

# **DIPLOMADOLGOZAT**

**Velkey-Guth Simon**  
**Létesítménymérnök MSc Szak**

**Gödöllő**  
**2024.**



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem**  
**Szent István Campus**  
**Létesítménymérnök MSc Szak**

**Az Abonyi Fémöntő Kft. telephelyének épületgépészeti  
rendszerének korszerűsítése, hulladék hő hasznosítási  
lehetőségek vizsgálata, műszaki megoldása**

**Belső konzulens:** **Dr. Szabó Márta**  
egyetemi docens

**Külső konzulens:** **Heer Tamás**  
vezető tervező

**Készítette:** **Velkey-Guth Simon András**  
XQEZP5  
levelező

**Intézet/Tanszék:** **Műszaki Intézet**

**Gödöllő**

MŰSZAKI INTÉZET  
LÉTESÍTMÉNYMÉRŐK MESTERSZAK  
épületgépész specializáció

DIPLOMADOLGOZAT

feladatlap

Velkey-Guth Simon (XQEZP5)

részére

A diplomadolgozat címe:

**Az Abonyi Fémöntő Kft. telephelyének épületgépészeti rendszereinek korszerűsítése, hulladék hő  
hasznosítási lehetőségek vizsgálata, műszaki megoldása**

Feladatkiírás:

Az Abonyi Fémöntő Kft. 2740 Abony, Gergely utca 4. szám alatti ingatlanon alumínium és réz ötvözetek gravitációs öntését végzi.

- Megtervezendő a Kft. műhelyépületének épületgépészeti rendszereinek korszerűsítése és bővítése (fűtés, vízellátás, csatornázás, használati-melegvíz készítés, szellőzés)
- Megvizsgálandók az öntészeti technológiák során jelenleg alkalmazott hőviszanyerési módok, megoldások
- Megvizsgálandó és koncepcionálisan kidolgozandó a Kft. tevékenysége során felszabaduló hulladék hő energetikai hasznosítása

**Közreműködő tanszék:** Épületgépészeti és Energetikai

**Külső konzulens:** Heer Tamás vezető tervező, Top-Kvalitás Kft., 1146 Budapest, Ajtósi Dürer sor 31.

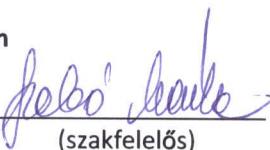
**Belső konzulens:** Dr. Szabó Márta egyetemi docens, MATE, Műszaki Intézet

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

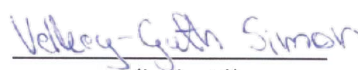
Kelt: Gödöllő, 2024. év. április. hó. 15. nap

Jóváhagyom

  
\_\_\_\_\_  
(tanszékvezető)

  
\_\_\_\_\_  
(szakfelelős)

Átvettem

  
\_\_\_\_\_  
(hallgató)

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

Kelt: Budapest, 2024. év. április. hó. 18. nap

  
\_\_\_\_\_  
(külső konzulens)

# **1 Tartalomjegyzék**

2	Bevezetés .....	4
3	A létesítmény .....	7
3.1	Általános leírás és a létesítményben végzett tevékenység .....	7
3.2	Meglévő épületgépészeti rendszerek.....	7
3.2.1	Gázellátás.....	7
3.2.2	Fűtés.....	7
3.2.3	Hűtés.....	8
3.2.4	Szellőzés .....	8
3.3	Az üzem gépparkja.....	8
3.3.1	Iroda.....	8
3.3.2	Forgácsoló .....	8
3.3.3	Homokformázó.....	8
3.3.4	Öntőműhely .....	8
3.3.5	Raktár.....	9
3.3.6	Csiszoló, daraboló és egyéb helyiségek .....	9
4	Megvalósult részleges felújítás diagnosztikája, fogyasztási adatok kiértékelése .....	10
4.1	Energetikai számítás.....	10
4.1.1	Részleges felújítás utáni állapot .....	10
4.1.2	Felújítás utáni állapot.....	10
4.1.3	Valaha volt állapot.....	10
4.2	Földgáz fogyasztás .....	10
4.2.1	Számítási módszer .....	11
4.3	Fogyasztási adatok és eredmények .....	11
4.3.1	Kiértékelés .....	12
4.4	Villamos energia fogyasztás.....	12
5	A meglévő épületgépészeti rendszerek felújítása, módosítása, új igények kielégítése .....	17
5.1	Gázellátás .....	17
5.1.1	A terv tárgya és a tervezési cél .....	17
5.1.2	A szállított gáz jellemzői .....	17
5.1.3	A gázmérés és a gázelszámolás műszaki megoldása.....	17

5.1.4	A gázfogyasztó készülékek EU-típusvizsgálati tanúsítványa szerinti azonosító adatai, a kiállító szervezet nevének és a tanúsítvány azonosítószámának megadása .....	18
5.1.5	A gázfogyasztó készülékek azonosító adatai, gázterhelése és műszaki adatai.....	18
5.1.6	A gázfogyasztó készülékek kezelési osztályba sorolása .....	19
5.1.7	A tervezési nyomások és nyomásfokozatok .....	19
5.1.8	Az üzemeltetési hőmérséklet határok .....	19
5.1.9	A tervezett létesítmény felhasználási helye, azonosítója és címe, helyrajzi száma .....	19
5.1.10	A tervrajzokon nem ábrázolható részletek leírása .....	19
5.1.11	A tervezési határok .....	19
5.1.12	A csatlakozóvezeték, telephelyi vezeték paraméterei, védőtávolsága .....	19
5.1.13	A gázfogyasztó készülékek beépítési feltételei, a szerelésre és az üzembe helyezésre vonatkozó technológiai leírás vagy gépkönyvi hivatkozás .....	19
5.1.14	A gázfogyasztó készülékek légellátása, égéstermék-elvezetése.....	19
5.1.15	Gázellátáshoz tartozó tervek.....	20
5.2	Fűtés .....	20
5.2.1	Fűtési hálózat méretezése .....	21
5.2.2	Fűtéshez tartozó tervek.....	24
5.3	Vízellátás, csatornázás .....	24
5.3.1	Használati-melegvíz igény meghatározása.....	25
5.3.2	Vízellátás, csatornázáshoz tartozó tervek.....	26
5.4	Szellőzés.....	26
5.4.1	Szükséges légmennyiségek meghatározása.....	27
5.4.2	Légtechnikai hálózat méretezése .....	28
5.4.3	Technológiai szellőzés.....	28
5.4.4	Szellőzéshez tartozó tervek .....	30
6	Hulladékhő hasznosítása, irodalomkutatás .....	31
6.1	Hulladékhő hasznosítási technológiák csoportosítása.....	31
6.2	Égéstermék hulladékhő hasznosítás .....	31
6.2.1	Égési levegő előmelegítők.....	32
6.2.2	Hulladékhő hasznosítás termelési, gyártási folyamatok segítésére .....	36
6.3	Energiatárolás.....	39

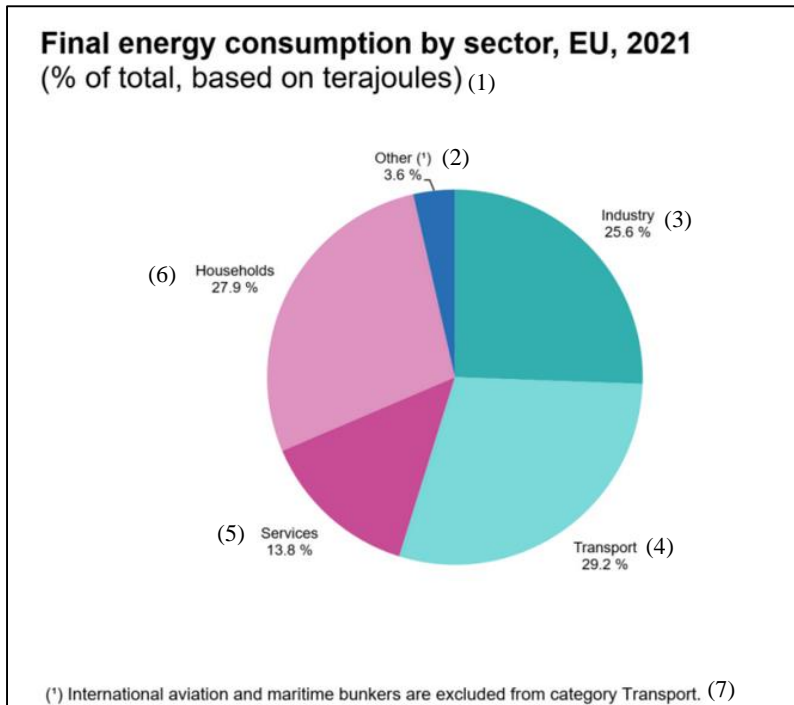
6.4	Hővisszanyerésre használt technológiák az iparban, lehetséges módok, példák .....	40
6.4.1	Moduláris, láng nélküli égő használata .....	40
6.4.2	Elektromos áram fejlesztés és fűtés rásegítés .....	42
6.4.3	Alumínium öntöde, abszorpciós hűtő és ORC .....	42
6.4.4	Alumínium hőkezelés hőcsővel .....	43
6.4.5	Hőcső használata acél gyártásnál .....	44
6.4.6	Sárgaréz körkeresztmetszetű rúd gyártás, termoelektromos generátor .....	46
6.4.7	Fázisváltos hőtárolás és hővisszanyerés .....	47
6.4.8	Előmelegítés öntvénnel .....	48
6.4.9	Előmelegítés homokformában elhelyezett hővezető anyaggal .....	49
6.4.10	Előmelegítés homokformában, szigeteléssel .....	49
6.4.11	Előmelegítés égéstermékkel .....	50
7	Hulladékhő hasznosítási lehetőségek a műhelyépületnél .....	51
7.1	Olvasztás és hőntartás, az öntöde munkavégzésének folyamata .....	51
7.2	Hulladékhő hasznosítási lehetőségek .....	52
7.2.1	Egyensúlyi hőmérséklet számítása .....	52
7.2.2	Hőhasznosítók, hőfelvevők azonosítása .....	53
7.2.3	Hőszivattyú alkalmazása .....	54
7.2.4	Légtechnikai rendszer alkalmazása .....	55
7.2.5	Technológiai elszívás alkalmazása .....	58
7.2.6	Megvalósíthatóság, javaslatok .....	58
8	Összefoglalás .....	60
9	Summary .....	61
10	Irodalomjegyzék .....	64
11	Ábra- és táblázatjegyzék .....	67
12	Mellékletek .....	69

## 2 Bevezetés

Az Európai Parlament és az Európa Tanács 2021/1119 rendelete alapján az Európai Unió 2050.-re el szeretné érni a klímasemlegességet [1].2021.-ben az Európai Unió energiafelhasználásának 53.5 százalékát a háztartások és az ipar tette ki [2]. A szektoronkénti felhasznált energia az **Ábra 1.**-en látható.

*Ábra 1. Az Európai Unió energiafogyasztása 2021.-ben*

*(Forrás: [2])*



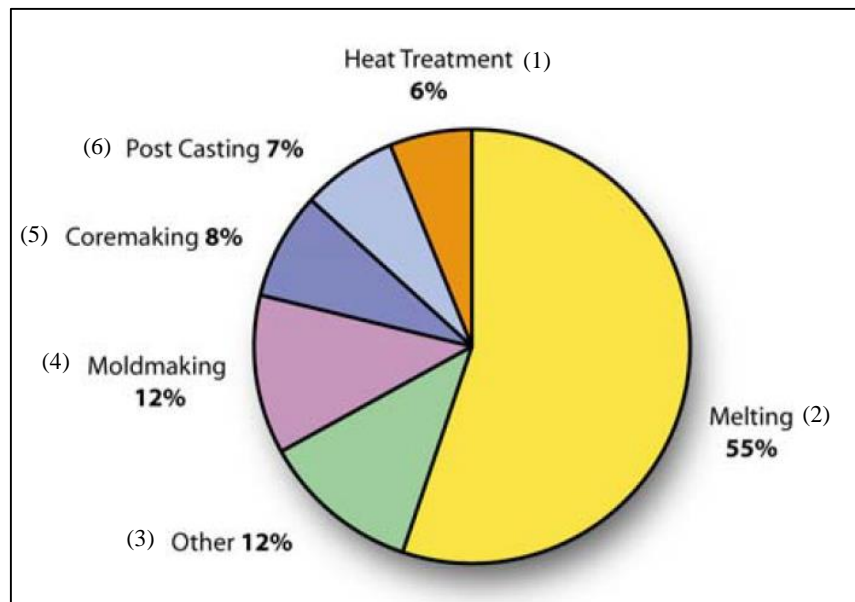
*(1 – Energia végfelhasználás szektoronként, EU, 2021, a teljes felhasználás százaléka, terajoule alapon; 2 – Egyéb; 3 – Ipar; 4 – Szállítás; 5 – Szolgáltatások; 6 – Háztartások; 7 – Nemzetközi légi- és hajószállítást nem tartalmazza a Szállítás kategória)*

2021.-2022.-ben az Európai Unión belül és a világon egyaránt a Covid lezárások utáni ipari fellendülés és az orosz-ukrán háború kitörése miatt energiaválság következett be, ami rávilágított az energia megfelelő és fenntartható használatának fontosságára. Az orosz-ukrán háború az Európai Unióra kifejezetten detrimetális hatással volt, az Európai Unió import energia függősége megmutatkozott, az energiahordozó árak óriásit ugrottak.

A fentebbi okokból, főleg az energia függőség kapcsán és az árak elszabadulása miatt, úgymond nagyobb közönséget is elért, a már régóta kialakulóban lévő energiaellátási problémák. Magyarországon a lakosság számára is ésszerű beruházássá vált energetikai felújítások megvalósítása, a magyar “rezsicsökkentés” piactorzító és fejlődés gátló hatása valamennyire enyhült.

Az Európai Unió 2050.-re kitűzött céljának elérése érdekében mind az építmények, mind a felhasznált technológiák terén folyamatos modernizálás és energiahatékonysági intézkedések elvégzése szükséges. Az ebben a diplomadolgozatban tárgyalt létesítmény egy alumínium és réz ötvözetek gravitációs kokilla öntésével foglalkozik. A létesítmény és az alkalmazott gyártástechnológia energetikai szempontból pazarló. Felújítások és új intézkedések, berendezések szükségesek ahhoz, hogy az Abonyi Fémöntő Kft. a jövőben várható további energia ár emelkedés esetén is gazdaságosan tudjon működni, a felújítások hatására akár még piaci előnyt is szerezzen. Az öntészeti technológiák nagyon energia igényes ipari ágazatok, a felhasznált energia tipikus megoszlása: olvasztás, hőntartás 55%; formakészítés 12%; magkészítés 8%; utómunkálatok 7%; hőkezelés 6%; egyéb 12% [3]. A megoszlást az **Ábra 2.** szemlélteti.

**Ábra 2.** Az öntészeti technológia során felhasznált energia tipikus megoszlása  
(Forrás: [3])



(1 – Hőkezelés; 2 – Olvasztás; 3 – Egyéb; 4 – Formázás; 5 – Mag készítés; 6 – Utómunkálatok)

Általánosan az olvasztáshoz, hőntartáshoz használt energia közel fele hulladékhőként, kihasználatlanul távozik a szabadba [4]. Ennek a hőnek részleges hasznosítása, felhasználása kiemelten fontos feladat az öntészeti technológiák energiahatékony és versenyképes működésének biztosításának szempontjából.

Ebben a diplomadolgozatban az Abonyi Fémöntő Kft. műhelyépületének energetikai és épületgépészeti korszerűsítését, valamint a hulladékhő hasznosítási lehetőségeket vizsgálom meg. Elsődlegesen a létesítmény korszerűsítésével, felújításával foglalkozom, amely során:

- egy korábban befejezett energetikai korszerűsítés hatásosságát megvizsgálom,



- az épületgépészeti korszerűsítéssel kapcsolatban megtervezem az épület gázellátását, fűtését, vízellátását és szennyvízelvezetését valamint szellőzését.

A továbbiakban részletesen tárgyalom a jelenleg alkalmazott hővisszanyerési technológiákat öntészetű területen, majd megvizsgálom, hogy a Kft.-nél alkalmazott gyártástechnológiához és berendezésekhez melyik illeszkedik jobban.

### **3 A létesítmény**

#### **3.1 Általános leírás és a létesítményben végzett tevékenység**

A létesítmény 2740 Abony, Gergely utca 4. alatt található. Az épület alapterülete 240 m<sup>2</sup>, két szintes, 1990-es évek elején épült. A földszinten található a szociális blokk, gyártó és kiszolgáló helyiségek. Az emeleten egy irodahelyiség helyezkedik el.

A Kft. tevékenysége során a létesítményben színesfémöntést (alumínium ötvözetek, rézötötvözetek) végez. A munkavégzéshez elektromos és olaj fűtésű kemencéket alkalmaz.

Az épület épületgépészeti rendszerei a létesítmény megépítése óta jelentős felújításon nem estek át.

#### **3.2 Meglévő épületgépészeti rendszerek**

##### **3.2.1 Gázellátás**

A telephely gázellátása a Gergely utcai középnyomású (3 bar) elosztóhálózatról biztosított. Az elosztói engedélyes a OPUS TIGÁZ Zrt. A telephelyen található családi ház előkertjében található az előkerti nyomáscsökkentő, ami 33 mbar-ra csökkenti a fogyasztói gázhálózat és csatlakozóvezeték nyomását.

A mérés a családi ház pincszintjében megoldott: kettő darab ACTARIS G4 RF1 membrános gázmérő került elhelyezésre. A mérés nyomásfokozata kisnyomás. A családi ház mérőjének gyári száma: 539738. A műhely mérőjének gyári száma: 540098.

A csatlakozóvezeték és a fogyasztói vezeték szabadon vezetve varratnélküli fekete acél cső hegesztett kötésekkel, a földben vezetve pedig SDR 11 PE80/G vezeték.

A műhelyben három darab gázfogyasztó berendezés található. egy darab Bosch Gaz Star 4000 W GS4000W 24 C 23 kondenzációs gázkazán (névleges hőterhelése: 26.7 kW, névleges gázfogyasztása: 2.83 m<sup>3</sup>/h, névleges csatlakozási gáznyomása: 25 mbar), egy darab MV-21 átfolyós gázvízmelegítő (névleges hőterhelése: 22.7 kW, névleges gázfogyasztása: 2.74 m<sup>3</sup>/h, csatlakozási gáznyomása: 25 mbar), egy darab beazonosítatlan gázégő a szárítókemencében.

##### **3.2.2 Fűtés**

A teljes műhelyépület fűtése acéllemez lapradiátorokkal megoldott. A fűtési hálózat két csöves, szivattyús, melegvízes kialakítású. Az elosztóvezetékek szigetetlen acél csővezetékek hegesztett kötésekkel.

A hőleadók helyi szabályzása nem megoldott, termosztatikus szelepek nem találhatóak rajta. A fűtési hálózaton nem található szabályzó, beszabályzó szelepek. A “beszabályzást” a radiátorok előtt található kézi elzáró szerelvényekkel oldották meg, érzésre.

### 3.2.3 Hűtés

A műhelyépületben nem került kialakításra komfort vagy technológiai hűtés.

### 3.2.4 Szellőzés

A műhelyépületben nem került kialakításra komfort szellőzés.

Az elszívást igénylő technológiai folyamatokban a berendezésekbe épített elszívók biztosítják a szükséges légáramot. Az öntőműhelyben hajdanán kettő darab fali elszívó ventilátor volt elhelyezve, de a szomszédok nyomására ezeket le kellett szerelni.

## **3.3 Az üzem gépparkja**

### 3.3.1 Iroda

Az irodában tipikus irodai eszközök találhatóak, csak elektromos energia ellátást igénylő készülékek: kettő darab asztali számítógép, egy darab laptop, egy darab rack szekrény benne NAS és helyi CCTV, nyomtatók, egy darab scanner, egy üzemen kívüli hűtő.

### 3.3.2 Forgácsoló

A forgácsolóban több megmunkáló szerszángép is került elhelyezésre:

- egy darab 16K20 egyetemes esztergagép
- egy darab OPTI UF100 marógép
- egy darab stancológép
- egy darab egyedi kialakítású menetfúró
- egy darab egyedi kialakítású csiszológép
- egy darab egyedi szalagfűrész

### 3.3.3 Homokformázó

A homokformázóban került elhelyezésre három darab állványos furógép, egy darab egyedi kialakítású homokszita, egy darab egyedi kialakítású zömítő, szegecselő gép.

### 3.3.4 Öntőműhely

Az öntőműhelyben található egy darab elektromos hőntartó kemence és kettő darab olajjégövel üzemelő olvasztó kemence.

### 3.3.5 Raktár

A raktárból nyíló helyiség ajtajában található a szárító helyiség gázégője, valamint itt található egy darab üzemben kívüli Phillips MU15F röntgengép is.

### 3.3.6 Csiszoló, daraboló és egyéb helyiségek

A csiszolóban került elhelyezésre kettő darab gyorsdaraboló és egy szalagfűrész gép. Ezen kívül a telephelyen megtalálható még egy koptató berendezés is.

## **4 Megvalósult részleges felújítás diagnosztikája, fogyasztási adatok kiértékelése**

### **4.1 Energetikai számítás**

#### **4.1.1 Részleges felújítás utáni állapot**

A műhelyépület részleges felújításon esett át 2022. végén, amely során az elavult, korszerűtlen nyílászárók lecserélésre kerültek. A részleges felújítás után az épület téli hővesztesége 28.7 kW-ra adódott. A számítás összesítője mellékletként csatolásra került. (1. melléklet)

#### **4.1.2 Felújítás utáni állapot**

A teljes felújítás a műhelyépületen 2023. márciusának elején fejeződött be, amely során az épület padlásfödeme és külső határoló szerkezetei hőszigeteléssel lettek ellátva. A téli hőveszteség ebben az esetben 13.6 kW-ra adódott. (2. melléklet)

Az összesített energetika jellemző értéke: 242.1 kWh/m<sup>2</sup>a, ami alapján DD – Korszerűt megközelítő besorolást ért el az épület.

#### **4.1.3 Valaha volt állapot**

A telephely téli hővesztesége a felújítatlan állapotra 35.4 kW-ra adódott. A számítás összesítője mellékletként csatolásra került. (3. melléklet)

Az összesített energetikai jellemzőt a 7/2006. (V.24.) TNM rendelet 2. melléklete alapján számítottam [5]. Az összesített energetikai jellemző: 521,8 kWh/m<sup>2</sup>a, ami alapján GG – Átlagost megközelítő besorolást ért el az épület.

### **4.2 Földgáz fogyasztás**

Az üzem teljes földgáz fogyasztásáról az adatokat a családi ház pinceszintjén elhelyezett membrános gázmérőkről olvastam le. Az adatgyűjtés 2022. októberében kezdtem el és még most is folyamatosan végzem.

A földgáz felhasználása az üzemnek majdnem kizárólag fűtési és melegvíz ellátási célokat szolgál ki, így jó indikátora lehet az üzem elvégzett energetikai felújítás hatékonyságának.

A felújítás fűtési idényben történt, viszont külső hőmérséklet adat az adott mérőálláshoz nem került rögzítésre, így a [www.metnet.hu](http://www.metnet.hu) oldalon található havi klíma adatokat vettem alapul [6] (4. melléklet). A legközelebbi település, amely megfelelő mennyiségű adatokkal rendelkezett Cegléd volt. Az összehasonlítás során az energetikai felújításból elméletileg adódó hőveszteség csökkenést

(~ szükséges fűtési energia) és a havi középhőmérséklethez viszonyított földgázfogyasztás korrelációját vizsgálom meg.

#### 4.2.1 Számítási módszer

Elsődlegesen kiszámításra kerül a mért adatok alapján a fajlagos földgázfogyasztás:

$$V_{faj,havi} = \frac{V_{fogy,havi}}{t_b - t_{havi,k}} \left[ \frac{m^3}{K} \right] \quad (1)$$

Ahol:

- $V_{faj,havi}$ : Adott hónap fajlagos földgázfogyasztás [ $m^3/C^\circ$ ]
- $V_{fogy,havi}$ : Adott hónap gázfogyasztása [ $m^3$ ]
- $t_b$ : méretezési belső hőmérséklet [ $C^\circ$ ]
- $t_{havi,k}$ : havi középhőmérséklet [ $C^\circ$ ]

A fajlagos értékek egymáshoz viszonyításra kerülnek (fogyasztáscsökkenés):

$$FCS_{hónap} = \frac{V_{faj,havi1}}{V_{faj,havi2}} * 100 [\%] \quad (2)$$

Az így kapott százalékos értékeket pedig az elméleti hőveszteség változásával vetem össze, ami a fajlagos hőveszteségtényezőre van kihatással, így megfelelő összehasonlítási alapnak tekintem (számításra használt légcsereszám változatlan). Az elméleti hőveszteség változása:

$$EHV = \frac{Q_{f1}}{Q_{f2}} * 100 [\%] \quad (3)$$

Ahol:

- $Q_{f1}, Q_{f2}$ : Adott állapot WinWatt-tal számolt elméleti hővesztesége [kW]

### 4.3 Fogyasztási adatok és eredmények

A telephely földgázfogyasztásáról grafikus megjelenítést az **Ábra 3.** és **Ábra 4.** diagramok tartalmazznak.

Az elméleti hőveszteségváltozás az energetikai számítások eredményéből, a (3) képlet alapján:

$$EHV = \frac{Q_{f, felújítás}}{Q_{f, részleges}} * 100 [\%] = \frac{13,6 [kW]}{28,7 [kW]} * 100 [\%] = \mathbf{47,39 [\%]}$$

A műhelyépület felújítása februárban kezdődött és március közepéig elhúzódott, így a fajlagos értékek összehasonlításához a januári, márciusi és áprilisi adatokat vettem alapul.

A fajlagos földgázfogyasztáshoz a havi középhőmérséklet adatok [6]:

- $t_{január,k} = 4,4 \text{ }^\circ\text{C}$
- $t_{március,k} = 8,3 \text{ }^\circ\text{C}$

$$- t_{\text{április},k} = 10,1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

A fajlagos földgázfogyasztások, az (1) képlet alapján:

$$V_{faj,január} = \frac{V_{fogy,január}}{t_b - t_{január,k}} = \frac{497,69 \text{ [m}^3\text{]}}{20 \text{ [}^\circ\text{C]} - 4,4 \text{ [}^\circ\text{C]}} = \mathbf{31,90 \left[ \frac{\text{m}^3}{^\circ\text{C}} \right]}$$

$$V_{faj,március} = \mathbf{25,81 \left[ \frac{\text{m}^3}{^\circ\text{C}} \right]}$$

$$V_{faj,április} = \mathbf{15,84 \left[ \frac{\text{m}^3}{^\circ\text{C}} \right]}$$

A fogyasztáscsökkenés a számolt adatokból, a (2) képlet alapján:

$$FCS_{március} = \frac{V_{faj,március}}{V_{faj,január}} * 100 \text{ [%]} = \frac{25,81 \left[ \frac{\text{m}^3}{^\circ\text{C}} \right]}{31,90 \left[ \frac{\text{m}^3}{^\circ\text{C}} \right]} * 100 \text{ [%]} = \mathbf{80,89 \text{ [%]}}$$

$$FCS_{április} = \frac{V_{faj,április}}{V_{faj,január}} * 100 \text{ [%]} = \mathbf{49,66 \text{ [%]}}$$

#### 4.3.1 Kiértékelés

Az áprilisi fogyasztáscsökkenés az elméleti hővesztéséből számított várható százalékos érték közelébe esik, így a fogyasztási adatok és az elméleti számítás korrelációt mutat.

A márciusi fogyasztáscsökkenés közelében sincs a várható értéknek, amelyre magyarázatot adhat az, hogy a felújítás ebben az időszakban még folyamatban volt, a szabályzó központi termosztát nagyobb részt a kültéri hőmérséklettel érintkezett (a helyiség ajtaja nyitva volt, az áramot a gépekhez onnan vételezte a kivitelező). Ezen kívül a hónapban kétszer is üzemelt a szárítókemence, ami egy ciklus alatt nagyjából 25 m<sup>3</sup> földgázt fogyaszt.

## 4.4 Villamos energia fogyasztás

A villamos energia fogyasztás az épület fogyasztásának jellegéről és mennyiségéről ad információt. A mérőműszerről leolvasható értékek:

- 24 órás hatásos fogyasztás [kWh]
- Csúcsidőszaki hatásos fogyasztás [kWh]
- Völgyidőszaki hatásos fogyasztás [kWh]
- 24 órás induktív meddő energia [kVArh]
- 24 órás kapacitív meddő energia [kVArh]
- 24 órásos hatásos export energia [kWh]

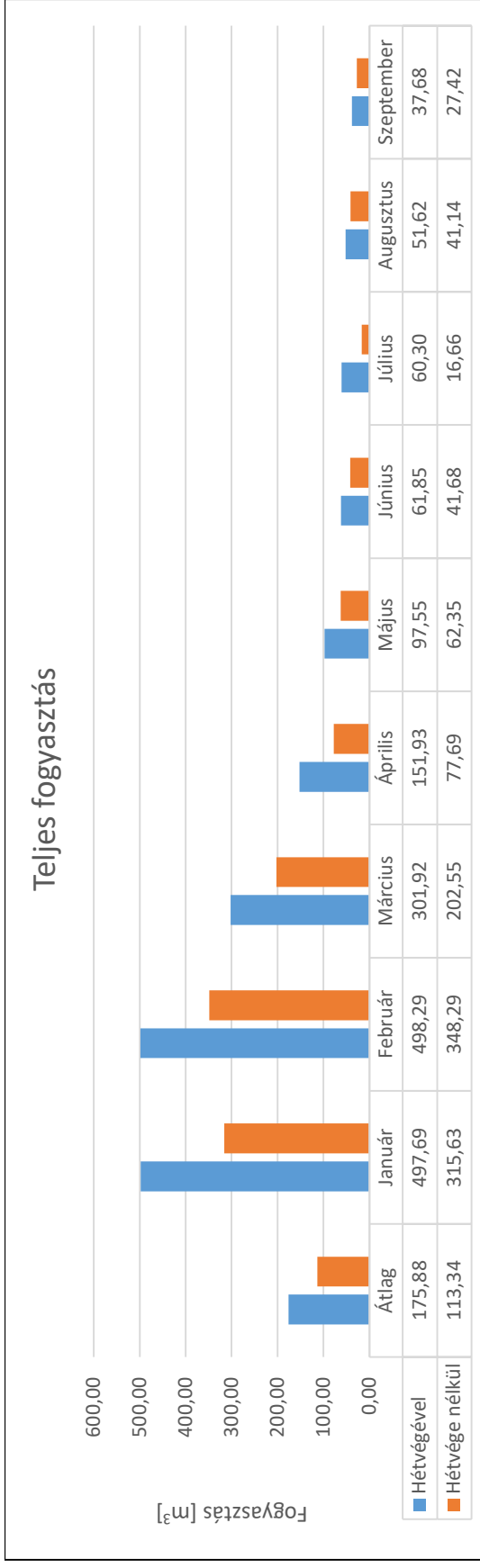
A fogyasztási adatokból (**Ábra 5., Ábra 6., Ábra 7., Ábra 8.**) leszűrhető, hogy az adott napon milyen jellegű gépek üzemelhettek. Induktív meddő jellegű fogyasztást jellemzően a motorok, tekercsek transzformátorok produkálnak. Kapacitív meddő fogyasztása a kondenzátoroknak van.

A fogyasztási adatokon jellemzően azt lehet látni, hogy amikor az elektromos hőntartó és olvasztó kemence működik az induktív meddő energia nem ér el akkora mértéket mint egyéb esetben. Az elektromos kemencét egyszerre maximum 4 kolléga tudja használni, így amikor a gyártmányok nagy méretűek vagy nem szükséges több gyártmány gyártása, a felszabadult emberek utómunkára, megmunkálásra állnak át. Ez az adatokat eltorzítja és csak minimális különbség vehető észre az induktív meddő energia mértéknek változásában, egyes esetekben még ellentétes értékeket is mutatnak a jegyzett adatok. Ettől függetlenül az elektromos kemence kihasználtságáról és az egyes műszakokban végzett tevékenység jellegéről megfelelő következtetéseket lehet levonni a jegyzett adatokból. A megmunkáló gépek induktív jellegű, az elektromos kemence ohmos jellegű fogyasztónak minősül.

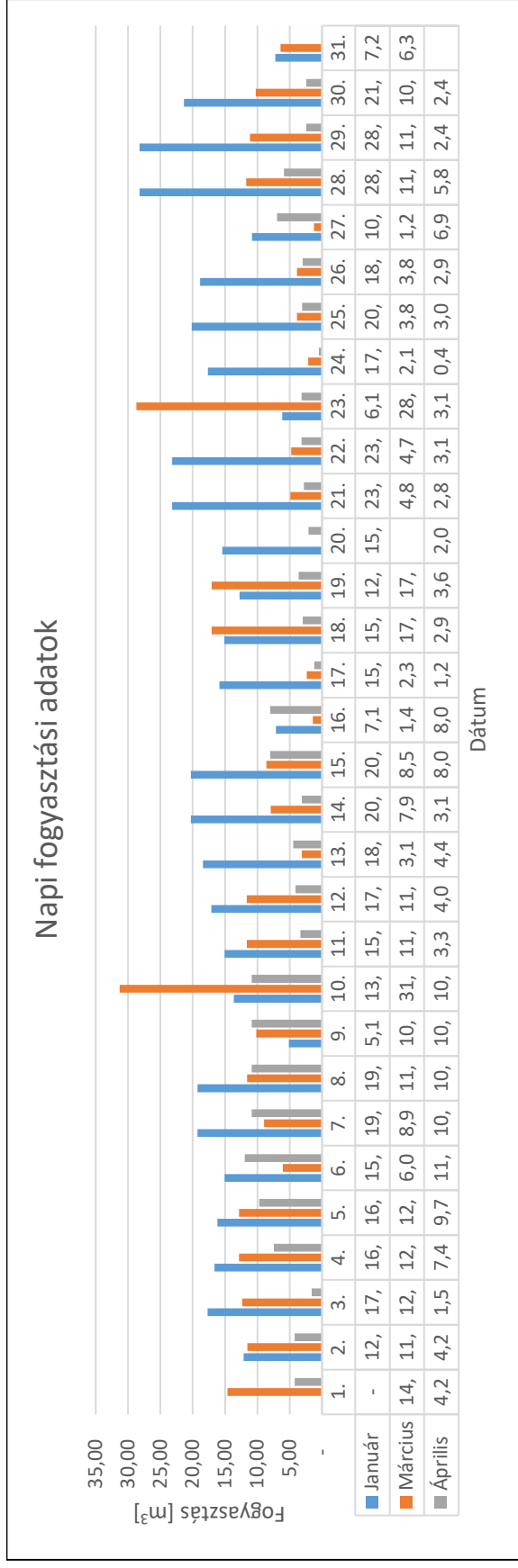
A kapacitív meddő jellegű fogyasztás jellemzően hétvégéken jelentkezik, a családi ház fogyasztásából.



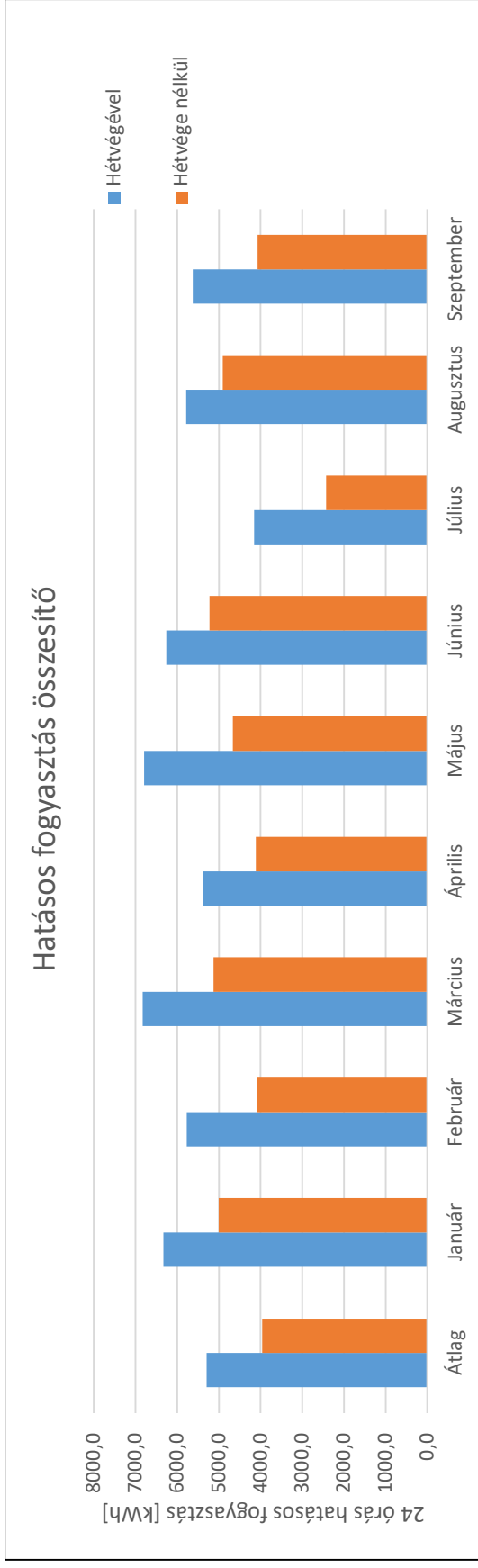
Ábra 3. A műhelyépület földgázfogyasztása havi lebontásban



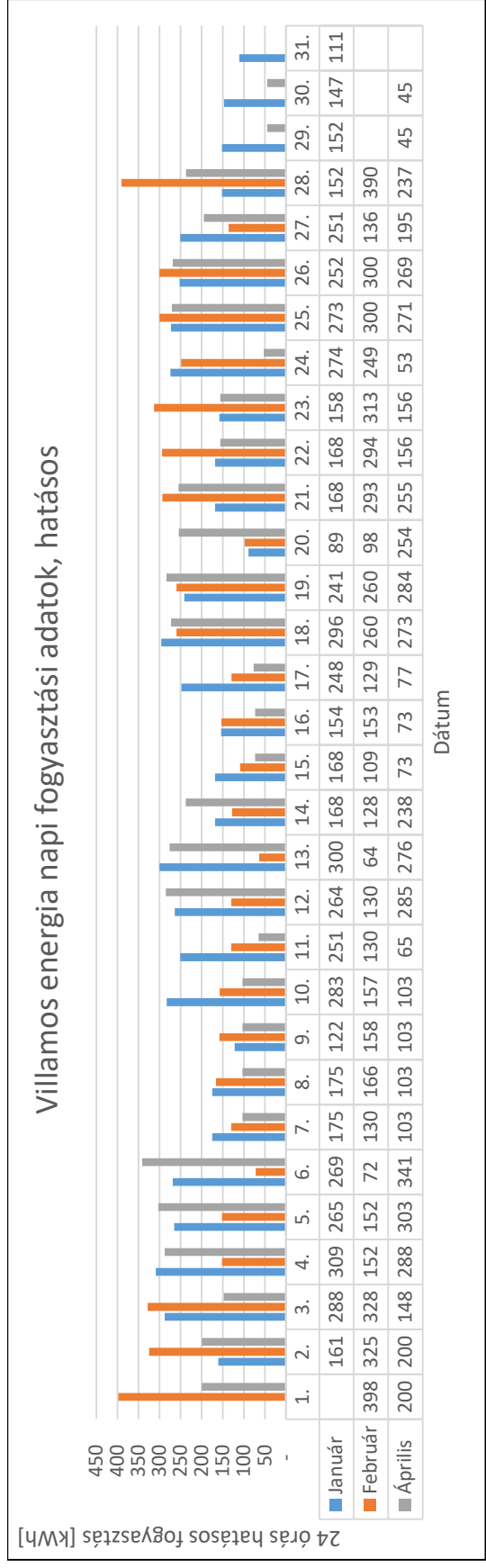
Ábra 4. A műhelyépület földgázfogyasztása három hónapban, napi lebontásban



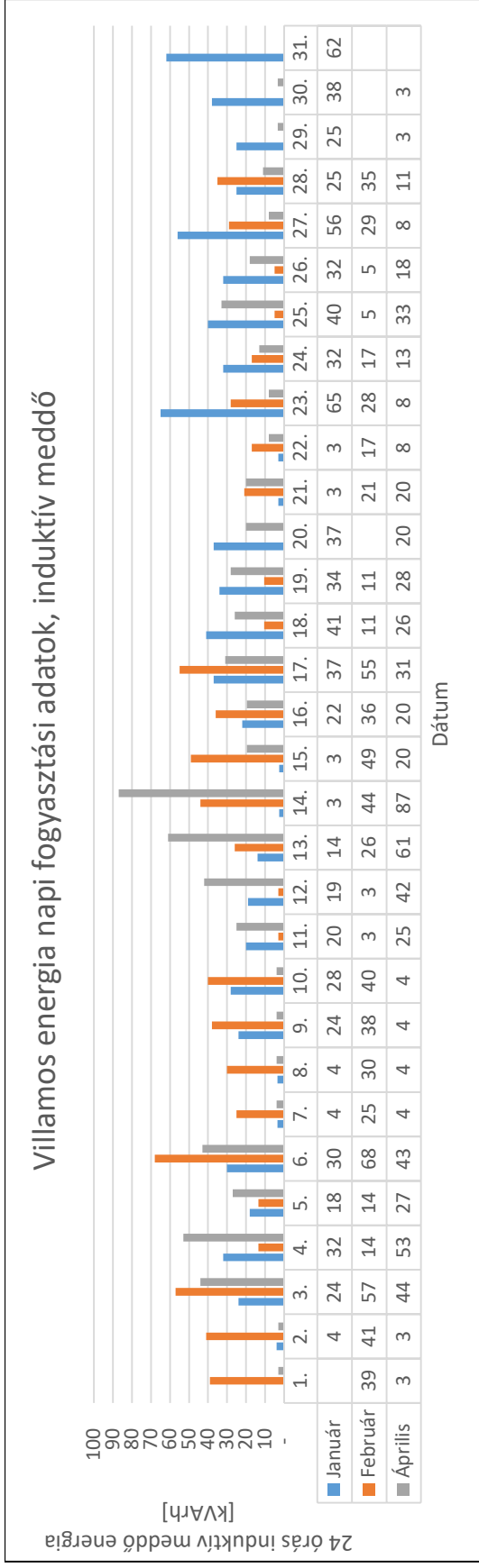
Ábra 5. A telephely villamos energia fogyasztása havi lebontásban



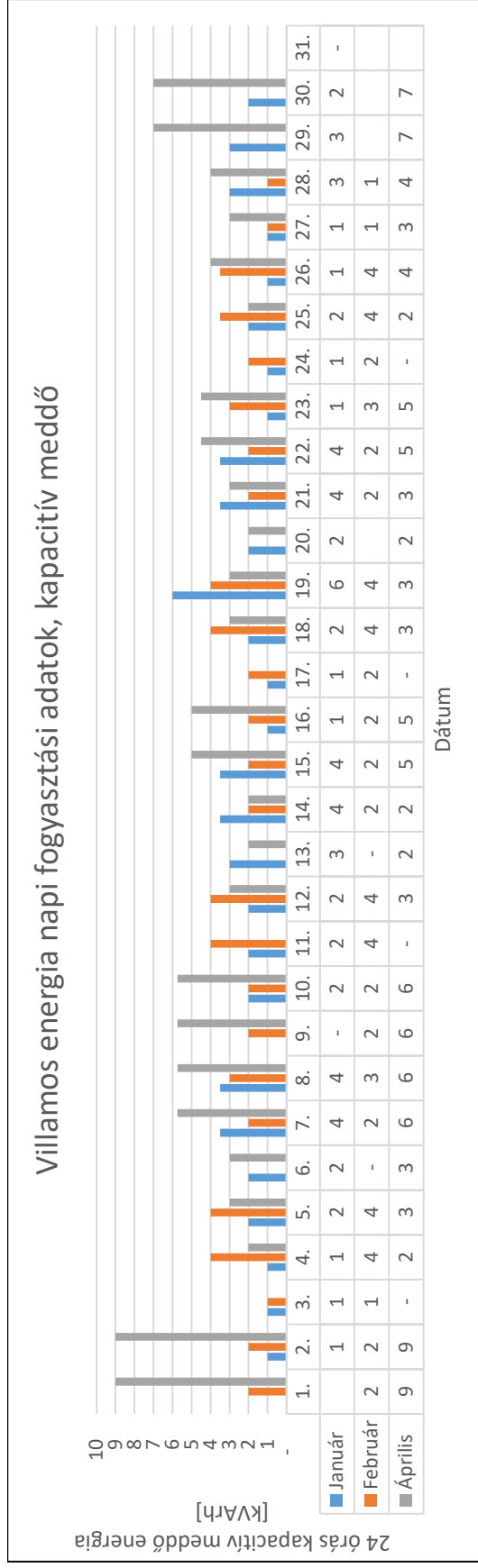
Ábra 6. A telephely villamos energia fogyasztási napi lebontásban a vizsgált időszakra



Ábra 7. A telephely inductív meddő villamos energia fogyasztása a vizsgált időszakra



Ábra 8. A telephely kapacitív meddő energia fogyasztása a vizsgált időszakra



## **5 A meglévő épületgépészeti rendszerek felújítása, módosítása, új igények kielégítése**

### **5.1 Gázellátás**

A telephely jelenleg rendelkezik gázbekötéssel. A telephely gázellátása a Gergely utcai középnyomású (3 bar) elosztóhálózatról biztosított. Az elosztói engedélyes a OPUS TIGÁZ Zrt.

#### **5.1.1 A terv tárgya és a tervezési cél**

A műhelyépületben a felújítás során a meglévő egy darab Bosch Gaz Star 4000 W GS4000W 24 C 23 kondenzációs gázkazánt és az egy darab MV-21 átfolyós gázvízmelegítő elbontásra kerül. Helyettük egy korszerű, új Hoval TopGas Classic 18 17.8 kW névleges hőterhelésű kondenzációs fali gázkazán kerül elhelyezésre. A gázfogyasztó készülék cseréje "készülékcsere" minősül, elosztói engedélyes általi tervfelülvizsgálat nem szükséges.

#### **5.1.2 A szállított gáz jellemzői**

Utcai elosztóhálózat: középnyomás, 3 bar

Telken belüli hálózat: középnyomás, 3 bar – kisnyomás, 27 mbar

A szállított földgáz fűtőértéke: 34 MJ/m<sup>3</sup>

#### **5.1.3 A gázmérés és a gázelszámolás műszaki megoldása**

*Táblázat 1. Meglévő, megmaradó gázmérő adatai*

<b>Meglévő, megmaradó gázmérő; Családi ház pince szint</b>	
Típusa	Actaris G4 RF1 membrános
Gyári száma	540098
Minimális térfogatáram	0,04 m <sup>3</sup> /h
Maximális térfogatáram	6,00 m <sup>3</sup> /h
Terhelhetősége	5,10 m <sup>3</sup> /h
Mérés nyomásfokozata	kisnyomás, 27 mbar

*Táblázat 2. Meglévő, megmaradó gáznyomás szabályozó adatai*

<b>Meglévő, megmaradó gáznyomás szabályozó; Előkert</b>	
Típusa	EKB-10/G93
Gyári száma	115360700011323
Bemenő nyomás	3 bar
Kimenő nyomás	27 mbar

5.1.4 A gázfogyasztó készülékek EU-típusvizsgálati tanúsítványa szerinti azonosító adatai, a kiállító szervezet nevének és a tanúsítvány azonosítószámának megadása

Hoval TopGas Classic (12-30) CE minősítés - Tanúsítvány száma: CE 0063BQ3155, Gastec Certification BV, 2006. 11. 08.

5.1.5 A gázfogyasztó készülékek azonosító adatai, gázterhelése és műszaki adatai

*Táblázat 3. Meglévő, megmaradó telephelyi gázfogyasztó készülékek adatai*

<b>Meglévő, megmaradó telephelyi készülékek</b>					
<b>Szárító</b>	<b>Db.</b>	<b>Hőterhelés [kW]</b>	<b>Összes hőterhelés [kW]</b>	<b>Gázfogyasztás [m<sup>3</sup>/h]</b>	<b>Összes gázfogyasztás [m<sup>3</sup>/h]</b>
Gázégő (azonosítatlan)	1	30,2	30,2	3,20	3,20
Megjegyzés: A gázégő fogyasztása tapasztalati értékek alapján került meghatározásra.					<b>3,20</b>

*Táblázat 4. Tervezett telephelyi gázfogyasztó készülékek adatai*

<b>Tervezett telephelyi készülékek</b>					
<b>Kazánház</b>	<b>Db.</b>	<b>Hőterhelés [kW]</b>	<b>Összes hőterhelés [kW]</b>	<b>Gázfogyasztás [m<sup>3</sup>/h]</b>	<b>Összes gázfogyasztás [m<sup>3</sup>/h]</b>
Hoval TopGas Classic 18	1	17,8	17,8	1,88	1,88
					<b>1,88</b>

*Táblázat 5. Meglévő, bontandó telephelyi gázfogyasztó készülékek adatai*

<b>Meglévő, bontandó telephelyi készülékek</b>					
<b>Kazánház</b>	<b>Db.</b>	<b>Hőterhelés [kW]</b>	<b>Összes hőterhelés [kW]</b>	<b>Gázfogyasztás [m<sup>3</sup>/h]</b>	<b>Összes gázfogyasztás [m<sup>3</sup>/h]</b>
Bosch Gaz Star 4000 W GS4000W 24 C 23	1	26,7	26,7	2,83	2,83
MV-21	1	22,7	22,7	2,74	2,74
					<b>5,57</b>

A tervezett gázfogyasztás a készülékek cseréje után: **5.08 m<sup>3</sup>/h**. (Egyidejűségi tényező: 1)

A gázfogyasztás 3.69 m<sup>3</sup>/h-val csökken.

#### 5.1.6 A gázfogyasztó készülékek kezelési osztályba sorolása

A tervezett gázfogyasztó készülék az MSZ 12623-85 szerinti III. kezelési osztályba lesz besorolva.

#### 5.1.7 A tervezési nyomások és nyomásfokozatok

Névleges üzemi nyomás: 23-33 mbar.

#### 5.1.8 Az üzemeltetési hőmérséklet határok

Üzemi hőmérséklet tartománya: +5 - +40 °C.

#### 5.1.9 A tervezett létesítmény felhasználási helye, azonosítója és címe, helyrajzi száma

Abonyi Fémöntő Kft. műhelyépület: 2740 Abony, Gergely utca 4., Hrsz.: 2408

#### 5.1.10 A tervrajzokon nem ábrázolható részletek leírása

Nincs ilyen.

#### 5.1.11 A tervezési határok

Tervezési határ a GG-01 tervrajzon ábrázolt új elzáró szerelvény.

#### 5.1.12 A csatlakozóvezetékek, telephelyi vezeték paraméterei, védőtávolsága

A csatlakozó vezeték középnyomású, föld alatt vezetve PE100 SDR11 D32 gázvezeték, föld felett vezetve MSZ EN 10255 acél gázvezeték.

A fogyasztói vezeték kisnyomású, föld alatt vezetve MSZ 7908-2 és az ISO 4437 szerinti PE80 SDR11 D32 gázvezeték, szabadon szerelve MSZ EN 10255 szerinti acél gázvezeték, hegesztett kötésekkel.

#### 5.1.13 A gázfogyasztó készülékek beépítési feltételei, a szerelésre és az üzembe helyezésre vonatkozó technológiai leírás vagy gépkönyvi hivatkozás

A gázfogyasztó berendezés telepítési helyiségének bejáratánál elhelyezendő 1 db 1 kg-os 8 A 34B C(2 OE) porral oltó tűzoltó készülék.

A gázfogyasztó készülék szerelésére és üzembe helyezésére vonatkoznak a Hoval által kiadott "Kezelési útmutató: TopGas classic (12, 18, 24, 30) kondenzációs gázkazán" az irányadó.

#### 5.1.14 A gázfogyasztó készülékek légellátása, égéstermék-elvezetése

A tervezett fali kondenzációs gázkazán égéstermék elvezetése és égési levegő hozzávezetése koncentrikus, zárt (C63(C33)) rendszerrel fog megvalósulni.

Az égéstermék elvezetés és az égési levegő hozzávezetés ATEC PolyClassic koncentrikus PP/PP csövekből és idomokból épül fel. Az égéstermék elvezető rendszer a meglévő, megmaradó kéményben kerül kialakításra.

### 5.1.15 Gázellátáshoz tartozó tervek

*Táblázat 6. Gázellátási tervek (5. melléklet)*

<b>Rajzszám</b>	<b>Megnevezés</b>	<b>Tervfajta</b>	<b>Méretarány</b>	<b>Lapméret [mm]</b>
GG - 01	Gázellátás	Kiviteli terv	1:50	420x460

## 5.2 Fűtés

A műhelyépület fűtése a felújítás során teljes rekonstrukción esik át. Az elavult gázfogyasztó készülékek cserére kerülnek a kazánházban, helyettük egy korszerű Hoval TopGas Classic 18 17.8 kW névleges hőterhelésű fali kondenzációs gázkazán kerül elhelyezésre. A tervezett hőfoklépcső 60/45 °C.

A meglévő radiátorok elhasználódottak, felületi korrózió található rajtuk. A csővezetéki rendszer szintén megviselt állapotban van. A meglévő fűtési rendszer elbontásra kerül, hőleadókkal, szerelvényekkel, csővezetékekkel együtt.

Az új fűtési rendszer hőleadói acéllemez lapradiátorok lesznek. A megmunkáló, aktív termelési tevékenységnek helyet adó helyiségekben a radiátorok konvektorlemez nélküli kivitelűek lesznek, így a hőleadók tisztítása és karbantartása jelentősen leegyszerűsödik. A termelés során keletkező port, szennyeződések a radiátorok felületéről egyszerűbben el lehet távolítani, így megtartva optimális hőleadó képességüket.

A fűtési rendszert időjáráskövető szabályzással látjuk el, amelyről a kazán saját automatikája gondoskodni tud.

A hőleadók elé előbeállítható Danfoss RA-N termosztatikus szelepek kerülnek elhelyezésre, amelyek gondoskodnak a megfelelő statikus beszabályzásról, valamint a helyiséghőmérséklet szabályzásáról.

A fűtési csőhálózat Geberit Mapress szénacél, kívül horganyzott csövekből épül majd fel, préselt kötésekkel. A magas pontokra és a fűtési hálózat végpontjaira automata légtelenítő szelepek kerülnek elhelyezésre. A hálózat ürítését a betervezett leeresztő csonkokon keresztül lehet megoldani.

A megfelelő fűtési vízminőség biztosításáról a kazánházban elhelyezett BWT AQA Therm HES vízkezelő állomás fog gondoskodni.

A vezetékeket a névleges méretüknek megfelelő vastagságú csőszigeteléssel kell ellátni.

### 5.2.1 Fűtési hálózat méretezése

A csőhálózat méretezéséhez használt összefüggés:

$$\Delta p_i = \frac{\rho}{2} v_i^2 \left( \frac{\lambda_i l_i}{d_i} + \sum \zeta_i \right) \quad (4)$$

Ahol:

- $\Delta p_i$ : Adott szakasz nyomásesése [Pa]
- $\rho$ : Áramló közeg sűrűsége [kg/m<sup>3</sup>]
- $v_i$ : Adott szakaszon az áramló közeg áramlási sebessége [m/s]
- $\lambda_i$ : Adott szakaszon a csősurlódási tényező [-]
- $l_i$ : Adott szakasz hossza [m]
- $d_i$ : Adott szakasz átmérője [m]
- $\zeta_i$ : Adott szakaszon az alak ellenállások [-]

A csősurlódási tényezők kiszámításához szükséges a Reynolds-szám, amit a következő egyenlettel lehet kiszámolni:

$$Re = \frac{v d_e}{\nu} \quad (5)$$

Ahol:

- $Re$ : Reynolds-szám [-]
- $v$ : Közeg áramlási sebessége [m/s]
- $d_e$ : Hidraulikai egyenértékű átmérő [m] (Cső esetében a belső átmérő)
- $\nu$ : Kinematikai viszkozitás [m<sup>2</sup>/s]

A csősurlódási tényező meghatározása, ha a Reynolds-szám kisebb mint 2300 (Hagen-Poiseuille összefüggés):

$$\lambda_i = \frac{64}{Re} \quad (6)$$

A csősurlódási tényező meghatározása iterálással, ha a Reynolds-szám nagyobb mint 2300 (Colebrook-White összefüggés):

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda_i}} = -2 \lg \left( \frac{2,51}{Re \sqrt{\lambda_{i-1}}} + 0,27 \frac{k}{d_e} \right) \quad (7)$$

Ahol:

- $k$ : a csőérdesség [m]



A hidraulikai számítás végeredményét a szakaszokra, a radiátorok és alaki ellenállásokat beleszámítva, a **Táblázat 7.** tartalmazza. A 0v szakasz tartalmazza a kazánházi szerelvények ellenállásait, a HMVv szakasz pedig tartalmazza a használati-melegvíz tároló fűtőcsőkiyójának az ellenállását.

*Táblázat 7. Hidraulikai számítás végeredménye*

Szakasz	Térfogatáram [m <sup>3</sup> /h]	Szakasz hossz [m]	Alaki ellenállás tényezők összege [-]	Szakasz ellenállása [Pa]
0e	0,8794	0,5	7	920,9
0v	0,8794	0,5	7	4730
HMVe	1,500	1,1	8,5	3397
HMVv	1,500	1,1	8,5	3446
1e	0,8794	3	0	412,3
1v	0,8794	3	6,4	1210
2e	0,4280	0,85	3,5	426
2v	0,4280	0,85	0,5	170
KH1e	0,0453	3,2	2,8	18,9
KH1v	0,0453	3,2	12,3	43
3e	0,3827	1,85	0,3	235
3v	0,3827	1,85	2	364
WC1e	0,0437	3,2	2,8	18,0
WC1v	0,0437	3,2	12,3	40
4e	0,3390	4,1	1,8	478
4v	0,3390	4,1	0,61	434
TT1e	0,0738	3,2	2,8	67,0
TT1v	0,0738	3,2	12,3	125
5e	0,2652	1,5	0,53	274
5v	0,2652	1,5	0,5	284
IR1e	0,0624	3	4,3	53,2
IR1v	0,0624	3	13,8	95
6e	0,2028	5,3	0,3	523
6v	0,2028	5,3	0,5	560
FM1e	0,0684	3,2	2,8	58,5
FM1v	0,0684	3,2	12,3	108
7e	0,1344	1,2	0,3	61
7v	0,1344	1,2	0,5	68
HF1e	0,0672	3,2	2,8	56,6
HF1v	0,0672	3,2	12,3	105
HF2e	0,0672	8,3	3,3	128

Szakasz	Térfogatáram [m <sup>3</sup> /h]	Szakasz hossz [m]	Alaki ellenállás tényezők összege [-]	Szakasz ellenállása [Pa]
HF2v	0,0672	8,3	13	183
8e	0,4514	0,4	3,53	402,6
8v	0,4514	0,4	0,5	114
ÖL1e	0,0612	3,2	2,8	48
ÖL1v	0,0612	3,2	12,3	88
9e	0,3902	6,2	1,8	873,2
9v	0,3902	6,2	2	926
ÖL2e	0,0470	3,2	2,8	20
ÖL2v	0,0470	3,2	12,3	46
10e	0,3432	2,2	0,3	225,4
10v	0,3432	2,2	0,5	248
IR2e	0,0624	3,5	4,3	59
IR2v	0,0624	3,5	13,8	101
11e	0,2808	3,2	0,3	582,4
11v	0,2808	3,2	0,5	627
FM2e	0,0936	3,2	2,8	103
FM2v	0,0936	3,2	12,3	196
12e	0,1872	2,1	0,3	185,9
12v	0,1872	2,1	1	222
HF4e	0,0936	3,2	2,8	103
HF4v	0,0936	3,2	12,3	196
HF3e	0,0936	7,3	3,3	207,0
HF3v	0,0936	7,3	13	308

A radiátorokon Danfoss RA-N előbeállítható termosztatikus szelep kerül elhelyezésre, amik előbeállításának, szükséges szelepkapacitásának meghatározásához az alábbi egyenletet használtam fel:

$$k_v = \frac{V}{\sqrt{\frac{\rho}{1000} \Delta p}} \quad (8)$$

Ahol:

- $k_v$ : szelepkapacitás [m<sup>3</sup>/h]
- $V$ : a szelepen átfolyó térfogatáram [m<sup>3</sup>/h]
- $\rho$ : a szelepen átfolyó közeg sűrűsége [kg/m<sup>3</sup>]
- $\Delta p$ : a szelep nyomásesése [bar]

Az egyes fogyasztók végleges nyomásesése az előbeállított szelepekkel, a hidraulikai méretezés végeredménye a **Táblázat 8.**-ban látható.

*Táblázat 8. Fűtési hálózat méretezésének végeredménye*

Ág	Radiátor	$k_v$ , számított [m <sup>3</sup> /h]	Előbeállítás	Nyomásesés a szelepen [Pa]	Össz. nyomásesés [Pa]
1. ág	KH1	0,2964	3	8016	15948
	WC1	0,2884	3	7460	15987
	TT1	0,3476	4	8714	18287
	IR1	0,4450	4	6230	16317
	FM1	0,3665	4	7486	18676
	HF1	0,3599	4	7225	18539
	HF2	0,3679	4	7225	18688
2. ág	ÖL1	0,2929	4	10375	18301
	ÖL2	0,2949	3	8629	18284
	IR2	0,4612	4	6230	16453
	FM2	0,6660	5	6760	18330
	HF4	0,7476	5	6760	18738
	HF3	0,8053	6	4738	16933

A szükséges előbeállítási értékeket a GF-03 függőleges csőterv tartalmazza.

### 5.2.2 Fűtéshez tartozó tervek

*Táblázat 9. Fűtési tervek (6. melléklet)*

Rajkszám	Megnevezés	Tervfajta	Méretarány	Lapméret [mm]
GF - 01	Fűtés – Földszinti alaprajz	Kiviteli terv	1:50	420x810
GF - 02	Fűtés – Emeleti alaprajz	Kiviteli terv	1:50	420x810
GF - 03	Fűtés – Függőleges csőterv	Kiviteli terv	1:50	420x810
GF - 04	Fűtés - Hidraulika	Kiviteli terv	1:50	420x810

## 5.3 Vízellátás, csatornázás

A használati-melegvíz korszerűsítése során a meglévő MV-21-es átfolyós üzemű gázvízmelegítő lecserélésre kerül, helyette egy indirekt fűtésű Hoval CombiVal ER 200 200 literes használati-melegvíz tároló kerül beépítésre.

A használati-hidegvíz és használati-melegvíz csővezetékek Ke Kelit Kelox ötrétegű csövekből készülnek. A vezetékeket csőátmérővel megegyező vastagságú szigeteléssel kell ellátni, használati hidegvíz vezetékekre párazáró anyagból.

A használati-melegvíz tároló hidegvíz bekötésére egy Reflex DD 8 tárolási tartály kerül elhelyezésre a használati-hidegvíz felmelegítéséből adódó térfogatváltozás felvételére.

Az újonnan épített légkezelő és a kazán kondenzátum elvezetését Geberit PE vezetékkel szükséges a meglévő csatornahálózatra kötni, kiszáradás ellen biztosított búzzáron keresztül. A padlástérben hosszabban vezetett cseppvízelvezetést a meglévő padlásfödém szigetelésben, kiegészítő párazáró hőszigeteléssel ellátva, kell vezetni. A légkezelőhöz tartozó VRV egység kondenzátum elvezetése oldalfalon megoldott.

### 5.3.1 Használati-melegvíz igény meghatározása

A használati-melegvíz igényt a DIN 4708-2 szabvány [7] alapján állapítottam meg, ipari üzemekre.

Kiindulási adatok:

- Műszak alkalmazottainak száma: 10 fő
- Munkaidő: 1 műszakos üzem (8 óra)
- Tevékenység jellege: közepesen szennyező
- Szükséges kifolyó melegvíz hőmérséklet: 36 °C
- Tároló-víz hőmérséklet: 60 °C
- Hidegvíz bemenő hőmérséklet: 10 °C
- Fűtővíz előremenő-víz hőmérséklet: 70 °C
- Zuhanyzás melegvíz fogyasztása: 10 l/p, 5 percig
- Mosdó melegvíz fogyasztása: 7 l/p, 3 percig
- Tároló felfűtésére rendelkezésre álló idő: 2 óra

A műhelyben kettő mosdó és kettő zuhanyzó található a műszak végéni tisztálkodáshoz. A zuhanyzók nem rendelkeznek öltözőfülkével.

Feltevés és tapasztalati adatok: a mosdókat a 10 alkalmazott egymás után ötször, a zuhanyzókat 4 alkalmazott egymás után kétszer használja. A szükséges melegvíz-mennyiség ez alapján: 410 liter (36 °C). Ezt átszámítva a 60 °C-os tárolási hőmérsékletre:

$$V_{60\text{ °C}} = V_{36\text{ °C}} \frac{\Delta T_{36\text{ °C}-10\text{ °C}}}{\Delta T_{60\text{ °C}-10\text{ °C}}} = 410 [l] * \frac{26 [^{\circ}C]}{50 [^{\circ}C]} = 213,2 [l] \quad (9)$$

Ahol:

- $\Delta T_{60\text{ °C}-10\text{ °C}}$ : tárolási hőmérséklet és hidegvíz hőmérséklet különbsége [K]
- $\Delta T_{36\text{ °C}-10\text{ °C}}$ : használati-melegvíz hőmérséklet és hidegvíz hőmérséklet különbsége [K]

A választott tároló 200 literes tárolási térfogattal rendelkezik. 45 °C-os tárolási hőmérsékletnél a 10 perces rövid idejű csúcsteljesítménye, 1,5 m<sup>3</sup>/h töltőszivattyú térfogatáram mellett: 290 [l/10 perc]. Folyamatos teljesítménye: 320 [l/h].

A szükséges fűtőteljesítmény:

$$Q = \frac{cV\Delta T_{60^{\circ}\text{C}-10^{\circ}\text{C}}}{Z_A} \quad (10)$$

Ahol:

- $Q$ : szükséges teljesítmény a tároló felfűtéséhez [kW]
- $V$ : tároló térfogat [l]
- $c$ : fajlagos hőkapacitás [1 kWh/860 lK]
- $Z_A$ : felfűtési idő [h]

Ezek alapján a szükséges minimális teljesítmény: 5,814 kW.

A használati-melegvíz tároló hőcserélőjének a teljesítményfelvétele a használati-melegvíz tároló adatlapja alapján, 70 °C-os előremenő hőmérséklethez, 1,5 m<sup>3</sup>/h töltőszivattyú térfogatáram mellett: 17,5 kW.

### 5.3.2 Vízellátás, csatornázáshoz tartozó tervek

*Táblázat 10. Vízellátási, csatornázási tervek (7. melléklet)*

Rajzszám	Megnevezés	Tervfajta	Méretarány	Lapméret [mm]
GV - 01	Vízellátás, csatornázás	Kiviteli terv	1:50	420x750

## 5.4 Szellőzés

A létesítmény jelenleg nem rendelkezik kiépített szellőzőrendszerrel.

A felújítás során a padlástérben elhelyezésre kerül egy Verso CF 2300 U C5 légkezelő HCDCX hőcserélővel. A légkezelő keresztáramú hővisszanyerővel rendelkezik. A fűtési és hűtési kaloriferre a berendezéshez ajánlott VRV egység kerül telepítésre, ami el tudja majd látni a kalorifer fűtési és hűtési energia igényét.

A négyszög keresztmetcsetű légszatórnák Lindab horganyzott acéllemez légszatórna elemekből, a kör keresztmetcsetű légszatórnák Airvent SP-AIR és SP-AIR-MB spirálkorcolt elemekből épülnek fel. A légszatórnát és idomait kültérben és a padlástérben 50 mm, beltérben 20 mm párazáró hőszigeteléssel kell ellátni.

A légtechnikai szabályzó és beszabályzó elemek Trox gyártmányúak, a terveken megjelölt típusban.

A homokformázó-műhely elszívási és befűvési pontjaira elhelyezésre kerül egy külön G4-es szűrő a rendszer további elemeinek esetleges por elleni védelmének biztosítására.

A szükséges helyekre – szabályzók után, légkezelő előtt és után – hangcsillapítók kerülnek elhelyezésre.

A befűvő és elszívó anemosztátok Airvent DSK befűvő és elszívó rácsok, réstolattyúval.

A WC szellőztetésére elhelyezésre kerül egy jelenlét érzékelővel ellátott Helios ELS EC 60 P fali elszívó ventilátor.

#### 5.4.1 Szükséges légmennyiségek meghatározása

A telepítendő légtechnikai rendszer elsődlegesen csak komfort és minimális szellőztetési igények biztosítására készül. A légcsereszám értékeket a **Táblázat 11.** ajánlott légcsereszám értékei alapján vettem fel, valamint ahol indokolt volt, ott az egy főre jutó friss levegő igényt vettem alapul. A szükséges légmennyiségek az egyes helyiségekre a **Táblázat 12.**-ben láthatók. Az összes szállítandó légmennyiség 1380 m<sup>3</sup>/h-ra adódott, abból kifolyólag, hogy a WC elszívását külön elszívó berendezés fogja biztosítani, valamint a tartózkodó és iroda helyiség légmennyiségét a bent tartózkodók száma alapján vettem figyelembe.

**Táblázat 11.** Ajánlott légcsereszámok

(Forrás: [8])

Room type	LW/h	max. sound press. level dB(A)	Remark
WCs in apartments	4 – 5	40	Extract ventilation
commercial/public	5 – 15	50	Extract ventilation
Battery rooms	5 – 10	70	"Ex" required
Bathrooms	5 – 7	45	Preheating supply air
Pickling plants	5 – 15	70	Acid protection
Libraries	4 – 5	35 – 40	
Office rooms	4 – 8	45	
Shower rooms	15 – 25	65 – 70	Preheating supply air
Dyeing facilities	5 – 15	70	"Ex" test, acid protection
Paint spray facilities	25 – 50	70	"Ex" required
Garages	approx. 5	70	Extract ventilation
Cloakrooms	4 – 6	50	
Restaurants, casinos	8 – 12	40 – 55	Supply and extract ventilation
Foundries	8 – 15	80	Extr. vent. create heat balance
Hardening plants	up to 80	80	Extr. vent. create heat balance
Lecture halls	6 – 8	35 – 40	Supply and extract ventilation
Cinemas and theatres	5 – 8	35 / 25	Supply and extract ventilation
Classrooms	5 – 7	40	
Conference rooms	6 – 8	45	
Kitchens private	15 – 25	45 – 50	Extract ventilation
commercial	15 – 30	50 – 60	Extract ventilation
Laboratories	8 – 15	60	Extract vent., ex. acid protection
Paint shops	10 – 20	70	"Ex" required
Copysshops	10 – 15	60	Extract ventilation
Machine rooms	10 – 40	60 – 80	Create heat balance
Assembly halls	4 – 8	60 – 70	
Sheet metal works	8 – 12	60	Extr. vent. create heat balance
Welding shops	20 – 30	70 – 80	Workstation extraction
Indoor swimming pools	3 – 4	50	Preheating Supply air
Meeting rooms	6 – 8	40	
Vaults	3 – 6	60	
Changing rooms	6 – 8	60	Extract ventilation
Gymnasiums	4 – 6	50	
Salesrooms	4 – 8	50 – 60	
Meeting facilities	5 – 10	45	
Waiting rooms	4 – 6	45	
Laundrettes	10 – 20	60 – 70	Create heat balance
Workshops			
with high air deterioration	10 – 20	60 – 70	
with low air deterioration	3 – 6	60 – 70	
Living rooms according to DIN 1946-6 – 05/2009 and DIN 18017-3 (see also www.KWLeasyPlan.de).			

Táblázat 12. Légmennyiségek meghatározása

Helyiség	Térfogat [m <sup>3</sup> ]	n [1/h]	Friss levegő személyenként [m <sup>3</sup> /hfő]	Fő	V <sub>n</sub> [m <sup>3</sup> /h]	V <sub>f</sub> [m <sup>3</sup> /h]	V <sub>sz</sub> [m <sup>3</sup> /h]
WC	6,467	5	-	-	32,34	-	60
Öltöző	37,99	6	-	-	227,9	-	250
Zuhanyzó	12,85	15	-	-	192,7	-	250
Tartózkodó	37,29	10	30	6	372,9	180	180
Forgácsolóműhely	110,8	3	-	-	332,5	-	350
Homokformázó-műhely	165,1	3	-	-	495,4	-	500
Iroda	75,67	4	40	2	302,7	80	100
<b>Összesen</b>							<b>1380</b>

A táblázatban feltüntetett jelölések:

- n: a helyiség légcsereszám
- V<sub>n</sub>: a helyiség légcsereszámából adódó szükséges szellőző levegő térfogatáram
- V<sub>f</sub>: a személyenkénti friss levegő igényből adódó szellőző levegő térfogatáram
- V<sub>sz</sub>: a kiválasztott szellőző levegő térfogatáram

A tartózkodóban az alkalmazottak maximum 30 percet tartózkodnak a napi szünet során, így elegendő a folyamatos szellőztetés során a kisebb légmennyiséget biztosítani.

#### 5.4.2 Légtechnikai hálózat méretezése

A szellőzés méretezéséhez a fűtés fejezetben már tárgyalt egyenleteket (4, 5, 6, 7 egyenletek) használtam föl, a levegő tulajdonságainak figyelembe vételével.

A számítás végeredménye a **Táblázat 13.**-ban látható, amelyben a szakaszok ellenállásánál már szerepelnek a szabályzó, szűrő és hangcsillapító elemek. Az egyes anemosztátokra jutó teljes nyomásesést a **Táblázat 14.** tartalmazza.

#### 5.4.3 Technológiai szellőzés

A homokformázóban és az öntőműhelyben elhelyezésre kerülnek fali elszívó ventilátorok, amelyek kapcsolóval működtethetők, amikor a technológia megkívánja az intenzív szellőztetést. A homokformázó-műhelyben az elszívó ventilátort reteszelni kell a komfort szellőzés elszívó és befűvő ágában található motoros elzárókkal, valamint a légbevezető zsalu mozgató motorjával. Az öntőműhelyben található kettő darab fűtőolajjal üzemelő kemence, amelyek égéstermék-elvezető ventilátorát reteszelni szükséges a fali elszívó ventilátorral.

A homokformázó-műhelyben a fali elszívó ventilátor tízszeres légcserét biztosít üzem közben.

Táblázat 13. Méretezés végeredménye szakaszokra

Szakasz	$V_{sz}$ [m <sup>3</sup> /h]	Csősurlódási tényező [-]	l [m]	d <sub>e</sub> [m]	Alaki ellenállás tényezők összege [-]	Szakasz ellenállás [Pa]	
Befűtés	01s	1380	0,0212	6,9	0,3429	4,0	26,87
	11s	500	0,0233	3,8	0,2500	3,3	342,4
	12s	400	0,0242	1,25	0,2500	0,0	0,3686
	13s	300	0,0255	1,25	0,2500	0,0	0,2189
	14s	200	0,0278	1,25	0,2500	0,0	0,1058
	15s	100	0,0326	1,25	0,2500	0,0	0,0311
	02s	800	0,0232	6,5	0,3429	1,3	324,6
	21s	350	0,0248	2,7	0,2500	3,3	21,33
	22s	175	0,0286	2,5	0,2500	0,0	0,1668
	03s	530	0,0230	0,7	0,2500	0,3	1,951
	31s	100	0,0314	4,8	0,1333	3,3	22,08
	04s	430	0,0239	7,7	0,2500	3,3	14,22
	05s	305	0,0254	1,7	0,2500	0,0	0,3067
	41s	125	0,0296	2,4	0,2000	1,3	1,203
	51s	180	0,0284	2,9	0,2500	1,3	5,006
Elszívás	01e	1380	0,0212	7,1	0,3429	4,0	26,95
	11e	500	0,0233	3,9	0,2500	3,5	343,4
	12e	400	0,0242	1,25	0,2500	0,0	0,3686
	13e	300	0,0255	1,25	0,2500	0,0	0,2189
	14e	200	0,0278	1,25	0,2500	0,0	0,1058
	15e	100	0,0326	1,25	0,2500	0,0	0,0311
	02e	880	0,0228	6,5	0,3429	0,8	317,0
	21e	350	0,0248	2,8	0,2500	2,8	28,18
	22e	175	0,0286	2,5	0,2500	0,0	0,1668
	03e	530	0,0230	0,9	0,2500	0,5	3,120
	31e	180	0,0284	6,8	0,2500	3,5	25,64
	04e	350	0,0242	0,9	0,2000	0,8	5,179
	41e	100	0,0314	1,5	0,1333	3,0	16,85
	05e	250	0,0257	13,6	0,2000	4,5	18,16
	06e	125	0,0296	1,5	0,2000	0,0	0,1612
Kidobás	EHA	1380	0,0212	14	0,3429	4,0	29,53
Friss lev.	ODA	1380	0,0212	12	0,3429	4,0	28,78



Táblázat 14. Méretezés végeredménye az egyes anemosztátokra

Anemosztátok	Szakasz ellenállás [Pa]	Anemosztát ellenállása [Pa]	Teljes ellenállás [Pa]
11s	369,3	11	380,3
12s	369,6	11	380,6
13s	369,9	11	380,9
14s	370,0	11	381,0
15s	370,0	11	381,0
21s	372,8	8	380,8
22s	372,9	8	380,9
31s	375,5	5	380,5
04s	367,6	11	378,6
41s	369,1	11	380,1
51s	372,9	8	380,9
11e	370,3	4	374,3
12e	370,7	4	374,7
13e	370,9	4	374,9
14e	371,0	4	375,0
15e	371,1	4	375,1
21e	372,2	2,2	374,4
22e	372,3	2,2	374,5
31e	372,7	2,2	374,9
41e	369,1	5	374,1
05e	370,4	4,3	374,7
06e	370,6	4,3	374,9

Az öntöműhelyben elhelyezett fali ventilátor üzem közben 13 szoros légcserét biztosít a helyiségben.

#### 5.4.4 Szellőzéshez tartozó tervek

Táblázat 15. Légtechnikai tervek (8. melléklet)

Rajzszám	Megnevezés	Tervfajta	Méretarány	Lapméret [mm]
GSZ - 01	Szellőzés – Földszint	Kiviteli terv	1:50	420x810
GSZ - 02	Szellőzés – Emelet	Kiviteli terv	1:50	420x810

## 6 Hulladékhő hasznosítása, irodalomkutatás

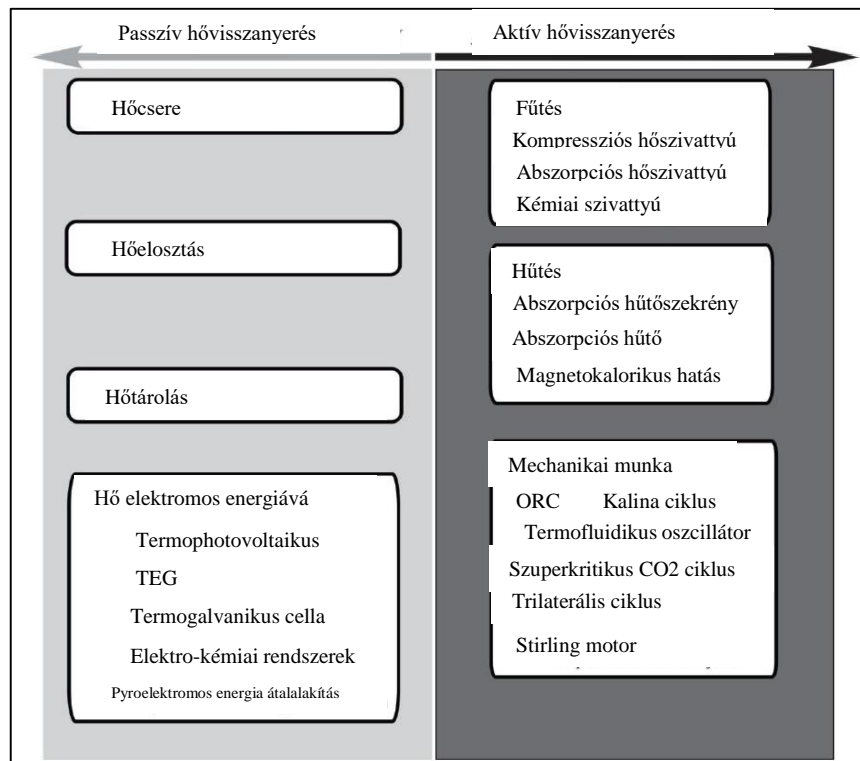
Az egyes ipari folyamatok nagy kihasználatlan energiaveszteséggel dolgoznak, amelynek mérséklésére és hasznosítására célszerű azok hasznosításának megoldása. A hulladékhő hasznosítása a jövőbeni várhatóan növekvő energiárak és fokozódó energiaválság miatt egyre jobban előtérbe kerül. A megfelelő hő visszanyerési technológiák ésszerű használatával mérsékelni lehet az ipar által kibocsátott üvegházhatású gázok mértékét, valamint akár piaci előnyre is szert lehet tenni az olcsóbb gyártási költségek miatt.

### 6.1 Hulladékhő hasznosítási technológiák csoportosítása

A hulladékhő hasznosítás egyik lehetséges besorolása alapján a technikákat kettő részre bontják, aktív és passzív. Passzívnak nevezzük azokat a megoldásokat, amelyek során hagyományos módszerekkel, hőcserével – hőtárolással, hasznosítják a hőt. Aktív hulladékhő hasznosítás esetén hőszivattyúkat és termodinamikai ciklusokat alkalmaznak.

*Ábra 9. Hulladékhő hasznosítás egyik lehetséges besorolása*

(Forrás: [9])



### 6.2 Égéstermék hulladékhő hasznosítás

Alapvetően négy típusú füstgáz hőhasznosítót lehet megkülönböztetni, amelyek elősegítik a folyamat energiahatékonyágát [10]:

- közvetlen hőcserén alapuló (rekuperátor, regenerátor),
- közvetett hőcserén alapuló (közvetítő közeges),
- kombinált füstgáz hőhasznosító berendezés,
- gőzfejlesztő füstgáz hőhasznosító.

### 6.2.1 Égési levegő előmelegítők

A fűtőberendezések égési levegőjének előmelegítése a távozó füstgázzal elterjedt megoldás, ami növeli a hőhasznosító berendezés hatásfokát. Elmondható, hogy az égési levegő előmelegítésével a kazán vagy kemence hatásfokát akár 50 százalékkal is meg lehet növelni [11]. Az égési levegő előmelegítésére három módszert szoktak alkalmazni: rekuperátorokat, regenerátorokat és közvetítő közeges hővisszanyerőket.

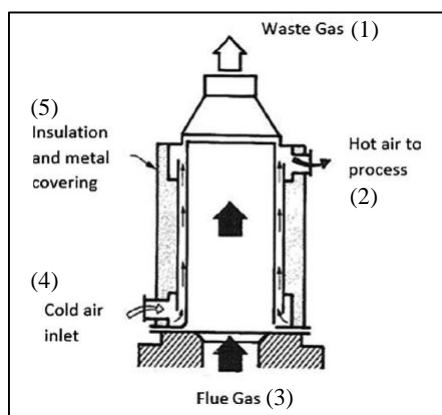
A rekuperátorok közvetlen hőcserén alapuló berendezések, amelyeknek kettő változatát lehet megkülönböztetni [12]:

- sugárzásos rekuperátor,
- konvektív rekuperátor.

A sugárzáson alapuló rekuperátorok kettő koncentrikus csőből állnak, amelyekben a belső csőben a távozó égéstermék áramlik, a külső csőben pedig a hidegebb égési levegő. A rekuperátorban a hőcsere legfőképpen sugárzással valósul meg. Ezeknek a berendezéseknek a hőátadási hatékonysága 40-60% közé tehető [12].

**Ábra 10.** Sugárzásos rekuperátor kialakítása

(Forrás: [11])



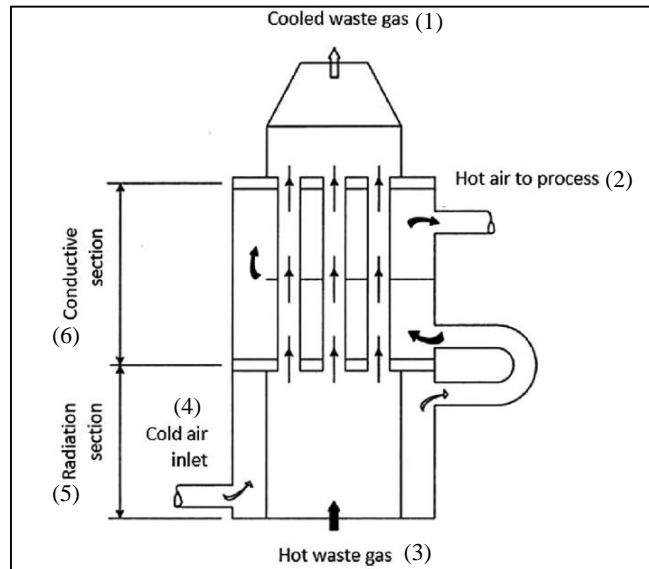
(1 – Csökkentett hőtartalmú égéstermék; 2 – Meleg levegő folyamathoz; 3 – Égéstermék; 4 – Hideg levegő bevezetés; 5 – Szigetelés és fém burkolat)

A konvekciós alapú rekuperátorokban az égéstermék egy hőcserélő csőkötegen vezet át, így megnövelve a hőleadó felületet, amely köré bevezetik a hidegebb levegőt [12].

Hibrid rekuperátorok esetén a sugárzásos és a konvektív részeket kombinálják. Ez a típus rendelkezik egy sugárzásos és egy konvektív résszel egyaránt. Az **Ábra 11.** egy hibrid működési elvű rekuperátort ábrázol, amelyben az első részben

**Ábra 11.** Hibrid rekuperátor kialakítása

(Forrás: [11])

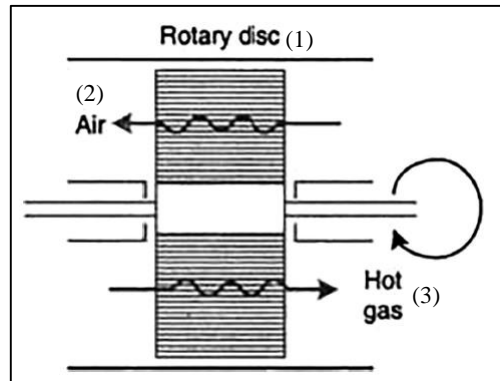


(1 – Csökkentett hőtartalmú égéstermék; 2 – Meleg levegő folyamathoz; 3 – Égéstermék; 4 – Hideg levegő bevezetés; 5 – Sugárzásos szakasz; 6 – Konvekciós szakasz)

A regenerátorok is közvetlen hőcserén alapuló berendezések, a rekuperátorokhoz képest a különbség a működésükben abból adódik, hogy egy hőtároló közeget is tartalmaz a berendezés, így az egyik esetben a hőtárolót fűtjük, a másik esetben pedig elvonjuk a hőt. Megkülönböztethető statikus és dinamikus kialakítású regenerátor. Statikus kialakítás esetében kettő kamra használata szükséges, ameddig az egyiket fűtjük, addig a másiktól el tudjuk vonni a már bevitt hőt. A kamrák közötti váltást az áramok megcserélésével lehet megoldani. Dinamikus regenerátor egyik tipikus kialakítása a rotációs regenerátor. Ebben az esetben egy a hőt egy porózus hőtároló kerékkel lehet átadni az egyik rendszerből a másikba. A kerék egyik oldala eltárolja a hőt a melegebb közegből, majd fordítás után a felhevült oldal átkerül a hideg közeghez, ami ez által felhevül. A működése az **Ábra 12.** képen látható [13].

**Ábra 12.** Rotációs regenerátor működési elve

(Forrás: [13])

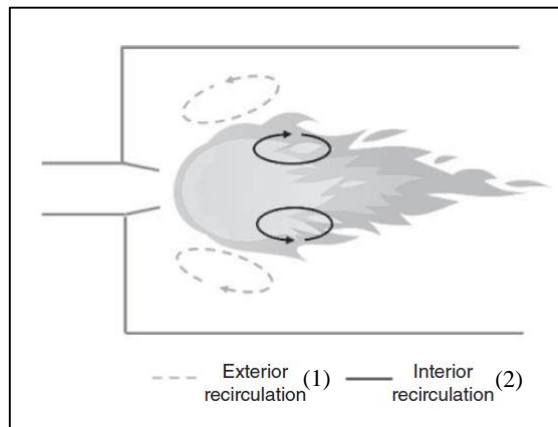


(1 – Rotációs lemez; 2 – Levegő; 3 – Meleg gáz)

Az égési folyamatok során keletkező hulladékhő hasznosítására kifejlesztettek rekuperátorral vagy regenerátorral egybeépített égőtípusokat. A hővisszanyerővel egybeépített égők használata növeli az égési folyamat hatékonyságát, kihasználtságát, aminek következtében a felhasznált tüzelőanyag mértéke csökken. Az égéstermékben lévő, hasznosítás nélkül egyébként kihasználatlan, entalpiának egy részét visszavezeti a hőtermelőbe, ezáltal egy magasabb hőfokú lángot lehet elérni és az égés aktivációs energiáját könnyebben el lehet érni. Az égés során felszabaduló hő újrásugárással és recirkulációval biztosítja az égés fennmaradását. Az újrásugárzás hozzájárul a láng stabilitásának megtartásához, az energia a magas hőmérsékletű égési zónákból, az égéstér faláról és az égéstérben lévő hevített anyagról visszasugárzódik az égőre. A recirkuláltatott égéstermékek az égőfejhez közel megnövelik a tüzelőanyag hőmérsékletét és elősegítik a gyújtást. A recirkuláltatás történhet a lángon kívül vagy a lángon belül is. A recirkuláció az **Ábra 13.** került ábrázolásra [12].

**Ábra 13.** Recirkuláltatott égéstermék

(Forrás: [12])

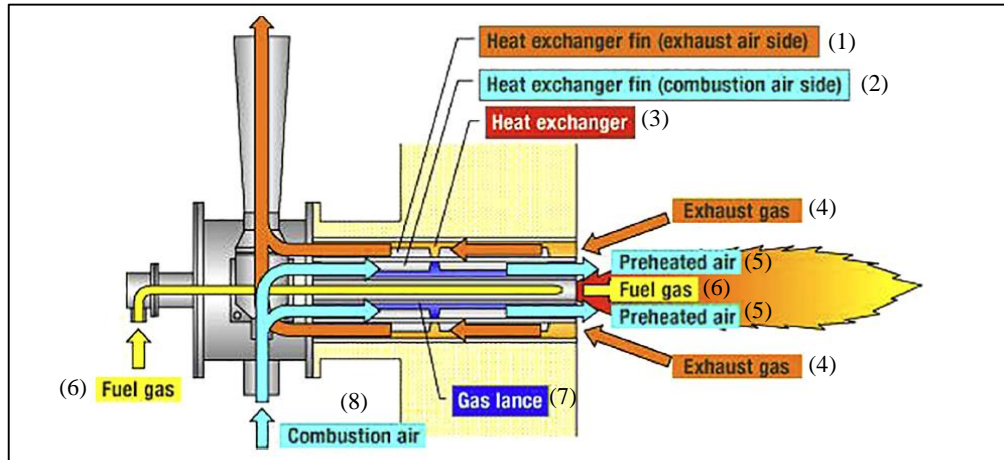


(1 – Külső recirkuláció; 2 – Belső recirkuláció)

A rekuperátorral egybeépített égők esetén az égéstermékot visszavezetik az égő testbe, ahol egy jó hővezető képességű anyaggal leválasztva az égési levegőtől, az égési levegőt előmelegíti [12]. Egy ilyen égő kialakítása az **Ábra 14.**-en látható.

**Ábra 14.** Rekuperatív égő kialakítása

(Forrás: [13])

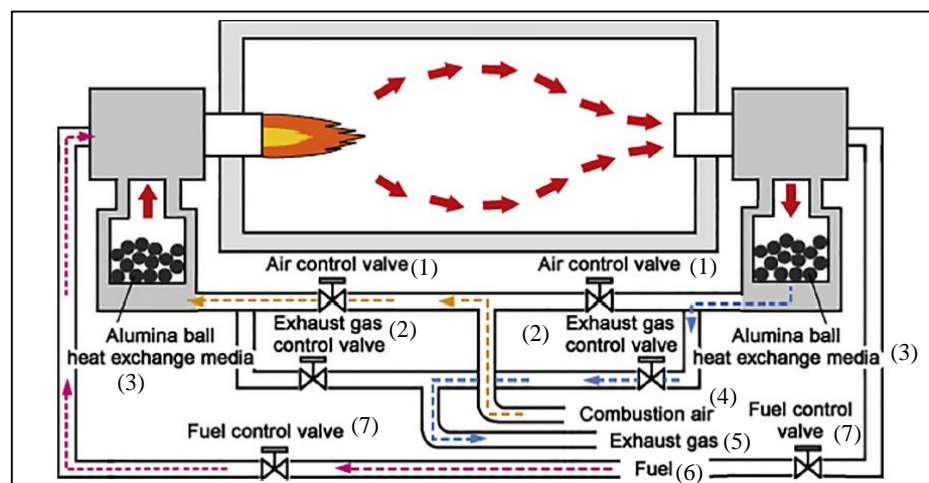


(1 – Égéstermék oldali hőcserélő borda; 2 – Égési levegő oldali hőcserélő borda; 3 – Hőcserélő; 4 – Égéstermék; 5 – Előfűtött levegő; 6 – Üzemanyag gáz; 7 – Gázlándzsa; 8 – Égési levegő)

A regeneratív égők esetében több égőt kell alkalmazni. Ameddig az egyik égő működik, addig a másik égőn keresztül az égéstermék egy hőtároló anyaggal feltöltött kamrán áramlik át, így felmelegítve azt. Az égők váltakozva működnek és így a hőtároló anyagban tárolt energiát az égési levegő előmelegítésére fel lehet használni. Egy regeneratív égő kialakítása látható, kiegészítő szerelvényekkel, az **Ábra 15.**-ön [11].

**Ábra 15.** Regeneratív égő egy lehetséges kialakítása

(Forrás: [11])



(1 – Levegő szabályozó szelep; 2 – Égéstermék szabályozó szelep; 3 – Hőcserélő közeg, Alumínium-oxid; 4 – Égési levegő; 5 – Égéstermék; 6 – Üzemanyag; 7 – Üzemanyag szabályozó szelep)

Sajnos az égési levegő előmelegítése alumínium olvadék hőntartási célokra nem ajánlatos. A megnövekedett égési hőmérséklet miatt a hőntartó kemence élettartama csökken, az olvadt fém túlhevülése miatt megnövekedik a salak veszteség [11].

#### 6.2.2 Hulladékhő hasznosítás termelési, gyártási folyamatok segítésére

A füstgáz megmaradó, kihasználatlan entalpiáját nem csak az égési paraméterek javítására, az égés hatékonyságának növelésére lehet fordítani, hanem egyéb más folyamatokba és rendszerekbe is át lehet vezetni a hulladékhőt. A füstgáz hőmérsékletétől függően elő lehet melegíteni vele egyes technológiai folyamatok munkaközegét, akár még külön gőzfejlesztésre is lehet fordítani egy újabb kazántest elhelyezésével.

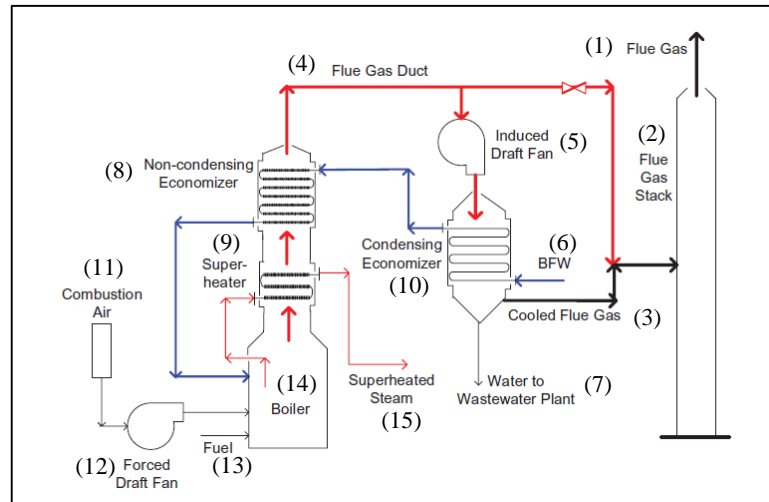
Gőzfejlesztő kazánok hatékonyságának javítására az égéstermék elvezetésbe elhelyezhető, egy economizer (gazdaságosságot javító) hőcserélő, amely működési elvében megfelel a rekuperátoroknál tárgyaltaknak, azzal a különbséggel, hogy a füstgáz hőjét nem az égési levegő előmelegítésére fordítja, hanem a gőzfejlesztő kazán vízellátását előmelegíti. Ezeket a berendezéseket a tápvíz ellátás szempontjából sorba is lehet kötni, kettő economiser használatával. A működésükhöz a megfelelő méretezés és kiválasztás elengedhetetlen, mivel a füstgáz, az alkalmazott tüzelőanyag függvényében, korrozív anyagokat is tartalmazhat, amelyek lekondenzálódása esetén a berendezés tönkremehet. Amelyik economizer úgy kerül kiválasztásra, hogy kondenzáció lép fel a füstgáz oldalon, annak a kialakításánál gondoskodni kell a megfelelő korrózió álló anyagok használatáról. Az **Ábra 16.** kettő sorba kötött economiser-t ábrázol egy gőzfejlesztő kazán égéstermék elvezetésére telepítve.

A füstgáz hőhasznosítására az előzőekben tárgyaltakon kívül több fajta hőcserélőt is alkalmaznak. Kialakításuk szerinti csoportosításukat az **Ábra 17.** tartalmazza.

Az úgynevezett csököteges hőcserélők elterjedtek, nagyrészt a nukleáris erőművekben és petrokémiai iparban használatos. A felépítése egyszerű, egy nagyobb nyomástartó edényben csöveket vezetnek át. A közegek amelyek között a hőcsere megvalósul elválasztva helyezkednek el, egyik magában a nyomástartó edényben, másik pedig a csövekben. Alkalmasak 30 bar-nál nagyobb nyomású és 260 °C-nál magasabb hőmérsékletű működésre. Tipikus felépítése az **Ábra 18.**-on látható [12].

**Ábra 16.** Kondenzáló és nem kondenzáló economiserek sorba kötve

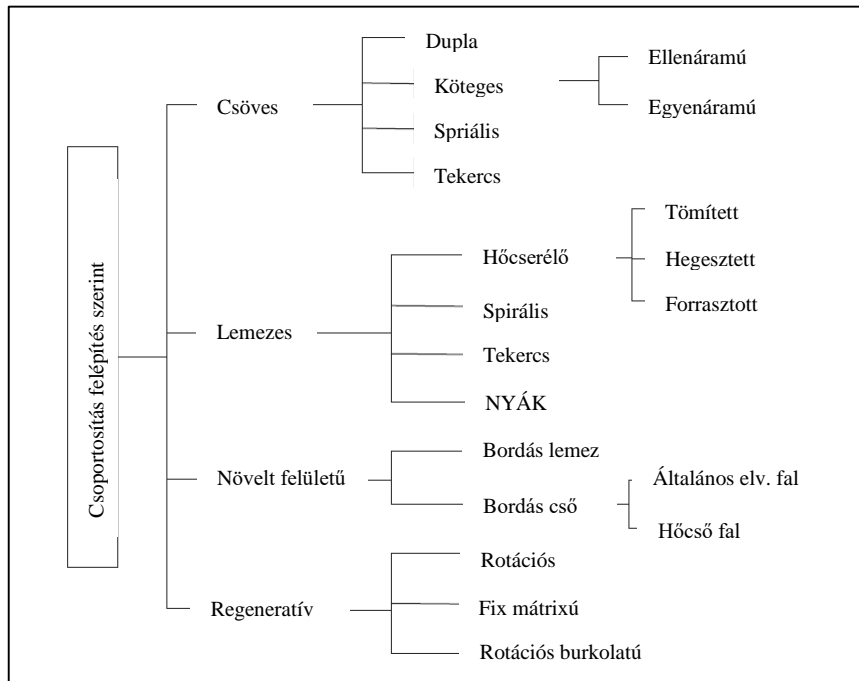
(Forrás: [10])



(1 – Égéstermék; 2 – Égéstermék elvezetés; 3 – Lehült égéstermék; 4 – Égéstermék elvezetés légcsatorna; 5 – Égéstermék ventilátor; 6 – Kazán tápvíz; 7 – Szennyvízelvezetés; 8 – Nem kondenzáló economizer; 9 – Túlhevítő; 10 – Kondenzáló economizer; 11 – Égési levegő; 12 – Égési levegő ventilator; 13 – Üzemanyag; 14 – Kazán; 15 – Túlhevített gőz)

**Ábra 17.** Hőcserélők kialakítás szerinti csoportosítása

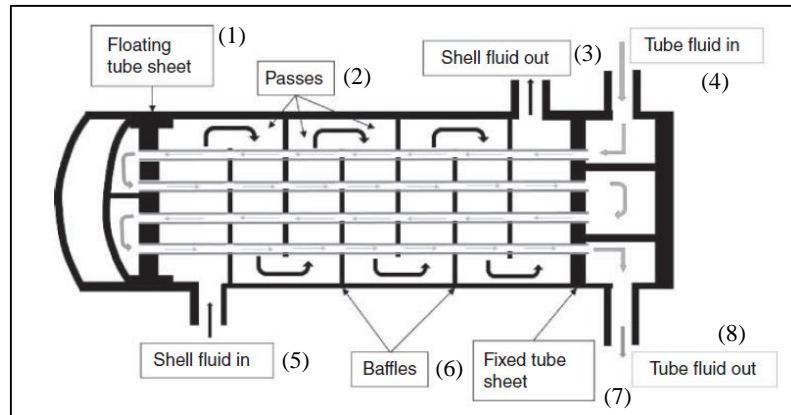
(Forrás: [12])





**Ábra 18.** Csőköteges hőcserélő felépítése

(Forrás: [12])



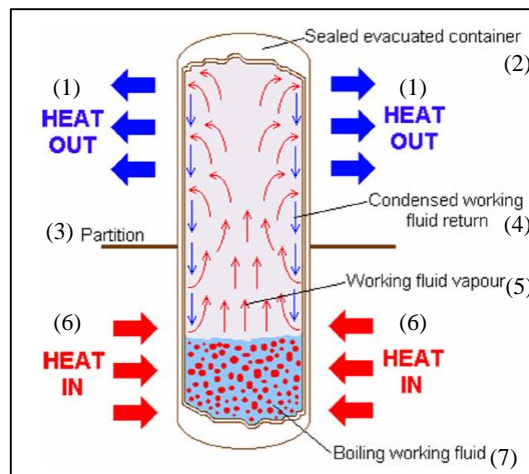
(1 – Úszó lemez; 2 – Járatok; 3 – Köpeny folyadék ki; 4 – Cső folyadék be; 5 – Köpeny folyadék be; 6 – Terelő lemezek; 7 – Fix lemez; 8 – Cső folyadék ki)

A lemezes hőcserélők kialakítását itt nem érintem, széles körben elterjedt a használatuk az épületgépészeti gyakorlatban is.

A hőcsövek fázisváltáson alapuló hőcserélők. A munkaközeg az egyik oldalon melegítik, ami ennek hatására elpárolog a hőcső párologtató részében. Az elpárolgott munkaközeg segédenergia nélkül a kondenzátor felé áramlik, ahol a fűtendő közeget átvezetve, lekondenzálódik, majd vissza szívárog a párologtatóba. A teljes berendezés segédenergia nélkül üzemel. A működésének sematikus ábrázolása az **Ábra 19.**-en látható.

**Ábra 19.** Hőcső (Heat Pipe) működési elve

(Forrás: [11])



(1 – Hőleadás; 2 – Tömített, üritett tároló; 3 – Partíció; 4 – Kondenzált munkaközeg; 5 – Elpárolgott munkaközeg; 6 – Hőfelvétel; 7 – Forrásban lévő munkaközeg)

Közvetetten elektromos energia termelésre is alkalmazható a füstgáz hőtartalma. A füstgázt egy külön füstgáz hőhasznosító gőzfejlesztő kazánba, amely egy Rankine-cikluson belül

helyezkedhet el. A Rankine-ciklusok egyik fajtája az úgy nevezett Szerves Rankine-ciklus (Organic Rankine cycle, ORC), amely annyiban különbözik az általános Rankine-ciklustól, hogy a munkaközeg szerves vegyületekből épül föl. Ennek legfőbb előnyei, hogy a munkaközeg elpárologtatásához kevesebb energiára van szükség, az elpárolgás alacsonyabb hőmérsékleten és nyomásokon megy végbe a vízzel szemben [12].

### 6.3 Energiatárolás

A technológiai folyamat során hasznosítható hulladékhő nem minden esetben közvetlenül felhasználható, így a hőigény és a hőtermelés közti időbeli különbségek kiküszöbölésére a visszanyert hőt el lehet tárolni. A tárolás nem csak hőenergia formájában történhet.

Szivattyúzott tárolás: a pillanatnyilag nem hasznosítható hulladékhőt elektromos energia formájában szivattyúk hajtására lehet fordítani, amelyekkel egy tározóba például vizet lehet szivattyúzni egy nagyobb tározóba. Ezzel a tárolási móddal potenciális energiaként tárolhatjuk el a fel nem használt energiát [9].

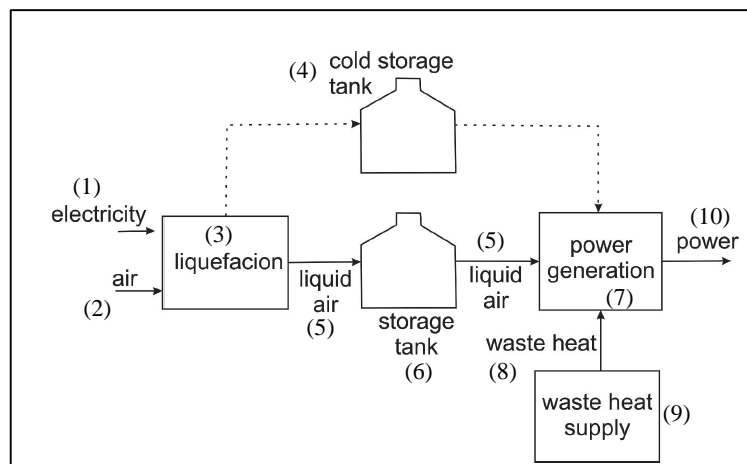
Elektrokémiai tárolás: a megtermelt elektromos energiát akkumulátorokban, elemekben lehet eltárolni.

Sűrített-cseppfolyósított levegős tárolás: az energiát kompresszorokkal sűrített, cseppfolyósított levegő tárolására használjuk fel. A cseppfolyósított levegő tágulása során az energia visszanyerhető. A cseppfolyósított levegő a tágulása során fázisváltáson megy keresztül, ami endotherm reakció, így a folyamat során a megfelelő fűtésről hulladékhővel lehet gondoskodni.

Sematikus ábrázolása ennek az energia tárolási módnak az **Ábra 20.**-on látható [9].

**Ábra 20.** Sűrített levegős tárolás

(Forrás: [9])



(1 – Villamos áram; 2 – Levegő; 3 – Cseppfolyósítás; 4 – Hideg tároló; 5 – Cseppfolyósított levegő; 6 – Tároló; 7 – Energia termelés; 8 – Hulladékhő; 9 – Hulladékhő forrás; 10 – Energia)

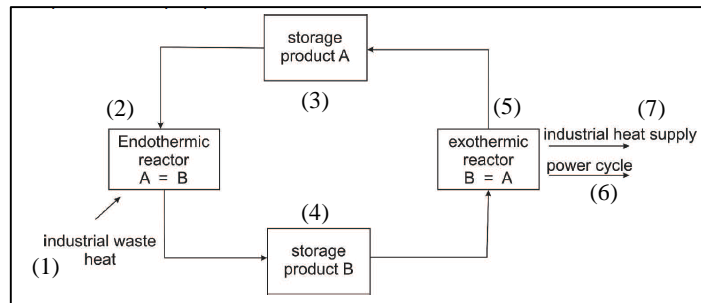
Biológiai tárolás: fermentációval a mikroorganizmusok által etanol, szénhidrátok és egyéb magas energiatartalmú vegyületek keletkeznek, amelyek később felhasználhatók [9].

Kémiai tárolás: reverzibilis kémiai folyamatokon alapul. A bevezetett hő a folyamatok egyensúlyát megváltoztatja, elektrolízissel vagy termolízissel kémiai energiaként tárolható.

Termokémiai tárolás: exotermikus és endotermikus folyamatokon alapszik. A hőt az endotermikus folyamat során eltároljuk, majd a későbbiek során exotermikus folyamat során felhasználhatjuk. Sematikus ábrázolása az **Ábra 21.**-en látható [9].

**Ábra 21.** Termokémiai tárolás

(Forrás: [9])



(1 – Ipari hulladék hő; 2 – Endotermikus reaktor; 3 – Termék tárolás, A; 4 – Termék tárolás, B; 5 – Endotermikus reaktor; 6 – Ciklus ellátása energiával; 7 – Ipari hő)

Hőenergia tárolás: az ipari folyamatok során keletkező hőt nagy hőkapacitású anyagokban tároljuk későbbi felhasználásra. A hőtárolást fázisváltó anyagban is megoldhatjuk, ami kisebb tároló méretet eredményezhet, mert a fázisváltáshoz szükséges látens hő hasznosítható, így fajlagos hőkapacitásuk nagyobb [9].

## 6.4 Hővisszanyerésre használt technológiák az iparban, lehetséges módok, példák

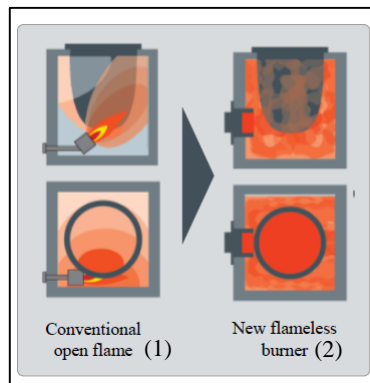
### 6.4.1 Moduláris, láng nélküli égő használata

Scharf és munkatársai [14] egy új fajta égő és egyben kemence kialakítást teszteltek, amely jelentősen csökkentette a kísérletnek helyt adó cég földgáz és elektromos energia fogyasztását is [14].

Az új fajta égő egy moduláris égőcsoportot alkot, amellyel megfelelően lehet szabályozni a bevitt teljesítményt. Az égési levegőt és a gáz keveréket az új fajta égő láng nélkül gyűjtja be és így homogén sugárzásos és konvekciós hőátadást lehet elérni az olvasztandó anyaghoz. Szemléltetése ennek az **Ábra 22.**-ön látható.

**Ábra 22.** Új, lángnélküli égő

(Forrás: [14])



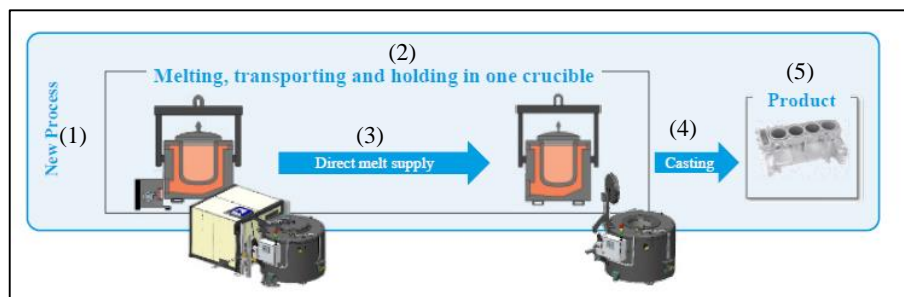
(1 – Hagyományos nyílt lángú égő; 2 – Új, lángnélküli égő)

A kemence úgy lett megtervezve, hogy szállítható legyen és az egyes öntőállomásoknál előre kialakított tüzelőanyag leállásokhoz lehessen csatlakoztatni. Ezzel az új fajta megoldással az öntészeti gyártási folyamatból kiiktattak több lépést is, ami a megolvasztott anyag minőségi javulásához vezetett (**Ábra 23.**):

- az olvasztást és a hőtartást egy kemencével meg tudták oldani;
- az olvadékot nem kellett az olvasztó tégelyből a hőtartó tégelybe átönteni, így csökkent az olvadék oxidációja, kevesebb salak képződött;
- a maradék égéstermék mint hőtartó szigetelést bent tudták hagyni az olvadt anyag körül a szállítás idejére;
- az olvasztó kemencéknél nem volt szükséges az olvadékot a kelleténél magasabb hőmérsékletre hevíteni, így előkészítve az öntőállomásokhoz szállításhoz azt.

**Ábra 23.** A öntési folyamat az új kemencével

(Forrás: [14])

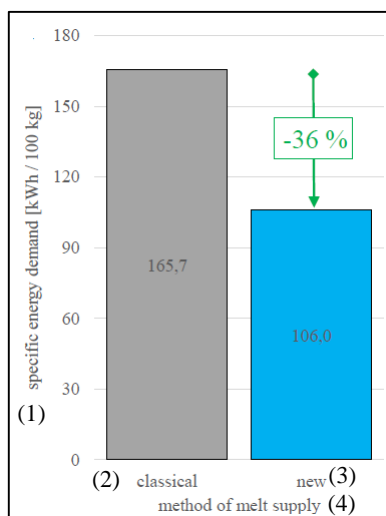


(1 – Új folyamat; 2 – Olvasztás, szállítás és hőtartás egy tégelyben; 3 – Közvetlen olvadék ellátás; 4 – Öntés; 5 – Termék)

Scharf és munkatársai [14] azt találták, hogy az új fajta technológiával 36%-kal kevesebb energia kell 100 kg olvadék megolvasztásához, szállításához és hőtartásához.

**Ábra 24.** Az új és a klasszikus gyártási folyamat energiaigénye

(Forrás: [14])



(1 – Fajlagos energia szükséglet; 2 – Klasszikus; 3 – Új; 4 – Olvadék ellátás módszere)

#### 6.4.2 Elektromos áram fejlesztés és fűtés rásegítés

Kurabayashi és munkatársai [15] egy öntöde hővisszanyerésének kialakítását kapták feladatul. A hővisszanyerést egy gőzfejlesztő kazán telepítésével és egy Rankine-ciklussal oldották meg. A gázkazánok égéstermékét a gőzfejlesztő kazánba vezetik, majd kidobják a szabadba. A fejlesztett gőzt túlhevítés céljából a hőkezelő kemencék fölött elvezetve túlhevítették, ezt a túlhevült gőzt pedig egy turbinán átvezetve elektromos áram fejlesztésére fordították. A turbinából távozó gőz maradék hőtartalmát egy kondenzátorral/hőcserélővel az épület kiegészítő fűtésére fordították. A fűtési időszakon kívül és a kisebb fűtési igények szakaszában a maradék gőzt egy kondenzátorba kellett bevezetni, amelyet egy hűtőtorony hűtött, így a Rankine-ciklus teljesen végig tudott menni.

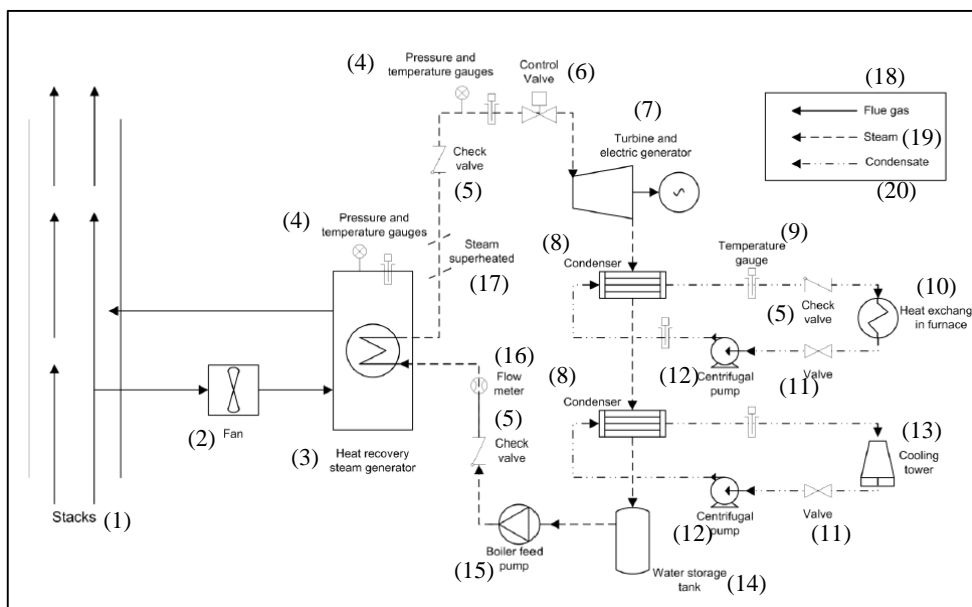
#### 6.4.3 Alumínium öntöde, abszorpciós hűtő és ORC

Balan és munkatársai [4] egy romániai alumínium öntöde hővisszanyerési lehetőségeit vizsgálták meg. Az öntödében a nyári üzem alatt a telepített öntő berendezések fele nem volt használható, mert nem állt rendelkezésre elég hűtési kapacitás.

A meglévő tüzelőberendezések vizsgálata során arra jutottak, hogy az égéstermékben a teljes felhasznált energia 40 százaléka távozik a szabadba kihasználatlanul. Ennek az energiának a kihasználására az égéstermék elvezetésbe egy forró vizes hővisszanyerő rendszert telepítettek, amelyből a forró vizet először egy abszorpciós hűtőbe vezették, hogy a meglévő hűtési kapacitást ezzel is ki tudják bővíteni, így biztosítva a nyári hónapokban is a teljes üzem kihasználhatóságát.

Ábra 25. Az öntöde hővisszanyerésének kapcsolási vázlata

(Forrás: [15])



(1 – Kémény; 2 – Ventilátor; 3 – Hővisszanyerő gőzfejlesztő; 4 – Nyomás- és hőmérsékletmérő műszerek; 5 – Visszacsapó szelep; 6 – Szabályozó szelep; 7 – Turbina és elektromos generator; 8 – Kondenzátor; 9 – Hőmérsékletmérő berendezés; 10 – Kemencében lévő hőcserélő; 11 – Szelep; 12 – Centrifugál szivattyú; 13 – Hűtőtorony; 14 – Víz tározó; 15 – Kazán tápvíz ellátó szivattyú; 16 – Térfogatáram mérő; 17 – Túlhevített gőz; 18 – Égéstermék; 19 – Gőz; 20 – Kondenzátum)

Az abszorpciós hűtő után elhelyeztek egy Organic Rankine Cycle berendezést, amelyet elektromos energia termelésre használtak, helyben való felhasználáshoz. A rendszert ezen felül még rákötötték a telephely fűtési hálózatára. Az elképzelésük szerint a fűtési idényben a visszanyert hővel a teljes telephely fűtése ellátható, átmeneti időszakban a megtermelt elektromos energiát tudják hasznosítani, nyáron pedig az abszorpciós hűtővel kiegészítve a gyártósor hűtési kapacitása elégséges lesz az összes formázó berendezés ellátására. A rendszer sematikus ábrája az **Ábra 26.**-on látható. Számításaik szerint az égéstermék hőtartalmának 60 százalékát tudják hasznosítani az üzemben.

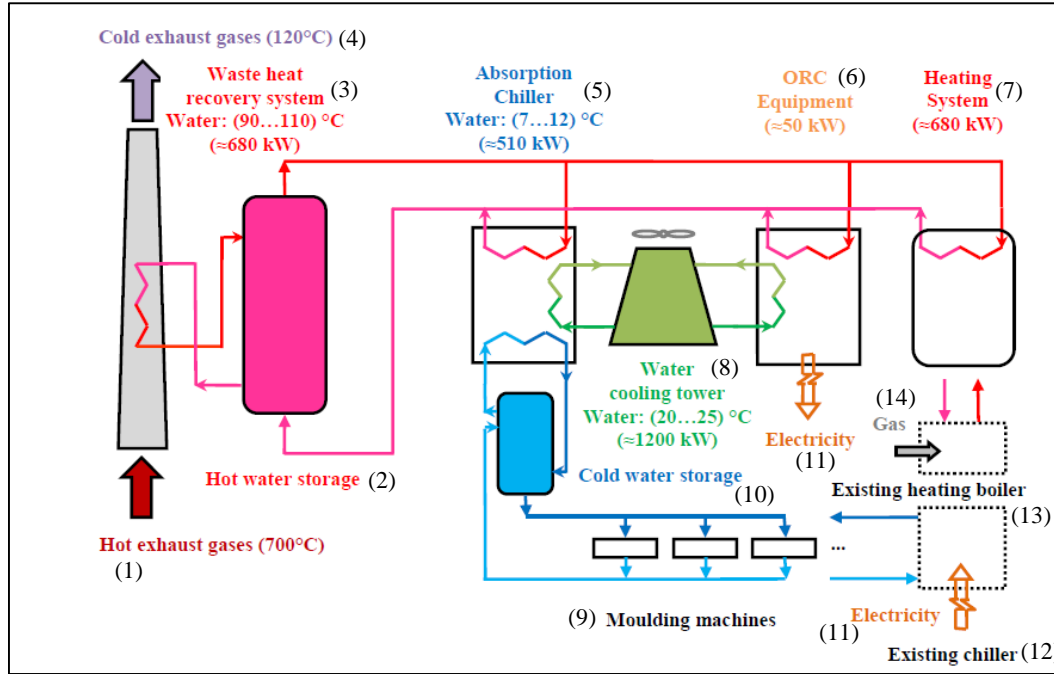
#### 6.4.4 Alumínium hőkezelés hőcsővel

Egyes alumínium ötvözetek hőkezelésen esnek át szilárdsági tulajdonságaik javítása érdekében. A T6 jelzésű hőkezelés, amit az alumínium termékek esetében általában alkalmaznak, 500 °C-on történő oldó hőkezelésből, kikeményítésből (gyors hűtés) és egy 160 °C-os öregítő fázisból tevődik össze. Egilegor és munkatársai [16] vizsgálták, hogy több hőcső alkalmazásával az oldó hőkezelő kemence égéstermékéből át lehet vezetni az oldó hőkezelő égéstermékének 40% érezhető hőjét, amellyel az öregítő kemence hőellátása teljes egészében megoldottá válna. A hőcsövek alkalmazásával az öregítő kemencében lévő alumínium termékek nem kerülnének

kapcsolatba az oldó hőkezelő égéstermékével. Az öregítő kemencében a szükséges hőmérsékletet a hőcső szekunder oldalán lévő térfogatáram változtatásával lehet beállítani.

Ábra 26. Az öntőde hővisszanyerő rendszerének sematikus ábrázolása

(Forrás: [4])



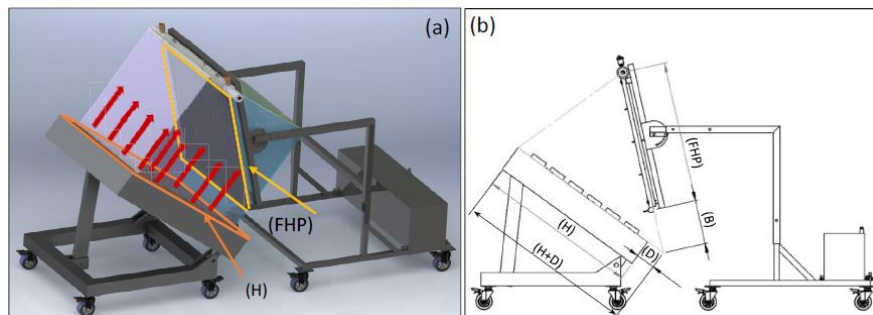
(1 – Meleg égéstermék; 2 – Melegvíz tároló; 3 – Hővisszanyerő rendszer, víz; 4 – Hideg égéstermék; 5 – Abszorpciós hűtő, Víz; 6 – ORC berendezés; 7 – Fűtési rendszer; 8 – Hűtőtorony, víz; 9 – Formázó berendezések; 10 – Hidegvíz tároló; 11 – Elektromos áram; 12 – Meglévő hűtő; 13 – Meglévő kazán; 14 – Gáz)

#### 6.4.5 Hőcső használata acél gyártásnál

Jouhara és Almahmoud [17] vizsgálták meg a hőcsövek lehetséges alkalmazását sugárzásos hő hasznosítására. A kísérletükben egy sík hőcsövet elektromos fűtőkkel sugároztak. Az elektromos fűtőtestek hőmérséklete a bevezetett elektromos árammal állítható volt, 400 – 560 °C között mérték a visszanyerhető hő mértékét. A kísérletük kialakítása az **Ábra 27.**-en látható.

Ábra 27. A kísérlet felépítése

(Forrás: [17])



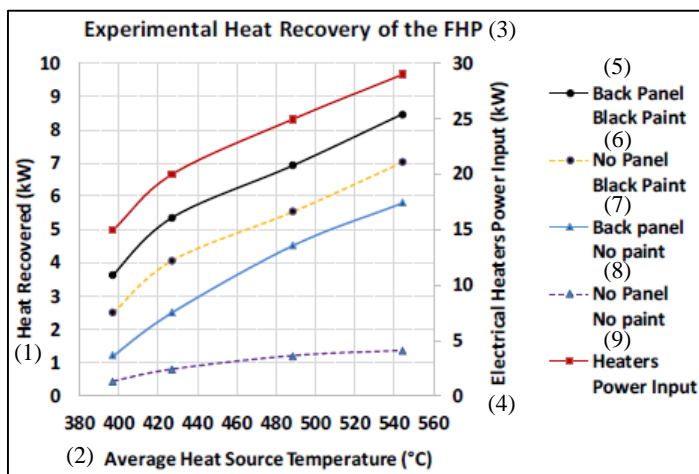
A hőcsövet négy kialakításban tesztelték:

- hátsó lemezzel, feketére festve;
- hátsó lemez nélkül, feketére festve;
- hátsó lemezzel, festés nélkül;
- hátsó lemez és festés nélkül.

A méréseik eredménye az **Ábra 28.**-on látható.

**Ábra 28.** Mérési eredmények

(Forrás: [17])



(1 – Visszanyert hő; 2 – Átlagos hőforrás hőmérséklet; 3 – Kísérlető hővisszanyerése az FHP-nek; 4 – Elektromos fűtők teljesítménye; 5 – Lemezzel, Fekete festék; 6 – Lemez nélkül, Fekete festék; 7 – Lemezzel, Festés nélkül; 8 – Lemez és festés nélkül; 9 – Fűtők teljesítménye)

A hőcső hátsó lemezzel ellátva és feketére festve ~29 kW-os elektromos teljesítmény bevitel esetén 8.5 kW-ot is vissza tudott nyerni.

Ipari környezetben egy acél drót gyártóüzemben a hűtősoron helyzeték el a hőcsövet és tesztelték annak hőhasznosítását (**Ábra 29.**). A tesztelés során a hőcsövet kettő távolságra helyezték el a gyártósortól, az első tesztben 65 centiméterre, a másodikban hat centiméterre [18].

**Ábra 29.** Hőcső alkalmazása gyári környezetben, sugárzásos hőhasznosításra

(Forrás: [16])

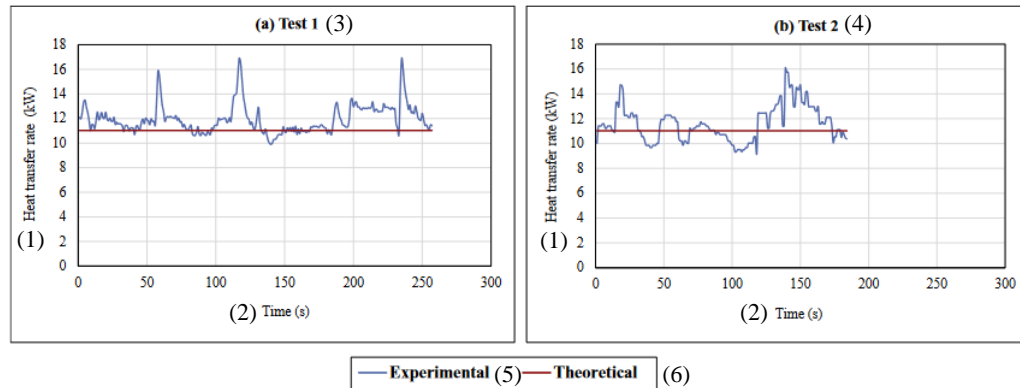




A méréseik eredménye az **Ábra 30.**-on látható.

**Ábra 30.** Hőcső alkalmazása gyári környezetben, sugárzásos hőhasznosításra

(Forrás: [18])



(1 – Hőátadási ráta; 2 – Idő; 3 – Teszt 1; 4 – Teszt 2; 5 – Kísérleti; 6 – Elméleti)

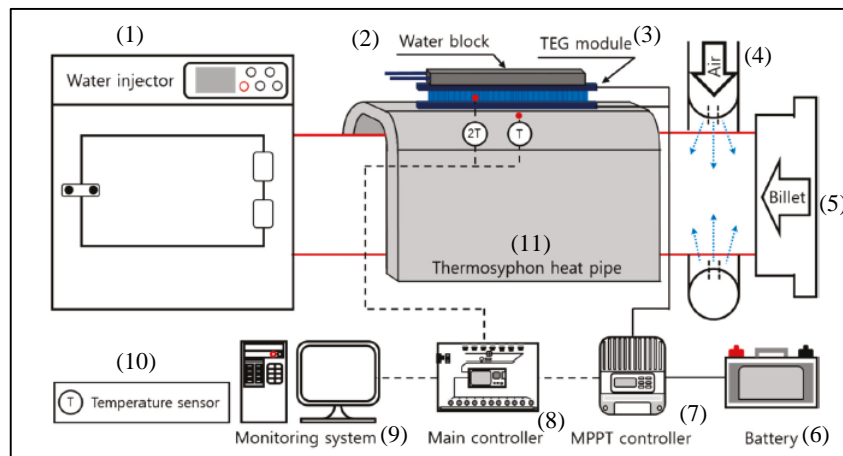
Az acél drótok lehűlése során kárba veszendő hő így jelentős részét hasznosítani lehet.

#### 6.4.6 Sárgaréz körkeresztmetszetű rúd gyártás, termoelektromos generátor

Kim és Kang [19] egy folyamatos öntéssel előállított sárgaréz rúd környezettel érintkező lehűlő szakaszán vizsgálták egy termoelektromos generátorral ellátott hőcső használhatóságát. A kísérletük felépítése az **Ábra 31.**-en látható.

**Ábra 31.** Hővisszanyerés termoelektromos generátorral

(Forrás: [19])

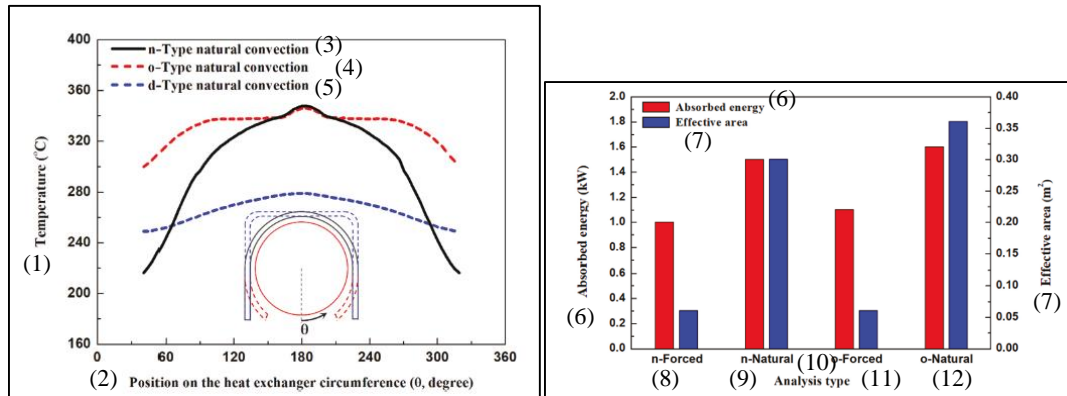


(1 – Vízbefecskendező; 2 – Víz blokk; 3 – TEG modul; 4 – Levegő; 5 – Rúd; 6 – Akkumulátor; 7 – MPPT szabályzó; 8 – Fő szabályzó; 9 – Megfigyelő állomás; 10 – Hőmérséklet érzékelő; 11 – Termoszifon hőcső)

A kísérlet során a hőcső hőcserélő felületének különböző kialakításait tesztelték, természetes és kényszerkonvekció esetén. A méréseik eredménye az **Ábra 32.**-ön látható.

**Ábra 32.** A hőcserélő felület és az áramlás hatása a visszanyerhető energiára

(Forrás: [19])



(1 – Hőmérséklet; 2 – A hőcserélő kerületén lévő pozíció; 3 – n-típusú természetes konvekció; 4 – o-típusú természetes konvekció; 5 – d-típusú természetes konvekció; 6 – Elyelt energia; 7 – Effektív terület; 8 – n-Kényszer; 9 – n-Természetes; 10 – Analízis típusa; 11 – o-Kényszer; 12 – o-Természetes)

A termoelektromos generátor az n típusú kialakítás esetén 8 W elektromos energiát termelt.

#### 6.4.7 Fázisváltós hőtárolás és hővisszanyerés

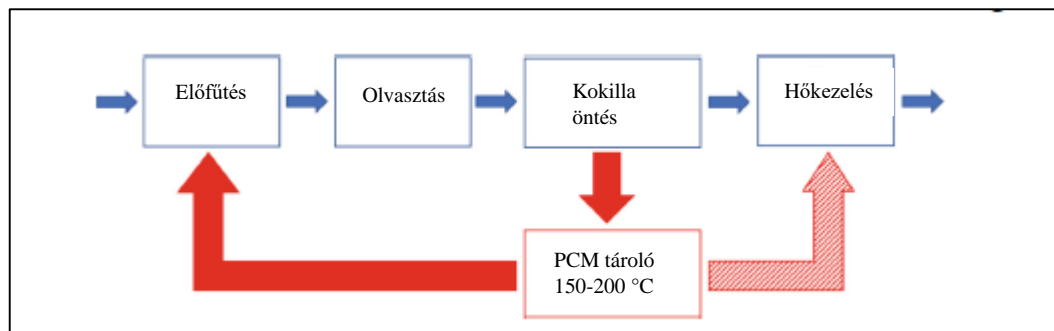
Moser és munkatársai [20] ausztriai alumínium kokilla öntészeti technológiát vizsgáltak meg és arra jutottak, hogy a gyártási folyamaton belül kettő potenciális lépés van, amelyek a hulladékhőt hasznosítani tudnák:

- olvasztandó anyag előmelegítése;
- hőkezelés.

A kokillában az alumínium munkadarabokat le kell hűteni, amelynek hulladékhőjének lehetséges felhasználását fázisváltós tárolón keresztül oldották meg (Ábra 33.).

**Ábra 33.** A lehűtésből származó hő lehetséges felhasználása

(Forrás: [20])

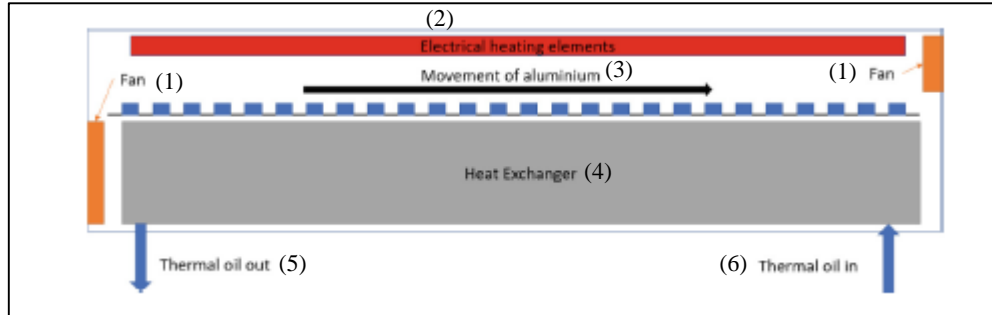


A fázisváltós tárolás mellett azért döntöttek, mert a hulladékhő rendelkezésre állása és a folyamatok hőigénye között időbeli különbségek léphetnek fel. Ezen felül a fázisváltós tárolással nagyobb sűrűségű energiatárolást és állandó hőmérsékletet lehet elérni a hőleadás során a

fázisváltásból adódóan. Laboratóriumokban az olvasztásra szánt alumínium tömbök előfűtését tesztelték az **Ábra 34.**-en látható koncepció szerint.

**Ábra 34.** Az előfűtő berendezés koncepciója

(Forrás: [20])



(1 – Ventilátor; 2 – Elektromos fűtőelemek; 3 – Alumínium mozgása; 4 – Hőcserélő; 5 – Termikus olaj ki; 6 – Termikus olaj be)

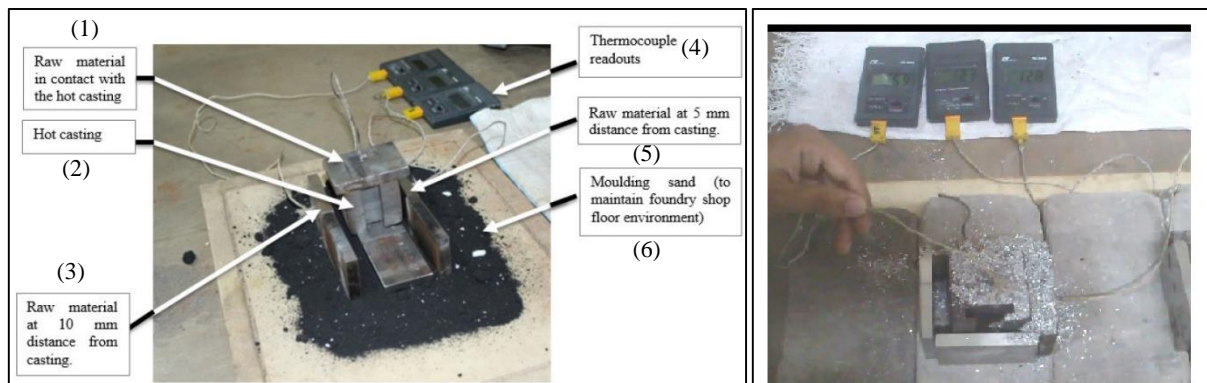
A tárolójukat a kokilla öntésből származó hulladékhővel töltötték föl, hőhordozó közegnek termikus olajat választottak. A termikus olaj tároló utáni előremenő hőmérséklete 200 °C-os volt és az alumínium tömböket 160 °C-ra melegítették elő. A méréseik során arra jutottak, hogy 10-15 százalékos energia megtakarítást lehet elérni ezzel a módszerrel.

#### 6.4.8 Előmelegítés öntvénnel

Selvaraj és munkatársai [21] homokformába öntött vas munkadarab köré helyezett olvasztandó anyagok hőfelvételét vizsgálták és a lehetséges energiamegtakarítást. Az előmelegítendő darabokat a leöntött munkadarab köré helyezték el, a közöttük lévő teret pedig jó hővezető képességű anyaggal töltötték ki (alumínium por). A kísérletük felépítése az **Ábra 35.**-ön látható.

**Ábra 35.** Öntött munkadarab az előfűtendő darabokkal körbe véve

(Forrás: [21])



(1 – Nyersanyag kapcsolatban a meleg öntvénnel; 2 – Meleg öntvény; 3 – Nyersanyag 10 mm-re az öntvénytől; 4 – Hőelem mutatott értékei; 5 – Nyersanyag 5 mm-re az öntvénytől; 6 – Formázó homok, hogy az öntődei környezetet szimulálja)

Arra jutottak, hogy ezzel a módszerrel az olvasztási energiaszükségletet 6%-kal lehet csökkenteni.

#### 6.4.9 Előmelegítés homokformában elhelyezett hővezető anyaggal

Mathew és munkatársai [22] formázó homokot keverték össze alumínium, réz és acél szemcsékkel, majd az alumínium mintadarab öntése soráni hőfelvételüket vizsgálták. A felvett hőt olvasztandó anyagok előfűtésére használták fel utána. A méréseik eredményeként arra a következtetésre jutottak, hogy réz szemcsék használata esetén akár 8.4 százalékos energia megtakarítást is elérhet az olvasztás során. A kísérletükben a különböző anyagok elért előfűtési hőmérsékletet a **Táblázat 16.** tartalmazza.

**Táblázat 16.** Különböző anyagok hatékonysága az előmelegítésre

(Forrás: [22])

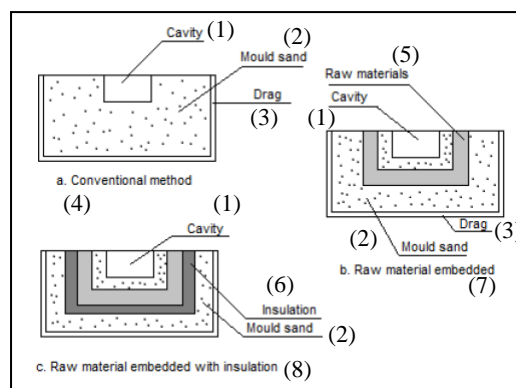
Szemcse anyaga	Elért maximális hőmérséklet [°C]	Az előfűtés során elért hőmérséklete az előfűtendő anyagnak [°C]
Réz	200	121
Alumínium	110	80
Acél	95	63

#### 6.4.10 Előmelegítés homokformában, szigeteléssel

Muthuraman [23] a homokformában az előfűtendő öntészeti darabokat helyezte el a munkadarab körül és azoknak hőfelvételét vizsgálta különböző vastagságú szigeteléssel ellátva. A kísérletének sematikus ábrázolása az **Ábra 36.**-on látható.

**Ábra 36.** Az előmelegítendő darabok elhelyezése a homokformába

(Forrás: [23])



(1 – Üreg; 2 – Formázó homok; 3 – Alsó formafél; 4 – Hagyományos módszer; 5 – Nyersanyagok; 6 – Szigetelés; 7 – Nyersanyag behelyezve; 8 – Nyersanyag behelyezve és szigetelve)

A kísérleteket 40 és 120 mm vastagságú szigeteléssel végezte el, alumínium valamint öntöttvas anyaggal. Alumínium darabok előmelegítésénél 40 mm-es szigeteléssel az előmelegítendő darabok maximális hőmérséklete 147 °C, 120 mm-es szigeteléssel 184 °C ért el. Ez azt jelenti,

hogy a vékonyabb szigeteléssel az olvasztásra fordítandó energia 10.46% százaléka, vastagabb szigetelésnél 13.7% százaléka spórolható meg [23].

A munkadarab körbevétele hidegebb és jó hőfelvevő képességű anyaggal növeli a megszilárdulási sebességet, amely jobb anyagminőséget is eredményez. Ezzel szemben megnőhet a szilárduló anyagba a gáz áramlása, mert az öntés során felszabaduló gázok, gőzök a homokformán keresztül nem, vagy csak korlátozottan tudnak távozni. Ennek a hatása megvizsgálandó.

#### 6.4.11 Előmelegítés égéstermékkel

Hassan és Arink [24] tömbök füstgázzal való előmelegítésének az optimalizálását vizsgálták CFD segítségével. Az alumínium tömbök füstgázzal való előmelegítésével 21,1 százaléknyi energiamegtakarítást lehet elérni [25]. Hassan és Arink [24] eredményei azt mutatták, hogy 76.000 kg alumíniumot 2 °C/perccel lehet fölmelegíteni 4 kg/s, 677 °C-os füstgázzal. A teljes 76.000 kg előmelegítéséhez 200 °C fölé 200 percre van szükség. A modellezés rámutatott arra, hogy kiemelten fontos a megfelelő előmelegítő kialakítása, mivel a 677 °C-os füstgáz az alumínium ötvözetek olvadáspontja fölé, így előállhat a veszélye, hogy az anyag megolvad.

## **7 Hulladékhő hasznosítási lehetőségek a műhelyépületnél**

A Kft. az öntőműhelyben három darab kemencével működik, amelyek közül kettő olajos, egy pedig elektromos üzemű.

Az olajjal üzemelő kemencék elavultak, korszerűtlenek, valamikor a 2000-es évek elején kerültek telepítésre. A kemencékben a hőfok nem szabályozható, nem mérhető, a technológia rendkívül pazarló mind energetikai, mind pedig anyagkihasználás szempontjából. A túlzott hevítés esetén megnő az olvasztás és hűntartás során keletkező salakvesztés, az olvadék minősége is csökken. Ebből kifolyólag a Kft. napi működése során ezeket a kemencéket csak ritkán, évente maximum nyolc héten keresztül üzemelteti, amikor magasabb olvadáspontú anyagot (alubronz, CuAl9Fe3Ni) kell önteni. Az évenkénti 320 órás üzem mellett ezeknek a kemencéknek a hulladékhő hasznosítása gazdaságilag nem indokolt. A teljes technológia felújítása szükséges, amely meghaladja a Kft. jelenlegi gazdasági lehetőségeit.

Az ellenállásfűtésű elektromos kemence napi használatban van alumínium ötvözetek olvasztására és hűntartására. A kemence adatai:

- Típus: Prothermo Hofmann TCA1-A 300 tégelyes alu olvasztó kemence
- Olvasztási teljesítmény: 42 kW | max 100 kg/h
- Hűntartási teljesítmény: Fedéllel 4.4 kW | Fedél nélkül 9.1 kW
- Tégely kapacitás: 300 kg

Az elektromos kemence egyszerre három embert tud kiszolgálni, természetesen a gyártandó termékek tömegének függvényében. Mivel egy kemence jut több öntő szakemberre, ezért a leöntendő munkadarabok ciklusidejére a hőszigetelő fedelét nem szokták visszazárni az anyag kivétele után, így a kemencének folyamatosan gondoskodnia kell az anyag fűtéséről. Ez óriási energiavesztést és pocsékolást jelent.

### **7.1 Olvasztás és hűntartás, az öntőde munkavégzésének folyamata**

Az Abonyi Fémöntő Kft. egy tipikus alumínium munkadarab öntésének a folyamata, az öntéssel bezárólag (**Ábra 37.**):

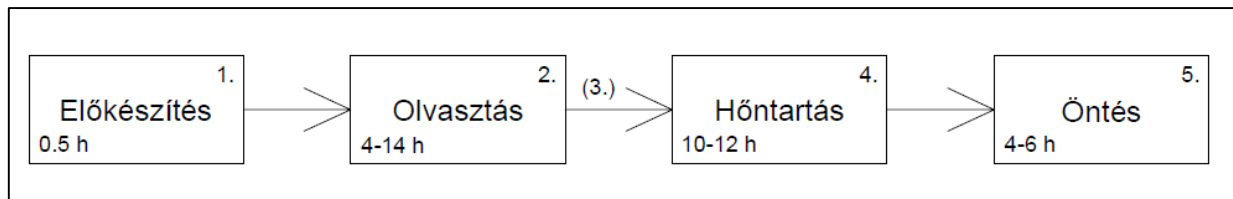
1. Olvasztandó tömbök, vágatok előkészítése, szárítása.
2. A kemence megtöltése. Olvasztás.
3. A kemence utántöltése, ha eredetileg nem volt benne olvadék.
4. Hűntartás a műszak kezdetéig.
5. Hűntartás a műszak alatt, folyamatos kokilla öntés.

1. Az olvasztandó tömböket hétvége után, amennyiben a hétvége alatt nem üzemelt a kemence, már vasárnap elő kell készíteni. Hétközben az előkészítendő tömböket a kemence szélére szokták kirakni, így az előmelegszik és ideális esetben meg is szárad.

2./3./4. Ha a hétvége alatt a kemence nem üzemelt, tehát nincs benne olvadék, az olvasztást már vasárnap délben el kell kezdeni, mert a kemence csak konvektív hőt ad át a tömböknek és vágatoknak. A 300 kilogrammos tégely megtöltése a hétfői munkakezdésre ebben az esetben a teljes vasárnapot kitölti, megfelelő mennyiségű anyag a vasárnap esti utolsó utántöltés után fog rendelkezésre állni. Az olvasztás ebben az esetben 12-14 óra időtartamot is kitesz. A hőntartás ezután teljes este kitart, csukott fedő mellett. Műszakok között, a kemencét általában kétszer kell utántölteni olvasztandó anyaggal, az olvasztás 4-6 órát vesz igénybe. A hőntartás ebben az esetben is a teljes este során kitart.

5. A műszak alatt az öntők a munkavégzés során nem zárják vissza a kemence hőszigetelő fedelét, mert az több öntő esetében ellehetetlenítené a hatékony munkavégzést. A hőntartás ez idő alatt fokozott teljesítménybevitellel üzemel.

Ábra 37. Az öntési folyamat folyamatábrája a Kft.-nél



## 7.2 Hulladékhő hasznosítási lehetőségek

A hulladékhő hasznosítási lehetőségek az alkalmazott technológiából és annak szintjéből kiindulva korlátosak. A legkézenfekvőbb megoldás a technológia hőterheléséből adódó hő hasznosítása, amely a helyiségben kihasználatlan energiát jelent, valamint csökkenti a dolgozók komfortját a túlzott fölhevülés miatt.

### 7.2.1 Egyensúlyi hőmérséklet számítása

A kemence egy hőntartási időszak alatt 150 kWh, egy öntési időszak alatt pedig szintén 150 kWh elektromos energiát fogyaszt, így egy átlagos napi fogyasztása 300 kWh-ra tehető. Az öntőműhelyben nem üzemel jelenleg technológiai elszívás, így mind a munkavégzésből adódó hőterhelés, mind pedig a nyitott fedéllel való hőntartás hőterhelése az öntőtéren belül közvetlenül jelenik meg. A kemence nyitott fedél mellett 9.1 kW teljesítménnyel üzemel, a kokilla öntés

hőterhelése pedig 300-400 W/m<sup>2</sup> hőfelszabadulást jelent alapterületre vonatkoztatva [26], így a helyiség technológiából adódó hőterhelése:

$$9100 [W] + 400 \left[ \frac{W}{m^2} \right] * 74,88 [m^2] = \mathbf{39\ 052 [W]} \quad (11)$$

Az öntöműhely egyensúlyi hőmérsékletét a következő egyenletből határozom meg:

$$Q_{helyiség} = Q_{transzmissziós} + Q_{transzmissziós,belső} + Q_{Filtrációs} - (Q_{SD} + Q_{Belső}) \quad (12)$$

Ahol:

- $Q_{helyiség}$ : a helyiség hővesztesége [W]
- $Q_{transzmissziós}$ : a helyiség transzmissziós hővesztesége a külső tér felé [W]
- $Q_{transzmissziós,belső}$ : a helyiség transzmissziós hővesztesége a belső terek felé [W]
- $Q_{Filtrációs}$ : a helyiség filtrációs hővesztesége [W]
- $Q_{SD}$ : a helyiség napsugárzásból való hőnyeresége [W]
- $Q_{Belső}$ : a helyiség belső hőnyeresége/hőterhelése [W]

Az egyenletbe behelyettesítve,  $Q_{SD}$ -t elhanyagolva, -15 °C-os külső hőmérséklettel és ötös légcsereszámmal számolva télen:

$$\begin{aligned} 0 = & 673,8t_{b,egyensúlyi} + 10\ 107 + 59,97t_{b,egyensúlyi} - 1080 \\ & + 30,90t_{b,egyensúlyi} + 463,5 + 720,6t_{b,egyensúlyi} \\ & + 10\ 809 - 39\ 052 \end{aligned} \quad (13)$$

Átrendezve:

$$1485t_{b,egyensúlyi} = 18\ 752,5 \quad (14)$$

$$t_{b,egyensúlyi} = \mathbf{12,63 [°C]} \quad (15)$$

A helyiség hőmérséklete a téli külső méretezési hőmérséklet esetén ~13 °C-ra adódott. A számítás során elhanyagoltam a napsugárzásból adódó hőnyereségeket, az öntési technológia berendezésein és eszközein kívüli hőterheléseket és a szakemberek hőleadását. Az ötös légcsereszámot a helyiség tetejének rossz légzésára miatt gondoltam indokoltnak, mert a termikus feláramlásból adódóan a meleg levegő a tető nyílásain távozni tud.

### 7.2.2 Hőhasznosítók, hőfelvevők azonosítása

A létesítményben hőenergiát fűtésre és használati-melegvíz készítésre lehet alkalmazni, egyéb előfűtést igénylő technológiát nem alkalmazunk.



A homokformázásunk jelenleg kézi formázás, amihez az olvadékot az öntő az elektromos kemencéből meri ki. Az elektromos kemencében az olvasztási idő miatt a hőntartás sokáig tart, így a homokformába ágyazott olvasztandó anyagok előfűtése gazdaságilag nem reális megoldás, valamint rendszerint a műszak alatt olvasztás nem történik.

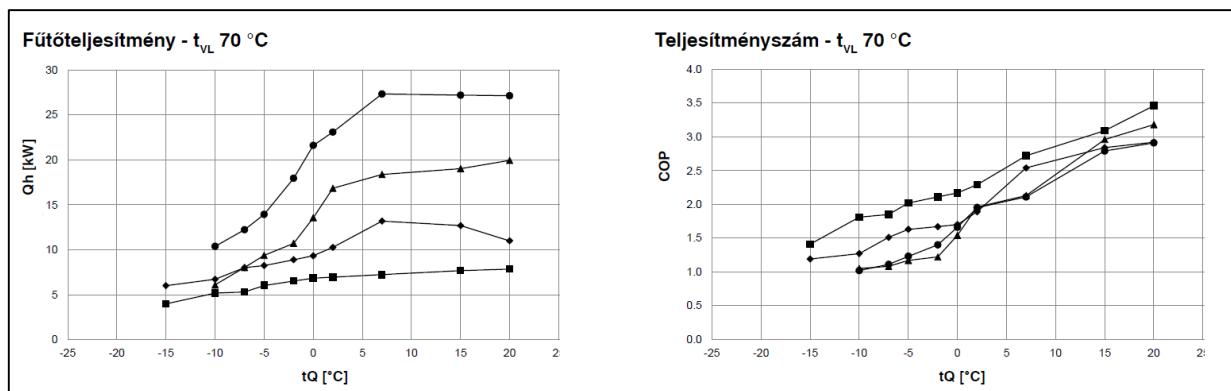
A műhelyben az üzemelés ideje alatt rendelkezésre álló hulladékhő hőmérséklete (<100 °C) és mértéke nem teszi lehetővé a hulladékhő ORC-ban vagy abszorpciós hűtőben való alkalmazását.

### 7.2.3 Hőszivattyú alkalmazása

A téli méretezési hőmérsékletnél kialakuló belső egyensúlyi hőmérséklet lehetővé teszi a helyiség levegőjéne alkalmazását hőszivattyú forrás oldalon. A hőszivattyú ebben az esetben szélsőséges körülmények között is jobb hatásfokkal tudna üzemelni.

**Ábra 38.** Hoval Belaria fit 20 (háromszöggel jelölt) teljesítménye és COP-ja a forrás hőmérsékletének függvényében, 70 °C-os előremenő esetén

(Forrás: [30])



Az **Ábra 38.** több levegő-víz hőszivattyú teljesítmény és COP diagramjait tartalmazza a hőforrás hőmérsékletének függvényében. A létesítmény téli hővesztesége méretezési állapotban 13.6 kW-ra adódott, a kiválasztott használati-melegvíz tároló hőcserélőjének a teljesítményfelvétele pedig 17.5 kW. A vizsgált hőszivattyú jelleggörbéje az ábrán háromszöggel került jelzésre és az előbbi kettő teljesítményigényt le tudja fedni.

70 °C-os előremenő hőmérséklet esetén 13 °C-os forrás hőmérsékletnél a hőszivattyú teljesítménytényezője 2.8, szemben a -10 °C-nál lévő 1.1-es teljesítménytényezővel. Ez több mint két és félszer jobb energia felhasználást jelent kedvezőtlen külső hőmérsékleti feltételek mellett.

Az öntőműhely porterhelése magas, kiépített szellőzés a munkaállomások fölött nincsen ezért a hőszivattyú közvetlen telepítése a helyiségben nem javasolt. Ezen felül nyáron a hőszivattyút nem lehetne hűtési üzemmódban alkalmazni a túlzottan magas belső hőmérséklet miatt. A

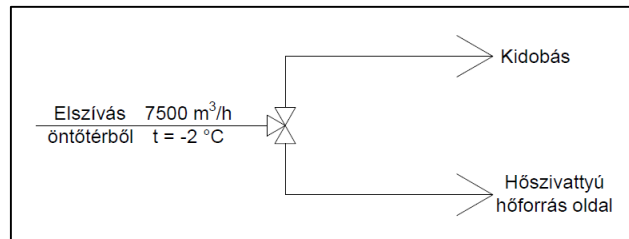
hőszivattyú üzembiztonságának és energiahatékonyaságának biztosítására célszerűbb előbb egy légtechnikai hálózatot telepíteni, amely az elszívott és szűrt levegőt a külön telepített hőszivattyúra vezeti, így biztosítva a megfelelő forráshőmérsékletet.

#### 7.2.4 Légtechnikai rendszer alkalmazása

Az öntőműhelyben az elszívandó légmennyiség meghatározására az iparban használatos tapasztalati értékek állnak rendelkezésre, mert a szennyező anyag terhelésről, hőterhelésről és egyéb szükséges információkról nem rendelkezünk adatokkal. A szakirodalom által meghatározott szükséges alapterületre vonatkozó fajlagos elszívandó légmennyiség kokilla öntés esetén  $100 - 150 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1} \text{ m}^{-2}$  [26]. Ez alapján a telepítendő légtechnikai rendszer légszállítása  $\sim 7500 \text{ m}^3/\text{h}$ -ra adódik, ami 17 szerez óránkénti légcserét jelent. Ezt az értéket az egyensúlyi hőmérséklet számításba behelyettesítve (12-es egyenlet) és csak a helyiség tömítetlenségéből adódó pótlevegő áramlást feltételezve ( $-15 \text{ }^\circ\text{C}$ -os friss levegő), a helyiség egyensúlyi hőmérséklete a téli méretezési állapotra  $-2,46 \text{ }^\circ\text{C}$ -ra adódik.

Hőszivattyú telepítése esetén az elszívott levegőt rá lehet vezetni a hőszivattyúra így biztosítva egy jobb hőforrás hőmérsékletet. Nyári üzemállapotban vagy túlságosan magas elszívott levegő hőmérséklet esetén a hőszivattyú üzeme nem lenne biztosított, így gondoskodni kell a szállított levegő alternatív útjáról is. A kialakítás sematikus ábrája az **Ábra 39.**-en látható.

*Ábra 39. Elszívott levegő rávezetése a hőszivattyú hőforrás oldalára*



A hőszivattyú téli méretezési hőállapotban gazdaságosabb üzemeltetését biztosítani lehet ezzel a megoldással. Sajnos számottevő energiahatékonyasági növekmény ennél a hőmérsékletnél nem realizálható ( $\text{COP}_{-15^\circ\text{C}}=1.1 / \text{COP}_{0^\circ\text{C}}=1.5$ ).

Az öntőtéri elszívott levegőt közvetítő közeges hővisszanyerővel a betervezett szellőztető gép friss levegős ágára lehet vezetni előfűtés gyanánt, ami javítaná a szellőztetőgép energia hatékonyságát. A kialakítás sematikus ábrázolása az **Ábra 40.**-en látható.

A légtechnikai rendszer nettó éves hőenergia igényét a 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet [5] alapján határoztam meg:

$$Q_{LT,n} = 0,35Vn_{LT}(1 - \eta_r)Z_{LT}(\overline{t_{bef}} - 4) \quad (16)$$

Ahol:

- $Q_{LT,n}$ : a légtechnikai rendszer nettó éves hőenergia igénye [kWh/a]
- $V$ : a fűtött térfogat [m<sup>3</sup>]
- $n_{LT}$ : légcsereszám a légtechnikai rendszer üzemidejében [1/h]
- $\eta_r$ : a szellőző rendszerbe épített hővisszanyerő működési hatásfoka [-]
- $Z_{LT}$ : a légtechnikai rendszer működési idejének ezredrésze a fűtési idényben [kh/a]
- $\overline{t_{bef}}$ : a befűjt levegő átlagos hőmérséklete a fűtési idényben [°C]

Ebből:

$$\begin{aligned} Q_{LT,n} &= 0,35 * 1380 \left[ \frac{m^3}{h} \right] * (1 - 0,84) * 1,812 * (20 - 4) \\ &= 2195 \left[ \frac{kWh}{a} \right] \end{aligned} \quad (17)$$

A fűtési idény hosszának meghatározásához az egyensúlyi hőmérséklet különbséget szintén a 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet [5] alapján határoztam meg, amely 4,92 °C lett. Az 5 °C-os egyensúlyi hőmérsékletkülönbséghez tartozó fűtési idény hossz 5435 h/a. Feltételezés, hogy a légtechnikai rendszer a fűtési idényben napi 8 órát üzemel, így a légtechnikai rendszer működési idejének ezredrésze a fűtési idényben:

$$Z_{LT} = \frac{Z_F}{3 * 1000} = 1,812 \left[ \frac{kh}{a} \right] \quad (18)$$

A betervezett szellőztetőgép hővisszanyerési hőhatásfoka a katalógus adatai alapján (9. melléklet):

$$\eta_r = \frac{t_{hv} - t_k}{t_{be,kat} - t_k} = \frac{16,2 [°C] - (-15)[°C]}{22 [°C] - (-15)[°C]} = 0,84 [-] \quad (19)$$

Ahol:

- $t_{hv}$ : a hővisszanyerő utáni hőmérséklet [°C]
- $t_k$ : a méretezési külső hőmérséklet [°C]
- $t_{be,kat}$ : a katalógus szerinti befűjt levegő hőmérséklet [°C]

A 17-es egyenlet számítása előfűtés nélküli üzemmellel került meghatározásra.

A kialakításra javasolt közvetítő közeges hővisszanyerő minimális hőhatásfoka az Európai Bizottság 1254/2014/EU rendelete [27] szerint: 63%. Ebből az előfűtő utáni hőmérséklet:

$$t_{hv,el} = t_k + (t_{el,\ddot{o}} - t_k) * \eta_{hv,kk} \quad (20)$$

$$t_{hv,el} = -15 [^{\circ}C] + ((-2)[^{\circ}C] - (-15)[^{\circ}C]) * 0,63 \quad (21)$$

$$t_{hv,el} = -6,81 [^{\circ}C] \quad (22)$$

Ahol:

- $t_{hv,el}$ : az előfűtő utáni hőmérséklet [ $^{\circ}C$ ]
- $\eta_{hv,kk}$ : közvetítő közeges hővisszanyerő minimális hőhatásfoka [-]
- $t_{el,\ddot{o}}$ : öntőtérből elszívott levegő hőmérséklete [ $^{\circ}C$ ]

A szellőzőgép 84%-os hővisszanyerési hőhatásfokát állandónak feltételezve, a szellőzőgépbe épített keresztáramú hőcserélő utáni levegő hőmérséklet a tervezett rendszerre:

$$t_{hv,ká} = t_{hv,el} + (t_{el} - t_{hvel}) * \eta_r \quad (23)$$

$$t_{hv,ká} = -6,81 [^{\circ}C] + (20 [^{\circ}C] - (-6,81)[^{\circ}C]) * 0,84 \quad (24)$$

$$t_{hv,ká} = 15,79 [^{\circ}C] \quad (25)$$

Ahol:

- $t_{hv,ká}$ : a keresztáramú hővisszanyerő utáni hőmérséklet [ $^{\circ}C$ ]
- $t_{el}$ : az elszívott levegő hőmérséklete [ $^{\circ}C$ ]

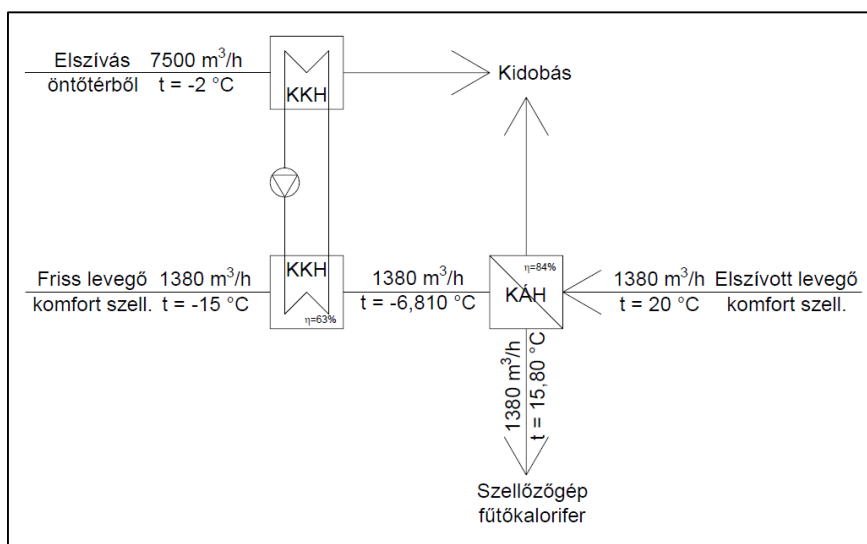
A hővisszanyerési hőhatásfok előfűtéssel:

$$\eta_{r\ddot{o}} = \frac{t_{hv,ká} - t_k}{t_{bef} - t_k} = \frac{15,79 [^{\circ}C] - (-15)[^{\circ}C]}{20 [^{\circ}C] - (-15)[^{\circ}C]} = 0,88 \quad (26)$$

Ahol:

- $\eta_{r\ddot{o}}$ : a hővisszanyerési hőhatásfok az előfűtő hőcserélővel együtt [-]

**Ábra 40.** Elszívott levegő hőtartalmának hasznosítása közvetítő közeges hővisszanyerővel előfűtésre



A kialakuló hőmérséklet viszonyok miatt a közvetítő közeges hővisszanyerőben csak fagyálló közvetítő közeget lehet alkalmazni.

A légtechnikai rendszer nettó éves hőenergia igénye ebben az esetben, az új hatásfokot behelyettesítve a 16-os képletbe, **1681** kWh/a-re adódik. A megtakarítható energia évente így 514 kWh.

A tervezett szellőztető berendezést a szellőzőgéphez ajánlott hőszivattyú látja el fűtési és hűtési energiával, így a megtakarított elektromos energia a 7/2006. (V. 24.) TNM rendeletből [5] származó teljesítménytényezővel számolva:

$$\text{Megtakarítás} = 514 \left[ \frac{kWh}{a} \right] * 0,37 = \mathbf{190,2} \left[ \frac{kWh}{a} \right] \quad (27)$$

Ekkora mértékű éves megtakarítás a jelenleg alkalmazott technológia mellett elhanyagolható.

#### 7.2.5 Technológiai elszívás alkalmazása

Csak az olvasztó és hőtartó kemence fölé elhelyezett elszívó ernyővel és kisebb elszívott térfogatárammal magasabb elszívott levegő hőmérsékletet lehet elérni előreláthatólag. A kifejezett kialakításra szakirodalomból irányadó adatok nem voltak elérhetőek. A hővisszanyerés hatásosságának becsléséhez és a kialakítható hővisszanyerési módok tervezéséhez mérési adatok összegyűjtése szükséges.

A mérést a technológiai elszívás kialakításába integrált adatgyűjtő eszközökkel lenne célszerű megoldani. Az adatokat hosszabb távon, a külső környezeti és munkavégzési paraméterekkel együtt kellene kiértékelni.

Az elszívás kialakítására nem állt rendelkezésre megfelelő pénzügyi forrás, így ennek a vizsgálata nem volt lehetséges.

#### 7.2.6 Megvalósíthatóság, javaslatok

Az Abonyi Fémöntő Kft. műhelyépületénél vizsgált hővisszanyerési módozatok koncepcionális vizsgálatát végeztem el. Az elszívásból adódó hővisszanyerés során nem lett figyelembe véve, hogy az öntőtérben az elszívott légmennyiséget fűtött levegővel pótolni szükséges. Ebben az esetben hulladék hő hasznosításról nem beszélhetünk, az elszívott légmennyiség hőtartalmát a befűjandó levegő előmelegítésére kell fordítani, mint a komfort szellőzőgépnél. Ezután a kialakuló hőállapotok függvényében utófűtés is szükséges lehet a megfelelő befűjt levegő minőségének eléréséhez.

A telephelyen hőszivattyú elhelyezése oly módon nem lehetséges, hogy az elszívott levegőt rá lehessen vezetni, így ez a kialakítás sem megvalósítható.

A Kft. jelenleg alkalmazott gyártástechnológiája és gyártási folyamata során hulladékhő alkalmazása reálisan nem lehetséges. A gyártástechnológia korszerűsítése javasolt egy kevésbé pazarló és modernebb megoldásra.

A gyártás technológiájának korszerűsítése során javasolt a fejlesztést már eleve úgy kialakítani, hogy a hulladékhő hasznosításra kerüljön (pl. indukciós olvasztó kemence alkalmazása esetén a hűtővíz felhasználása mint hőforrás).

## **8 Összefoglalás**

Ebben a diplomadolgozatban az Abonyi Fémöntő Kft. telephelyének épületgépészeti és energetikai rendszereinek vizsgálatát és felújításának megtervezését valósítottam meg, valamint kitértem még a hulladékhő hasznosítási lehetőségekre is.

Az épület megvalósult energetikai felújítása a fogyasztási adatokból következtetve megfelelő eredményre vezetett, a várt fogyasztáscsökkenést elértük.

Az épületgépészeti rendszerek korszerűsítése során megtervezésre került a létesítmény gázellátása, fűtése, vízellátása, csatornázása és szellőzése.

A gázellátás és fűtés és használati-melegvíz korszerűsítése során a meglévő, korszerűtlen hőtermelők lecserélésre kerülnek.

A fűtési rendszer új hőleadókkal és megfelelő szabályozó szerelvényekkel ellátva kerül kialakításra.

A használati-melegvíz ellátáshoz az átfolyós üzemű vízmelegítő helyett elhelyezésre kerül egy indirekt fűtésű használati-melegvíz tároló.

A szellőzési igények kielégítésére egy teljesen új szellőztetőgép kerül elhelyezésre a műhelyépület padlásfödémén saját hőtermelővel ellátva. A tervezett légtechnikai hálózatba a szükséges szabályozó szerelvények betervezésre kerültek.

A hulladékhő hasznosítási lehetőségek vizsgálata során fény derült arra, hogy a Kft. jelenlegi gyártástechnológiai folyamataiba megfelelő hatékonyságú és reális eredményeket produkáló hővisszanyerési mód nem integrálható. Hulladékhő hasznosítási lehetőségek kiaknázásához az alkalmazott öntészeti technológia korszerűsítése szükséges.

## **9 Summary**

In this paper, I evaluated the efficiency of the energetic renovation and designed the modernization of the building utilities of Abonyi Fémöntő Kft's foundry building, and I also discussed the possibilities of utilizing waste heat.

Judging from the consumption data, the realized energetic renovation of the building led to a suitable result, the expected reduction in consumption was achieved.

For the modernization of the building utility systems, the facility's gas supply, heating, water supply, plumbing and ventilation were designed.

During the modernization of the gas supply and heating and domestic hot water, the existing, outdated heat generators will be replaced.

The heating system will be equipped with new heat emitters and appropriate regulating valves.

For domestic hot water supply, instead of the flow-through water heater, an indirectly heated domestic hot water storage tank will be installed.

To meet the ventilation needs, a completely new air handling unit will be placed on the attic floor of the workshop building, equipped with its own heat generator. The necessary regulating valves have been implemented into the planned ventilation network.

During the investigation of the waste heat utilization possibilities, it became clear that a heat recovery method that is efficient and produces realistic results cannot be integrated into the current production technology processes of the company. In order to exploit waste heat utilization opportunities, it is necessary to modernize the applied casting technology.



## NYILATKOZAT

### a diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Velkey-Guth Simon András  
A Hallgató Neptun kódja: XQEZP5  
A dolgozat címe: Az Abonyi Fémöntő Kft. telephelyének épületgépészeti rendszereinek korszerűsítése, hulladék hő hasznosítási lehetőségek vizsgálata, műszaki megoldása  
A megjelenés éve: 2024.  
A konzulens tanszék neve: Műszaki Intézet, Épületgépészeti és Energetikai tanszék

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

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

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

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

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

Kelt: 2024. év április hó 16. nap

Velkey-Guth Simon András  
Hallgató aláírása

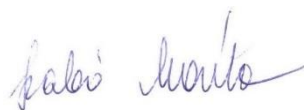
## NYILATKOZAT

Velkey-Guth Simon András (név) (hallgató Neptun azonosítója: XQEZP5) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védeésre **javaslom / nem javaslom**<sup>1</sup>.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen **nem**<sup>\*2</sup>

Kelt: 2024 év április hó 22 nap



belső konzulens

---

<sup>1</sup> A megfelelő aláhúzendó.

<sup>2</sup> A megfelelő aláhúzendó.

## **10 Irodalomjegyzék**

- [1] European Commission, „Climate Action: European Commission,” [Online]. Available: [https://climate.ec.europa.eu/eu-action/climate-strategies-targets/2050-long-term-strategy\\_en](https://climate.ec.europa.eu/eu-action/climate-strategies-targets/2050-long-term-strategy_en). [Hozzáférés dátuma: 05. 04. 2024.].
- [2] eurostat, „Energy statistics - an overview, eurostat,” 05. 2023.. [Online]. Available: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy\\_statistics\\_-\\_an\\_overview#Final\\_energy\\_consumption](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy_statistics_-_an_overview#Final_energy_consumption). [Hozzáférés dátuma: 05. 04. 2024.].
- [3] BCS Incorporated, Advanced Melting Technologies: Energy Saving Concepts and Opportunities for the Metal Casting Industry, BCS, Incorporated, 2005..
- [4] M. Balan, A. Pocola és A. Serban, „Complex and efficient waste heat recovery system in aluminum foundry,” Elsevier Ltd., 2017..
- [5] „7/2006. (V. 24.) TNM rendelet az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról: Nemzeti Jogszabálytár,” 18. 09. 2022.. [Online]. Available: <https://njt.hu/jogszabaly/2006-7-20-6F>. [Hozzáférés dátuma: 05. 04. 2024.].
- [6] „Havi körkép: metnet,” [Online]. Available: <https://www.metnet.hu/napi-adatok>. [Hozzáférés dátuma: 05. 04. 2024.].
- [7] Viessmann Fűtéstechnika Kft., „Vitocell Tárolók és tároló-töltő rendszerek Tervezési segédlet,” Viessmann Fűtéstechnika Kft., 2013..
- [8] Helios Ventilatoren GmbH + Co KG, „Helios Ventilation Systems Standard Range Catalogue 5.0,” Helios Ventilatoren, Villingen-Schwenningen.
- [9] A. Anastasovski, Industrial Waste Heat Recovery Techniques, Beau Bassin: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2020..
- [10] C. C. S. Reddy és G. P. Rangaiah, Waste Heat Recovery Principles and Industrial Applications, Toh Tuck: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 2022..
- [11] H. Jouhara és D. Brough, „The aluminium industry: A review on state-of-the-art technologies, environmental impacts and possibilities for waste heat recovery,” Elsevier Ltd., 2020..
- [12] H. Jouhara, Waste Heat Recovery in Process Industries, Weinheim: WILEY-VCH, 2022..

- [13] H. Jouhara, N. Khordehgah, S. Almahmoud, B. Delpech, A. Chauhan és S. A. Tassou, „Waste heat recovery technologies and applications,” Elsevier Ltd., 2018..
- [14] S. Scharf, B. Sander, M. Kujath, H. Richter, E. Riedel, H. Stein és J. t. Felde, „FOUNDRY 4.0: An innovative technology for sustainable and flexible process design in foundries,” Elsevier B.V., 2021..
- [15] K. Kurabayashi, M. Amr, C. Eichhorst, J. Gilmore és E. Romain, „Foundry Energy Recover: Final Report,” 2007..
- [16] B. Egilegor, H. Jouhara, J. Zuazua, F. Al-Mansour, K. Plesnik, L. Montorsi és L. Manzini, „ETEKINA: Analysis of the potential for waste heat recovery in three sectors: Aluminium low pressure die casting, steel sector and ceramic tiles manufacturing sector,” Elsevier Ltd., 2019..
- [17] H. Jouhara és S. Almahmoud, „Experimental and theoretical investigation on a radiative flat heat pipe heat exchanger,” Elsevier Ltd., 2019..
- [18] H. Jouhara, S. Almahmoud, A. Chauhan, B. Delpech, G. Bianchi, S. A. Tassou, R. Llera, F. Lago és J. J. Arribas, „Experimental and theoretical investigation of a flat heat pipe heat exchanger for waste heat recovery in the steel industry,” Elsevier Ltd., 2017..
- [19] S. C. Kim és J. O. Kang, „Heat Transfer Characteristics of Heat Exchangers for Waste Heat Recovery from a Billet Casting Process,” in *Heat Exchangers for Waste Heat Recovery*, MDPI, 2020., pp. 1-13..
- [20] P. Moser, C. Zauner, B. Windholz és M. Lauermann, „Utilization of a Latent Heat Storage for Waste Heat Recovery from an Aluminum Die Casting Plant and the Supply of Preheating and Heat Treatment Furnaces with Stored Heat,” 2023..
- [21] J. Selvaraj, V. S. Varun, Vignesh és V. Vishwam, „Waste heat recovery from metal casting and scrap preheating using recovered heat,” Elsevier Ltd., 2014..
- [22] M. M. Mathew, M. Thenarasu, G. Aravind és J. Selvaraj, „PERFORMANCE COMPARISON FOR ALUMINIUM, COPPER AND STEEL SHOTS IN WASTE HEAT RECOVERY AND SCRAP PREHEATING FROM SOLIDIFYING MOLTEN METAL,” Asian Research Publishing Network, 2016..

- [23] L. V. Muthuraman, „Energy Conservation in Foundries Using Waste Heat Recovery System,” Elsevier Ltd., 2014..
- [24] M. I. Hassan és T. Arink, „Metal scrap preheating using flue gas waste heat,” Elsevier Ltd., 2017..
- [25] U.S. Department of Energy, „Energy Tips - Process Heating,” U.S. Department of Energy, 2006..
- [26] B. Németh, S. Hámori, A. Kostyák és G. Vígh, „Különböző funkciójú épületek klimatechnikája III. Segédlet ipari épületek lég- és klimatechnikai rendszereinek tervezése,” Magyar Mérnöki Kamara, Budapest, 2019..
- [27] Európai Bizottság, „A BIZOTTSÁG 1253/2014/EU rendelete a 2009/125/EK európai parlamenti és tanácsi irányelvnek a szellőztetőberendezések környezettudatos tervezésére vonatkozó követelmények tekintetében történő végrehajtásáról,” Európai Bizottság, 2014..

## **11 Ábra- és táblázatjegyzék**

<b>Ábra 1.</b> Az Európai Unió energiafogyasztása 2021.-ben (Forrás: [2]).....	4
<b>Ábra 2.</b> Az öntészeti technológia során felhasznált energia tipikus megoszlása (Forrás: [3]) ....	5
<b>Ábra 3.</b> A műhelyépület földgázfogyasztása havi lebontásban .....	14
<b>Ábra 4.</b> A műhelyépület földgázfogyasztása három hónapban, napi lebontásban .....	14
<b>Ábra 5.</b> A telephely villamos energia fogyasztása havi lebontásban.....	15
<b>Ábra 6.</b> A telephely villamos energia fogyasztási napi lebontásban a vizsgált időszakra.....	15
<b>Ábra 7.</b> A telephely induktív meddő villamos energia fogyasztása a vizsgált időszakra.....	16
<b>Ábra 8.</b> A telephely kapacitív meddő energia fogyasztása a vizsgált időszakra .....	16
<b>Ábra 9.</b> Hulladék hő hasznosítás egyik lehetséges besorolása (Forrás: [9]).....	31
<b>Ábra 10.</b> Sugárzásos rekuperátor kialakítása (Forrás: [11]) .....	32
<b>Ábra 11.</b> Hibrid rekuperátor kialakítása (Forrás: [11]).....	33
<b>Ábra 12.</b> Rotációs regenerátor működési elve (Forrás: [13]) .....	34
<b>Ábra 13.</b> Recirkuláltatott égéstermék (Forrás: [12]).....	34
<b>Ábra 14.</b> Rekuperatív égő kialakítása (Forrás: [13]) .....	35
<b>Ábra 15.</b> Regeneratív égő egy lehetséges kialakítása (Forrás: [11]) .....	35
<b>Ábra 16.</b> Kondenzáló és nem kondenzáló economiserek sorba kötve (Forrás: [10]).....	37
<b>Ábra 17.</b> Hőcserélők kialakítás szerinti csoportosítása (Forrás: [12]).....	37
<b>Ábra 18.</b> Csököteges hőcserélő felépítése (Forrás: [12]).....	38
<b>Ábra 19.</b> Hőcső (Heat Pipe) működési elve (Forrás: [11]).....	38
<b>Ábra 20.</b> Sűrített levegős tárolás (Forrás: [9]).....	39
<b>Ábra 21.</b> Termokémiai tárolás (Forrás: [9]).....	40
<b>Ábra 22.</b> Új, lángnélküli égő (Forrás: [14]).....	41
<b>Ábra 23.</b> A öntési folyamat az új kemencével (Forrás: [14]) .....	41
<b>Ábra 24.</b> Az új és a klasszikus gyártási folyamat energiaigénye (Forrás: [14]) .....	42
<b>Ábra 25.</b> Az öntőde hővisszanyerésének kapcsolási vázlata (Forrás: [15]) .....	43
<b>Ábra 26.</b> Az öntőde hővisszanyerő rendszerének sematikus ábrázolása (Forrás: [4]) .....	44
<b>Ábra 27.</b> A kísérlet felépítése (Forrás: [17]).....	44
<b>Ábra 28.</b> Mérési eredmények (Forrás: [17]) .....	45
<b>Ábra 29.</b> Hőcső alkalmazása gyári környezetben, sugárzásos hőhasznosításra (Forrás: [16])..	45
<b>Ábra 30.</b> Hőcső alkalmazása gyári környezetben, sugárzásos hőhasznosításra (Forrás: [18])..	46

<b>Ábra 31.</b> Hővisszanyerés termoelektromos generátorral (Forrás: [19]) .....	46
<b>Ábra 32.</b> A hőcserélő felület és az áramlás hatása a visszanyerhető energiára (Forrás: [19])...	47
<b>Ábra 33.</b> A lehűtésből származó hő lehetséges felhasználása (Forrás: [20]).....	47
<b>Ábra 34.</b> Az előfűtő berendezés koncepciója (Forrás: [20]).....	48
<b>Ábra 35.</b> Öntött munkadarab az előfűtendő darabokkal körbe véve (Forrás: [21]).....	48
<b>Ábra 36.</b> Az előmelegítendő darabok elhelyezése a homokformába (Forrás: [23]).....	49
<b>Ábra 37.</b> Az öntési folyamat folyamatábrája a Kft.-nél.....	52
<b>Ábra 38.</b> Hoval Belaria fit 20 (háromszöggel jelölt) teljesítménye és COP-ja a forrás hőmérsékletének függvényében, 70 °C-os előremenő esetén (Forrás: [30]).....	54
<b>Ábra 39.</b> Elszívott levegő rávezetése a hőszivattyú hőforrás oldalára .....	55
<b>Ábra 40.</b> Elszívott levegő hőtartalmának hasznosítása közvetítő közeges hővisszanyerővel előfűtésre.....	57
<b>Táblázat 1.</b> Meglévő, megmaradó gázmérő adatai.....	17
<b>Táblázat 2.</b> Meglévő, megmaradó gáznyomás szabályozó adatai.....	17
<b>Táblázat 3.</b> Meglévő, megmaradó telephelyi gázfogyasztó készülékek adatai .....	18
<b>Táblázat 4.</b> Tervezett telephelyi gázfogyasztó készülékek adatai .....	18
<b>Táblázat 5.</b> Meglévő, bontandó telephelyi gázfogyasztó készülékek adatai .....	18
<b>Táblázat 6.</b> Gázellátási tervek (5. melléklet).....	20
<b>Táblázat 7.</b> Hidraulikai számítás végeredménye .....	22
<b>Táblázat 8.</b> Fűtési hálózat méretezésének végeredménye .....	24
<b>Táblázat 9.</b> Fűtési tervek (6. melléklet).....	24
<b>Táblázat 10.</b> Vízellátási, csatornázási tervek (7. melléklet) .....	26
<b>Táblázat 11.</b> Ajánlott légcsereszámok (Forrás: [8]).....	27
<b>Táblázat 12.</b> Légmennyiségek meghatározása .....	28
<b>Táblázat 13.</b> Méretezés végeredménye szakaszokra .....	29
<b>Táblázat 14.</b> Méretezés végeredménye az egyes anemosztátokra.....	30
<b>Táblázat 15.</b> Légtechnikai tervek (8. melléklet).....	30
<b>Táblázat 16.</b> Különböző anyagok hatékonysága az előmelegítésre (Forrás: [22]).....	49

## **12 Mellékletek**

### 1. melléklet



Dátum: 9/15/2022

Ir, része a TH épületnek

Téli hoveszteség: 3.2 kW

**Energetikai számítás**

Futott térfogatot határoló felület: 60.8 m<sup>2</sup> Használat jellege: folyamatos  
 Futott épület(rész) térfogat: 76.1 m<sup>3</sup>  
 Számított fajlagos veszteség: 0.876 W/m<sup>3</sup>K Megengedett fajlagos veszteség: 0.341 W/m<sup>3</sup>K

**Az épület(rész) az energetikai számítás alapján NEM FELEL MEG!**

Helyiségek:

Helyiség neve	Csoport neve	Funkciója	Épületrész neve	Zóna	A [m <sup>2</sup> ]	V [m <sup>3</sup> ]	t <sub>t</sub> [°C]	Q <sub>t</sub> [W]	q <sub>t</sub> [W/m <sup>2</sup> ]	q <sub>t</sub> [W/m <sup>3</sup> ]	A <sub>k</sub> [m <sup>2</sup> ]
07 - Iroda		Iroda			32,083	76,133	20	3241	101,0	42,6	60,838

Határoló szerkezetek:

Szerkezet megnevezés	típus	tájolás	Hajlásszög [°]	U [W/m <sup>2</sup> K]	U* [W/m <sup>2</sup> K]	A [m <sup>2</sup> ]	Ψ [W/mK]	L [m]	AU*+LΨ [W/K]	A <sub>ü</sub> [m <sup>2</sup> ]
001 - Külső fal - Meglévő	külső fal	ÉK	függőleges	1,903	1,903	6,7	-	-	12,713	12,713
001 - Külső fal - Meglévő	külső fal	DNY	függőleges	1,903	1,903	6,7	-	-	12,713	12,713
001 - Külső fal - Meglévő	külső fal	ÉNY	függőleges	1,903	1,903	8,3	-	-	15,758	15,758
008 - Ablak - Ir - Új	ablak (külső, fi)	ÉNY	függőleges	1,15	1,15	1,0	-	-	1,1241	1,124
010 - Ajtó - Ir - Új	ajtó (külső)	ÉNY	függőleges	1,45	1,45	1,9	-	-	2,7405	2,740
003 - Ferdetető - Meglévő	tető	ÉK	45°	0,57	0,57	9,9	-	-	5,6287	5,628
008 - Ablak - Ir - Új	ablak (külső, fi)	ÉK	45°	1,15	1,15	0,8	-	-	0,94875	0,9487
003 - Ferdetető - Meglévő	tető	DNY	45°	0,57	0,57	9,9	-	-	5,6287	5,628
008 - Ablak - Ir - Új	ablak (külső, fi)	DNY	45°	1,15	1,15	0,8	-	-	0,94875	0,9487
003 - Ferdetető - Meglévő	tető		vízszintes	0,57	0,57	14,9	-	-	8,5091	8,509

Mhely, része a TH épületnek

Téli hoveszteség: 25.5 kW

**Energetikai számítás**

Futott térfogatot határoló felület: 396.0 m<sup>2</sup> Használat jellege: folyamatos  
 Futott épület(rész) térfogat: 395.4 m<sup>3</sup>  
 Számított fajlagos veszteség: 1.449 W/m<sup>3</sup>K Megengedett fajlagos veszteség: 0.341 W/m<sup>3</sup>K

**Az épület(rész) az energetikai számítás alapján NEM FELEL MEG!**

Helyiségek:

Helyiség neve	Csoport neve	Funkciója	Épületrész neve	Zóna	A [m <sup>2</sup> ]	V [m <sup>3</sup> ]	t <sub>t</sub> [°C]	Q <sub>t</sub> [W]	q <sub>t</sub> [W/m <sup>2</sup> ]	q <sub>t</sub> [W/m <sup>3</sup> ]	A <sub>k</sub> [m <sup>2</sup> ]
01 - WC		WC			2,12	6,148	20	1234	582,1	200,7	19,169
02 - Tartózkod		Tartózkodó			12,74	36,946	20	2014	158,1	54,5	35,992
03 - Öltöző		Öltöző			12,73	36,917	22	2307	181,2	62,5	36,075
04 - Zuhanyzó		Zuhanyzó			4,17	12,093	24	1865	447,2	154,2	22,146
05 - Mhely1		Műhely			45,9	133,11	20	6550	142,7	49,2	104,13
06 - Mhely2		Műhely			58,7	170,23	20	11531	196,4	67,7	178,48

## Határoló szerkezetek:

Szerkezet megnevezés	típus	tájolás	Hajlásszög [°]	U [W/m <sup>2</sup> K]	U* [W/m <sup>2</sup> K]	A [m <sup>2</sup> ]	Ψ [W/mK]	L [m]	AU*+LΨ [W/K]	A <sub>ü</sub> [m <sup>2</sup> ]
001 - Külső fal - Meglévő	külső fal	ÉK	függőleges	1,903	1,903	36,4	-	-	69,223	69,223
008 - Ablak - Ir - Új	ablak (külső, f)	ÉK	függőleges	1,15	1,15	1,1	-	-	1,242	1,242
009 - Ablak - Mh - Új	ablak (külső, f)	ÉK	függőleges	1,4	1,4	6,0	-	-	8,4	8,4
001 - Külső fal - Meglévő	külső fal	DK	függőleges	1,903	1,903	9,0	-	-	17,163	17,163
001 - Külső fal - Meglévő	külső fal	DNY	függőleges	1,903	1,903	41,6	-	-	79,07	79,07
008 - Ablak - Ir - Új	ablak (külső, f)	DNY	függőleges	1,15	1,15	1,8	-	-	2,07	2,07
010 - Ajtó - Ir - Új	ajtó (külső)	DNY	függőleges	1,45	1,45	4,2	-	-	6,09	6,09
009 - Ablak - Mh - Új	ablak (külső, f)	DNY	függőleges	1,4	1,4	5,3	-	-	7,35	7,35
010 - Ajtó - Mh - Új	ipari és tűzgátl	DNY	függőleges	2	2	6,6	-	-	13,25	13,25
001 - Külső fal - Meglévő	külső fal	ÉNY	függőleges	1,903	1,903	9,8	-	-	18,574	18,574
008 - Ablak - Ir - Új	ablak (külső, f)	ÉNY	függőleges	1,15	1,15	0,7	-	-	0,828	0,828
012 - Padló - Meglévő	padló (talajra f)			-	-	136,4	1,35	42,0	56,751	56,751
002 - Födém - Meglévő	padlásfödém			2,713	2,4417	58,7	-	-	143,33	143,33
002 - Födém - Meglévő	padlásfödém			2,713	2,713	39,5	-	-	107,14	107,14
011 - Belső fal - Meglévő	belső fal (fűtet)			1,835	1,101	18,3	-	-	20,128	20,128
013 - Belső falMH - Meglévő	belső fal (fűtet)			1,351	1,0808	20,8	-	-	22,455	22,455

## TH

Téli hovesztesség: 28.7 kW

## Energetikai számítás

Futott térfogatot határoló felület: 456.8 m<sup>2</sup>      Használat jellege: folyamatos  
 Futott épület(rész) térfogat: 471.6 m<sup>3</sup>  
 Számított fajlagos veszteség: 1.356 W/m<sup>3</sup>K      Megengedett fajlagos veszteség: 0.341 W/m<sup>3</sup>K

## Az épület(rész) az energetikai számítás alapján NEM FELEL MEG!

## Helyiségek:

Helyiség neve	Csoport neve	Funkciója	Épületrész neve	Zóna	A [m <sup>2</sup> ]	V [m <sup>3</sup> ]	t <sub>t</sub> [°C]	Q <sub>t</sub> [W]	q <sub>t</sub> [W/m <sup>2</sup> ]	q <sub>t</sub> [W/m <sup>3</sup> ]	A <sub>k</sub> [m <sup>2</sup> ]
01 - WC		WC	Mhely		2,12	6,148	20	1234	582,1	200,7	19,169
02 - Tartózkod		Tartózkodó	Mhely		12,74	36,946	20	2014	158,1	54,5	35,992
03 - Öltöző		Öltöző	Mhely		12,73	36,917	22	2307	181,2	62,5	36,075
04 - Zuhanyzó		Zuhanyzó	Mhely		4,17	12,093	24	1865	447,2	154,2	22,146
05 - Mhely1		Műhely	Mhely		45,9	133,11	20	6550	142,7	49,2	104,13
06 - Mhely2		Műhely	Mhely		58,7	170,23	20	11531	196,4	67,7	178,48
07 - Iroda		Iroda	Ir		32,083	76,133	20	3241	101,0	42,6	60,838

## Határoló szerkezetek:

Szerkezet megnevezés	típus	tájolás	Hajlásszög [°]	U [W/m <sup>2</sup> K]	U* [W/m <sup>2</sup> K]	A [m <sup>2</sup> ]	Ψ [W/mK]	L [m]	AU*+LΨ [W/K]	A <sub>ü</sub> [m <sup>2</sup> ]
001 - Külső fal - Meglévő	külső fal	ÉK	függőleges	1,903	1,903	43,1	-	-	81,936	81,936
008 - Ablak - Ir - Új	ablak (külső, f	ÉK	függőleges	1,15	1,15	1,1	-	-	1,242	1,242
009 - Ablak - Mh - Új	ablak (külső, f	ÉK	függőleges	1,4	1,4	6,0	-	-	8,4	8,4
001 - Külső fal - Meglévő	külső fal	DK	függőleges	1,903	1,903	9,0	-	-	17,163	17,163
001 - Külső fal - Meglévő	külső fal	DNY	függőleges	1,903	1,903	48,2	-	-	91,783	91,783
008 - Ablak - Ir - Új	ablak (külső, f	DNY	függőleges	1,15	1,15	1,8	-	-	2,07	2,07
010 - Ajtó - Ir - Új	ajtó (külső)	DNY	függőleges	1,45	1,45	4,2	-	-	6,09	6,09
009 - Ablak - Mh - Új	ablak (külső, f	DNY	függőleges	1,4	1,4	5,3	-	-	7,35	7,35
010 - Ajtó - Mh - Új	ipari és tűzgátl	DNY	függőleges	2	2	6,6	-	-	13,25	13,25
001 - Külső fal - Meglévő	külső fal	ÉNY	függőleges	1,903	1,903	18,0	-	-	34,333	34,333
008 - Ablak - Ir - Új	ablak (külső, f	ÉNY	függőleges	1,15	1,15	1,7	-	-	1,9521	1,9521
010 - Ajtó - Ir - Új	ajtó (külső)	ÉNY	függőleges	1,45	1,45	1,9	-	-	2,7405	2,7405
003 - Ferdetető - Meglévő	tető	ÉK	45°	0,57	0,57	9,9	-	-	5,6287	5,6287
008 - Ablak - Ir - Új	ablak (külső, f	ÉK	45°	1,15	1,15	0,8	-	-	0,94875	0,94875
003 - Ferdetető - Meglévő	tető	DNY	45°	0,57	0,57	9,9	-	-	5,6287	5,6287
008 - Ablak - Ir - Új	ablak (külső, f	DNY	45°	1,15	1,15	0,8	-	-	0,94875	0,94875
003 - Ferdetető - Meglévő	tető		vízszintes	0,57	0,57	14,9	-	-	8,5091	8,5091
012 - Padló - Meglévő	padló (talajra f			-	-	136,4	1,35	42,0	56,751	56,751
002 - Födém - Meglévő	padlásfödém			2,713	2,4417	58,7	-	-	143,33	143,33
002 - Födém - Meglévő	padlásfödém			2,713	2,713	39,5	-	-	107,14	107,14
011 - Belső fal - Meglévő	belső fal (fűtet			1,835	1,101	18,3	-	-	20,128	20,128
013 - Belső falMH - Meglévő	belső fal (fűtet			1,351	1,0808	20,8	-	-	22,455	22,455

## 2. melléklet

Dátum: 9/15/2022

Ir, része a TH épületnek

Téli hoveszteség: 2.0 kW

**Energetikai számítás**

Futott térfogatot határoló felület: 60.8 m<sup>2</sup> Használat jellege: folyamatos  
 Futott épület(rész) térfogat: 76.1 m<sup>3</sup>  
 Számított fajlagos veszteség: 0.415 W/m<sup>3</sup>K Megengedett fajlagos veszteség: 0.341 W/m<sup>3</sup>K

**Az épület(rész) az energetikai számítás alapján NEM FELEL MEG!**

Helyiségek:

Helyiség neve	Csoport neve	Funkciója	Épületrész neve	Zóna	A [m <sup>2</sup> ]	V [m <sup>3</sup> ]	t <sub>t</sub> [°C]	Q <sub>t</sub> [W]	q <sub>t</sub> [W/m <sup>2</sup> ]	q <sub>t</sub> [W/m <sup>3</sup> ]	A <sub>k</sub> [m <sup>2</sup> ]
07 - Iroda		Iroda			32,083	76,133	20	2013	62,7	26,4	60,838

Határoló szerkezetek:

Szerkezet megnevezés	típus	tájolás	Hajlásszög [°]	U [W/m <sup>2</sup> K]	U* [W/m <sup>2</sup> K]	A [m <sup>2</sup> ]	Ψ [W/mK]	L [m]	AU*+LΨ [W/K]	A <sub>ü</sub> [m <sup>2</sup> ]
015 - Külső fal - Tervezett	külső fal	ÉK	függőleges	0,283	0,283	6,7	-	-	1,8906	1,8906
015 - Külső fal - Tervezett	külső fal	DNY	függőleges	0,283	0,283	6,7	-	-	1,8906	1,8906
015 - Külső fal - Tervezett	külső fal	ÉNY	függőleges	0,283	0,283	8,3	-	-	2,3435	2,3435
008 - Ablak - Ir - Új	ablak (külső, fi)	ÉNY	függőleges	1,15	1,15	1,0	-	-	1,1241	1,1241
010 - Ajtó - Ir - Új	ajtó (külső)	ÉNY	függőleges	1,45	1,45	1,9	-	-	2,7405	2,7405
003 - Ferdetető - Meglévő	tető	ÉK	45°	0,57	0,57	9,9	-	-	5,6287	5,6287
008 - Ablak - Ir - Új	ablak (külső, fi)	ÉK	45°	1,15	1,15	0,8	-	-	0,94875	0,94875
003 - Ferdetető - Meglévő	tető	DNY	45°	0,57	0,57	9,9	-	-	5,6287	5,6287
008 - Ablak - Ir - Új	ablak (külső, fi)	DNY	45°	1,15	1,15	0,8	-	-	0,94875	0,94875
003 - Ferdetető - Meglévő	tető		vízszintes	0,57	0,57	14,9	-	-	8,5091	8,5091

Mhely, része a TH épületnek

Téli hoveszteség: 11.6 kW

**Energetikai számítás**

Futott térfogatot határoló felület: 396.0 m<sup>2</sup> Használat jellege: folyamatos  
 Futott épület(rész) térfogat: 395.4 m<sup>3</sup>  
 Számított fajlagos veszteség: 0.459 W/m<sup>3</sup>K Megengedett fajlagos veszteség: 0.341 W/m<sup>3</sup>K

**Az épület(rész) az energetikai számítás alapján NEM FELEL MEG!**

Helyiségek:

Helyiség neve	Csoport neve	Funkciója	Épületrész neve	Zóna	A [m <sup>2</sup> ]	V [m <sup>3</sup> ]	t <sub>t</sub> [°C]	Q <sub>t</sub> [W]	q <sub>t</sub> [W/m <sup>2</sup> ]	q <sub>t</sub> [W/m <sup>3</sup> ]	A <sub>k</sub> [m <sup>2</sup> ]
01 - WC		WC			2,12	6,148	20	637	300,5	103,6	19,169
02 - Tartózkod		Tartózkodó			12,74	36,946	20	1167	91,6	31,6	35,992
03 - Öltöző		Öltöző			12,73	36,917	22	1088	85,5	29,5	36,075
04 - Zuhanyzó		Zuhanyzó			4,17	12,093	24	603	144,6	49,9	22,146
05 - Mhely1		Műhely			45,9	133,11	20	3041	66,3	22,8	104,13
06 - Mhely2		Műhely			58,7	170,23	20	5066	86,3	29,8	178,48

## Határoló szerkezetek:

Szerkezet megnevezés	típus	tájolás	Hajlásszög [°]	U [W/m <sup>2</sup> K]	U* [W/m <sup>2</sup> K]	A [m <sup>2</sup> ]	Ψ [W/mK]	L [m]	AU*+LΨ [W/K]	A <sub>ü</sub> [m <sup>2</sup> ]
015 - Külső fal - Tervezett	külső fal	ÉK	függőleges	0,283	0,283	36,4	-	-	10,294	10,294
008 - Ablak - Ir - Új	ablak (külső, f)	ÉK	függőleges	1,15	1,15	1,1	-	-	1,242	1,242
009 - Ablak - Mh - Új	ablak (külső, f)	ÉK	függőleges	1,4	1,4	6,0	-	-	8,4	8,4
015 - Külső fal - Tervezett	külső fal	DK	függőleges	0,283	0,283	9,0	-	-	2,5524	2,5524
015 - Külső fal - Tervezett	külső fal	DNY	függőleges	0,283	0,283	41,6	-	-	11,759	11,759
008 - Ablak - Ir - Új	ablak (külső, f)	DNY	függőleges	1,15	1,15	1,8	-	-	2,07	2,07
010 - Ajtó - Ir - Új	ajtó (külső)	DNY	függőleges	1,45	1,45	4,2	-	-	6,09	6,09
009 - Ablak - Mh - Új	ablak (külső, f)	DNY	függőleges	1,4	1,4	5,3	-	-	7,35	7,35
010 - Ajtó - Mh - Új	ipari és tűzgátl	DNY	függőleges	2	2	6,6	-	-	13,25	13,25
015 - Külső fal - Tervezett	külső fal	ÉNY	függőleges	0,283	0,283	9,8	-	-	2,7622	2,7622
008 - Ablak - Ir - Új	ablak (külső, f)	ÉNY	függőleges	1,15	1,15	0,7	-	-	0,828	0,828
012 - Padló - Meglévő	padló (talajra f)			-	-	136,4	1,35	42,0	56,751	56,751
016 - Födém - Tervezett	padlásfödém			0,168	0,1512	58,7	-	-	8,8754	8,8754
016 - Födém - Tervezett	padlásfödém			0,168	0,168	39,5	-	-	6,6348	6,6348
011 - Belső fal - Meglévő	belső fal (fűtet)			1,835	1,101	18,3	-	-	20,128	20,128
013 - Belső falMH - Meglévő	belső fal (fűtet)			1,351	1,0808	20,8	-	-	22,455	22,455

## TH

Téli hovesztesség: 13.6 kW

## Energetikai számítás

Futott térfogatot határoló felület: 456.8 m<sup>2</sup>      Használat jellege: folyamatos  
 Futott épület(rész) térfogat: 471.6 m<sup>3</sup>  
 Számított fajlagos veszteség: 0.452 W/m<sup>3</sup>K      Megengedett fajlagos veszteség: 0.341 W/m<sup>3</sup>K

## Az épület(rész) az energetikai számítás alapján NEM FELEL MEG!

## Helyiségek:

Helyiség neve	Csoport neve	Funkciója	Épületrész neve	Zóna	A [m <sup>2</sup> ]	V [m <sup>3</sup> ]	t <sub>t</sub> [°C]	Q <sub>t</sub> [W]	q <sub>t</sub> [W/m <sup>2</sup> ]	q <sub>t</sub> [W/m <sup>3</sup> ]	A <sub>k</sub> [m <sup>2</sup> ]
01 - WC		WC	Mhely		2,12	6,148	20	637	300,5	103,6	19,169
02 - Tartózkod		Tartózkodó	Mhely		12,74	36,946	20	1167	91,6	31,6	35,992
03 - Öltöző		Öltöző	Mhely		12,73	36,917	22	1088	85,5	29,5	36,075
04 - Zuhanyzó		Zuhanyzó	Mhely		4,17	12,093	24	603	144,6	49,9	22,146
05 - Mhely1		Műhely	Mhely		45,9	133,11	20	3041	66,3	22,8	104,13
06 - Mhely2		Műhely	Mhely		58,7	170,23	20	5066	86,3	29,8	178,48
07 - Iroda		Iroda	Ir		32,083	76,133	20	2013	62,7	26,4	60,838

## Határoló szerkezetek:

Szerkezet megnevezés	típus	tájolás	Hajlásszög [°]	U [W/m <sup>2</sup> K]	U* [W/m <sup>2</sup> K]	A [m <sup>2</sup> ]	Ψ [W/mK]	L [m]	AU*+LΨ [W/K]	A <sub>ü</sub> [m <sup>2</sup> ]
015 - Külső fal - Tervezett	külső fal	ÉK	függőleges	0,283	0,283	43,1	-	-	12,185	12,185
008 - Ablak - Ir - Új	ablak (külső, f	ÉK	függőleges	1,15	1,15	1,1	-	-	1,242	1,242
009 - Ablak - Mh - Új	ablak (külső, f	ÉK	függőleges	1,4	1,4	6,0	-	-	8,4	8,4
015 - Külső fal - Tervezett	külső fal	DK	függőleges	0,283	0,283	9,0	-	-	2,5524	2,5524
015 - Külső fal - Tervezett	külső fal	DNY	függőleges	0,283	0,283	48,2	-	-	13,649	13,649
008 - Ablak - Ir - Új	ablak (külső, f	DNY	függőleges	1,15	1,15	1,8	-	-	2,07	2,07
010 - Ajtó - Ir - Új	ajtó (külső)	DNY	függőleges	1,45	1,45	4,2	-	-	6,09	6,09
009 - Ablak - Mh - Új	ablak (külső, f	DNY	függőleges	1,4	1,4	5,3	-	-	7,35	7,35
010 - Ajtó - Mh - Új	ipari és tűzgátl	DNY	függőleges	2	2	6,6	-	-	13,25	13,25
015 - Külső fal - Tervezett	külső fal	ÉNY	függőleges	0,283	0,283	18,0	-	-	5,1057	5,1057
008 - Ablak - Ir - Új	ablak (külső, f	ÉNY	függőleges	1,15	1,15	1,7	-	-	1,9521	1,9521
010 - Ajtó - Ir - Új	ajtó (külső)	ÉNY	függőleges	1,45	1,45	1,9	-	-	2,7405	2,7405
003 - Ferdetető - Meglévő	tető	ÉK	45°	0,57	0,57	9,9	-	-	5,6287	5,6287
008 - Ablak - Ir - Új	ablak (külső, f	ÉK	45°	1,15	1,15	0,8	-	-	0,94875	0,94875
003 - Ferdetető - Meglévő	tető	DNY	45°	0,57	0,57	9,9	-	-	5,6287	5,6287
008 - Ablak - Ir - Új	ablak (külső, f	DNY	45°	1,15	1,15	0,8	-	-	0,94875	0,94875
003 - Ferdetető - Meglévő	tető		vízszintes	0,57	0,57	14,9	-	-	8,5091	8,5091
012 - Padló - Meglévő	padló (talajra f			-	-	136,4	1,35	42,0	56,751	56,751
016 - Födém - Tervezett	padlásfödém			0,168	0,1512	58,7	-	-	8,8754	8,8754
016 - Födém - Tervezett	padlásfödém			0,168	0,168	39,5	-	-	6,6348	6,6348
011 - Belső fal - Meglévő	belső fal (fűtet			1,835	1,101	18,3	-	-	20,128	20,128
013 - Belső falMH - Meglévő	belső fal (fűtet			1,351	1,0808	20,8	-	-	22,455	22,455

## 3. melléklet



Dátum: 9/15/2022

Ir, része a TH épületnek

Téli hoveszteség: 4.0 kW

**Energetikai számítás**

Használat jellege: folyamatos  
 Futott térfogatot határoló felület: 60.8 m<sup>2</sup> Futott épület(rész) térfogat: 76.1 m<sup>3</sup>  
 Számított fajlagos veszteség: 1.039 W/m<sup>3</sup>K Megengedett fajlagos veszteség: 0.341 W/m<sup>3</sup>K

**Az épület(rész) az energetikai számítás alapján NEM FELEL MEG!**

Helyiségek:

Helyiség neve	Csoport neve	Funkciója	Épületrész neve	Zóna	A [m <sup>2</sup> ]	V [m <sup>3</sup> ]	t <sub>t</sub> [°C]	Q <sub>t</sub> [W]	q <sub>t</sub> [W/m <sup>2</sup> ]	q <sub>t</sub> [W/m <sup>3</sup> ]	A <sub>k</sub> [m <sup>2</sup> ]
07 - Iroda		Iroda			32,083	76,133	20	4036	125,8	53,0	60,838

Határoló szerkezetek:

Szerkezet megnevezés	típus	tájolás	Hajlásszög [°]	U [W/m <sup>2</sup> K]	U* [W/m <sup>2</sup> K]	A [m <sup>2</sup> ]	Ψ [W/mK]	L [m]	AU*+LΨ [W/K]	A <sub>ü</sub> [m <sup>2</sup> ]
001 - Külső fal - Meglévő	külső fal	ÉK	függőleges	1,903	1,903	6,7	-	-	12,713	12,713
001 - Külső fal - Meglévő	külső fal	DNY	függőleges	1,903	1,903	6,7	-	-	12,713	12,713
001 - Külső fal - Meglévő	külső fal	ÉNY	függőleges	1,903	1,903	8,3	-	-	15,758	15,758
004 - Ablak - Ir - Meglévő	ablak (külső, fi	ÉNY	függőleges	4	4	1,0	-	-	3,91	3,9
006 - Ajtó - Ir - Meglévő	ajtó (külső)	ÉNY	függőleges	4	4	1,9	-	-	7,56	7,56
003 - Ferdetető - Meglévő	tető	ÉK	45°	0,57	0,57	9,9	-	-	5,6287	5,6287
004 - Ablak - Ir - Meglévő	ablak (külső, fi	ÉK	45°	4	4	0,8	-	-	3,3	3,3
003 - Ferdetető - Meglévő	tető	DNY	45°	0,57	0,57	9,9	-	-	5,6287	5,6287
004 - Ablak - Ir - Meglévő	ablak (külső, fi	DNY	45°	4	4	0,8	-	-	3,3	3,3
003 - Ferdetető - Meglévő	tető		vízszintes	0,57	0,57	14,9	-	-	8,5091	8,509

Mhely, része a TH épületnek

Téli hoveszteség: 31.4 kW

**Energetikai számítás**

Használat jellege: folyamatos  
 Futott térfogatot határoló felület: 396.0 m<sup>2</sup> Futott épület(rész) térfogat: 395.4 m<sup>3</sup>  
 Számított fajlagos veszteség: 1.738 W/m<sup>3</sup>K Megengedett fajlagos veszteség: 0.341 W/m<sup>3</sup>K

**Az épület(rész) az energetikai számítás alapján NEM FELEL MEG!**

Helyiségek:

Helyiség neve	Csoport neve	Funkciója	Épületrész neve	Zóna	A [m <sup>2</sup> ]	V [m <sup>3</sup> ]	t <sub>t</sub> [°C]	Q <sub>t</sub> [W]	q <sub>t</sub> [W/m <sup>2</sup> ]	q <sub>t</sub> [W/m <sup>3</sup> ]	A <sub>k</sub> [m <sup>2</sup> ]
01 - WC		WC			2,12	6,148	20	1486	700,9	241,7	19,169
02 - Tartózkod		Tartózkodó			12,74	36,946	20	2557	200,7	69,2	35,992
03 - Öltöző		Öltöző			12,73	36,917	22	2607	204,8	70,6	36,075
04 - Zuhanyzó		Zuhanyzó			4,17	12,093	24	1969	472,2	162,8	22,146
05 - Mhely1		Műhely			45,9	133,11	20	8832	192,4	66,4	104,13
06 - Mhely2		Műhely			58,7	170,23	20	13960	237,8	82,0	178,48

## Határoló szerkezetek:

Szerkezet megnevezés	típus	tájolás	Hajlásszög [°]	U [W/m <sup>2</sup> K]	U* [W/m <sup>2</sup> K]	A [m <sup>2</sup> ]	Ψ [W/mK]	L [m]	AU*+LΨ [W/K]	A <sub>ü</sub> [m <sup>2</sup> ]
001 - Külső fal - Meglévő	külső fal	ÉK	függőleges	1,903	1,903	36,4	-	-	69,223	69,223
004 - Ablak - Ir - Meglévő	ablak (külső, f)	ÉK	függőleges	4	4	1,1	-	-	4,32	4,32
005 - Ablak - Mh - Meglévő	ablak (külső, f)	ÉK	függőleges	6,4	6,4	6,0	-	-	38,4	38,4
001 - Külső fal - Meglévő	külső fal	DK	függőleges	1,903	1,903	9,0	-	-	17,163	17,163
001 - Külső fal - Meglévő	külső fal	DNY	függőleges	1,903	1,903	41,6	-	-	79,07	79,07
004 - Ablak - Ir - Meglévő	ablak (külső, f)	DNY	függőleges	4	4	1,8	-	-	7,2	7,2
006 - Ajtó - Ir - Meglévő	ajtó (külső)	DNY	függőleges	4	4	4,2	-	-	16,8	16,8
005 - Ablak - Mh - Meglévő	ablak (külső, f)	DNY	függőleges	6,4	6,4	5,3	-	-	33,6	33,6
007 - Ajtó - Mh - Meglévő	ipari és tűzgátl	DNY	függőleges	7,6	7,6	6,6	-	-	50,35	50,35
001 - Külső fal - Meglévő	külső fal	ÉNY	függőleges	1,903	1,903	9,8	-	-	18,574	18,574
004 - Ablak - Ir - Meglévő	ablak (külső, f)	ÉNY	függőleges	4	4	0,7	-	-	2,88	2,88
012 - Padló - Meglévő	padló (talajra f)			-	-	136,4	1,35	42,0	56,751	56,751
002 - Födém - Meglévő	padlásfödém			2,713	2,4417	58,7	-	-	143,33	143,33
002 - Födém - Meglévő	padlásfödém			2,713	2,713	39,5	-	-	107,14	107,14
011 - Belső fal - Meglévő	belső fal (fűtet)			1,835	1,101	18,3	-	-	20,128	20,128
013 - Belső falMH - Meglévő	belső fal (fűtet)			1,351	1,0808	20,8	-	-	22,455	22,455

## TH

Téli hovesztesség: 35.4 kW

## Energetikai számítás

Futott térfogatot határoló felület: 456.8 m<sup>2</sup>      Használat jellege: folyamatos  
 Futott épület(rész) térfogat: 471.6 m<sup>3</sup>  
 Számított fajlagos veszteség: 1.625 W/m<sup>3</sup>K      Megengedett fajlagos veszteség: 0.341 W/m<sup>3</sup>K

## Az épület(rész) az energetikai számítás alapján NEM FELEL MEG!

## Helyiségek:

Helyiség neve	Csoport neve	Funkciója	Épületrész neve	Zóna	A [m <sup>2</sup> ]	V [m <sup>3</sup> ]	t <sub>t</sub> [°C]	Q <sub>t</sub> [W]	q <sub>t</sub> [W/m <sup>2</sup> ]	q <sub>t</sub> [W/m <sup>3</sup> ]	A <sub>k</sub> [m <sup>2</sup> ]
01 - WC		WC	Mhely		2,12	6,148	20	1486	700,9	241,7	19,169
02 - Tartózkod		Tartózkodó	Mhely		12,74	36,946	20	2557	200,7	69,2	35,992
03 - Öltöző		Öltöző	Mhely		12,73	36,917	22	2607	204,8	70,6	36,075
04 - Zuhanyzó		Zuhanyzó	Mhely		4,17	12,093	24	1969	472,2	162,8	22,146
05 - Mhely1		Műhely	Mhely		45,9	133,11	20	8832	192,4	66,4	104,13
06 - Mhely2		Műhely	Mhely		58,7	170,23	20	13960	237,8	82,0	178,48
07 - Iroda		Iroda	Ir		32,083	76,133	20	4036	125,8	53,0	60,838

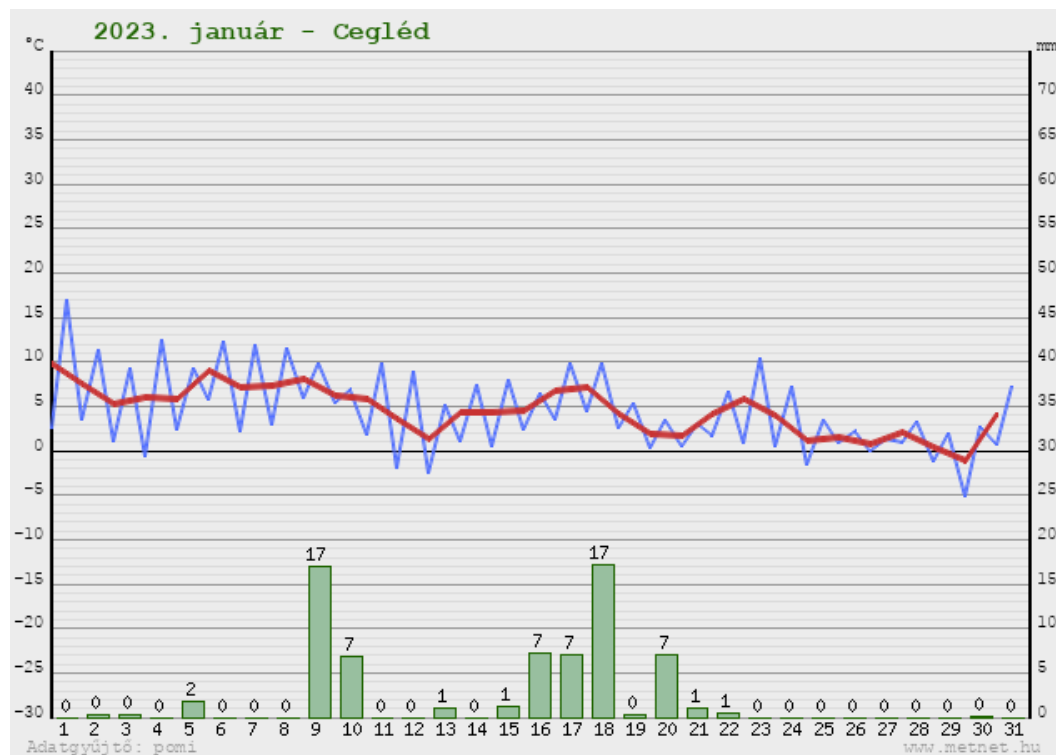
## Határoló szerkezetek:

Szerkezet megnevezés	típus	tájolás	Hajlásszög [°]	U [W/m <sup>2</sup> K]	U* [W/m <sup>2</sup> K]	A [m <sup>2</sup> ]	Ψ [W/mK]	L [m]	AU*+LΨ [W/K]	A <sub>ü</sub> [m <sup>2</sup> ]
001 - Külső fal - Meglévő	külső fal	ÉK	függőleges	1,903	1,903	43,1	-	-	81,936	81,936
004 - Ablak - Ir - Meglévő	ablak (külső, f)	ÉK	függőleges	4	4	1,1	-	-	4,32	4,32
005 - Ablak - Mh - Meglévő	ablak (külső, f)	ÉK	függőleges	6,4	6,4	6,0	-	-	38,4	38,4
001 - Külső fal - Meglévő	külső fal	DK	függőleges	1,903	1,903	9,0	-	-	17,163	17,163
001 - Külső fal - Meglévő	külső fal	DNY	függőleges	1,903	1,903	48,2	-	-	91,783	91,783
004 - Ablak - Ir - Meglévő	ablak (külső, f)	DNY	függőleges	4	4	1,8	-	-	7,2	7,2
006 - Ajtó - Ir - Meglévő	ajtó (külső)	DNY	függőleges	4	4	4,2	-	-	16,8	16,8
005 - Ablak - Mh - Meglévő	ablak (külső, f)	DNY	függőleges	6,4	6,4	5,3	-	-	33,6	33,6
007 - Ajtó - Mh - Meglévő	ipari és tűzgátl	DNY	függőleges	7,6	7,6	6,6	-	-	50,35	50,35
001 - Külső fal - Meglévő	külső fal	ÉNY	függőleges	1,903	1,903	18,0	-	-	34,333	34,333
004 - Ablak - Ir - Meglévő	ablak (külső, f)	ÉNY	függőleges	4	4	1,7	-	-	6,79	6,79
006 - Ajtó - Ir - Meglévő	ajtó (külső)	ÉNY	függőleges	4	4	1,9	-	-	7,56	7,56
003 - Ferdetető - Meglévő	tető	ÉK	45°	0,57	0,57	9,9	-	-	5,6287	5,6287
004 - Ablak - Ir - Meglévő	ablak (külső, f)	ÉK	45°	4	4	0,8	-	-	3,3	3,3
003 - Ferdetető - Meglévő	tető	DNY	45°	0,57	0,57	9,9	-	-	5,6287	5,6287
004 - Ablak - Ir - Meglévő	ablak (külső, f)	DNY	45°	4	4	0,8	-	-	3,3	3,3
003 - Ferdetető - Meglévő	tető		vízszintes	0,57	0,57	14,9	-	-	8,5091	8,5091
012 - Padló - Meglévő	padló (talajra f)			-	-	136,4	1,35	42,0	56,751	56,751
002 - Födém - Meglévő	padlásfödém			2,713	2,4417	58,7	-	-	143,33	143,33
002 - Födém - Meglévő	padlásfödém			2,713	2,713	39,5	-	-	107,14	107,14
011 - Belső fal - Meglévő	belső fal (fűtet)			1,835	1,101	18,3	-	-	20,128	20,128
013 - Belső falMH - Meglévő	belső fal (fűtet)			1,351	1,0808	20,8	-	-	22,455	22,455

## 4. melléklet

# Havi klimatológiai adatok - 2023. január - Cegléd

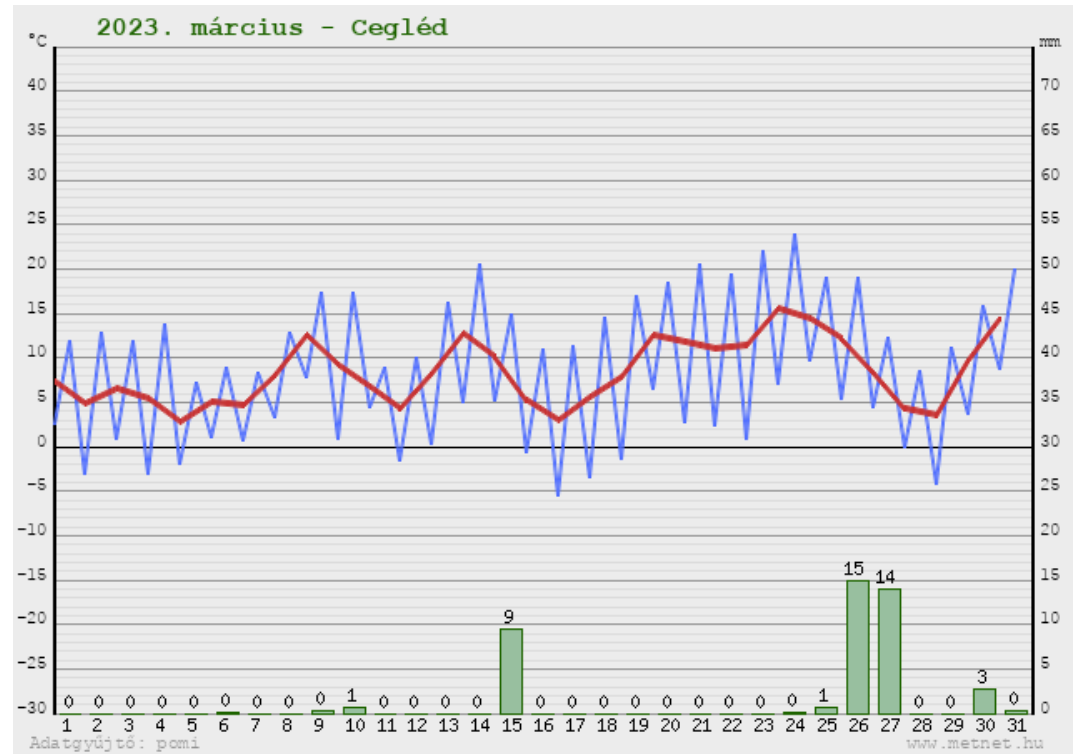
Havi középhőmérséklet	4,4 °C	
Havi átlagos minimumhőmérséklet	1,3 °C	
Havi átlagos maximumhőmérséklet	7,6 °C	
Havi legalacsonyabb hőmérséklet	-5,1 °C	30.
Havi legmagasabb hőmérséklet	16,9 °C	1.
Legnagyobb napi hőingás	14,4 °C	1.
Havi összes csapadék	68,7 mm	
Legcsapadékosabb nap	17,2 mm	18.
Csapadékos napok száma	21	
Jelentős csapadékú napok száma	6	
Zivataros napok száma	1	
Forró napok száma	0	
Hőségnapok száma	0	
Nyári napok száma	0	
Fagyos napok száma	7	
Téli napok száma	0	
Zord napok száma	0	
Ködös napok száma	7	
Legnagyobb hóvastagság	0 cm	
Hótakarós napok száma	0	



Nap	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Tmin (°C)	2,5	3,5	1,1	-0,7	2,3	5,8	2,2	3,0	6,0	5,3	1,7	-1,9	-2,6	1,1	0,4	2,4	3,5	4,4	2,6	0,2	0,4	1,6	0,9	0,4	-1,6	0,8	-0,1	0,8	-1,3	-5,1	0,7
Tmax (°C)	16,9	11,4	9,3	12,4	9,3	12,2	11,9	11,5	9,8	6,9	9,9	8,9	5,1	7,5	7,9	6,5	9,8	9,8	5,4	3,4	2,9	6,6	10,4	7,2	3,5	2,1	1,3	3,3	2,0	2,8	7,2
Csapadék (mm)	0,0	0,2	0,3	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	17,0	6,8	0,0	0,0	1,0	0,0	1,2	7,2	7,0	17,2	0,3	7,0	1,1	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	
Hóréteg (cm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Jelenségek	••	••	••		••		≡		••	••		••	••	≡	••	••	••	↯	••	**	**	••			**	**	**		••	••	
	≡	≡	≡									≡	≡				••	••													••

# Havi klimatológiai adatok - 2023. március - Cegléd

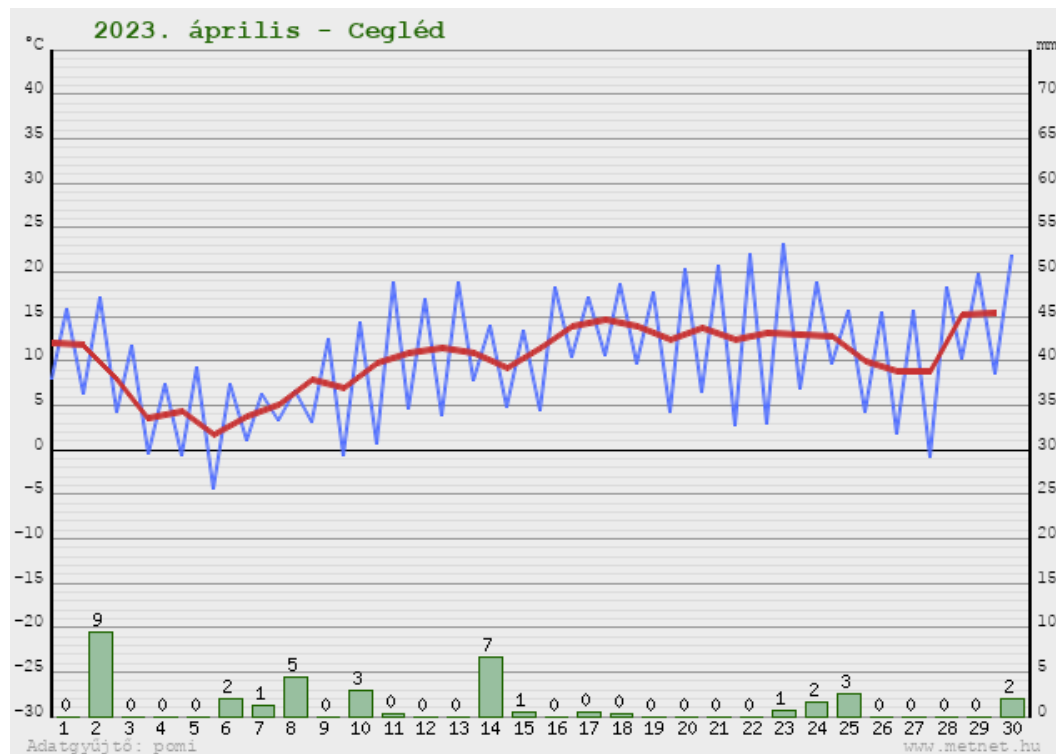
Havi középhőmérséklet	8,3 °C	
Havi átlagos minimumhőmérséklet	1,9 °C	
Havi átlagos maximumhőmérséklet	14,7 °C	
Havi legalacsonyabb hőmérséklet	-5,5 °C	17.
Havi legmagasabb hőmérséklet	23,9 °C	24.
Legnagyobb napi hőingás	21,2 °C	23.
Havi összes csapadék	43,2 mm	
Legcsapadékosabb nap	15,0 mm	26.
Csapadékos napok száma	13	
Jelentős csapadékú napok száma	3	
Zivataros napok száma	0	
Forró napok száma	0	
Hőségnapok száma	0	
Nyári napok száma	0	
Fagyos napok száma	10	
Téli napok száma	0	
Zord napok száma	0	
Ködös napok száma	0	
Legnagyobb hóvastagság	0 cm	
Hótakarós napok száma	0	



Nap	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Tmin (°C)	2,5	-3,1	0,9	-3,0	-1,9	1,1	0,7	3,3	7,8	0,9	4,5	-1,6	0,2	5,0	5,1	-0,7	-5,5	-3,4	-1,4	6,4	2,8	2,4	0,8	7,0	9,6	5,3	4,5	-0,1	-4,2	3,7	8,8	
Tmax (°C)	11,9	12,8	12,0	13,7	7,3	9,0	8,4	12,8	17,3	17,3	9,0	10,0	16,2	20,5	15,0	10,9	11,4	14,5	16,9	18,5	20,6	19,4	22,0	23,9	19,0	19,0	12,3	8,6	11,1	15,8	20,0	
Csapadék (mm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,2	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	9,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,7	15,0	14,0	0,0	0,0	2,8	0,2		
Hóréteg (cm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Jelenségek						••	••		••	••				••	••									••	••	••	••	••	•*	•	••	••

## Havi klimatológiai adatok - 2023. április - Cegléd

Havi középhőmérséklet	10,1 °C	
Havi átlagos minimumhőmérséklet	4,4 °C	
Havi átlagos maximumhőmérséklet	15,8 °C	
Havi legalacsonyabb hőmérséklet	-4,4 °C	6.
Havi legmagasabb hőmérséklet	23,1 °C	23.
Legnagyobb napi hőingás	20,1 °C	23.
Havi összes csapadék	34,9 mm	
Legcsapadékosabb nap	9,4 mm	2.
Csapadékos napok száma	15	
Jelentős csapadékú napok száma	2	
Zivataros napok száma	1	
Forró napok száma	0	
Hőségnapok száma	0	
Nyári napok száma	0	
Fagyos napok száma	5	
Téli napok száma	0	
Zord napok száma	0	
Ködös napok száma	0	
Legnagyobb hóvastagság	0 cm	
Hótakarós napok száma	0	






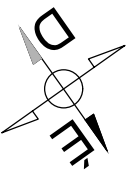
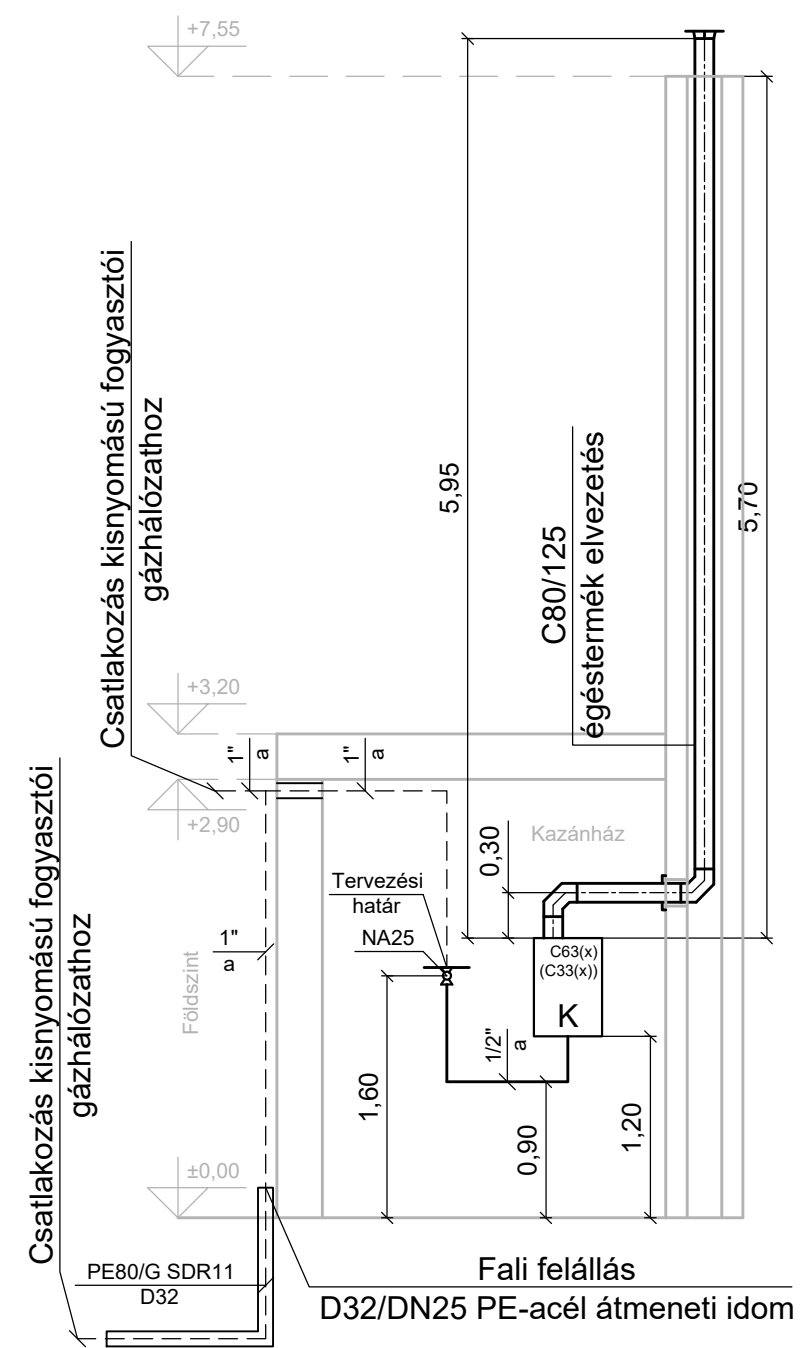
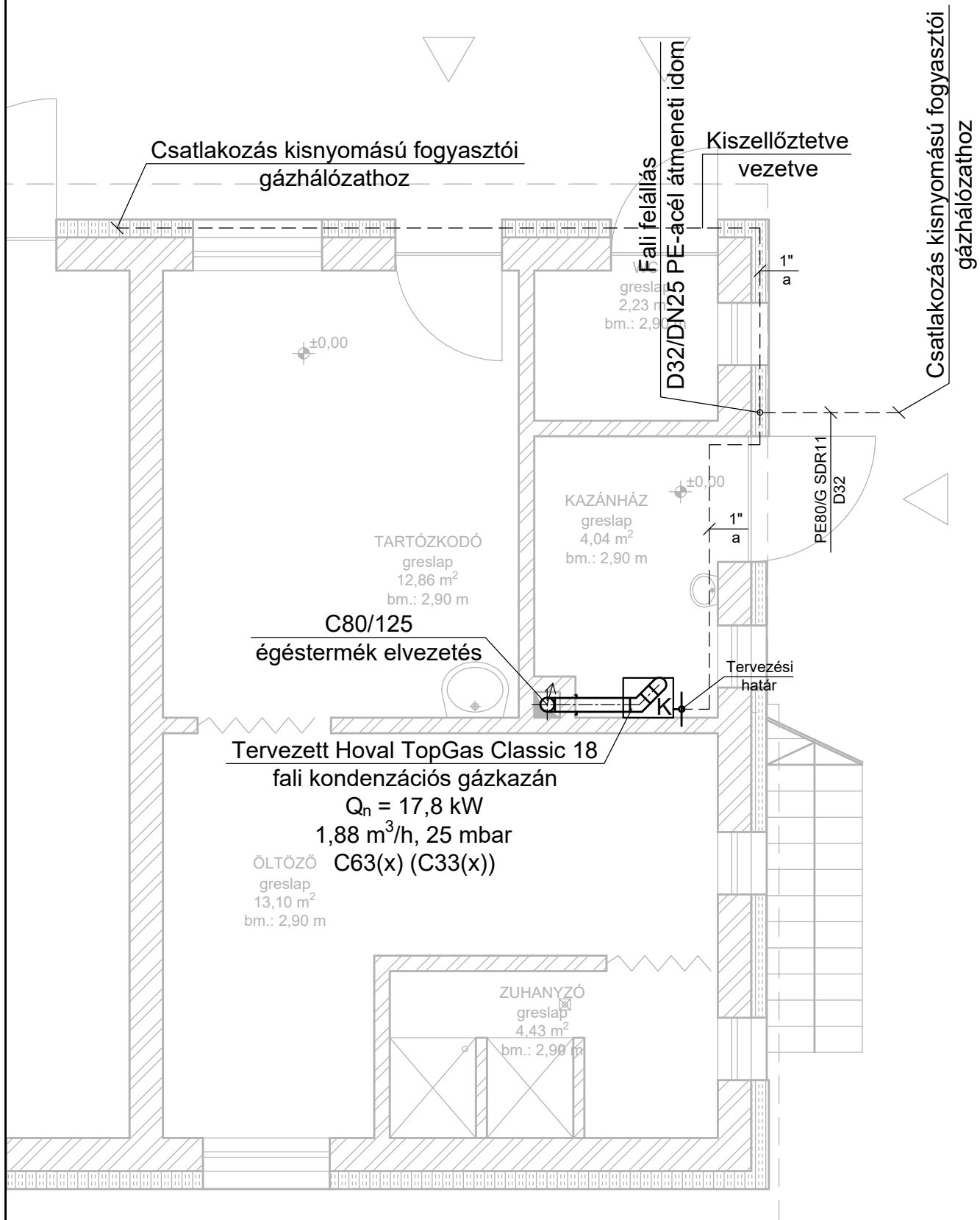
Nap	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Tmin (°C)	7,9	6,2	4,2	-0,5	-0,6	-4,4	1,1	3,2	3,1	-0,7	0,6	4,6	3,8	7,7	4,8	4,5	10,5	10,6	9,6	4,3	6,4	2,7	3,0	6,9	9,6	4,3	1,7	-0,9	10,3	8,6
Tmax (°C)	15,8	17,2	11,8	7,4	9,2	7,5	6,2	6,7	12,5	14,3	18,8	16,9	18,9	13,9	13,4	18,2	17,1	18,6	17,8	20,3	20,7	22,0	23,1	18,9	15,7	15,5	15,7	18,2	19,8	21,9
Csapadék (mm)	0,0	9,4	0,0	0,0	0,0	2,0	1,3	4,5	0,0	3,0	0,2	0,0	0,0	6,7	0,5	0,0	0,4	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	1,6	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9
Hóréteg (cm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jelenségek		☞ ☽				** ☽	☼ ☽	☼		☼ ☽	☼			☼ ☽	☼ ☽	☼ ☽	☼ ☽	☼	☼	☼	☼	☼ ☽	☼ ☽	☼ ☽	☼ ☽	☼ ☽	☼ ☽	☼ ☽	☼ ☽	☼ ☽

## 5. melléklet



Jelmagyarázat:

Meglévő kisny. fogy. gázvezeték   
 Tervezett kisny. fogy. gázvezeték   
 Elzáró 



Épület megnevezése

AFÉM - Műhely épület

Épület címe

2740 Abony, Gergely utca 4.  
Hrsz.:2408

Név, Közreműködés

Velkey-Guth Simon  
Rajzoló, Tervező

Alíírás

Tervtípus

Kiviteli terv

Rajzszám

Méretarány

1:50

GG - 01

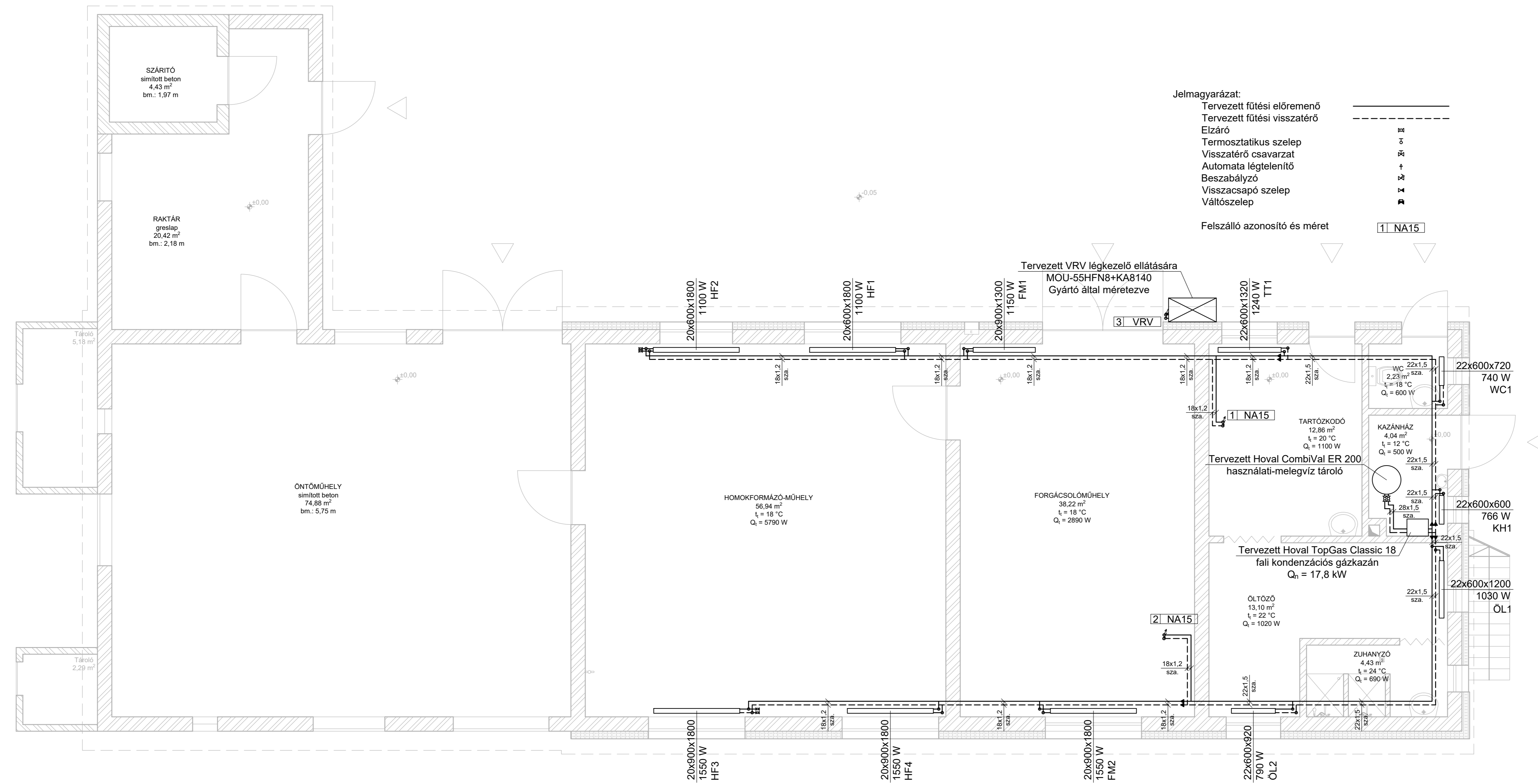
Rajz megnevezés

Dátum

2023. november

Gázellátás

## 6. melléklet



Jelmagyarázat:  
 Tervezett fűtési előremenő  
 Tervezett fűtési visszatérő  
 Elzáró  
 Termostatikus szelep  
 Visszatérő csavarzat  
 Automata légtelenítő  
 Beszabályzó  
 Visszacsapó szelep  
 Váltószelep

Felszálló azonosító és méret **1 NA15**

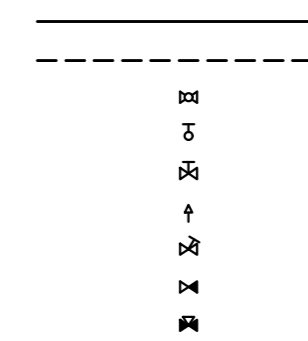


Megjegyzések:  
 - Magas pontokra automata légtelenítő elhelyezése szükséges  
 - Csőtámróval megegyező szigeteléssel kell ellátni a fűtési vezetékeket.  
 - A vezetékeket minimális lejtéssel kell szerelni, az üríthetőség biztosítása végett.

Épület megnevezése		
AFÉM - Műhely épület		
Épület címe		
2740 Abony, Gergely utca 4.		
Hrsz.:2408		
Név, Közreműködés	Aláírás	
Velkey-Guth Simon Rajzoló, Tervező		
Tervtípus		
Kiviteli terv		
Rajzszám	Méretarány	1:50
GF - 01		
Rajz megnevezés	Dátum	2023. november
Fűtés - Földszinti alaprajz		

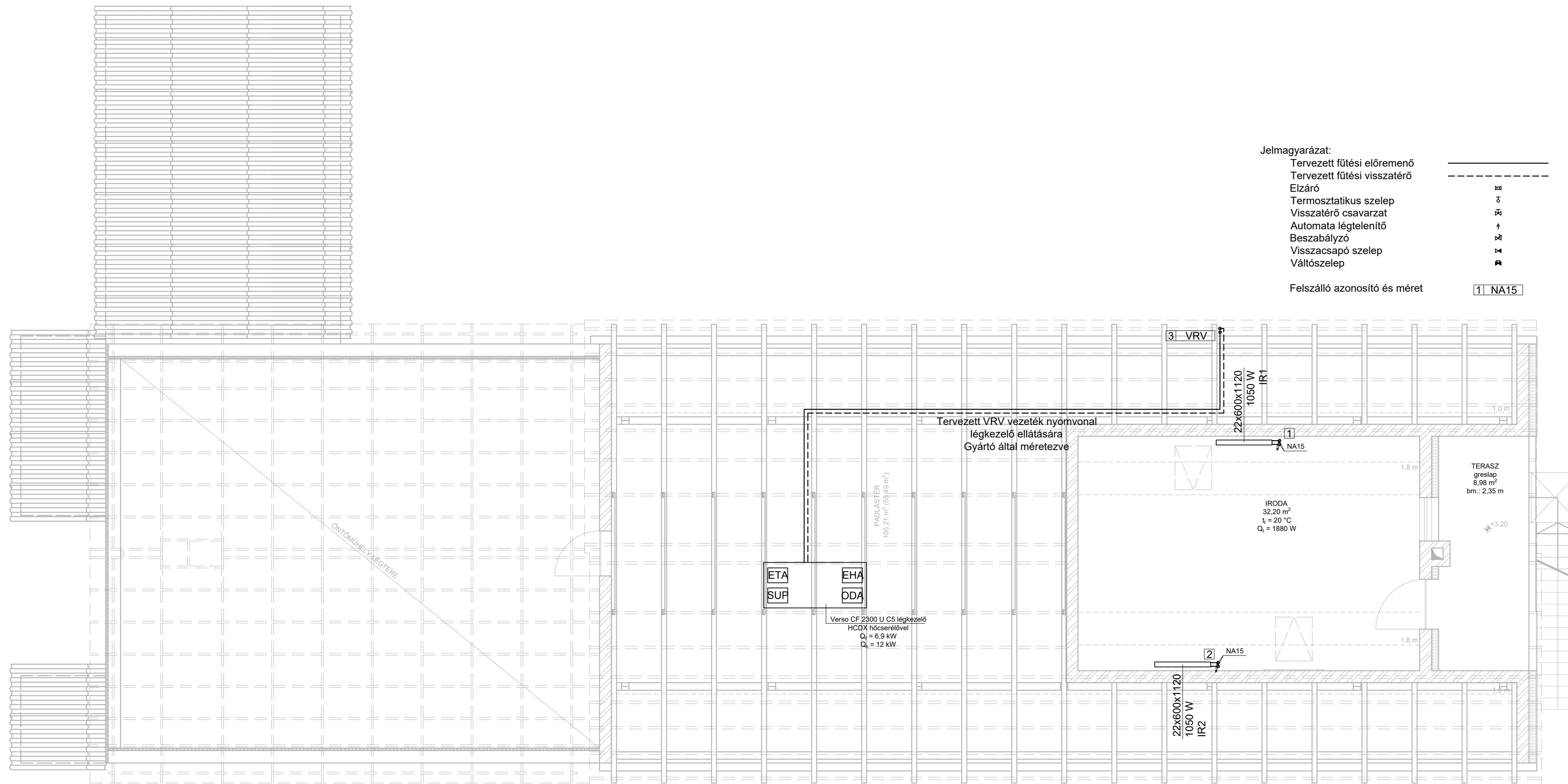
Jelmagyarázat:

- Tervezett fűtési előremenő
- Tervezett fűtési visszatérő
- Elzáró
- Termostatikus szelep
- Visszatérő csavarzat
- Automata légtelenítő
- Beszabályzó
- Visszacsapó szelep
- Váltószelep



Felszálló azonosító és méret

1 NA15

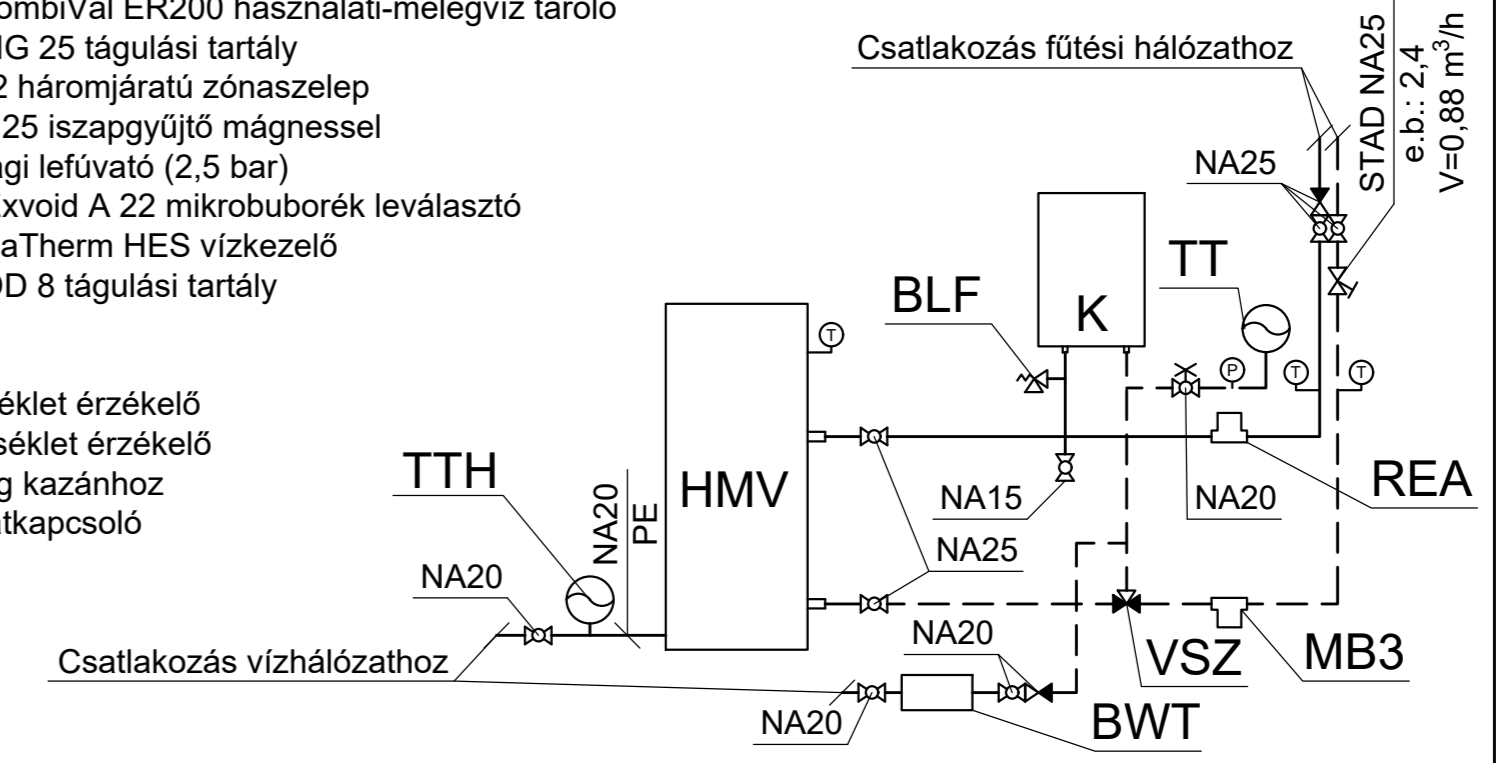


Megjegyzések:  
 - Magas pontokra automata légtelenítő elhelyezése szükséges  
 - Csőtérrel megegyező szigeteléssel kell ellátni a fűtési vezetékeket.  
 - A vezetékeket minimális lejtéssel kell szerelni, az üríthetőség biztosítása végett.

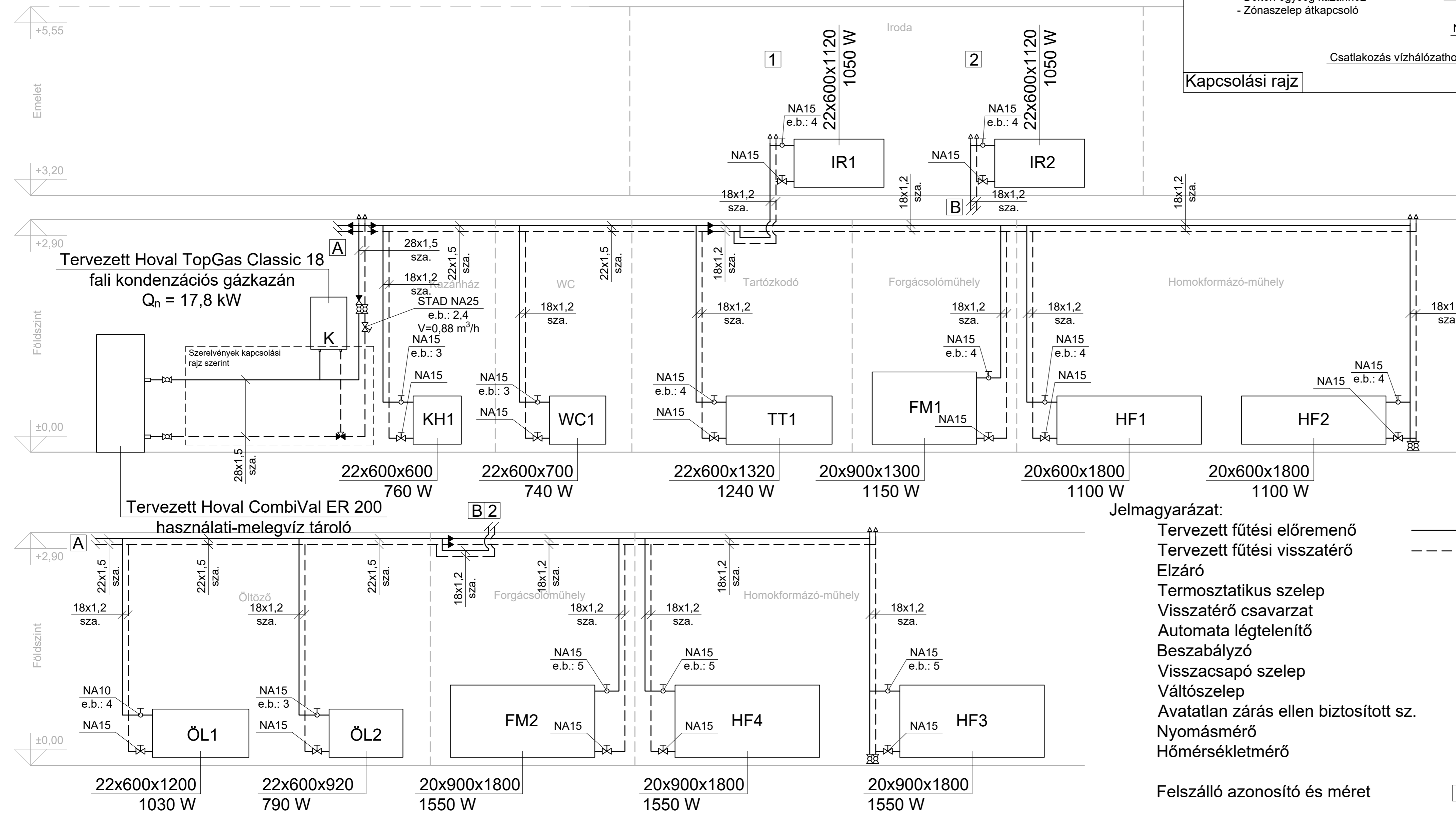
Épület megnevezése		
AFÉM - Műhely épület		
Épület címe		
2740 Abony, Gergely utca 4.		
Hrsz.:2408		
Név, Közreműködés	Aláírás	
Velkey-Guth Simon Rajzoló, Tervező		
Tervtípus		
Kiviteli terv		
Rajzszám	Méretarány	1:50
GF - 02		
Rajz megnevezés	Dátum	2023. november
Fűtés - Emeleti alaprajz		

- K Hoval TopGas Classic 19
- HMV Hoval CombiVal ER200 használati-melegvíz tároló
- TT Reflex NG 25 tágulási tartály
- VSZ VC 4012 háromjáratú zónaszelep
- MB3 MB3 DN25 iszapgyűjtő mágnessel
- BLF Biztonsági lefúvató (2,5 bar)
- REA Reflex Exvoid A 22 mikrobuborék leválasztó
- BWT BWT AqaTherm HES vízkezelő
- TTH Reflex DD 8 tágulási tartály

- Beépítendő:
- Külsőhőmérséklet érzékelő
  - Tárolóhőmérséklet érzékelő
  - Beltéri egység kazánhoz
  - Zónaszelep átkapcsoló



Kapcsolási rajz



Jelmagyarázat:

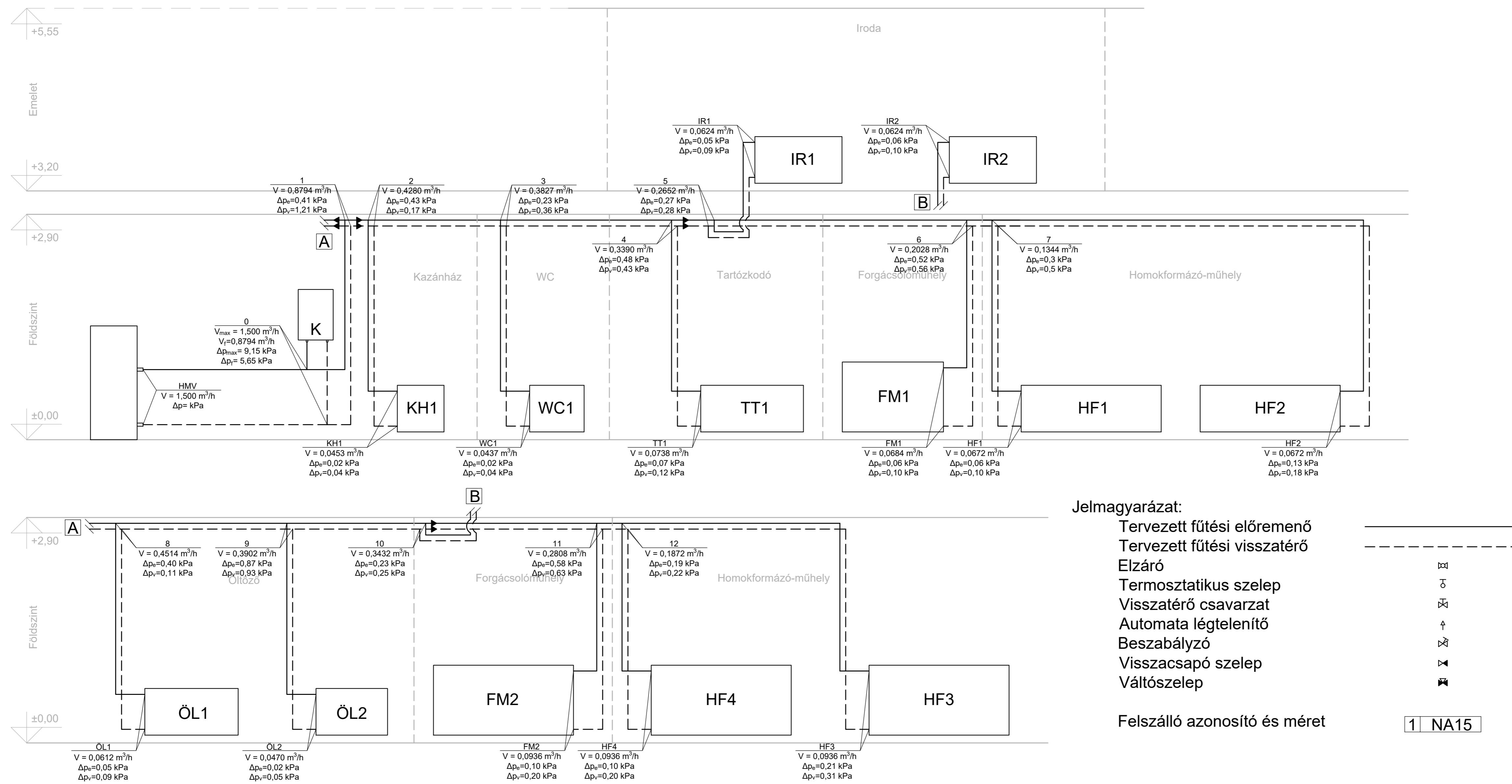
- Tervezett fűtési előremenő
- Tervezett fűtési visszatérő
- Elzáró
- Termostatikus szelep
- Visszatérő csavarzat
- Automata légtelenítő
- Beszabályzó
- Visszacsapó szelep
- Váltószelep
- Avatatlan zárás ellen biztosított sz.
- Nyomásmérő
- Hőmérsékletmérő

Felszálló azonosító és méret

1 NA15

Megjegyzések:  
 - Magas pontokra automata légtelenítő elhelyezése szükséges  
 - Csőtámróval megegyező szigeteléssel kell ellátni a fűtési vezetékeket.  
 - A vezetékeket minimális lejtéssel kell szerelni, az üríthetőség biztosítása végett.

Épület megnevezése		
AFÉM - Műhely épület		
Épület címe		
2740 Abony, Gergely utca 4.		
Hrsz.:2408		
Név, Közreműködés	Aláírás	
Velkey-Guth Simon Rajzoló, Tervező		
Tervtípus		
Kiviteli terv		
Rajzszám	Méretarány	1:50
GF - 03		
Rajz megnevezés	Dátum	2023. november
Fűtés - Függőleges csőterv		



**Jelmagyarázat:**

- Tervezett fűtési előremenő
- Tervezett fűtési visszatérő
- Elzáró
- Termosztatikus szelep
- Visszatérő csavarzat
- Automata légtelenítő
- Beszabályzó
- Visszacsapó szelep
- Váltószelep

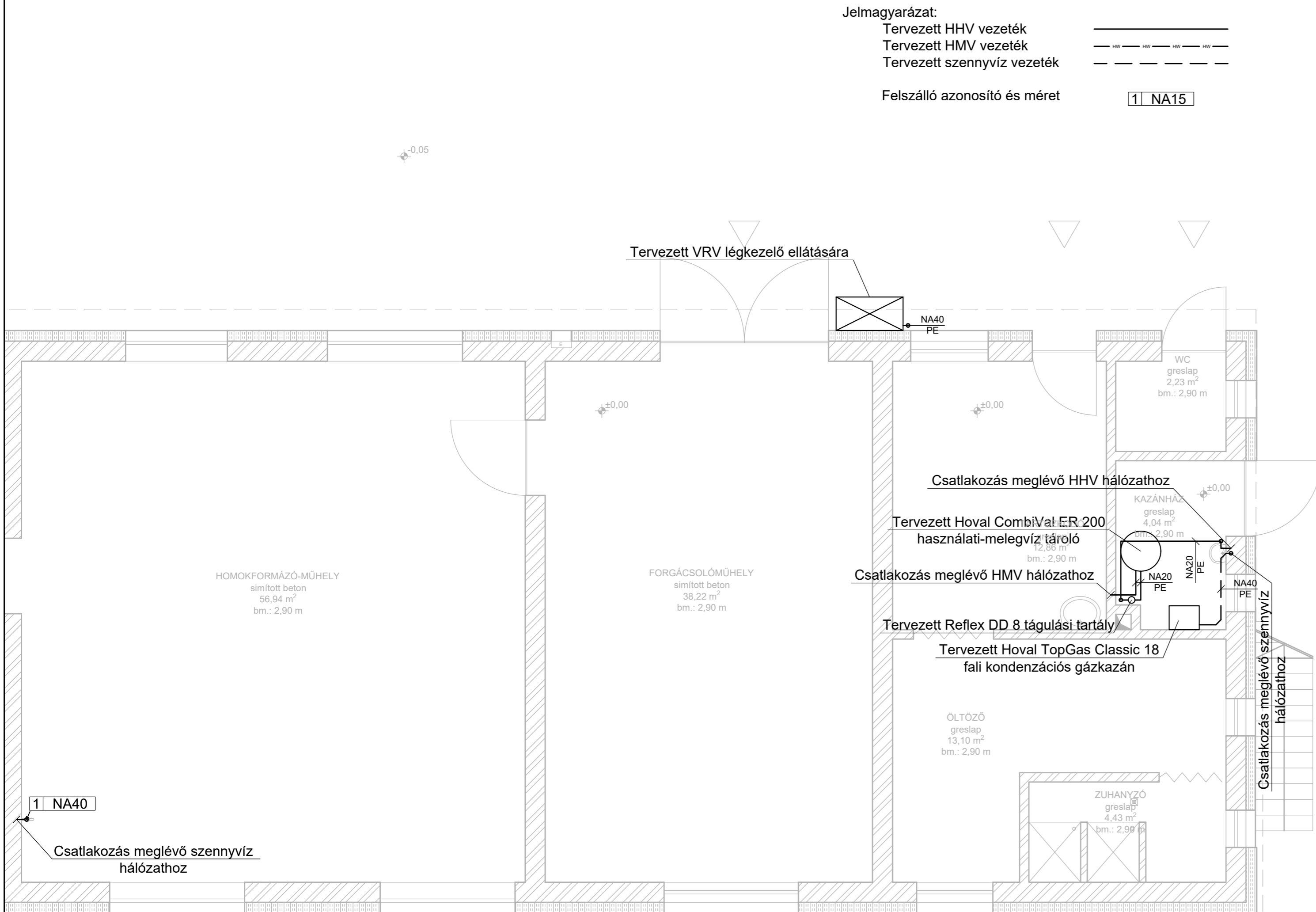
Felszálló azonosító és méret 1 NA15

**Megjegyzések:**  
 - Magas pontokra automata légtelenítő elhelyezése szükséges  
 - Csőtámróval megegyező szigeteléssel kell ellátni a fűtési vezetéseket.  
 - A vezetékeket minimális lejtéssel kell szerelni, az üríthetőség biztosítása végett.

Épület megnevezése	
AFÉM - Műhely épület	
Épület címe	
2740 Abony, Gergely utca 4.	
Hrsz.:2408	
Név, Közreműködés	Aláírás
Velkey-Guth Simon Rajzoló, Tervező	
Tervtípus	
Kiviteli terv	
Rajzszám	Méretarány 1:50
GF - 03	
Rajz megnevezés	Dátum 2023. november
Fűtés - Hidraulika	

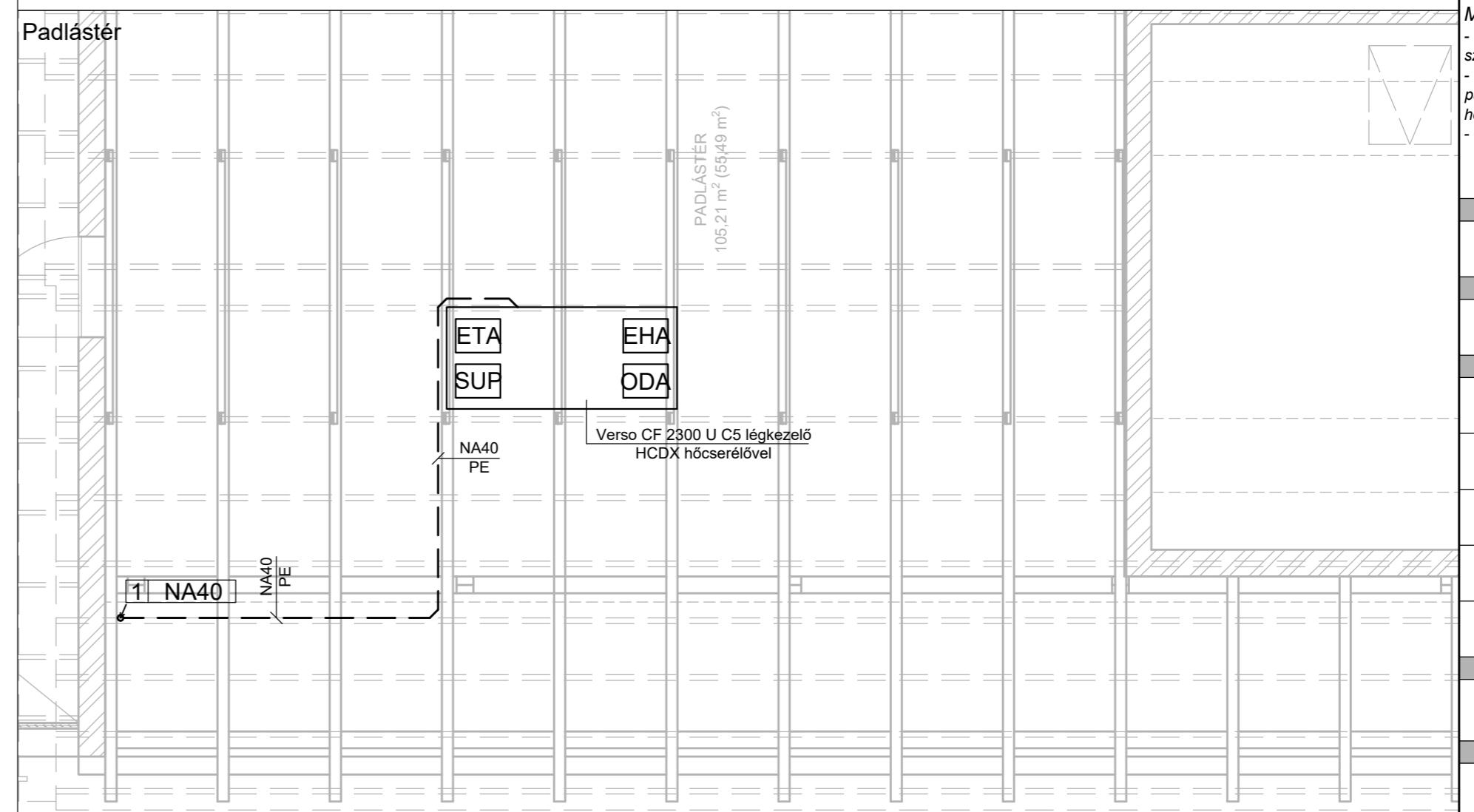
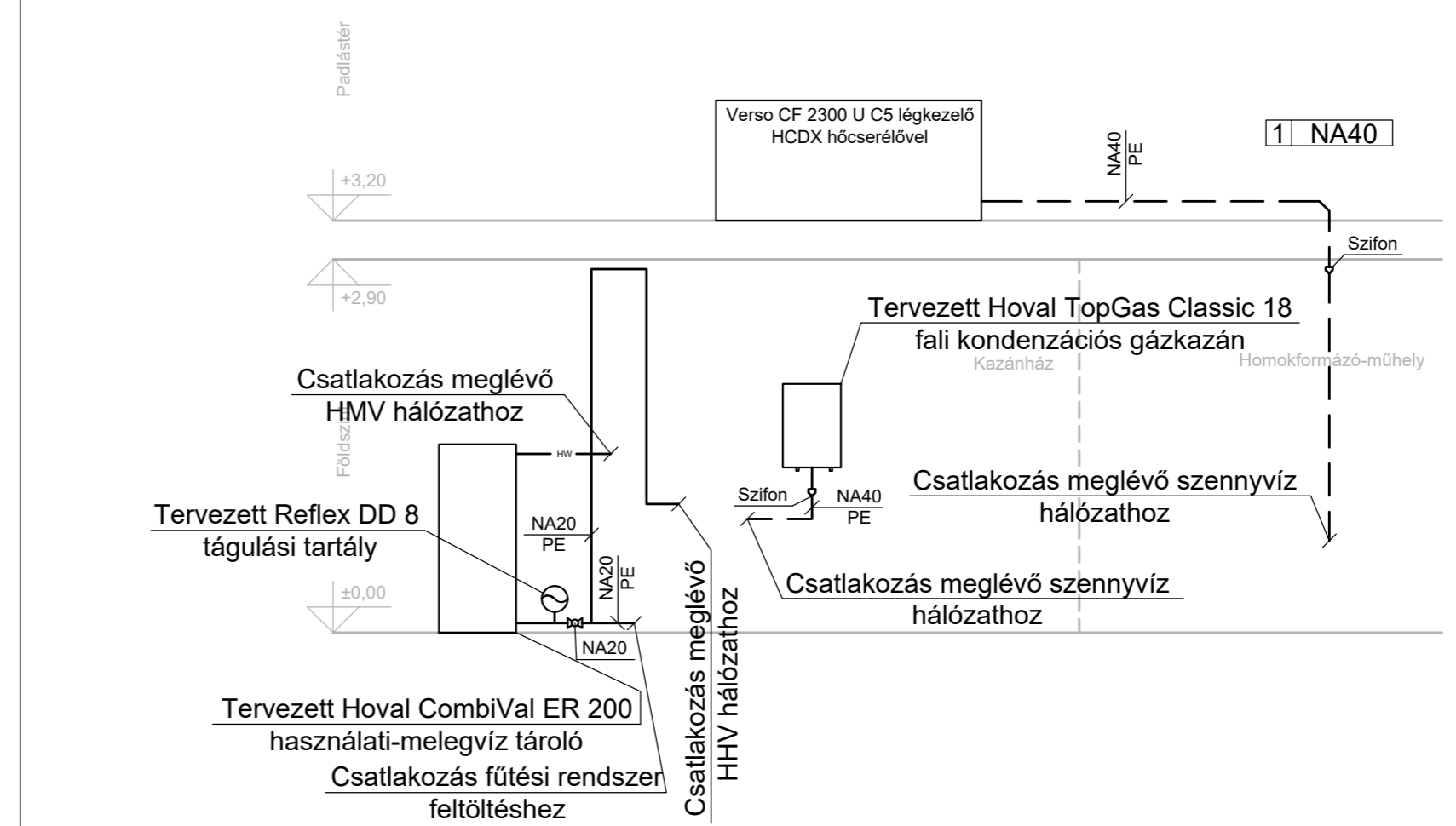
## 7. melléklet

Földszint



Jelmagyarázat:  
 Tervezett HHV vezeték  
 Tervezett HMV vezeték  
 Tervezett szennyvíz vezeték  
 Felszálló azonosító és méret 1 NA15

Függőleges csőterv

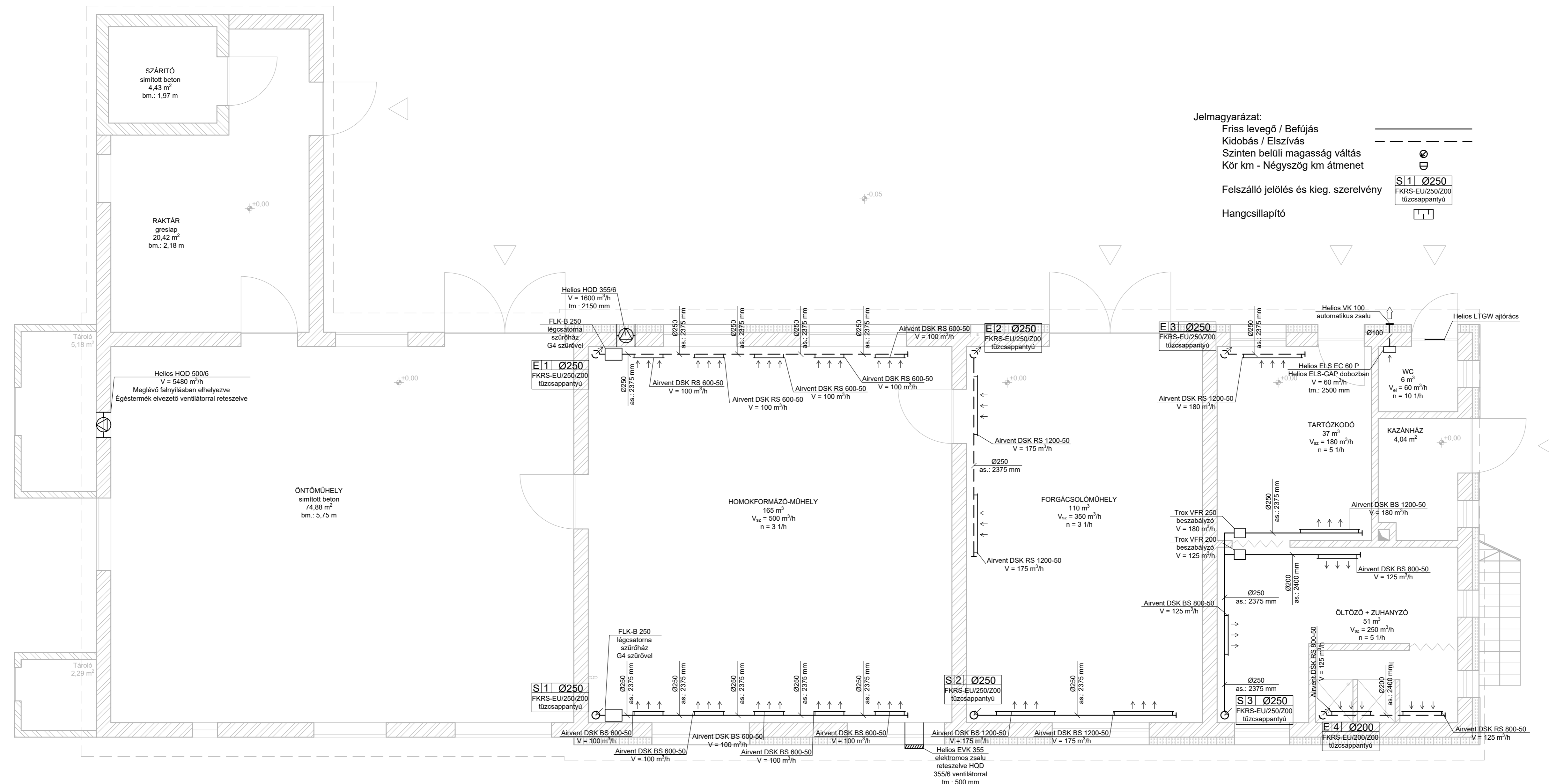


Megjegyzések:  
 - HHV és HMV vezetékeket csőátmérővel megegyező szigeteléssel kell ellátni.  
 - Padlástérben vezetett cseppvízelvezetést a meglévő padlástér szigetelésben és kiegészítő párazáró hőszigeteléssel kell ellátni.  
 - Csatornavezetékek lejtése: 1%

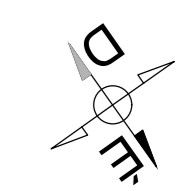
Épület megnevezése	
AFÉM - Műhely épület	
Épület címe	
2740 Abony, Gergely utca 4.	
Hrsz.: 2408	
Név, Közreműködés	Alíráás
Velkey-Guth Simon Rajzoló, Tervező	
Tervtípus	
Kiviteli terv	
Rajzsám	Méretarány 1:50
GV - 01	
Rajz megnevezés	Dátum 2023. november
Vízellátás, csatornázás	



## 8. melléklet

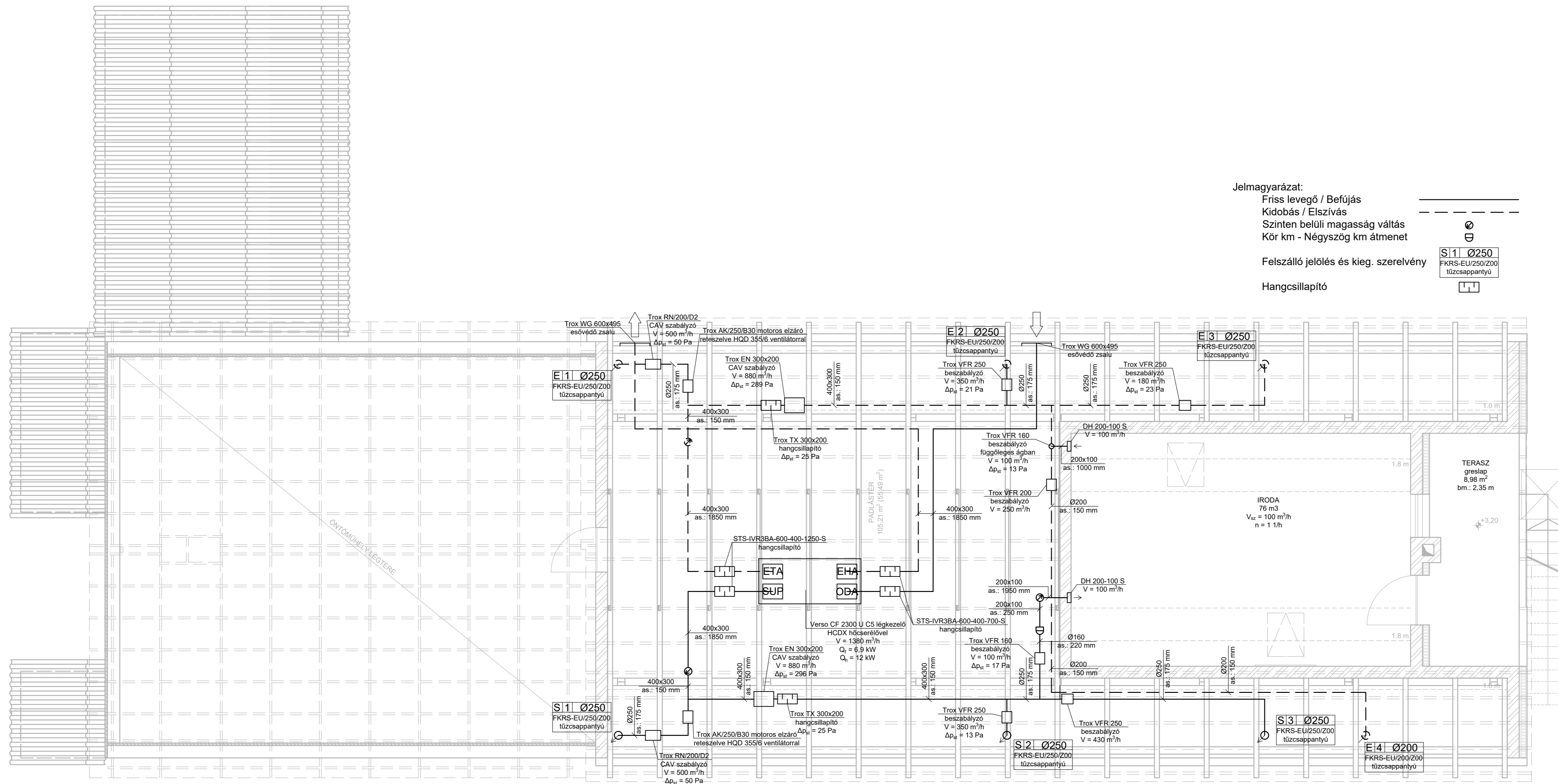


Jelmagyarázat:  
 Friss levegő / Befűtés  
 Kidobás / Elszívás  
 Szinten belüli magasság váltás  
 Kör km - Négyszög km átmenet  
 Felszálló jelölés és kieg. szerelvény  
 Hangsillapító

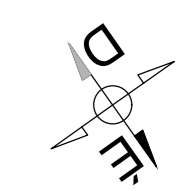
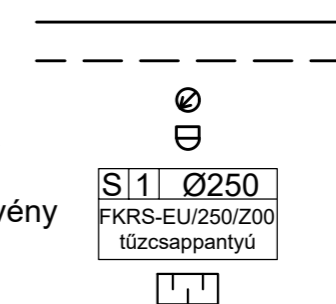


Megjegyzések:  
 - Irányváltásokhoz, átmérőváltásokhoz, szabályzókhöz, valamint 7 méterenként az egyes légcsatorna szakaszokban tisztítónyílások elhelyezése szükséges.

Épület megnevezése		
AFÉM - Műhely épület		
Épület címe		
2740 Abony, Gergely utca 4. Hrsz.:2408		
Név, Közreműködés	Aláírás	
Velkey-Guth Simon Rajzoló, Tervező		
Tervtípus		
Kiviteli terv		
Rajzszám	Méretarány	1:50
GSZ - 01		
Rajz megnevezés	Dátum	2023. november
Szellőzés - Földszint		



Jelmagyarázat:  
 Friss levegő / Befújás  
 Kidobás / Elszívás  
 Szinten belüli magasság váltás  
 Kör km - Négyzög km átmenet  
 Felszálló jelölés és kieg. szerelvény  
 Hangcsillapító



Megjegyzések:  
 - Irányváltásokhoz, átmérőváltásokhoz, szabályzókhöz, valamint 7 méterenként az egyes légcatorna szakaszokban tisztítónyílások elhelyezése szükséges.

Épület megnevezése		
AFÉM - Műhely épület		
Épület címe		
2740 Abony, Gergely utca 4.		
Hrsz.: 2408		
Név, Közreműködés	Aláírás	
Velkey-Guth Simon Rajzoló, Tervező		
Tervtípus		
Kiviteli terv		
Rajzszám	Méretarány	1:50
GSZ - 02		
Rajz megnevezés	Dátum	2023. november
Szellőzés - Emelet		

## 9. melléklet

## Verso CF 2300 U C5

Névleges légszállítás ErP 2018 szerint, m <sup>3</sup> /h	1980
Névleges légszállítás ErP 2018 szerint, l/s	550
Elektromos légfűtő teljesítménye, kW / Δt, °C	7,5/9,3
Tápfeszültség HE, V	3~400
Tápfeszültség HW, V	1~230
Maximális üzemi áramfelvétel HE, A	16,8
Maximális üzemi áramfelvétel HW, A	6,3
Tápkábel E, mm <sup>2</sup>	5x2,5
Tápkábel W, mm <sup>2</sup>	3x1,5
A ventilátor teljesítményfelvétele maximális légmennyiségnél, W	660
Hangteljesítményszint, L <sub>WA</sub> , dB(A)	57
Hangnyomásszint, L <sub>PM</sub> , dB(A), (3 m)	47
Szűrő méretek SZxMxH, mm	800x400x46
Berendezés méretek SZxMxH, mm	910x905x2000
Panelvastagság, mm	50
A karbantartáshoz szükséges hely, mm	800
Tömeg, kg	250

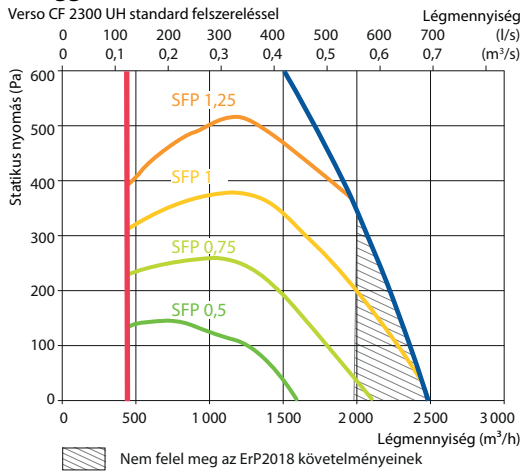


### Hővisszanyerési hatások

	Télen					Nyáron		
Kültéri hőmérséklet, °C	-23	-15	-10	-5	0	25	30	35
A hővisszanyerő után*, °C	15,7	16,2	16,5	17,2	18,0	22,5	23,4	24,4

\* beltéri +22°C hőmérséklet és 20% relatív páratartalom esetén

### Jelleggörbe

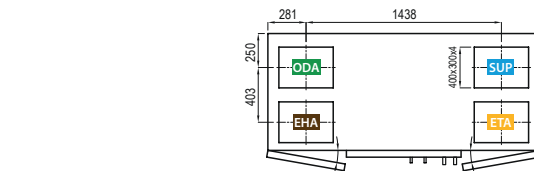
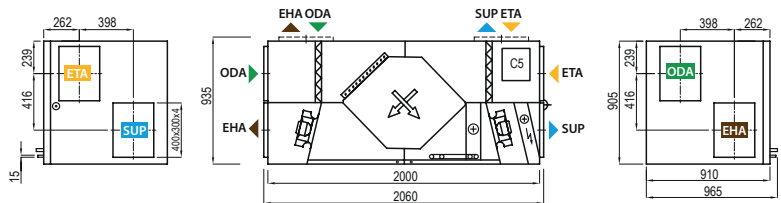


### Kétfunkciós vizes/DX hűtő-fűtő kalorifer (HCW/HCDX)

	Télen		Nyáron	
Víz hőmérséklet be/ki, °C	60/40	7/12	-	-
Kondenzációs / Párolgási T, °C	-	-	45	45/5
Teljesítmény, kW	4,2	12,4	3,1	10,0
Maximális teljesítmény, kW	13,4	12,9	6,9	12,0
Nyomáscsökkenés, kPa	1,0	50,0	-	-
Levegő hőmérséklet be/ki, °C	15,7/22	30/18,0	15,7/22	30/18
Csatlakozás, " / mm	¾		5/8 / 22	

Nyáron: +30°C / 50%; HCW – 2200 m<sup>3</sup>/h; DX – 1450 m<sup>3</sup>/h

### Jobboldali nézet (R1)



### Baloldali nézet (L1)



▶ ODA – friss levegő    ▶ SUP – befűjt levegő    ▶ ETA – elszívott levegő    ▶ EHA – kidobott levegő

### Tartozékok

Motoros zsalu	H	SRU-M-300x400+LF24/LM24
	V	SRU-M-400x300+LF24/LM24
Hangsillapító	ODA/EHA	STS-IVR3BA-600-400-700-S
	SUP/ETA	STS-IVR3BA-600-400-1250-S
Szerelvénykészlet		PPU-HW-3R-15-1,6-W2
Vizes hűtő		DCW-2,5-17
2-utas szelep		VVP45.25-6,3+SSB161.05HF
DX hűtő		DCF-2,5-17
Kondenzátor egység		MOU-55HFN8+KA8140