

# **SZAKDOLGOZAT**

**Czimer Zoltán**

**YUE0E6**

**Gépészmérnök**

**Göggllő**

**2025**



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem**

**Szent István Campus**

**Műszaki intézet**

**Gépészmérnök alapképzés**

**Épületgépész szakirány**

**Társasház fűtési szakág terve**

**Belső konzulens:** Dr. Hermanucz Péter;  
Egyetemi adjunktus

**Belső konzulens**

**intézete/tanszéke:** MATE, Műszaki Intézet

**Külső konzulens:** Juhász Balázs

Épületgépész-mérnök

**Készítette:** Czimer Zoltán  
YUE0E6

MŰSZAKI INTÉZET  
GÉPÉSZMÉRNÖK ALAPSZAK  
Épületgépészet specializáció

**SZAKDOLGOZAT**

feladatlap

Czimer Zoltán (YUEOE6,

részére

A diplomadolgozat címe:

Társasház fűtési szakág terve

**Feladatkiírás:**

Budapesti társasház fűtésének tervezése padlófűtéssel, levegő-víz hőszivattyúval. Hővesztesség számítás, fűtési teljesítmény számítás, hidraulikai méretezés. Hőleadó és hőtermelő oldal elemeinek kiválasztása és felépítésének kialakítása.

**Közreműködő tanszék:** Épületgépészti és Energetikai Tanszék

**Külső konzulens:** Juhász Balázs, Uponor Épületgépészeti Kft. 1043 Budapest, Lórántffy Zsuzsanna utca 15. b. ép.

**Belső konzulens:** Dr. Hermanucz Péter egyetemi adjunktus, MATE. Műszaki Intézet

**A dolgozat beadási határideje:** 2025.11.04.

Kelt: 2025.11.04.

Jóváhagyom

Átvettem

(tanszékvezető)

(szakfelelős)

(hallgató)

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

Kelt: Budapest, 2025.11.04.

(külső konzulens)

## Tartalomjegyzék:

1. Feladat ismertetése .....	3
2. Szakirodalmi áttekintés .....	4
2.1 Központi fűtés .....	4
2.2 Vízfűtés .....	4
2.3 Melegvíz-fűtések csoportosítása .....	5
2.3.1 Gravitációs melegvíz-fűtések .....	5
2.3.2 Szivattyús melegvíz-fűtések .....	6
2.4 Fűtési mód kiválasztása .....	7
2.4.1 Hőeloszlás .....	7
2.4.2 Hatékonyság és kényelem: .....	8
2.4.3 Költséghatékonyság .....	9
2.4.4 Esztétika .....	9
2.4.5 Zónákra osztott fűtés .....	9
2.5 Hőszivattyú .....	10
2.5.1 Levegő-víz hőszivattyú rendszerek .....	10
2.5.2 Talajkollektoros hőszivattyú-rendszer .....	11
2.5.3 Talajvíz-hasznosító rendszer .....	13
2.6 Monovalens és Bivalens hőszivattyú üzem .....	14
2.7 Padlófűtés .....	16
2.7.1 Padlófűtés méretezése .....	17
2.7.2 Padlófűtés szerkezeti felépítése .....	17
2.8 Tágulási tartály .....	19
2.9 Osztó-gyűjtő .....	19
2.10 Rendszerlemez .....	20
2.11 Padló burkolat .....	21
2.11.1 Csempe és kőburkolat .....	21
2.11.2 Fa padlóburkolat .....	22
2.11.3 Vinil, linóleum .....	23
2.11.4 Szőnyegpadló .....	23
2.11.5 A különböző padlóburkolatok felfűtési ideje .....	23
3. Épület bemutatása .....	26
3.1 Alaprajzok .....	26

3.2 Hőátbocsátási tényező meghatározása .....	27
3.3 Falak fajlagos hőátbocsátási tényezője .....	28
3.3.1 Külső fal rétegendje kívülről befelé haladva .....	28
3.3.2 Belső 30-as válaszfal rétegendje .....	29
3.3.3 Belső 10-es válaszfal rétegendje .....	29
3.4 Padló és födémek fajlagos hőátbocsátási tényezője .....	29
3.4.1 Pince födém rétegendje .....	30
3.4.2 Pince födém kavicságyon rétegendje .....	30
3.4.3 Közbenső födém rétegendje .....	31
3.4.4 Lapostető födém rétegendje .....	31
3.5 Hőszükséglet számítás .....	32
3.5.1 Transzmissziós hőveszteség .....	32
3.5.2 Filtrációs hőveszteség: .....	35
4. Hőleadó kiválasztása .....	37
4.1 Osztó-gyűjtő kiválasztása .....	37
4.2 Rendszerlemez .....	37
4.3 fűtési rendszercső .....	37
4.4 Hidraulikai méretezés .....	40
4.5 Térfogatáram meghatározása .....	40
4.6 Nyomáskereső meghatározása egy osztó-gyűjtő körön .....	41
5. Hőtermelő kiválasztása .....	44
5.1 Hőszivattyú kiválasztása .....	45
5.2 Víz oldali rendszer elemei .....	46
5.2.1 Puffertartály kiválasztása .....	47
5.2.2 Iszapleválasztó kiválasztása .....	48
5.2.3 Háromjártú váltószelep kiválasztása .....	49
5.2.4 Tágulási tartály méretezése és kiválasztása .....	51
5.2.4 Szekunder szivattyú kiválasztása .....	53
6. Összefoglalás: .....	54
7. Irodalomjegyzék: .....	56
8. Mellékletek .....	60

## 1. Feladat ismertetése

A hőszivattyús fűtési rendszerek napjainkban az egyik legkorszerűbb és legenergiatakarékonyabb megoldásnak számítanak az épületgépészetben. A technológia elterjedését az energiatakarékossági szempontok, a környezettudatos szemlélet és az egyre szigorodó épületenergetikai előírások is elősegítették. A hőszivattyú, mint megújuló energiaforrásokat is hasznosító berendezés, ideális választás korszerű lakóépületek, társasházak, illetve alacsony hőmérsékletű felületfűtési rendszerek, így különösen a padlófűtés esetében.

Dolgozatom témájául egy új építésű négylakásos társasház teljes fűtési rendszerének megtervezését választottam. A célom egy olyan hőszivattyús rendszer megalkotása volt, amely energiatakarékos, megbízható és hosszú távon üzemképes, miközben a lakók számára a legmagasabb komfortot biztosítja.

A választásom azért esett a Daikin Altherma 3 M monoblokkos levegő–víz hőszivattyúra, mert ez a típus szerelési és üzembiztonsági szempontból is előnyös, valamint teljesítménye jól illeszkedik a négy lakás együttes hőigényéhez. A hőszivattyúhoz a vízdali rendszer elemeit, mint például a Hajdu PT HC 80 F ErP puffertartály, a Fernox TF1 Sigma HP iszapleválasztó, a Honeywell VCZMP6000 háromjáratú keverőszelep és a Grundfos ALPHA1 25-80 szivattyú egyedi méretezés alapján választottam, a gyártói előírásokat figyelembe véve.

A szakdolgozatban bemutatom a tervezési folyamatot a hőigény-számítástól kezdve a padlófűtési hálózat és a hidraulikai körök kialakításáig, részletesen ismertetve a kiválasztott berendezéseket és azok beépítési okait.

Dolgozatom célja, hogy bemutassam, hogyan tervezhető meg egy komplex, többzónás padlófűtési rendszer hőszivattyús hőtermelővel. A cél nem pusztán egy elméleti rendszer kidolgozása, hanem egy olyan műszakilag megalapozott, gyakorlatban is megvalósítható koncepció bemutatása, amely megfelel a mai energetikai és komfortkövetelményeknek.

Fontosnak tartottam, hogy a dolgozat szakmai szempontból helytálló legyen, ugyanakkor érthető formában magyarázza el a folyamatokat olyan módon, hogy akár kevésbé gyakorlott épületgépészek számára is követhető legyen.

A tervezés során végig arra törekedtem, hogy a rendszer minden elemének funkciója és indokoltsága átlátható legyen: miért pont azt az eszközt, teljesítményt választottam.

## 2. Szakirodalmi áttekintés

### 2.1 Központi fűtés

Központi fűtőberendezések alatt azokat a berendezéseket értjük, melyek egyszerre több helyiség fűtésére képesek. A fűtéshez a hőenergiát egy helyiségben, általában a kazánházban állítják elő. A kazánból a hőenergia eljuttatása a helyiségekbe hőhordó közegen keresztül történik, mely lehet (gazor.hu):

- víz
- gőz
- levegő

A nevéből adódóan központosítva van, ezáltal a fűtőberendezés egy helyre összpontosul, van lehetőség központi szabályozásra, mely segítségével a belső hőmérsékletek állandó értéken tarthatók. Tüzelő berendezések esetében például kevesebb kéményre van szükség, kevésbé tűzveszélyes és a szénmonoxid mérgezésről sem kell tartanunk. Ezzel szemben azonban meg kell jegyezni, hogy a központi fűtés kiépítése nagyobb beruházást igényel és a hőszállítás folyamatában hőveszteség is keletkezik.

A központi fűtésnek hőközlés szerint háromféle módja van:

**Konvekciós hőközlés (hőáramlásos):** fűtőtesteken keresztül adja le a szükséges hőmennyiséget. A fűtőtesttel a hideg levegő érintkezik, melyet felmelegít, ezáltal elindít egy áramlást a helyiségben belül. A felmelegített levegő felszáll és így ismét a lehűlt vagy hideg levegő áramlik a fűtőtesthez. Ilyen hőközlés például a radiátoros fűtés.

**Sugárzásos hőközlés:** ebbe a csoportba azok a fűtő berendezések tartoznak, amelyek az átadott hőmennyiség nagy részét sugárzás útján adják le. Megjegyzem ez is előidézhet hőáramlást ez azonban csak mellékes folyamat. Ilyen hőközlés például a padlófűtés.

**Légfűtéses hőközlés:** azok a fűtő berendezések tartoznak ide, melyek egy központi fűtőberendezésben felmelegített hőt természetes vagy mesterséges erővel juttatnak be a helyiségbe (Homonnay, 2001).

### 2.2 Vízfűtés

A vízfűtés során a víz, mint fűtőközeg, szinte korlátlanul áll rendelkezésünkre és biztonságos, mivel nem mérgező, nem gyúlékony és nem robbanékony. Az üzemi biztonsága magas és

mivel nagy fajhővel rendelkezik, már kis térfogat is jelentős hőtartalmat képvisel. A rendszer központilag szabályozható. Az egyedi hőleadók termosztatikus szelepekkel könnyen szabályozhatók, ami egyszerű automatizálást tesz lehetővé. Ha a rendszer jól van kialakítva a korrózió esélye alacsony, így hosszú élettartamú. Ugyanakkor a nagy hőtehetetlenség miatt a felfűtés és lehűlés időigényes, valamint fagyveszéllyel is számolni kell. Mivel a víz szinte korlátlanul elérhető, olcsó és gazdaságosan hasznosítható, ezért zárt fűtési körökben ez a leggyakoribb megoldás (Homonnay, 2001).

## **2.3 Melegvíz-fűtések csoportosítása**

A melegvíz-fűtési rendszerek abban különböznek egymástól, hogy milyen módon biztosítják a fűtőközeg, vagyis a víz keringését a rendszerben. Ami szerint két fő típust különböztetünk meg: gravitációs és szivattyús (kényszeráramoltatású) rendszert.

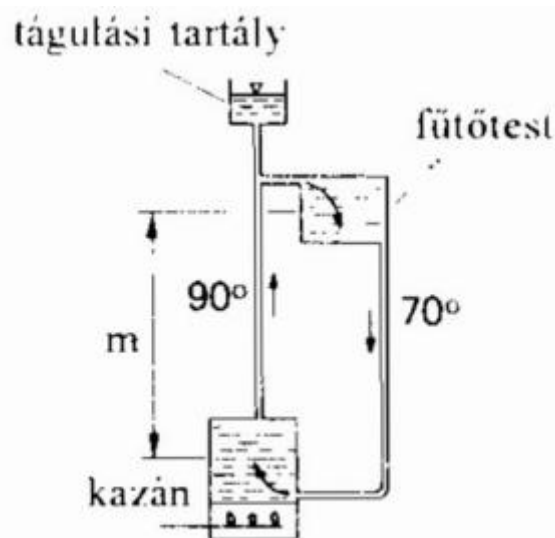
### **2.3.1 Gravitációs melegvíz-fűtések**

A gravitációs fűtés működése a meleg és a lehűlt víz sűrűségkülönbségén alapul. Amikor a víz a hőtermelő berendezésben felmelegszik, sűrűsége csökken, így a meleg víz felfelé áramlik, míg a lehűlt, nagyobb sűrűségű víz visszatér az alsóbb szakaszokra. Ez a természetes körforgás biztosítja a fűtővíz folyamatos áramlását a csőhálózatban.

**Előnye:** A gravitációs rendszer egyik legnagyobb előnye, hogy működéséhez nincs szükség elektromos energiára, így üzemeltetése gazdaságos és a villamos hálózattól független. Valamint kevés mozgó alkatrészt tartalmaz, ezért egyszerű a karbantartása és megbízható a működése.

**Hátránya:** A természetes keringető erő viszonylag kicsi, ezért nagyobb átmérőjű csövek alkalmazása szükséges, amelyek növelik a hővesztést és a kiépítés költségét. A rendszer indításakor előfordulhat, hogy nehezebben alakul ki a megfelelő áramlás.

A gravitációs melegvíz-fűtés egyszerűsége miatt elsősorban kisebb alapterületű vagy alacsonyabb épületekben (például családi házakban) javasolt, ahol az épület magassága és a rendszer kialakítása kedvez a természetes cirkulációnak (Menyhárt, 1978).



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

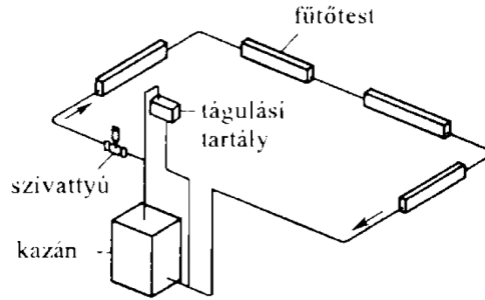
### 2.3.2 Szivattyús melegvíz-fűtések

A szivattyús melegvíz-fűtés esetében a fűtőközeg keringetését nem a sűrűségkülönbség, hanem egy keringető szivattyú hozza létre. A szivattyú nyomáskülönbséget hoz létre az előremenő és a visszatérő ág között, ezzel biztosítva az áramlást.

**Előnye:** Az ilyen rendszer gyorsabb felfűtést tesz lehetővé, mivel a víz keringése független a hőmérséklet különbségtől, így az egész hálózatban egyenletes hőeloszlás érhető el. A szivattyú használatával kisebb csőátmérők is elegendők, ami csökkenti az anyagigényt és a hőveszteséget. A helyiségenkénti szabályozás pontosabb, a hőmérséklet könnyen beállítható és a rendszer gyorsan reagál a változó igényekre. A szivattyús fűtés ezért különösen alkalmas nagyobb épületekben vagy többszintes rendszerekben, ahol a természetes keringés már nem lenne elegendő.

**Hátránya:** A működéséhez villamos energiára van szükség, így az üzemeltetési költségek némileg magasabbak és az áramellátás kimaradása esetén a rendszer leáll.

Összességében a szivattyús melegvíz-fűtés gyors, szabályozható és hatékony megoldás. A szivattyús fűtés ezért alkalmas nagyobb épületekben vagy többszintes rendszerekben, ahol a természetes keringés már nem lenne elegendő (Recknagel, 2000).



2. ábra: Egycsöves melegvíz-fűtés a fűtőtestek sorba kapcsolásával (Forrás: Recknagel, Sprenger, Schramek 2000)

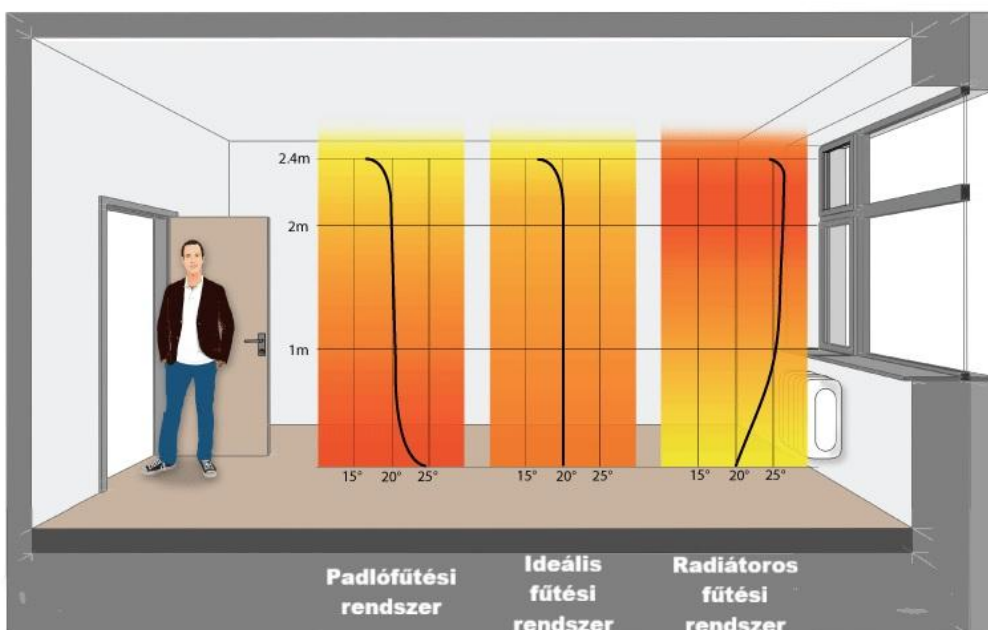
## 2.4 Fűtési mód kiválasztása

A padlófűtést és a radiátoros fűtést nagyon sok szempont szerint lehet elemezni. A radiátoros központi fűtés az 1930-as években terjedt el, de napjainkban a padlófűtés egyre nagyobb teret hódít. A fűtési mód megválasztását az alábbi szempontok szerint elemeztem:

- Hőeloszlás
- Hatékonyság és kényelem
- Költséghatékonyság
- Esztétika
- Zónákra osztott fűtés

### 2.4.1 Hőeloszlás

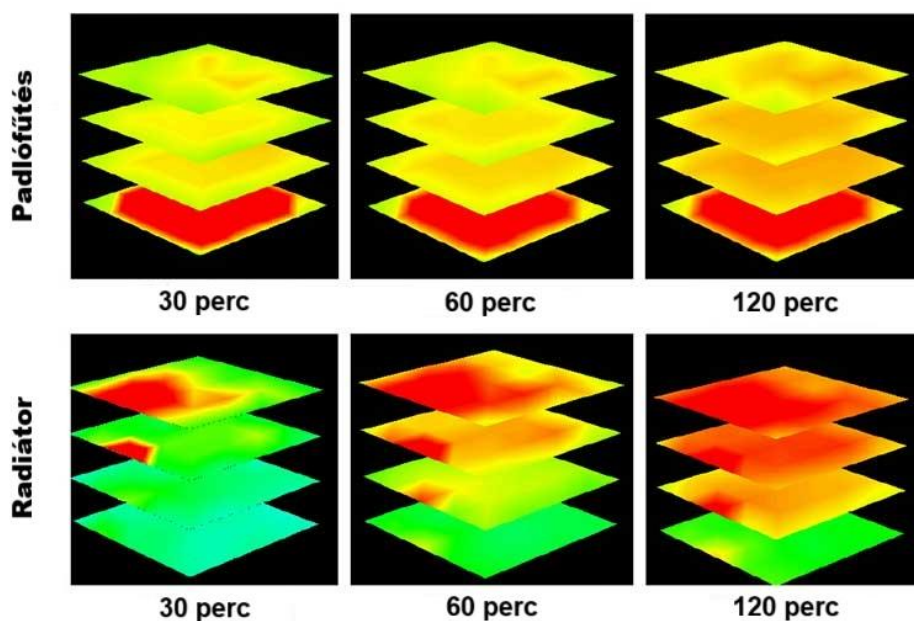
A radiátor a konvekció elvén működik. A környező levegőt felmelegíti majd az a lehülés után leszáll, ekkor ismét újra kezdődik a felmelegítés folyamata. A cserélődés hideg és meleg foltokat hoz létre a helyiségben, ezen kívül a radiátor mellett mindig melegebb van, mint a szoba többi részén. A padlófűtés ezzel ellentétben sugárzó hőt ad. Egyenletesen osztja el a hőt, így jóval kellemesebb hőérzetet biztosít. A konvekciós fűtés csökkenti helyiség páratartalmát, ami a levegő füllettségéhez vezet, még a sugárzó hő közvetlenül melegíti a helyiséget és fenntartja annak páratartalmát (NHBC Foundation, 2023).



3. ábra: Sugárzó és konvekciós hő (Forrás: Saját szerkesztés (Forrás: Warmup.co.hu) alapján)

#### 2.4.2 Hatékonyság és kényelem:

A padlófűtés a teljes padlófelületet felmelegíti, így a helyiségekben a hő egyenletesen oszlik el és kellemes hőérzetet biztosít. A hő főként sugárzás útján terjed, nem szárítja a levegőt, így a páratartalom változatlan marad és komfortos belső környezetet teremt. A hagyományos radiátoros fűtéssel szemben, amely gyakran túlmelegíti az adott területet és lassan juttatja el a hőt a helyiség minden pontjára. A padlófűtés az egész térre egyenletes meleget biztosít, emellett energia hatékonyabb és csendesebb is. Láthatatlan és nem gátolja a bútorok elhelyezését, így a hatékonyság mellett a lakótér kényelme és esztétikája is növekszik (NHBC Foundation, 2023).



4. ábra: Radiátor és padlófűtés melegedése az idő függvényében (Forrás: Saját szerkesztés (Warmup.co.hu) alapján)

### 2.4.3 Költséghatékonyság

A radiátoros fűtés hajlamos a túlmelegedése, hiszen a hidegebb melegebb foltok miatt a helységben nem egyenletes a léghőmérséklet. A radiátortól a távolabb eső ponton ugyanazon hőmérséklet eléréséhez magasabb fokozatra kell kapcsolni a radiátort. Radiátoros fűtés esetében egy központi termosztát van. A termosztát vezérli a rendszer fűtését, illetve kikapcsolja azt, ha a hőmérséklet megfelelő, így sosem érhető el minden helyiségben az optimális hőmérséklet. A túlmelegedés és páratartalom csökkenés kompenzálása érdekében ablakot kell nyitni, ezáltal ismét jelentős hő távozik a helyiségből (NHBC Foundation, 2023).

### 2.4.4 Esztétika

A padlófűtés a radiátorra szemben nem vesz el helyet a térből ez sok szempontból hasznos például kisebb helyiségekben vagy fürdőszobában, ahol gondot jelenthet a radiátor elhelyezése. Ezen kívül nem befolyásolja a helyiség elrendezését, például a bútorok elhelyezését, illetve növeli a helyiség kihasználhatóságát és esztétikai képét (Warmup.co.hu).

### 2.4.5 Zónákra osztott fűtés

A zónákra osztott fűtésnek előnye az, hogy helyiségeként szabályozható. A szabályozás termosztáttal történik, ami padlófűtésnél az egyenletes hőeloszlás miatt kis hibahatáron belül szabályozható, ezáltal energia hatékony és gazdaságos. Még a radiátoros fűtésnél egy

termosztát van és így a helyiségekben a kívánt hőmérséklet nehezen elérhető és könnyen túlfűthető néhány helyiség (Warmup.co.hu).

## **2.5 Hőszivattyú**

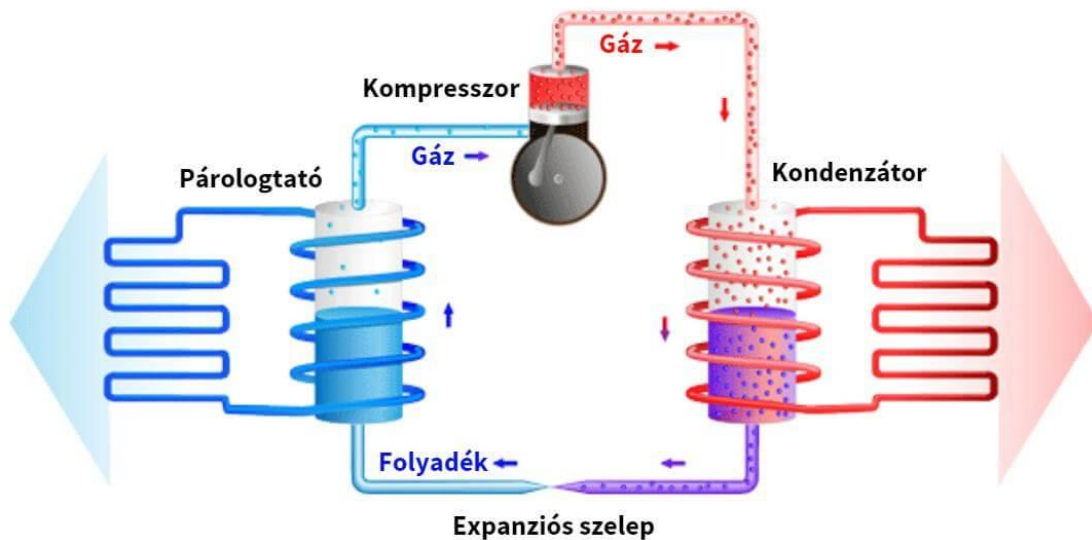
Ebben a fejezetben a különböző hőszivattyú típusok működési elvét, felépítését és rendszerbe illesztését mutatom be.

### **2.5.1 Levegő-víz hőszivattyú rendszerek**

Ez a fajta hőszivattyú a levegő hőenergiáját hasznosítja. A hőszivattyú úgy működik, hogy hőt vesz fel a levegőből és ezt a hőt átalakítja, majd magasabb hőmérsékleten továbbadja az épület fűtési rendszerének. A hűtőközeg kering a rendszerben, ami párologás és lecsapódás közben szállítja a hőt. Az elpárologtatóban a közeg felveszi a hőt, a kompresszor összesűríti, így a hőmérséklete megemelkedik, majd a kondenzátorban leadja a hőt a fűtési rendszernek. Ezután az expanziós szelep lehűti a közeget és a ciklus újra kezdődik.

Az előnye a geotermikus szemben, hogy a telepítése nem igényel talajmunkálatokat. Beépítése sem ásással sem talajfúrással nem jár, így nincs nagy terület igénye, ezzel pedig a telepítési költségek jóval kedvezőbbek. A telepítése nagyon egyszerű, könnyen megoldható, de ugyanakkor sokak számára esztétikailag kifogásolható lehet.

Az elektromos fűtés energiájának nagyjából az egyharmadát, egynegyedét használja fel, ezáltal költséghatékony és az üvegház hatású gázok kibocsátásának csökkentésével a környezetre is kedvezőbb hatással van. Mivel a levegő-víz hőszivattyúk külső egysége a szabadban kerül elhelyezésre, ezért az időjárás viszonyosságai negatív hatással vannak a teljesítményére. A fűtő teljesítményét csökkenti az alacsony külső hőmérséklet, illetve a hűtés ideje alatt a tartósan meleg környezeti levegő negatívan befolyásolja a hatékonyságát. Az időjárási viszonyoknak való kitettség miatt magasabb karbantartási költségekkel kell számolni (Reinhard, 2011).



5. ábra: Hőszivattyúk működési elve (Forrás: thermoweb.hu)

A hőszivattyú működésének lényege, hogy a rendszer körfolyamat segítségével a környezetből származó hőt felhasználja fűtéshez vagy hűtéshez. A főbb folyamatok, alkatrészek és azok szerepe:

- Izotermikus hőfelvétel: (Elpárolgató tekerces): Felveszi a környezetből származó hőt, miközben a hűtőközeg elpárolog és gázzá alakul.
- Adiabtikus kompresszió: (Kompresszor): A párolgó hűtőközeget összenyomja, így megemelkedik a hőmérséklete és a nyomása.
- Izotermikus hőleadás: (Kondenzátortekerces): A forró hűtőközeg a párolgatói szakaszban leadja a felvett hőt, felmelegítve a beltéri levegőt vagy vizet.
- Adiabtikus expanzió: (Expanziós szelep): Csökkenti a hűtőközeg nyomását, lehetővé téve a ciklus újratekésztését. (Dr. Író, 2002)

A hűtőközeg folyamatosan kering a rendszeren keresztül és a fázisváltások révén biztosítja a hő átvitelét a fűtési vagy hűtési igény szerint (Juhász, 2020).

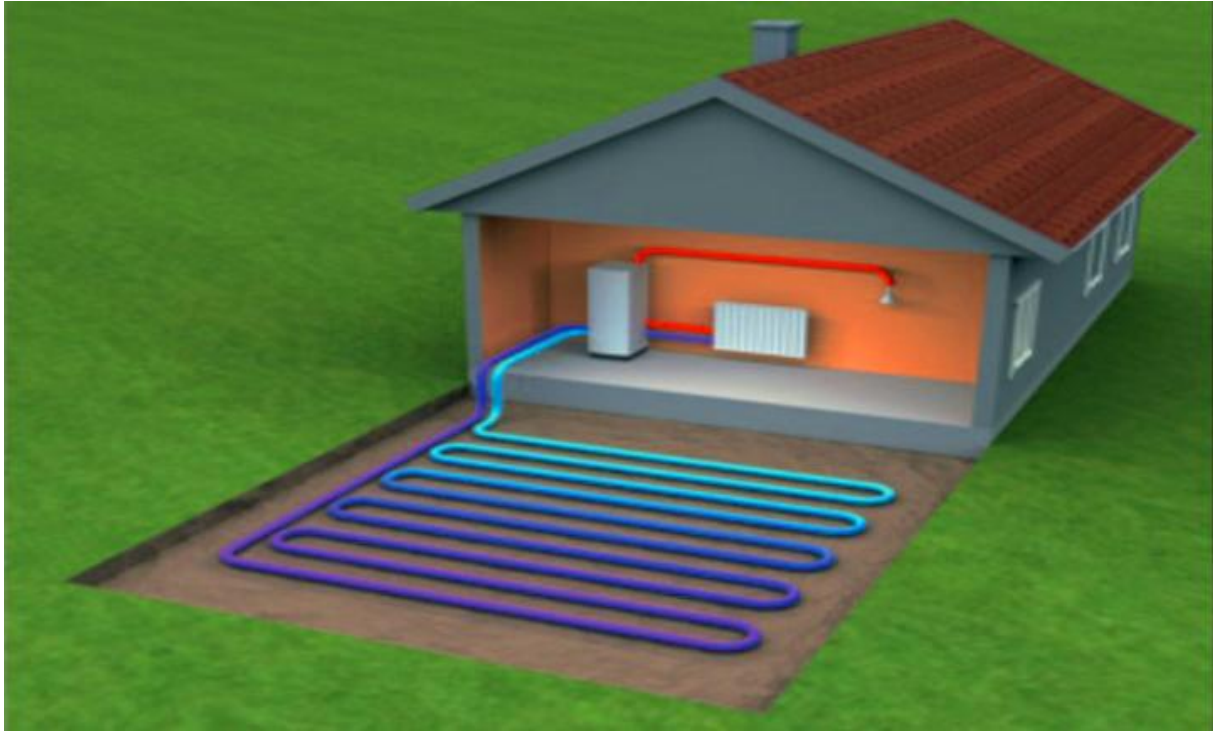
### 2.5.2 Talajkollektoros hőszivattyú-rendszer

A talajkollektoros hőszivattyú működése egyszerű. A felszínközeli rétegekben tárolt hőt hasznosítják épületek fűtésére és hűtésére. A rendszer alapelve, hogy egy hőhordozó folyadék, ami általában fagyállóval kevert víz átveszi a talaj hőjét és továbbítja azt a hőszivattyúba. A rendszer a föld állandó hőmérsékletét használja ki, amely a napenergia, a

levegő és a talajba szivárgó esővíz által kerül tárolásra. A legjobb hőátadás a melegebb évszakokban érhető el, így elméletben hűtésre lenne a leghatékonyabb a rendszer. Télen a teljesítménye csökkenhet a hideg közeg miatt, amit részben a kollektor felületének növelésével lehetne kompenzálni, ami megemelné a kezdeti beruházási költségeket. De összességében még mindig jóval olcsóbb, mintha például a téli időszakban drága elektromos áramot használnánk a fűtéshez. A rendszer hátránya nem csupán a telepítési költség, hanem a földterület igénye is, hiszen a kollektor felületének nagyjából kétszer akkora kell lennie, mint a fűtött szobák alapterülete. Például egy 150 m<sup>2</sup>-es ház esetében kb. 300 m<sup>2</sup>-es kollektor felület szükséges. Ezen a területen nem szabad fákat vagy nagyobb bokrokat ültetni, mivel gyökereik károsíthatják a rendszert, míg a kisebb növények, például zöldségek és virágok telepítése nem jelent problémát. A talajkollektoros hőszivattyú, hasonlóan a talajszondás rendszerhez, alacsony hőmérsékletet biztosít, így főként padlófűtéshez érdemes alkalmazni (Reinhard, 2011, Mádlné, 2011).

Fűtési üzemmódban ez a folyadék hőt vesz fel a talajból, majd a hőszivattyú segítségével a hőt magasabb hőmérsékletre emeli, hogy az alkalmas legyen épületek fűtésére vagy használati melegvíz előállítására. Hűtéskor a folyamat fordítottja érvényesül. A felesleges hőt a rendszer visszajuttatja a talajba.

A talajkollektor a talajfelszín alatt 1-1,5m mélységben kerül elhelyezésre, mert itt már a talaj jóval melegebb és teljesen fagymentes. Mivel a talaj hőmérséklete egész évben viszonylag állandó (8–12 °C), így a rendszer jóval hatékonyabban működik, mint a levegő-víz hőszivattyúk vagy a hagyományos kazánok. Egy talajkollektoros hőszivattyú esetében 1 kWh hőenergia előállításához mindössze 0,25–0,3 kWh villamos energia szükséges, ami magas hatásfokot (COP  $\approx$  3–4) jelent. A talajkollektor nagy felületen helyezkedik el, ezzel kompenzálva a sekély elhelyezkedést (Yang, 2016).



6. ábra: Talajkollektoros hőszivattyú (Forrás: geotermikusenergia.hu)

### 2.5.3 Talajvíz-hasznosító rendszer

A talajvíz-hasznosító hőszivattyús rendszerek nem túl elterjedtek, hiszen a berendezés használhatósága nagyban függ a talajvíz minőségétől. Az agresszív vizek esetén fent áll a korrózióveszély, az oxigénhiányos, magas vas- és mangántartalmú vizeknél az eliszaposodás okozhat problémát. Mivel a talajvíz hőmérséklete egész évben állandó, ezért ez a megoldás előnyösebb a talajszondásoknál. Főként, ha a területen megfelelő hőmérsékletű talajvíz áll rendelkezésre.

Az alkalmazandó furat mélysége a helyi hidrogeológiai adottságoktól függ, emellett a hőszivattyú megfelelő áramoltatási sebességét biztosítani kell. Például egy 15 kW fűtőteljesítményű családi ház esetében körülbelül 1 l/s áramlási sebességre van szükség. A két furat feladata eltérő. A felszálló (kiszolgáló) furatból egy merülő szivattyú emeli fel a talajvizet a hőszivattyúhoz. A talajvíz hőmérséklete 8-10 °C és a víz átadja hőenergiájának egy részét a fűtési rendszernek, mielőtt az elvezető furat elszállítja. A rendszer nagy előnye, hogy kis alapterületre van szükség és az alacsony áram fogyasztása miatt alacsony az energiaköltsége is. Hátránya viszont a magas beruházási költség, valamint a telepítés korlátoltsága.

A hagyományos gázfűtésű rendszerekhez képest a költséghatékonyság nem feltétlenül olyan nagymértékű, mint amire számítanánk, mivel az energia tényleges költsége meghatározó szerepet játszik a megtérülésben (Reinhard, 2011).



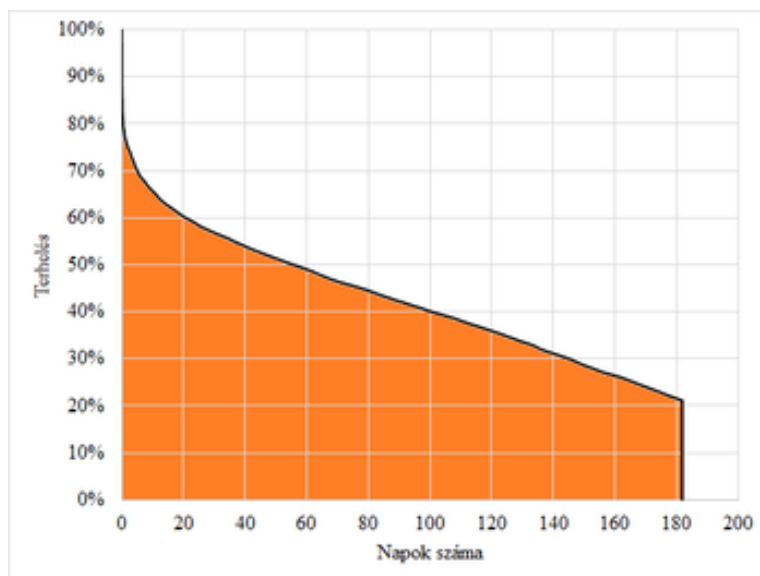
7. ábra: Talajszondás hőszivattyú (Forrás: geokomfort.hu)

## 2.6 Monovalens és Bivalens hőszivattyú üzem

A hőszivattyús rendszerek működése attól függ, milyen hőforrást és hőhasznosítót alkalmaznak, illetve, hogy a hőszivattyú önállóan vagy más hőtermelővel együtt működik. Fő típusai:

- monovalens üzem,
- bivalens üzem,

**Monovalens hőszivattyús üzem:** A hőszivattyúk üzemeltetési módja attól függ, hogy egy vagy több hőtermelő biztosítja az épület hőellátását. A monovalens rendszer esetében a hőszivattyú kizárólagos hőforrásként működik, vagyis egyedül fedezi az épület teljes fűtési és használati melegvíz igényét. Ehhez elengedhetetlen, hogy a hőforrás talaj, talajvíz vagy levegő egész évben megfelelő hőmérsékleten álljon rendelkezésre, valamint a hőszivattyú által előállított fűtővíz hőmérséklete is elegendő legyen a teljes fűtési időszakban. Ez a megoldás különösen hatékony alacsony hőmérsékletű rendszerek, például padlófűtés esetén, mivel ilyen rendszereknél a hőszivattyú egyenletesen és gazdaságosan tud működni. A monovalens üzem egyszerű felépítésű és kevés karbantartást igényel, azonban hátránya, hogy csak ott működik hatékonyan, ahol a hőforrás hőmérséklete stabil és a fűtési igény nem haladja meg a hőszivattyú teljesítményét (Homonnay, 2001).



8. ábra: Monovalens üzemvitel (Forrás: Zöld, 2019)

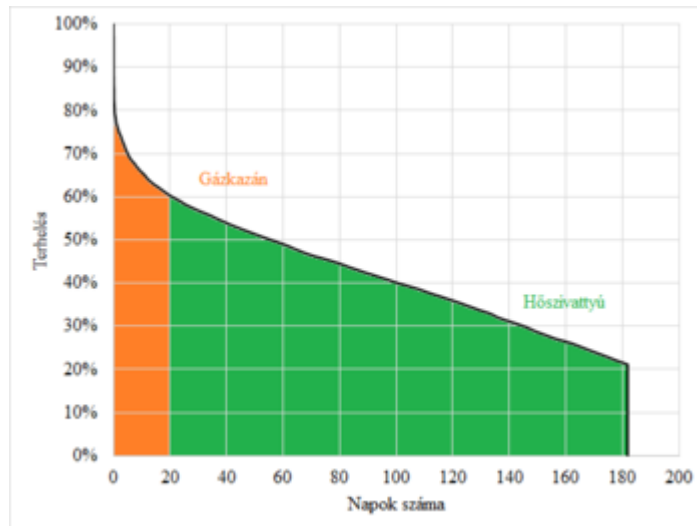
**Bivalens üzem:** A monovalens üzemmel szemben két hőtermelőt alkalmaz. Hőszivattyút és egy kiegészítő fűtőberendezést, például kazánt vagy elektromos fűtést. A rendszer lényege, hogy a hőszivattyú az év nagy részében önállóan működik, de amikor a külső hőmérséklet alacsony és a hőigény megnő, a második hőtermelő ráségít a fűtésre. A bivalens rendszerek többféleképpen működhetnek:

**Alternatív üzemmódban** a hőszivattyú csak enyhébb időben dolgozik, míg hidegebb napokon a kazán veszi át a teljes fűtést.

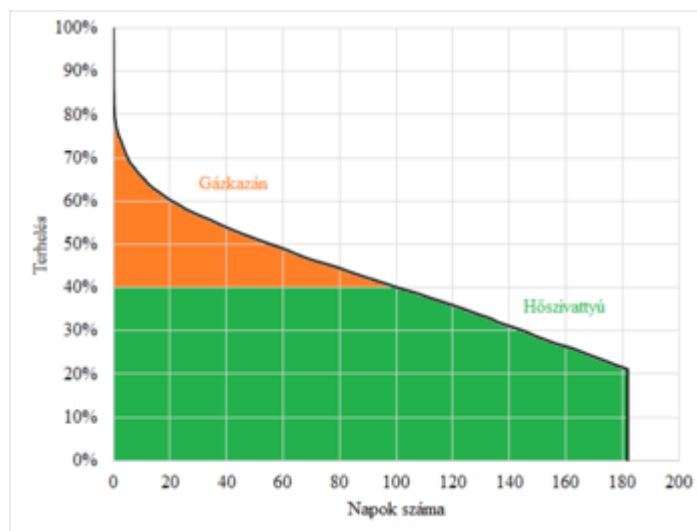
**Párhuzamos üzemmódban** viszont a két hőtermelő együtt működik és a kazán csak a hőszivattyú teljesítményének hiányzó részét pótolja.

**Kombinált bivalens rendszer,** amely a szezon elején kizárólag a hőszivattyút használja, majd a hőigény növekedésével a kiegészítő fűtés fokozatosan lép be, végül a lehidegebb időszakban már teljesen átveszi a fűtést.

A két üzemmód közötti váltás hőmérsékletét bivalencia pontnak nevezzük. Ez az a külső hőmérséklet, amelynél a hőszivattyú már nem képes önállóan biztosítani a szükséges hőt, ezért a kiegészítő fűtés is bekapcsol. A bivalencia pont meghatározása a hőszivattyú és a kazán teljesítménye, hatásfoka, valamint az épület hőszükséglete szerint történik. A bivalencia pont alapján kiszámítható, hogy az egyes hőtermelők milyen arányban fedezik a fűtési igényt (Zöld, 2019).



9. ábra: Bivalens alternatív üzemvitel (Forrás: Zöld, 2019)



10. ábra: Bivalens párhuzamos üzemvitel (Forrás: Zöld, 2019)

Össességében a monovalens rendszer egyszerűbb és olcsóbban üzemeltethető, viszont csak kedvező hőforrási körülmények között hatékony. A bivalens megoldás ezzel szemben rugalmasabb és megbízhatóbb, mivel a hőszivattyú és a kiegészítő hőtermelő együttműködve a szélsőséges időjárási viszonyok között is biztosítja az épület megfelelő fűtését.

## 2.7 Padlófűtés

A rendszer rétegesen épül fel, ahol minden rétegnek meghatározott szerkezeti és hőtechnikai funkciója van. Hőszigetelésben, a hőeloszlásban és a szerkezeti teherbírásban, így biztosítva a kényelmes, hatékony és hosszú távon üzembiztos működést. (REHAU, 2023)

### 2.7.1 Padlófűtés méretezése

Az építészeti megoldások és a hőszigetelés fejlődésével mérséklődött a modern épületekben, lakóházakban a hőigény. Az energia igény csökkenésével a korábban használt  $100\text{W}/\text{m}^2$  fűtési teljesítmény helyett manapság elegendő a  $60\text{-}65\text{W}/\text{m}^2$ . Ez azt jelenti, hogy a korábban szükséges padlófűtésnél használt  $40\text{-}45^\circ\text{C}$ -os előremenő víz hőmérséklet helyett, már elegendő a  $30\text{-}35^\circ\text{C}$ -os. Az alacsonyabb hőfoklépcső pedig ideálisabb, hogy padlófűtési rendszerek esetében hőszivattyús rendszereket alkalmazzunk.

A padlófűtési rendszereket a helyiségek energia igényei szerint szakember méretezi, mely során a külső mértékadó hőmérsékletet, a falak és nyílászárók, valamint a padló és födém hőátbocsátási tényezőit veszi figyelembe. A kapott adatokból kiszámolja a helyiségek hőszükségletét, a hőfoklépcső és a hőigény szerint a padlófűtés cső hosszát és az áramló közeg sebességét.

Manapság  $17\times 2,0$  mm vagy  $14\times 1,5$  mm átmérőjű csöveket használunk a korábban  $20\times 2,0$  mm csőátmérő helyett. A kisebb csőátmérő alkalmazása körülbelül 1-2%-os teljesítményvesztéssel jár. A hidraulikai méretezés során úgy érdemes meghatározni a körök hosszát, hogy 0,3 bar nyomásvesztésnél körönként ne legyen nagyobb a hálózaton (rehau.com).

### 2.7.2 Padlófűtés szerkezeti felépítése

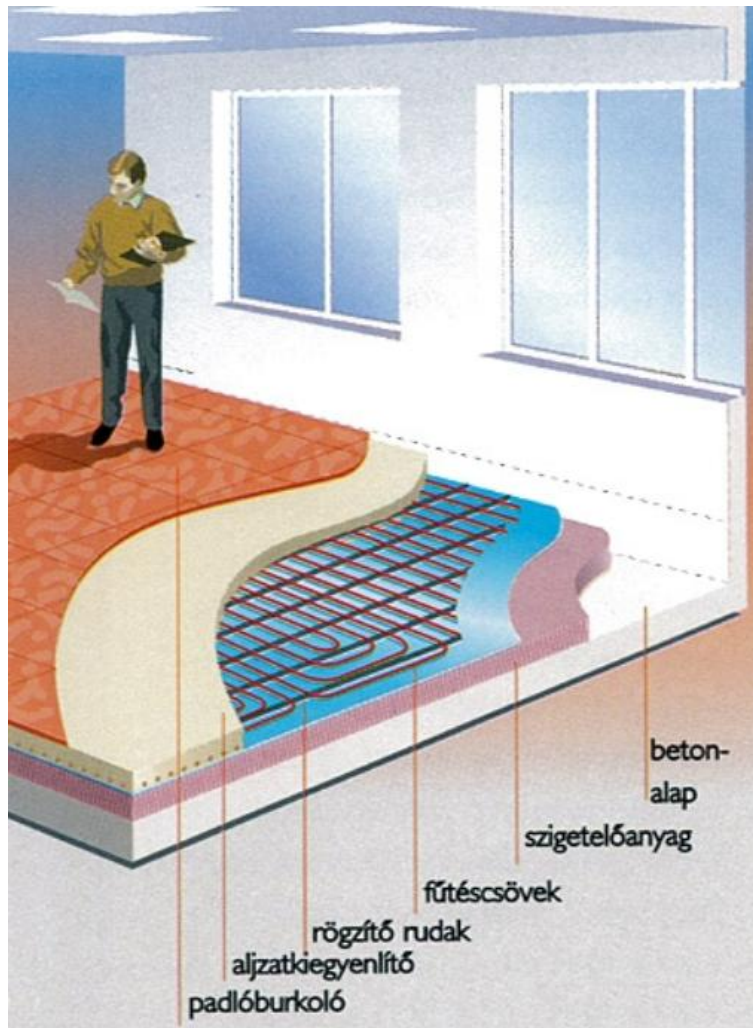
A legalsó réteg a teherhordó vasbeton födém, amely a padló szerkezet alapját adja.

Erre kerül a hő- és lépéshangszigetelés, amely megakadályozza a hő lefelé történő távozását, valamint csökkenti a födemen keresztül terjedő szerkezeti zajokat. A szigetelést gondosan, hézagmentesen kell fektetni, hogy ne keletkezzenek hőhidak.

Padlófűtésnél általában 30–50 mm vastag EPS vagy XPS lemez kerül beépítésre, a helyiség hőtechnikai igényétől függően.

A szigetelésre gyakran párazáró fóliát helyeznek el, különösen földszinti padlók vagy nedves helyiségek esetében. Ez megakadályozza a beton nedvességének visszaszivárgását a hőszigetelésbe és hozzájárul a szerkezet megóvásához.

Erre a rétegre kerül maga a fűtőcsőrendszer, amely a hőt a padlófelület felé továbbítja. A csövek régen betonacél térhálózathoz voltak rögzítve, de újabban rendszerlemezben történő rögzítés a népszerűbb, ami gyors és praktikus megoldás. A csőanyag többnyire PE-Xa, PE-RT vagy RAUTHERM S típusú műanyagcső. A csövek fektetési távolsága a hőszükséglettől függ: jellemzően 100 mm a kisebb helyiségekben, például fürdőszobákban és 150–200 mm a nagyobb, alacsonyabb hőigényű tereknél. (Comfort System Kft., é.n.)



11. ábra: Padlófűtés rétegrend (Forrás: kreativlakas.com)

A fűtőcsöveket a fektetés után beton vagy esztrich kiegyenlítő réteg fedi, ami teljes vastagságában körbeveszi a csöveket. Ez a réteg hőtaroló és hőelosztó szerepet is betölt, a csőben keringő meleg víz a betont felmelegíti, amely innen egyenletes hőleadással fűti fel a helyiség légterét. A csövek feletti betontakarásnak legalább 30–45 mm-nek kell lennie, így a teljes padló szerkezet vastagsága általában 65–75 mm körül alakul. (REHAU, 2023)

A kiegyenlítő rétegbe peremszigetelő szalagot is be kell építeni a falak mentén, hogy a hőtágulásból adódó mozgásokat a padló szerkezete rugalmasan fel tudja venni. Ez megelőzi a repedéseket és akusztikai leválasztást is biztosít a falak és a padló között.

A szilárd betonra ezután kerül a padlóburkolat, amely lehet kerámialap, gres, kő, vinil, parketta vagy laminált padló. A burkolat megválasztásánál fontos szempont, hogy alkalmas legyen padlófűtéshez (alacsony hőellenállás, jó hővezetés). A kerámia és a vékony kőburkolatok a leghatékonyabbak, mert a hőt gyorsan továbbítják a helyiségbe, míg a fa és

laminált burkolatoknál kisebb, de komfortosabb hőleadás érhető el (Comfort System Kft., é.n., REHAU, 2023)

## **2.8 Tágulási tartály**

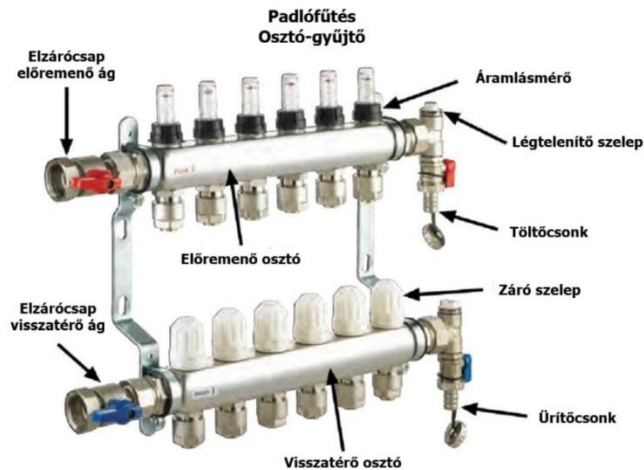
A fűtési rendszerben a hő szállítására használt leghatékonyabb közeg a víz. A tágulási tartály a vízfűtési rendszer azon része, amely felfogja a rendszerben a fűtéskor térfogat növekedéssel kitágult és feleslegessé vált vizet. A fűtési rendszerekben a víz felmelegedése térfogatnövekedéssel és nyomásváltozással jár, amit a tágulási tartály egyensúlyoz ki. Ennek célja, hogy a felmelegedett víz tágulását elnyelje, ezzel megakadályozva a csövek túlnyomása miatt a rendszer meghibásodását.

Kétféle tágulási tartály létezik. Zárt és nyitott:

A zárt rendszerek praktikusabbak, mert belső membránjuk elválasztja a vizet a levegőtől, így megelőzik a levegő bejutását a fűtési rendszerbe, ami csökkenti a korrózió kialakulásának esélyét. Mivel a zárt tartályok jobban védik a rendszert, ma már ez a népszerűbb. A nyitott rendszerek nem képesek a víz és a levegő szétválasztására, így a korrózió elkerülése nehezebbé válik.

## **2.9 Osztó-gyűjtő**

Osztó-gyűjtőkkel tudjuk a fűtési és használati vízrendszerünket több körre bontani, ez azt jelenti, hogy például padlófűtés esetében helyiségenként külön kört hozunk létre, melyeket az osztógyűjtőre csatlakoztatva körönként szabályozhatunk. A vízmennyiségét az osztógyűjtő szerelvényei állítják be, lehetővé téve a független vezérlést és a körönkénti elzárást. A termosztatikus szelep biztosítja a megfelelő vízmennyiség és hőmérséklet adagolását, valamint a hőmérséklet-különbségek beállítását. Fontos, hogy az osztó-gyűjtő egység és a szelepek szabályozzák a vízmennyiséget, hogy elkerüljük a különböző padlóhőmérsékleteket a nem szabályozott rendszerekben (comfortsystem.hu).



12. ábra: Osztó-gyűjtő felépítése (Forrás: Saját szerkesztés (uheat.co.uk) alapján)

### Főbb alkotóelemei:

**Elosztó- és gyűjtővezeték:** Ez a rendszer központi része, amely a hőhordozó közeg bejuttatását és elvezetését biztosítja. Egy fő elosztó vezeték szállítja a felfűtött vizet az ágak felé, míg a gyűjtő vezeték fogadja a lehűlt vizet. Az egyes ágak innen indulnak és ide térnek vissza, így hidraulikusan párhuzamos módon csatlakoznak.

**Mérő- és kiegyenlítő szerelvények:** Az ágakban található áramlásmérők, kiegyenlítő szelepek és állítható szabályozószelepek segítenek abban, hogy minden ágban a szükséges térfogatáram és hőleadás legyen. Ezekkel a szerelvényekkel elkerülhető az, hogy egy ág túlterhelődjön, vagy alul működjön.

**Nyomás- és légtelenítési kiegészítők:** A rendszer biztonságos és megbízható működéséhez elengedhetetlenek a nyomás- szabályozó eszközök (pl. differenciál-nyomás-szelepek) és a légtelenítők. A nyomásszabályzó megakadályozza, hogy a szélsőséges áglezárások miatt tetemes többletnyomás alakuljon ki, míg a légtelenítő a rendszerbe került levegőt távolítja el, így elkerülve a zajképződést és a hőátadás romlását (Caleffi, 2008).

## 2.10 Rendszerlemez

A padlófűtés csöveket alapvetően egy vashálóra rögzítjük, ennek a folyamatnak a meggyorsítására jött létre a rendszerlemez, ahol nincs szükség se ragasztóra, se szalagokra, se csavarokra csupán a rendszerlemezre, amelyet könnyen méretre lehet vágni és összeilleszteni ezzel rengeteg munkát és időt lehet megspórolni. A rendszerlemezek általában pogácsaszerű kiemelkedésekkel vannak ellátva, melyekbe a csöveket egyszerűen be lehet illeszteni és a pogácsák között a csöveket elvezetni. Ezeknek a rendszerlemezeknek alapvetően két típusa van a hőszigeteléssel ellátott és a hőszigetelés nélküli.

A hőszigetelés nélküli rendszerlemez csak arra szolgál, hogy könnyebb és gyorsabb legyen a csövek lefektetése, ez csupán egy fröccsöntött polietilén fólia lap.

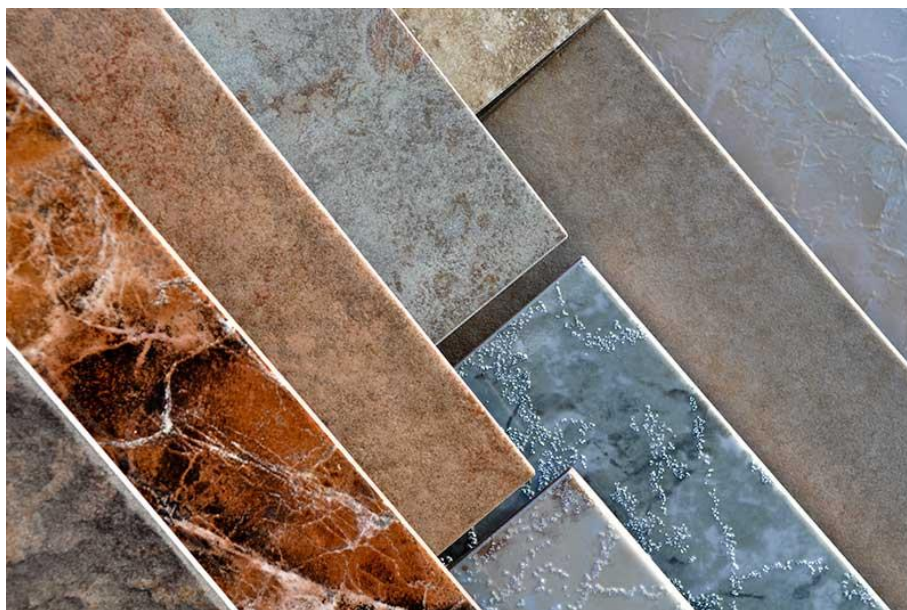
A hőszigeteléssel ellátott rendszerlemez teljes egészében polisztirolból készül, mely polisztirol fólia alatt EPS réteg található ennek az az előnye, hogy a rendszer lemez lehelyezésével nem csak a csövek gyors lefektetését, ha nem a szigetelés lehelyezését is egy munkafolyamattal oldhatjuk meg (mesterekfutara.hu).

## **2.11 Padló burkolat**

A padlóburkolat kiválasztása padlófűtés esetén kulcsfontosságú, mivel közvetlenül befolyásolja a hőleadás hatékonyságát és a fűtési rendszer gazdaságosságát és hőszükségletét. A legfontosabb tényező a burkolat hővezető képessége és hőellenállása, ezek határozzák meg, hogy a fűtésből származó hő milyen gyorsan és mennyire hatékonyan jut el a padló felületére. A hatékonyság mellett, viszont vannak egyéb szempontok például a kényelem és a design, ezért érdemes megvizsgálni a különböző padlóburkolatok hatékonyságát (warmup.co.hu).

### **2.11.1 Csempe és kőburkolat**

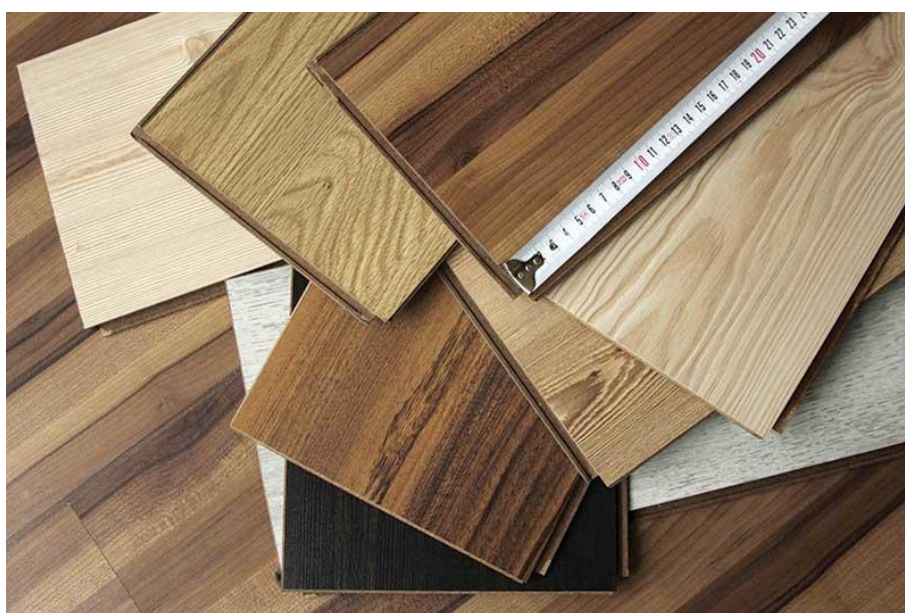
A kerámia, porcelán és természetes kőburkolatok a legalkalmasabbak padlófűtéshez, mivel magas hővezető képességük és alacsony hőellenállásuk miatt gyorsan továbbítják a hőt a padlófelület felé, valamint a hő megtartása is kiemelkedő, ezáltal nagy hőveszteséggel rendelkező helyiségben is alkalmas padló fűtés felett padlóburkolatnak. A burkolat vastagsága nincs nagy hatással a fűtés hatékonyságára, de általánosságba kimondható a 10–20 mm vastagságú csempék ideálisak, mert rövid a felfűtési idejük, ugyanakkor kellően tartósak. Ezek a burkolatok akár 200 W/m<sup>2</sup> hőleadási teljesítményt is biztosíthatnak, a felületük pedig 29 °C-ig biztonságosan és akár magasabb hőmérsékletre is melegíthető (warmup.co.hu).



13. ábra: Csempe burkolat (Forrás: warmup.co.hu)

### 2.11.2 Fa padlóburkolat

A fa padlózatok természetes hatásúak és esztétikusak, azonban hővezető képességük eltérő, ezért különböző mértékben adják át a hőt. A legjobb hőátadást a nagy sűrűségű, vékony faanyagok nyújtják, a vastagabb faburkolati lapok szigetelőként viselkednek. A fa padló felületi hőmérséklete nem haladhatja meg a 27 °C-ot, mert a fa nedvességtartalma csökkenhet, ami eldeformálódáshoz, vagy repedéshez vezethet. A fa padlók tehát melegebb érzetet adnak, de kisebb hőleadásúak; elsősorban lakóterekbe, nappalikba ajánlottak, ahol fontos a komfort és a fűtés folyamatos (Hwang et al., 2021; warmup.co.hu).



14. ábra: Fa padlólap (Forrás: warmup.co.hu)

### 2.11.3 Vinil, linóleum

A vinil, linóleum anyagok rugalmasak, vékony rétegűek és viszonylag jó hővezetők, így egyre népszerűbbek padlófűtés esetében. Ezek a burkolatok jó hőátadó képességgel rendelkeznek, de felületük hőmérséklete nem haladhatja meg a 27°C-ot, mert az anyag deformálódhat. A vinil és a linóleum padlók különösen jól működnek alacsony hőmérsékletű rendszerek esetében (például hőszivattyús fűtéssel), mivel gyors hőátadás biztosít és kis szerkezeti vastagságot igényel (warmup.co.hu).

### 2.11.4 Szőnyegpadló

Padlófűtés esetén szőnyegpadló is alkalmazható, de a megfelelő típus kiválasztása kritikus. A szőnyeg és az alátét együttes hőellenállása (tog értéke) nem haladhatja meg a 2,5 tog-ot ( $\approx 0,15 \text{ m}^2\text{K/W}$ ). A tog érték a textiliák hőellenállásának a mértéke). A vékony, sűrű szövésű szőnyegek, valamint az alacsony hőellenállású alátétek biztosítják a legjobb eredményt. A vastag, puha vagy szigetelő alátétek akadályozzák a hőáramlást és nagymértékben csökkenthetik a padlófűtés teljesítményét (H.A. et al., 2021; warmup.co.hu).

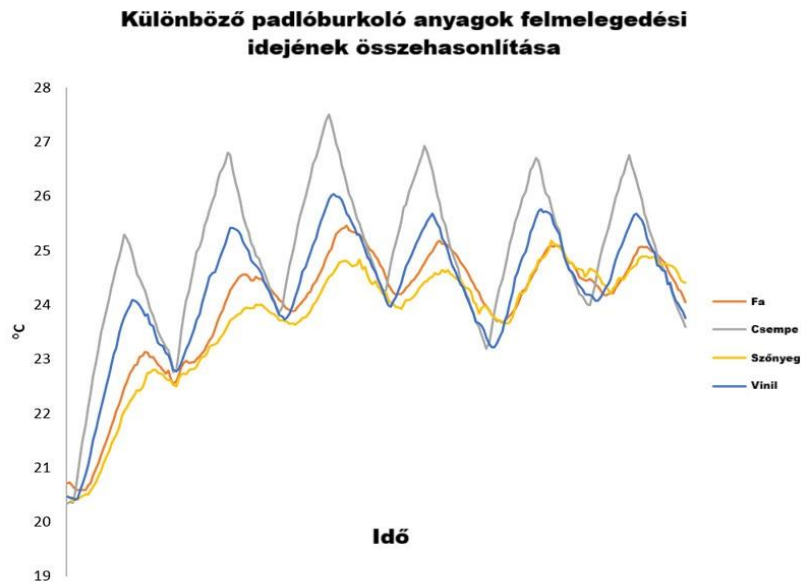


15. ábra: Szőnyegpadló (Forrás: warmup.co.hu)

### 2.11.5 A különböző padlóburkolatok felfűtési ideje

A padlóburkolatok hőtároló tömege és hővezető képessége alapvetően meghatározza a padlófűtés reakcióidejét és teljesítményét. Minél kisebb a burkolat hőtároló tömege és minél jobb a hővezetése, annál gyorsabban melegszik fel a padlófelület – ugyanakkor az ilyen anyagok gyorsabban le is hűlnek. A kerámia és kőburkolatok biztosítják a leggyorsabb

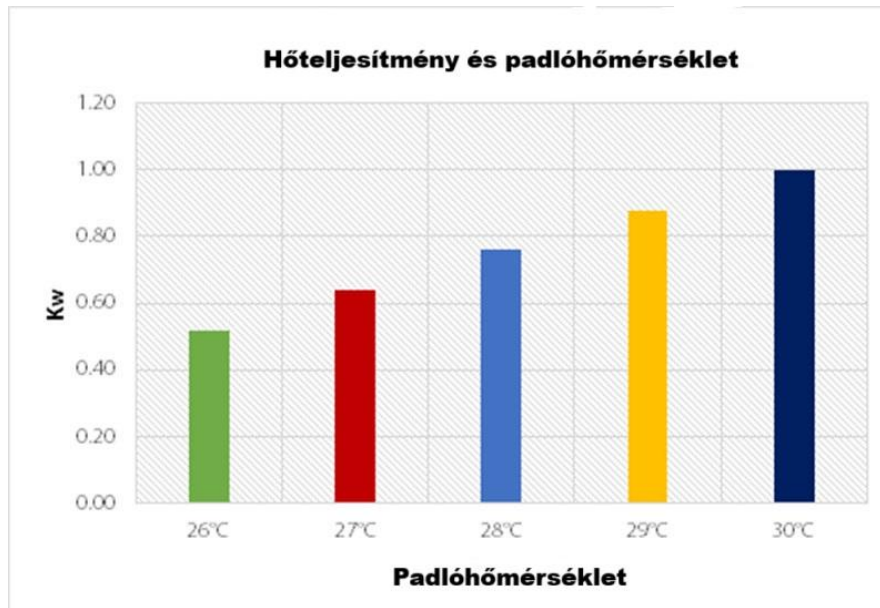
felfűtést és a legnagyobb hőleadást, ezért ideálisak nagy hőigényű helyiségekbe. A fa és vinil burkolatok lassabban reagálnak, viszont kellemes tapintásúak és esztétikusak, míg a szőnyegpadló csak alacsony hőellenállás mellett alkalmazható biztonságosan padlófűtéssel (warmup.co.hu).



16. ábra: Felfűtési idő összehasonlítása (Forrás: Saját szerkesztés (warmup.co.hu) alapján)

A padlóburkolat típusa a rendszer maximális fűtési teljesítményét is befolyásolja. Mivel minden burkolóanyag csak egy meghatározott hőmérsékletig fűthető, a padlófelület hőmérséklete, a helyiség mérete és a hőveszteség együtt határozza meg a rendszer tényleges hőleadását. Ha a helyiség hővesztesége meghaladja a padlófűtés által leadható hőt, célszerű a burkolatot jobb hővezető típusra cserélni (például 27 °C helyett 29 °C-ig melegíthető anyagra), vagy a rendszert kiegészítő fűtéssel ellátni.

A fűtési teljesítmény és a padló hőmérséklete között közel lineáris összefüggés áll fenn: már 2 °C különbség a padló felületi hőmérsékletében is jelentősen módosíthatja a leadott hő mennyiségét. Ezért a megfelelő padlóburkolat megválasztása nemcsak a komfortérzet, hanem a padlófűtés energiahatékonysága szempontjából is kulcsfontosságú (warmup.co.hu).



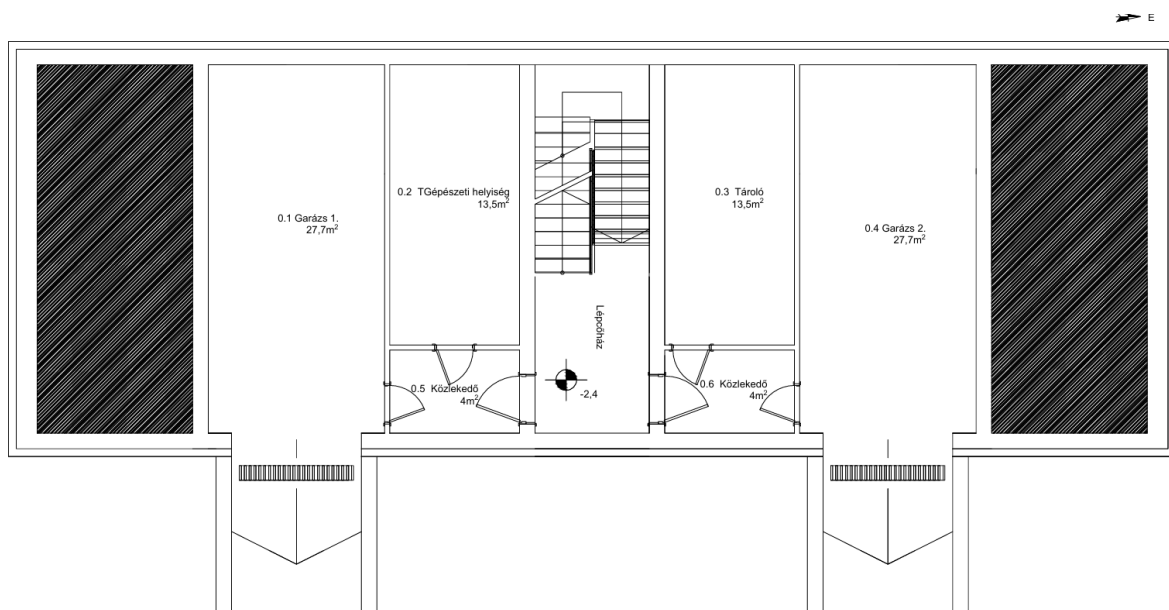
17. ábra: Teljesítményszükséglet (Forrás: Saját szerkesztés (warmup.co.hu) alapján)

A padló hőmérséklete közvetlenül befolyásolja a maximális fűtési teljesítményt. A grafikon a maximális fűtési teljesítményt mutatja, ha a kívánt hőmérséklet 21°C, a fűtött helyiség alapterülete pedig 10m<sup>2</sup>.

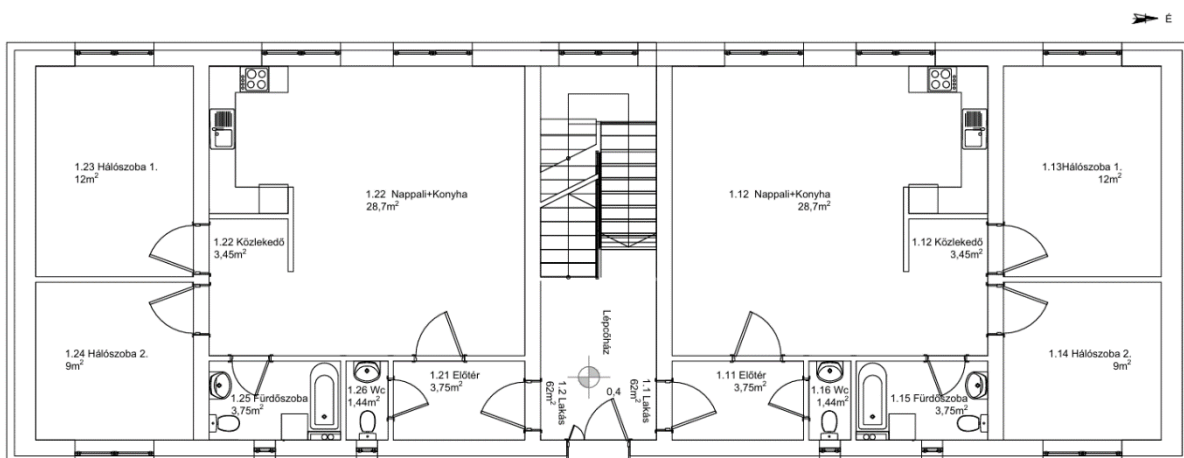
### 3. Épület bemutatása

Az épület egy fiktív társasház melynek alaprajzát én terveztem. Az épület Budapesten található a  $-13^{\circ}\text{C}$  régióban számításaimat ennek a hőmérsékleti paraméternek megfelelően végeztem el. Szakdolgozatom célja a társasház fűtésének és fűtési rendszerének megtervezése. Az épület 3 szintből áll, az alsó szint vagy pinceszint magába foglalja a garázst, tárolót és gépészeti helyiséget. A földszint, valamint az első emelet egyaránt két lakást tartalmaz.

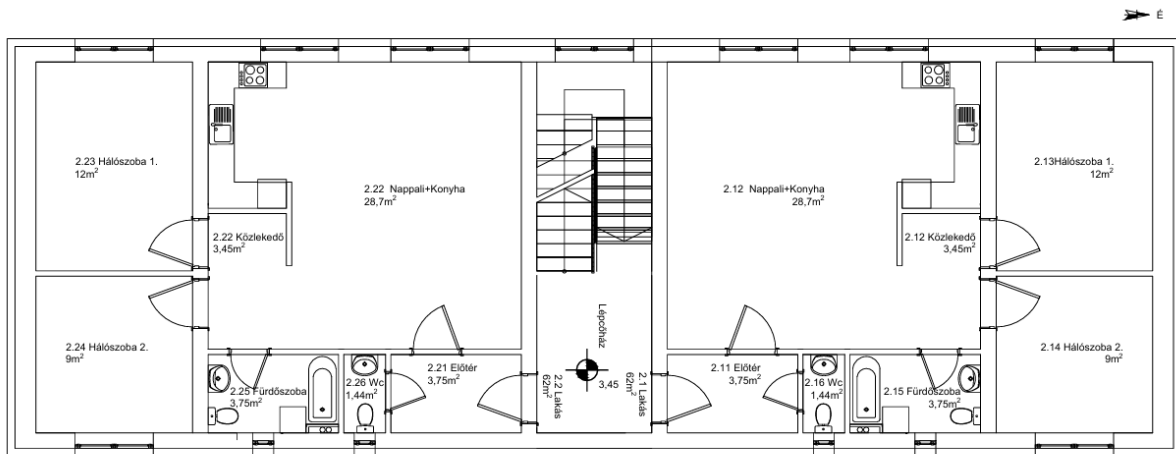
#### 3.1 Alaprajzok



18. ábra: Alagsori alaprajz (Forrás: Saját munka)



19. ábra: Földszinti alaprajz (Forrás: Saját munka)



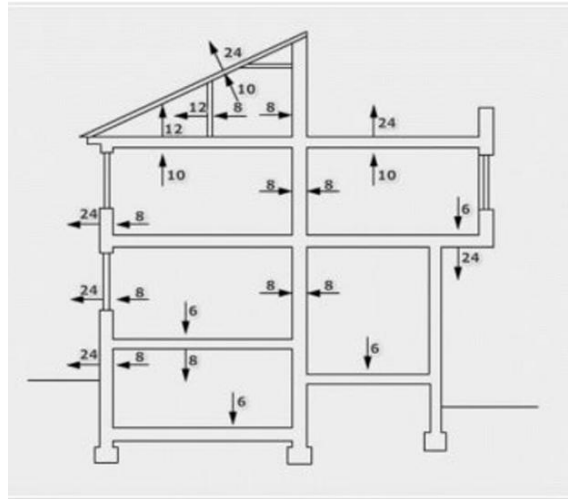
20. ábra: Emeleti alaprajz (Forrás: saját munka)

Az társasház alapterülete  $180\text{m}^2$  és  $480,8\text{m}^2$  és a teljes területe. Az alagsori belmagassága  $2,4\text{m}$  a földszinten és az emeleten  $2,7\text{m}$ . Az épületen belül  $4\text{db}$   $62\text{ m}^2$  területű lakás található, amik légtérfogata összesen  $679,75\text{ m}^3$ .

### 3.2 Hőátbocsátási tényező meghatározása

A hőátbocsátási tényező (Jele:  $U$ ) mértékegysége  $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ . Minél nagyobb az értéke, annál nagyobb a fűtött vagy melegebb oldal hővesztesége, tehát annál nagyobb mennyiségű hő, vagyis energia áramlik át a falon. A hőveszteség és a hőátbocsátási tényező között tehát egyenes arányosság van.

$$U = \frac{1}{\frac{1}{a_e} + \sum \frac{d_j}{\lambda_j} + \frac{1}{a_i}} \left[ \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} \right]$$



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

$\alpha_e$  – külső oldali hőátadási tényező [ $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ ]

$\alpha_i$  – belső oldali hőátadási tényező [ $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ ]

$d_j$  – réteg vastagság [m]

$\lambda_j$  – réteg hővezetési tényező [-]

### 3.3 Falak fajlagos hőátbocsátási tényezője

A hőátbocsátási tényező azt mutatja meg, hogy  $1 \text{ m}^2$  felületen,  $1 \text{ K}$  (azaz  $1 \text{ }^\circ\text{C}$ ) hőmérsékletkülönbség hatására mennyi hő áramlik át a szerkezeten. A különböző falak hőátbocsátási tényezőjét a winwatt program segítségével határoztam meg.

#### 3.3.1 Külső fal rétegrendje kívülről befelé haladva

Külső fal rétegrendje				
Megnevezés:	Sorszám:	d [m]	$\lambda$ [ $\text{W}/\text{mK}$ ]	R [ $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ ]
mészvakolat	1	0,020	0,81	0,024691
Austrotherm grafit 150	2	0,150	0,03	5
Baumit DuoContact	3	0,030	0,8	0,0375
Gipszvakolat	4	0,015	0,29	0,051724
POROTHERM 30X-therm	5	0,300	0,09	3,296703
Gipszvakolat	6	0,015	0,29	0,051724

1. táblázat: Külső fal rétegrendje (Forrás: saját munka)

$$U = \frac{1}{\frac{1}{24} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,15}{0,03} + \frac{0,03}{0,8} + \frac{0,015}{0,29} + \frac{0,3}{0,09} + \frac{0,015}{0,29} + \frac{1}{8}} = 0,1159 \left[ \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} \right]$$

$\alpha_e = 24$  – külső oldali hőátadási tényező [ $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ ]

$\alpha_i = 8$  – belső oldali hőátadási tényező [ $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ ]

### 3.3.2 Belső 30-as válaszfal rétegendje

Válaszfal 30-as rétegendje				
Megnevezés:	Sorszám:	d [m]	$\lambda$ [ $\text{W}/\text{mK}$ ]	R [ $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ ]
Gipszvakolat	1	0,010	0,81	0,012346
POROTHERM 30X-therm	2	0,300	0,09	3,296703
Gipszvakolat	3	0,010	0,81	0,012346

2. táblázat: Belső 30-as válaszfal rétegendje (Forrás: saját munka)

$$U = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,3}{0,09} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{1}{8}} = 0,2800 \left[ \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} \right]$$

$\alpha_e = 8$  – külső oldali hőátadási tényező [ $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ ]

$\alpha_i = 8$  – belső oldali hőátadási tényező [ $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ ]

### 3.3.3 Belső 10-es válaszfal rétegendje

Válaszfal 10-es rétegendje				
Megnevezés:	Sorszám:	d [m]	$\lambda$ [ $\text{W}/\text{mK}$ ]	R [ $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ ]
Gipszvakolat	1	0,010	0,81	0,012346
Porotherm 10 N+F	2	0,100	0,33	0,30303
Gipszvakolat	3	0,010	0,81	0,012346

3. táblázat: Belső 10-es válaszfal rétegendje (Forrás: saját munka)

$$U = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,1}{0,33} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{1}{8}} = 1,7309 \left[ \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} \right]$$

$\alpha_e = 8$  – külső oldali hőátadási tényező [ $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ ]

$\alpha_i = 8$  – belső oldali hőátadási tényező [ $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ ]

### 3.4 Padló és födémek fajlagos hőátbocsátási tényezője

A különböző padló, közbenső födém és a födém hőátbocsátási tényezőjét a winwatt program segítségével határoztam meg.

### 3.4.1 Pince földem rétegendje

Pince földem rétegendje				
Megnevezés:	Sorszám:	d [m]	$\lambda$ [W/mK]	R [W/m <sup>2</sup> K]
Csempe	1	0,006	1,05	0,005714
Baumit Esztrich E225	2	0,045	1,40	0,032143
Uponor Tecto rendszerlemez	3	0,052	0,00	0,75
Austrotherm AT-N100	5	0,050	0,04	1,351351
Vasbeton	6	0,200	1,55	0,129032
Cementvakolat	7	0,015	0,93	0,016129

4. táblázat: Pince földem rétegendje (Forrás: saját munka)

$$U = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0,006}{1,05} + \frac{0,045}{1,4} + 0,75 + \frac{0,05}{0,04} + \frac{0,2}{1,55} + \frac{0,015}{0,93} + \frac{1}{6}} = 0,3891 \left[ \frac{W}{m^2K} \right]$$

$\alpha_e = 8$  – külső oldali hőátadási tényező [W/m<sup>2</sup>K]

$\alpha_i = 6$  – belső oldali hőátadási tényező [W/m<sup>2</sup>K]

### 3.4.2 Pince földem kavicságyon rétegendje

Pince földem kavicságyon rétegendje				
Megnevezés:	Sorszám:	d [m]	$\lambda$ [W/mK]	R [W/m <sup>2</sup> K]
Csempe	1	0,006	1,05	0,005714
Baumit Esztrich E225	2	0,045	1,40	0,032143
Uponor Tecto rendszerlemez	3	0,052	0,00	0,75
Austrotherm AT-N100	5	0,050	0,04	1,351351
Vasbeton	6	0,200	1,55	0,129032
Kavicsfeltöltés	7	0,200	0,35	0,571429

5. táblázat: Pince földem kavicságyon rétegendje (Forrás: saját munka)

$$U = \frac{1}{\frac{0,006}{1,05} + \frac{0,045}{1,4} + 0,75 + \frac{0,05}{0,04} + \frac{0,2}{1,55} + \frac{0,2}{0,35} + \frac{1}{6}} = 0,3333 \left[ \frac{W}{m^2K} \right]$$

$\alpha_i = 6$  – belső oldali hőátadási tényező [W/m<sup>2</sup>K]

### 3.4.3 Közbenső födém rétegendje

Közbenső födém rétegendje				
Megnevezés:	Sorszám:	d [m]	$\lambda$ [W/mK]	R [W/m <sup>2</sup> K]
Csempe	1	0,006	1,05	0,005714
Baumit Esztrich E225	2	0,045	1,40	0,032143
Uponor Tecto rendszerlemez	3	0,052	-	0,75
Austrotherm AT-N100	5	0,050	0,04	1,351351
Vasbeton	6	0,150	1,55	0,096774
Cementvakolat	7	0,015	0,93	0,016129

6. táblázat: Közbenső födém rétegendje (Forrás: saját munka)

$$U = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0,006}{1,05} + \frac{0,045}{1,4} + 0,75 + \frac{0,05}{0,04} + \frac{0,15}{1,55} + \frac{0,015}{0,93} + \frac{1}{6}} = 0,3940 \left[ \frac{W}{m^2K} \right]$$

$\alpha_e = 8$  – külső oldali hőátadási tényező [W/m<sup>2</sup>K]

$\alpha_i = 6$  – belső oldali hőátadási tényező [W/m<sup>2</sup>K]

### 3.4.4 Lapostető födém rétegendje

Lapostető födém rétegendje				
Megnevezés:	Sorszám:	d [m]	$\lambda$ [W/mK]	R [W/m <sup>2</sup> K]
Elastovill E-PV 4 S/K	1	0,004	0,12	0,033333
Kiszell légr.Szokv. Hő Felf.	2	0,010	0,00	0,06
Lejtésképzés N4	3	0,090	0,035	2,571429
Kőzetgyapot 190 kg/m <sup>3</sup>	4	0,150	0,04	3,75
Villox O-Al+V 4 T/K	5	0,004	0,17	0,023529
POROTHERM födém 6 cm felbeton	6	0,230	0,00	0,307
Gipszvakolat	7	0,010	0,81	0,012346

7. táblázat: Lapostető födém rétegendje (Forrás: saját munka)

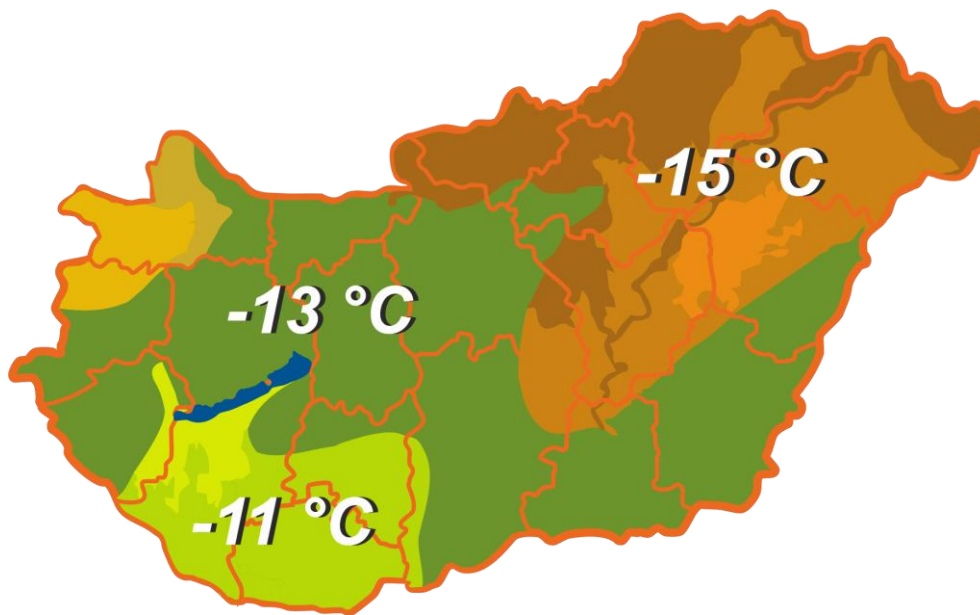
$$U = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0,004}{0,12} + 0,06 + \frac{0,09}{0,035} + \frac{0,15}{0,04} + \frac{0,004}{0,17} + 0,307 + \frac{0,01}{0,81} + \frac{1}{6}} = 0,1449 \left[ \frac{W}{m^2K} \right]$$

$\alpha_e = 24$  – külső oldali hőátadási tényező [ $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ ]

$\alpha_i = 10$  – belső oldali hőátadási tényező [ $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ ]

### 3.5 Hőszükséglet számítás

A számításhoz először el kell helyeznünk az ország területén. Az épület Budapesten található, ezért a  $-13^\circ\text{C}$ -os külső hőmérsékleti osztályba tartozik. A számításaimat ez alapján végzem el.



22. ábra: Méretezési külső hőmérséklet osztályok

(Forrás: gepesz.hu, 2023)

Az épület hőigényének meghatározásához fontos ismernünk a helyiségek rendeltetését és az abban elérni kívánt belső hőmérsékletet. A méretezési külső hőmérsékleti osztály, az elérni kívánt belső hőmérséklet és a szerkezetben végbemenő hőveszteség alapján kapunk pontos eredményt a helyiségek hőigényéről. A külső hőmérsékleti osztály szerinti legalacsonyabb hőmérsékletre kell méretezni, hibás számítás a hőtermelő túlméretezését, vagy a helyiségek alul fűtését eredményezi.

#### 3.5.1 Transzmissziós hőveszteség

A ház szerkezetén hőátadásból létrejött hőveszteség az épület falán, padlón, födémen, nyílászáróin keresztül történő hőveszteség a transzmissziós hőveszteség. Ez a hőveszteség a különböző anyagok hővezetése okán következik be, amikor a külső és a belső hőmérséklet

különbözik. A hő átjut az anyagon és a szerkezetén keresztül az épület veszít vagy szerez hőt, ami befolyásolja az épület fűtési igényeit.

$$Q_{tr} = U \cdot A \cdot (t_e - t_i) [W]$$

ahol,

U – szerkezet hőátbocsátási tényezője

A – szerkezet felülete

$t_e$  – külső hőmérséklet méretezési értéke

$t_i$  – a helyiség belső hőmérséklete

A transzmissziós hőszükséglet számítását az 1. lakás 1.13 számú hálósobáján mutatom be. A helyiség funkcióját tekintve hálósoba, így a belső hőmérséklete, melyet a számításnál figyelembe veszek 21°C.

### 1.13 helyiség határoló szerkezetei:

Megnevezés:	x [m]	y [m]	A [m <sup>2</sup> ]	U [W/m <sup>2</sup> ]
Külső fal:	7	2,7	18,9	0,1159
Ablak:	1,5	1,5	2,25	1,4
30-as válaszfal:	4	2,7	10,8	1,7309
Ajtó 70x210	0,7	2,1	1,47	2,9
10-es válaszfal	3	2,7	8,1	0,2800
Pince födém kavicságyon	12	-	12	0,3333
Közbenső födém	12	-	12	0,3940

8. táblázat: 1.13 Hálósoba határoló szerkezetei (Forrás: saját munka)

A falszerkezet felületéből ki kell vonni az ablakok és ajtók felületét, mivel az más hőátbocsátási tényezővel rendelkezik, ezt két falszerkezetnél is elvégeztem.

$$Q_{\text{Külső fal}} = U \cdot A \cdot (t_e - t_i) = 0,1159 \cdot 16,65 \cdot (21 - (-13)) = 65,60W$$

$$Q_{\text{Ablak}} = U \cdot A \cdot (t_e - t_i) = 1,4 \cdot 2,25 \cdot (21 - (-13)) = 107,10W$$

$$Q_{\text{Válaszfal 30-as}} = U \cdot A \cdot (t_e - t_i) = 1,7309 \cdot 9,33 \cdot (21 - (21)) = 0W$$

$$Q_{\text{Ajtó}} = U \cdot A \cdot (t_e - t_i) = 2,9 \cdot 1,47 \cdot (21 - (21)) = 0W$$

$$Q_{\text{Pince födém}} = U \cdot A \cdot (t_e - t_i) = 0,3309 \cdot 12 \cdot (21 - (-13)) = 135,97W$$


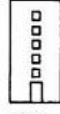


$$Q_{\text{Közbenső födém}} = U \cdot A \cdot (t_e - t_i) = 3907 \cdot 12 \cdot (21 - (5)) = 75,65W$$

$$Q_{tr 1.13 \text{ Hálószoza}} = Q_{\text{Külső fal}} + Q_{\text{Ablak}} + Q_{\text{Válaszfal 30-as}} + Q_{\text{Ajtó}} + Q_{\text{Pince földem}} + Q_{\text{közbenő földem}}$$

$$Q_{tr 1.13 \text{ Hálószoza}} = 65,60 + 107,10 + 0 + 0 + 135,97 + 75,65 = 384,32W$$

A számításom a lakáson belüli különböző terek elérni kívánt belső hőmérsékletével és a mértékadó külső hőmérséklettel számoltam. Mivel a fűtés lakásonként elzárható így a szomszéd lakást a méretezésnél fűtetlen zárt helyiségként, a lépcsőházat pedig ablakos fűtetlen lépcsőházként az MSZ-04-140-3 szabvány hőmérsékleti értékei szerint vettem figyelembe.

Tájékoztató adatok fűtetlen lépcsőházak belső hőmérsékletére

A lépcsőház kialakítása	Az épület magassága (m)	Szint	Méretezési külső hőmérséklet °C		
			-11	-13	-15
	20 m-ig	Pince, fszt.	+5	+4	+3
		I. em.	+10	+9	+9
		II. em.	+11	+11	+10
		III-IV. em.	+12	+11	+11
		V-VII. em.	+12	+12	+11
	20 m felett	Pince, fszt.	-1	-2	-3
		I. em.	+5	+4	+3
		II. em.	+8	+7	+6
		III-IV. em.	+10	+9	+8
		V-VII. em.	+11	+10	+10
		VII. em. -	+12	+11	+11
	20 m-ig	Pince, fszt.	+3	+1	0
		I. em.	+6	+5	+4
		II. em.	+7	+6	+5
		III-IV. em.	+7	+6	+6
		V-VII. em.	+7	+6	+6
	20 m felett	Pince, fszt.	-2	-4	-5
		I. em.	+2	+1	0
		II. em.	+5	+4	+3
		III-IV. em.	+6	+5	+4
		V-VII. em.	+7	+6	+5
		VII. em. -	+7	+6	+6

23. ábra: Fűtetlen lépcsőházak belső hőmérséklete (Forrás: MSZ-04-140-3 szabvány)

Tájékoztató adatok fűtetlen terek hőmérsékletére

3.1. táblázat

Megnevezés	A méretezési külső hőmérséklet °C		
	-11	-13	-15
Külső nyílászáró nélküli helyiség	+6	+5	+4
Külső nyílászáróval rendelkező helyiség	+3	+2	+1
Összefüggő szerelőszt	-1	-3	-5
Padlástér	-4	-6	-8
Dilatációs hézag	+1	0	-1
Különálló lépcsőház, három külső fallal	-7	-9	-10
Zárt pince	+5	+4	+3

24. ábra: Fűtetlen terek hőmérséklete (Forrás: MSZ-04-140-3 szabvány)

### 3.5.2 Filtrációs hőveszteség:

Nem csak a ház szerkezetén hőátadásból létrejött hőveszteséggel kell számolni, hanem azzal is, hogy a szellőztetés vagy az ajtó be- és kinyitásokkor mekkora hőveszteségünk keletkezik. A felmelegített levegő távozik, a hideg levegő beáramlik és ennek felmelegítéséhez ismételt energiára van szükségünk. A légcsereszám segítségével lehet meg határozni az adott helyiség filtrációs hőveszteségét.

$$Q_f = \frac{n}{3600} \cdot V \cdot \rho_{be} \cdot c \cdot (t_e - t_i) [W]$$

ahol,

$n$  – légcsereszám

$V$  – helyiség térfogata [ $m^3$ ]

$\rho_{be}$  – a belépő levegő sűrűsége [ $kg/m^3$ ]

$c$  – a levegő fajhője [ $J/kgK$ ]

$t_e$  – külső hőmérséklet méretezési értéke

$t_i$  – a helyiség belső hőmérséklete

$$Q_f = \frac{0,5}{3600} \cdot 32,4 \cdot 1,22 \cdot 1004 \cdot (21 - (-13)) = 153,61 [W]$$

A transzmissziós és filtrációs hőveszteség összegéből kapjuk meg a 1.13 Hálószoza teljes hőigényét.

$$Q_{1.13 \text{ Hálószoza}} = Q_{tr} + Q_f = 384,32 + 153,61 = 537,93W$$

fsz. 1. lakás		1.em. 3. lakás	
Helyiség száma:	Q [W]	Helyiség száma:	Q [W]
1.11	205,48	2.11	156,39
1.12	1557,92	2.12	1373,76
1.13	537,94	2.13	461,10
1.14	413,56	2.14	355,93
1.15	191,49	2.15	182,43
1.16	46,45	2.16	44,43
Q <sub>1. lakás</sub> [W]	2952,83	Q <sub>3. lakás</sub> [W]	2574,04
fsz. 2. lakás		1.em. 4. lakás	
Helyiség száma:	Q [W]	Helyiség száma:	Q [W]
1.21	205,48	2.11	156,39
1.22	1557,92	2.12	1373,76
1.23	537,94	2.13	461,10
1.24	413,56	2.14	355,93
1.25	191,49	2.15	182,43
1.26	46,45	2.16	44,43
Q <sub>2. lakás</sub> [W]	2952,83	Q <sub>4. lakás</sub> [W]	2574,04

9. táblázat: Teljes hőveszteség lakásonként (Forrás: saját munka)

$$Q_{\text{összes}} = 11053,74\text{W}$$

## 4. Hőleadó kiválasztása

A hőleadó kiválasztásánál az osztó-gyűjtő egység, a padlófűtés csövek és a rendszerlemez kiválasztását fogom elvégezni.

### 4.1 Osztó-gyűjtő kiválasztása

A lakásokba az UponorVario S FM rozsdamentes acél osztó-gyűjtőt választottam, mely 6 db fűtőkörrel rendelkezik. Az osztó-gyűjtő fő tulajdonsága:

- Egy darabból álló osztó-gyűjtő, 2-16 fűtőkörrel.
- Térfogatárama 0 - 5 l/percre beállítható áramlásmérővel.
- 1" primer csatlakozás.
- Körcsatlakozás: 3/4" eurokónusz.
- Rendelkezik töltő és leeresztő szeleppel.
- Körosztás: 50 mm.
- Gyűjtőcsövek távolsága: 225 mm.
- Rendelkezik osztó-gyűjtő szekrényvel, melyet falra és falon kívülre is lehet szerelni.
- Szivattyú csoportokkal, nyomáskülönbség-szabályozóval és bekeverő készletekkel kombinálható (Uponor Vario S FM osztó-gyűjtő termékkatalógus)

### 4.2 Rendszerlemez

A padlófűtéshez Uponor tecto ND 30-2 pogácsás padlófűtési rendszert választottam. Ennek a rendszernek a nagyméretű lemezeknek (1450x850mm) köszönhetően gyors a szerelése, költséghatékony és egy embert igényel. Ebből a rendszerlemez típusból elérhető, szigeteléssel ellátott és szigetelés nélküli.

A rendszerlemez 3 cm EPS réteggel van ellátva, amely önmagában  $0,75 \text{ m}^2\text{K/W}$  hővezetési ellenállással rendelkezik. Teherbírása  $500 \text{ kg/m}^2$ . Ezen kívül 10cm, 15cm, 20cm és 30cm-es fektetési távolságot és  $45^\circ$  vezetést is lehetővé tesz. Gyártói előírás szerint ezt a lemezt 45mm cementes vagy anhidritos esztrich teher elosztató réteggel kell fedni. (Uponor Rendszer megoldások).

### 4.3 fűtési rendszer cső

Az Uponor tecto ND 30-2 pogácsás padlófűtési rendszerlemez a gyártó előírás szerint az Uponor Comfort PLUS csővezeték rögzítésére alkalmas. Ezek a csővezetékek három

méretben érhetőek el: 14 x 2 mm, 16 x 2 mm, 17 x 2 mm. Én az Uponor 17 x 2mm-es Comfort PLUS csővezetékét választottam.

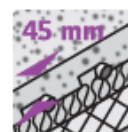
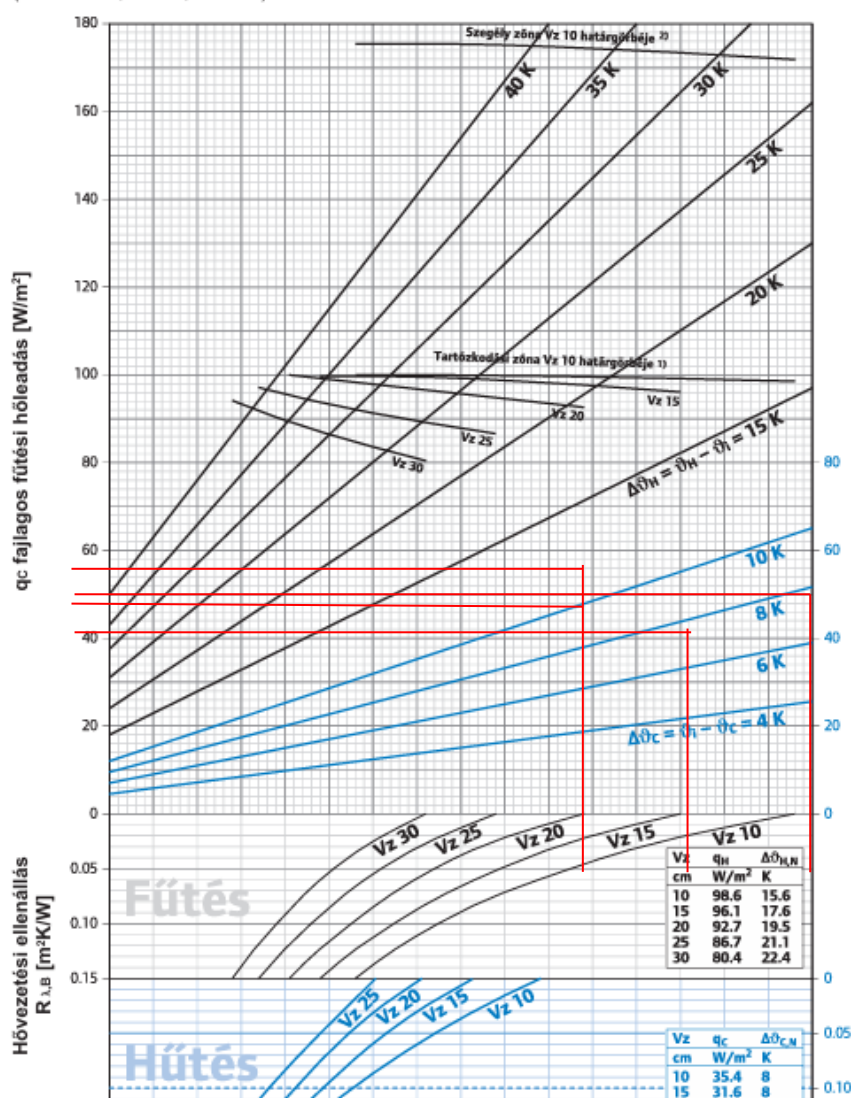
A padlófűtés fajlagos fűtési hőleadásához a kívánt értékeket a gyártó által rendelkezésemre bocsátott diagramról olvastam le (Uponor Rendszer megoldások).

## Uponor Tecto pogácsás padlófűtés rendszer

### Tervezési adatok

#### Méretezési diagram Uponor Tecto rendszerhez

Fűtési/hűtési méretezési diagram VD 450/450N/550N-nel szerelt Uponor Tecto 17 x 2mm-es csővezető rendszerhez, cementes esztrich teherelosztó réteggel (s<sub>ü</sub> = 45mm, λ<sub>ü</sub> = 1,2 W/mK)



17 x 2 PE-Xa



7F 037 -F

q<sub>c</sub> fajlagos hűtési hőleadás [W/m<sup>2</sup>]

- 1) A határgörbe θ<sub>L</sub> = 20 °C és θ<sub>F,max</sub> = 29 °C, vagy θ<sub>L</sub> = 24 °C és θ<sub>F,max</sub> = 33 °C esetén érvényes
- 2) A határgörbe θ<sub>L</sub> = 20 °C és θ<sub>F,max</sub> = 35 °C esetén érvényes

25. ábra: Fajlagos fűtési hőleadás (Forrás: Saját szerkesztés (Uponor tecto tervezési segédlet) alapján)

Fektetési távolság:	200mm	150mm	100mm	
Cső hossza:	5	6,67	10	[m/m <sup>2</sup> ]
Közepes különbség: 9,5°C:	46	52	60	[W/m <sup>2</sup> ]
Közepes különbség: 12,5°C:	61	69	79	[W/m <sup>2</sup> ]

10. táblázat: padlófűtés teljesítménye (Forrás: saját munka)

Fűtési körök:	Helyiség:	Fektetési távolság:	Padlófűtés-cső [m]	Teljesítmény [W]	Köztes helyiségben leadott teljesítmény [W]
PF-1.1	1.11 és 1.16	200	24,75+6	302	73,2
PF-1.2	1.12 1. kör	200	80	976	
PF-1.3	1.12 2. kör	200	80	976	
PF-1.4	1.13	200	60+3	732	36,6
PF-1.5	1.14	200	45+2	549	24,4
PF-1.6	1.15	100	37,5	225	

11. táblázat: padlófűtés teljesítménye körönként (Forrás: saját munka)

A padlófűtés hőleadását alapvetően a fektetési osztásköz, a padlóburkolat hőellenállása és az előremenő–visszatérő hőmérséklet határozza meg. A rendszer tervezése során az osztásközök a helyiségek hőigényeihez igazodva kerültek meghatározásra. A fürdőszobákban területarányosan nagyobb hőmérsékletigény miatt 100 mm osztásközt alkalmaztam, hogy a hőleadás megfeleljen a komfortigénynek. A nagyobb alapterületű, alacsonyabb hőveszteségű helyiségekben ezzel szemben 200 mm fektetési távolságot választottam. A számítások eredményeként ezekben a nagyobb terekben a padlófűtés a szükséges hőigénynél valamivel nagyobb hőleadást biztosít. Ez a közös előremenő és visszatérő hőmérsékletből fakadó rendszerjellemző, mivel a hőszivattyú a teljes padlófűtés hálózatot azonos előremenő hőmérséklettel látja el, az egyes körök áramlási sebessége nem módosítható önállóan úgy, hogy minden helyiség pontosan a hőveszteségéhez illeszkedjen.

A szabályozás a hőleadás kiegyenlítését zónaszelepekkel és termosztátokkal biztosítja, így a kisebb hőigényű helyiségekben a szelepek lezárásával elkerülhető a túlfűtés, miközben a nagyobb igényű terekben folyamatos marad a hőleadás.

#### 4.4 Hidraulikai méretezés

A csővezetékek méretezése során figyelembe kell venni több alapvető paramétert is. Mivel a rendszer víz keringtetésével szállítja a hőt, így a víz fizikai tulajdonságait kell felhasználni. A számítást az 1. lakás 1.13 számú hálózobáján mutatom be. Először is folyadék tulajdonságai kalkulátor segítségével meghatároztam a 30%-os etilénlikolt tartalmazó közeg sűrűségét, kinematikai viszkozitását és fajlagos hőjét. Majd a kapott értékekből középértéket számoltam.

Megnevezés:	Érték:			Dimenzió:
	35°C	32°C	Középérték:	
Sűrűség:	1029,6	1021,2	1025,4	[kg/m <sup>3</sup> ]
Kinematikai viszkozitás:	1,3869E-06	1,4933E-06	1,4401E-06	[m <sup>2</sup> /s]
Fajlagos hő: c <sub>p</sub>	3760,9	3751,7	3756,3	[J/kg*K]

12. táblázat: Víz tulajdonságai (Forrás: saját munka)

A méretezés alapja padlófűtés esetében az előremenő 35°C, a visszatérő pedig 32°C

#### 4.5 Térfogatáram meghatározása

A térfogatáram számítását az 1. lakás 1.13 számú hálózobáján mutatom be, Az 1.13 számú szobában a PF 1.4 jelölésű padlófűtési kör található.

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

ahol,

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

$\dot{Q}$  – áramló hőteljesítmény [W]

$c_p$  – áramló közeg fajhője  $\left[ \frac{\text{J}}{\text{kgK}} \right]$

$\Delta t$  – hőmérséklet különbség az előremenő és a visszatérő ág között [K]

$$\dot{m} = \frac{732}{3756,3 \cdot 3} \cdot 3600 = 233,85 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

Ebben az esetben a „3600” - as szorzó az óra és a másodperc közötti átváltás értékét jelenti.

A kapott értéket át számoljuk térfogatáramba az alábbi képlet segítségével.

$$\dot{V} = \frac{\dot{m}}{3600 \cdot 1025,4} \left[ \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right]$$

Ebben az esetben a „3600” - as szorzó a másodperc és az óra közötti átváltás értékét, az „994,08” - es szorzó a kg és a m<sup>3</sup> közötti átváltást jelenti.

$$\dot{V}_{\text{PF 1.4 kör}} = \frac{233,85}{3600 \cdot 1025,4} = 6,33 \cdot 10^{-5} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

#### 4.6 Nyomásesés meghatározása egy osztó-gyűjtő körön

Meg kell határozni a közeg sebességét. Ehhez szükségünk a cső belső átmérőjére. Az Uponor 17 x 2mm-es Comfort PLUS csővezeték belső átmérője 13mm vagyis 0,013m. A belső átmérő értékéből kiszámolható a belső keresztmetszet:

$$A_{\text{belső}} = \frac{D_{\text{belső}}^2 \cdot \pi}{4} = \frac{0,013^2 \cdot \pi}{4} = 1,33 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

A kapott adatokból meghatározható a csőben az áramlás sebessége:

$$\dot{V}_{\text{PF 1.4 kör}} = \frac{V}{A_{\text{belső}}} = \frac{6,33 \cdot 10^{-5}}{1,33 \cdot 10^{-4}} = 0,48 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

A nyomásesés meghatározásához szükséges meghatározni a Reynolds számot. Ennek az értéknek a segítségével megkapjuk, hogy a továbbiakban laminális vagy turbulens áramlással kell tovább számolni.

A lamináris áramlás jelenlétének meghatározására a **Reynolds-szám (Re)** használható, amely segít meghatározni, hogy egy laminális vagy turbulens. Általában lamináris áramlás alakul ki, ha a Re-szám 2300 alatt van. Laminális áramlás esetén a következő képletet használjuk:

$$\lambda = \frac{64}{\text{Re}}$$

Ezzel szemben a turbulens áramlás rendkívül rendezetlen, örvénylő mozgást mutat és a sebességek gyorsan és kiszámíthatatlanul változnak. Itt nincs állandó sebességprofil, de a sebességek időbeli átlagát mégis meg lehet határozni. A turbulens áramlás gyakran akkor fordul elő, ha a Re-szám meghaladja a 3000-et.

A turbulens áramlás két részből áll: a fal közelében lévő határrétegből, ahol az áramlás laminarizálódik és az áramlás magjából, ahol a sebességek szinte állandóak. A határréteg vékony és a turbulens mag egyre nagyobb részt foglal el, ahogy a Re-szám növekszik.

A turbulens áramlás tartományában a csősúrlódási tényező meghatározása történhet különböző módszerekkel. Például empirikus összefüggéseket alkalmazva, amelyek kísérleti úton lettek kialakítva különböző Reynolds-szám tartományok és relatív érdesség esetén. Az egyik legismertebb és egyszerűbb módszer a Blasius-összefüggés hidraulikailag sima csövek áramlására érvényes, ha a Reynolds-szám kisebb, mint  $10^5$ . Az alábbi összefüggéssel kell számolnunk:

$$\lambda = \frac{0,3164}{\text{Re}^{0,25}}$$

$$\text{Re}_{\text{PF 1.4 kör}} = \frac{\dot{V}_{\text{PF 1.4 kör}} \cdot D_{\text{belső}}}{V} = \frac{0,48 \cdot 0,013}{1,44 \cdot 10^{-6}} = 4308,34 [-]$$

Mivel a kapott érték nem haladja meg a  $10^5$ , de a turbulens tartományban helyezkedik el ezért a Blasius-összefüggést használom a cső súrlódási tényező meghatározására.

$$\lambda = \frac{0,3164}{\text{Re}^{0,25}} = \frac{0,3164}{4308,34^{0,25}} = 0,0390 [-]$$

A PF 1.4-es padlófűtési körön keletkezett nyomásvesztéséget a Darcy-Weisbach egyenlet segítségével határoztam meg.

$$\Delta p_{\text{PF 1.4 kör}} = \lambda \cdot \frac{l_{\text{kör}}}{D_{\text{belső}}} \cdot \frac{\rho \cdot V_{\text{kör}}^2}{2} [\text{Pa}]$$

ahol:

$\rho$  – áramló közeg sűrűsége  $\left[\frac{\text{kg}}{\text{h}}\right]$

$V_{\text{kör}}$  – áramlási sebesség  $\left[\frac{\text{m}}{\text{s}}\right]$

$\lambda$  – csősúrlódási tényező [-]

$l_{\text{kör}}$  – csőszakasz hossza [m]

$D_{\text{belső}}$  – csővezeték belső átmérője [m]

$$\Delta p_{\text{PF 1.4 kör}} = 0,0390 \cdot \frac{63}{0,013} \cdot \frac{1025,4 \cdot 0,48^2}{2} = 22102 [\text{Pa}]$$

Fűtési körök:	Helyiség:	Padlófűtéseső: [m]	$V_{\text{kör}}$ [m/s]	Re [-]	$\lambda$ [-]	V [l/min]	Nyomásesés: [Pa]
PF-1.1	1.11 és 1.16	30,75	0,20	1777,19	0,0487	1,57	2290
PF-1.2	1.12	80	0,64	5744,46	0,0363	5,07	46433
PF-1.3	1.12	80	0,64	5744,46	0,0363	5,07	46433
PF-1.4	1.13	63	0,48	4308,34	0,0390	4,24	22102
PF-1.5	1.14	47	0,36	3231,26	0,0420	2,85	9966
PF-1.6	1.15	37,5	0,15	1324,29	0,0524	1,17	1669

13. táblázat: fűtési körök nyomásesése (Forrás: saját munka)

## 5. Hőtermelő kiválasztása

A tervezett fűtési rendszerhez egy monoblokkos levegő–víz hőszivattyú beépítése mellett döntöttem, mivel ez a kialakítás egyszerűbb, megbízhatóbb és a többzónás, padlófűtéses rendszeremhez jobban illeszkedik, mint a beltéri egységgel szerelt verzió.

A Daikin Altherma 3 M monoblokkos rendszerben a teljes hűtőkör (kompresszor, kondenzátor, expanziós szelep és hűtőközeg) a kültéri egységben helyezkedik el, így az épületen belül csak a vízdali hidraulikai kör kerül kiépítésre.

A kültéri egység kizárólag vízcsatlakozásokkal kapcsolódik a fűtési hálózathoz, ami szerelési és üzemeltetési szempontból is biztonságosabb megoldás. A gyártó kínálatában szerepel ugyan a Daikin EPBX típusú beltéri hidraulikai egység, azonban az elsősorban egy, vagy kétzónás családi házakhoz lett tervezve. A beltéri egység 10 literes beépített tágulási tartályt, egy kis teljesítményű szivattyút és az alapvető biztonsági szerelvényeket tartalmazza, de nem alkalmas több, egymástól független fűtési zóna ellátására. Az én tervezésemben viszont négy lakás fűtése történik, külön osztó-gyűjtőkkel és zónaszelepekkel, valamint külön keringtető szivattyúkkal. Ebben a kialakításban a gyári beltéri egység nem tudná biztosítani a szükséges térfogatáramot és hidraulikai leválasztást, ráadásul a beépített tágulási tartály térfogata is kevés lenne.

A monoblokkos rendszer ezzel szemben rugalmasan illeszthető a terv szerinti hidraulikához. A puffertartály, szivattyúk és biztonsági szerelvények egyedi méretezés szerint kerülnek kialakításra. A hőszivattyú kültéri egysége a fűtési vizet közvetlenül a puffertartályba keringteti, amely hidraulikai leválasztóként is funkcionál, így stabil áramlást és megfelelő víztérfogatot biztosít minden üzemállapotban. A monoblokkos hőszivattyú alkalmazása a tervezésemnél azért indokolt, mert:

- a teljes hűtőkör a kültériben helyezkedik el,
- a beltérben csak vízdali elemeket tartalmaz, így egyszerűbb és biztonságosabb, nem igényel külön beltéri egységet,
- lehetővé teszi a hidraulikai kör szabad kialakítását (puffertartály, több szekunder zóna, egyedi szivattyúk),
- a beltéri egységes megoldás nem tudná kiszolgálni a négyzónás, lakásonként szabályozott rendszer igényeit,

Az épület hőigénye körülbelül 11 kW, ezért egy közepes teljesítményű levegő–víz hőszivattyú alkalmazása szükséges.

## 5.1 Hőszivattyú kiválasztása

A tervezett fűtési rendszerhez a Daikin Altherma 3 M Monoblokk EDLA16DW17 típusú levegő–víz hőszivattyút választottam, amely 16 kW névleges fűtőteljesítményt biztosít A7/W35 mérési ponton.

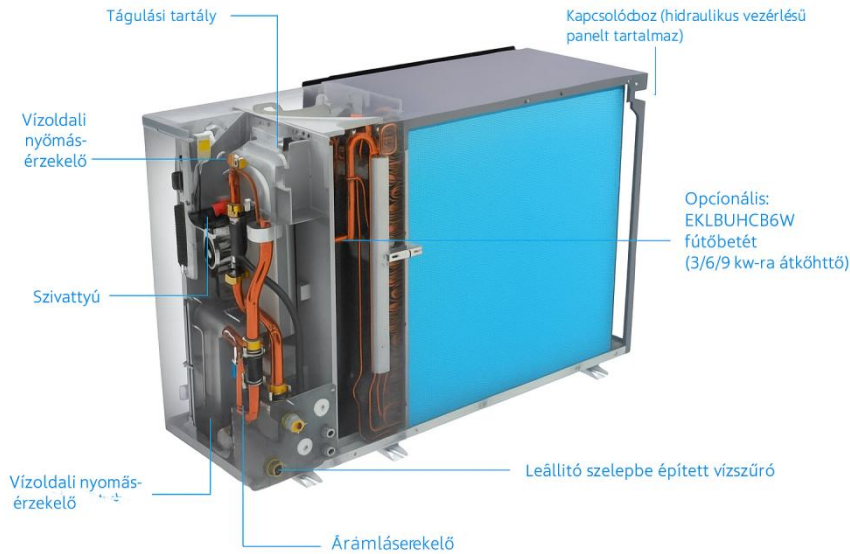
A készülék monoblokk kialakítású, tehát a teljes hűtőkör a kompresszor, kondenzátor, expanziós szelep és ventilátor egyetlen kültéri egységben található. Ennek köszönhetően a beltérben kizárólag a vízdali hidraulikai rendszer kerül kiépítésre, ami egyszerűbb telepítést, kisebb karbantartási igényt és fokozott üzembiztonságot eredményez, mivel a hűtőközeg nem kerül az épületbe.

A beépített hidraulikai komponensek közé tartozik a keringető szivattyú, tágulási tartály, vízszűrő, áramlás- és nyomásérzékelő, valamint a lemezes hőcserélő, ezek mind a kültéri egységben kaptak helyet. Külön beltéri hidraulikus modul nem szükséges.

A hőszivattyú R-32 hűtőközeget használ, amely az R-410A-hoz képest mintegy 75 %-kal alacsonyabb globális felmelegedési potenciállal rendelkezik (GWP = 675).

A rendszer  $-25\text{ °C}$  külső hőmérsékletig is megbízhatóan működik és  $-7\text{ °C}$ -on akár  $60\text{ °C}$  előremenő víz hőmérsékletet is képes biztosítani, így alkalmas felületfűtési rendszerekhez (padló-, fal-, mennyezetfűtés) és radiátoros körökhöz is. A berendezés inverteres kompresszortechnológiával működik, amely folyamatosan igazodik az aktuális hőigényhez, ezáltal csökkenti az energiafogyasztást és növeli a hatásfokot.

Az EDLA sorozat a Daikin Altherma 3 M termékcsalád tagja, amely a gyártó harmadik generációs, közepes hőmérsékletű monoblokk levegő–víz hőszivattyú-sorozata, új dizájnnal és egyventilátoros kialakítással. (Daikin Installer Reference Guide 2022, Daikin Product Catalogue, 2022)



26. ábra EDLA16DW17 monoblokk felépítése (Daikin Product Catalogue, 2022)

## 5.2 Víz oldali rendszer elemei

Az hogy pontosan ismerjük, mit tartalmaz és mit nem tartalmaz az EDLA16DW17 monoblokk hőszivattyú, alapvetően fontos a rendszer tervezése és biztonságos üzemeltetése szempontjából. Ez határozza meg, milyen vízoldali elemeket kell a helyszínen beépíteni (pl. tágulási tartály, biztonsági szelep, iszapleválasztó), hogy a rendszer hidraulikailag stabil legyen.

Ha ezeket nem vesszük pontosan számba, a hőszivattyú hatásfoka romolhat, vagy akár üzemzavar, fagyás, túlnyomás is kialakulhat.

### A vízoldali rendszerbe külön beépítendő elemek:

**Puffertartály / hidraulikai váltó:** legalább 55 liter a primer és szekunder kör leválasztására.

**Tágulási tartály:** 6 bar nyomásállóság, a rendszer térfogatváltozásainak kiegyenlítésére.

**Biztonsági szelep (3 bar):** túlnyomás elleni védelem a vízoldalon.

**Automatalégtelenítő:** a rendszer legmagasabb pontján, a levegő eltávolítására.

**Iszapleválasztó / szennyszűrő:** a hőszivattyú védelmére (a primer visszatérő ágba).

**Töltő- és ürítő csapok:** karbantartáshoz, rendszer-feltöltéshez és vízleeresztéshez.

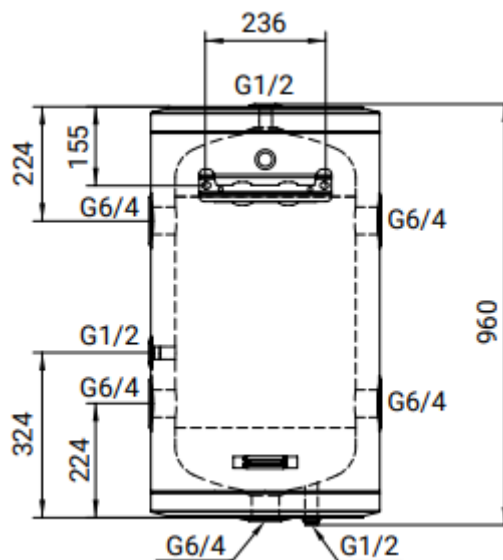
**Nyomásmérő (manométer):** rendszer nyomásának ellenőrzésére.

**Zónaszelepek és szekunder szivattyúk:** a padlófűtési körök és lakások hőleadásának zónánkénti szabályozásához.

**Biztonsági egység / szerelvényblokk:** gyakran kombinált egység

### 5.2.1 Puffertartály kiválasztása

A hőszivattyús fűtési rendszer hidraulikai stabilitásának biztosítására a Hajdu PT HC 80 F ErP típusú puffertartályt választottam. A tartály 80 literes űrtartalma megfelel a Daikin Altherma 3 M 16 kW hőszivattyú telepítési előírásaiban megadott minimális 55 literes víztérfogat igénynek, valamint kielégíti a zónaszelepes, többkörös padlófűtési rendszer üzemi feltételeit is. A tartály fő feladata a primer és szekunder körök hidraulikai leválasztása, illetve a fűtési víztérfogat bővítése, ami csökkenti a hőszivattyú kompresszorának indítási ciklusait és stabilizálja a hőleadást. A 80 literes űrtartalom biztosítja a Daikin Altherma 3 M hatékony, hosszú élettartamú üzemét, miközben az ErP-C szigetelés minimális hőveszteséggel tartja a vizet temperált állapotban.



27. ábra: Hajdu PT HC 80 F ErP metszeti ábra (Forrás: Hajdu Magyar Katalógus, 2025.)

#### A Hajdu PT HC 80 F ErP főbb adatai:

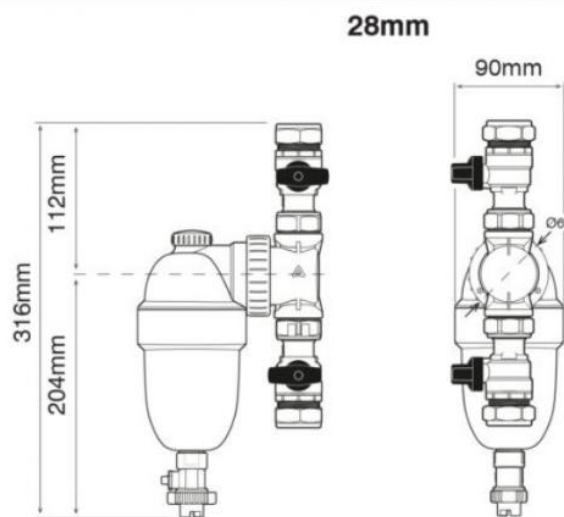
- Névleges űrtartalom: 80 liter
- Megengedett üzemi nyomás: 6 bar
- Maximális hőmérséklet: 95 °C
- Tartály anyaga: Acél (zománcozás nélkül)
- Szigetelés típusa: Poliuretán hab (PU), 50 mm
- Csatlakozás: 4×6/4" belső menetes
- Tömegkb.: 34 kg
- Telepítési mód: Álló kivitel, padlóra helyezhető

## 5.2.2 Iszapleválasztó kiválasztása

A hőszivattyús rendszerbe a Fernox TF1 Sigma HP Filter 5/4" típusú iszapleválasztót terveztem a visszatérő ágba, a hőszivattyú védelme és a hőátadási hatások megőrzése érdekében.

A készülék kifejezetten hőszivattyús rendszerekhez lett fejlesztve és kombinálja a mágneses és ciklonikus hidrodinamikai szennyeződés leválasztását, ami alkalmassá teszi a zárt fűtési körökben keletkező mikrorészecskék és oxidiszap eltávolítására.

A Fernox TF1 Sigma HP Filter alkalmazása a rendszerben azért indokolt, mert a Daikin Altherma 3 M (EDLA16DW17) levegő-víz hőszivattyú érzékeny a mikroszkopikus lebegő szennyeződésekre, amelyek lerakódhatnak a hőcserélő csatornáiban ezzel rontva a hőátadást.



28. ábra: Fernox TF1 Sigma HP Filter 5/4" metszeti ábra (Forrás: netkazan.hu)

### A Fernox TF1 Sigma HP Filter 5/4" főbb adatai:

- Menetes 1¼" BSP (DN32) csatlakozás.
- Maximális üzemi nyomás: 5 bar
- Maximális üzemi hőmérséklet: 100 °C
- Maximális térfogatáram: 80 l/perc
- Telepítés helye: javasolt a visszatérő ágba, a hőszivattyú előtt
- 360°-ban forgatható csatlakozó idom, így vízszintes vagy függőleges irányban is beépíthető
- az egység teljesen fémmentes, nem korrodál
- Fagyálló kompatibilitás: alkalmas propilén-glikol, etilén-glikol és inhibitoros hőszivattyús rendszerekhez

### **Leválasztási technológia:**

Ciklonikus és mágneses szűrést és leválasztási technológiát alkalmaz, a víz áramlása során a részecskék a ház aljába ülepednek. Az összegyűjtött iszap az alsó ürítő szelepen keresztül eltávolítható. Nincs szükség szétszerelésre, az iszap az ürítő szelepen keresztül, működés közben is eltávolítható (Fernox Ltd. (2024): TF1 Sigma HP Filter 1 ¼" – Termék adatlap).

### **5.2.3 Háromjáratú váltószelep kiválasztása**

A rendszerben a Honeywell VCZMP6000 típusú háromjáratú váltószelepet terveztem, amit a VC6013ZZ00/U típusú motoros szelepmozgató működtet. A szelep a szekunder szivattyúk elé került beépítésre és feladata a 35 °C előremenő víz hőmérséklet folyamatos biztosítása a padlófűtési körök számára.

A Honeywell VC-sorozat szelepei és mozgatói a fűtési és hűtési rendszerek pontos hőmérséklet-szabályozására készültek. A kiválasztott egység előnye, hogy lassú, lineáris működésű motorral rendelkezik, amely a visszatérő és az előremenő víz keverésével fokozatmentesen szabályozza az előremenő hőmérsékletet, ezzel megakadályozva a hőmérséklet-ingadozást (Honeywell VC szelepek és motorok – Tervezői és telepítői útmutató, 2023).

#### **A választás azért indokolt, mert a szelep:**

- biztosítja a folyamatos 35 °C-os előremenőt
- illeszkedik a rendszer DN25-ös (1") csőméretéhez
- kompatibilis 230 V-os motoros vezérlés
- cserélhető motorral rendelkezik



29. ábra: Honeywell háromjratú szelep és motorvezérlés (Forrás: Honeywell VC szelepek és motorok – Tervezői és telepítői útmutató, 2023)

**A Honeywell VCZMP6000 egység főbb adatai:**

- Menetes 1" BSP (DN25) csatlakozás
- Névleges térfogatáram: 6,0 m<sup>3</sup>/h (Kv)
- Üzemi nyomás: max. 6 bar
- Hőmérséklet-tartomány: 2 °C – 95 °C
- Szelep anyaga: sárgaréz test, EPDM tömítés
- Üzemi közeg: fűtési víz, max. 50% glikol keverék

**A Honeywell VC6013ZZ00/U egység főbb adatai:**

- Tápfeszültség: 230 V
- Teljesítményfelvétel: 6 VA
- Működési idő: 15 s (90°)
- Visszatérítés: rugós
- Védettség: IP40
- Szelep funkció: keverő vagy váltó üzemmód
- bajonettzáras motor-csatlakozással.

A szelep a hőszivattyú által termelt előremenő vizet a visszatérő ágból érkező hűvösebb vízzel keveri, így a padlófűtésre mindig állandó 35°C-os előremenő víz jut. Amikor a fűtési igény

csökken, a motor a szelep zárási irányába mozdul és több visszatérő víz keveredik a rendszerbe. A lassú, arányos működés elkerüli a hirtelen hőmérséklet-változásokat, ezáltal növeli a rendszer stabilitását és a hőszivattyú hatásfokát.

#### 5.2.4 Tágulási tartály méretezése és kiválasztása

A tágulási tartály a rendszer nyomásstabilitását és üzembiztonságát biztosítja. Működés közben a tartály levegővel töltött részében a membrán mögötti tér sűrűsödik, így a hőmérséklet emelkedéskor növekvő térfogatú fűtőközeg a tartályba áramlik, a rendszer nyomása pedig az üzemi tartományon belül marad. A hűlés során a membrán a folyadékot visszanyomja a rendszerbe, ezzel folyamatosan kiegyenlíti a hőtágulásból eredő térfogatváltozást.

##### Statikus nyomás ( $p_{st}$ )

A tartály méretezéséhez ismerni kell a statikus nyomást ( $p_{st}$ ) és a biztonsági szelep nyitási nyomását ( $p_{sv}$ ). A statikus nyomás a vízoszlop magasságából adódik:

$$P_{st} = \frac{\rho \cdot g \cdot h}{100000} = \frac{1025,4 \cdot 9,81 \cdot h}{100000} = 0,6036 \text{ bar}$$

ahol,

$\rho$  – a víz sűrűsége [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ]

$h$  – az hidraulikai rendszer legmagasabb pontja a tágulási tartály csatlakozási pontjától számítva [m]

$g$  – nehézségi gyorsulás,  $9,81 \text{ m}/\text{s}^2$ .

##### Előfeszítési nyomás ( $p_0$ )

$$P_0 = P_{st} + 0,3 \text{ bar} = 0,6036 \text{ bar} + 0,3 \text{ bar} = 0,9036 \text{ bar}$$

##### Kezdeti vízdali nyomás ( $p_a$ )

$$P_a = P_0 + 0,3 \text{ bar} = 0,9036 \text{ bar} + 0,3 \text{ bar} = 1,2036 \text{ bar}$$

ahol-

$P_0$  – a tartály előfeszítési nyomása (abszolút nyomás) [bar]

$V_0$  – a tartály térfogata üres állapotban [l]

$V_a$  – a tartály gázoldali térfogata a tartalék vízmennyiség feltöltése után [l]

##### Maximális nyomás ( $p_e$ )

A biztonsági szelep beállítása alapján vehető fel, mivel a szelep 3,0 bar.

$$P_e = 3,0 - 0,5 \text{ bar} = 2,5 \text{ bar}$$

### Táguló és tartalék térfogat ( $V_e$ )

$$V_e = V_a \cdot e = 281,19 \cdot 0,012 = 3,37 \text{ liter}$$

### Tartalék térfogat ( $V_v$ )

Az EN 12828 szabvány szerint 0,5%, ami esetemben 3 liter.

$$V = V_e + V_v = 3,37 + 3 = 6,37 \text{ liter}$$

### Tartály koefficiens ( $D_f$ )

$$D_f = \frac{P_e + 1}{P_e - P_0} = \frac{2,5 + 1}{2,5 - 0,9036} = 2,19$$

### Szükséges tartály térfogat

$$V_N = V \cdot D_f = 6,37 \cdot 2,1924 = 13,97 \text{ liter (Vinkler, 2010)}$$

A tartály feladata a fűtési rendszerben bekövetkező hőmérséklet-változásból származó térfogat-növekedés kiegyenlítése, valamint a nyomásingadozások csillapítása. A számítást a Vinkler K. (2010): Zárt tágulási tartályok méretezése, üzembe helyezése I. című cikk alapján végeztem, figyelembe véve a rendszer 30%-os etilén-glikol-víz keverékét és a padlófűtés és a puffertartály 35–45 °C üzemi hőmérsékletét.

A választott tágulási tartály a Flamco Flofix R 25 L. Ez a tágulási tartály zárt, butilmembrános kivitelű, a membrán cserélhető és etilén-glikolos közeghez is alkalmazható. A tartályt a Hajdu PT HC 80 F puffertartály visszatérő ágába helyeztem el, a biztonsági szerelvények közelében, így közvetlenül képes kompenzálni a puffer és a csővezetékek térfogatváltozásait.

A Flamco Flofix 25 választása optimális, hiszen a térfogata lefedi a számított tágulási igényt, a 30%-os glikol keverékkel kompatibilis gumimembránnal rendelkezik, üzemi nyomása és hőmérsékleti tartománya megfelel a hőszivattyús padlófűtés követelményeinek, a tartály előfeszítési nyomása gyárilag 0,5 bar, ami az üzembe helyezéskor 0,9 bar - ra állítható, a rendszer statikus nyomásához igazítva (Flamco B.V., 2024).

### A Flamco Flofix 25 főbb adatai:

- Névleges térfogat: 25 liter
- Legnagyobb megengedett nyomás: 3 bar
- Előfeszítési nyomás ( $p_0$ ): 0,5 bar (állítható)
- Megengedett üzemi hőmérséklet: -10 °C ...+120 °C
- Közeg: víz, víz-glikol keverék (max. 50%)
- Membrán típusa: butil, cserélhető
- Csatlakozás: ¾" BSP
- Szerelési helyzet: függőleges (Flamco B.V., 2024)

#### 5.2.4 Szekunder szivattyú kiválasztása

A fűtési rendszer keringtető szivattyúját a Grundfos Product Center online méretező alkalmazás segítségével választottam ki. A méretezés alapjául a korábban meghatározott hidraulikai paramétereket használtam, ezek alapján a szekunder fűtési kör névleges térfogatárama 19,96 l/min, a szükséges emelőmagasság pedig 6,0 m.

A számítások és az online méretező eredménye alapján a rendszerhez a GRUNDFOS ALPHA1 25-80 180 (93074177) típusú, elektronikusan szabályozott keringtetőszivattyút választottam. A szivattyú biztosítja a hőszivattyú és a padlófűtési körök folyamatos vízáramlását és az automatikus teljesítményszabályozás révén képes alkalmazkodni a zónaszelepek pillanatnyi nyitottságához és a rendszer aktuális nyomásviszonyaihoz.

#### A GRUNDFOS ALPHA1 25-80 180 főbb műszaki adatai:

- Névleges csatlakozás: G 1½" (DN25)
- Szerelési hossz: 180 mm
- Szivattyúzott közeg: fűtővíz, max. 50% glikol keverék
- Névleges térfogatáram: 1,20 m<sup>3</sup>/h (≈ 20 l/min)
- Max. emelőmagasság 8,0 m
- Tápfeszültség 230 V / 50 Hz
- Teljesítményfelvétel 5 – 80 W
- Hőmérséklet-tartomány: +2 °C ... +95 °C
- Max. üzemi nyomás: 10 bar
- Védettségi fokozat: IP42
- Energiahatékonysági mutató (EEI) ≤ 0,20

A szivattyú automatikus nyomáskülönbség-szabályozása biztosítja, hogy a rendszer a zónaszelepek részleges zárása esetén se lépjen fel zajos áramlás vagy nyomásingadozás. Az ALPHA1 típus az energiahatékonysági irányelvek (ErP 2015) szerint gyártott, így akár 80%-kal kevesebb villamos energiát fogyaszt, mint a korábbi, nem szabályozott típusok. A kompakt 180 mm szerelési hossz miatt közvetlenül illeszthető a DN25 osztó-gyűjtő szivattyúkörü csatlakozásba (Grundfos Product Center, 2024).

## 6. Összefoglalás:

Szaktervezésben egy négylakásos társasház hőszivattyús fűtési rendszerének gépészeti tervezését végeztem el, különös tekintettel a padlófűtéses hőleadó rendszer és a hidraulikai elemek kialakítására.

A dolgozatomban fő célja az volt, hogy a Daikin Altherma 3 M (EDLA-DW17) típusú hőszivattyúra épülő rendszer minden fontos tervezési szempontját részletesen kidolgozzam és ezzel egy átlátható, gyakorlati alapokon nyugvó tervezési segédletet hozzak létre.

A tervezés során külön figyelmet fordítottam a hőtermelő és a hőleadó oldal hidraulikai összehangjára. A hőszivattyú kiválasztásánál az elsődleges szempont a hatásfok (COP), a megbízhatóság és a rendszer kompatibilitása volt.

A Daikin monoblokkos kivitel mellett azért döntöttem, mert ez a megoldás egyszerűbb telepítést, kevesebb karbantartási igényt és magas üzembiztonságot kínál, miközben jól illeszthető a padlófűtés alacsony előremenő hőmérsékletéhez.

A rendszerhez szükséges gépészeti elemeket a gyártói előírások, katalógusadatok és méretezési számítások alapján választottam ki. A Hajdu PT HC 80 F puffertartály a hőtermelő és hőleadó kör hidraulikai leválasztását biztosítja, a Flamco Flofix 25 tágulási tartály a hőtágulásból eredő térfogatváltozások kiegyenlítését látja el, a Fernox TF1 Sigma HP iszapleválasztó a hőszivattyú védelmét szolgálja, míg a Honeywell VCZMP6000 keverőszelep és a Grundfos ALPHA1 25-80 szivattyú a padlófűtési körök hőmérsékletének és térfogatáramának pontos szabályozását teszik lehetővé.

A padlófűtés tervezésénél nagy hangsúlyt fektettem a csőhálózat geometriai kialakítására és osztásközére, mivel a különböző helyiségek hőigénye jelentősen eltérő lehet. A fektetési távolságokat helyiség-specifikusan határoztam meg. A fürdőszobákban 100 mm, kisebb hőigényű terekben 200 mm osztásközzel alakítottam ki a hálózatot. Ezzel a módszerrel a teljes fűtési rendszer hőleadása és komfortérzete kiegyenlített marad, miközben a hőszivattyú optimális üzemi hőmérsékleten működhet.

A hidraulikai méretezés során a térfogatáramok, nyomásvesztések és emelőmagasságok meghatározására helyeztem a hangsúlyt, melyek alapján kiválasztottam a rendszer szivattyúit és szerelvényeit. A számításokhoz a gyártói adatlapok, valamint a Grundfos Product Center online méretezője szolgált segítségül, amely biztosította, hogy a szivattyú a teljes működési tartományban a szükséges üzemi ponton dolgozzon.

Úgy gondolom, hogy a szakdolgozatban bemutatott rendszer szakmailag megalapozott, részletes és a gyakorlatban is megvalósítható, mely jól szemlélteti, hogyan lehet egy korszerű hőszivattyús rendszert a hazai lakóépület-energetikai követelményekhez igazítani.

## 7. Irodalomjegyzék:

Baumann, Mihály: Épületenergetika, Edutus Főiskola, 2012

Caleffi Hydronic Solutions: *Manifold Distribution Systems*. idronics™ no. 4, North American Edition, 2008.

Elérhető: [https://www.caleffi.com/sites/default/files/media/external-file/Idronics\\_4\\_NA\\_Manifold%20distribution%20systems.pdf](https://www.caleffi.com/sites/default/files/media/external-file/Idronics_4_NA_Manifold%20distribution%20systems.pdf)

(Letöltés dátuma: 2025. október 20.)

Comfort System Kft.: Padlófűtés osztó-gyűjtő szabályozása.

Elérhető: [https://www.comfortsystem.hu/Padlofutes-oszto-gyujto-szabalyozasa\\_a50](https://www.comfortsystem.hu/Padlofutes-oszto-gyujto-szabalyozasa_a50)

Daikin Europe N.V. (2022): Daikin Altherma 3 M – Installer Reference Guide (EBLA09–16D + EDLA09–16D Series, 4PHU620241-1B, Hungarian edition). Daikin Europe N.V., Ostend.

Daikin Europe N.V. (2022): Daikin Altherma 3 M – Product Catalogue (ECPEN22-756, English edition). Daikin Europe N.V., Ostend.

Dr. Író Béla (2002): Hő- és áramlástan jegyzet. Budapest: Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki Kar.

Dr. Menyhárt József Az épületgépészet kézikönyve, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1978

Fernox Ltd. (2024): TF1 Sigma HP Filter 1 ¼" – Termékadatlap (magyar nyelvű). Woking, United Kingdom: Fernox Ltd.

Elérhető: [https://files.plytix.com/api/v1.1/file/public\\_files/pim/assets/45/7d/ae/5f/5fae7d45c573435950d65e1e/texts/ec/af/23/65/6523afecb6815c33d110477b/62620\\_-\\_TF1\\_Sigma\\_HP\\_Filter\\_1\\_1\\_4-HU\\_m92e88.pdf](https://files.plytix.com/api/v1.1/file/public_files/pim/assets/45/7d/ae/5f/5fae7d45c573435950d65e1e/texts/ec/af/23/65/6523afecb6815c33d110477b/62620_-_TF1_Sigma_HP_Filter_1_1_4-HU_m92e88.pdf)

(Letöltés dátuma: 2025. november 1.)

Flamco B.V. (2024): Tágulási tartályok és nyomástartó automaták – Termékkatalógus. Aalberts Hydronic Flow Control, Almere, Hollandia.

Elérhető: <https://catalogs-flamco.aalberts-hfc.com/hu/pageid/pdf-catalogs>

(Letöltés dátuma: 2025. november 3.)

Gázör Kft. (é.n.): Központi fűtés – tudnivalók és működés.

Elérhető: [https://www.gazor.hu/kozponti-futes/#Kozponti\\_futesrol](https://www.gazor.hu/kozponti-futes/#Kozponti_futesrol)

Grundfos Holding A/S (2023): ALPHA1 25-80 180 – Product Data Sheet (93074177).

Bjerringbro, Denmark.

(Letöltés dátuma: 2025. november 3.)

Grundfos Holding A/S (2024): Grundfos Product Center – Pump Sizing Result Page Elérhető:

<https://product-selection.grundfos.com/hu/sizing-result-page?sQcid=2808900677>

Hajdu Zrt. (2025): Hajdu Magyar Katalógus 2025.

Elérhető: <https://hajdurt.hu/files/downloads/hajdumagyar-katalogus-2025web-2pdf-20250801102600.pdf>

(Letöltés dátuma: 2025. október 28.)

Homonnay Györgyné: Épületgépészet 2000 Fűtéstechnika II., Épületgépészet kiadó kft, Budapest 2001

Hwang, A., Lee, J., Kim, D., Heo, T., Park, M. A., & Yoon, R. (2021): Effects of floor covering on demand flexibility in small office buildings.

Energies, Vol. 14, 23658.

Elérhető: <https://www.mdpi.com/article/10.3390/en14123658>

(Letöltés dátuma: 2025. november 3.)

Jauschowitz, R. (2007). Hidraulika a melegvízfűtés szíve. Bécs: Herz Armaturen Ges.m.b.H

Juhász László, Maiyaleh Tarek, Vadász József, Vasáros Zoltán: Gyakorlati hűtéstechnikai ismeretek, Nemzeti Klímavédelmi Hatóság, Budapest, 2020

Mádlné Dr. Szőnyi, Judit Ádám, Béla: Földhő, hőszivattyúzás, Edutus Főiskola, 2011

Mesterek Futára Kft. (é.n.): Padlófűtés rendszerlemez – mi ez és miért hasznos?

Elérhető: <https://mesterekfutara.hu/blog/padlofutes-rendszerlemez-mi-ez-miert-hasznos>

MSZ 04.140-3/87 (1987): Épületek hőtechnikai tervezési előírásai – Hőátbocsátási tényezők és határértékek. Magyar Szabványügyi Hivatal, Budapest. Hatályos 1987. július 1-től.

NHBC Foundation: Underfloor Heating. NHBC Foundation, Milton Keynes, 2023.

Elérhető: <https://www.nhbc.co.uk/kontentdocuments/136dca60-905a-4b05-b4ac-c4499d1ff2c5/underfloor-heating.pdf>

Recknagel, Sprenger, Schramek: Fűtés- és klimatechnika I. kötet, Dialóg Campus kiadó, Budapest-Pécs, 2000

REHAU AG + Co. (2023): Radiant Heating Systems – Design Guide (855601).

REHAU Technical Documentation, Erlangen, Germany.

Elérhető: <https://www.rehau.com/downloads/497804/radiantheatingsystemsdesignguide-855601-rehau.pdf>

(Letöltés dátuma: 2025. november 3.)

REHAU AG + Co. (é.n.): Padlófűtés méretezés – útmutató és rendszerinformációk.

REHAU Magyarország – hivatalos weboldal.

Elérhető: <https://www.rehau.com/hu-hu/padlofutes-meretezes>

Reinhard Hoffmann: Hőszivattyús fűtések, Cser Kiadó, 2011

Resideo Technologies Inc. (2023): Honeywell VC szelepek és motorok – Tervezői és telepítői útmutató.

Resideo Technologies Ltd., Budapest.

Elérhető: [https://homecomfort.resideo.com/resources/Shared%20Documents/hu-HU/Brochures/Brochures\\_1023/VC\\_VALVES\\_INSTALLERS\\_GUIDEBOOK\\_B2B\\_BROCHURE\\_A4\\_HU\\_202309\\_V4.pdf](https://homecomfort.resideo.com/resources/Shared%20Documents/hu-HU/Brochures/Brochures_1023/VC_VALVES_INSTALLERS_GUIDEBOOK_B2B_BROCHURE_A4_HU_202309_V4.pdf)

(Letöltés dátuma: 2025. november 1.)

U-Heat.: Connecting and filling the manifold. U-Heat Underfloor Heating

Elérhető: <https://www.uheat.co.uk/connecting-and-filling-the-manifold>

(Letöltés dátuma: 2025. november 10.)

University of Waterloo – Micro and Heat Transfer Laboratory (é.n.): AirProp – Thermophysical Properties of Air (Online Calculation Tool).

University of Waterloo, Ontario, Canada.

Elérhető: <http://www.mhtl.uwaterloo.ca/old/onlinetools/airprop/airprop.html>

Uponor Rendszer megoldások, 2022 (Letöltés dátuma: 2024. október 16.)

Uponor Tecto padlófűtési rendszer Tervezési segédlet (Letöltés dátuma: 2024. október 20.)

Uponor Vario S FM osztó-gyűjtő termékkatalógus (Letöltés dátuma: 2024. október 16.)

VGF&HKL szaklap (2003): Hogyan készítsünk jó padlófűtést?

Víz-, Gáz-, Fűtéstechnika szaklap, 2003. július–augusztus szám.

Elérhető: <https://www.vgfszaklap.hu/lapszamok/2003/julius-augusztus/374-hogyan-keszitsunk-jo-padlofutes>

Vinkler K. (2010): Zárt táglalási tartályok méretezése, üzembe helyezése I. Magyar Épületgépészet, LIX. évf., 2010/3., 30–32. o.

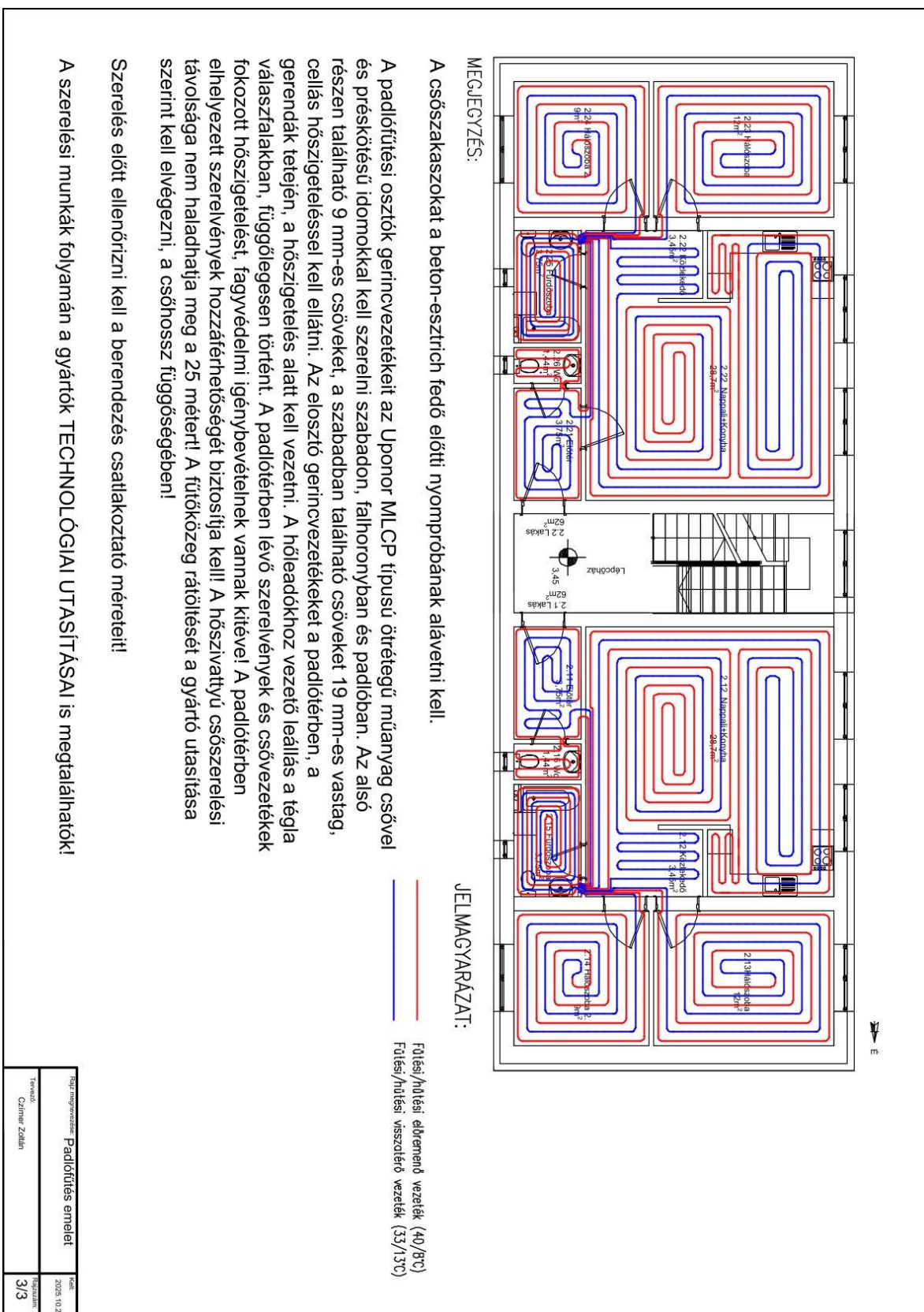
Warmup Magyarország Kft. (é.n.): Padlófűtés és radiátorok – melyiket válasszuk?

Elérhető: <https://www.warmup.co.hu/blog/padlofutes-es-radiatorok>

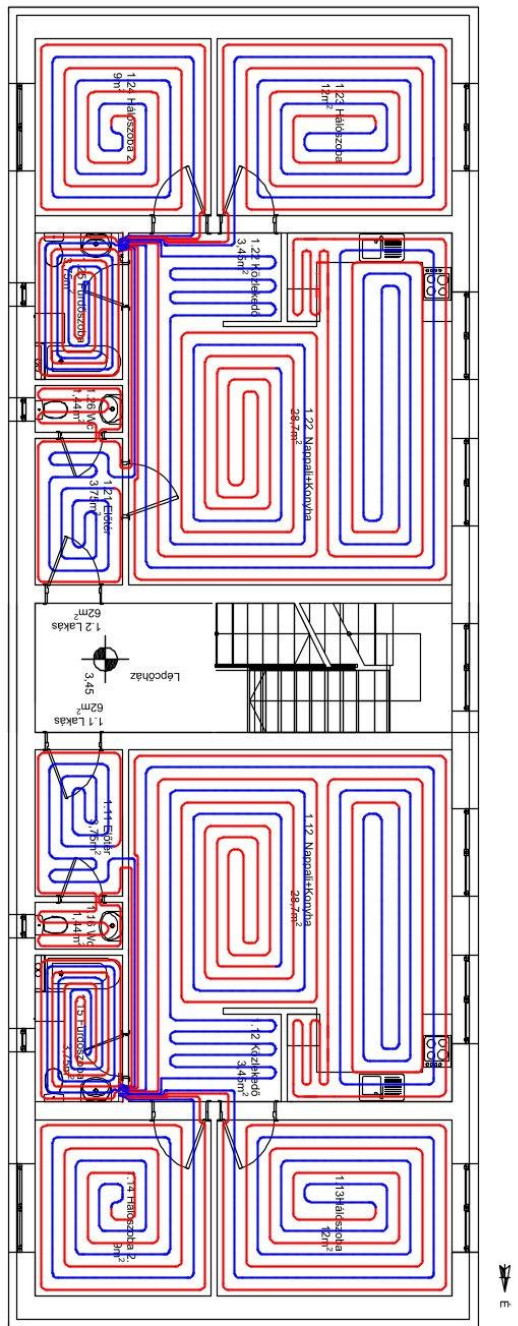
Yang, W., Zhang, X., & Wang, J. (2016). Numerical analysis of ground source heat pump performance in cold regions. *Applied Thermal Engineering*, 105(July), 123–134.

Zöld András, Csoknyai Tamás, Horváth Miklós, Szalay Zsuzsa: Az épületenergetika alapjai, Akadémiai kiadó, 2019

## 8. Mellékletek



1. Melléklet: Emeleti padlófűtés fektetési terv (Forrás: Saját munka)



**MEGJEGYZÉS:**

A csőszakaszokat a beton-esztrich fedő előtti nyompróbának alávetni kell.

A padlófűtési osztók gerincvezetékéit az Uponor MLC P típusú ötrétegű műanyag csővel és préskötésű idomokkal kell szerelni szabadon, falhoronyban és padlóban. Az alsó részen található 9 mm-es csöveket, a szabadban található csöveket 19 mm-es vastag, cellás hőszigeteléssel kell ellátni. Az elosztó gerincvezetéküket a padlóterben, a gerendák tetején, a hőszigetelés alatt kell vezetni. A hőleadóhoz vezető leállítás a téglaválaszfalakban, függőlegesen történjék. A padlóterben lévő szerelvények és csővezetékek fokozott hőszigetelést, fagyvédelmi igénybevételnek vannak kitéve! A padlóterben elhelyezett szerelvények hozzáférhetőségét biztosítja kell! A hőszivattyú csőszerelési távolsága nem haladhatja meg a 25 métert! A fűtőközeg rátöltését a gyártó utasítása szerint kell elvégezni, a csőhossz függőségében!

Szerelés előtt ellenőrizni kell a berendezés csatlakoztató méreteit!

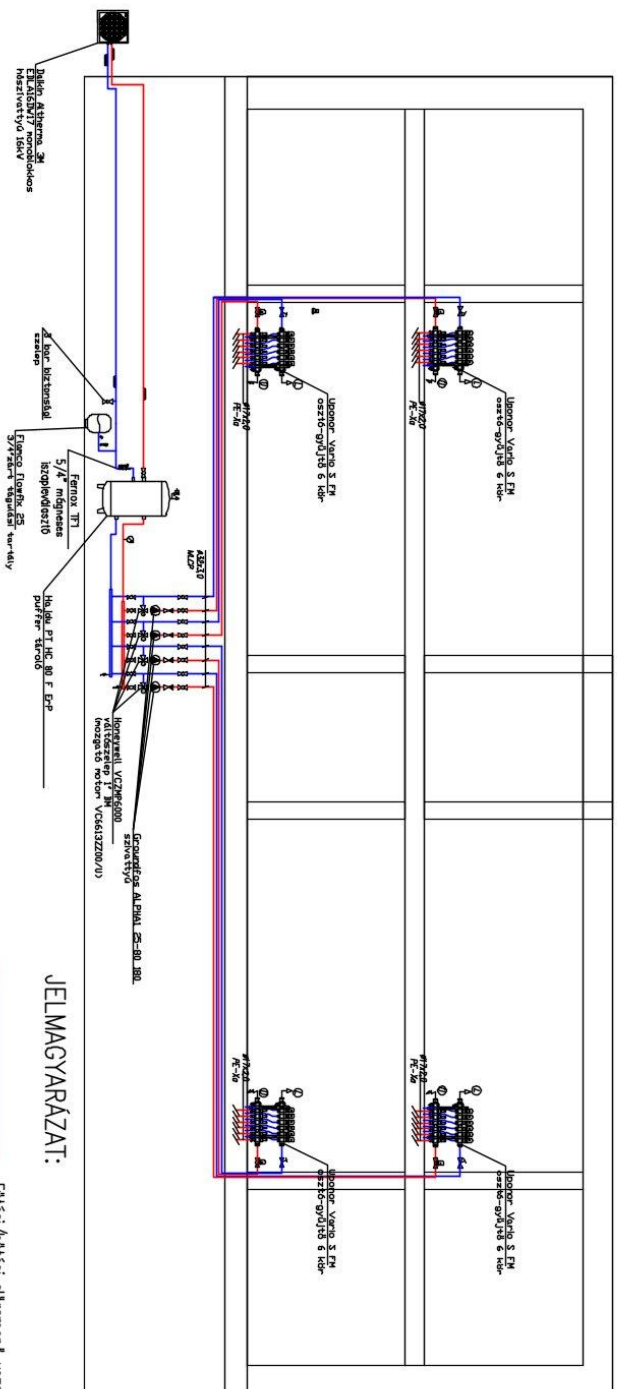
A szerelési munkák folyamán a gyártók **TECHNOLÓGIAI UTASÍTÁSAI** is megtalálhatók!

**JELMAGYARÁZAT:**

- Fűtési /hűtési előfrennő vezeték (40/8°C)
- Fűtési/hűtési visszatérő vezeték (33/13°C)

Rajz megnevezése: Padlófűtés földszint		Költségek:
Tervező: Czifra Zoltán	2/3	Dátum: 2025. 10.28.

2. Melléklet: Földszinti padlófűtés fektetési terv (Forrás: Saját munka)



**MEGJEGYZÉS:**

A csőszakaszokat a beton-esztrich fedő előtti nyompróbának alávetni kell.

A padlófűtési osztók gerincvezetékait az Ujonor MLC P típusú útrétegű műanyag csővel és préskötésű idomokkal kell szerelni szabadon, falhoronyban és padlóban. Az alsó részen található 9 mm-es csöveket, a szabadban található csöveket 19 mm-es vastag, cellás hőszigeteléssel kell ellátni. Az elosztó gerincvezetéseket a padlóteremben, a gerendák tetején, a hőszigetelés alatt kell vezetni. A hőleadóhoz vezető leállítás a téglá válaszfalokban, függőlegesen történt. A padlóteremben lévő szerelvények és csővezetékek fokozott hőszigetelést, fagyvédelmi igénybevételnek vannak kitéve. A padlóteremben elhelyezett szerelvények hozzáférhetőségét biztosítja. Kellő távolságra nem haladhatja meg a 25 méter. A fűtőközege rádtöltését a gyártó utasítása szerint kell elvégezni, a csőhossz függőségében.

Szerelés előtt ellenőrizni kell a berendezés csatlakoztató méreteit!

A szerelési munkák folyamán a gyártók TECHNOLÓGIAI UTASÍTÁSAI is megtalálható!

Tervező: Csinef Zoltán		Költségtérkép: Független csőterv	
1/3		2025. 10.28.	

3. Melléklet: Független csőterv (Forrás: Saját munka)

1.11 és 1.21 Előtér hővesztesége					
Megnevezés:	Hőátadási tényező:	Felület:	Belső hőmérséklet:	Külső hőmérséklet:	Hőveszteség:
Külső fal:	0,1159	6,75	21	-13	26,60
30-as válaszfal:	1,7309	2,16	21	4	63,56
Lakásbejárati ajtó:	1,8	1,89	21	4	57,83
10-es válaszfal	0,2800	5,28	21	21	0,00
Ajtó 70x210	2,9	1,47	21	21	0,00
10-es válaszfal	0,2800	2,58	21	24	-2,17
Ajtó 70x210	2,9	1,47	21	24	-12,79
Pince födém	0,389056288	3,75	21	4	24,80
Közbenső födém	0,3940	3,75	21	5	23,64
Filtrációs hőveszteség:	Térfogata:	10,125	21	4	24,00
<b>Σ hőveszteség</b>	<b>205,4784</b>	<b>W</b>			

4. Melléklet: 1.11 és 1.21 Előtér hővesztesége (Forrás: Saját munka)

1.12 és 1.22 Konyha+Nappali hővesztesége					
Megnevezés:	Hőátadási tényező:	Felület:	Belső hőmérséklet:	Külső hőmérséklet:	Hőveszteség:
Külső fal:	0,1159	11,7	21	-13	46,10
Ablak:	1,4	4,5	21	-13	214,20
30-as válaszfal:	1,7309	14,85	21	4	436,98
30-as válaszfal:	1,7309	11,91	21	20	20,62
Ajtó 70x210	2,9	2,94	21	20	8,53
10-es válaszfal	0,2800	5,28	21	24	-4,44
Ajtó 70x210	2,9	1,47	21	24	-12,79
10-es válaszfal	0,2800	7,98	21	21	0,00
Ajtó 70x210	2,9	1,47	21	21	0,00
Pince födém	0,389056288	33	21	4	218,26
Közbenső födém	0,3940	33	21	5	208,03
Filtrációs hőveszteség:	Térfogata:	89,1	21	-13	422,43
<b>Σ hőveszteség</b>	<b>1557,9188</b>	<b>W</b>			

5. Melléklet: 1.12 és 1.22 Konyha+Nappali hővesztesége (Forrás: Saját munka)

1.13 és 1.23 Hálószoba 1. hővesztesége					
Megnevezés:	Hőátadási tényező:	Felület:	Belső hőmérséklet:	Külső hőmérséklet:	Hőveszteség:
Külső fal:	0,1159	16,65	21	-13	65,60
Ablak:	1,4	2,25	21	-13	107,10
30-as válaszfal:	1,7309	9,33	21	21	0,00
Ajtó 70x210	2,9	1,47	21	21	0,00
10-es válaszfal	0,2800	8,1	21	21	0,00
Pince födém kavics ágyon	0,3333	12	21	-13	135,97
Közbenső födém	0,3940	12	21	5	75,65
Filtrációs hőveszteség:	Térfogata:	32,4	21	-13	153,61
<b>Σ hőveszteség</b>	<b>537,9363</b>	<b>W</b>			

6. Melléklet: 1.13 és 1.23 Hálószoba 1. hővesztesége (Forrás: Saját munka)

1.14 és 1.24 Hálószoza 2. hővesztesége					
Megnevezés:	Hőátadási tényező:	Felület:	Belső hőmérséklet:	Külső hőmérséklet:	Hőveszteség:
Külső fal:	0,1159	13,95	21	-13	54,97
Ablak:	1,4	2,25	21	-13	107,10
30-as válaszfal:	1,7309	4,32	21	24	-22,43
30-as válaszfal:	1,7309	2,31	21	21	0,00
Ajtó 70x210	2,9	1,47	21	21	0,00
10-es válaszfal	0,2800	8,1	21	21	0,00
Pince földem kavics ágyon	0,3333	9	21	-13	101,98
Közbenső földem	0,3940	9	21	5	56,74
Filtrációs hőveszteség:	Térfogata:	24,3	21	-13	115,21
<b>Σ hőveszteség</b>	<b>413,5568</b>	<b>W</b>			

7. Melléklet: 1.14 és 1.24 Hálószoza 2. hővesztesége (Forrás: Saját munka)

1.15 és 1.25 Fürdőszoba hővesztesége					
Megnevezés:	Hőátadási tényező:	Felület:	Belső hőmérséklet:	Külső hőmérséklet:	Hőveszteség:
Külső fal:	0,1159	6,51	24	-13	27,91397985
Ablak:	1,4	0,24	24	-13	12,432
30-as válaszfal:	1,7309	4,05	24	21	21,03088878
10-es válaszfal	0,2800	4,05	24	21	3,402032308
10-es válaszfal	0,2800	5,28	24	21	4,43524212
Ajtó 70x210	2,9	1,47	24	21	12,789
Pince földem	0,389056288	3,75	24	4	29,17922158
Közbenső földem	0,3940	3,75	24	5	28,07257704
Filtrációs hőveszteség:	Térfogata:	10,125	24	-13	52,239375
<b>Σ hőveszteség</b>	<b>191,4943</b>	<b>W</b>			

8. Melléklet: 1.15 és 1.25 Fürdőszoba hővesztesége (Forrás: Saját munka)

1.16 és 1.26 WC hővesztesége					
Megnevezés:	Hőátadási tényező:	Felület:	Belső hőmérséklet:	Külső hőmérséklet:	Hőveszteség:
Külső fal:	0,1159	1,92	21	-13	7,565178746
Ablak:	1,4	0,24	21	-13	11,424
10-es válaszfal:	1,7309	2,16	21	21	0
10-es válaszfal	0,2800	4,05	21	24	-3,402032308
10-es válaszfal	0,2800	2,58	21	21	0
Ajtó 70x210	2,9	1,47	21	21	0
Pince földem	0,38905629	1,2	21	4	7,93674827
Közbenső földem	0,3940	1,2	21	5	7,56482076
Filtrációs hőveszteség:	Térfogata:	3,24	21	-13	15,3612
<b>Σ hőveszteség</b>	<b>46,4499</b>	<b>W</b>			

9. Melléklet: 1.16 és 1.26 WC hővesztesége (Forrás: Saját munka)

2.11 és 2.21 Előtér hővesztesége					
Megnevezés:	Hőátadási tényező:	Felület:	Belső hőmérséklet:	Külső hőmérséklet:	Hőveszteség:
Külső fal:	0,1159	6,75	21	-13	26,60
30-as válaszfal:	1,7309	2,16	21	9	44,87
Lakásbejárati ajtó:	1,8	1,89	21	9	40,82
10-es válaszfal	0,2800	5,28	21	21	0,00
Ajtó 70x210	2,9	1,47	21	21	0,00
10-es válaszfal	0,2800	2,58	21	24	-2,17
Ajtó 70x210	2,9	1,47	21	24	-12,79
Lapos tető födém	0,14	3,75	21	-13	18,48
Közbenső födém	0,3940	3,75	21	5	23,64
Filtrációs hőveszteség:	Térfogata:	10,125	21	9	16,94
<b>Σ hőveszteség</b>	<b>156,3927</b>	<b>W</b>			

10. Melléklet: 2.11 és 2.21 Előtér hővesztesége (Forrás: Saját munka)

2.12 és 2.22 Konyha+Nappali hővesztesége					
Megnevezés:	Hőátadási tényező:	Felület:	Belső hőmérséklet:	Külső hőmérséklet:	Hőveszteség:
Külső fal:	0,1159	11,7	21	-13	46,10
Ablak:	1,4	4,5	21	-13	214,20
30-as válaszfal:	1,7309	14,85	21	9	308,45
30-as válaszfal:	1,7309	11,91	21	20	20,62
Ajtó 70x210	2,9	2,94	21	20	8,53
10-es válaszfal	0,2800	5,28	21	24	-4,44
Ajtó 70x210	2,9	1,47	21	24	-12,79
10-es válaszfal	0,2800	7,98	21	21	0,00
Ajtó 70x210	2,9	1,47	21	21	0,00
Lapos tető födém	0,14	33	21	-13	162,63
Közbenső födém	0,3940	33	21	5	208,03
Filtrációs hőveszteség:	Térfogata:	89,1	21	-13	422,43
<b>Σ hőveszteség</b>	<b>1373,7612</b>	<b>W</b>			

11. Melléklet: 2.12 és 2.22 Konyha+Nappali hővesztesége (Forrás: Saját munka)

2.13 és 2.23 Hálószoba 1. hővesztesége					
Megnevezés:	Hőátadási tényező:	Felület:	Belső hőmérséklet:	Külső hőmérséklet:	Hőveszteség:
Külső fal:	0,1159	16,65	21	-13	65,60
Ablak:	1,4	2,25	21	-13	107,10
30-as válaszfal:	1,7309	9,33	21	21	0,00
Ajtó 70x210	2,9	1,47	21	21	0,00
10-es válaszfal	0,2800	8,1	21	21	0,00
Lapos tető födém	0,14	12	21	-13	59,14
Közbenső födém	0,3940	12	21	5	75,65
Filtrációs hőveszteség:	Térfogata:	32,4	21	-13	153,61
<b>Σ hőveszteség</b>	<b>461,1009</b>	<b>W</b>			

12. Melléklet: 2.13 és 2.23 Hálószoba 1. hővesztesége (Forrás: Saját munka)

2.14 és 2.24. Hálószoza 2. hővesztesége					
Megnevezés:	Hőátadási tényező:	Felület:	Belső hőmérséklet:	Külső hőmérséklet:	Hőveszteség:
Külső fal:	0,1159	13,95	21	-13	54,97
Ablak:	1,4	2,25	21	-13	107,10
30-as válaszfal:	1,7309	4,32	21	24	-22,43
30-as válaszfal:	1,7309	2,31	21	21	0,00
Ajtó 70x210	2,9	1,47	21	21	0,00
10-es válaszfal	0,2800	8,1	21	21	0,00
Lapos tető födém	0,14	9	21	-13	44,35
Közbenső födém	0,3940	9	21	5	56,74
Filtrációs hőveszteség:	Térfogata:	24,3	21	-13	115,21
<b>Σ hőveszteség</b>	<b>355,9303</b>	<b>W</b>			

13. Melléklet: 2.14 és 2.24. Hálószoza 2. hővesztesége (Forrás: Saját munka)

2.15 és 2.25 Fürdőszoba hővesztesége					
Megnevezés:	Hőátadási tényező:	Felület:	Belső hőmérséklet:	Külső hőmérséklet:	Hőveszteség:
Külső fal:	0,1159	6,51	24	-13	27,91397985
Ablak:	1,4	0,24	24	-13	12,432
30-as válaszfal:	1,7309	4,05	24	21	21,03088878
10-es válaszfal	0,2800	4,05	24	21	3,402032308
10-es válaszfal	0,2800	5,28	24	21	4,43524212
Ajtó 70x210	2,9	1,47	24	21	12,789
Lapos tető födém	0,14	3,75	24	-13	20,1107252
Közbenső födém	0,3940	3,75	24	5	28,07257704
Filtrációs hőveszteség:	Térfogata:	10,125	24	-13	52,239375
<b>Σ hőveszteség</b>	<b>182,4258</b>	<b>W</b>			

14. Melléklet: 2.15 és 2.25 Fürdőszoba hővesztesége (Forrás: Saját munka)

2.16 és 2.26 WC hővesztesége					
Megnevezés:	Hőátadási tényező:	Felület:	Belső hőmérséklet:	Külső hőmérséklet:	Hőveszteség:
Külső fal:	0,1159	1,92	21	-13	7,565179
Ablak:	1,4	0,24	21	-13	11,424
10-es válaszfal:	1,7309	2,16	21	21	0
10-es válaszfal	0,2800	4,05	21	24	-3,40203
10-es válaszfal	0,2800	2,58	21	21	0
Ajtó 70x210	2,9	1,47	21	21	0
Lapos tető födém	0,14	1,2	21	-13	5,91364
Közbenső födém	0,3940	1,2	21	5	7,564821
Filtrációs hőveszteség:	Térfogata:	3,24	21	-13	15,3612
<b>Σ hőveszteség</b>	<b>44,4268</b>	<b>W</b>			

15. Melléklet: 2.16 és 2.26 WC hővesztesége (Forrás: Saját munka)

Padlófűtési körök maximális hőleadása			
Helyiség száma:	Q [W]	Helyiség száma:	Q [W]
1.11	302	1.11	302
1.12 1. kör	976	1.12 1. kör	976
1.12 2. kör	976	1.12 2. kör	976
1.13	816	1.13	816
1.14	549	1.14	549
1.15	225	1.15	225
Q <sub>1. lakás</sub> [W]	3844	Q <sub>3. lakás</sub> [W]	3844
fsz. 1. lakás		1.em. 4. lakás	
Helyiség száma:	Q [W]	Helyiség száma:	Q [W]
1.11	302	1.11	302
1.12 1. kör	976	1.12 1. kör	976
1.12 2. kör	976	1.12 2. kör	976
1.13	816	1.13	816
1.14	549	1.14	549
1.15	225	1.15	225
Q <sub>2. lakás</sub> [W]	3844	Q <sub>4. lakás</sub> [W]	3844

16. Melléklet: Padlófűtési körök maximális hőleadása (Forrás: Saját munka)

Rendszer térfogata			
Megnevezés:	Hossz: [m]	Keresztmetszet: [mm <sup>2</sup> ]	Térfogat: [l]
Uponor 17 x 2mm Comfort PLUS	1353	132,7	179,6
Uponor 32 x 3mm-es Comfort PLUS	44	490,9	21,6
Hajdu PT HC 80 F ErP	-	-	80,0
Teljes rendszer térfogata	281,2l		

17. Melléklet: Rendszer térfogata (Forrás: Saját munka)

MATE Szervezeti és Működési Szabályzat  
III. Hallgatói Követelményrendszer  
III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat  
6.13. sz. függeléke: A MATE egységes szakdolgozat /  
diplomadolgozat / záródolgozat / portfólió készítési útmutatója  
4.1. sz. melléklete: Konzulensi nyilatkozat

### NYILATKOZAT

Czimer Zoltán (név) (hallgató Neptun azonosítója: YUE0E6) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védésre

javaslom / nem javaslom

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen    nem

Kelt: 2025 év november hó 9 nap



belső konzulens

**MATE Szervezeti és Működési Szabályzat**

**III. Hallgatói Követelményrendszer**

**III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat**

**6.13. sz. függeléke: A MATE egységes szakdolgozat / diplomadolgozat / záródolgozat / portfólió készítési útmutatója**

**4.2. sz. melléklete: Nyilatkozat a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről**

**NYILATKOZAT**

**a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről**

A hallgató neve: Czimer Zoltán  
A Hallgató Neptun kódja: YUE0E6  
A dolgozat címe: Társasház fűtési szakág terve  
A megjelenés éve: 2025  
A konzulens intézetének neve: Műszaki intézet  
A konzulens tanszékének a neve: Épületgépészeti tanszék

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

Ha a fenti nyilatkozáttal 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: 2025 év november hó 9 nap

  
Hallgató aláírása

## Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásáról

### 1. Általános adatok

Hallgató neve:	Czimer Zoltán
Neptun-kódja:	YUE0E6
Képzési szint (a megfelelőt jelölje X-szel):	<input checked="" type="checkbox"/> BSc/BA <input type="checkbox"/> MSc/MA <input type="checkbox"/> Doktori (PhD) <input type="checkbox"/> Egyéb: .....
Tantárgy neve/kódja*:	Szakedolgozat
A munka címe:	Társasház fűtési szakág terve

### 2. Nyilatkozat az MI használatáról

Alulírott, etikai felelősségem teljes tudatában az alábbi nyilatkozatot teszem:

*(Kérjük, válasszon egyet az alábbi lehetőségek közül!)*

A) Nem alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Amennyiben ezt jelölte, a további táblázatok kitöltése nem szükséges.)

B) Alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Kérjük, töltsse ki a vonatkozó táblázatokat!)

### 3. A mesterséges intelligencia használatának részletezése

**I. TÁBLÁZAT: Asszisztensi vagy kisebb mértékű felhasználás (pl. fordítás, nyelvi korrekció, ötletelés stb.)**

*(Ezen felhasználások esetében a konkrét promptok és válaszok csatolása nem szükséges.)*

A felhasználás célja	Alkalmazott MI-eszköz neve és verziója	Érintett rész (ha nem a szöveg egészére vonatkozik)
Ötletelés	ChatGPT5	Vízoldal felépítése
Adatgyűjtés	ChatGPT5	Kutatás
Forrás keresés	ChatGPT5	Szakirodalom

**II. TÁBLÁZAT: Jelentős tartalmi hozzájárulás (pl. egy teljes ábra vagy egy hosszabb szövegrész generálása)**

*(Ezekben az esetekben a felhasznált kulcsfontosságú promptok és az MI által adott nyers válaszok dokumentálása és a munka mellékletében való csatolása szükséges.)*

A felhasználás célja	Alkalmazott eszköz	MI-neve,	Az érintett fejezet / ábra / táblázat	A prompt-naplót tartalmazó

