

SZAKDOLGOZAT

Kovács Dániel
Gépészmérnök

Gödöllő
2023



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Gépészmérnök Szak

Budapesti családi ház hőszivattyús fűtés tervezés

Belső konzulens: Hermanucz Péter
Egyetemi tanársegéd

Külső konzulens: Gergely Dániel Zoltán
okl. Létesítménymérnök

Készítette: **Kovács Dániel**
IXQJXS
Nappali

Intézet/Tanszék: **Műszaki intézet/
Épületgépészeti és energetikai tanszék**

Gödöllő
2023

MŰSZAKI INTÉZET GÉPÉSZMÉRNÖK ALAPSZAK
Épületgépész specializáció

SZAKDOLGOZAT
feladatlap

Kovács Dániel (IXQJXS)

részére

A szakdolgozat címe:

Budapesti családi ház hőszivattyús fűtés tervezés

Feladatkiírás:

Egy Budapesten épülő három szintes családi ház energetikai számítása, fűtési rendszerének megtervezése. Az épület összesen 432 m², ami három szinten helyezkedik el. Megrendelő igényei alapján padlófűtési rendszer megtervezésre, alternatív hőforrás megválasztásával.

Közreműködő tanszék: Épületgépészeti és Energetika tanszék

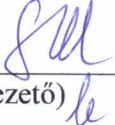
Külső konzulens: *Gergely Dániel Zoltán, LOMBOS lombra Kft., 1155 Budapest, Tóth István u. 116*

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

Beadási határidő: 2023. május 02.

Gödöllő, 2022. április 16.

Jóváhagyom



(tanszékvezető)



(szakfelelős)

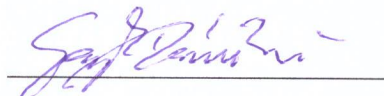
Átvettem



(hallgató)

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

Gödöllő, 2023. április 16.



(külső konzulens)

Tartalomjegyzék

1. Feladat ismertetése	3
2. Szakirodalom áttekintése	4
2.1. Központi fűtés.....	4
2.1.1. Gravitációs rendszer	4
2.1.2. Szivattyús rendszer.....	5
2.2. Hőleadók.....	6
2.2.1. Radiátoros fűtés	6
2.2.2. Felületfűtések	7
2.2.2.1. Padlófűtés	7
2.3. Hőtermelők	9
2.3.1. Kazánok	10
2.3.1.1. Hagyományos kazánok.....	10
2.3.1.2. Alacsony hőmérsékletű kazánok	11
2.3.1.3. Kondenzációs kazánok	11
2.3.2. Hőszivattyúk	12
2.3.2.1. Talajkollektoros hőszivattyú.....	14
2.3.2.2. Talajszondás rendszer.....	14
2.3.2.3. Talajvíz hőszivattyú.....	15
2.3.2.4. Levegő–víz hőszivattyú.....	15
2.3.2.5. Hatékonyság	16
2.3.2.6. Hőszivattyú üzemeltetési módok.....	17
2.4. H és Geo tarifa	20
3. Épület szerkezeteinek hőátbocsátási tényezői	21
3.1. Külső fal hőátbocsátása	22
3.2. Pincefal hőátbocsátása	23
3.3. Talajra fektetett padló hőátbocsátása.....	23

3.4.	Padlásfödém hőátbocsátása	24
3.5.	Válaszfalak	25
3.6.	Nyílászárók	25
4.	Hőszükségletek számítása	26
4.1.	Transzmissziós hőveszteség	27
4.2.	Filtrációs hőveszteség	27
4.3.	Helyiségek veszteségei	28
5.	Épület energiaigénye	34
5.1.	Helyiségek veszteségei	34
5.2.	Fajlagos hőveszteségi tényező	35
5.3.	Egyensúlyi hőmérsékletkülönbség	35
5.4.	Fűtés éves nettó hőenergia igénye	36
6.	Padlófűtés hőleadásai	36
7.	Hidraulikai számítások	41
7.1.	Beszabályozás	43
8.	Hőtermelő	46
9.	Puffertároló	47
10.	Tágulási tartály	48
	Összefoglalás	50
	Summary	51
	NYILATKOZAT	52
	Felhasznált irodalom	53
	Tervek	55

1. Feladat ismertetése

Dolgozatom témája egy Budapesten épülő új építésű családi ház fűtési rendszerének a megtervezése.

Tervezést megelőzően több lehetőség is felmerült, ilyen a radiátor fűtés és a padlófűtés, illetve a hőtermelő berendezés esetében a kondenzációs kazán, illetve a hőszivattyú. Végül a megrendelő igényei alapján a padlófűtés és a hőszivattyú alkalmazása mellett döntöttem.

Ugyan a felületfűtés beruházási költsége jóval magasabb a radiátor fűtésnél, számos előnye miatt ez a rendszer került előtérbe. Ennek oka, hogy új építés révén a ház nagyon jó hőszigetelő képességekkel bír majd, illetve a megrendelő jelezte, hogy későbbiekben napelem rendszer kerül kiépítésre, amivel remekül összeilleszthető a padlófűtés és a hőszivattyús rendszer.

Hőszivattyús rendszer padlófűtéssel párosítva nagyon gazdaságosan üzemeltethető, de a később kiépítésre kerülő napelemes rendszer még nagyságrendekkel gazdaságosabbá teszi majd.

A padlófűtési rendszer mellett szólt, hogy sokkal hatékonyabban működik hőszivattyúval, mint a radiátoros rendszer, illetve sugárzó fűtésről révén szó, ideális hőeloszlást biztosít a tartózkodási zónában, amit radiátoros fűtéssel szintén nem lehetne elérni.

További előnye a padlófűtésnek az esztétikum és praktikum, hisz a rendszer rejtve van a padlóban, így nem vesz el teret a helyiségekből.

2. Szakirodalom áttekintése

2.1. Központi fűtés

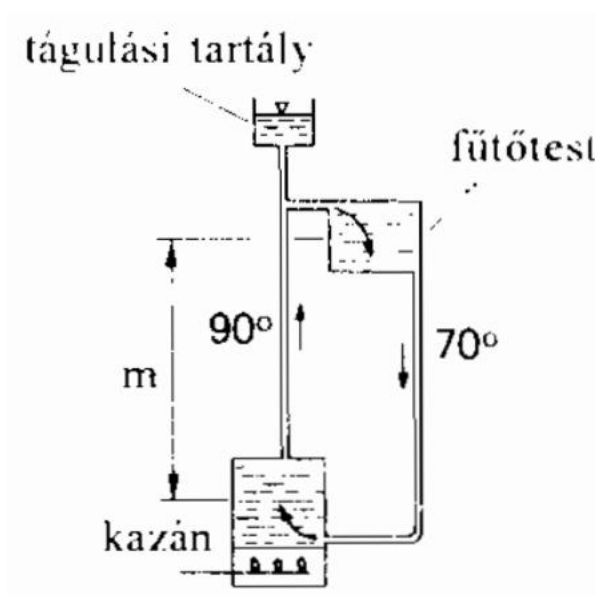
Az egyedi fűtéssel ellentétben, ahol a hőtermelő (az a berendezés, ahol a kémiai- vagy villamos energia hőenergiává alakul) magában a fűtendő térben helyezkedik el, a központi fűtés egy épület több helyiségének a fűtését látja el egyetlen hőközpont segítségével. A központi fűtés három fő egysége a hőtermelő, hőleadó, illetve a hőhordozó közeg. A hőtermelő és a hőleadó között csővezetéken kering a hőhordozó közeg, ami lehet víz, levegő vagy vízgőz is. Egyedi fűtéssel szemben sokkal hatékonyabb, szabályozhatóbb ezért jobb komfortérzetet biztosít (Homonnay, 2001).

Központi fűtés hátrányai: több lakás esetén költségmegosztás szüksége, csővezeték hálózaton fellépő hőveszteség, illetve az egyedi fűtéssel szemben jóval nagyobb beruházási költségek (Recknagel, Sprenger, Schramek 2000).

2.1.1. Gravitációs rendszer

Melegvíz-fűtéseként aszerint csoportosítjuk, hogy mi a fűtőközeg keringésének hajtóereje. E szerint lehet gravitációs vagy szivattyús egy rendszer.

Gravitációs fűtésnél a fűtőközeg keringése annak felmelegedése és lehülése során keletkező sűrűségkülönbségen alapszik. A meleg víz a vízoszlopok sűrűségkülönbsége folytán keletkező felhajtóerő miatt kering a rendszerben (Menyhárt,1978).



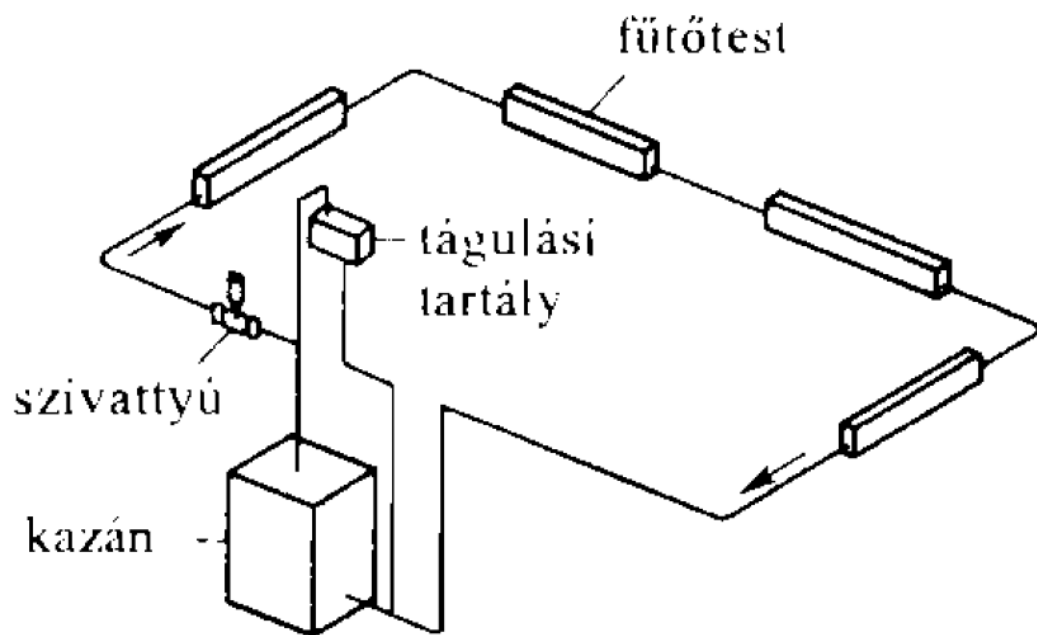
1. ábra: Gravitációs fűtés vázlatos ábrája
(Forrás: Recknagel, Sprenger, Schramek 2000)

Gravitációs fűtésnek előnye, hogy külső energiát a cirkuláltatáshoz nem használ, így villamos költsége nincs, a villamos hálózat zavaraitól független. Hátránya, a hogy keletkező felhajtóerő igen kicsi ezért nagy átmérőjű csöveket kell alkalmazni, melyeken nagy a hőveszteség (Menyhárt,1978).

2.1.2. Szivattyús rendszer

A szivattyús rendszer esetben a fűtőközeg keringtetéséért egy szivattyú felel. A szivattyú által létrehozott nyomáskülönbség jóval nagyobb a gravitációhoz képest ezért kisebb csőátmérők alkalmazhatóak, aminek kisebb a beruházási költsége és üzem közben a hővesztesége is. Csövek nyomvonalvezetésében is sokkal nagyobb a szabadság.

Ezzel a fűtési rendszerrel nagy kiterjedésű vízszintes hálózatok is kiépíthetőek, illetve az előremenő vízhőmérséklet visszakeveréssel egyszerűen szabályozható (Menyhárt,1978).



2. ábra: Egycsöves melegvíz-fűtés szivattyúval
(Forrás: Recknagel, Sprenger, Schramek 2000)

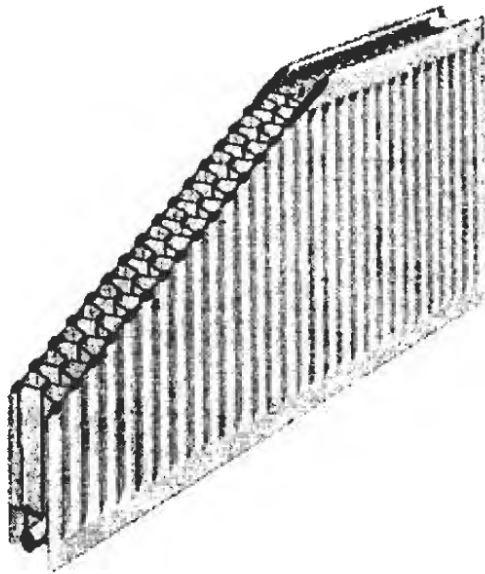
A rendszer hátránya, hogy működési időszakban folyamatos villamos áramot igényel, aminek költségei is vannak, illetve komolyabb felügyeletet és karbantartást igényel (Recknagel, Sprenger, Schramek 2000).

2.2. Hőleadók

A hőtermelőben előállított hőt csővezetéken a hőleadókhoz juttatjuk. A hőleadók vagy közismertebb nevén fűtőtestek adják át sugárzással és/vagy konvekcióval a hőt a fűtendő helyiségnek. Jól méretezett rendszer esetén a hőveszteségnek megfelelő hőáramot ad le a helyiségben, közben biztosítja a helyiségben tartózkodók megfelelő hőérzetét (Homonnay, 2001).

2.2.1. Radiátoros fűtés

Ma már jellemzően lapradiátorokat alkalmazunk. A kisebb hőmérsékletű fűtések terjedésével, valamint a hőszigetelések fejlődésével alakultak a lapradiátorok. A korábban gyakran alkalmazott tagos radiátorokkal szemben jóval nagyobb a sugárzásos hőleadás aránya, illetve csökkent a radiátorok esztétikai és higiéniai hátránya (Homonnay, 2001).



3. ábra: Kétsoros lapradiátor metszete
(Forrás: Homonnay, 2001)

Lapradiátorok lapított csövekhez hasonló hőleadók. A szélességét a hideg levegő beáramlásának megakadályozása miatt az ablak szélességéhez szokás igazítani. A faltól távolabb szerelik fel, így a radiátor háta és a fal között konvekciós hőleadás valósul meg, míg az előlap sugárzás formájában adja le a hőt a helyiségben tartózkodók felé (Recknagel, Sprenger, Schramek 2000).

2.2.2. Felületfűtések

A felületfűtés egy olyan fűtési rendszer, amely a padló, a fal vagy a mennyezet felületébe épített csöveken keresztül vezeti az érkező meleg vizet, vagy elektromos fűtőelemeket használ a felület fűtésére. Ez a fűtési rendszer lehet padlófűtés, falfűtés vagy mennyezeti fűtés.

A felületfűtés rendszer előnyei között szerepel az egyenletes hőeloszlás, amely kényelmesebbé teszi a lakótérket, és energiatakarékosságot biztosít, mivel alacsonyabb hőmérsékletű meleg víz is elegendő az állandó hőmérséklet fenntartásához.

A felületfűtés szintén egészségesebb levegőt biztosít a lakók számára, mivel nincs levegőáramlás és por felhalmozódása a lakótérben, mint például a hagyományos fűtőtestek esetén. A rendszer általában rejtett, így nem veszi el a helyet a falakon vagy a padlón, és megfelelő esztétikai megjelenést biztosít a lakásban.

A felületfűtés rendszer hátrányai közé tartozik, hogy a telepítése általában drágább és időigényesebb, mint a hagyományos fűtési rendszereké, és a rendszer karbantartása és javítása is nehéz lehet, mivel a csövek vagy fűtőelemek rejtve vannak a falban vagy a padlóban. Továbbá a felületfűtési rendszerek működtetése elektromossággal is lehetséges, azonban ezek a rendszerek általában magasabb költséggel járnak, és kevésbé hatékonyak lehetnek az energiatermelés és a felhasználás szempontjából, mint a vízzel működő rendszerek.

Felületfűtések alacsonyabb előremenő hőmérsékletre tervezik. Míg egy radiátoros rendszert gyakran 55 °C-os előremenővel terveznek, egy felületfűtés esetén elegendő lehet 35 °C is. Ez a 20 °C-os különbség igen meghatározó a hőtermelő hatékonysága szempontjából, különösen hőszivattyús rendszerek esetében (Dipl.-Ing. Elmar Held: SBZ Monteur 2018/8).

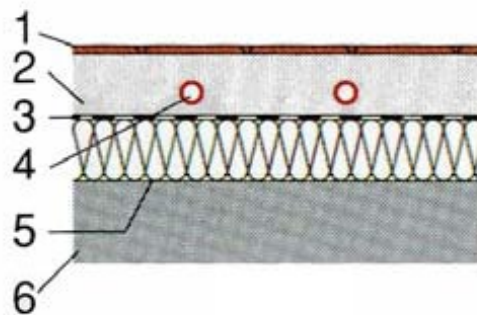
2.2.2.1. Padlófűtés

Padlófűtés esetén a fűtőcsöveket a padlóban helyezik el. A hő a padló felületén adja át a helyiségnek. A padlófűtés megfelelően alacsony felületi hőmérséklet mellett a bent tartózkodóknak megfelelő komfortérzetet nyújt, gazdaságos működés mellett. Emberi szervezet számára jobb, homogén hőmérséklet-elosztást biztosít a helyiségben, tehát a tartózkodási zónában megfelelő klíma alakul ki, a radiátoros rendszernél körülbelül 2 °C-kal alacsonyabb átlagos helyiség-hőmérséklet mellett.

Padlófűtés egyik nagy előnye az esztétika. A fűtő csőkiyó a padlóburkolatban van elrejtve. Az elosztók, szabályozó elem általában egy alárendelt helyiségben, falon belüli dobozban, szekrényben vannak elhelyezve.

Padlófűtés esetén igen lényeges a padlóburkolat anyaga. Ideális esetben padlócsempével, kővel, esetleg márvánnyal van burkolva a padló. Kedvezőtlen esetben parkettával van burkolva a padló, aminek sokkal rosszabbak a hőleadási paraméterei. A modern gyártók már kínálnak padlófűtésre helyezhető parketta burkolatokat is.

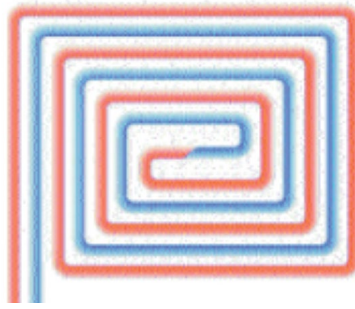
A csövek, illetve az azt befoglaló beton alá legalább 2 cm vastag szigetelést kell tenni. A gyakorlatban a szigetelésre betonacél hálót fektetnek, és ahhoz kötik a 10-15-20-25 vagy 30 cm-es kiosztással a fűtőcsövet. Ma már kaphatóak előregyártott szigetelő táblák, melyekben a csövek rögzítésre szolgáló nyúlványok vannak, amikbe a csöveket csak bele kell pattintani. Ez a kivitelezés a hagyományos módszerhez képest jóval drágább, de gyorsabb is (Korompay Sándor 2003).



4. ábra: Padlófűtés betonban

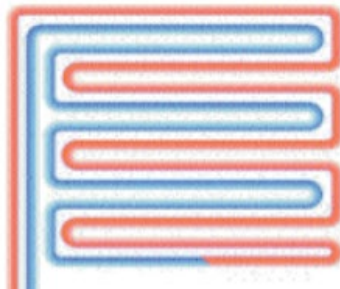
1- Padlóburkolat, 2- Esztrich beton, 3- PE fólia, 4- Fűtés cső, 5- Szigetelés, 6- Födém
(Forrás: Bjarne W. Olesen 2007)

A csövek lefektetésénél az egyenletes padlőhőmérséklet a fő szempont. Ezért úgy kell lefektetni a csöveket, hogy váltakozva helyezkedjenek el egymás mellett az előremenő és visszatérő ágak. Erre a legjobb módszer a kettős csigavonal fektetés, amely a 5. ábrán látható. Kettős párhuzamos fektetés, amely az 6. ábrán látható a csigavonalasnál lényegesebb kedvezőtlenebb, de még elfogadható megoldást jelent. A sima párhuzamos fektetés, ami a 7. ábrán látható kerülendő, mert ebben az esetben jelentős padlőhőmérséklet-különbségek léphetnek fel (Korompay Sándor 2003).



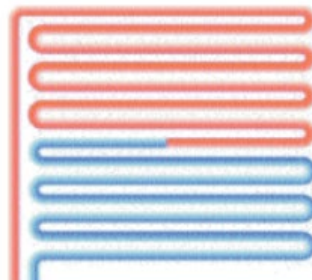
5. ábra: Kettős csigavonalas fektetés

(Forrás: <https://www.vgfszaklap.hu/lapszamok/2003/julius-augusztus/374-hogyan-keszitsunk-jo-padlofuteset>)



6. ábra: Kettő párhuzamos fektetés

(Forrás: <https://www.vgfszaklap.hu/lapszamok/2003/julius-augusztus/374-hogyan-keszitsunk-jo-padlofuteset>)



7. ábra: Párhuzamos fektetés

(Forrás: <https://www.vgfszaklap.hu/lapszamok/2003/julius-augusztus/374-hogyan-keszitsunk-jo-padlofuteset>)

2.3. Hőtermelő

A hőtermelő olyan nyomástartó tartályok vagy edények, melyek valamilyen tüzeléssel vagy elektromos áram segítségével a hőt egy hőszállító közegnek adják át. A hőszállító közeg rendszerint folyékony halmazállapotú víz, de vannak gőzzel működő rendszerek is. A hőtermelőben felmelegített közeg csővezetékrendszeren keresztül jut el a hőleadóhoz, ahonnan a lehűlt közeg visszajut a kazánba és újra felmelegszik. A hőtermelő legfontosabb jellemzője a hatásfok, amely a tüzelőanyaggal bevitt teljesítmény és a hőhordozó közeg által elvitt fűtési teljesítmény hányadosa (Homonnay, 2001).

A kazán hatásfokát a következő képlettel tudjuk kiszámolni: (Homonnay, 2001)

$$\eta_k = \frac{\dot{Q}_h}{\dot{Q}_t} = \frac{\dot{Q}_t - \dot{Q}_{ve}}{\dot{Q}_t} = \frac{\dot{Q}_t - (\dot{Q}_s - \dot{Q}_{fg})}{\dot{Q}_t}$$

ahol,

\dot{Q}_h – hasznos hőáram

\dot{Q}_t – tüzelőanyaggal bevitt hőáram

\dot{Q}_{fg} – füstgázveszteség

\dot{Q}_s – sugárzási veszteség

2.3.1. Kazánok

A kazánokat számtalan módon csoportosíthatjuk. Az egyik legfontosabb csoportosítási szempont a központi fűtések hőmérsékleti igényéhez való illesztési lehetőség, és a tüzelőanyag felső fűtőértékének hasznosítása. Ez alapján három csoport van: (Homonnay, 2001)

- hagyományos kazánok
- alacsony hőmérsékletű kazánok
- kondenzációs kazánok

2.3.1.1. Hagyományos kazánok

A hagyományos, régi fűtési rendszerek előremenő hőmérséklete 90 °C körül volt. Ez az előremenő hőmérséklet jól összeilleszthető a hagyományos kazánok füstgáz hőmérsékletéhez, ami az égő típusától függően 180-200 °C között van. Azért ilyen magas, hogy az égéstermék a harmatpont felett maradjon, elkerülve a kondenzációt. Ennek hátránya, hogy elég magas veszteség lép fel, mivel a füstgáz nagy entalpiaértékkel távozik (Homonnay, 2001)

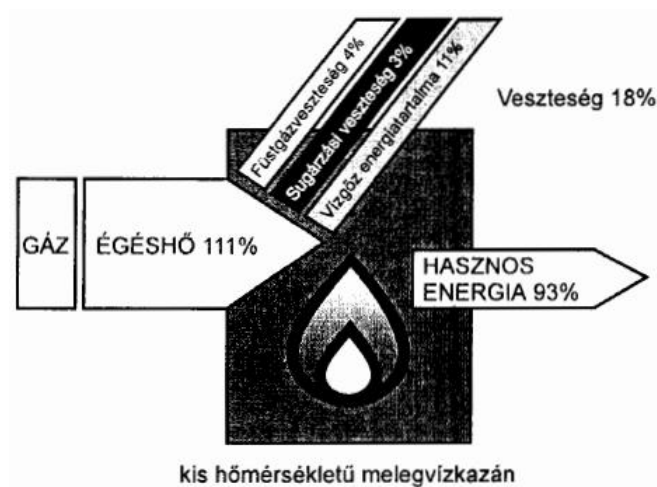


8. ábra: Hagyományos kazán energiaciklusa
(Forrás: Homonnay, 2001)

A 8. ábrán jó látszik, hogy ha a bevitt energiát a felső fűtőértékével számítjuk akkor az elméleti maximum 111 % helyett csupán 86 % hasznosítható (Homonnay, 2001).

2.3.1.2. Alacsony hőmérsékletű kazánok

Az alacsony hőmérsékletű kazánoknál a távozó égéstermék hőmérsékletét úgy alakítjuk, hogy az éppen harmatpont felett maradjon. Tehát ebben az esetben a cél, hogy az égéstermék hőmérséklete megközelítse a harmatponti hőmérsékletet, de kicsivel azért felette maradjon. Ez úgy érhető el, hogy az előremenő hőmérséklet maximumát 75 °C és 40 °C között tartják, illetve az égéstermék lehűlését utánkapcsolt fűtőfelülettel oldják meg. A 9. ábrán látszik, hogy itt már 93 % az elméleti maximum (Homonnay, 2001).



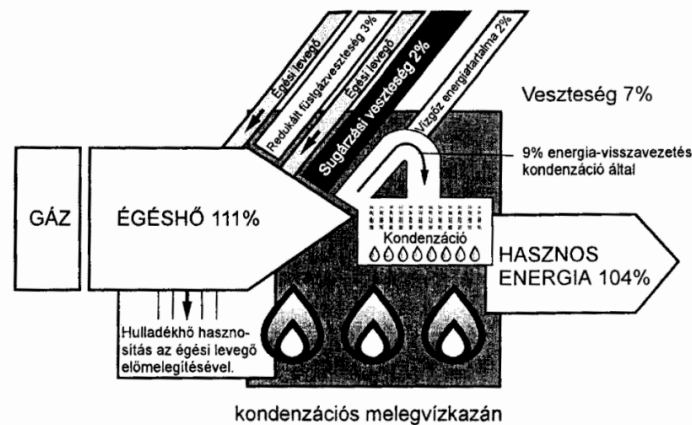
9. ábra: Kis hőmérsékletű kazán energiafolyama
(Forrás: Homonnay, 2001)

2.3.1.3. Kondenzációs kazánok

Kondenzációs kazánok esetében a füstgáz hőmérsékletet tudatosan a harmatpont alatt tartjuk. Ezeket a készülékeket a kazánok belsejében létrejövő kondenzáció során felszabaduló hő kihasználására tervezték. A hagyományos kazánokkal szemben, ahol az égéstermékben lévő víz gőz formájában az égéstermékkel együtt távozik, a kondenzációs kazán megnövekedett felületű hőcserélő rendszerének köszönhetően, még a kazánon belül lecsapódik a vízgőz, így az abban lévő hőenergia hozzáadódik a fűtésre használt hőhöz (Építőipari lexikon, 2009).

A lecsökkentett hőmérsékletű távozó füstgáz és a kondenzáció során felszabaduló hő együtt növeli a készülék hatásfokát. Hagyományos kazánoknál ez a hőnyereség az égéstermékkel együtt távozik. A lecsapódó kondenzvizet a kazánból folyamatosan el kell vezetni. Háztartási készülékeknél legtöbb esetben egyszerűen beköthető a csatornába, de ipari rendszereknél szükség lehet a kondenzátum semlegesítésére (budapestgaz.hu, 2022).

Ezek a kazánok jellemzően 65/50 °C-os hőfoklépcsővel működnek. A füstgáznál ritkán valósul meg a teljes kondenzáció, ezért az üzemvitel jóságát a kondenzációs szám jellemzi. Ezeket a kazánokat jól szabályozható többfokozatú vagy modulációs égőkkel szerelik, hogy a környezet terhelése is minél kisebb legyen. A 10. ábrán látható, hogy a gyártók az alsó fűtőértékre vonatkoztatják a kazán hatásfokát, ezzel is jobban mutatva a kazán jóságát, bár kissé megtévesztő is a 100 % feletti hatásfok (Homonnay, 2001).



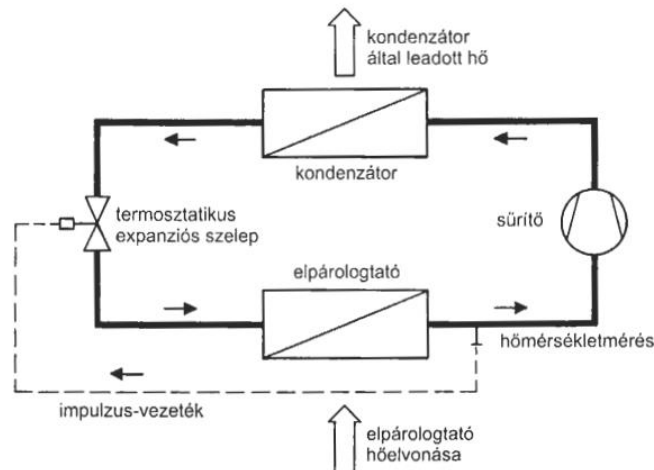
10. ábra: Kondenzációs kazán energifolyama
(Forrás: Homonnay, 2001)

2.3.2. Hőszivattyúk

A hőszivattyúk hasonlóképpen működnek, mint az egyszerű hűtőszekrények. Az elv, hogy a hőt elvonja a környezetéből és átadja a munkaközegnek, amely olyan folyadék halmazállapotú anyag, melynek forráspontja 0 °C körül van. A munkaközeg hűtőközlőben párologtatjuk el vízben, levegőben vagy a talajban tárolt napenergia segítségével. A párologtatott munkaközeg magasabb hőmérsékletre és nyomásra kerül a kompresszor használatával. Ezután a munkaközeg egy másik hűtőközlőben adja át a hőt a fűtőközegnek, miközben kondenzálódik. Az expanziós szelep feladata, hogy csökkentse a már lehűtött közeg nyomását, és az elpárologtatott a legkedvezőbb állapotú munkaközeggel lássa el. Végül a hűtőközeg visszatér eredeti cseppfolyós halmazállapotába, miután lehűlt és csökkent a nyomása. Ez a folyamat a Carnot-körfolyamat megfordítása, amely egy elméleti modell, amely leírja a hőgépek ideális működését (Reinhard, 2011).

A hőszivattyú működéséhez szükség van elektromos áramra, azonban kevesebb áramot használ, mint amennyi hőt képes kinyerni. A hatékonyságát COP (teljesítmény tényező) mutatja, ami megadja, hogy 1 kW villamos energia felhasználásával hány kW hőt lehet

előállítani. A hőszivattyú hatásfoka általában 350-550 %. A hatásfok az energiaforrás és a kívánt hőmérséklet-különbség függvénye, minél közelebb vannak ezek az értékek egymáshoz, annál jobb a hatásfok. Fontos, hogy a megvásárolt berendezésen feltüntetik a COP értékét, ezért érdemes minél magasabb hatásfokú hőszivattyút vásárolni (Építőipari lexikon, 2009).



11. ábra: Hőszivattyú körfolyamat egyszerűsített ábrázolása
(Forrás: Homonnay 2001)

Hőszivattyú főbb elemei a 11. ábrán látható:

- kondenzátor: nagynyomású oldali hőcserélő, itt történik a hőleadás
- kompresszor (sűrítő): a munkaközeg hőmérsékletét és nyomását emeli meg
- elpárolgató: kis nyomású oldali hőcserélő, itt történik a hőfelvétel
- expanziós szelep: munkaközeg nyomását és hőmérsékletét csökkenti

A hőszivattyú gazdaságossági mértéke továbbá a fajlagos fűtőteljesítmény, ami a hasznos hőmennyiség és a befektetett munka hányadosa, illetve hőfokszintekkel kifejezve:

$$\varepsilon = \frac{Q_f}{W} = \frac{T_f}{T_f - T_a}$$

ahol:

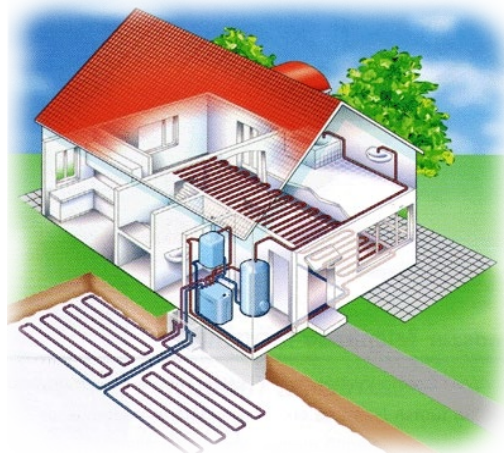
W – befektetett munka

Q_f – leadott hőmennyiség a felső hőmérsékleti szinten

Az egyenletből látszik, hogy az elérhető fűtőteljesítmény nagyrészt függ az elpárolgási hőmérséklettől, amit a hőforrás hőmérséklete határoz meg (Dr. Beke, 2000).

2.3.2.1. Talajkollektoros hőszivattyú

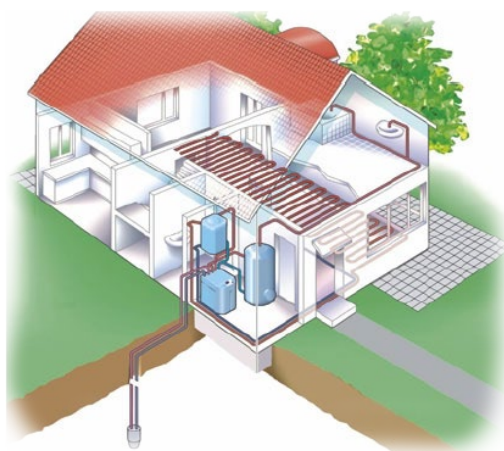
A talajkollektoros hőszivattyúk esetében a talaj a hőforrás. A felszín alá 1-2 méter mélységben lefektetett csőkiyóból nyeri ki a hőszivattyú a hőt. Hatékonysága nagy mértékben függ a talajnedvesség tartalmától, hiszen a hőtadó közeg a talaj és a csőkiyó között a talaj nedvessége. Ezért ügyelni kell, hogy építkezni a talajkollektor által elfoglalt területre később nem lehet, mert akkor kiszáradhat a talaj. Hátránya, hogy nagy a helyigénye, ökölszabály, hogy a fűtött lakás négyzetméterének körülbelül kétszeresére van szükség (kp.hu, 2009).



12. ábra: Talajkollektoros hőszivattyú
(Forrás: <https://www.gws-technology.hu/hoszivattyu.html>)

2.3.2.2. Talajszondás rendszer

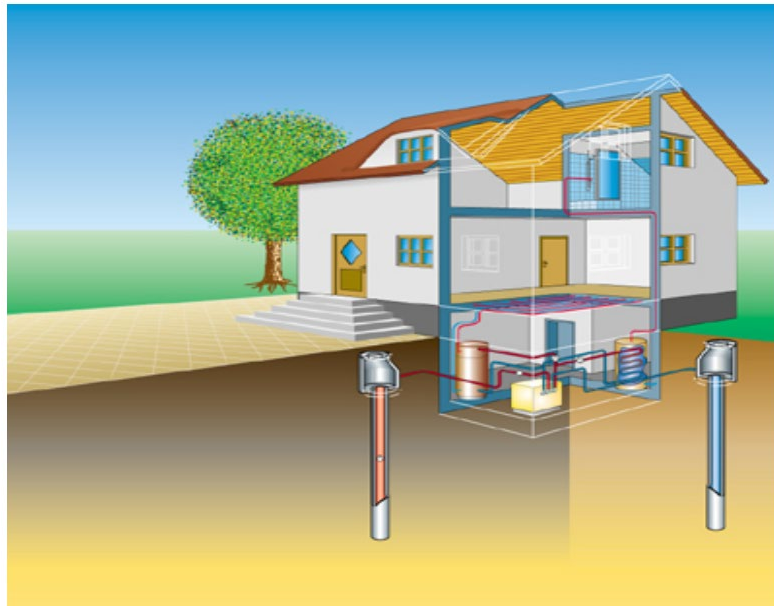
A talajszondás rendszer abban az esetben megoldás, ha nincs elegendő hely a talajkollektor alkalmazására. Ebben az esetben egy kb. 15 cm átmérőjű 50-200 méter mély lyukban helyezik el az U alakú talajszondát. Ennek hátránya, hogy fúrásához bányahatósági engedély kell, és hatalmas költségekkel jár.



13. ábra: Talajszondás hőszivattyú
(Forrás: <https://www.gws-technology.hu/hoszivattyu.html>)

2.3.2.3. Talajvíz hőszivattyú

Ez a fajta hőszivattyú a talajvízből nyeri ki az energiát fűtési vagy használati meleg víz előállításához. A folyamat két kutat igényel: egy nyelő kutat, amelyből az állandó hőmérsékletű vizet veszi ki, és egy nyelő kutat, amelybe visszaengedi a már lehűtött talajvizet. A kutak mélysége jellemzően 4-50 méter. Azonban fontos, hogy megfelelő mennyiségű és minőségű talajvíz álljon rendelkezésre. A direkt rendszer közvetlenül a talajvíz hőjét használja a hőszivattyú munkaközegéhez. Ez azonban szennyezheti a hőcserélőt és a keringető szivattyút, valamint a hőcserélő meghibásodása esetén a munkaközeg a felhasznált vízbe kerülhet. Az indirekt rendszer kevésbé hatékony, mert zárt vízkörfolyamatot használ a hőforrás és a munkaközeg között (Reinhard, 2011).



14. ábra: Talajvíz hőszivattyú
(Forrás: Dr. Böszörményi, 2013)

2.3.2.4. Levegő-víz hőszivattyú

A levegő-víz hőszivattyú esetében a hőforrás a levegő, melyből fűtési vagy használati meleg vizet állítanak elő. Ennek a típusnak a telepítése a legegyszerűbb és helyigénye is kisebb, így széles körben elterjedt. A kültéri egység a külső levegő hőenergiáját hasznosítja, míg a beltéri egység a radiátoroknak, fan-coiloknak, padlófűtésnek vagy használati melegvíz-tárolónak adja át a hőenergiát. Az alacsony előremenő hőmérsékletű rendszerekhez kiválóan alkalmas, de radiátoros fűtéshez is használható (Reinhard, 2011).

A hőszivattyús rendszerhez szükséges puffertároló, mivel a kültéri egység leolvasztásához szükséges hőenergiát a puffertároló biztosítja. Ha hiányzik a puffertároló, akkor az elektromos rásegítő fűtés veszi át a feladatot, de ez rossz hatékonyságot és kompresszorkopást okozhat a gyakori ki- és bekapcsolás miatt. Azonban padló- és falfűtésnél a kiegészítő puffertároló nem szükséges, mivel ezek a felületek elég hőtároló tömeget biztosítanak, amely áthidalja a ki- bekapcsolási időket (vailant.hu 2021).



15. ábra: Levegő-víz hőszivattyú
(Forrás: Reinhard, 2011)

2.3.2.5. Hatékonyság

Az üzemeltetési szempontok alapján kiemelten fontos, hogy az elektromos berendezések fogyasztása összehasonlítható legyen a gazdaságossági és környezetvédelmi szempontok figyelembevételével. Ennek érdekében a hatékonysági viszonyszámokat dolgozták ki, melyek segítségével könnyedén összevethetőek az egyes berendezések teljesítményei. Ezek a viszonyszámok különböző méréseken és számításokon alapulnak, és lehetővé teszik, hogy az üzemeltetők hatékonyabb és környezetbarátabb döntéseket hozzanak az energiafelhasználás terén. Így a hatékonysági viszonyszámok az energiahatékonyság és a fenntartható fejlődés elérésének fontos eszközei.

COP (Coefficient of Performance) – teljesítménytényező

A COP teljesítménytényező azt jelzi, hogy egy berendezés mennyi termikus energiát termel ki 1 kW elektromos energia felhasználása mellett. Ennek értéke a leadott termikus teljesítmény és a felvett elektromos teljesítmény hányadosából számítható ki.

$$\text{COP} = \frac{P_{\text{termikus}}}{P_{\text{elektromos}}}$$

EER (Energy Efficiency Ratio) – energiahatékonysági tényező

Az energiahatékonysági tényező egy adott munkaponton azt mutatja, hogy egy berendezés milyen hatékonyan működik az adott terhelésen, általában a maximális teljesítményen. Ez a tényező a folyadékhűtő által leadott hűtőteljesítmény és a felvett elektromos energia hányadosából számítható ki.

$$ERR = \frac{P_{termikus}}{P_{elektromos}}$$

Értékei általában:

- 2,8 – 3,3 forgódugattyús kompresszor esetében, pl. split berendezések
- 2,6 – 3,5 scroll kompresszor esetében, pl. léghűtéses hőszivattyú, folyadékhűtő
- 3 – 5 scroll kompresszor, pl. víz/víz geotermikus hőszivattyúk, és csavarkompresszor esetében.

SPF (Seasonal Performance Factor) – szezonális teljesítménymutató

A szezonális teljesítménymutató egy arányszám, amely a fűtési szezonban előállított hőenergia mennyiségét viszonyítja az ahhoz szükséges elektromos energia mennyiségéhez. Figyelembe veszi a változó üzemi körülményeket is, például a külső hőmérséklet ingadozását, ha levegő-víz hőszivattyúról van szó. Az SPF értéket a fűtési szezon végén lehet meghatározni, amikor a felvett elektromos- és a leadott hőenergia mennyiségét folyamatosan mérjük. Az SPF értékre léteznek számítási módszerek is, amelyek figyelembe veszik a várható üzemi körülményeket. Fontos megjegyezni, hogy a gyártó nem tud egyértelmű SPF értéket megadni a hőszivattyúnak, mert ez a használati- és rendszerfüggő tényezőktől is függ. Az SPF értéke az adott fűtési rendszerbe beépített működő hőszivattyúnak a jellemzője (Dr. Csoknyai, 2022).

$$SPF = \frac{E_{leadott\ termikus}}{E_{felvett\ elektromos}}$$

2.3.2.6. Hőszivattyú üzemeltetési módok

A legfontosabb hőszivattyú üzemeltetési formák függenek a hasznosított hőtől, a kihasznált hőforrástól és a hőszivattyú működési határaitól. Ezek alapján a legfontosabb üzemeltetési formák:

- monovalens
- bivalens
- párhuzamos kapcsolás

Monovalens üzem

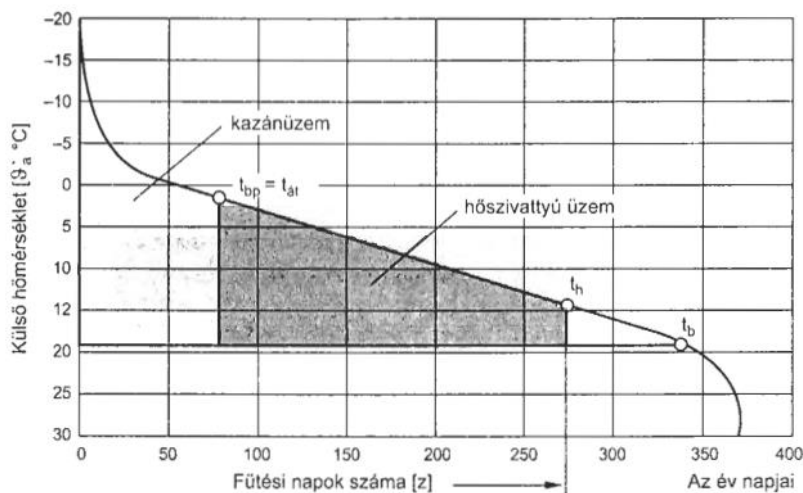
A monovalens üzemeltetési forma esetén a hőszivattyú az egyetlen hőforrás, amit a fűtési rendszer használ. Ezt csak akkor lehet megvalósítani, ha a hőforrás egész évben elegendő hő szolgáltat, és ha a hőszivattyú által előállított fűtési előremenő hőmérséklet megfelelő az egész fűtési szezonban. Ezzel a módszerrel lehetőség van az egész évi használati melegvíz-ellátásra is, ha kishőmérsékletű fűtési rendszert kapcsolunk a hőszivattyúhoz. A rendszer tárolóval való bővítése lehetővé teszi a használati és fűtési meleg víz előállítását előnykapcsolással. A monovalens rendszer két vagy több hőszivattyúval is működtethető, hogy növeljük a teljesítményt, ugyanakkor azonos hőfokszintet biztosítsunk, és a szabályozás is hatékonyabb legyen (Homonnay).

Bivalens üzem

A bivalens hőszivattyú üzem azt jelenti, hogy a hőszivattyú mellett más alternatív hőforrást is alkalmazunk a rendszerben, például egy gázkazánt. A bivalens üzemmódot háromféleképpen lehet megvalósítani:

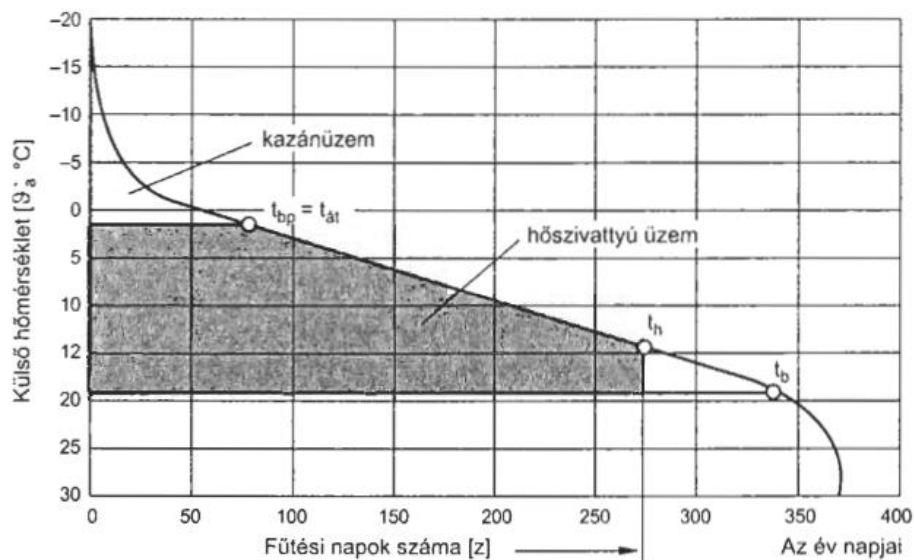
- alternatív bivalens
- párhuzamos bivalens
- részleges párhuzamos bivalens rendszer

Az alternatív-bivalens rendszer esetében a hőszivattyú csak alacsony terheltségnél üzemel, és bizonyos terheléshatár felett a kiegészítő fűtőberendezés veszi át a teljes terhelést. A kiegészítő fűtési rendszer teljesítménye ilyenkor önmagában is elegendő kell legyen a fűtési igény kielégítéséhez a leghidegebb időszakban is (ezermester.hu, 2012).



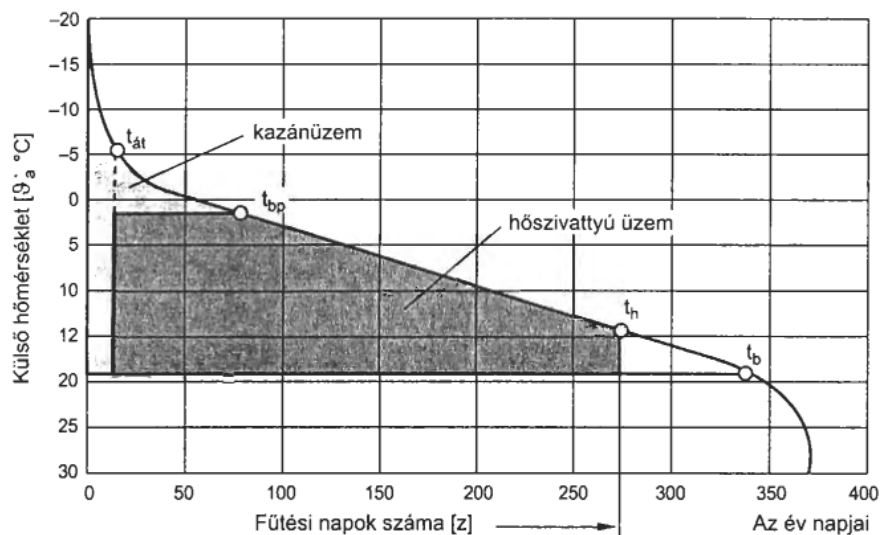
16. ábra: Alternatív - bivalens hőszivattyú üzem
(Forrás: Homonnay, 2001)

A párhuzamos-bivalens rendszer esetében általában csak a hőszivattyú működik, és a kiegészítő fűtőberendezés csak akkor kapcsol be, amikor a hőszivattyú által előállított hőmennyiség nem elegendő. Ebben az esetben a kiegészítő fűtés csak annyi hőt szolgáltat, amennyi hiányzik a szükséges hőmennyiségből, és a teljesítménye is csak ehhez van igazítva (ezermester.hu, 2012).



17. ábra: Párhuzamos - bivalens hőszivattyú üzem
(Forrás: Homonnay, 2001)

Az részleges párhuzamos bivalens rendszer esetén a fűtést az elsődleges hőforrás, vagyis a hőszivattyú végzi a fűtési szezon kezdetén. Amint nő a hőigény, a kiegészítő fűtőberendezés is bekapcsolódik, és egy bizonyos határig sorban működnek. Amikor a hőmérséklet olyan mértékben lecsökken, hogy a hőszivattyú már csak részben tudja ellátni a hőigényt, akkor az lekapcsolódik, és a kiegészítő fűtőberendezés veszi át a teljes fűtési feladatot, amelynek teljesítménye a maximális fűtési igényre van méretezve (ezermester.hu, 2012).



18. ábra: Részleges párhuzamos bivalens rendszer
(Forrás: Homonnay, 2001)

2.4. H és Geo tarifa

Érdemes megfontolni a GEO vagy H tarifa használatát meglévő vagy tervezett hőszivattyús rendszerek esetében, mivel ezek a tarifák alkalmasak a hőszivattyú elektromos energia ellátására, és lehetővé teszik az üzemeltetési költségek csökkentését. Fontos kiemelni, hogy mindkét tarifa kizárólag hőszivattyús rendszerek villamos energia ellátására használható.

Geo tarifa

Csak az ELMŰ-ÉMÁSZ területein lehet választani a GEO tarifát, amely kizárólag olyan hőszivattyús berendezések üzemeltetésére alkalmas, amelyek rendelkeznek olyan központi egységgel, amely akár -15 °C-os külső hőmérsékletnél is képes ellátni az épület teljes hőszükségletét és teljesíti a szolgáltató által előírt hatékonysági minimum értékeket, amelyek az 1. táblázatban találhatóak. Több hőszivattyú is telepíthető egymás mellé a központi egységben (Gondos, 2017).

A hőszivattyú típusa hőforrás/hőleadás	Kültéri egység (°C)	Beltéri egység (°C)	Min. COP	Min. PER
levegő-víz	2	35	3,1	1,24
talajhő-víz	0	35	4,3	1,72
víz-víz	10	35	5,1	2,04
direkt elpárologtatós talajhő-víz	4	35	4,3	1,72

1. táblázat: Fűtés esetén a minimumkövetelmények
(Forrás: elmuemasz.hu)

Az igénybevételhez a GEO tarifához egy olyan külön mérőóra szükséges, amely hangfrekvenciás vezérléssel rendelkezik. Az elosztó engedélyezett különmért, vezérelt csatlakozást biztosít a hatályos rendeleteknek megfelelően. A fogyasztásmérő helyének és a villamos csatlakozó berendezés kiépítését csak a MEE VET által regisztrált kivitelezők végezhetik el.

Az igénybevétel során érdemes figyelembe venni, hogy a GEO tarifa napi 2x2 órát szünetel, és ilyenkor jelentős hőmérséklet-csökkenés várható az épületben. A szünetek fix időintervallumban vannak, minden nap 8:00 - 10:00 és 16:00 - 18:00 óra között (Gondos, 2017).

H tarifa

A H tarifa választható az ELMŰ-ÉMÁSZ és az EON területein azon időszakban, amikor az éves fűtési idény zajlik, amely október 15-én kezdődik és április 15-én ér véget. A H tarifa használata esetén a berendezéseket csak külön mért, nem leválasztható áramkörre lehet csatlakoztatni. A telepített kétáramköri mérővel a fűtési időszakban és azon kívül is nyomon követhető az energiafelhasználás, külön regiszterekben. Az energiafogyasztás a fűtési időszakon kívül "A1" tarifával és a rendszerhasználati díjjal kerül elszámolásra. Ha más berendezések miatt szükségünk van a "B" tarifás éjszakai áramra, akkor mindhárom tarifára külön mérőóra telepítése szükséges (eon.hu 2022).

3. Épület szerkezeteinek hőátbocsátási tényezői

A hőszükségletek meghatározásához első lépésként a hőátbocsátási tényezők meghatározása szükséges, melynek jele: U és mértékegysége: W/m^2K . Ez az érték mutatja meg, hogy mekkora a hővesztésünk egy adott falszerkezeten.

A szerkezetek hőátbocsátási tényezője az alábbi képlettel számítható ki:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_k} + \sum \frac{d}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_b}} \quad \left[\frac{W}{m^2 \cdot K} \right]$$

ahol:

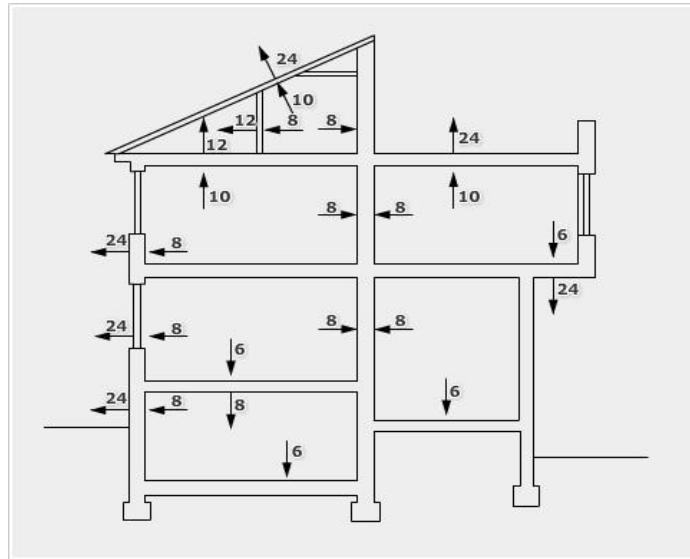
α_k – külső oldali hőátadási tényező

α_b – belső oldali hőátadási tényező

d – rétegvastagság

λ – réteg hővezetési tényezője

A belső, illetve külső oldali hőátadási tényező a 19. ábrán látható:



19. ábra: Hőátadási tényezők
(Forrás: Baumann, 2012)

3.1. Külső fal hőátbocsátása

A 2. táblázat tartalmazza a külső fal rétegrendjét:

Külső fal rétegrend			
Sorszám	Anyag	d [m]	λ [W/mK]
1	Nemes vakolat	0,015	0,99
2	Austrotherm AT-N150	0,15	0,034
3	Baumit DuoContact	0,003	0,8
4	Cementvakolat	0,01	0,93
5	Porotherm 38	0,38	0,226
6	Gipszvakolat	0,015	0,29

2. táblázat: Külső fal rétegrendje

Külső fal hőátbocsátási tényezője számítással:

$$\alpha_k = 24 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

$$\alpha_b = 8 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

$$U_{kfal} = \frac{1}{\frac{1}{24} + \frac{0,015}{0,99} + \frac{0,15}{0,034} + \frac{0,003}{0,8} + \frac{0,01}{0,93} + \frac{0,38}{0,226} + \frac{0,015}{0,29} + \frac{1}{8}} = 0,1577 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

Figyelembe kell venni a falszerkezetben lévő hőhidak hőveszteségeit is. Ebben az esetben a közepesen hőhidas külső falszerkezet korrekciós tényezője $k = 0,2$.

A korrekciós tényezőt is figyelembe véve:

$$U_{Kfal} = U \cdot (1 + k) = 0,1577 \cdot 1,2 = \mathbf{0,1892} \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

A hatályban lévő rendelet maximális hőátbocsátási értéke külső fal esetén $0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$. A külső fal értéke ez alatt van így az megfelelő.

3.2. Pincefal hőátbocsátása

A 3. táblázat tartalmazza a pincefal rétegendjét:

Pincefal rétegend			
Sorszám	Anyag	d [m]	λ [W/mK]
1	Nemes vakolat	0,015	0,99
2	Austrotherm AT-N150	0,15	0,034
3	Baumit DuoContact	0,003	0,8
4	Cementvakolat	0,01	0,93
5	Porotherm 38	0,38	0,226
6	Gipszvakolat	0,015	0,29

3. táblázat: Pincefal rétegend

Pincefal hőátbocsátási tényezője számítással:

$$\alpha_b = 8 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

$$U_{Kfal} = \frac{1}{\frac{0,015}{0,99} + \frac{0,15}{0,034} + \frac{0,003}{0,8} + \frac{0,01}{0,93} + \frac{0,38}{0,226} + \frac{0,015}{0,29} + \frac{1}{8}} = 0,1587 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

Ebben az esetben a közepesen hőhidas külső falszerkezet korrekciós tényezője $k = 0,2$.

A korrekciós tényezőt is figyelembe véve:

$$U_{Kfal} = U \cdot (1 + k) = 0,1578 \cdot 1,2 = \mathbf{0,1905} \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

A hatályban lévő rendelet maximális hőátbocsátási értéke külső fal esetén $0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$. A pincefal értéke ez alatt van így az megfelelő.

3.3. Talajra fektetett padló hőátbocsátása

A 4. táblázat tartalmazza a talajon fekvő padló rétegendjét:

Talajra fektetett padló			
Sorszám	Anyag	d [m]	λ [W/mK]
1	Kavicsfektetés	0,25	0,35
2	Vasbeton	0,12	1,55
3	Isoflex alu alutükrös PE fólia	0,001	0,2
4	Austrotherm XPS TOP 50	0,15	0,036
5	Kavicsbeton	0,08	1,28
6	Baumit Önterülő Esztrich	0,025	1,4
7	Csempe	0,006	1,05

4. táblázat: Talajra fektetett padló rétegröndje

Talajra fektetett padló hőátbocsátási tényezője számításával:

$$\alpha_b = 10 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

$$U_{kfal} = \frac{1}{\frac{0,25}{0,35} + \frac{0,12}{1,55} + \frac{0,001}{0,2} + \frac{0,15}{0,036} + \frac{0,08}{1,28} + \frac{0,025}{1,4} + \frac{0,006}{1,05} + \frac{1}{10}} = 0,1933 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

A hatályban lévő rendelet maximális hőátbocsátási értéke talajra fektetett padló esetén 0,3 W/m²K. A számított értéke ez alatt van tehát az megfelelő.

3.4. Padlásfödém hőátbocsátása

Az 5. táblázat tartalmazza a padlásfödém rétegröndjét:

Padlásfödém			
Sorszám	Anyag	d [m]	λ [W/mK]
1	Rockwool Airrock ND	0,25	0,035
2	Vasbeton	0,15	1,55
3	Gipszvakolat	0,015	0,29

5. táblázat: Padlásfödém rétegröndje

Padlásfödém hőátbocsátási tényezője számításával:

$$\alpha_k = 12 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

$$\alpha_b = 10 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

$$U_{kfal} = \frac{1}{\frac{1}{12} + \frac{0,25}{0,035} + \frac{0,15}{1,55} + \frac{0,015}{0,29} + \frac{1}{10}} = 0,1338 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

Ebben az esetben a közepesen hőhidas külső padlásfödém korrekciós tényezője $k = 0,1$.

A korrekciós tényezőt is figyelembe véve:

$$U_{Kfal} = U \cdot (1 + k) = 0,1338 \cdot 1,1 = \mathbf{0,1472} \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

A hatályban lévő rendelet maximális hőátbocsátási értéke padlásfödém esetén $0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$. A padlásfödém értéke ez alatt van így az megfelelő.

3.5. Válaszfalak

A 6. táblázat tartalmazza a válaszfalak rétegrendjét:

Válaszfalak			
Sorszám	Anyag	d [m]	λ [W/mK]
1	Gipszvakolat	0,01	0,29
2	Porotherm 10 N+F	0,1	0,33
3	Gipszvakolat	0,01	0,29

6. táblázat: Válaszfalak rétegrendje

Válaszfalak hőátbocsátási tényezője számítással:

$$\alpha_k = 12 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

$$\alpha_b = 8 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

$$U_{Kfal} = \frac{1}{\frac{1}{12} + \frac{0,01}{0,29} + \frac{0,1}{0,33} + \frac{0,01}{0,29} + \frac{1}{8}} = \mathbf{1,723} \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

Ennél a szerkezetnél nem kell számolni hőhidakkal, illetve a jogszabályban nincs meghatározva maximum érték.

3.6. Nyílászárók

Az épület nyílászárói, illetve annak hőátbocsátási tényezői az építész tervdokumentációban találhatóak:

Nyílászárók		U [W/m ² K]
1	Aluplast ideal 4000 ablak	1
2	Thermo65 700A bejárati ajtó (1250x2250)	1,1
3	Hörmann LPU 67 Thermo garázkapu (5000 × 2250)	1
4	Aluplast ideal 4000 5 kamrás erkélyajtó	0,98

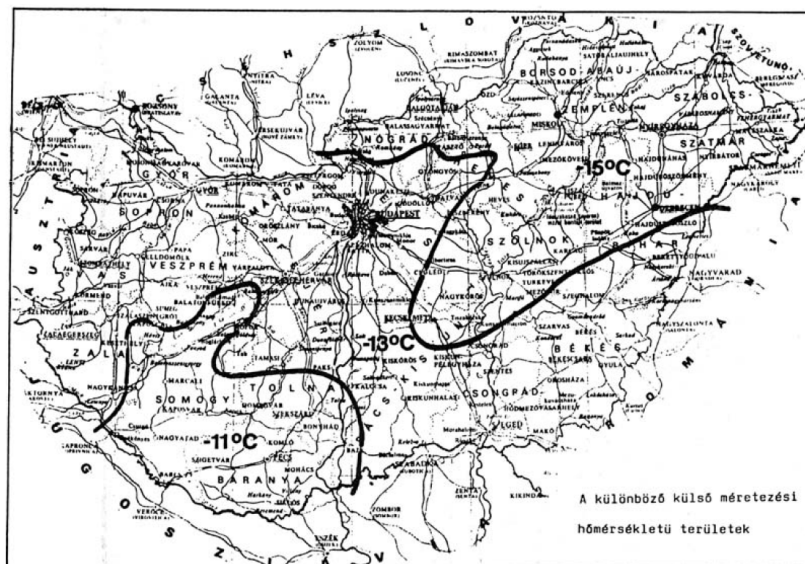
7. táblázat: Nyílászárók hőátbocsátási értékei

4. Hőszükségletek számítása

A hőszükséglet az az energiaáram, amelyet egy fűtőberendezéssel méretezési feltételek alapján a helyiségbe vagy az épületbe kell juttatni, hogy az előírt belső hőmérséklet kialakuljon a megadott kockázati szint mellett. (Baumann 2012).

Az épület teljes hőigénye két részre osztható: transzmissziós és filtrációs veszteségre. A transzmissziós hőveszteség azt jelenti, hogy a falakon, födémeken, padlón és a nyílászárókon keresztül áramlik ki a hőenergia, így ennek a mennyiségét kell kiszámítani. A filtrációs veszteség akkor jelentkezik, ha például szellőztetünk, és a hideg levegő beáramlik a helyiségbe, amit fel kell melegíteni.

Az épületek méretezési külső hőmérséklete alapján Magyarországot három területre osztjuk fel. Mivel az épület Budapesten található, ezért a 20. ábra alapján a -13°C -os zónába esik, így ezt a külső hőmérsékletet kell alapul venni a számítások során (Zöld András, 2019)



20. ábra: Méretezési külső hőmérséklet területi megoszlása
(Forrás: MSZ-04-140/3-87)

4.1. Transzmissziós hőveszteség

Azokra a határoló- és nyílászáró szerkezetekre vonatkozóan, amelyek elválasztják a méretezett helyiséget a külső környezettől vagy a talajtól, a külső transzmissziós energiaáramot kell kiszámítani.

A belső transzmissziós energiaáram számítása olyan határoló- és nyílászáró szerkezetekre vonatkozik, amelyek a méretezett helyiséget olyan szomszédos tértől választják el, ahol a hőmérséklet eltér a vizsgált helyiségtől legalább 4 Kelvinnel, vagy ha a belső transzmissziós energiaáram előreláthatóan eléri vagy meghaladja a fűtési hőszükséglet 10 %-át. Ha az eltérés kisebb, akkor a számítást csak akkor kell elvégezni, ha előreláthatóan eléri a fűtési hőszükséglet 10 %-át vagy azt meghaladja (Baumann 2012).

A transzmissziós hőveszteséget a következő képlettel határozhatjuk meg: (Baumann, 2009)

$$\dot{Q}_{tr} = A \cdot U \cdot (t_b - t_k) \quad [W]$$

ahol:

A – szerkezet felülete [m^2]

U – szerkezet hőátbocsátási tényezője [W/mK]

t_b – belső méretezési hőmérséklet [$^{\circ}C$]

t_k – külső méretezési hőmérséklet [$^{\circ}C$]

4.2. Filtrációs hőveszteség

A filtrációs hőszükséglet azon energiaáram, amelyre szükség van a méretezett helyiségben a külső környezetből és/vagy a szomszédos terekből bejutó levegőáramok felmelegítéséhez, amelyeket a sűrűségkülönbség, a szél és a kiegészítő szellőzés hatása okoz (Baumann, 2012).

A filtrációs hőveszteséget a következő képlettel határozhatjuk meg: (Baumann, 2009)

$$\dot{Q}_{FR} = L \cdot \rho_{be} \cdot c \cdot (t_b - t_k) \quad [W]$$

ahol:

L – levegő térfogatárama [m^3/h]

ρ_{be} – belépő levegő sűrűsége [kg/m^3]

c – levegő fajhője [J/kgK]

t_k – levegő belépési hőmérséklete [$^{\circ}C$]

t_b – belső hőmérséklet [$^{\circ}C$]

4.3. Helyiségek veszteségei

0/01 helyiség – Garázs

Hővesztést okozó határoló szerkezetek:

Szerkezet	db	l [m]	h [m]	A [m ²]	U [W/m ² K]
Külső fal	1	21	2,8	58,8	0,1905
Garázs kapu	1	5	2,25	11,25	1
Talajon fekvő padló	1	-	-	62	0,1917

8. táblázat: 0/01 helyiség határoló szerkezetei

A felszerkezeten lévő nyílászárók felületét a számítás során ki kell vonni, hiszen azok más hőátbocsátási tényezővel rendelkeznek, azok hővesztéseit külön kell meghatározni.

A belső válaszfalak és a felső födém transzmissziós hővesztésével nem kell számolni, mert azok két olyan fűtött teret választanak el, ahol a hőmérséklet különbség kisebb mint 4 Kelvin.

$$t_b = 21 \text{ }^\circ\text{C}; t_k = -13 \text{ }^\circ\text{C}$$

Transzmissziós veszteség:

$$\dot{Q}_{\text{külsőfal}} = (58,8 - 11,25) \cdot 0,1905 \cdot (21 - (-13)) = 307,96 \text{ W}$$

$$\dot{Q}_{\text{garázkapu}} = 11,05 \cdot 1 \cdot (21 - (-13)) = 375,7 \text{ W}$$

$$\dot{Q}_{\text{padló}} = 62 \cdot 0,1917 \cdot (21 - (-13)) = 404,1 \text{ W}$$

A helyiség transzmissziós veszteségét a szerkezetek hővesztésének összegéből kapjuk meg:

$$\dot{Q}_{0/01_{TR}} = \dot{Q}_{\text{külsőfal}} + \dot{Q}_{\text{garázkapu}} + \dot{Q}_{\text{padló}} = 321,57 + 375,7 + 404,1 = 1101,40 \text{ W}$$

Filtrációs veszteség:

Lakóhelyiségnél a beáramló levegő térfogatáramát a légcsereszám alapján határozom meg:

$$\text{Légcsereszám: } n = 0,8 \frac{1}{h}$$

$$\dot{Q}_{FR} = \frac{n}{3600} \cdot V \cdot \rho_{be} \cdot c \cdot (t_b - t_k) \quad [W]$$

$$\dot{Q}_{0/01_{FR}} = \frac{0,8}{3600} \cdot (62 \cdot 2,8) \cdot 1,22 \cdot 1004 \cdot (21 - (-13)) = 1607 \text{ W}$$

0/01 helyiség hőigénye a filtrációs és a transzmissziós hővesztés összege:

$$\dot{Q}_{0/01} = \dot{Q}_{0/01_{FR}} + \dot{Q}_{0/01_{TR}} = 1664 + 1101,4 = 2765,4 \text{ W}$$

0/02 helyiség – Tároló

Transzmissziós veszteség: $t_b = 21 \text{ }^\circ\text{C}$

$$\dot{Q}_{\text{külsőfal}} = 32,48 \cdot 0,1905 \cdot (21 - (-13)) = 210,4 \text{ W}$$

$$\dot{Q}_{\text{padló}} = 22 \cdot 0,1917 \cdot (21 - (-13)) = 143,4 \text{ W}$$

Filtrációs veszteség: $n = 0,8 \frac{1}{h}$

$$\dot{Q}_{0/02_{FR}} = \frac{0,8}{3600} \cdot (22 \cdot 2,8) \cdot 1,22 \cdot 1004 \cdot (21 - (-13)) = 570 \text{ W}$$

0/02 helyiség hővesztesége összesítve: $\dot{Q}_{0/02} = 923,8 \text{ W}$

0/04 helyiség – Szoba

Transzmissziós veszteség: $t_b = 21 \text{ }^\circ\text{C}$

$$\dot{Q}_{\text{külsőfal}} = 50,68 \cdot 0,1905 \cdot (21 - (-13)) = 328,2 \text{ W}$$

$$\dot{Q}_{\text{padló}} = 33,92 \cdot 0,1917 \cdot (21 - (-13)) = 221,1 \text{ W}$$

Filtrációs veszteség: $n = 0,8 \frac{1}{h}$

$$\dot{Q}_{0/04_{FR}} = \frac{0,8}{3600} \cdot (33,92 \cdot 2,8) \cdot 1,22 \cdot 1004 \cdot (21 - (-13)) = 879 \text{ W}$$

0/04 helyiség hővesztesége összesítve: $\dot{Q}_{0/04} = 1428,3 \text{ W}$

1/01-1/02 helyiség – Előtér - WC

Transzmissziós veszteség: $t_b = 21 \text{ }^\circ\text{C}$

$$\dot{Q}_{\text{külsőfal}} = (24,46 - 6,29) \cdot 0,1892 \cdot (21 - (-13)) = 157,4 \text{ W}$$

$$\dot{Q}_{\text{ajtó}} = 3,42 \cdot 1,1 \cdot (21 - (-13)) = 127,9 \text{ W}$$

$$\dot{Q}_{\text{ablak}} = 3,48 \cdot 1 \cdot (21 - (-13)) = 118,3 \text{ W}$$

Filtrációs veszteség: $n = 0,8 \frac{1}{h}$

$$\dot{Q}_{1/01-1/02_{FR}} = \frac{0,8}{3600} \cdot (18 \cdot 2,8) \cdot 1,22 \cdot 1004 \cdot (21 - (-13)) = 466 \text{ W}$$

1/01-1/02 helyiség hővesztesége összesítve: $\dot{Q}_{1/01-1/02} = 870 \text{ W}$

1/03 – Zuhanyzó

Transzmissziós veszteség: $t_b = 24 \text{ }^\circ\text{C}$

$$\dot{Q}_{\text{külsőfal}} = (4,2 - 0,36) \cdot 0,1892 \cdot (24 - (-13)) = 26,9 \text{ W}$$

$$\dot{Q}_{\text{ablak}} = 0,36 \cdot 1 \cdot (24 - (-13)) = 13,3 \text{ W}$$

Filtrációs veszteség: $n = 45 \text{ m}^3/h$

$$\dot{Q}_{1/03_{FR}} = \frac{45}{3600} \cdot 1,22 \cdot 1004 \cdot (24 - (-13)) = 566,5 \text{ W}$$

1/03 helyiség hővesztesége összesítve: $\dot{Q}_{1/03} = 66,7 \text{ W}$

1/04 – Szoba

Transzmissziós veszteség: $t_b = 21 \text{ }^\circ\text{C}$

$$\dot{Q}_{k\u00fclsfal} = (22,4 - (0,9 + 1,89)) \cdot 0,1892 \cdot (21 - (-13)) = 126,2 \text{ W}$$

$$\dot{Q}_{ablak} = 0,9 \cdot 1 \cdot (21 - (-13)) = 30,6 \text{ W}$$

$$\dot{Q}_{ajt\u00f3} = 1,89 \cdot 0,98 \cdot (21 - (-13)) = 63 \text{ W}$$

Filtrációs veszteség: $n = 0,8 \frac{1}{h}$

$$\dot{Q}_{1/04_{FR}} = \frac{0,8}{3600} \cdot (17,4 \cdot 2,8) \cdot 1,22 \cdot 1004 \cdot (21 - (-13)) = 450,9 \text{ W}$$

1/04 helyiség hővesztesége összesítve: $\dot{Q}_{1/04} = 670,6 \text{ W}$

1/05 – Dolgozó

Transzmissziós veszteség: $t_b = 21 \text{ }^\circ\text{C}$

$$\dot{Q}_{k\u00fclsfal} = (22,4 - 1,6 \cdot 1,5) \cdot 0,1892 \cdot (21 - (-13)) = 128,7 \text{ W}$$

$$\dot{Q}_{ablak} = 2,4 \cdot 1 \cdot (21 - (-13)) = 81,6 \text{ W}$$

Filtrációs veszteség: $n = 0,8 \frac{1}{h}$

$$\dot{Q}_{1/05_{FR}} = \frac{0,8}{3600} \cdot (13 \cdot 2,8) \cdot 1,22 \cdot 1004 \cdot (21 - (-13)) = 336,9 \text{ W}$$

1/05 helyiség hővesztesége összesítve: $\dot{Q}_{1/05} = 547,2 \text{ W}$

1/07 – Nappali

Transzmissziós veszteség: $t_b = 21 \text{ }^\circ\text{C}$

$$\dot{Q}_{k\u00fclsfal} = (17,08 - 1,6 \cdot 1,5) \cdot 0,1892 \cdot (21 - (-13)) = 94,5 \text{ W}$$

$$\dot{Q}_{ablak} = 2,4 \cdot 1 \cdot (21 - (-13)) = 81,6 \text{ W}$$

Filtrációs veszteség: $n = 0,8 \frac{1}{h}$

$$\dot{Q}_{1/07_{FR}} = \frac{0,8}{3600} \cdot (25 \cdot 2,8) \cdot 1,22 \cdot 1004 \cdot (21 - (-13)) = 647,8 \text{ W}$$

1/07 helyiség hővesztesége összesítve: $\dot{Q}_{1/07} = 823,9 \text{ W}$

1/08 – Konyha-étkező

Transzmissziós veszteség: $t_b = 21 \text{ }^\circ\text{C}$

$$\dot{Q}_{\text{külsőfal}} = (38,1 - 6,15) \cdot 0,1892 \cdot (21 - (-13)) = 205,4 \text{ W}$$

$$\dot{Q}_{\text{ablak}} = 6,15 \cdot 1 \cdot (21 - (-13)) = 209,4 \text{ W}$$

Filtrációs veszteség: $n = 0,8 \frac{1}{h}$

$$\dot{Q}_{1/08_{FR}} = \frac{0,8}{3600} \cdot (22 \cdot 2,8) \cdot 1,22 \cdot 1004 \cdot (21 - (-13)) = 570,1 \text{ W}$$

1/08 helyiség hővesztesége összesítve: $\dot{Q}_{1/08} = 984,6 \text{ W}$

2/01 – Háló

Transzmissziós veszteség: $t_b = 21 \text{ }^\circ\text{C}$

$$\dot{Q}_{\text{külsőfal}} = (22,96 - 3) \cdot 0,1892 \cdot (21 - (-13)) = 128,4 \text{ W}$$

$$\dot{Q}_{\text{ablak}} = 3 \cdot 1 \cdot (21 - (-13)) = 102 \text{ W}$$

$$\dot{Q}_{\text{padlásfödém}} = 8 \cdot 0,1472 \cdot (21 - (-13)) = 40 \text{ W}$$

Filtrációs veszteség: $n = 0,8 \frac{1}{h}$

$$\dot{Q}_{2/01_{FR}} = \frac{0,8}{3600} \cdot (8 \cdot 2,8) \cdot 1,22 \cdot 1004 \cdot (21 - (-13)) = 207,3 \text{ W}$$

2/01 helyiség hővesztesége összesítve: $\dot{Q}_{2/01} = 437,7 \text{ W}$

2/02 – Gardrób

Transzmissziós veszteség: $t_b = 21 \text{ }^\circ\text{C}$

$$\dot{Q}_{\text{külsőfal}} = 12,32 \cdot 0,1892 \cdot (21 - (-13)) = 79,3 \text{ W}$$

$$\dot{Q}_{\text{padlásfödém}} = 4,8 \cdot 0,1472 \cdot (21 - (-13)) = 24 \text{ W}$$

Filtrációs veszteség: $n = 0,8 \frac{1}{h}$

$$\dot{Q}_{2/02_{FR}} = \frac{0,8}{3600} \cdot (4,8 \cdot 2,8) \cdot 1,22 \cdot 1004 \cdot (21 - (-13)) = 124,4 \text{ W}$$

2/02 helyiség hővesztesége összesítve: $\dot{Q}_{2/02} = 203,7 \text{ W}$

2/03-2/04 – Fürdő-WC

Transzmissziós veszteség: $t_b = 24 \text{ }^\circ\text{C}$

$$\dot{Q}_{\text{külsőfal}} = 9,24 \cdot 0,1892 \cdot (24 - (-13)) = 64,7 \text{ W}$$

$$\dot{Q}_{\text{padlásfödém}} = 8,25 \cdot 0,1472 \cdot (24 - (-13)) = 44,9 \text{ W}$$

Filtrációs veszteség: $\dot{V} = 45 \frac{m^3}{h}$

$$\dot{Q}_{2/03-2/04_{FR}} = \frac{45}{3600} \cdot 1,22 \cdot 1004 \cdot (24 - (-13)) = 566,5 \text{ W}$$

2/03–2/04 helyiség hővesztesége összesítve: $\dot{Q}_{2/03-2/04} = 631,2 \text{ W}$

2/05 – Fürdő

Transzmissziós veszteség: $t_b = 24 \text{ }^\circ\text{C}$

$$\dot{Q}_{k\ddot{u}ls\ddot{o}fal} = 7,56 \cdot 0,1892 \cdot (24 - (-13)) = 52,9 \text{ W}$$

$$\dot{Q}_{padl\ddot{a}s\ddot{o}d\ddot{e}m} = 6,5 \cdot 0,1472 \cdot (24 - (-13)) = 35,4 \text{ W}$$

Filtrációs veszteség: $\dot{V} = 45 \frac{m^3}{h}$

$$\dot{Q}_{2/05_{FR}} = \frac{45}{3600} \cdot 1,22 \cdot 1004 \cdot (24 - (-13)) = 566,5 \text{ W}$$

2/05 helyiség hővesztesége összesítve: $\dot{Q}_{2/05} = 619,4 \text{ W}$

2/06 – Szoba

Transzmissziós veszteség: $t_b = 21 \text{ }^\circ\text{C}$

$$\dot{Q}_{k\ddot{u}ls\ddot{o}fal} = (19,6 - 2,1) \cdot 0,1892 \cdot (21 - (-13)) = 112,6 \text{ W}$$

$$\dot{Q}_{ajt\ddot{o}} = 2,1 \cdot 0,98 \cdot (21 - (-13)) = 70 \text{ W}$$

$$\dot{Q}_{padl\ddot{a}s\ddot{o}d\ddot{e}m} = 14 \cdot 0,1472 \cdot (21 - (-13)) = 70 \text{ W}$$

Filtrációs veszteség: $n = 0,8 \frac{1}{h}$

$$\dot{Q}_{2/06_{FR}} = \frac{0,8}{3600} \cdot (14 \cdot 2,8) \cdot 1,22 \cdot 1004 \cdot (21 - (-13)) = 362,8 \text{ W}$$

2/06 helyiség hővesztesége összesítve: $\dot{Q}_{2/06} = 545,4 \text{ W}$

2/07 – Szoba

Transzmissziós veszteség: $t_b = 21 \text{ }^\circ\text{C}$

$$\dot{Q}_{k\ddot{u}ls\ddot{o}fal} = (7,65 - 2,1) \cdot 0,1892 \cdot (21 - (-13)) = 34,2 \text{ W}$$

$$\dot{Q}_{ajt\ddot{o}} = 2,1 \cdot 0,98 \cdot (21 - (-13)) = 70 \text{ W}$$

$$\dot{Q}_{padl\ddot{a}s\ddot{o}d\ddot{e}m} = 10,6 \cdot 0,1472 \cdot (21 - (-13)) = 53 \text{ W}$$

Filtrációs veszteség: $n = 0,8 \frac{1}{h}$

$$\dot{Q}_{2/07_{FR}} = \frac{0,8}{3600} \cdot (10,6 \cdot 2,8) \cdot 1,22 \cdot 1004 \cdot (21 - (-13)) = 274,7 \text{ W}$$

2/07 helyiség hővesztesége összesítve: $\dot{Q}_{2/07} = 378,9 \text{ W}$

2/08 – Szoba

Transzmissziós veszteség: $t_b = 21 \text{ °C}$

$$\dot{Q}_{\text{külsőfal}} = (7,65 - 2,1) \cdot 0,1892 \cdot (21 - (-13)) = 34,2 \text{ W}$$

$$\dot{Q}_{\text{ajtó}} = 2,1 \cdot 0,98 \cdot (21 - (-13)) = 70 \text{ W}$$

$$\dot{Q}_{\text{padlásfödém}} = 10,6 \cdot 0,1472 \cdot (21 - (-13)) = 53 \text{ W}$$

Filtrációs veszteség: $n = 0,8 \frac{1}{\text{h}}$

$$\dot{Q}_{2/08_{FR}} = \frac{0,8}{3600} \cdot (10,6 \cdot 2,8) \cdot 1,22 \cdot 1004 \cdot (21 - (-13)) = 274,7 \text{ W}$$

2/08 helyiség hővesztesége összesítve: $\dot{Q}_{2/08} = 378,9 \text{ W}$

2/09 – Szoba

Transzmissziós veszteség: $t_b = 21 \text{ °C}$

$$\dot{Q}_{\text{külsőfal}} = (7,65 - 2,1) \cdot 0,1892 \cdot (21 - (-13)) = 34,2 \text{ W}$$

$$\dot{Q}_{\text{ajtó}} = 2,1 \cdot 0,98 \cdot (21 - (-13)) = 70 \text{ W}$$

$$\dot{Q}_{\text{padlásfödém}} = 10,6 \cdot 0,1472 \cdot (21 - (-13)) = 53 \text{ W}$$

Filtrációs veszteség: $n = 0,8 \frac{1}{\text{h}}$

$$\dot{Q}_{2/09_{FR}} = \frac{0,8}{3600} \cdot (10,6 \cdot 2,8) \cdot 1,22 \cdot 1004 \cdot (21 - (-13)) = 274,7 \text{ W}$$

2/09 helyiség hővesztesége összesítve: $\dot{Q}_{2/09} = 378,9 \text{ W}$

2/10 – Szoba

Transzmissziós veszteség: $t_b = 21 \text{ °C}$

$$\dot{Q}_{\text{külsőfal}} = (29,12 - 3,9) \cdot 0,1892 \cdot (21 - (-13)) = 173,8 \text{ W}$$

$$\dot{Q}_{\text{ajtó}} = 2,1 \cdot 0,98 \cdot (21 - (-13)) = 70 \text{ W}$$

$$\dot{Q}_{\text{ablak}} = 1,8 \cdot 1 \cdot (21 - (-13)) = 61,2 \text{ W}$$

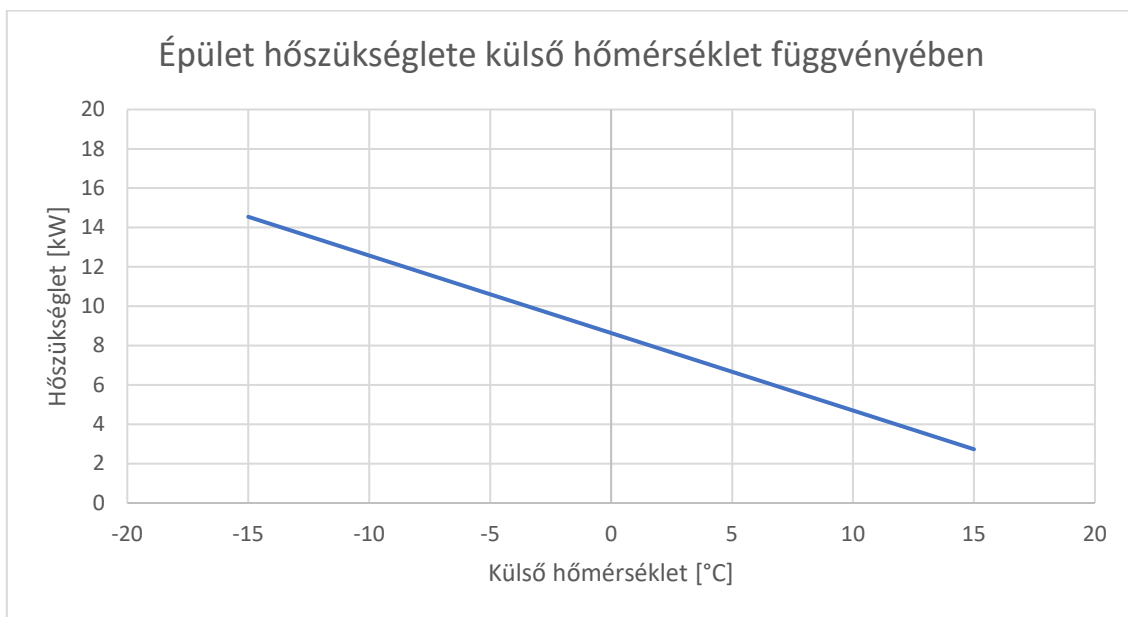
$$\dot{Q}_{\text{padlásfödém}} = 13,5 \cdot 0,1472 \cdot (21 - (-13)) = 67,6 \text{ W}$$

Filtrációs veszteség: $n = 0,8 \frac{1}{\text{h}}$

$$\dot{Q}_{2/10_{FR}} = \frac{0,8}{3600} \cdot (13,5 \cdot 2,8) \cdot 1,22 \cdot 1004 \cdot (21 - (-13)) = 349,83 \text{ W}$$

2/10 helyiség hővesztesége összesítve: $\dot{Q}_{2/10} = 643,7 \text{ W}$

Összes helyiség filtrációs és transzmissziós hővesztesége együttesen: 13767 W



21. ábra: Épület hőszüksége külső hőmérséklet függvényében

5. Épület energiaigénye

5.1. Helyiségek veszteségei

Direkt sugárzási nyereség:

Direkt sugárzási nyereséget a 7/2006. (V. 24.) TNM rendeletben megtalálható képlet segítségével határozható meg:

$$Q_{sd} = \varepsilon \cdot \sum A_{\ddot{u}} \cdot g \cdot Q_{TOT} \quad [kWh/a]$$

ahol:

- ε – hasznosítási tényező
- $A_{\ddot{u}}$ – üvegezett felület
- g – sugárzásátbocsátó képesség
- Q_{TOT} – sugárzási energiahozam

A hasznosítási tényező az épület jellegéből adódóan nehéz szerkezetű tehát $\varepsilon = 0,75$

A sugárzási energiahozam értékét a szabvány 3. mellékletében található táblázatból választottam ki:

$\dot{E} = 100 \text{ kW/m}^2/\text{a}$, $D = 400 \text{ kW/m}^2/\text{a}$, $K\text{-NY} = 200 \text{ kW/m}^2/\text{a}$ (TNM, 7/2006).

A sugárzásátbocsátó képesség az építész tervdokumentációban található: $g = 0,4$.

$$A_{\ddot{U}E} = 8,46 \text{ m}^2$$

$$A_{\ddot{U}D} = 17,7 \text{ m}^2$$

$$A_{\ddot{U}NY-K} = 10,74 \text{ m}^2$$

$$Q_{sd} = 0,75 \cdot (8,46 \cdot 0,4 \cdot 100 + 17,7 \cdot 0,4 \cdot 400 + 10,74 \cdot 0,4 \cdot 200) = 3022,2 \text{ kWh/a}$$

Indirekt sugárzás:

Az indirekt sugárzási nyereséget a következő képlettel számolhatjuk ki: (TNM, 7/2006)

$$Q_{sid} = \varepsilon \cdot \sum A_{\ddot{U}} \cdot g \cdot I_b \quad [W]$$

ahol:

I_b – átlagintenzitás

Az indirekt sugárzási nyereség adatai csak az átlagintenzitás értékében különbözik a direkttől, így az előző pontból használom fel az adatokat. Az átlagintenzitás értéke a rendelet 3. mellékletéből olvasható le.

$E = 27 \text{ W/m}^2$, $D = 96 \text{ W/m}^2$, $K\text{-NY} = 50 \text{ W/m}^2$ (TNM, 7/2006).

$$Q_{sid} = 0,75 \cdot (8,46 \cdot 0,4 \cdot 27 + 17,7 \cdot 0,4 \cdot 96 + 10,74 \cdot 0,4 \cdot 50) = 739,4 \text{ W}$$

5.2. Fajlagos hőveszteségi tényező

$$q = \frac{1}{V} \cdot \left(\sum AU_R - \frac{Q_{sd}}{72} \right) \quad [W/m^3K]$$

ahol:

V – fűtött térfogat

AU_R – hőátbocsátási tényező és a felület szorzata

$$q = \frac{1}{851,7} \cdot \left(154,3 - \frac{739,4}{72} \right) = 0,1319 \text{ W/m}^3K$$

5.3. Egyensúlyi hőmérsékletkülönbség

$$\Delta t_b = \frac{Q_{sd} + Q_{sid} + A_N \cdot q_b}{\sum AU + 0,35 \cdot n \cdot V} + 2 \quad [K]$$

ahol:

q_b – belső hőnyereség átlaga

n – légcserezszám

A belső hőnyerés átlagos értéke lakóépület esetén 5. Ez megtalálható a TNM, 7/2006 rendelet 3. melléklet IV. 1. táblázatában.

$$\Delta t_b = \frac{3022,2 + 739,4 + 304,2 \cdot 5}{154,3 + 0,35 \cdot 0,8 \cdot 851,7} + 2 = 15,45 \text{ K}$$

Ebből számolható a fűtési határhőmérséklet:

$$t_{fh} = t_b - \Delta t_b = 21 - 15,45 = 5,6 \text{ }^\circ\text{C}$$

5.4. Fűtés éves nettó hőenergia igénye

A 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet I.1. táblázatából leolvasható a hőfokhíd és a határhőmérsékletnél alacsonyabb átlaghőmérsékletű órák száma: (TNM, 7/2006)

$$H = 48478,5 \text{ hk/a}$$

$$Z_F = 2516,5 \text{ h/a}$$

A fűtés éves nettó hőenergia igénye ezekből az adatokból a következő képlettel határozható meg:

$$Q_f = H \cdot V \cdot (q + 0,35 \cdot n) \cdot \sigma - Z_F \cdot A_N \cdot q_b \quad [\text{kWh/a}]$$

ahol:

H – hőfokhíd

Z_F – határhőmérsékletnél alacsonyabb átlaghőmérsékletű órák száma

σ – szakaszos üzem miatt korrekció

$$Q_f = 48478,5 \cdot 851,7 \cdot (0,1319 + 0,35 \cdot 0,8) \cdot 0,9 - 2516,5 \cdot 304,2 \cdot 5 = 11478,8 \text{ kWh/a}$$

6. Padlófűtés hőleadásai

Uponor padlófűtés rendszert használva, annak tervezési segédlete és az abban található diagrammok alapján határozom meg az egyes csőfektetési távolságokhoz tartozó hőleadást.

1. Első lépésben a padlófűtés cső fölött elhelyezkedő burkolat hővezetési ellenállását szükséges megállapítani. Ezeket az értékek 9. táblázat tartalmazza:

Padlóburkolat típusa	Vastagág [mm]	Hővezetési ellenállás [m ² ×K/W]
Padlószőnyeg, Vékony szőnyeg		0,1
Közepes vastagságú szőnyeg		0,13
Vastag szőnyeg		0,18
Parketta + filc	8 + 2	0,07
PVC burkolat	5	0,02
Kerámia burkolat + habarcságy	10 + 2	0,011
Kerámia burkolat + habarcságy	10 + 10	0,017
Márvány vagy műkő + habarcságy	15 + 10	0,011

9. táblázat: Burkolatok hővezetési ellenállása
(Forrás: Uponor felületfűtési diagrammok, 2015)

- Ezt a meghatározott értéket vízszintesen kivetítjük a megfelelő osztásközig. (Vz 10, 15, 20, 30, 40 = 100, 150, 200, 300, 400 mm-es osztás)
- Ezután a metszéspontot függőlegesen felvetítjük az átlagos hőmérséklet-különbség görbéjére. Átlagos hőmérséklet-különbség a következő képlettel határozható meg: (Uponor felületfűtési diagrammok, 2015)

$$T_{\text{átlag}} = \frac{T_{\text{előremenő}} + T_{\text{visszatérő}}}{2} - T_{\text{szoba}} [K]$$

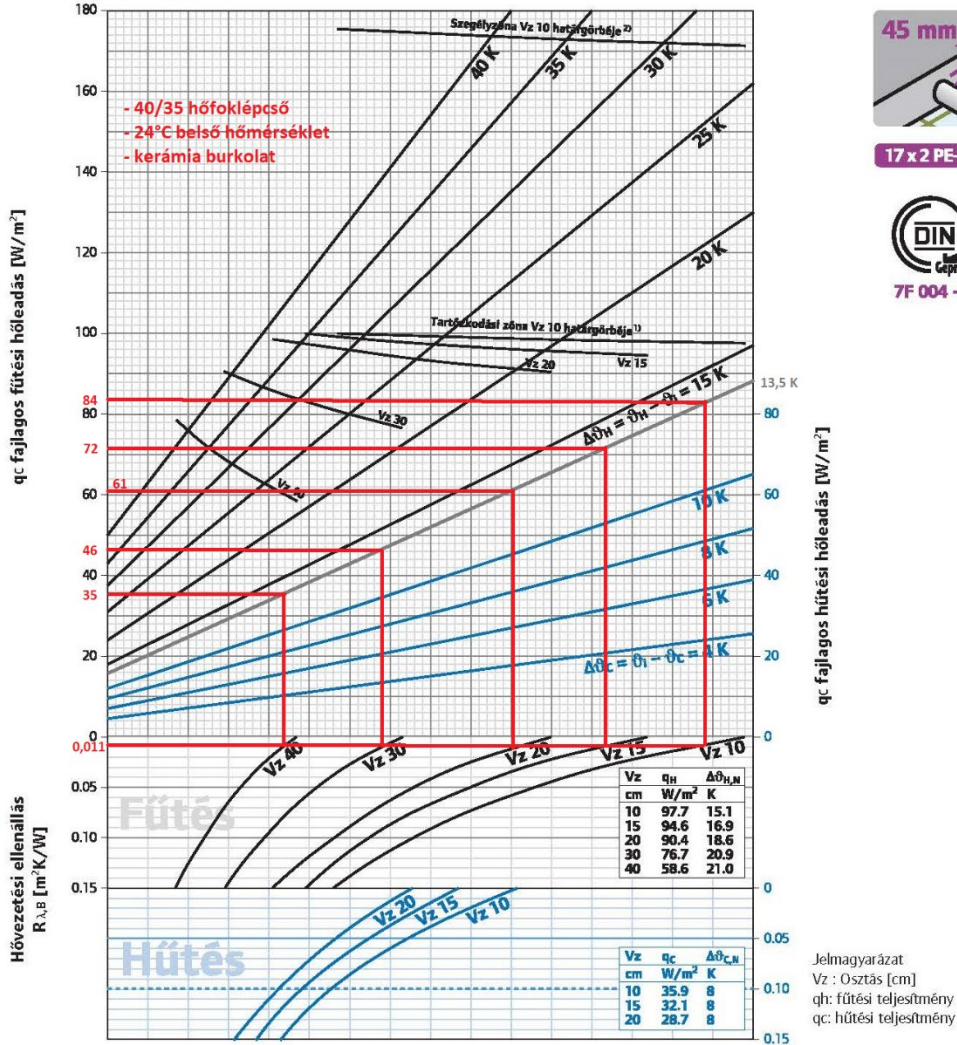
$T_{\text{átlag}}$ 40/35 fokos hőfoklépcső és 24 °C-os szobahőmérséklet esetén a következő módon alakul:

$$T_{\text{átlag}} = \frac{40 + 35}{2} - 24 = 13,5 \text{ °C}$$

- Majd az így kapott metszéspontot balra vízszintesen kivetítjük a hőleadás tengelyére és leolvasható a teljesítmény.

Méretezési diagram Uponor Classic rendszerhez

Fűtési/hűtési méretezési diagram VD 450/450N/550N-nel szerelt Uponor Classic 17 x 2 mm-es cső rögzítő rendszerhez, cementes esztrich teherelosztó réteggel (sü = 45 mm, λü = 1,2 W/mK)



22. ábra: Padlófűtés teljesítmény diagramja 24 °C kerámia burkolat esetén (Forrás: Uponor Padlófűtés rendszerkatalógus, 2015)

A diagramról leolvasható az egyes osztásközkhöz tartozó teljesítmény adatok:

Padlófűtés teljesítmény	
24 °C - Kerámia burkolat esetén	
100 mm	84 W/m ²
150 mm	72 W/m ²
200 mm	61 W/m ²
300 mm	46 W/m ²
400 mm	35 W/m ²

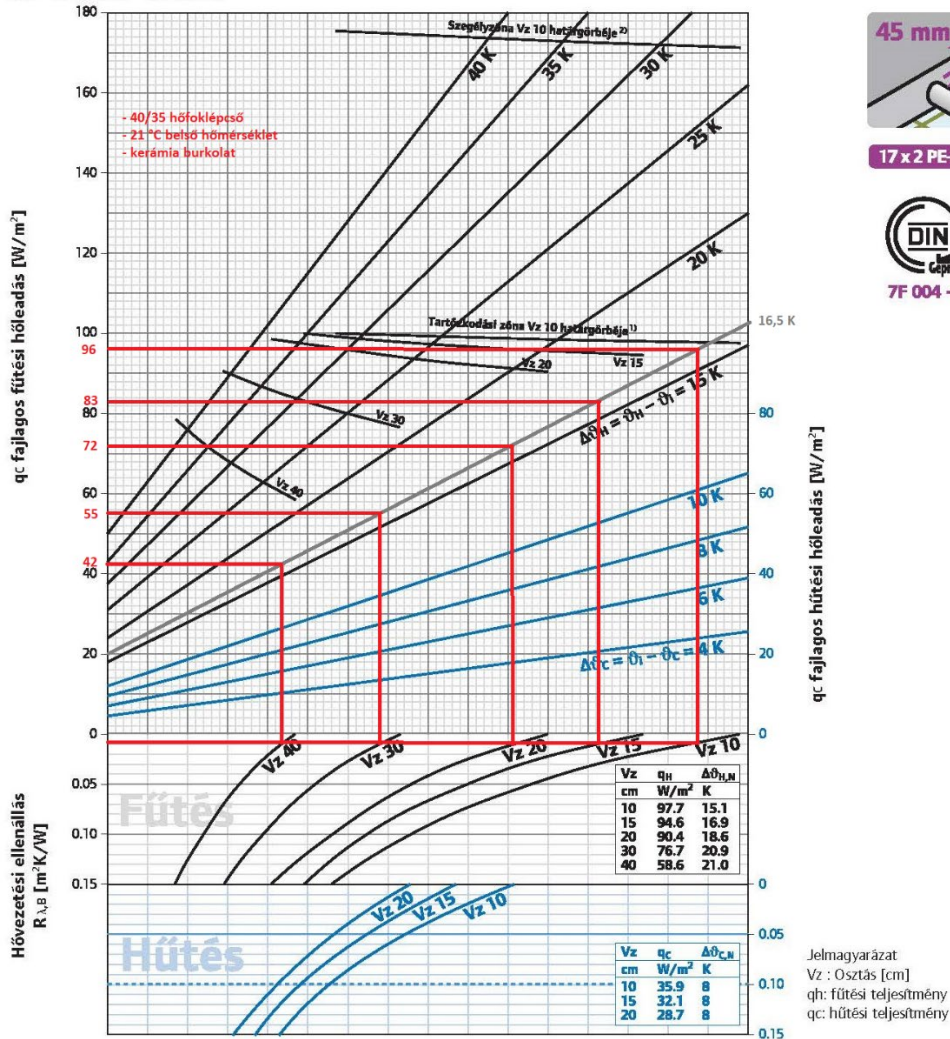
10. táblázat: Padlófűtés teljesítmények 24°C kerámia burkolat esetén

Ugyanezt a számítást elvégezve 21 °C -os hőmérséklet esetén:

$$T_{\text{átlag}} = \frac{40 + 35}{2} - 21 = 16,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Méretezési diagram Uponor Classic rendszerhez

Fűtési/hűtési méretezési diagram VD 450/450N/550N-nel szerelt Uponor Classic 17 x 2 mm-es csőrgőztető rendszerhez, cementes esztrich teherelosztó réteggel (sű = 45 mm, λ_ű = 1,2 W/mK)



23. ábra: Padlófűtés teljesítmény diagramja 21 °C kerámia burkolat esetén (Forrás: Uponor Padlófűtés rendszerkatalógus, 2015)

A diagramról leolvasható az egyes osztásközkhöz tartozó teljesítmény adatok:

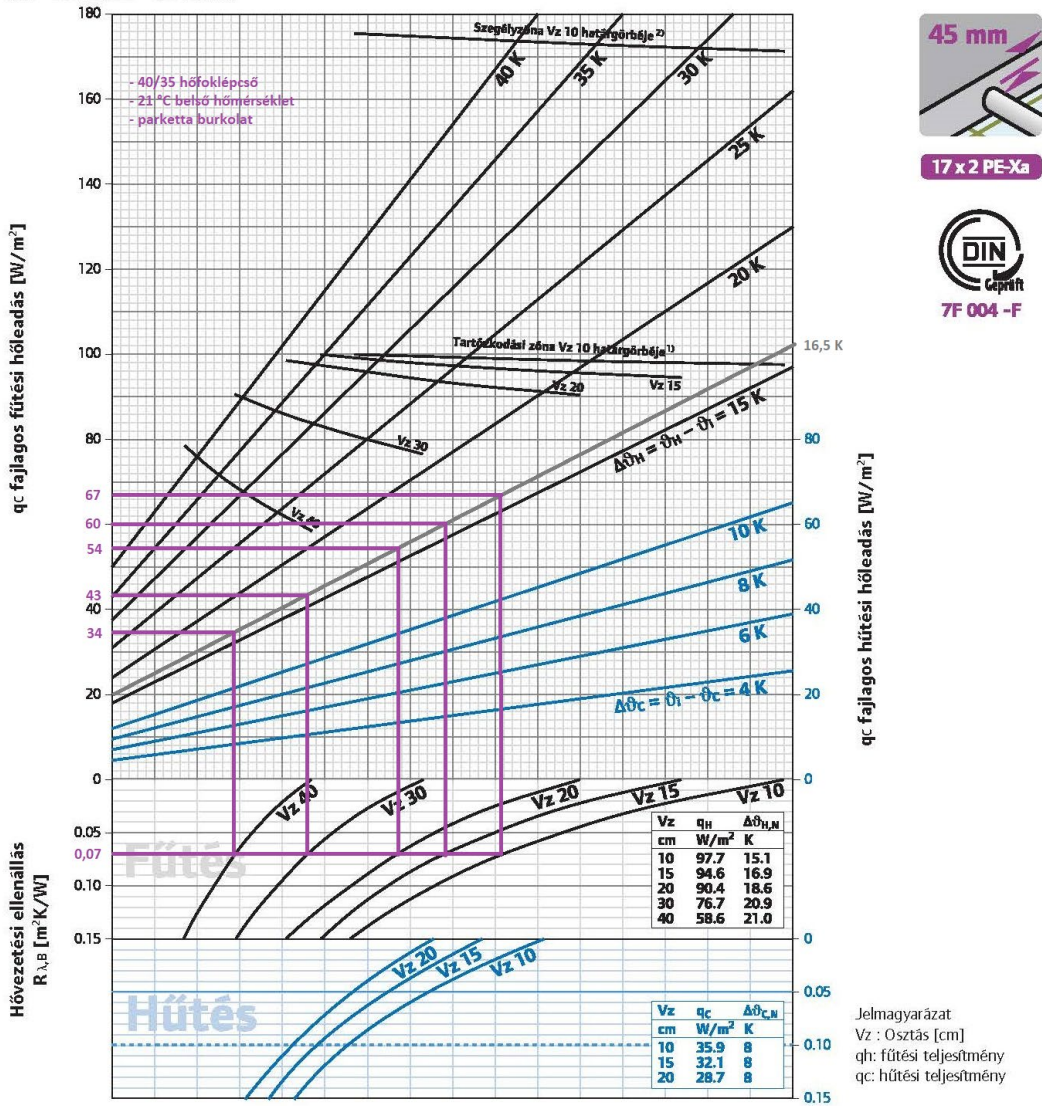
Padlófűtés teljesítmény	
<i>21 °C - Kerámia burkolat esetén</i>	
100 mm	96 W/m ²
150 mm	83 W/m ²
200 mm	72 W/m ²
300 mm	55 W/m ²
400 mm	42 W/m ²

11. táblázat: Padlófűtés teljesítmények 21 °C kerámia burkolat esetén

Parketta burkolat esetén a hőleadás a következőképpen alakul:

Méretezési diagram Uponor Classic rendszerhez

Fűtési/hűtési méretezési diagram VD 450/450N/550N-nel szerelt Uponor Classic 17 x 2 mm-es csőrozgató rendszerhez, cementes esztrich teherelosztó réteggel (sű = 45 mm, $\lambda_{\dot{u}} = 1,2 \text{ W/mK}$)



17 x 2 PE-Xa



24. ábra: Padlófűtés teljesítmény diagramja 21 °C parketta burkolat esetén (Forrás: Uponor Padlófűtés rendszerkatalógus, 2015)

A diagramról leolvasható az egyes osztásközkhöz tartozó teljesítmény adatok:

Padlófűtés teljesítmény	
21 °C - Parketta burkolat esetén	
100 mm	67 W/m^2
150 mm	60 W/m^2
200 mm	54 W/m^2
300 mm	43 W/m^2
400 mm	34 W/m^2

12. táblázat: Padlófűtés teljesítmények 21 °C parketta burkolat esetén

7. Hidraulikai számítások

A csővezetékek méretezésekor számos alapvető paramétert kell figyelembe venni a közeg tulajdonságaival kapcsolatban. Mivel a fűtési rendszerben a víz áramlik, ezért annak fizikai tulajdonságait kell figyelembe vennünk, amik a következők:

Sűrűség - $\rho = 993,2 \frac{kg}{m^3}$ (37,5 °C-on, ami az előremenő és visszatérő hőmérséklet átlaga)

Fajhő - $c_p = 4184 \frac{J}{kgK}$

Az előzetes számítások alapján a választott hőfoklépcső a 40/35 °C.

Osztás megválasztása

Az előzőekben kiszámításra kerültek a padlófűtések hőleadásai. A helyiségek hőigényei és a padlófűtés területe alapján minden helyiségre megválasztható a fűtési igényt kielégítő osztásköz.

0/02 helyiség hőigénye 924 W. Ez egy parkettával burkolt helyiség, melynek belső hőmérséklete 21 °C, így a fenti 12. táblázatot kell használni az osztás kiválasztásához.

A hőigény és csőátlag hányadosa megadja a minimális fajlagos hőteljesítményt:

$$q_c = \frac{Q}{T} = \frac{924 \text{ W}}{20 \text{ m}^2} = 46,2 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

Így ebben a helyiségben a 200 mm osztást választottam, aminek a fajlagos hőleadása $54 \frac{W}{m^2}$. A fűtési teljesítménye a fajlagos hőleadás és a terület szorzata:

$$Q_F = q_c \cdot T = 54 \frac{W}{m^2} \cdot 20 \text{ m}^2 = 1080 \text{ W}$$

A többi fűtési kör osztását és fűtési teljesítményét a 13. táblázat tartalmazza.

Első lépésként a tömegáramokat kell meghatározni:

$$\dot{m} = \frac{Q}{c_p \cdot \Delta t} \cdot 3600 \left[\frac{kg}{h} \right]$$

ahol:

\dot{m} – tömegáram $\left[\frac{kg}{h} \right]$

Q – hőteljesítmény [W]

c_p – víz fajhője $\left[\frac{J}{kg \cdot K}\right]$

Δt – előremenő és visszatérő hőmérséklet különbsége $[K]$

PF-11 szakasz esetén a tömegáram a következőképpen alakul:

$$\dot{m} = \frac{1080}{4172 \cdot 5} \cdot 3600 = 186,39 \frac{kg}{h}$$

Későbbi számítások során szükség lesz a térfogatáramokra is, melyek a sűrűség ismeretével átválthatóak a tömegáramokból.

$$\dot{V} = \frac{m}{3600 \cdot \rho} \left[\frac{m^3}{s}\right]$$

PF-11 szakasz esetén a térfogatáram a következőképpen alakul:

$$\dot{V} = \frac{186,39}{3600 \cdot 993,2} = 5,21 \cdot 10^{-5} \frac{m^3}{s}$$

Ezen kiszámított értékek alapján már kiválasztható a szakaszok csőátmérője táblázatból. A Bausoft weboldalán található kalkulátor megkönnyíti a cső méretének megválasztását (<http://www.bausoft.hu/php/tube/tubecalc.htm>).

A kalkulátor segítségével kiválasztott csőátmérő (külső átmérő x falvastagság):

$$D \times S = 17 \times 2 \text{ mm}$$

Ismerve a cső belső átmérőjét és a térfogatáramát, számolható az áramlási sebesség:

$$v = \frac{\dot{V}}{A} = \frac{\dot{V} \cdot 4}{d^2 \cdot \pi} \left[\frac{m}{s}\right]$$

PF-11 szakasz esetén az áramlási sebesség a következőképpen alakul:

$$v = \frac{5,21 \cdot 10^{-5} \cdot 4}{\left(\frac{13}{1000}\right)^2 \cdot \pi} = 0,393 \frac{m}{s}$$

Ehhez a sebességhez és a csőátmérőhöz tartozik egy fajlagos nyomásesés (S), melyet táblázatból olvashatunk ki. PF-11 szakasz esetében ez az érték $S' = 201 \frac{Pa}{m}$

A fajlagos nyomásesésből és a csőszakasz hosszából, ami a megrajzolt nyomvonaltervből olvasható le, számolható a csősúrlódásból fakadó nyomásesés:

$$S = l \cdot S' [Pa]$$

PF-11 szakasz esetében:

$$S = 79,6 \text{ m} \cdot 201 \frac{Pa}{m} = 16000 Pa$$

Az osztó-gyűjtőn lévő körönkénti beszabályozó szelepek nyomásesését is figyelembe kell venni. Itt a szelepre jellemző, gyártó által megadott kv_s értéket kell felhasználni: $kv_s = 1,2 \frac{m^3}{h}, 1 \text{ bar}$. Ez az érték a teljesen nyitott szelepálláshoz tartozó térfogatáram 1 bar nyomásesés esetén.

$$\Delta p_{szelep} = \left(\frac{\dot{V}}{kv} \right)^2 \cdot 10^5 [Pa]$$

ahol:

\dot{V} – térfogatáram $\left[\frac{m^3}{h} \right]$

kv – átfolyási tényező

A kv_s érték bár mértékegységben van megadva, ezért van a 10^5 -en szorzó, hogy Pa mértékegységben kapjuk meg a végeredményt.

$$\Delta p_{szelep} = \left(\frac{0,1877}{1,2} \right)^2 \cdot 10^5 = 2446 Pa$$

A fenti nyomásesések és az alaki ellenállások összegzésével megkapjuk a szakaszra jellemző nyomásesést.

A többi szakasz hidraulikai értékei a 13. táblázatban találhatóak.

7.1. Beszabályozás

Szelepállások meghatározásához, az összes körnek ki kell számolni a nyomásesését. A legnagyobb nyomásesés lesz a mértékadó áramkör. Az emeleti osztón a mértékadó áramkör a PF-31. A számításokat Excellel végeztem, de hogy be tudjam mutatni a számítás menetét, elvégzem azt a PF-38-as körre.

Térfogatáramot és a nyomásesést kiszámítottam a hidraulikai méretezésnél az összes körre, ezeket az adatokat fogom felhasználni:

$$\text{PF-38-as kör térfogatárama: } \dot{V} = 0,0994 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

$$\text{A mértékadó áramkör nyomásesése: } \Delta p_m = 8408 \text{ Pa}$$

$$\text{A PF-38 nyomásesése: } \Delta p_{sz} = 5057 \text{ Pa}$$

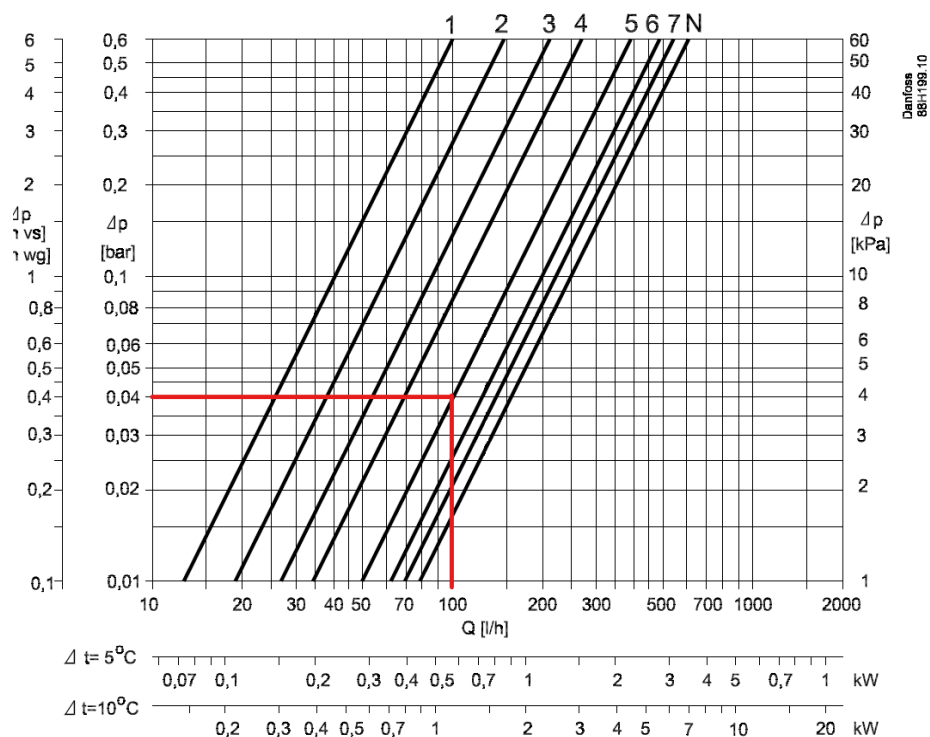
$$\text{PF-38 szelep nyomásesése: } \Delta p_{\text{PF-38 szelep}} = 686 \text{ Pa}$$

$$\Delta p_{\text{fojtás}} = \Delta p_m - \Delta p_{sz} + \Delta p_{\text{PF-38 szelep}} = 8408 - 5057 + 686 = 4038 \text{ Pa}$$

Az adott szelepállás a gyártó által megadott diagramról olvasható le. A diagramról történő leolvasáshoz a számított értékeket átváltottam:

$$\dot{V} = 0,0994 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} = 99,4 \frac{\text{l}}{\text{h}}$$

$$\Delta p_{\text{fojtás}} = 4038 \text{ Pa} = 0,04 \text{ bar}$$



25. ábra: Danfoss osztó beszabályozó szelep előbeállítási diagram (Forrás: Danfoss katalógus, 2022)

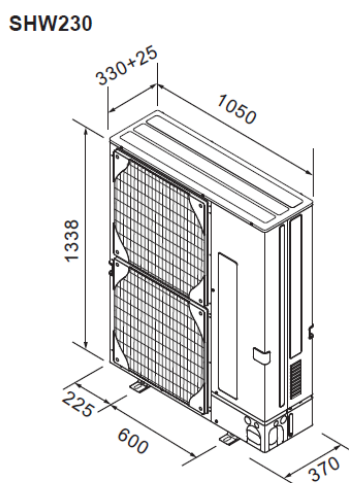
PF. Kör	Terület [m ²]	Csőhossz [m]	Osztás [mm]	Fajlagos hőleadás [m ² /m]	Fűtési teljesítmény [W]	Térfogat-áram [l/perc]	Sebesség [m/s]	Szelepállás
PF-11	20	79,6	200 mm	54	1080	3,13	0,39	4
PF-12	11	85,3	300 mm	43	473	1,37	0,17	2
PF-13	11	86,4	300 mm	43	473	1,37	0,17	2
PF-14	13	84,8	300 mm	43	559	1,62	0,20	2
PF-15	24	80,0	300 mm	55	1320	3,82	0,48	6
PF-16	26	96,1	300 mm	55	1430	4,14	0,52	N
PF-21	7,5	58,1	200 mm	54	405	1,17	0,15	3
PF-22	7,5	48,5	200 mm	54	405	1,17	0,15	3
PF-23	4	19,3	100 mm	84	621	1,80	0,22	4
PF-24	11	59,9	150 mm	83	913	2,64	0,33	N
PF-25	8	67,7	200 mm	54	432	1,25	0,16	3
PF-26	13	64,5	200 mm	54	702	2,03	0,25	5
PF-27	11	73,6	300 mm	43	473	1,37	0,17	4
PF-28	14	71,0	300 mm	43	602	1,74	0,22	5
PF-29	13	74,8	200 mm	54	702	2,03	0,25	6
PF-31	14	66,6	200 mm	54	756	2,19	0,27	N
PF-32	11	52,6	300 mm	43	473	1,37	0,17	4
PF-33	10	51,0	300 mm	43	430	1,25	0,16	4
PF-34	10	55,6	300 mm	43	430	1,25	0,16	4
PF-35	14	74,5	300 mm	43	602	1,74	0,22	5
R-36	1	20,7	Vogel&Noot DELLA 1100x600	123	123	0,36	0,04	1
PF-37	6	51,0	100 mm	84	504	1,46	0,18	5
PF-38	8	64,3	150 mm	72	576	1,67	0,21	5
R-39	1	26,0	Vogel&Noot DELLA 1100x600	123	123	0,36	0,04	1
PF-40	7	78,6	300 mm	43	301	0,87	0,11	2
PF-41	11	78,0	300 mm	43	473	1,37	0,17	4

13. táblázat: Hidraulikai számítások

8. Hőtermelő

A megrendelő jelezte, hogy mindenképpen modern, korszerű megoldásokat szeretne, így egyértelmű volt, hogy a hőszivattyú lesz a legjobb megoldás. Különösen, hogy későbbiekben napelem rendszer telepítését tervezik, így az üzemeltetés még gazdaságosabb lesz.

Az általam választott hőszivattyú megoldás levegő-víz típusú, mivel a terület adottságai nem teszik lehetővé a talaj kollektoros vagy a talajszondás hőszivattyús rendszerek alkalmazását. Az épület hőigénye nem túl magas, így azt egyetlen magas teljesítményű hőszivattyú is képes ellátni, ezzel csökkentve a beruházási költséget, hiszen nem kell kaszkád vagy bivalens rendszert kialakítani. Választásom a Mitsubishi Zubadan PUHZSHW230YKA típusú hőszivattyújára esett a hozzá tartozó Ecodan ERSE-YM9EC hydromodullal.



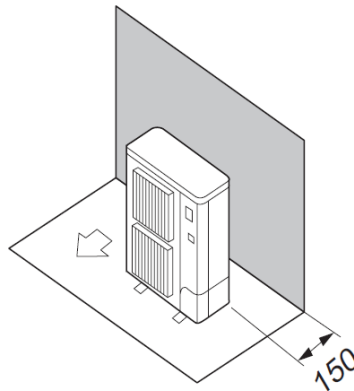
26. ábra: Hőszivattyú méretei
(Forrás: Mitsubishi katalógus, 2022)

Előremenő víz	40 °C		45 °C		50 °C	
Külső hőmérséklet [°C]	Telj.	COP	Telj.	COP	Telj.	COP
-15	18,20	2,16	18,00	1,97	17,30	1,82
-10	18,40	2,46	18,40	2,21	18,40	2,06
-7	18,40	2,64	18,40	2,35	18,40	2,21
2	18,40	2,60	18,30	2,60	18,30	2,26
7	18,40	3,58	18,40	3,14	18,40	2,83
12	19,40	4,05	19,40	3,52	19,40	3,15
15	20,60	4,34	20,60	3,76	20,60	3,37
20	22,50	4,89	22,50	4,23	22,50	3,80

6. táblázat: Hőszivattyú teljesítmény adatai
(Forrás: Mitsubishi katalógus, 2022)

A kültéri egység az épület fűtőhelyiségének külső falához közel kerül telepítésre, a belső tér felé. A választott telepítési hely megfelelő, mivel az ingatlan nem lakókörnyezetben található, és a szomszédos telek is távol helyezkedik el a telepítés helyétől. A tartószerkezet megfelelő rögzítése érdekében betontalapatot kell kialakítani, amelyre a kültéri egységet rögzítjük.

Telepítés során ügyelni kell, hogy meglegyen a faltól lévő előírt minimum távolság, ez a megfelelő hatásfok elérésének érdekében szükséges.



27. ábra: Kültéri egység elhelyezése
(Forrás: Mitsubishi katalógus, 2022)

9. Puffertároló

Általában a helyi áramszolgáltató kedvezményes tarifával biztosítja a hőszivattyúk működtetését. A kedvezményes tarifa naponta változó időszakokra vonatkozik, amelyek a helyi áramszolgáltatótól függenek. Azonban ahhoz, hogy gazdaságosan működjenek a hőszivattyúk, fontos, hogy azok indítása óránként legfeljebb háromszor történjen. A fenti szempontok alapján a hőenergiát puffertárolóval tanácsos eltárolni.

A kompresszor terhelésének minimalizálása érdekében a puffertárolónak a legkisebb kompresszor működési időt is biztosítani kell. A Mitsubishi esetében ez az időszak 4-5 perc. A puffertárolónak fel kell tudnia venni az ezalatt termelt hőmennyiséget (Vaillant hőszivattyúk általános tervezési segédlete).

Méretezés:

$$V = \frac{Q}{c_p \cdot \Delta t} \cdot t \cdot 60$$

ahol:

Q – fűtési teljesítmény [kW]

c_p – víz fajhője [$kJ/kg \cdot K$]

Δt – előremenő és visszatérő hőmérséklet különbség [K]

t – kompresszor legkisebb működési ideje [min]

$$V = \frac{13,767}{4,172 \cdot 5} \cdot 5 \cdot 60 = 197,99 \text{ l}$$

A fenti számítások alapján a választott puffertartó: Heizer ARV-2 puffertartály 200 liter.

10. Tágulási tartály

A hidraulikus rendszerekben a hőmérséklet-változás miatt a víz térfogata megváltozik, ami problémát jelent, mivel ezt a változást a szilárd anyagból (általában fém vagy műanyag) készült hálózat nem képes követni. Ezért szükséges tágulási tartályt beépíteni.

Méretezése:

$$V = \Delta V \cdot \frac{p_m}{p_m - p_e}$$

ahol:

p_m – rendszerben megengedett maximális abszolút nyomás [bar]

p_e – abszolút előfeszítési nyomás [bar]

ΔV – tágult víz térfogata [m^3]

Tágult víz térfogata:

$$\Delta V = V_0 \cdot \beta \cdot \Delta t$$

ahol:

V_0 – rendszerben lévő víz mennyisége [m^3]

β – víz tágulási együtthatója ($\beta = 4,3 \cdot 10^{-4} \frac{1}{K}$)

Δt – töltővíz és a fűtővíz középértékének a különbsége [K]

$$\Delta t = \frac{40 + 35}{2} - 10 = 27,5 \text{ } ^\circ C \rightarrow 300,5 \text{ K}$$

Csővezetékben található víz mennyisége:

Cső átmérő [mm]	Belső átmérő [mm]	Hossz [m]	Térfogat [m ³]
17x2	13	1669	0,221418
22x1	20	4	0,001256
25x2,8	19,4	43,6	0,012881
32x1,5	29	8,5	0,005612
Összes térfogat:			0,241167

7. táblázat: Csővezeték rendszerben található víz mennyisége

Továbbá beépítésre kerül egy 200 literes puffertartály, aminek a térfogata: 0,2 m³.
Így a $V_0 = 0,441 \text{ m}^3$.

Ezzel már számolható a táguló víz térfogata:

$$\Delta V = 0,441 \cdot 2,1 \cdot 10^{-4} \cdot 300,5 = 0,028$$

Az előfeszítési nyomás a hidraulikai rendszerben uralkodó statikus nyomásból határozható meg: Előfeszítési nyomás = statikus nyomás (magasság méterenként 0,1 bar) + 0,3 bar. Azért, hogy elkerüljük a gázképződést, a rendszer legfelső pontján, hideg állapotban legalább 0,3 bar túlnyomásra van szükség. Esetünkben a tágulási tartály és a rendszer legmagasabb pontja között 6 m van, így az előfeszítési nyomás 0,9 bar lesz.

A tágulási tartály szükséges mérete:

$$V = 0,028 \cdot \frac{4}{4 - 1,9} = 0,053 \text{ m}^3$$

Tágulási tartály egy másik feladata, hogy tartalék vizet biztosítson a rendszer számára. Ez a rendszer 0,5 %-a, de minimum 3 liter.

Esetünkben ez: $0,441 \cdot 0,05 = 0,022 \text{ m}^3$

Így a szükséges tágulási tartály mérete: $0,022 + 0,053 = 0,075 \text{ m}^3$. Ez alapján a választott tágulási tartály szabványos értékek alapján 80 liter.

Összefoglalás

Szakedolgozatom témája egy Pest vármegyében épülő, három szintes családi ház hőszivattyús fűtésének megtervezése. Az épület összesen 432 m², ami három szinten helyezkedik el.

A szakirodalmi áttekintés során tájékozódtam a központi fűtési rendszer legfontosabb elemeiről és a felépítési lehetőségeiről. A tervezés során a cél a későbbi üzemeltetési költségek minimalizálása. A padlófűtés kiépítésének beruházási költsége ugyan magasabb a radiátoros rendszernél, de később az üzemeltetés során ez megtérül. Másik szempont volt, hogy a budapesti ingatlan tulajdonosai előre jelezték, hogy nem szeretnék, hogy a hőleadók hasznos teret vegyenek el a helyiségekből, így kézenfekvő volt a padlófűtési rendszer megtervezése.

Padlófűtési rendszer alacsony elérőmenő hőmérséklet igényéhez kiválóan illeszthető a levegő-víz hőszivattyú, így ennek a telepítése mellett döntöttem. Az épület kiváló hőszigeteléssel kerül megépítésre, így a nagysága ellenére egyetlen nagyobb teljesítményű hőszivattyú képes ellátni a teljes fűtési igényt.

Megvizsgáltam az építész tervdokumentációkat, melyek rendelkezésemre álltak, és az épületet felépítő szerkezeteket alaposan átvizsgálva arra a következtetésre jutottam, hogy azok megfelelnek a jelenleg érvényben lévő rendeleteknek. Kiszámítottam az épület hőveszteségét a térségben előforduló legalsó külső hőmérsékletre vonatkozóan. Meghatároztam a padlóburkolatoktól függően a padlófűtések hőleadási képességeit, majd az egyes helyiségekben szükséges osztásközöket.

Elkészítettem az ingatlan fűtésének kiviteli terveit, amely tartalmazza a szabályozó szelepek megfelelő előbeállítási értékeit.

A szakedolgozatom következtetései az abban tárgyalt épület fűtési rendszerére vonatkoznak. Más energetikai jellemzőkkel rendelkező épület esetében más adatokat kapunk, és így eltérő következtetéseket vonhatunk le.

Summary

The subject of my thesis is designing the heat heating system of a three-story family house, which is under construction in Pest county. The size of this house is 432 m², which is distributed between three levels.

In the process of reviewing the literature, I studied the most important aspects of the central heating system, and the possibilities of its implementation. During designing, my goal was to minimise subsequent costs of operation. Although the expenses of installing a floor heating system is higher, it proves to be cost effective in the long term. Another important point was that the homeowners emphasized that they would like the heating system to take the least space possible, therefore the creation of the floor heating system plan was an evident alternative.

The low thermal need of the flow temperature of a floor heating system fits perfectly with an air-to-water heat pump, so I decided to go with this option. The building is being constructed with excellent thermal insulation, thus, despite its size, one high performance heat pump is capable of heating it up and maintaining comfortable temperature.

I examined the design documentations at my disposal, and in the process of reviewing the structure of the building, I concluded that they comply with current regulations. I calculated the heat loss of the building based on the lowest outside temperature in the region. I determined the heat dissipation of floor heating systems, depending on flooring types, then the spacing requirements in each room.

I prepared the working drawings of the property's heating system, which includes the appropriate pre-settings of the flow control valves.

The conclusions drawn in this thesis apply to the heating system of the building discussed above. In the case of a building with different energetic features we would receive different results, which would lead us to different conclusions.

NYILATKOZAT

Alulírott Kovács Dániel, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Szent István Campus, Gépész szak nappali/levelező* tagozat végzős hallgatója nyilatkozom, hogy a dolgozat saját munkám, melynek elkészítése során a felhasznált irodalmat korrekt módon, a jogi és etikai szabályok betartásával kezeltem. Hozzájárulok ahhoz, hogy Záródolgozatom/Szakdolgozatom/Diplomadolgozatom egyoldalas összefoglalója felkerüljön az Egyetem honlapjára és hogy a digitális verzióban (pdf formátumban) leadott dolgozatom elérhető legyen a témát vezető Tanszéken/Intézetben, illetve az Egyetem központi nyilvántartásában, a jogi és etikai szabályok teljes körű betartása mellett.

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

Kelt: 2023 év április hó 16 nap



Hallgató

NYILATKOZAT

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

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

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

Kelt: 2023 év április hó 20 nap



Belső konzulens

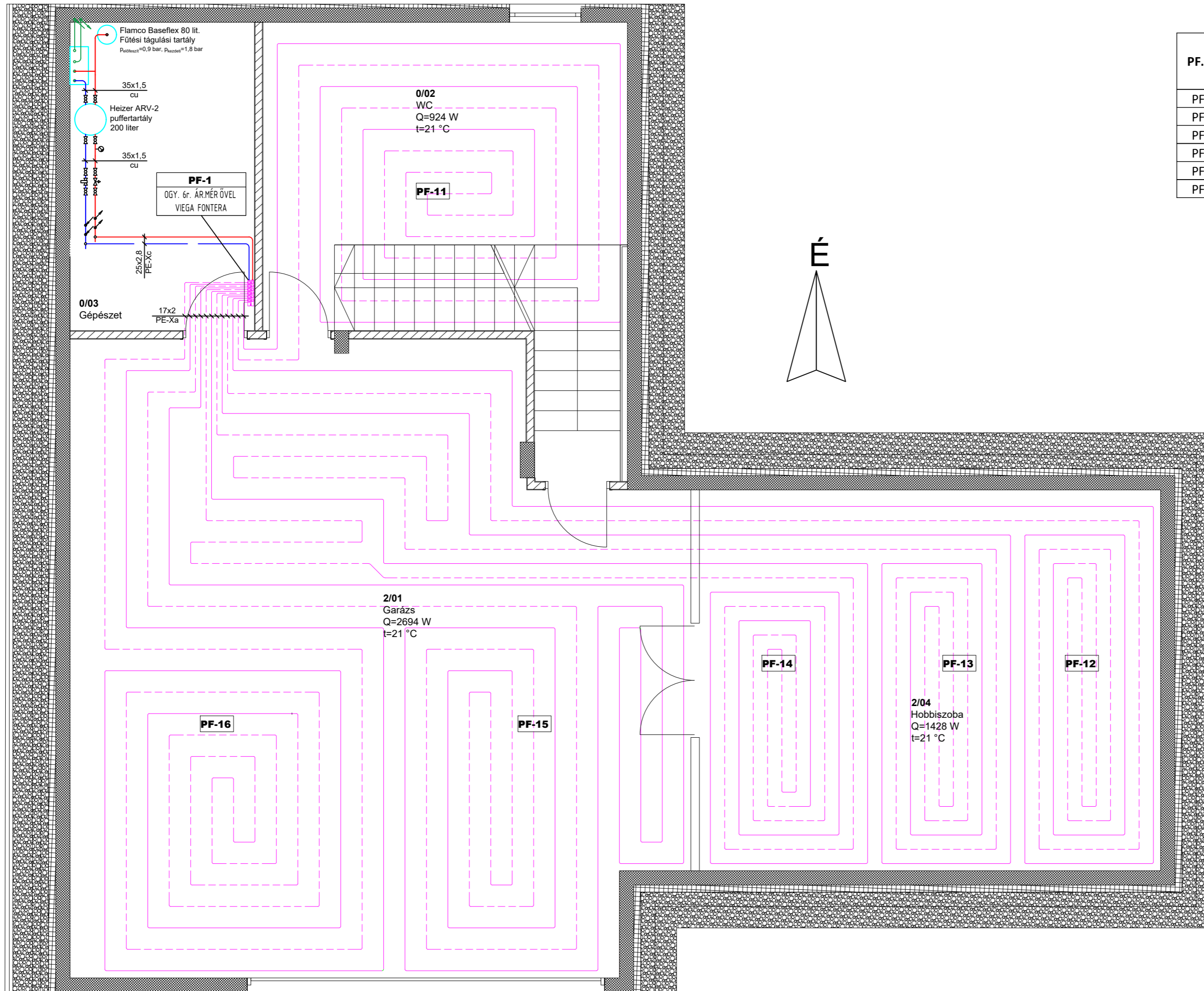
*Kérjük a megfelelőt aláhúzni!

Felhasznált irodalom

- [1] Homonnay Györgyné: Épületgépészet 2000 Fűtéstechnika II., Épületgépészet kiadó kft, Budapest 2001
- [2] Dr. Menyhárt József: Az épületgépészet kézikönyve, Műszaki könyvkiadó, Budapest 1978
- [3] Recknagel, Sprenger, Schramek: Fűtés- és klímatechnika 2000 I. kötet, Dialóg Campus
- [4] Dipl.-Ing. Elmar Held: SBZ Monteur 2018/8
- [5] Korompay Sándor: Víz, Gáz, Fűtéstechnikai és Klíma, Légtechnikai szaklap 2003/7-8
- [6] Bjarne W. Olesen, Ph.D Proceedings of Clima 2007 WellBeing Indoors
- [7] Reinhard Hoffmann: Hőszivattyús fűtések, CSER kiadó, Budapest 2011
- [8] Dr. Beke János, Hőtan tananyag, 2009
- [9] Gondos Bernadett: Családi ház energetikai korszerűsítése, különös tekintettel hőszivattyú alkalmazására záródolgozat, Miskolc 2017
- [10] Zöld András, Csoknyai Tamás, Horváth Miklós, Szalay Zsuzsa: Az épületenergetika alapjai
- [11] MSZ-04-140/3-87 szabvány: Épületek és épülethatároló szerkezetek hőtechnikai számításai
- [12] Dr. Böszörményi László: Különleges épülettechnikai rendszerek, Budapest 2013
- [13] Baumann Mihály: Épületenergetika, Edutus Főiskola, 2012
- [14] Baumann Mihály: Épületenergetika segédlet, Pécsi Tudományi Egyetem Pollack Mihály Műszaki kar, 2009
- [15] Dr. Csoknyai István–Doholuczki Tibor: Több, mint hidraulika, Budapest 2022
- [16] Rudolf Jauschowitz: Hidraulika a melegvízfűtés szíve, Bécs, 2007
- [17] 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról
- [18] Mitsubishi katalógus, 2022
(<https://www.ecodanshop.hu/images/dokumentumok/PUHZ->




SHW_VHA_YHA_YKA%20Zubadan%20h%F5szivatty%FA%20M%FBszaki%20adatok%20EN.pdf)

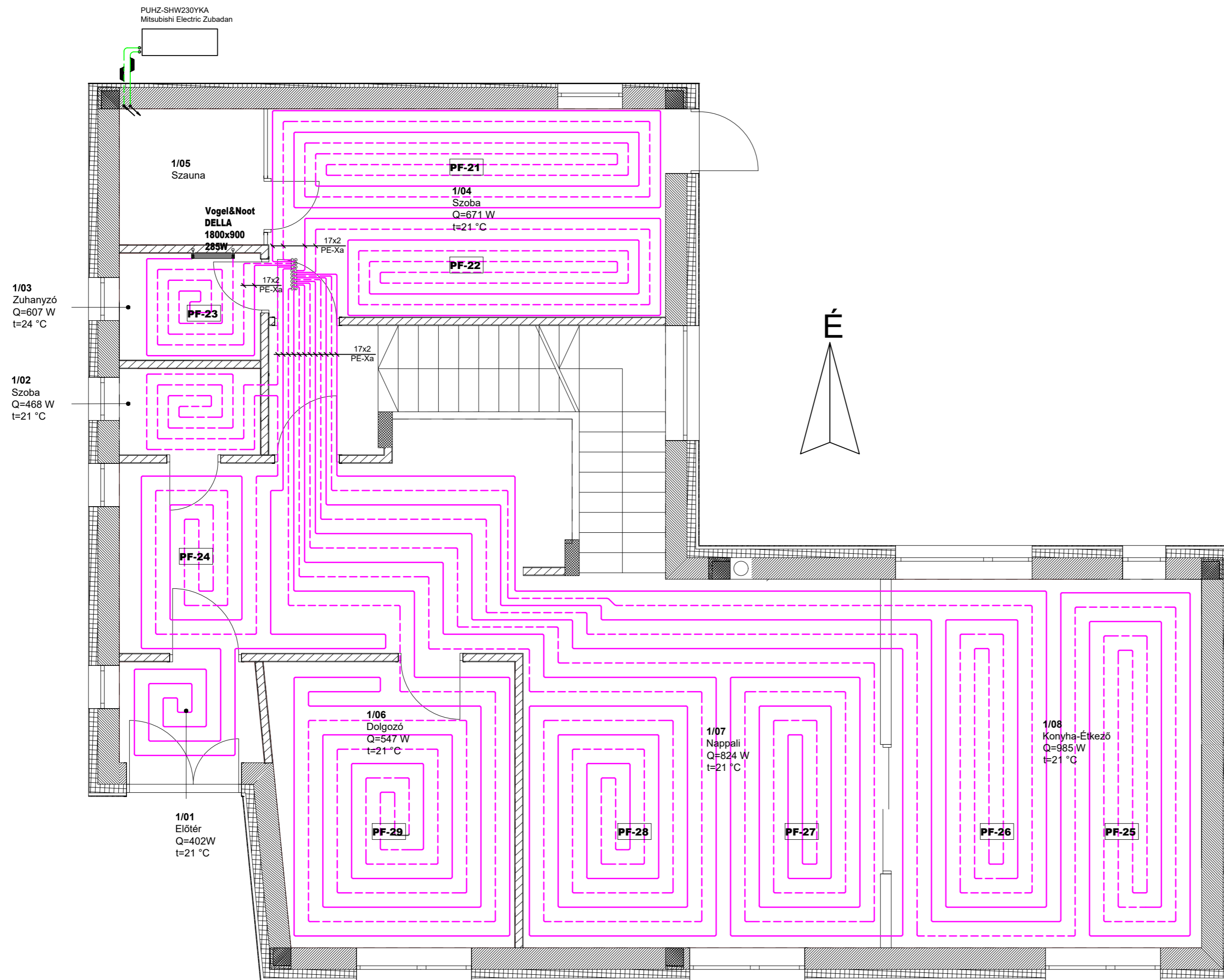
- [19] Uponor felületfűtési diagrammok, 2015
(<https://www.uponor.com/getmedia/bf11cf3f-de9f-4ea9-9148-0375cfd5be80/uponor-feluletfutesidiagrammok.pdf?sitename=Hungary>)
- [20] Uponor Padlófűtés rendszer kialakítása – Termékkatalógus 2015
(<https://docplayer.hu/187684143-Uponor-padlofutes-rendszer-kialakitasa.html>)
- [21] Vaillant hőszivattyúk általános tervezési segédlete
(<https://www.vaillant.hu/downloads/08-hoszivattyuk/vaillant-hoszivattyuk-tervezesi-segedlet-2020-1-1770225.pdf>)
- [22] <https://kp.hu/kondenzacios-gazkazan/>
- [23] <http://www.bausoft.hu/php/tube/tubecalc.htm>
- [24] <http://budapestgaz.hu/a-gazkeszulekek-fajtai>
- [25] <https://kp.hu/mi-is-az-a-geotermikus-hoszivattyu/> 2009
- [26] <https://www.gws-technology.hu/hoszivattyu.html>
- [27] https://ezermester.hu/cikk-5649/A_hoszivattyU_alkalmazasi_lehetosegei
- [28] <https://www.vaillant.hu/tervezeshez/tervezoi-hirek/hoszivattyuk-melle-illesztett-puffer-tartaly/>
- [29] Elmű-Émász: A Geo tarifa igénybevételének műszaki követelményei
(https://www.google.hu/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjHsraDjO_9AhWYh_0HHbERBbgQFnoECBkQAQ&url=https%3A%2F%2Felmuesasz.hu%2Felmue%2Ffile%2Fdownloadfile%3Fid%3Ddb5bfbd6-04c9-4a47-a870-ed840d85584b&usq=AOvVaw1phut7tTOJICJIU-R4VuII)
- [30] E-on: Mi az a H árszabás (<https://www.eon.hu/hu/uzleti-es-kozigazgatasi/ugyintezes/muszaki-ugyek/aram/h-arszabas.html>)



PF. Kör	Terület [m ²]	Csőhossz [m]	Osztás [mm]	Fajlagos hőleadás [m ² /m]	Fűtési teljesítmény [W]	Térfogat áram [l/perc]	Sebesség [m/s]	Szelepállás
PF-11	20	79,6	200 mm	54	1080	3,13	0,39	4
PF-12	11	85,3	300 mm	43	473	1,37	0,17	2
PF-13	11	86,4	300 mm	43	473	1,37	0,17	2
PF-14	13	84,8	300 mm	43	559	1,62	0,20	2
PF-15	24	80,0	300 mm	55	1320	3,82	0,48	6
PF-16	26	96,1	300 mm	55	1430	4,14	0,52	N

Jelmagyarázat:

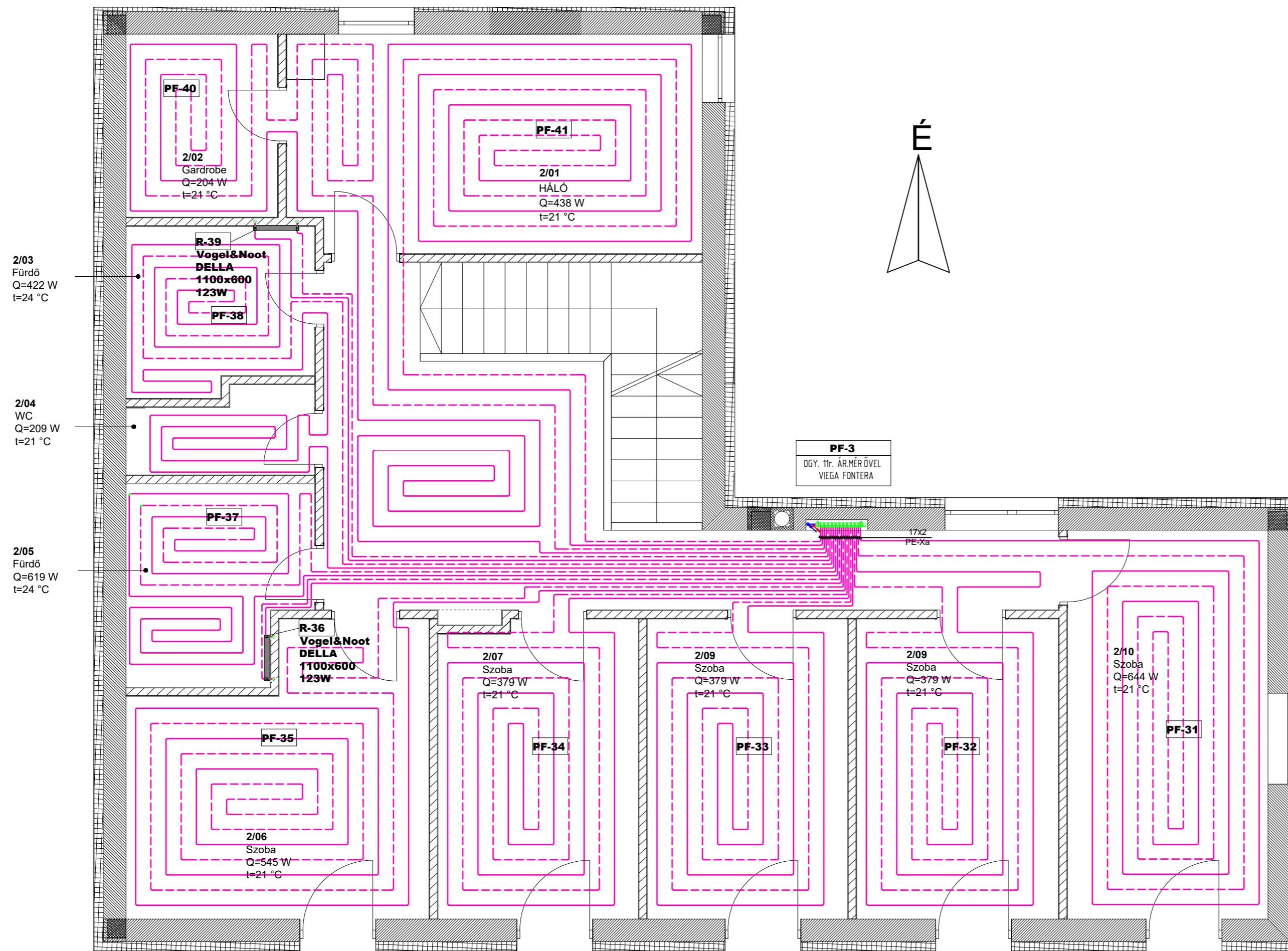
- Fűtési előremenő (40 °C) —
- Fűtési visszatérő (35 °C) —
- Fűtési körök száma **PF-11**
- Hőszivattyú előremenő —
- Hőszivattyú visszatérő —
- Flamco Clean Smart 1" mágneses iszapleválasztó 
- Flamco flamcovent Smart léglevélasztó 1" 
- Golyócsap 



PF. Kör	Terület [m ²]	Csőhossz [m]	Osztás [mm]	Fajlagos hőleadás [m ² /m]	Fűtési teljesítmény [W]	Térfogat áram [l/perc]	Sebesség [m/s]	Szelepállás
PF-21	7,5	58,1	200 mm	54	405	1,17	0,15	3
PF-22	7,5	48,5	200 mm	54	405	1,17	0,15	3
PF-23	4	19,3	100 mm	84	621	1,80	0,22	4
PF-24	11	59,9	150 mm	83	913	2,64	0,33	N
PF-25	8	67,7	200 mm	54	432	1,25	0,16	3
PF-26	13	64,5	200 mm	54	702	2,03	0,25	5
PF-27	11	73,6	300 mm	43	473	1,37	0,17	4
PF-28	14	71,0	300 mm	43	602	1,74	0,22	5
PF-29	13	74,8	200 mm	54	702	2,03	0,25	6

Jelmagyarázat:

- Fűtési előremenő (40 °C) ———
- Fűtési visszatérő (35 °C) - - - - -
- Fűtési körök száma **PF-21**
- Hőszivattyú előremenő ———
- Hőszivattyú visszatérő - - - - -



PF. Kör	Terület [m ²]	Csőhossz [m]	Osztás [mm]	Fajlagos hőleadás [m ² /m]	Fűtési teljesítmény [W]	Térfogat áram [l/perc]	Sebesség [m/s]	Szelepállás
PF-31	14	66,6	200 mm	54	756	2,19	0,27	N
PF-32	11	52,6	300 mm	43	473	1,37	0,17	4
PF-33	10	51,0	300 mm	43	430	1,25	0,16	4
PF-34	10	55,6	300 mm	43	430	1,25	0,16	4
PF-35	14	74,5	300 mm	43	602	1,74	0,22	5
R-36	1	20,7	Vogel&Noot DELLA 1100x600	123	123	0,36	0,04	1
PF-37	6	51,0	100 mm	84	504	1,46	0,18	5
PF-38	8	64,3	150 mm	72	576	1,67	0,21	5
R-39	1	26,0	Vogel&Noot DELLA 1100x600	123	123	0,36	0,04	1
PF-40	7	78,6	300 mm	43	301	0,87	0,11	2
PF-41	11	78,0	300 mm	43	473	1,37	0,17	4

Jelmagyarázat:

Fűtési előremenő (40 °C)



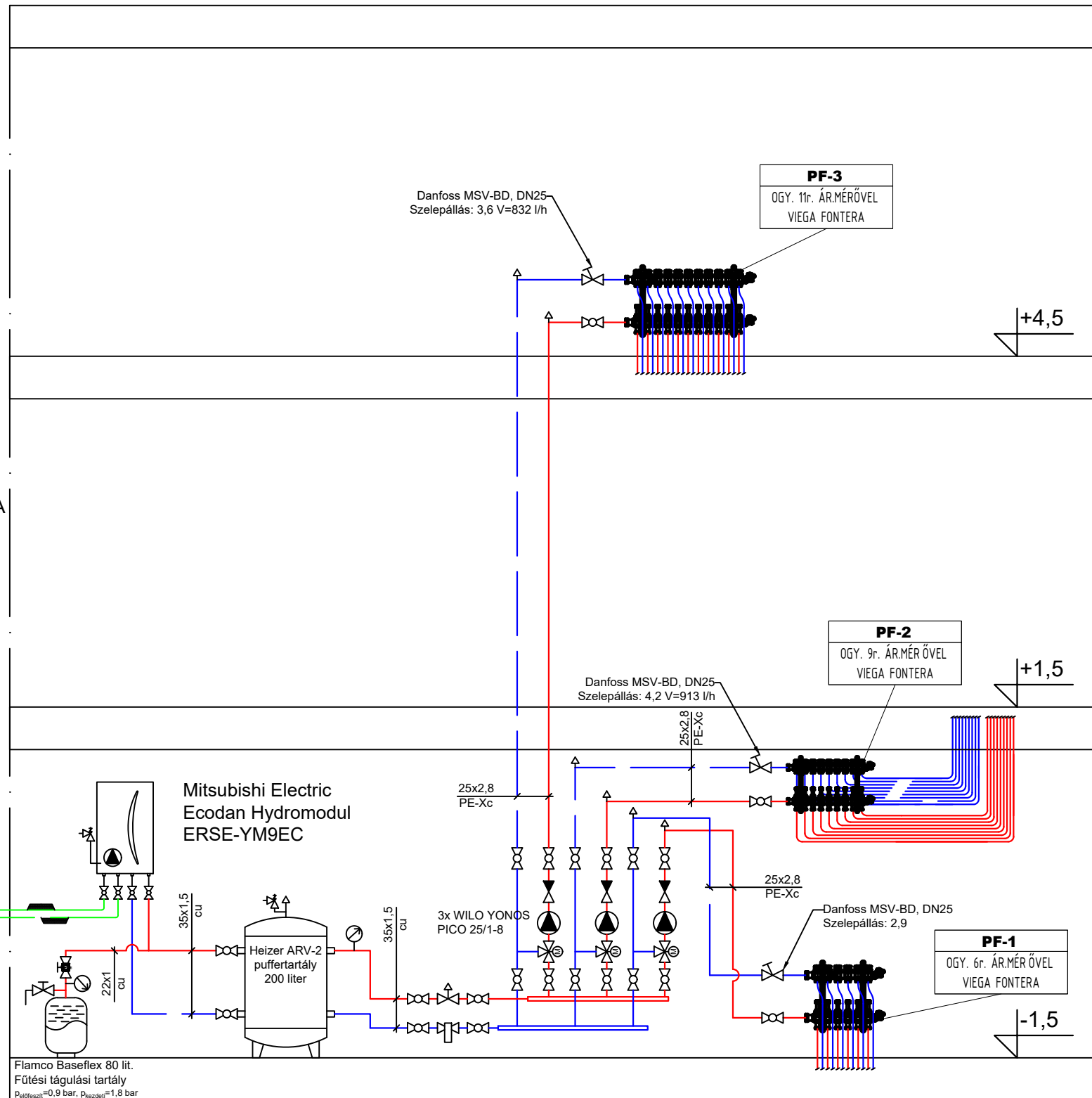
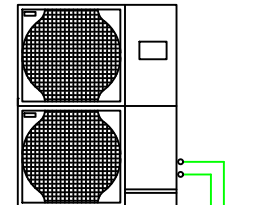
Fűtési visszatérő (35 °C)



Fűtési körök száma

PF-31

PUHZ-SHW230YKA
Mitsubishi Electric
Zubadan



Flamco Baseflex 80 lit.
Fűtési tágulási tartály
 $P_{előfeszít}=0,9 \text{ bar}$, $P_{kezdeti}=1,8 \text{ bar}$

Megjegyzés:

- A szerelvényeket, berendezéseket, készülékeket a gyártói utasítások szerint szükséges beépíteni.
 - Jelen dokumentum nem tekinthető tervdokumentációnak.
 - A radiátorok-, és osztó-gyűjtők bekötővezetékei minden esetben RAUTITAN flex ötrétegű csövek
 - Ajtó szegély-, válaszfal alatt vezetett csővezetéket PE védőcsőbe szükséges elhelyezni.
 - A fűtési rendszer elkészülte után az egész csőhálózatot át kell mosni, majd ezt követően nyomáspróbát kell végezni, amelyet jegyzőkönyvezni szükséges.
 - Csak a megfelelő nyomáspróba után helyezhetők üzembe a berendezések.
- A fűtővíz minőségének az alábbi kritériumoknak kell megfelelni:
- pH érték: 6,5 ÷ 8,5 között
 - A rendszer feltöltéséhez nem használható ioncserélő műgyantával lágyított víz vagy desztillált víz.
 - A vízben található összes klór mennyisége nem haladhatja meg a 250 mg/l-t.

Jelmagyarázat:

Fűtési előremenő (40 °C)	
Fűtési visszatérő (35 °C)	
Hőszivattyú előremenő	
Hőszivattyú visszatérő	
Rógóterhelésű biztonsági szelep	
Visszacsapó szelep	
Golyóscsap	
Flamco Flexvent légtelenítőszelep, 1/2"	
Nyomásmérő	
WILO YONOS PICO 25/1-8	
Danfoss VL 3 DN 25, kv _s =10 m ³ /h	
Flamco Clean Smart 1" mágneses iszapleválasztó	
Flamco flamcovent Smart légleválasztó 1"	
Flamco Baseflex 80 lit.Fűtési tágulási tartály $P_{előfeszít}=0,9 \text{ bar}$, $P_{kezdeti}=1,8 \text{ bar}$	
Véletlen elzárástól biztosított elzáró szelrelvény	
Töltő-űritő csaő	



Készítette: Kovács Dániel	Jóváhagyta:	Rajzszám: F1
Cím: Függőleges csőterv	Dokumentációfajta: Függőleges csőterv	
Méretarány: M1:50	Változás: /1	Dátum: 2023.04.04
		Lapszám: 4 Lap: 4