SZAKDOLGOZAT

Hrúz Bence
Gépészmérnök

Gödöllő
2023

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Gépészmérnöki Szak

Családi ház fűtési rendszerének megtervezése különböző hőtermelő berendezésekkel és azok összehasonlítása különböző szempontok alapján

Belső konzulens: Hermanucz Péter
Tanársegéd

Külső konzulens: Vincze Gábor
Ügyvezető

Készítette: **Hrúz Bence**
RC64AY
nappali tagozatos hallgató

Intézet/Tanszék: Épületgépészeti és Energetikai Tanszék, Gödöllő

Gödöllő
2023

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

MŰSZAKI INTÉZET GÉPÉSZMÉRNÖK ALAPSZAK
Épületgépészet specializáció

SZAKDOLGOZAT
feladatlap

Hrúz Bence (RC64AY)

részére

A szakdolgozat címe:

Családi ház fűtési rendszerének megtervezése különböző hőtermelő berendezésekkel és azok összehasonlítása különböző szempontok alapján

Feladatkiírás:

Valós tervek alapján elkészített családi ház fűtési rendszerének megtervezése különböző hőtermelőkkel, valamint gazdasági számítások az épület hőtechnikai paramétereinek változtatásával.

Közreműködő tanszék: Épületgépészeti és Energetikai Tanszék

Külső konzulens: *Vincze Gábor ügyvezető*, InnoÉpület Kft., 1097 Budapest, Könyves Kálmán körút 12-14. Lurdy-Ház. ép.

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

Beadási határidő: 2023. május 02.

Gödöllő, 2023. április 25.

Jóváhagyom		**Átvettem**
(tanszékvezető)	(szakfelelős)	(hallgató)

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

Gödöllő, 2022. 04. hó 28 nap

(külső konzulens)

Tartalomjegyzék

1. Célkitűzés 7
2. Komfortelmélet 8
2.1. Komfort, hőérzet, PMV-PPD 8
2.2. A belső hőmérséklet jelzőszámai 11
2.3. Relatív nedvességtartalom 12
2.4. A személy hőérzete, hőleadása 12
2.5. Az emberi test hőleadása 13
3. Fűtési rendszerek 13
3.1. Távhőszolgáltatás 14
3.2. Központi fűtés 14
3.3. Egyedi fűtés 14
3.4. Hőhordozó közegek csoportosítása és feladata 14
3.5. Vízfűtési rendszerek 15
3.6. Gőzfűtésű rendszerek 15
4. Egyedi hőtermelők 15
4.1. Kandallók 15
4.2. Kályhák 15
4.3. Konvektorok 16
5. Központi Hőtermelők 16
5.1. Kazánok 16
5.2. Szilárd tüzelésű kazánok 19
5.3. Elektromos kazánok és egyéb elektromos hőtermelők 19
5.4. A hőtermelő rendszerek csopotosítása 20
6. Hőszivattyúk 21
6.1. Hőszivattyúk terjedése 21
6.2. A hőszivattyúk működése 21
6.3. Hőszivattyúk fajtái 23
6.3.1. Levegő-víz hőszivattyú 23
6.3.2. Talajkollektor és talajszondás hőszivattyú 23
6.3.3. Talajvíz-hőszivattyú 24
7. A hőleadók 24
7.1. A radiátorok 24
7.2. Szegélyfűtés 25
7.3. A felületfűtések 26

8. Határolószerkezetek hőátbocsátási tényezőinek megállapítása 29
8.1. Homlokzati falak hőátbocsátási tényezőjének megállapítása 30
8.2. Födém szerkezet hőátbocsátási tényezőinek megállapítása 32
8.3. Nyílászárók U értékeinek meghatározása 32
8.4. A Vonalmenti hőátbocsátási tényezők (∑Ψl) 34
8.5. A hőátbocsátási tényező korrekciója 35
8.6. A rétegrendek hőátbocsátási tényezői 35
8.7. A belső hőmérsékletek meghatározása 35
8.8. A Helyiségek hőigényeinek meghatározása 36
8.9. A belső transzmissziós energiaáramok 36
8.10. A filtrációból fakadó hőszükséglet 37
8.11. A helyiségek hőigényének meghatározása 38
8.12. Fűtési rendszer kiválasztása 39
8.13. Radiátorok kiválasztása 39
8.14. Padlófűtési körök kiosztása 40
8.15. A rendszer hidraulikai beszabályozása 43
8.16. Mikrobuborék leválasztó, Iszapleválasztó, Hidraulikus váltó 44
8.17. Hőtermelő 45
8.18. Tágulási tartály 46
8.19. Szivattyú 48
8.20. Kapcsolási rajz és működése 48
9. Az épület energetikai jellemzői 50
9.1. Épület megfelel-e a hatályos U értékeknek 51
9.2. Fajlagos hőtároló tömeg meghatározása 51
9.3. Sugárzási nyereségek 53
9.4. A fajlagos hőveszteség számítás egyszerűsített módszerrel 56
9.5. Az egyensúlyi belső hőmérséklet meghatározása 56
9.6. A túlmelegedés kockázatának megállapítása 58
9.7. Az éves nettó fűtési energiaigény meghatározása 59
9.8. A fűtési primerenergia igény meghatározása és a melegvíz előállításának éves nettó energiaigénye 60
9.9. Az épület besorolása és megfelelése 62
10. Gazdasági számítások 64
10.1. Egyszerűsítések a számítások során 64
10.2. Az energia árak növekedése 65
10.3. A lakossági felhasználókat érintő árak 66

10.4. Energia felhasználás számítása 66
10.5. A fogyasztás és fogyasztási keret túllépésének meghatározása 68
10.6. Költségkülönbség nagysága egy a határértékektől függően 69
10.7. Az épület energiafelhasználásának költségei 73
11. Konklúzió 79
12. Összefoglalás 80
12. Irodalomjegyzék 83
13. Rajzok, Mellékletek 85

1. Célkitűzés

Szakdolgozatom egy egyszintes családi ház (~175 m^2) fűtési rendszerének megtervezésével, illetve két külön hőtermelő berendezés összehasonlításával foglalkozik. Célkitűzésem a szakdolgozat végén a két hőtermelőt, energetikai és gazdasági értelemben összehasonlítani.

Szakdolgozatom első felében foglalkozom a komfortelmélettel, a különböző fűtési rendszerekkel, hőtermelő és hőleadó berendezésekkel, második felében bemutatom a fűtési rendszer tervezésének lépéseit, majd összehasonlítom a fűtési rendszerek által felhasznált energia költségeit.

Az idő múlásával az energetikai követelmények egyre szigorodnak, a hőtermelőknek egyre jobb hatásfokkal kell üzemelniük. A kazánokat érintő európai szabályozás 2015. szeptember 26. után lépett életbe, mely szerint kizárólag olyan kazánokat lehet forgalmazni, melyek szezonális hatásfoka 86% vagy annál jobb, így csak kondenzációs kazánok kerülhetnek kereskedelmi forgalomba, míg a 7/2006-os TNM alapján 2022 június 30.-től kötelező az épületekben az összesített energetikai jellemzőkhöz képest legalább 25%-ban megújuló energiaforrást felhasználni. A felsoroltakat figyelembevéve esett a választásom a kondenzációs kazán, és a levegő-víz hőszivattyú hőtermelőre.

Az előzőekben felsoroltak mellett, célszerűnek (és aktuálisnak) tartom megemlíteni, hogy az energiaárak a 2021-es év végétől kezdődően jelentősen megemelkedtek. Ezen energiaárak növekedése kiterjed az energiahordozók többségére példaképpen a kőolaj, földgáz és az elektromos áram (de megemlíthetném a faanyagokat is) ára mind a többszörösére emelkedtek. A felsorolt energiahordozók közül talán a földgáz, illetve az elektromos áram árának változása tekinthető legjelentősebb és legelterjedtebbnek, amennyiben csak lakossági lakhatást vizsgáljuk, hiszen a családi házak, illetve lakások jelentős részének fűtéséhez gázt vagy közvetve/közvetlenül elektromos áramot használnak. Az energiahordozók ára globális emelkedésére válaszul a kormány ezen energiahordozók árát rendeletben egy meghatározott fogyasztási értékig (megállapított „átlagfogyasztásig”) maximalizálta.

Szakdolgozatomban továbbá érdemesnek tartom megvizsgálni, hogy az adott épület képes-e (csupán a fűtési időszakot tekintve) benne maradni az „átlagfogyasztási” keretben különböző hőtermelők esetén, mennyibe kerül az felhasznált energiahordozó és végül szeretném az adott épület energiafelhasználását összevetni a 7/2006-os TNM rendeletben korábban érvényes meghatározott határértékekkel.

2. Komfortelmélet

2.1. Komfort, hőérzet, PMV-PPD

Az ember és környezete közötti kapcsolat számos dolog befolyásolja, mely függ magától a környezetet érzékelő személytől, valamint a külső behatások összességétől. Ezen okok miatt terjedt el a szubjektív közérzet fogalma.

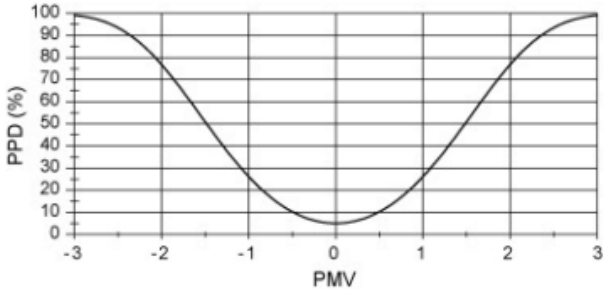
"… a közérzet a komplex hatások alapján az egyénekben kialakuló szubjektív érzés ..." Komplex behatások alatt számos dolog felsorolható úgy, mint a különböző fényhatások, színhatások, szaghatások, akusztikai tényezők, zaj, hőmérséklet, páratartalom, levegő hőmérséklet és még számos egyéb külső hatás. Ezen külső hatások mind befolyásolják az egyén szubjektív komfortérzetét. A külső tényezők mellett azonban nem szabad elfelejteni, hogy a minden személy más és mást jellemzőkkel rendelkezik úgy, mint a nem, az életkor, aktivitás, bőrfelület stb. melyek mind befolyásolják az egyéni komfortérzetünket. (Bánhidi-Kajtár: 2018, Kalmár: 2013)

A hőérzet számszerűsítése az ún. szubjektív hőérzeti skálával történik, mely a 1. ábrán látható. Az ábra egy -3-tól 3-ig tartó 7 fokozatú skálát mutat, így a hőérzet számszerű, azonban dimenzió nélküli.

2.1.1. ábra: 7 fokozatú hőérzeti skála (sciencedirect.com)

A skála értékeihez tartozó hőérzetek a következők: Forró +3, +2: Meleg, +1: Kellemesen meleg, 0: Neutrális, –1: Kellemesen hűvös, –2: Hűvös, -3: Hideg és a -1, 0, +1 jelenti a kellemes zónát.

Fanger a hőegyensúlyi egyenlet alapján kidolgozta a hőérzeti értékére (PMV: Predicted Mean Vote), valamint a hőérzettel várhatóan elégedetlenek százalékos arányára (PPD: Predicted Percentage of Dissatisfied) vonatkozó összefüggést, ezt látható a 2.1.2. ábrán. Az ábra alapján megállapítható, hogy a mikroklímával elégedettek maximálisan aránya 95%. (Marcsó: 2010, Kalmár: 2013)



2.1.2. ábra: PPD-PMV kapcsolata (Kalmár: 2013)

Az MSZ EN 15251 szabvány az épületeket 4 kategóriába sorolja I.-IV.-ig ahol az egyes kategóriák más és más PMV és PPD értékekkel rendelkeznek (2.1.3. ábra), illetve a szabvány fűtés és hűtés esetén ajánlott operatív hőmérsékleteket az egyes kategóriákhoz. (Kalmár: 2013)

Kategória	Hőérzet a test egészére vonatkozóan	
	PPD, [%]	PMV
I.	<6	-0,2<*PMV*<+0,2
II.	<10	-0,5<*PMV*<+0,5
III.	<15	-0,7<*PMV*<+0,7
IV.	>15	*PMV*<-0,7; vagy *PMV*>+0,7

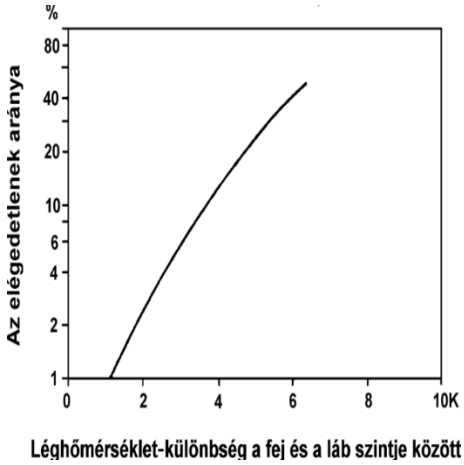
2.1.3. ábra: épületkategóriák az MSZ EN 15251 szerint (Kalmár: 2013)

Fanger szerint hőérzetet befolyásoló tényezők:

- Levegő hőmérséklete és a hőmérsékleti eloszlás
- Felületek közepes sugárzási hőmérséklete
- Levegő sebessége
- Relatív nedvességtartalom
- A személy hőtermelése, hőleadása
- Ruházat hőszigetelő képessége

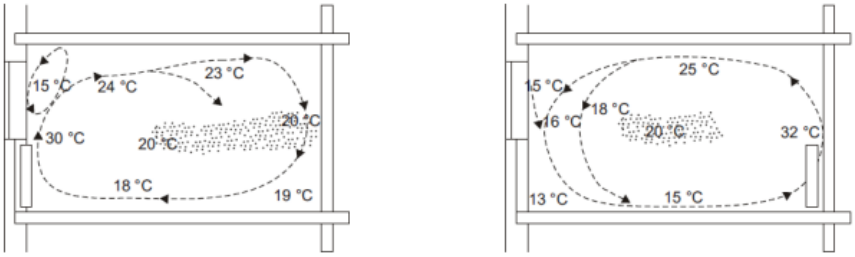
Levegő hőmérsékletére a különböző szabványok adnak támpontot az épület kategóriájától, felhasználásától, illetve nyári-téli időszaktól függően (pl. lakóépület esetén a téli időszakban 21°C, nyáron 25,5°C). Az adott térben a levegő hőmérséklete mind

horizontálisan, mind pedig vertikálisan változik. A láb/boka szintjén a levegő általában hidegebb, mint felfelé, azonban túl nagy vertikális hőmérsékleti eltérés esetén az elégedettlenség aránya várhatóan növekedni fog, melyet a 2.1.4. ábra szemléltet. Továbbá látható, hogy 1,5-2°C eltérés nem okoz elégedetlenséget a láb és a fej szintje között, sőt ez számít ideálisnak a hőérzet szempontjából. (Bánhidi, Kajtár: 2018)



2.1.4. ábra: Vertikális hőmérséklet különbség és az elégedettlenség aránya (Bánhidi, Kajtár: 2018)

A levegő fűtési rendszerek esetén törekednünk kell az egyenletes hőmérsékleti eloszlásra, amit a megfelelő hőleadókkal és azok elhelyezésével tudunk elérni. Példaképpen a régi épületek esetén megfigyelhető, hogy a hőleadók jellemzően az ablakok alatt helyezkedtek el (radiátoros fűtéseknél manapság is jellemzően ide kerülnek, illetve padlófűtésnél sűrűbb lesz az osztása határolószerkezetek, különösen az üvegezett határolószerkezetek mentén), ennek oka, hogy az ablakok jellemzően jóval nagyobb hőátbocsátási tényezővel bírnak, mint a egyéb határoló szerkezetek (Ezt jól szemlélteti, hogy a jelenleg hatályos 7/2006-os TNM rendeletben megkövetelt U érték pl. homlokzatra 0,24 $\frac{W}{m^2K}$, míg a Fa vagy PVC kerettel ellátott üvegezett nyílászárók esetén 1,15 $\frac{W}{m^2K}$, tehát egy közel ötször nagyobb U értéket fogadnak el ablakok esetén, mint más határolószerkezeteknél jelenleg is), így belső falra telepített, nagyobb hőmérsékleti aszimmetriát okozna a belső térben, valamint a nagyobb hőmérsékleti aszimmetria hatására jelentősebb levegőkeringés alakul ki a helyiségben, mintha a radiátor a nagyobb mértékben lehülő felület közelébe kerül, ezt szemlélteti az 2.1.5. ábra. (Kalmár: 2013, Verbai et al.: 2013)



2.1.5. ábra: Helyiség hőmérséklet aszimmetriája (Verbai et al.: 2013)

2.2. A belső hőmérséklet jelzőszámai

A belső levegő hőmérsékletének meghatározására több jelzőszám is ismert.

Levegő hőmérséklet:

- A levegő sugárzás ellen árnyékolt, száraz érzékelőjű hőmérővel mért hőmérsékletét.

Nedves hőmérsékleten

- Nedves érzékelőjű hőmérővel mért hőmérséklet.

Eredő helyiséghőmérséklet (t_R)

- A levegő hőmérsékletét és a sugárzást is figyelembe vevő hőmérséklet: $t_R = (1-R)t_l+R*t_{ks}$, (R: 0,5 körüli érték), magyar előírások szerint a számítás $t_R = 0{,}5*t_l + 0{,}5*t_{ks}$, ahol: tl: Levegő hőmérséklet [^{o}C], t_{ks}: Közepes sugárzási hőmérséklet [^{o}C]. (Bánhidi - Kajtár: 2018)

Operatív hőmérséklet (t_o)

- Egy olyan hőmérséklet mely a figyelembe veszi a levegő hőmérsékletét, a sugárzó felületek átlagos hőmérsékletét majd ezeket hőátadási tényezőkkel súlyozza. Az operatív hőmérséklet meghatározása a 2.2.1. képlet alapján történik.

$$t_o = \frac{\alpha_s * t_{ks} + \alpha_c * t_l}{\alpha_s + \alpha_c} \qquad \text{(2.2.1. képlet)}$$

ahol t_o: operatív hőmérséklet [°C], t_{ks}: közepes sugárzási hőmérséklet [°C], t_a: levegő hőmérséklete [°C], α_c konvekciós hőátadási tényező [$\frac{W}{m^2\,{}^oC}$], α_s sugárzási hőátadási tényező [$\frac{W}{m^2\,{}^oC}$]. (Baumann: 2012)

A közepes sugárzási hőmérséklet

- meghatározására számos módszer létezik. Ezek közül a legegyszerűbb amikor a felületek nagyságnak és hőmérsékletének átlagértékét vesszük figyelembe. A közepes sugárzási hőmérséklet meghatározása a 2.2.2. képlet alapján történik.

$$t_{ks} = \frac{A_1 * t_1 + A_2 * t_2 \ldots A_n * t_n}{A_1 + A_2 \ldots A_n} \qquad \text{(2.2.2. képlet)}$$

Ahol az $A_1 \ldots A_n$ a felület nagysága [m^2], $t_1 \ldots t_n$ pedig a felület hőmérséklete [K]. (Kalmár: 2013)

2.3. Relatív nedvességtartalom

A levegő egyik állapotjelzője a nedvességtartalma (páratartalma). A levegő nedvességtartalma nem más, mint az egységnyi száraz levegőre jutó víz. Megkülönböztetünk abszolút és relatív nedvességtartalmat. Az abszolút nedvességtartalom meghatározható „x”-el jelölik mértékegysége pedig [$\frac{g}{kg}$] vagy [$\frac{kg}{kg}$] dimenzióban kerül feltüntetésre. A relatív nedvességtartalom meghatározása a 2.3.1. képlet segítségével történik.

$$x = 0{,}622 \frac{p_{vg}}{p_ö - p_l} \qquad \text{(2.3.1. képlet)}$$

ahol: p_l levegő parciális nyomása [Pa], $p_ö$: nedves levegő össznyomása [Pa], p_{vg}: vízgőz résznyomás [Pa]. A relatív nedvességtartalom egy hányados, amely megmutatja, hogy adott hőmérsékleten a levegőben lévő vízgőz parciális nyomása hányszorosa az adott hőmérsékleten lévő telített vízgőz parciális nyomásának. Kiszámítása a 2.3.2. képlet segítségével történik:

$$\varphi = \frac{p_{vg}}{p_{vgt}} \qquad \text{(2.3.1. képlet)}$$

ahol: p_{vg}: levegő parciális vízgőznyomása adott hőmérsékleten [Pa], p_{vgt}: levegő telítési vízgőznyomása adott hőmérsékleten [Pa]. (Marcsó: 2010)

Az ideális páratartalom 40-60% közötti érték tevékenységtől függően emberek számára, ettől azonban egyes technológiáknál esetén (pl. textilipar-gyapjúfeldolgozás) szükséges eltérni.

2.4. A személy hőérzete, hőleadása

A személyek hőtermelése és hőleadása befolyásolja a személyes komfortot. A felnőttek átlagos testhőmérséklete 37°C körüli érték. Kellemes hőérzet akkor alakul ki a szervezet a felesleges hőt környezetének át képes adni. Amennyiben a felesleges hőt nem tudja környezetének megfelelően leadni vagy épp több hőt ad le, mint az szükséges lenne, akkor egy kellemetlen hőérzetalakul ki az egyénben. Személyek hőérzetét a már korábban megemlített tényezők (lásd 2.1. pont) összességétől függ mely magába foglalja az egyén hőleadását is. Az egyéni hőleadás nagyban függ az egyén hőleadó felületétől (bőrfelület) ahol az úgynevezett metabolizmus által keletkezett hő leadása megtörténik. Metabolizmus

mértékegysége [$\frac{W}{m^2}$] vagy [met], amely 58 $\frac{W}{m^2}$ hőleadást jelent. Gyerekeknél 1,2 m^2 míg felnőttek esetén 1,8 m^2 vehető figyelembe normál állapotban. A gyakorlatban léteznek táblázatok, melyek közelítő értékeket adnak a várható metabolikus hőfejlődésre tevékenységtől függően például alvás 41$\frac{W}{m^2}$, séta (4,8 $\frac{km}{h}$) 151 $\frac{W}{m^2}$ vagy kézi fűrészelés 232-280 $\frac{W}{m^2}$. (Barótfi: 2016, Kalmár: 2013, Menyhárt: 1978)

2.5. Az emberi test hőleadása

Az emberi test hőleadása négy módon történhet:

-sugárzással 42-44%

-konvekcióval 32-35%

-párolgással (párolgás és kilégzés) 21-26%

-vezetéssel 2,4%

Párolgás esetén csak esetén csak hőleadásról beszélhetünk, míg a többi esetben hőfelvétel is történhet, továbbá a párolgás kivételével a többi hőátadási forma száraz hőátadásnak tekinthető. (Bánhidi - Kajtár: 2018, Kalmár: 2013 , Asbóth Dénes et al: 2004)

Ruházat hőszigetelő képességének meghatározására a [clo] mértékegységet használjuk, ahol 1 clo = 0,155 $\frac{m^2K}{W}$. Különböző ruhadarabok, valamint ruhaösszeállítások [clo] értékei táblázatos formában kerültek rögzítésre. (Bánhidi - Kajtár: 2018, Kalmár: 2013)

3. Fűtési rendszerek

Fűtési rendszerek az épület vagy adott helyiség(ek) hőszükségletét elégítik ki azáltal, hogy a kötöttformában lévő energiát (fában, szénben, földgázban stb.) vagy átalakított energiát (villamos energia) hőenergiává alakítják, majd azt a szükséges helyre szállítják és végül a felhasználói vagy technológiai igényeknek megfelelően leadják.

Hő előállítási helye szerint megkülönböztetünk:

- Távhőszolgáltatást
- Központi fűtést
- Egyedi fűtést

3.1. Távhőszolgáltatás

Távhőszolgáltatásról abban az esetben beszélünk, amennyiben a hő előállítása a felhasználási helytől távol, központosítva történik az így előállított hőmennyiség pedig alkalmas épületek vagy egész városrészek hőellátásának biztosítására.
A távhőszolgáltatáson belül továbbá megkülönböztetünk kizárólagos hőtermelést (fűtőművek, kazántelepek), illetve kapcsolt energiatermelésű erőműveket. Utóbbit a CHP (Combined Heat and Power) technológia, ahol az egyéb energiatermelés (villamos energia, sűrített levegő) folyamatban keletkezett hulladékhőt használják fel, így növelve a folyamat egészének hatásfokát. CHP rendszernél keletkezett hő a későbbieken magas hőmérséklet esetén felhasználható különböző ipari folyamatokhoz (általában gőz), alacsonyabb hőmérséklet esetén pedig fűtésre. A csak hőenergia termelésre használt erőművek hatásfoka 85-90%-ra, csak villamosenergia előállításra használt erőművek hatásfoka 36-55%-ra tehető technológiától függően. Kapcsolt energiatermelés esetén az erőművek hatásfoka 70-90%-ra tehető (jellemzően 87%). A hatásfok növekedése csökkenti a környezeti terhelést, valamint az előállított energia árát.
(Asbóth Dénes et al: 2004, Bajnóczi et al.:2000, Baumann: 2012 Tóth: 2016,)

3.2. Központi fűtés

Központi fűtés esetén a hőtermelés az adott épületben történik. A hőtermelő(k) elhelyezése megtörténhet a hőleadókkal közös vagy pedig külön térben. A hőtermelő által megtermelt hő vezetékeken keresztül valamilyen hőhordozó közeggel (víz, gőz) jut el a hőleadóba, ahol megtörténik a hőleadás. (Verbai et al.: 2013, Recknagel: 2000)

3.3. Egyedi fűtés

Egyedi fűtés esetén a hőtermelés és a hőleadás egyazon térben történik, így nincs szükség hőszállító közegre, emiatt pedig nincs szükség a hőszállító közeg szállítását biztosító csővezeték kiépítésére sem. Hommonay et al.:2001,Kalmár Ferenc et al.: 2013)

3.4. Hőhordozó közegek csoportosítása és feladata

A hőhordozó közeg feladata, hogy a hőtermelőben megtermelt hőt a hőleadóhoz szállítsa. Hőhordozó közeg szerint megkülönböztetünk gőz vagy melegvízfűtési rendszereket.

3.5. Vízfűtési rendszerek

Melegvízfűtési rendszereket hőmérséklete max 100°C-ig melegvizes 120°C-ig forróvizes rendszernek nevezzük. Nagy üzembiztonsággal rendelkezik, egészségügyi szempontból kedvezőbb, mint a gőzfűtés és a sugárzási aszimmetria is kisebb, mint gőzfűtés esetén. Melegvizes fűtések esetén megkülönböztethetünk gravitációs és kényszeráramlású, egycsöves és kétcsöves fűtési rendszert, nyitott, illetve zárt rendszereket. (Recknagel: 2000)

3.6. Gőzfűtésű rendszerek

Gőzfűtéseknél a kazánban vízgőz előállítás történik, amely csővezetékeken keresztül eljut a hőleadóhoz, ahol hőjét leadva a gőz kondenzálódik a kondenzátum pedig visszatér a hőtermelőbe. Megkülönböztetünk nagynyomású, valamint kisnyomású gőzfűtést. Gőzfűtéseket kizárólagos komfort célra történő kiépítése nem jellemző. Létesítésük azokon a helyeken történik, ahol is a fűtés időszakosan történik vagy olyan helyeken, ahol a technológiának gőzigény van. (Menyhárt: 1978, Recknagel: 2000)

4. Egyedi hőtermelők

4.1. Kandallók

A kandallók az egyik legrégebbi tüzelőberendezések. Kezdetben a kandallók nyílt égésterű tüzelőberendezésként a lakótérből elvont oxigént használták fel az égéshez. A hőt főleg sugárzással adták át. Hatásfokuk alacsony 20-30%-ra tehető. Manapság főképp zárt égésterű kandallókat alkalmaznak, melyek a sugárzás mellett képesek a levegő vagy víz számára átadni a hőt. A zárt égésterű kandallók hatásfoka 80%, felhasználásuk általában kiegészítőfűtésre korlátozódik, főképp dizájnelemként szolgálnak. (Hommonay et al.:2001, Recknagel: 2000)

4.2. Kályhák

A kályhák szilárd tüzelőanyagot használó hőtermelő berendezések melyek a kéménybe vannak kötve és zárt tűztérrel rendelkeznek. Hőjét sugárzással és konvekcióval egyaránt leadja. Kályhák két nagy csoportra bonthatóak: cserép és vaskályhákra. A cserépkályhákat kívül mázolt csempeburkolat díszítik. Elegendő őket naponta egy vagy két alkalommal begyújtani, a hőt pedig a kályha a tömegében tárolja és adja le fokozatosan a környezetének. A vaskályhák a cserépkályhákkal ellentétben jóval kisebb tömeggel rendelkeznek, a

hőteljesítményt a levegőellátás módosításával lehet szabályozni a keletkezett hőt pedig egy vékony falon keresztül juttatja a környezetbe, így a hőt leadás jóval intenzívebben, de rövidebb ideig történik. (Hommonay et al.:2001, Recknagel: 2000)

4.3. Konvektorok

A konvektorok gáztüzelésű készülékek. Felhasználásuk főleg rövid ideig tartó fűtés esetén, régi épületek hőleadóinak cseréjénél, illetve csarnokfűtésnél jelentős. A hőátadás sugárzással vagy konvekcióval történik. Az égés termék kivezethető kéményen vagy külső falon keresztül. A régi gázkonvektorok nyílt égésterűek voltak, manapság azonban az égéshez szükséges oxigént a készülékeknek a külső levegőből kell beszerezniük. (Recknagel: 2000)

5. Központi Hőtermelők

5.1. Kazánok

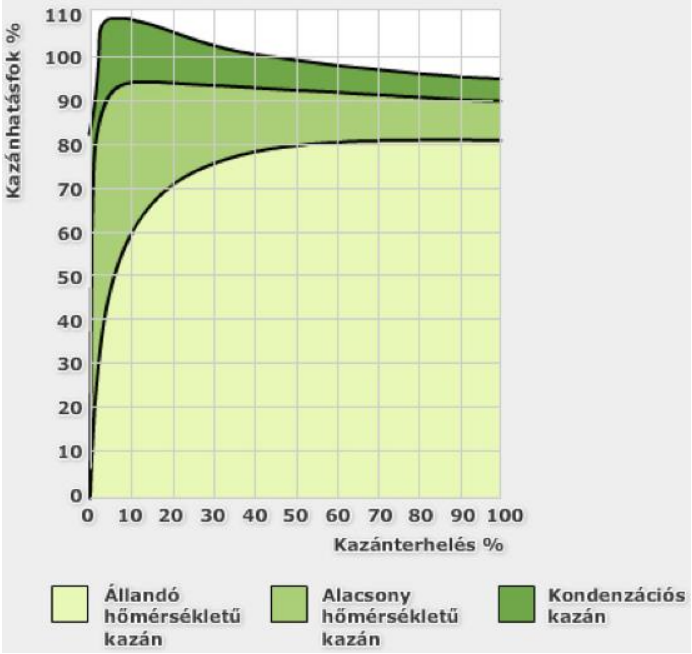
A kazánok számtalan módon csoportosíthatóak. Teljesítményük alapján kis (50kW alatti), közepes (50-500kW) és nagyteljesítményű (500-5000kW feletti) kazánok. Nyomás és hőmérséklet alapján megkülönböztetünk melegvíz üzemű kazánokat (115°C alatt), valamint forróvíz (115°C feletti kazánokat). Nyomás alapján kisnyomású (0,5bar alatti túlnyomás), középnyomású (0,5bar-6bar közötti túlnyomás), nagynyomású gőzkazánokat (6bar feletti túlnyomás). Tüzelőanyag szerint vannak szilárd, folyékony vagy gáz halmazállapotú kazánok. A kazán anyaga szerint lehet öntöttvas, acél, alumínium és réz alapanyagú. Előállított hőhordozó szerint meleg víz, forró víz, gőz, illetve olaj. Levegőellátás szerint atmoszférikus vagy turbó, égéstér szempontjából pedig nyílt vagy zárt. Az EU 2002/91/EC direktíva alapján a vízhőmérsékletre vonatkozó követelmények szerint állandó (60-65 ^{o}C), alacsony (35-40°C) és kondenzációs kazánok alapján is csoportosíthatóak a kazánok. (Baumann: 2012 energetika, Hommonay et al.:2001, Verbai et al.: 2013)

Hagyományos vagy állandó kazánok jellemzően 100°C-nál alacsonyabb hőmérsékletű rendszerre készültek. Ezeknél a készülékeknél magas égéstermék hőmérsékletet kellett tartani az égéstermék kondenzációjának megelőzése miatt, ugyanis a kondenzátum károsította a készüléket és a kéményt. Az égéstermék magas hőmérsékletéből adódóan felfelé száll, így az égéstermék természetes úton, ventilátor nélkül elvezethető a

környezetbe. A magas égéstermék hőmérséklet (140-160°C) következménye a magas füstgáz veszteség. A veszteségek csökkentésének módja a távozó füstgáz hőmérsékletének csökkentése a kondenzáció elkerülésével. Az ilyen kazánokat alacsony vagy kishőmérsékletű kazánok nevezzük.

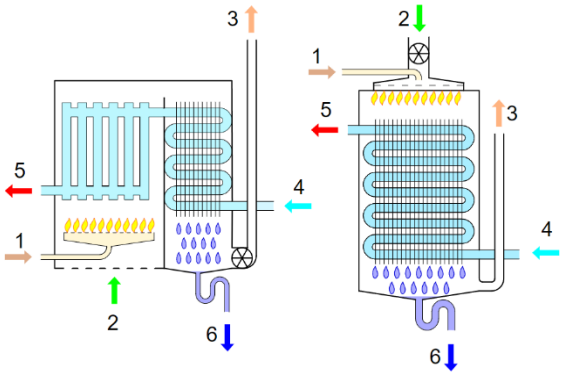
Alacsony hőmérsékletű kazánok esetén az égésterméket éppen a harmatponti hőmérséklet fölé hűtik. Annak érdekében, hogy megelőzzék a kondenzációt az előremenő víz egy részét a visszatérő vízhez keverik vagy kettős falú felületek alakítanak ki a kazánokban. Alacsony hőmérsékletű kazánok esetén nem jön létre a kondenzáció viszont csökken a füstgáz, valamint a készenléti veszteség, azonban a vízgőz távozásával még jelentős mennyiségű rejtett hő távozik a rendszerből, továbbá az égéstermék kivezetése is nagyobb odafigyelést igényel a csökkent hőmérséklet miatt.

Kondenzációs kazánok esetén az égéstermékben lévő vízgőz kerül kondenzálásra, amellyel visszanyerhető a víz elpárologtatásához szükséges rejtett hőt, így pedig növelhető a kazán hatásfoka. Kondenzációs kazánok esetén a kazánhatásfok gyakran kerül szemléltetésre 100% feletti értékkel, melynek az oka, hogy a kazánok hatásfokát klasszikusan az alsó fűtőértékhez képest viszonyítják. Alsó és felső fűtőérték esetén az anyag elégetés előtti és utáni hőmérséklete megegyezik, azonban alsó fűtőérték esetén a nedvesség vízgőz míg felső fűtőérték esetén a nedvesség kondenzálást követően cseppfolyós állapotban van jelen. Tehát minél nagyobb a felső és alsó fűtőéték hányadosa (mely a keletkező vízgőztől függ) tüzelés során, annál nagyobb hatásfok javulás érthető el kondenzációs kazánok használatával. A keletkező vízgőz mennyisége az anyagban lévő hidrogén mennyiségétől függ. Kondenzációs kazánok használatával a nyereség körülbelüli értéke anyagonként: földgáz esetén 11%, propángáz esetén 9%, tüzelőolaj esetén pedig 6%. Mivel a legnagyobb hatásfokjavulás gáz tüzelőanyagok esetén jelentkezik, így a kondenzációs kazánok elterjedése is ezen a területen jellemző. A felsorolt három kazántípus hatásfokának alakulását teljesítmény függvényében az (5.1.1. ábra) szemlélteti. (Asbóth et al.: 2004, Baumann: 2012, Hommonay et al.:2001)



5.1.1. ábra: Kazán hatásfok a terhelés függvényében (Baumann 2012)

Az ábrából látható, hogy az egyre alacsonyabb hőmérsékletű kazánok hatásfoka egyre javul, hiszen csökken a sugárzási, a készenléti, illetve a füstgáz veszteség. A különbség kis kazánterhelés lesz esetén igazán jelentős hiszen állandó hőmérsékletű kazánok esetén a kondenzációt megelőzendő állandóan magas hőmérsékletet kell tartani a kazánban, ami növeli a veszteséget, míg kondenzációs kazánok esetén a kondenzáció éppen növeli a hatásfokot. A kazánokat (és egyéb más hőtermelők) kiválasztása is egy csúcsterhelésre történik egy területi elhelyezkedésből meghatározott külső hőmérséklet, ezért az év jelentős részében csupán részterhelésen üzemelnek. A terhelés csökkenésével azonban egyre nagyobb a hatásfokbéli különbség a különböző konstrukciójú kazánok között a fentebb említett okok miatt.



5.1.2. ábra: Kondenzációs kazán elvi kialakítása (Wikipédia)

A kondenzációs kazánok elvi kialakítását a (5.1.2. ábra) szemlélteti. A keletkezett füstgáz a visszatérő vízzel ellenáramban indul el, így hőjét fokozatosan a hőhordozó közegnek adja át. A harmatponti hőmérsékletet elérve a nedvesség kondenzálódik, ami a kazán alján gyűlik össze és innen kerül elvezetésre, a lehűlt füstgázt pedig ventilátor segítségével vezetik ki a szabadba. Minél kisebb a visszatérő víz hőmérséklete annál nagyobb kondenzáció érhető el, ami pedig növeli a hatásofokt. (Baumann: 2012, Zöld et al.: 2019)

5.2. Szilárd tüzelésű kazánok

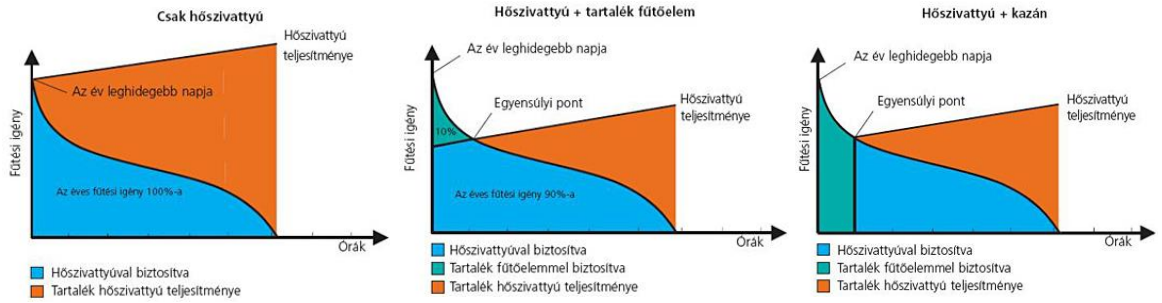
Szilárd tüzelésű kazánoknál két csoportot tudunk megkülönböztetni: az alsó és felső égésű kazánokat. Felsőégésű kazánoknál a keletkező gázok az égés helyén haladnak keresztül, így az éghető komponensek felhasználásra kerülnek, ami egy jobb hatásfokot eredményez. Hátránya, hogy egy leégést követően salakolni kell, így folyamatos felsőégés nem valósítható meg. Alsóégésű kazánok esetén az égés alulról felfelé történik. A keletkező gázok így nem haladnak keresztül az égés helyén, emiatt a hatásfok rosszabb lesz, viszont az égés folyamatossága biztosítható. Szilárd tüzelésű kazánok jellemző szén vagy fa tüzelésűek, azonban megjelentek a különböző biomassza tüzelésű kazánok, ahol pelletet, brikettet vagy aprítékot használnak. A szilárd tüzelésű kazánok esetén megjelenik rostély, illetve a pernye veszteség. (Baumann: 2012, Tóth: 2016, Zöld et al.: 2019)

5.3. Elektromos kazánok és egyéb elektromos hőtermelők

Elektromos kazánok és más elektromos fűtések előnye, hogy nem igényel külön engedélyt sem a készülékek elhelyezése, sem a bekötésük. Nincs szükség kötött formában lévő energiára, hanem a már átalakított villamos energiát alakítják hőenergiává. Emiatt nincs szükség sem szilárd, sem folyékony sem pedig gáz tüzelőanyagra. Kényelmes és egyszerű megoldás azonban ezeknek a hőtermelőknek a legrosszabb az összesített hatásfoka és üzemeltetésük rendkívül gazdaságtalan akár elektromos kazánokról, kandallókról, kályhákról, felületfűtésről vagy egyéb más elektromos fűtésről van szó (bár G és H tarifákkal olcsóbbá tehetőek). Ez alól kivételt képeznek a különféle hőszivattyúk, azonban ezeknél nem a hőtermelése, hanem a folyamat működtetése történik elektromos áram felhasználásával. Az elektromos fűtéseket jellemzően kiegészítő fűtésre használják hazánkban, azonban meg kell említeni, hogy azokon a területeken, ahol olcsó a villamos energia előállítása ott használható teljes mértékben fűtésre (jellemzően északi országok). (Recknagel: 2000)

5.4. A hőtermelő rendszerek csopotosítása

A hőtermelő rendszer energiafelhasználás szerint lehet monovalenst, monoenergikus vagy bivalens. Monovalens rendszer esetén a hőigényt egy darab hőtermelő látja el. Ebben az esetben a hőtermelőt úgy választják ki, hogy az a leghidegebb napon is képes legyen kifűteni az épületet, illetve amennyiben a hőtermelő a melegvíz ellátást is elvégzi emiatt a bekerült hőtermelő teljesítménye az év jelentős részében kihasználatlan marad. Monoenergikus rendszereknél több azonos energiahordozót hasznosító hőtermelő kerül beépítésre, amelynek oka lehet gazdasági vagy biztonsági például egy nagyobb épület esetében, ahová két hőtermelő kerül beépítésre melyek a fűtési igények jelentős részét fedezni képesek egyenként, így a fűtési rendszer nagyobb biztonsággal üzemel, mint egy nagy hőtermelő esetén, vagy esetben amikor egy rendszernek nagy hőigényt kell kielégítenie, és egy nagyteljesítményű hőtermelő esetén a készülék a hőigény megjelenésekor ki-be kapcsolna a hőtermelés, ami miatt a készülék veszteségei nőnének, és a szivattyúkra vagy a kompresszorokra is negatívan hatna. Bivalens rendszerek esetén különböző hőtermelők kerülnek beépítésére, amelyek különböző energiahordozókat hasznosítanak. A fűtés egy adott terhelésig például hőszivattyúval majd ezután más energiahordozót alkalmazó hőtermelővel például gázkazánnal történik vagy a hőszivattyúval párhuzamosan működik a gázkazán így biztosítva a szükséges hőmennyiséget. Ennek a rendszernek nagy előnye az üzembiztonság, valamint abban az esetben érhető el a legnagyobb hatásfok rendszer szinten amennyiben melegebb időben a hőszivattyú, hidegebb időben a gázkazán üzemeltetése történik, A különböző rendszerek működtetésének lehetőségeit a 5.4.1. ábra szemlélteti.

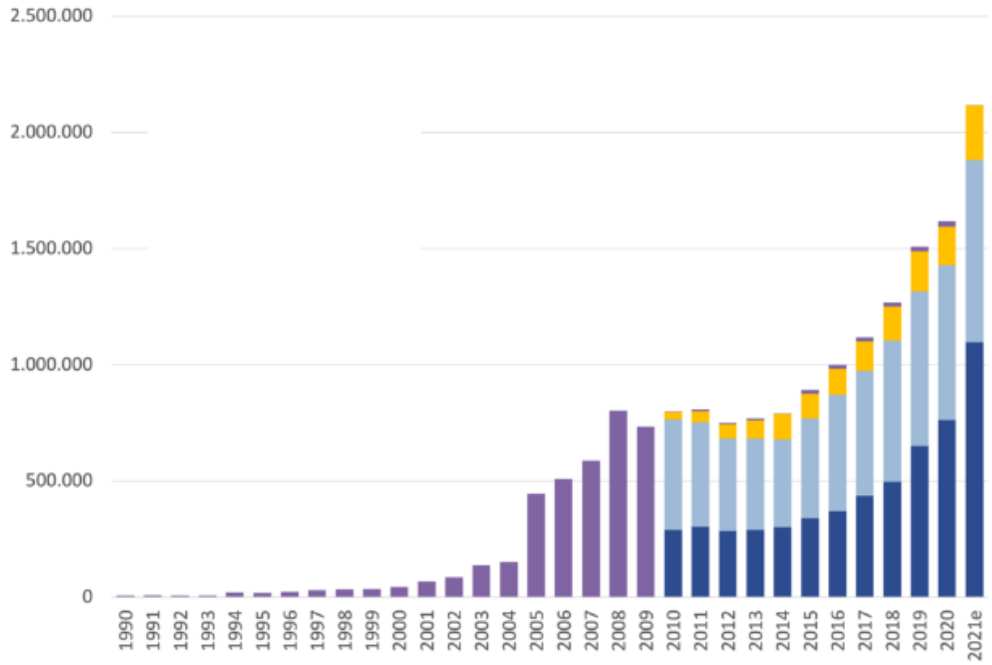


5.4.1. ábra: Monovalens, Monoenergikus és Bivalens rendszerek diagrammja (monaco-klima.hu)

6. Hőszivattyúk

6.1. Hőszivattyúk terjedése

A hőszivattyúk egyre inkább elterjednek, melynek okai a hőszivattyúk egyre jobb hatásfoka, a különböző rendeletek melyek megkövetelik a felhasználóktól a megújuló energiafelhasználást, valamint az egyre növekvő energiaárak. A 6.1.1. ábra egy diagrammot tartalmaz melynek vízszintes alakulásán az adott év, a függőleges tengelyén pedig az eladott hőszivattyúk száma található. A diagram első részén a hőszivattyúk enyhe elterjedése látható, valamint 2005-ben egy nagyobb ugrás látható. A középső része körülbelül, azaz 2008-2014-es időintervallumon vízszintesnek tekinthető, majd ezt ahogy egyre közeledik a diagram a jelenhez a hőszivattyúk eladása az időben úgy növekszik, sőt a 2021-es és a 2020-as adatok között egy körülbelül +30%-os ugrás figyelhető meg.



6.1.1. ábra: Hőszivattyúk eladásának időbeli alakulása (pv-magazine.com) nyomán

6.2. A hőszivattyúk működése

A hőszivattyú „olyan berendezés, mely a tér egy adott hőmérsékletén hőt vesz fel és megnövelve azt egy másik térben nagyobb hőmérsékleten adja le.” Egy hőszivattyú alapvetően 4 fő részből tevődik össze, melyet a 6.2.1. ábra szemléltet. A hőszivattyú 4 fő része a kettő hőcserélő (egy elpárologtató, valamint egy kondenzátor), a kompresszor és az

expanziós szelep. A hőszivattyú elpárologtató része valamilyen külső hőforrással (mely lehet: levegő, talaj, víz) érintkezik, a hőszivattyú típusától függően. A hőszivattyúkban alacsony hőmérsékleten párolgó anyagot (például R32, R410A) használnak a hő felvételére és annak leadására, melyet hűtőközegnek neveznek. A hűtőközeg környezettől elvont hő hatására az elpárologtatóban gáz halmazállapotú lesz, ami után az elpárolgási nyomáson a kompresszorba kerül, ahol egy magasabb nyomásra és hőmérsékletre történik a sűrítése. Ezt követően a kondenzátorba jut, ahol hőjét a kondenzátoron keresztül átadva a hőcserélő túloldalán (hőleadó felé) keringetett közegnek (például víznek vagy víz-glikol oldatnak). Ezt követően gáz hőmérséklete lecsökken és kondenzálódik, végül pedig a hűtőközeg az expanziós szelepen keresztül az elpárologtatóba jut és a körfolyamat lezárul. Amennyiben a folyamat megfordításra kerül, úgy a belső tér hűtése kezdődik meg. (Komlós et al.: 2009)

6.2.1. ábra: Hőszivattyú egyszerűsített felépítése (easykit.hu)

A hőszivattyúnak, mint minden gépészeti berendezésnek számos jellemzője lehet, de van, de a legspecifikusabbak talán a COP, SCOP, EER valamint a SEER értékek. A COP (Coefficient Of Performance) egy mérőszám mely megmutatja, hogy az adott készülék egységnyi villamos energia felhasználásával hány egység hőenergiát képes előállítani az adott pillanatban. Az EER (Energy Efficiency Ratio) a COP-hez hasonló érték csupán, hűtésre vonatkoztatva. A COP és EER kiszámításának módja: $\varepsilon = \frac{Q}{P}$ [-], ahol a Q: hőszivattyú által leadott fűtési vagy hűtési teljesítmény[W], P: a hőszivattyú által felvett villamos teljesítmény[W]. Az SCOP illetve az SEER pedig a fűtésre és hűtésre vonatkoztatott szezonális értékek.

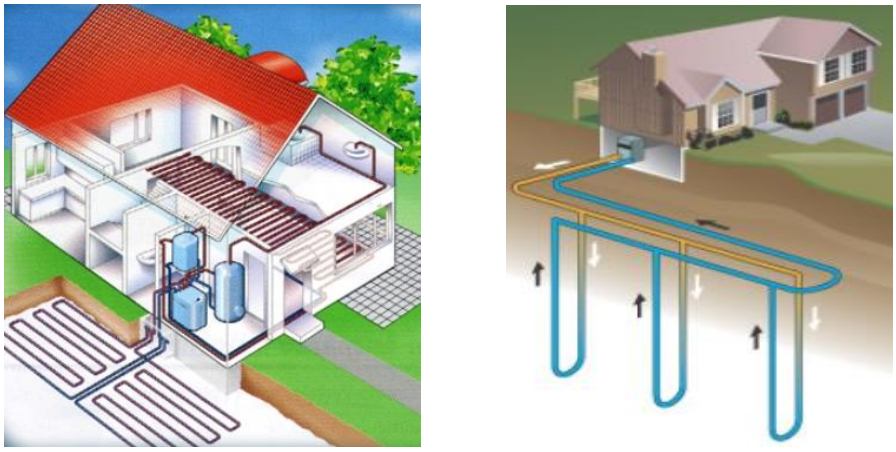
6.3. Hőszivattyúk fajtái

6.3.1. Levegő-víz hőszivattyú

A levegő-levegő hőszivattyú a külső levegő hőjét használja fel arra, hogy a hűtőközeget elpárologtassa. Ezeknél a hőszivattyúknál a COP rendkívül változékony, mivel a környezeti hőmérséklet is percről percre változik. Előnyei a levegős hőszivattyúknak, hogy a telepítésük nem igényel sem különböző hivatali engedélyeket, sem nagy terepmunkát így gyorsan és költséghatékonyan beüzemelhetőek, hátrányuk hogy A COP és az EER értékek gyorsan változnak (követve a külső levegő hőmérsékletének változását).

6.3.2. Talajkollektor és talajszondás hőszivattyú

Talajkollektor és talajszondás hőszivattyú (6.3.2.1. ábra) esetén a talajban lévő hő kerül hasznosításra. Talajkollektor esetén 1,2-1,5 méter mélyen történik a csövek elhelyezése vízszintesen egymástól 0,5-0,8 méter távolságra, talajszonda esetén pedig egy függőleges csővezeték kerül kiépítésre. Talajkollektor esetén a csőkígyó által felvett teljesítmény 20-40 $\frac{W}{m}$ közötti érték, előnye a levegős rendszerrel szemben, hogy a föld hője viszonylag állandó, azonban földmunka igénye jóval meghaladja a levegős hőszivattyúét. Talajszondás hőszivattyúk esetén körülbelül 30-150 méter mélységben helyezik el U alakban a csöveket. Mivel a föld magja felé haladva növekszik a talaj hőmérséklete, így a hőszivattyú magas COP-vel üzemel, azonban bekerülési költsége magas. Általában elmondható, hogy a talajszondás hőszivattyúk körülbelül 50 $\frac{W}{m}$ teljesítményre képesek Magyarországon. (Ursula et al.:2007)



6.3.2.1. ábra: Talajkollektoros és talajszondás hőszivattyú csőkígyó (gws-technology.hu,mevaplan.hu)

6.3.3. Talajvíz-hőszivattyú

Talajvizes hőszivattyúk esetén a hőszivattyú hasznosíthatja a felszíni vizeket, illetve a talajvizeket. Fűtési idényben a folyók tavak hőmérséklete 2-11°C, a talajvizek hőmérséklete pedig 8-12°C, tehát hőhasznosítás szempontjából ideálisnak tekinthető, azonban talajvizes hőszivattyúk esetén a vízügyi hatóságok engedélye szükséges. (Komlós et al.: 2009, Ursula et al.:2007)

7. A hőleadók

A hőleadók feladata, hogy a megtermelt hőt az adott térbe juttatva megfelelő hőérzetet biztosítson a benntartózkodóknak. A hőátadás formái fűtőtestek esetén a sugárzás, valamint a konvekció.

Hőleadók közé tartoznak a már említett kandallók, kályhák, konvektorok, de ide tartoznak még továbbá a radiátorok, szegélyfűtések, felületfűtések és fan-coilok és számos más egyéb fűtés is.

7.1. A radiátorok

A régebbi építményekben a legelterjedtebbek az öntöttvas és acéllemez tagos radiátorok voltak. Maximálisan megengedett hőmérsékletük 110-120°C, valamint a megengedett maximális nyomás, amit elviseltek 3-4 bar. Az öntöttvas radiátorokat víz és kisnyomású gőz, az acéllemez tagos radiátorokat csak melegvíz fűtésre használták. A tagok egymáshoz egy közcsavarral erősítették és a tagok számok 1-30 közé esett. A radiátorok magasságát a szabványosított borda magasság adta a szélesség pedig a tagok számának növelésével vagy csökkentésével változtatható volt, mellyel a teljesítmény kis lépcsőkben volt kiválasztható. Manapság ezek a típusú radiátorok kevésbé elterjedtek, melynek okai a magasabb ára, az esztétikai igények, valamint az, hogy az épületeknek egyre kisebb a hőigénye. Az öntöttvas, valamint az acéllemez tagos radiátorok helyett manapság főképp az acéllemezes radiátorokat használják. Ezen típusú radiátornak is rengeteg féle radiátor típus létezik, (például sík vagy higiéniai radiátor) melyek teljesítménye ugyan úgy befolyásolható a geometriai méretekkel, a lapok vagy a konvektor lemezek számával. A radiátorok mind konvekcióval, mind sugárzással adják át a hőt a környezetüknek.

A radiátorok teljesítményének meghatározása a 7.1.2-es képlet segítségével történik, melynek eredeti formája a 7.1.1.-es képlet, ahol a hőteljesítmények és a hőmérséklet különbségek aránya egy hatványkitevővel szerepel:

$$\frac{Q}{Q_N} = (\frac{\Delta T}{\Delta T_N})^n \qquad \text{(7.1.1 képlet)}$$

melyet átrendezve megkapjuk a 7.1.2.-es képletet, azaz a radiátor valós hőteljesítményét:

$$Q = Q_N * (\frac{\Delta T}{\Delta T_N})^n \qquad \text{(7.1.2 képlet)}$$

Ahol a Q: valós hőteljesítmény [W], Q_N: radiátor szabvány szerinti hőteljesítménye [W]. ΔT: közepes hőfokkülönbség [K], ΔT_N: szabvány szerinti közepes hőfokkülönbség [K], n: az exponenciális kitevő [-]. A közepes hőfokkülönbség meghatározásánál használható mind a számtani, mind a logaritmikus középhőmérséklet, azonban kis hőmérsékletkülönbség esetén a számtani közepes hőmérséklet különbség pontatlan. A Vogel&Noot gyártói segédlete szerint figyelembe lehet venni $\frac{t_v - t_i}{t_e - ti}$ arányt. Amennyiben az arány <0,7 akkor logaritmikus közepes hőmérsékletkülönbséggel kell számolni a 7.1.3. képlet szerint.

$$\Delta T = \frac{t_e - t_v}{ln\frac{t_e - t_i}{t_v - t_i}} \qquad \text{(7.1.3 képlet)}$$

ellenkező esetben elegendő számtani közepes hőmérsékletkülönbség (7.1.4. képlet) használata is megengedett.

$$\Delta T = \frac{t_e - t_v}{2} - t_i \qquad \text{(7.1.4. képlet)}$$

t_e: előremenő hőmérséklet [°C], t_v: visszatérő hőmérséklet [°C], t_i: belső hőmérséklet [°C]. Az exponenciális kitevőket gyártói táblázatokban/tervezői segédletekben lehet megtalálni, melyek szükségesek a radiátor hőteljesítmények meghatározásához. A radiátorok teljesítményét befolyásolja többek között: a bekötésének módja, elhelyezése, burkolata (pl fedőburkolat), a radiátorra felvitt festék, valamint az üzemeltetés módja mind hatással van a radiátor hőteljesítményére. (Baumann: 2012, Hommonay et al.:2001, Menyhárt et al.:1978, Vogel&Noot műszaki katalógus 2021/II.)

7.2. Szegélyfűtés

A szegélyfűtések egy vékony keskeny vonalban általában a külső fal vagy nyílászáró mellé kerülnek beépítésre. Használhatóak mind vízzel, mind pedig gőzzel. A szegélyfűtés egy kedvező hőeloszlást biztosít, mert amennyiben egy lehűlő szerkezet mellé kerül beépítésre úgy egy hőfüggönyt képez. Anyaga lehet acél, réz öntöttvas vagy könnyűfém. Hőátadása hasonló a radiátoréhoz. A hideg levegő a szegély alsó részén belép, majd a felmelegedett levegő felül távozik. (Recknagel: 2000)

7.3. A felületfűtések

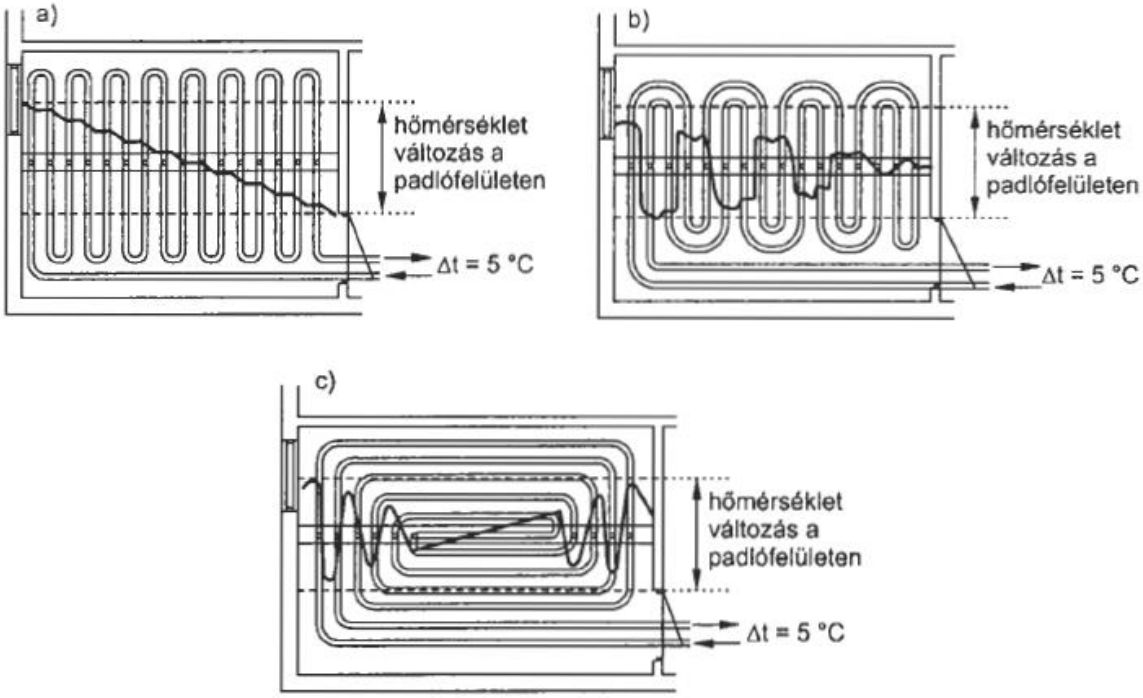
Felületfűtésnek tekinthető mind a padlóban, mind a mennyezeten, mind pedig az oldalfalakon elhelyezett nagykiterjedésű fűtések, energiahordozótól függetlenül. A felületfűtések elterjedésének lehetőségét az épületenergetikai követelmények változásai (szigorodásai) tették lehetővé, melyeknek következtében az épületek fűtésre (és hűtésre) fordított energia igénye egyre csökkent. Az energiaigény csökkenésének következtében az épületek kifűtésére lehetőség nyílt már kishőmérsékletű fűtésekkel is, melyek kedveznek a felületfűtéseknek (továbbá a kalorifereknek is). Ezek a felületfűtések az épületszerkezet valamely részében helyezkednek el (például egy esztrich rétegben) így nem foglalnak helyet a lakótérből továbbá a vizuális komfortot sem rontják.

Mennyezetfűtések fűtések esetén a fűtőtest a vasbetonfödémbe, álmennyezetbe vagy egy vakolatrétegbe kerül elhelyezésre, az utóbbi két esetben a szerelés az épület elkészülte után is megvalósítható, ellentétben a betonba szerelt mennyezeti felületfűtéssel. A mennyezetfűtés legnagyobb előnye a többi felületfűtéshez képest, hogy nyári időszakban fűtés közben komfortja rendkívül kellemes és mivel fűtésre is használható emiatt olcsóbb, mint például egy padlófűtést és egy mennyezethűtést együttesen kialakítani.

A falfűtések nincs előnyük sem a padló, sem pedig a mennyezeti fűtésekkel szemben. Sugárzófűtés révén nem bútort elé helyezni nem tanácsos, valamint a falszerkezetet túlbonyolítja, hogy annak jelentős részébe valamilyen hőleadó van szerelve, így a későbbi munkálatokat rendkívül körülményesek lesznek.

A padlófűtésekre általában egy esztrich réteg fog kerülni, melyet valamilyen burkolattal fednek le, legyen ez valamilyen csempe vagy parketta. A padlófűtések hőleadását a felette lévő rétegek hővezetési ellenállása, az osztásköz, a padlófűtési letekerésének módja, a belső hőmérséklet és a fűtővíz hőmérséklete mind befolyásolja. Minél nagyobb a felette lévő rétegek együttes hővezetési ellenállása annál kisebb a felületfűtés által leadott hő mennyisége azonos hőfok esetén. A felületfűtések és különösen a padlófűtések felületi hőmérséklete egészségügyi szempontok miatt bizonyos hőmérséklet fölé (DIN1264 szerint 29°C komfortzóna tartós tartózkodás esetén, 33°C komfort zóna rövid tartózkodás esetén pl. fürdők és 35°C peremzónák esetén) nem szabad engedni a felületi hőmérsékletet, különben lábpanaszok jöhetnek elő. Az osztásközök növelésével csökken a felületfűtési kör által leadott hő mennyisége, emellett pedig a felületen leadott hőmémennyiség lényegében „hőcsúcsok” formájában történik, azaz 2 osztás között érezhetően hidegebb lesz a hőleadó felület, mint közvetlenül a hőleadó vezeték felett, emiatt egyes gyártók például az Upponor esetén vannak ajánlott osztásközök adott helyiségre vonatkozólag.

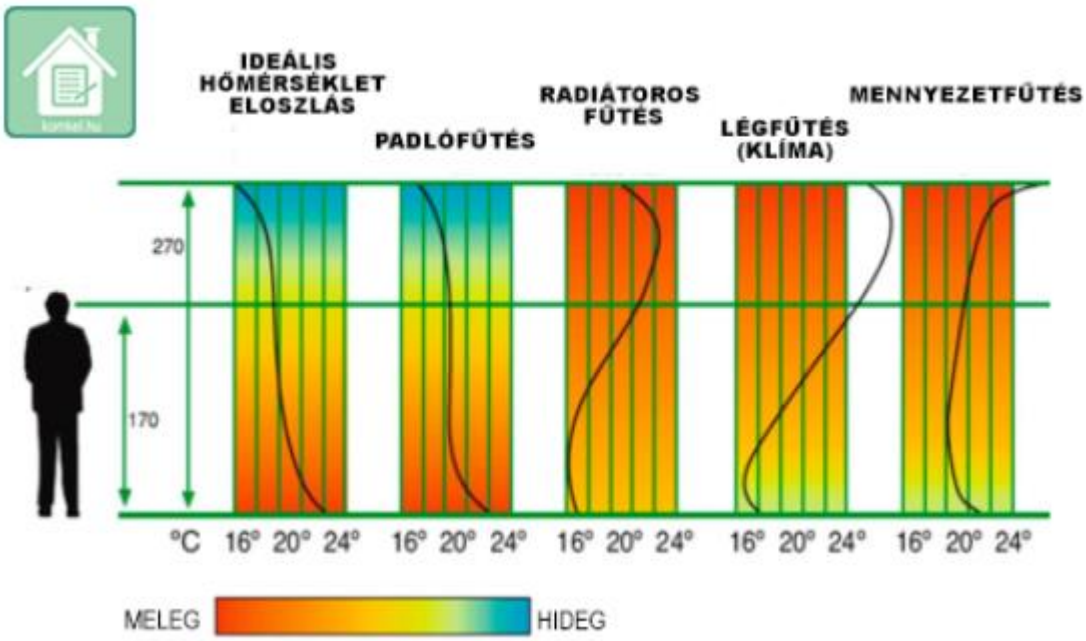
A padlófűtés letekerésének módja is számít egy felületfűtés esetén (7.3.1. ábra), hiszen az előremenő hőmérséklet fűtés esetén mindig nagyobb, mint a visszatérő, azaz hőleadás történik emiatt a hőhordozó közeg folyamatosan hül, így egyre kevesebb hőt ad le. Ezt korrigálva általában a padlófűtési kör vezetéke osztásonként változik, tehát az előremenő és visszatérő vezetékek váltják egymást, így adható le a legegyenletesebben a hő.



7.3.1. ábra: csőkígyó elrendezéséből fakadó hőmérsékleti eloszlások (Épületgépészet 2000- II fűtéstechnika)

A felületfűtésekkel (és hűtésekkel) a legnagyobb probléma (a bekerülési költségük mellett) a lassú felfűtési és lehűtési idő a többi fűtéssel (és hűtéssel) szemben, mivel ezek a szerkezetbe vannak ágyazva, így először magát az épületszerkezetet fűtik fel, mely csak ezt követően a belső teret. Ez azonban lehet előny is, mivel hőelvétel esetén a szerkezet még ugyan úgy képes hőt leadni, mivel a szerkezet még melegebb, mint a környezete a hőtehetetlenségéből fakadóan például amennyiben egy kalorifer állítja elő a fűtési és a használati melegvizet és a melegvíz előállítás elsőbbséget élvez a fűtéssel szemben.
Elektromos padlófűtések esetén a telepítési költségek jelentősen kisebbek a vizes fűtéshez képest, jelentősen kevesebb probléma lehet a rendszerrel (nincs fagyveszély, nem ereszthet, nincs szükség szűrőberendezésekre, nem kell karbantartani stb.), azonban egy egység hő előállítása direkt elektromos árammal (hőszivattyú közbeiktatása nélkül) nagyobb költséget jelent, mint kondenzációs kazánnal.

A felületfűtéseket (különösen a padló és a mennyezetfűtést) a fentebb említett indokok és a komfort paraméterei miatt (7.3.2. ábra) napjainkban igen elterjedtek (Hommonay et al.:2001, Recknagel: 2000, Upponor 2015)



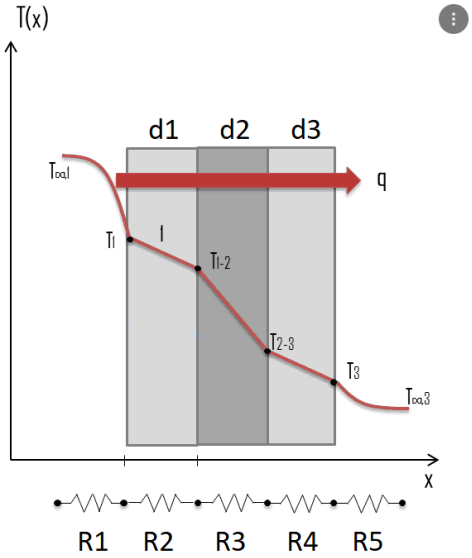
7.3.3. ábra: Vertikális hőmérsékleti eloszlása (komkel.blog.hu)

8. Határolószerkezetek hőátbocsátási tényezőinek megállapítása

Szakdolgozatomban az első lépést határoló szerkezetek hőátbocsátási tényezőjének megállapításával kezdem. Amennyiben egy elektromos analógiát veszek figyelembe a rétegrendek úgy működnek, mint sorba kötött ellenállások. A Kirchoff tövények, illetve az Ohm törvény felhasználásával megkapjuk, hogy a sorba kötött ellenállások esetén az eredő ellenállás az ellenállások összegeként határozható meg azaz $R_e=R_1+R_2+R_3+\ldots+R_i$, ami egy tömörebb formában felírva a 8.0.1. képletben felírva látható.

$$R_e = \sum_{i=1}^{n} R_i \qquad \text{(8.0.1. képlet)}$$

ahol: R_e az eredő ellenállás [ohm], az i pedig egy futóindex. Ezt az 8.0.1.-es ábra szemlélteti. A gépészetben azonban nem elektromos ellenállást, hanem egy úgynevezett hővezetési ellenállást használnak melynek $[\frac{m^2K}{W}]$ a mértékegysége, mely függ az anyag vastagságának (d) és vonalmenti hővezetési tényezőjének $[\frac{W}{mK}]$ arányától.



8.0.1. ábra: Hővezetési ellenállás szemléltetése (thermal-engineering.org) nyomán

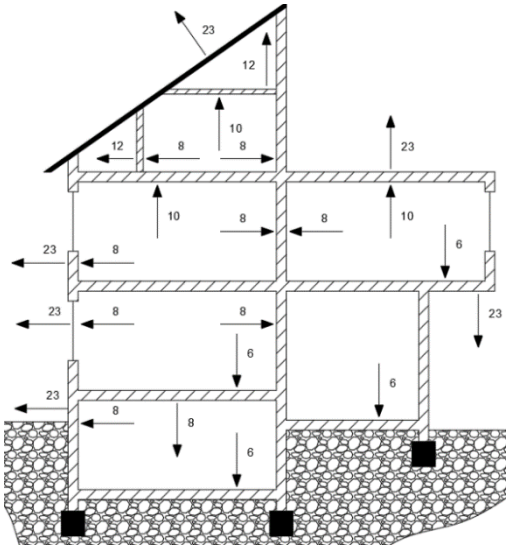
Azonban az anyagok ellenállását vizsgálva nem csak egy olyan értékhez juthatok, mely a az elektronok mozgását gátolja, hanem ennek reciproka ként megkaphatjuk az adott anyag vezetőképességét, melyet elektromos vezetés esetén Siemensnek [S], hőtechnikában ezt „U" értéknek vagy hőátbocsátási tényezőnek nevezik melynek mértékegysége $[\frac{W}{m^2K}]$, számítása pedig a hővezetési ellenállások összegének reciproka ként tehető meg, 8.0.2. képlet segítségével.

$$U = \frac{1}{R_1+R_2+R_3+\ldots+R_n} = \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} R_i} \quad [\frac{W}{m^2K}] \qquad \text{(8.0.2. képlet)}$$

A képlet gyakorlatban általában az 8.0.3. képlet formájában kerül felírásra amennyiben homogénnek szerkezetek, valamint az áramlás stacionernek feltételezett:

$$U_{fal} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i}+\frac{1}{\alpha_e}+\sum_{i=1}^{n}\frac{d_i}{\lambda_i}} \left[\frac{W}{m^2K}\right] \qquad \text{(8.0.3. képlet)}$$

ahol α_i: belső hőátadási tényező $[\frac{W}{m^2K}]$, α_e: külső hőátadási tényező $[\frac{W}{m^2K}]$, λ_i: az i.-ik anyagra jellemző hővezetési tényező $[\frac{W}{mK}]$,d: az i.-ik anyagréteg vastagsága $[m]$. Az adott anyagra jellemző hővezetési tényezőt a gyártó tünteti fel, a rétegvastagság szabadon megválasztható, a külső és belső hőátadási tényezők pedig táblázatból, vagy különböző szakirodalmakban feltüntetett rajzokról (lásd. 8.0.2. ábra), meghatározhatók.



8.0.2. ábra: Hőátadási tényezők (Zöld et al.: 2019)

Kiszámolható továbbá a rétegek adott pontján lévő hőmérséklet, melyet páratechnikai számítások esetén használható, azonban szakdolgozatomban ezt nem részletezem.

8.1. Homlokzati falak hőátbocsátási tényezőjének megállapítása

Homlokzati falak esetén a 8.0. részben említett módszer segítségével állapítom meg a homlokzati fal „U" értékét. Az építész terven F_3 rétegrend szerint szerepel. Homlokzati falak estén annak érdekében, hogy a rétegrend hőátbocsátási tényezője a megengedett érték alá kerüljön a falra szigeteléseket szoktak felhelyezni. A homlokzati szigetelés felhelyezése gyártói előírás szerint perem-pont ragasztással, illetve dübelezéssel kell, hogy történjen. A perem-pont ragasztás meggátolja a légáramlást a hőszigetelő anyag, illetve a fal között így egy létrehozva egy újabb „szigetelőréteget", valamint tűz esetén meggátolja a kürtő hatást így lassítva a lángok terjedését, a dübelezés pedig a rögzítéstechnika miatt fontos.

Számításaimban egy homogén ragasztóréteget feltételeztem, így a nem vettem figyelembe a zárt légréteg szigetelő hatását, azonban a dübelek hőhidasító hatásával számoltam. Pontszerű hőhidak esetén az MSZ-EN-ISO 10211 szabványban szereplő számítási módot lehet figyelembe venni 8.1.1. képlet, mely szerint a későbbiekben effektív hővezetési tényező nem lesz más, mint az eredeti rétegek hővezetési tényezőjének és felületének szorzat összege átlagolva a közös felülettel.

$$\lambda' = \frac{\sum_i^n A_i\lambda_i}{\sum_i^n A_i} = \frac{A_1\lambda_1+A_2\lambda_2+.....+A_n\lambda_n}{A_1+A_2....+A_n} \left[\frac{W}{mK}\right] \qquad \text{(8.1.1. képlet)}$$

ahol: λ' : korrigált hővezetési tényezője [$\frac{W}{mK}$], A_i : az i.-edik felület nagysága [m^2], λ_i : az adott réteg hővezetési tényezője [$\frac{W}{mK}$] , azonban használható egy egyszerűsített módszer, ahol nem szükséges a dübelezések, illetve az adott réteg közös hővezetési tényezőjének meghatározása, hanem elegendő az adott gyártó által megadott értéket figyelembe venni (pl THERMOMASTER D-H dűbel esetén 0,002 $\frac{W}{K}$) vagy csupán egy közelítő értékkel lerontani (azaz növelni) az adott réteg hővezetési tényezőjét. Ezen tényezőket Dr. habil. Kocsis Lajos foglalta táblázatba (lásd.: 8.1.1. ábra). Én a műanyag fejű, horganyzott acélcsavaros dűbel értékével (0,004 $\frac{W}{K}$) számoltam, melyet megszorozva a darabszámmal (melyet 5 $\frac{db}{m^2}$ feltételeztem) és hozzáadva az eredeti hőátbocsátási értékhez megkapjuk az új hőátbocsátási tényező értékét. A számításhoz használt adatokat a 8.1.1. táblázat tartalmazza , kiszámítás pedig a 8.1.2. képlet segítésével történt.

$$U_{növ} = \mathrm{U} + \chi_p * \mathrm{n}\ [\frac{W}{m^2K}] \qquad \text{(8.1.1. képlet)}$$

ahol: U: fal hőátbocsájtási tényezője [$\frac{W}{m^2K}$], χ_p dűbelek hatásait figyelembevevő tényező [$\frac{W}{K}$], n: darabszám [$\frac{db}{m^2}$]

8.1.1. táblázat: dűbelezés hatásainak figyelembevétele homlokzatok esetén

Rétegrend	U érték [$\frac{W}{m^2K}$]	χ_p [$\frac{W}{K}$]	n [$\frac{db}{m^2}$]	U' érték [$\frac{W}{m^2K}$]
F3- Külső fal	0,164	0,004	5	0,184

No.	A dűbel kialakítása	χ_p [W/K]
1	Műanyag szeges	0
2	Nemesacél feszítőelemes (pl. fúródűbeles)	0,001
3	Süllyesztett tányérnál hőszigetelő pogácsás	0,002
4	Süllyesztett acél csavarfejnél hőszigetelő dugós	0,002
5	Süllyesztett acél csavarfejnél légréteges	0,002
6	Műanyag fejű nemesacél csavaros (szeges)	0,002
7	Műanyag fejű horganyzott acélcsavaros (szeges)	0,004
8	Műanyaggal nem védett fejű acélcsavaros, Ø8 mm-es	0,006
9	Műanyaggal nem védett fejű acélcsavaros, Ø10 mm-es	0,008

8.1.1. ábra: Pontszerű hőhidak hatását figyelembe vevő értékek (passzivhaz-magazin.hu)

8.2. Födém szerkezet hőátbocsátási tényezőinek megállapítása

Födémszerkezet bizonyos helyeken, a homlokzati fallal ellentétben, inhomogén szerkezetnek vettem. A szerkezet inhomogenitását az adja, hogy egy méterenként 10/20 cm-es gerendák kerülnek beépítésre (jelölés: U_{ger}, valamint $U_{ger} > U_{föd}$), ezért módosítottam a $U_{föd}$ hőátbocsátási tényezőt a két különböző hőátbocsátási tényezőt, valamint azok arányát figyelembe véve, így kapva „eredő" hőátbocsátási értéket ezen falszerkezetekre, amely nagyobb lesz, mint a homogén szerkezet hőátbocsátási tényezője, viszont az inhomogenitást okozó rétegrend U_{ger} értékénél kisebbnek kell lennie. Bár a képletben a felületek arányát kellene behelyettesíteni, azonban a gerendák elhelyezése párhuzamos, nincs geometriai változás és a gerendák az adott födémszakaszon végig érnek, elegendő egy dimenzióban megállapítani a különböző rétegrendek U értékét arányát. A födémek és más egyéb határolószerkezetek rétegrendjét a melléklet M.8.0.2. táblázata tartalmazza, az eredő U értékének kiszámítása födém esetén pedig a 8.2.1. képlet alapján történik.

$$U = \frac{U_{föd} * A_{föd} + U_{ger} * A_{ger}}{A_{föd} + A_{ger}} \left[\frac{W}{m^2K}\right] \qquad \text{(8.2.1. képlet)}$$

amely az én esetemben:

$$\frac{0{,}134 * 1 + 0{,}119 * 0{,}1}{1 + 0{,}1} = 0{,}133 \frac{W}{m^2K}$$

$U_{föd}$: A födémszerkezet hőátbocsátási tényezője $[\frac{W}{m^2K}]$,U_{ger}: A gerendás födémszerkezet hőátbocsátási tényezője $[\frac{W}{m^2K}]$, $A_{föd}$: A födémszerkezet felülete$[m^2]$, A_{ger}: A gerendás födémszerkezet felülete$[m^2]$

8.3. Nyílászárók U értékeinek meghatározása

Az amennyiben ismert a transzparenst szerkezet felépítése, úgy mint az ablak üvegezés (U_g) és a keret(U_f) jellemzői, egymáshoz viszonyított aránya valamint a beépített távtartók típusa (Ψ_k) (ezek szemléltetése a 8.3.1. ábrán), úgy annak az eredő U_w értéke

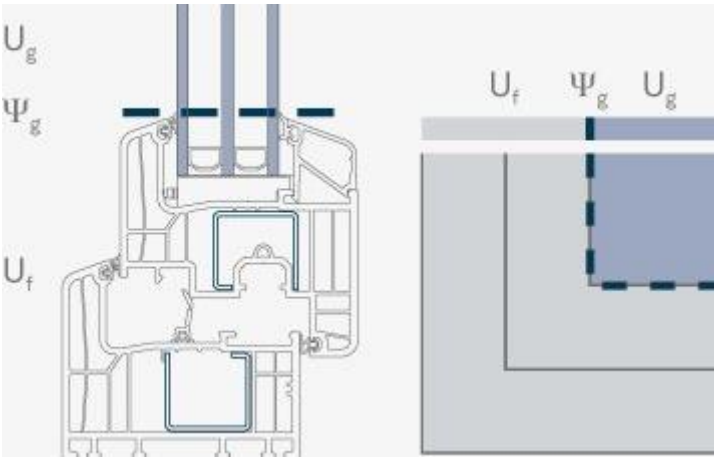
meghatározható a 8.3.1. egyenlet alapján. Az ablakszerkezet üvegezésére egy szigetelt háromrétegű üvegezést vettem fel 44 mm argongázzal töltve, ahol U_g = 0,6 $\frac{W}{m^2K}$, PVC kerettel U_f =1,4 $\frac{W}{m^2K}$, meleg távtartókkal melyek esetén a vonalmenti hőátbocsátási tényező Ψ_k = 0,04 $\frac{W}{mK}$ és 80%-os üvegezési arányt feltételezve. Az így kapott U_w értéket használtam minden üvegezett szerkezetre számításaim során. Az egységes U érték használata ebben az esetben nem lesz teljesen pontos, hiszen ahogy növekedik a transzparens szerkezet mérete, úgy csökken a keret aránya az üvegezéshez képest és úgy javul a szerkezet U értéke, illetve méretcsökkenés esetén fordítva (U érték növekedés, azaz romlás következik be) ezért van az, hogy a 7/2007-es TNM rendelet szerint csak azon transzparens szerkezeteknek szükséges a megengedett határérték követelményeit betartani melyek felülete > 0,5 m^2. Az ajtókat minden esetben a rendeletben megengedett maximális 1,45 $\frac{W}{m^2K}$ értékre vettem fel.

$$U_w = \frac{U_f A_f + U_g A_g + l_k * \Psi_k}{A_f + A_g} [\frac{W}{m^2K}] \qquad \text{(8.3.1. egyenlet)}$$

amely az én esetemben:

$$\frac{1{,}4 * 0{,}39 + 0{,}6 * 1{,}44 + 5{,}4 * 0{,}04}{1{,}8} = 0{,}88 \frac{W}{m^2K}$$

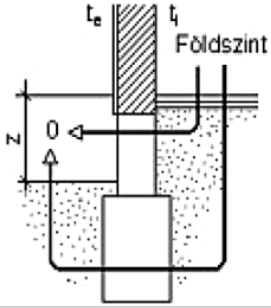
Ahol: Uf: a keret hőátbocsátási tényező[$\frac{W}{m^2K}$], A_f: a keret felülete [m^2], U_w: az ablak hőátbocsátási tényező[$\frac{W}{m^2K}$], A_w: az ablak felülete [m^2] , U_g: az üveg hőátbocsátási tényező[$\frac{W}{m^2K}$], A_g: az üveg felülete [m^2] , l_k: az üveg kerülete [m], Ψ_k: vonalmenti hőátbocsátási tényező az üveg kerülete mentén [$\frac{W}{mK}$]



8.3.1. ábra: Az ablakszerkezetek U értékének meghatározásához (ablak-redony.com)

8.4. A Vonalmenti hőátbocsátási tényezők (∑Ψl)

Az előző számításokhoz hasonlóan meghatározom a rétegrend eredő hővezetési ellenállását, azonban padló esetén nincs szükség a hőátbocsátási tényezőre. Padlószerkezet esetén a hatályon kívüli MSZ 04-140-es szabvány, valamint a jelenleg hatályban lévő 7/2006-os TNM rendelet is vonalmenti hőátbocsátási tényezőt vesz figyelembe. A vonalmenti hőátbocsátási tényező értékét a padlószerkezet hővezetési ellenállásából (lásd.: M.8.1 táblázat) és padló talajszinthez mért elhelyezkedéséből lehet megállapítani a 7/2007 TNM rendeletben található táblázat segítségével (8.4.1. ábra). Az általam meghatározott padlószerkezet hőátbocsátási ellenállása az M.8.0.2. táblázat alapján 3,984 $\frac{m^2K}{W}$, a pozíciója a talajszinthez képest + 0,6m (az ábra közepén található szintjelző 0,0 m magassági pont, míg az udvarra elhelyezett magasságpont -0,6m azaz a magasságok a padlószinthez képest lettek megadva, azonban a szabvány a talajszintet érti a viszonyítási pontnak) így az általam felvett szerkezet vonalmenti hőátbocsátási tényezőjének értéke Ψ=0,8 $\frac{W}{mK}$.



A padlószint és a talajszint közötti magasságkülönbség	A padlószerkezet hővezetési ellenállása a kerület mentén legalább 1,5 m szélességű sávban[1)]

$$R = \frac{d}{\lambda}(m^2K/W)$$

z (m)	Szigete-letlen	0,20- -0,35	0,40- -0,55	0,60- -0,75	0,80- -1,00	1,05- -1,50	1,55- -2,00	2,05- -3,00	3,05- 4,00	4,05- 5,00	5,05- 6,00	6,05- 7,00
-6,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-6,00...-4,05	0,20	0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0	0	0	0
-4,00...-2,55	0,40	0,40	0,35	0,35	0,35	0,35	0,30	0,30	0,10	0,10	0	0
-2,50...-1,85	0,60	0,55	0,55	0,50	0,50	0,50	0,45	0,40	0,20	0,15	0,10	0
-1,80...-1,25	0,80	0,70	0,70	0,65	0,60	0,60	0,55	0,45	0,30	0,22	0,177	0,13
-1,20...-0,75	1,00	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65	0,55	0,40	0,31	0,25	0,21
-0,70...-0,45	1,20	1,05	1,00	0,95	0,90	0,80	0,75	0,65	0,50	0,40	0,33	0,29
-0,40...-0,25	1,40	1,20	1,10	1,05	1,00	0,90	0,80	0,70	0,60	0,49	0,41	0,37
-0,20...+0,20	1,75	1,45	1,35	1,25	1,15	1,05	0,95	0,85	0,70	0,58	0,50	0,45
0,25....0,40	2,10	1,70	1,55	1,45	1,30	1,20	1,05	0,95	0,75	0,62	0,53	0,48
0,45....1,00	2,35	1,90	1,70	1,55	1,45	1,30	1,15	1,00	0,80	0,66	0,56	0,51
1,05....1,50	2,55	2,05	1,85	1,70	1,55	1,40	1,25	1,10	0,95	0,70	0,60	0,55

8.4.1. ábra: A vonalmenti hőátbocsátási tényezőket tartalmazó táblázat (7/2006 TNM)

8.5. A hőátbocsátási tényező korrekciója

A falszerkezeteknél általában kialakulnak hőhidak, melynek oka, az eltérő hővezetésű anyagok, illetve geometriák találkozása. Ezeken a területeken többdimenziós hőáramok valósulnak meg és erőteljesebb lehülés figyelhető meg, mint a homogén felületeken. Ezt a hatást igyekeznek figyelembe venni a vonalmenti hőátbocsátási tényező értékével. A hőhidak hatása figyelembe vehető minden egyes eltérő geometria vagy anyagi inhomogenitás esetén külön-külön, azonban a 7/2007 TNM rendelet lehetőséget biztosít egy egyszerűsített számítás elvégzéséhez (8.5.1. képlet), méghozzá úgy, hogy a számított rétegrend hőátbocsátási tényező értékét egy táblázatból megállapított értékkel felszorozható (azaz bizonyos százalékkal növelem). Ezeket az értékeket úgy kaptam meg, hogy a hőhidak hosszát elosztottam a külső falak felületével és az így kapott érték alapján erősen hőhidasnak vettem az épületet, így a külső falak U értéket 0,3-al növeltem, a födémek korrekciós értékei pedig 0,9 hiszen a padlástér nem a külső környezeti levegővel, hanem attól eltérő hőmérsékletű levegővel érintkezik, azonban a vonalmenti hátbocsájtás miatti 1.1-el korrigáltam az értéket.

$$U_R = U * (1 + \chi)[\frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m^2K}}] \qquad \text{(8.5.1. képlet)}$$

ahol U: hőátbocsátási tényező [$\frac{W}{m^2K}$], χ: A hőhidak hatását kifejező korrekciós tényező [-].

8.6. A rétegrendek hőátbocsátási tényezői

A rétegrendek hőátbocsátási tényezőit az 8.6.1. táblázat, a rétegrendek részletes számítása pedig a melléklet M.8.0.2. táblázatában található a határoló szerkezetekre.

8.6.1. táblázat: A számított határolószerkezetek U értékei

Rétegrend megnevezése	Rétegrend U'[$\frac{W}{m^2K}$] vagy Ψ értéke [$\frac{W}{mK}$]
F3- Külső fal	0,24
R1 - padló	0,8
R2 - Nappali fagerenda	0,131
R3 - Padlás tér alatti födém	0,128
R5 - Tető	0,128
Belső Fal	1,686

8.7. A belső hőmérsékletek meghatározása

A helyiségek hőmérsékletét amennyiben a megrendelő másképp nem rendelkezik, úgy a 7/2006 TNM 1 melléklet V. részének 1. táblázatában rendeletben meghatározott értékek közé kell felvenni (amennyiben a megrendelő másképp nem rendelkezik).

Az épület belső tereinek hőmérsékletét a tartós tartózkodási zónák esetében 20°C-ra, a gardróbot és tároló helyiség hőmérsékletét ettől alacsonyabbra, 18°C-ra és a vizes helyiségek hőmérsékletét pedig ettől magasabbra, 24°C-ra vettem figyelembe.

8.8. A Helyiségek hőigényeinek meghatározása

A helyiségek hőigényének meghatározását azok geometriai adatainak felvételével kezdtem. Az építész alaprajzról (M.8.0. ábra) meghatároztam az épület tájolását és ennek megfelelően kezdtem el felvenni a külső falakat, nyílászárókat valamit az egyéb határoló szerkezeteket (M.8.0.1. táblázat). Az épületben található helyiségek számozása és elhelyezkedése nem minden esetben függ össze. Emiatt a helyiségek felvételét a 18-as dolgozó/vendég helyiség sarkából kezdtem meg, körüljárási iránynak pedig a matematikai pozitív irányt, azaz az óramutatóval ellentétes forgási irányt választottam. A helyiségek határolószerkezeteinek felvételét az M.8.0.2. táblázat és az azokon keresztül haladó hőmennyiség számítását az M.8.1.1. táblázata tartalmazza. A hőigények kiszámítása alapja a 8.8.1. képlet, mely szerint a szerkezeten keresztül haladó hő mennyisége az adott szerkezetre jellemző hőátbocsátási tényező, az adott felület, valamint a két pont közötti hőmérsékletkülönbség szorzataként írható fel.

$$Q = U * A * \Delta T \text{ [W]} \qquad \text{(8.8.1. képlet)}$$

Az épületszerkezetekben azonban inhomogenitásukból fakadóan hőhidak vannak jelen, így a képletben szereplő hőátbocsátási tényező értéke valamekkora korrekcióval (8.5.1. pont illetve M.8.0.2. táblázat) kerül felhasználásra (lást. 8.8.2. képlet)

$$Q = U_R * A * \Delta T \text{ [W]} \qquad \text{(8.8.2. képlet)}$$

valamint a padlószerkezetek esetén a hőtranszfer kiszámítása a 8.8.3. képlet alapján történik, ahol is a hőtranszfer a vonalmenti hőátbocsátási tényezőtől (8.4. pont), a külső falkerületek hosszától, valamint a hőmérséklet különbségtől függ.

$$Q = \Psi * l * \Delta T \text{ [W]} \qquad \text{(8.8.3. képlet)}$$

Ahol: Q: a hőmennyiség [W], U: hőátbocsátási tényező [$\frac{W}{m^2K}$], U_R: a korrigált hőátbocsátási tényező [$\frac{W}{m^2K}$], A: hőátbocsátó felület nagysága [m^2], l: külső falkerület hossza [m], ΔT: a hőmérséklet különbség az adott pontok között [°C].

8.9. A belső transzmissziós energiaáramok

Belső transzmissziós energiaárammal abban az esetben szükséges számolni, amennyiben a szomszédos helyiségek hőmérsékletkülönbsége 4 K vagy ettől nagyobb. Mivel a tartós tartózkodási zónák hőmérsékletét 20°C-ra választottam meg, így minden esetben számoltam belső transzmissziós energiaáramokkal a fürdőkből az egyéb helyiségekbe. A

helyiségek belső transzmissziós nyereségeinek és veszteségeinek számítását a 8.8.1 táblázata tartalmazza. A táblázatban használt hőáram irány oszlop értelmezése „A helyiségből/ Be helyiségbe”. A hőáram nagyságának meghatározására a 8.8.1.-es képletet alkalmaztam.

8.9.1. táblázat: Belső hőnyereségek és veszteségek.

Hőáram iránya	U [$\frac{W}{m^2K}$]	A [m^2]	T belső [^oC]	T túloldal [^oC]	Q[W]
17 Ház th/ 18 Dolgozó	1,69	8,55	24	20	58
17 Ház th/ 15 Kamra	1,69	8,98	24	18	91
17 Ház th/ 16 Közlekedő	1,69	6,41	24	20	43
14 Fürdő/ 15 Kamra	1,69	8,98	24	18	91
14 Fürdő/ 13 Gardrób	1,69	5,42	24	20	37
14 Fürdő/ 11 Közlekedő	1,69	3,56	24	20	24
14 Fürdő/ 03 Étkező	1,69	7,13	24	20	48
08 Fürdő/ 09 Szoba	1,69	8,55	24	20	58
08 Fürdő/ 07 Szoba	1,69	8,55	24	20	58
08 Fürdő/ 05 Szoba	1,69	6,84	24	20	46

8.10. A filtrációból fakadó hőszükséglet

Az épületek esetén nem csak a transzmisszióból fakadó hőátadás miatti van hőigény, hanem a légcsere/filtráció is plusz hőigényt jelent. A lakóépületek filtrációjánál 7/2006-os TNM rendelet szerint n = 0,5 $\frac{1}{h}$ légcserével kell számolni. Ennek oka, hogy amennyiben az épületben nincs gépi szellőztetés és az épület tökéletes légzárású, azaz nem következik be nemkívánt légcsere, az épületben tartózkodónak szüksége van oxigénre, így ha nem is gépi, de egy természetes légcsere (szellőztetés) be fog következni. A légcsereszám értéke azonban az épület légtömörségétől függően növelhető vagy éppen csökkenthető. Én az épületet egy közepes légzárású, egy szintes, szélnek kitett épületként vettem fel. Ebben az esetben a légcsereszám növekmény, mely a tömítetlenségből adódik n_T = 0,2 [$\frac{1}{h}$] tehát összesen 0,7 $\frac{1}{h}$ órás légcserét vettem figyelembe. A légcsere miatt bekövetkező filtrációs hőszükségletet a 8.10.1. képlettel számoltam. A helyiségek térfogata az M.8.0.1. táblázatban található.

$$Q_{fil} = \frac{n}{3600} * \rho * V * c * (t_i - t_e) \text{ [W]} \qquad \text{(8.10.1. képlet)}$$

Ahol n: a légcsereszám [$\frac{1}{h}$], ρ: a levegő sűrűsége [$\frac{kg}{m^3}$], c: levegő fajhője [$\frac{J}{kg*K}$], t_i: belső levegő hőmérséklete [^oC], t_e: belső levegő hőmérséklete [^oC]. A levegő sűrűsége és fajhője a hőmérséklet függvényében változik, a számításaim során a levegő fajhőjét 1009 $\frac{J}{kg*K}$, a levegő sűrűségét 1,284 $\frac{kg}{m^3}$ értékkel vettem figyelembe (ezek az értékek a levegő 2°C-on mért fajhője és sűrűsége). A helyiségek filtrációból fakadó hőigényét számítását a melléklet M.8.2.1. táblázata tartalmazza.

8.11. A helyiségek hőigényének meghatározása

A fentebb a 8.8., a 8.9. és a 8.10. pontokban megemlített számításokat, és az azokban megemlített táblázatokat egy közös számításként kezelve meghatározom a helyiségenkénti hőigényt 8.11.1. táblázatban.

8.11.1. táblázat: A helyiségek hőigénye

Helyiség	Transzmisszós veszteség [W]	Belső transzmissziós nyereségek/veszteségek [W]	Filtrációs veszteség [W]	Q [W]
18 Dolgozó/ vendégszoba	507	-58	295	744
17 Házt.h.	210	192	220	622
15 Kamra	105	-182	108	32
14 Fürdő	196	199	202	598
13 Gardrób	173	-37	121	257
12 Hálószóba	371		285	656
10 Nappali	949		682	1631
04 Konyha	262		329	591
09 Szoba	439	-58	285	666
08 Fürdő	199	161	195	556
07 Szoba	435	-58	262	639
06 Szoba	285		291	577
01 Előtér	296		189	486
02 WC	75		40	115
19 Tároló	399		116	515
16 Közlekedő	45	-43	125	127
03 Étkező	91	-48	536	579
05 Közlekedő	22	-46	121	96
11 Közlekedő	11	-24	62	49
$\sum$	5071	0	4466	9537

8.12. Fűtési rendszer kiválasztása

Az általam tervezett családi ház fűtése felületfűtés, kiegészítve radiátoros fűtéssel, amit az indokol, hogy a felületfűtések vertikális és horizontális hőeloszlása a legegyenletesebb emiatt komfort szempontból a legelőnyösebb, valamint a nagy hőleadófelület miatt elegendő az alacsony előremenő hőmérséklet, ami kedvezően hat mind a hőszivattyúra, mind pedig a kondenzációs gázkazán hatásfokára. Bizonyos helyeken, radiátoros kiegészítőfűtés került betervezésre, ennek magyarázata a 8.13. pontban. A kiválasztott hőtermelők adatai az M.8.12.1. és M.8.12.2. adatlapokon láthatóak.

8.13. Radiátorok kiválasztása

A radiátorok a rendszerben főképp kiegészítőfűtést végeznek. Olyan helyekre terveztem be őket, ahol nagy a bútorozottság, így a padlófűtés jelentős részben bútor alá kerülhetne, mely esetben, ha nincs légrés a padló és bútor között akkor csak egy zárt légréteg fűtése történik, vizes helyiségekbe, ahol nedves törülközők elhelyezése történhet és a méretezési hőmérséklet is magasabb, mint egyéb helyiségek esetén, illetve a tároló helyiségbe, ahol nem fontos a komfort. A radiátoros fűtőtestek teljesítménye valamely gyártó által megadott előremenő/visszatérő/belső hőmérsékletként van feltüntetve. A Silver termékek honlapján ez az érték 90/70/20°C, míg a Vogel&Noot katalógusában megtalálható értékek például a 75/65/20°C, 70/55/20°C egészen a mai kor igényeihez közelebb álló 45/40/20°C hőfoklépcsőt is, hiszen az első három előremenő hőmérséklet manapság nem jellemző, mivel a az újonnan épített vagy felújított épületekben a legtöbbször nincs szükség sem 90, sem 75°C, sem pedig 70°C előremenő fűtőközegre, valamint a hatásfok tekintetében a hőszivattyúk jobb hatásfokkal működnek alacsony hőmérsékleten, a kondenzációs kazánok esetében ilyen magas visszatérő hőmérséklet esetén a kondenzáció elmarad, mely csökkenti a kazán hatásfokát. Annak érdekében, hogy ne kelljen külön a radiátorok miatt egy keverőkört kialakítani a padlófűtések esetén, így mind az a radiátorokon, mind pedig a padlófűtésen keresztül ugyan az a hőmérsékletű közeg fog áramolni.

Radiátorok kiválasztásánál először egy közelítő értéket határoztam meg a Vogel&Noot honlapján található kalkulátorral, mellyel lehető legalacsonyabbra állítottam az előremenő hőmérsékleteteket és megnéztem, hogy mely radiátorok azok, amelyek a szükséges hőleadáson kívül képesek többlet hőt leadni. Erre azért volt szükség mert a Vogel&Noot honlapján található kalkulátor legalacsonyabb előremenő/visszatérő hőmérséklet 40/35 én azonban a padlófűtés miatt 38/33 rendszerrel dolgozom, emiatt a kiválasztott radiátor

hőteljesítményét át kellett számolnom. A hőteljesítmény megállapításához a gyártó két módszert tüntet fel a katalógusaiban. Az egyik esetben a szükséges hőteljesítményt egy a táblázatból kikeresett átszámítási tényezővel (f) kell megszorozni, ez azonban csak bizonyos értékekre került feltüntetésre, így nem minden hőfölépcsővel használható, valamint használhatóak a már (7.1. pontban) említett egyenletek. Én az átszámításaimhoz az utóbbiakat alkalmaztam.

A közepes hőmérséklet különbség meghatározásához szükséges 7.1.3. és 7.1.4. képleteket felváltva használtam. A gyártó által megadott hőfoklépcső esetén a számtani közepes hőmérsékletkülönbséggel, míg az általam választott hőmérséklet esetén logaritmikus középhőmérséklet különbséggel használtam. Előbbi esetben a $\frac{t_v - t_i}{t_e - ti}$ hányados > 0,7, míg utóbbiak esetén <0,7.

Végül a valós hőteljesítmény meghatározásához szükség van az 'n' hatványkitevőre, melyet a gyártó határoz meg az adott termékre. A számításhoz használt adatokat a 8.13.1. tábla tartalmazza, a hőleadók pedig adatlapját pedig a melléklet M.8.13.1. valamint M.8.13.2. ábráin találhatóak.

8.13.1. táblázat: A kiválasztott radiátorok hőleadása

Név	Szabvány szerinti Telj. 75/65/20 Q_s [W]	Előremenő hőmérséklet [°C]	Visszatérő hőmérséklet [°C]	Belső hőmérséklet hőmérséklet [°C]	Exp. kitevő [-]	Valós szerinti Telj. Q [W]
Vonova 33KV 600x600	1472	38	33	20	1,333	305
Vonova 33KV 720x900	2319	38	33	18	1,354	555
Flores 750x1800	1121	38	33	24	1,2449	176

8.14. Padlófűtési körök kiosztása

Padlófűtési rendszerhez Uponor Classic Ø17x2 és Ø20x2 rendszerét választottam attól függően, hogy melyik rendszer milyen osztása áll legközelebb a fajlagos hőleadási igényekhez. A padlófűtés előremenő hőmérsékletét 38°C, a visszatérő hőmérsékletét 33°C fokban határozom meg. Ezt követően kiszámoltam az áramló közeg középhőmérsékletének (35,5 °C) és a helyiség tervezett hőmérséklete közötti különbséget, amelyet felvetítettem az

padlófűtési diagrammokra. A padlófűtési diagram megállapításánál a gyártó által figyelembe vett egy rétegvastagság d = 45 mm és annak hővezetési tényezője λ =1,2 $\frac{W}{mK}$, ennek a rétegrendnek a hővezetési ellenállása R_{gy} = 0,038 $\frac{m^2K}{W}$. Amennyiben az adott rétegrend megváltozik és növekszik a hővezetési ellenállás, hőátadása megváltozik, így ezt korrigálni kell. Az építész alaprajz szerint 6 cm beton és 2 cm ragasztó és csempe fog elkészítésre kerülni. A csővezeték felett elhelyezkedő réteg midösszesen 4 cm és 2 cm ragasztó és csempe. Ennek rétegrendnek az ellenállása R = 0,052 $\frac{m^2K}{W}$. Ezt a két hővezetési ellenállást kivonva egymásból R_e = 0,014$\frac{m^2K}{W}$ értéket kapok. A gyártó által biztosított diagrammon a hővezetési ellenállási érték 0,01 századdal növekednek vízszintes osztásonként. Az R_e értéket a könnyebb leolvashatóság és biztonság javára történő tévedés miatt 0,02 $\frac{m^2K}{W}$ értéknek vettem fel. Az eltérés a hővezetési ellenállások között jelentősnek tekinthető százalékos arányban ($\frac{0,02}{0,014}$*100 % = 42 %), azonban ez a hőleadás szempontjából a diagram szerint körülbelül ez csupán 2-3 $\frac{W}{m^2}$ különbséget jelent. Ezt követően a 0,02 $\frac{m^2K}{W}$ ellenállási értékből elindulva egy vízszintes segédvonalat húztam. Ahol a hővezetési ellenállásból kihúzott vízszintes segédvonal metszette a padlófűtési körök osztását ott egy függőleges segédvonalakat vetítettem fel, míg azok nem metszették a fűtőközeg közepes hőmérsékletének és a belső hőmérséklet különbségének egyenesét. A metszéspontokból pedig baloldalra egy utolsó segédegyenessel meghatároztam a fajlagos hőleadást adott osztású, adott előremenő és visszatérő közeg, valamint belsőhőmérséklet esetén. Ezt a folyamatot elvégeztem eltérő osztások, valamint eltérő hőmérsékletek esetén (M.8.14.1. és M.8.14.2. nomogram), majd a leolvasott adatokat táblázatba foglaltam. Ezek a 8.14.1. valamint a 8.14.2. táblázatok. A zöld segédegyenes 38/33/20°C míg a kék segédegyenes 38/33/24°C-hoz van használva. 24°C belső hőmérséklet esetén a leolvasást csak a legsűrűbb osztásoknál végeztem el, mivel a fürdőknél magasabb hőmérsékleti igény van, mint a többi helyiségben, továbbá csekély a hőleadó felület. A 8.14.1. és a 8.14.2. táblázatban jól látszik, hogy a hőleadást jelentős mértékben befolyásolja keringetett fűtőközeg és a belső hőmérsékletkülönbség, ugyanis míg egy Uponor Classic Ø20x2 mm csővezeték 100-as osztással képes akár 90 $\frac{W}{m^2}$ teljesítményre abban az esetben, amennyiben a belső hőmérséklet csupán 20°C, míg ugyan ezen osztással ám 24°C belsőhőmérséklet esetén csupán 62 $\frac{W}{m^2}$ képes leadni.

8.14.1. táblázat: Uponor 17 Classic padlófűtés táblázat

Osztás	Fajlagos hőleadás (t_i=20°C) [$\frac{W}{m^2}$]	Fajlagos hőleadás (t_i= 24°C) [$\frac{W}{m^2}$]
100	88	60
150	78	-
200	68	-
300	52	-
400	40	-

8.14.2. táblázat: Uponor 20 Classic padlófűtés táblázat

Osztás	Fajlagos hőleadás (t_i=20°C) [$\frac{W}{m^2}$]	Fajlagos hőleadás (t_i= 24°C) [$\frac{W}{m^2}$]
100	90	62
150	80	-
200	72	-
300	58	-
400	46	-

A radiátorok elhelyezése után a padlófűtési körökön bevivendő hőigényeket, hőleadásokat a M.8.14.1. és az M.8.14.2. táblázat tartalmazza. A táblázat elkészítésekor figyelembe vettem az adott helyiség hőigényét, az elhelyezett radiátorral már bevitt hőmennyiséget, a bútorozottságot és a padlófűtéssel ellátható felületet. Egy terület bútorozottsága esetén, amennyiben a bútor és a padló között nincsen légrés a hőátadás jelentősen romlik. Az a felületet nagyság melyet bútorozottnak ítéltem meg, egy növekményként szerepeltettem a táblázatban. Ezzel a növekménnyel növelve az eredeti fajlagos hőigényt egy új fajlagos hőigényt számítok ki, ami abban az esetben, ha a padló és a bútor között légrés lesz, egy túlméretezést fog jelenteni viszont amennyiben a levegő nem tud mozogni ezen a részen, abban az esetben nem lesz alul méretezve a helyiség. Ezután kiválasztottam a legközelebb eső fajlagosan fajlagos hőleadás értékét és ezt választottam ki a padlófűtés osztásának. A 8.14.3. táblázatból látható (mely részlete az M.8.14.2. táblázatnak), hogy bizonyos helyiségeknek csekély extra hőbevitelre lenne szükségük, azaz bizonyos helyiségek alul lettek méretezve. Ez a fürdőszobákat, valamint a nappalit és az előteret érinti. Fürdőszobák esetén a törülközőszárító radiátorok számára előírtam egy 600 W-os elektromos fűtőpatront, mely akár önmagában képes volna kifűteni az adott helyiséget. A nappali és az előtér esetén pedig a hőigény nagyobb, mint a padlófűtési körök által történő hőleadás azaz a helyiségek alul vannak méretezve, ez azonban csak ebben az esetben van így, ha csakis a padlófűtéssel ellátott felületeket vizsgáljuk a bekötőszakaszok nélkül, melyek viszont mind az alulméretezett helyiségeken haladnak keresztül, így azokban fűtik a teret. Mindemellett

az alul méretezés csak és kizárólag méretezési állapotban van jelen bizonyos helyiségekben ≈ 100 [W] nagyságrendben, mely egy emberi hőleadásnak felel meg. Továbbá a rendszer alapvetően alacsony hőmérsékleten lett számolva, így amennyiben szükséges a hőterelő képes növelni a leadott hőteljesítményt.

8.14.3. táblázat: Padlófűtési körök hőleadása, valamint a valós hőigény különbsége.

Padlófű-tési kör neve	Hőigény [W]	Hőleadó felület [m2]	Fajlagos hőszükséglet q [W/m2]	Korrigált fajlagos hőszükséglet [W]	valós fajlagos hőleadás q [$\frac{W}{m^2}$]	Hőleadás [W]	Diffe-rencia [W]
PI/03	579	10,10	57	57	80	808	229
PI/10/A Nappali	815	8,30	98	98	90	747	-68
PI/10/B Nappali	815	8,00	102	102	90	720	-95
PI/14 Fürdő	598	4,55	93	93	62	282	-140
PII/01-02 Előtér	486	6,85	87	105	90	617	-101

8.15. A rendszer hidraulikai beszabályozása

A hőigények meghatározása után kiszámoltam a körönként szükséges tömegáramot. A tömegáram meghatározásához az adott körön (bekötővezeték nélkül) leadott hőmennyiséget vettem figyelembe. Gyártói diagram használatával a tömegáramok felhasználásával az adott méretű cső esetén meghatározható mind az áramló közeg sebessége, mind pedig a fajlagos nyomásesés. Első lépésben a meghatározott tömegáramot [kg/h] mértékegységben. A tömegáram meghatározására 8.15.1. képletet használtam.

$$m = \frac{Q}{c*\Delta t} * 3600 \ [\frac{kg}{h}] \qquad \text{(8.15.1. képlet)}$$

ahol: m: tömegáram [$\frac{kg}{h}$], Q: leadott hő, c: fajhő [$\frac{J}{kgK}$], Δt: hőmérséklet különbség [K].

Ezután gyártó által biztosított nomogram (M.8.15.1. és M.8.15.2.) függőleges tengelyére majd egy vízszintes segédegyenest húztam, addig a pontig amíg az egyenes el nem metszette a gyártó által megadott csőméret vonalat. Ezután a metszéspontot egy függőleges segédegyenessel levetítettem a vízszintes tengelyre. A vízszintes tengelyről pedig leolvastam a fajlagos nyomásesést. A körönkénti nyomásesést a M.8.15.1. és a M.8.15.2. táblázat tartalmazza. A körönkénti nyomásesés meghatározására azért van szükség, hogy a rendszer hidraulikailag beszabályozott legyen, azaz a kívánt térfogatáram haladjon

keresztül az adott hőleadón, illetve azért, hogy a hőleadóba beépített vagy a rendszerhez választott szivattyú képes legyen a fűtőközeget keringetni az adott térfogatárammal legyőzve a rendszerben keletkező áramlási ellenállást.

A lapradiátorok és a törülközőszárító radiátorok esetén nem találtam gyártói nomogrammot, mely segítségével a térfogatáramtól függően meg lehetett volna határozni a radiátoron eső nyomást, de valószínűsíthetően a radiátorokon eső nyomás kisebb lesz, mint a legnagyobb nyomásesés a padlófűtési körökön. A szivattyúnak a hidraulikailag függetlenített pontig kell elszállítani a vizet, azaz, körülbelül 10 méter vezetéken, 7 golyóscsapon, 1 visszacsapó szelepen és egy darab iszapleválasztón eső nyomást kell legyőznie. Mivel nem találtam nomogrammot kellően nagy vezetékhez, így a WinWatt programból választottam egy 35x1,5 Geberit Mapress csővezetéket, melynél a megállapított 1,6$\frac{m^3}{\mathrm{h}}$ térfogatáramon kisebb lesz a nyomásesés mint 150 $\frac{\mathrm{Pa}}{\mathrm{m}}$. A rendszerben a történő nyomáseséseket a 8.15.1. táblázat tartalmazza

8.15.1. táblázat: legnagyobb nyomásesést tartalmazó kör

Megnevezés	Mennyiség [m] vagy [db]	Nyomásesés [Pa] vagy [$\frac{\mathrm{Pa}}{\mathrm{m}}$] vagy[$\frac{\mathrm{Pa}}{\mathrm{db}}$]	Összeg [Pa]
Padlófűtés	87	91	8557
Golyóscsap	7	200	1400
Visszacsapó szelep	1	200	200
Iszapleválasztó	1	1000	700
Bekötővezeték	10	150	1500
		$\sum$	12357

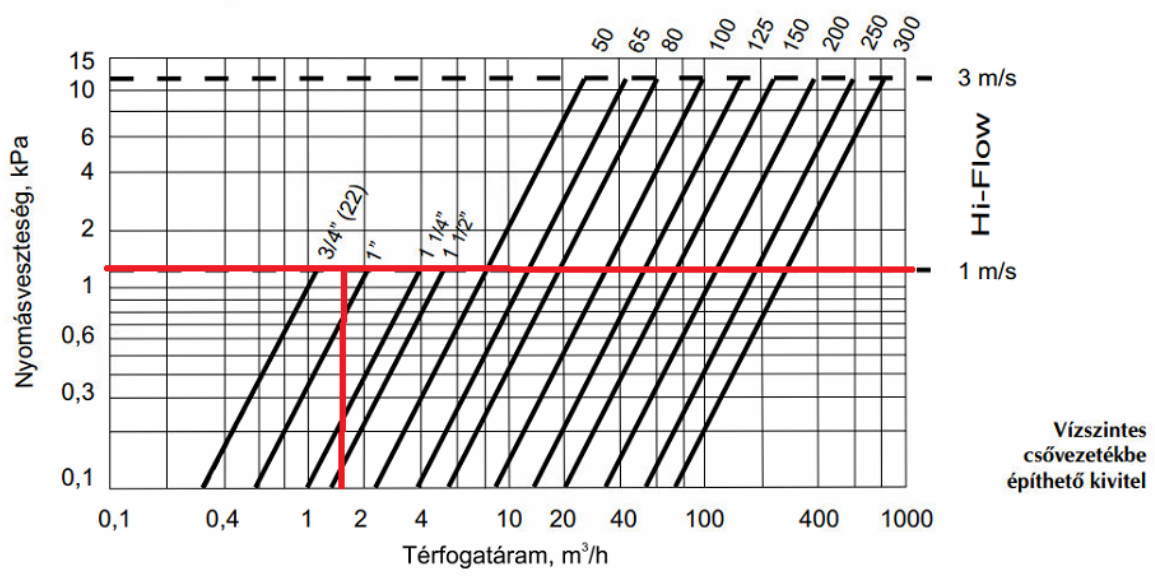
8.16. Mikrobuborék leválasztó, Iszapleválasztó, Hidraulikus váltó

Ezen készülékek kiválasztása a rendszerben történő térfogatáram alapján történik. A gyártók a kiválasztásukhoz, nomogrammokat vagy pedig határértékeket biztosítanak melyekkel az ideális készülék kiválasztható.

Mikrobuborék leválasztónak egy Spirovent AA 1”, iszapleválasztónak pedig egy AE 1” típusú leválasztót választottam. Gyártói leírás szerint a mikrobuborék és az iszap leválasztó is azon esetekben működik a legnagyobb hatékonysággal amennyiben a rajta áthaladó fűtőközeg áramlási sebessége < 1 m/s, ennek megállapítására pedig a gyártó nomogrammot

biztosít mint a mikrobuborék leválasztó, mind pedig az iszapleválasztó esetén (lásd 8.16.1. nomogram).

Esetemben a tervezési állapotban bekövetkező tömegáram ≈ 1550 $\frac{kg}{h}$, mely átváltva ≈ 1560 $\frac{m^3}{h}$-nak felel meg. Mind a két leválasztó ezen paramétereknek megfelelően lett kiválasztva.



8.16.1 nomogram: Spirovent mikrobuborék leválasztó nomogram (Spirovent katalógus)

Hidraulikus váltó esetén a gyártó egy meghatározott térfogatáramig ajánl egyes termékeket, emiatt én egy Sinus 80/50-es hidraulikus váltót választottam ki, melyen a megengedett maximális térfogatáram 4 $\frac{m^3}{h}$, amely bőven megfelel az általam számolt értéknek. (A katalógus részletek a melléklet M.8.16.1. és az M.8.16.2. pontjaiban láthatóak)

8.17. Hőtermelő

A kiválasztott hőtermelők az épület hőigényeihez megfelelően egy Hoval Top Gas classic 12kW-os kondenzációs gázkazán, valamint egy Mitsubishi PUHZ-SHW112YAA Zubadan típusú levegő-víz hőszivattyú. A kondenzációs gázkazán éves hatásfokát 93%-nak vettem a hőszivattyú hatásfokát pedig a 4.31-es SCOP-ből számítottam. A hőtermelők kiválasztása a hőigényhez történt, a kiválasztásuk oka pedig a szakdolgozatom 1. pontjában részletezésre került.

8.18. Tágulási tartály

Tágulási tartály kiválasztásához szükséges ismerni a rendszerben lévő fűtőközeg térfogatát. A rendszer térfogata meghatározható, a rendszerben elhelyezett csővezetékek hosszából és azok belsőátmérőjéből (lásd 8.18.1. képlet), illetve a legtöbb készülék esetén a gyártó feltünteti a berendezés víztérfogatát. Ezek összességéből, valamint a fűtőközeg hőmérséklet változásának okán bekövetkezett térfogat változásból meghatározható a szükséges tágulásitartály mérete.

$$V_{víz} = \frac{(d-2s)^2\pi}{4}\, l * 1000 \text{ [l]} \qquad \text{(8.18.1. képlet)}$$

Ahol: d: a csővezeték külső átmérője [m], s: a csővezeték falvastagsága [m], l: csővezeték hossza [m].

8.18.1 táblázat: A rendszer elemeinek víztérfogata

Megnevezés	Csőhossz [m] vagy [db]	Térfogat [l]
Upponor classic 17x2,0	335	44
Upponor classic 20x2,3	787	147
Rehau Rautitan 40x5,5	10	7
VONOVA 33KV 600x600	1	4,32
VONOVA 33KV 720x900	1	11,23
Flores törülköző szárító rad.	3	32,1
Spirovent leválasztó	1	0,21
Spirovent mikrobubér leválasztó	2	0,42
Sinus 80/50 hidraulikus váltó	1	2
Hőszivattyú puffer tartály	1	100
Össz. térfogat		348

A 8.18.1. táblázatból lázható, hogy 232 liter víz lesz a rendszerben. A rendszer feltöltésénél használt víz hőmérsékletét 10°C-nak, valamint a maximális vízhőmérséklet HMV készítéshez 50°C lesz. Ezen kiinduló adatokból határozom meg a tágulási tartály térfogatát. Amennyiben a rendszerbe beérkező víz 10°C hőmérsékletű, a HMV-nél használt melegvíz hőmérséklet pedig 50°C, úgy a kettő közötti különbség 40°C lesz a hőmérsékletváltozás, melyhez tartozó térfogat változás 0,8%. A víztérfogat tágulásával járó növekedés a 8.18.2. képlet segítségével határozható meg.

$$V_{tág} = V*\Delta V \qquad \text{(8.18.2. képlet)}$$

Ahol $V_{tág}$: víztérfogat tágulás növekménye [l], V: rendszer térfogat [l]; ΔV: víztágulás értéke [-],

Mely az én esetemben:

$$V_{tág} = \frac{348 * 0{,}8}{100} = 2{,}79\ l$$

A fűtési rendszerekbe szoktak továbbá pár százalék tartalék víztérfogatot tervezni, annak érdekében, hogy amennyiben a rendszerből a benne található közeg szivárogna, a rendszert ne kelljen mindig újra tölteni és légteleníteni. A rendszerben lévő víztartalékot én 1%-ra tervezem, melynek meghatározására a 8.18.3. képlet szerint történik.

$$V_{tart}=V * t \qquad \text{(8.18.3. képlet)}$$

V_{tart}: Tartalék víztérfogat [l], V: rendszer térfogat [l], t: tartalék víztérfogat [-]

mely az én esetemben

$$V_{tart}=348 * 0{,}01= 3{,}48\ \text{l (minimum 3 [l])}$$

$$V_{tart}= 3{,}48\ \text{l}$$

A rendszerben lévő statikus nyomás a vízoszlop magasságától függ. Az épület egy egyszintes családi ház és a hőleadók elhelyezésének magassága sem éri el a 2 métert, ám én 3 méterrel számolok a biztonság miatt, mely 0,3 bar nyomást jelent. A kezdeti nyomást általában 0,3 barral meg szokták növelni, mivel nem lehet egy tizedes pontossággal beállítani a rendszer nyomást. A P_0 kezdeti nyomás a 8.18.4. képlet segítségével számítható.

$$P_0 = P_{st} + 0{,}3\ \text{[bar]} \qquad \text{(8.18.4. képlet)}$$

mely az én esetemben:

$$P_0 = 0{,}3 + 0{,}3 = 0{,}6\ \text{bar}$$

Ezután kiszámítom a vízoldalt beállítandó nyomás értékét melynek értéke az előfeszítési nyomás +0,3 [bar] (8.18.5. képlet).

$$P_a = P_0 + 0{,}3\ \text{[bar]} \qquad \text{(8.18.5. képlet)}$$

mely az én esetemben:

$$P_a = 0{,}6 + 0{,}3 = 0{,}9\ \text{bar}$$

Ahol: P_a: számított nyomás [bar],P_{st}: statikus nyomás [bar], P_0: vízoldalt beállítandó nyomás [bar]. A szükséges tartálytérfogat meghatározásához szükségem van egy szorzótényezőre melyet a 8.18.6. képlet tartalmaz. A képletben a lefúvási nyomás található abszolútértékben, valamint a rendszerben megengedett nyomásváltozás. A fűtési rendszereknél megengedett maximális nyomás 3 bar, ezért lefúvási nyomást 0,5 barral alacsonyabbra, tehát 2,5 bar-ra választom.

$$D_f = \frac{P_l+1}{P_l-P_0} \qquad \text{(8.18.6. képlet)}$$

Ahol: D_f: szorzó tényező [-], P_l: lefúvási nyomás [bar], P_0: vízoldalt beállítandó nyomás [bar]

mely az én esetemben:

$$D_f = \frac{2{,}5+1}{2{,}5-0{,}6} = 1{,}84$$

A szükséges tartálytérfogat pedig a 8.18.2. valamint a 8.18.3. képletekkel kiszámított térfogatok összege, szorozva a 8.18.6. képlet eredményével mely képlettel (8.18.7.) kifejezeve:

$$V_{sz} = (V_{tág} + V_{tart})\, D_f \qquad \text{(8.18.6. képlet)}$$

mely az én esetemben:

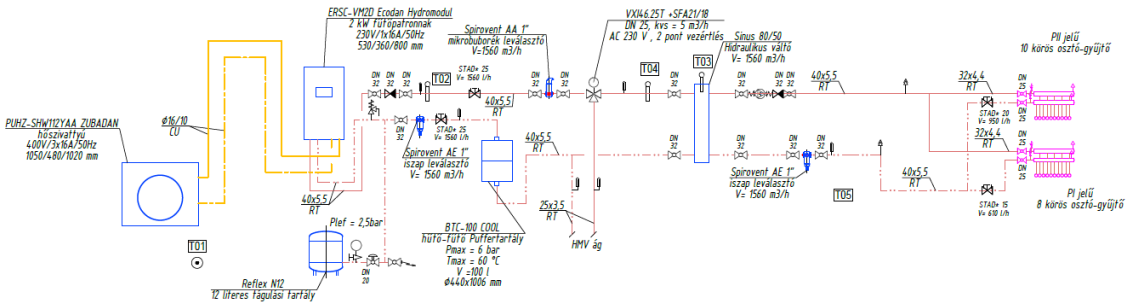
$$V_{sz} = (2{,}79 + 3{,}48) * 1{,}84 = 11{,}53 \text{ l}$$

Tehát egy 12 literes tágulási tartály szükséges a rendszerbe. Én egy Reflex N12 típusú 12 literes tágulási tartályt választottam (M.8.18.1. adatlap), mely a számításaim alapján elegendő a rendszerbe.

8.19. Szivattyú

Szivattyúknak egy Grundfos ALPHA3 25-60 130 választottam, amely képes 1,6 $\frac{m^3}{h}$, a jelleggörbéje alapján 1,705 $\frac{m^3}{h}$ térfogatáramot biztosítani, továbbá rendelkezik 22 kPa emelőmagassággal, amely elegendő a szerszerben levő nyomásesés legyőzésére a méretezési állapotban, és méretezési állapotban is a szivattyú kihasználtsága 50% körül lesz, mely kedvező a szivattyú élettartama szempontjából.

8.20. Kapcsolási rajz és működése



8.20.1 ábra: A gépészeti rendszer kapcsolási rajza hőszivattyúval

A hőtermelést a 8.20.1 ábra bal oldalán található hőtermelő készíti, mely egy esetben elektromos áram felhasználásával a másik esetben gáz elégetésével elégíti ki a gépészeti rendszert, továbbá az épület hőszükségletét. Az első esetben egy Mitsubishi PUHZ-SHW112YAA Zubadan típusú levegő-víz hőszivattyú, az utóbbi esetben pedig egy Hoval Hoval Top Gas classic 12kW típusú kondenzációs gázkazán. A gépészeti berendezések hasonlóak, ám kondenzációs kazán esetén nem lesz külön kültéri és beltéri egység, továbbá nem lesz szükség egy a visszatérő ágba épített puffertárolóra. A T01-T04 jelű hőmérséklet érzékelők a környezeti, valamint a rendszerben áramló közeg hőmérsékletét figyelik és adnak utasítást a hőtermelőnek. A rendszer előremenő ágába betervezésre került egy Spirovent AA 1" típusú mikrobuborék leválasztó, a gyártó előírásoknak megfelelően (magasabb hőmérsékletű ágba kerüljön), annak érdekében, hogy a rendszerben lévő és esetleg keletkező apró légbuborékok a közegből leválasztásra és eltávolításra kerüljenek. A visszatérő ágba 2 darab Spirovent AE 1" típusú iszapleválasztó került kiválasztásra, hogy a rendszerben lévő és keletkező szennyeződések eltávolításra kerüljenek. A rendszerbe elegendő lenne egy darab iszapleválasztó elhelyezése, azonban a rendszer két pontján elhelyezett iszapleválasztó megakadályozza egyrészt a szennyeződés rendszerben való keringetését amennyiben a primer körből nem történik keverés a szekunder körhöz, másrészt a már előszűrt hőhordozó közeg áthaladva a hőtermelő előtt egy újabb iszapleválasztón nagyobb biztonságot jelent a hőtermelőre. A rajz közepén megtalálható a hidraulikai váltó, melynek szerepe, hogy a rendszer primer és szekunder ágát egymástól függetleníteni tudja, azaz eltérő térfogatáramok tudjanak kialakulni a rendszer amennyiben ez szükség így például a hőtermelőből kiérkező magasabb hőmérsékletű közeg nem fog beérkezni a viszonylag alacsonyabb hőmérsékletű padlófűtési és egyéb körökbe, hanem a két oldalt eltérő tömegáramok miatt egy keveredés alakul ki. A hőtermelő beépített szivattyúval rendelkezik, melynek feladata, hogy hőhordozó közeget a hidraulikus váltóig eljuttassa, a szekunder körben pedig egy általam kiválasztott Grundfos Alpha 3 25-60 130 típusú szivattyú fogja a közeget mozgatni. A rendszerben találhatóak légtelenítő szelepek, melyek feladata, hogy a rendszer feltöltésénél a rendszerben lévő levegő ezeket keresztül gyorsan tudjon távozni a rendszer feltöltése közben, továbbá statikus beszabályozó szelepek, melyek feladata, hogy a rendszert hidraulikusan be lehessen szabályozni. A rendszer közepén található egy Siemens VXI46.25T Típusú változószelep (2 pont vezérlés) SFA21/18 motorral (M.8.20.1. adatlap), mely egy sima váltókapcsolást fog elvégezni, mégpedig úgy, hogy a HMV készítés előnyt élvez. A rendszer bal oldalán található egy darab Reflex N12 típusú 12 literes tágulási tartály, melynek feladata a hőhordozó közeg

térfogatának növekedéséből adódó nyomás felvétele. A tágulási tartály közvetlenül a hőtermelő elő lett betervezve, annak érdekében, hogy a rendszerből ne lehessen kizárni (azonban szerelés esetére betervezésre került egy avatatlan elzárás elleni szelep) és a visszatérő ágba beépítésre került egy Reflex N12 típusú puffertartály hőszivattyú esetén, melynek a gép leolvasztásához tárol melegebb vizet. A HMV készítővel és az előtte lévő szerelvényekkel szakdolgozatomban nem foglalkozom.

9. Az épület energetikai jellemzői

Az építész által megtervezett épületnek kép lépcsőben kell megfelelnie, annak érdekében, hogy megfeleljen a hatályban jogszabályoknak és használatbavételi engedélyt kapjon. Első lépésben szerkezeti szinten kell megfelelnie az épületnek. A szerkezeti szinten történő tanúsítás esetén csupán az épület határolószerkezeteinek rétegrendjei kerülnek meghatározása, illetve az A/V viszonyszám. A határolószerkezetekre vonatkozó értékeket a 7/2006-os TNM rendelet 5. mellékletének 1. táblázata tartalmazza. Az ebben a táblázatba foglalt határértékek idővel módosítják. A 2006-ban kiadott TNM-ben lévő határolószerkezetekre vonatkozó táblázati értékek jelentősen enyhébbek voltak a mostaninál. Általánosságban elmondható, hogy a határoló szerkezetek megengedett hőátbocsátási tényező értéke 30%-al volt nagyobb, mint a jelenleg megengedett. Ezen részeket fontosnak tartottam kihangsúlyozni, mivel a 2014-ben történő jelentősnek tekinthetőek szigorítás (9.0.1. táblázat), az építtetők/beruházók költségeit növelte ám a mostani energetikai nehézségekre mégis kedvező hatása van a fogyasztókat tekintve. Egyrészt a felhasznált energia csökkentésével a fogyasztók költségei csökkennek, mely a jelenlegi energiaárak mellett már igen jelentősnek tekinthető (lásd 10.7.1-10.7.4. diagrammok), másrészt pedig az ország energiakitettsége csökkenthető azáltal, ha a komfortra fordított energia mennyiségének csökkentése történik.

9.0.1. táblázat: Határolószerkezetek U érték követelmények az adott évtől (Baumann: 2009, 7/2006 TNM) nyomán

Épülethatároló szerkezet	Hőátbocsátási tényező követelmény értéke (2006) $[\frac{W}{m^2K}]$	Hőátbocsátási tényező követelmény értéke (2014) $[\frac{W}{m^2K}]$
Külső fal	0,45	0,24
Lapostető	0,25	0,17
Padlásfödém	0,30	0,17
Alsó zárófödém árkád felett	0,25	0,17
Alsó zárófödém fűtetlen pince felett	0,50	0,26
Homlokzati üvegezett nyílászáró (fa vagy PVC keretszerkezettel)	1,60	1,15
Homlokzati üvegezett nyílászáró (fém keretszerkezettel)	2,00	1,4
Homlokzati üvegfal	1,50	1
Tetőfelülvilágító	2,50	1,7
Tetősík ablak	1,70	1,25
Homlokzati, vagy fűtött és fűtetlen terek közötti ajtó	1,80	1,45
Fűtött és fűtetlen terek közötti fal	0,50	0,26
Szomszédos fűtött épületek közötti fal	1,50	1,5
Talajjal érintkező fal 0 és -1 m között	0,45	0,3
Talajon fekvő padló a kerület mentén 1,5 m széles sávban	0,50	0,3

9.1. Épület megfelel-e a hatályos U értékeknek

A rétegrendek kiszámítását a 8.-8.5. pontok között részleteztem, a számításhoz használt adatok és részeredmények pedig a melléklet M.8.0.2. táblázatban találhatóak.

9.2. Fajlagos hőtároló tömeg meghatározása

Az építmények szerkezeti szempontból könnyű vagy nehéz szerkezetűnek tekinthető. A szerkezet képes magában hőt tárolni, hőt befogadni, ez pedig jelentősen függ a tömegétől. Mind a könnyű, mind pedig a nehézszerkezetű épületeknek megvan a maga előnye. Abban az esetben amennyiben az épület könnyűszerkezetű, felfűtése jóval gyorsabban

megtörténik, mint egy nehézszerkezetű épület esetén és csökken az energiafelhasználás, azonban a nehéz épületek abban az esetben, ha a fűtés valamilyen okból megszűnik/leáll a benne elraktározott hő egy részével fűti a belső teret így nem engedi azt olyan gyorsan kihűlni (vagy éppen nyáron felmelegedni) ezáltal csillapítja a hőmérsékleti ingadozások mértékét. A 7/2006-os rendelet két módszert enged a fajlagos hőtároló tömeg meghatározására. Az első módszer a részletes számítás, ahol vagy a belső felülettől mért első 10 cm-er réteg vagy a belső felület és a szerkezet középvonalának távolsága közötti réteg vagy pedig a belső felület és az első hőszigetelt réteg között található rétegek fajlagos hótároló tömegét kell vizsgálni attól függően, hogy melyik a legkisebb érték. A második módszer pedig az egyszerűsített módszer, mely szerint a fajlagos hőtároló tömeg megállapításánál elegendő a külső falak és a födémek rétegrendjét figyelembe venni. A hőtároló tömeg a 9.2.1. képlet segítségével számítható, a rétegrendre jellemző adatokat pedig a 9.2.1. táblázat tartalmazza:

$$M = \sum_j \sum_i \rho_{ij} d_{ij} A_j \; [kg] \qquad \text{(9.2.1. képlet)}$$

Ahol: M: hőtároló tömeg [kg]; ρ: anyag sűrűsége [kg/m^3], d: réteg vastagság [m]; A: Réteg felülete [m^2]. A számításoknál a részletes módszert fogom alkalmazni. Az épületet több szerkezetként vettem fel a hőigény meghatározásához, a határoló tömeg meghatározásához három rétegrendet fogok csupán meghatározni.

9.2.1. táblázat.: adott rétegrendre jellemző hőtároló tömeg a TNM alapján

Rétegrend megnevezése	Anyag neve	Anyag sűrűsége [kg/m^3]	Adott réteg mélysége d [cm]	Adott réteg felülete A [m^2]	Adott réteg tömege [kg]
F3 – Külső fal	Mészvakolat	1650	1,5	144	3561
	Porotherm 38 N+F	800	8,5	144	9782
R1- padló	Csempe	1800	1	172	3095
	Ragasztó	1800	1	172	3095
	Kavicsbeton	2200	6	172	22695
R3 – padlás-tér alatti födém	Vasbeton	2400	10	172	41263
				∑M =	83490

Az össztömeg meghatározása után pedig ezt fajlagos értékké teszem, tehát a 9.2.2. képletet használva:

$$m = \frac{M}{A} \left[\frac{kg}{m^2}\right] \qquad \text{(9.2.2. képlet)}$$

ahol: M: az épület hőtároló tömege [kg], A: az épület fűtött lapterülete [m^2]

Az én esetemben:

$$m = \frac{83490}{172} = 485\ \frac{kg}{m^2}$$

amely érték nagyobb, mint a 400 $\frac{kg}{m^2}$, tehát az épület nehézszerkezetűnek minősül.

9.3. Sugárzási nyereségek

Az épületekre a sugárzási nyereségek a fűtési időszakban pozitívan hatnak. Családi házak esetén a sugárzási nyereségek főként a nap sugárzása értetendő, mely a transzparens szerkezeteken átszűrődőve felmelegíti a benti teret, így csökkentve annak fűtési igényeit, azonban azt célszerű figyelembe venni, hogy 1 m^2 ablak a jelenlegi legalacsonyabb határérték szerint körülbelül 5 m^2 homlokzati falnak felel meg (nagyobb kiterjedésű ablakok esetén javul, kisebb ablakoknál romlik az arány az ablaküveg/keret arány csökkenése illetve növekedése miatt), továbbá az ablak hőátbocsátási tényezőjének csökkentéséhez, csökkenteni kell vagy az üvegezés vagy a keret vagy mindkettő hőátbocsátási tényezőjét, mely a legtöbb esetben az üvegezés „g" érték csökkenésével, azaz a bejutó hőenergia csökkenésével is jár együtt. A 7/2006-os TNM rendelet III. részének 3. pontjában bemutatott képlet figyelembe veszi, hogy az épület hőtároló tömeg szempontjából milyennek minősül, az üvegezés nagyságát, az üvegezés által átengedett hőenergiát, illetve a tájolástól függő sugárzásos nyereséget. A rendelet megengedi a számítás elhagyását vagy pedig az épület egészének északi tájolásként történő felvételét. Én a számításaimhoz a transzparens szerkezeteket északi tájolás szerint vettem fel, az ε érték a 9.2. pontban kiszámoltak alapján 0,75-nek (7/2006 TNM szerint), a g értéket 0,52-nek, a sugárzási energiahozamot 100 [$\frac{kWh}{m^2 a}$]-ra vettem a rendelet által biztosított lehetőségek miatt, a számtátás pedig a 9.3.1. képlet alapján történik és a részeredményeket a 9.3.1. táblázat tartalmazza.

$$Q_{sd} = \varepsilon \sum A_{ü} g Q_{TOT}\ [\frac{kWh}{a}] \qquad \text{(9.3.1. képlet)}$$

Ahol: Q_{sd}: direkt sugárzási nyereség a fűtési idényre vonatkoztatva [$\frac{kWh}{a}$], ε: fajsúlytól függő hasznosítási tényező, $A_{ü}$: övezett felület [m^2], g: üvegezés sugárzás átbocsájtó képessége [-], Q_{TOT}: hagyományos fűtési idényre vonatkozó sugárzási energiahozam [$\frac{kWh}{m^2 a}$]

9.3.1. táblázat: az épület sugárzásos energiahozama a különböző homlokzatokon

Ablakok tájolása	ε	Ablak + Keret [m^2]	$A_ü$ Üvegezés [m^2]	g érték	Q_{TOT} [$\frac{kWh}{m^2a}$]	ε $A_ü$ g Q_{TOT} [$\frac{kWh}{a}$]
Észak Kelet	0,75	3,2	2,6	0,52	100	101,1
Észak Nyugat	0,75	18,0	14,4	0,52	100	561,6
Dél Nyugat	0,75	3,2	2,6	0,52	100	101,1
Dél Kelet	0,75	8,5	6,8	0,52	100	264,0
					Q_{sd}	1027,7

Miután meghatároztam a direkt sugárzási nyereséget a fűtési idényre vonatkozólag, azután meghatároztam a sugárzási nyereséget az egyensúlyi hőmérséklet számításhoz a 9.3.2. képlet segítségével. Az eredményeket a 9.3.2. táblázat tartalmazza.

$$Q_{sd} = \varepsilon \sum A_ü I_b g \; [W] \qquad \text{(9.3.2. képlet)}$$

Ahol: Q_{sd}: direkt sugárzási nyereség az egyensúlyi hőmérséklet számításhoz [W], ε: fajsúlytól függő hasznosítási tényező [-], $A_ü$: övezett felület [m^2], I_b: napsugárzás intenzitása egyensúlyi hőmérséklet számításához [$\frac{W}{m^2}$], g: üvegezés sugárzás átbocsájtó képessége [-]

9.3.2. táblázat: direkt sugárzási nyereségek homlokzatonként

Abálakok tájolása	ε	Ablak + Keret [m^2]	Aü Üvegezés [m^2]	g érték	I_b [$\frac{W}{m^2}$],	ε $A_ü$ g Q_{TOT} [W],
Észak Kelet	0,75	3,2	2,6	0,52	27	27,3
Észak Nyugat	0,75	18,0	14,4	0,52	27	151,6
Dél Nyugat	0,75	3,2	2,6	0,52	27	27,3
Dél Kelet	0,75	8,5	6,8	0,52	27	71,3
					Q_{sd}	277,5

Végül pedig meghatározom a nyári sugárzásos hőterhelést a túlmelegedés kockázatának megállapításához. A sugárzásos hőterhelés a 9.3.3. képlettel történik, az eredményeket a 9.3.3. táblázat tartalmazza. A túlmelegedés kockázata pedig a 9.5. pontban lesz kifejtve.

$$Q_{sdnyár} = \sum A_ü I_b g_{nyár} \; [W] \qquad \text{(9.3.3. képlet)}$$

9.3.3. táblázat: nyári sugárzásos hőterhelés homlokzatonként

Abálakok tájolása	Ablak + Keret [m^2]	Aü Üvegezés [m^2]	$g_{nyár}$	$I_{nyár}$ [$\frac{W}{m^2}$],	ε $A_ü$ g Q_{TOT} [W],
Észak Kelet	3,2	2,6	0,52	85	114,6
Észak Nyugat	18,0	14,4	0,52	85	636,5
Dél Nyugat	3,2	2,6	0,52	150	202,2
Dél Kelet	8,5	6,8	0,52	150	527,9
				Q_{sd}	1481,1

Ahol: $Q_{sdnyár}$: direkt sugárzási nyereség az egyensúlyi hőmérséklet számításhoz [W], ε: fajsúlytól függő hasznosítási tényező [-], $A_ü$: övezett felület [m^2], $I_{nyár}$: a napsugárzás intenzitása a nyári túlmelegedés kockázatának számításához [$\frac{W}{m^2}$], $g_{nyár}$: az üvegezés és a „zárt" társított szerkezet együttesének összesített sugárzásátbocsátó képessége. [-]

9.4. A fajlagos hőveszteség számítás egyszerűsített módszerrel

A 7/2006 TNM rendelet fajlagos hőveszteségszámításnál két számítást engedélyez, egyszerűsített, valamint a részletes számítást. A részletes számítás, különbsége az egyszerűsítetthez képest, hogy az egyenlet figyelembe veszi az indirekt sugárzásból származó nyereségeket és az l Ψ szorzat helyett az MSZ EN ISO 13370 szabványban leírt módszereket kell alkalmazni. Én a számításaimban, az egyszerűsített számítást alkalmazom (9.4.1. képlet) , továbbá nem hanyagolom el a sugárzási nyereségeket, de az üvegezett felületek tájolását északinak veszem, melyre a rendelet lehetőséget biztosít. Az egyenlet figyelembe veszi a határolószerkezeteken kialakuló hőáramokat, valamint a sugárzási nyereségeket, melyekből egy egységnyi térfogatra vonatkoztatott fajlagos értéket képez.

$$q = \frac{1}{V}\left(\sum A\,U_R + \sum l\,\Psi - \frac{Q_{sd}}{72}\right)\left[\frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m}^3 K}\right] \qquad \text{(9.4.1. képlet)}$$

Ahol: q: fajlagos hőveszteség tényező [$\frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m}^3 K}$], V: fűtött térfogat [$m^3$] A: belső felület [$m^2$], U_R: korrigált hőátbocsátási tényező [$\frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m}^2 K}$], l: csatlakozó élet, kerületek hossza [m], Ψ: vonalmenti hőátbocsátási tényező hosszegységre vonatkoztatva [$\frac{\mathrm{W}}{m}$]

A számításnál felhasznált térfogat az M.8.0.1. táblázat alapján került meghatározásra, a ∑A U_R és ∑l Ψ M.9.4. táblázat tartalmazza, a Q_{sd} meghatározása a 9.3.2. táblázatban történt Az eredmény az én esetemben:

$$q = \frac{1}{500{,}9}\left(148{,}98 - \frac{1027{,}73}{72}\right) = 0{,}269\ \frac{\mathrm{W}}{m^3 K}$$

9.5. Az egyensúlyi belső hőmérséklet meghatározása

A TNM rendelet szerint csupán részletes számításhoz szükséges ennek kiszámítása. Ez a számítás elhagyható, és az ebből adódó, illetve következő értékek a későbbiekben egy előzetesen deklarált értékként használhatóak a további számításokban. Mivel a szakdolgozatom végén szeretnék egy pontosabb számítást elvégezni az energiafelhasználást és a költségeket illetően, így számomra szükséges ennek az értéknek

a megállapítása. Az egyensúlyi belső hőmérséklet megállapítására 9.5.1. képlet alkalmas, mely a 7/2006 TNM rendeletben található:

$$\Delta t_b = \frac{Q_{sd}+Q_{sid}+A_n q_n}{\sum AU_R+\sum l\Psi+0{,}35nV} + 2\ [K] \qquad \text{(9.5.1. képlet)}$$

Ahol: Q_{sd}: direkt sugárzási nyereség a fűtési idényre vonatkoztatva [W],, Q_{sid}: indirekt sugárzási nyereség [$\frac{kWh}{a}$], A_n: fűtött alapterület [m^2], q_n: belső hőnyereség átlagos értéke [$\frac{W}{m^2}$], A: belső felület [m^2] , U_R: korrigált hőátbocsátási tényező [$\frac{W}{m^2K}$], l: csatlakozó élet, kerületek hossza [m], Ψ: vonalmenti hőátbocsátási tényező hosszegységre vonatkoztatva [$\frac{W}{m}$], n: légcsereszám , V: fűtött térfogat [m^3]

Mely az én esetemben a következőképpen alakul:

$$\Delta t_b = \frac{277{,}49 + 171{,}93 * 5}{148{,}98 + 0{,}35 * 0{,}7 * 500{,}9} + 2 = 6{,}19\ K$$

Az egyensúlyi belső hőmérséklet meghatározása után a TNM rendelet 3. részében található I.1 táblázat felhasználásával mely, tartalmazza a belső hőmérséklet különbséget, a fűtési határhőmérsékletet, a fűtési idény hosszát, valamint a fűtési hőfokhíd értékét (20°C), meghatározom az adott épületre jellemző értékeket. Mivel az épület hőmérséklete nem homogén (a tér nagy részében a hőmérséklet 20°C, azonban a tárolóban ez az érték 18°C, míg a fürdőszobákban 24°C a tervezett hőmérséklet), ezért a fűtött terek átlaghőmérsékletének megállapítása szükséges. A rendelet szerint fűtött terek átlaghőmérséklete egy hányados mely számlálójában, a fűtött terek térfogatának és hőmérsékletének szorzat összege, míg nevezőjében a fűtött terek térfogata szerepel. Az átlag hőmérséklet kiszámítása a 9.5.2. képlet alapján történik:

$$\Delta t_{i,átl} = \frac{\sum_{j=1}^{n} t_{i,j} * V_j}{\sum_{j=1}^{n} V_j}\ [^oC] \qquad \text{(9.5.2. képlet)}$$

ahol:

Az általam használt részeredményeket az M.8.0.1. valamint M.9.5. táblázat tartalmazza, a belső átlaghőmérsékletet pedig az én esetemben:

$$\Delta t_{i,átl} = \frac{10215{,}51}{500{,}9} = 20{,}39\ ^oC$$

Az átlagos belső hőmérséklet meghatározása után meghatároztam a fűtési határhőmérséklete. A fűtési határhőmérséklet az a hőmérséklet melyen a nyereségek és a veszteségek éppen kiegyenlítik egymást az adott hőmérsékleten. A fűtési határhőmérséklet alatt a méretezési hőmérséklet eléréséhez és fenntartásához energiát kell bevinni a rendszerbe. A fűtési határhőmérséklet képlettel kifejezve (9.5.3. képlet) a belső átlagos

hőmérséklet 9.5.1. képlettel meghatározott eredmény, és az egyensúlyi belső hőmérséklet 9.5.2. képlettel meghatározott eredmény különbsége. Azaz:

$$t_{fh} = t_{i,átl} - \Delta t_b \text{ [°C]} \qquad \text{(9.5.3. képlet)}$$

ahol: t_{fh}: fűtési határhőmérséklet [°C], $t_{i,átl}$: fűtött terekben lévő átlagos belső hőmérséklet [°C], t_b: egyensúlyi belső hőmérséklet különbség [°C], ahová az én eredményeim behelyettesítve:

$$t_{fh} = 20{,}39 - 6{,}19 = 14{,}21 \text{ °C}$$

Δt_b [K] egyensúlyi hőmérséklet-különbség	t_{fh} [°C] fűtési határhőmérséklet, napi középhőmérséklet	Z_F [h/a] idény hossz, t_{fh}-nál alacsonyabb átlaghőmérsékletű órák száma	H_{20} [hK/a] hőfokhíd
8	12	4400	72000
7	13	4745	73317
6	14	5090	74880
5	15	5435	76404
4	16	5779	77632
3	17	6124	78669
2	18	6469	79360

9.5.1. ábra: 7/2006 3. részében található I.1 táblázat részlet (7/2006 TNM rendelet)

A fűtési határhőmérséklet meghatározása után a 9.5.1. ábrán található táblázatból lineáris interpolációval meghatároztam a fűtési idény hosszát, valamint a hőfokhíd értékék 20°C-ra melyeknek értékei az adott épületre: $Z_F = 5162 \frac{h}{a}$, és $H_{20} = 75199 \frac{hK}{a}$. Ezt követően bár kiszámoltam lineáris interpoláció segítségével a hőfokhíd értékét a 9.5.1. ábrán található táblázatban megjelenített értékek szerint 20 °C-ra, azonban az általam számított épület belső átlagos hőmérséklete, csekély mértékben meghaladja a 20 °C fokot emiatt a hőfökhíd értékét is átszámítom. A hőfokhíd átszámítását 9.5.4. képlet segítségével teszem meg:

$$H = H_{20/t_{fh}} - \left(20 - t_{i,átl}\right) * Z_f \left[\frac{hK}{a}\right] \qquad \text{(9.5.4. képlet)}$$

Ahol: $H_{20/t,fh}$: Fűtési hőfokhíd értéke (20°C), $t_{i,átl}$= átlagos belső hőmérséklet [°C], Z_f: Fűtési idény hossza [h], ami az én esetemben:

$$H = 75199 - (20 - 20{,}39) * 5162 = 77233{,}2 \frac{hK}{a}$$

9.6. A túlmelegedés kockázatának megállapítása

A 9.6.1. képlet segítségével kiszámított érték alapján megállapítható, hogy az épület a túlmelegedés kockázatának szempontjából elfogadhatónak minősül-e. Az épület fajlagos

hőterhelése a TNM rendeletben táblázatba foglalt 5 $\frac{W}{m^2}$ értéket használom erre a családi házra. A rendelet szerint abban az esetben elfogadható a kockázat amennyiben a 9.6.1. képlet szerint a $\Delta t_{bnyár} \leq 3K$ nehéz, könnyű szerkezetűnek megállapított épületek esetén 2K. Az adatok többsége megegyezik a 9.5.1. képletben használt adatokkal, a különbség a direkt sugárzási nyereségek között van, melyet a 9.3.3. képlet segítségével kiszámoltam, a légcsereszámban mely több homlokzaton lehetséges szellőztetés esetén 9, valamint a +2 konstans érték között van.

$$\Delta t_b = \frac{Q_{sdnyár} + A_n q_n}{\sum AU_R + \sum l\Psi + 0{,}35 n_{nyár} V} \; [K] \qquad \text{(9.6.1. képlet)}$$

Ahol: $Q_{sdnyár}$: direkt sugárzási nyereség az egyensúlyi hőmérséklet számításhoz [W], An: fűtött alapterület [m2], q_n:belső hőnyereség átlagos értéke [$\frac{W}{m^2}$], A: belső felület [m^2] , U_R: korrigált hőátbocsátási tényező [$\frac{W}{m^2 K}$], l: csatlakozó élet, kerületek hossza [m], Ψ: vonalmenti hőátbocsátási tényező hosszegységre vonatkoztatva [$\frac{W}{m}$], $n_{nyár}$: légcsereszám nyáron, V: térfogat [m^3] Mely az én esetemben:

$$\Delta t_b = \frac{1481{,}1 + 171{,}93 * 5}{148{,}98 + 0{,}35 * 9 * 500{,}9} = 1{,}36\ K$$

Tehát a számításaim alapján az épület túlmelegedés szempontjából megfelelő.

9.7. Az éves nettó fűtési energiaigény meghatározása

Az általam tervezett épület fűtése egy hőtermelővel, padló és radiátoros fűtéssel megoldva. Mivel a jelenlegi jogszabályok nem teszik kötelezővé az építtetőt mesterséges szellőztetés beépítésére, így ezt én is elhagyom. Ez az építtetés folyamatában költségcsökkenés, az üzemeltetés szempontjából azonban extra költséget jelent a felhasználó számára. A friss levegő bejuttatása természetes módon lesz megoldható, így hőcserlévővel nem fogom csökkenteni az épületbe bejuttatott friss levegő felmelegítésének energiaigényét, így nem csökkentve az épület fűtési energiaigényét.

Az éves fűtési energiaigény meghatározásához a 9.7.1. képletet használtam:

$$Q_F = HV(q + 35n)\sigma - Z_F A_n q_b \; [\frac{kWh}{a}] \qquad \text{(9.7.1. képlet)}$$

Ahol: Q_F: Fűtési energiaigény [$\frac{kWh}{a}$], H: Fűtési hőfokhíd [$\frac{hK}{a}$], V: Fűtött térfogat [m^3], σ: szakaszos üzem korrekciós szorzó [-], Z_F: Fűtési idény hossza [$\frac{h}{a}$], A_n: fűtött alapterület [m^2], q_b: belső fajlagos hőnyereség [$\frac{W}{m^2}$], mely az én esetemben:

$$Q_F = 77233{,}2 * 500{,}9(0{,}269 + 35 * 0{,}7)0{,}9 - 5162 * 171{,}93 * 5 = 13456{,}49[\frac{kWh}{a}]$$

melynek fajlagos értéke, egységnyi négyzetméterre vonatkoztatva a 9.7.2. képlet segítségével meghatározható:

$$q_f = \frac{Q_F}{A} [\frac{kWh}{m^2 a}] \qquad \text{(9.7.2. képlet)}$$

ahol: q_f: a fajlagos fűtési energiaigény$[\frac{kWh}{m^2 a}]$, Q_F: Fűtési energiaigény $[\frac{kWh}{a}]$, A: fűtött alapterület [m^2], mely az én esetemben:

$$q_f = \frac{13456,49}{171,93} = 78,23[\frac{kWh}{m^2 a}]$$

9.8. A fűtési primerenergia igény meghatározása és a melegvíz előállításának éves nettó energiaigénye

Az eddigi pontokban számolt értékek az épület szerkezetéből, tájolásából adódnak. A fűtési primerenergia igény azonban már az épületgépészeti rendszerre is kiterjed. Az általam tervezett fűtési rendszerek primerenergiai igényüket tekintve különböznek, így ebben a pontban a két fűtési rendszert jellemző értékek ebben a pontban egy táblázatban, párhuzamosan, ám saját rendszerükre jellemző értékekkel lesznek feltüntetve. A fűtési primer energia meghatározása a 9.8.1. képlettel, míg a melegvíz előállítás nettó energiaigénye a 9.8.2. képlettel történik. A felhasznált adatokat a 9.8.1. valamint a 9.8.2. táblázatok tartalmazzák.

$$E_F=(q_f + q_{f,h} + q_{f,v}+ q_{f,t})*\sum(C_K* \alpha_k* e_f)+(E_{FSZ} + E_{FT} + q_{k,v})*e_v [\frac{kWh}{m^2 a}] \qquad \text{(9.8.1. képlet)}$$

Ahol: E_F: Fűtés fajlagos primerenergia igény $[\frac{kWh}{m^2 a}]$, C_K: hőtermelő teljesítmény tényezője [-], $q_{k,v}$: segédenergia igény $[\frac{kWh}{m^2 a}]$, $q_{f,v}$: hőelosztó fajlagos vesztesége $[\frac{kWh}{m^2 a}]$, E_{FSZ}: Fajlagos villamos segédenergia igény $[\frac{kWh}{m^2 a}]$, $q_{f,h}$: teljesítmény és a hőigény illesztésének pontatlansága miatti veszteség $[\frac{kWh}{m^2 a}]$, $q_{f,t}$: Hőtárolás fajlagos energiaigénye $[\frac{kWh}{m^2 a}]$, E_{FT}: Hőtárolás fajlagos segédenergia igénye $[\frac{kWh}{m^2 a}]$, e_v: villamos energia előállításának fajlagos primerenergia átalakítási tényezője [-].

9.8.1. táblázat: A fűtési primerenergia meghatározásához szükséges adatok

	Kondenzációs kazán	Levegő-Víz Hőszivattyú
c_k	1,01	0,23
$q_{k,v}$	0,58	-
$q_{f,v}$	0,98	0,98
E_{fsz}	1,88	1,88
$q_{f,h}$	0,7	0,7
$q_{f,t}$	0,1	0,1
E_{ft}	0,34	0,34
α_k	1	1
e_f	1	2,5
e_v	2,5	1,8
q_f	78,27	78,27
E_F	87,85	50,02

$$E_{HMV}= q_{HMV}*(1+\frac{q_{HMV,v}}{100} + \frac{q_{HMV,t}}{100})*\sum(C_K* \alpha_k* e_{HMV})+(E_C + E_K)*e_v \ [\frac{kWh}{m^2a}]$$

A q_{HMV} érték meghatározásához az épületet 2 részre kell „bontani”. A bontás esetén az épületnek azon részére mely ≤80 m^2 arra 30 $\frac{kWh}{m^2a}$ energiafelhasználást kell számolni, míg efelett elegendő 15 $\frac{kWh}{m^2a}$ számításba venni. A többi érték az alapterülettől függően kiválasztható alapterület alapján a TNM-ben megjelenített táblázatok felhasználásával.

Ahol: E_{HMV}: Melegvíz előállítás fajlagos primerenergia igénye [$\frac{kWh}{m^2a}$], C_K: HMV készítés teljesítménytényezője [-], E_K: készítés teljesítménytényezője fajlagos segédenergia tényezője [$\frac{kWh}{m^2a}$], $q_{HMV,t}$: Melegvíz tárolás fajlagos vesztesége [%]; $q_{HMV,v}$: A melegvíz elosztó és cirkulációs vezeték fajlagos energiaigénye [-], E_C: A cirkulációs vezeték fajlagos segédenergia igénye [$\frac{kWh}{m^2a}$], q_{HMV}: Használati melegvíz nettó hőenergia igénye [$\frac{kWh}{m^2a}$], e_v: villamos energia előállításának fajlagos primerenergia átalakítási tényezője [-], e_{HMV}: melegvízkészítésre használt energiahordozó primer energia átalakítási tényezője [-].

9.8.2. táblázat: A HMV készítéshez szükséges primerenergia meghatározásához szükséges adatok

	Kondenzációs kazán	Levegő-Víz Hőszivattyú
Terület [m^2] q_{hmv} (A≤80 m^2 alatt q_{hmv} 30)	80	80
Terület [m^2] q_{hmv} (A>80 m^2 felett q_{hmv} 15)	91,93	91,93
Ck	1,14	0,33
E_k	0,21	
$q_{HMV,\,t}$	14	14
$Q_{HMV,V}$	17	17
E_c	0,66	0,66
α_k	1	1
e_{hmv}	1	2,5
E_{HMV}	58,95	42,74

Az összesített energetikai jellemzőt tartalmazó 9.8.3. táblázat a 9.8.1. és a 9.8.2. táblázat adatait tartalmazza, illetve összesíti.

9.8.3. táblázat: Az energetikai jellemzőket tartalmazó táblázat

	Kondenzációs kazán	Levegő-Víz Hőszivattyú
E_F	87,85	50,02
E_{HMV}	58,95	42,74
E_P	146,8	92,76

Ahol: E_F: Fűtés fajlagos primerenergia igény [$\frac{kWh}{m^2a}$], E_{HMV}: Melegvíz előállítás fajlagos primerenergia igénye [$\frac{kWh}{m^2a}$], E_P: összesített energetikai jellemző (éves) [$\frac{kWh}{m^2a}$].

A hőszivattyús rendszer megfelel az energetikai követelményeknek BB besorolást kapva, azonban kondenzációs kazánt használva nem fog megfelelni.

9.9. Az épület besorolása és megfelelése

Az épület energetikai megfelelése két hőtermelő és melegvíztermelő esetén van vizsgálva. Egyrészt egy kondenzációs gázkazánnal, másrészt egy levegő-víz hőszivattyúval. A

földgázt használó hőtermelő már a hőigény kielégítésére fordított primer energia esetén valószínűsíthető volt, hogy a melegvíz termelést is az energia felhasználásához véve, az épület gépészeti szempontból nem fog megfelelni a közel nulla (BB) vagy annál jobb energiafelhasználásnak. Viszont meg kell említeni, hogy mivel a földgáz átalakítási tényezője számít 1-nek, így az épület egy villamosenergiát felhasználó melegvízkészítővel sem felelt volna meg az épület, hiszen a villamosenergia átalakítási tényezője 2,5 míg a legkedvezőbb esetben is csupán 1,8 mely az éjszakai áramra vonatkozik. 2022 június 30. után már csak azon épületek kapnak használatbavételi engedélyt, melyek rendelkeznek egy legalább 25%-os megújuló energetikai részaránnyal, így amennyiben a tervezett gépészeti rendszer valóban kivitelezésre kerülne, szükséges lenne valamilyen megújuló energiát felhasználó és/vagy előállító gépet elhelyezni az ingatlan valamely pontján és a hőtermelés és/vagy a használati melegvízkészítés egy részét azzal megoldani. Megoldás lehet még, az épületre történő napelemek felszerelése, így csökkentve az energiafelhasználást, azonban a 2022. október 31. után történő bejelentések esetén nem lehet a hálózatra elektromos áramot visszatáplálni, a kis erőművek (napelemek) által megtermelt áramot a termelőnek kell felhasználnia, így az éves szaldó lehetősége mely a leggyorsabb megtérülést jelentette napelemek esetén megszűnik és a jövőben is nagy a bizonytalanság ezt illetően. A kondenzációs kazánt használó konstrukció esetén továbbá a gáz árának drasztikus módon történő emelkedése a rendszert még gazdaságtalanabbá teszi, amennyiben a fogyasztó túllépi a meghatározott gázfelhasználási keretet. Hőszivattyú esetén az épület közel nulla energiai felhasználásának minősül és teljesíti a kötelezően 25%-os megújuló részarányt, hiszen a fűtés és a melegvíz előállítás is megújuló felhasználásával készül.

10. Gazdasági számítások

A szakdolgozatom végén szeretném az épület energiafelhasználását és az energiafelhasználásból származó költségeket megvizsgálni az 1. pontban kifejtett indokok miatt. Jelenleg számos ár van megnevezve az energiaipiacon a magyar fogyasztók részére, ilyen a piaci ár mely a nem lakossági fogyasztókat érinti, a rezsicsökkentett ár (helyenként lakossági költségcsökkentett ár) melyet a lakossági felhasználók fizetnek egy meghatározott energiamennyiségig gáz és elektromos áram esetében, illetve a lakossági piaci ár melyet a hatóságilag meghatározott keret túllépése után kell fizetni a felhasználóknak az energiáért. Az általam tervezett fűtési rendszer egy családi házhoz kapcsolódik, emiatt az energiaköltségeket a rezsicsökkentett árakkal, lakossági piaci árakkal, vegyesen és H tarifával fogom számolni, a fűtésire fordítandó energia költségeket. A HMV készítés energiafelhasználásának költségeit szakdolgozatomban nem kívánom bemutatni, így a szakdolgozatom energiafelhasználásának fő fókusza a fűtésre fordítandó energia mennyiségén és annak költségein lesz a továbbiakban.

10.1. Egyszerűsítések a számítások során

Az épület alaprajza és rétegrendje egyrészt valós tervezői munka eredménye, azonban mind a gazdasági mind a tervezői feladat elvégzésekor bizonyos módosításokat, egyszerűsítéseket, a valóságban meg nem történhető dolgokat veszek figyelembe. Ezek többek között, az épület elméletben egy hidegebb régióba történő helyezése, ahol a külső méretezési hőmérséklet -15°C (így esett a választásom Debrecenre), a hőtermelők hatásfokának állandónak feltételezése az év folyamán (kondenzációs gázkazán esetén 93%, hőszivattyú esetén SCOP: 4,31 azaz 431%), a lakóépület használatakor mind a belső hőtermelést, mind a különböző energiafelhasználást igénylő folyamatok, készülékek energiaigényének elhanyagolása és annak feltételezése, hogy a felhasznált energiahordozó energiájának 100%-a csak és kizárólag fűtési célt szolgál. Az épület hőigényét a gazdasági szempontból úgy veszem figyelembe, mintha egy azon épület, egy azon geometriával kerülne megépítésre a jelenben úgy, hogy egy esetben a valós, egy esetben a jelenlegi határértékekre és egy esetben pedig a korábbi 2006-ban kiadott TNM rendeletben megengedett hőátbocsátási határértékekre történik az épület megépítése. Végül, az épület fűtésének megtervezése a „valós” értékekkel a szakdolgozatom első felének témáját képezi, a hőtermelők kiválasztása az épületre megtörtént. A valóságban az épület gyengébb U

értékek esetén, azonos hőtermelőkkel nem feltétlenül lenne kifűthető, továbbá a hatásfokok is változnának, azonban ezek a tényezők is elhanyagolásra kerülnek.

10.2. Az energia árak növekedése

Magyarországon 2014-től a lakosság rezsicsökkentett áron kapja a földgázt melynek ára 99-105 [$\frac{Ft}{m^3}$] között, és a villamos áramot melyek ára 22-45 [$\frac{Ft}{kWh}$] között mozgott szolgáltatótól és földgáz esetén kategóriától, villamos áram esetén árszabástól függően. Ez azt jelenti, hogy a piaci ár változásaitól függetlenül a lakossági fogyasztók egy meghatározott fix áron, a piaci árváltozás nélkül kapták az energiahordozókat 2014-től. A 2021-es év második felében a gáz ára emelkedésnek indult a holland gáztőzsdén 10.2.1. ábra, melynek következtében 2022 október 1.-től a rezsicsökkentett gázárak csak 63 645 [$\frac{MJ}{\text{év}*\text{mérésipont}}$]-ig érvényesek a lakossági fogyasztók részére, efelett a lakossági fogyasztóknak egy úgynevezett lakossági piaci árat kell fizetnie. A gáz ár növekedésének következtében a villamosenergia előállításának költségei is növekedtek, hiszen az elektromos áram előállításának egy része gáz felhasználásával történik (ettől bővebben a szakdolgozatomban nem foglalkozom a villamosenergia árképzésével), mégpedig 2022. augusztus 1.-től, és hasonlóan a gáz rezsicsökkentett fogyasztási keretének megállapításához a villamos energia esetén is megállapításra került egy fogyasztási keret, mégpedig 2523 $\frac{kWh}{\text{év}*\text{mérésipont}}$ nagyságban.

10.2.1. ábra: Gáz árának változása Euró/MWh mértékegységben a holland tőzsdén (dátum: 2022. dec.03.) (tradingeconomics.com)

10.3. A lakossági felhasználókat érintő árak

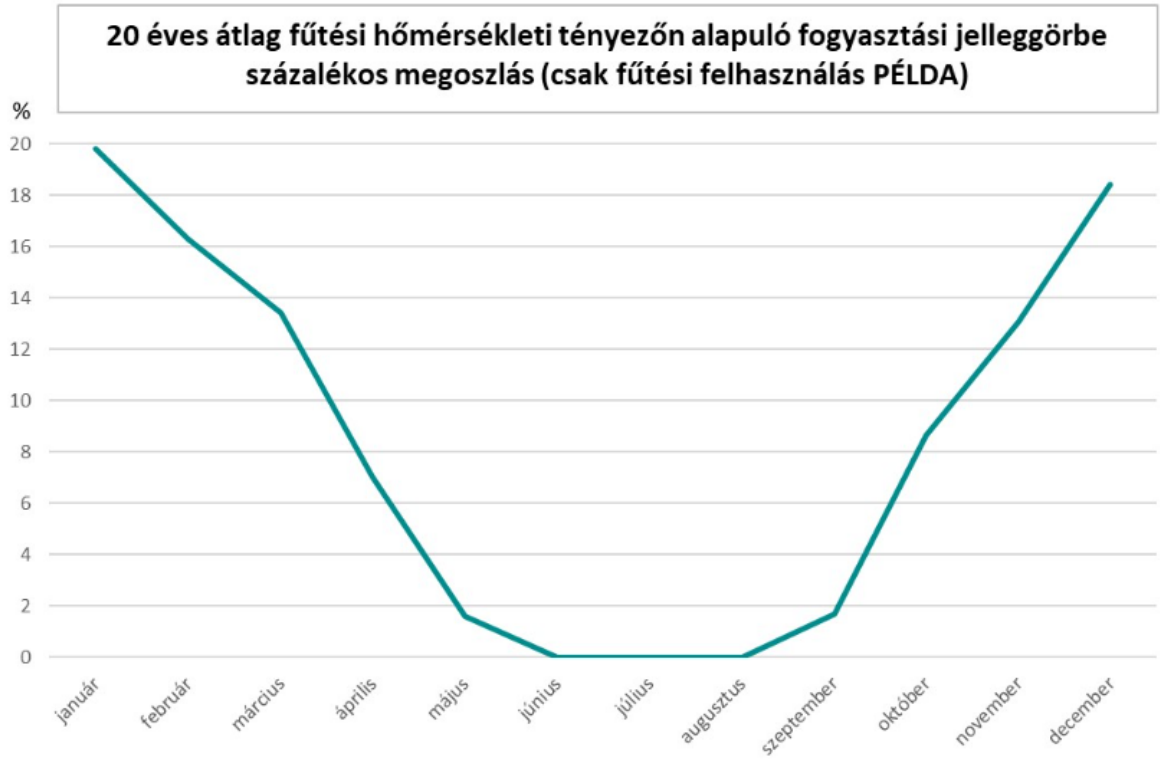
A 2022.október 1.-től érvényes gáz, valamint 2022. augusztus 1.-től a villamosenergia árak az MVM honlapján találhatóak, letölthető dokumentumok formájában. Az MVM által közzétett táblázatokat a mellékletben M.10.3.1. és az M.10.3.2. táblázatokban a fogok szerepeltetni. Mivel a lakossági árak nem egységesek, így az MVM által kiadott M.10.3.1. és az M.10.3.2. táblázatokban szerepeltetett, szolgáltatók által meghatározott árszabások kerekített változatait fogom használni, melyek a 2,9 [$\frac{Ft}{\mathrm{MJ}}$] rezsicsökkentett, valamint 22 [$\frac{Ft}{\mathrm{MJ}}$] lakossági piaci gázárakat (A1 árszabás, I. árkategória, MVM Főgáz Földhálózati Kft.) és 36,4 [$\frac{Ft}{\mathrm{kWh}}$] kedvezményes árszabást, 70,1 [$\frac{Ft}{\mathrm{kWh}}$] lakossági piaci árat (mindkettő A1 árszabás szerint) és 23 [$\frac{Ft}{\mathrm{kWh}}$] (H árszabás szerint) áram árat fogom figyelembe venni (MVM Démász Áramhálózati Kft területén hatályos egységárak).

10.4. Energia felhasználás számítása

Az épület fűtésre felhasznált energiaigényének megállapítása többféle módon történhet. A 9.5. pontban elvégzett számításokból a hőfokhíd és a fűtött órák hányadosaként megkapható lenne az átlagos külső és belső hőmérséklet különbség egész évre vonatkoztatva. Ha tudom az átlagos külső, belső hőmérséklet különbséget és ezt kivonom 9.5.2. képlet segítségével megállapított átlagos belső hőmérsékletből, akkor megkaptam volna az áltagos külső hőmérsékletet a fűtési idényre vonatkozóan, ezt követően kiszámolhattam volna, hogy mennyi energia szükséges a fűtési idényben ahhoz, hogy az épület a szükséges belső hőmérséklet biztosítva legyen. Ez egy átlag számítást jelentene, mellyel nincs figyelembevéve sem a hidegebb, sem pedig a melegebb külső hőmérséklet és emiatt nem tudom megállapítani, hogy az adott hónapban, alatta marad-e a kedvezményes árszabással meghatározott energiakeretnek vagy túllépi és csupán átlagban marad alatta. Természetesen ezt a módszert is tovább lehet vinni és arányosítani az adott hónap hőmérsékletéhez, azonban ezen lépések sora jóval több hibát rejt magában, mint az általam alkalmazott számítás. Ezen számítás előnye, hogy a hőfokhíd ismeretében kiszámolható lesz az éves fogyasztás, melybe bele lesz kalkulálva a belső hőnyereség, hátránya azonban az, hogy mivel a számítás a hőfokhídból indul ki, mely egész évre történő fogyasztás meghatározására alkalmas, így a havi szintre történő bontás egy valótlan fogyasztást fog mutatni. Ha a fogyasztást a havi külső hőmérséklethez képest arányosítanám, úgy egy jelentősen többlépéses számítással lehet eljutni a kívánt végeredményhez.

Egy másik számítási mód (melyet én is alkalmazok) egy közelítő energiafelhasználás meghatározásához, hogy meghatározom az átlagos külső hőmérsékletet az adott hónapban, majd az adott hőmérsékleten meghatározom a szükséges hőmennyiséget az adott hónapra és így végig meghatározom a szükséges energiát a fűtési időszak kezdetétől a fűtési időszak végéig. Ebben az esetben azonban el lesznek hanyagolva a külső és belső hőnyereségek, viszont a tévedés a biztonság javára fog történni és havi szinten megfigyelhető, az épület fűtéséhez szükséges energia változása. Előnye az előző számításhoz képest, hogy havi szintű bontásban egyszerűen meghatározható a fogyasztás, így az adott hónapban feltehetően közelebb lesz a tényleges fogyasztáshoz, mint egy átlagérték számítása esetén (amennyiben nem kerül arányosításra), hátránya viszont, hogy sem a külső sem a belső hőnyereségeket nem veszi figyelembe, így egy túlfogyasztást fog figyelembe venni minden esetben, továbbá a fűtött órák száma több lesz, mint az első számítás esetén.

Az épület energiafelhasználásának költségbéli számszerűsítése szintén több módon történhet, melyek közül a két leginkább elkülönülő „csoportnak" az tekinthető, ahol a szolgáltató egy átlagos fogyasztást vesz figyelembe vagy valamilyen módon (diktálás, leolvasás, becslés stb.) módon határozza meg a számlázásonként fizetendő összeget. Általány fizetés esetén az éves fogyasztás költségeit részszámlánként, egyenlő arányban (kivéve az utolsó számlázást), fizeti a fogyasztó, majd az elszámolási időszak végén, az utolsó számlán szereplő érték a valós éves fogyasztást fogja tartalmazni, melynek segítségével a fogyasztó és a szolgáltató „elszámolnak" egymással és a fogyasztó csakis a ténylegesen elhasznált energia után fizet, illetve fogyasztási jelleggörbe (10.4.1. ábra) szerint, ahol a szolgáltató a költségeket nem egyenletesen osztja le számlázásonként hanem a szolgáltató a fogyasztó szokásait is figyelembe veszi (télen gázrendszerű fűtés esetén feltehetően nagyobb, nyáron feltehetően kisebb fogyasztás). Az utóbbi esetben a gázfelhasználás még mindig elkülöníthető több esetre amikoris a gáz felhasználás fűtésre, melegvíz előállításra, főzésre vagy mindhárom történik. Szakdolgozatomban a 10.1.-ban említettek szerint nem fogom a nyári idényt vizsgálni, a számításaim a fűtési időszakra fognak korlátozódni és gáz felhasználást főzésre és egyéb tevékenységekre nem fogok figyelembe venni.



10.4.1. ábra: Példa a fogyasztástás eloszlásra fűtés esetén (mvmnext.hu)

10.5. A fogyasztás és fogyasztási keret túllépésének meghatározása

Az MVM honlapján megtalálható a 10.4.1. ábrának számszerűsített értékei is megtalálhatóak a 10.5.1. táblázatban. A fogyasztási jelleggörbe felhasználónként változó, de lakott épületek esetén körülbelül állandónak tekinthetők, amennyiben csak gázfűtés van az épületekben, hiszen egy régebbi, rosszul szigetelt és egy modern, jól szigetelt épület esetén a gáz felhasználásának aránya, havi szintre bontva körülbelül azonos, a különbség a felhasznált energiahordozó mennyiségében fog látszani.

10.5.1. táblázat: kedvezményes fogyasztási értékek meghatározása

HÓNAP	KEDVEZMÉNYES HŐMENNYISÉG MÉRTÉKE (FÖLDGÁZ) (MJ)	KEDVEZMÉNYES MENYNYISÉG HAVI RÉSZARÁNYA [%]	KEDVEZMÉNYES HŐMENNYISÉG MÉRTÉKE (Villamos áram) (kWh)
Január	12605,41	19,81	499,81
Február	10372,43	16,30	411,25
Március	8546,72	13,43	338,84
Április	4474,99	7,03	177,37
Május	1013,17	1,59	40,12
Szeptember	1079,37	1,70	42,89
Október	5503,21	8,65	218,24
November	8311,99	13,06	329,50
December	11738,70	18,44	465,24
Összesen	63645	100	2523

Az eredeti táblázat csak és kizárólag gáz felhasználásra vonatkozott. Az MVM honalapján közzétett dokumentumok alapján a 10.2. pontban megemlített 2523 $\frac{kWh}{\text{év}*\text{mérésipont}}$ villamosenergia mennyiséget hasonlóan az MVM honlapján található táblázathoz felosztom egyenlő értékekre, mely által egy, a földgáz kedvezményes felhasználásával azonos diagram fog kialakulni. Fontos megjegyezni, hogy a 10.4.1. diagram esetében a felhasznált energia csak és kizárólag fűtésre történik, és én is kizárólag fűtési célú energiafelhasználást fogok vizsgálni a 10.1. pontban leírtak szerint.

10.6. Költségkülönbség nagysága egy a határértékektől függően

A már elvégzett számítások alapján szakdolgozatom végén a 10.1. pontban említettek szerinte szeretném megvizsgálni az épület hőigényének különbségét a jelenlegi szerkezetre, a 2014-es, valamint a 2006-ban kiadott szerkezetekre vonatkozó határértékek között. A számítások megismétlését nem fogom elvégezni, mivel csak és kizárólag az épület hőátbocsátási tényezőjét módosítottam a korábbi követelményértékekre megfelelően, egyéb paramétereket a számítások során nem módosítottam. A módosított értékeket a 10.6.1. táblázat tartalmazza. A módosított értékek figyelembevételével kapott eredményeket a méretezési külső hőmérsékleten -15°C, az eredményeket a 10.6.2. táblázat tartalmazza.

10.6.1. táblázat: Hőátbocsátáshoz kapcsolódó értékeket tartalmazó táblázat

	2006-os határértékek felvett	2014-es határértékek felvett	Jelenlegi épület
F3- Külső fal U [$\frac{W}{m^2K}$]	0,47	0,26	0,16
R1 – padló Ψ U [$\frac{W}{mK}$]	1,15	0,8	0,80
R2 Nappali fagerenda U [$\frac{W}{m^2K}$]	0,3	0,17	0,13
R3 - Padlás tér alatti födém U [$\frac{W}{m^2K}$]	0,3	0,17	0,13
R5-Tető U [$\frac{W}{m^2K}$]	0,25	0,17	0,13
Ablak U [$\frac{W}{m^2K}$]	1,6	1,15	0,88
Ajtó U [$\frac{W}{m^2K}$]	1,8	1,45	1,45

10.6.2. táblázat: Eltérő határértékekkel felvett szerkezetek esetén a fűtési energiaigény

	2006-os határértékek alapján	2014-es határértékek alapján	Jelenlegi épület
Hőigény [W]	13169	10610	9537
Eltérés a jelenlegi állapothoz képest [W]	+3547	+988	0
Eltérés a jelenlegi állapothoz képest [%]	+37	+10	0

A 10.6.2. táblázatban jól látható, hogy amennyiben az épület szerkezete a 2014-ben megfogalmazott követelményeket éppen teljesíti, úgy a méretezési hőmérsékleten közel 1

kW, míg a 2006-ban megfogalmazott épületek esetén több mint 3,5 kW hőigény többlete lesz az épületnek a méretezési külső hőmérsékleten.

Az OMSZ honlapján megtalálhatóak a havi átlaghőmérsékleti adatok az ország számos pontjára. Én a 2010-2020 tartó intervallumban képzett átlagos külső hőmérsékletet vettem figyelembe Debrecenben. Az átlagos külső hőmérsékleteket a M.10.6. táblázat tartalmazza, az ott feltüntetett külsőhőmérsékleti értékeket fogom figyelembe venni a különböző hőátbocsátási épületek összehasonlításakor.

10.6.3. táblázat: Eltérő szerkezeti határérértékkel felvett épület hőigényei

Hónap [Átlag. külső hőm 2010-2020]	2006* [W]	2006* [MJ/hónap]	2014* [W]	2014* [MJ/hónap]	Jelenlegi [W]	Jelenlegi [MJ/hónap]
Január [-0,67°C]	7960	20632,35	6355	16471,59	5666	14685,70
Február [1,65°C]	7080	18350,22	5652	14649,67	5039	13061,04
Március [6,59°C]	5205	13490,84	4155	10770,30	3704	9601,70
Április [12,41°C]	2996	7765,84	2392	6199,83	2132	5525,99
Május [16,53°C]	1433	1856,55	1144	1482,18	1019	1320,40
Szeptember [17,35°C]	1121	1453,23	895	1160,22	797	1033,29
Október [11,11°C]	3489	9044,63	2786	7220,74	2483	6436,35
November [6,26°C]	5330	13815,46	4255	11029,45	3793	9832,73
December [1,36°C]	7190	18635,50	5740	14877,43	5117	13264,15

Jelenlegi*: Jelenlegi épület hőigénye (Építész rajz alapján felvett épület)
2014*: Az épület hőigénye a TNM rendeletben 2014-ben megfogalmazott U határérték
2006*: Az épület hőigénye a TNM rendeletben 2006-ban megfogalmazott U határérték

A számítások egyszerűsítése miatt, egy hónapban 30 napot feltételezek és a hőmérsékletet. A májusi, illetve a szeptemberi hónap a többi hónaptól eltérően csupán 15 nappal van figyelembe véve, ennek oka, hogy a fűtési szezon nem terjed ki az egész hónapra, viszont az átlagos hőmérséklet az egész hónapra kiterjedően van figyelembe véve. Az épület energetikai számítását a 10.6.4. táblázat tartalmazza.

10.6.4. táblázat: Az épület energetikai értékeinek változása eltérő határértékek esetén

	2006-os határértékek alapján	2014-es határértékek alapján	Jelenlegi épület
Q_{sd} [W]	1027,73	1027,73	1027,73
Q_{sd} [W]	277,49	277,49	277,49
q $[\frac{W}{m^3 K}]$	0,493	0,337	0,269
Δt_b [K]	4,96	5,72	6,19
t_i [°C]	20,39	20,39	20,39
t_{fh} [°C]	15,43	14,67	14,21
H_{20} $[\frac{hK}{a}]$	78165	75906	75199
Z_f [h]	5928	5322	5162
H $[\frac{hK}{a}]$	80501,23	78004,27	77233,2
Q_F $[\frac{kWh}{a}]$	21698,58	15878,75	13456,49

Számításoknál az U érték korrekciója mellett, az üvegezés g értékén nem módosítottam ez a táblázaton jól megfigyelhető, hiszen a nyereségek mindhárom esetben azonosak, azonban a többi érték esetén jól látható, hogy az értékek egyre kedvezőtlenebbek.

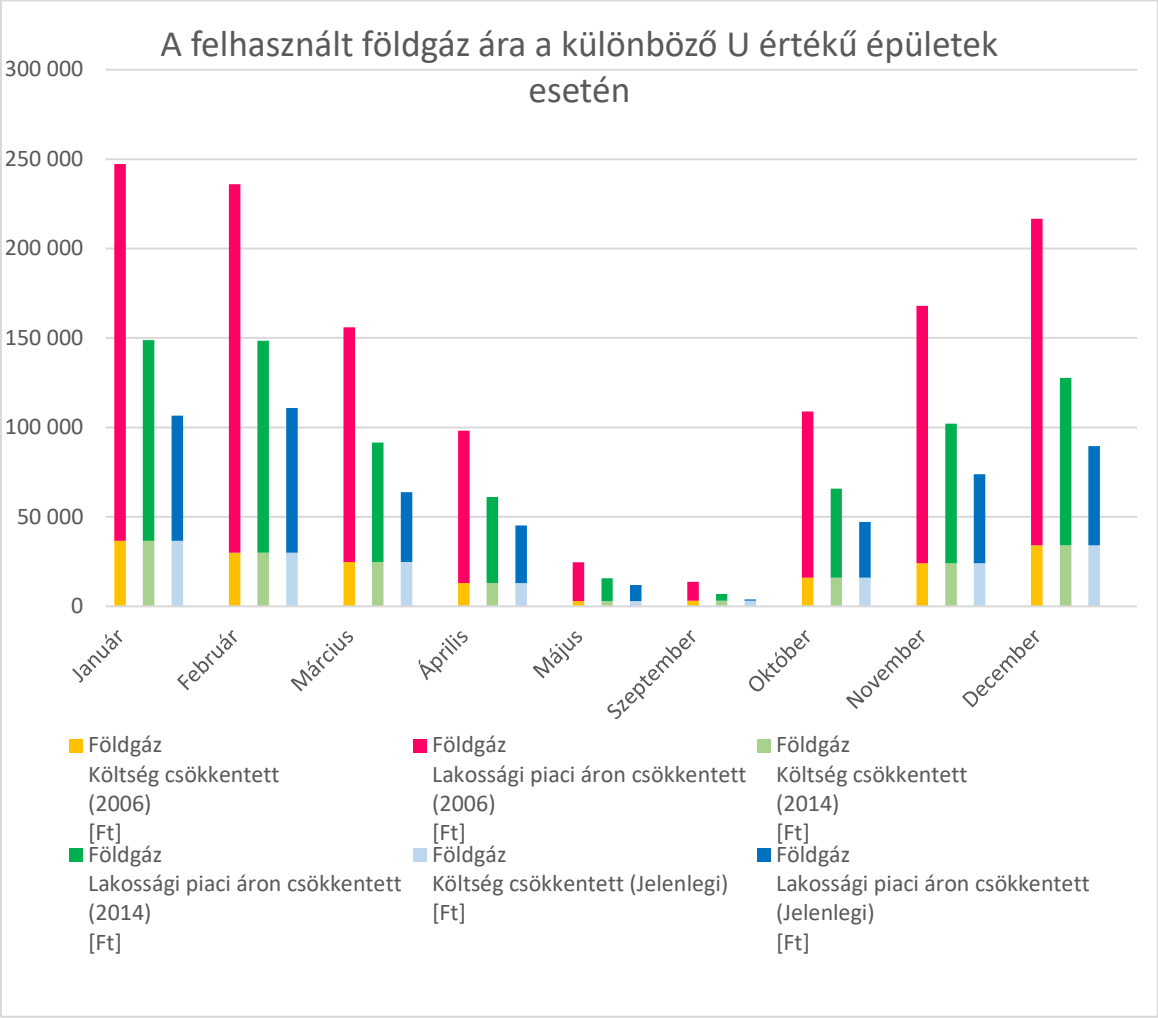
10.7. Az épület energiafelhasználásának költségei

A költségek kiszámítására a 10.7.1. képletet fogom alkalmazni az M.10.2.-M.10.7 táblázatokban.

$$P = \frac{Q_m}{\eta} * p[Ft] \qquad \text{(10.7.1. képlet)}$$

Ahol P: Fizetendő összeg [Ft]; Q_m: szükséges hőmennyiség az adott hónapban [$\frac{MJ}{\text{hónap}}$], η: hőtermelő hatásfoka [-], p: az energiahordozó egységára [$\frac{Ft}{\text{MJ}}$]. A továbbiakban 4 ábra kerül feltüntetésre.

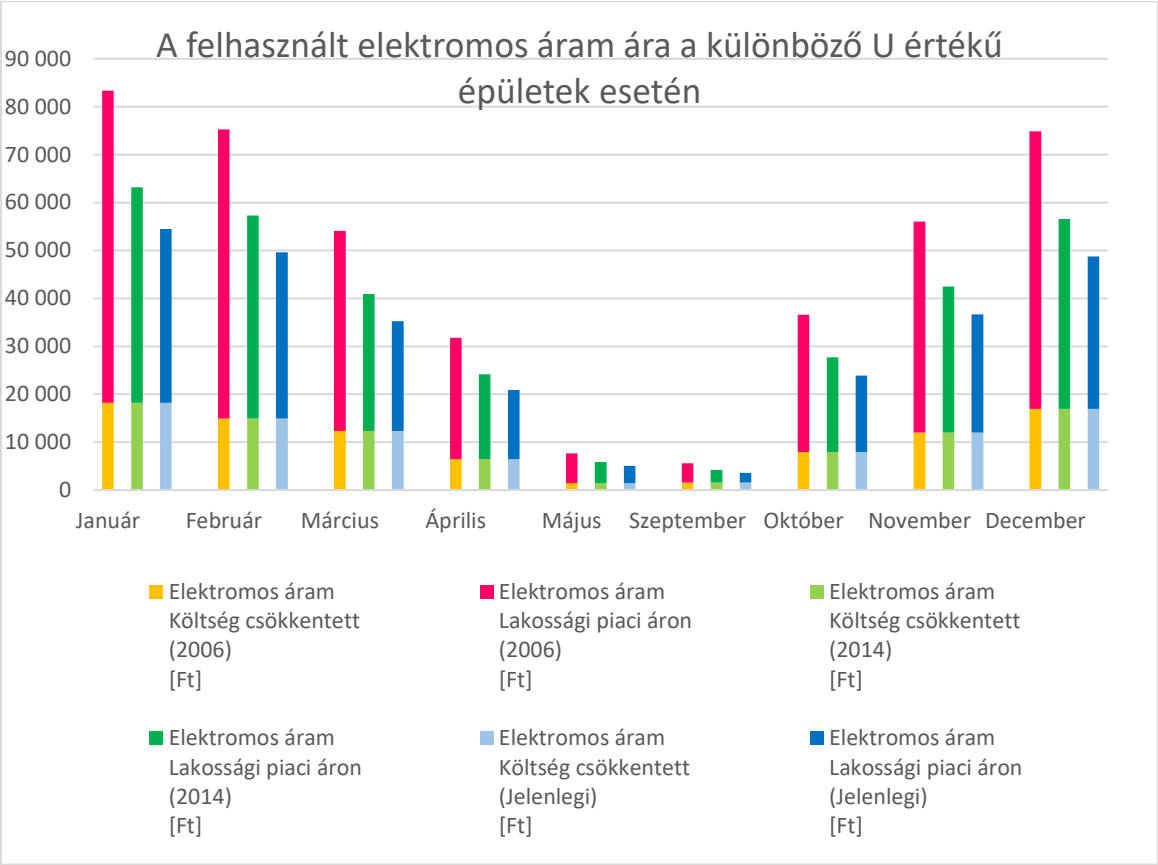
Ezek a táblázatok különböző hőátbocsátású határolószerkezetek miatti különböző energiafelhasználású épületek és a különböző árszabások alapján lettek kialakítva. A diagrammok oszlopai a legtöbb esetben két részből állnak. Abban az esetben amennyiben lehetőség van, valamilyen kedvezményes díjszabás igénybevételére (az általam a 10.5. pontban megfogalmazottak szerint) abban az esetben a diagramm oszlopainak alsó részén egy világosabb színnel ezek fel vannak tüntetve, felettük pedig a rendes, „lakossági piaci" árszabással számolt költségek láthatóak. Amennyiben csak egy féle elszámolás lehetséges (H tarifa esetén), úgy a diagrammoknál csak egy színt használok. Az épület fűtésre fordított energiája a számításaim alapján a 10.1. pontban megfogalmazott egyszerűsítések mellett a következőképpen alakul. Abban az esetben pedig amennyiben havi bontásban vizsgálom az épület energiafelhasználását úgy azok a 3 rétegrendet (Jelenlegi, 2014-ben megállapított határértékeket és a 2006-ban megállapított határértékeket) figyelembe véve jól látható, hogy a hőátbocsátási tényezők szigorodása és a fűtéshez szükséges energiafelhasználás mekkora különbségeket jelent költségek tekintetében a 10.7.1. diagrammon.



10.7.1. diagram: Az épület földgáz felhasználásának költségei különböző szerkezeti határértékekkel

A diagrammokon jól látszik, a hőátbocsátási tényezők változásának költségekre kifejtett hatása azonos külső hőmérsékletre és azonos energiahordozóra vetítve. Jól látható, hogy az eltérő hőmérsékletek esetén a fogyasztások csökkennek vagy éppen nőnek, és a diagram minden oszlopa egy elnyújtott „U" görbét ír le melynek oka a két végpontban az alacsony külső hőmérséklet miatt megnövekvő energiafelhasználás, a középpontban pedig a fűtési idény kezdetére jellemző, viszonylag magas külső hőmérséklet és az emiatti alacsony energia költségek. A fűtés legdrágább módja a tisztán földgázzal történű fűtés, ugyanis a megállapított rezsicsökkentett keretet átlépve az energiahordozó ára 2,9 $[\frac{Ft}{MJ}]$ -os költségről közel nyolcszorosára, azaz 22 $[\frac{Ft}{MJ}]$-ra növekszik. A diagram legnagyobb eltérése a januári hónapban látható. A januári hónapban felhasznált földgáz költsége 247 314 Ft, szemben a 106 640 Ft-al. Ekkor a két épületkonstrukció között fellépő energiafelhasználás költsége

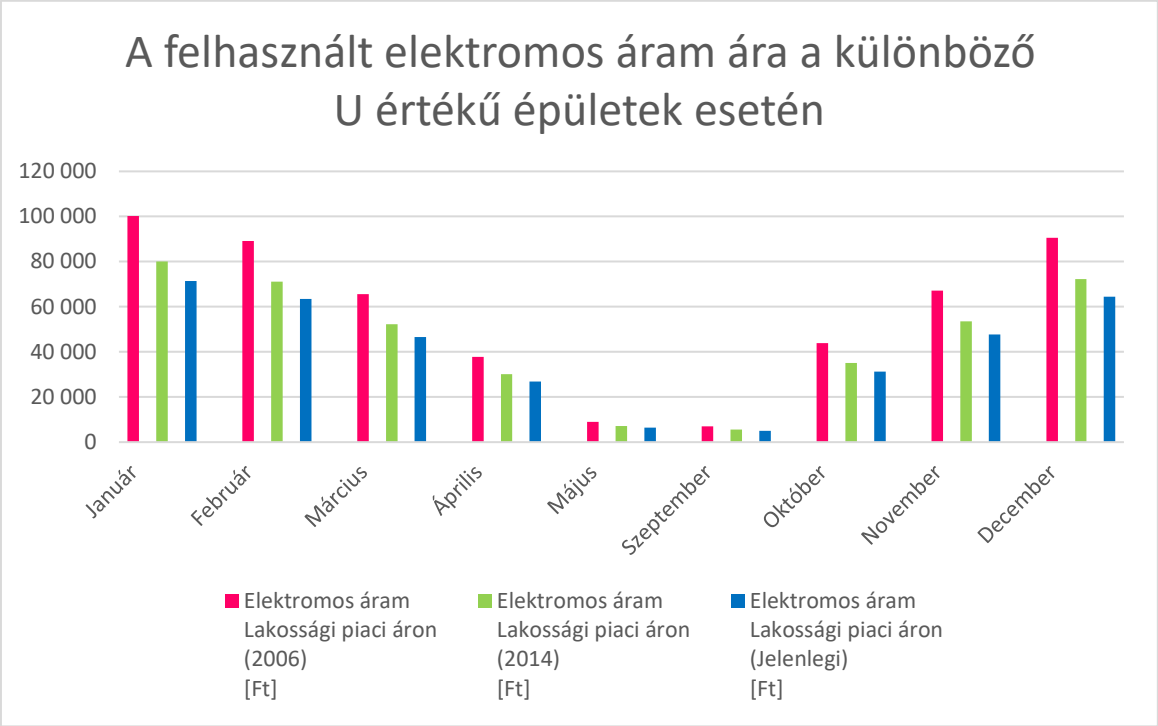
140 673 Ft, a 2014-es konstrukció esetén 42 247 Ft. Egész évre vonatkoztatva az épület, csak az épület fűtését tekintve 716 378 Ft, valamint 215 270 Ft a megtakarítás csak gázfűtést tekintve a legrégebbi és a jelenlegi konstrukció között.



10.7.2. diagram: Az épület elektromos áram felhasználásának költségei különböző szerkezeti határértékekkel

A 10.7.2. diagram esetén úgy számolok, mintha az elektromos áram felhasználása 100%-ban csupán az épület fűtésére történne. Az utóbbi két diagrammot összevetve markáns a különbség a két szélsőértéket tartalmazó hónap, azaz a januári hónap oszlopai között. Amennyiben az épület fűtése elektromos árammal történik, abban az esetben az energiafelhasználás költsége a régi épületkonstrukció esetén 83 388 Ft, mely egy azon épület különböző energiahordozóval történő fűtése esetén 163 926 Ft-os különbséget jelent, csak és kizárólag a januári hónapot tekintve. Ilyen energia felhasználású épület azonban bizonyossággal kijelenthető, hogy nincs, melybe elektromos áram csak és kizárólag fűtés miatt került bevezetésre, ha más egyebek nem, de a világítás, a szórakoztató eszközök, mint

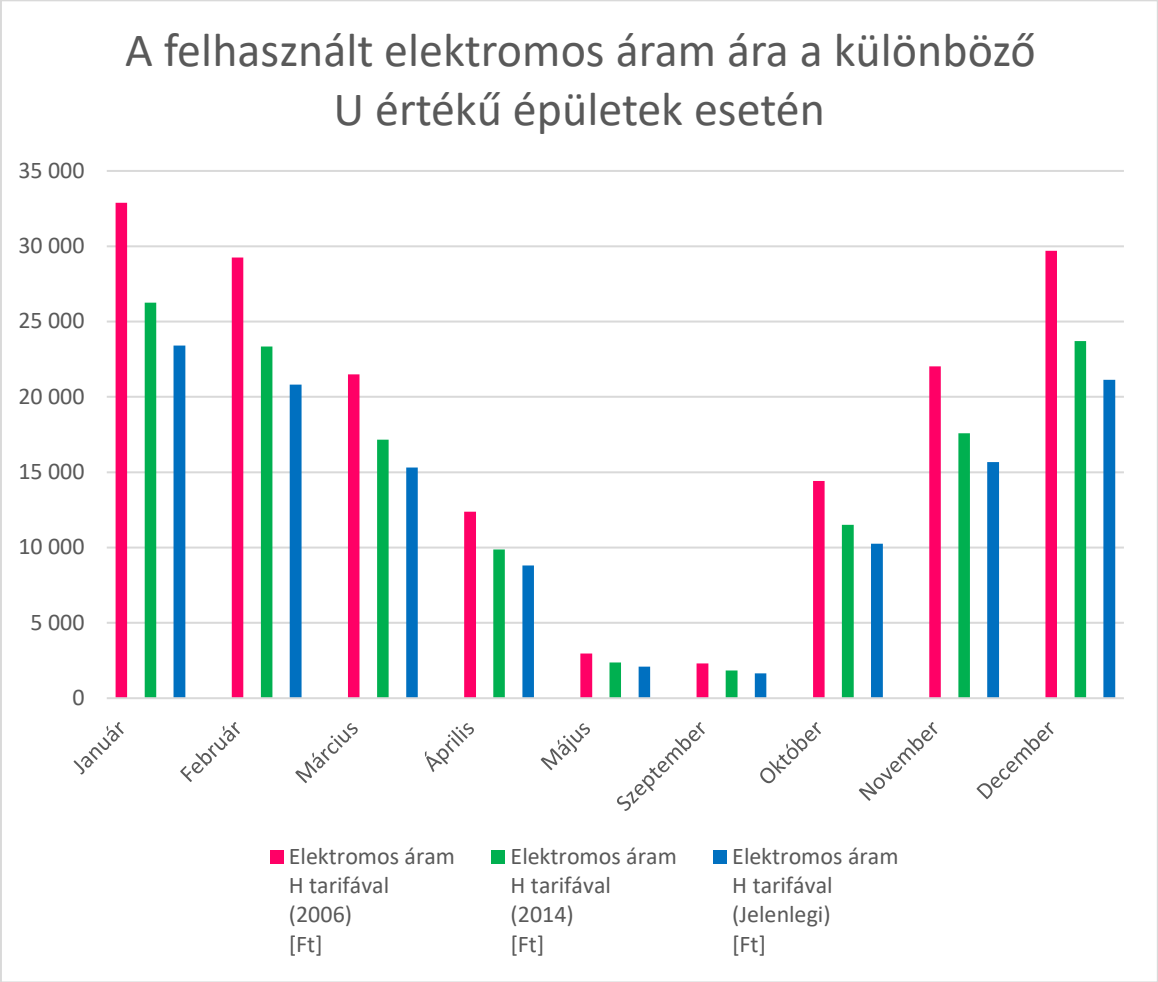
TV, számítógép bizonyossággal az elektromos közmű hálózatról vett elektromos áramot használják. Emiatt elkészítettem a 10.7.3. diagrammot.



10.7.3. diagram: Az épület elektromos áram felhasználásának költségei különböző szerkezeti határértékekkel csak lakossági piacon áron számolva

A 10.7.3. diagrammon egy-egy oszlop színe azonos, tehát nem tartalmaz semmiféle kedvezményt. A 10.7.1. és a 10.7.3. diagrammot összevetve látható, hogy a 10.7.1. diagram szerint a földgáz felhasználás esetén a januári fogyasztás régi konstrukció esetén alig marad a 250 000 Ft-tól, a korszerűbb a 150 000 Ft-tól, a jelenlegi pedig valamivel túllépi a 100 000 Ft-ot addig, amennyiben csak lakossági piaci áron számolt elektromos áram felhasználásával számolok (10.7.3. diagram), úgy a régi épületkonstrukció értéke alig éri el a 100.000 Ft-ot (mely így is jelentős összeg azonban közel két és félszer kevesebb mint földgáz esetén), a 2014-es határértékeknek megfelelő épület fűtési költsége a januári hónapot tekintve 80 000 Ft, a jelenlegi állapoté pedig 71 342 Ft.

Lehetőség van továbbá nem H tarifás árszabás figyelembevételére is, mely csak a fűtési szezonra érvényes, azonban ez az árszabás a legkedvezőbb mind közül. A H tarifás árszabással számolt költségeket a 10.7.4. diagram tartalmazza.



10.7.4. diagram: Az épület elektromos áram felhasználásának költségei különböző szerkezeti határértékekkel csak H tarifával számolva

A 10.7.4. diagrammon láthatóak a „H árszabás”-sal számított értékek. Látható, hogy a januári érték a 35 000 forintot nem éri el régi konstrukciójú (jelenlegi konstrukció esetén kevesebb mint 25 000 forint) épület esetén, mely harmada a földgázfelhasználással szemben jelentősen olcsóbbnak tekinthető a 10.7.3. diagrammon látható értékeknek. A „H árszabás” nem csak a januári hónapban, de a fűtési idényben mindenhol jelentősen olcsóbb, mint bármely más egyéb költségelszámolás.

Végül az adott épületre és adott költségszámítási módon az éves költségeket a 10.7.1. táblázatban összegyűjtöttem a könnyebb áttekinthetőség érdekében, havi bontásban a M.10.7.1.-M.10.7.6. táblázatokban az eredmények metalálhatóak.

10.7.1. táblázat: különböző fűtési módok, különböző határértékű szerkezetekre és különböző energiahordozókkal számolt éves költségei.

	Földgáz [Ft/év]	Áram Csökkentett. + Lak. Piac. [Ft/év]	Áram Lakosági Piaci [Ft/év]	Áram H tarifa [Ft/év]
2006	1 084 715	425 270	510 304	167 432
2014	583 607	322 363	407 397	133 668
Jelenlegi	368 336	278 155	363 189	119 163

Tehát ilyen energia árak és ilyen energia ár eloszlás mellett a gázfűtés üzemeltetése rendkívül gazdaságtalan. Amennyiben megoldást kellene ajánlani ebben a helyzetben, az nyilvánvalóan egy teljes lakáskorszerűsítés, ám ez a lakosságtól nem elvárható és ami még fontosabb valószínűleg nem is teljesíthető. Gazdaságilag azonban megfontolandó lehet lakásonként vagy épületenként a hőszivattyúk beszerzése, akár levegő-víz akár levegő-levegő típusú hőszivattyúk (klímák) felszereltetése. Előbbi eset nyilván abban az esetben előnyös, amennyiben nem szükséges 90°C előremenő hőmérsékletet előállítani, hiszen a hőszivattyúk hatásfoka csökken, viszont amennyiben kivitelezhető egy megfelelő hőszivattyú beszerelése, úgy az épületen belül nem történik helyiségenként munka, hanem feltehetően főként a gépészeti térre fog koncentrálódni, ahová az új hőtermelő egység bekötésre kerül. A levegő-víz hőszivattyúk beszerzése és beépítése nagyobb költséget jelent, mint egyszerű levegő-levegő hőszivattyúk esetén, viszont ebben az esetben a helyiségekben több munkafolyamat fog zajlani és a hőszivattyú zajosabb lesz, hiszen a beltéri egység működése közben hanghatás keletkezik, valamint levegő-levegő típusú hőszivattyú esetén a helyiségben légmozgás következik be, amely csökkentheti a komfort érzetet, viszont ebben az esetben nem szükséges magas hőmérsékletet előállítani, mivel a hőszivattyú közvetlenül a levegőt fűti, így azonnal érezhető lesz a hőbevitel, azonban a hőszivattyúk lekapcsolásával emiatt az épület gyorsan ki is hűlhet (további pozitívum, hogy a levegő-levegő hőszivattyú képes hűteni mindenféle plusz költség nélkül, míg levegő-víz hőszivattyú esetén amennyiben tisztán radiátoros a rendszer erre nincs lehetőség). Tehát gazdasági megfontolások miatt, a jelenlegi helyzetben, a jelenlegi árakat figyelembevéve érdemes elgondolkodni egy hőszivattyú beszerelésén, akár levegő-levegő, akár levegő-víz típusú.

11. Konklúzió

Szakdolgozatom utolsó részéből levonható konklúziók a következők.

Az első, hogy a jelenlegi helyzetben, amikor az egyik energiahordozó ára körülbelül azonos a másikéval, tehát 1 kW hőenergia ára körülbelül azonos mind villamos energiát (értsd. hagyományos ellenállás fűtés), mind pedig gázt tekintve, abban az esetben jelentős megtakarítások érhetőek el hőszivattyúk alkalmazásával. Minél nagyobb a felhasználandó energia, amit fűtésre kell felhasználni, annál kedvezőbb azt megújuló energiából fedezni az általam számolt egységárakat figyelembe véve.

A második gondolat pedig az elsőből eredeztethető. Minél korszerűbb egy építmény és minél kevesebb energiát használ fel annál kevésbé lesz érzékeny a világban lévő folyamatokra. Szakdolgozatom írásakor a földgáz ára tetőzött, szakdolgozatom leadására pedig normalizálódott (a világpiacon). Mind a világpiaci, mind a tőzsdei folyamatok kiszámíthatatlanok, éppen ezért lehet célszerű, olyan épületekben gondolkodni, melyek energiaigénye minél alacsonyabb. Habár az épületek energiaigényének csökkentése a beruházó oldaláról extra költséget foglal magában a jelent tekintve, a közeli és a távoli jövőben valószínűsíthetőleg a kezdeti megemelkedett beruházási költség az energiára fordítandó költségeit csökkenti vele együtt pedig a kiszámíthatóságot növeli, valamint minél kisebb a lakosság energiaigénye az állam annál kevesebb importra szorul, így külföldi kitettsége csökken vagy annál több energia exportra képes. A lakossági energiaigény csökkentése tehát, mind az államnak, mind pedig a lakosságnak érdeke.

12. Összefoglalás

Szakdolgozatomban egy családi ház fűtésrendszerének megtervezésével és annak a felhasznált energiából fakadó költségeivel foglalkoztam.

A szakirodalom feldolgozás főképp a fűtéssel kapcsolatos általánosabb témákat érintette, mint a komfort, hőtermelés módjai, hőtermelők, illetve a hőleadók.

A saját munka részben az épület a hőigényének meghatározása történt valódi tervek alapján. Végig vettem valamennyi lépést az épület hőigényének meghatározásához, majd kiválasztottam a fűtési rendszert, mely a hőleadást fogja biztosítani, melyek után pedig egyéb gépészeti szerelvények kiválasztását végeztem el. Meghatározásra kerültek továbbá az épület energetikai jellemzői a jelenleg hatályos 7/2006 TNM rendeletben található módszerek alapján.

Ezeket követően fűtési energiaigényt számítottam melyeket után a felhasznált energiákat költségben is kifejeztem. Az energiafelhasználást több esetet vizsgáltam. Az első vagy kiinduló esetként a megtervezett épületet vettem alapul, mivel ugyan azon geometriai méreteket használtam a másik két esetben is. A második esetben, úgy vettem minthogyha ugyan azon geometriai tulajdonságokkal épülne meg az épület, mint az eredeti, viszont rosszabb, a 7/2006 TNM rendeletben 2014.-ben meghatározott hőátbocsátási tényező határértékre, a harmadik esetben pedig a 2006.-ban megállapított határértékekre. Itt a célom az volt, hogy a közelmúltban épült házak hőigényét és ezáltal a fűtésükhöz szükséges költségeket össze tudjam vetni.

Az energiaigények meghatározásához az átlagos havi középhőmérsékletet vettem figyelembe, mely a 2010-2020 év havi középhőmérsékleteinek átlaga az adott hónapra vonatkoztatva.

Mivel ma Magyarországon jelenleg számos „árképzés” létezik a hálózati energiahordozókra a lakosság részére, ezért az általánosan elérhető dokumentumokból vett lakossági díjszabásokat figyelembevéve költség kalkulációkat készítettem, a különböző konstrukciójú épületekre melyek csak és kizárólag az épület fűtésienergia felhasználását veszik figyelembe, a kalkulációkat pedig diagramban szemléltettem.

Summary

In my thesis, I was working on the design of a heating system for a detached house and also its energy costs.

The literature review focuses mainly on rather general topics related to heating, such as comfort, means of heat generation, heat generators and heat emmitters. As for the independent work, the heat demand of the building was determined based on real designs.

I walked through all the steps to determine the heat demand of the building, then selected the heating system that would provide the heat and ultimately selected the appropriate fittings for the system. Moreover, the energy performance of the building was determined using the methods currently in force in TNM Regulation 7/2006.

Next, I calculated the heat demand, after which I expressed the energy used in terms of cost. The energy consumption was analysed in multiple cases. All cases used the same geometric dimensions. In the first case, the originally designed building was evaulated. In the second case, however, I used a worse heat transfer coefficient limit as defined in TNM Regulation 7/2006 of 2014. As for the last case, the limit set in 2006 was used. My aim was to compare the heat demand and heating costs of recently built houses.

To determine the energy demand, I used the average monthly mean temperature, which is the average of the monthly mean temperatures for the years 2010-2020 for the given month. Since there are currently several "pricing schemes" for grid energy for households in Hungary, I made cost calculations for different building designs, taking into account the household tariffs from commonly available documents, which only take into account the heating energy consumption of the building, and illustrated the calculations in a diagram.

MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM

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

NYILATKOZAT

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

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

Kelt: 2023 év 04 hó 25 nap

Hallgató

NYILATKOZAT

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

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

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

Kelt: 2023 év április hó 24. nap

Belső konzulens

***Kérjük a megfelelőt aláhúzni!**

12. Irodalomjegyzék

[1] 176/2008. (VI. 30.) Kormány rendelet az épületek energetikai jellemzőinek tanúsításáról

[2] 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról

[3] Bánhidi László, Kajtár László: Válogatott fejezetek a komfortelmélet témaköréből, Akadémiai Kiadó, 2018

[4] Baumann Mihály: ÉPÜLETENERGETIKA SEGÉDLET, PTE Pollack Mihály Műszaki Kar, 2009

[5] Baumann Mihály: Épületenergetika, Edutus főiskola, 2012

[6] Dr. Barótfi István: Épületgépészet Szent István Egyetem, Gödöllő, 2016

[7] Dr. Kalmár Ferenc: A belső környezet minősége, Terc kiadó, 2013

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

[9] Dr. Tóth László: Hagyományos és megújuló energiarendszerek Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, 2016

[10] Dr.Ursula Schreier, Karl-Heinz Stawiarski, Wilhem Kirchensteiner, Falk Antony: A hőszivattyú, Budapest, 2007

[11] Épületgépészet 2000 Fűtéstechnika II., ÉPÜLETGÉPÉSZET KIADÓ KFT., Budapest 2001

[12] Épületgépészet a gyakorlatban I. VERLAG DASHÖFER Szakkiadó Kft. & T. Bt. 1062 Budapest, Andrássy út126., Szerkesztés lezárva 2004. október.

[13] Épületgépészet a gyakorlatban II VERLAG DASHÖFER Szakkiadó Kft. & T. Bt. 1062 Budapest, Andrássy út126., Szerkesztés lezárva 2004. október.

[14] ÉPÜLETTECHNIKAI RENDSZEREK ÉS RENDSZERELEMEK Verbai Zoltán, Kalmár Tünde, Csáky Imre, Kalmár Ferenc, TERC Kft. Budapest, 2013

[15] Horváth Tamás Hőtechnika II. előadás sorozat Széchényi István Egyetem, Győr, Építészeti és Épületszerkezettani Tanszék, 2016

[16] Komlós Ferenc, Fodor Zoltán, Kapros Zoltán, Dr. Vajda József, Vaszil Lajos: Hőszivattyús rendszerek, Magánkiadás, Dunaharaszti, 2009.

17[] Marcsó Sándor Légtechnika I. A légtechnika elméleti alapjai Szellőztető berendezések Debrecen, 2010

[18] Recknagel Sprenger Schramek Fűtés és klímatechnika 2000 I. kötet, Dialógus Campus Kiadó, Budapest-Pécs, 2000

[19] Zöld András, Csoknyai Tamás, Horváth Miklós, Szalay Zsuzsa: AZ ÉPÜLETENERGETIKA ALAPJAI, 2019

[20]Hoval kondenzációs és gázkazán tervezési segédlet, 2021

[21]Reflex termékkatalógus, 2012

[22]Siemens Actavix HU szelepkatalógus, 2019

[23]Uponor Padlófűtési rendszer kialakítás termékkatalógus, 2015

[24]Vogel und noot Flores fürdőszobai radiátorok katalógus, 2021/IV.

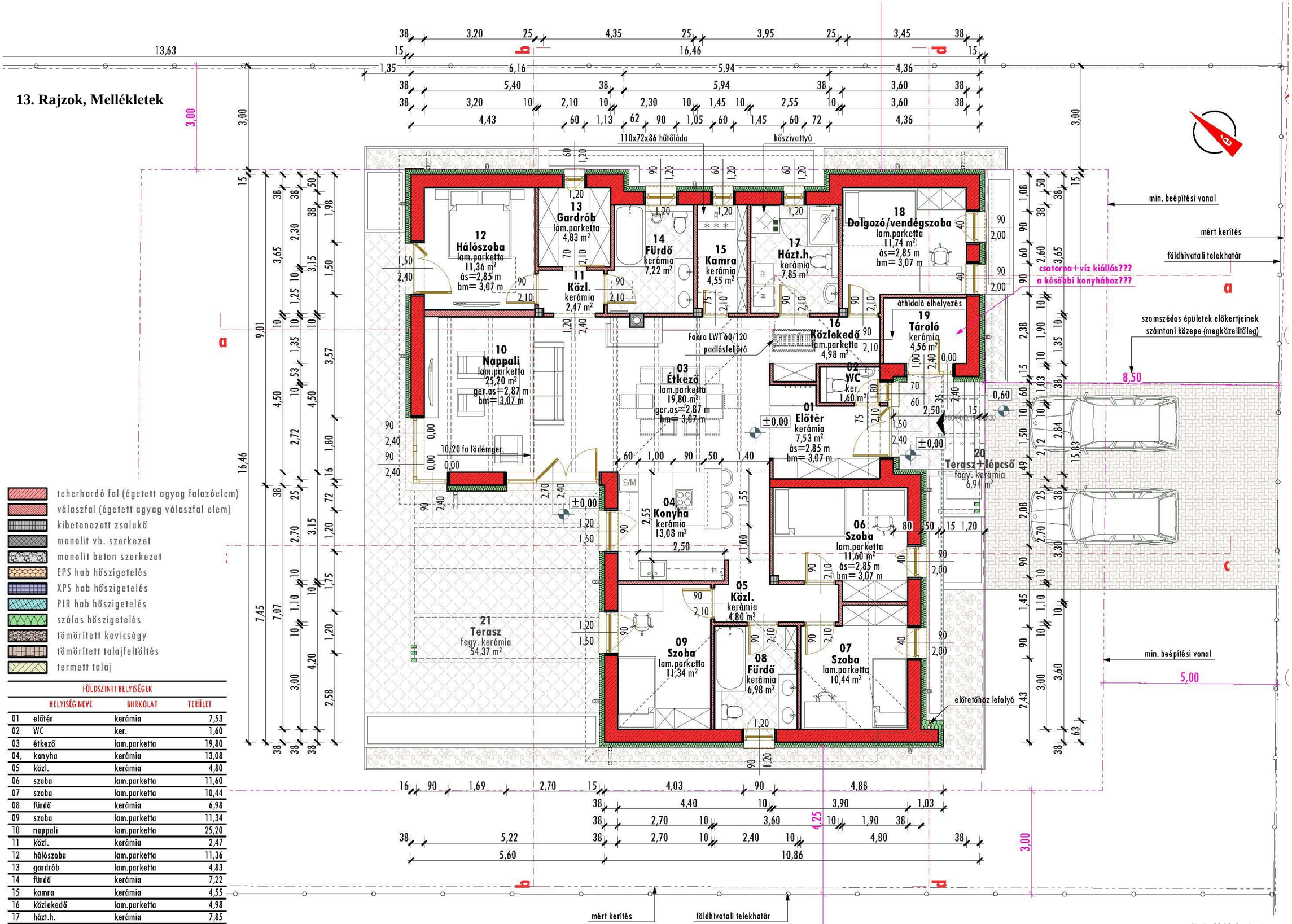
[25]Vogel&Noot műszaki katalógus 2021/II.

[26] Dr. habil. Kocsis Lajos PhD (2010): Dübelek hőhídhatásai homlokzatokon In: www.passzivhaz-magazin.hu, 2010. szeptember 19.

http://www.passzivhaz-magazin.hu/dubelek-hohidhatasai-homlokzatokon/ (letöltve: 2022.12.24)

[27]https://www.mvmnext.hu/lakossagirezsi/reszletes-informaciok-a-foldgazszamlarol

13. Rajzok, Mellékletek



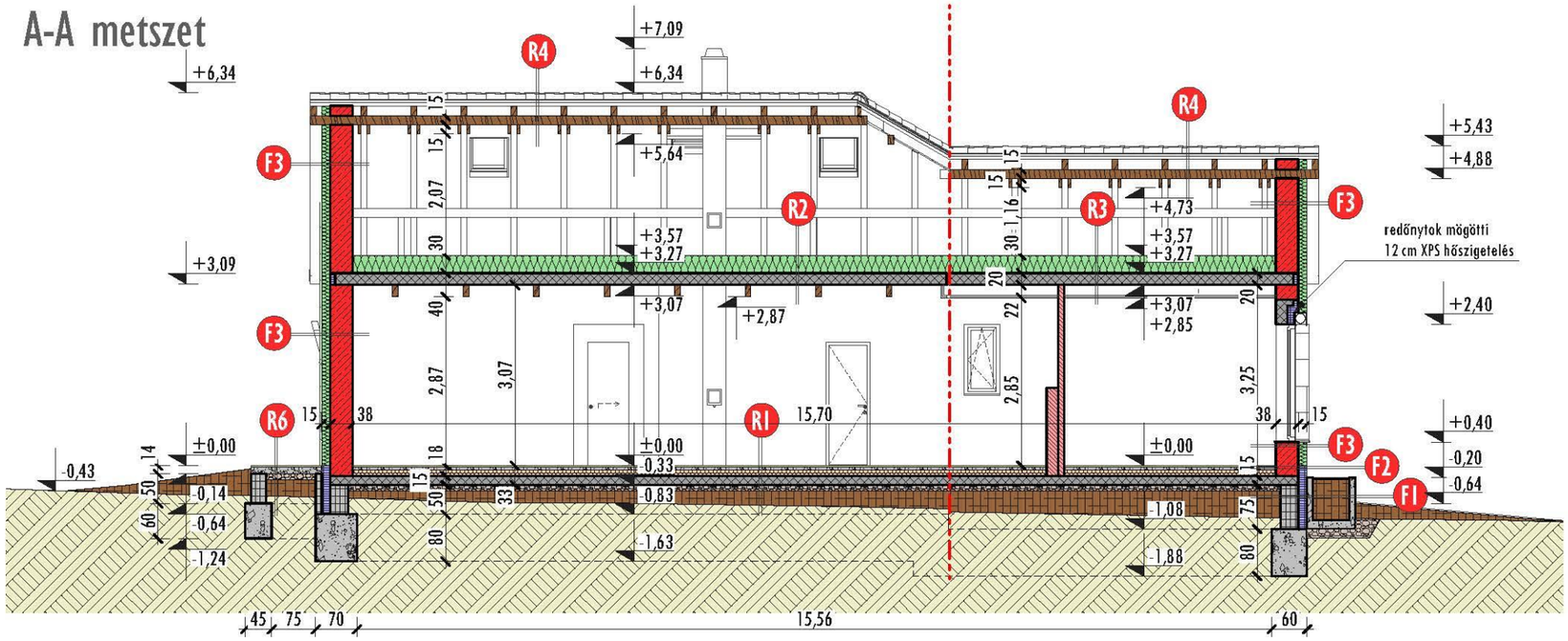
FÖLDSZINTI HELYISÉGEK

	HELYISÉG NEVE	BURKOLAT	TERÜLET
01	előtér	kerámia	7,53
02	WC	ker.	1,60
03	étkező	lam.parketta	19,80
04,	konyha	kerámia	13,08
05	közl.	kerámia	4,80
06	szoba	lam.parketta	11,60
07	szoba	lam.parketta	10,44
08	fürdő	kerámia	6,98
09	szoba	lam.parketta	11,34
10	nappali	lam.parketta	25,20
11	közl.	kerámia	2,47
12	hálószoba	lam.parketta	11,36
13	gardrób	lam.parketta	4,83
14	fürdő	kerámia	7,22
15	kamra	kerámia	4,55
16	közlekedő	lam.parketta	4,98
17	házt.h.	kerámia	7,85
18	dolgozó/vendégszoba	lam.parketta	11,74
19	tároló	kerámia	4,56
			171,93 m²

(Melléklet) 1.

megjegyzés: az 1999. évi LXXVI. számú szerzői jogról szóló törvény 1. § (2) k pontja értelmében az építészeti alkotás és annak terve szerzői jogi védelem alá esik, ezért az elkészült tervek publikálása, módosítása illetve további felhasználása csak a tervező jóváhagyása mellett lehetséges.

A-A metszet



F1
- épített virágláda
- geotextília, szig. védő réteg — 1 rtg.
- XPS hőszigetelő burkolatrendszer — 15 cm
- kibetonozott zsalukő lábazati fal — 30 cm
- tömörített kavicságy (TRg=95%)

F2
- kent lábazatbevonat
- XPS hőszigetelő burkolatrendszer — 15 cm
- égetett agyag falazóelem — 38 cm
- belső padlószerkezet/ töm. kavicságy

F3
- külső vékonyvakolat
- kőzetgyapot hőszigetelő burkolatrendszer — 15 cm
- égetett agyag falazóelem — 38 cm
- belső simított mészvakolat — 1,5 cm

R6
- burkolat (fagy.kerámia lap+kül. flex rag.) — 2 cm
- kenhető vízszigetelés — 2 rtg.
- vasalt aljzatbeton lejtésben (1%) — 12-8 cm
- tömörített kavicságy (TRg=95%) — 20 cm
- termett talaj

R1
- burkolat (kerámia lap+rag) — 2 cm
- aljzatbeton (úsztatott rtg.) — 6 cm
- technológiai szigetelés: PE fólia — 1 rtg.
- grafitos EPS lépésálló hőszigetelő lemez — 10 cm
- mod.bitumenes lemez, talajnedv. elleni szig. — 1 rtg.
- alapozó, kellősítő réteg — 1 rtg.
- vasalt szerelőbeton — 15 cm
- tömörített kavicságy (TRg=95%) — 10 cm
- termett talaj

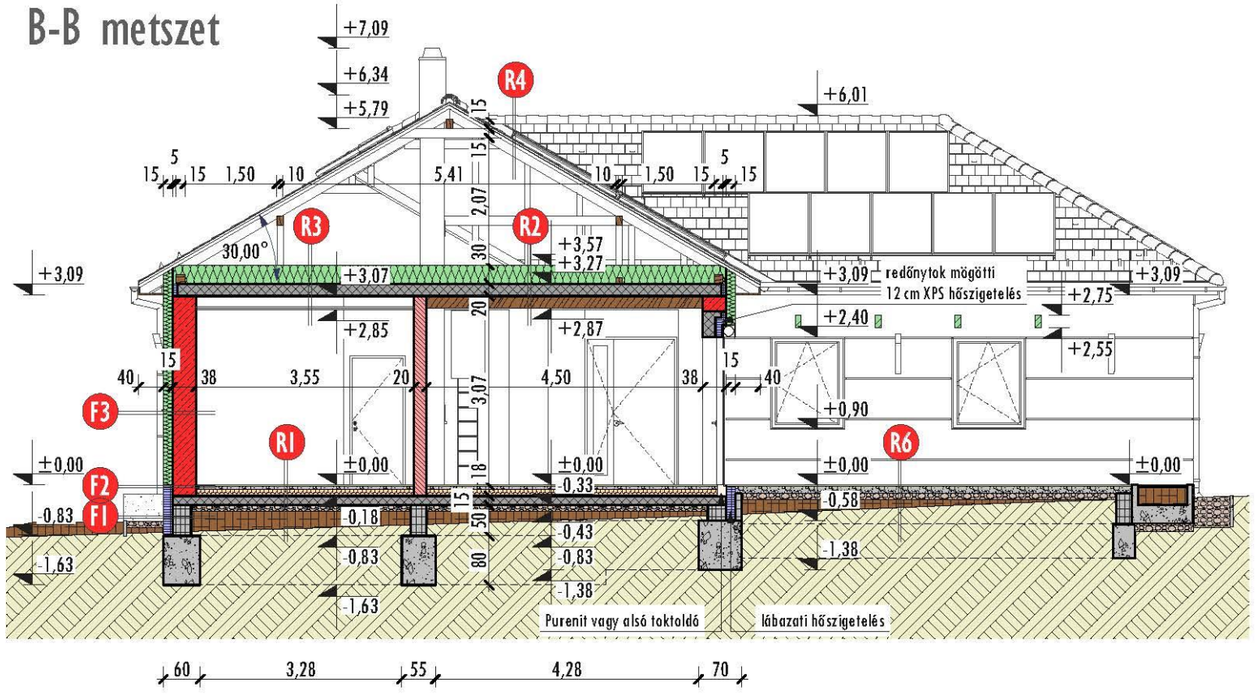
R2
- fűtetlen padlástér
- szálas hőszigetelés — 30 cm
- (helyenként kasírozott felületű)
- párazáró fólia — 1 rtg.
- monolit vasbeton födém — 20 cm
- glettelés, festés — 1 rtg.
- látszó fagerendázat — 10/20 cm

R3
- fűtetlen padlástér
- szálas hőszigetelés — 30 cm
- (helyenként kasírozott felületű)
- párazáró fólia — 1 rtg.
- monolit vasbeton födém — 20 cm
- légrés — 17 cm
- függesztett CD váz — 2,7 cm
- párazáró fólia SD 100 — 1 rtg.
- gipszkarton burkolat (t=15 perc) — 2,5 cm
- glettelés, festés — 1 rtg.

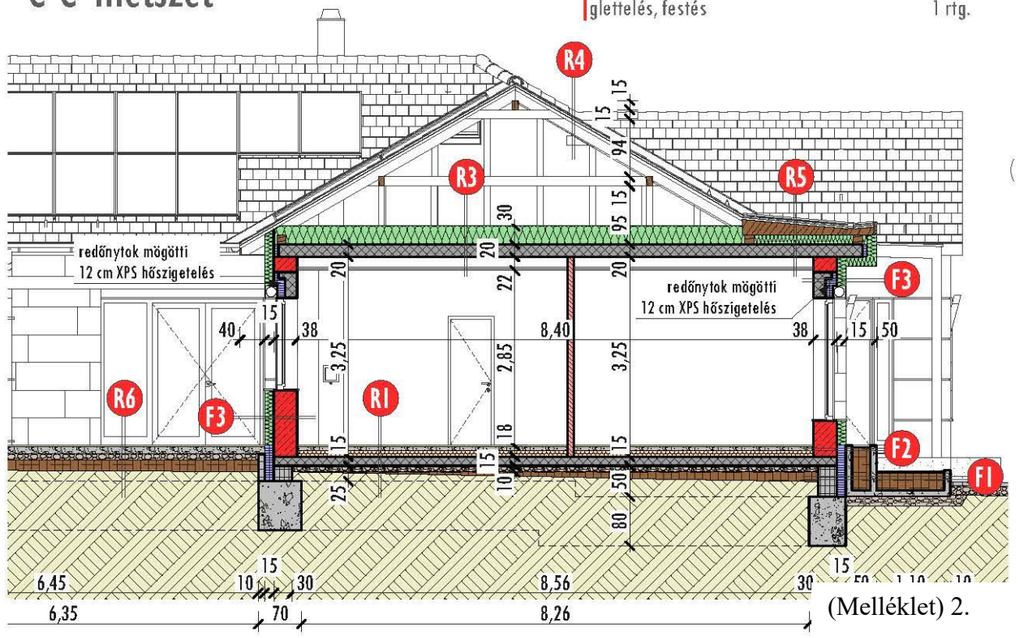
R4
- cserépfedés
- tetőléc — 50/30 mm
- ellenléc (kiszell. légréteg) — 50/50 mm
- páraáteresztő tetőfólia SD 0,05 — 1 rtg.
- szarufa — 10/15 cm
- fűtetlen padlástér

R5
- korcolt lemezfedés
- alátétszőnyeg — 1 rtg.
- teli deszkaborítás — 2,5 cm
- párazáró fólia — 1 rtg.
- lejtésképző fagerenda váz, közötte
- szálas hőszigetelés — 15 cm
- szálas hőszigetelés — 15 cm
- monolit vasbeton födém — 20 cm
- légrés — 17 cm
- függesztett CD váz — 2,7 cm
- párazáró fólia SD 100 — 1 rtg.
- gipszkarton burkolat (t=15 perc) — 2,5 cm
- glettelés, festés — 1 rtg.

B-B metszet

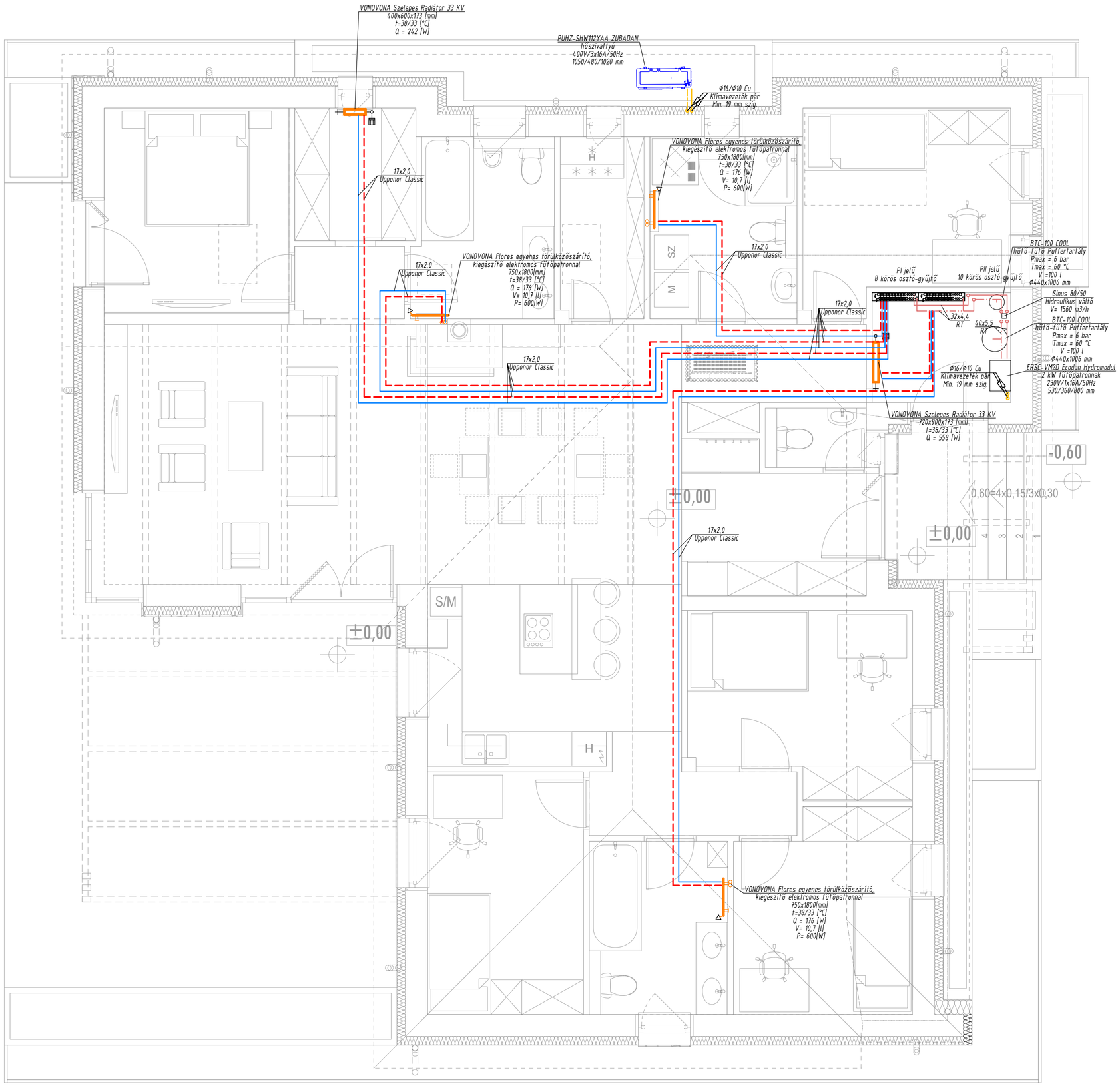


C-C metszet



(Melléklet) 2.

megjegyzés: az 1999. évi LXXVI. számú szerzői jogról szóló törvény 1. § (2) k pontja értelmében az építészeti alkotás és annak terve szerzői jogi védelem alá esik, ezért az elkészült tervek publikálása, módosítása illetve további felhasználása csak a tervező jóváhagyása mellett lehetséges

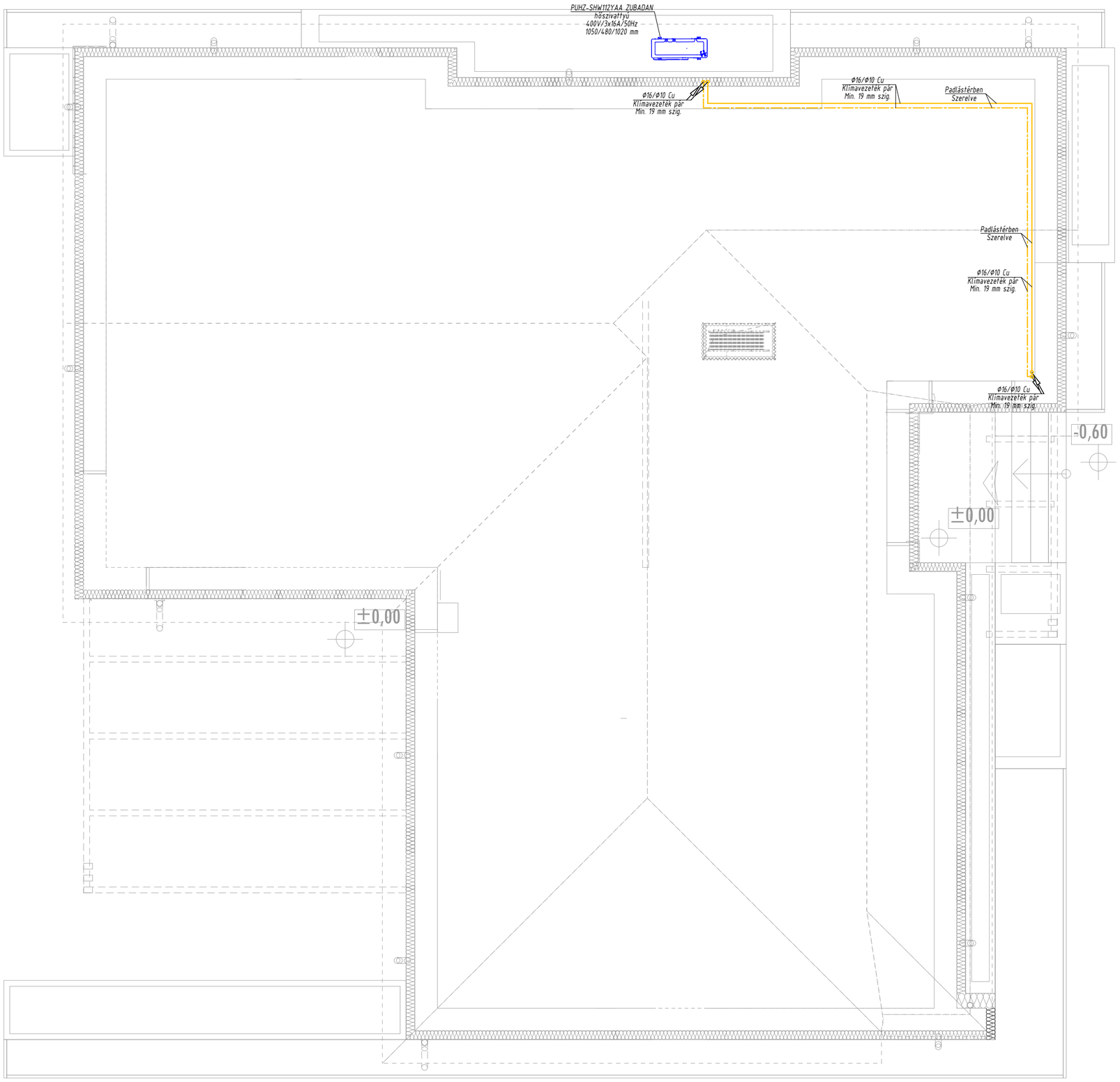


Fűtési előremenő vezeték padlóban
Fűtési visszatérő vezeték padlóban
Fűtési előremenő vezeték oldalfalon
Fűtési visszatérő vezeték oldalfalon
Klíma vezeték gáz
Klíma vezeték folyadék

Gömbcsap
Visszacsapó szelep
Statikus beszabályzó szelep
3 járatú motoros szelep
Légtelenítő szelep

Biztonsági szelep
Hőmérő
Hőmérséklet érzékelő
Nyomásmérő

Építtető: Magyar Agrár - és Élettudományi Egyetem Szent István Campus Gépészmérnöki kar	Tárgy: Családi ház fűtési rendszerének tervezése		Tervező: Hrúz Bence NEPTUN: RC64AY
	Megnevezés: Földszint alaprajz Hőszivattyú hőtermelő		Dátum: 2023.04.10.
Szakág: Épületgépészet	Terv fajta: Kiviteli terv	Papírméret: 597x594	Méretarány: 1:50 / Azonosító: GF-1-1 / Rev:

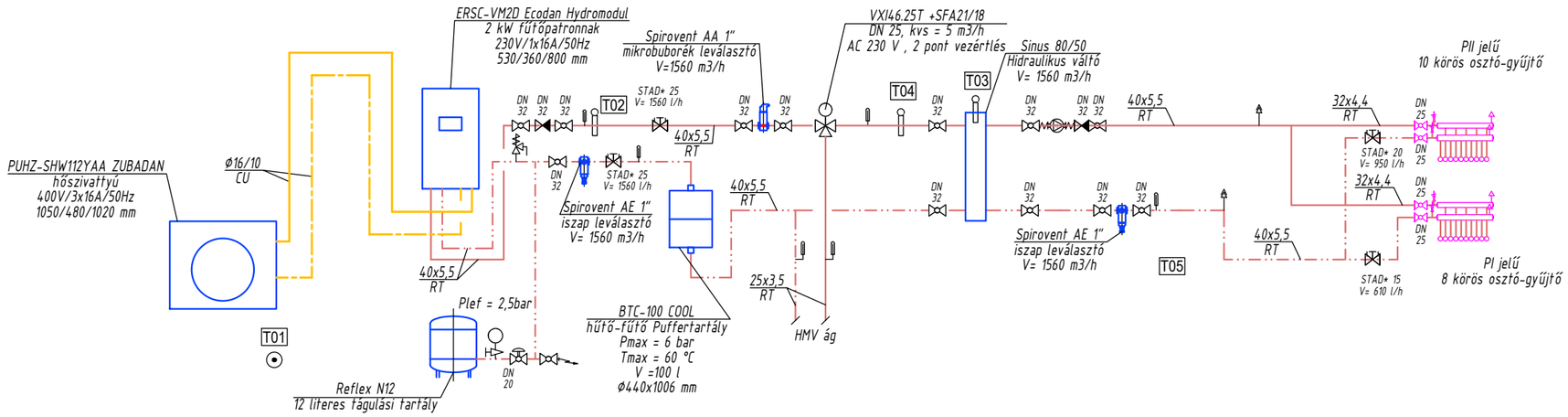


Fűtési előremenő vezeték padlóban
Fűtési visszatérő vezeték padlóban
Fűtési előremenő vezeték oldalfalon
Fűtési visszatérő vezeték oldalfalon
Klíma vezeték gáz
Klíma vezeték folyadék

Gömbcsap
Visszacsapó szelep
Statikus beszabályzó szelep
3 járatú motoros szelep
Légtelenítő szelep

Biztonsági szelep
Hőmérő
Hőmérséklet érzékelő
Nyomásmérő

Építtető: Magyar Agrár - és Élettudományi Egyetem Szent István Campus Gépészmérnöki kar	Tárgy: Családi ház fűtési rendszerének tervezése		Tervező: Hrúz Bence NEPTUN: RC64AY
	Megnevezés: Padlástér alaprajz Hőszivattyú hőtermelő		Dátum: 2023.04.10.
Szakág: Épületgépészet	Terv fajta: Kiviteli terv	Papírméret: 597x594	Méretarány: 1:50 / Azonosító: GF-1-2 / Rev:

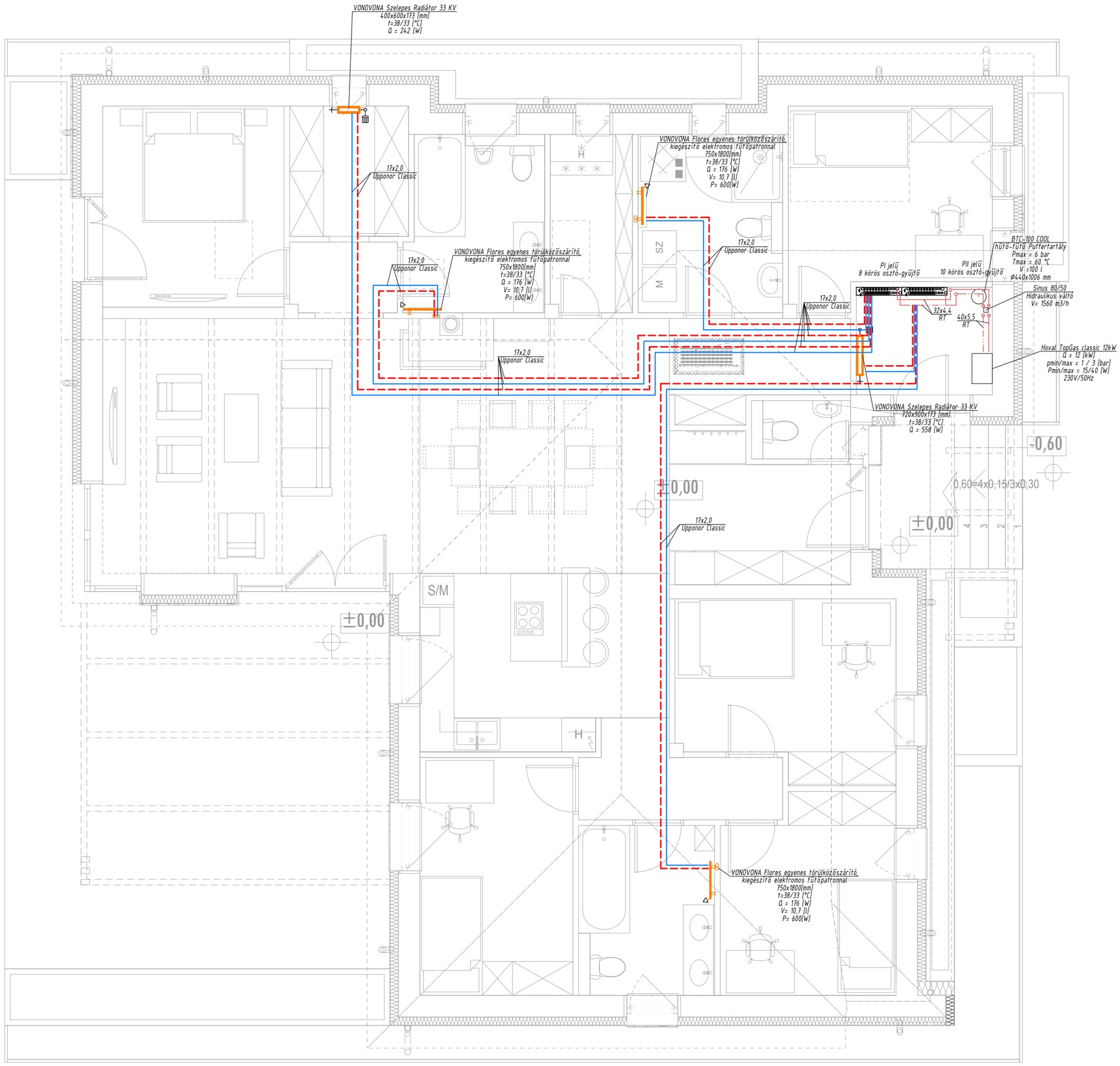


- Fűtési előremenő vezeték padlóban
- Fűtési visszatérő vezeték padlóban
- Fűtési előremenő vezeték oldalfalon
- Fűtési visszatérő vezeték oldalfalon
- Klíma vezeték gáz
- Klíma vezeték folyadék

- Gömbcsap
- Visszacsapó szelep
- Statikus beszabályzó szelep
- 3 járatú motoros szelep
- Légtelenítő szelep

- Biztonsági szelep
- Hőmérő
- Hőmérséklet érzékelő
- Nyomásmérő

Építtető: Magyar Agrár - és Élettudományi Egyetem Szent István Campus Gépészmérnöki kar	Tárgy: Családi ház fűtési rendszerének tervezése		Tervező: Hrúz Bence NEPTUN: RC64AY
	Megnevezés: Kapcsolási rajz Hőszivattyú hőtermelő		Dátum: 2023.04.10.
Szakág: Épületgépészet	Terv fajta: Kiviteli terv	Papírméret: 420x297	Méretarány: 1:50 / Azonosító: GF-1-3 / Rev:

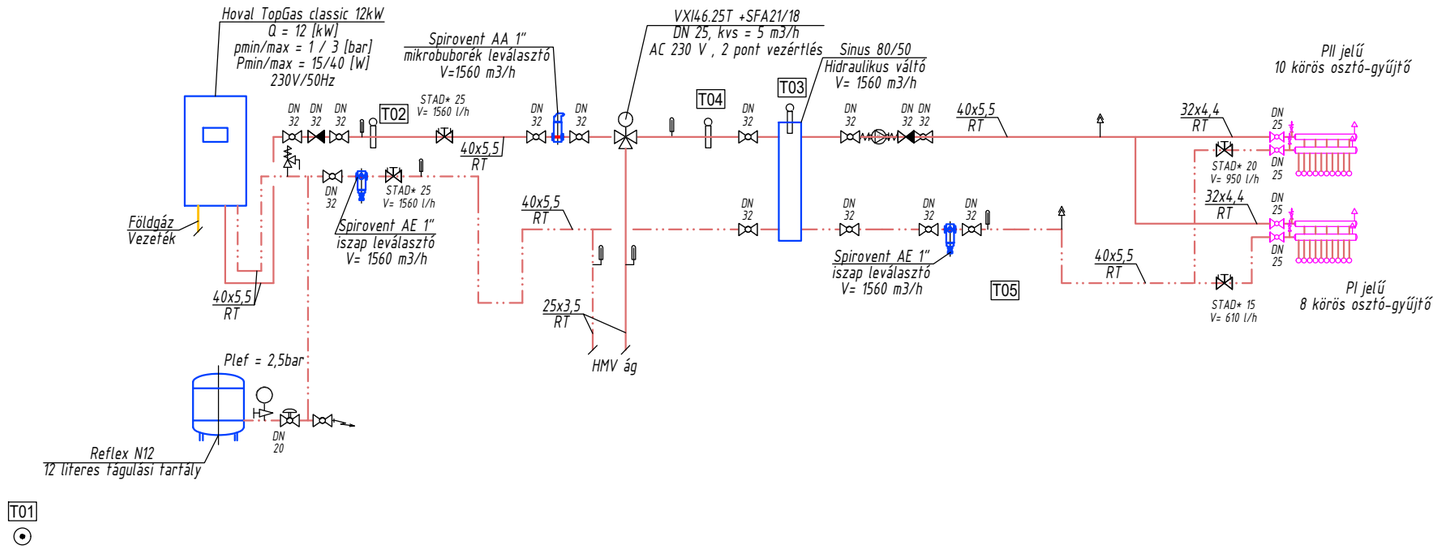


Fűtési előremenő vezeték padlóban
Fűtési visszatérő vezeték padlóban
Fűtési előremenő vezeték oldalfalon
Fűtési visszatérő vezeték oldalfalon
Klíma vezeték gáz
Klíma vezeték folyadék

Gömbcsap
Visszacsapó szelep
Statikus beszabályzó szelep
3 járatú motoros szelep
Légtelenítő szelep

Biztonsági szelep
Hőmérő
Hőmérséklet érzékelő
Nyomásmérő

Építtető: Magyar Agrár - és Élettudományi Egyetem Szent István Campus Gépészmérnöki kar	Tárgy: Családi ház fűtési rendszerének tervezése		Tervező: Hrúz Bence NEPTUN: RC64AY
	Megnevezés: Földszint alaprajz Kazán hőtermelő		Dátum: 2023.04.10.
Szakág: Épületgépészet	Terv fajta: Kiviteli terv	Papírméret: 597x594	Méretarány: 1:50 / Azonosító: GF-1-4 / Rev:

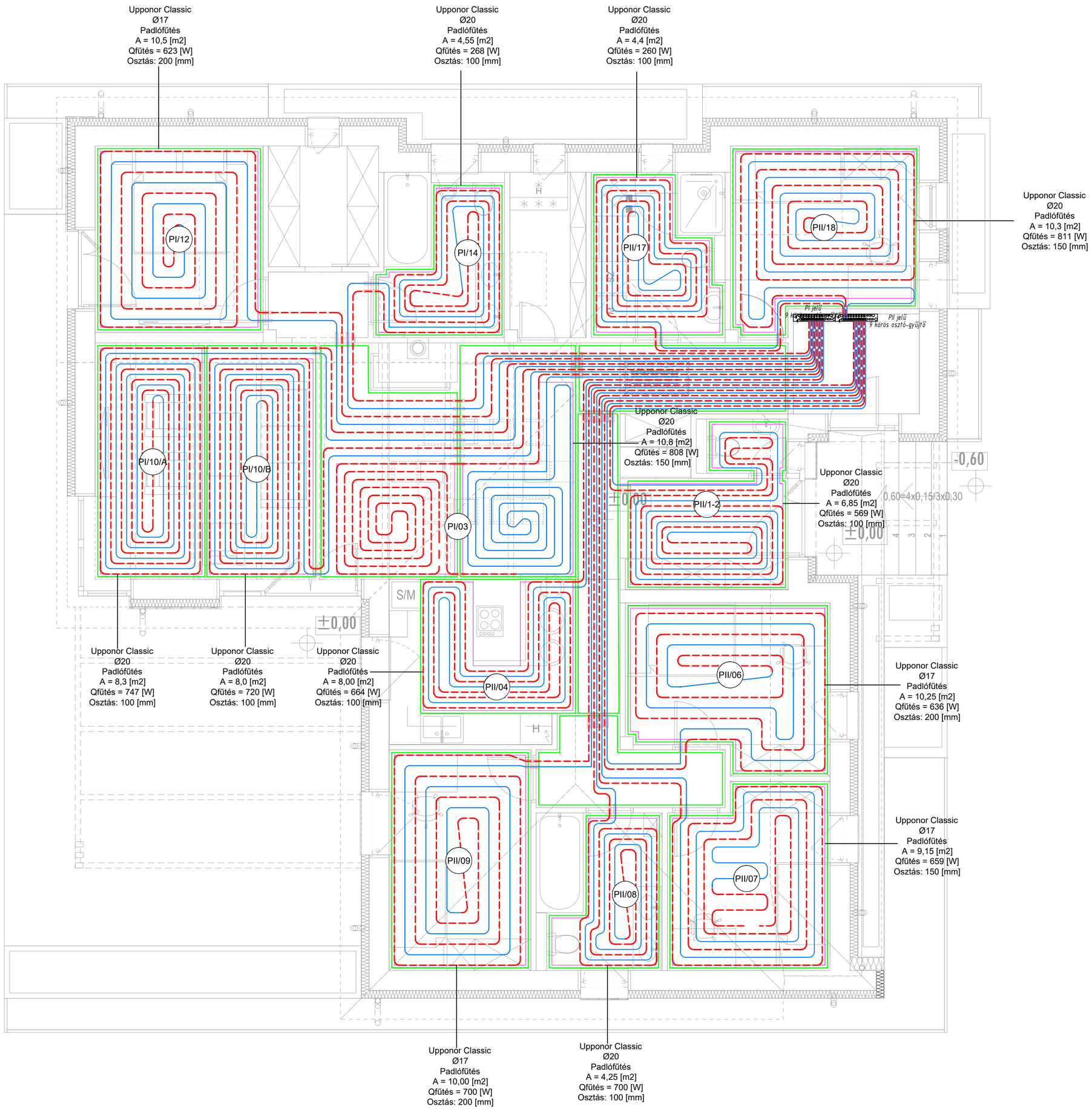


Fűtési előremenő vezeték padlóban
Fűtési visszatérő vezeték padlóban
Fűtési előremenő vezeték oldalfalon
Fűtési visszatérő vezeték oldalfalon
Földgáz vezeték

Gömbcsap
Visszacsapó szelep
Statikus beszabályzó szelep
3 járatú motoros szelep
Légtelenítő szelep

Biztonsági szelep
Hőmérő
Hőmérséklet érzékelő
Nyomásmérő

Építtető: Magyar Agrár - és Élettudományi Egyetem Szent István Campus Gépészmérnöki kar	Tárgy: Családi ház fűtési rendszerének tervezése		Tervező: Hrúz Bence NEPTUN: RC64AY
	Megnevezés: Kapcsolási rajz Kazán hőtermelő		Dátum: 2023.04.10.
Szaság: Épületgépészet	Terv fajta: Kiviteli terv	Papírméret: 420x297	Méretarány: 1:50 / Azonosító: GF-1-5 / Rev:



Fűtési előremenő vezeték padlóban
Fűtési visszatérő vezeték padlóban
Fűtési előremenő vezeték oldalfalon
Fűtési visszatérő vezeték oldalfalon
Klíma vezeték gáz
Klíma vezeték folyadék

Gömbcsap
Visszacsapó szelep
Statikus beszabályzó szelep
3 járatú motoros szelep
Légtelenítő szelep

Biztonsági szelep
Hőmérő
Hőmérséklet érzékelő
Nyomásmérő

Építtető: Magyar Agrár - és Élettudományi Egyetem Szent István Campus Gépészmérnöki kar	Tárgy: Családi ház fűtési rendszerének tervezése		Tervező: Hrúz Bence NEPTUN: RC64AY
	Megnevezés: Padlófűtési terv		Dátum: 2023.04.10.
Szakág: Épületgépészet	Terv fajta: Kiviteli terv	Papírméret: 597x597	Méretarány: 1:50 / Azonosító: GF-1-6 / Rev:

M.8.0.1. táblázat: Helyiségek és az azokhoz tartozó szerkezetek jellemző méretei

	18 Dolgozó/vendégszoba	17 Házt.h.	15 Kamra	14 Fürdő	13 Gardrób	12 Hálószóba	10 Nappali	04 Konyha	09 Szoba	08 Fürdő
ÉK homlokzat hossz [m]	4,10	2,65	1,45	2,30	2,60	3,20				
ÉNY homlokzat hossz [m]						3,55	4,50	3,15	4,20	
DNY homlokzat hossz [m]							5,60		2,70	2,38
DK homlokzat hossz [m]	3,10									
Alapterület [m^2]	11,74	7,85	4,55	7,22	4,83	11,36	25,20	13,08	11,34	6,98
Álmennyezet. magassága [m]	2,85	2,85	2,85	2,85	2,85	2,85		2,85	2,85	2,85
Mennyezet magasság [m]	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07
Térfogat [m^3]	33,46	22,37	12,97	20,58	13,77	32,38	77,36	37,28	32,32	19,89
ÉK falfelület [m^2]	11,69	7,55	4,13	6,56	7,41	9,12	0,00	0,00	0,00	0,00
ÉNY falfelület [m^2]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,12	13,82	8,98	11,97	0,00
DNY falfelület [m^2]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17,19	0,00	7,70	6,78
DK falfelület [m^2]	8,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ÉK Ablak(ok) [m^2]		0,72	0,72	1,08	0,72					
ÉNY Ablak(ok) [m^2]						3,60	10,80	1,80	1,80	
DNY Ablak(ok) [m^2]							2,16			1,08
DK Ablak(ok) [m^2]	3,60									
ÉK Ajtó(k)										
ÉNY Ajtó(k)										
DNY Ajtó(k)										
DK Ajtó(k)										
ÉK valós falfelület [m^2]	11,69	6,83	3,41	5,48	6,69	9,12	0,00	0,00	0,00	0,00
ÉNY valós falfelület [m^2]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,52	3,02	7,18	10,17	0,00
DNY valós falfelület [m^2]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,03	0,00	7,70	5,70
DK valós falfelület [m^2]	5,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

M.8.0.1. táblázat folytatása

	07 Szoba	06 Szoba	01 Előtér	02 WC	19 Tároló	16 Közlekedő	03 Étkező	05 Közlekedő	11 Közlekedő
ÉK homlokzat hossz [m]									
ÉNY homlokzat hossz [m]									
DNY homlokzat hossz [m]	3,1				2,12				
DK homlokzat hossz [m]	3,6	3,72	2,12	1,13	2,4				
Alapterület [m^2]	10,44	11,60	7,53	1,60	4,56	4,98	19,80	4,80	2,47
Álmennyezet. magassága [m]	2,85	2,85	2,85	2,85		2,85		2,85	2,85
Mennyezet magasság [m]	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07
Térfogat [m^3]	29,75	33,06	21,46	4,56	14,00	14,19	60,79	13,68	7,04
ÉK falfelület [m^2]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ÉNY falfelület [m^2]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DNY falfelület [m^2]	8,84	0,00	0,00	0,00	6,51	0,00	0,00	0,00	8,84
DK falfelület [m^2]	10,26	10,60	6,04	3,22	7,37	0,00	0,00	0,00	10,26
ÉK Ablak(ok) [m^2]									
ÉNY Ablak(ok) [m^2]									
DNY Ablak(ok) [m^2]					3,60				
DK Ablak(ok) [m^2]	1,8	1,8		0,42	0,84				
ÉK Ajtó(k)									
ÉNY Ajtó(k)									
DNY Ajtó(k)									
DK Ajtó(k)			3,6						
ÉK valós falfelület [m^2]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ÉNY valós falfelület [m^2]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DNY valós falfelület [m^2]	8,84	0,00	0,00	0,00	3,77	0,00	0,00	0,00	0,00
DK valós falfelület [m^2]	8,46	8,80	2,44	2,80	4,99	0,00	0,00	0,00	0,00

M.8.0.2. táblázat: határoló szerkezetek jellemző értékei

Rétegrend	Réteg neve	Réteg vastagság d [cm]	Hővezetési tényező λ $[\frac{W}{mK}]$	Hővezetési ellenállás R $[\frac{m^2K}{W}]$	Hővezetési ellenállás összege R $[\frac{m^2K}{W}]$	Hőátbocsátási tényező U $[\frac{W}{m^2K}]$	Hőhidak hatását figyelembe vevő Korrekciós tényező $[\frac{W}{K}]$ és/vagy [%]	Korrigált Hőátbocsátási tényező U_R $[\frac{W}{m^2K}]$	Vonalmenti hőátbocsátási tényező Ψ $[\frac{W}{mK}]$
F3- Külső fal	Nemes vakolat	0,5	0,99	0,005	6,102	0,164	+ 0,02 $[\frac{W}{K}]$, + 30 [%]	0,24	-
	Kőzetgyapot szig.	15	0,038	3,947					
	Ragasztó	0,5	0,93	0,005					
	Porotherm 38 N+F	38	0,194	1,959					
	Mészvak	1,5	0,81	0,019					
	Li	1	8	0,125					
	Le	1	24	0,042					
R1 - padló	Csempe	1	1,05	0,010	3,984	0,251	-	-	0,8
	Ragasztó	1	0,93	0,011					
	Kavicsbeton	6	1,28	0,047					
	PE fólia	0,02	0,17	0,001					
	Grafit 100	10	0,03	3,333					
	Elastovill E-G 4F/K	0,4	0,12	0,033					
	Vasalt aljzat	15	1,55	0,097					
	Kavicsfeltöltés	10	0,35	0,286					
	Li	1	6	0,167					
	Le	1	1,05	0,010					
R2 Nappali fagerenda	Ásványgyapot hősz.	30	0,042	7,143	7,462	0,133	90 [%], +10[%]	0,131	-
	Isoflex alutükrös PE fólia	0,1	0,2	0,005					
	Vasbeton	20	1,55	0,129					
	Baumit meszes Glett	0,1	0,5	0,002					
	Li	1	10	0,100					
	Le	1	12	0,083					
	Ásványgyapot hősz.	30	0,042	7,143	8,371				
	Isoflex alutükrös PE fólia	0,1	0,2	0,005					
	Vasbeton	20	1,55	0,129					
	Baumit meszes Glett	0,1	0,5	0,002					
	Tölgyfa rostokra merőleges	20	0,22	0,909					

M.8.0.2. táblázat folytatása

Rétegrend	Réteg neve	Réteg vastagság d [cm]	Hővezetési tényező λ $[\frac{W}{mK}]$	Hővezetési ellenállás R $[\frac{m^2K}{W}]$	Hővezetési ellenállás összege R $[\frac{m^2K}{W}]$	Hőátbocsátási tényező U $[\frac{W}{m^2K}]$	Hőhidak hatását figyelembe vevő Korrekciós tényező $[\frac{W}{K}]$ és/vagy [%]	Korrigált Hőátbocsátási tényező U_R $[\frac{W}{m^2K}]$	Vonalmenti hőátbocsátási tényező Ψ $[\frac{W}{mK}]$
R3 - Padlás tér alatti födém	Ásványgyapot hősz.	30	0,042	7,143	7,711	0,130	90 [%], +10[%]	0,128	-
	Isoflex alutükrös PE fólia	0,1	0,2	0,005					
	Vasbeton	20	1,55	0,129					
	Zárt Légréteg			0,140					
	Isoflex alutükrös PE fólia	0,1	0,2	0,005					
	Gipszkarton	2,5	0,24	0,104					
	Baumit meszes Glett	0,1	0,5	0,002					
	Li	1	10	0,100					
	Le	1	12	0,083					
R5-Tető	Karcolt lemezfedél	0,02	198	0,000	7,786	0,128	-	0,128	-
	Deszkaborítás	2,5	0,22	0,114					
	PE fólia	0,02	0,17	0,001					
	Ásványgyapot hősz.	15	0,042	3,571					
	Ásványgyapot hősz.	15	0,042	3,571					
	Isoflex alutükrös PE fólia	0,1	0,2	0,005					
	Vasbeton	20	1,55	0,129					
	Zárt Légréteg			0,140					
	Isoflex alutükrös PE fólia	0,1	0,2	0,005					
	Gipszkarton	2,5	0,24	0,104					
	Baumit meszes Glett	0,1	0,5	0,002					
	Li	1	10	0,100					
	Le	1	23	0,043					
Belső Fal	Belső Hőátadási tény	1	8	0,125	0,593	1,686	-	1,686	-
	Baumit vakolat	1,5	0,75	0,020					
	Porotherm 10/50 NF	10	0,33	0,303					
	Baumit vakolat	1,5	0,75	0,020					
	Belső Hőátadási tény	1	8	0,125					

M.8.1.1. táblázat: A helyiség transzmisszióból fakadó hőigényeinek meghatározása

Helyiség	Határoló szerkezet	Tájolás	U érték [$\frac{W}{m^2K}$] vagy Ψ érték [$\frac{W}{mK}$]	Hőhidasság miatt U érték korrekció	Korrigált U érték [$\frac{W}{m^2K}$]	Felület [m2] vagy Padló esetén kerület [m]	Belső hőmérséklet [ºC]	Külső Hőmérséklet [ºC]	Határoló szerkezeteken átáramló hő mennyiség [W]	Hőszükséglet Q [W]
18 Dolgozó/vendégszoba [m2]	R3 Padlástér alatti födém		0,117	0,100	0,128	11,740	20	-15	53	507
	F3 Homlokzat	ÉK	0,184	0,300	0,239	11,685	20	-15	98	
	F3 Homlokzat	DK	0,184	0,300	0,239	5,235	20	-15	44	
	Ablak	DK	0,880		0,880	3,600	20	-15	111	
	R1 Talajon fekvő padló		0,800		0,800	7,200	20	-15	202	
17 Házt.h.	R3 Padlástér alatti födém		0,117	0,100	0,128	7,850	24	-15	39	210
	F3 Homlokzat	ÉK	0,184	0,300	0,239	6,833	24	-15	64	
	Ablak	ÉK	0,880		0,880	0,720	24	-15	25	
	R1 Talajon fekvő padló		0,800		0,800	2,650	24	-15	83	
15 Kamra	R3 Padlástér alatti födém		0,117	0,100	0,128	4,550	18	-15	19	105
	F3 Homlokzat	ÉK	0,184	0,300	0,239	3,413	18	-15	27	
	Ablak	ÉK	0,880		0,880	0,720	18	-15	21	
	R1 Talajon fekvő padló		0,800		0,800	1,450	18	-15	38	
14 Fürdő	R3 Padlástér alatti födém		0,117	0,100	0,128	7,220	24	-15	36	196
	F3 Homlokzat	ÉK	0,184	0,300	0,239	5,475	24	-15	51	
	Ablak	ÉK	0,880		0,880	1,080	24	-15	37	
	R1 Talajon fekvő padló		0,800		0,800	2,300	24	-15	72	

M.8.1.1. táblázat folytatása

Helyiség	Határoló szerkezet	Tájolás	U érték [$\frac{W}{m^2K}$] vagy Ψ érték [$\frac{W}{mK}$]	Hőhidasság miatt U érték korrekció	Korrigált U érték [$\frac{W}{m^2K}$]	Felület [m2] vagy Padló esetén kerület [m]	Belső hőmérséklet [°C]	Külső Hőmérséklet [°C]	Határoló szerkezeteken átáramló hő mennyiség [W]	Hőszükséglet Q [W]
13 Gardrób	R3 Padlástér alatti födém		0,117	0,100	0,128	4,830	20	-15	22	173
	F3 Homlokzat	ÉK	0,184	0,300	0,239	6,690	20	-15	56	
	Ablak	ÉK	0,880		0,880	0,720	20	-15	22	
	R1 Talajon fekvő padló		0,800		0,800	2,600	20	-15	73	
12 Hálószóba	R3 Padlástér alatti födém		0,117	0,100	0,128	11,360	20	-15	51	371
	F3 Homlokzat	ÉK	0,184	0,300	0,239	9,120	20	-15	76	
	F3 Homlokzat	ÉNY	0,184	0,300	0,239	6,518	20	-15	55	
	Ajtó	ÉNY	1,450		1,450	0,000	20	-15	0	
	R1 Talajon fekvő padló		0,800		0,800	6,750	20	-15	189	
10 Nappali	R2 Padlástér alatti födém		0,119	0,100	0,131	25,200	20	-15	116	948
	F3 Homlokzat	ÉNY	0,184	0,300	0,239	3,015	20	-15	25	
	Ablak	ÉNY	0,880		0,880	10,800	20	-15	333	
	F3 Homlokzat	DNY	0,184	0,300	0,239	15,032	20	-15	126	
	Ablak	DNY	0,880		0,880	2,160	20	-15	67	
	Ajtó	DNY	1,450		1,450	0,000	20	-15	0	
	R1 Talajon fekvő padló		0,800		0,800	10,100	20	-15	283	

M.8.1.1. táblázat folytatása

Helyiség	Határoló szerkezet	Tájolás	U érték [$\frac{W}{m^2K}$] vagy Ψ érték [$\frac{W}{mK}$]	Hőhidasság miatt U érték korrekció	Korrigált U érték [$\frac{W}{m^2K}$]	Felület [m2] vagy Padló esetén kerület [m]	Belső hőmérséklet [ºC]	Külső Hőmérséklet [ºC]	Határoló szerkezeteken átáramló hő mennyiség [W]	Hőszükséglet Q [W]
04 Konyha	R3 Padlástér alatti födém		0,117	0,100	0,128	13,080	20	-15	59	262
	F3 Homlokzat	ÉNY	0,184	0,300	0,239	7,178	20	-15	60	
	Ablak	ÉNY	0,880		0,880	1,800	20	-15	55	
	R1 Talajon fekvő padló		0,800		0,800	3,150	20	-15	88	
09 Szoba	R3 Padlástér alatti födém		0,117	0,100	0,128	11,340	20	-15	51	439
	F3 Homlokzat	ÉNY	0,184	0,300	0,239	10,170	20	-15	85	
	Ablak	ÉNY	0,880		0,880	1,800	20	-15	55	
	F3 Homlokzat	DNY	0,184	0,100	0,202	7,695	20	-15	54	
	R1 Talajon fekvő padló		0,800		0,800	6,900	20	-15	193	
08 Fürdő	R3 Padlástér alatti födém		0,117	0,100	0,128	6,980	24	-15	35	199
	F3 Homlokzat	DNY	0,184	0,300	0,239	5,703	24	-15	53	
	Ablak	DNY	0,880		0,880	1,080	24	-15	37	
	R1 Talajon fekvő padló		0,800		0,800	2,380	24	-15	74	
07 Szoba	R3 Padlástér alatti födém		0,117	0,100	0,128	6,340	20	-15	28	434
	R5 Tető		0,128		0,128	4,100	20	-15	18	
	F3 Homlokzat	DNY	0,184	0,300	0,239	8,835	20	-15	74	
	F3 Homlokzat	DK	0,184	0,300	0,239	8,460	20	-15	71	
	Ablak	DK	0,880		0,880	1,800	20	-15	55	
	R1 Talajon fekvő padló		0,800		0,800	6,700	20	-15	188	

M.8.1.1. táblázat folytatása

Helyiség	Határoló szerkezet	Tájolás	U érték [$\frac{W}{m^2K}$] vagy Ψ érték [$\frac{W}{mK}$]	Hőhidasság miatt U érték korrekció	Korrigált U érték [$\frac{W}{m^2K}$]	Felület [m2] vagy Padló esetén kerület [m]	Belső hőmérséklet [ºC]	Külső Hőmérséklet [ºC]	Határoló szerkezeteken átáramló hő mennyiség [W]	Hőszükséglet Q [W]
06 Szoba	R3 Padlástér alatti födém		0,117	0,100	0,128	7,840	20	-15	35	285
	R5 Tető		0,128		0,128	3,760	20	-15	17	
	F3 Homlokzat	DK	0,184	0,300	0,239	8,802	20	-15	74	
	Ablak	DK	0,880		0,880	1,800	20	-15	55	
	R1 Talajon fekvő padló		0,800		0,800	3,720	20	-15	104	
01 Előtér	R3 Padlástér alatti födém		0,117	0,100	0,128	6,810	20	-15	31	296
	R5 Tető		0,128		0,128	0,720	20	-15	3	
	F3 Homlokzat	DK	0,184	0,300	0,239	2,442	20	-15	20	
	Ajtó	DK	1,450		1,450	3,600	20	-15	183	
	R1 Talajon fekvő padló		0,800		0,800	2,120	20	-15	59	
02 WC	R3 Padlástér alatti födém		0,117	0,100	0,128	1,270	20	-15	6	75
	R5 Tető		0,128		0,128	0,330	20	-15	1	
	F3 Homlokzat	DK	0,184	0,300	0,239	2,801	20	-15	23	
	Ablak	DK	0,880		0,880	0,420	20	-15	13	
	R1 Talajon fekvő padló		0,800		0,800	1,130	20	-15	32	

M.8.1.1. táblázat folytatása

Helyiség	Határoló szerkezet	Tájolás	U érték [$\frac{W}{m^2K}$] vagy Ψ érték [$\frac{W}{mK}$]	Hőhidasság miatt U érték korrekció	Korrigált U érték [$\frac{W}{m^2K}$]	Felület [m2] vagy Padló esetén kerület [m]	Belső hőmérséklet [ºC]	Külső Hőmérséklet [ºC]	Határoló szerkezeteken átáramló hő mennyiség [W]	Hőszükséglet Q [W]
19 Tároló	R3 Padlástér alatti födém		0,117	0,100	0,128	4,560	18	-15	19	399
	F3 Homlokzat	DNY	0,184	0,300	0,239	3,768	18	-15	30	
	Ajtó	DNY	1,450		1,450	3,600	18	-15	172	
	F3 Homlokzat	DK	0,184	0,300	0,239	4,993	18	-15	39	
	Ablak	DK	0,880		0,880	0,840	18	-15	24	
	R1 Talajon fekvő padló		0,800		0,800	4,300	18	-15	114	
16 Közlekedő	R3 Padlástér alatti födém		0,117	0,100	0,128	4,230	20	-15	19	45
	Padlás födém ajtó		1,000		1,000	0,750	20	-15	26	
03 Étkező	R2 Padlástér alatti födém		0,119	0,100	0,131	19,800	20	-15	91	91
05 Közlekedő	R3 Padlástér alatti födém		0,117	0,100	0,128	4,800	20	-15	22	22
11 Közlekedő	R3 Padlástér alatti födém		0,117	0,100	0,128	2,470	20	-15	11	11

M.8.2.1. táblázat: Filtrációból fakadó hőigény

Helyiség	Fajhő c $[\frac{J}{kg*K}]$	Térfogat V $[m^3]$	Légcsereszám [1/n]	Sűrűség ρ $[\frac{kg}{m^3}]$	$t_{belső}$ [ºC]	$t_{külső}$ [ºC]	Filtrációs veszteség [W]
18 Dolgozó/vendégszoba [m]	1009	33,46	0,7	1,284	20	-15	295
17 Házt.h.	1009	22,37	0,7	1,284	24	-15	220
15 Kamra	1009	12,97	0,7	1,284	18	-15	108
14 Fürdő	1009	20,58	0,7	1,284	24	-15	202
13 Gardrób	1009	13,77	0,7	1,284	20	-15	121
12 Hálószóba	1009	32,38	0,7	1,284	20	-15	285
10 Nappali	1009	77,36	0,7	1,284	20	-15	682
04 Konyha	1009	37,28	0,7	1,284	20	-15	329
09 Szoba	1009	32,32	0,7	1,284	20	-15	285
08 Fürdő	1009	19,89	0,7	1,284	24	-15	195
07 Szoba	1009	29,75	0,7	1,284	20	-15	262
06 Szoba	1009	33,06	0,7	1,284	20	-15	291
01 Előtér	1009	21,46	0,7	1,284	20	-15	189
02 WC	1009	4,56	0,7	1,284	20	-15	40
19 Tároló	1009	14,00	0,7	1,284	18	-15	116
16 Közlekedő	1009	14,19	0,7	1,284	20	-15	125
03 Étkező	1009	60,79	0,7	1,284	20	-15	536
05 Közlekedő	1009	13,68	0,7	1,284	20	-15	121
11 Közlekedő	1009	7,04	0,7	1,284	20	-15	62
						∑	4466

M.8.12.1. adatlap: hőszivattyú adatlapja

Műszaki adatok

Készlet megnevezése		Hőszivattyú készlet 1.1	Hőszivattyú készlet 1.3	Hőszivattyú készlet 3.1	Hőszivattyú készlet 3.3
Fűtő üzemmód*					
Fűtési teljesítmény / COP (A7 / W35)	kW	4,90 / 4,60	6,80 / 4,63	4,90 / 4,60	6,80 / 4,63
Fűtési teljesítmény / COP (A2 / W35)	kW	4,90 / 3,88	6,80 / 3,98	4,90 / 3,88	6,80 / 3,98
Fűtési teljesítmény / COP (A-7 / W35)	kW	8,00 / 3,48	11,20 / 3,34	8,00 / 3,48	11,20 / 3,34
Közepes hőmérsékletű alkalmazás (55 °C)[1]					
Névleges hőteljesítmény / SCOP	kW	9,0 / 3,36	12,7 / 3,44	9,0 / 3,44	12,7 / 3,49
Évszaktól függő energiahatékonyság Helyiségfűtés ηs	%	132	135	134	137
Energiahatékonysági osztály		A++	A++	A++	A++
Alacsony hőmérsékletű alkalmazás (35 °C)[1]					
Névleges hőteljesítmény / SCOP	kW	9,6 / 4,26	13,9 / 4,31	9,6 / 4,37	13,9 / 4,39
Évszaktól függő energiahatékonyság Helyiségfűtés ηs	%	167	169	172	173
Energiahatékonysági osztály		A++	A++	A++	A++
Hűtő üzemmód[2]					
Hűtési teljesítmény / EER (A35 / W7)	kW / –	– / –	– / –	7,1 / 3,31	10,0 / 2,83
Hűtési teljesítmény / EER (A35 / W18)	kW / –	– / –	– / –	7,1 / 4,52	10,0 / 4,74
Kültéri egység típusa		**PUHZ-SHW80YAA**	**PUHZ-SHW112YAA**	**PUHZ-SHW80YAA**	**PUHZ-SHW112YAA**
Kültéri egység mérete (mm)	ma / mé / szé	1020 / 480 / 1050	1020 / 480 / 1050	1020 / 480 / 1050	1020 / 480 / 1050
Fűtő üzemmód alkalmazási tartománya	°C	–28 ~ +35	–28 ~ +35	–28 ~ +35	–28 ~ +35
Hűtő üzemmód alkalmazási tartománya[2]	°C	–	–	+10 ~ +46	+10 ~ +46
Hangteljesítményszint [EN12102]	dB (A)	59	60	59	60
Tömeg	kg	128	128	128	128
Feszültségellátás	Fázis I V I Hz	3 I 400 I 50	3 I 400 I 50	3 I 400 I 50	3 I 400 I 50
Hűtőközeg típusa / mennyisége / max. mennyisége WP / CO_2-ekvivalens / CO_2-ekvivalens max.	kg t	R410A / 4,6 / 6,0 2088 / 9,60 / 12,53	R410A / 4,6 / 6,0 2088 / 9,60 / 12,53	R410A / 4,6 / 6,0 2088 / 9,60 / 12,53	R410A / 4,6 / 6,0 2088 / 9,60 / 12,53
Hűtéstechnikai csatlakozások Ø (mm)	fl. / gáz.	9,52 / 15,88	9,52 / 15,88	9,52 / 15,88	9,52 / 15,88
Beltéri egység típusa		**EHSC-YM9EC**	**EHSC-YM9EC**	**ERSC-VM2C**	**ERSC-VM2C**
Méretek (mm)	ma / mé / szé	800 / 360 / 530	800 / 360 / 530	800 / 360 / 530	800 / 360 / 530
Alkalmazási tartomány, környezeti levegő hőmérséklete	°C	0 ~ 35	0 ~ 35	0 ~ 35	0 ~ 35
Alkalmazási tartomány, helyiség relatív páratartalma	%rH	< 80	< 80	< 80	< 80
Hangteljesítményszint [EN12102]	dB (A)	40	40	40	40
Max. előremenő hőmérséklet	°C	60	60	60	60
Tömeg	kg	44	44	49	49
E-fűtőrúd teljesítménye	kW	3 / 6 / 9	3 / 6 / 9	2	2
Feszültségellátás	Fázis I V I Hz	3 I 400 I 50	3 I 400 I 50	1 I 230 I 50	1 I 230 I 50
Hűtéstechnikai csatlakozások Ø (mm)	fl. / gáz.	9,52 / 15,88	9,52 / 15,88	9,52 / 15,88	9,52 / 15,88
Fűtéscsatlakozás VL / RL	Ø mm	28 x 1	28 x 1	G1" km	G1" km
Rendelési szám / cikkszám		**260804**	**260825**	**260836**	**260837**

* Részleges terhelés az EN 14511 szerint [1] átlagos időjárási viszonyok mellett [2] csak ERSC-vel kombinálva

M.8.12.2. adatlap: kondenzációs gázkazán adatlapja

Műszaki adatok

Hoval TopGas® classic (12-30)

Típus		(12)	(18)	(24)	(30)
• Névleges hőteljesítmény 80/60 °C-nál földgáz üzemben	kW	3,4-11,5	5,3-17,2	7,0-22,9	8,7-28,5
• Névleges hőteljesítmény 50/30 °C-nál földgáz üzemben	kW	3,8-12,0	5,7-18,0	7,7-24,0	9,2-30,0
• Névleges hőteljesítmény 80/60 °C-nál PB-gáz üzemben [1]	kW	3,5-11,5	5,8-17,3	7,4-22,9	9,2-28,5
• Névleges hőteljesítmény 50/30 °C-nál PB-gáz üzemben [1]	kW	3,4-12,0	6,3-18,0	8,0-24,0	9,6-30,0
• Névleges hőterhelés földgáz üzemben [2]	kW	3,5-11,8	5,3-17,8	7,1-23,5	8,8-28,9
• Névleges hőterhelés PB-gáz üzemben [1]	kW	3,6-11,8	5,9-17,8	7,5-23,5	9,3-28,9
• Fűtési üzemi nyomás min./max.,	bar	1/3	1/3	1/3	1/3
• Maximális üzemi hőmérséklet	°C	85	85	85	85
• Kazánvíztárfogat	l	1,4	1,7	2,0	2,0
Kazán áramlási ellenállása	z-érték		lásd a diagramban		
• Minimális átfolyási vízmennyiség	l/h	180	180	180	180
• Kazántömeg (víztöltet nélkül, burkolattal)	kg	32	35	38	40
• Kazán hatásfok teljes terhelésnél 80/60 °C-nál (H_i fűtőértékre / H_s kondenzációra vonatkozóan)	%	97,7/88,0	96,9/87,3	97,4/87,7	96,4/86,8
• Kazán hatásfok 30%-os részterhelésnél (EN 15502) (H_i fűtőértékre / H_s kondenzációra vonatkozóan)	%	106,6/96,0	108,3/97,6	108,9/98,1	108,3/97,6
• Energiahatékonysági osztály					
szabályozó nélkül ηs	%	92	92	93	93
szabályozóval ηs	%	94	94	95	95
szabályozóval és beltéri egységgel ηs	%	96	96	97	97
• NOx-érték (EN 15502)		6	6	6	6
Nitrogén-oxidok (NOx) kibocsátás (EN 15502)	mg/kWh	27	27	24	53
• CO_2-tart. az égéstermékben min./max., teljesítménynél	%	8,6/9,0	8,8/9,0	8,8/9,0	8,6/9,0
• Készenléti veszteség	Watt	38	38	38	38
• Méretek			lásd a mérettáblán		
• Gáznyomás min./max.					
Földgáz H	mbar	17,4-50	17,4-50	17,4-50	17,4-50
PB-gáz	mbar	25-50	25-50	25-50	25-50
• Gázfogyasztási adatok 15 °C/1013 mbar:					
Földgáz H - (Wo = 15,0 kWh/m³) H_i = 9,97 kWh/m³	m³/h	0,35-1,18	0,53-1,79	0,71-2,38	0,88-2,90
Propángáz [3] (H_i = 25,9 kWh/m³)	m³/h	0,14-0,46	0,23-0,69	0,29-0,91	0,36-1,12
• Üzemi feszültség	V/Hz	230/50	230/50	230/50	230/50
• Min./max. villamos teljesítményfelvétel	Watt	15/40	15/40	15/45	15/40
• Készenléti üzem (Standby)	Watt	2	2	2	2
• Védelmi osztály	IP	44	44	44	44
• Megengedett környezeti hőmérséklet üzem közben	°C	5-40	5-40	5-40	5-40
• Zajszint					
- égéslevegő-oldali zajszint (EN 15036/1) (helyiséglevegő függő)	dB(A)	50	50	50	50
• Kondenzátummennyiség (földgáz) 50/30 °C-nál	l/h	1,1	1,6	2,1	2,7
• Kondenzátum pH-értéke		4,2	4,2	4,2	4,2
• Csatlakozási mód		B23, B33, C13(x), C33(x), C43(x), C53(x), C63(x), C83(x), C93(x)			
• Füstgázberendezés: követelmények, értékek					
Hőmérsékleti osztály		T 120	T120	T120	T120
Égéstermék-tömegáram névleges hőterhelésnél (száraz)	kg/h	19,6	29,5	39,0	49,0
Égéstermék-tömegáram a legkisebb névl. hőterhelésnél (száraz)	kg/h	5,4	8,0	10,6	13,2
Égéstermék-hőm. névl. hőteljesítménynél és 80/60 °C üzemnél	°C	78	78	78	70
Égéstermék-hőm. névl. hőteljesítménynél és 50/30 °C üzemnél	°C	57	57	57	51
Égéstermék-hőm. a legkisebb névl. hőtelj.-nél és 50/30 °C üzemnél	°C	32	32	32	32
Égéslevegő maximális megengedett hőmérséklete	°C	50	50	50	50
Égéslevegő térfogatáram	Nm³/h	14,5	21,9	28,9	35,6
Szélfúlnyomás a friselevegő-/égéstermék-vezetéken	Pa	75	75	75	75
Max. huzat/nyomáshiány az égéstermék-csatlakozón	Pa	- 50	- 50	- 50	- 50

[1] Az adatok a H_i gázfajtára vonatkoznak. TopGas® classic propán/bután (PB-gáz)-keverékhez is alkalmas.
[2] Az adatok a H_i gázfajtára vonatkoznak. Ez a kazánszária H gázfajtára van bevizsgálva. A beállítás 15 kWh/m³ [illegible] yes, de működtethető 12-15,7 kWh/m³ esetén is, utánszabályozás nélkül.

(Melléklet) 20.

A változtatások joga fenntartva

M.8.13.1. adatlap: A kiválasztott radiátorok adatlapja.

Kompakt / szelepes / T6 középcsatlakozású lapradiátorok

Hőleadási táblázat 75/65/20 °C és 70/55/20 °C

75/65/20 °C — A fűtőtestek oldalrészeit és a felső lefedést a teljesítményadatoknál figyelembe vettük
Hőteljesítmény wattban, előremenő 75 °C – visszatérő 65 °C – szobahőmérséklet 20 °C viszonyokra az MSZ EN 442 szerint

Építési mag. [mm]		300					400					500					600					900				
Típus / Hossz [mm]	Telj.	10	11 K 11 KV 11 VM	21 K-S 21 KV-S 21 VM-S	22 K 22 KV 22 VM	33 K 33 KV 33 VM	10	11 K 11 KV 11 VM	21 K-S 21 KV-S 21 VM-S	22 K 22 KV 22 VM	33 K 33 KV 33 VM	10	11 K 11 KV 11 VM	21 K-S 21 KV-S 21 VM-S	22 K 22 KV 22 VM	33 K 33 KV 33 VM	10	11 K 11 KV 11 VM	21 K-S 21 KV-S 21 VM-S	22 K 22 KV 22 VM	33 K 33 KV 33 VM	10	11 K 11 KV 11 VM	21 K-S 21 KV-S 21 VM-S	22 K 22 KV 22 VM	33 K 33 KV 33 VM
400	Watt	139	226	335	438	624	178	283	419	543	774	214	337	491	617	891	250	376	543	685	9[illegible]1	351	517	746	918	12[illegible]8
520	Watt	181	294	436	569	812	231	368	544	706	1007	279	438	638	802	1159	325	488	706	891	12[illegible]6	457	672	969	1194	16[illegible]5
600	Watt	209	339	503	657	937	266	425	628	814	1162	322	506	736	926	1337	375	565	814	1029	1472	527	775	1118	1378	19[illegible]3
720	Watt	251	407	605	788	1124	320	510	754	977	1394	388	607	883	1111	1604	450	678	977	1235	1766	632	930	1342	165[illegible]	2319
800	Watt	278	452	670	876	1249	355	566	838	1086	1549	429	674	982	1234	1782	500	751	1086	1370	1962	702	1034	1491	1837	2577
920	Watt	320	520	771	1007	1436	408	651	963	1248	1781	493	776	1129	1420	2050	575	864	1248	1576	2257	808	1189	1715	2112	2963
1000	Watt	348	565	838	1095	1561	444	708	1047	1357	1936	536	843	1227	1543	2228	625	939	1357	1713	2453	878	1292	1864	2296	3221
1120	Watt	390	633	939	1226	1748	497	793	1173	1520	2168	600	944	1374	1728	2495	700	1052	1520	1919	2747	983	1447	2088	2572	3608
1200	Watt	418	678	1006	1314	1873	533	850	1256	1628	2323	643	1012	1472	1852	2674	750	1127	1628	2056	2944	1054	1550	2237	2755	3865
1320	Watt	459	746	1106	1445	2061	586	935	1382	1791	2556	708	1113	1620	2037	2941	825	1239	1791	2261	3238	1159	1705	2460	3031	4252
1400	Watt	487	791	1173	1533	2185	622	991	1466	1900	2710	750	1180	1718	2160	3119	875	1315	1900	2398	3434	1229	1809	2610	3214	4509
1600	Watt	557	904	1341	1752	2498	710	1133	1675	2171	3098	858	1349	1963	2469	3565	1000	1502	2171	2741	3925	1405	2067	2982	3674	5154
1800	Watt	626	1017	1508	1971	2810	799	1274	1885	2443	3485	965	1517	2209	2777	4010	1125	1690	2443	3083	4415	1580	2326	3355	4133	5798
2000	Watt	696	1130	1676	2190	3122	888	1416	2094	2714	3872	1072	1686	2454	3086	4456	1250	1878	2714	3426	4906	1756	2584	3728	4592	6442
2200	Watt	766	1243	1844	2409	3434	977	1558	2303	2985	4259	1179	1855	2699	3395	4902	1375	2066	2985	3769	5397	1932	2842	4101	5051	7086
2400	Watt	835	1356	2011	2628	3746	1066	1699	2513	3257	4646	1286	2023	2945	3703	5347	1500	2254	3257	4111	5887	2107	3101	4474	5510	7730
2600	Watt	905	1469	2179	2847	4059	1154	1841	2722	3528	5034	1394	2192	3190	4012	5793	1625	2441	3528	4454	6378	2283	3359	4846	5970	8375
2800	Watt	974	1582	2346	3066	4371	1243	1982	2932	3800	5421	1501	2360	3436	4320	6238	1750	2629	3800	4796	6858	2458	3618	5219	6429	9019
3000	Watt	1044	1695	2514	3285	4683	1332	2124	3141	4071	5808	1608	2529	3681	4629	6684	1875	2817	4071	5139	7359	2634	3876	5592	6888	9663
exponenciális kitevő (n)		**1,274**	**1,330**	**1,327**	**1,329**	**1,331**	**1,283**	**1,342**	**1,334**	**1,353**	**1,357**	**1,292**	**1,330**	**1,323**	**1,334**	**1,351**	**1,301**	**1,319**	**1,310**	**1,343**	**1,333**	**1,305**	**1,332**	**1,321**	**1,340**	**1,354**
Gyártott típusok			VONOVA KOMPAKT RADIÁTOROK							VONOVA T6 KÖZÉPCSATLAKOZÁSÚ RADIÁTOROK									VONOVA SZELEPES RADIÁTOROK							

Radiátoraink az Árlista szerinti méretekben kínáljuk

70/55/20 °C — A fűtőtestek oldalrészeit és a felső lefedést a teljesítményadatoknál figyelembe vettük
Hőteljesítmény Watt-ban, előremenő 70 °C – visszatérő 55 °C – szobahőmérséklet 20 °C viszonyokra az MSZ EN 442 szerint

Építési mag. [mm]		300					400					500					600					900				
Típus / Hossz [mm]	Telj.	10	11 K 11 KV 11 VM	21 K-S 21 KV-S 21 VM-S	22 K 22 KV 22 VM	33 K 33 KV 33 VM	10	11 K 11 KV 11 VM	21 K-S 21 KV-S 21 VM-S	22 K 22 KV 22 VM	33 K 33 KV 33 VM	10	11 K 11 KV 11 VM	21 K-S 21 KV-S 21 VM-S	22 K 22 KV 22 VM	33 K 33 KV 33 VM	10	11 K 11 KV 11 VM	21 K-S 21 KV-S 21 VM-S	22 K 22 KV 22 VM	33 K 33 KV 33 VM	10	11 K 11 KV 11 VM	21 K-S 21 KV-S 21 VM-S	22 K 22 KV 22 VM	33 K 33 KV 33 VM
400	Watt	113	182	270	353	503	144	228	337	436	621	174	272	396	497	716	202	303	439	551	790	284	416	602	739	1034
520	Watt	147	237	351	459	654	187	296	438	566	807	226	353	515	646	930	263	394	570	716	1027	369	541	782	960	1344
600	Watt	170	273	405	529	754	216	342	506	654	932	261	407	594	745	1073	304	455	658	826	1185	426	624	902	1108	1551
720	Watt	204	328	486	635	905	260	410	607	784	1118	313	489	713	894	1288	364	546	790	991	1422	511	749	1083	1330	1861
800	Watt	226	364	540	706	1006	288	455	674	871	1242	348	543	792	994	1431	405	606	877	1102	1580	568	832	1203	1477	2068
920	Watt	260	419	621	812	1157	332	524	775	1002	1429	400	625	911	1143	1646	465	697	1009	1267	1817	653	957	1384	1699	2378
1000	Watt	283	455	675	882	1257	360	569	843	1089	1553	434	679	990	1242	1789	506	758	1097	1377	1975	710	1041	1504	1847	2585
1120	Watt	317	510	756	988	1408	404	638	944	1220	1739	487	761	1108	1391	2003	567	849	1228	1542	2212	795	1165	1684	2068	2895
1200	Watt	340	546	811	1059	1509	433	683	1011	1307	1863	521	815	1188	1491	2147	607	909	1316	1652	2370	852	1249	1805	2216	3102
1320	Watt	374	601	892	1165	1660	476	751	1113	1438	2050	574	896	1306	1640	2361	668	1000	1448	1818	2607	938	1374	1985	2438	3412
1400	Watt	396	637	946	1235	1760	505	797	1180	1525	2174	608	951	1386	1739	2504	708	1061	1535	1928	2765	994	1457	2106	2585	3618
1600	Watt	453	728	1081	1412	2012	577	911	1349	1743	2485	695	1087	1584	1988	2862	809	1212	1755	2203	3160	1136	1665	2406	2955	4135
1800	Watt	509	819	1216	1588	2263	649	1025	1517	1961	2795	782	1222	1781	2236	3220	911	1364	1974	2479	3555	1278	1873	2707	3324	4652
2000	Watt	566	910	1351	1765	2515	721	1139	1686	2178	3106	869	1358	1979	2485	3578	1012	1516	2193	2754	3951	1420	2081	3008	3693	5169
2200	Watt	623	1001	1486	1941	2766	793	1252	1854	2396	3416	956	1494	2177	2733	3935	1113	1667	2413	3030	4346	1563	2289	3309	4063	5686
2400	Watt	679	1092	1621	2118	3018	865	1366	2023	2614	3727	1043	1630	2375	2981	4293	1214	1819	2632	3305	4741	1705	2497	3609	4432	6203
2600	Watt	736	1183	1756	2294	3269	937	1480	2192	2832	4037	1130	1766	2573	3230	4651	1315	1970	2852	3580	5136	1847	2705	3910	4802	6720
2800	Watt	792	1275	1891	2470	3521	1009	1594	2360	3050	4348	1217	1902	2771	3478	5009	1417	2122	3071	3856	5531	1989	2914	4211	5171	7237
3000	Watt	849	1366	2026	2647	3772	1081	1708	2529	3268	4658	1303	2037	2969	3727	5366	1518	2273	3290	4131	5926	2131	3122	4512	5540	7754
exponenciális kitevő (n)		**1,274**	**1,330**	**1,327**	**1,329**	**1,331**	**1,283**	**1,342**	**1,334**	**1,353**	**1,357**	**1,292**	**1,330**	**1,323**	**1,334**	**1,351**	**1,301**	**1,319**	**1,310**	**1,343**	**1,333**	**1,305**	**1,332**	**1,321**	**1,340**	**1,354**
Gyártott típusok			VONOVA KOMPAKT RADIÁTOROK							VONOVA T6 KÖZÉPCSATLAKOZÁSÚ RADIÁTOROK									VONOVA SZELEPES RADIÁTOROK							

Radiátoraink az Árlista szerinti méretekben kínáljuk

(Melléklet) 21.

A nyomdai hibából eredő esetleges tévedések és a műszaki tartalom változtatásának jogát fenntartjuk! Érvényes: 2021. április 1-től.

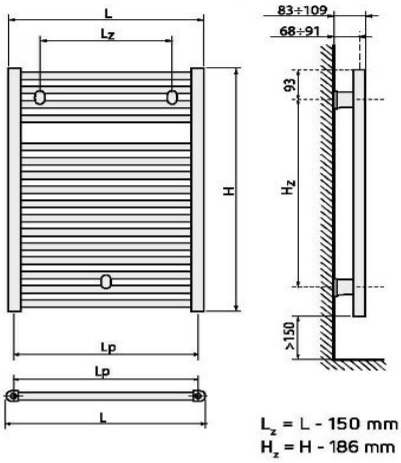
M.8.13.2. A kiválasztott törülközőszárító adatlapja.

Flores

RAL 9016 törtfehér, egyenes kivitel, négypontos csatlakozással

Klasszikus stílusjegyek

A Flores modellt a letisztult, klasszikus formatervezés jellemzi. Különleges D-profilú gyűjtőcsövekkel és egyenes, vízszintes fűtőcsövekkel a fürdőszobák praktikus, magas minőségű hőleadója lehet.



*Klasszikus – **Flores** jellegzetes D-profilú gyűjtőcsövekkel és **egyenes** fűtőcsövekkel, keskeny építési mélységgel*

Leírás: a Flores kiváló minőségű acélból készül, vízszintes csövei 22 x 1 mm méretűek, a függőleges D-profilú gyűjtőcsövek 40 x 30 x 1,5 mm.

Csatlakozások: 4 x G 1/2" belső menetes, kétoldalt, az oldalsó gyűjtőcsövek alján és tetején

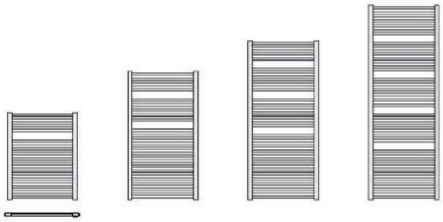
Felfüggesztés: a radiátort felfüggesztő szettel szállítjuk

Festés: DIN 55 900 szerint, RAL 9016 törtfehér színben

Max. üzemi nyomás/Próbanyomás:
8 bar / 10,4 bar

Max. üzemi hőmérséklet:
110 °C

Csomagolás: Karton és fólia



Műszaki adatok		Flores (RAL 9016 törtfehér, egyenes kivitel, négypontos csatlakozással)											
Névl. magasság	Építési mag. (H) [mm]	Hossz (L) [mm]	Hőteljesítmény[1] [W] 75/65/20°C	70/55/20°C	55/45/20°C	n exponenciális kitevő	Kötéstáv. (Lp) [mm]	Mélység [mm]	Cikkszám	Tömeg [kg]	Víztérf. [l]	Elektromos fűtőelem[2] [W]	Flores listaár[3] [Ft/db]
800	770	**400**	**159**	**129**	**83**	**1,2377**	**355**	30	**F30A008004000N00**	**4,3**	**3,05**	**-**	**36 209**
		500	**302**	**293**	**190**	**1,2501**	**455**		**F30A008005000N00**	**4,95**	**3,6**	**300**	**37 043**
		600	**423**	**342**	**221**	**1,2419**	**555**		**F30A008006000N00**	**5,6**	**4,15**	**300**	**38 045**
		750	513	415	269	1,2356	705		F30A008007500N00	6,65	4,93	300	38 876
		900	600	485	314	1,2292	855		F30A008009000N00	7,7	5,7	300	40 881
1200	1150	**400**	**423**	**350**	**227**	**1,2551**	**355**		**F30A012004000N00**	**6,1**	**4,55**	**300**	**39 880**
		500	**525**	**425**	**275**	**1,252**	**455**		**F30A012005000N00**	**7,28**	**5,26**	**300**	**40 881**
		600	**614**	**496**	**321**	**1,2489**	**555**		**F30A012006000N00**	**8,45**	**5,96**	**300**	**41 716**
		750	744	602	389	1,2454	705		F30A012007500N00	13,56	7,13	600	43 552
		900	870	703	455	1,2418	855		F30A012009000N00	16,94	8,29	600	45 386
1500	1430	**400**	**534**	**432**	**280**	**1,2847**	**355**		**F30A015004000N00**	**7,5**	**5,65**	**300**	**43 135**
		500	**647**	**523**	**339**	**1,2694**	**455**		**F30A015005000N00**	**9,03**	**6,48**	**300**	**44 554**
		600	**756**	**611**	**396**	**1,2541**	**555**		**F30A015006000N00**	**10,55**	**7,3**	**600**	**45 877**
		750	**916**	**741**	**480**	**1,2526**	**705**		**F30A015007500N00**	**18,65**	**8,75**	**600**	**48 223**
		900	1072	867	561	1,2511	855		F30A015009000N00	23,75	10,2	600	50 477
1800	1755	400	653	528	342	1,2765	355		F30A018004000N00	9,1	6,9	600	46 388
		500	**791**	**640**	**414**	**1,2632**	**455**		**F30A018005000N00**	**10,7**	**8,03**	**600**	**48 223**
		600	**925**	**748**	**484**	**1,2499**	**555**		**F30A018006000N00**	**12,3**	**9,15**	**600**	**50 060**
		750	**1121**	**906**	**587**	**1,2449**	**705**		**F30A018007500N00**	**22,53**	**10,7**	**600**	**52 895**
		900	1312	1061	687	1,2398	855		F30A018009000N00	28,65	12,25	900	55 566

[1] MSZ EN 442 szerint vizsgálva [2] 60 °C-nál, az elektromos fűtőelem külön rendelhető.
[3] Kötelezettség nélküli árajánlat a fűtés szakkereskedelem részére. ÁFA nélkül! Érvényes: 2021. augusztus 16-tól.
A nyomdai hibából eredő esetleges tévedések és a műszaki tartalom változtatásának jogát fenntartjuk!

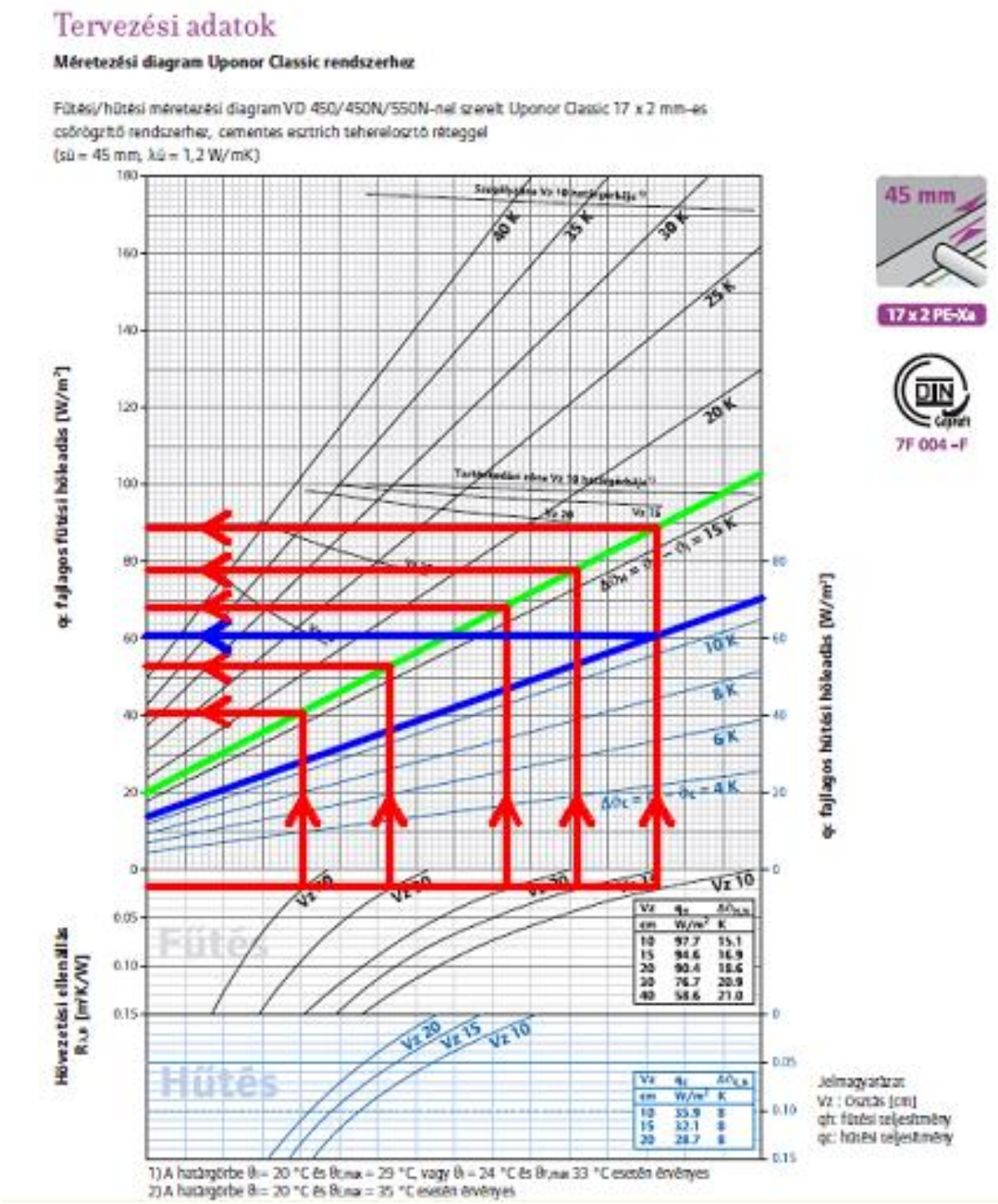
= Járatos méretek

PG HUNGARY KFT.
HU 9200 Mosonmagyaróvár
Úttörő u. 43.
T +36 (96) 886 105
info.hu@vogelundnoot.com
www.vogelundnoot.com/hu

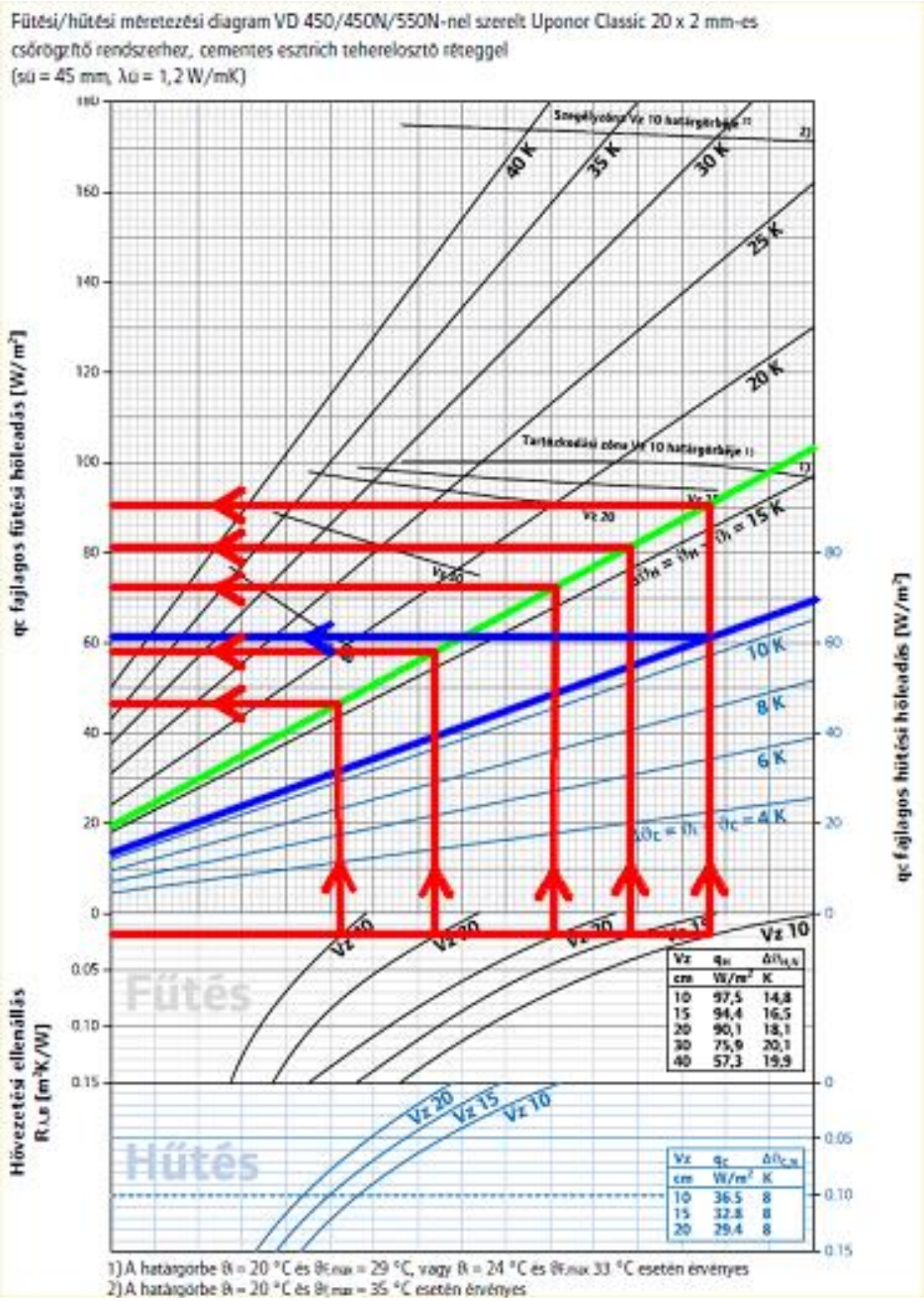
(Melléklet) 22.

VOGEL&NOOT

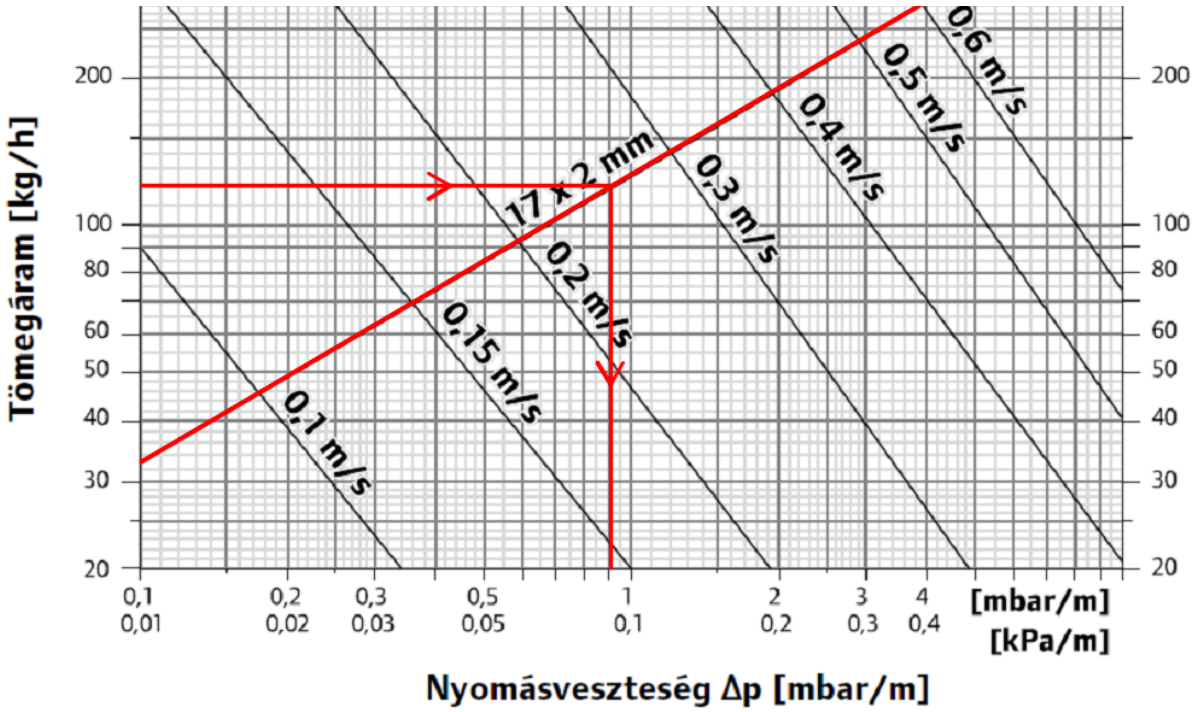
M.8.14.1. nomogram: Padlófűtés nomogram fajlagos hőleadás meghatározásához (cső méret: 17x2mm)



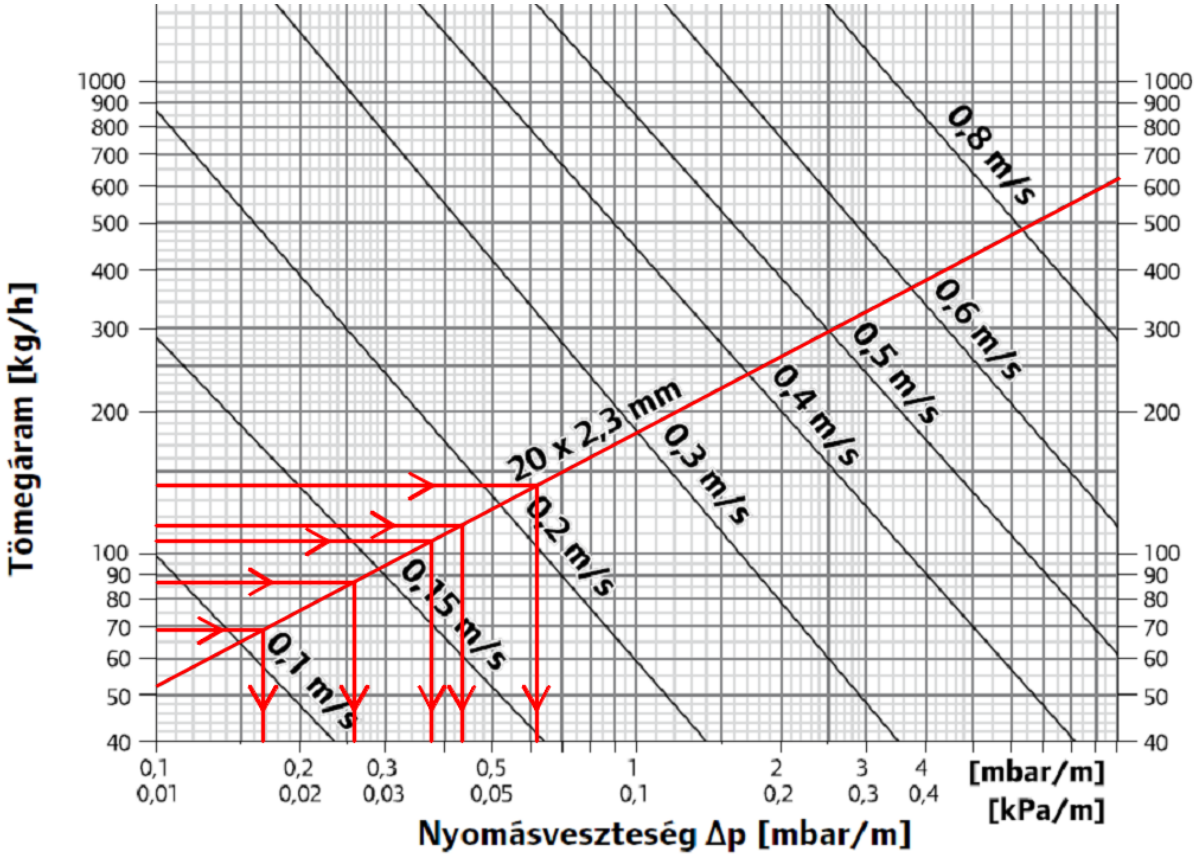
M.8.14.2. nomogram: Padlófűtés nomogram fajlagos hőleadás meghatározásához (cső méret: 20x2mm)



M.8.15.1. nomogram: Padlófűtés nomogram fajlagos nyomásesés meghatározásához (cső méret: 17x2mm)



M.8.15.2. nomogram: Padlófűtés nomogram fajlagos nyomásesés meghatározásához (cső méret: 17x2mm)



M.8.14.1. táblázat: A padlófűtési körök fajlagos szükséges hőleadásának meghatározása

Padlófűtési kör neve	Hőigény [W]	Radiátor által leadott hő [W]	Padlófűtés által leadott hőigény [W]	Hőleadó felület [m^2]	Fajlagos hőszükséglet q [$\frac{W}{m^2}$]	Korrekció fajlagos hőszükséglethez [%]	Korrigált fajlagos hőszükséglet [W]
PI/03	579		579	10,10	57		57
PI/10/A Nappali	815		815	8,30	98		98
PI/10/B Nappali	815		815	8,00	102		102
PI/12 Hálószóba	656		656	10,05	65		65
PI/14 Fürdő	598	176	422	4,55	93		93
PII/01-02 Előtér	486		598	6,85	87	20	105
PII/04 Konyha	591		591	5,63	105		105
PII/06 Szoba	577		577	10,25	56	10	62
PII/07 Szoba	639		639	9,15	70	10	77
PII/08 Fürdő	556	176	380	4,25	89		89
PII/09 Szoba	666		666	10,00	67	10	73
PII/17 Házt.h.	622	176	446	4,40	101		101
PII/18 Dolgozó/ vendégszoba	744		744	10,27	72	10	80

M.8.14.2. táblázat: A padlófűtési körök valós hőleadási adatai

Padlófűtési kör neve	Választott cső átmérő [mm]	Osztás [mm]	valós fajlagos hőleadás q [$\frac{W}{m^2}$]	Hőleadás [W]	Differencia [W]
PI/03	20	150	80	808	229
PI/10/A Nappali	20	100	90	747	-68
PI/10/B Nappali	20	100	90	720	-95
PI/12 Hálószóba	17	200	68	683	27
PI/14 Fürdő	20	200	62	282	-140
PII/01-02 Előtér	20	100	90	617	-101
PII/04 Konyha	20	100	90	507	-84
PII/06 Szoba	17	200	68	697	62
PII/07 Szoba	17	150	78	714	10
PII/08 Fürdő	20	100	62	264	-117
PII/09 Szoba	20	200	72	720	-13
PII/17 Házt.h.	20	100	90	396	-50
PII/18 Dolgozó/ vendégszoba	20	150	80	822	3

M.8.15.1. táblázat: A PI jelű osztó-gyűjtőre kötött hőleadók adatai

PI Padló-fűtési osztó-gyűjtő	ØD cső [mm]	Pf. kör hossza [m]	Pf. bekötő vez. [m]	∑l [m]	Q_{lead} [W]	Tömeg áram [$\frac{kg}{h}$]	Δp/l [$\frac{Pa}{m}$]	Δp [Pa]
PI/03	20	67	23	90	808	139	37	3344
PI/10/A Nappali	20	83	31	114	747	129	44	5016
PI/10/B Nappali	20	80	29	109	720	124	44	4796
PI/12 Hálószóba	17	50	28	79	683	118	88	6921
PI/14 Fürdő	20	23	26	49	282	49	9	442
13 Gardrób (Radiátor)	17		25	25	305	53	24	600
14 Fürdő (Törülköző-szárító radiátor)	17		19	19	176	30	9	171
17 Házth (Törülköző-szárító radiátor)	17		4	4	176	30	9	36

M.8.15.2. táblázat: A PII jelű osztó-gyűjtőre kötött hőleadók adatai

PII Padló-fűtési osztó-gyűjtő	ØD cső [mm]	Pf. kör hossza [m]	Pf. beköt ő vez. [m]	∑l [m]	Q_{lead} [W]	Tömeg áram [$\frac{kg}{h}$]	Δp/l [$\frac{Pa}{m}$]	Δp [Pa]
PII/01-02 Előtér	20	69	18	86	617	106	38	3272
PII/04 Konyha	20	56	19	76	507	87	26	1963
PII/06 Szoba	17	51	32	83	697	120	91	7576
PII/07 Szoba	17	61	33	94	714	123	91	8557
PII/08 Fürdő	20	43	31	73	264	45	9	658
PII/09 Szoba	20	50	30	80	720	124	45	3618
PII/17 Házt.h.	20	22	9	31	396	68	17	519
PII/18 Dolgozó/ vendégszoba	20	69	10	79	822	142	62	4867
19 Tároló (Radiátor)	17		5	5	555	96	58	290
08 Fürdő (Törülköz őszárító radiátor)	17		26	26	176	30	9	234

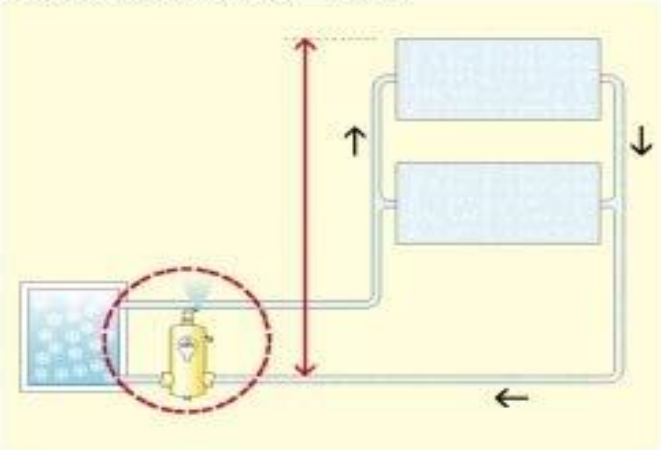
M.8.16.1.: Mikrobuborék leválasztó (Spriovent katalógus részlet)

Alkalmazási terület, beépítés

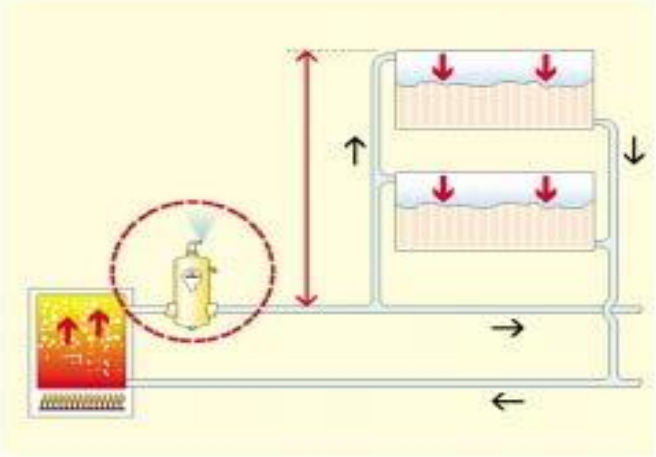
Fűtő- vagy hűtőrendszerek üzem közbeni szükséges automatikus, központi légtelenítésére. A légtelenítés annál hatásosabb, minél nagyobb a rendszerre jellemző hőmérséklet-különbség és minél kisebb a készüléken átáramló folyadék áramlási sebessége. A normál kialakítás max. 1 m/s áramlási sebességig alkalmazható, efölött, max. 3 m/s sebességig a különleges kialakítású, nyújtott házú Hi-Flow típus a megfelelő.

A leválasztót mindig a rendszer legnagyobb hőmérsékletű pontján kell beépíteni, fűtésnél a kazán kilépő oldalára, a hűtőberendezéseknél pedig közvetlenül a hűtőgép elé.

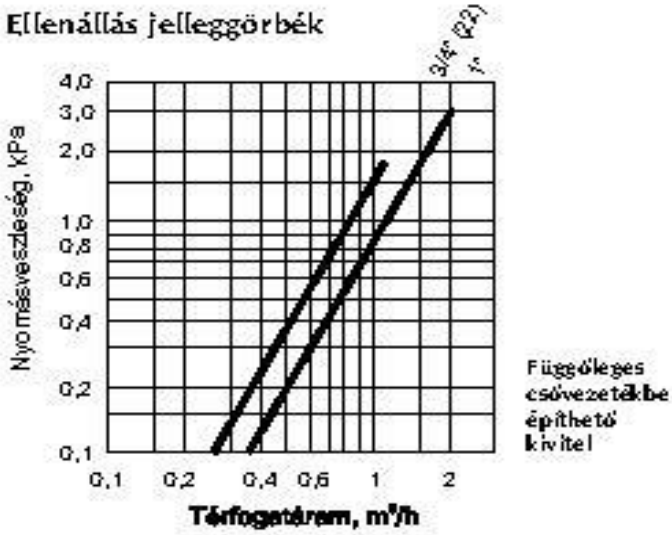
Beépítés hűtőberendezésbe

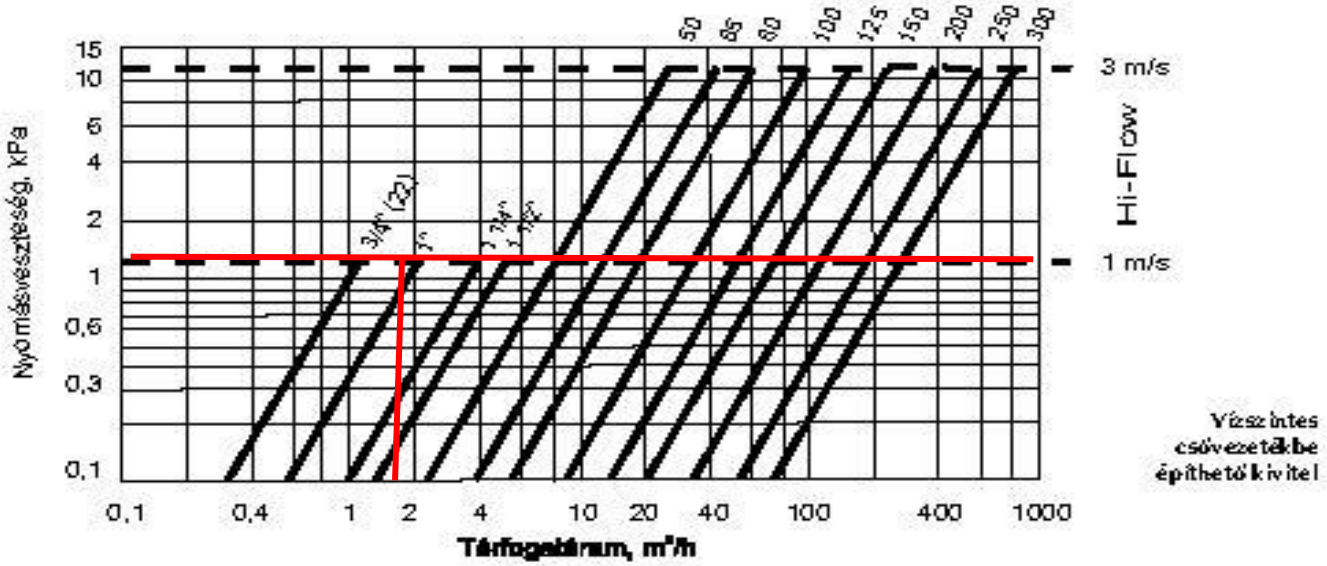


Beépítés fűtőberendezésbe



Ellenállás jelleggörbék





(Melléklet) 30.

M.8.16.2.: Iszapleválasztó leválasztó (Spriovent katalógus részlet)

Alkalmazási terület, beépítés

Az iszapleválasztót fűtési rendszerekben a kazán belépő csonkja elé, hűtőberendezéseknél a hűtőgép elé célszerű beépíteni. Egyéb technológiai rendszerekben mindig oda, ahol az esetleges iszapleraködás leginkább veszélyezteti a rendszer üzembiztonságát, illetve a beépített szerelvények működőképességét, élettartamát.

A leeresztőcsap nyitásakor az összegyűlt szennyeződést a rendszer nyomása gyorsan és erőteljesen kipréseli, ezért a művelet csak néhány másodpercig tart.

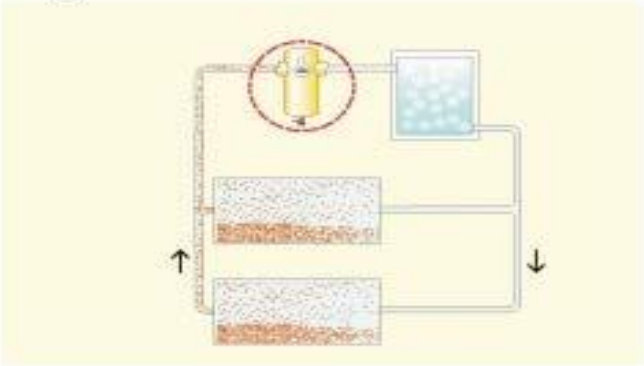
A SPIROVENT iszapleválasztó a 32...250 μm mérettartományba eső iszapszemcsék 75...85%-át már 10 áthaladás után leválasztja. 20 áthaladás után azonban a hatékonyság már eléri a 85...95% értéket, ami igen jó eredménynek tekinthető. Üzemi tapasztalatok szerint a leválasztó az összes (nagyobb, mint 5...10 μm) szennyező részecske 99%-át legfeljebb két héten belül eltávolítja.

Az alapkivitelű SPIROVENT iszapleválasztók hatékonysága akkor jó, ha a csonkon mért áramlási sebesség nem nagyobb, mint 1 m/s.

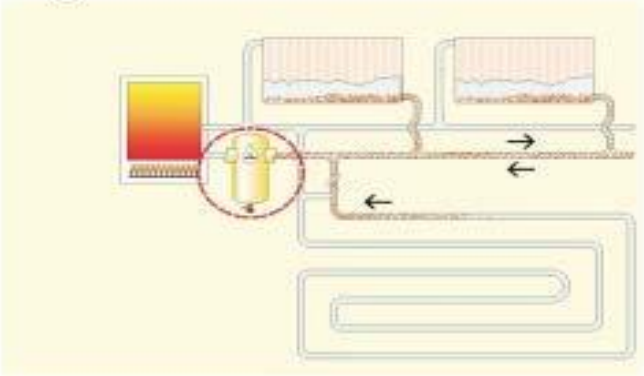
Fűtési rendszereknél a szokásos méretezési érték 0,5...1,0 m/s. Hűtési illetve technológiai rendszereknél nagyobb sebességek is előfordulnak.

Ilyen helyeken alkalmazhatóak a SPIROVENT Hi-Flow nagyteljesítményű leválasztók, ahol az áramlási sebesség maximális értéke - az alapkivitelnél elérhető hatékonyság mellett - 3 m/s is lehet.

Beépítés hűtőberendezésbe

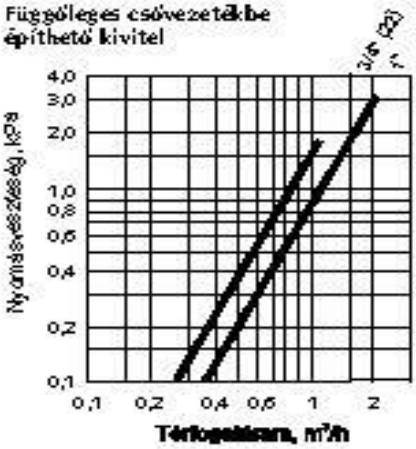


Beépítés fűtőberendezésbe

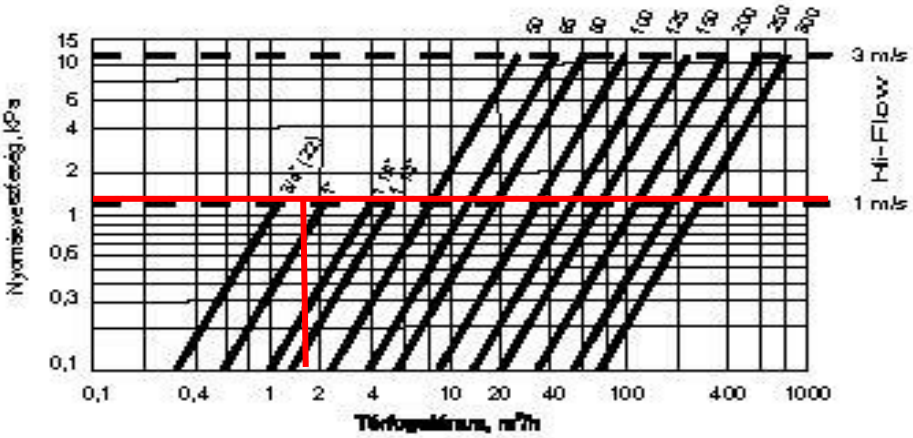


Ellenállás jelleggörbék

Függőleges csővezetékbe építhető kivitel



Vízszintes csővezetékbe építhető kivitel



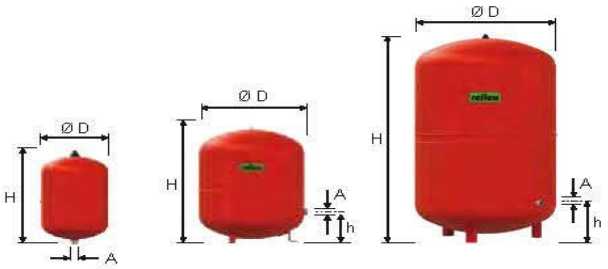
(Melléklet) 31.

M.8.18.1.: Tágulási tartály adatlap (Reflex katalógus részlet)

’reflex’ Változó nyomású zárt tágulási tartályok
Fűtéshez, hűtéshez és szolár alkalmazásokhoz

’reflex NG und N’

- fűtő és hűtő alkalmazásokhoz
- menetes csatlakozással
- DIN 4807 T3 szerinti membránnal, max. üzemi hőmérséklet 70 oC
- a nyomástartó edényekről szóló 97/23/EG rendeletnek megfelelő kivitel
- piros vagy fehér festéssel
- légoldali előnyomás 1,5 bar



8 - 25 Liter 35 - 250 Liter 300 - 1000 Liter

Típus	Cikkszám piros	Cikkszám fehér	Listaár €	Cikk-csoport	Cse*	Ø D mm	H mm	h mm	A
6 bar / 120 °C									
NG 8	7230100	7230107	35,90	10	96	206	285	---	R ¾
NG 12	7240100	7240107	37,20	10	72	280	275	---	R ¾
NG 18	7250100	7250107	39,90	10	56	280	345	---	R ¾
NG 25	7260100	7260107	47,80	10	42	280	465	---	R ¾
NG 35	7270100	7270107	61,10	10	24	354	460	130	R ¾
NG 50	7001000	7001100	76,90	11	24	409	493	175	R ¾
NG 80	7001200	7001300	114,00	11	12	480	565	175	R 1
NG 100	7001400	7001500	214,00	11	10	480	670	175	R 1
NG 140	7001600	7001700	251,00	11	8	480	912	175	R 1
6 bar / 120 °C									
N 200	7213300	---	303,-	18	4	634	760	205	R 1
N 250	7214300	---	434,-	18	---	634	890	205	R 1
N 300	7215300	---	508,-	18	---	634	1060	235	R 1
N 400	7218000	---	625,-	18	---	740	1070	245	R 1
N 500	7218300	---	834,-	18	---	740	1290	245	R 1
N 600	7218400	---	1.269,-	18	---	740	1530	245	R 1
N 800	7218500	---	1.575,-	18	---	740	1995	245	R 1
N 1000	7218600	---	2.014,-	18	---	740	2410	245	R 1

V_n Névleges térfogat [Liter]

reflex ’fali tartó’ 8 - 25 literes tartályokhoz

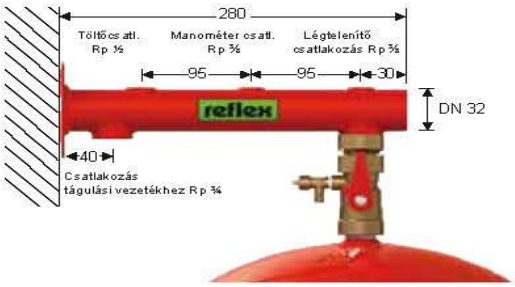
- feszítőszalagos tartó (különösen egyszerűen szerelhető)

	Cikkszám	Listaár €	Cikk-csoport	Cse*
8 - 25 l	7611000	6,60	75	36

* = csomagolásinegység

- konzolos tartó többcélú csatlakozásokkal

	Cikkszám	Listaár €	Cikk-csoport
8 - 25 l	7612000	25,30	75



reflex ’AM csatlakozó anya’ 8 - 25 literes tartályokhoz

- O-gyűrűvel

	Cikkszám	Listaár €	Cikk-csoport	Cse*
8 - 25 l	9119400	2,00	84	10

(Melléklet) 32.

M.8.20.1.: Váltószelep adatlap (Siemens katalógus részlet)

Zóna és váltó szelepek

Tipikus alkalmazások	Szelepmozgatók	Adatlap				2.5 mm				4.5 mm		2.5 mm	
– Padlófűtés – Fan-coil készülékek – Zóna szabályozások	SFA.. SUA21/3 STA.. SSA31.04 [1]	N4863 N4830 N4884 N4860				200 N		170 N		100 N		160 N	
	Tápfeszültség	Vezérlőjel	Futásidő [s]	Rugós visszatérítési funkció [s]									
	AC 230 V	2-pont	10	30–50		SFA21/18		–		–		–	
		2-pont	210	–		–		–		STA23		–	
		2-pont/SPST [2]	10	–		–		SUA21/3		–		–	
		3-pont/SPDT [2]	43	–		–		–		–		SSA31.04	
	AC 24 V	2-pont	10	30–50		SFA71/18		–		–		–	
		0...10 V	270 [3]	–		–		–		STA63		–	
	AC/DC 24 V	2-pont/PDM	270	–		–		–		STA73		–	
PN 16	1...110 °C	DN	Rp [coll]	k_{vs} [m³/h]	Δp_s [kPa]	Δp_{max} [kPa]	Δp_s [kPa]	Δp_{max} [kPa]	Δp_s [kPa]	Δp_{max} [kPa]	Δp_s [kPa]	Δp_{max} [kPa]	
Adatlap	N4842												
	VVI46.15/2	15	Rp ½	2	300	300	400	400	200	200	200	200	
	VVI46.20/2	20	Rp ¾	3.5	300	300	400	400	200	200	200	200	
	VVI46.25/2	25	Rp 1	5	250	250	250	250	150	150	200	200	
	VXI46.15/2 [4]	15	Rp ½	2	–	300	–	400	–	200	–	200	
	VXI46.20/2 [4]	20	Rp ¾	3.5	–	300	–	400	–	200	–	200	
	VXI46.25/2 [4]	25	Rp 1	5	–	250	–	250	–	150	–	200	
	VXI46.25T [5]	25	Rp 1	5	–	200	–	200	–	200	–	200	

Termoelektromos szelepmozgatók és csalakozó kábelek STx..3.. sorozathoz

Szín		Fehér						Fekete
Kiegészítő funkció		–	Funkció modul DC 0...10 V		Pozíciókapcsoló STA-hoz	Pozíciókapcsoló STP-hez	LED	–
Vezérlőjel		2-pont (On/Off)	DC 0...10 V	DC 0...10 V	2-pont (On/Off)	2-pont (On/Off)	2-pont (On/Off)	2-pont (On/Off)
		[STA.., NC]	[STA.., NC]	–	[STA.., NC]	–	[STA.., NC]	[STA.., NC]
		[STP.., NO]	–	[STP.., NO]	–	[STP.., NO]	[STP.., NO]	[STP.., NO]
Standard PVC kábellel	1 m				ASA23U10	ASP23U10		
	2 m	ASY23L20	ASY6AL20	ASY6PL20			ASY23L20LD	
	3 m							ASY23L30B
	5 m	ASY23L50						ASY23L50B
	10 m	ASY23L100						
	15 m	ASY23L150						
Halogén-mentes kábellel	2 m	ASY23L20HF	ASY6AL20HF	ASY6PL20HF				
	5 m	ASY23L50HF						
	10 m	ASY23L100HF						
Szelepmozgató								
STA73/00		■	■		■		■	
STA23/00		■			■			
STP73/00		■		■		■	■	
STP23/00		■				■		
STA73PR/00 [6]		■			■		■	
STP73PR/00 [6]		■				■	■	
STA73MP/00 [7]		■	■		■		■	
STA23MP/00 [7]		■			■			
STA73B/00								■
STA23B/00								■

[1] Nem alkalmazható radiátor szelepekhez
[2] SPST = egypólusú egyes-kapcsoló, SPDT = egypólusú dupla-kapcsoló
[3] Szabályozási módban (felmelegedési idő) a min. futásidő kb. 30 s/mm
[4] 70% kvs a bypass ágon, szivárgási ráta a bypass ágon a kvs érték 2...5%-a
[5] 100% kvs a bypass ágon, szivárgási ráta a bypass ágon a kvs érték 0.05%-a. A zajosság elkerüléséhez, a 100 kPa-t
[6] Ideális szelepmozgatók párhuzamos működtetéshez. Impulzusszélesség moduláció (PDM) a Siemens Desigo™ szabályozókk
[7] Multipack 50 db szelepmozgatóval (OEM) NC: alaphelyzetben zárt, NO: alaphelyzetben nyitott

(Melléklet) 33.

M.9.4. táblázat: A fajlagos hőveszteség meghatározásához használt adatok

Tájolás vagy Rétegrend	Homlokzat felület [m^2]	Korrigált U érték [$\frac{W}{m^2K}$]	Nyílászáró Felület Ablak [m^2]	U érték [$\frac{W}{m^2K}$]	Nyílászáró Felület Ajtó [m^2]	U érték [$\frac{W}{m^2K}$]	Födém/ tető felület [m^2]	Korrigált U érték [$\frac{W}{m^2K}$]	l [m]	Ψ [$\frac{W}{mK}$]	SA UR + SlΨ
Észak - Kelet	43,22	0,24	3,24	0,88	0,00	1,45					13,18
Észak - Nyugat	26,88	0,24	18,00	0,88	0,00	1,45					22,27
Dél - Nyugat	41,03	0,24	3,24	0,88	3,60	1,45					17,88
Dél - Kelet	32,73	0,24	8,46	0,88	3,60	1,45					20,49
R2 Nappali fagerendás födém							45,00	0,13			5,91
R3 Padlástér alatti födém							117,29	0,13			15,06
R5 Tető					0,75	1	8,91	0,13			1,89
Talajra fektetett padló									65,38	0,80	52,30
										∑	148,98

M.9.5. táblázat: Belső átlagos hőmérséklet meghatározásához szükséges adatok

	18 Dolgozó/vendégszoba	17 Házt.h.	15 Kamra	14 Fürdő	13 Gardrób	12 Hálószóba	10 Nappali	04 Konyha	09 Szoba	08 Fürdő
Hőmérséklet T [^oC]	20,00	24,00	18,00	24,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	24,00
Térfogat V [m^3]	33,46	22,37	12,97	20,58	13,77	32,38	77,36	37,28	32,32	19,89
Szorzat	669,18	536,94	233,42	493,85	275,31	647,52	1547,28	745,56	646,38	477,43

M.9.5. táblázat folytatása

	07 Szoba	06 Szoba	01 Előtér	02 WC	19 Tároló	16 Közlekedő	03 Étkező	05 Közlekedő	11 Közlekedő
Hőmérséklet T [^oC]	20,00	20,00	20,00	20,00	18,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Térfogat V [m^3]	29,75	33,06	21,46	4,56	14,00	14,19	60,79	13,68	7,04
Szorzat	595,08	661,20	429,21	91,20	251,99	283,86	1215,72	273,60	140,79
							$\sum$ T V		10215,51

M.10.3.1. táblázat: Földgáz energiahordozó ára különböző szolgáltatóknál és elszámolással

FÖLDGÁZDÍJAK AZ EGYETEMES SZOLGÁLTATÁSBAN LAKOSSÁGI ÜGYFELEKNEK 2022. OKTÓBER 1-JÉTŐL[1]

Árszabás a különböző elosztási területeken

	Érintett felhasználói kör	Elosztó, amelytől a díjak függenek	Gázdíjak						Alapdíj	
			Rezsicsökkentett ár				Lakossági piaci ár			
			I. árkategória[3]	I. árkategória[3]	II. árkategória[3]	II. árkategória[3]	Versenypiaci költségeket tükröző ár (okt. – dec.)			
			Ft/MJ	Ft/m³ [4]	Ft/MJ	Ft/m³ [4]	Ft/MJ	Ft/m³ [4]	Ft/év	Ft/m³/h/év
A1	20m³/h alatti gázmérővel rendelkező lakossági felhasználók kivéve fogyasztói közösségek[5]	**MVM Főgáz Földgázhálózati Kft. Ózdi Energiaszolgáltató és Ker. Kft. Csepeli Erőmű Kft. ISD POWER Kft.**	**2,9** (2,256)	**99,9** (78,7)			**22,002** (17,324)	**767,2** (604,1)	**11 674** (9 192)	
		OPUS TIGÁZ Zrt. Natural Gas Service Kft.	**3,0** (2,364)	**104,7** (82,4)			**22,002** (17,324)	**767,2** (604,1)	**11 674** (9 192)	
		E.ON Dél-dunántúli Gázhálózati Zrt. E.ON Közép-dunántúli Gázhálózati Zrt. MAGÁZ Kft. E.GAS Kft.	**2,9** (2,264)	**100,3** (78,9)			**22,002** (17,324)	**767,2** (604,1)	**11 674** (9 192)	
		MVM Égáz-Dégáz Földgázhálózati Zrt.	**2,9** (2,295)	**101,6** (80,0)			**22,002** (17,324)	**767,2** (604,1)	**11 674** (9 192)	
A3	20m³/h alatti gázmérővel rendelkező fogyasztói közösségek[5]	**MVM Főgáz Földgázhálózati Kft. Ózdi Energiaszolgáltató és Ker. Kft. Csepeli Erőmű Kft. ISD POWER Kft.**			**3,0** (2,373)	**105,1** (82,7)	**22,002** (17,324)	**767,2** (604,1)	**11 674** (9 192)	
		OPUS TIGÁZ Zrt. Natural Gas Service Kft.			**3,2** (2,486)	**110,1** (86,7)	**22,002** (17,324)	**767,2** (604,1)	**11 674** (9 192)	
		E.ON Dél-dunántúli Gázhálózati Zrt. E.ON Közép-dunántúli Gázhálózati Zrt. MAGÁZ Kft. E.GAS Kft.			**3,0** (2,381)	**105,4** (83,0)	**22,002** (17,324)	**767,2** (604,1)	**11 674** (9 192)	
		MVM Égáz-Dégáz Földgázhálózati Zrt.			**3,1** (2,414)	**106,9** (84,2)	**22,002** (17,324)	**767,2** (604,1)	**11 674** (9 192)	
B1	≥20m³/h gázmérővel rendelkező lakossági felhasználók	**MVM Főgáz Földgázhálózati Kft. Ózdi Energiaszolgáltató és Ker. Kft. Csepeli Erőmű Kft. ISD POWER Kft.**			**2,6** (2,035)	**90,1** (71,0)	**22,002** (17,324)	**767,2** (604,1)		**18 584** (14 633)
		OPUS TIGÁZ Zrt. Natural Gas Service Kft.			**2,6** (2,029)	**89,9** (70,8)	**22,002** (17,324)	**767,2** (604,1)		**18 584** (14 633)
		E.ON Dél-dunántúli Gázhálózati Zrt. E.ON Közép-dunántúli Gázhálózati Zrt. MAGÁZ Kft. E.GAS Kft.			**2,5** (1,943)	**86,0** (67,8)	**22,002** (17,324)	**767,2** (604,1)		**18 584** (14 633)
		MVM Égáz-Dégáz Földgázhálózati Zrt.			**2,5** (1,947)	**86,2** (67,9)	**22,002** (17,324)	**767,2** (604,1)		**18 584** (14 633)
C	gázmérővel nem rendelkezők	**MVM Főgáz Földgázhálózati Kft. Ózdi Energiaszolgáltató és Ker. Kft. Csepeli Erőmű Kft. ISD POWER Kft.**			**3,1** (2,465)	**109,2** (86,0)				
		OPUS TIGÁZ Zrt. Natural Gas Service Kft.			**3,2** (2,551)	**113,0** (89,0)				
		E.ON Dél-dunántúli Gázhálózati Zrt. E.ON Közép-dunántúli Gázhálózati Zrt. MAGÁZ Kft. E.GAS Kft.			**3,1** (2,474)	**109,6** (86,3)				
		MVM Égáz-Dégáz Földgázhálózati Zrt.			**3,2** (2,510)	**111,2** (87,5)				

A táblázatban megadott, vastagon írt számok tartalmazzák a 27% áfát, míg alattuk zárójelben a nettó ár szerepel.

[1] A 69/2016. (XII. 29.) NFM rendelet, a 259/2022. (VII. 21.) Korm. rendelet és a 6/2022. (VII. 21.) MEKH rendelet alapján.
[2] Az MVM Next Energiakereskedelmi Zrt. Magyarország teljes területén nyújt egyetemes földgázszolgáltatást.
[3] 2022. augusztus 1-jétől a lakossági felhasználó által az I., illetve a II. árkategória díjszabása szerint maximálisan vételezhető földgázmennyiség – a nagycsaládosok, továbbá a társasházak és lakásszövetkezetek többletkedvezményétől eltekintve – 63 645 MJ/év/mérési pont (felhasználási hely). E fölött a jogszabály szerinti, versenypiaci költségeket tükröző ár lép érvénybe. Társasházak és lakásszövetkezetek esetén a kedvezmény mértéke = (lakásszám + 1) x 63 645 MJ/év. A 63 645 MJ hőmennyiség a 2021. január 1. és 2022. június 30. közötti időszak éves elszámolásai során alkalmazott legmagasabb éves átlagfűtőérték adatok alapján legalább 1729 gáztechnikai normál m³/év/mérési pont (felhasználási hely) kedvezményes sávhatárt biztosít.
[4] Tájékoztató adat, 34,87 MJ/ m³ fűtőértékkel számolva. A tényleges érték függ a nyomáskorrekciótól és a tényleges fűtőértéktől.
[5] Fogyasztói közösség: a közös gázmérővel rendelkező olyan lakóépületben vételezők összessége, ahol a műszakilag megosztott, önálló lakások száma meghaladja az épületben lévő önálló, nem lakás céljára szolgáló helyiségek számát.

Az MVM Next Energiakereskedelmi Zrt. egyetemes földgázszolgáltatásban alkalmazott árai és díjelemei, Üzletszabályzata, valamint az Üzletszabályzat részét képező Általános Szerződési Feltételek megtalálhatók a www.mvmnext.hu/foldgaz/Uzletszabalyzat oldalon és az ügyfélszolgálati irodákban. Üzletszabályzatunk tartalmazza az egyetemes szolgáltatási szerződés megkötésével, módosításával, felmondásával kapcsolatos részletes információkat is. Az egyetemes szolgáltatást igénybe vevő felhasználó a határozatlan időtartamra kötött egyetemes szolgáltatási szerződését 30 napos felmondási idővel, írásban mondhatja fel. Az MVM Next Energiakereskedelmi Zrt. a felhasználó és – ha a felhasználó megbízásából az új földgázkereskedő jár el – az új földgázkereskedő részére a felmondás kézhezvételétől számított 5 napon belül írásban értesítést küld a felmondás visszaigazolásáról vagy a felmondás benyújtásakor nem teljesített szerződéses feltételekről (pl. a felhasználó MVM Next Energiakereskedelmi Zrt. felé fennálló tartozásáról). A felmondás benyújtásakor nem teljesített szerződéses feltételeket a felhasználó az értesítés keltétől számított 18 napon belül köteles teljesíteni. Ha a felhasználó időben teljesíti a szerződéses feltételeket (pl. az MVM Next Energiakereskedelmi Zrt. felé fennálló tartozását megfizeti), felmondása hatályosul.

M.10.3.2. táblázat: Villamosenergia energiahordozó ára különböző szolgáltatóknál és elszámolással

VILLAMOS ENERGIA DÍJAK AZ EGYETEMES SZOLGÁLTATÁSBAN LAKOSSÁGI ÜGYFELEKNEK 2022. AUGUSZTUS 1-JÉTŐL

MVM Démász Áramhálózati Kft. területén hatályos egységárak		A1 árszabás Általános felhasználási célra / Egész nap		B Alap árszabás „Éjszakai" vezérelt, napi 8 óra felfűtési idővel	
		Kedvezményes árszabás	Lakossági piaci ár	Kedvezményes árszabás	Lakossági piaci ár
Villamosenergia-ár (Ft/kWh)*		5,250	31,800	1,900	31,800
Rendszerhasználati díjak*	Elosztói alapdíj (Ft/csatlakozási pont/hó)	120,5000	120,5000	39,5000	39,5000
	Elosztási és átviteli díjak (Ft/kWh)	23,4000	23,4000	16,1800	16,1800
Áfával növelt elosztói alapdíj (Ft/csatlakozási pont/hó)		**153,0350**	**153,0350**	**50,1650**	**50,1650**
Áfával növelt Ft/kWh árak		**36,386**	**70,104**	**22,962**	**60,935**

MVM Démász Áramhálózati Kft. területén hatályos egységárak		A2 árszabás Általános felhasználási célra				H árszabás Hőszivattyú és hasonló, megújuló energiát hasznosító berendezéshez	B Komfort árszabás Vezérelt, napi 12 óra felfűtési idővel	
		Csúcsidőszak		Völgyidőszak				
		Kedvezményes árszabás	Lakossági piaci ár	Kedvezményes árszabás	Lakossági piaci ár		Kedvezményes árszabás	Lakossági piaci ár
Villamosenergia-ár (Ft/kWh)*		8,950	31,800	1,050	31,800	1,900	2,190	31,800
Rendszerhasználati díjak*	Elosztói alapdíj (Ft/csatlakozási pont/hó)	120,5000	120,5000	120,5000	120,5000	39,5000	39,5000	39,5000
	Elosztási és átviteli díjak (Ft/kWh)	23,4000	23,4000	23,4000	23,4000	16,1800	16,1800	16,1800
Áfával növelt elosztói alapdíj (Ft/csatlakozási pont/hó)		**153,0350**	**153,0350**	**153,0350**	**153,0350**	**50,1650**	**50,1650**	**50,1650**
Áfával növelt Ft/kWh árak		**41,085**	**70,104**	**31,052**	**70,104**	**22,962**	**23,330**	**60,935**

E.ON Dél-dunántúli, Észak-dunántúli Áramhálózati Zrt.-k és az OPUS TITÁSZ Zrt. területén hatályos egységárak		A1 árszabás Általános felhasználási célra / Egész nap		B Alap árszabás „Éjszakai" vezérelt, napi 8 óra felfűtési idővel	
		Kedvezményes árszabás	Lakossági piaci ár	Kedvezményes árszabás	Lakossági piaci ár
Villamosenergia-ár (Ft/kWh)*		4,390	31,800	2,340	31,800
Rendszerhasználati díjak*	Elosztói alapdíj (Ft/csatlakozási pont/hó)	120,5000	120,5000	39,5000	39,5000
	Elosztási és átviteli díjak (Ft/kWh)	23,4000	23,4000	16,1800	16,1800
Áfával növelt elosztói alapdíj (Ft/csatlakozási pont/hó)		**153,0350**	**153,0350**	**50,1650**	**50,1650**
Áfával növelt Ft/kWh árak		**35,293**	**70,104**	**23,520**	**60,935**

E.ON Dél-dunántúli, Észak-dunántúli Áramhálózati Zrt.-k és az OPUS TITÁSZ Zrt. területén hatályos egységárak		A2 árszabás Általános felhasználási célra				H árszabás Hőszivattyú és hasonló, megújuló energiát hasznosító berendezéshez
		Csúcsidőszak		Völgyidőszak		
		Kedvezményes árszabás	Lakossági piaci ár	Kedvezményes árszabás	Lakossági piaci ár	
Villamosenergia-ár (Ft/kWh)*		10,780	31,800	2,400	31,800	2,340
Rendszerhasználati díjak*	Elosztói alapdíj (Ft/csatlakozási pont/hó)	120,5000	120,5000	120,5000	120,5000	39,5000
	Elosztási és átviteli díjak (Ft/kWh)	23,4000	23,4000	23,4000	23,4000	16,1800
Áfával növelt elosztói alapdíj (Ft/csatlakozási pont/hó)		**153,0350**	**153,0350**	**153,0350**	**153,0350**	**50,1650**
Áfával növelt Ft/kWh árak		**43,409**	**70,104**	**32,766**	**70,104**	**23,520**

*nettó ár, hozzáadódik 27% áfa **áfamentes

A fogyasztási határérték 2523 kWh/év/mérési pont (felhasználási hely). A fogyasztási határértéket nem kell alkalmazni a B GEO árszabásra, fűtési idényben igénybe vett H árszabásra.

A táblázatban szereplő rendszerhasználati díjtételek kizárólag profil elszámolású, kisfeszültségű I-es és II-es csatlakozású felhasználási helyekre vonatkoznak. A rendszerhasználati díjtételek idősoros elszámolású felhasználási helyek esetén a fenti táblázattól eltérőek, melyeket a villamos energia rendszerhasználati díjak, csatlakozási díjak és különdíjak alkalmazási szabályairól szóló 10/2016. (XI. 14.) MEKH rendelet és azok mértékéről szóló 2359/2022. számú és 2430/2022 MEKH határozatok tartalmazzák. A villamos energia egyetemes szolgáltatás árképzéséről szóló 4/2011. (I. 31.) NFM rendelet és annak alapján az egyetemes villamosenergia-szolgáltatói üzletszabályzat tartalmazza az értékesített villamos energia árszabásait, áralkalmazási feltételeit és az egységárakat. Az üzletszabályzatot elérheti honlapunkon a www.mvmnext.hu címen, valamint ügyfélszolgálati irodáinkban. Jogszabályban előírt kötelezettség alapján tájékoztatjuk, hogy ha ügyfelünk a jelen ármódosítást nem kívánja elfogadni, úgy jogosult – a villamos energiáról szóló 2007. évi LXXXVI. törvény 62. § (4) bekezdése alapján – 30 napos felmondási idővel felmondani jelenleg hatályos, nem határozott időtartamú villamosenergia-vásárlásra vonatkozó szerződését. Felhívjuk azonban a felmondással élő ügyfelek figyelmét, hogy a jelenlegi villamosenergia-vásárlásra irányuló szerződésük megszűnését követően további vételezés kereskedelmi engedélyessel vagy egyetemes szolgáltatóval megkötött villamosenergia-vásárlási szerződés alapján, a kereskedőváltás szabályai szerint lesz lehetséges. Új szerződés hiányában a területileg illetékes elosztói engedélyes a villamosenergia-ellátásukat megszünteti.

VE_Lakossági_Árak_2022/3

M.10.1. táblázat: Hőmérsékleti értékek az adott hónapra vonatkozólag Debrecenben

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Átlag
Január [ºC]	-1,7	-0,6	0,2	-0,5	2,4	1,2	-1,8	-6,2	2,4	-1,4	-1,4	-0,67
Február [ºC]	1,1	-1,9	-5,3	2,9	3,9	1,9	5,9	1,7	0,3	3,3	4,3	1,65
Március [ºC]	5,9	5,9	6,9	3,6	9,2	6,7	6,8	8,8	3,3	8,6	6,8	6,59
Április [ºC]	11,6	12,7	12,2	12,4	12,9	10,8	13	10,4	16,1	13	11,4	12,41
Május [ºC]	16,3	16,7	17	17	16,1	16,5	16,4	16,9	19,8	14,5	14,6	16,53
Június [ºC]	19,7	20,6	21,2	20,2	20,2	20,7	20,8	21,6	20,9	23,3	20,3	20,86
Július [ºC]	22,5	20,7	23,9	22,1	22,1	23,6	21,7	21,9	22,4	21,5	21,4	22,16
Augusztus [ºC]	21,2	22,1	23,1	22,5	20,7	24,2	20,6	23,2	24	23,4	23	22,55
Szeptember [ºC]	14,9	19,1	18,8	14,5	17,3	18,4	17,9	16,2	18,1	17,3	18,3	17,35
Október [ºC]	7,9	9,7	11,4	12,4	11,8	10,6	9,5	10,8	13,2	12,7	12,2	11,11
November [ºC]	8,1	1,8	7	7,9	6,9	5,8	4,4	5,5	7	9,5	5	6,26
December [ºC]	-1	2,3	-0,9	0,7	2,7	2,6	-2,2	2,7	0,6	3,4	4,1	1,36

M.10.7.1. táblázat: Az épület energia igénye és energia költsége a jelenlegi határolószerkezettel gáz energiahordozóval számolva

Hónap [Átlag. külső hőm. alapján 2010-2020]	Jelenlegi [$\frac{MJ}{hónap}$]	Földgáz Költségcsökkentett keret az adott hónapban (Kondenzációs kazán állandó 93% hatásfokot feltételezve) [MJ]	Lakossági piaci áron kapott energia keret [MJ]	Földgáz költség Fűtésre Költségcsökkentett áron (2,9 $\frac{Ft}{MJ}$) [Ft]	Földgáz költség Fűtésre Lakossági piaci áron (22 $\frac{Ft}{MJ}$) [Ft]	Földgáz költsége Fűtésre [Ft]
Január [-0,67ºC]	14 686	15 791	12 605	36 556	70 085	106 640
Február [1,65ºC]	13 061	14 044	10 372	30 080	80 777	110 857
Március [6,59ºC]	9 602	10 324	8 547	24 785	39 109	63 895
Április [12,41ºC]	5 526	5 942	4 475	12 977	32 273	45 250
Május [16,53ºC]	1 320	1 420	1 013	2 938	8 946	11 884
Szeptember [17,35ºC]	1 033	1 111	1 079	3 130	697	3 827
Október [11,11ºC]	6 436	6 921	5 503	15 959	31 187	47 146
November [6,26ºC]	9 833	10 573	8 312	24 105	49 738	73 843
December [1,36ºC]	13 264	14 263	11 739	34 042	55 524	89 566

M.10.7.2. táblázat: Az épület energia igénye és energia költsége a jelenlegi határolószerkezettel elektromos áram energiahordozóval számolva

Hónap [Átlag. külső hőm. alapján 2010-2020]	Jelenlegi [$\frac{MJ}{hónap}$]	Szükséges elektromos áram az épület kifűtéséhez (Hőszivattyú 4,31 állandó COP-t feltételezve) [kWh]	Elektromos áram Költségcsökkentett keret az adott hónapban (2523 $\frac{kWh}{év*mérésipont}$) kWh	Elektromos áram költség Fűtésre Költségcsökkentett áron (36,4 $\frac{Ft}{kWh}$) [Ft]	Elektromos áram költség Lakossági piaci áron (70,1 $\frac{Ft}{kWh}$) [Ft]	Elektromos áram összköltsége fűtésre [Ft]	Elektromos áram költség (H tarifával) (23$\frac{Ft}{kWh}$) [Ft]
Január [-0,67ºC]	14 686	1018	500	18 193	36 306	54 499	23 408
Február [1,65ºC]	13 061	905	411	14 970	34 622	49 591	20 818
Március [6,59ºC]	9 602	665	339	12 334	22 892	35 226	15 304
Április [12,41ºC]	5 526	383	177	6 456	14 411	20 868	8 808
Május [16,53ºC]	1 320	92	40	1 460	3 602	5 062	2 105
Szeptember [17,35ºC]	1 033	72	43	1 561	2 013	3 574	1 647
Október [11,11ºC]	6 436	446	218	7 944	15 969	23 913	10 259
November [6,26ºC]	9 833	681	330	11 994	24 669	36 663	15 673
December [1,36ºC]	13 264	919	465	16 935	31 824	48 758	21 142

M.10.7.3. táblázat: Az épület energia igénye és energia költsége a 2014-ben megállapított U értékű határolószerkezettel gáz energiahordozóval számolva

Hónap [Átlag. külső hőm. alapján 2010-2020]	2014* [$\frac{MJ}{hónap}$]	Földgáz Költségcsökkentett keret az adott hónapban (Kondenzációs kazán állandó 93% hatásfokot feltételezve) [MJ]	Lakossági piaci áron kapott energia keret [MJ]	Földgáz költség Fűtésre Költségcsökkentett áron (2,9 $\frac{Ft}{MJ}$) [Ft]	Földgáz költség Fűtésre Lakossági piaci áron (22 $\frac{Ft}{MJ}$) [Ft]	Földgáz költsége Fűtésre [Ft]
Január [-0,67ºC]	16 472	17 711	12 605	36 556	112 331	148 887
Február [1,65ºC]	14 650	15 752	10 372	30 080	118 358	148 438
Március [6,59ºC]	10 770	11 581	8 547	24 785	66 753	91 539
Április [12,41ºC]	6 200	6 666	4 475	12 977	48 213	61 190
Május [16,53ºC]	1 482	1 594	1 013	2 938	12 773	15 711
Szeptember [17,35ºC]	1 160	1 248	1 079	3 130	3 700	6 830
Október [11,11ºC]	7 221	7 764	5 503	15 959	49 743	65 702
November [6,26ºC]	11 029	11 860	8 312	24 105	78 048	102 153
December [1,36ºC]	14 877	15 997	11 739	34 042	93 688	127 730

M.10.7.4. táblázat: Az épület energia igénye és energia költsége a 2014-ben megállapított U értékű határolószerkezettel villamos áram energiahordozóval számolva

Hónap [Átlag. külső hőm 2010-2020]	2014* [$\frac{MJ}{hónap}$]	Szükséges elektromos áram az épület kifűtéséhez (Hőszivattyú 4,31 állandó COP-t feltételezve) [kWh]	Elektromos áram Költségcsökkentett keret az adott hónapban (2523 $\frac{kWh}{év*mérésipont}$) [MJ]	Elektromos áram költség Fűtésre Költségcsökkentett áron (36,4 $\frac{Ft}{kWh}$) [Ft]	Földgáz költség költség Lakossági piaci áron (70,1 $\frac{Ft}{kWh}$) [Ft]	Elektromos áram összköltsége fűtésre [Ft]	Elektromos áram költség (H tarifával) (23 $\frac{Ft}{kWh}$) [Ft]
Január [-0,67ºC]	16 472	1141	500	18 193	44 982	63 175	26 254
Február [1,65ºC]	14 650	1015	411	14 970	42 339	57 309	23 350
Március [6,59ºC]	10 770	746	339	12 334	28 569	40 903	17 167
Április [12,41ºC]	6 200	430	177	6 456	17 685	24 141	9 882
Május [16,53ºC]	1 482	103	40	1 460	4 388	5 848	2 362
Szeptember [17,35ºC]	1 160	80	43	1 561	2 630	4 191	1 849
Október [11,11ºC]	7 221	500	218	7 944	19 780	27 723	11 509
November [6,26ºC]	11 029	764	330	11 994	30 483	42 477	17 580
December [1,36ºC]	14 877	1031	465	16 935	39 661	56 596	23 713

M.10.7.5. táblázat: Az épület energia igénye és energia költsége a 2006-ban megállapított U értékű határolószerkezettel gáz energiahordozóval számolva

Hónap [Átlag. külső hőm 2010-2020]	2006* [$\frac{MJ}{hónap}$]	Földgáz Költségcsökkentett keret az adott hónapban (Kondenzációs kazán állandó 93% hatásfokot feltételezve) [MJ]	Lakossági piaci áron kapott energia keret [MJ]	Földgáz költség Fűtésre Költségcsökkentett áron (2,9 $\frac{Ft}{MJ}$) [Ft]	Földgáz költség Fűtésre Lakossági piaci áron (22 $\frac{Ft}{MJ}$) [Ft]	Földgáz költsége Fűtésre [Ft]
Január [-0,67ºC]	20 632	22 185	12 605	36 556	210 758	247 314
Február [1,65ºC]	18 350	19 731	10 372	30 080	205 898	235 978
Március [6,59ºC]	13 491	14 506	8 547	24 785	131 110	155 896
Április [12,41ºC]	7 766	8 350	4 475	12 977	85 258	98 236
Május [16,53ºC]	1 857	1 996	1 013	2 938	21 629	24 567
Szeptember [17,35ºC]	1 453	1 563	1 079	3 130	10 631	13 762
Október [11,11ºC]	9 045	9 725	5 503	15 959	92 888	108 848
November [6,26ºC]	13 815	14 855	8 312	24 105	143 954	168 058
December [1,36ºC]	18 636	20 038	11 739	34 042	182 588	216 631

M.10.7.6. táblázat: Az épület energia igénye és energia költsége a 2006-ban megállapított U értékű határolószerkezettel villamos áram energiahordozóval számolva

Hónap [Átlag. külső hőm 2010-2020]	2006* [$\frac{MJ}{hónap}$]	Szükséges elektromos áram az épület kifűtéséhez (Hőszivattyú 4,31 állandó COP-t feltételezve) [kWh]	Elektromos áram Költségcsökkentett keret az adott hónapban (2523 $\frac{kWh}{év*mérésipont}$) [MJ]	Elektromos áram költség Fűtésre Költségcsökkentett áron (36,4 $\frac{Ft}{kWh}$) [Ft]	Földgáz költség költség Lakossági piaci áron (70,1 $\frac{Ft}{kWh}$) [Ft]	Elektromos áram összköltsége fűtésre [Ft]	Elektromos áram költség (H tarifával) (23 $\frac{Ft}{kWh}$) [Ft]
Január [-0,67ºC]	20 632	1430	500	18 193	65 195	83 388	32 886
Február [1,65ºC]	18 350	1272	411	14 970	60 316	75 286	29 249
Március [6,59ºC]	13 491	935	339	12 334	41 785	54 119	21 503
Április [12,41ºC]	7 766	538	177	6 456	25 293	31 749	12 378
Május [16,53ºC]	1 857	129	40	1 460	6 207	7 667	2 959
Szeptember [17,35ºC]	1 453	101	43	1 561	4 053	5 614	2 316
Október [11,11ºC]	9 045	627	218	7 944	28 640	36 584	14 416
November [6,26ºC]	13 815	957	330	11 994	44 017	56 011	22 021
December [1,36ºC]	18 636	1291	465	16 935	57 917	74 852	29 703