

DIPLOMADOLGOZAT

Hortobágyi Gábor

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Szent István Campus

Műszaki Intézet

mesterképzési szak

**ASZTALOS-ÁCS ÜZEM ÉS IRODA FŰTÉS, GÁZ ÉS
TŰZIVÍZ RENDSZEREINEK TERVEZÉSE**

Belső konzulens: Dr. Szabó Márta
egyetemi docens

**Belső konzulens
intézete/tanszéke:** Műszaki Intézet /
Épületgépészeti és
Energetikai Tanszék

Külső konzulens: Molnárné Kurgyis Rita
épületgépész tervező

Készítette: Hortobágyi Gábor

Gödöllő

2024

MŰSZAKI INTÉZET
MESTERSZAK
Létesítménymérnök MSc

DIPLOMADOLGOZAT

feladatlap

Hortobágyi Gábor Vpjbj0

részére

A diplomadolgozat címe:

Asztalos-Ács üzem és iroda fűtés, gáz és tűzivíz rendszereinek tervezése

Feladatkiírás:

Tekintse át és elemzze az üzem komfortparamétereit.

Vizsgálja meg a fahulladék felhasználásán alapuló fűtési rendszer kialakításának lehetőségét.

Tervezze meg a fahulladék hasznosításra alkalmas fűtési rendszert, a hozzá kapcsolódó tartalékfűtést, annak gázellátását, sugárzó felületű hőleadó rendszereket.

Végezze el a szükséges számításokat

Térjen ki a melegvizes sugárzóernyők lineáris minőségi szabályozása hatással van-e a hőkomfortra, ha igen, akkor ez hogyan küszöbölhető ki.

Végezze el az épület tűzivíz hálózatának tervezését.

Közreműködő tanszék: Műszaki Intézet

Külső konzulens: Molnárné Kurgyis Rita, Molnár Ferenc E.V.

Belső konzulens: Dr. Szabó Márta, MATE, Műszaki Intézet

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

Kelt: Gödöllő, 2024. év március hó 07. 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 17. nap

(külső konzulens)

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés és célkitűzések	4
2. Szakirodalmi áttekintés.....	6
2.1. A biomassza energetikai hasznosításának lehetőségei.....	6
2.1.1. A biomassza hasznosításának technológiai lehetőségei	7
2.1.2. A biomassza forrásai.....	7
2.1.3. A biomassza energiatartalma	8
2.1.4. Biomassza égetése	10
2.1.5. Biomassza tüzelőberendezések.....	11
2.1.6. Biomassza szerepe az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentésében	16
2.2. A melegvízes sugárzóernyők minőségi szabályozásával kapcsolatos probléma ...	16
2.2.1. Az ember hőkomfortja, valamint az azt befolyásoló tényezők ismertetése....	16
2.2.2. A levegő hőmérséklete, valamint annak térbeli és időbeli eloszlása.....	17
2.2.3. A felületek közepes sugárzási hőmérséklete	17
2.2.4. Az eredő hőmérséklet és az operatív hőmérséklet.....	19
2.2.5. Az épületek hővesztesége és a sugárzó fűtőtestek hőleadása	20
2.2.6. A várható hőérzetre a tartózkodási zónában.....	25
2.3. Az operatív hőmérséklet mérése	26
3. A tervezési feladat témája, célja	29
3.1. A tervezett épület leírása.....	29
3.2. A tervezés célja, koncepciója.....	29
3.3. A teljes épület hőveszteségének kiszámítása	29
3.3.1. Az épület szerkezetei	29
3.3.2. Az épület téli hőszükségletének kiszámítása	32
3.4. Az éves fűtési energiaigény	36
3.4.1. Az éves hőfokhíd meghatározása	37
3.4.2. Az éves fűtési energiaigény meghatározása	39

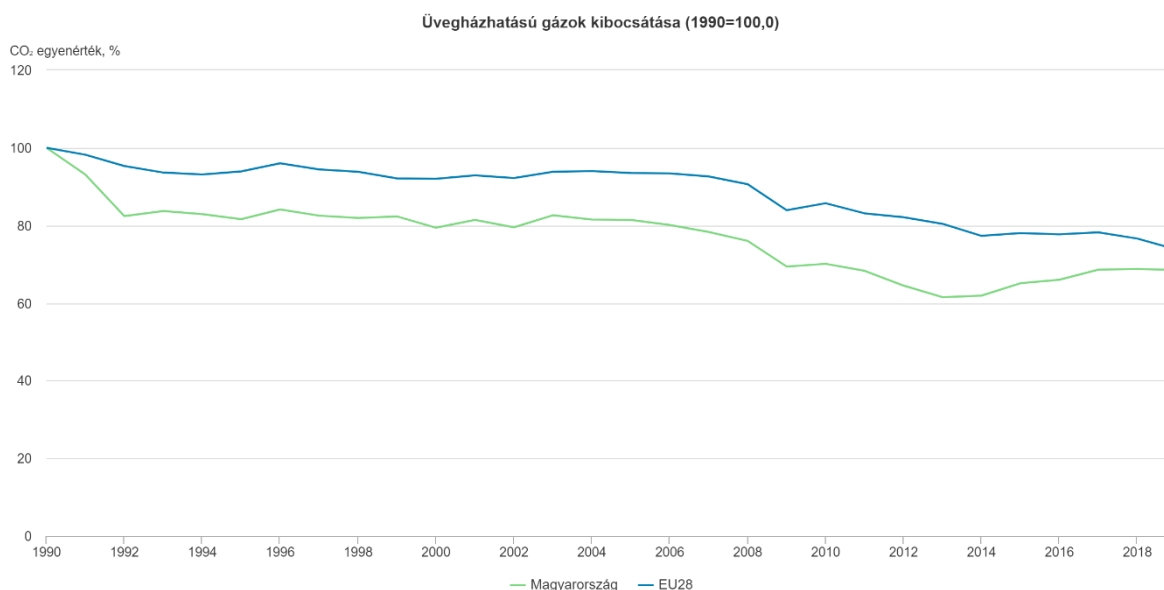
3.4.3.	A hulladékból nyerhető hőmennyiség	39
3.4.4.	Az éves szükséges gázmennyiség.....	39
3.5.	A fűtési rendszer tervezése	40
3.5.1.	Az iroda épületrész hőleadó rendszere (padlófűtés).....	40
3.5.2.	Az üzem épületrész hőleadó rendszere (melegvizes sugárzóernyő).....	44
3.5.3.	Radiátor hőleadók.....	47
3.5.4.	A fűtési rendszer vezetékei.....	47
3.5.5.	A fűtési rendszer hidraulikai méretezése	48
3.5.6.	A fűtési rendszer hőtermelői.....	50
3.5.7.	A hőtermelő rendszer szabályozása.....	52
3.5.8.	Puffertartály kiválasztás.....	53
3.5.9.	A tervezett keringető szivattyúk	53
3.5.10.	Biztonsági szerelvények.....	54
3.5.11.	Az apríték tüzelésű kazán égéstermék elvezetése.....	55
3.6.	A tartalékfűtést ellátó kondenzációs gázkazán gázellátása, égéstermék elvezetése és égési levegő bevezetése.	56
3.6.1.	A gázigény meghatározása	56
3.6.2.	A tervezett csatlakozó vezetékek.....	57
3.6.3.	A gázfogadó.....	57
3.6.4.	A tervezett fogyasztói vezeték.....	58
3.6.5.	A gázhálózat méretezése.....	59
3.6.6.	Égéstermék elvezetés.....	61
3.7.	Tűzivíz hálózat tervezése	61
	Összefoglalás	64
	Content Summary	65
	Hivatkozások	66
	Ábrajegyzék.....	68

Mellékletek:	71
--------------------	----

1. Bevezetés és célkitűzések

A diplomadolgozatom témája egy asztalos-ács üzem és iroda fűtése, gáz és tűzivíz rendszereinek tervezése. A tervezés alapjául szolgáló koncepció a gyártás során keletkezett fa hulladék felhasználása az épület fűtési hőszükségletének biztosítására. A tartalék fűtést földgáz hőenergia hordozóval tervezem megvalósítani, valamint az épület tűzivíz hálózatának megtervezése is fontos feladat, a létesítményben folytatott tevékenység ismeretében.

A hulladékanyag hőenergia előállításra történő felhasználása napjainkban igen fontos téma, hiszen Magyarország is részt vesz az Európai Unió által vállalt kötelezettségvállalásokban, amely keretében 2030-is az 1990-es szinthez képest 40%-kal kell csökkenteni az üvegházhatású gázok kibocsátását. (Európai Tanács Az Európai Unió Tanácsának honlapja, 2017) A cél elérése érdekében Magyarországon a következő években további erőfeszítésekre van szükség, ahogy azt az **1. ábra** mutatja.



1. ábra: Az éves üvegházhatású gázok kibocsátásának alakulása 1990-től 2019-ig

(Forrás: <https://www.ksh.hu/ffi/3-1.html>)

Nem csak a hőenergia előállításának módja fontos, hanem az adott, meghatározott paraméterekkel rendelkező létesítmény fűtéséhez szükséges hőenergiamennyiség is. A sugárzó felületű hőleadó rendszerek előnyös tulajdonsága, hogy a helyiségben munkát végző személyek megfelelő hőkomfortja alacsonyabb belső léghőmérséklettel is megoldható,

ezáltal csökkentve az épület hőveszteségét, fűtési energiaigényét. A fahulladékból előállított hőenergiát melegvizes rendszerű sugárzóernyőkkel célszerű leadni az előbb említett okból. Széles körben ismert, hogy a fűtési rendszerek úgynevezett minőségi szabályozása a létesítmények fűtési energiaigényét csökkenti.

Jelen diplomadolgozatban megvizsgálom, hogy a melegvizes sugárzóernyők lineáris minőségi szabályozása hatással van-e a hőkomfortra, ha igen, akkor ez hogyan küszöbölhető ki. A tervezési feladatban pedig fahulladék hasznosításra alkalmas fűtési rendszert, a hozzá kapcsolódó tartalékfűtést, annak gázellátását, sugárzó felületű hőleadó rendszerek tervezését, valamint az épület tűzvíz hálózatának tervezését végzem el.

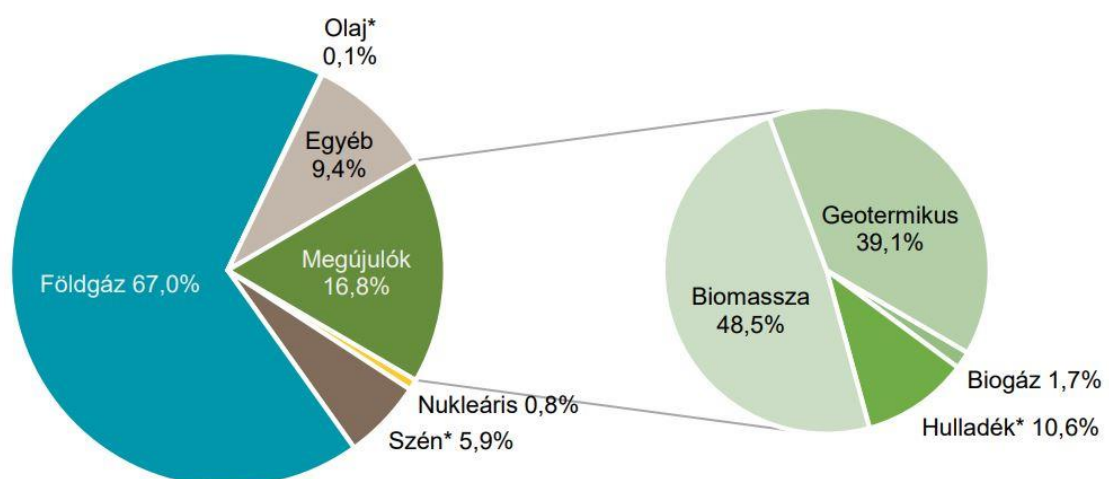
2. Szakirodalmi áttekintés

2.1.A biomassza energetikai hasznosításának lehetőségei

Az Európai Parlament És A Tanács 2009/28/EK irányelve szerint a biomasszát megújuló energiaforrásnak kell tekinteni. Az irányelv szerint nem csak a mezőgazdaságból és erdőgazdálkodásból származó biológiai eredetű termékek, hanem azok gyártása során keletkezett biológiai eredetű hulladékok és maradékanyagok is biomasszának minősülnek.

A biomasszát fel lehet használni villamos energia termelő rendszerek energiaforrásaként, valamint fűtőművek, illetve egyedi fűtések energiaforrásaként. (Strezov és Anawar, 2019) szerint a leghatékonyabb felhasználási módja a biomasszának a kombinált ciklusú energiaelőállítás.

A globális végső energiaigény biztosítása 2020-ban 12,3%-ban bioenergiával történt, ebből több mint a fele, 6,7%, a hagyományos biomassza hasznosításából származik. Az épületek fűtésére felhasznált végső energiafogyasztás 25,6%-ban hagyományos biomassza hasznosításából, míg 5,2%-a modern bioenergia hasznosításából volt fedezve (REN21, 2022). Magyarországon a MEKH adatai szerint 2022-ben a bruttó végső energiafogyasztás 15,3%-ban megújuló forrásokból származott. A megújuló energiaforrásokból előállított hőenergia Magyarországon 16,8% volt 2022-ben. A megújuló energiaforrásokon belül a biomassza 48,5%-ot tett ki, ahogyan azt a **2. ábra** szemlélteti.



2. ábra: Hőenergia termelés megoszlása energiahordozók szerint 2022-ben.

(Forrás: https://www.mekh.hu/download/9/ba/41000/Energiastatisztika_2022E.pdf)

(Loo és Koppejan, 2008) azt állapították meg, hogy a biomassza energiahordozók szállítása a kitermelése helye és a felhasználás helye közt mind magas költségeket, mind magas szállításhoz kapcsolódó károsanyag kibocsátást vonz magával. Ebből következik, hogy célszerű az energiahordozót a keletkezése, kitermelési helye közelében felhasználni. A biológiai eredetű anyagokból készülő végtermékek gyártása során keletkező hulladékot, amennyiben az energiatermelésre felhasználható célszerű a hulladék keletkezésének közelében hasznosítani.

2.1.1. A biomassza hasznosításának technológiai lehetőségei

A biomassza hasznosításának számos technológiai lehetősége adott. Az egyik legegyszerűbb és legelterjedtebb módszer a biomassza égetése energiatermelés céljából. Szintén széles körben ismert a biomassza gázosítása, amely pirolízist és részleges oxidációt foglal magában. A folyamat során a nyers biomassza nagyon magas hőmérsékleten, oxigénszegény környezetben található, és olyan gázok kibocsátásához vezet, mint a H_2 , CO , CO_2 , H_2O .

Az autók, teherautók vagy más járművek üzemeltetésére felhasználható üzemanyagokat a biomassza fermentációjával állítják elő. Az eljárás során biológiai erjesztés révén organikus anyagokat bontanak le alapvetőbb vegyületekké, így többek között etanol és biometán képződik (Dahlquist, 2013).

2.1.2. A biomassza forrásai

Számos biomasszaforrás használható energiatermelésre, amelyeket (Kahn és társai, 2009) a hat kategóriába osztottak a tulajdonságaik alapján.

- 1) Erdei termékek, hulladékok és maradványok: Ez a kategória magában foglalja a törzsfából származó fatörzseket, farönköket, a kitermelés során felhalmozódó erdészeti maradványokat, fakéregforgácsot, fafeldolgozási melléktermékeket és maradványokat, kéregforgácsot, fűrészport és a bontási fát.
- 2) Mezőgazdasági maradványok és hulladékok: Ebbe a kategóriába tartoznak az elsődleges maradványok, mint például a szalma és a szőlőskert maradványai, a feldolgozott anyagok után képződő másodlagos maradványok, mint például a cukornádból származó bagázst, melaszt, boróka darát, présfogácsát vagy pépet és a rizs héjat, valamint a harmadlagos maradványok, mint például a háziasított állatok trágyája.

- 3) Ipari és kommunális szerves hulladékok: Ide tartozik a városi szilárd hulladék biológiai lebomló része és a hulladékból előállított biogáz.
- 4) Származékok: Az élelmiszeripari hulladékokból és a papíripari hulladékokból származó maradványok, például a fekete likőr.
- 5) Vízi fajták: Ebbe a kategóriába tartoznak a mikroalgák és a makroalgák (tengeri moszatok).
- 6) Energianövények: Ezeket a növényeket kifejezetten az energiatermelés céljából termesztik, ideértve a cukortermelő növényeket, mint például a cukorrépát és a cukornádat, a keményítőben gazdag növényeket, mint például a cirokot, a maniókát, a kukoricát, a burgonyát és a rozst, az olajtartalmú növényeket, mint például a pálmaolajat, a repcét, a szóját és a napraforgót, a gyors növéssű nád- és fűnövényeket, mint például a kender, és a rostmályva, valamint a rövid forgásiidejű fákat, például az eukaliptuszt, a nyárfát és a füzeket.

A globális szárazföldi terület nagysága körülbelül 13 milliárd hektár, amelyből 1,5 milliárd hektár szántóföldi növények termelésére van hasznosítva, kb. 3,5 milliárd hektár van legelőként használva, amelyről állati eredetű termékek, például hús, tej és gyapjú kerülnek előállításra. Az erdőgazdálkodási terület körülbelül 4 milliárd. A maradék 4 milliárd hektár magában foglal minden egyéb felhasználást, mint az épületekkel beépített területek, valamint a kopár területeket, erdőgazdálkodásba be nem volt fás területeket (Slade és társai, 2011). A népességnövekedés okozta élelmiszer igény növekedése további 120 millió hektár szántóföld használatba vételét igényli 2050-ig.

2.1.3. A biomassa energiatartalma

A biomassa energiahordozók energiatartalmát (Loo és Koppejan, 2008) a bruttó kalorikus értékkel (gross caloric value) jellemzik. Ennek jellemző értéke 18 és 22 MJ/kg közötti érték, de a szerzők megadnak egy képletet amely segítségével az adott fűtőanyag energiatartalma meghatározható:

$$GCV = 0,3491 * X_c + 1,1783 * X_H + 0,1005 * X_S - 0,0151 * X_N - 0,1034 * X_O - 0,0211 * X_{ash} [MJ/kg]$$

ahol:

X_i – [%] száraz tömegre vonatkoztatott tömegszázalékban megadott szén (C), hidrogén (H), kén (S), nitrogén (N), oxigén (O) és hamu- (ash) tartalom.

A szerzők ismertetik továbbá a nettó kalória érték (net calorific value) fogalmát és kiszámításához használt képletet is. A nettó kalória érték a víz- és hidrogéntartalommal korrigált bruttó kalória érték. Kiszámítása a következő képlettel lehetséges:

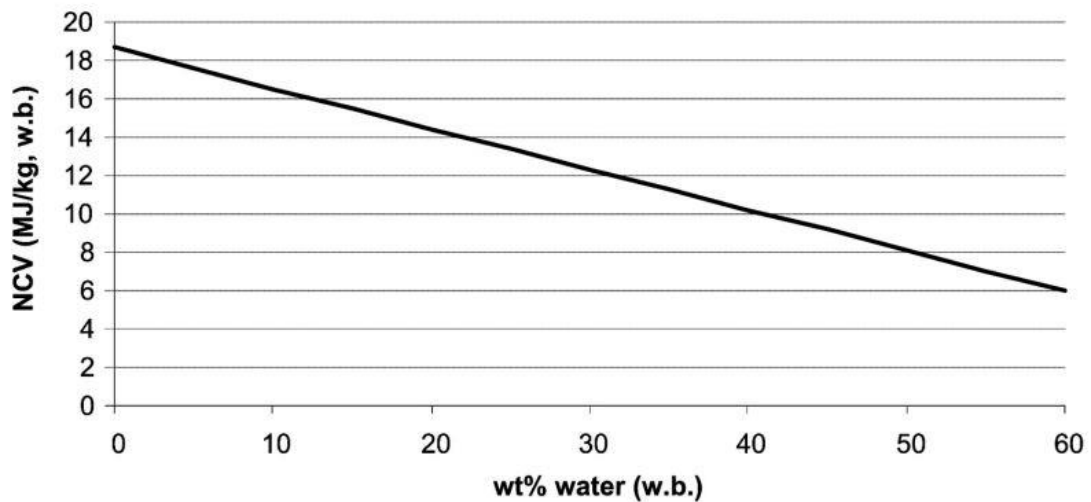
$$NCV = GCV * \left(1 - \frac{w}{100}\right) - 2,444 * \frac{w}{100} - 8,936 * \left(1 - \frac{h}{100}\right) [MJ/kg]$$

ahol:

w – [%] víztartalom tömegszázalékban

h – [%] hidrogéntartalom tömegszázalékban

A képletet értelmezve látható, hogy ahogyan a tüzelőanyag nedvességtartalma növekszik, úgy csökken annak nettó kalorikus értéke, amint azt a **3. ábra** szemlélteti:



3. ábra: A nettó kalorikus érték változása a nedvességtartalom függvényében, ahol a szén 50, a hidrogén 6 és az oxigén 44 tömeg%-ban van jelen

Forrás: (Loo és Koppejan, 2008)

2.1.4. Biomassza égetése

A biomassza elégetésekor ismerni kell a biomassza jellemző paramétereit, különösen az előző fejezetben tárgyalt fizikai jellemzőket a biomassza elemi összetételét, ezáltal a fűtőértékét. A **1. táblázat** néhány biomassza tüzelőanyag elemi összetételét és fűtőértékét mutatja be. Az kinyerhető energia mennyisége függ továbbá a termikus hatásfoktól (Bai és társai, 2002). A termikus hatásfok nagyban függ a légfelesleg mennyiségétől, a kilépő füstgáz hőmérsékletétől és a kazán kialakításától (Tóth, 2016).

1. táblázat: Néhány tüzelőanyagként felhasználható biomassza elemi összetétele és fűtőértéke; Forrás: (Bai és társai, 2002)

Biomassza	Kémiai összetevők (%)					Fűtőérték (MJ/kg)	Hamu (%)	Illó éghető (%)
	C	H	O	N	S			
Búzaszalma	45	6	43	0,6	0,12	17,3	5,28	74
Kukoricaszár	44	5,8	40	1,3	0,12	17,5	8,78	76
Fa	47	6,3	46	0,16	0,02	18,5	0,52	85
Kéreg	47	5,4	40	0,4	0,06	16,2	7,14	75
Fa+kéreg	47	6	44	0,3	0,05	18,1	2,65	82
Miscanthus	46	6	44	0,7	0,1	17,4	3,2	80

Az égéshez szükséges oxigénmennyiséget sztöchiometriai számítások során lehet meghatározni (Vajda, 1981). Az égésnél lejátszódó fontosabb reakciókat az **2. táblázat**-ban látható egyenletek tartalmazzák.

Az égéshez szükséges oxigénmennyiségből kiszámolhatjuk az égéshez szükséges levegőmennyiséget a következő képlettel:

$$V_{lev,min} = \frac{100}{20,9} * V_{O_2min}$$

Az égés során a levegő nem keveredik tökéletesen az égésben résztvevő anyagokkal, így az égés minőségének javítása érdekében többletlevőt juttatunk az égés helyére. A ténylegesen felhasznált levegő és az elméletileg szükséges minimális levegő hányadosát nevezzük légfelesleg tényezőnek (Reményi, 2013).

2. táblázat: Az égésnél lejátszódó fontosabb kémiai reakciók

Forrás: (Vajda, 1981)

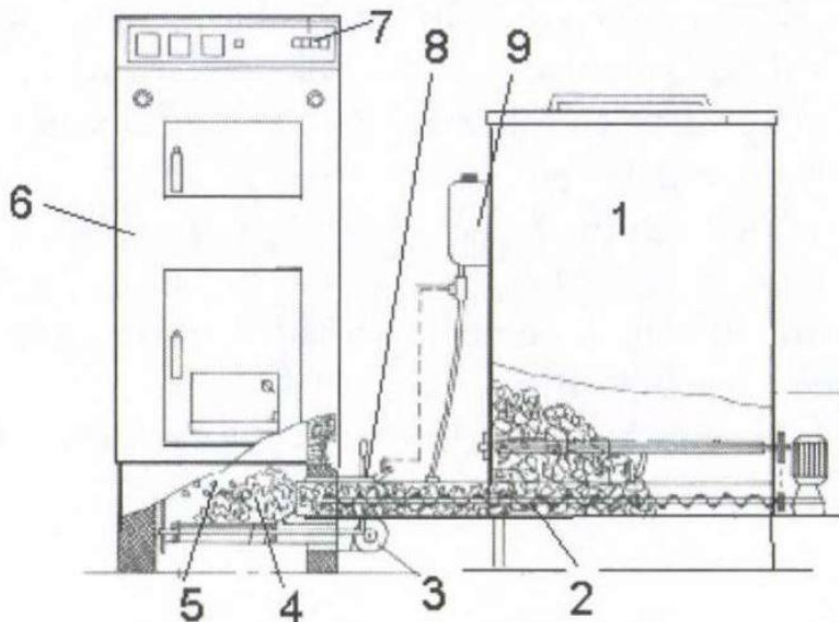
	Reakció	Megjegyzés
1.	$C + O_2 = CO_2$	
2.	$H_2 + \frac{1}{2} O_2 = H_2O$	
3.	$S + O_2 = SO_2$	
4.	$CO + \frac{1}{2} O_2 = CO_2$	
5.	$H_2S + \frac{3}{2} O_2 = H_2O + SO_2$	
6.	$CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O$	
7.	$C_2H_4 + 3O_2 = 2CO_2 + 2H_2O$	
8.	$C_2H_6 + \frac{7}{2} O_2 = 2CO_2 + 3H_2O$	
9.	$C_mH_n + \left[m + \frac{n}{4} \right] O_2 = mCO_2 + \frac{n}{2} H_2O$	
10.	$C + \frac{1}{2} O_2 = CO$	tökéletlen égés
11.	$C_mH_n + \left[\frac{m}{2} + \frac{n}{4} \right] O_2 = mCO + \frac{n}{2} H_2O$	tökéletlen égés
12.	$CH_4 + O_2 \rightarrow C + 2H_2O$	koromkiválás
13.	$2CO \rightarrow C + CO_2$	koromkiválás
14.	$CO_2 + 2H_2 \rightarrow C + 2H_2O$	koromkiválás

A fa energiahordozót eltüzelés előtt gyakran apríték, pellet vagy brikett formába hozzák, hogy a tüzelőanyag adagolását automatizálni lehessen. Apríték formában az energiasűrűsége (MJ/m³) kisebb, pellet vagy brikett formában pedig magasabb, köszönhetően az ömlesztett sűrűségüknek, ami apríték esetén 200-400kg/m³, pellet esetén 600-700kg/m³, brikett esetén 900-1300kg/m³ (Klass, 1998). (Malik és társai, 2013) szerint fontos megjegyezni azonban, hogy az előbb felsorolt termékek mindegyikéhez plusz energiabevitel szükséges.

2.1.5. Biomassza tüzelőberendezések

A biomassza tüzelőberendezéseket csoportosíthatjuk a működési elvük szerint, ekkor beszélhetünk direkttüzelőkről vagy előtéttüzelőkről, míg csoportosíthatjuk őket a

felhasználási területeik szerint, ekkor egyedi hőtermelőkről és fűtőberendezésekről beszélhetünk. A direkttüzelő csoportjába tartoznak a kályhák, kandallók és a háztartási méretű kazánok. A kályhákban lehetnek átégős vagy oldalégős tüztérrel rendelkezők. Az átégős kialakítású kályhákban sok elégetlen gáz távozik a füstgázzal. A kályhák egyik ismert változata a cserépkályha, amelyek jó hatásfokkal és nagy hőtároló képességgel rendelkeznek. A kandallók hasonlóak a kályhákhoz, ám ezeknél magasabb az általuk sugárzással leadott hőmennyiség aránya. A kandallók kialakításuk szerint lehetnek nyitott, kazettás vagy hőcserélős kandallók. A darabosfa tüzelők alkalmas a különféle erdészeti termékek eltüzelésére, mint például a hasábfa, a brikett vagy az apríték. A háztartásokban a legelterjedtebb a hasábfa tüzelésű kazán. A hagyományos kazánok automatikus működtetésénél gondot okoz, hogy a hasábfa kigázosodási intenzitását az ehhez szükséges hőmérsékletre hevítés sebességétől függ, és a hasábfa felület térfogat aránya alacsony. A probléma megoldása érdekében az automatizált kazánok általában apríték, pellet vagy brikett fűtőanyaggal működnek. Ezek további előnye, hogy ömlesztett anyagként kezelhetők, így a tárolása, mozgatása, adagolása nagymértékben automatizálható ezáltal lehetőség nyílik a teljesítmény szabályozására. (Bai, és társai, 2002).



4. ábra: Aprítéktüzelő berendezés részei. Forrás: (Bai, és társai, 2002)

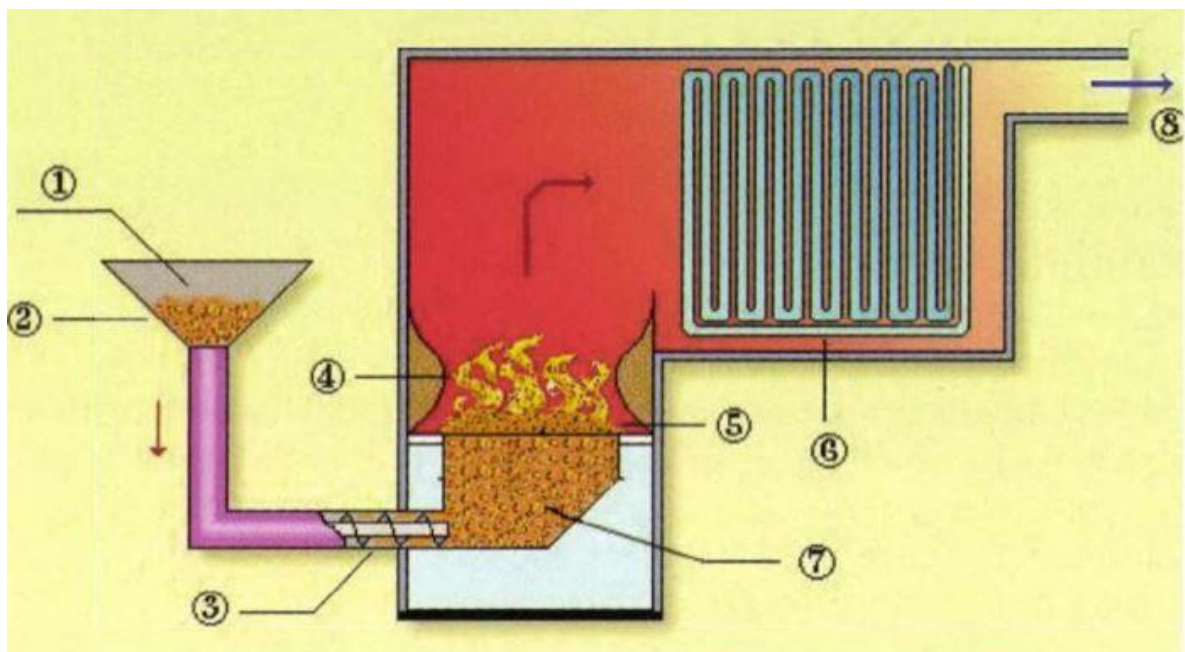
A **4. ábra** egy rostélytüzelés rendszerű aprítékégető kazánt mutat be. Az ábrán a számokkal jelölt részek a következők:

1. aprítéktároló
2. behordócsiga, etetőcsiga
3. ventiátor
4. parázságy és primerlevegő bevezetés a rostélyon
5. szekunder levegő bevezetés
6. hőcserélő
7. vezérlés
8. hőérzékelő a betápláló csatornán
9. oltóvíz a visszaégés megakadályozása érdekében

A eltüzelés technológiája alapján (Tóth, 2012) szerint megkülönböztethetünk rostélytüzelés rendszerű, alátoló rendszerű, befűvátásos rendszerű, elgázosító rendszerű és fluidágyas rendszerű tüzelőberendezéseket.

A rostélytüzelésű kazánok általában nagy, 1 MW-nál nagyobb teljesítménnyel rendelkeznek. Ezeknél a tüzelőanyag az azt előre mozgató rostélyra kerül beadagolásra. A primer levegő a rostély alatt kerül bevezetésre a tűztérbe, hogy az anyag a rostélyon ki tudjon száradni. Ezután a tüzelőanyag az alsó részre érve kiég.

Az alátoló tüzelésű kazánoknál a tüzelőanyagot alulról adagolják be úgy, hogy a tüzelőanyag a tűzágy oldalán száradjon ki.



5. ábra: Alátoló rendszerű tüzelőberendezés elvi felépítése Forrás: (Tóth, 2012)

Az **5. ábra** az alátoló tüzelés elvét mutatja be, ahol a kazán tüzelőberendezés számokkal jelölt részei a következők:

1. biomassza
2. adagoló tartály
3. alátoló csiga
4. levegő bevezetés
5. tűzágy
6. hőcserélő
7. alátolás a rostélyhoz

A befúvatásos rendszert általában nagyteljesítményű kazánoknál alkalmazzák, száraz tüzelőanyagokhoz. Ennél a rendszernél nagy légfelesleggel fűjják be az aprószemcsés tüzelőanyagot a tűztérbe, ahol a levegővel jól elkeveredve a tűztér falából származó sugárzó hőtől fölmelegszenek és kiégnek (Tóth, 2012).

A fluidágyas rendszerű tüzelőberendezéseknél a szilárd szemcsékből álló ágyazat alól fűvókarácson keresztül gázáramot juttatnak úgy, hogy azokat a keringő mozgásra hasonló mozgásra kényszerítse. A tüzelésre szánt részecskék nagysága miatt a fluidizáláshoz magas légfeleslegtényező tartozna, így azokhoz úgynevezett ágy anyagot használnak, ami a leggyakrabban kvarchomok vagy üveghomok. Az ágy hőkapacitása nagy, mivel abból a tüzelőanyaghoz képest jelentősen több van jelen az égés során, ez a hőkapacitás stabilizálja az égést. (Takács, 2021).

Az elgázosítása során a biomasszát termokémiai átalakítással szilárd, folyékony és gáz halmazállapotú másodlagos energiahordozókká alakítják át. A pirolízis során kinyert gáz fel lehet használni villamosenergia termelésre és/vagy hőenergia termelésre is. A kapcsolt energiatermelő berendezések technológiájának magasak a bekerülési költségei, háztartásokban és kisebb ipari létesítményekben az elgázosító kazánokból csupán hőenergia termelésre alkalmas kialakításút alkalmaznak. Egy ilyen kazán elméleti kialakítására hoz példát a **6. ábra**.



6. ábra: Elvi ábra Unical Gasogen típusú faelgázosító kazánról

3. táblázat: Különböző tüzelési módok hatásfok tartománya; Forrás: (Tóth, 2012)

TÜZELÉSI MÓD	HATÁSFOK (%)
nyitott tűz	5-10
nyitott kandalló	10-30
egyszerű kályha	15-30
kandalló hőcserélő betéttel	15-60
kétaknás kályhák	15-60
egyaknás kiskazán hőtároló nélkül	40-60
betétes cserépkályha	40-75
egyaknás kazán hőtárolóval	50-75
alsóégésű kazán hőtároló nélkül	50-75
alsóégésű kazán hőtárolóval	70-85
előtettűzelő, automatikus betáplálással	75-92

2.1.6. Biomassza szerepe az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentésében

A biomasszából származó energia fontos szerepet játszik az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentésében. A biomassza olyan megújuló energiaforrás, amelyet organikus anyagokból állítanak elő, ezek használata hozzájárul a nem megújuló fosszilis tüzelőanyagokból származó kibocsátás csökkentéséhez, amelyek jelentős mértékben hozzájárulnak az üvegházhatású gázok kibocsátásához. A biomassza felhasználása (Grassi, és társai 1990) szerint az energiatermelésben elősegíti a biológiai eredetű hulladék újrahasznosítását. A biomasszából származó energia egyik nagy előnye, hogy sokféle forrásból származhat. Ez a sokféleség lehetővé teszi a biomassza-energia sokoldalú felhasználását különböző iparágakban és környezeti körülmények között.

2.2. A melegvizes sugárzóernyők minőségi szabályozásával kapcsolatos probléma

A melegvizes sugárzóernyők minőségi szabályozásával kapcsolatban a következő kérdés merül fel: Ha a sugárzóernyők minőségi szabályozása, az egyszerűen és alacsony költséggel megvalósítható, az egyéb hőleadó rendszereknél a gyakorlatban jól megszokott, a külső hőmérséklet függvényében lineárisan változó előremenő hőmérsékletű fűtővízzel történik, akkor a tartózkodási zónában lévő hőérzete, valamint a belső hőmérséklet változik-e a külső hőmérséklet függvényében és ha igen akkor hogyan küszöbölhetjük ezt ki?

Ehhez először meg kell vizsgálnunk, hogy az ember hőérzete milyen tényezőktől függ, majd meg kell vizsgálni, hogy a sugárzóernyők paraméterei hogyan változnak az előremenő hőmérséklet függvényében. Az ezen vizsgálatok által megszerzett ismeretek segítségével következtetnünk kell a várható hőérzetre a tartózkodási zónában.

2.2.1. Az ember hőkomfortja, valamint az azt befolyásoló tényezők ismertetése

Az ember hőkomfortja nem csak az érezhető hőmérséklettől, hanem számos egyéb paramétertől is függ. (Bánhidí, 2000) szerint a hőérzetet alapvetően hat paraméter befolyásolja, amelyből az első a levegő hőmérséklete, és a levegő hőmérsékletének térbeli és időbeli eloszlása. A második hőérzetet befolyásoló paraméter a környező felületek közepes sugárzási hőmérséklete. A harmadik és negyedik paraméter a levegő relatív nedvességtartalma és a levegő sebessége. Az utolsó két paraméter az emberi tevékenységgel kapcsolatos, mégpedig az emberi test hőtermelése, hőleadása, valamint az emberi testen lévő ruházat hőszigetelése, és a párolgást befolyásoló hatása. A felsorolt paraméterek alapján kijelenthető, hogy jelen vizsgált esetben a sugárzóernyő az első két fizikai paramétert tudja befolyásolni, ezért ezek bővebb vizsgálatát fontos elvégeznünk.

2.2.2. A levegő hőmérséklete, valamint annak térbeli és időbeli eloszlása

(Parsons, 2014) szerint a levegő hőmérsékletét, ami a hőkomfort szempontjából fontos, úgy kell meghatározni, hogy az reprezentatív legyen azokból a szempontokból, amelyek az emberi test és a levegő között a hőáramlást meghatározzák. Így például az emberen lévő ruházat és a test közötti levegő hőmérséklet nem alkalmas ennek meghatározására, ahogy például egy az emberi testtől távol elhelyezkedő térrészlet hőmérséklete sem, például egy nagy belmagasságú helyiség mennyezetéhez közel lévő levegőhőmérséklet. Az levegő hőmérsékletének időbeli eloszlásnál fontos, hogy a megfelelő komfort eléréséhez a komfortos levegőhőmérsékletnek nem csak egy adott időpillanatban, hanem folyamatosan, lehetőleg minél kisebb kilengésekkel kell rendelkezésre állnia. A nagy hőmérsékleti kilengések (Fanger, 1970) a komforttérben tartózkodóknak kényelmetlenséget okozhat. Az **4. táblázat** a hőmérséklet-változás maximális értékeit adja meg az eltelt idő függvényében az ASHRAE 55 szabvány alapján.

4. táblázat: A hőmérséklet-változás maximális értékei az idő függvényében

(Forrás: ANSI/ASHRAE Standard 55-2004: *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*.)

Időtartam [h]	0,25	0,5	1,0	2,0	4,0
Megengedett hőmérsékletváltozás [°C]	1,1	1,7	2,2	2,8	3,3

2.2.3. A felületek közepes sugárzási hőmérséklete

(McIntyre, 1980) a sugárzó mező fogalmát úgy írja le, hogy annak bármely pontjában dinamikus energiaátadás történik sugárzással. Egy teljes sugárzási mezőt a sugárzó hőmérsékletek alapján lehet meghatározni.

(Howell és társai, 2016) megfogalmazzák, hogy egy objektum egy másikra energiát sugároz minden pillanatban. Ez az energia elektromágneses hullámként terjed, mígnem a másik objektumhoz érve energiájuk egy részét az elnyeli. (Sugarman, 2007) a folyamatot úgy írja le, hogy a sugárzás által szállított hő anélkül közvetít energiát, hogy azt a térben leadná, azt az első szilárd test nyeli el, amibe a hullámok beleütköznek.

A közepes sugárzási hőmérséklet definícióját (Fanger, 1970) úgy definiálja, hogy ez egy olyan teljesen fekete színű környezetnek a hőmérséklete, ami azonos sugárzásos hőcserét okoz a vizsgált térben tartózkodó ember számára, mint a vizsgált környezet. A közepes sugárzási hőmérsékleti érték kiszámítására (Kalmár, 2013) a következő képletet hozza:

$$\bar{t}_r = \frac{F_1 t_1 + F_2 t_2 + \dots + F_n t_n}{F_1 + F_2 + \dots + F_n}$$

ahol:

$F_1, \dots, F_n - [\text{m}^2]$ a környező felületek területe

$t_1, \dots, t_n - [\text{K}]$ azonos indexű felületek átlaghőmérséklete

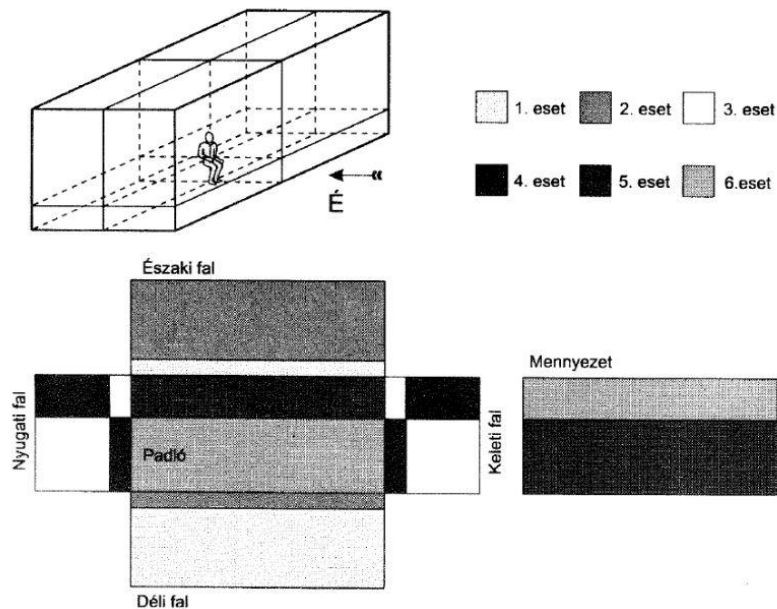
Ez a képlet csak a felületek nagyságát és azoknak a hőmérsékletét veszi figyelembe, nem számol az olyan paraméterekkel, hogy a vizsgált objektum az egyes felületektől milyen távolságban van. Ennek kiküszöbölésére (Kalmár, 2013) a következő képletet írja le:

$$\bar{t}_r = \sqrt[4]{\sum_{i=1}^N \Phi_{E-F_i} * T_{F_i}^4 - 273}$$

ahol:

$\Phi_{E-F_i} - [-]$ a térben tartózkodó ember és az i határolófelület közötti besugárzási tényező

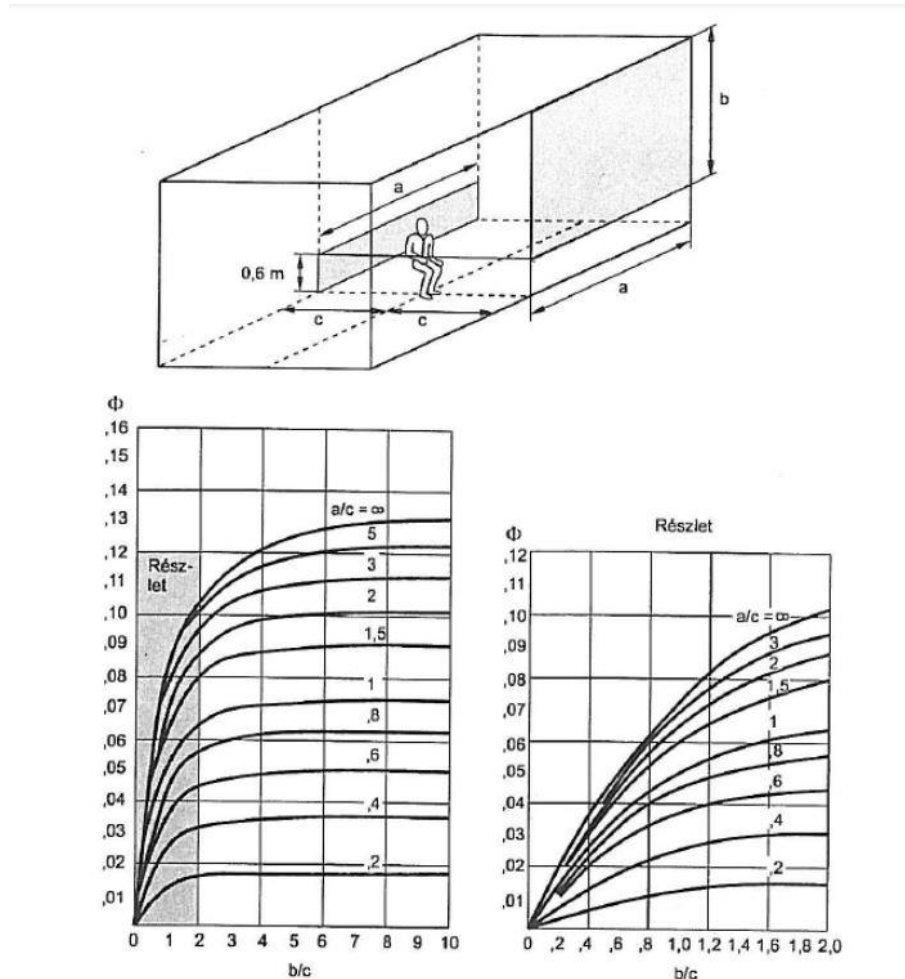
$T_{F_i} - [\text{K}]$ az i határolófelület átlaghőmérséklete



7. ábra: A zárt tér határolófelületeinek felosztása a hat alapesetre vonatkozóan, a besugárzási tényezők megállapításához (Kalmár, 2013)

A Φ_{E-F_i} besugárzási tényező értékeit a Fanger elmélete és diagramjai alapján határozhatjuk meg. Az elmélet lényegét az adja, hogy a teret elmetsszük két függőleges és egy vízszintes síkkal, amit a **7. ábra** szemléltet.

Az alapesetekhez tartozó besugárzási tényezők diagramokból határozhatók meg, amelyek közül az 1. alapesetet a **8. ábra** mutatja be.



8. ábra: Besugárzási tényező az 1. alapesetben (Kalmár, 2013)

2.2.4. Az eredő hőmérséklet és az operatív hőmérséklet

Az eredő hőmérséklet fejezettrészben tárgyalt közepes sugárzási hőmérséklet és a száraz levegő hőmérsékletének ismeretében a következő képlet segítségével számítható:

$$t_R = \frac{t_a + \bar{t}_r}{2}$$

ahol:

t_R – [K] az eredő hőmérséklet

t_a – [K] a száraz levegő hőmérséklete

$\bar{t}_r$ – [K] a környező felületek közepes sugárzási hőmérséklete

Az operatív hőmérséklet azt jelzi, hogy az egyén hogyan érzékeli a hőt az adott környezetben, figyelembe véve a levegő hőmérsékletét, valamint a közepes sugárzási hőmérséklet is (Watson és Chapman, 2002).

$$t_o = \frac{t_a * h_c + \bar{t}_r * h_r}{h_c + h_r}$$

ahol:

h_r – [W/(m²K)] sugárzásos hőátadási tényező

h_c – [W/(m²K)] konvekciós hőátadási tényező

2.2.5. Az épületek hővesztesége és a sugárzó fűtőtestek hőleadása

Jelen irodalmi elemzés egyik fő kérdése, hogy a sugárzóernyők minőségi szabályozása során, azaz a külső hőmérséklet függvényében lineárisan változó előremenő hőmérsékletű fűtővízzel történő szabályozás során a tartózkodási zónában lévő hőérzete, valamint a belső hőmérséklet változik-e?

Írjuk fel az épületek hőveszteségének kiszámításakor alkalmazott képletet

$$\dot{Q}_f = \dot{Q}_{tr,e} + \dot{Q}_{tr,i} + \dot{Q}_{inf} + \dot{Q}_s + \dot{Q}_b$$

ahol:

$\dot{Q}_f$ – [W] a fűtési hőszükséglet

$\dot{Q}_{tr,e}$ – [W] a külső transzmissziós energiaáram

$\dot{Q}_{tr,i}$ – [W] a belső transzmissziós energiaáram

$\dot{Q}_{inf}$ – [W] a filtrációs hőszükséglet

$\dot{Q}_s$ – [W] a napsugárzásból származó energianyereség

$\dot{Q}_b$ – [W] a belső hőnyereség

A képletet az ismeretlen tényezők, azaz a $\dot{Q}_s$ és a $\dot{Q}_b$ taggal, valamint a belső transzmissziós energiaáram elhanyagolásával a következőt kapjuk

$$\dot{Q}_f = \dot{Q}_{tr,e} + \dot{Q}_{inf}$$

amelyből:

$$\dot{Q}_{tr,e} = \sum_{j=1}^n U_j * A_j * (t_i - t_e) [W]$$

ahol:

n – a helyiséget a külső környezettől elválasztó szerkezet száma

j – a térelválasztó szerkezet száma

U_j – $[W/m^2K]$ a j -edik szerkezet hőátbocsátási tényezője

A_j – $[m^2]$ a j -edik szerkezet felülete

t_i – $[^\circ C]$ a helyiség belső hőmérséklete

t_e – $[^\circ C]$ a méretezési külső hőmérséklet

és

$$\dot{Q}_{inf} = L * \rho_{be} * c * (t_i - t_{be}) [W]$$

ahol:

L – $[m^3/s]$ a levegő térfogatárama

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

c – $[J/kgK]$ a levegő fajhője

t_i – $[^\circ C]$ a helyiség belső hőmérséklete

t_{be} – $[^\circ C]$ a belépő levegő hőmérséklete

Vegyük észre, hogy az eredő hőmérsékletnél használt t_a és az előző képletekben használt t_i jelölésünk egymásnak megfeleltethetők. Figyeljük meg továbbá, hogy a külső transzmissziós energiaáram és a filtrációs hőszükségletben szereplő t_e és t_{be} megfeleltethetők egymásnak, amennyiben a filtráció során a beáramló levegő a fűtött térbe való belépéséig hőcserében nem vesz részt. A $\dot{Q}_f = \dot{Q}_{tr,e} + \dot{Q}_{inf}$ képletbe behelyettesítve a következőt kapjuk:

$$\dot{Q}_f = \sum_{j=1}^n U_j * A_j * (t_a - t_e) + L * \rho_{be} * c * (t_a - t_e) [W]$$

amelyből a $(t_a - t_e)$ tagot kiemelve a következőt kapjuk:

$$\dot{Q}_f = \left(\sum_{j=1}^n U_j * A_j * + L * \rho_{be} * c \right) * (t_a - t_e) [W]$$

Azzal az egyszerűsítéssel élve, hogy a belépő levegő térfogatáramát a külső és belső hőmérsékletkülönbségtől függetlennek vesszük a következő képletet kapjuk:

$$\dot{Q}_f = const. * (t_a - t_e) [W]$$

A fűtőtestek hőleadása a következő összefüggés segítségével írható le:

$$\dot{Q}_f = A_f * [\alpha_{konv}(t_{f,köz} - t_a) + \alpha_{sug}(t_{f,köz} - t_r)]$$

ahol:

α_{konv} – [W/m²K] a konvekciós hőátadási tényező

α_{sug} – [W/m²K] a konvekciós hőátadási tényező

ebből

$$\alpha_{sug} = C_k * \frac{\left(\frac{t_{f,köz}}{100}\right)^4 - \left(\frac{t_r}{100}\right)^4}{t_{f,köz} - t_r}$$

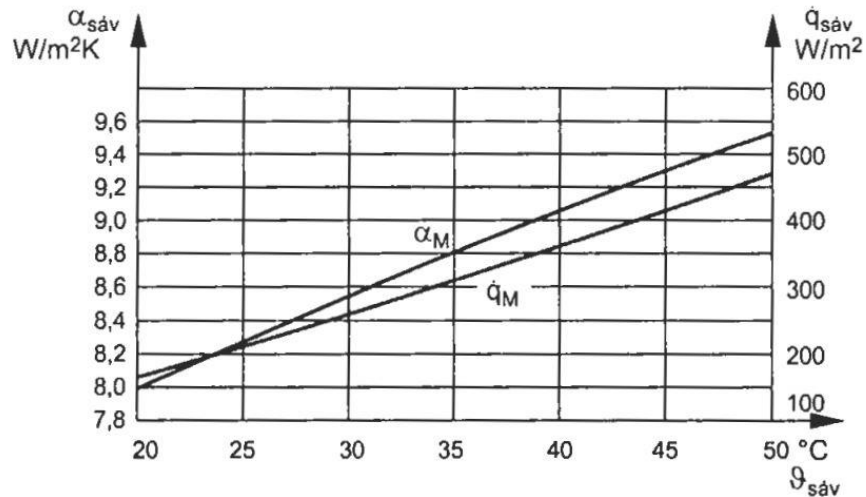
ahol:

C_k – [W/m²K⁴] a kölcsönös sugárzási együttható

és

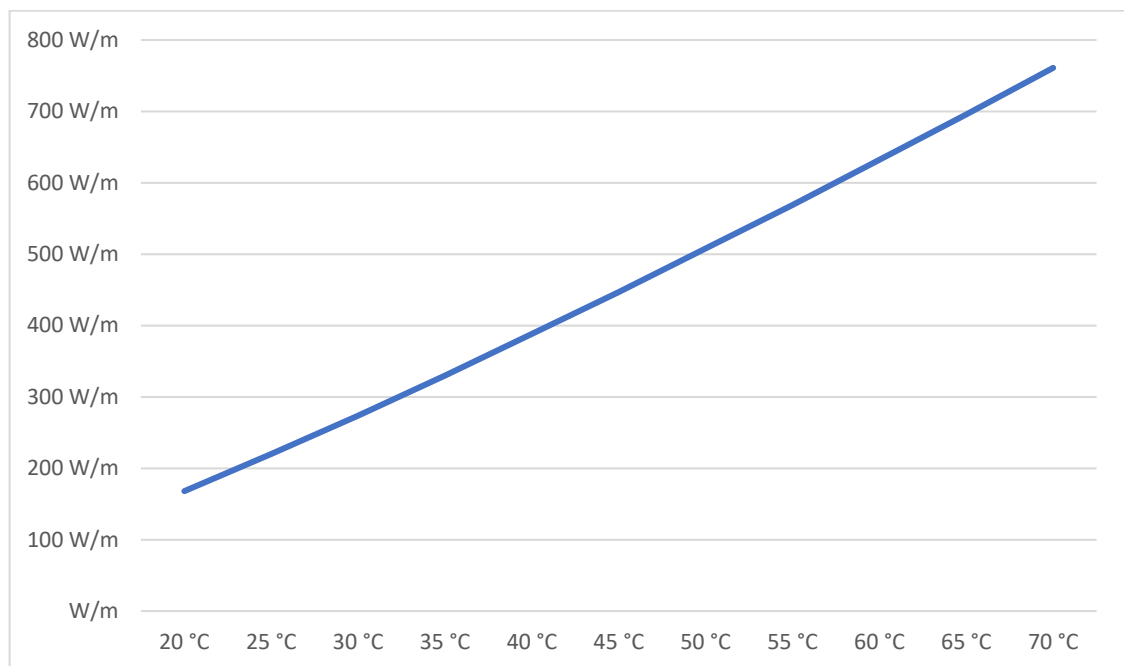
$$\alpha_{konv} = const. * (t_{f,köz} - t_a)^M = const. * \sqrt[M]{t_{f,köz} - t_a}$$

A képletekből összetettségéből adódóan minden változó figyelembevételével a fűtőtestek hőleadásának változását meghatározni az előremenő fűtővízhőmérséklet változásának függvényében igen összetett feladat, ám ezt (Macskásy & Bánhidi, 1985) korábban megtették, az ő eredményeiket mutatja be a **9. ábra**.



9. ábra: Sávos mennyezetfűtőtest hőátadási tényezője és hőközlése $\theta_{sáv}$ túlhőmérséklet függvényében (Macskásy & Bánhidi, 1985)

Az előbb bemutatott ábra eredményeit összevetem egy gyártó sugárzóernyőjéhez kiadott méretezési táblázat értékeivel, amely méretezési táblázatból egy az előzőhöz hasonló diagramot (**10. ábra**) készíték el.



10. ábra: HSP típusú 1050mm széles melegvizes sugárzóernyő fajlagos hőteljesítménye a közepes túlhőmérséklet függvényében (Forrás: saját szerkesztés; Huch EnTEC MSP sugárzó panelek tervezési segédlete)

Látható, hogy a sugárzó ernyők fajlagos hőleadása a **9. ábra** és az **10. ábra** szerint is a közepes túlhőmérséklet függvényében közel lineárisan változnak. Ebből következtethető, hogy a belső hőmérséklet a megfelelően megválasztott meredekségű fűtési jelleggörbével a külső hőmérséklet függvényében közel állandó lesz.

Emlékezzünk most vissza az operatív hőmérséklet fogalmára és képletére, a képletet írjuk fel újra

$$t_o = \frac{t_a * h_c + \bar{t}_r * h_r}{h_c + h_r}$$

A képletből láthatjuk, hogy az állandó hőérzethez nem csak a belső hőmérséklet állandósága szükséges, hanem a közepes sugárzási hőmérséklet állandósága is. A következő képlet a sugárzásos hőátadási tényező értékének kiszámítását mutatja be:

$$h_r = 5,67 * 10^{-8} * \varepsilon * \frac{F_R}{F_{Du}} * \frac{(t_{cl} + 273)^4 - (\bar{t}_r + 273)^4}{(t_{cl} - \bar{t}_r)}$$

ahol:

h_r – [W/(m²K)] a sugárzásos hőátadási tényező,

5,67 – [W/(m²K⁴)] a Stefan-Boltzmann állandó

ε – [-] a ruházattal borított test emissziós tényezője

t_{cl} – [°C] ruházattal borított és nem borított test átlagos hőmérséklete

F_R/F_{Du} - [-] effektív sugárzó felület és a test Du Bois-felülete közötti arány, amelynek értéke 0,67 guggoló emberre vonatkozóan, 0,7 ülő ember esetében és 0,77 álló ember esetében (Kalmár, 2013)

A képletből jól látható, hogy a sugárzásos hőátadási tényező a ruházattal borított és nem borított test átlagos hőmérséklete és a közepes felületi hőmérséklet függvénye. Ebből a szabályozással közvetlen ráhatásunk a másodikra van.

$$h_c = \begin{cases} 2,38 * (t_{cl} - t_a)^{0,25} ; ha 2,38 * (t_{cl} - t_a)^{0,25} > 12,1\sqrt{v_{ar}} \\ 12,1\sqrt{v_{ar}} ; ha 2,38 * (t_{cl} - t_a)^{0,25} < 12,1\sqrt{v_{ar}} \end{cases}$$

ahol:

h_c – [W/(m²K)] a konvekciós hőátadási tényező,

$v_{ar} - [m/s]$ a levegő relatív sebessége,

A képletből látható, hogy ha a levegő relatív sebessége alacsony, akkor a konvekciós hőátadási tényező a ruházattal borított és nem borított test átlagos hőmérséklete és a száraz levegő hőmérsékletének függvénye. Ebből a szabályozással közvetlen ráhatásunk szintén a másodikra van.

2.2.6. A várható hőérzetre a tartózkodási zónában

Ahhoz, hogy az operatív hőmérséklet állandó maradjon, a közepes felületi hőmérséklet is állandó kell, hogy legyen, továbbá, ha a közepes felületi hőmérséklet és a belső hőmérséklet is állandó, akkor a sugárzásos hőátadási tényező is állandó (ha ruházattal borított és nem borított test átlagos hőmérsékletében szerepet játszó, a szabályozással nem befolyásolható tényezőket állandónak vesszük). Az előző részre hivatkozva, a megfelelően megválasztott meredekségű fűtési jelleggörbével a külső hőmérséklet függvényében közel állandó lesz a belső hőmérséklet. Az operatív hőmérsékletben szereplő konvekciós hőátadási tényező is állandó, ha a közepes felületi hőmérséklet és a belső hőmérséklet is állandó (ha ruházattal borított és nem borított test átlagos hőmérsékletében szerepet játszó, a szabályozással nem befolyásolható tényezőket állandónak vesszük).

Ezek tisztázása után azt kell megnéznünk, hogy a közepes felületi hőmérséklet hogyan változik, ha az előremenő fűtővíz hőmérsékletet a külső hőmérséklet függvényében változtatjuk. Ehhez idézzük fel a kiszámításához korábban felírt képletet:

$$\bar{t}_r = \sqrt[4]{\sum_{i=1}^N \Phi_{E-F_i} * T_{F_i}^4 - 273}$$

A képletet írjuk fel egy másik formában:

$$\bar{t}_r = \sqrt[4]{\sum_{i=1}^N \Phi_{E-F_{e_i}} * \Delta T_{F_{e_i}}^4 + \sum_{j=1}^N \Phi_{E-F_{h_j}} * \Delta T_{F_{h_j}}^4 - 273}$$

ahol $e1 \dots en$ indexel a sugárzóernyőhöz tartozó hőmérséklet és besugárzási tényező értékeket jelöltem, míg a $h1 \dots hn$ indexel a többi határolófelülethez tartozó hőmérséklet és besugárzási tényező értékeket jelöltem.

Amikor a külső hőmérséklet megváltozik akkor a szabályozásunknak köszönhetően a sugárzóernyő felületi hőmérséklete csökkeni fog, míg a többi határolófelület hőmérséklete

emelkedni fog az épületszerkezet külső és belső hőátadási tényezői és a rétegek hővezetési tényezői alapján. (Brumbaugh, 2004)

A közepes felületi hőmérséklet a következő esetben lesz állandó:

$$\sum_{i=1}^N \Phi_{E-F_{e_i}} * \Delta T_{F_{e_i}}^4 = - \sum_{j=1}^N \Phi_{E-F_j} * \Delta T_{F_{h_j}}^4$$

Ha a térben mozdulatlan egyénre vonatkoztatjuk az egyenletet, akkor a besugárzási tényezők állandónak tekinthetők, továbbá a határolófelületek hőmérséklete arányosan változik a külső hőmérséklettel (Baumann, 2012), így az egyenlet jobb oldala a külső hőmérséklet függvénye. Az egyenlet bal oldalán a sugárzó ernyőkhöz tartozó hőmérséklet és besugárzási tényező értékek láthatók. A besugárzási tényező értékei az előbb megállapítottak szerint állandónak tekinthetők, míg a sugárzó ernyők közepes túlhőmérséklete az előremenő hőmérséklet függvénye, amely a szabályozásunk alapján a külső hőmérséklet függvénye. Kimondható tehát, hogy az egyenlet mindkét oldala a külső hőmérséklet függvénye.

Azokban az esetekben amikor az egyenletben szereplő sugárzó ernyők közepes túlhőmérséklete azonos, akkor azok hőmérsékleténél az i indexet elhagyhatjuk, így ezekben az esetekben a képlet a következőképpen írható fel:

$$\Delta T_{F_e}^4 * \sum_{i=1}^N \Phi_{E-F_{e_i}} = - \sum_{i=1}^N \Phi_{E-F_{h_i}} * \Delta T_{F_{h_i}}^4$$

Látható, hogy ahhoz, hogy a közepes felületi hőmérséklet állandó legyen, még a számos egyszerűsítés és elhanyagolás után is rengeteg tényezőnek kell a „pont jó” értéket felvennie. Feltételezhető, hogy ez az esetek túlnyomó többségében nem áll fent, tehát kijelenthető, hogy az operatív hőmérséklet a külső hőmérséklet függvényében a szabályozásunk ellenére is változni fog.

2.3. Az operatív hőmérséklet mérése

Az operatív hőmérséklet meghatározásához a gyakorlatban nem csak levegő hőmérséklet mérőt, hanem úgynevezett glóbuszhőmérőt (**11. ábra**) használnak, amelyek az úgynevezett glóbuszhőmérsékletet, vagy gömbhőmérsékletet mérik. (Klein, 1980)

A gömbhőmérséklet mérésére 150mm átmérőjű gömböt alkalmaznak, amely teljes egészében feketére lett festve és az emissziós tényezője $\varepsilon_g = 0,95$ (MSZ EN ISO 8996:2005, 2005).

A glóbusz és a környezete között sugárzásos és részben konvekciós hőcsere lép fel, amelyből számítható a közepes sugárzási hőmérséklet. A hőcsere folytán hőegyensúly áll be, amire a következő egyensúlyi egyenlet írható fel:

$$\dot{q}_r + \dot{q}_c = 0$$

ahol:

$\dot{q}_r$ – [W/m²] a glóbusz és a környezete közötti sugárzásos hőcsere

$\dot{q}_c$ – [W/m²] a glóbusz és a környezete közötti konvekciós hőcsere



11. ábra: Glóbuszhőmérő

(Forrás: <https://www.testo.com/hu-HU/globusz-erzekelo-o-150mm-k-tip-hoelem-sugarzo-ho-meresere/p/0602-0743>)

A glóbusz és a környezete közötti sugárzásos hőcserét a következő összefüggés írja le:

$$\dot{q}_r = \varepsilon_g * \sigma * (\bar{T}_r^4 - \bar{T}_g^4)$$

ahol:

ε_g – [-] a fekete gömb emissziós tényezője

$\bar{T}_g$ – [K] a glóbuszhőmérséklet

A glóbusz és a környezete közötti konvekciós hőcserét a következő összefüggés írja le:

$$\dot{q}_c = h_{cg} * (T_a - T_g)$$

ahol:

h_{cg} – [-] a fekete gömb felületére vonatkozó hőátadási tényező

A hőátadási tényezőt számíthatjuk természetes konvekció és kényszerített légáramlás esetére.

Az előbbire az alábbi képlet vonatkozik:

$$h_{cg} = 1,4 * \left(\frac{\Delta T}{D}\right)^{0,25}$$

Az utóbbira a következő képlet vonatkozik:

$$h_{cg} = 6,3 * \frac{v_a^{0,6}}{D^{0,4}}$$

ahol:

v_a – [m/s] a légsebesség a gömb körül

Az előbbi képleteket összevonva a hőegyensúlyi egyenletbe a következő adódik:

$$\varepsilon_g * \sigma * (\bar{T}_r^4 - \bar{T}_g^4) + h_{cg} * (T_a - T_g) = 0$$

A képlet átrendezésével megkapjuk a közepes sugárzási hőmérsékletet (Cakó, 2022).

$$\bar{T}_r = \sqrt[4]{\bar{T}_g^4 + \frac{h_{cg}}{\varepsilon_g * \sigma} * (T_a - T_g)} [K]$$

Az operatív hőmérséklet méréséhez szükséges glóbuszhőmérsékletből és ambiens hőmérsékletből meghatározható tehát az operatív hőmérséklet. A meghatározáshoz érdemes a mért értékeket digitalizálni, így azt egy kalkulátor folyamatosan számíthatja, amely számított értéket a kívánttal összevetve egy szabályozó berendezés a megfelelő módon avatkozhat be az előremenő hőmérséklet értékébe.

3. A tervezési feladat témája, célja

3.1. A tervezett épület leírása

Az épület egy asztalos-ács üzem, ahol gyártó gépekkel fa anyagú építőelemeket gyártanak. Az üzem épületrészhez kapcsolódik egy iroda épületrész és egy kazánház épületrész is. Ezen két épületrész között fedett-nyitott szín található. Az iroda épületrész emeletén irodák, tárgyalók, mosdók és egy étkező található, míg az épületrész földszintjén öltözők, raktárok és az előtér található.

3.2. A tervezés célja, koncepciója

A tervezés célja a teljes épület fűtése gazdaságos módon. Az üzemben a fa építőelemek gyártása közben fa hulladékanyag keletkezik, amely a gyártásban már nem felhasználható, így célszerű ezt a hulladékot eltüzelhető formába hozni és az épület fűtésére felhasználni. A hulladékmennyiség keletkezése azonban függ a gyártmányok típusától, valamint a gyártás volumenétől. Ebből adódóan fennállhat olyan helyzet, hogy az épület fűtésére nem elegendő a hulladékanyagmennyiség vagy több hulladékmennyiség keletkezik az épület megfelelő kifűtéshez szükségesnél. Az előbbi eset kiküszöbölésére tartalékfűtést kell megvalósítani, míg az utóbbi eset megoldására egy tüzelőanyagtároló helyiség szolgál.

3.3. A teljes épület hőveszteségének kiszámítása

3.3.1. Az épület szerkezetei

Az épület építész kiviteli tervei 2022-ben készültek el, így az abban felhasznált épületszerkezetek megfelelnek a mai kor elvárásainak és a rétegtervi hőátbocsátási tényezői megfelelnek a 7/2006. (V.24.) TNM rendelet előírásainak. A tervezés óta megjelent a 9/2023. (V.25) ÉKM rendelet, amelyben a rétegtervi hőátbocsátási tényezők a TNM rendelethez képest nem változtak, így azok jelenleg is megfelelnek.

Az épület hőszükségletének a kiszámításához az építész tervek szolgálnak alapul. A számítást a fentebb említett rendelet segítségével, annak egyszerűsített módszere alapján végeztem el. A **5. táblázat** az RF1 – Külső fal (iroda) szerkezet rétegtervi hőátbocsátási tényezőjének kiszámítását részletezi:

5. táblázat: Példa a rétegtervi hőátbocsátási tényező kiszámítására

	<i>d</i>	$\lambda_{beép.}$	<i>R</i>
			<i>d</i> / $\lambda_{beép.}$
<i>RF1 - Külső fal (iroda):</i>	[m]	[W/mK]	[m²K / W]
Hőátadás (h-tényező):	1/8 =		0,125
gipszkarton belső burkolat	0,025	0,4	0,0625
párafékező fólia	0,001	0,2	0,0050
RW Airrock HD hőszigetelés	0,05	0,035	1,4286
zárt légréteg	0,16	-	0,1700
KS1150 szendvicspanel	0,1	0,0224	4,4643
Hőátadás (h-tényező):	1/24 =		0,042
		SZUM:	6,297
U_{rt}=	0,1588	W/m²K	

$$U_{rt} = \frac{1}{R_e} + dU = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_e} + \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} + \frac{1}{\alpha_i}} + dU$$

ahol:

U – [W/m²K] hőátbocsátási tényező

R_e – [m²K/W] eredő hővezetési ellenállás

dU – [W/m²K] szerkezeten belüli hőhidakból eredő többlet hőátbocsátás

α_e – [W/m²K] külső hőátadás

d_j – [m] a j-edik szerkezeti réteg vastagsága

λ_j – [W/mK] a j-edik szerkezeti réteg hővezetési tényezője

α_i – [W/m²K] belső hőátadás

A szerkezet korrigált hőátbocsátási tényezőjét a hőhidak figyelembevétele után kapjuk meg, melynek értékét a 7/2006 TNM rendelet korrekciós táblázatából olvastam ki. A szerkezet típusa külső fal, külső oldali, vagy szerkezeten belüli megszakítatlan hőszigeteléssel és gyengén hőhidas, így a hőhidak hatását kifejező korrekciós tényező κ=0,15. A szerkezet korrigált hőátbocsátási tényezője a hőhidak figyelembevétele után:

$$U_R = U_{rt} * (1 + K) = 0,1588 * (1 + 0,15) = 0,1826 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Ahhoz, hogy az épület teljes hőveszteségét megkapjuk minden szerkezetre el kell végezni a számítást, ennek kiszámítása táblázatkészítő program használatával jelentős időt emésztene fel, ezért a számítást a *DanWatt fűtéstechnika* program segítségével végeztem el. A nyílászárók hőátbocsátási tényezőit az ismert típusoknál (alumínium) a megadott értékre vettem fel, az ismeretlen műanyag típusoknál pedig a megengedett maximum értékre.

A megadott és a programmal kiszámított értékeket a **6. táblázat**-ban közlöm

6. táblázat: A épület szerkezeteinek megadott és kiszámított hőátbocsátási tényezői

Szerkezet	Típus	U_r	U_{rt}	ψ
megnevezés	-	[W/m ² K]	[W/m ² K]	[W/mK]
Alu. ablak	ablak (külső,fém)	1,2	-	-
Alu. ajtó	ajtó (külső,fém)	1,2	-	-
Műa. ablak	ablak (külső,fém)	1,15	-	-
Műa. ajtó	ajtó (külső,fém)	1,15	-	-
Belső ajtó	ajtó (belső, fűtött terek között)	1,15; 1,8	-	-
Belső ablak	ablak (belső)	1,15; 1,35	-	-
Ipari kapu	kapu (külső, üvegezetlen)	1,1	-	-
RF1 - Külső fal (iroda)	külső fal	0,16	0,18	-
RF1* - Külső fal (csarnok)	külső fal	0,22	0,26	-
RL1 - Lábazat (iroda)	külső fal	0,17	0,21	-
RL1* - Lábazat (csarnok)	külső fal	0,24	0,29	-
RP1 - Csarnokpadló (csarnok)	padló (talajra fektetett)	0,99	-	1,15
RP2 - Hidegpadló (csarnok)	padló (talajra fektetett)	0,24	-	0,7
RP4* - Árkádfödém (hideg)	árkád feletti födém	0,16	0,18	-
RP5* - Árkádfödém (meleg)	árkád feletti födém	0,16	0,17	-
RP6 - Álmennyezet	tető	0,14	0,16	-
RT1* - Zárófödém	tető	0,15	0,16	-

A ψ a táblázatban a vonalmenti hőátbocsátási tényező értékét jelöli, melyet táblázat segítségével lehet meghatározni, a padló hővezetési ellenállásának, valamint a padlószint és a talajszint közötti magasságkülönbségének függvényében. A talajra fektetett padlók fajlagos hővesztesége a következő módon határozható meg:

$$q_{hh} = l * \Psi \left[\frac{W}{K} \right]$$

ahol:

$q_{hh} - [W/K]$ a hőhíd fajlagos hővesztesége

$l - [m]$ a külső fal és a talajon fekvő szerkezet belső csatlakozási élhossza

$\psi - [W/mK]$ vonalmenti hőátbocsátási tényező

3.3.2. Az épület téli hőszükségletének kiszámítása

Az épület teljes hőveszteségének, hőszükségletének a meghatározása több összetevőből álló összefüggés segítségével végezhető el.

$$\dot{Q}_f = \dot{Q}_{tr,e} + \dot{Q}_{tr,i} + \dot{Q}_{inf} + \dot{Q}_s + \dot{Q}_b$$

ahol:

$\dot{Q}_f - [W]$ a fűtési hőszükséglet

$\dot{Q}_{tr,e} - [W]$ a külső transzmissziós energiaáram

$\dot{Q}_{tr,i} - [W]$ a belső transzmissziós energiaáram

$\dot{Q}_{inf} - [W]$ a filtrációs hőszükséglet

$\dot{Q}_s - [W]$ a napsugárzásból származó energianyereség

$\dot{Q}_b - [W]$ a belső hőnyereség

Az épület hővesztesége az azt alkotó helyiségek hőveszteségeinek összegéből adódik. A transzmissziós és filtrációs hőveszteségeket az MSZ-04-140 szabvány alapján határoztam meg.

A tervezett épület Kiskunhalason helyezkedik el, a külső méretezési hőmérsékletet ennek az elhelyezkedésnek megfelelően az MSZ-04-140/3 szabványban szereplő „A különböző külső méretezési hőmérsékletű területek” nevű térkép segítségével állapítottam meg. (1. melléklet)

A belső hőmérsékleteket a megrendelő igényeit figyelembe véve vettem fel.

A külső transzmissziós energiaáram számítását el kell végezni azokra a határoló szerkezetekre, amelyek a méretezett helyiséget a külső környezetétől választják el, a következő képlet segítségével:

$$\dot{Q}_{tr,e} = \sum_{j=1}^n U_j * A_j * (t_i - t_e) [W]$$

ahol:

n – a helyiséget a külső környezettől elválasztó szerkezet száma

j – a térelválasztó szerkezet száma

U_j – $[W/m^2K]$ a j -edik szerkezet hőátbocsátási tényezője

A_j – $[m^2]$ a j -edik szerkezet felülete

t_i – $[°C]$ a helyiség belső hőmérséklete

t_e – $[°C]$ a méretezési külső hőmérséklet

A belső transzmissziós energiaáram számítását pedig azokra a szerkezetekre kell elvégezni, amelyek olyan belső terektől választják el a méretezett helyiséget, amelyeknél a tervezett belső hőmérséklet a méretezett helyiségétől több mint 4 K-el tér el.

$$\dot{Q}_{tr,e} = \sum_{j=1}^n U_j * A_j * (t_i - t_{sz}) [W]$$

ahol: (az előzőekben jelölteken felül/eltérően)

n – a helyiséget a szomszédos terektől elválasztó szerkezet száma

t_{sz} – $[°C]$ a szomszédos helyiség hőmérséklete

Talajjal érintkező szerkezetek esetén a helyiség külső kerületének és a hozzá tartozó ψ vonalmenti hőátbocsátási tényezőjének függvényében kell a talajba irányuló energiaáramot figyelembe venni az alábbi képlet szerint:

$$\dot{Q}_{tr,} = \sum_{j=1}^m \Psi_j * l_j * (t_i - t_e) [W]$$

ahol:

m – a helyiség talajjal érintkező szerkezeteinek száma

Ψ_j – $[W/mK]$ a j -edik talajjal érintkező szerkezet hőátbocsátási tényezője

l_j – $[m]$ a j -edik szerkezethez tartozó külső élhossz

t_i – $[°C]$ a helyiség belső hőmérséklete

t_e – $[°C]$ a méretezési külső hőmérséklet

A transzmissziós hőveszteségeken felül a filtrációs hőszükséglet is meg kell határozni, hiszen ezen veszteséget is a fűtéssel kell pótolnunk. Ennek meghatározásához a következő képlet alkalmazható:

$$\dot{Q}_{inf} = L * \rho_{be} * c * (t_i - t_{be})[W]$$

ahol:

L – [m³/s] a levegő térfogatárama

ρ_{be} – [kg/m³] a belépő levegő sűrűsége

c – [J/kgK] a levegő fajhője

t_i – [°C] a helyiség belső hőmérséklete

t_{be} – [°C] a belépő levegő hőmérséklete

Ebből következik, hogy ha a belépő levegő hőmérséklete magasabb, mint a belső levegő hőmérséklete, akkor filtrációs hőnyereségről beszélünk. Egy helyiségbe több úton is juthat a környezetéből levegő, így ilyenkor a különböző helyekről beáramló filtrációs hőáramok összegével kell számolni. Ha nem dönthető el, hogy melyik helyről milyen arányban áramlik be levegő, akkor a legkedvezőtlenebb esettel kell számolni.

A levegő térfogatáramát a filtrációs hőszükséglet számításakor több módon is megadhatjuk. Gépi szellőzés esetén ismert légtérfogatáramok alakulnak ki, hiszen a szellőzőgépeket az igényeknek megfelelően választjuk ki. A WC-kben, mosdókban, zuhanyzóban és a művezető irodában gépi elszívás fog üzemelni, ezért oda a következő értékeket vettem fel. A WC-kbe 15 m³/h, a mosdókban, zuhanyzóban 45 m³/h, míg a művezető irodában 30 m³/h fejadag számoltam 2 főre. A földszinti előtér-lépcső helyiség homlokzatába egy fali légbevezető elem kerül beépítésre, melynek kapacitása 5-80 m³/h a nyomáskülönbség függvényében. Én ebben a helyiségben az infiltráción felül ezért további 60 m³/h belépő külső levegővel is számoltam.

Az üzemcsarnok területén egy levegőszűrő rendszer üzemel, amelyet a gyártási technológia gyártója szállít. Ennek a levegőszűrő rendszernek a csővezeték szakaszai külső térben is futnak, így az itt haladó levegőnek is jelentős hővesztesége van. A gyártó adatszolgáltatása alapján a szűrt légmennyiség 30000 m³/h, és a szűrési rendszerbe belépő 18 °C-os levegő 16 °C-osra hűlik. Nem számoltam a kompresszor segítségével előállított 3 °C-os sűrített levegő beáramlásából származó 627W-os hőveszteséggel, hiszen ennek beáramlása feltételezi a

gyártó gépek működését és ezáltal az azokból származó belső hőnyereséget, amely meghaladja a sűrített levegő beáramlása által okozott fűtési igényt.

Az üzemcsarnok homlokzatán két 400/425 méretű felfelé nyitható ipari kapu helyezkedik el, amely a nyersanyagok bejuttatására és a készáru elszállítására szolgál. Az infiltrációs adatok stacioner állapotot feltételeznek, ám jól láthatóan az üzem használata közben ezen ideális állapot meg sem közelítik. Az infiltráció teljesen más a nyitott ipari kapu(k) esetében, mint azok zárt állapotában. A sűrített levegő felhasználás is időben változik, miközben a kompresszor a levegőt külső térből veszi, így annak a csarnokba való befűvésakor ott túlnyomás keletkezik, csökkentve ezzel az infiltráció által a térbe jutó külső hőmérsékletű levegő mennyiségét, amely alapján a 0,3-as érték megfelelőnek tűnik.

Azokban a helyiségekben, ahol napsugárzásból származó nyereséggel is számolnak, a következő képletet alkalmazzák.

$$\dot{Q}_s = A_{\ddot{u}} * \dot{q}_s [W]$$

ahol:

$A_{\ddot{u}} - [m^2]$ az üvegezett szerkezet felülete

$\dot{q}_s - [W/m^2]$ a napsugárzás fajlagos energiaárama

Az iroda teljes területét a téli időszakban erősen borús vagy sötét időben is használják így ezzel a hőszükséglet meghatározásakor nem számoltam. Nem számoltam továbbá a belső hőnyereségekkel, mert ezek megléte nem mindig biztosított. Természetesen mind a napsugárzásból származó hőnyereség, mind a belső hőnyereség bizonyos időszakokban jelen van az épületben, ez azonban a helyiségekbe tervezett helyiséghőmérséklet-szabályozó rendszer alkalmazásával nem okoz túlfűtést.

Az épület hőszükségletének kiszámítását a DanWatt Fűtéstechnika program segítségével végeztem el, amely számítások eredményét a **7. táblázat**-ban közlöm.

7. táblázat: Az épület helyiségeinek hővesztesége

Helyiség	Tervezett belső hőmérséklet	Traszmissziós hőveszteség	Filtrációs hőveszteség	Hőveszteség összesen
-	[°C]	[W]	[W]	[W]
Földszint:	-	-	-	
Asztalos-ács üzem	18	29831	48423	78254
Előtér-Lépcső	20	727	1206	1933
Férfi öltöző + Zuhanyzó	21	421	203	624
Közlekedő	18	290	109	399
Mosdó	21	96	20	116
Raktár	18	217	70	287
WC	21	94	3	97
Emelet:	-	-	-	-
102 Iroda	21	430	230	660
103 Tárgyaló	21	364	241	605
104 Étkező	21	479	242	721
Étkező	21	372	440	812
Ffi Mosdó	21	160	20	180
Ffi WC	21	42	4	46
Gépészet	18	63	9	72
Közlekedő-Lépcső	20	270	0	270
Művezető iroda	21	136	234	370
Női mosdó	21	23	108	131
Női WC	21	25	6	31
Tervezési iroda	21	334	244	578
Üzemvezető iroda	21	303	233	536
Összesen:		34677	52045	86722

3.4. Az éves fűtési energiaigény

Az éves fűtési energiaigény meghatározása jelen feladatban fontos rész, hiszen ez alapján lesz látható, hogy az épület fűtési energiaigényét milyen részben tudja kielégíteni a fahulladék eltüzeléséből származó hőenergia. Az üzemegységben gyártmánytól függően napi 50-80 kg hulladékanyag keletkezik. Egy évben átlagosan 230-250 olyan nap van az üzemben, amikor hulladékanyag keletkezik, tehát egy évben átlagosan 11500-20000 kg mennyiségű hulladékanyag keletkezik.

Az éves fűtési energiaigényt a következő képlet segítségével lehet meghatározni:

$$E_F = \frac{H * \dot{Q}_F * C}{(t_i - t_{e,m})} [kWh/év]$$

ahol:

H – [nap°C/év] az éves hőfokhíd

$\dot{Q}_F$ – [kW] az épület méretezési hővesztesége

t_i – [°C] az átlagos belső hőmérséklet

$t_{e,m}$ – [°C] a méretezési külső hőmérséklet

C – [h] konstans, amely a fűtés szakaszosságából és belső hőterhelések figyelembevételéből adódik. Az értéket szubjektív megítélés alapján kell felvenni, az épületben keletkező hőnyereségek és a méretezési hőveszteség függvényében. A modern épületeknél 8-12 órával célszerű számolni (jelen feladatban 10 órával számolok).

3.4.1. Az éves hőfokhíd meghatározása

Az éves hőfokhíd meghatározásához szükség van az adott területre vonatkozó éves hőfokgyakorisági görbére, valamint az épület fűtési határhőmérsékletére. A fűtési határhőmérséklet meghatározásához ki kell vonni az épület belső átlaghőmérsékletéből az egyensúlyi hőmérsékletkülönbséget, tehát:

$$t_{fh} = t_i - \Delta t_b$$

ahol:

t_i – [°C] épület belső átlaghőmérséklete

Δt_b – [°C] az egyensúlyi hőmérsékletkülönbség

Az egyensúlyi hőmérséklet a következő képlet segítségével számolható ki:

$$\Delta t_b = \frac{Q_{sd} + Q_{sid} + A_N * q_b}{\sum A * U + \sum l * \Psi + 0,35 * n * V} + 2 [°C]$$

ahol:

Q_{sd} – [W] a napsugárzásból származó direkt hőnyereség

Q_{sid} – [W] a napsugárzásból származó indirekt hőnyereség

A_N – [m²] a nettó fűtött alapterület

q_b – [W/m²] a belső hőterhelés fajlagos értéke

$A - [m^2]$ az épületszerkezet felülete

$U - [W/(m^2K)]$ az épületszerkezet hőátbocsátási tényezője

$l - [m]$ a csatlakozási él hossza

$\Psi - [W/(mK)]$ a vonalmenti hőátbocsátási tényező

$n - [1/h]$ átlagos légcsereszám

$V - [m^3]$ a fűtött térfogat

Az képéletbe behelyettesítve az létesítmény adatait a következőt kapjuk:

$$\Delta t_{b,\ddot{u}zem} = 6,7 [^\circ C]$$

$$\Delta t_{b,iroda} = 6,6 [^\circ C]$$

A belső átlaghőmérsékletek:

$$t_{i,\ddot{u}zem} = 18 [^\circ C]$$

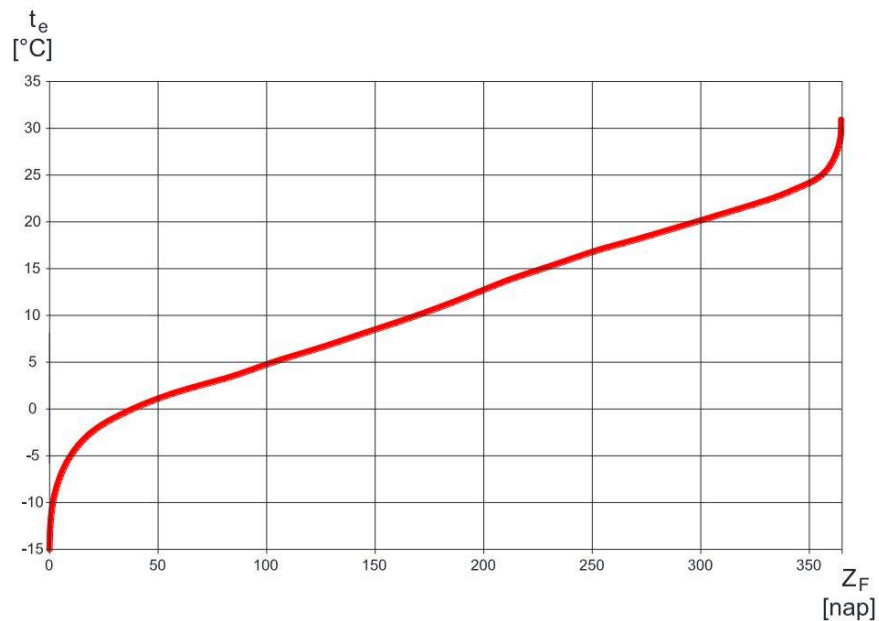
$$t_{i,iroda} = 20,3 [^\circ C]$$

A fűtési határhőmérsékletek ezekből:

$$t_{fh,\ddot{u}zem} = 18 - 7,7 = 11,3 [^\circ C]$$

$$t_{fh,iroda} = 20,3 - 6,6 = 13,7 [^\circ C]$$

A fűtési határhőmérsékletet és a belső átlaghőmérsékletet a hőfokgyakorisági a görbébe kell beilleszteni, amely görbét a **12. ábra** mutat be. A művelet után meghatározhatjuk a fűtési napok számát és a hőfokhíd értékét.



12. ábra: Éves hőfokgyakorisággörbe Budapestre

Az üzem épületrész esetén a fűtési napok száma 176 nap és a hőfokhíd értéke 2594 nap°C/év. Az iroda épületrész esetén a fűtési napok száma 221 nap, a hőfokhíd értéke pedig 3410 nap°C/év.

3.4.2. Az éves fűtési energiaigény meghatározása

A kapott eredményeket vissza a fűtési energiaigény meghatározására szolgáló képletbe a következőt kapjuk:

$$E_{F,üzem} = \frac{2594 * 78,254 * 10}{(18 - (-13))} = 65481 [kWh/év]$$

$$E_{F,iroda} = \frac{3410 * 8,318 * 10}{(20,3 - (-13))} = 8518 [kWh/év]$$

A kettő együtt összesen:

$$E_F = E_{F,üzem} + E_{F,iroda} = 65481 + 8518 = 73999 [kWh/év]$$

3.4.3. A hulladékból nyerhető hőmennyiség

Az üzemegységben egy évben átlagosan 11500-20000 kg mennyiségű hulladékanyag keletkezik. A hulladékfa 10-14% nedvességtartalmú lucfenyő, melynek fűtőértéke 3,83 kWh/kg, így egy évben átlagosan 44000-76600 kWh fűtőértékű hulladék keletkezik. A tervezett apríték tüzelésű kazán hatásfoka a gyártó leírása szerint 87-93,7%, tehát évente átlagosan 38280-71774 kWh fűtési energiát tudunk fedezni a keletkező hulladékból. Ez a teljes fűtési energiaigény 51,7-97%-a. A maradék 3-48,3%-ot a gázkazán fogja fedezni Ez 2225-35719 kWh.

3.4.4. Az éves szükséges gázmennyiség

Az éves szükséges gázmennyiség a következő képlettel határozható meg:

$$B_a = \frac{E_F}{H_a * \eta_a}$$

ahol:

H_a – [kWh/kg vagy kWh/m³] a tüzelőanyag fűtőértéke

η_a – [%/100] a tüzelőberendezés éves hatásfoka

A tüzelőanyag fűtőértéke 9,45 kWh/m³ a tüzelőberendezés éves hatásfoka 98%, tehát:

$$B_a = \frac{2225 - 35719}{9,45 * 0,98} = 240 - 3857 [m^3]$$

3.5. A fűtési rendszer tervezése

A fahulladék hasznosítására egy Fröling T4 100kW-os apríték kazánt terveztem, mely maximum 80°C hőmérsékletű előremenő fűtővíz előállítására alkalmas. A legnagyobb hőigényű és egyben éves fűtési energiaigényű helyiség egyértelműen az üzem, amely fűtésének megoldása magas hőmérsékletű hőleadókkal lehetséges. Ezek lehetnek a teljesség igénye nélkül radiátorok, fan-coilok, termoventilátorok, valamint melegvizes sugárzóernyők.

A melegvizes sugárzóernyő jelentős előnye a többivel szemben, hogy a helyiségben munkát végző személyek megfelelő hőkomfortja alacsonyabb belső léghőmérséklettel is megoldható, ezáltal csökkentve az épület hőveszteségét, fűtési energiaigényét. Az előzőekben megfogalmazott indok miatt az üzem területére a melegvizes sugárzóernyő hőleadó rendszert választom, a méretezési belső hőmérsékletet 18°-ra állapítottam meg.

Az iroda épületrészen kevésbé mozgásigényes ülőmunka fog folyni, ezért ott a sugárzóernyők alkalmazása diszkomfort érzetet eredményezne. Az előzőekben felsorolt hőleadókból továbbá a termoventilátor lehetőségét is kizártam, hiszen az azok által generált nagy légsebességek miatt az is diszkomfortérzetet okoz. Az iroda épületrészben szóba jöhető hőleadó rendszerek így a padlófűtés, a radiátor és a fan-coil rendszerek. A padlófűtésnek hasonló a tulajdonsága sugárzóernyőéhez, ez is alacsonyabb belső hőmérséklet mellett ad megfelelő komfortérzetet az helyiségben tartózkodóknak, míg a radiátorokkal ellentétben hasznos helyet nem vesznek el a helyiségekből. Az álmennyezeti fan-coil rendszer beépítéséhez megfelelő belmagasság szükségeltetik, amely a jelen épületnél nem adott, a parapetes fan-coilok, hasonlóan a radiátorokhoz hasznos helyet foglalnak el és az általuk generált légsebesség is jóval nagyobb egy radiátoros rendszeréhez képest, továbbá a hozzájuk tartozó zajterhelésről sem szabad megfeledkezni.

A radiátoros rendszer előnye a padlófűtéshez képest a jobb szabályozhatóság, ám ez kiküszöbölhető a padlófűtési rendszerhez beépíthető helyiségtermosztátok alkalmazásának segítségével, így az iroda épületrész hőleadó rendszerének a padlófűtést választottam helyiség termosztátokkal szabályozva.

3.5.1. Az iroda épületrész hőleadó rendszere (padlófűtés)

Padlófűtés alkalmazásával az előző fejezetekben kiszámolt iroda épületrészben található helyiségek hőveszteségét alacsony előremenő vízhőmérséklettel is fedezni lehet, sőt padlófűtési rendszerbe túl magas előremenő hőmérsékletű fűtővizet alkalmazni nem lehet. Az épület további részeinek fűtését magas előremenő hőmérsékletű fűtővíz látja el, amelyből

ezen padlófűtési rendszer lesz leágasztatva, így ezen rendszer megfelelő hőmérsékletű fűtővízellátását ellátását külön szivattyúval és keverőszeleppel kell biztosítani.

A nedves rendszerű padlófűtéshez, az általam ismert padlófűtés csövek közül a REHAU márkának a RAUTHERM S műanyag padlófűtés csövet választottam, mely védett az oxigéndiffúzió ellen. A választott padlófűtés cső a tervezéshez megfelelő dokumentációkkal, segédletekkel rendelkezik, továbbá az olyan gyakran használt tervezést segítő programokban is megtalálható, mint a DanWatt Fűtéstechnika. A választott padlófűtés csőről a tapasztalt kivitelezőktől is jó véleményeket hallottam.

A padlófűtési körök méretezését a korábban kiszámolt helyiség hőveszteségek alapján végeztem el, melyet az alábbi példával szemléltetek.

Alapadatok:

Helyiség:	102 Iroda
Alapterület:	13,97 m ²
Belső hőmérséklet:	21 °C
Hőveszteség összesen:	660 W
Padlóburkolat:	laminált padló
Padlóburkolat hővezetési ellenállása:	0,04 m ² K/W
Fűtővíz előremenő hőmérséklete:	37 °C
Fűtővíz visszatérő hőmérséklete:	32 °C

Az alapadatok alapján a szükséges fajlagos fűtőteljesítmény:

$$q_{f.szüks.} = \frac{660}{13,97} = 47,244 [W/m^2]$$

Az alapadatok alapján a fűtővíz logaritmikus túlhőmérséklete:

$$\Delta t_{ln} = \frac{\Delta t_n - \Delta t_k}{\ln \frac{\Delta t_n}{\Delta t_k}}$$

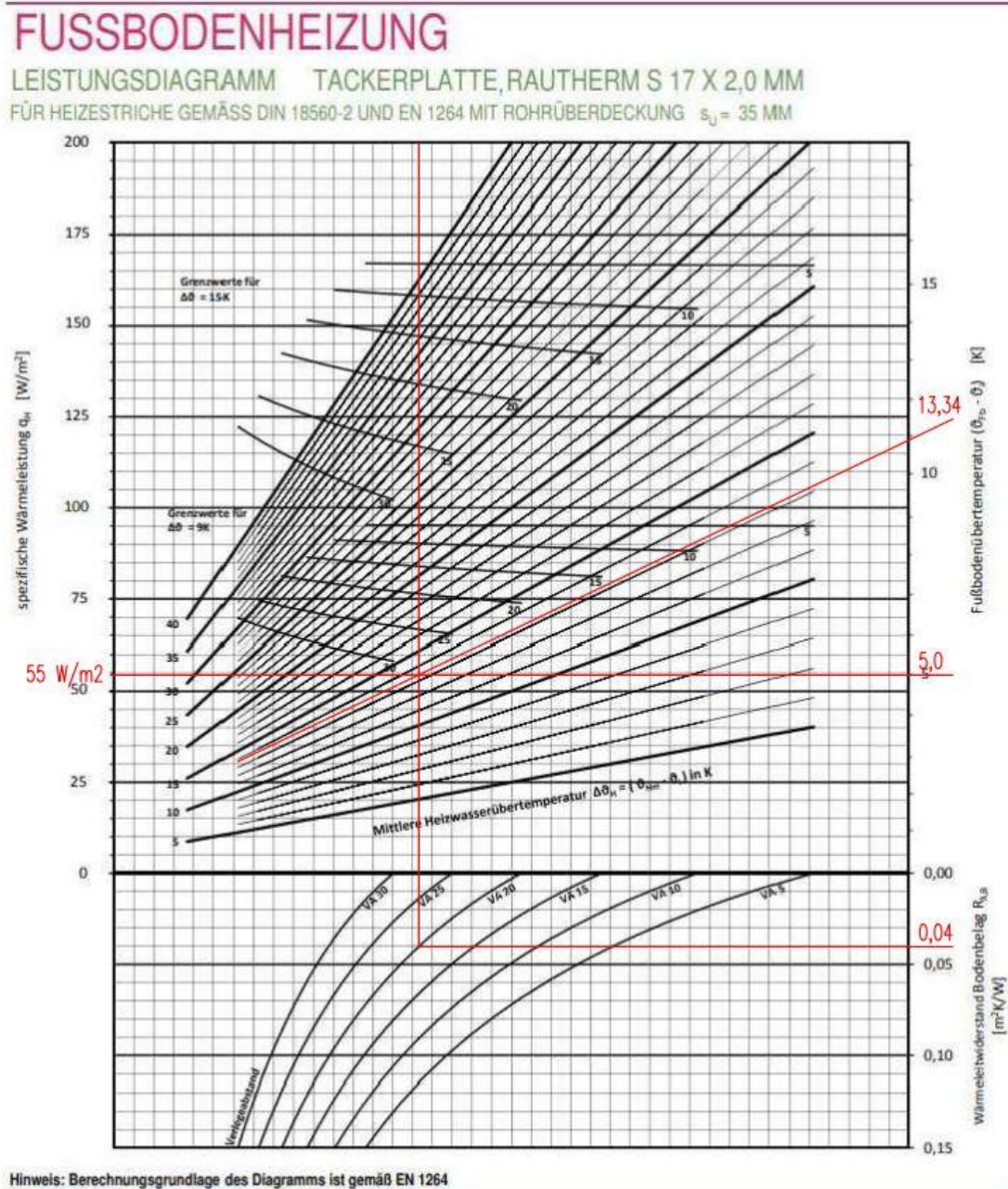
ahol:

Δt_n – [K] t_{fűtési előremenő} – t_{belső helyiség}

Δt_k – [K] t_{fűtési visszatérő} – t_{belső helyiség}

$$\Delta t_{ln} = \frac{(37 - 21) - (32 - 21)}{\ln \frac{(37 - 21)}{(32 - 21)}} = 13,34 \text{ K}$$

A következő teljesítménydiagram segítségével megállapítottam a 200-as csőosztáshoz tartozó fajlagos hőteljesítményt és a felületi túlhőmérséklet hozzávetőleges értékét.



13. ábra Méretezési táblázat Rehau típusú padlófűtési vezetékhez (forrás: Rehau)

A fajlagos hőteljesítmény 55 W/m²-re adódott, míg a felületi túlhőmérséklet 5 K-re. A járófelület hőmérséklete 26 °C, ami kisebb, mint 29 °C tehát megfelelő. A teljes hőteljesítmény értékét a fajlagos hőteljesítmény és a fűtött alapterület szorzataként kapjuk meg, ami esetünkben:

$$Q_{fel} = 55 * 13,97 = 768,35 [W]$$

ami nagyobb, mint a szükséges 660 W, tehát a 200-as osztás megfelelő.

A padlófűtési körök nem csak a fűteni kívánt helyiség felé, hanem az ellenkező irányban is hőt adnak le, amely veszteségként jelentkezik és a következőképpen számíthatjuk ki:

$$Q_{le} = A * U_{le} * \Delta T_{ln} [W]$$

ahol:

A – [m²] a padlófűtéssel ellátott felület

U_{le} – [W/m²K] a padlófűtést magába foglaló szerkezeti elem alatti szerkezeti elemek hőátbocsátási tényezője

ΔT_{ln} – [K] logaritmusos hőmérsékletkülönbség, amelybe a földem túloldalán lévő hőmérséklet helyettesítendő be

A képletbe behelyettesítve a hőleadás lefele:

$$Q_{le} = 330 [W]$$

Az összes hőleadás a helyiségben a padlófűtés által tehát 768+330 = 1098W

A padlófűtést jelen helyiség esetében két körre bontva oldottam meg, így a körök hossza bekötéssel együtt 58 m, illetve 61 m-re adódott, ami megfelelő, hiszen nem rövidebb 30 m-nél és nem hosszabb 100m-nél.

A többi helyiség felületfűtésének tervezését a DanWatt Fűtéstechnika program segítségével végeztem.

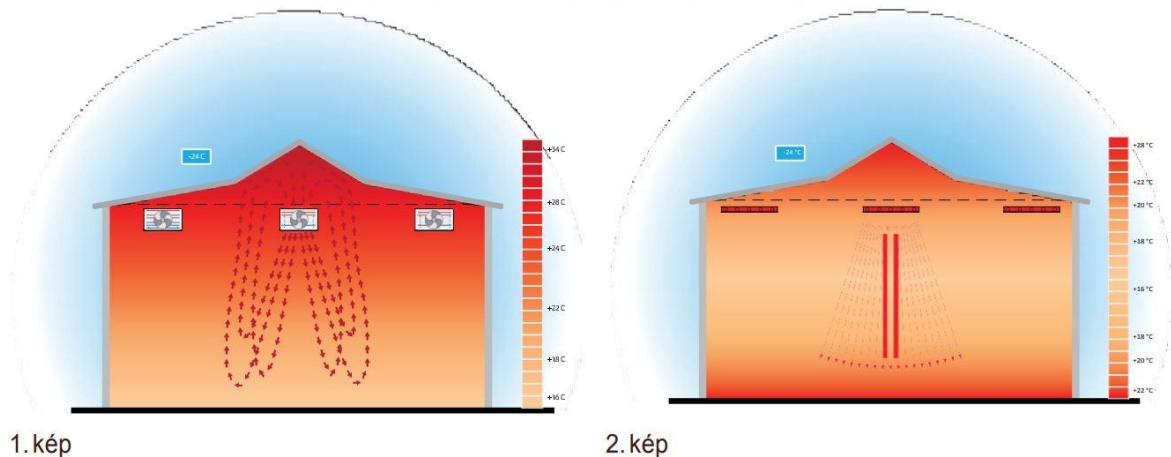
A tervezett padlófűtés körök összesen 3db REHAU HKV-D8 típusú külső menetes osztógyűjtőhöz csatlakoznak, mely rendelkezik légtelenítővel, átfolyásmérővel az előremenő ágba és termosztatikus szelepbetéttel a visszatérő ágba. Ezen szelepbetétre csatlakoznak a REHAU termoelektromos szelepfő UNI készülékek, melyekkel a padlófűtési rendszer helyiségenként, illetve körönként szabályozhatóvá válik, a megfelelő szabályozó rendszerbe való bekötésük után.

Az osztó-gyűjtők elé és után REHAU RAUTITAN G1 golyóscsap készlet kerül elhelyezésre a kizárás és szakaszolhatóság biztosítása érdekében. Az osztó-gyűjtők REHAU UP 110 osztó-gyűjtő szekrényben kerülnek elhelyezésre, melyek alkalmasak vakolat alatti szereléshez. (Rehau, dátum nélk.)

3.5.2. Az üzem épületrész hőleadó rendszere (melegvizes sugárzóernyő)

Az üzem épületrészben a hőleadók a korábban említettek alapján melegvizes sugárzóernyős rendszer formájában fogják kielégíteni az üzemhelyiség hőigényét. Ezen fűtési kör kevert kör, mivel az apríték kazán előremenő vízhőmérséklete magasabb lehet az időjárás függvényében aktuálisan megkívánt előremenő fűtővízhőmérséklettől. A választott hőleadók típusa HSP mennyezeti sugárzópanelek. A sugárzóernyőkkel elérhetjük azt, hogy a nagy belmagasságú épületrészben a kíván hőmérséklet a tartózkodási zónában megfelelő legyen, míg a magasabb részeken ne alakuljon ki túlhőmérséklet, ezáltal magasabb energiaveszteség. A gyártó a következő ábrával szemlélteti a hőmérséklet rétegződését meleglevegős befűvők és a melegvizes ernyők esetén.

Hőmérséklet összehasonlítás meleglevegős- befűvők (1.kép) melegvizes ernyők (2.kép).



A képeken jól látni, hogy a meleglevegős rendszernél a meleg a tetőtérben „tartózkodik”, ezzel szemben a melegvizes ernyőknél a munka zónában biztosítja a kellemes kért hőmérsékletet.

14. ábra: Hőmérsékleteloszlás összehasonlítás szemléltető ábra (forrás: Huch EnTEC)

A melegvizes sugárzók méretezését a korábban kiszámolt helyiség hőveszteség alapján végeztem el.

Alapadatok:

Helyiség:

Üzemcsarnok

Alapterület:

1232,6 m²

Belső hőmérséklet:	18 °C
Hővesztesség összesen:	78254 W
Padlóburkolat:	Csarnokpadló (beton)
Fűtővíz előremenő hőmérséklete:	80 °C
Fűtővíz visszatérő hőmérséklete:	60 °C

A méretezéshez a gyártó méretezési táblázatát ad meg, ahol egy $\Delta\theta$ [K] érték alapján adja meg a különböző panelszélességű hőleadók fajlagos hőteljesítményét, 5 K lépésközökkel. A táblázat instrukciói alapján nem a logaritmikus hőmérsékletkülönbséggel kell megadni a $\Delta\theta$ [K] értéket, hanem a következő képlet segítségével

$$\Delta\theta = \frac{\theta_{m1} + \theta_{m2}}{2} - \theta_i$$

ahol:

θ_{m1} [K] – a fűtőközeg előremenő hőmérséklete

θ_{m2} [K] – a fűtőközeg visszatérő hőmérséklete

θ_i [K] – a kívánt belső hőmérséklet hőmérséklete

Ez alapján a $\Delta\theta$ érték 52K-re adódott. Mivel a táblázat 5K értékenként adja meg a fajlagos hőteljesítményt, így az 50K-hez és az 55K-hez tartozó értékekből lineáris interpolációval számolt 52K-hez tartozó értékekkel számoltam. A csarnokban 9 olyan szerkezeti elem található, ahová a panelek felfüggesztését el lehet helyezni ezért én a következők alapján jártam el. A csarnok két szélén, ahol a nyíló csarnokkapuk helyezkednek el 2-2 sort helyeztem el, míg a maradék 7 tartó szerkezeti elemen 1-1 sor panelt helyeztem el. Ez így összesen 11 sor. A csarnok szélessége 18,3 méter. A panelek hosszúsága 2, 3, 4 és 6 méter szélességű lehet. Ahhoz, hogy a kellő helyet meghagyjam a csarnok fala és a panelek között az szükséges csővezetékek és egyéb berendezések számára 15m hosszúságot vettem figyelembe. Ezt a következő méretű panelekre osztottam fel 6+6+3m. Az eddigieket összegezve tehát összesen 11x15m melegvizet sugárzó fogok elhelyezni, ehhez keresem a megfelelő méreteket a következőképpen.

$$Q_{sz.fajl.} = \frac{Q_{össz}}{n * l} = \frac{78254}{11 * 15} = 474,267 [W/m]$$

A számításokhoz a következő táblázatban (8. táblázat) szereplő piros négyzettel jelölt értékek lesznek hasznosak, mivel ezek az értékek állnak a legközelebb az 50- és 55K-es túlhőmérsékletnél az általunk számított szükséges fajlagos hőteljesítményhez.

8. táblázat: A sugárzóernyők fajlagos hőteljesítményértékei különböző túlhőmérsékleteknél (forrás: Huch EnTEC)

Δ0	Hőteljesítmény [W/m]										Regiszter/végállások-hőteljesítmény [W/m]									
	Panelszélesség [mm]										Panelszélesség [mm]									
	300	450	600	750	900	1050	1200	1350	1500	300	450	600	750	900	1050	1200	1350	1500		
20	55	78	100	123	146	168	191	211	231	11	18	24	31	38	45	51	58	64		
25	72	102	131	161	191	220	250	275	301	15	23	32	41	50	59	68	77	85		
30	90	127	164	201	237	274	311	343	374	18	29	40	51	63	74	86	97	107		
35	108	152	197	241	286	330	375	412	450	21	35	48	62	76	90	104	118	131		
40	127	179	231	283	336	388	440	484	528	25	41	56	73	90	107	123	139	155		
45	146	206	266	327	387	447	507	557	607	29	47	65	85	104	124	143	161	180		
50	165	234	302	371	439	508	576	632	689	32	53	74	96	119	141	164	184	205		
55	185	262	339	416	492	569	646	709	772	36	59	83	108	134	159	185	208	231		
60	205	291	376	461	547	632	717	787	857	40	66	92	121	149	178	206	232	258		
65	226	320	414	508	602	696	790	866	942	43	72	102	133	165	196	228	257	286		
70	247	350	453	555	658	761	864	947	1030	47	79	112	146	181	215	250	282	314		
75	268	380	492	603	715	827	939	1029	1118	51	86	121	159	197	235	273	308	343		
80	289	410	531	652	773	894	1015	1111	1208	55	93	131	172	213	255	296	334	372		
85	311	441	571	701	831	962	1091	1195	1298	59	100	142	186	230	275	320	361	402		
90	333	472	612	751	890	1030	1169	1280	1390	63	106	152	199	247	295	344	388	432		
95	355	504	653	802	950	1099	1248	1366	1483	67	113	162	213	264	316	368	415	462		
100	378	536	695	853	1011	1169	1328	1452	1576	71	121	173	227	281	337	393	443	493		
105	400	568	737	904	1072	1240	1408	1540	1671	75	128	183	241	299	358	417	471	525		
110	423	601	779	956	1134	1311	1489	1628	1766	79	135	194	255	317	379	443	500	557		

A 900mm-es panel esetén az 52K-hez tartozó lineáris interpolált a következő:

$$\frac{52 - 50}{55 - 50} * (492 - 439) + 439 = 460,2$$

A 1050mm-es panel esetén az 52K-hez tartozó lineáris interpolált a következő:

$$\frac{52 - 50}{55 - 50} * (569 - 508) + 508 = 532,4$$

Ez a két legközelebbi érték az előző számításban kapott szükséges fajlagos hőteljesítményhez.

A megfelelő hosszok kiválasztásához a következő képletet írhatjuk fel:

$$78254 = (165 - L_{1050}) * 460,2 + L_{1050} * 532,4$$

Ebből $L_{1050} = 32,15$ méter. 15m-es hosszokat figyelembe véve, az ehhez legközelebb eső hossz a 30 méter, ami a számított értékkel közel egyenlő. A számított hossz alapján a 11 sor

panelből 9db 900mm szélességű és 2db 1050mm szélességű kell, hogy legyen. A leadott teljesítmény így 78099W-ra adódik, ami közel egyenlő a csarnok 78254W-os hőveszteségével, tehát a méretezés megfelelő.

3.5.3. Radiátor hőleadók

A kazánház épületrészbe a fagyveszély elkerülése érdekében 2db radiátort terveztem, melyek a sugárzóernyőkhöz tartó gerincvezetékéről vannak lekötve, így azok hőfoklépcsőit használják. A radiátorokhoz leágazó vezetékbe szabályozószelepet terveztem, valamint a radiátorok előremenőjébe 1/2"-os HERZ-TS egyenes radiátorszeleptestet termosztatikus szelepféjjel, míg a visszatérőjébe 1/2"-os HERZ RL-5 visszatérő vezetékbe építhető egyenes csavarzatot. A HERZ termosztatikus szelepen beállítható egy fagyvédelmi funkció, ami kb. 6 °C-os hőmérsékletet tart a helyiségben. A termosztátfejhez tartozó hőmérsékletértékeket a **9. táblázat** mutatja be.

9. táblázat: A HERZ MINI termosztátfej kézikérékskálájához tartozó értékek. Forrás: (https://herzmediaserver.com/data/01_product_data/01_datasheets/hun/9200_Thermostatko_pf_mit_Flueissigkeitsfuehler_DE_2015_04_09-HU.pdf)

Jelölés	✱	1	2	3	4	5	max.
°C	6	12	16	20	24	28	30

3.5.4. A fűtési rendszer vezetékai

A fűtési rendszerben lévő hőleadókhoz a szükséges fűtési melegvizet csővezetéseken keresztül szállítjuk. A csővezetékrendszer megtervezésénél a padlóban és az álmennyezetben vezetett csővezetékek anyagát REHAU gyártmányú RAUTITAN STABIL előszigetelt cső (PEX), a szabadon vezetett csővezetékek anyagát GEBERIT MAPRESS szénacél csővezetékre választottam, melyek préselt kötésekkel csatlakoztatandók egymáshoz. A padlóban vezetett fűtési csövek előszigetelt (4 mm) csővezetékek, a szabadon és szerelőaknában vezetett fűtési csővezetéseket pedig 13; 25 mm vastag Armacell Tubolit DG hőszigeteléssel kell ellátni, valamint rögzítésüket gumis csőbilincsekkel kell megoldani, melyeknek távolsága maximum 3 méter lehet. A térszint alatti vezetékszakasza, amely a kazánházat és az üzemesarnokot köti össze REHAU INSULPEX típusú előszigetelt csővezeték rendszert választottam.

3.5.5. A fűtési rendszer hidraulikai méretezése

A hidraulika méretezéshez szükség van a szakaszok térfogatáramának a meghatározására, mely a következő képlet segítségével végezhető:

$$\dot{V}_{sz} = \frac{\dot{Q}_{sz}}{\rho_v * c_v * (t_e - t_v)}$$

ahol:

$\dot{V}_{sz}$ – [l/s] a szakasz térfogatárama

$\dot{Q}_{sz}$ – [W] a szakasz által ellátott fogyasztók összteljesítménye

ρ_v – [kg/m³] a fűtőközeg sűrűsége

c_v – [J/kgK] a fűtőközeg fajhője

A térfogatáramok meghatározása után, azok felhasználásával csővezeték méretet kell választani minden szakaszra a fajlagos súrlódási ellenállás előzetes felvételével, melynek jele S' . A fajlagos súrlódási ellenállás értékét a gyártó által közzétett diagramról tudjuk leolvasni. A fajlagos súrlódás a következőképpen határozható meg egyéb esetben:

$$S' = \frac{\Delta P_s}{l} [\text{Pa/m}]$$

ahol:

S' – [Pa/m] fajlagos csősúrlódási ellenállás

ΔP_s – [Pa] súrlódási ellenállás

l – [m] csőszakasz hossza

A szakaszok súrlódási ellenállása mellett, melyet a szakasz fajlagos súrlódási ellenállása és a szakasz hosszának szorzataként kapunk, figyelembe kell vennünk a szakaszhoz tartozó alaki ellenállások ellenállását is. A szerelvények alaki ellenállástényezőjét a gyártó által közzétett tervezési segédletekből olvashatjuk ki. Az alaki ellenállástényező ismeretében a következő módon számoljuk az abból származó alaki ellenállást:

$$\Delta p_a = \sum \xi * \frac{\rho}{2} * v^2$$

ahol:

Δp_a – [Pa] alaki ellenállás

ξ – [-] alaki ellenállástényező

ρ – [kg/m³] az áramló közeg sűrűsége

v – [m/s] az áramlási sebesség

Sok esetben nem az alaki ellenállási tényezőjét adja meg a gyártói leírás egy-egy szerelvénynek, hanem az úgynevezett k_v -értékét. A k_v -érték azt a szerelvényen átfolyó vízmennyiséget jelöli, amely azon 10⁵ Pa nyomáskülönbséget okoz. A k_v -érték ismeretében a következő módon számoljuk a szerelvényen eső nyomást:

$$\Delta p = \left(\frac{\dot{V}}{k_v}\right)^2 * \Delta p_0$$

ahol:

Δp – [Pa] az áramlási ellenállás

$\dot{V}$ – [m³/h] az áramló közeg térfogatárama

k_v – [m³/h] a szerelvény k_v értéke

Δp_0 – [Pa] 10⁵ Pa, a definícióban szereplő nyomáskülönbség

A szakaszhoz tartozó áramlási ellenállás a súrlódási ellenállás és az alaki ellenállások összegzésével kapható meg. Amely szakaszokban beszabályozásra való szerelvények találhatók, ott ezen szerelvények alaki ellenállását úgy kell figyelembe venni, hogy azok teljesen nyitott állapotban vannak. Ezután minden áramlási körnél, az hozzá tartozó összes szakasz ellenállását összegezni kell. A legnagyobb áramlási ellenállású kör lesz a mértékadó áramkör. Ahhoz, hogy minden áramlási körben a tervezett térfogatáram áramoljon, a nem mértékadó áramlási körökön a beszabályozó szelepekkel fojtanunk kell, mely fojtás értéke egyenlő a mértékadó áramkör és az adott áramkör ellenállásának különbségével. A beszabályozó szelepek egyes állásaihoz különböző k_v -érték tartozik, melyeket a gyártó által közzétett táblázatokból olvashatunk ki. Az egyes állásokhoz tartozó k_v -értékek és az adott szelepen áramló vízmennyiség ismeretében meghatározható a szelep kívánt állása. (Baumann, 2012) (Homonnay, 2001)

Az egyes szabályozó szelepek állásait a (GF-02 – Fűtés csarnok és emelet alaprajz) tervlap tartalmazza.

3.5.6. A fűtési rendszer hőtermelői

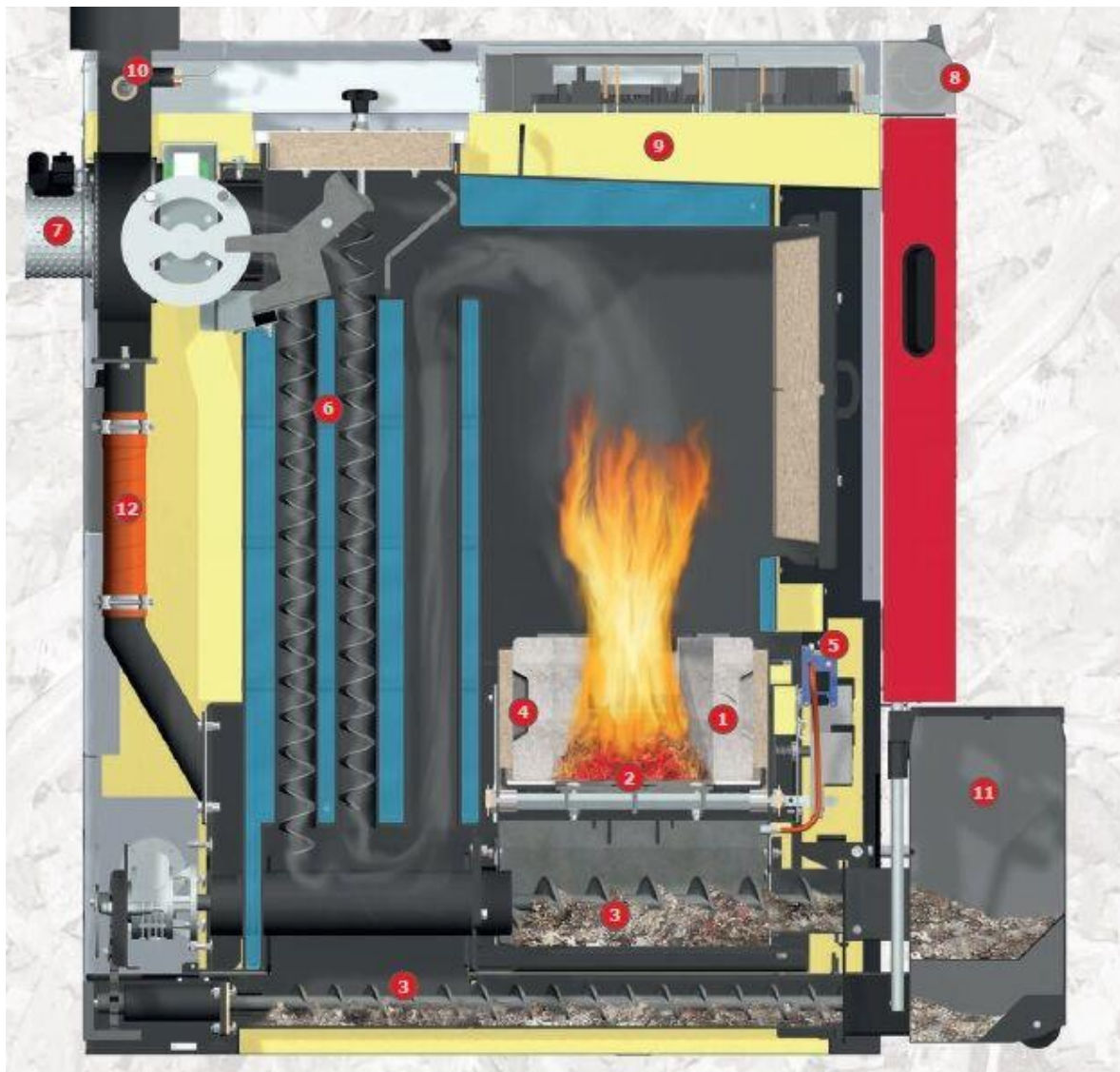
1 db FRÖLING T4 típusú apríték tüzelésű kazán

Névleges hőteljesítménye: 30-100 kW

Elektromos csatlakozása: 400V/50 Hz/C16A

Max. üzemi hőmérséklet: 80 °C

Max. üzemi nyomás: 3 bar



15. ábra: A tervezett apríték kazán elvi felépítése

(1. égéskamra, 2. égőrostély, 3. hamukitároló csigák, 4. primer és szekunder levegő szabályozás, 5. égés szabályozó, 6. hőcserélő, 7. ventilátor, 8. vezérlés, 9. szigetelés, 10. lambda szonda, 11. hamu tároló, 12. füstgázvisszavezetés)

Forrás: <https://www.froeling.com/wp-json/froeling/v1/docs/6657>

A tervezet apríték tüzelésű kazán teljesítménye változtatható, a tüzelőanyag folyamatos gépi adagolással kerül a tüztérbe. A kazán tartalmazza a fűtőköri vezérlést, amely figyeli a puffertartályok különböző pontjainak hőmérsékletét, ez alapján szabályozza a teljesítményét, illetve kapcsol ki vagy indul el. A kazánhoz illeszthető csigás aprítószállító rendszer, amellyel a szomszédos tüzelőanyagtároló térből folyamatosan képes az aprítékot a kazánhoz juttatni, így a felhasználónak elég a tüzelőanyag tároló szintjét figyelni. A kazánhoz továbbá illeszthető egy 240l-es hamutartó kuka is, ahová a kazán automatikusan üríti a benne keletkező hamut. Amennyiben nem áll rendelkezésre elég tüzelőanyag a kazán képes jelet adni az alternatív hőtermelőnek. A kazán elvi felépítését a **15. ábra** mutatja be, a részletes adatlapja a 2. mellékletben található.

1 db Viessmann Vitodens 200-W kondenzációs gázkazán

Névleges hőteljesítménye: 18,8-92,9 kW

Elektromos csatlakozása: 230V/50 Hz

Max. üzemi hőmérséklet: 87 °C

Max. üzemi nyomás: 4 bar

A tervezett kondenzációs gázkazán a modern kor igényeit kielégíti magas hatásfokával és széles modulációs tartományával. A kazán képes külső indítójel alapján üzemelni, így az akkor tud becsatlakozni a hőtermelésbe, amikor arra szükség van. A kazán hidraulikus váltóval van leválasztva a fűtési rendszer vezetékhálózatról. A kazán elvi felépítését a **16. ábra** mutatja be, a részletes adatlapja a 3. mellékletben található.



16. ábra: A tervezett gázkazán elvi felépítése

(A: hőcserélő, B: égőcső, C: ventilátor, D: gáz és vízdali csatlakozások, E: digitális szabályozó egység)

Forrás: Viessmann tervezési segédlet Vitodens 200-W 45 kW-tól

3.5.7. A hőtermelő rendszer szabályozása

A puffertárolók töltését, azok kisütését, valamint az aktuális hőtermelő berendezés kiválasztását a fatüzelésű kazán központi vezérlőegysége végzi

A fűtési rendszer előremenő hőmérsékletét egy háromjáratú motoros keverőszelep külső hőmérsékletérzékelő segítségével állítja be. A fűtési rendszer előremenő és visszatérő hőmérséklete méretezési állapotban 80/60°C. Az irodaépületrész fűtési rendszere az üzemépület fűtési rendszeréről van leágaztatva, illetve egy hidraulikus váltó segítségével

hidraulikaileg elválasztva. A hidraulikus váltó utána a padlófűtés előremenő hőmérsékletét egy háromjáratú motoros keverőszelep a Rehau Nea Smart szabályozó külső hőmérséklet érzékelő segítségével állítja be. A padlófűtési rendszer előremenő és visszatérő hőmérséklete méretezési állapotban 37/32°C.

3.5.8. Puffertartály kiválasztás

A puffertároló szilárd tüzelésű kazánok esetén azért fontos, hogy a fűtési rendszer által fel nem vett hő azokba tudjon távozni. A szilárd tüzelésű kazánok esetén úgy választják ki a puffertárolót, hogy a kazán által egy feltöltéssel előállítható hőt fel tudja venni. Ennek kiszámítása a következő képlettel történi.

$$V_{Pu} = \frac{\dot{Q}_k * b_k * 3600}{\rho_{v\acute{z}} * c_{v\acute{z}} * (T_{pu,max} - T_{f,min})}$$

ahol:

$\dot{Q}_k$ – [W] a kazán teljesítménye

b_k – [h] a kazánba betöltött tüzelőanyag teljes elégésének ideje

$\rho_{v\acute{z}}$ – [kg/m³] a víz sűrűsége

$c_{v\acute{z}}$ – [kJ/(kgK)] a víz fajhője

$T_{pu,max}$ – [°C] a puffer maximális hőmérséklete

$T_{f,min}$ – [°C] a fűtési rendszer minimális hőmérséklete

A tervezett kazán teljesítménye változtatható, a tüzelőanyag folyamatos gépi adagolással kerül a tüztérbe, ahol egyszerre csak nagyon kevés mennyiség található, így a hagyományos kazánokénál jóval kisebb puffertartály is elegendő lenne a biztonságos működéséhez, ám a gyártó azt javasolja, hogy a kazán élettartamának növelése érdekében, amit a kevés ki- és bekapcsolás számával érhetünk el, jelentős méretű puffertartályt illesszünk a kazán mellé. A gyártó a 100kW-os kazánjához 3000 liter puffertároló űrtartalmat tervezzünk.

A kazán mellé ezen okokból két darab Heizer ACR-CH 1500 fűtési puffertárolót terveztem, amit a gyártó kifejezetten magas hőmérsékletű fűtőközegre ajánl.

3.5.9. A tervezett keringető szivattyúk

SZ1 - Grundfos MAGNA3 32-60 180 1x230V PN6/10

Az SZ1 jelű szivattyú a gázkazán hőtermelő és az azt a fűtési rendszer hidraulikájáról leválasztó hidraulikus váltó között keringeti a fűtővizet. A szivattyú jelleggörbáját a (4. melléklet) mutatja.

SZ2 - Grundfos MAGNA3 32-80 220 1x230V PN6/10

Az SZ2 jelű szivattyú az időjárás függvényében kevert előremenő víz hőmérsékletű fűtési rendszer felé továbbítja a fűtővizet, amely eljut a melegvizes fűtőpanelekhez és a padlófűtés hidraulikus váltójához. A szivattyú jelleggörbáját a (5. melléklet) mutatja.

SZ3 - Grundfos ALPHA2 25-60 180 1x230V PN6/10

Az SZ3 jelű szivattyú a padlófűtést látja el, ami egy a fűtési rendszertől alacsonyabb hőmérséklettel üzemelő kör, tehát ez a kör kapott egy további keverőszelepet. A szivattyú jelleggörbáját a (6. melléklet) mutatja.

A fatüzelésű kazán fűtőköri szivattyúja a Fröling fűtőköri csatlakozó készlet része.

3.5.10. Biztonsági szerelvények

A fűtési rendszerben a víz térfogata növekszik a hőmérséklet emelkedésével párhuzamosan, ezért tágulási tartály beépítése szükséges, melynek feladata, hogy a megnövekedett térfogatot felvegye, amikor a rendszer felmelegszik és annak lehűlésekor a felvett térfogatot a rendszerbe visszatáplálja. A fűtési rendszerbe egy változó nyomású zárt tágulási tartályt terveztem. A tartály méretének és előnyomás értékének meghatározását a következő módon végeztem:

A tágult térfogat meghatározásához meg kell határozni a teljes rendszer térfogatát. A fűtési rendszer térfogata 453 liter és ehhez hozzájön a két darab 1500 literes puffertároló űrtartalma. Ezek összege 3453 liter, felfelé kerekítve 3500 liter. A fűtési rendszer tágult közegének térfogatát a következőképpen kell kiszámítani:

$$V_e = \frac{V_a * (e * V_v)}{100}$$

ahol:

V_e – [l] a tágult közeg térfogata

V_a – [l] a rendszer teljes térfogata

e – térfogat tágulási együttható adott hőmérsékletekhez és közegetípushoz.

V_v – tartalék térfogat (általában 25%)

$$V_e = \frac{3500 * (2,77 * 1,25)}{100} = 121 [liter]$$

A rendszer maximális nyomását az azt felépítő szerelvények, csővezetékek, hőleadók, hőtermelők megengedett maximális nyomásértékeik közül a legkisebb adja meg. A rendszerben a kazánnak van a legkisebb megengedett maximális nyomása, amely a gyártó szerint 3 bar túlnyomás. A végtúlnyomás megengedett értéke a rendszer maximális megengedett túlnyomásának 0,5barra csökkentett értéke, tehát 2,5 bar túlnyomást kell figyelembe venni.

A tágulási tartály előnyomásának értéke függ a fűtési rendszer legmagasabb pontjától, amely 6 méter a tágulási tartályhoz képest. A legfelső pontban a gázkiválás megakadályozása érdekében minimum 0,3 bar túlnyomást kell biztosítani. Az előnyomás értéke így 0,9 bar túlnyomás. A kazán gyártója beüzemeléskor azt kéri, hogy a rendszert a kazán magasságában 1-1,5 bar túlnyomásra töltsük fel, így az előfeltöltés mértékét 10 %-os értékre vettem fel, amellyel az előfeltöltéshez tartozó túlnyomás 1,11 bar. A tágulási tartály méretének meghatározásánál a nyomásértékeket abszolút értékben kell figyelembe venni a következő szerint:

$$V_n = \frac{V_e * P_e}{P_e - P_a} * \frac{1}{1 - V_{ef}} [l]$$

ahol:

V_n – [l] a tágulási tartály minimális térfogata

V_e – [l] a tágult közeg térfogata

P_e – [bar] a tartály végtúlnyomásának értéke

p_a – [bar] az előfeltöltéshez tartozó nyomás

V_{ef} – [%] az előfeltöltés mértéke %-ban.

A tágulási tartály szükséges mérete 339 liter.

A teljes fűtési rendszerbe összesen 3 db tágulási tartályt terveztem, melyek összesített térfogata 400 liter.

3.5.11. Az apríték tüzelésű kazán égéstermék elvezetése

A tervezett apríték tüzelésű kazán égéstermék elvezető berendezése Ø250 szigetelt, szerelt nemesacél kéményrendszer 50mm közetgyapot hőszigeteléssel (Ø250/350). A bekötőcső Ø200 szigetelt, szerelt nemesacél kéményrendszer 50mm közetgyapot hőszigeteléssel

(Ø200/300). Az égéstermék elvezető berendezés ellenőrizhetősége az alsó ponton a bekötés alatt elhelyezett ellenőrző idomon keresztül biztosított, míg a felső ponton az égéstermék kitorkolláson keresztül, amelyhez a tulajdonos emelőkosaras autót biztosít. Az bekötőcső ellenőrizhetősége az annak 45°-os szakaszába épített ellenőrző idomom keresztül biztosított. Az égéstermék elvezető berendezés hatásos kéménymagassága 6,5m. A kazán huzatigénye 5 Pa. Az égéshez szükséges levegőt a kazánal reteszelt AIRVENT YLMM 500x500 motoros zsalu biztosítja.

A hő- és áramlástechnikai méretezést az 7. melléklet tartalmazza.

3.6. A tartalékfűtést ellátó kondenzációs gázkazán gázellátása, égéstermék elvezetése és égési levegő bevezetése.

A tervezett üzemépületnek helyet adó telephely gázellátása szolgálommal biztosított a 1815/133 helyrajzi számú ingatlanon keresztül. A telephelyen a gerincút alatt egy 4 bar üzemi nyomású telepi vezeték fut végig a meglévő gázfogadótól a meglévő műanyag ablak gyártó üzemrészig. A telepi vezeték anyagminősége PE 80/G SDR11 polietilén cső, melynek fektetési mélysége 1,0m, mérete a tervezett épület közelében Ø32. A tervezett Asztalos-Ács üzem gázellátása erről a telepi vezetékről megoldható.

3.6.1. A gázigény meghatározása

A tervezett gázkészülék egy Viessmann Vitodens 200-W, aminek:

Névleges hőteljesítménye: 18,8-92,9 kW

Hatásfoka: 98%

Az egyidejű gázterhelést a következő képlettel lehet meghatározni:

$$V_{gáz} = \frac{Q_{kazán,névleges} * e}{H_i * H_a} * 3600 [m^3/h]$$

ahol:

$Q_{kazán,névleges}$ – [kW] a kazán névleges hőteljesítménye

e – egyidejűségi tényező (jelen esetben 1)

H_a – [kJ/m³] gáz fűtőértéke (jelen esetben 34,7 kJ/m³)

H_i – [%/100] a kazán hatásfoka

behelyettesítve a képletbe:

$$V_{gáz} = \frac{92,9 * 1}{34,7 * 0,98} * 3600 \approx 9,83 [m^3/h]$$

A gázigény tehát 9,83 m³/h.

3.6.2. A tervezett csatlakozó vezetékek

A telepi vezetékre való csatlakozáshoz elektrofúziós kötést kell alkalmazni, amelyet csak az erről képesítéssel rendelkező szakember végezhet el. A csatlakozástól az épületre való felállásig a telepi vezetékkel megegyező anyagminőségű és méretű polietiléncsővet kell az erre a célra megfelelően kialakított munkaárokba fektetni, 1,0m fektetési mélységbe. A megfelelően kialakított munkaárok ebben a konkrét esetben minimum 40 centiméter széles, alsó ágyazati vastagsága minimum 10 centiméter, a cső felett pedig a felső, -külső alkotójától számítva minimum 15 cm. Az ágyazat feletti visszatöltést és tömörítést rétegesen kell elvégezni. (TEXOR Műanyagipari, Kereskedelmi és Szolgáltató Kft., 2022) A gázvezeték a víz közművezetékkel keresztezi, a keresztezési szög 90°. A keresztezésnél a palást-távolság nagyobb, mint 0,2 m.

A felállítás az épület Dny-i sarkán kialakított -012A- Gáz kazánház helyiség falára Ø32-1” PE-acél összekötő idom beépítésével történik. A felállítás kialakítását az MVM ÉGÁZ-DÉGÁZ Földgázhálózati Zrt. hatályos G-TU-4 technológiai utasítása alapján kell elkészíteni, amelynek erre vonatkozó részét a következőkben foglalom össze. A felállásnál a PE cső felvezetési szakaszát acél védőcsőbe kell helyezni. A védőcső alsó vége min. 300 mm-re nyúljon a talajszint alá, és a talajszint alatti végéhez minimum 1700 mm hosszú, perforálatlan PVC vagy PE dréncső csatlakozzon, a védőcsőre húzva, 50 mm-t nyúljon a talajszint fölé. (MVM Égáz-Dégáz Földgázhálózati Zrt., 2023)

A térszint feletti vezetékszakasz anyagminősége MSZ EN 10208-2 vagy MSZ EN 10255 szerinti varratmentes acélcső, csőbilincs rögzítéssel, falsíkon szabadon szerelve.

3.6.3. A gázfogadó

A gázfogadó elhelyezése a felállítás után a térszinttől 1,0m magasságban történik.

A tervezett nyomásszabályzó típusa: EKB10-G-53

p_{be} = 0,5-4,0 bar, (bemenő nyomás)

P_{ki} = 26,5 mbar, (kimenő nyomás)

Q_{max} = 10 m³/h (maximum gázterhelés)

A nyomásszabályzó 1 bar üzemi nyomás esetén is biztosítani tudja a gázrendszer elvárt térfogatáramát.

A tervezett gázmérő típusa: Itron ACD G-10

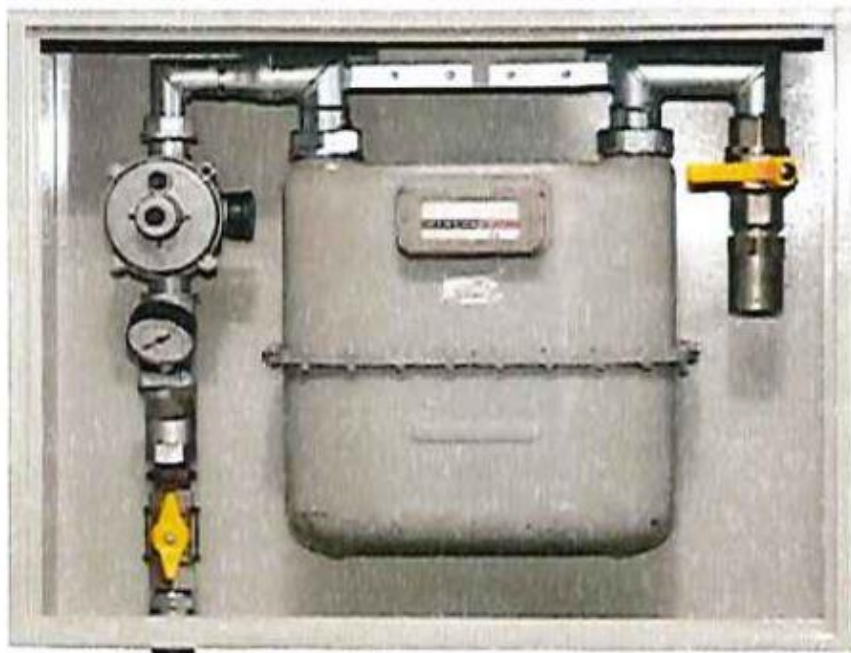
$P_{\max} = 500 \text{ mbar}$, (maximum üzemi nyomás)

$Q_{\min} = 0,10 \text{ m}^3/\text{h}$ (legkisebb gázterhelés)

$Q_{\max} = 16(13,6) \text{ m}^3/\text{h}$ (maximum gázterhelés)

A tervezett G-10 méretű gázmérőt és az EKB-10 G53 nyomásszabályozót egy PERÓGÁZ T31 FF G10 típusú falba építhető szabályozó és mérőállomás tartalmazza.

17. ábra: PERÓGÁZ T31 FF G10 típusú falba építhető szabályozó és mérőállomás
(Forrás: <https://perogaz.hu/images/t31.pdf>)



3.6.4. A tervezett fogyasztói vezeték

A tervezett fogyasztói vezeték anyagminősége MSZ EN 10208-2 vagy MSZ EN 10255 szerinti varratmentes acéleső, csőbilincs rögzítéssel, falsíkon szabadon szerelve. A homlokzati falon történő átvezetéshez acél védőcsövet terveztem, amelynek átmérője 1 mérettel nagyobb, mint a fogyasztói vezetéké.

A tervezett gázkazán feszültségmentes bekötését helyszínen méretre vágható, hajlékony és korrózióálló, INOX AISI 316L anyagú GEBO EUROGAS típusú rozsdamentes bordázott

acélcsővel és a hozzá tartozó speciális kiképzésű EUROGAS típusú hollandikkal kell elvégezni. A gázkazán bekötése elé kézi elzárót terveztem.

3.6.5. A gázhálózat méretezése

A kisnyomású gázhálózaton a megengedhető maximális nyomásesést a következő képlettel határozhatjuk meg:

$$\Delta P_{max} = P_{ki} - P_{készülék}$$

ahol:

P_{ki} – [mbar] nyomásszabályozó kimenő nyomása (jelen esetben 26,5 mbar)

$P_{készülék}$ – [mbar] a gázkészülék megfelelő működéséhez biztosítandó minimális nyomás (jelen esetben 25 mbar)

$$\Delta P_{max} = 26,5 - 25 = 1,5 \text{ mbar} = 150 \text{ Pa}$$

A gázhálózat méretezéshez a következő képlet ismerete elengedhetetlen:

$$\Delta P_{max} > \left(\lambda * \frac{l}{d} + \sum \xi \right) * \frac{\rho_{gáz}}{2} * v_{gáz}^2$$

ahol:

λ – csőszűrlődési tényező

l – [m] a csőszakasz hossza

d – [m] a csőszakasz átmérője

$\sum \xi$ – a csőszakaszon lévő alaki ellenállások összege

$\rho_{gáz}$ – [kg/m³] a gáz sűrűsége a szakaszon

$v_{gáz}$ – [m/s] a gáz sebessége

A gázhálózat méretezéséhez a tervezők segítségével bocsátott egy Excel táblázatot az MVM Égáz-Dégáz Földgázhálózati Zrt., amely segítségével a fogyasztó vezeték méretét 5/4” -ban határoztam meg.

Az elkészült vezetékrendszert szilárdsági- és tömörségi nyomáspróbával kell ellenőrizni, amelyet a területi földgázelosztó képviselője jogosult ellenőrizni. A nyomáspróba megkezdése előtt a vezetéknek készre szerelt állapotban kell lennie, az összes kötésnek hozzáférhetőnek és festéstől, takarástól mentesnek kell lennie. A nyomáspróbát levegővel, vagy semleges gázzal kell elvégezni, az MSZ EN 12007-1 szabvány szerint. A nyomáspróba

eredményét az Elosztói engedélyes által rendszeresített nyomáspróba jegyzőkönyvben kell rögzíteni.

10. táblázat: Nyomásosztályokhoz tartozó szilárdsági nyomáspróba értékei

Legnagyobb üzemi nyomás (MOP) [bar]	Szilárdsági próbanyomás (STP) [bar]
$4,0 < \text{MOP} \leq 16$	legalább $1,3 \times \text{MOP}$
$2 < \text{MOP} \leq 4$	legalább $1,4 \times \text{MOP}$
$0,1 < \text{MOP} \leq 2$	legalább $1,75 \times \text{MOP}$, de legalább 1
$\text{MOP} \leq 0,1$	1 bar

MOP= 4,0 bar

- Szilárdsági nyomáspróba:

- időtartama: az állandósult állapot elérését követően legalább 15 [min.]
- értéke: 5,6 bar
- mérőműszer: 1.6 pontossági osztályú, 0-6 bar méréshatárú csőrugós manométer
- A szilárdsági próba során a vizsgált vezeték és berendezés éghető gázt nem tartalmazhat.

- Tömörségi nyomáspróba:

- időtartama: az állandósult állapot elérését követően 10 [min.]
- értéke: 4,0 bar
- mérőműszer: 1.6 pontossági osztályú, 0-6 bar méréshatárú csőrugós manométer

MOP= 26,5 mbar

- Szilárdsági nyomáspróba:

- időtartama: az állandósult állapot elérését követően legalább 15 [min.]
- értéke: 1 bar
- mérőműszer: 1.6 pontossági osztályú, 0-4 bar méréshatárú csőrugós manométer
- A szilárdsági próba során a vizsgált vezeték és berendezés éghető gázt nem tartalmazhat.

- Tömörségi nyomáspróba:

- időtartama: az állandósult állapot elérését követően 10 [min.]

- értéke: 150 mbar
- mérőműszer: „U” csöves manométer

3.6.6. Égéstermék elvezetés

A tervezett gázkazán égéstermék elvezető berendezésének MSZ CEN/TR 1749 szerinti besorolása: C33. Az égéstermék elvezető – égési levegő bevezető Viessmann típusú Ø100/150 méretű, pps/alu koncentrikus csőrendszer, az épület tetőhéjazata fölé kivezetve, amelynek egyenértékű csőhossza 5,75m, ami kisebb, mint a gyártó által megengedett maximális csőhossz (10,0m).

3.7. Tűzivíz hálózat tervezése

A tűzivíz hálózat tervezése a Kiskunhalasi Katasztrófavédelmi Kirendeltséggel való egyeztetés után történt A -013- Fedett-nyitott színben és a -008- Üzemcsarnokban 2-2 db, az Iroda épületrészben a földszinten a -006- Közlekedő helyiségben és az emeleten a -108- Gépészet-Takszer helyiségben pedig 1-1 db D típusú, kombinált fali tűzcsapszekrény kerül elhelyezésre, beépített 2” falitűzcsappal, 30 m alaktartó tömlővel és poroltó készülékkel (**18. ábra**).

A tűzvédelmi szakemberek által támasztott műszaki követelmény, a fali tűzcsapok vízhozama alapján 150 liter/perc legyen tűzcsaponként úgy, hogy 2 db fali tűzcsap egyidejűségét kell figyelembe venni. Fontos, hogy a vezetékhálózat méretezésénél a legkedvezőtlenebb helyen lévő két fali tűzcsapot kell figyelembe venni és a vezetékhálózatot 300 liter/perc vízhozamra kell tervezni.

A két legkedvezőtlenebb helyen lévő tűzcsap -108-Gépészet-Takszer helyiségben és a vele egy felszálló vezetéken lévő -008- Üzemcsarnokban lévő tűzcsap.

A vezetékhálózat méretezéséhez használt a következő képletet használtam:

$$p_{\text{ü}} > \Delta p_{\text{geod}} + \Delta p_{\text{áramlási}} + \Delta p_{\text{mérő}} + \Delta p_{\text{kif}}$$

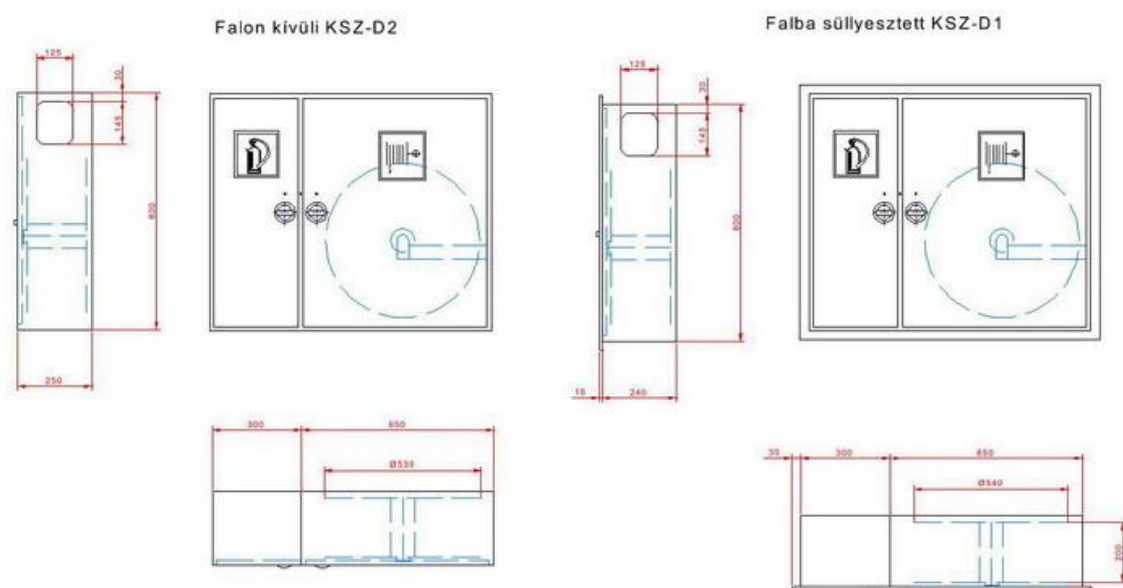
Az üzemi nyomás 3,0 bar, a felsőbb tűzcsapszekrény 5,2m magasan van a térszint felett, a vízmérőhöz képes +6,5m-en, így a Δp_{geod} -t 0,65barra vettem fel. A mérőn eső nyomást 0,8barra vettem fel, míg a kifolyási nyomást (beleszámolva a 30m tömlőn eső nyomást) 1barra, így az áramlási ellenállása maximuma 0,55bar. A telepi gerincvezeték DN160 méretű, így annak ellenállása elhanyagolható (A **11. táblázat** a 100m csőhosszra eső nyomásveszteségeket csak a DN110 méretű csőig adja meg, ám látható, hogy 300 liter/percnél már azon is csak 0,08bar/100m nyomásveszteség keletkezik).

11. táblázat: Áramlási sebességek és nyomásvesztések 100m KPE csövön a vízhozam és az átmérő függvényében

Nyomásesés és vízsebesség 100 m KPE csövön																				
0,1 - 1,50 (m/s)		Optimális tartomány				1,51 - 2,00 (m/s)				Kerülő tartomány				2,01-től (m/s)		Nem használható				
Átmérő (mm)		20		25		32		40		50		63		75		90		110		
Falvastagság (mm)		2		2,3		2,9		3,6		4,5		5,7		6,8		8,2		10		
Belső átmérő (mm)		16		20,4		26,2		32,8		41		51,6		61,4		73,6		90		
vízhozam: (m³/h) (l/perc)	seb. (m/s)	ny.es (bar)	seb. (m/s)	ny.es (bar)	seb. (m/s)	ny.es (bar)	seb. (m/s)	ny.es (bar)	seb. (m/s)	ny.es (bar)	seb. (m/s)	ny.es (bar)	seb. (m/s)	ny.es (bar)	seb. (m/s)	ny.es (bar)	seb. (m/s)	ny.es (bar)	seb. (m/s)	ny.es (bar)
0,2	3,3	0,28	0,06	0,17	0,03	0,10	0,01	0,07	0,00	0,04	0,00	0,03	0,00							
0,4	6,7	0,55	0,30	0,34	0,09	0,21	0,03	0,13	0,01	0,06	0,00	0,05	0,00							
0,6	10,0	0,83	0,63	0,51	0,19	0,31	0,06	0,20	0,02	0,13	0,01	0,08	0,00	0,06	0,00					
0,8	13,3	1,10	1,07	0,68	0,33	0,41	0,10	0,26	0,03	0,17	0,01	0,11	0,00	0,07	0,00					
1	16,7	1,36	1,61	0,85	0,49	0,51	0,15	0,33	0,05	0,21	0,02	0,13	0,01	0,09	0,00	0,07	0,00			
1,2	20,0	1,66	2,28	1,02	0,69	0,62	0,21	0,39	0,07	0,25	0,02	0,16	0,01	0,11	0,00	0,08	0,00			
1,4	23,3	1,93	3,01	1,19	0,92	0,72	0,27	0,46	0,09	0,29	0,03	0,19	0,01	0,13	0,00	0,09	0,00			
1,6	26,7	2,21	3,85	1,36	1,18	0,82	0,35	0,53	0,12	0,34	0,04	0,21	0,01	0,15	0,01	0,10	0,00			
1,8	30,0	2,48	4,79	1,53	1,47	0,93	0,43	0,59	0,15	0,38	0,05	0,24	0,02	0,17	0,01	0,12	0,00			
2	33,3	2,76	5,83	1,70	1,79	1,03	0,53	0,65	0,18	0,42	0,06	0,27	0,02	0,19	0,01	0,13	0,00			
2,2	36,7	3,04	6,95	1,87	2,13	1,13	0,63	0,72	0,21	0,46	0,07	0,29	0,02	0,21	0,01	0,14	0,00	0,10	0,00	
2,4	40,0	3,31	8,17	2,04	2,50	1,24	0,74	0,79	0,25	0,50	0,08	0,32	0,03	0,22	0,01	0,16	0,00	0,10	0,00	
2,6	43,3	3,59	9,47	2,21	2,90	1,34	0,86	0,85	0,29	0,55	0,10	0,34	0,03	0,24	0,01	0,17	0,01	0,11	0,00	
2,8	46,7	3,86	10,87	2,38	3,33	1,44	0,99	0,92	0,33	0,59	0,11	0,37	0,04	0,26	0,02	0,18	0,01	0,12	0,00	
3	50,0	4,14	12,35	2,55	3,79	1,54	1,12	0,99	0,38	0,63	0,13	0,40	0,04	0,28	0,02	0,20	0,01	0,13	0,00	
3,2	53,3	4,42	13,91	2,72	4,27	1,65	1,26	1,05	0,42	0,67	0,14	0,42	0,05	0,30	0,02	0,21	0,01	0,14	0,00	
3,4	56,7	4,69	15,57	2,89	4,77	1,75	1,41	1,12	0,47	0,71	0,16	0,45	0,05	0,32	0,02	0,22	0,01	0,15	0,00	
3,6	60,0	4,97	17,31	3,08	5,31	1,85	1,57	1,18	0,53	0,76	0,18	0,48	0,06	0,34	0,02	0,23	0,01	0,16	0,00	
3,8	63,3			3,23	5,88	1,96	1,74	1,25	0,58	0,80	0,20	0,50	0,06	0,36	0,03	0,25	0,01	0,17	0,00	
4	66,7			3,40	6,45	2,06	1,91	1,31	0,64	0,84	0,22	0,53	0,07	0,37	0,03	0,28	0,01	0,17	0,00	
4,5	75,0			3,82	8,02	2,32	2,37	1,48	0,80	0,95	0,27	0,60	0,09	0,42	0,04	0,29	0,02	0,20	0,01	
5	83,3			4,24	9,75	2,57	2,89	1,64	0,97	1,05	0,33	0,66	0,11	0,47	0,05	0,33	0,02	0,22	0,01	
5,5	91,7			4,57	11,53	2,83	3,44	1,81	1,15	1,16	0,39	0,73	0,13	0,52	0,05	0,36	0,02	0,24	0,01	
6	100,0			5,09	13,67	3,09	4,04	1,97	1,36	1,26	0,46	0,80	0,15	0,56	0,06	0,39	0,03	0,26	0,01	
6,5	108,3			5,52	15,85	3,35	4,69	2,13	1,57	1,37	0,53	0,86	0,17	0,61	0,07	0,42	0,03	0,28	0,01	
7	116,7					3,60	5,38	2,30	1,80	1,47	0,61	0,93	0,20	0,66	0,09	0,46	0,04	0,31	0,01	
7,5	125,0					3,86	6,11	2,48	2,05	1,58	0,69	1,00	0,23	0,70	0,10	0,49	0,04	0,33	0,02	
8	133,3					4,12	6,89	2,63	2,31	1,68	0,78	1,06	0,25	0,75	0,11	0,52	0,05	0,35	0,02	
8,5	141,7					4,37	7,71	2,79	2,58	1,79	0,87	1,13	0,28	0,80	0,12	0,55	0,05	0,37	0,02	
9	150,0							2,96	2,87	1,89	0,97	1,19	0,32	0,84	0,14	0,59	0,06	0,39	0,02	
9,5	158,3							3,12	3,17	2,00	1,07	1,26	0,35	0,89	0,15	0,62	0,06	0,41	0,02	
10	166,7							3,26	3,49	2,10	1,18	1,33	0,38	0,94	0,17	0,65	0,07	0,44	0,03	
11	183,3							3,61	4,16	2,31	1,41	1,46	0,46	1,03	0,20	0,72	0,08	0,48	0,03	
12	200,0							3,94	4,89	2,52	1,65	1,59	0,54	1,12	0,23	0,78	0,10	0,52	0,04	
13	216,7							4,27	5,67	2,73	1,92	1,72	0,63	1,22	0,27	0,85	0,11	0,57	0,04	
14	233,3							4,60	6,51	2,94	2,20	1,86	0,72	1,31	0,31	0,91	0,13	0,61	0,05	
15	250,0							4,93	7,40	3,15	2,50	1,99	0,82	1,41	0,35	0,96	0,14	0,65	0,05	
16	266,7							5,25	8,34	3,36	2,81	2,12	0,92	1,50	0,39	1,04	0,16	0,70	0,06	
17	283,3									3,57	3,15	2,26	1,03	1,59	0,44	1,11	0,18	0,74	0,07	
18	300,0									3,78	3,50	2,39	1,14	1,69	0,49	1,17	0,20	0,79	0,08	
19	316,7									3,99	3,87	2,52	1,26	1,78	0,54	1,24	0,22	0,83	0,08	
20	333,3											2,65	1,39	1,87	0,60	1,30	0,25	0,87	0,09	
22	366,7											2,92	1,68	2,06	0,71	1,43	0,29	0,96	0,11	
24	400,0											3,18	1,95	2,25	0,84	1,57	0,35	1,05	0,13	
26	433,3											3,45	2,28	2,44	0,97	1,70	0,40	1,13	0,15	
28	466,7											3,72	2,59	2,62	1,11	1,83	0,46	1,22	0,17	
30	500,0											3,96	2,94	2,81	1,25	1,96	0,52	1,31	0,20	
32	533,3											4,25	3,32	3,00	1,42	2,09	0,59	1,40	0,22	
34	566,7											4,51	3,71	3,19	1,59	2,22	0,65	1,48	0,25	
36	600,0													3,97	1,77	2,35	0,73	1,57	0,28	
38	633,3													3,56	1,96	2,48	0,81	1,66	0,30	
40	666,7													3,75	2,15	2,61	0,89	1,74	0,33	
45	750,0															2,93	1,11	1,95	0,42	
50	833,3															3,25	1,25	2,18	0,51	
55	916,7															3,59	1,61	2,40	0,60	
60	1000,0															3,91	1,89	2,52	0,71	
65	1083,3															4,24	2,19	2,84	0,82	
70	1166,7															4,57	2,51	3,05	0,94	
80	1333,3															5,22	3,22	3,46	1,21	
90	1500,0																	3,83	1,58	
100	1666,7																	4,36	1,83	
110	1833,3																	4,50	2,15	
120	2000,0																	5,23	2,56	

A telepi gerincevezeték csatlakozásától az első csapolóig a csőhossz 122 méter hosszúságú. A vízhozam rajta 300liter/perc. A **11. táblázat**-ból leolvasva a DN90-es vezetéken 0,2 bar/100m a nyomásveszteség, tehát a teljes hosszon 0,244 bar. Az egyel kisebb vezetéknél a teljes hosszon 0,6 bar lenne a veszteség, így az már nem megfelelő. A felső szinti tűzcsaphoz való eljutáshoz a maradék felhasználható nyomásveszteség kb. 0,3 bar. A csővezeték hossza 12m. A felső tűzcsapig DN50 méretű horganyzott acélcövet terveztem.

A többi tűzcsapszekrény méretezésénél hasonlóan jártam el, figyelembevéve, hogy mely bármely két tűzcsap működhet egyszerre.



18. ábra: A KSZ-D2 típusú fali tűzcsapszekrény

Forrás: (<https://csz.hu/galeria/index.htm>)

Összefoglalás

A hulladékanyag hőenergia előállításra történő felhasználása napjainkban igen fontos téma, hiszen Magyarország is részt vesz az Európai Unió által vállalt kötelezettségvállalásokban, amely keretében 2030-ig az 1990-es szinthez képest 40%-kal kell csökkenteni az üveghatású gázok kibocsátását. A biomassa megújuló erőforrásnak tekinthető, amelynek felhasználásával csökkenthető a széndioxid kibocsátás és a fosszilis energiahordozóktól való függés. A biomassa számos formában létezik, a legismertebb és legelterjedtebb formája az erdei termékek és azok hulladécai. Az erdei termékek felhasználásánál az iparban gyakran keletkezik hulladékanyag, amelyet hőtermelésre fel lehet használni, így van ez a dolgozat témájában szereplő asztalos-ács üzem esetében is. Az üzem CLT paneleket gyárt, amelyhez leggyakrabban alacsony nedvességtartalmú lucfenyőt használ fel. A gyártás során keletkezett hulladékanyagból aprítékot készítenek, amelyet egy aprítéktüzelésű kazán alakít hőenergiává. A kazán forróvizet tud előállítani.

Az üzemcsarnok fűtésére melegvizes sugárzóernyőket terveztem, amelyekkel kapcsolatban felmerült az az elméleti kérdés, hogy a gyakorlatban megszokott a külső hőmérséklet függvényében lineárisan változó előremenő fűtővízhőmérséklet szabályozás hogyan befolyásolja a komforttérben tartózkodók hőérzetét. A vizsgálatom során kimutattam, hogy az operatív hőmérséklet nem marad állandó az előbb említett szabályozási mód használatával, így bemutattam a globuszhőmérőt, amely hőmérő által mért értékeknek a digitalizálásával, egy kalkulátor folyamatosan számíthatja a megfelelő mért előremenő hőmérsékletet.

A tervezési feladatban az asztalos-ács üzem és irodaépület fűtését, gáz és tűzvíz hálózatát terveztem meg. Az üzemcsarnok fűtésére melegvizes sugárzóernyőket terveztem, míg az irodaépületbe padlófűtést. A hőtermelői oldalon egy aprítéktüzelésű kazánt terveztem, amely csigás adagoló rendszerrel a tüzelőanyag tárolóból szállítja magának a fűtőanyagot. Tartalék hőtermelőnek egy kondenzációs gázkazánt terveztem, amely gázellátásához szükséges gázvezetékrendszer kiviteli terveit is elkészítettem. Végül az üzemcsarnok és az iroda területén a tűzvíz hálózat tervezését is elvégeztem.

Content Summary

The use of waste material for the production of thermal energy is a very important topic nowadays, as Hungary also participates in the commitments undertaken by the European Union, within the framework of which greenhouse gas emissions must be reduced by 40% compared to the 1990 level by 2030. Biomass can be considered a renewable resource, which can be used to reduce carbon dioxide emissions and dependence on fossil energy carriers. Biomass exists in many forms, the most well-known and widespread form being forest products and their waste. When forest products are used in industry, waste material is often generated, which can be used for heat production, and this is also the case with the carpentry plant that is the subject of this thesis. The plant produces CLT panels, for which it most often uses low-moisture spruce. Chips are made from the waste material generated during production, which is converted into thermal energy by a wood chip boiler. The boiler can produce the hot water.

I designed hot water radiant screens for the heating of the plant hall, in connection with which the theoretical question arose as how does the heating water temperature control, which is usual in practice and varies linearly depending on the outside temperature, affect the thermal sensation of the occupants of the comfort room

During the investigation, I showed that the operative temperature does not remain constant using the previously mentioned control method, so I presented the globe thermometer, which by digitizing the values measured by the thermometer, a calculator can continuously calculate the corresponding measured flow temperature.

I designed the heating, gas and the fire water network of the carpentry plant and the office building. I designed hot water radiators for heating of the plant hall, and underfloor heating for the office building. On the heat generation side, I designed a wood chip boiler, which uses a screw dosing system to supply the heating material from the fuel storage. I designed a condensing gas boiler as a backup heat generator, and I also prepared the construction plans for the gas pipeline system required for its gas supply. Finally, I also designed the fire water network in the plant hall and the office area.

Hivatkozások

Bai, A., Lakner, Z., Marosvölgyi, B. & Nábrádi, A., 2002. *A biomassza felhasználása*. Budapest: Szaktudás Kiadó Ház Zrt..

Bánhidi, L., 2000. Hőérzet. In: Z. András, szerk. *ÉPÜLETGÉPÉSZET 2000 Alapismeretek I.*. Budapest: Épületgépészet Kiadó Kft., pp. 277-334.

Baumann, M., 2012. [Online] Available at: https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2010-0017_12_epuletenergetika/ch08.html [Hozzáférés dátuma: 03 11 2023].

Baumann, M., 2012. *Épületenergetika*, Tatabánya: Edutus Főiskola.

Brumbaugh, J. E., 2004. *HVAC Fundamentals Volume I*. 4 szerk. Indianapolis: Wiley Publishing.

Cakó, B., 2022. *A komfortérzet javításának eszköze épített épített környezetben*, Pécsi Tudományegyetem: PhD értekezés.

Dahlquist, E., 2013. *Technologies for Converting Biomass to Useful Energy*. negyedik szerk. London: CRC Press.

Európai Tanács Az Európai Unió Tanácsának honlapja, 2017. [Online] Available at: <https://www.consilium.europa.eu/hu/policies/climate-change/2030-climate-and-energy-framework/> [Hozzáférés dátuma: 28 03 2024].

Fanger, O. P., 1970. *Thermal Comfort*. Copenhagen: Danish Technical Press.

Grassi, G., Collina, A. & Zibetta, H., 1990. *Biomass for Energy, Industry and Enviroment*. 6 szerk. New York: Spon Press.

Homonnay, G., 2001. 10. Tüzeléstechnika. In: A. Zöld, szerk. *ÉPÜLETGÉPÉSZET 2000; Fűtéstechnika II*. Budapest: Épületgépészet Kiadó Kft..

Howell, J. R., Mengüç, M. P. & Siegel, R., 2016. *Thermal radiation heat transfer*. London: CRC Press.

- Kahn, A., De Jong, W., Jansens, P. & Spliethoff, H., 2009. Biomass combustion in fluidized bed boilers; potential problems and remedies. *Fuel Processing Technology*, 90. kötet, pp. 21-50.
- Kalmár, F., 2013. *A belső környezet minősége*. Budapest: TERC Kiadó.
- Klass, D. L., 1998. *Biomass for Renewable Energy, Fuels, and Chemicals*. San Diego: ACADEMIC PRESS.
- Klein, S., 1980. *Munkapszichológia - Első kötet*. Budapest: Gondolat.
- Loo, S. v. & Koppejan, J., 2008. *The Handbook of Biomass Combustion an Co-firing*. London: Earthscan.
- Macskásy, Á. & Bánhidi, L., 1985. *Sugárzó fűtések*. Budapest: Akadémiai Kiadó.
- Malik, B. és mtsai., 2013. *Biomass Pellets: A Green Fuel with Multiple Uses*, hely nélk.: Springer International Publishing Switzerland.
- McIntyre, D. A., 1980. *Indoor Climate*. London: Applied Science.
- MSZ EN ISO 8996:2005, 2005. *Hőmérsékleti környezet ergonómiája. Az anyagcsere mértékének meghatározása*. Budapest: Magyar Szabványügyi Testület.
- MVM Égáz-Dégáz Földgázhálózati Zrt., 2023. *G-TU-4 - Földgáz csatlakozóvezetékek és felhasználói berendezések létesítése, üzembehelyezése, ellenőrzése, karbantartása*, hely nélk.: ismeretlen szerző
- Parsons, K., 2014. *Human Thermal Enviroments - The Effects of Hot, Moderate, and Cold Environments on Human Health, Comfort, and Performance*. London: CRC Press.
- Rehau, dátum nélk. <https://www.rehau.com/downloads/454488/m%C5%B1szaki-t%C3%A1j%C3%A9koztat%C3%B3.pdf>. [Online]
[Hozzáférés dátuma: 15 10 2023].
- Reményi, K., 2013. *A tűz örök energiaforrás. A szén és a fosszilis tüzelőanyagok a természetben*. Budapest: Akadémiai Kiadó.
- REN21, 2022. *Renewables 2022 Global Status Report*, Paris: REN 21 Secretariat.
- Slade, R., Saunders, R., Gross, R. & Bauen, A., 2011. *Energy from Biomass: The Size of the Global Resource - An Assesment of the Evidence that Biomass Can Make a Major Contribution to Future Global Energy Supply*, London: Imperial College Centre for Energy Policy and Technology and UK Energy Research Centre.

Strezov, V. & Anawar, H. M., 2019. *Renewable Energy Systems From Biomass: Efficiency, Innovation, and Sustainability*. London: CRC Press.

Sugarman, S. C., 2007. *HVAC Fundamentals*. 2 szerk. Lilburn: The Fairmont Press.

Takács, P., 2021. *Nemgömbi geometriájú tüzelőanyag szemcsék fluidizációs karakterisztikára gyakorolt hatása*, Budapest: TDK Dolgozat.

TEXOR Műanyagipari, Kereskedelmi és Szolgáltató Kft., 2022. <https://texor.hu/images/gyartmanyism/gaz2.pdf>, Debrecen - Apafa: ismeretlen szerző

Tóth, L., 2012. *Alternatív energiaellátási rendszerek az agrárgazdaságban*. Budapest: Szaktudás Kiadó Ház.

Tóth, L., 2016. *Hagyományos és megújuló energiarendszerek*. Budapest: Szaktudás Kiadó Ház Zrt..

Vajda, G., 1981. *Energetika I.*. Budapest: Akadémia Kiadó.

VGF Szaklap, 2023. <https://www.vgfszaklap.hu/lapszamok/2008/marcius/1164-nagy-legteru-helyisegek-koltsegtakarekos-futesi-megoldasai>. [Online].

Watson, R. D. & Chapman, K. S., 2002. *Radiant Heating and Cooling Handbook*, New York: McGraw Hill Handbooks.

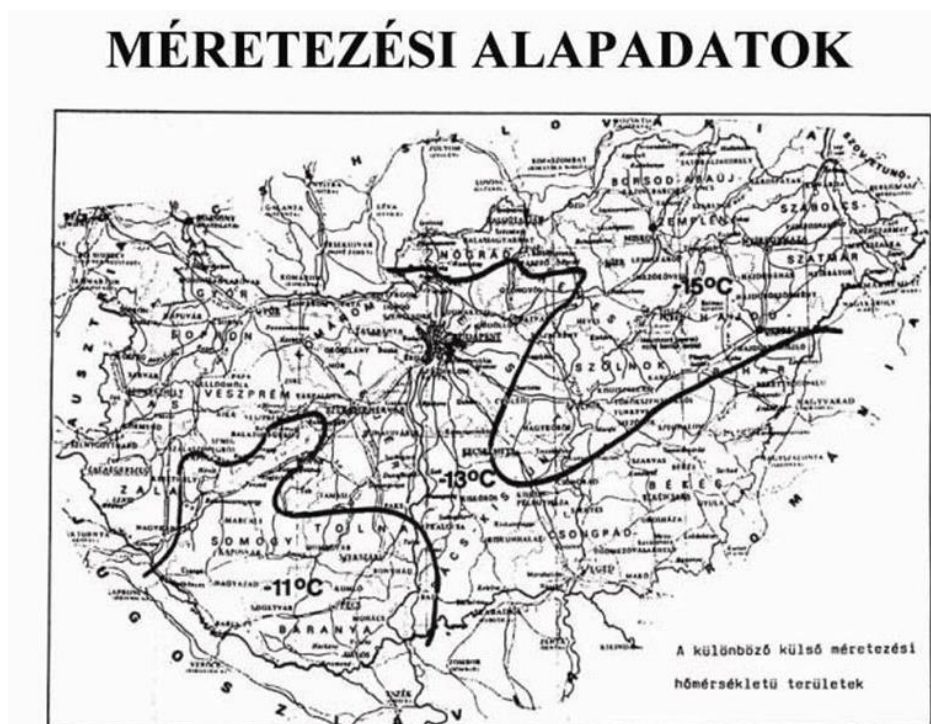
Ábrajegyzék

1. ábra: Az éves üvegházhatású gázok kibocsátásának alakulása 1990-től 2019-ig (Forrás: https://www.ksh.hu/ffi/3-1.html)	4
2. ábra: Hőenergia termelés megoszlása energiahordozók szerint 2022-ben. (Forrás: https://www.mekh.hu/download/9/ba/41000/Energiastatisztika_2022E.pdf)	6
3. ábra: A nettó kalorikus érték változása a nedvességtartalom függvényében, ahol a szén 50, a hidrogén 6 és az oxigén 44 tömeg%-ban van jelen Forrás: (Loo és Koppejan, 2008) ..	9
4. ábra: Aprítéktüzelő berendezés részei. Forrás: (Bai, és társai, 2002)	12
5. ábra: Alátoló rendszerű tüzelőberendezés elvi felépítése Forrás: (Tóth, 2012)	13
6. ábra: Elvi ábra Unical Gasogen típusú faelgázosító kazánról	15
7. ábra: A zárt tér határolófelületeinek felosztása a hat alapesetre vonatkozóan, a besugárzási tényezők megállapításához (Kalmár, 2013)	18

8. ábra: Besugárzási tényező az 1. alapesetben (Kalmár, 2013)	19
9. ábra: Sávós mennyezetfűtőtest hőátadási tényezője és hőközlése $\vartheta_{sáv}$ túlhőmérséklet függvényében (Macskásy & Bánhidi, 1985)	23
10. ábra: HSP típusú 1050mm széles melegvizes sugárzóernyő fajlagos hőteljesítménye a közepes túlhőmérséklet függvényében (Forrás: saját szerkesztés; Huch EnTEC MSP sugárzó panelek tervezési segédlete)	23
11. ábra: Glóbuszhőmérő (Forrás: https://www.testo.com/hu-HU/globusz-erzekelo-o-150mm-k-tip-hoelem-sugarzo-ho-meresere/p/0602-0743)	27
12. ábra: Éves hőfokgyakorisággörbe Budapestre	38
13. ábra Méretezési táblázat Rehau típusú padlófűtési vezetékhez (forrás: Rehau)	42
14. ábra: Hőmérsékleteloszlás összehasonlítás szemléltető ábra (forrás: Huch EnTEC)....	44
15. ábra: A tervezett apríték kazán elvi felépítése (1. égéskamra, 2. égőrostély, 3. hamukitároló csigák, 4. primer és szekunder levegő szabályozás, 5. égés szabályozó, 6. hőcserélő, 7. ventilátor, 8. vezérlés, 9. szigetelés, 10. lambda szonda, 11. hamu tároló, 12. füstgázvisszavezetés) Forrás: https://www.froeling.com/wp-json/froeling/v1/docs/6657...	50
16. ábra: A tervezett gázkazán elvi felépítése (A: hőcserélő, B: égőcső, C: ventilátor, D: gáz és vízdoldali csatlakozások, E: digitális szabályozó egység) Forrás: Viessmann tervezési segédlet Vitodens 200-W 45 kW-tól	52
17. ábra: PERÓGÁZ T31 FF G10 típusú falba építhető szabályozó és mérőállomás (Forrás: https://perogaz.hu/images/t31.pdf)	58
18. ábra: A KSZ-D2 típusú fali tűzcsapszekrény Forrás: (https://csz.hu/galeria/index.htm)	63
1. táblázat: Néhány tüzelőanyagként felhasználható biomassza elemi összetétele és fűtőértéke; Forrás: (Bai és társai, 2002)	10
2. táblázat: Az égésnél lejátszódó fontosabb kémiai reakciók Forrás: (Vajda, 1981)	11
3. táblázat: Különböző tüzelési módok hatásfok tartománya; Forrás: (Tóth, 2012).....	15
4. táblázat: A hőmérséklet-változás maximális értékei az idő függvényében (Forrás: ANSI/ASHRAE Standard 55-2004: <i>Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy</i> .).....	17
5. táblázat: Példa a rétegtervi hőátbocsátási tényező kiszámítására	30
6. táblázat: A épület szerkezeteinek megadott és kiszámított hőátbocsátási tényezői	31
7. táblázat: Az épület helyiségeinek hővesztesége	36

8. táblázat: A sugárzóernyők fajlagos hőteljesítményértékei különböző túlhőmérsékleteknél (forrás: Huch EnTEC).....	46
9. táblázat: A HERZ MINI termosztatfej kézikerékskálájához tartozó értékek. Forrás: (https://herzmediaserver.com/data/01_product_data/01_datasheets/hun/9200_Thermostatko_pf_mit_Flussigkeitsfuhler_DE_2015_04_09-HU.pdf).....	47
10. táblázat: Nyomásosztályokhoz tartozó szilárdsági nyomáspróba értékei	60
11. táblázat: Áramlási sebességek és nyomásveszteségek 100m KPE csövön a vízhozam és az átmérő függvényében	62

Mellékletek:



1. melléklet: A különböző külső méretezési hőmérsékletű területek

forrás: (<https://www.gepeszbolt.hu/simonyi/MSZ%2004-140-3.pdf>)

T4 aprítékos kazán tulajdonságai		90	100	110	130	150
Névleges fűtési teljesítmény	kW	90	100	100/110	130	150
Szabályzási tartomány	kW	27-90	30-100	30-110	39-130	45-150
Elektromos csatlakozás		400V / 50Hz / C16A				
Elektromos fogyasztás	W	61-232	65-250	65-250	110-240	110-262
Kazán súlya	kg	1350	1360	1370	1730	1750
Kazánban lévő vízmennyisége	liter	260	260	260	340	340
Vízoldali ellenállás dT=20 K	mbar	3,8	4,2	5,2	6,9	8,3
Max. működési hőmérséklet	C°	90				
Min. működési hőmérséklet	C°	45				
Max. működési nyomás	bar	3				
Működési zajszint	dB(A)	<70				
Kazán Osztály		5				
Engedélyezett tüzelőanyag EN ISO 17225 ¹⁾		fa pellet A1 / D06				
Ajánlott tartály kapacitás	liter	3000	3000	3400	4000	4000
minden információ mm!						

Füstgáz elvezető rendszer méretezéséhez		90	100	110	130	150
Elmenő Füstgáz hőmérséklet	C°	135/80	140/80	145/85	135/80	145/85
Elmenő Füstgáz mennyisége	kg/h	255,6/90	2,77/97	298,8/104,4	363,6/118,8	428,4/133,2
Elmenő Füstgáz mennyisége	kg/s	0,071/0,025	0,077/0,027	0,083/0,029	0,101/0,033	0,119/0,037
Szükséges huzat igény	Pa	5 / 2				
Szükséges huzat igény	mbar	0,05 / 0,02				
Füstgáz csonk mérete	mm	199				

2. melléklet: Fröling T4 kazán adatlapja

forrás:

https://www.kazanexpressz.hu/custom/kazanexpressz/image/data/srattached/8aa2d097b4e1debe05c4f21f23a13e55_Technical%20data%20T4%20Apr%C3%ADt%C3%A9k%2024-150%20kW.pdf

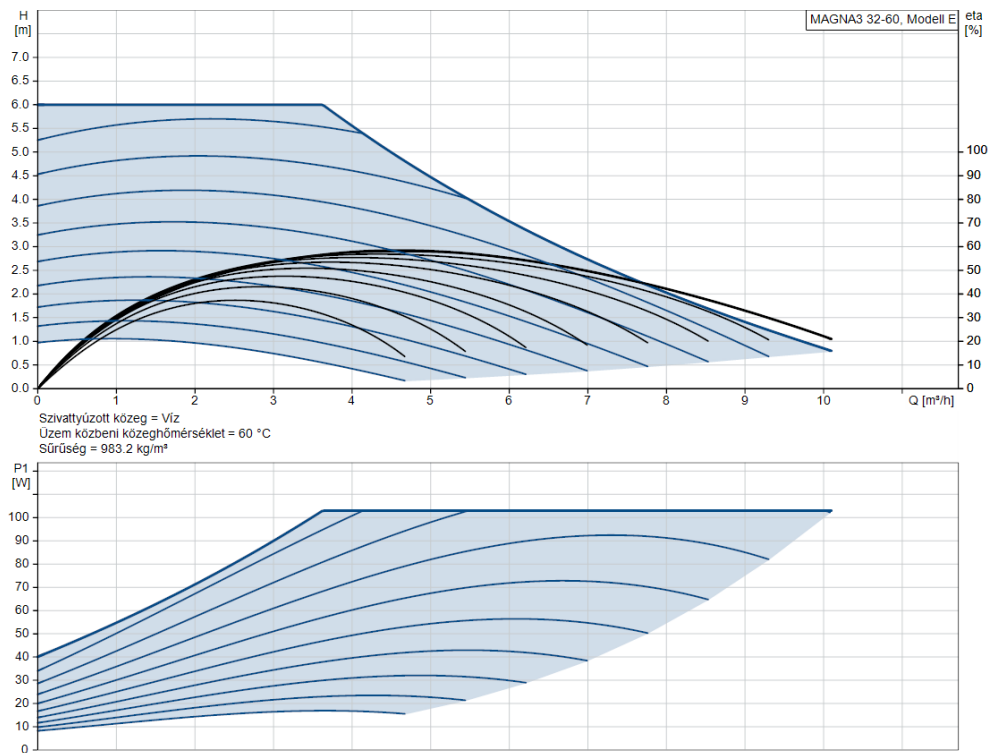
1.3 A Vitodens 200-W, 80 és 99 kW műszaki adatai

Kondenzációs kazán, B és C típus, II _{2N3P} kategória		Fűtő kivitelű kondenzációs falikazán	
Névleges teljesítmény-tartomány földgázzal történő üzem esetén 80,0/99,0 kW , adatok az EN15417 alapján.			
– T _E /T _V = 50/30 °C	kW	20,0–80,0	20,0–99,0
– T _E /T _V = 80/60 °C	kW	18,2–74,1	18,2–90,9
Névleges teljesítmény-tartomány propánüzem esetén 69,0 kW Adatok az EN15502-1 alapján 80,0/99,0 kW Adatok az EN15417 alapján.			
– T _E /T _V = 50/30 °C	kW	30,0–80,0	30,0–99,0
– T _E /T _V = 80/60 °C	kW	27,3–74,1	27,3–90,9
Névleges hőterhelés			
– Földgáz üzem esetén	kW	18,8–75,0	18,8–92,9
– Propánüzem esetén	kW	28,1–75,0	28,1–92,9
Típus		B2HA	B2HA
Termékazonosító szám		CE-0085CN0050	
Védettség		IP X4 az EN 60529 szerint	
Csatlakozási gáznyomás			
– Földgáz	mbar	20	20
	kPa	2	2
– Propán	mbar	50	50
	kPa	5	5
Megengedett max. csatlakozási gáznyomás ³			
– Földgáz	mbar	25,0	25,0
	kPa	2,5	2,5
– Propán	mbar	57,5	57,5
	kPa	5,75	5,75
Zajsztint (adatok az EN ISO 15036-1 szerint)			
– Részterhelés	dB(A)	38	38
– Névleges teljesítmény	dB(A)	56	59
Elektromos teljesítményfelvétel (szállítási állapotban)	W	126	216
Tömeg	kg	83	83
A hőcserélő úrtartalma	l	12,8	12,8
Max. előremenő hőmérséklet	°C	76	76
Max. térfogatáram	l/h	5700	5700
Határérték hidraulikus alkalmazásához Szétkapcsoló			
Névleges átfolyó vízmennyiség T _V /T _R = 80/60 °C esetén	l/h	3118	3909
Max. megengedett üzemi nyomás	bar	4	4
	MPa	0,4	0,4
Méretek			
– Mélység	mm	530	530
– Szélesség	mm	480	480
– Magasság	mm	850	850
Gázcsatlakozás	R	1	1
Csatlakozási értékek a max. terhelésre vonatkoztatva			
– H földgáz	m ³ /h	7,94	9,83
– S földgáz	m ³ /h	9,23	11,43
– Propán	kg/h	5,86	7,26

Kondenzációs kazán, B és C típus, II _{2N3P} kategória		Fűtő kivételű kondenzációs falikazán	
Névleges teljesítmény-tartomány földgázzal történő üzem esetén 80,0/99,0 kW , adatok az EN15417 alapján.			
– T _E /T _V = 50/30 °C	kW	20,0–80,0	20,0–99,0
– T _E /T _V = 80/60 °C	kW	18,2–74,1	18,2–90,9
Égéstermékekre jellemző értékek ^{*4}			
Égéstermékérték-csoport a G 635/G 636 szerint		G ₅₂ /G ₅₁	G ₅₂ /G ₅₁
Hőmérséklet (30 °C-os visszatérő hőmérséklet esetén)			
– Névleges teljesítmény	°C	46	57
– Részterhelés	°C	37	37
Hőmérséklet (60 °C-os visszatérő hőmérséklet esetén)	°C	68	72
Tömegáram			
Földgáz			
– Névleges teljesítmény	kg/h	139	174
– Részterhelés	kg/h	52	52
Propán			
– Névleges teljesítmény	kg/h	132	165
– Részterhelés	kg/h	49	49
Rendelkezésre álló szállítónyomás	Pa	250	250
	mbar	2,5	2,5
Max. kondenzvíz-mennyiség			
– a DWA-A 251 szerint	l/h	11,2	14,0
Kondenzvíz-csatlakozás (tömlőcsonk)	Ø mm	20-24	20-24
Égéstermék-csatlakozás	Ø mm	110	110
Levegőbevezetés-csatlakozás	Ø mm	150	150
Szabványos hatásfok			
– T _E /T _V = 40/30 °C	%	max. 98 (H _F)	
Energiahatékonysági osztály		–	

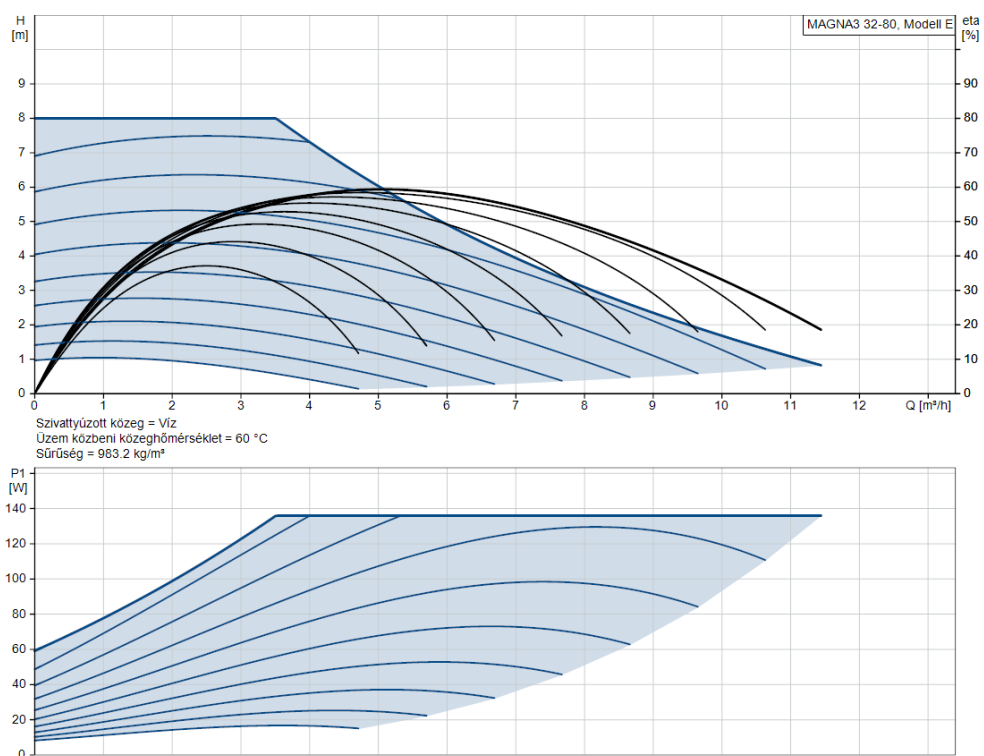
3. melléklet: Viessmann Vitodens 200-W 100kW adatlapja

forrás: Viessmann



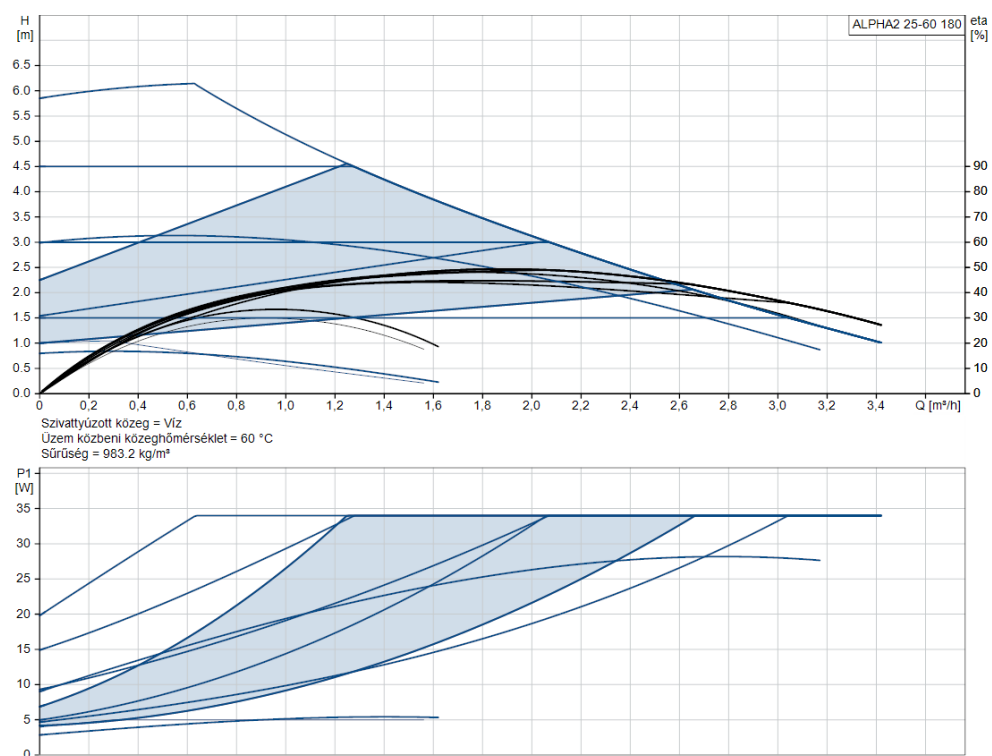
4. melléklet: GRUNDFOS MAGNA3 32-60 szivattyú jelleggörbéje

forrás: <https://product-selection.grundfos.com/hu/products/magna/magna3/magna3-32-60-97924255?pumpsystemid=2220176057&tab=variant-curves>



5. melléklet GRUNDFOS MAGNA3 32-80 szivattyú jelleggörbéje

forrás: <https://product-selection.grundfos.com/hu/products/magna/magna3/magna3-32-80-97924256?pumpsystemid=2220777212&tab=variant-curves>



6. melléklet GRUNDFOS ALPHA2 25-60 szivattyú jelleggörbéje

forrás: <https://product-selection.grundfos.com/hu/products/alpha/alpha2/alpha2-25-60-180-99411175?pumpsystemid=2220435304&tab=variant-curves>

KÉMÉNY HŐ- ÉS ÁRAMLÁSTECHNIKAI MÉRETEZÉSE

Épület: Asztalos Ácsüzem
Megrendelő: Merkbau Zrt.
 6400 Kiskunhalas
 Jókai u. 81-83 sz.
Tervező: Hortobágyi Gábor
 6400 Kiskunhalas
 Bercsényi u. 16.
Dátum: 2023. 11. 28.

Tüzelőberendezés: 1 Fröhling(A) T4e 100 kW
 Teljesítmény: 100 30 kW
 Hatásfok: 90 87 %
 Tüzelési teljesítmény: 111,1 34,48 kW
 Légellátási tényező: 1,895 1,281
 Fogyasztás: 30 9,32 kg/h
 Fűtőanyag elnevezése: Fa (23.1% víztartalmú)

Égéstermék összetétel (m³/m³):
 Széndioxid (CO₂) 0.1080 0.1599
 Víz (H₂O) 0.1182 0.1619

Minimális levegőszükséglet: 3.450 3.450 m³/kg
 Száraz égéstermék: 3.440 3.440 m³/kg
 Nedves égéstermék: 4.240 4.240 m³/kg
 Max. CO₂ koncentráció: 20.50 20.50 %
 Normál sűrűség: 1.287 1.286 kg/m³
 Égéstermék tömegáram: 285 62,9 kg/h
 Harmatponti hőmérséklet: 49.4 55.9 °C
 Égési levegő tömegáram: 256,9 56,63 kg/h
 Égéstermék hőmérséklet: 145 85 °C
 Készülék huzatigény: 5 2 Pa
 Csatlakozási méret: ϕ 180 mm
 Környezeti levegő hőm.: tkazánház

a/1 szakasz Varga-Vent DW-A Kamin bővítő idom
 Magasság: 0,2 m
 Vezetési hossz: 0,2 m
 Környezeti hőmérséklet: tkazánház
 Külső hőátadási tényező: 8 W/m²K
 Kör réteg adatok: belső átmérő vastagság hőv. tényező
 0,18 m 0,8 mm 21 W/mK
 0,1816 m 50 mm 0,059 W/mK
 0,2816 m 0,8 mm 198 W/mK
 Külső átmérő: 0,2832 m
 Abszolút érdesség: 1 mm
 Ellenállás tényező: 0,1

a/2 szakasz Varga-Vent DW-A Kamin könyökidom 45°, s=0.8mm, DN200
 Magasság: 0,4 m
 Vezetési hossz: 0,465 m
 Környezeti hőmérséklet: tkazánház
 Külső hőátadási tényező: 8 W/m²K
 Kör réteg adatok: belső átmérő vastagság hőv. tényező
 0,2 m 0,8 mm 21 W/mK
 0,2016 m 50 mm 0,059 W/mK
 0,3016 m 0,8 mm 198 W/mK
 Külső átmérő: 0,3032 m
 Abszolút érdesség: 1 mm
 Ellenállás tényező: 0,2

a/3 szakasz	Varga-Vent DW-A Kamin tisztító idom, s=0.8mm, l=0.5m DN200		
Magasság:	0,218 m		
Vezetési hossz:	0,435 m		
Környezeti hőmérséklet:	tkazánház		
Külső hőátadási tényező:	8 W/m ² K		
Kör réteg adatok:	belső átmérő	vastagság	hőv. tényező
	0,2 m	0,8 mm	21 W/mK
	0,2016 m	50 mm	0,059 W/mK
	0,3016 m	0,8 mm	198 W/mK
Külső átmérő:	0,3032 m		
Abszolút érdesség:	1 mm		
Ellenállás tényező:	0,1		
a/4 szakasz	Varga-Vent DW-A Kamin hosszalelem, s=0.8mm, l=0.5m		
Magasság:	0,25 m		
Vezetési hossz:	0,5 m		
Környezeti hőmérséklet:	tkazánház		
Külső hőátadási tényező:	8 W/m ² K		
Kör réteg adatok:	belső átmérő	vastagság	hőv. tényező
	0,2 m	0,8 mm	21 W/mK
	0,2016 m	50 mm	0,059 W/mK
	0,3016 m	0,8 mm	198 W/mK
Külső átmérő:	0,3032 m		
Abszolút érdesség:	1 mm		
b/1 szakasz	Varga-Vent DW-A Kamin hosszalelem, s=0.8mm, l=1m		
Magasság:	4,347 m		
Vezetési hossz:	4,347 m		
Környezeti hőmérséklet:	tkazánház		
Külső hőátadási tényező:	8 W/m ² K		
Kör réteg adatok:	belső átmérő	vastagság	hőv. tényező
	0,25 m	0,8 mm	21 W/mK
	0,2516 m	50 mm	0,059 W/mK
	0,3516 m	0,8 mm	198 W/mK
Külső átmérő:	0,3532 m		
Abszolút érdesség:	1 mm		
b/2 szakasz	Varga-Vent DW-A Kamin hosszalelem, s=0.8mm, l=1m		
Magasság:	2 m		
Vezetési hossz:	2 m		
Környezeti hőmérséklet:	tkülső		
Külső hőátadási tényező:	23 W/m ² K		
Kör réteg adatok:	belső átmérő	vastagság	hőv. tényező
	0,25 m	0,8 mm	21 W/mK
	0,2516 m	50 mm	0,059 W/mK
	0,3516 m	0,8 mm	198 W/mK
Külső átmérő:	0,3532 m		
Abszolút érdesség:	1 mm		
b/3 szakasz	Varga-Vent DW-A Kamin végelem s=0.8mm, l=1m		
Magasság:	0,2 m		
Vezetési hossz:	0,2 m		
Környezeti hőmérséklet:	tkülső		
Külső hőátadási tényező:	23 W/m ² K		
Kör réteg adatok:	belső átmérő	vastagság	hőv. tényező
	0,25 m	0,8 mm	21 W/mK
	0,2516 m	50 mm	0,059 W/mK
	0,3516 m	0,8 mm	198 W/mK
Külső átmérő:	0,3532 m		
Abszolút érdesség:	1 mm		

Ellenállás tényező: 1

Egyesítési pont: A csatlakozó idom

Átmenő ág mérete: ϕ 250 mm

Becsatlakozó ág mérete: ϕ 200 mm

Becsatlakozási szög: 45 °

Egyesített ág mérete: ϕ 250 mm

téli enyhe állapot variáció (depressziós égéstermék elvezető nyomás feltételek ellenőrzése)

Kémény nyugalmi nyomása: $P_H = 23,06 \text{ Pa}$

Kémény ellenállása: $P_R = 4,15 \text{ Pa}$

Szélnyomás: $P_L = 0,00 \text{ Pa}$

Depresszió a belépési ponton: $P_Z = 18,91 \text{ Pa}$ $P_H - P_R - P_L$

Tüzelőberendezés huzatigénye: $P_W = 5,00 \text{ Pa}$

Levegő bevezetés huzatigénye: $P_B = 0,39 \text{ Pa}$

Összekötőelem ellenállása: $P_{FV} = -0,65 \text{ Pa}$

Szükséges depresszió a belépési ponton: $P_{Ze} = 4,74 \text{ Pa}$ $P_W + P_{FV} + P_B$

A $P_Z \geq P_{Ze}$ nyomásfeltétel TELJESÜL.

A $P_Z \geq P_B$ nyomásfeltétel TELJESÜL.

Égéstermék áramlástechnikai biztonsági tényező: $S_E = 1,5$

Frisslevegő áramlástechnikai biztonsági tényező: $S_{EB} = 1,2$

Nem állandósult hőmérsékletek miatti módosító tényező: $S_H = 0,5$

Légköri nyomás: $p_L = 101325 \text{ Pa}$

Külső levegő hőmérséklete: $t_L = 15 \text{ °C}$

Külső levegő relatív páratartalma: $\phi_L = 60 \text{ %}$

Tüzelőberendezések eredményei:

Séma jel	Típusjel	Terhelési mód	m [kg/h]	m_{wc} [kg/h]	n [-]	n_c [-]	P_B [Pa]	P_W [Pa]
-------------	----------	------------------	-------------	--------------------	----------	--------------	---------------	---------------

1	Fröhling(A) T4e 100 kW	Maximális teljesítmény	285,5 00	285, 500	1,89	1,89	0,39	5,00
---	------------------------	---------------------------	-------------	-------------	------	------	------	------

1 jelű készülék belépési vesztesége, légmennyiség: 210,5 m³/h

Légcsatorna szakaszok:

Megnevezés	Méret	L [m]	e [mm]	ζ	Δp [Pa]	V [m ³ /h]
AIRVENT YLMM esővédő fixzsalu beszívásra	500*500	0,2	1	7,8	0,391	210

Szakaszok eredményei:

Szaka sz index	Típusjel	w_m [m/s]	P_R [Pa]	P_H [Pa]	t_e [°C]	t_o [°C]	t_{io} [°C]	t_{ee} [°C]	t_{ea} [°C]	t_u [°C]	m [kg/h]
a/1	Varga-Vent DW-A Kamin bővítő idom	3,71	1,19	0,75	145,0	144,6	132,9	27,6	0,0	15,0	285,5
a/2	Varga-Vent DW-A Kamin könyökidom 45°, s=0.8mm, DN200	3,00	-0,41	1,49	144,6	143,6	123,7	26,8	0,0	15,0	285,5
a/3	Varga-Vent DW-A Kamin tisztító idom, s=0.8mm, l=0.5m DN200	2,99	0,98	0,81	143,6	142,7	123,0	26,7	0,0	15,0	285,5
a/4	Varga-Vent DW-A Kamin hosselem, s=0.8mm, l=0.5m	2,98	0,47	0,92	142,7	141,7	122,1	26,6	0,0	15,0	285,5
b/1	Varga-Vent DW-A Kamin hosselem, s=0.8mm, l=1m	1,89	1,30	15,52	141,7	132,4	104,1	25,7	0,0	15,0	285,5

b/2	Varga-Vent DW-A Kamin hosszelem, s=0.8mm, l=1m	1,85	0,57	6,86	132, 4	128, 2	99,3	18,6	0,0	15,0	285, 5
b/3	Varga-Vent DW-A Kamin végelem s=0.8mm, l=1m	1,84	2,28	0,68	128, 2	127, 8	98,9	18,5	0,0	15,0	285, 5

Egyesítési pontok eredményei:

Sém	Típusjel	w ₁	ζ ₁₃	P ₁₃	w ₂	ζ ₂₃	P ₂₃	w ₃
a		[m/s]	[-]	[Pa]	[m/s]	[-]	[Pa]	[m/s]
jel								
A	csatlakozó idom	-	-	0,00	2,98	1,43	1,07	1,91

téli hideg állapot variáció (száraz égéstermék elvezető hőmérséklet feltétel ellenőrzése)

Fal hőmérséklet a kitorkolásnál: $t_{iob} = 112,4 \text{ °C}$

Határ hőmérséklet: $t_g = 49,4 \text{ °C}$

A $T_{iob} \geq T_g$ hőmérsékletfeltétel TELJESÜL.

Fal hőmérséklet a kitorkolás előtti szakasznál: $t_{irb} = 112,7 \text{ °C}$

A $T_{irb} \geq T_g$ hőmérsékletfeltétel TELJESÜL.

Égéstermék áramlástechnikai biztonsági tényező: $S_E = 1,5$

Frisslevegő áramlástechnikai biztonsági tényező: $S_{EB} = 1,2$

Légköri nyomás: $p_L = 101325 \text{ Pa}$

Külső levegő hőmérséklete: $t_L = -15 \text{ °C}$

Külső levegő relatív páratartalma: $\varphi_L = 60 \text{ %}$

Tüzelőberendezések eredményei:

Séma	Típusjel	Terhelési mód	m [kg/h]	m _{wc} [kg/h]	n [-]	n _c [-]	P _B [Pa]	P _W [Pa]
jel								
1	Fröhling(A) T4e 100 kW	Maximális teljesítmény	285,5 00	285, 500	1,89	1,89	0,35	5,00

1 jelű készülék belépési vesztesége, légmennyiség: 187,9 m³/h

Légcsatorna szakaszok:

Megnevezés	Méret	L [m]	e [mm]	ζ	Δp [Pa]	V [m ³ /h]
AIRVENT YLMM esővédő fixzsalu beszívásra	500*50 0	0,2	1	7,8	0,349	188

Szakaszok eredményei:

Szaka	Típusjel	w _m	P _R	P _H	t _e	t _o	t _{io}	t _{ee}	t _{ea}	t _u	m
sz		[m/s]	[Pa]	[Pa]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[kg/h]
index											
a/1	Varga-Vent DW-A Kamin bővítő idom	3,71	1,20	1,03	145, 0	144, 8	138, 7	28,1	0,0	15,0	285, 5
a/2	Varga-Vent DW-A Kamin könyökidom 45°, s=0.8mm, DN200	3,00	-0,41	2,06	144, 8	144, 3	133, 4	27,8	0,0	15,0	285, 5
a/3	Varga-Vent DW-A Kamin tisztító idom, s=0.8mm, l=0.5m DN200	3,00	0,98	1,12	144, 3	143, 8	133, 0	27,8	0,0	15,0	285, 5
a/4	Varga-Vent DW-A Kamin hosszelem, s=0.8mm, l=0.5m	2,99	0,48	1,29	143, 8	143, 2	132, 5	27,7	0,0	15,0	285, 5
b/1	Varga-Vent DW-A Kamin hosszelem, s=0.8mm, l=1m	1,90	1,32	22,0 8	143, 2	137, 8	121, 0	27,3	0,0	15,0	285, 5
b/2	Varga-Vent DW-A Kamin hosszelem, s=0.8mm, l=1m	1,88	0,59	9,99	137, 8	134, 6	112, 7	-9,6	0,0	-15,0	285, 5
b/3	Varga-Vent DW-A Kamin végelem s=0.8mm, l=1m	1,87	2,32	0,99	134, 6	134, 3	112, 4	-9,7	0,0	-15,0	285, 5

Egyesítési pontok eredményei:

Sém	Típusjel	w ₁	ζ ₁₃	P ₁₃	w ₂	ζ ₂₃	P ₂₃	w ₃
a								
jel		[m/s]	[-]	[Pa]	[m/s]	[-]	[Pa]	[m/s]
A	csatlakozó idom	-	-	0,00	2,99	1,43	1,08	1,92

nyári állapot variáció (depressziós égéstermék elvezető nyomás feltételek ellenőrzése)

Kémény nyugalmi nyomása:	P _H	= 18,35 Pa	
Kémény ellenállása:	P _R	= 4,18 Pa	
Szélnyomás:	P _L	= 0,00 Pa	
Depresszió a belépési ponton:	P _Z	= 14,17 Pa	P _H - P _R - P _L
Tüzelőberendezés huzatigénye:	P _W	= 5,00 Pa	
Levegő bevezetés huzatigénye:	P _B	= 0,42 Pa	
Összekötőelem ellenállása:	P _{FV}	= 0,14 Pa	
Szükséges depresszió a belépési ponton:	P _{Ze}	= 5,56 Pa	P _W + P _{FV} + P _B

A PZ >= PZe nyomásfeltétel TELJESÜL.

A PZ >= PB nyomásfeltétel TELJESÜL.

Égéstermék áramlástechnikai biztonsági tényező:	S _E	= 1,5
Frisslevegő áramlástechnikai biztonsági tényező:	S _{EB}	= 1,2
Nem állandósult hőmérsékletek miatti módosító tényező:	S _H	= 0,5
Légköri nyomás:	p _L	= 101325 Pa
Külső levegő hőmérséklete:	t _L	= 32 °C
Külső levegő relatív páratartalma:	φ _L	= 60 %

Tüzelőberendezések eredményei:

Séma	Típusjel	Terhelési mód	m [kg/h]	m _{Wc} [kg/h]	n [-]	n _c [-]	P _B [Pa]	P _W [Pa]
jel								
1	Fröhling(A) T4e 100 kW	Maximális teljesítmény	285,500	285,500	1,89	1,89	0,42	5,00

1 jelű készülék belépési vesztesége, légmennyiség: 224,4 m³/h

Légcsatorna szakaszok:

Megnevezés	Méret	L [m]	e [mm]	ζ	Δp [Pa]	V [m ³ /h]
AIRVENT YLMM esővédő fixzsalu beszívásra	500*500	0,2	1	7,8	0,417	224

Szakaszok eredményei:

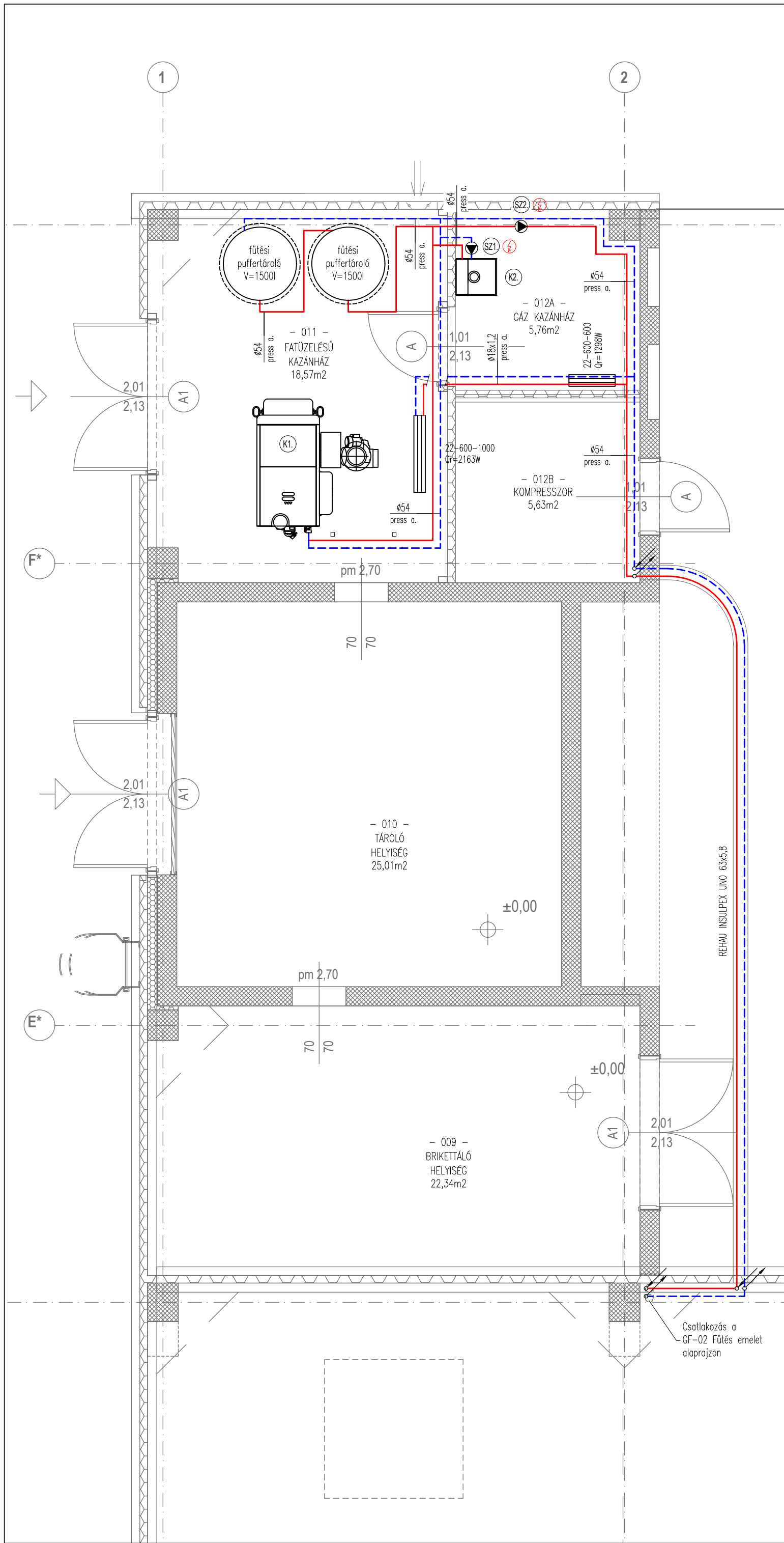
Szaka	Típusjel	w _m	P _R	P _H	t _e	t _o	t _{io}	t _{ee}	t _{ea}	t _u	m
sz											
index		[m/s]	[Pa]	[Pa]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[kg/h]
a/1	Varga-Vent DW-A Kamin bővítő idom	3,71	1,19	0,60	145,0	144,6	134,3	41,1	0,0	30,0	285,5
a/2	Varga-Vent DW-A Kamin könyökidom 45°, s=0.8mm, DN200	3,00	-0,41	1,19	144,6	143,8	126,2	40,4	0,0	30,0	285,5
a/3	Varga-Vent DW-A Kamin tisztító idom, s=0.8mm, l=0.5m DN200	2,99	0,98	0,64	143,8	143,0	125,5	40,4	0,0	30,0	285,5
a/4	Varga-Vent DW-A Kamin hosselem, s=0.8mm, l=0.5m	2,99	0,47	0,73	143,0	142,1	124,7	40,3	0,0	30,0	285,5
b/1	Varga-Vent DW-A Kamin hosselem, s=0.8mm, l=1m	1,89	1,30	12,37	142,1	133,9	108,8	39,4	0,0	30,0	285,5
b/2	Varga-Vent DW-A Kamin hosselem, s=0.8mm, l=1m	1,86	0,58	5,45	133,9	130,2	105,1	35,2	0,0	32,0	285,5

b/3	Varga-Vent DW-A Kamin végelem s=0.8mm, l=1m	1,85	2,30	0,54	130,2	129,8	104,8	35,0	0,0	32,0	285,5
Egyesítési pontok eredményei:											
Sém	Típusjel	w ₁	ζ ₁₃	P ₁₃	w ₂	ζ ₂₃	P ₂₃	w ₃			
a											
jel		[m/s]	[-]	[Pa]	[m/s]	[-]	[Pa]	[m/s]			
A	csatlakozó idom	-	-	0,00	2,99	1,43	1,07	1,91			

7. melléklet: Kéményméretezés

Mellékelt tervlapok:

- GF-01 Fűtés földszint alaprajz
- GF-02 Fűtés csarnok és emelet alaprajz
- GF-03 Padlófűtés földszint alaprajz
- GF-04 Padlófűtés emelet alaprajz
- GF-05 Kapcsolási rajz
- GK-01 Fatüzelésű kazán égéstermék elvezető
- GG-01 Gázellátás alaprajz
- GG-02 Gázellátás függőleges csőterv
- GTV-01 Tűzivíz hálózat földszint alaprajz
- GTV-02 Tűzivíz hálózat emelet alaprajz
- GTV-03 Tűzivíz hálózat függőleges csőterv



JELMAGYARÁZAT:

- Fűtési előremenő vezeték 80°C
- Fűtési visszatérő vezeték 60°C
- Padlófűtés előremenő gerincvezeték 37°C
- Padlófűtés visszatérő gerincvezeték 32°C

- | | |
|---|--|
| (K1) FRÖLING T4e fatüzelésű kazán
Q _f =30–100kW
U=240V | (SZ1) GRUNDFOS MAGNA3 32–60
fűtési szivattyú
U=230V; I=0,09–0,91A
P=9–103W; IPX4D |
| (K2) VIESSMANN Vitodens 200–W
B2HA kondenzációs gázkazán
Q _f =20–99kW
U=230V; P=0,18kW; IPX4D | (SZ2) GRUNDFOS MAGNA3 32–80
fűtési szivattyú
U=230V; I=0,09–0,91A
P=9–103W; IPX4D |

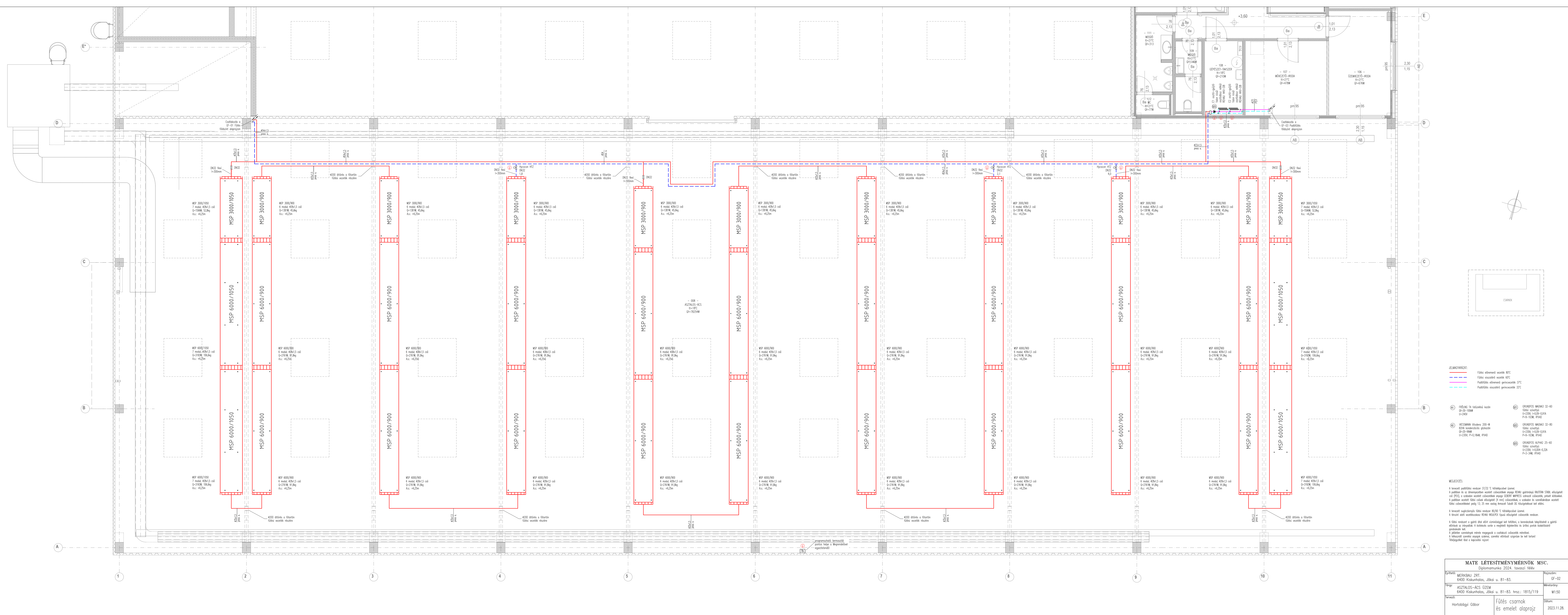
MEGJEGYZÉS:

A tervezett padlófűtési rendszer 37/32 °C hőfoklépcsővel üzemel.
A padlóban és az álmennyezetben vezetett csővezetékek anyaga REHAU gyártmányú RAUTITAN STABIL előszigetelt cső (PEX), a szabadon vezetett csővezetékek anyaga GEBERIT MAPRESS szénacél csővezeték, préselt kötésekkkel.
A padlóban vezetett fűtési csövek előszigetelt (4 mm) csővezetékek, a szabadon és szerelőknában vezetett fűtési csővezetéseket pedig 13; 25 mm vastag Armacell Tubolit DG hőszigeteléssel kell ellátni.

A tervezett sugárzóernyős fűtési rendszer 80/60 °C hőfoklépcsővel üzemel.
A térszint alatti vezetékszakasz REHAU INSULPEX típusú előszigetelt csővezeték rendszer.

A fűtési rendszert a gyártó által előírt vízminőséggel kell feltölteni, a berendezések telepítésénél a gyártói előírások az irányadók. A kivitelezés során a megfelelő légtelenítési és ürítési pontok kialakításáról gondoskodni kell.
A jelölten szerelvények mérete megegyezik a csatlakozó csővezeték méretével.
A felhasznált szerelési anyagok szakmai, szerelési előírásait szigorúan be kell tartani!
Tételjegyzéket lásd a kapcsolási rajzon!

MATE LÉTESÍTMÉNYMÉRNÖK MSC.		
Diplomamunka 2024. tavaszi félév		
Építető:	MERKBAU ZRT. 6400 Kiskunhalas, Jókai u. 81–83.	Rajzszám: GF–01
Tárgy:	ASZTALOS–ÁCS ÜZEM 6400 Kiskunhalas, Jókai u. 81–83. hrsz.: 1815/119	Méretarány: M1:50
Tervező:	Hortobágyi Gábor	Dátum: 2023.11.28.
Fűtés földszint alaprajz		



- JELTÁJELZÉS:**
- Fűtési előremenő vezeték 80°C
 - Fűtési visszatérő vezeték 60°C
 - Padlófűtési előremenő gerincvezeték 37°C
 - Padlófűtési visszatérő gerincvezeték 32°C
- JELTÁJELZÉS:**
- 1. Fűtési előremenő vezeték 80°C
 - 2. Fűtési visszatérő vezeték 60°C
 - 3. Padlófűtési előremenő gerincvezeték 37°C
 - 4. Padlófűtési visszatérő gerincvezeték 32°C
- JELTÁJELZÉS:**
- 1. Fűtési előremenő vezeték 80°C
 - 2. Fűtési visszatérő vezeték 60°C
 - 3. Padlófűtési előremenő gerincvezeték 37°C
 - 4. Padlófűtési visszatérő gerincvezeték 32°C

MÉRETEK:

A fűtési előremenő vezeték 37/32 °C hőmérsékletű zónákban.

A padlófűtési előremenő vezeték 37/32 °C hőmérsékletű zónákban.

A padlófűtési visszatérő vezeték 32/27 °C hőmérsékletű zónákban.

A padlófűtési előremenő gerincvezeték 37/32 °C hőmérsékletű zónákban.

A padlófűtési visszatérő gerincvezeték 32/27 °C hőmérsékletű zónákban.

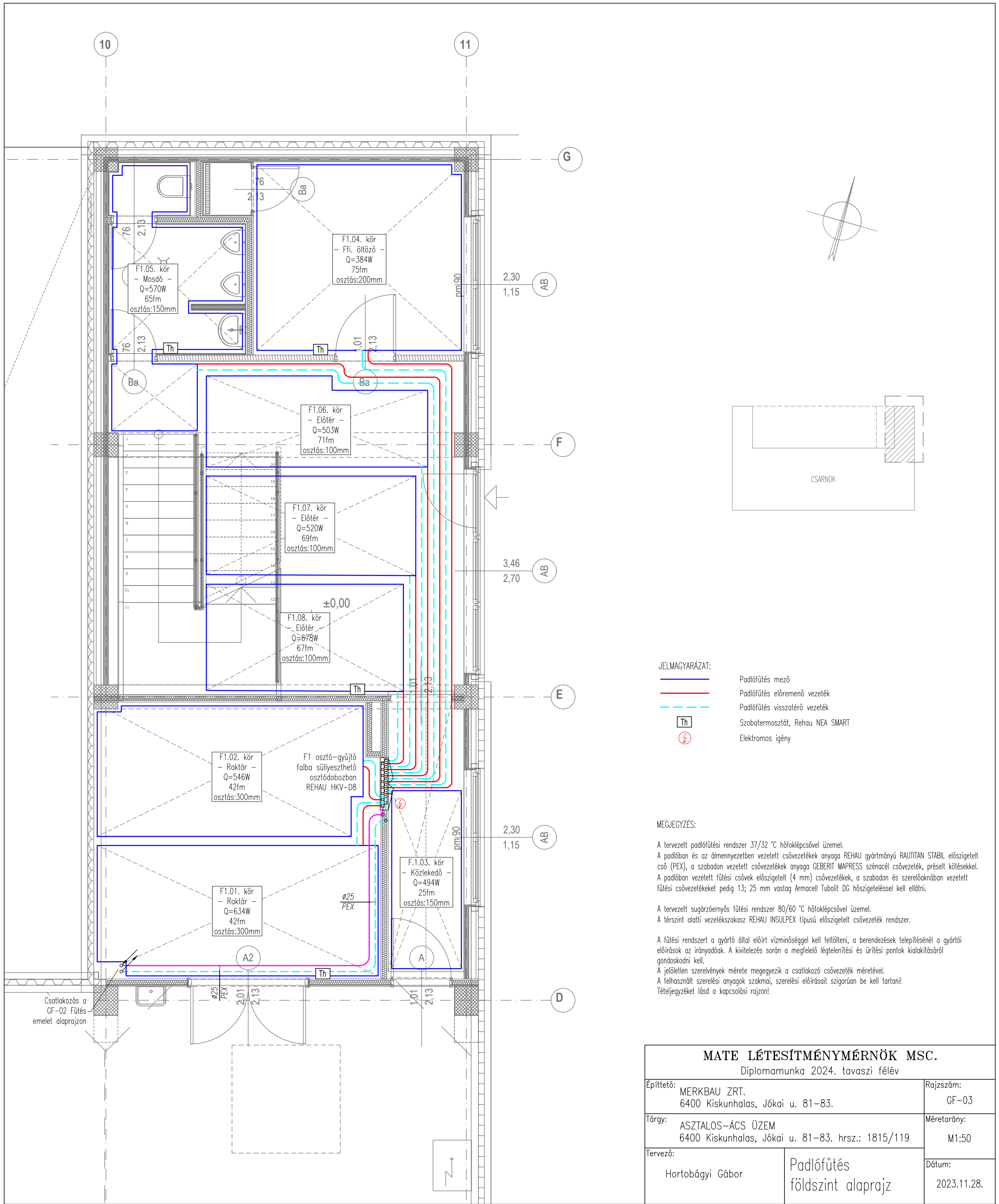
A fűtési előremenő vezeték 37/32 °C hőmérsékletű zónákban.

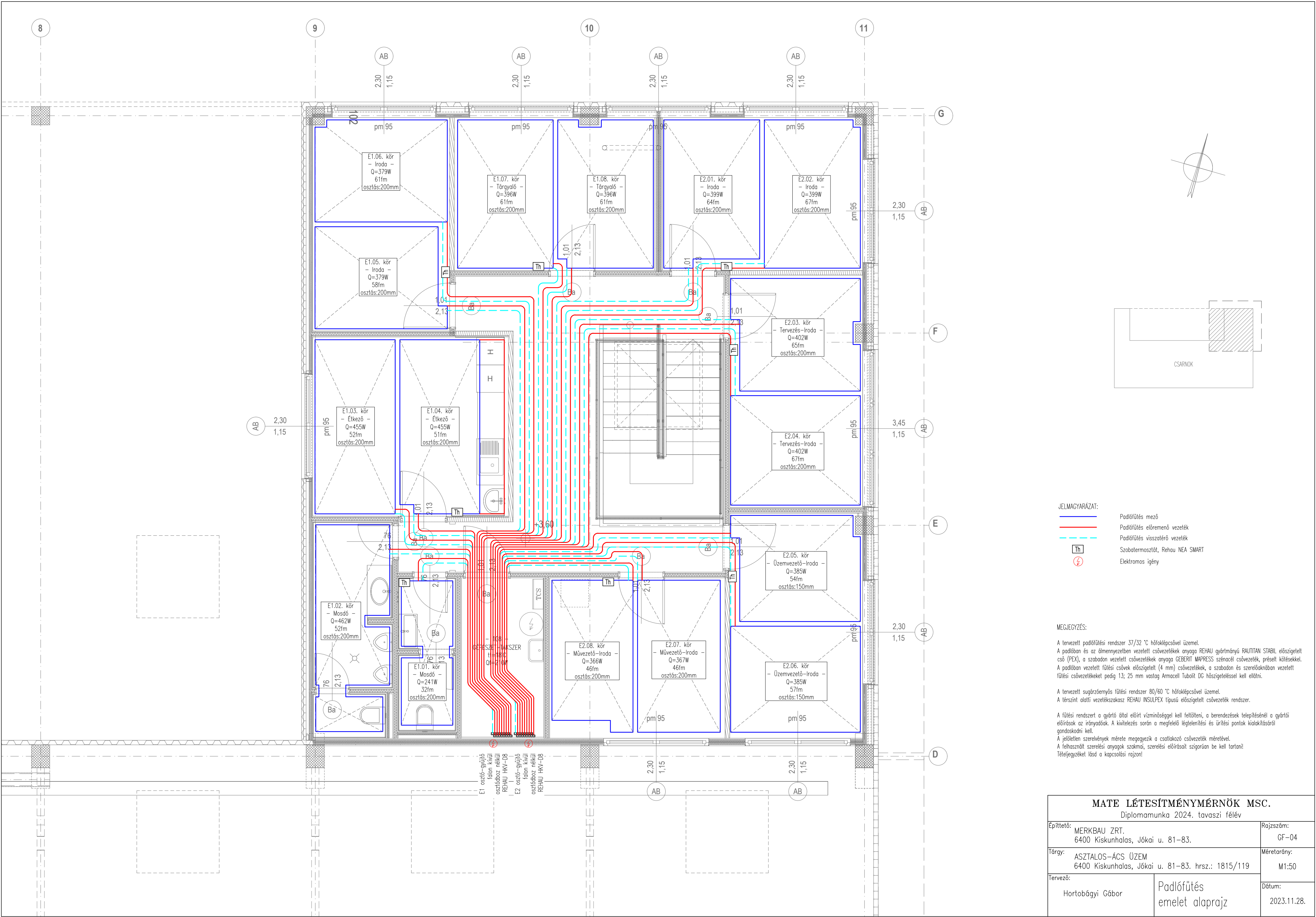
A fűtési visszatérő vezeték 32/27 °C hőmérsékletű zónákban.

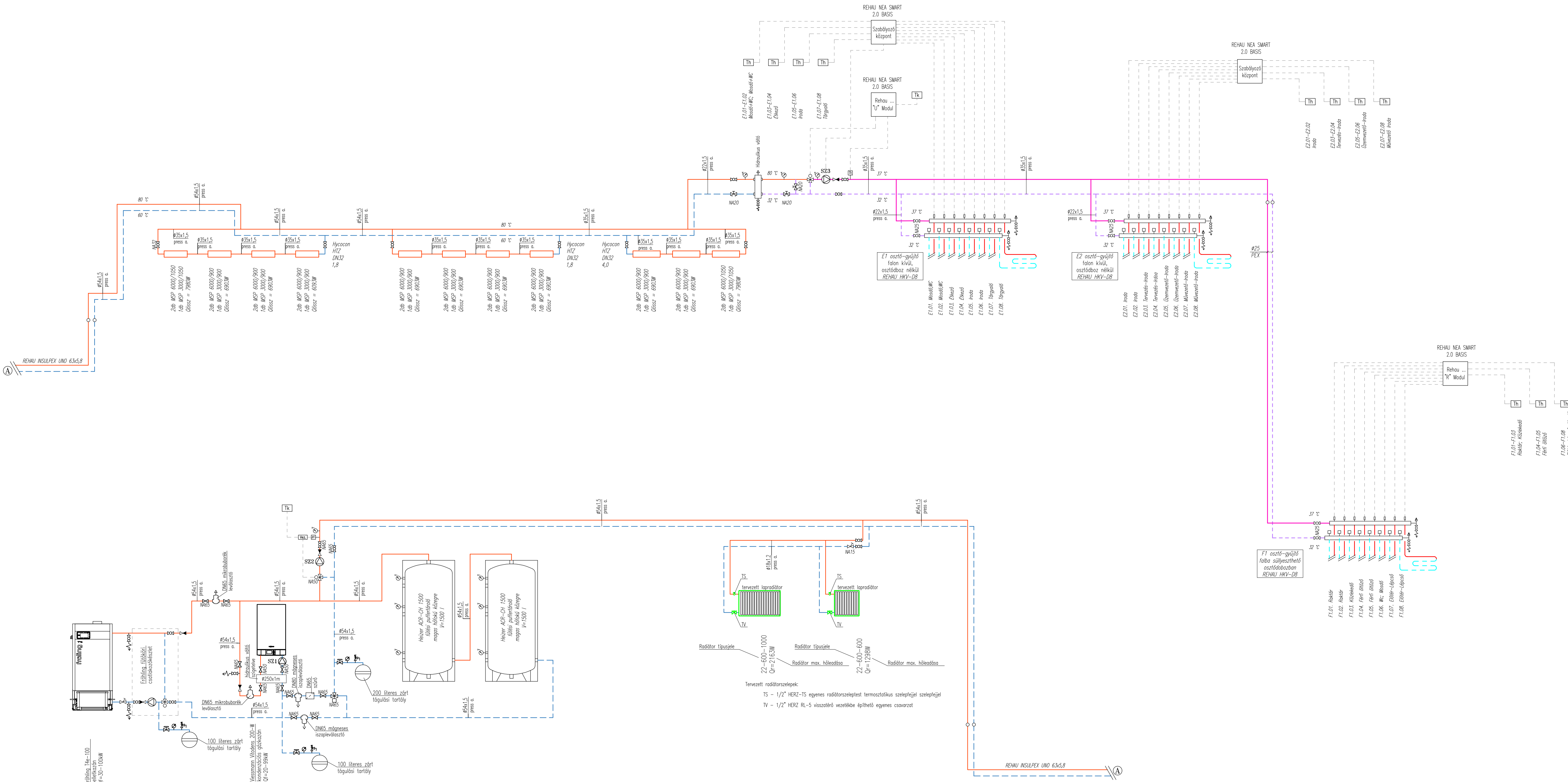
A padlófűtési előremenő gerincvezeték 37/32 °C hőmérsékletű zónákban.

A padlófűtési visszatérő gerincvezeték 32/27 °C hőmérsékletű zónákban.

MATE LÉTESÍTMÉNYMÉRNÖK MSC.	
Diplomásmerítés 2024. tavaszi félév	
Előrejel: MÉRŐBÁNY ZRT. 6400 Kiskunhalas, Újkál u. 81-83.	Rajzszerkesztő: OF-02
Térkép: ASZTALOS-ACS ÜZEM 6400 Kiskunhalas, Újkál u. 81-83. hrsz.: 1815/119	Méretarány: M1:50
Tervező: Hortobágyi Gábor	Fűtési csomópont és emeleti alagút
Dátum: 2023.11.28.	







JELMAGYARZAT:

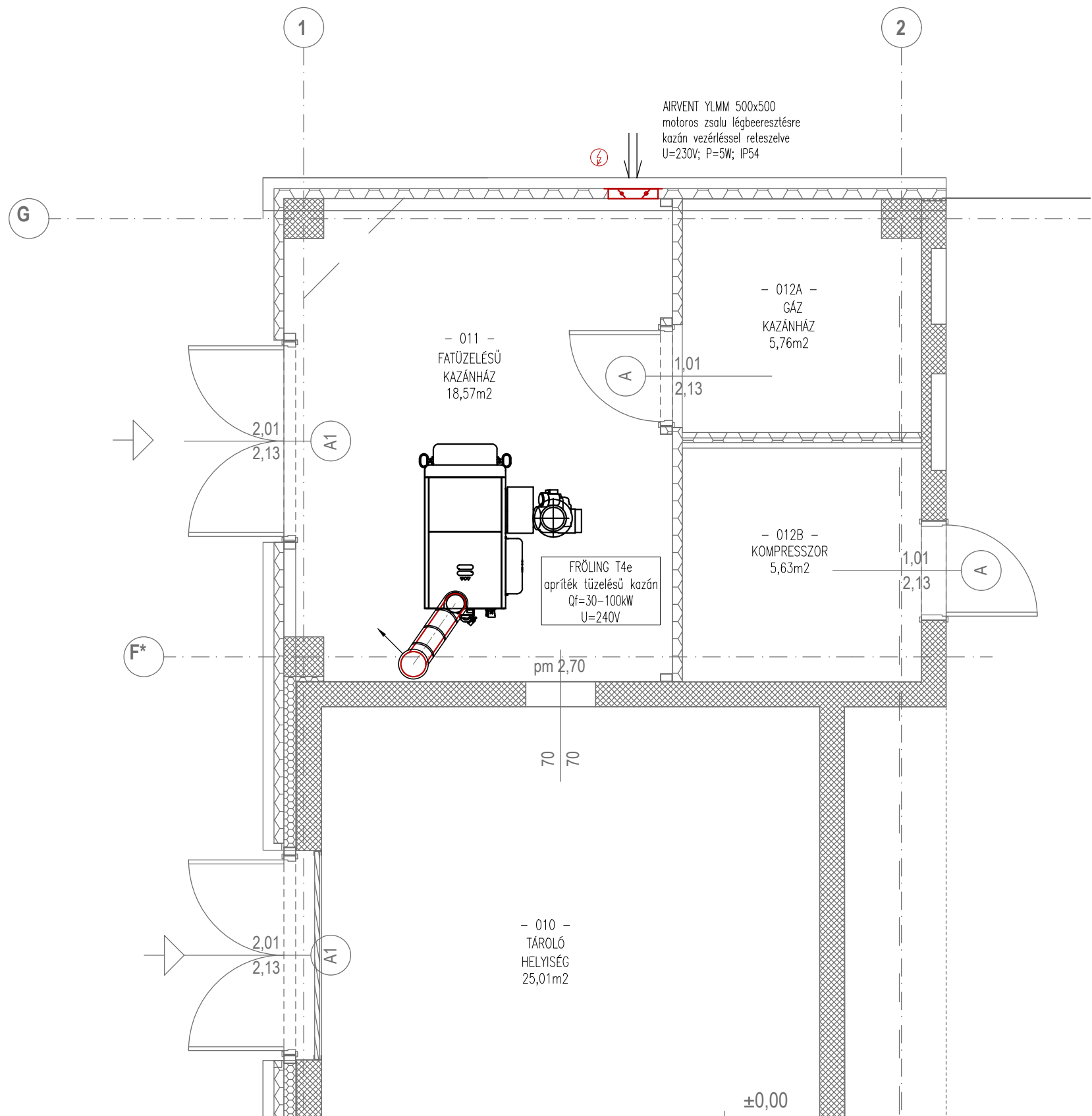
- Fűtési előremenő vezeték
- Fűtési visszatérő vezeték
- Padlófűtési előremenő gerincvezeték
- Padlófűtési visszatérő gerincvezeték

- Pillangószelep
- Golyószelep
- Avatolón elzárás ellen védett elzáró
- Szabályzó szelep
- Visszacsapó szelep
- Egyulú motoros szelep
- Háromjárta motoros szelep
- Betonbáji sarokszelep
- Hőmérő
- Nyomásmérő
- Hőmérséklet távadó
- Szivattyú
- Legtelenítő szelep
- Automata legtelenítő szelep
- Tömítőveges 1016-úrtó csap
- Heijységtermosztát

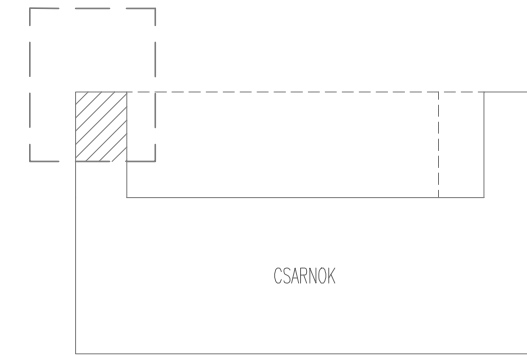
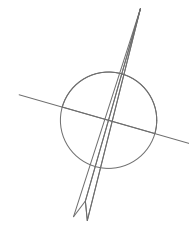
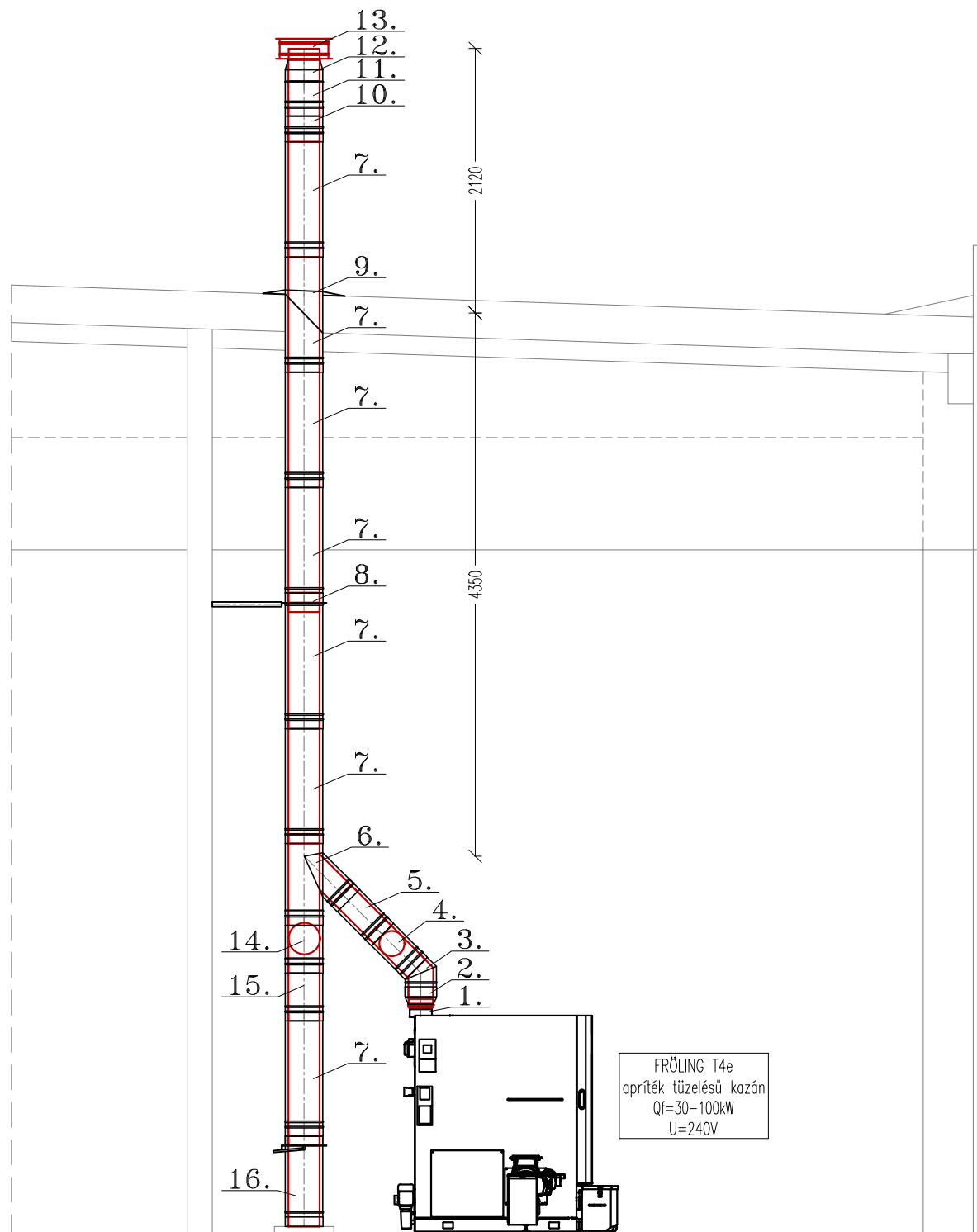
- GRUNDFOS MAGN3 32-60
fűtési szivattyú
U=230V; I=0,09-0,91A
P=9-103W; IPX4D
- GRUNDFOS MAGN3 32-80
fűtési szivattyú
U=230V; I=0,09-0,91A
P=9-103W; IPX4D
- GRUNDFOS ALPHA2 25-60
fűtési szivattyú
U=230V; I=0,004-0,32A
P=3-34W; IPX4D

MATE LÉTESÍTMÉNYMÉRNÖK MSC.		
Diplomamunka 2024 tavaszi félév		
Építető:	MERKBAU ZRT. 6400 Kiskunhalas, Jókai u. 81-83.	Rajzszám: GF-05
Tárgy:	ASZTALOS-ACS ÜZEM 6400 Kiskunhalas, Jókai u. 81-83. hrsz.: 1815/119	Méretarány: M1:50
Tervező:	Hortobágyi Gábor	Dátum: 2023.11.28.
Kapcsolási rajz		

Alaprajz

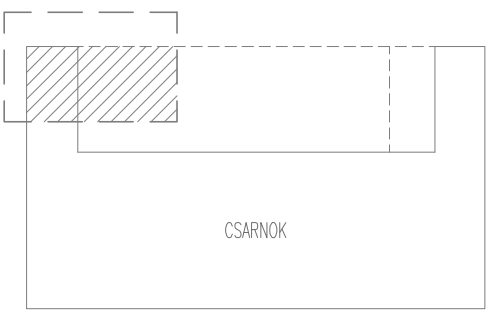
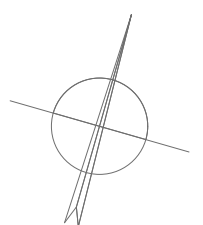


Függőleges csőterv

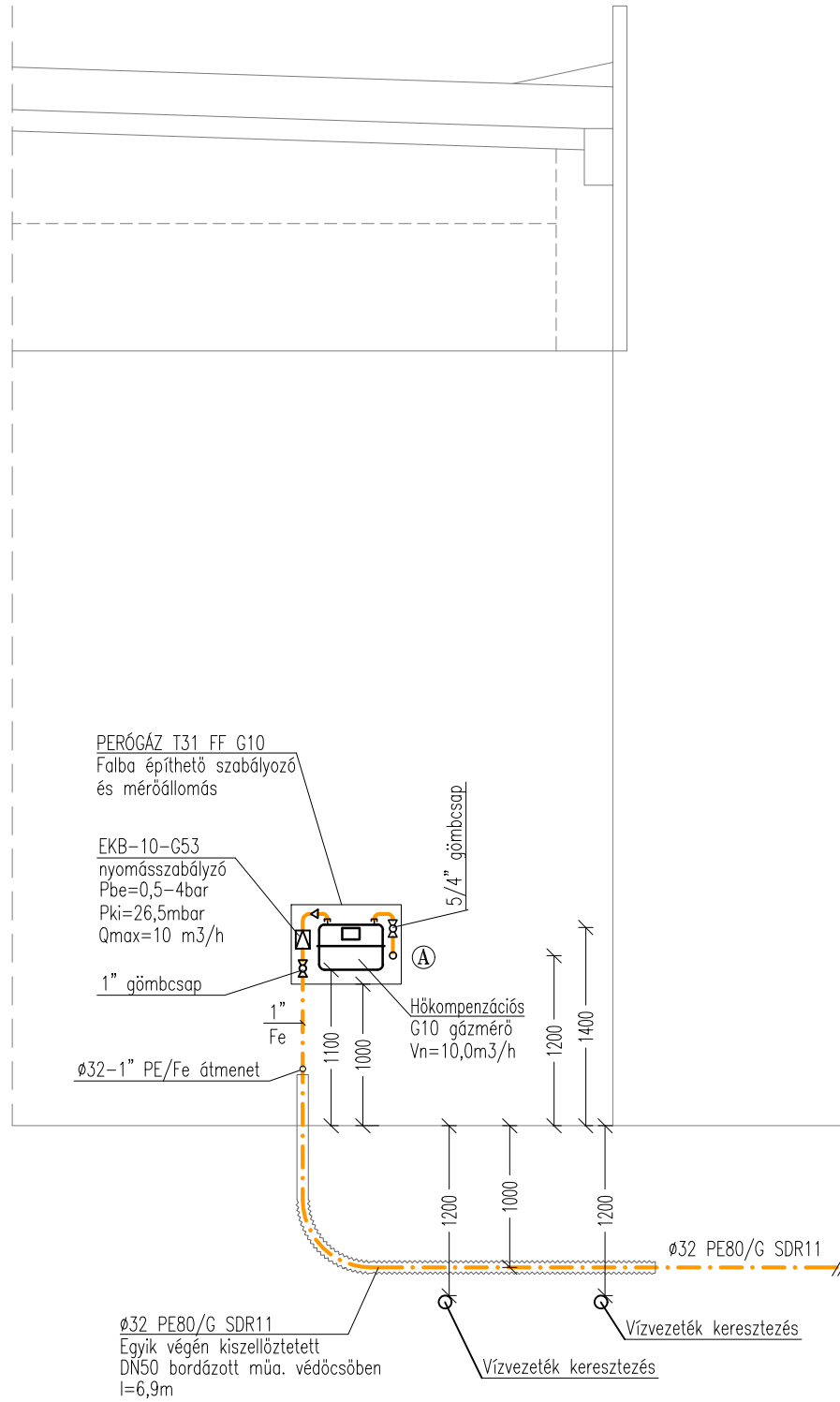
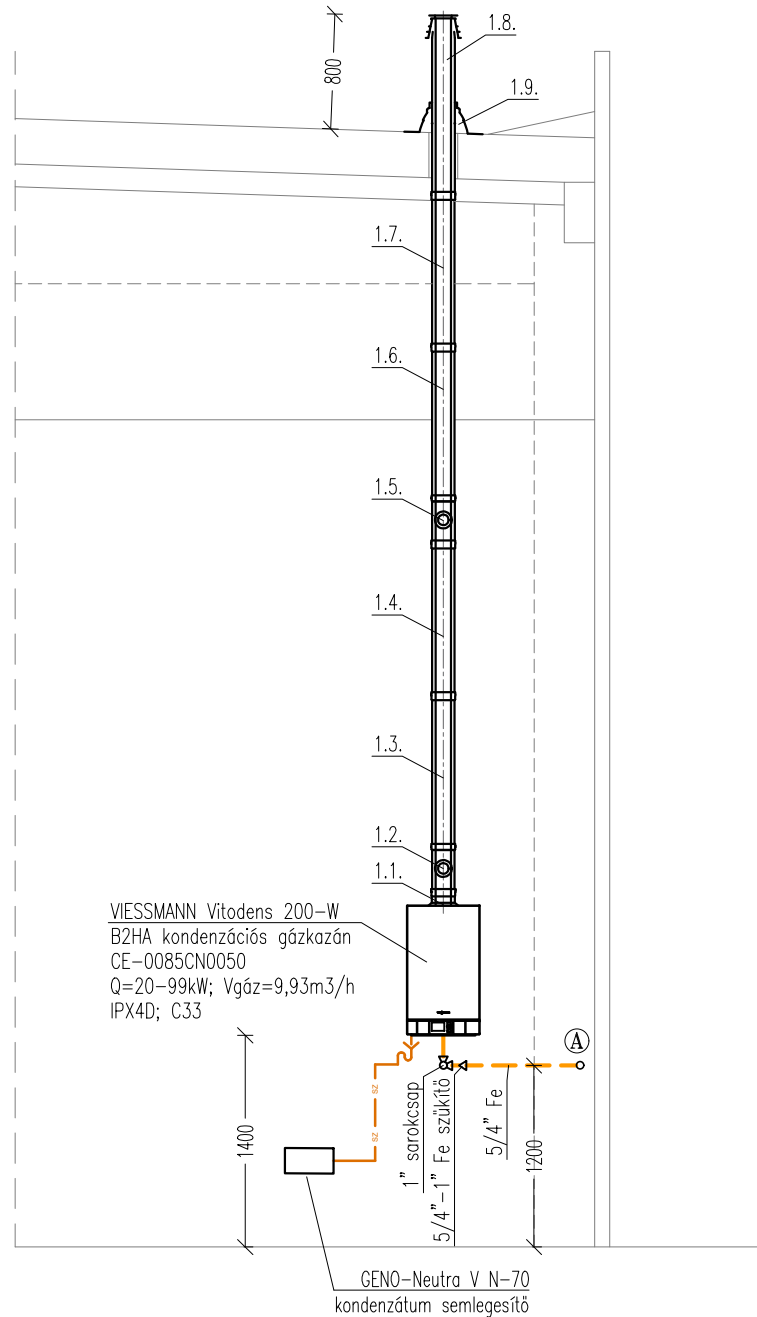


1. Varga-Vent Bővítő idom $\varnothing 180-200$
2. Varga-Vent DW-EW Átmeneti idom $\varnothing 200/300$
3. Varga-Vent Könyökidom $45^\circ \varnothing 200/300$
4. Varga-Vent Tisztító idom, egyenes $\varnothing 200/300$
5. Varga-Vent Hosszelem 500 mm $\varnothing 200/300$
6. Varga-Vent Bekötő idom 45° Csatl: 200mm $\varnothing 250/350$
7. Varga-Vent Hosszelem 1000mm $\varnothing 250/350$
8. Varga-Vent Közbenső súlyfelfogó $\varnothing 250/350$
9. Varga-Vent Lapostető borítás gallérral $\varnothing 250/350$
10. Varga-Vent Hosszelem 330 mm $\varnothing 250/350$
11. Varga-Vent Hosszelem, mérőponttal $\varnothing 250/350$
12. Varga-Vent Szigetelést lezáró végelem $\varnothing 250/350$
13. Varga-Vent Szélnyomás elleni végelem $\varnothing 250/350$
14. Varga-Vent Tisztító idom, egyenes $\varnothing 250/350$
15. Varga-Vent Hosszelem 500mm $\varnothing 250/350$
16. Varga-Vent Talpidom, kondenzkifolyóval $\varnothing 250/350$

MATE LÉTESÍTMÉNYMÉRNÖK MSC.		
Diplomamunka 2024. tavaszi félév		
Építető:	MERKBAU ZRT. 6400 Kiskunhalas, Jókai u. 81-83.	Rajzszám: GK-01
Tárgy:	ASZTALOS-ÁCS ÜZEM 6400 Kiskunhalas, Jókai u. 81-83. hrsz.: 1815/119	Méretarány: M1:50
Tervező:	Hortobágyi Gábor	Dátum: 2023.11.28.
Fatüzelésű kazán égéstermék elvezető		



Minimális hajlítási sugár [mm] (PE SDR11 80/G)				Drain védőcső mérete
	20°C	10°C	0°C	–
ø32	640	1120	1600	ø50
ø40	800	1400	2000	ø65
ø63	1260	2205	3150	ø80
ø90	1800	3150	4500	ø125
ø110	2200	3850	5500	ø160



A tervezett VISSMANN ípusú $\varnothing 100/150$ rendszerméretű égéstermék elvezető-égési levegő bevezető rendszer elemei:

- 1.1. kazán csatlakozódarab (kazán tartozéka)
- 1.2. AZ-egyenes ellenőrző idom (7247541)
- 1.3. AZ-toldócső $l=1,00m$ (7247537)
- 1.4. AZ-toldócső $l=1,00m$ (7247537)
- 1.5. AZ-egyenes ellenőrző idom (7247541)
- 1.6. AZ-toldócső $l=1,00m$ (7247537)
- 1.7. AZ-toldócső $l=1,00m$ (7247537)
- 1.8. AZ-tetőátvezetés (7373249)
- 1.9. lapostető gallér (7426187)

A gázkazán égéstermék elvezetésének típusa C33, mely a készülékkel együtt minősített.

Egyenértékű csőhossz: $l=5,75m < 10,00m!$

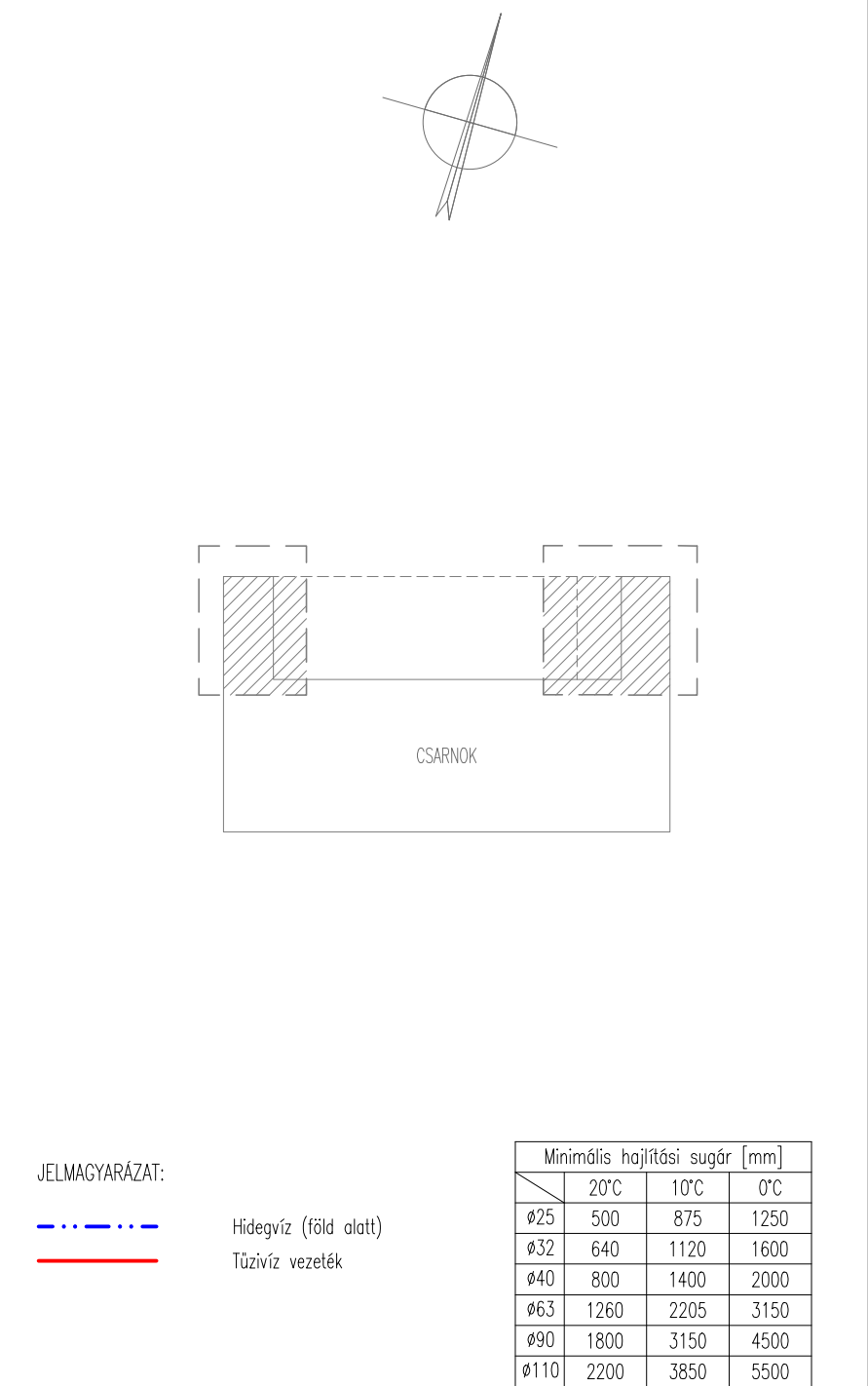
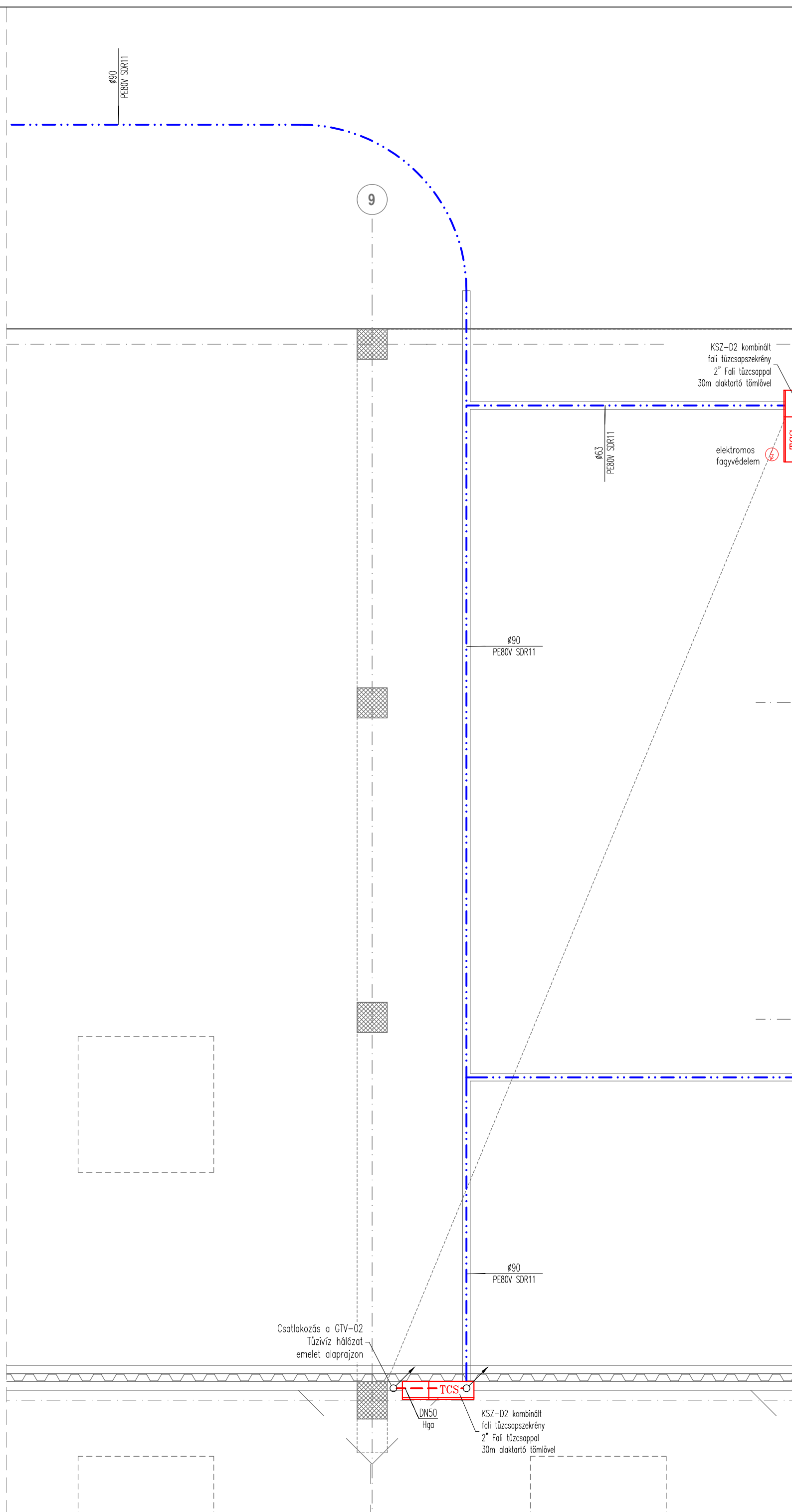
JELMAGYARÁZAT:

- Tervezett középnyomású gázvezeték
- Tervezett méretlen kisnyomású gázvezeték
- Tervezett mért kisnyomású gázvezeték
- ~~~~~ Védőcső
- ∞ Golyóscsap szakasz elzáró

MATE LÉTESÍTMÉNYMÉRNÖK MSC.

Diplomamunka 2024. tavaszi félév

Építtető:	MERKBAU ZRT. 6400 Kiskunhalas, Jókai u. 81-83.	Rajkszám:	GG-02
Tárgy:	ASZTALOS-ÁCS ÜZEM 6400 Kiskunhalas, Jókai u. 81-83. hrsz.: 1815/119	Méretarány:	M1:50
Tervező:	Hortobágyi Gábor	Gázellátás függőleges csőterv	Dátum: 2023.11.28.

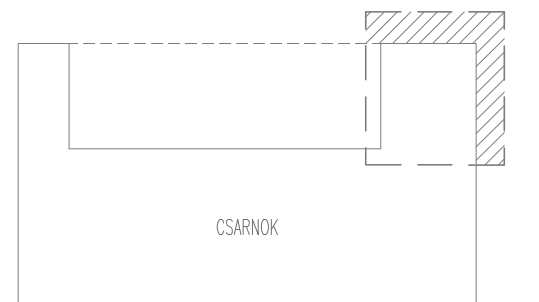


Minimális hajlítási sugár [mm]			
	20°C	10°C	0°C
ø25	500	875	1250
ø32	640	1120	1600
ø40	800	1400	2000
ø63	1260	2205	3150
ø90	1800	3150	4500
ø110	2200	3850	5500

MATE LÉTESÍTMÉNYMÉRNÖK MSC.		
Diplomamunka 2024. tavaszi félév		
Építető:	MERKBAU ZRT. 6400 Kiskunhalas, Jókai u. 81-83.	Rajzszám: GTV-01
Tárgy:	ASZTALOS-ACS ÜZEM 6400 Kiskunhalas, Jókai u. 81-83. hrsz.: 1815/119	Méretarány: M1:50
Tervező:	Hortobágyi Gábor	Dátum: 2023.11.28.
	Tűzvíz hálózat földszint alaprajz	

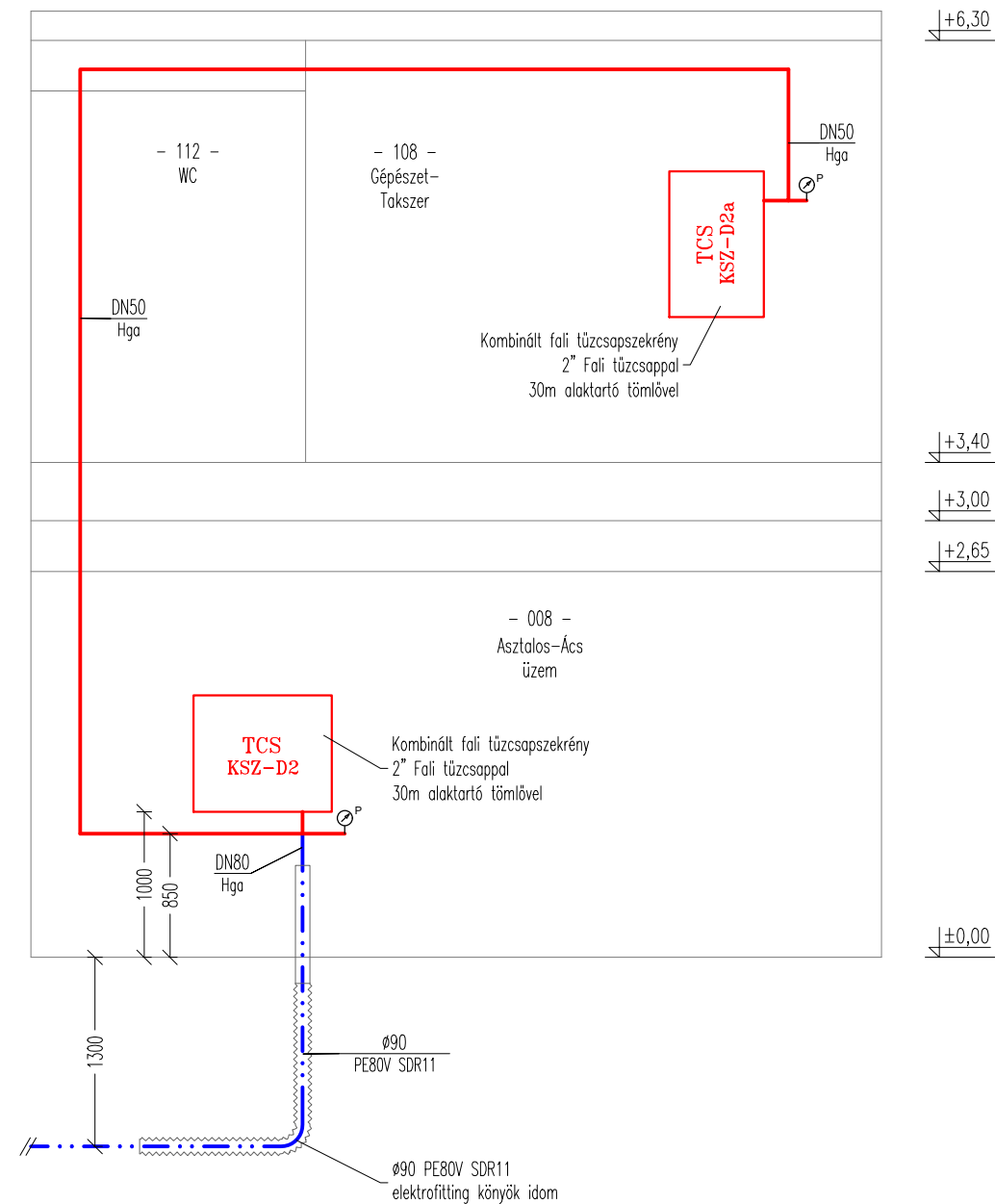
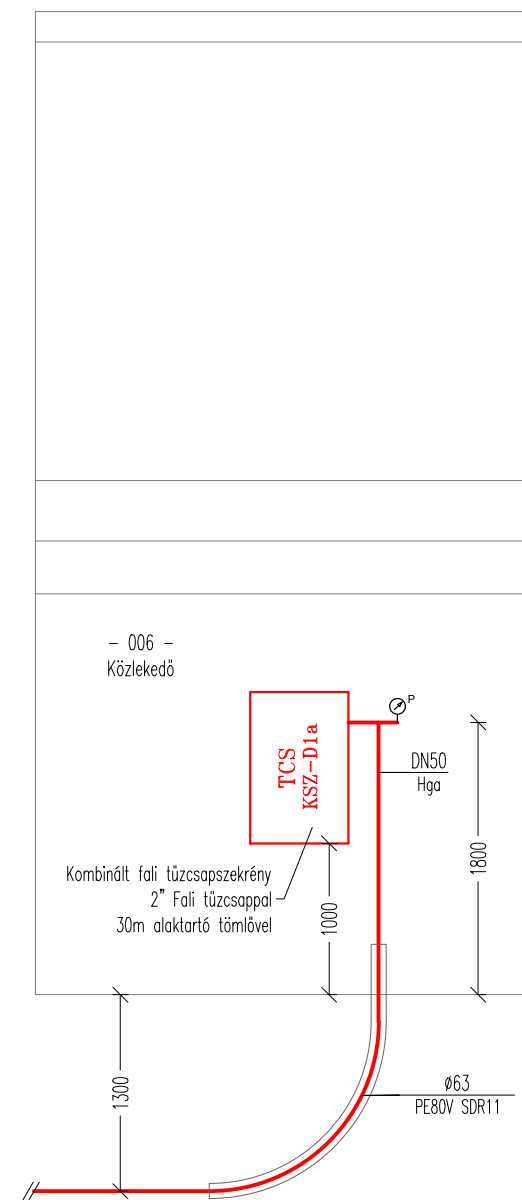
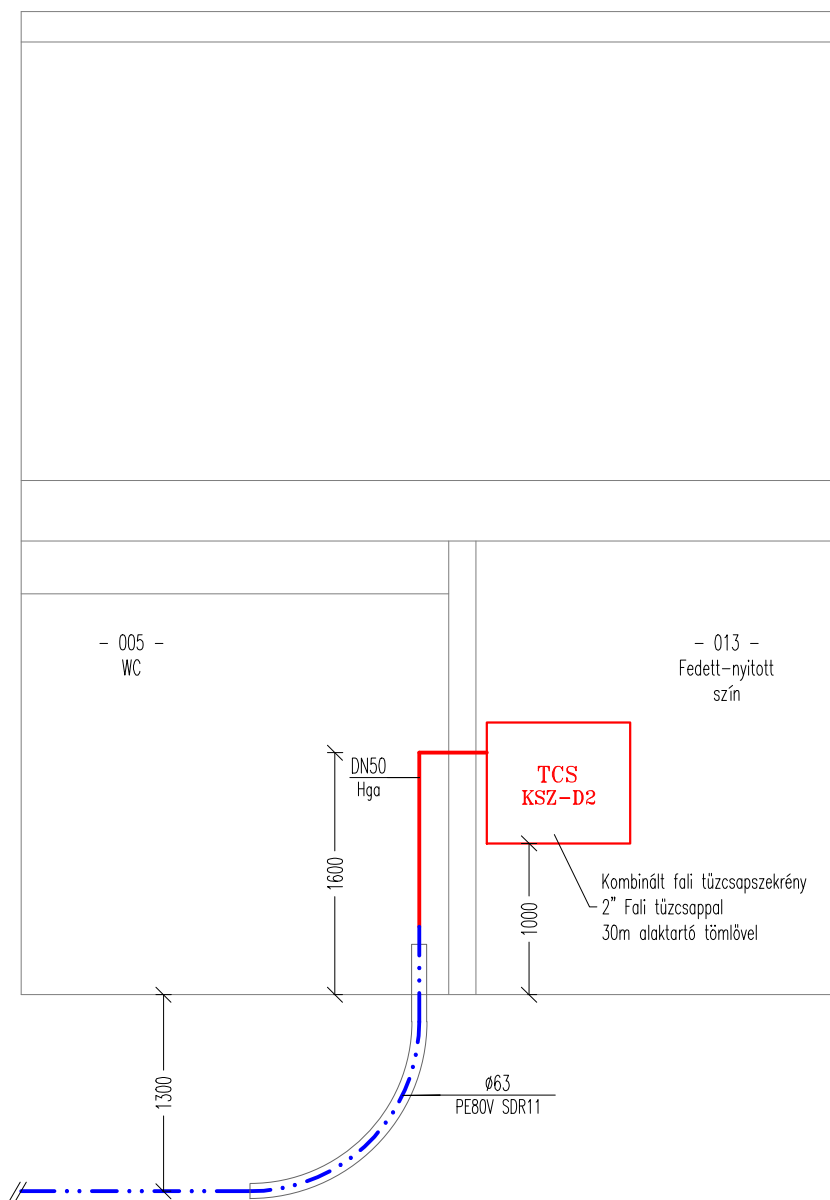
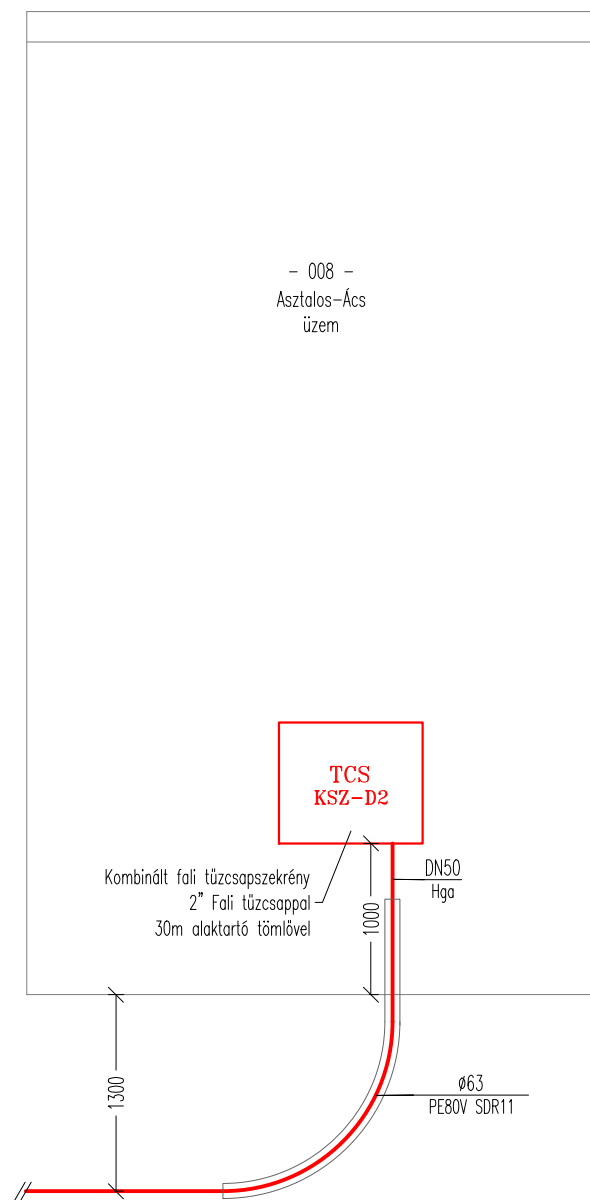
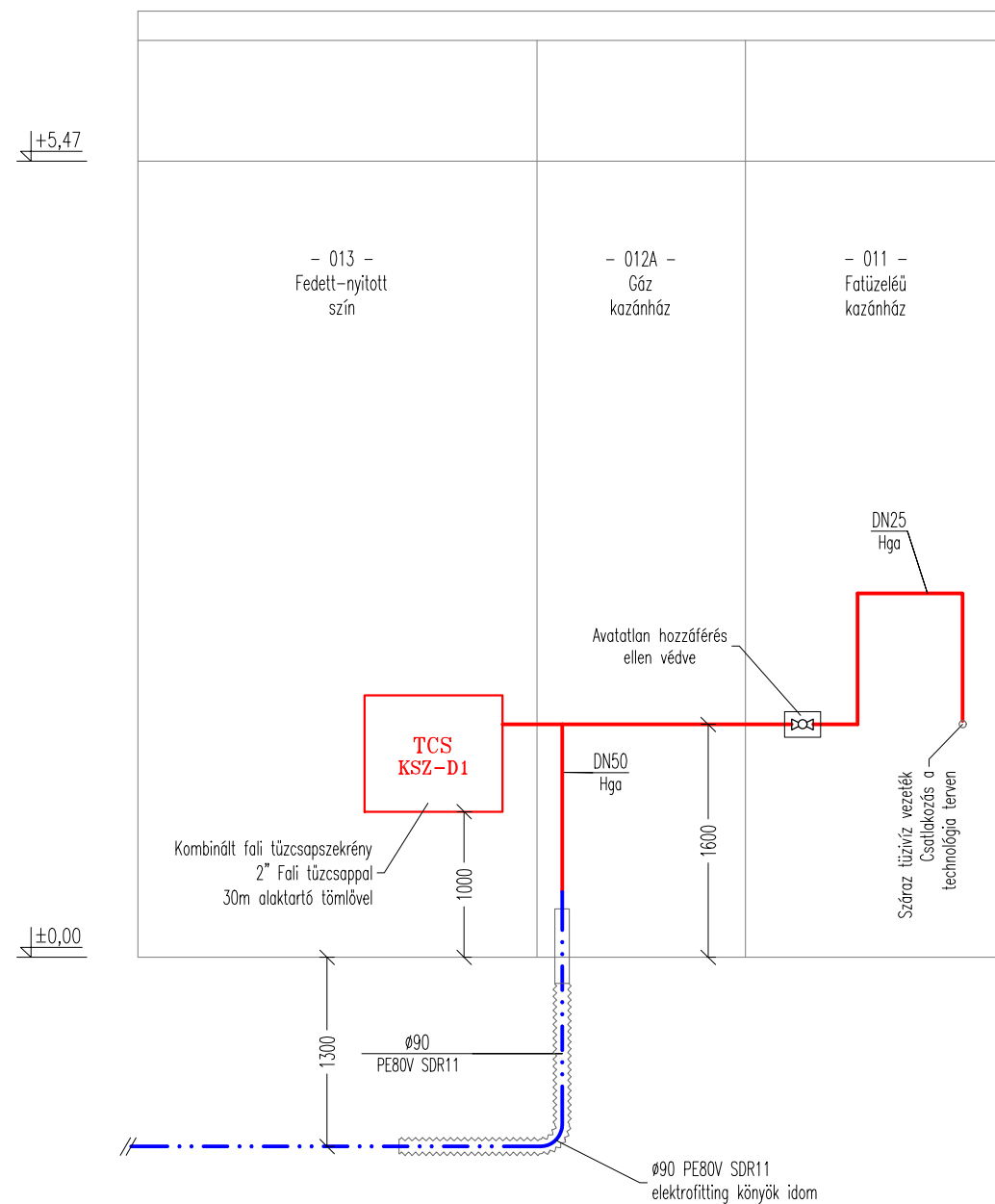
Emelet gerincvezeték

Architectural floor plan of the 1st floor (Emelet) showing the spine layout (gerincvezeték). The plan includes a central staircase, multiple rooms (Ba, H, K), and a kitchen. Dimensions and room numbers are provided. A red line indicates the fire alarm system (TCS) route, starting from the fire alarm control panel (KST-01a) and running through the rooms. The plan is bounded by grid lines 8-11 and A-G.



JELMAGYARAZAT:		Minimális hajlítási sugár [mm]		
		20°C	10°C	0°C
	Hidegvíz (föld alatt)	Ø25 500	875	1250
	Tűzvíz vezetékek	Ø32 640	1120	1600
		Ø40 800	1400	2000
		Ø63 1260	2205	3150
		Ø90 1800	3150	4500
		Ø110 2200	3850	5500

MATE LÉTESÍTMÉNYMÉRŐK MSC. Diplomamunka 2024. tavaszi félév		
Építető: MERKBAU ZRT. 6400 Kiskunhalas, Jókai u. 81-83.	Rajzsám: GTV-02	
Tárgy: ASZTALOS-ACS ÜZEM 6400 Kiskunhalas, Jókai u. 81-83. hrsz.: 1815/119	Méretarány: M1:50	
Tervező: Hortobágyi Gábor	Tűzivíz hálózat emelet alaprajz	Dátum: 2023.11.28.



JELMAGYARÁZAT:



Hidegvíz (föld alatt)

Tűzivíz vezeték

Minimālais hajītāsi sugār [mm]			
	20°C	10°C	0°C
ø25	500	875	1250
ø32	640	1120	1600
ø40	800	1400	2000
ø63	1260	2205	3150
ø90	1800	3150	4500
ø110	2200	3850	5500

MATE LÉTESÍTMÉNYMÉRŐK MSC. Diplomamunka 2024. tavaszi félév		
Építető: MERKBAU ZRT. 6400 Kiskunhalas, Jókai u. 81–83.	Rajkszám: GTV–03	
Tárgy: ASZTALOS–ÁCS ÜZEM 6400 Kiskunhalas, Jókai u. 81–83. hrsz.: 1815/119	Méretarány: M1:50	
Tervező: Hortobágyi Gábor	Tűzvíz hálózat függőleges csöterv	Dátum: 2023.11.28.

NYILATKOZAT

a diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Hortobágyi Gábor
A Hallgató Neptun kódja: vpjbj0
A dolgozat címe: Asztalos-Ács üzem és iroda fűtés, gáz és tűzvíz rendszereinek tervezése
A megjelenés éve: 2024
A konzulens intézetének neve: Műszaki Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Épületgépészeti és Energetikai Tanszék

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

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

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

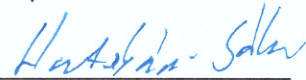
Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

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

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után

nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: 2024 év 04 hó 18 nap



Hallgató aláírása

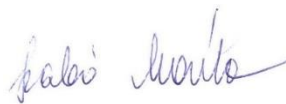
NYILATKOZAT

Hortobágyi Gábor (név) (hallgató Neptun azonosítója: vpjbj0) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A diplomadolgozatot a záróvizsgán történő védeésre **javaslom** / **nem javaslom**¹.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen **nem**^{*2}

Kelt: 2024 év április hó 21 nap



belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendó.

² A megfelelő aláhúzendó.