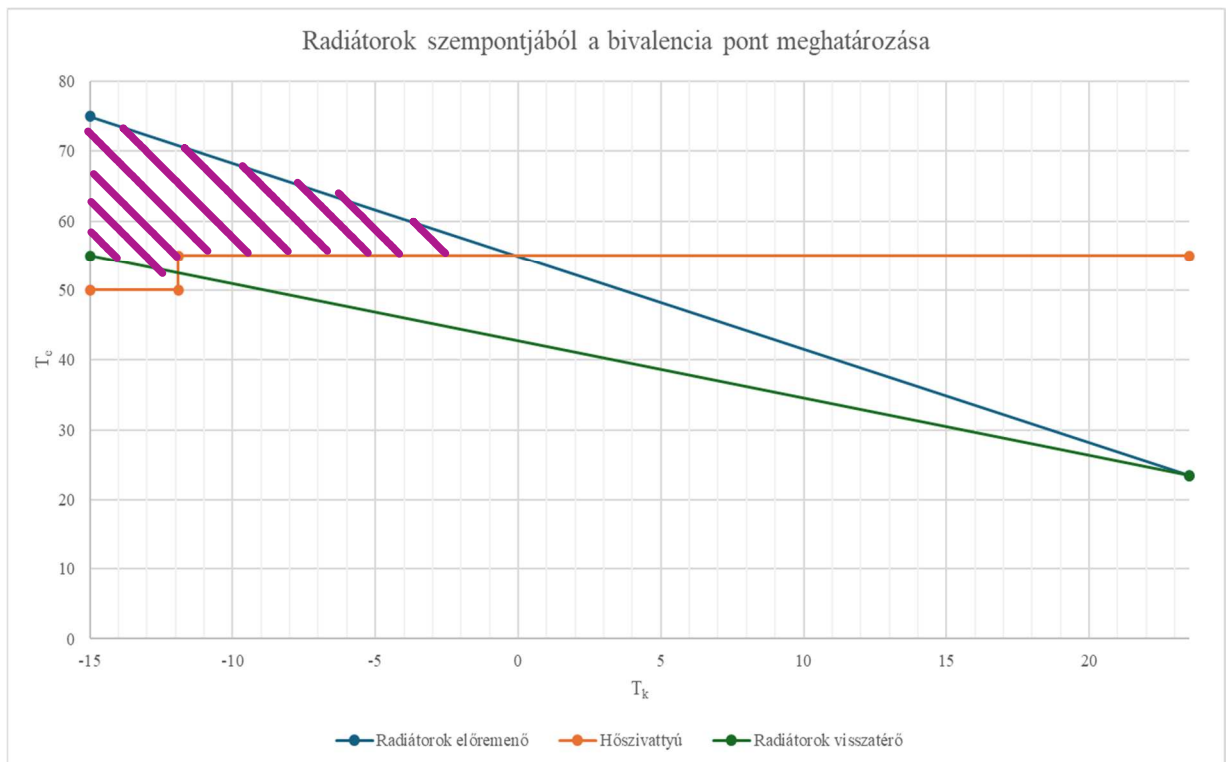
Az eltérés százalékos aránya a Keleti szárnynál 12,2 %, a Nyugati szárnynál pedig 12,6 %. Ebben az esetben az adatszolgáltatásban szereplő belső hőmérsékleti értékekkel számoltam. Azonban, mivel az idősebb korosztály keringése miatt a hőkomfort érzetük is megváltozik, ezért mint már azt említettem korábban 23,5 °C-kal számoltam a vizsgált épületrész hőszükségletét. A radiátorok gyártói tervezési segédlete alapján átszámoltam a meglévő hőleadók teljesítményét 23,5 °C-ra, és ezen értékeket is összevettem az számított hőszükséglettel. Tehát a Keleti és a Nyugati szárnyra a radiátorok átszámított értékei a következők.

$$Q_{Kelet, radiátor, korr} = 62,92 \text{ kW}$$

$$Q_{Nyugat, radiátor, korr} = 54,50 \text{ kW}$$

Ezek alapján az eltérés százalékos aránya a Keleti szárnynál 2,5 %, a Nyugati szárnynál pedig 4,2 %. A radiátorok előremenő hőmérséklete 75 °C a visszatérő hőmérséklete 55 °C, a gyártói segédlet alapján. A melléklet tartalmazza a számítást táblázatos formában.

Ahogy az előzőekben is ismertettem a teljesítmény szempontjából a bivalencia pont -10 °C körül adódott. Azonban, a radiátorok, mint hőleadók szerint megvizsgálva a bivalencia pontot, akkor az -0,5 °C körüli értéket kaptam. Az alábbi ábrán a radiátorok előremenő hőmérsékleti ágát sötétkék színnel jelöltem, a hőszivattyú 55 °C-os értékét, melyet -10 °C-on elő tud állítani azt narancssárga színnel jelöltem. A metszéspontjuk, amint azt említettem -0,5 °C körül adódik. A diagramon zöld színnel a radiátorok visszatérő hőmérsékleti értékét ábrázoltam, az kiadódott alternatív pont -11,9 °C-os külső hőmérsékletnél látható.



49. ábra: Radiátorok szempontjából a bivalencia pont meghatározása

A 49. ábrán a radiátorok szempontjából határoztam meg a bivalens pontot, melyet már az előző fejezet végén is említettem. Az ábrán a függőleges tengelyen a radiátorok és a hőszivattyúk hőleadását ábrázoltam °C-ban, a vízszintes tengelyen pedig a külső hőmérsékletet ábrázoltam szintén °C-ban. Az ábrán kék színnel jelölt vonal a radiátorok előremenő hőmérsékletét ábrázolják -15 – 23 °C között, a zöld színű vonal ugyanezen értékpár között a radiátorok visszatérő hőmérsékleti értékeit ábrázolják. Végül a narancssárga vonal a hőszivattyú által megtermelt hőmérsékleti értékeket ábrázolja a -15 – 23 °C külső hőmérsékleti értékek között. Az ábrán jól látható, hogy a bivalens pont a 0 °C körüli külső hőmérsékleti értéknél található. Ennél pontnál kapcsolódik be a fűtési rendszerbe a meglévő gázkazán is. A -15 – 0 °C külső hőmérsékleti értékeknél a sraffozott terület igényeit már a gázkazános rendszer elégíti ki. Az ábrán látható, hogy -12 °C alatti külső hőmérsékleti értékeknél már csak a gázkazános rendszer elégíti ki a fűtési igényeket.

Az előzőekben, meghatároztam a hőigényeket a vizsgált épületrészek esetében, ezek alapján kiválasztottam a levegő-víz hőszivattyú típusát, majd meghatároztam pontosan hány darabra van szükség. A következőkben a szükséges csőátmérőket és puffer tárolók méreteit határozom meg.

A tervezett csőátmérőket számítással határoztam meg. Első lépésben meghatároztam a hőszivattyú teljesítménye alapján a víz térfogatáramát, melyet az alábbi képlettel számítottam ki.

$$Q_{\text{hőszivattyú}} = m * c_w * DT$$

$Q_{\text{hőszivattyú}}$ – a hőszivattyú teljesítménye [W]

m – víz térfogatáram [kg/h]

c_w – víz specifikus hőkapacitása (fajhője) [Wh/(kg*K)]

DT – értékét 5K vettem fel

Meghatároztam 1 db hőszivattyú esetében a víz térfogatáramát -15 °C, -10 °C és 15 °C hőszivattyú teljesítmény figyelembevételével, illetve a 14 db hőszivattyú esetében is. Az eredményeket az alábbi táblázatban (**7. táblázat**) foglaltam össze.

7. táblázat: Víz térfogatárama

	m [kg/h]		
	-15 °C	-10 °C	15 °C
1 db hőszivattyú esetén	1341,36	1513,33	2527,95

A víz térfogatáramából meghatározható a csőátmérő is. Az elosztó rendszerekben az áramlási sebesség 0,3 – 1,0 m/s közötti értékeket vehet fel. Ezek alapján az áramlási sebességet 0,65 m/s értékre vettem fel, és ezután már meghatározható a csőátmérő is az alábbi képlet felhasználásával.

$$m = A_{\text{cső}} * v$$

m – víz térfogatárama [kg/h]

$A_{\text{cső}}$ – cső területe [m²]

v – áramlási sebesség a csőben [m/s]

Az előző táblázatban ismertetett víz térfogatáramaival számítottam ki a csőátmérőket, melyeket az alábbi táblázatban (**8. táblázat**) foglaltam össze.

8. táblázat: Csőátmérők

	d [mm]		
	-15 °C	-10 °C	15 °C
1 db hőszivattyú esetén	27,02 ~ 27	28,70 ~ 29	37,09 ~ 37

A meghatározott átmérők közül a -10 °C külső hőmérsékletéhez tartozó átmérőt vettem alapul a cső kiválasztásánál. Tehát 1 db hőszivattyú esetén -10 °C külső hőmérsékletnél a csővezeték átmérője 29 mm. Ezt az értéket figyelembe véve a katalógusban szereplő haszoncső belső átmérők közül a 26,6 mm-es csővezetékét választottam. A haszoncső külső átmérője 32 mm, a köpenycső pedig 110 mm. Tehát mindezek alapján a tervezett előszigetelt csővezeték a D110/32 PE-Xa SDR11 PN6 95 °C.

A számításaim alapján az épület keleti szárnyának hőigényeit 6 db hőszivattyú elégíti ki, ezért a helyszínrajzon ennek megfelelően az épület keleti oldalára helyeztem el a tervezett 6 db levegő-víz hőszivattyút. Míg a nyugati szárny hőigényeinek, illetve a teljes vizsgált épületrész HMV igényének kielégítésére 8 db hőszivattyú szükséges. Ennek megfelelően a helyszínrajzon az épület nyugati oldalára 8 db levegő-víz hőszivattyút terveztem (helyszínrajzot lásd mellékletek).

Mindkét oldalon a -5,70-es szinten található 1-1 jelenleg üresen álló helyiségbe csatlakoznak a hőszivattyútól érkező előremenő és a hőszivattyúhoz csatlakozó visszatérő csővezetékek D110/32 PE-Xa SDR11 PN6 95 °C csövek. Minden hőszivattyú az épületen belül a hőszivattyúhoz tartozó hőcserélőbe csatlakozik DN32 átmérőjű vezetékkel.

A keleti szárnyban hőcserélőktől induló előremenő DN32 vezetékek, melyek egy DN65 gyűjtő vezetékbe csatlakoznak, melyek a tervezett puffer tárolón keresztül, szintén DN65 átmérőjű vezetékkel a már meglévő DN150 elosztó vezetékbe csatlakozik.

A nyugati szárnyban hőcserélőktől induló előremenő DN32 vezetékek, melyek egy DN80 gyűjtő vezetékbe csatlakoznak, melyek a tervezett puffer tárolón keresztül, szintén DN80 átmérőjű vezetékkel a már meglévő DN150 elosztó vezetékbe csatlakozik.

5. BERUHÁZÁSI ÉS ÜZEMELTETÉSI KÖLTSÉGEK, MEGTÉRÜLÉS

Vaillant aroTHERM plus 125/6 A 400V típusú levegő-víz hőszivattyú ára 2.860.090 Ft/db →
 $14 * 2.860.090 = 40.041.260$ Ft

A berendezések telepítéséhez szükséges betonlap és ágyazat ára: 215.440 Ft

A csővezetékek ára beépítéssel együtt: 21.224.420 Ft

A szerelvények + puffer tárolók + szivattyúk ára: 5.771.240 Ft

A beruházás összköltsége: 67.252.360 Ft

Az üzemeltetési költségei a berendezéseknek:

- a Vaillant aroTHERM plus 125/6 A 400V típus elektromos fogyasztása évente darabonként: 26.352 kWh/a

Összesen 14 db hőszivattyút terveztem be, így a berendezések összes elektromos fogyasztása évente: 368.928 kWh/a

Az MVM ELMŰ Hálózati Kft. területén érvényben lévő 'H' tarifa fogyasztási határértékig az elosztói alapidj: 50,165 Ft/csatlakozási pont/hó, 40,225 Ft/kWh; a fogyasztási határérték fölötti elosztói alapidj: 50,165 Ft/csatlakozási pont/hó, 60,9345 Ft/kWh. Mivel az épületen belüli elektromos fogyasztásra használják feltételezhetően a fogyasztási határértékhez tartozó árat, így a fogyasztási határérték feletti árral számoltam tovább.

Tehát a berendezések éves elektromos költsége:

- a Vaillant aroTHERM plus 125/6 A 400V típus éves elektromos összköltsége:
 $22.480.443,22$ Ft/év $\approx 22.480.444$ Ft/év

A gázfogyasztás éves összköltsége: 30.329.481,15 Ft/év $\approx 30.329.482$ Ft/év

Az éves megtakarítás: 7.849.038 Ft/év

A beruházás 8,6 év alatt megtérül, úgy is, ha csak az éves megtakarítást vesszük figyelembe.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

Jelen diplomamunkában bemutatásra kerültek a hőszivattyú típusok, ezek közül is részletesebben foglalkoztam a levegő-víz hőszivattyúval. Mivel a meglévő épület, melynek egy épületrészének a fűtőkorszerűsítését terveztem meg, már rendelkezik levegő-víz hőszivattyúval, ezért is esett a választás erre a hőszivattyú típusra. Mivel ennek a rendszernek az üzemeltetésében már van gyakorlata az épület Üzemeltetőjének.

Ahogy azt bemutattam, a fűtőkorszerűsítéshez egyéb felújítások is szükségesek. Ezért a jövőre nézve az Üzemeltető részére a javaslatom, hogy a fűtés korszerűsítés teljes mértékben megtörténjen, ezáltal a tervezett hőszivattyút a leghatékonyabban lehessen működtetni. Ehhez szükséges az épület külső hőszigetelésének korszerűsítése, a nyílászárók, valamint a hőcserélők cseréje.

Az épület napelemekkel is fel van szerelve, viszont ennek a rendszernek a felújítására is szükség lenne, ahhoz, hogy üzemeltetni lehessen. Javaslom, hogy a rendszer felújítását fontolja meg az épület Üzemeltetője, hiszen ezzel további költségeket lehetne megspórolni. Ha alaposan végig gondoljuk elektromos energia szinte mindenhez szükséges. Amennyiben az elektromos energia egy jelentős részét a napelemekkel megtermelnék, akkor ezáltal minden készülék használata hatékonyabb lenne.

Összességében fontos, hogy mindig a rendszerek felújításakor, illetve fejlesztésekor a felújítandó, fejlesztendő rendszert egészében vizsgáljuk, és ennek megfelelően tervezzük meg a szükséges beavatkozásokat. Manapság ezen munkák igen költségesek, ezért érdemes a felújításokat, fejlesztéseket ütemezetten elvégezni, valamint figyelni a lehetséges pályázatokat a költségek mérséklésére.

7. SUMMARY

In this thesis, the types of heat pumps have been presented, and of these, I have dealt in more detail with the air-water heat pump. Since the existing building, part of which I planned to modernise, already has an air-to-water heat pump, this is why I chose this type of heat pump. As the building operator already has experience in the operation of this system.

As I have shown, other renovations are needed to modernise the heating system. Therefore, my recommendation to the Operator for the future is that the heating upgrade be fully implemented so that the proposed heat pump can be operated in the most efficient manner. This requires upgrading the external thermal insulation of the building, replacing the windows and the heat exchangers.

The building is also equipped with solar panels, but this system would also need to be renovated to be operational. I suggest that the building operator should consider upgrading the system, as this would save additional costs. If we think carefully, electricity is needed for almost everything. If a significant part of the electrical energy could be generated by solar panels, it would make all appliances more efficient to use.

Overall, when renovating or upgrading systems, it is important to always consider the system to be renovated or upgraded as a whole and plan the necessary interventions accordingly. Nowadays, these works are very expensive, so it is worthwhile to carry out renovations and improvements in a scheduled manner and to keep an eye on possible tenders to reduce costs.

4. sz. függelék – Hallgatói és konzulensi nyilatkozat minta

NYILATKOZAT

Alulírott _____ Kubik Anita _____, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, _____ Szent István _____ Campus, _____ Létesítménymérnök _____ 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: 2024. év november hó 11. nap



Hallgató

NYILATKOZAT

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

A Záródolgozatot/Szakdolgozatot/Diplomadolgozatot záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom*.

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

Kelt: 2024 év november hó 11 nap



Belső konzulens

*Kérjük a megfelelőt aláhúzni!

8. IRODALOMJEGYZÉK

- Ádám Béla et al. (2013.): Geotermikus energia; Hőszivattyúzás, Mérnöki Kamara Nonprofit Kft., Budapest
- Ádám et al. (2012.): Földhőszondás és vízkútpáros hőszivattyús rendszerek tervezése és kivitelezése, Budapest
- Balogh Adrienn (2014.): Földgáztüzelésű, injektoros égővel működő kazánok hatásfokának vizsgálata, Diplomamunka, Miskolc
- Bálint Péter (1975.) Orvosi élettan, Medicina, Budapest
- Bánhidi László (1976.): Zárt terek hőérzeti méretezése, Műszaki Könyvkiadó, Budapest
- Bánhidi László – Kajtár László (2000.): Komfortelmélet, Műegyetem Kiadó, Budapest, 28-101.
- Bánhidi László et al. (2011.): Zárt terek komfortkövetelményei – méretezési alapok
- Buczko Tihamér (2013.): Használati melegvíz-hőszivattyú, és létjogosultsága, Víz, gáz fűtéstechnika, Épületgépészeti szaklap XIV. évfolyam, 2013/10. október, 28-29.
- Cséki István (2006.): Kazánok családfája, Víz, gáz, fűtéstechnika, Épületgépészeti szaklap VII. évfolyam, 2006/4. április, 62-63.
- Fanger, Poul Ole (1982.): Thermal Comfort, Robert E. Krieger Publ. Co., Malabar, Florida
- Hajdu József (2009.): Alternatív energiatermelés a gyakorlatban, Szent István Egyetemi Kiadó, Gödöllő, 52-63.
- Heinrich, Günter et al. (1982.): A hőszivattyú és alkalmazásai, Műszaki Könyvkiadó, Budapest
- Hoffmann, Reinhard (2011.): Hőszivattyús fűtések, Cser Kiadó, Budapest
- Kalmár Ferenc (2013.): Belső környezet minősége, TERC Kiadó, Budapest
- Kiss Pál (2020.): Szennyvízhő-hasznosítás hőszivattyúval, Épületgépész, IX. évfolyam, 2020/5. október, 16-18.
- Kollmar, Albrecht (1971.): Strahlungsheizung und – Kühlung bei Klimaanlagen. Haustechnische Rundschau. Heft
- Komlós Ferenc et al. (2009.): Hőszivattyús rendszerek, Komlós Ferenc Kiadó, Dunaharaszti
- Rácz László (2020.): Ábragyűjtemény a fűtéstechnika jegyzethez
- Dr. Schreier, Ursula et al. (2009.): A hőszivattyú, Cser Kiadó, Budapest
- ASHREA (1981.): Standard 55-81: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy, ASHREA, New York
- ASHREA (1985.): Fundamentals Handbook, ASHREA, New York
1993. évi XLVIII. törvény a bányászatról, 31. § Létesítési előírások (2)-(3) bekezdés

52/2012. (III. 28.) Kormányrendelet a bányafelügyelet hatáskörébe tartozó egyes sajátos építményekre vonatkozó építésügyi hatósági eljárások szabályairól

360/2019. (XII. 30.) Kormányrendelet a fővárosi és megyei kormányhivatalok működésének egyszerűsítésével összefüggő egyes kormányrendeletek módosításáról

253/1997. (XII. 20.) Kormányrendelet az országos településrendezési és építési követelményekről, 92. § Mestersége szellőzés (2) bekezdés

284/2007. (X. 29.) Kormányrendelet a környezeti zaj és rezgés elleni védelem egyes szabályairól

41/2017. (XII. 29.) Belügyminisztérium rendelet a vízjogi engedélyezési eljáráshoz szükséges dokumentáció tartalmáról

DOCPLAYER: VI. Az emberi test hőegyensúlya; <https://docplayer.hu/108453204-Vi-az-emberi-test-hoegyensulya.html> (letöltve 2022. 10. 27.)

e-gépész.hu: Magyar Mérnöki Kamara Épületgépészeti Tagozatának lapja, Varga Pál: Használati melegvíz-cirkulációs vezeték alkalmazása napkollektoros rendszerekben, 2011. szeptember 1., <https://www.e-gepesz.hu/cikkek/8842-hasznalati-melegviz-cirkulacios-vezetek-alkalmazasa-napkollektoros-rendszerekben> (letöltve: 2022. 10. 27.)

Elektromos energia árak és gázdíjak: [https://ker.mvmnext.hu/usz\(bD1odSZjPTIwMQ==\)/ker/nkm/index.html#/](https://ker.mvmnext.hu/usz(bD1odSZjPTIwMQ==)/ker/nkm/index.html#/) (letöltve: 2023.06.30.)

FERENCZI ÉPÜLETGÉPÉSZET – CU GROUP: <https://ferencziepuletgepeszet.hu/megujulo-energiahoszivattyuhmv-hoszivattyu-cMEGHOSHMV.html> (letöltve: 2023.10.18.)

F-TERV Épületgépészet: Hővesztesség, hőszükséglet számítás - A hőtechnikai számítások szerepe, <http://fterv.hu/szakag/futes/hoveszteseg/> (letöltve 2023. 04. 27.)

Gépész.hu: MSZ-04-140/3-87 szabvány, <https://www.gepeszbolt.hu/simonyi/MSZ%2004-140-3.pdf> (letöltve 2023. 04. 27.)

HOGYAN KELL: felépítése és működési elve a bypass gázkazán, <https://www.hogyan-kell.com/articles/felepltese-es-mukodesi-elve-a-bypass-gazkazan.html> (letöltve 2022. 10. 27.)

Hogyan működik a levegős hőszivattyú?: https://www.zubadan.info.hu/tudasbazis/otthoni_felhasznalok/altalanos/Hogyan%20m%C5%B1k%C3%B6dik%20a%20leveg%C5%91s%20h%C5%91szivatty%C3%BA? (letöltve: 2023.04.30.)

KAZÁN TUDÁSTÁR: <https://www.kazan-tudastar.hu/> (letöltve 2022. 10. 27.)

KÉMÉNY.HU: Turbós vagy kondenzációs kazán?, <http://www.kemeny.hu/blog/31-turbos-vagy-kondenzacios-kazan> (letöltve 2022. 10. 27.)

Környezetvédelmi Információ: <https://enfo.hu/node/3078> (letöltve: 2023.05.20.)

Magyar Épületgépészeti Koordinációs Szövetség: Dr. Kajtár László – Dr. Bánhidi László: Komfortelmélet (Budapest, 2009.), <http://www.megksz.hu/epuletgepeszet/komfortelmelet/> (letöltve 2022. 10. 28.)

Napvirág Otthon: <https://napviragotthon.hu/> (letöltve 2022. 12. 10.)

Vaillant hőszivattyú termékinformációk – 2021: <https://www.stiebel-eltron.hu/hu/termek-es-megoldasok/megujulo-energia/hoszivattyu/levegő-víz-hoszivattyu.html> (letöltve: 2024.04.15.)

vgt & hkl Víz, Gáz, Fűtéstechnika és Hűtő, Klíma, Légtechnika szaklap: <https://www.vgtfshkl.hu/lapszamok/2013/oktober/3039-a-hasznalati-melegviz-hoszivattyu-es-letjogosultsaga> (letöltve: 2023.10.18.)

MELLÉKLETEK

talajjal érintkező felületek			alfa i	8	
szoba padló			alfa e	8	
Réteg	vastagság [m]	lambda [W/mK]		Hőátbocsátási tényező [W/m ² K]	Korrigált hőátbocsátási tényező [W/m ² K]
belső levegő (alfa i)			0,125		
Tömörített kavics	0,15	0,35	0,428571429		
Szerelőbeton	0,05	1,28	0,0390625		
Vasbeton	0,15	1,55	0,096774194		
védőbeton	0,06	0,76	0,078947368		
PS hőszigetelés (teherálló)	0,05	0,04	1,25		
PS lemez (teherálló)	0,02	0,16	0,125		
aljzatbeton simítva technológiai fólia	0,05	1,28	0,0390625		
szalagparketta sarokszegélyezéssel lakkozva	0,02	0,21	0,095238095		
külső levegő (alfa e)			0,125		
			2,402656086	0,41620605	0,42

fürdő padló					
Réteg	vastagság [m]	lambda [W/mK]		Hőátbocsátási tényező [W/m ² K]	Korrigált hőátbocsátási tényező [W/m ² K]
belső levegő (alfa i)			0,125		
Tömörített kavics	0,15	0,35	0,428571429		
Szerelőbeton	0,05	1,28	0,0390625		
Vasbeton	0,15	1,55	0,096774194		
védőbeton	0,06	0,76	0,078947368		
PS hőszigetelés (teherálló)	0,05	0,04	1,25		
PS lemez (teherálló)	0,02	0,16	0,125		
aljzatbeton simítva technológiai fólia	0,05	1,28	0,0390625		
csúszásgátló kerámia	0,02	1,05	0,019047619		
külső levegő (alfa e)			0,125		
			2,32646561	0,429836571	0,43

Folyosó padló					
Réteg	vastagság [m]	lambda [W/mK]		Hőátbocsátási tényező [W/m ² K]	Korrigált hőátbocsátási tényező [W/m ² K]
belső levegő (alfa i)			0,125		
Tömörített kavics	0,15	0,35	0,428571429		
Szerelőbeton	0,05	1,28	0,0390625		
Vasbeton	0,15	1,55	0,096774194		
védőbeton	0,06	0,76	0,078947368		
PS hőszigetelés (teherálló)	0,05	0,04	1,25		
PS lemez (teherálló)	0,02	0,16	0,125		
aljzatbeton	0,06	1,28	0,046875		
hegesztett linoleum	0,01	0,38	0,026315789		
külső levegő (alfa e)			0,125		
			2,34154628	0,427068219	0,43

			alfa i	10	korrekciós tényező	0,1
Padlásfödém			alfa e	12		
Réteg	vastagság [m]	lambda [W/mK]		Hőátbocsátási tényező [W/m2K]	Korrigált hőátbocsátási tényező [W/m2K]	
belső levegő (alfa i)			0,1			
vasbeton lemez	0,17	1,55	0,109677419			
Rockwool hőszigetelés	0,12	0,035	3,428571429			
külső levegő (alfa e)			0,083333333			
			3,721582181	0,27		0,30

			alfa i	8	korrekciós tényező	0,3
Fal			alfa e	24		
Réteg	vastagság [m]	lambda [W/mK]		Hőátbocsátási tényező [W/m2K]	Korrigált hőátbocsátási tényező [W/m2K]	
belső levegő (alfa i)			0,125			
beltéri vakolat	0,015	0,75	0,02			
Porotherm 30 N+F	0,3	0,155	1,935483871			
ragasztó habarcs	0,003	0,8	0,00375			
Rockwool hőszigetelő	0,05	0,037	1,351351351			
Simító vakolat	0,003	0,84	0,003571429			
nemesvakolat	0,003	0,93	0,003225806			
Külső levegő (alfa e)			0,041666667			
			3,484049124	0,29		0,37

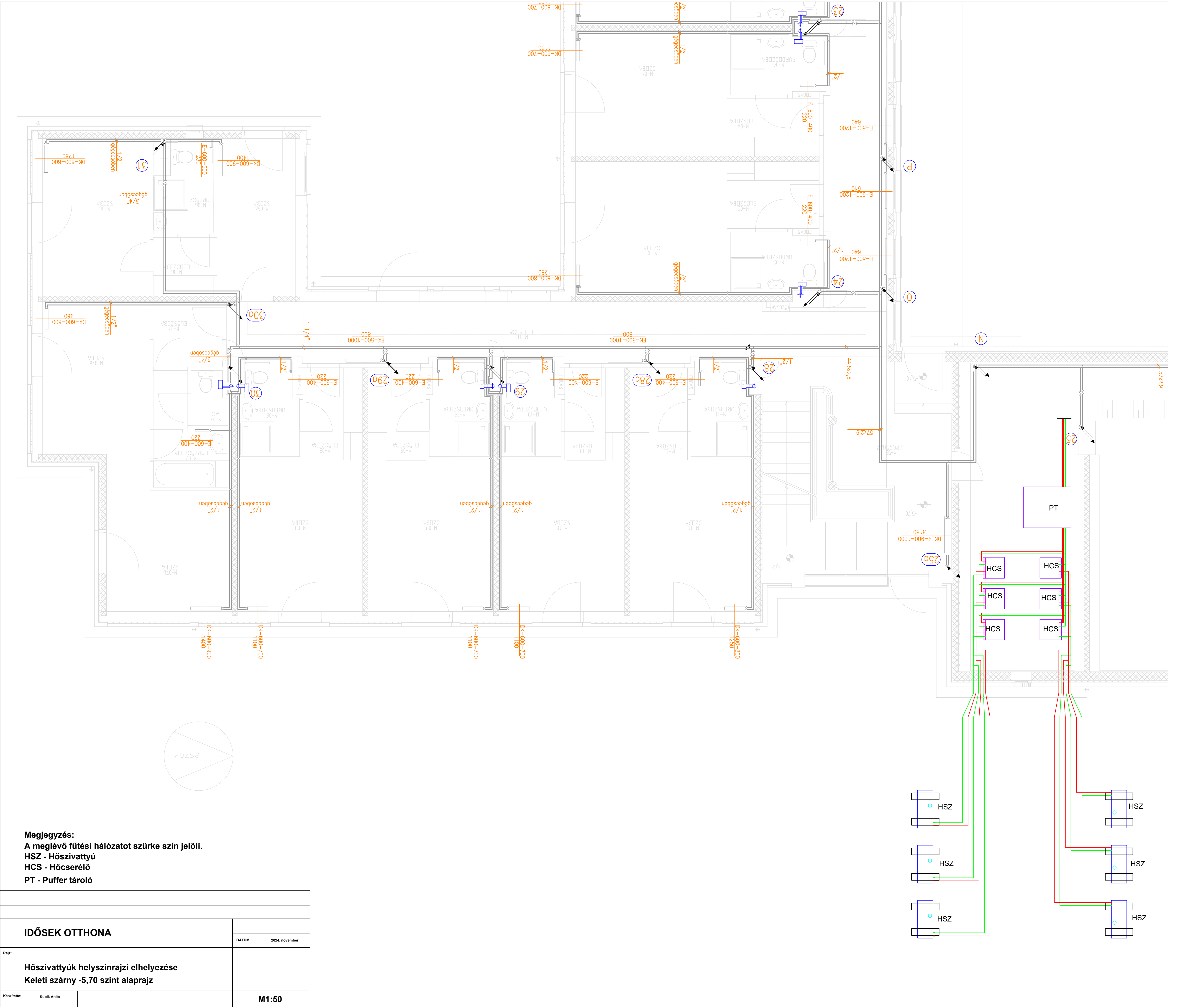
Homlokzati üvegezett nyílászáró fa	
Hőátbocsátási tényező [W/m2K]	1,4
Összesített sugárzásátbocsátási tényező - g	0,5
Üveg/teljes ablak arány	0,8

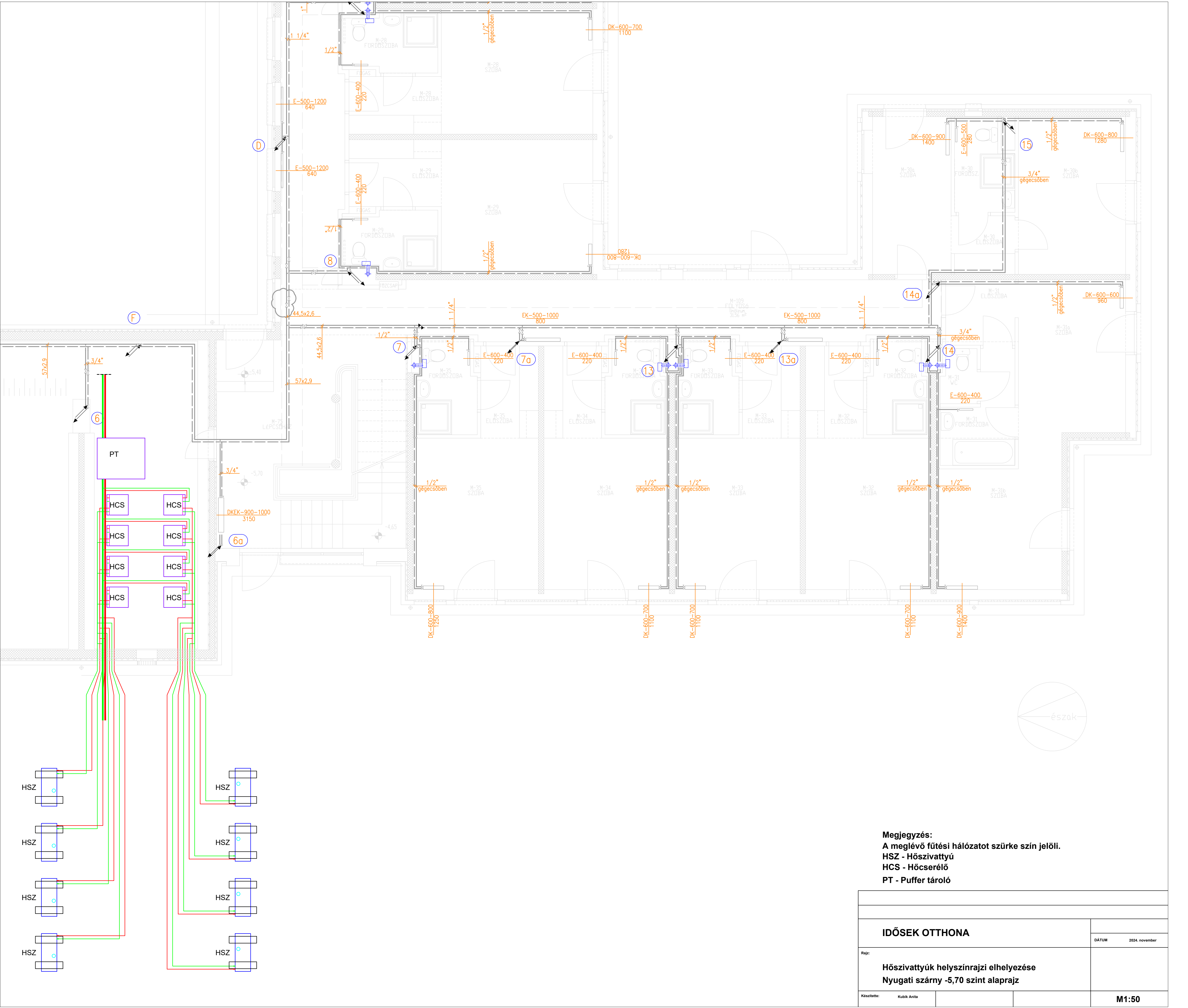
Homlokzati vagy fűtött és fűtetlen terek közötti ajtó	
Hőátbocsátási tényező (Uajtó)	1,6

	-5,7								
	Falazat [m2]	Ajtó [m2]	Ablak [m2]	Folyosó [m2]	Fürdő [m2]	Szoba [m2]			
Keleti szárny	172,41	60,22	33,29	124,42	54,90	286,50			
Nyugati szárny	163,97	48,07	33,29	95,14	51,79	247,50			
	-2,85			0,00			2,85		
	Falazat [m2]	Ajtó [m2]	Ablak [m2]	Falazat [m2]	Ajtó [m2]	Ablak [m2]	Falazat [m2]	Ajtó [m2]	Ablak [m2]
Keleti szárny	183,88	51,62	32,46	120,64	13,15	28,99	100,66	2,13	39,72
Nyugati szárny	175,58	39,48	32,46	112,81	3,02	28,99	79,91	0,00	39,72

[illegible]

[illegible]

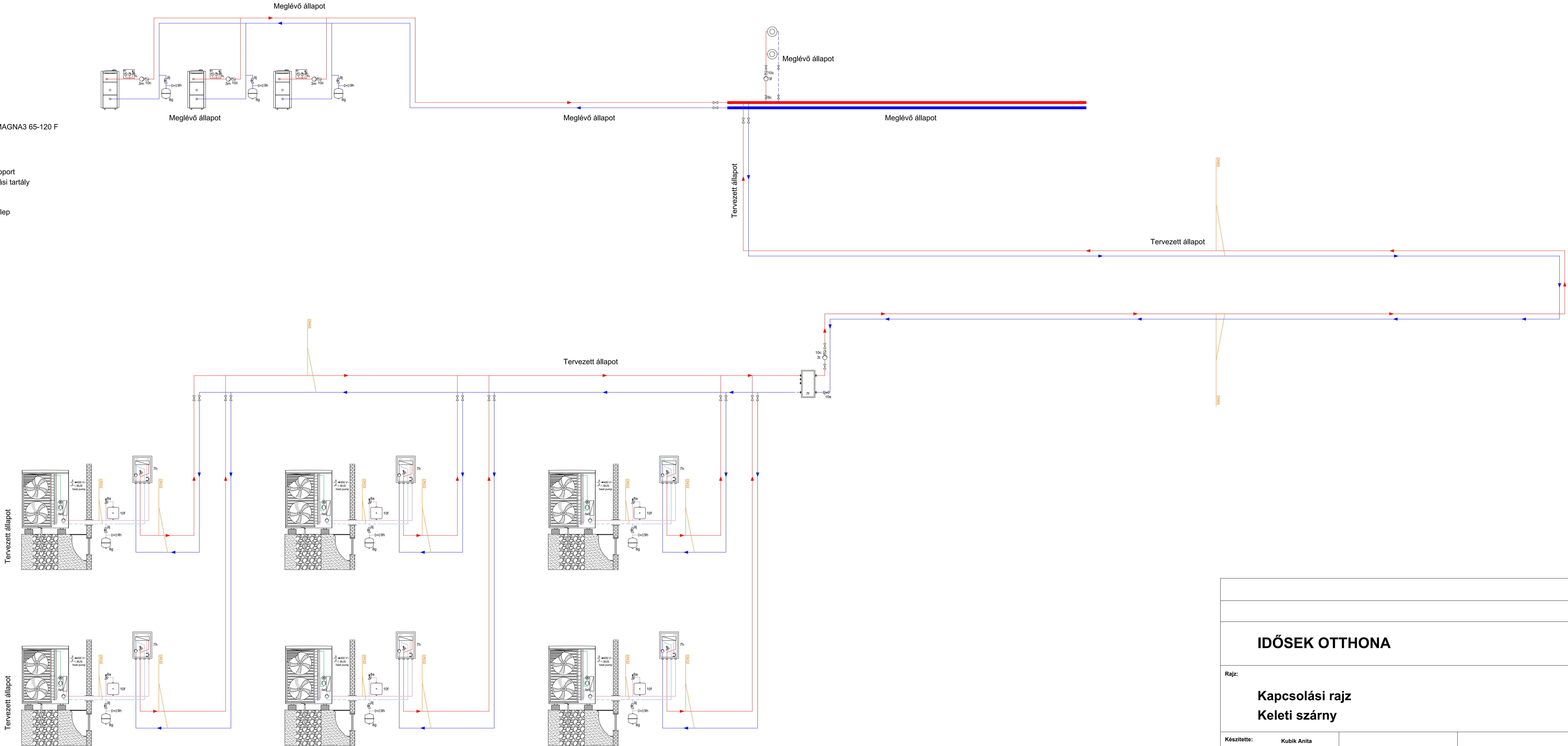




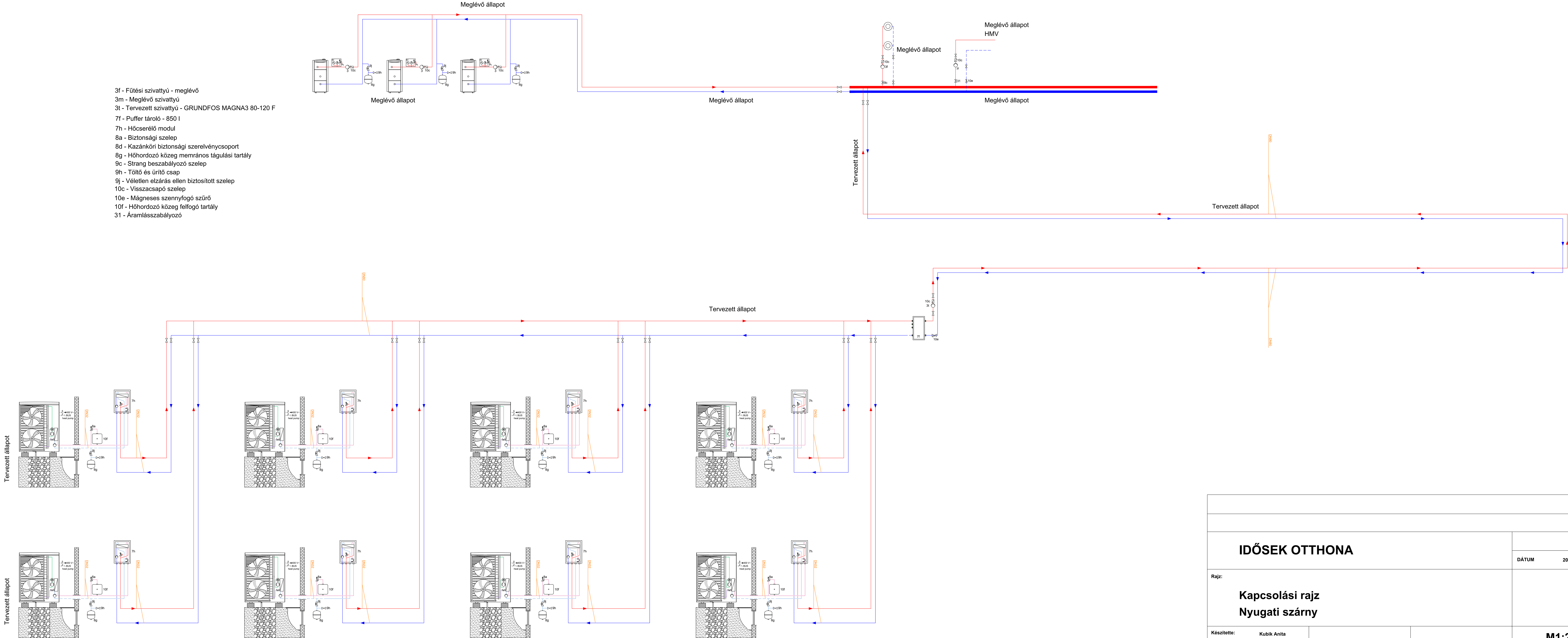
Megjegyzés:
A meglévő fűtési hálózatot szürke szín jelöli.
HSZ - Hőszivattyú
HCS - Hőcserélő
PT - Puffer tároló

IDŐSEK OTTHONA	
Rajz:	DÁTUM 2024. november
Hőszivattyúk helyszínrajzi elhelyezése Nyugati szárny -5,70 szint alaprajz	
Készítette: Kubik Anita	M1:50

- 3f - Fűtési szivattyú - meglévő
3m - Meglévő szivattyú
3t - Tervezett szivattyú - GRUNDFOS MAGNA3 65-120 F
7f - Puffer tároló - 650 l
7h - Hőcserélő modul
8a - Biztonsági szelep
8d - Kazánköri biztonsági szerelvénycsoport
8g - Hőhordozó közeg membrános tágulási tartály
9c - Strang beszabályozó szelep
9h - Töltő és ürítő csap
9j - Véletlen elzárás ellen biztosított szelep
10c - Visszacsapó szelep
10e - Mágneses szennyfogó szűrő
10f - Hőhordozó közeg felfogó tartály



IDŐSEK OTTHONA	
Rajz:	Kapcsolási rajz Keleti szárny
Készítette:	Kubik Anita
DÁTUM	2024. november
M1:20	



IDŐSEK OTTHONA			
			DÁTUM2024. november
Rajz:	Kapcsolási rajz Nyugati szárny		
Készítette:	Kubik Anita		M1:20