

# **SZAKDOLGOZAT**

**Sebestyén Márton**

**2023.**



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem**

**Szent István Campus**

**Műszaki Intézet**

**Gépészmérnök alapképzési szak**

**FÖLDALATTI LÉTESÍTMÉNY ÉPÜLETGÉPÉSZETI TERVEZÉSE**

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

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

**Külső konzulens:** Horváth Zoltán  
főosztályvezető

**Készítette:** **Sebestyén Márton**

**Gödöllő**

**2023.**

MŰSZAKI INTÉZET  
GÉPÉSZMÉRNÖK ALAPSZAK  
Épületgépészet specializáció

SZAKDOLGOZAT  
feladatlap

Sebestyén Márton (TZBEKX)

részére

A diplomadolgozat címe:

Földalatti létesítmény épületgépészeti tervezése

Feladatkiírás:

1. Végezzen vizsgálatot az óvóhelyként funkcionáló földalatti létesítmények napjainkban történő használatának relevanciájáról!
2. Vizsgálja meg, mely védelmi funkciók létesítése lehetséges a tervezés helyszínén!
3. Elemezze és tegyen javaslatot a szükséges különleges gépészeti elemek beépítésére!
4. Vizsgálja meg a korszerű épületgépészeti rendszer összekapcsolását a polgári védelem jogszabályi előírásaival!
5. Tervezze meg a létesítmény vízellátását, csatornázását, szellőztetését, hűtés-fűtését!

Közreműködő tanszék: Épületgépészeti és Energetika Tanszék

Külső konzulens: Horváth Zoltán, főosztályvezető, Alkotmányvédelmi Hivatal


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

A dolgozat beadási határideje: 2023. november 6.


Kelt: Gödöllő, 2023. május 30.

Jóváhagyom

  
(tanszékvezető)

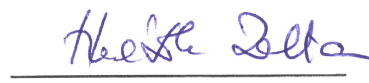
  
(szakfelelős)

Átvettem

  
(hallgató)

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

Kelt: Budapest 2022 év 11. hó 02. nap

  
(külső konzulens)

## Tartalom

1. Előszó .....	3
2. Bevezetés .....	4
3. Épületgépészeti rendszerek kialakításának lehetőségei .....	7
3.1. Légtechnika .....	8
3.2. Hűtés .....	11
3.3. Fűtés .....	13
3.3.1. Hőtermelők .....	13
3.3.2. Hőleadók .....	15
3.4. Vízellátás és csatornázás .....	17
3.4.1. Vízellátás .....	17
3.4.2. Csatornázás .....	19
3.5. Léglökésvédelem különleges berendezései .....	20
3.6. Lezáró és határoló szerkezetek .....	24
3.6.1. Gázzáró és nyomásálló nyílászáró szerkezetek .....	24
3.6.2. Határoló szerkezetek .....	26
3.7. Energiaellátás .....	27
4. Épületgépészeti rendszerek tervezése, méretezése .....	28
4.1. Épület rövid leírása .....	28
4.2. Légtechnika .....	32
4.2.1. Objektum adatai .....	32
4.2.2. Hőterhelések, hőszükséglet meghatározása .....	33
4.2.3. Friss levegő igény meghatározása .....	34
4.2.4. Szellőző levegő térfogatáramának meghatározása .....	37
4.2.5. Irányjelzők meghatározása .....	37
4.2.6. Légvezetési rendszer meghatározása .....	39
4.2.7. Befűvők és elszívók kiválasztása .....	40



4.2.8.	Légcsatorna hidraulikai méretezése.....	41
4.2.9.	Légkezelő kiválasztása .....	46
4.3.	Vízellátás, szennyvízelvezetés .....	47
4.3.1.	Vízigény és térfogatáram csúcérték számítása.....	48
4.3.2.	Nyomásesések meghatározása.....	49
4.3.3.	Mértékadó szennyvízterhelés meghatározása.....	53
4.3.4.	Alapcsatorna méretezése .....	54
4.3.5.	Ágvezeték méretezése, szivattyú kiválasztása.....	57
4.4.	Hűtés, fűtés .....	58
4.4.1.	A rendszer kialakítása.....	58
4.4.2.	A rendszer hidraulikai méretezése .....	59
4.4.3.	Hőtermelők kiválasztása.....	64
4.5.	Tűzvédelem.....	65
4.5.1.	Kiürítés számítása.....	65
4.5.2.	Tűzvédelmi berendezések.....	67
5.	Összefoglalás .....	68
6.	Irodalomjegyzék .....	70
6.1.	Szakirodalom .....	70
6.2.	Szabványok, műszaki irányelvek.....	72
6.3.	Internetes források .....	73
6.4.	Ábrák.....	74
6.5.	Táblázatok.....	76
7.	Mellékletek .....	77

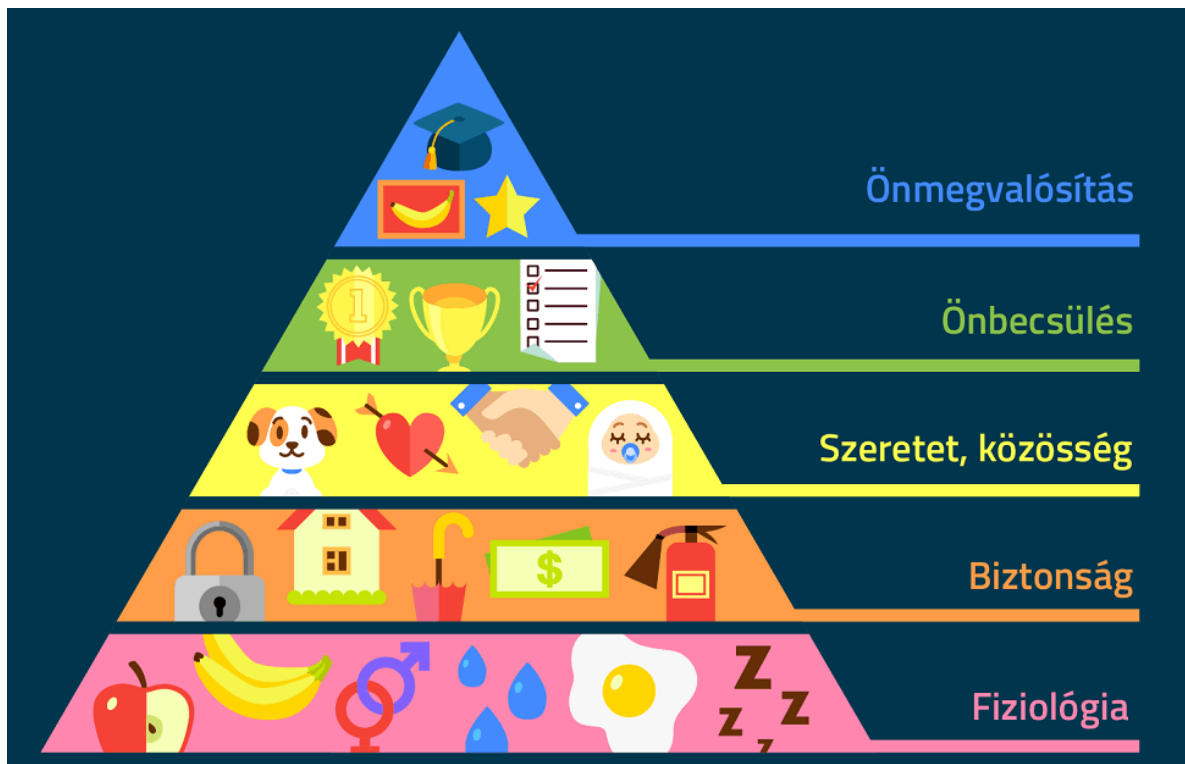
## **1. Előszó**

Földalatti létesítmény vagy óvóhely említésekor legtöbbször még ma is a világháború idején készült, mára már teljesen elavult légó-pincék és óvóhelyek dohos, áporodott szagának emléke merül fel. A budai hegyek gyomrában a mai napig több ilyen bunker őrzi történelmünknek egy szeletét az 1900-as évek közepéből. Sok óvóhelyet azóta részben felújítottak, rekonstruáltak, múzeummá alakítottak, melyek közül talán legismertebb a Sziklakórház Atombunker Múzeum a budai vár alatt. A Sziklakórház már önmagában jól szemlélteti, hogy léteznek olyan kritikusan fontos és kiemelkedően szükséges létesítmények társadalmunkban, melyeknek minden esetben működésképesnek kell lenniük, legyen szó természeti katasztrófáról, járványról vagy háborús konfliktusról. A Sziklakórház esetében a sebesültek ellátása kulcsfontosságú feladat volt a II. világháború során, azonban mint minden létesítmény esetében, itt is felismerték a hiányosságokat, melyek fejlesztésre szorultak. A világháború alatt esetenként több mint 600 főt zsúfoltak az óvóhelyre, ami az alulméretezett szellőző berendezés miatt állandó 32-35 °C hőmérsékletet eredményezett. A hidegháború alatt az óvóhelyet harcigáz szűrő szellőző berendezéssel, valamint külső elektromos áram kimaradás esetére saját dízelgenerátorral látták el. Ezzel egyidőben kiépült a Dunához vezető vízvezeték és szivattyútelep, melyen keresztül az óvóhely víz- és gázolaj tartályait tölteni lehetett (forrás: <https://www.sziklakorhaz.hu>). Látható tehát, hogy a földalatti létesítmények kielégítő működéséhez már akkor is szükség volt a kornak megfelelő különleges épületgépészeti berendezésekre.

Szakdolgozatomban bemutatom, hogy az épületgépészet fejlődésének köszönhetően hogyan tudunk egy földalatti létesítményt már nem csak a funkció ellátásához szükséges minimum követelmények kielégítésére, hanem a napi tevékenységek kényelmes, komfortos ellátására kialakítani.

## 2. Bevezetés

A 2020-ban Magyarországra is megérkező világvjárvány, majd 2022-ben a szomszédunkban kirobbanó háborús konfliktus fényében jogosan merül fel az emberekben a személyes biztonságuk törékenységének gondolata. Abraham Maslow amerikai pszichológus az 1950-es években végzett motivációkutatása során felállította a róla elnevezett Maslow-piramist, ami az emberek szükségleteinek egymásra épülését hivatott ábrázolni.



1. ábra: Maslow-piramis

Mint az az 1. ábrán is látható az emberi szükségletek sorában a személyes biztonság szükséglete rögtön a fiziológiai szükségletek után jelenik meg (forrás: <https://www.simplypsychology.org/maslow.html>). Ez a fajta biztonsági szükséglet már időszámításunk előtt is jelen volt a társadalomban, hiszen már az építkezések megkezdődése előtt őseink olyan természeti helyeket választottak menedékül, melyek biztonságot nyújtottak. A természet adottságaitól függően ezek lehettek vízfolyások árcai, erdők, mocsarak vagy barlangok. Az emberek hamar rájöttek, hogy életterük biztonsága még tovább növelhető, ha lakóhelyük létfeltételeket segítő megoldásai lehetővé teszik a huzamosabb benntartózkodást, nagyobb védőképességet biztosít, mint amit a veszély megkíván vagy a menedék álcázása megoldható. Rájöttek, hogy a menedékhelyek beépítésével a férőhelyek

száma növelhető, akárcsak a védelem. Az ostromtechnikák fejlődésével az erődítési megoldások is fejlődtek a nép védelme érdekében (Györök-Tóth, 2016, 75-76.o.).

Az egyén személyes biztonsága fontos szempont egy ország működésében, azonban nem szabad megfeledkezni arról sem, hogy rendkívüli helyzetben nem csak a személy biztonsága fontos, hanem az ország számára nélkülözhetetlen infrastruktúrák üzemeltetésének fenntartása. Fegyveres konfliktus, járvány vagy természeti katasztrófa esetén stratégiai fontosságú, hogy bizonyos irányítási központok a funkciójukat megőrizve, biztonságban tudják a munkájukat folytatni. Fegyveres konfliktus esetén elsősorban mindenki a katonai irányításra gondolna, de ne felejtjük el, hogy a háterszág népességének védelme érdekében nélkülözhetetlen az információáramlás akadálymentes működése, legyen szó mentőszolgálati, rendőrségi vagy katasztrófavédelmi diszpécserszolgálatról, a tömegközlekedés fenntartásához szükséges irányítási központokról és persze nem utolsósorban az országot vezető tisztviselők irányító munkáját lehetővé tevő biztonságos pontokról.

Az I. világháború előtt a hadviselésnek nem volt része a háterszág direkt támadása. 1921-ben Giulio Douhet, az olasz légierő tábornoka jelölte meg először légitámadások célpontjaként a háterszág ipari, közlekedési infrastruktúráját, valamint a lakosságot, ezért a II. világháború idejére már tömegesen építettek életvédelmi létesítményeket a totális légitámadások és tüzérségi lövedékek ellen. A II. világháború után a tömegpusztító fegyverek megjelenésével megváltoztak a védelmi követelmények is, világszerte alakítottak ki tömegpusztító fegyverek hatásainak is ellenálló létesítményeket. Ezek az építmények jelentik ma is az óvóhelyi védelem alapjait (Györök-Tóth, 2016, 77.o.).

Magyarországon először az 1935. évi XII. törvénycikk rendelkezett életvédelmi létesítmények, óvóhelyek létrehozásáról, a II. világháború alatt a lakosság már ezeket az óvóhelyeket használta szükség esetén. A háború után ezeket a létesítményeket felújították, ahol lehetőség adódott, ott építészeti és gépészeti átalakításokkal felkészítették a tömegpusztító fegyverek elleni védelemre is (Györök-Tóth, 2016, 77.o.).

A szakirodalom az életvédelmi létesítmények között fogalmi szinten megkülönbözteti az óvóhelyet és a vezetési pontot.

Az óvóhely fogalma: *„megfelelően kiépített műszaki létesítmény, amely határoló szerkezetei, berendezései, felszerelése és műtárgyai révén meghatározott védelmet nyújt támadó fegyverek és katasztrófák hatásai ellen.”* (MI-04-260-1 Építésügyi Ágazati Műszaki

Irányelv. Életvédelmi létesítmények tervezése: óvóhelyek. Környezetvédelmi és Területfejlesztési Minisztérium, h. n., 1993. 3. o)

A vezetési pont fogalma: „*Békében előre kiépített és műszakilag berendezett, megfelelő híradó eszközökkel felszerelt, védőlétesítmény, amely háborúk, fegyveres cselekmények, katasztrófák esetén, ideiglenes jelleggel működnek, biztosítják mindazok számára a fizikai védelmet és munkafeltételeket, akik végzik az állam és a közigazgatás irányítását, tervezik, szervezik a védelmi és a mentési feladatok végrehajtását. Vezetési szint szerint megkülönböztetünk: országos, megyei (fővárosi), városi, kerületi, valamint települési és üzemi vezetési pontokat. Rendeltetésük szerint lehetnek: fő, tartalék és mozgó vezetési pontok. A vezetési pont a folyamatos munkát külön e célra kijelölt és kiképzett törzskiegészítő szakemberállomány biztosítja.*” (Szabó József: 1995. 1428. o.)

A fogalmak alapján egyértelmű tehát, hogy az óvóhelyek szerepe kizárólag a bent tartózkodók, valamint az anyagi javak védelme, míg a vezetési pontok védett munkahelyként képesek üzemelni. A meghatározásból szembetűnik, hogy a „*vezetési pont*” kifejezetten állam- és közigazgatási irányításra került kialakításra, éppen ezért kiemelt célpontnak számít. Szigorú előírások és műszaki követelmények alapján készültek a kor lehetőségeihez mérten (Györök-Tóth, 2016, 78-79.o.).

Szakdolgozatomban egy már létező földalatti létesítmény épületgépészeti rekonstrukcióját fogom elkészíteni úgy, hogy az szükség esetén védett munkahelyként üzemelhessen, valamely stratégiai fontosságú infrastruktúra irányítási központjaként. Az építész ági tervezést ez a dolgozat nem tartalmazza, de bizonyos esetekben a gépészeti funkció ellátásához elengedhetetlen az épület kialakítást a gépészet alá rendelni. Magyarországon jelenleg nincs a köz számára elérhető jogszabály az óvóhelyek műszaki kialakítására vonatkozóan, így az óvóhelyi funkciókat ellátó gépészeti berendezések kritériumaihoz az utolsó polgári védelmi műszaki követelményekről szóló, 2008-ban hatályon kívül helyezett 2/2002. (I. 23.) BM rendeletet használtam, mely a tűzvédelem és a polgári védelem műszaki követelményeinek megállapításáról szól. Ezen kívül az 1993-ban kiadott MI-04-260 Építésügyi Ágazati Műszaki Irányelv, Életvédelmi létesítmények tervezése: óvóhelyek című műszaki irányelvet használtam, ami jelentős átfedést mutat a fentebb említett BM rendelettel.

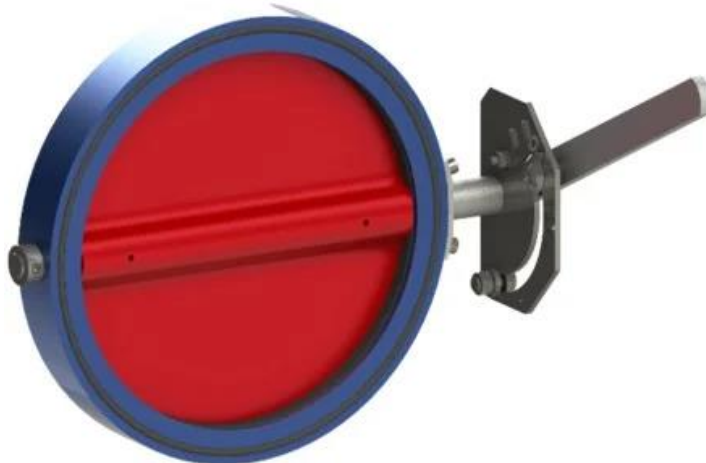
### **3. Épületgépészeti rendszerek kialakításának lehetőségei**

Az épületgépészet kialakítási lehetőségeivel kapcsolatban először le kell szögezni, hogy védett vezetési pont tervezése során egészen más szempontokat szükséges figyelembe venni a kiválasztás során. Az épületen kívüli elemekkel tervezési szempontból nem foglalkozom, azonban kiemelten fontos, hogy minden épületen kívüli elem vandálbiztos kivitelben kerüljön kialakításra, a lehetőségekhez mérten minél jobban elrejtve, álcázva. Kerülni kell az önmagukban álló, jól látható és támadható műtárgyak létesítését, de szem előtt kell tartani, hogy a felszíni kapcsolatok a funkciójukat tökéletesen el tudják látni (például a levegő áramlásának akadálymentes biztosítása).

A létesítményen belül a legfontosabb, hogy a vezetési pont funkciójának alárendelt technikai berendezések hibátlanul működjenek, így a benn tartózkodók személyes komfortja csak másodsorban lehet kiválasztási szempont. A redundancia kritérium feltétel minden olyan területen, amely a technikai berendezések működését biztosítja. A berendezések védelme érdekében az összes belső térben vezetett, folyadék közeget szállító csővezeték szigeteléssel és kármentő tálcával kell szerelni. A gáznemű közeget szállító légtechnikai vezetékek létesítésénél kiemelten fontos a megfelelő szűrés. Tanulva a Covid-19 járványból, a légkezelést a szállópor szűrésen kívül bakteriális és virális fenyegetések ellen is fel kell készíteni. Erre megoldás lehet például a légkezelőbe épített nagy teljesítményű UV lámpa, ami biológiai semlegesítést végez a friss levegő oldalon, valamint a keresztáramú lemezes hővisszanyerő, ami nem engedi keveredni az elszívott levegőt a friss levegővel, így az esetlegesen az objektumban felszabaduló fenyegetés nem juthat vissza a légkezelőn keresztül.

### 3.1. Légtechnika

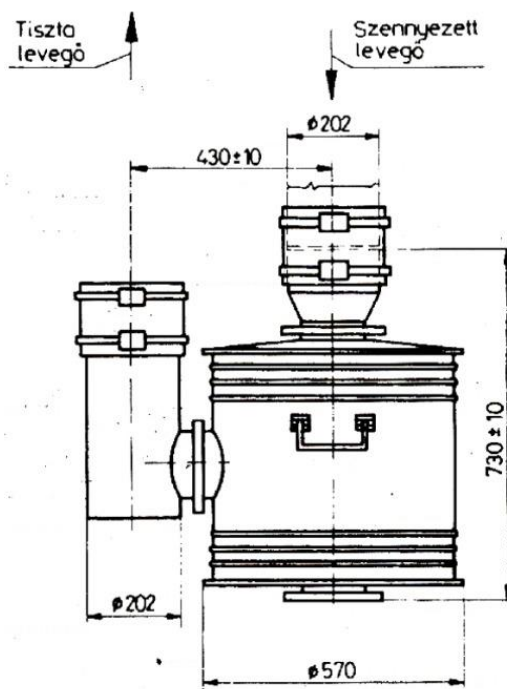
A szellőztetés kialakítása során figyelembe kell venni, hogy a földalatti létesítményünk nem rendelkezik ablakokkal, így a belső levegőáramlások megfelelő kialakítása kiemelten fontos. Az objektumban egyaránt szükséges a szociális helyiségek depressziós szellőztetése, az iroda és tartózkodó helyiségek kiegyenlített szellőztetése valamint a technikai helyiségek túlnyomásos szellőztetése. Mindezek mellett figyelembe kell venni, hogy az épületnek elzárkózás során biztosítani kell a belső nyomás megtartását, amit léglökésbiztos páncélajtó beépítésével segítünk elő. A létesítmény akkor gáztömör, ha a levegő egyenes bejuttatásával 20 mm vízoszlop túlnyomását (0,02 bar, 2000 Pa) maximum 30 másodperc alatt képes elérni, majd a befűvés leállításával a túlnyomást 120 másodpercen keresztül nyomáscsökkenés nélkül tartani tudja (2/2002. BM rendelet, 383. o). Ahhoz, hogy a légkezelő berendezés leállított állapotában ne engedjen levegőt se a friss levegő, se a kidobó oldalon, mindkét légtechnikai vezetékbe egy-egy hermetikusan záródó szelepet kell beépíteni. Szerencsére az ilyen jellegű speciálisan óvóhelyre tervezett berendezéseket sem kell egyedi gyártásban elkészíttetni, ugyanis a finnországi Temet nevű cég piacvezető óvóhelyi különleges berendezések gyártásában, a 2. ábrán az általuk gyártott és forgalmazott KS típusú hermetikusan záródó szelep látható, ami funkciójában megfelel az elvártaknak, manuális vagy motoros működtetéssel is szerelhető (forrás: [www.temet.com](http://www.temet.com)).



2. ábra: Temet KS típusú hermetikusan záródó szelep

Az elzárkózás során tehát gáztömören lezárásra került az épület, de a bent tartózkodóknak szüksége van a légkezelés fenntartására, ahogy azt korábban a Maslow-piramisnál említettem, a fiziológiai szükségletek alapvetőek, így a levegő is. A külső friss levegő utánpótlás elzárásra került, ahogy a légkezelő kidobó ága is. A gép működésének fenntartásához biztosítani kell ezeken a vezetékeken a levegő áramlását, amit a két vezeték egybenyitásával tudunk elérni. Az egybenyitást a hermetikusan záródó szelepek előtt

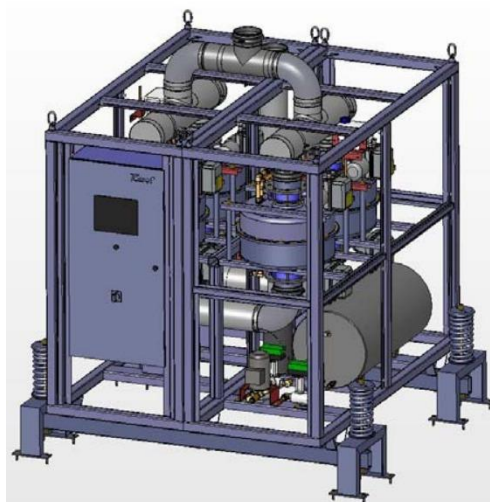
szükséges beépíteni. Szintén az egybenyításra szolgáló vezetékszakaszon szükséges a rendszerbe illeszteni egy regeneráló és szén-dioxid elnyelő telepet valamint egy szag elnyelő szűrőt. A blokk kiegészíthető egy oxigén adagoló rendszerrel, ami huzamosabb ideig tartó elzárkózásnál a keringtetett levegőbe oxigént juttat az elhasznált helyett. A 2/2002. BM rendelet és az MI-04-260 koránál fogva elavult megoldást ajánl erre a célra az FP, illetve RP típusú szűrődobok segítségével (3. ábra), melyek ugyan az előírás kritériumnak megfelelnek (hiszen a jogszabályt erre építették), azonban mind teljesítményben, mind ellenőrizhetőségben elmaradnak a jelenkori elvárásoktól.



3. ábra: FP-300 típusú elnyelő szűrő

Terveim szerint a létesítmény minden berendezése épületgépészeti felügyeleti rendszerre fog kapcsolódni, így ezekre a régi konstrukciókra nehézséget jelentene a megfelelő érzékelők telepítése és programozása, szemben egy olyan berendezéssel, ami már önmagában képes a diagnosztikára. Ezen elvárásoknak eleget tesz a 4. ábrán látható, Temet által gyártott ESL-CO2 regeneráló és szén-dioxid elnyelő berendezés. Rendelésre szükség szerint mindhárom említett funkciót beépítik a berendezésbe, ami így már önálló levegődiagnosztikai rendszerrel, helytakarékosan képes ellátni a feladatát (forrás: [www.temet.com](http://www.temet.com)). A telepet úgy kell a kapcsolási körben elhelyezni, hogy normál üzemben (elzárkózási időszakon kívül) – természetesen az időszakos karbantartások és próbaüzemek kivételével – ne legyen a légtechnikai rendszer része. Ehhez két további hermetikus elzáró szelepre lesz szükség, amivel normál üzemi ágról az összekötő ág kizárhatóvá válik (kapcsolási rajz: 1. melléklet).





4. ábra: Temet ESL-CO2-230-B

A szállóporok szűrésére a 2/2002 BM rendelettel ellentétben nem szükséges külön szűrődobok telepítése, ha a tervezett légkezelő berendezésbe beépített szűrők teljesítik a minimum feltételeit a rendeleti előírásnak, ami jelen PFP-1000 típusú papírbetétes finomporszűrőt ír elő minimum 1000 m<sup>3</sup>/h légáteresztő képességgel. A szabvány pontosan nem rendelkezik szűrendő határszemcse méretről, így a tervezés során bevett gyakorlatot alkalmazva a légkezelőbe választok egy elő-, egy közép- és egy finomszűrőt.

1. táblázat: Szűrőosztályok

	Szűrőosztály	Végnyomás különbség [Pa]	Átlagos leválasztási fok szintetikus porra (Am) [%]	Átlagos hatékonyság 0,4 µm részecskére (Em) [%]	Minimum hatásfok 0,4 µm részecskére [%]
Durva szűrők	G1	250	$50 \leq Am \leq 65$	-	-
	G2	250	$65 \leq Am \leq 80$	-	-
	G3	250	$80 \leq Am \leq 90$	-	-
	G4	250	$90 \leq Am$	-	-
Közép szűrők	M5	450	-	$40 \leq Em \leq 60$	-
	M6	450	-	$60 \leq Em \leq 80$	-
Finom szűrők	F7	450	-	$80 \leq Em \leq 90$	35
	F8	450	-	$90 \leq Em \leq 95$	55
	F9	450	-	$95 \leq Em$	70

A légkezelő berendezéstől a szellőztetett helyiségekbe a levegő a légtechnikai hálózaton keresztül jut el. Az épület adottságai miatt az álmennyezet építése ugyan kivitelezhető lenne, de a boltíves födém miatt annyira alacsonyra kerülne, hogy zsúfolt hatást keltene, ezért a légtechnikai vezetékek szabadon lesznek vezetve. Esztétikai és szerelhetőségi okok miatt a szögletes alakú csatornák nem jöhetnek szóba, így a hálózat spirálkorcolt csőből lesz kiépítve, szabályozható szellőzőrácsokkal.

Energiahatékonysági szempontból a légkezelő berendezésben mindenképpen helyet kap egy hővisszanyerő elem, ami gyártótól függően forgódobos vagy lemezes kialakításban is alkalmas az épületbe, ezzel az elszívott belső levegő hőenergiájának egy részét vissza lehet nyerni, így előkezelve a befúvásra szánt friss levegőt. A levegő hűtés-fűtését több módon is lehetséges kivitelezni, akár folyadékűtő vagy VRF rendszerrel, légkezelőbe építhető hőcserélőn keresztülvezetett meleg vagy hűtött vízzel, beépíthető fűtőszálas elemekkel. Jelen esetben a modernebb hőszivattyús megoldást választom, mert a tervek szerint a helyiségek el lesznek látva kiegészítő hűtési és fűtési berendezésekkel, így komfort szempontjából elfogadható lesz a hőmérsékletingadozás, ami a hőszivattyús rendszereknél kialakulhat. Az inverterrel ellátott direktpárologtatós hőszivattyús hőcserélők előnye, hogy nincs hidraulikai rendszer a hőcserélőkhöz, ezáltal szabályozásra sincs szükség és szivattyúkra se. A légkezelőben egy hőcserélő oldja meg a hűtést és fűtést, így a légkezelő helytakarékosabb lesz, belső ellenállása is csökken. A rendszer hátránya, hogy fűtési szezonban a kültéri egység működése szakaszos a leolvasztás miatt, azonban az épületben tervezett kiegészítő fűtés ezt a problémát orvosolja (Matuz Géza, 2020, 27. o.).

### **3.2. Hűtés**

A hűtési rendszer kialakításához két fontos szempontot kell figyelembe venni jelen létesítmény esetében, mégpedig a komfort terek, valamint a technikai helyiségek hűtését. A lehetőségek mérlegelése során felmerült az adiabatikus, vagy más néven direkt evaporatív léghűtés, ami a víz közvetlen elpárologtatásával állítja elő a hűtést. A levegő kényszeráramoltatással halad keresztül egy légnedvesítő cellán. Áthaladás közben a levegő közel azonos entalpiavonal mentén nedvesedik és hűl. Az evaporatív hűtés a technológiai hűtések között már régóta használatos eljárás (pl. evaporatív hűtőtornyok). A megegyező elven dolgozó berendezések segítségével a kültéri friss levegő kerül klimatizálásra. A kültéri friss, kezelt levegő miután a csarnoktérbe érkezik, megfelelően elvégzett légtechnikai

méretezés után, megfelelően képes a hűtési és frisslevegő igényt egyszerre ellátni (Kostyák Attila – Kostyák Ferenc, 2020, 19.o.). Az evaporatív hűtés alkalmazása költségek tekintetében kecsegtetőnek tűnik, azonban működési módja miatt minden esetben friss levegő utánpótlásra van szüksége, ami a tervezett földalatti kialakításnál nem, vagy csak nagyon körülményesen kivitelezhető. A létesítménytől elvárt, hogy léglökésvédett üzemmódban működni tudjon, ebben az esetben az evaporatív léghűtésnek a belső levegőből lenne szükséges működnie, friss levegőhöz nem jutna. Működése során számolni kell a levegő nedvességtartalmának növekedésével, ami komfortterekben, teljes elzárkózásnál hamar kellemetlenné válna.

Csábító megoldást jelentene viszonylagosan könnyű szerelhetősége miatt a felülethűtések kialakítása, azonban a létesítmény komforttereinek boltíves kialakítása miatt a födémre rögzített vakolt hűtési rendszer aggályosan kivitelezhető, alkalmazása nem javasolt. Léteznek előre szerelt, gipszkartonba ágyazott hűtő/fűtő gipszkarton lapok, melyeknek hátránya, hogy méretük adott, abból levágni, méretre igazítani nem lehet, mert sérülhet a beleépített csővezeték. A felülethűtés egyetlen működő megoldása a létesítményben az álmennyezet fölötti telepítés lehetne, de ahogy már korábban a légtechnikánál írtam, álmennyezet kialakítása nem lehetséges a belmagasság miatt, így a felülethűtés nem alkalmazható jelen esetben (Kaszab Gergely, 2022, 38-41.o.; Szebellédi Tamás, 2020, 21-22.o.)

A lehetőségek fogyásával egyértelműen látszik, hogy a szűk keresztmetszetet a technikai hűtés szüksége fogja megszabni. A légkezelő által komfortra előállított hűtött levegő nem lesz elégséges, így mindenképpen kell egy megoldás a technikai terek további és a komfort terek opcionális hűtésére. Lehetőség lenne split klímák telepítésére, azonban hosszútávon költség- és energiatakarékos megoldásra törekedve a folyadékhűtővel előállított hűtési energiát választom, amit fan-coilok segítségével fogok felhasználni. Üzembiztonság szempontjából fontos a technikai helyiség állandó hűtésének biztosítása a folyadékhűtő meghibásodása esetén is, ezért redundanciát alkalmazva két azonos teljesítményű folyadékhűtő berendezés kerül telepítésre, melyek felváltva működve, egymás tartalékjaként képesek üzemelni. A szerelés pontosságára, valamint a hűtőközeget szállító csővezetékek nyomvonalának kialakítására nagy hangsúlyt kell helyezni. A vezeték sérülése, vagy a csökötés meghibásodása a hűtőközeg csöpögésével járhat, ami az elektromos berendezésekben kárt tehet, így a helyiségen belül kulcsfontosságú, hogy a technikai berendezéseket a csővezeték elkerülje, valamint a teljes nyomvonal mentén kármentő tálcák

telepítése szükséges (Lantos Tivadar, 2022, 74-76.o.). A komfortterek opcionális további hűtése így fan-coilokkal szintén megoldható lenne, de itt a munkaállomások és a fan-coilok elhelyezését úgy lenne szükséges összhangba hozni, hogy a berendezésből kiáramló hideg levegő a helyiségben tartózkodók komfortját, egészségi állapotát negatívan ne befolyásolja. Ennél praktikusabb megoldás, ha a komfortterekben klímagerendák kerülnek telepítésre. A korszerű klímagerendáknál az energiatakarékosság jegyében könnyen kialakítható az igényvezérelt működés, ami Magyarországon jelenleg még egy keveset alkalmazott technológia, de a Skandináv országokban már minden légtechnika igényvezérelt működéssel épül meg. Az igényvezérlés során a termosztát jeleket kap CO<sub>2</sub>-, jelenlét-, és hőmérséklet érzékelőkről, ezek alapján avatkozik be mind a víz-, mind a légoldalon. A vízdoldali szelepek általában kétállású funkcióval működnek, de a légoldalon változó térfogatáramú szabályozás jön létre (Vigh Gellért, 2020, 13.o.).

### **3.3. Fűtés**

Földalatti létesítmény esetében a fűtés megfelelő kialakítása elengedhetetlen, hiszen az ablakokon keresztül érkező sugárzó hőenergia nem jut be a létesítménybe. A hőszükséglet számításnál figyelembe kell venni, hogy az épületet határoló falak külső oldala a föld alatt van, ezáltal egész évben – viszonylag kis hőingadozással – azonos, fagyponthoz felelő külső hőmérséklettel számolhatunk. Ez üzemeltetési oldalon energiatakarékosságot jelenthet, amennyiben megfelelően méretezett rendszer kerül kiépítésre.

#### **3.3.1. Hőtermelők**

Az óvóhelyként üzemelő földalatti létesítmények esetében előszeretettel alkalmaztak izzószálas léghevítő kalorifereket, melyek a légtechnikai hálózatba beépítve hevítik a befűjt levegőt. Személyes tapasztalatok alapján állítom, hogy huzamosabb tartózkodásra kialakított helyiségekben ez önmagában nem minden esetben elegendő, gyakran szükséges valamilyen egyéb elektromos kiegészítő fűtés alkalmazása, például hőszigetelő vagy olajradiátor. Az elektromos fűtés használatának oka, hogy biztonsági szempontok miatt gázüzemű fűtőberendezések nem építhetők be óvóhelyi létesítménybe. Az elszigetelt égéstér, valamint a füstgáz elvezetése még megoldható probléma lenne, ahogy a diesel üzemű aggregátorok föld alatti üzemeltetésénél is, külön légcsatornán a friss levegő utánpótlás a beszívó oldalon, és külön csatornán a füstgáz kiengedése. A veszélyforrást az éghető anyag tárolása jelenti. Gázolaj esetén a jellemzően az óvóhely egyik mélypontjára telepített tartály sérülése nem

jelent veszélyt a benn tartózkodók számára, bár környezetszennyezési szempontból a földre szivárgó gázolaj mai szemmel már rendkívül aggályos, az 1900-as évek közepén ez a szempont még nem kapott ekkora hangsúlyt. Ezzel ellentétben a gáznemű fűtőanyag, akár földgáz, akár propán-bután, vezetékes vagy tartályos kialakításban egyaránt kockázattal jár. A tároló tartály, vagy a csővezeték sérülése esetén a légtérbe kerülő gáz fokozottan tűz- és robbanásveszélyes. Teljes elzárkózás esetén akár fulladást is okozhat a benn tartózkodók között, ezért minden gázüzemű fűtőberendezés kerülendő.

A tervezett létesítmény esetén követem a fenti elvet, és kerülöm a gázvezeték létesítménybe történő bevezetését. Szerencsére az épület feljebb elhelyezkedő részein szükség esetén elhelyezhető lenne egy gázüzemű kazán, ahonnan tömszelencéken keresztül légmentesen a föld alá vezethető a meleg víz, de ezen kívül egyéb más lehetőségek is szóba jöhetnek. Mindenképpen fontosnak tartom a redundanciát a fűtési rendszer kialakítása során, tekintettel arra, hogy szeretném, ha a használati melegvíz előállítása ugyanazon hőtermelő által történne. Technológia szempontjából megoldható lenne a hűtés fejezetben kiválasztott fan-coilok olyan kialakítása, ahol a hűtő hőcserélő elé egy izzószál sor kerül beépítésre, ezáltal a fan-coil elektromos fűtésre is alkalmassá tehető, viszont ennek üzemeltetése rendkívül költséges, így mindenképpen melegvízes fűtési rendszert választok.

Elektromos hőenergia előállítás során kézenfekvő választás lehetne használati melegvíz előállítására a villanybojler, azonban költséghatékonysági szempontból egy korszerű hőszivattyú kedvezőbb lehet. A hőszivattyú gyakorlatilag egy olyan technológia, aminek használata közben energia felvétele zajlik egy adott forrásból (levegő, föld, víz), majd az energia leadása egy más helyen történik meg az elvárt hőmérsékleten. Gyakran található hőszivattyú a háztartásokban, többek között a hűtőszekrény és a ruhaszárítógép is ezt a technológiát alkalmazza. A hagyományosnak vett hőszivattyús fűtési rendszer olyan megoldás az épületgépészetben, ami a fűtés mellett képes ellátni a hűtést és a melegvíz előállítását is. A hőszivattyú berendezés legtöbbször egy darab kültéri és egy darab beltéri egységből áll, ami így osztott rendszer, de előfordul monoblokk változata is. A berendezés kültéri egysége a levegőből, a talajból vagy a vízből kinyert hőenergiát (meleg vagy hideg) hasznosítja, továbbítja azt a berendezés beltéri egységéhez, ami kezeli ezt a hőmérséklet változást, biztosítja a szükség szerinti fűtést, hűtést, esetenként a meleg vizet, annak függvényében, hogy milyen hőleadókhöz csatlakoztatták őket (forrás: [https://www.daikin.hu/hu\\_hu/blog/hoszivattyu\\_mukodese\\_.html](https://www.daikin.hu/hu_hu/blog/hoszivattyu_mukodese_.html)). *„Ezt a megoldást a jelenleg elérhető leggazdaságosabb és leginkább zöld fűtési technológiának tekinthetjük. A*

*kezdeti relatíve magas bekerülési költséget ellensúlyozza az, hogy stabilan alacsonyabb lesz az energiaszámlánk és kényelmesen, 'gombnyomásra' működtethető a rendszer. Emellett függetlenné válhatunk az energiahordozóktól, például a vezetékes gáztól. Jó tudni, hogy ha igazán hatékonyan kívánjuk a hőszivattyús rendszert működtetni, akkor mindenképpen a lehető legjobb szigetelésre van szükség a padlás, pince, felé illetve a falak, nyílászárók esetében is. A hőleadók helyes megválasztása is döntő tényező, érdemes felületi sugárzó hőcserélőket, például padló- vagy felületfűtést használni, amelyek sokáig tartják a hőt”* (forrás: <https://www.ariston.com/hu-hu/the-comfort-way/az-ariston-vilaga/hoszivattyu-mukodese-a-legfontosabb-tudnivalok>).

A redundancia elvárása miatt azonban önmagában egy hőszivattyú nem elegendő és a nagyon hideg téli napokon a hatásfoka sem megfelelő, így egy hibrid rendszer kialakítása a cél. A hibrid rendszerben egyszerre jelenik meg a hőszivattyú és a kondenzációs gázkazán, egymás kiegészítéseként. A hőszivattyú csak abban az esetben dolgozik, amikor azt kedvező hatékonysággal tudja végezni, ezáltal az üzemeltetési költsége kedvezőbb. Egy indirekt használati melegvíz tárolóval kiegészítve a hibrid rendszer képes ellátni egész évben a létesítmény hőszükségletét. Üzembiztonság szempontjából is megfelel, hiszen bármelyik oldal meghibásodása esetén a két berendezés egymást helyettesíti (Misinkó Sándor, 2020, 25-26.o.; Kovács László, 2020, 13-14.o.; Erdősi Csaba, 2020, 16-19.o.). Telepítés szempontjából, ahogy már említettem a földgáz bevezetése nem megoldható, így a kondenzációs gázkazán az épület felsőbb szintjén kerül elhelyezésre, a melegvíz vezeték pedig tömszelencén keresztül, légmentesen kell levezetni a védett térbe.

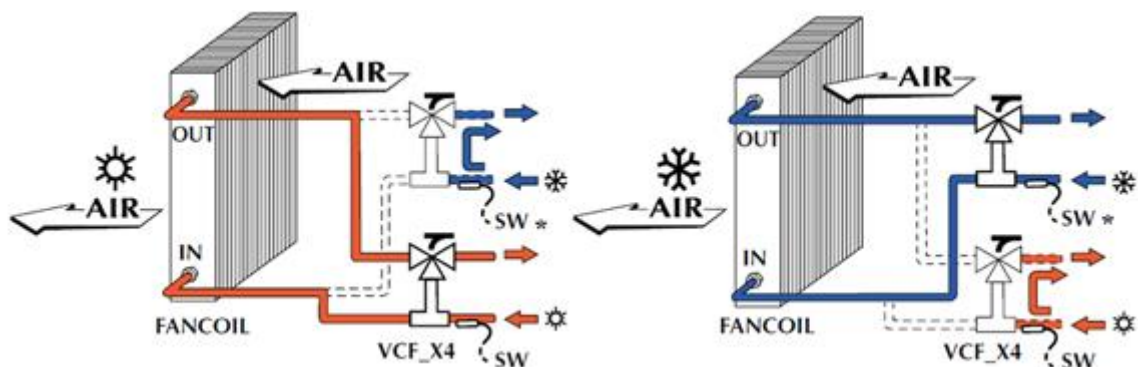
### 3.3.2. Hőleadók

A rendszer kialakítása során szóba jöhet több megoldás is hőleadók szempontjából. Elsőként a klasszikus radiátoros fűtési rendszert vettem számba. A csőhálózat könnyen kialakítható lenne és a radiátorok elhelyezése sem okozna komolyabb problémát, így ez a lehetőség kivitelezhető, beépített hidraulikus váltóval pedig akár zónaszabályozás is alkalmazható, ami akár munkaállomásonként eltérő fűtést is lehetővé tenne (Lantos Tivadar, 2021, 32-33.o.)

Egy másik lehetőség a padlófűtés kialakítása. Tervek szerint a létesítményben új betonozott padlólemez kialakítása szükséges, így jó választás lehet a csőkigyó szerelése. Helytakarékos megoldás, hiszen nincs szükség a tartózkodási terekben fűtőtestek

telepítésére. Megfelelő tervezés esetén – ha a padlófűtési köröket sikerül pont a munkaállomásokhoz igazítani – ebben az esetben is kialakítható a hidraulikus váltóval szerelt zónaszabályozás (Szebellédi Tamás, 2022, 4-9.o.).

Harmadik esetben a fűtési rendszer integrálható a kiegészítő hűtéshez tervezett fan-coil rendszerbe. A szükséges változtatás, hogy nem kétsöves rendszer épül ki a fan-coilokhoz, hanem négycsöves, ezzel ugyanaz a berendezés használható téli és nyári időszakban egyaránt, ezáltal nincs üzemmentes időszaka. Korábban ehhez olyan fan-coil kialakításra volt szükség, amiben külön hőcserélő került beépítésre fűtésre és hűtésre, azonban az AERMEC újítása ezen a téren egy innovatív háromjáratú szelepkészletes megoldás, aminek működését az 5. ábra mutatja be.



5. ábra: Négycsöves fan-coil téli és nyári üzeme AERMEC VCF\_X4 szelepkészlettel

Bekerülési költség tekintetében ez a legkedvezőbb, viszont a karbantartásokat, ellenőrzéseket legalább félévente, fűtési és hűtési szezon előtt el kell végezni. Az esetek többségében alkalmazott 1 soros fűtési hőcserélővel ellentétben nagyobb hőleadó felület képes a hőcserélőre, aminek eredményeképp a fan-coil fűtési teljesítménye is növekszik. A növekvő hőcserélő felületnek hála a fan-coilok kisebb fűtési hőfoklépcsővel képesek üzemelni, ennek az előnyét a hőszivattyúval fűtött létesítmények esetében lehet igazán érzékelni, mert a hőszivattyúk COP értéke megegyező külső hőmérsékletnél, annál magasabb, minél alacsonyabb fűtés előremenő hőmérséklete. A nagyobb COP értékkel az épület is gazdaságosabban képes üzemelni (forrás: [https://www.e-gepesz.hu/hirek/16187-innovativ-aermec-vcf\\_x4-negyecsoves-fan-coil-szelepkeszlet](https://www.e-gepesz.hu/hirek/16187-innovativ-aermec-vcf_x4-negyecsoves-fan-coil-szelepkeszlet)). A rendszer alkalmazási feltétele, hogy a fűtési és hűtési rendszer azonos közeggel legyen feltöltve, ez jelen esetben fagyálló glikollal történik, így ennek a feltételnek a rendszer eleget tesz.

### 3.4. Vízellátás és csatornázás

#### 3.4.1. Vízellátás

Az épület vízellátásának tervezése során egyedi szempontokat kell figyelembe venni. Az épület a föld alatt van, így a berendezések fokozottan vízkárnak vannak kitéve abban az esetben, ha a létesítményben csőtörés történik, így fontos az erős, minőségi anyagok használata a vezetékrendszerek kialakításánál, különös tekintettel a korrózióállóságra. Az anyagok megválasztásához ismernünk kell a tervezett nyomvonalat. A hideg víz az épületbe az utca felől lép be. Amennyiben a bekötéshez használt csőanyag fém, úgy az épületbe csatlakozás előtt legalább 20 centiméteres darabon egy műanyag közdarab beépítése szükséges közvetlenül az épület falánál biztonsági okokból. Az épületbe történő belépés során a vezetéket tömszelencén keresztül, légmentesen kell az épületbe bevezetni. A következő fontos berendezés a víztározó. Biztonsági szempontból egy víztartály kerül beépítésre, hogy elzárkózás során a vízellátás biztosítható maradjon akkor is, ha a hidegvíz városi megtáplálása lehetetlenné válik. A tervezés során kiszámításra kerül a benn tartózkodók napi fogyasztása, majd ezután a helyiség méreteinek függvényében kiválasztok egy optimális méretű tartályt erre a feladatra. A tartályból házi vízmű fogja a nyomást előállítani, ami szintén a géptérben kerül elhelyezésre. A víztartály mellett kap helyet az indirekt használati melegvíz tároló is. A csővezetékek először a konyhai megtáplálást látják el, majd a vizesblokkot, az irodai részt és a technikai helyiségeket a víz nyomvonala elkerüli.

A csőhálózat kialakításához, a rendszer biztonságának tekintetében ipari minőség beépítése szükséges. Ezek vagy saválló acélból, vagy rézből készülhetnek. *„A saválló menetes idomok és golyóscsapok ipari alkalmazása több éves múltra tekint vissza. Az élelmiszer-, gyógyszer-, és vegyipar előszeretettel használja ezeket, hiszen a kiváló vegyszerállóságuk garancia a hosszú élettartamra is. A fejlett országokban végbemenő, ivóvízzel érintkező termékekkel szemben támasztott folyamatosan növekvő higiéniai követelményrendszer tovább erősíti a rozsdamentes termékek iránti keresletet”* (Dávid Sándor, 2023, 14.o.). A saválló acél csőrendszer előnye, hogy hegeszthető, így nyomásállósága magas, viszont a menetes rézfitingekkel ellátott, jól elkészített, megfelelő tömítéssel bíró réz csőhálózat könnyebb szerelhetőséget biztosít, magas minőség és hosszú élettartam mellett. A saválló és réz anyagú vezetékek használata biztosítja, hogy kiemelkedő szinten hozzá tudjunk járulni a vízminőség megőrzéséhez, mindezek mellett kisebb a meghibásodás fennálló veszélye, ezzel komoly mértékben csökkenti a vízvesztéséget, amire a környezettudatos szemlélet mellett oda kell figyelni (Dávid Sándor, 2023, 15.o.).



Az MSZ EN 806 szabvány kritériumokat állít a használati melegvíz rendszerek kiépítésével kapcsolatosan, melyek elsősorban higiéniai szempontok miatt kerültek bevezetésre. A csapolók és a víztároló között például nem alakulhat ki 2 °C-nál nagyobb különbség. Az épület esetében ez csak keringtetéssel, azaz egy használati melegvíz cirkulációs ág kiépítésével érhető el. Ebben az esetben a visszatérő ágon mért hőmérséklet legfeljebb 3 °C-ot csökkenhet, tehát a teljes cirkuláció alatt összesen 5 °C-ot. A hálózat megfelelő hőszigetelése ezért kiemelten fontos. Higiéniai szempontok miatt is fontos a meleg víz keringtetése, ugyanis a pangó melegvíz megfelelő táptalaj több baktériumnak is. Az esetek túlnyomó többségében a használati melegvíz ivóvíz minőségű vízből készül, ami ugyan megfelel az EC 98/83 rendeletben leköötött előírásoknak, bizonyos számú baktériumtörzs és típus előfordulhat benne. Állandó használat mellett ezen baktériumok 20 °C alatti hőmérsékleten nem képesek ártani, de a pangó és melegedő közegben megszorodásuk veszélye fennáll és az egészségre káros mennyiség is kimutathatóvá válik. Az egyik leggyakoribb baktérium, amiről a legtöbbször szó esik, a Legionella, aminek legjobb szaporodási területe a 30 °C – 45 °C közötti melegvíz. Ebben szaporodnak a leggyorsabban, 40 °C-nál 3 óra eltelté alatt törzsszámuk akár meg is duplázódhat. 50 °C felett némileg lassul a szaporodás, és 60 °C-nál már csak 30 percig életképes (Geyer-Ehrenberg Szilveszter Zoltán, 2020, 14.o.). A klasszikus cirkulációs HMV rendszereket állandó fordulatszámú üzemelő keringtető szivattyúval szerelik, azonban fontos megvizsgálni a vízkeménységet, ami a szivattyú kiválasztásánál játszik fontos szerepet. 14°dH alatti vízkeménységnél még lehet nedvestengelyű szivattyút használni, afölött azonban mindenképpen száraztengelyű kivitelre van szükség üzembiztonsági okokból (Geyer-Ehrenberg Szilveszter Zoltán, 2020, 15.o.).

### 3.4.2. Csatornázás

A csatornázás tervezése során a fő problémát az jelenti, hogy a közmű csatlakozás magasabban helyezkedik el, mint az épületbe tervezett szennyvízhálózat legmélyebb pontja. A gravitációs szennyvízvezetést így felesleges tárgyalni, jelen helyzetben nem alkalmazható. Az épület területi adottságai miatt kommunális szennyvíz tárolására alkalmas zsompot kiépíteni nincs hely. A megoldás a mellékletben szereplő terveken jelölt 'átemelő' helyiségben, mélyítve elhelyezett kompakt szennyvízátemelő telep lesz, ami megfelelő minősítéssel minden fajta kommunális szennyvizet képes fogadni és kezelni anélkül, hogy a környezetébe az kiszivárogha. A korszerű kompakt átemelő szivattyúk, mint a 6. ábrán látható Grundfos Multilift, már a nagy teljesítmény mellett energiahatékonyan képesek dolgozni, igen magas kapacitással. Rendelhetők egy- vagy kétszivattyús kivitelben, ennek szükségességét a mértékadó szennyvízterhelés kiszámítása fogja megmutatni. Kialakításának köszönhetően könnyen szerelhető és karbantartható (forrás:<https://www.e-gepesz.hu/cikkek/16370-miert-hasznaljunk-kompakt-szennyvizatemelo-telepet> ).



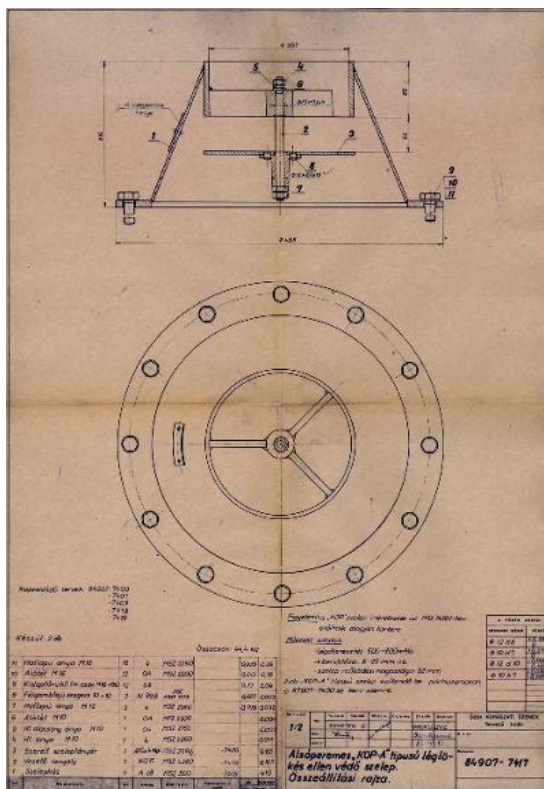
6. ábra: Grundfos Multilift kompakt átemelő telep

A városi víz betáplálásához hasonlóan az épület faláttörésén légmentes tömszelencén át kell a szennyvíz vezetékét kivinni. Anyagát tekintve vagy teljesen műanyag nyomócsővel kell ellátni (a KPE cső erre például alkalmas), vagy fém csővezeték esetén a falon kívül azt meg kell szakítani egy legalább 20 centiméteres műanyag szakasszal biztonsági szempontból. Az elzárkózás alatti légtömorség biztosításához, valamint az épületen kívüli megemelkedett nyomás elleni védelem miatt a szennyvízrendszerben visszacsapó szelepek alkalmazása szükséges. Kell egy visszacsapó szelep közvetlenül a kompakt átemelő nyomóágára, illetve kell egy visszacsapó szelep a nyomócső végére a közművel kapcsolatos aknában.

### 3.5. Léglökésvédelem különleges berendezései

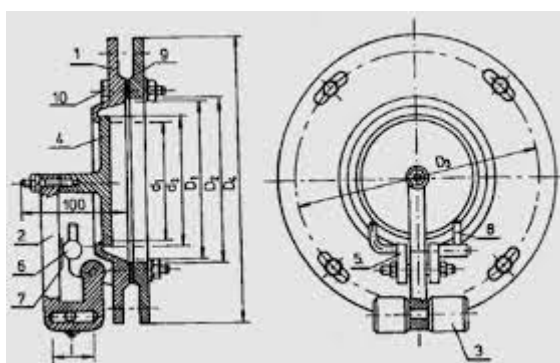
Az óvóhelyek működéséhez elengedhetetlen feltétel, hogy a létesítmény léglökésvédett legyen, amihez különlegesen erre a célra fejlesztett szerelvényekre van szükség. Ezek a szerelvények működési szempontból azonos elven végzik munkájukat, a külső oldalon történő hirtelen nyomásemelkedés hatására (például robbanás) lezárnak, ezáltal a védett teret nem éri el a megemelkedett nyomás (robbanás esetén a lökeshullám). Működésüknek automatikusan kell történnie. Feltehetően az első kísérlet a probléma megoldására az lehetett, amikor a légbeszívó nyílásokat kézi erővel lezárták volna amikor számítani lehetett valamilyen külső behatásra.. Ezt előre persze nem lehetett tudni, hogy mikor történik meg, hiszen a hirtelen bekövetkező behatások (pl. robbanás) esetén nem jut idő azokat bezárni, ebből adódóan a zárásnak automatikusan szükséges megtörténnie, vagy nagyon hatékony nyomáscsökkentők használata szükséges (Szabó Balázs, 2018/3, 242.o.).

A 2/2002-es BM rendelet, valamint az MI-04-260 szabvány család három fajta léglökésvédő szerelvényről ír, ezek működésük alaptételében megegyeznek, kialakításuk azonban változatos. Az első a KOP típusú léglökés elleni védőszelep (7. ábra), mely készült alsó- és felsőperemes kialakításban is. *„A léglökés ellen védő szelepeket úgy kell a szellőző rendszerbe beiktatni, hogy tengelyük függőleges legyen, és a külső térben keletkező túlnyomás először a védőszelep alatti térbe jusson, a záródásig áthaladó lökőnyomás pedig a védőszelep után elhelyezett expanziós térbe kerüljön. Az ellenperem beépítési körülményektől függően a gyártási dokumentáció szerint készül. Általában alsóperemes kivitelnél falikarmokkal ellátott szögvas ellenperemet alkalmaznak behegesztett felerősítő csavarokkal és ezt betonozzák a porkamra és az expanzióskamra közötti födémben; felsőperemes kivitelnél pedig az ellenperemet az expanzióskamrába torkoló csővezeték végére hegesztik”* (2/2002. BM rendelet, 374.o.).



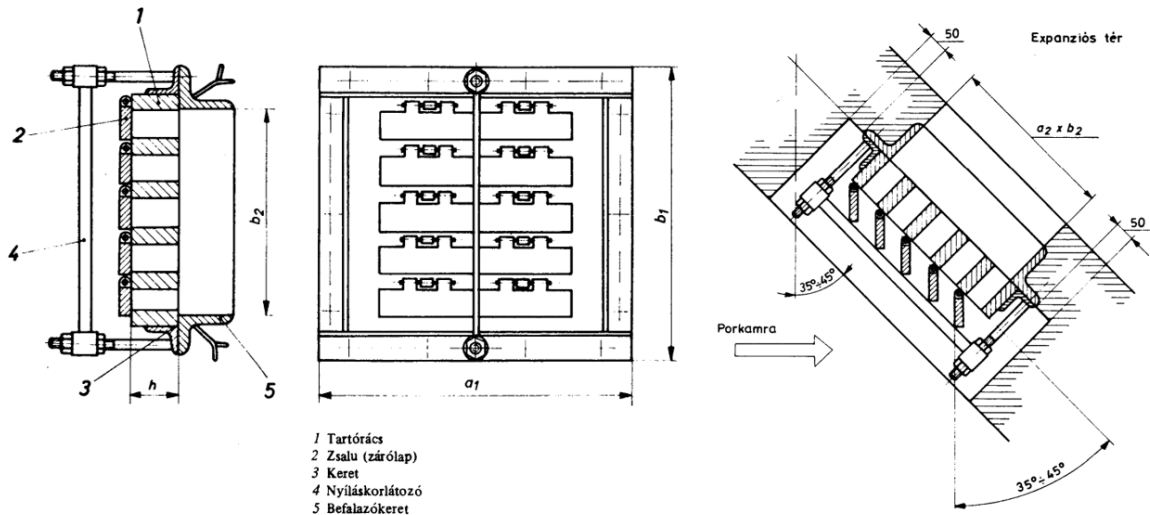
7. ábra: KOP-A típusú alsóperemes léglökés ellen védő szelep összeállítási rajza

A KOP szelep tehát függőlegesen beépíthető nyomásszabályozó szelep, párja a vízszintes beépíthetőségű KID szelep, mindkét szelep magyar szabvány alapján készült, a nagy védőképességű óvóhelyeinken elterjedtek. A KID szelep azonban a KOP szeleppel ellentétben nyugalmi helyzetben zárt. Zártságát ellensúlyterhelés biztosítja. A KID szelep működését a 8. ábrán látható műszaki rajz szemlélteti, a 2. mellékletben pedig bemutatok egy korábban más célból készült saját fényképet a KID szelep helyiségek közötti beépítéséről, egy légmentesen zárható GL ajtó mellett.



8. ábra: KID szelep műszaki rajza

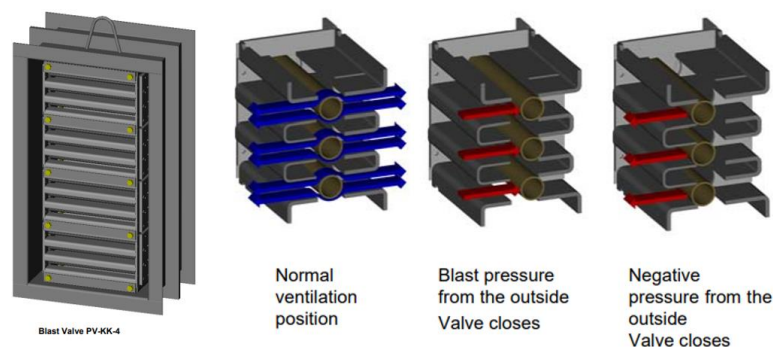
Az említett szelepek tehát elsősorban a védett téren belüli légtér nyomásának szabályozásáért felelnek. Harmadik társuk a ZS, vagy ZSSZ szelep, melyet az esetek túlnyomó többségében a szellőző rendszerek beszívó oldali végére építenek, ezzel biztosítva a szellőzőberendezés védelmét. Működése eltér a KOP és KID szelepektől: „Az óvóhelyi



9. ábra: ZSSZ szelep műszaki rajza

szellőző rendszerekbe épített szelep a külső térben bekövetkező robbanás lökőnyomása ellen nyújt védelmet úgy, hogy a lebegő zsalukat a lökeshullám az átömlő nyílásokra szorítja” (MSZ 14263-1979, 1.o.). A „ZS” szelep szükség esetén komoly mennyiségű levegő beszívására alkalmas szerkezet lehet. 45 fokos beépítési szöget kellett létrehozni, hogy így a vastos acéllemezekből gyártott lamellák függőlegesen lógnak, majd a külső nyomás hatására a lamellák a kerethez csapódnak, így zárva le a nyílást. Komoly hátrulütője, hogy a szívóhatásra nem tud működni, ezáltal a szelep által védett térben vákuum kialakulása is lehetségessé válik, amiből következően más helyeken nemkívánatos gáz, vagy aeroszol juthat be az épületbe. További komoly hiánya, hogy a speciális geometriájú (és ebből következően nagyobb helyigényű) falszerkezet kialakítása szükséges a szelep fogadásához, valamint hogy a zsalu (zárólap) felnyílás közben ritkán van csak korlátozva, és így vákuum esetén felcsapódhat majd a következő külső nyomóhullámnál nem fog bezárni, de ezt a hibát később nyíláskorlátozó rúddal orvosolták (Szabó Balázs, 2018/3, 247.o.) A nyíláskorlátozó rúddal kiegészített műszaki rajz a 9. ábrán tekinthető meg.

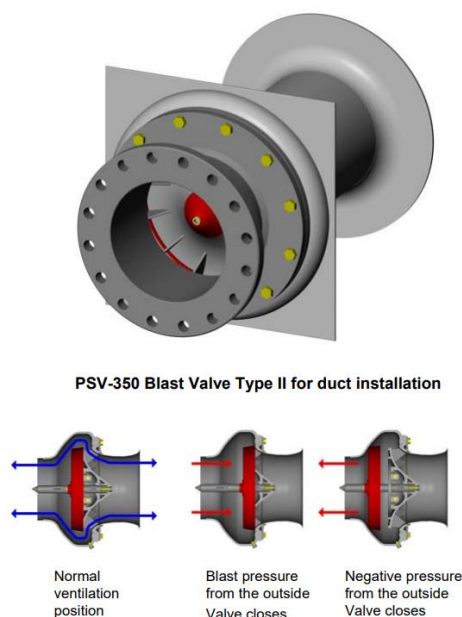
Mint az látható az idézett szakirodalomban is, ezek a szerkezet mára jócskán idejémtúlt megoldásoknak számítanak, a technológiai fejlődés ezt a területet is utolérte, így a Szabó Balázs által említett hátrányok nagy része is megoldásra került az évek alatt. A segítséget újra a polgári védelemben vezető finn gyártó, a Temet szolgáltatja. „...a TEMET cég PV-KK típusjelű, nagy légátbocsátási képességű léglökés ellen védő rendszerében egy vízszintesen fekvő acélcső mozog a légnyomás függvényében előre és hátra, így zárva a szelepet. Ezek függőlegesen és vízszintesen is beépíthetőek és szívóhatás esetén is zárnak. Igen egyszerű, és megbízható kialakítás. A belső cső minden esetben acélból készül, de a tokszerkezetet a



10. ábra: Temet PV-KK léglökés és szívóhatás ellen védő szelep működése

kisebbségi túlnyomásra készülőknel alumíniumból gyártják. Karbantartás mindössze annyiban merül ki, hogy néha tisztítani kell az alkatrészeit” (Szabó Balázs, 2018/3, 248.o.; 10. ábra). A tervezés alatt álló objektum esetén különleges biztonsági előírások mentén kell kivitelezni az épületgépészeti berendezéseket. Az egyik ilyen előírás szerint a légtechnikai hálózat kültéri kidobó és friss levegő beszívó oldalát a rácspontokon teljesen körbehegesztett acélráccsal ellátni szükséges, behatolás elleni védelem miatt. Amennyiben a Temet PV-KK szelepet választom a légtechnika léglökés elleni védelmére, így a szelep acél kialakításának köszönhetően máris kettős funkciót képes ellátni, hiszen a beömlő rácson keresztül a behatolás nem lehetséges. A légtechnika méretezésénél azonban mindenképpen figyelembe kell venni a szelep által leszűkített keresztmetszet, vagy amennyiben méretben lehetséges, akkora PV-KK szelepet szükséges beépíteni, ami képes a légtechnika által előállított térfogatáram áteresztésére.

A KID és KOP szelepek használatára sem lesz szükség a helyiségek között, ugyanis a Temet PSV termékcsaládja (11. ábra) egyesíti ezeknek az előnyeit, ellenben a hátrányukat



11. ábra: Temet PSV-350 szelep felépítése és működése

(miszerint szívóhatással szemben szintén tehetetlenek) elhagyja. A szelepházban mozgó acéltányér működési elve nagyjából megegyezik a PV-KK szeleppével. A szerelvénnyel tehát adott, de beépítésének szükségessége kérdéses, hiszen a létesítmény rendelkezik befúvó és elszívó légtechnikával is, így a nyomáskülönbség kialakulásának az objektumon belül kicsi az esélye, ezért ilyen szerelvénnyel nem lesz beépítve.

### **3.6. Lezáró és határoló szerkezetek**

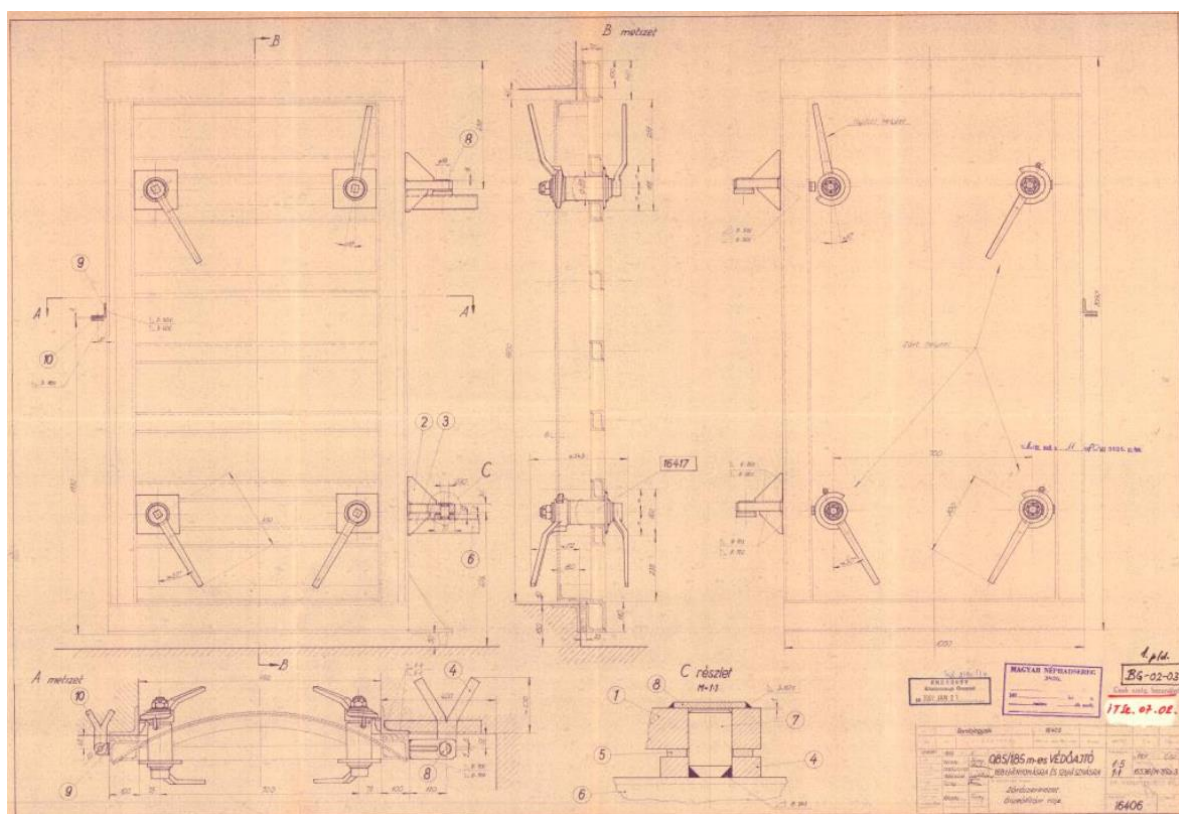
#### **3.6.1. Gázzáró és nyomásálló nyílászáró szerkezetek**

A tervezők feladata, hogy a védett létesítményeket olyan támadófegyverek ellen kell méretezni, melyek léglökő hullámot és szívóhatást is keltenek. A robbanás következtében erős frontnyomású (akadálynál torlónyomást keltő) hullámok jönnek létre a körülvevő közegben. Az építmények határoló szerkezetein ezek igénybevételek és feszültségek formájában realizálódnak, amiket el kell tudniuk viselni. A nyomóhullám után jellemzően egy annál kisebb erejű, úgynevezett szívóhatással is szükséges kalkulálni. A nagy védőképességű nyílászáró szerkezetek a védett létesítmények leginkább látványos elemei közé tartoznak. Tekintettel arra, hogy a nagy védőképességű védett létesítményeknél legalább III. osztályú, azaz 0,5 MPa (5 kg/cm<sup>2</sup>) kezdeti (alap) túlnyomásból számolt igénybevételt kell elviselniük a nyílászáró szerkezeteknek, ezért ez az előírás szükségessé teszi a különleges szerkezeti kialakításokat (Szabó Balázs, 2018/1, 121.o.). Az óvóhely építés korai időszakában, az I. világháború után még nem volt bevett gyakorlat a védelem kialakítására, így több ország is próbálkozott a saját megoldásával. Eleinte banki páncélaajtók és törmelék, gáz és szilánk ellen védő lemezajtók egymás utáni beépítését látták megoldásnak, abban a reményben, hogy a védőképességük majd egymást kiegészíti, és a léglökő hullám leépül, mire a védett térig ér. *„Magyarországon tervezett és gyártott ilyen ajtók egyes korai típusai (valószínűleg szovjet és német mintára) íves acéllemezekből voltak kialakítva. Ennek lényege, hogy a belső oldal felé domború lemezek a nagy külső nyomás hatására húzott szerkezetként viselkednek és a tartásukat a külső oldalon elhelyezett vízszintes, egyenes zárt szelvényű nyomott rudak biztosítják. Ezek statikai modellje úgynevezett álv. Ezek a szerkezetek a membránelmélet segítségével számíthatóak, amennyiben azokban csak normálerők keletkeznek és hajlítás nem. Megfelelő alak (kötélgörbe, azaz koszinusz hiperbolikus alakú lemezek) és egyenletesen megoszló (túlnyomásos gáz) teher esetén ez tényleg így van. Továbbá ahhoz, hogy ezek az általában*



egy irányban görbült, igen karcsú lemezek a membránelmélettel számíthatóak legyenek, ahhoz a megtámasztó szerkezeteknek (például kereteknek) végtelen merevnek kell lenniük és merőlegesnek kell lenniük az érintőre. Ez már nem minden esetben teljesül. Ha a feltételek teljesülnek, akkor a számítás az úgynevezett kazánképlettel történhet” (Szabó Balázs, 2018/1, 123.o.).

A 2/2002-es BM rendelet a beépíthető nyílászáró szerkezeteket csoportokba sorolja funkció és működtetés szerint. Funkció tekintetében lehet gázzáró szerkezet (GA, GB, MSZ 14771/1), ami gáz, füstgáz por, radioaktív aeroszolok, vegyi, biológiai anyagok áthatolásának megakadályozására hivatott, illetve lehet gázzáró és nyomásálló (GLA, GLB, MSZ14772/1), ami a „G” jelű rendeltetésen felül meghatározott értékű teher felvételére is alkalmas. Az „A” és „B” jelölések az ajtó és búvóajtó jelentést hordozzák, ami a nyílászáró méretére utal. A jelölések ezen túl kiegészíthetők „V” előjelzéssel, ami a védő kifejezést jelenti (12. ábra).



12. ábra: VGA ajtó kiviteli terve

Működtetés szempontjából a nyílászárók lehetnek kézi vagy automata működtetésűek. A kézi és automata működtetés általában a nyílászáró mérete miatt fontos. A személyközlekedésre kijelölt ajtók még kényelmesen mozgathatóak kézzel, nem szükséges automata működés kialakítása, reteszélese (keretre szorítása) a 12. ábrán látható karokkal történik. Azonos működésű GLA ajtó látható a 2. mellékleten is. A nagyobb méretű nyílászárók, melyek kézi működtetéssel már nem mozgathatók, általában hidraulikus

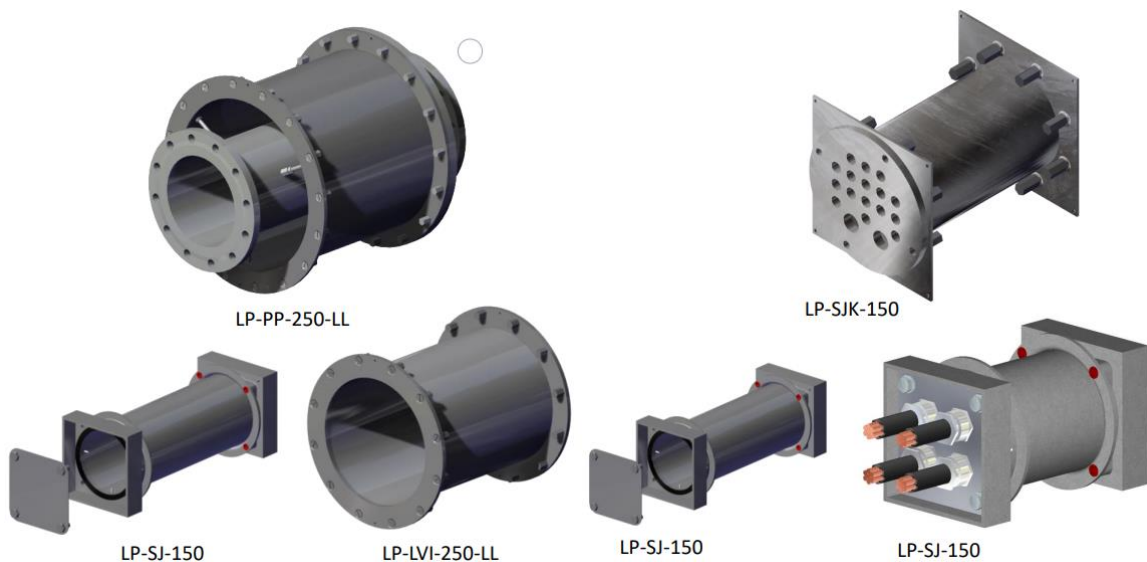


működtetéssel rendelkeznek. A 3. mellékletben látható egy korábban más célból általam készített fénykép a budapesti metró Újpest-Városkapu állomásának egyik hidraulikus működtetésű elzárókapujáról. Az elzárókapu keretre feszítését hidraulikus működésű munkahengerek végzik.

A tervezett létesítményben három darab VGLA ajtóra lesz szükség, melyek a 2. mellékleten látható előtérben kerülnek elhelyezésre, egy a főbejárat lesz, egy a géptérbe nyílik, egy pedig a tartózkodó térbe.

### 3.6.2. Határoló szerkezetek

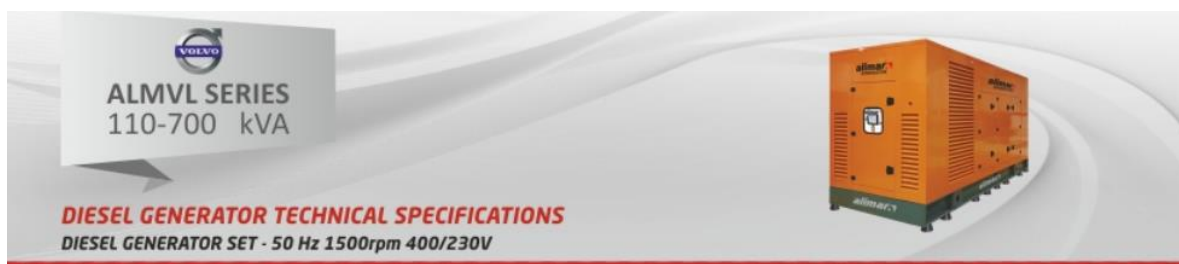
A létesítmény elsődleges határoló szerkezete természetesen a falazat, melynek tervezése és méretezése nem része ennek a szakdolgozatnak, egyrészt mert a falazat már áll, másrészt pedig az épületgépészetet mindössze a faláttöréseknél érinti. Annyit azonban érdemes megemlíteni, hogy a békebeli óvóhelyek földémszerkezete romterhelésre lett méretezve, ami annyit jelent, hogy a földem fölötti építmény összedőlése és földemre roskadása esetén is alkalmas az alagsori rész óvóhelyi funkció ellátására. A faláttöréseknél viszont fontos a légmentes tömszelencézés, hogy az épület elzárkózás alatt a belső nyomást tartani tudja. A finn Temet cég a légmentes fali átvezetésekre is kínál megoldást, palettájuk színes, egyaránt nyújtanak megoldást elektromos vezetékek, folyadék- és levegő közegű rendszerek falon történő átvezetésére (13. ábra).



13. ábra: Temet által gyártott légtömőr falátvezetések

### 3.7. Energiaellátás

Az elektromos energiaellátás méretezése szintén nem része épületgépészeti szempontból ennek a szakdolgozatnak, azonban pár fontos dolgot szeretnék ezen a téren is kiemelni. A létesítmény szolgáltatói oldalról kettős független, automatikus átkapcsolású elektromos betáplálással fog rendelkezni, melyet szükségáram biztosításához központi szünetmentes tápegység és aggregátor egészít ki biztonsági szempontból. „A minősített óvóhelyeken – ahol a polgári védelmi hatóság előírja – védett áramfejlesztő telepet (VÁT) kell létesíteni. Ennek feladata az, hogy biztosítja a létesítmény villamosenergia-ellátását abban az esetben, ha a külső hálózat energiaszolgáltatása kimarad” (Rohoska Lajos-Ulrich Rudolf, 1993, 48.o.; Lantos Tivadar, 2022, 36-41.o.). A hálózat kimaradás esetére a szomszédos házakkal körbezárt belső udvarra egy dízelaggregátor telepítése szükséges. A választásom egy Volvo ALMVL220 típusú aggregátor, mely 176 kW-os teljesítménnyel képes ellátni a létesítmény megtáplálását.



#### »» Group

Model		ALMVL110	ALMVL150	ALMVL165	ALMVL200	ALMVL220
Power ESP	kWe/kVA	88/110	120/150	132/165	160/200	176/220
Power PRP	kWe/kVA	80/100	108/135	121/150	149/186	160/200
Power Factor	cosφ	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8

#### »» Diesel Engine (4 Stroke - Cycle Water Cooled)

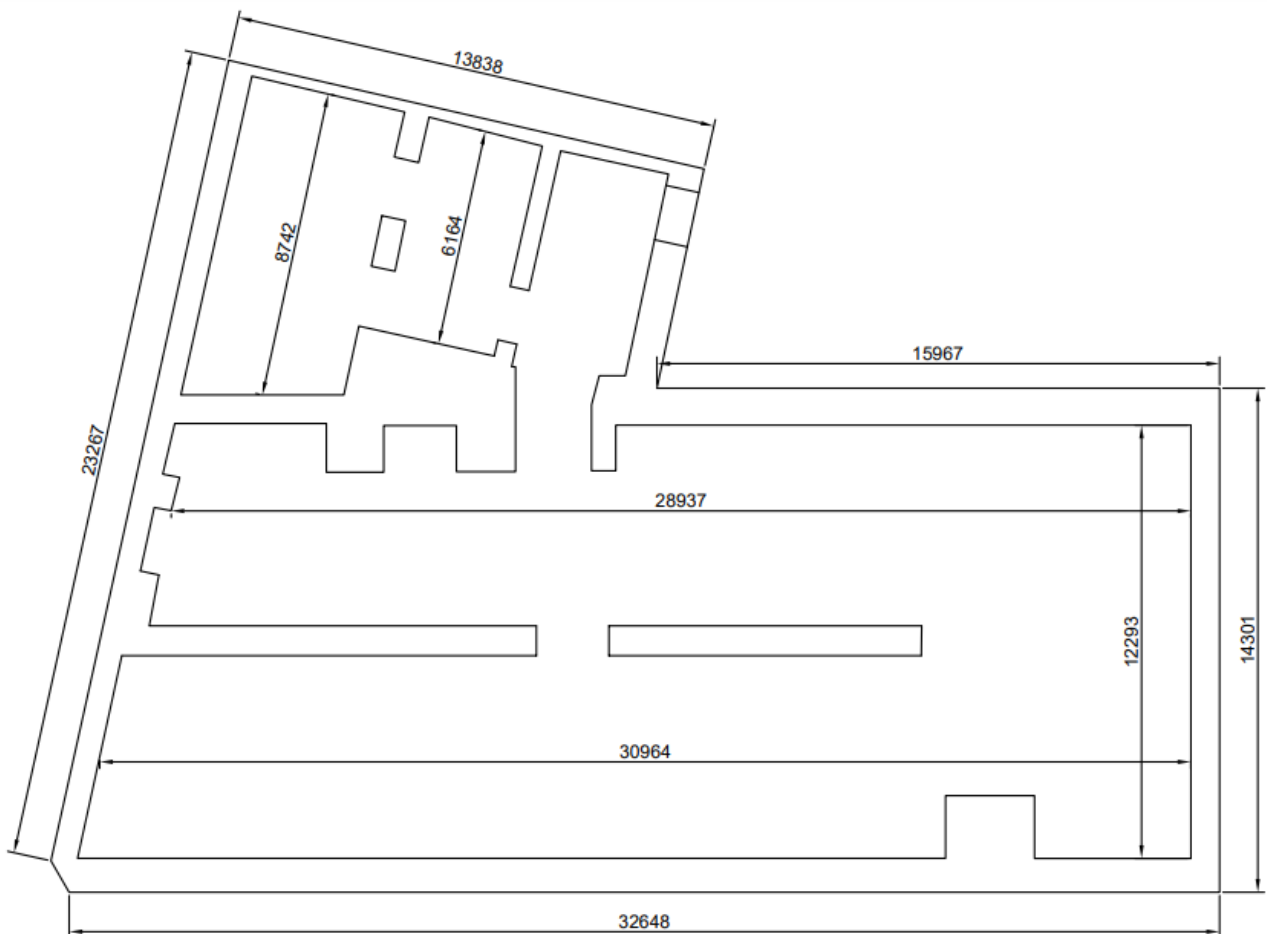
Manufacturer	VOLVO					
Model		TAD531GE	TAD532GE	TAD731GE	TAD732GE	TAD733GE
Gross Engine Power	kWm	102	129	153	183	201
Cylinder Arrangement		4L	4L	6L	6L	6L
Displacement	lt	4,76	4,76	7,15	7,15	7,15
Bore x Stroke	mm	108x130	108x130	108x130	108x130	108x130
Compression Ratio		18,0:1	18,0:1	18,0:1	18,0:1	18,0:1
Aspiration*		TC, IC	TC, IC	TC, IC	TC, IC	TC, IC
Governor Type		Mechanical	Elektronik	Mechanical	Electronic	Electronic
Starting Voltage	VDC	12	12	12	24	24
Lubricating Oil Capacity	lt	13	13	20	34	34
Total Coolant Capacity	lt	19,7	20,2	23,8	37,1	37,1

14. ábra: Volvo ALMVL dízel aggregátor sorozat adattáblája

## 4. Épületgépészeti rendszerek tervezése, méretezése

### 4.1. Épület rövid leírása

A tervezett objektum egy Duna-Tisza közti városban helyezkedik el, ahol a tervezett pince jelenleg kihasználatlan. Az épület föld feletti része irodaként működik, beépített, szigetelt. A pince földem beton, pillérekkel támasztva, a tervezett tartózkodó helyiségekben kisméretű tömör téglából épített boltívvvel rendelkeznek, korábban borospinceként használták. Átlagos hasznos belmagassága 3 méter, hasznosítható belső területe 428,93 m<sup>2</sup>.

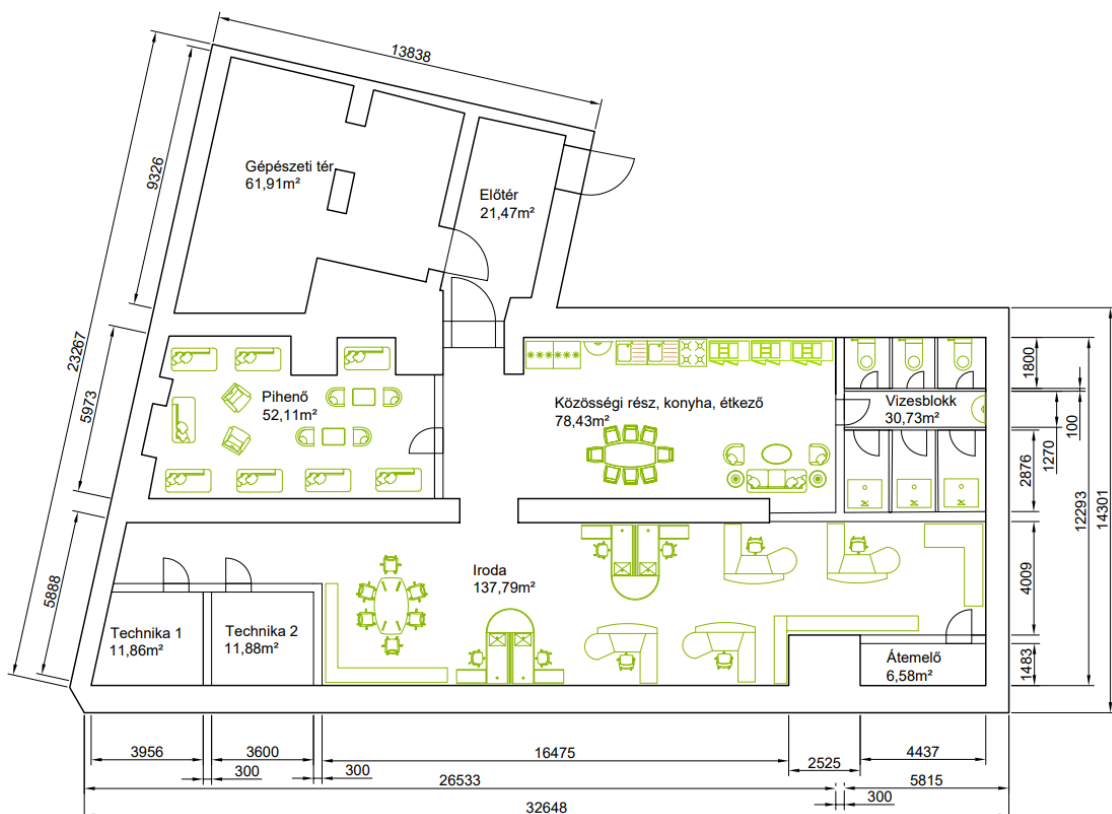


15. ábra: Alaprajz üresen, méretekkel

A határoló falak vasbetonból készültek, vastagságuk átlagosan 80 cm, kívülről 5 cm hőszigeteléssel ellátva. A padozat jelenleg döngölt föld padló, ami a csatorna hálózat kialakításához ideális, az építés során a padlóba hőszigetelés kerül, majd felcsiszolt látszóbeton felületet kap. A padló a földfelszínhez képest 3,5 m mélyen helyezkedik el. A vizesblokk és a konyha-étkező higiéniai megfontolásból csempeburkolattal lesz ellátva. Védelmi szempontból az épületgépészeti rendszerek védett téren kívülre vezető ágait

(légtechnika friss levegő beszívás és használt levegő kidobás) álcázottan szükséges vezetni, kialakításuk vandálbiztos kell legyen, ezért a védett térből kilépve, épített betonkürtőben a tetőszintig kell ezeket felvezetni. A tetőszint felett a kürtőbe beépíthető a léglökés és szívóhatás ellen védő szelep, mely így egyszerre látja el a bemászás elleni védelmet is. A légtechnika hermetikusan záró szelepeit a védett térben kell elhelyezni úgy, hogy a lezárt szelep nagyjából a fal síkjában helyezkedjen el, így ha sérülés éri a kürtőben a légvezeték, az óvóhely továbbra is üzemképes maradhat, a rendszerbe építendő regeneráló és szén-dioxid elnyelő berendezés segítségével.

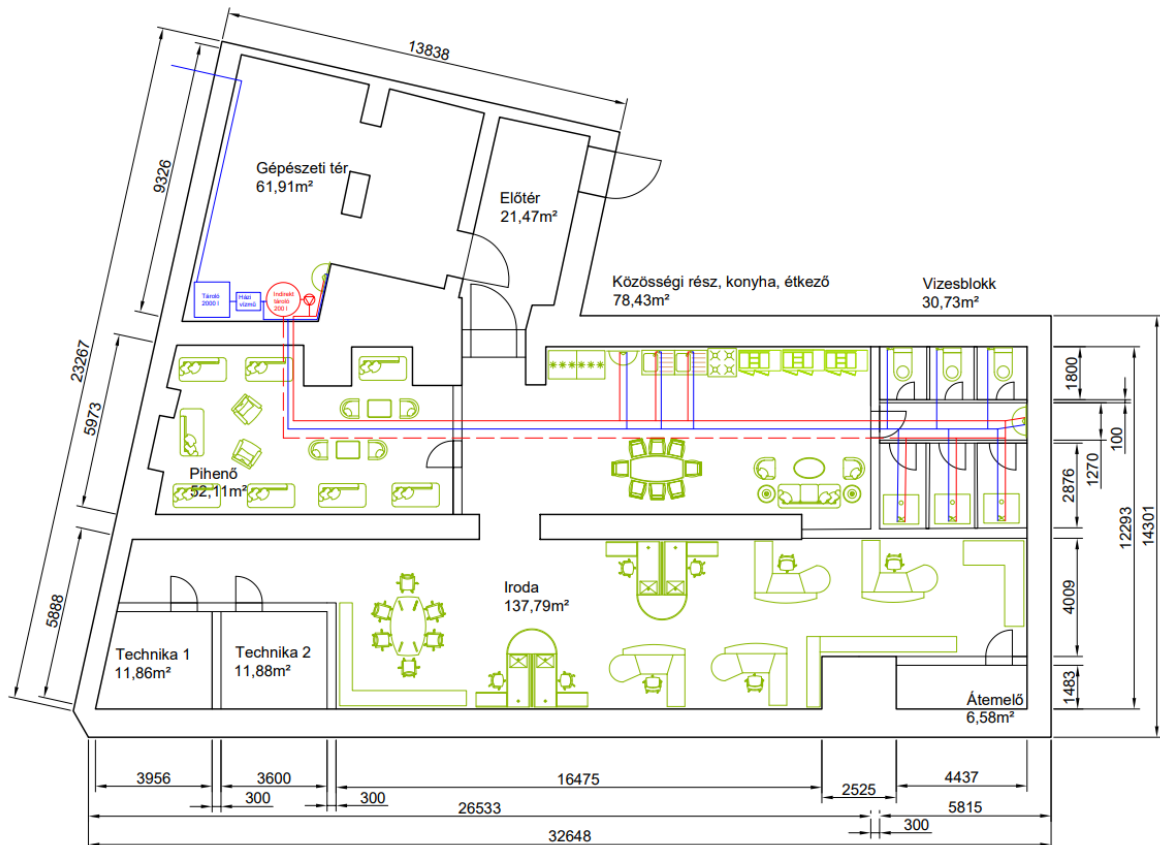
Terv szerint az elkészült objektumban egyszerre 12 fő tartózkodik, akik váltott műszakban látják el a feladatukat, ezért a létesítmény tereinek megfelelő funkciók szerinti felosztása kritikus fontosságú. Védett térben kell biztosítani a munkavégzéshez szükséges irodai környezetet, az étkezéshez és rövid szünetekhez szükséges társalgó helyiséget, szociális helyiségeket valamint egy pihenő szobát, aminek a falát hangszigeteléssel is el kell látni a bent tartózkodók nyugodt pihenésének érdekében. A humán jellegű igényeken kívül biztosítani kell két darab technikai helyiséget speciális feltételekkel számítástechnikai berendezések számára, amiknek fokozott hűtést kell biztosítani minden időszakban. Szintén védett téren belül szükséges elhelyezni az épületgépészeti rendszerek java részét, hiszen ezeknek teljes elzárkózásnál is funkciójuk van.



16. ábra: Alaprajz a tervezett helyiségekkel, méretekkel, funkciókkal

Komfort szempontból a létesítmény elsősorban technikai jellegű, így a személyi igények másodrendűek a technológiai igényekkel szemben. Mindazonáltal meg kell próbálni a lehetőségek szerinti legkomfortosabb kialakítást irodai funkciókra azokban a terekben, amik ezt lehetővé teszik. A létesítmény irodai és közösségi tereiben a szükséges hőmérséklet 20-24 °C, a pihenőben ez lehet magasabb, viszont a technikai helyiségekben folyamatosan biztosítani kell a 18 °C körüli hőmérsékletet. A személyi komfort érdekében kiegészítő hűtési és fűtési rendszert kell kialakítani négycsöves fan-coil hálózattal, ami szükség esetén lokálisan temperálni tudja a levegőt hűvösebb vagy melegebb irányba.

Vízellátási szempontból fontos, hogy az létesítmény bizonyos ideig működőképes legyen akkor is, ha a városi vízellátás megszűnik, ezért egy 2000 literes tartály kerül a rendszer kezdőpontjára. Biztonsági okokból az épületbe belépés előtt, a faltól legalább 20 cm-re a hálózati víz csőanyagát műanyagra kell váltani, majd belépés után a fal belső oldalától 10 cm-re vissza lehet váltani fémes csőanyagra. A városi vízellátás megszűnése esetén házi vízmű biztosítja a hálózatban a szükséges víznyomást. A melegvíz ellátását hibrid rendszer látja el, védett téren kívülre helyezett hőszivattyúval és kondenzációs gázkazánnal, melyek felfűtik a már védett térben lévő indirekt HMV tárolót, valamint ellátják a fan-coilok hőcserélőit meleg vízzel.



17. ábra: Tervezett objektum használati vízellátása

Szennyvízelvezetés szempontjából különleges helyzetű az épület, mivel a padló szintje -3,5 méteren van, így a csatorna gerinc jóval a közmű magassága alá fog esni. A magasságkülönbség kiküszöbölésére kompakt átemelő szivattyú kerül beépítésre. Védelmi okokból a nyomóágat KPE csőből szükséges kialakítani, a szivattyú és az objektum védelme miatt pedig közvetlenül a szivattyú után, valamint a létesítmény falának átlépéséhez visszacsapó szelepek beépítése szükséges. A nyomóágra biztonsági szempontból egy rohamszivattyú csatlakozási ágat kell kialakítani.

## 4.2. Légtechnika

### 4.2.1. Objektum adatai

Alapterület: 428,93 m<sup>2</sup>

Belmagasság: 3 m

Térfogat: 1286,79 m<sup>3</sup>

Benn tartózkodó személyek száma: 12 fő

MSZ CR 1752:2000 szabvány alapján az alábbi adatok állapíthatók meg:

2. táblázat: Nagyterű iroda tervezési kritériumai

Épület/tér típusa	Aktivitási szint met	Bentartózkodók száma fő/m <sup>2</sup>	Kategória	Operatív hőmérséklet °C		Átlagos levegősebesség m/s		Hangnyomás-szint dB(A)	Szellőző levegő 1/s·m <sup>2</sup>	Szellőző levegő pótlék dohányzás esetén 1/s·m <sup>2</sup>
				Nyári (hűtés)	Téli (fűtés)	Nyári (hűtés)	Téli (fűtés)			
				Nagyterű iroda	1,2	0,07	A	24,5±1,0	22,0±1,0	0,18
			B	24,5±1,5	22,0±2,0	0,22	0,18	40	1,2	0,5
			C	24,5±2,5	22,0±3,0	0,25	0,21	45	0,7	0,3

A létesítmény szellőzését „B” kategóriájú nagyterű iroda kritériumai szerint fogom méretezni. Belső méretezési hőmérséklet nyáron 26 °C, télen 20°C. A hőveszteségek számításához szükség van a határoló szerkezetek hőátbocsátási tényezőire. Számítása az alábbiak szerint történik:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_k} + \sum \frac{d_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_b}} \left[ \frac{W}{m^2 K} \right]$$

ahol:

$\alpha_k$  külső oldali hőátadási tényező [W/m<sup>2</sup>K]

$\alpha_b$  belső oldali hőátadási tényező [W/m<sup>2</sup>K]

$d_i$  réteg vastagsága [m]

$\lambda_i$  réteg hővezetési tényezője [W/mK]

A külső falak hőátbocsátási tényezője így alakul, ha 5 cm ásványgyapot szigeteléssel, 80 cm vasbetonnal és 1 cm mészköveléssel számolok:

$$U_{Falazat} = \frac{1}{\frac{1}{24} + \frac{0,05}{0,042} + \frac{0,8}{1,55} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{1}{8}} = 0,5303 \frac{W}{m^2 K}$$

3. táblázat: Határoló szerkezetek hőátbocsátása

Külső falak hőátbocsátási tényezője		
Hőátbocsátási tényező	U [W/m <sup>2</sup> K]	0,53
Fal felülete	A <sub>fal</sub> [m <sup>2</sup> ]	300,291
Nyílászárók és üvegezett felületek hőátbocsátási tényezője		
Hőátbocsátási tényező	U [W/m <sup>2</sup> K]	3
Nyílászárók felülete	A <sub>üveg</sub> [m <sup>2</sup> ]	0
Födém szerkezet hőátbocsátási tényezője		
Hőátbocsátási tényező	U [W/m <sup>2</sup> K]	0,72
Födém felülete	A <sub>födém</sub> [m <sup>2</sup> ]	428,93
Padló vonalmenti hővesztesége		
Hőátadási ellenállás	R [m <sup>2</sup> K/W]	0,6
Határoló falak hossza	L [m]	100,097

#### 4.2.2. Hőterhelések, hőszükséglet meghatározása

A transzmissziós hőveszteség meghatározásához az alábbi képletre van szükségem:

$$Q_{tr} = A \cdot u \cdot \Delta t \text{ [W, kW]}$$

ahol:

A szerkezet felülete [m<sup>2</sup>]

u hőátbocsátási tényező [ $\frac{W}{m^2K}$ ]

$\Delta t$  hőmérséklet különbség [K]

A létesítmény esetében a transzmissziós hőmérsékletben számolt hőmérséklet különbség speciálisan számítandó, hiszen a határoló falak a felszín alatt vannak, így szükségem van az átlagos talajhőmérsékletek ismeretére.

4. táblázat: A talajhőmérséklet átlagos középértékei

cm	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Év
10	-0,1	0,2	4,4	11,1	16,9	20,7	22,8	21,9	17,8	10,9	5,3	1,5	11,1
20	0,4	0,3	4,0	10,5	16,1	19,9	22,1	21,6	17,9	11,5	6,0	2,2	11,0
50	2,4	1,6	3,8	9,4	14,4	18,2	20,5	20,6	18,1	12,8	8,1	4,4	11,2
100	5,1	4,0	4,4	7,7	11,8	15,4	17,8	18,7	17,8	14,3	10,6	7,3	11,4
200	8,5	7,3	6,6	7,4	9,5	12,0	14,1	15,6	16,1	15,1	13,1	11,0	11,4
300	10,5	9,2	8,2	8,0	8,9	10,4	12,0	13,3	14,3	14,3	13,4	12,0	11,2
400	11,7	10,7	9,9	9,3	9,3	9,9	10,8	11,8	12,6	13,1	13,1	12,6	11,3



Az objektum belső falának középmagassága 2 méter mélyen van, így a táblázatból ennek a sornak az értékeit veszem figyelembe. A két szélsőérték 5°C és 16°C fok, ezeket fogom figyelembe venni a hőmérsékletkülönbség számításakor.

Téli transzmissziós hőveszteség:

$$\begin{aligned} \dot{Q}_{tr} &= (0,53 \cdot 300,291 \cdot 15) + (3 \cdot 0 \cdot 15) + (0,72 \cdot 428,93 \cdot 15) + \left(\frac{1}{0,6} \cdot 100,097 \cdot 15\right) \\ &= 9522,1825 \text{ W} \end{aligned}$$

Nyári transzmissziós hőveszteség:

$$\begin{aligned} \dot{Q}_{tr} &= (0,53 \cdot 300,291 \cdot 10) + (3 \cdot 0 \cdot 10) + (0,72 \cdot 428,93 \cdot 10) + \left(\frac{1}{0,6} \cdot 100,097 \cdot 10\right) \\ &= 6348,1216 \text{ W} \end{aligned}$$

Világítás (helyi megvilágítás, 10 W/m<sup>2</sup>):

$$\dot{Q}_v = 429 \cdot 10 = 4290 \text{ W}$$

Emberi hőleadás (személyenként 116 W, ülő munka):

$$\dot{Q}_e = 12 \cdot 116 = 1392 \text{ W}$$

Számítógépek (200 W/db):

$$\dot{Q}_t = 24 \cdot 200 = 4800 \text{ W}$$

A létesítmény hőszükséglete nyáron és télen (a transzmissziós hőveszteség mindkét esetben negatív, mert minden évszakban hidegebb van a határoló falak külső oldalán):

$$\dot{Q}_{\text{ö,tél}} = -\dot{Q}_{tr} + \dot{Q}_v + \dot{Q}_e + \dot{Q}_t = -9,522 + 4,29 + 1,39 + 4,8 = 0,958 \text{ kW}$$

$$\dot{Q}_{\text{ö,nyár}} = -\dot{Q}_{tr} + \dot{Q}_v + \dot{Q}_e + \dot{Q}_t = -6,348 + 4,29 + 1,39 + 4,8 = 4,132 \text{ kW}$$

#### 4.2.3. Friss levegő igény meghatározása

Háromféleképpen lehet meghatározni a friss levegő igényt, a három közül a legnagyobb érték kerül kiválasztásra.

1. A helyiségek alapterülete alapján:

A 2. táblázatban megadott 1,2 l/s·m<sup>2</sup>-rel számolva.

$$\dot{V}_{friss} = 1,2 \frac{\text{l}}{\text{s} \cdot \text{m}^2} \cdot 428,93 \text{ m}^2 = 514,716 \frac{\text{l}}{\text{s}} = 1852,9776 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

2. A helyiségben tartózkodó létszám alapján:

Az MSZ CR 1752:2000 szerint „B” kategória esetén 7 l/s·fő.

$$\dot{V}_{friss} = 7 \frac{\text{l}}{\text{s} \cdot \text{fő}} \cdot 12 \text{ fő} = 84 \frac{\text{l}}{\text{s}} = 302,4 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

3. Szükséges szellőző levegő térfogatáram a komfortérzet alapján:

- a. A helyiségben tartózkodók számának meghatározása és az emberek által kibocsátott szennyezés meghatározása:

Az MSZ CR 1752:2000 szabványban található 6.4.1/1 táblázatból kiválasztom a nem dohányzó helyiségben, nyugalmi állapotban ülő emberek személyenkénti szennyezőanyag-kibocsátását (aktivitás: 1-1,2 met).

Forráserősség: 1 olf/fő

CO<sub>2</sub>: 19 l/h/fő

Nedvesség: 50 g/h/fő

1 olf a szennyezőanyag forráserőssége egy átlagos embernek ülő helyzetben, nyugalmi fizikai állapotban, kellemes termikus hőegyensúlyt biztosító környezetben, átlagos tisztálkodási feltételek (0,7 fürdés naponta) esetén.

$$G_{emberi} = 1 \frac{olf}{fő} \cdot 12 fő = 12 olf$$

- b. Az épület által kibocsátott szennyezőanyagok forráserősségének meghatározása:

Az MSZ CR 1752:2000 szabványban található 6.5/1 táblázatból kiválasztom a szennyezőanyag kibocsátását.

Új épületben, alacsony szennyezettségűnél: 0,2 olf/m<sup>2</sup> padló

$$G_{épület} = 0,2 \frac{olf}{m^2} \cdot 428,93 m^2 = 85,786 olf$$

- c. Teljes forráserősség a helyiségben:

Az a és b pont összege:

$$G_{összes} = G_{emberi} + G_{épület} = 12 + 85,786 = 97,786 olf$$

- d. Megkövetelt levegő minőség:

Táblázatból a „B” kategóriás helyiség követelményei:

5. táblázat: Levegő minőség követelmények az MSZ CR 1752:2000 szabványban

Kategória	Észlelt levegő minőség		Minimális szellőzés mértéke l/s·olf
	Százalék %	dp	
A	15	1,0	10
B	20	1,4	7
C	30	2,5	4

Elégedetlenség: 20 %

Érzékelhető levegőminőség: 1,4 dp

Szükséges szellőzés: 7 l/s·olf

Az érzékelhető levegőminőség mértékegysége a decipol. 1 decipol a levegő minősége tökéletes keveredés esetén a komforttérben, ha 1 olf a szennyezőanyag forrásereősége és a szellőző levegő térfogatárama 10 l/sec, azaz 36 m<sup>3</sup>/h.

e. Külső levegő minőség meghatározása:

Az MSZ CR 1752:2000 szabványban található 6.6/1 táblázatból kiválasztom a külső levegő szennyezettségi adatait.

Városi, jó levegő esetén:

Érzékelt levegő minőség: <0,1 dp

CO<sub>2</sub>: 700 mg/m<sup>3</sup>

CO: 1-2 mg/m<sup>3</sup>

NO<sub>2</sub>: 5-20 µg/m<sup>3</sup>

SO<sub>2</sub>: 5-20 µg/m<sup>3</sup>

Porszemcsék: 40-70 µg/m<sup>3</sup>

f. Szellőzés hatásossága:

Az MSZ CR 1752:2000 szabvány 70. oldala alapján meghatározom a szellőzés hatásosságát. A hatásosság függ a befűtés és elszívás helyétől illetve a belső léghőmérséklet és a befűjt levegő hőmérsékletétől (felső befűtést és felső elszívást feltételezve):

$\varepsilon = 1$ , mert  $t_{\text{szellőző}} < t_{\text{belső}}$  (a szellőzés hatásosságát ellenőrizni kell a kiválasztott légvezetési rendszer alapján)

g. A szükséges frisslevegő mennyisége:

$$V_{friss} \dot{=} 10 \cdot \frac{G_{összes}}{c_{belső} - c_{külső}} \cdot \frac{1}{\varepsilon}$$

$$V_{friss} \dot{=} 10 \cdot \frac{97,786}{1,4 - 0,1} \cdot \frac{1}{1} = 752 \frac{l}{s} = \mathbf{2707,92 \frac{m^3}{h}}$$

A komfortérzet alapján végzett számítás eredménye lett a legnagyobb, így a továbbiakban ezzel a kapott értékkel fogok számolni.

#### 4.2.4. Szellőző levegő térfogatáramának meghatározása

A létesítmény hőnyeresége télen:

$$Q_{\dot{o},tél} = -\dot{Q}_{tr} + \dot{Q}_v + \dot{Q}_e + \dot{Q}_t = -9,522 + 4,29 + 1,39 + 4,8 = 0,958 \text{ kW}$$

A létesítmény hőnyeresége nyáron:

$$Q_{\dot{o},nyár} = -\dot{Q}_{tr} + \dot{Q}_v + \dot{Q}_e + \dot{Q}_t = -6,348 + 4,29 + 1,39 + 4,8 = 4,132 \text{ kW}$$

Nedvességterhelés méretezési állapotban:

Az MSZ CR 1752:2000 szabványban található 6.4.1/1 táblázat szerint a nem dohányzó helyiségben, nyugalmi állapotban ülő emberek személyenkénti nedvességterhelése 50 g/h/fő.

$$\Sigma \dot{m}_v = 50 \cdot 12 = 600 \frac{g}{h} = 0,6 \frac{kg}{h} = 1,667 \cdot 10^{-4} \frac{kg}{s}$$

#### 4.2.5. Irányjelzők meghatározása

Nyári üzemállapotra vonatkozó irányjelző meghatározása:

$$\left( \frac{\Delta h}{\Delta x} \right)_{nyári \text{ üzem}} = \left( \frac{\Delta \dot{Q}}{\Delta \dot{m}_v} \right)_{nyári \text{ üzem}} = \frac{4,132}{1,667 \cdot 10^{-4}} = 24787,0426 \text{ kJ/kg}$$

A légtechnikai rendszer felső befűtésével és felső elszívásával számolva, a h-x diagramról az alábbi értékek állapíthatók meg:

Szellőző levegő hőmérséklete:	20 °C
Belső levegő hőmérséklete:	24 °C
Távozó levegő hőmérséklete:	25 °C
Belső levegő relatív páratartalma:	50 %
Szellőző levegő entalpiája:	39 kJ/kg
Belső levegő entalpiája:	47 kJ/kg
Távozó levegő entalpiája:	50 kJ/kg

A hőmérsékletkülönbséget tapasztalati alapon vettem fel.

A szükséges szellőző térfogatáram nyári állapotra:

$$\dot{V}_{sz,nyár} = \frac{\Sigma \dot{Q}}{\Delta h \cdot \rho_{sz}} = \frac{4,132}{(50 - 38) \cdot 1,19} = 0,2894 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 1041,6807 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

A számított szellőző térfogatáram értéket összehasonlítom a friss levegő igénnyel:

$$\dot{V}_{sz} = 1041,6807 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} < \dot{V}_{friss} = 2707,92 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

A szükséges szellőző levegő térfogatárama kevesebb, mint a friss levegő igény, így továbbra is a friss levegő igény a mérvadó.

A helyiség légcsereszámja:

$$n = \frac{\dot{V}_{sz}}{V_H} = \frac{1041,6807}{1286,79} = 0,8095 \frac{1}{h}$$

Téli üzemállapotra vonatkozó irányjelző meghatározása:

$$\left(\frac{\Delta h}{\Delta x}\right)_{téli \text{ üzem}} = \left(\frac{\Delta \dot{Q}}{\Delta \dot{m}_v}\right)_{téli \text{ üzem}} = \frac{0,958}{1,667 \cdot 10^{-4}} = 5746,8506 \text{ kJ/kg}$$

A légtechnikai rendszer felső befűtésével és felső elszívásával számolva, a h-x diagramról az alábbi értékek állapíthatók meg:

Szellőző levegő hőmérséklete:	24 °C
Belső levegő hőmérséklete:	20 °C
Távozó levegő hőmérséklete:	16 °C
Belső levegő relatív páratartalma:	50 %
Szellőző levegő entalpiája:	48 kJ/kg
Belső levegő entalpiája:	39 kJ/kg
Távozó levegő entalpiája:	31 kJ/kg

A hőmérsékletkülönbséget tapasztalati alapon vettem fel.

A szükséges szellőző térfogatáram nyári állapotra:

$$\dot{V}_{sz,tél} = \frac{\Sigma \dot{Q}}{\Delta h \cdot \rho_{sz}} = \frac{0,958}{(31 - 48) \cdot 1,19} = 0,0474 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 170,4795 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

A számított szellőző térfogatáram értéket összehasonlítom a friss levegő igénnyel:

$$\dot{V}_{sz} = 170,4795 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} < \dot{V}_{friss} = 2707,92 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

A szükséges szellőző levegő térfogatárama kevesebb, mint a friss levegő igény, így a kapott érték helyett továbbra is a frisslevegő igény a mérvadó, ezzel az adattal számolok tovább.

A helyiség légcsereszám:

$$n = \frac{\dot{V}_{sz}}{V_H} = \frac{2707,92}{1286,79} = 2,1 \frac{1}{\text{h}}$$

Biztonsági szempontból a légcsereszámot 3-ra növelem, így változik a szellőző levegő mennyisége is. A továbbiakban számolt szellőző levegő mennyiség:  $\dot{V}_{sz} = 3860,37 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$

#### 4.2.6. Légvezetési rendszer meghatározása

A létesítményre vonatkozó Archimedesi szám meghatározása:

$$Ar_L = g \cdot \frac{1}{T_1 \cdot \rho \cdot c_{pkev}} \cdot \left( \frac{\dot{q}}{H^2} \right) \cdot \left( \frac{1}{n^3} \right)$$

ahol:

- $g$  gravitációs gyorsulás (= 9,81 m/s<sup>2</sup>)
- $T_1$  szellőző levegő hőmérséklete (nyáron 293 K, télen 297 K)
- $\rho$  levegő sűrűsége (= 1,19 kg/m<sup>3</sup> 20 °C-on)
- $H$  a létesítmény magassága (=3 m)
- $n$  légcsereszám (=9,1583 1/s)

Fajlagos hőáram számítása:

$$\dot{q}_{nyár} = \frac{\Sigma \dot{Q}}{\Sigma A} = \frac{4132}{428,93} = 9,6333 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

$$\dot{q}_{tél} = \frac{\Sigma \dot{Q}}{\Sigma A} = \frac{958}{428,93} = 2,2335 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

Közepes izobár fajhő ( $c_{pkev}$ ) számítása:

$$c_{pkev} = c_{p.nyár} + c_{pvg} \cdot x$$

$$c_{pkev} = 1,0132 + 1,86 \cdot 0,009 = 1,029 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}} = 1030 \frac{\text{J}}{\text{kgK}}$$

Archimedesi szám nyári esetben:

$$Ar_L = g \cdot \frac{1}{T_1 \cdot \rho \cdot c_{pkev}} \cdot \left(\frac{\dot{q}}{H^2}\right) \cdot \left(\frac{1}{n^3}\right)$$

$$Ar_L = 9,81 \cdot \frac{1}{293 \cdot 1,19 \cdot 1030} \cdot \left(\frac{9,6333}{3^2}\right) \cdot \left(\frac{1}{\left(\frac{3,297}{3600}\right)^3}\right) = 38062,77412$$

Archimedesi szám téli esetben:

$$Ar_L = g \cdot \frac{1}{T_1 \cdot \rho \cdot c_{pkev}} \cdot \left(\frac{\dot{q}}{H^2}\right) \cdot \left(\frac{1}{n^3}\right)$$

$$Ar_L = 9,81 \cdot \frac{1}{297 \cdot 1,19 \cdot 1030} \cdot \left(\frac{2,2335}{3^2}\right) \cdot \left(\frac{1}{\left(\frac{3,297}{3600}\right)^3}\right) = 8824,9308$$

Az Archimedesi számok alapján diffúz légvezetési rendszert választok. „A légsugár bevezetése a tartózkodási zóna felett, erősen induktív módon történik. Mivel a légsugarak felülete nagy, az indukció is nagy, a befűvési hőmérsékletkülönbség és kezdeti sebesség gyorsan leépül, a tartózkodási zónában egyenletes, diffúz légáramlás alakul ki. A tartózkodási zónában a levegőmozgás intenzitása egyenletes.” (Marcsó Sándor, 2010, 24.o.).

#### 4.2.7. Befűvők és elszívók kiválasztása

A választott diffúz légvezetési rendszert mennyezeti résbefűvőkkel alakítom ki. A számított szellőző térfogatáram összesen tehát:

$$\dot{V}_{sz} = 3860,37 \frac{m^3}{h}$$

A tervek alapján 15 db befűvő és 15 darab elszívó kerül beépítésre. A teljes szellőző térfogat leosztva:

$$\dot{V}_{sz1be} = 257,358 \frac{m^3}{h}; \quad \dot{V}_{sz1el} = 257,358 \frac{m^3}{h}$$

Az adatok alapján a résbefűvókat a Lindab online termékméretezőjével választottam ki (<https://www.lindqst.com/default.aspx>). A teljes adattáblákat 5. és 6. melléklet tartalmazza.

4. melléklet részlet: Befűvó adattábla

## Résbefűvók

LTDP



Műszaki adatok

### Követelmények:

Légmennyiség	qv	257,4	m <sup>3</sup> /h
Helyiség csillapítás	Dr	4	dB
Távolság az álmennyezettől		0	m
Beállított nyomás	Δp	0	Pa
Helyiség hőmérséklet	tr		°C
Primer levegő hőmérséklete	tai		°C

### Results

Össz teljesítmény	P	W
Bruttó légsebesség	v	2,8 m/s
Teljes nyomásesés	Δpt	14 Pa
Hangteljesítmény	LwA	31 dB(A)
Hangnyomásszint	LpA	27 dB(A)
Vetőtávolság	L0.2	1,6 m

5. melléklet részlet: Elszívó adattábla

## Résbefűvók

LTDF



Műszaki adatok

### Követelmények:

Légmennyiség	qv	257,4	m <sup>3</sup> /h
Helyiség csillapítás	Dr	4	dB
Távolság az álmennyezettől		0	m
Beállított nyomás	Δp	0	Pa

### Results

Teljes nyomásesés	Δpt	25 Pa
Hangteljesítmény	LwA	35 dB(A)
Hangnyomásszint	LpA	31 dB(A)

Hz	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	Sum	Sum
Lw	41	38	37	32	28	25	20	16		
ΔL	14	8	7	6	5	4	5	7		

### 4.2.8. Légcsatorna hidraulikai méretezése

A légszatórna kialakításához spirálkorcolt rozsdamentes acélszövet választok. A szükséges csőátmérők kiszámításához a kontinuitás tételt alkalmazom.

$$Q = A \cdot v = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot v$$

ahol:

$Q$  szállítandó légmennyiség [m<sup>3</sup>/s]

$A$  áramlási keresztmetszet [m<sup>2</sup>]

$d$  körszelvény átmérője [m]

$v$  áramlási sebesség [m/s]



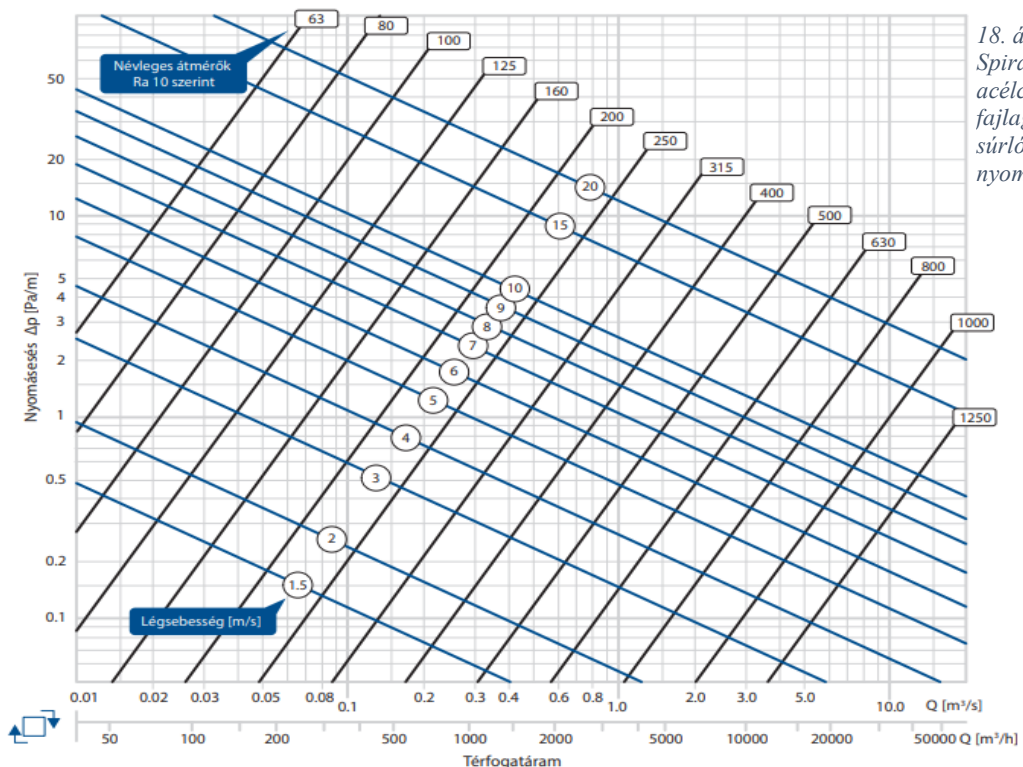
Az összefüggésből átrendezéssel megkapjuk az átmérőt:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v}}$$

A kapott átmérőhöz kiválasztom az eggyel nagyobb szabványos átmérőt, amivel a megváltozott áramlási sebesség számítható.

$$v = \frac{4 \cdot Q}{d^2 \cdot \pi}$$

A választott csőhöz tartozó nomogramból megállapítható az egyes csőátmérőkhöz tartozó fajlagos súrlódási nyomásvesztés:



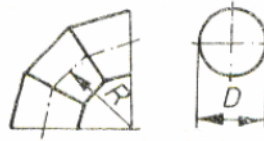
18. ábra: Spirálkorcolt acélcső fajlagos súrlódási nyomásvesztése

A leolvasott értéket a tervről leolvasott csőhosszokkal megszorozva megkapom az adott szakasz súrlódási veszteségét. Ezután az alaki ellenállásokat 90° és szűkítő idomok esetén táblázatból keresem ki. A táblázatos adatok segítségével az alaki nyomásvesztés az alábbi összefüggéssel számítható ki:

$$\Delta p_a = \zeta \cdot \frac{\rho}{2} \cdot v^2$$

Az alaki ellenállásokat az alábbi táblázatokból keresem ki:

6. táblázat: Kör keresztmetszetű szeletes ívdom alaki ellenállás tényezője

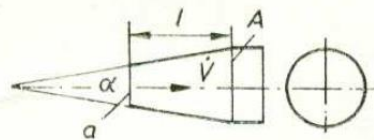


V-5/2. ábra

$$\zeta = b' \zeta_2.$$

$R/D$	0,5	0,75	1,0	1,5	2,0
3 szegmensű, $\zeta_2$	1,3	0,8	0,5	0,3	0,25
5 szegmensű, $\zeta_2$	1,1	0,6	0,4	0,25	0,2

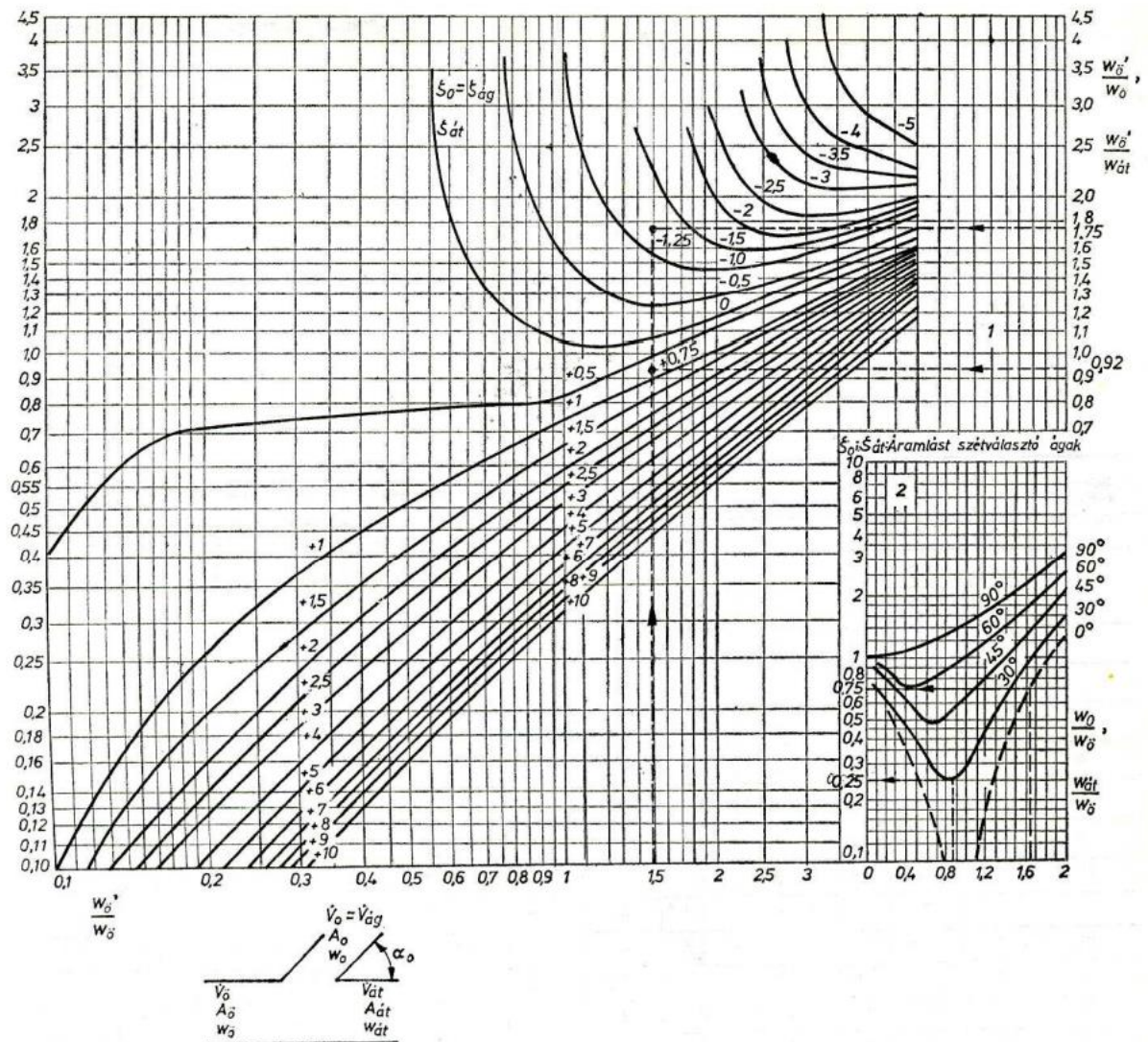
7. táblázat: Kör keresztmetszetű diffúzor alaki ellenállás tényezője



V-5/34. ábra

$A/a$	$\alpha^\circ$					
	10	15	20	25	30	45
1,25	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06
1,50	0,02	0,03	0,05	0,08	0,11	0,13
1,75	0,03	0,05	0,07	0,11	0,15	0,20
2,0	0,04	0,06	0,10	0,15	0,21	0,27
2,25	0,05	0,08	0,13	0,19	0,27	0,34
2,5	0,06	0,10	0,15	0,23	0,32	0,40

A T elágazások alaki ellenállásának számításához az alábbi diagramot használom:



19. ábra: Elágazások alaki ellenállás tényezője

Az elágazások számításához az alábbi összefüggés használható:

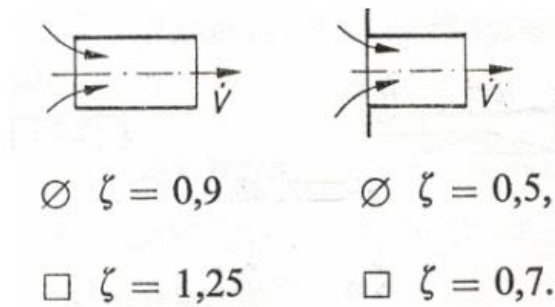
$$v'_{\ddot{o}} = \frac{Q_0}{Q_{\ddot{o}}} v_0 \cdot \cos \alpha + \frac{Q_{\text{at}}}{Q_{\ddot{o}}} \cdot v_{\text{at}} = \frac{Q_{\text{at}}}{Q_{\ddot{o}}} \cdot v_{\text{at}}$$

$$\cos 90^\circ = 0$$

Áramlást szétválasztó elágazás esetén:

$$\frac{v_0}{v_{\ddot{o}}}$$

A légtechnikai rendszerbe belépés pontjának alaki ellenállás tényezője:



20. ábra: Légcsatorna végén történő belépés alaki ellenállás tényezője

A számításokat a könnyebb átláthatóság érdekében táblázatba rendeztem:

8. táblázat: A légtechnikai csőhálózat nyomásveszteségei

Szakasz	Szállítandó légmennyiség Q [m <sup>3</sup> /h]	Áramlási sebesség v [m/s]	Számított átmérő d [mm]	Választott átmérő d [mm]	Módosított áramlási sebesség v [m/s]	Fajlagos sűrűlási nyomásveszt Spiko csőnél [Pa/m]	Csőhossz l [m]	Sűrűlási veszteség dPs [Pa]	Alaki ellenállás ζ	Alaki veszteség dPa [Pa]	Veszteség összesen dPv [Pa]
1. Bef.	3860,37	2,8	698,31	710	2,71	0,1	2,4	0,24	1,7	7,51	7,75
2. Bef.	772,07	2,8	312,29	315	2,75	0,3	11,9	3,57	3,7	16,87	20,44
3. Bef.	3088,30	2,8	624,58	710	2,17	0,1	9,1	0,91	1,5	4,24	5,15
4. Bef.	2573,58	2,8	570,16	600	2,53	0,1	43,1	4,31	5,5	21,17	25,48
Összes befúvási nyomásveszteség a csőhálózaton											58,81
1. Elsz.	3860,37	2,8	698,31	710	2,71	0,1	2,6	0,26	2,3	10,16	10,42
2. Elsz.	514,72	2,8	254,99	315	1,83	0,2	7,8	1,56	1,5	3,04	4,60
3. Elsz.	3345,65	2,8	650,09	710	2,35	0,1	16,5	1,65	1,5	4,98	6,63
4. Elsz.	2573,58	2,8	570,16	600	2,53	0,1	38,8	3,88	3,5	13,47	17,35
Összes elszívási nyomásveszteség a csőhálózaton											38,99

A végeredmények csak a csőhálózatra vonatkozó nyomásveszteségeket jelölik, a teljes nyomásesés számításához ehhez még hozzáadom az anemosztátokon keletkező nyomásesést. Befúvás esetén az anemosztátok nyomásvesztesége 14 Pa darabonként, elszívásnál pedig 25 Pa. Ezek alapján tehát:

$$\Delta p_{be} = 15 \cdot 14 + 58,81 = 268,81 \text{ Pa}$$

$$\Delta p_{el} = 15 \cdot 25 + 38,99 = 413,99 \text{ Pa}$$

A légtechnikai hálózat tervét a 6. melléklet tartalmazza, az anemosztátok pozícionálása során szem előtt tartottam, hogy a befújt levegő ne kerüljön rövid körön elszívásra a kiegyenlítőten

szellőztetett helyiségekben, hanem azokat átöblítve távozzon. A technikai helyiségeket és az előteret kompressziós szellőzéssel, míg a vizesblokkot depressziós szellőzéssel láttam el.

#### 4.2.9. Légkezelő kiválasztása

Ahogy már a 3.1-es fejezetben is taglaltam, speciális elvárások vannak a légkezelő berendezéssel kapcsolatban. Az alapvető szellőztetési funkciókon túl, szükség van keresztáramú lemezes hővisszanyerőre, többlépcsős szűrésre, UV lámpás fertőtlenítő modulra, valamint az elzárkózás során hermetikusan záró szelepekre, és egy szén-dioxid leválasztó, regeneráló modulra. Utóbbi nem tartozik a mindennapi gépek közé, így ez nem is elérhető a gyártók prospektusaiban. További szempont, hogy az épületen gépleadó nyílás nem nyitható, minden berendezést a bejárati ajtón keresztül szükséges bejuttatni, majd a helyszínen összeállítani. Mindezt figyelembe véve, választásom a WOLF KG Top építőelemes légkezelő. *„A készülékek szerkezeti felépítése többféle új megoldást mutat, amelyek egymással tökéletes összhangban vannak. Az összedugható keretszerkezet egyben igény esetén egy darabokban történő szállítást, helyi összeszerelést is jelenthet. A készülék burkolata 50 mm-es nagy sűrűségű, nem éghető ásványgyapot (A1) hőszigetelésű panelszerkezet. A készülék belső-külső felülete horganyzott acél, vagy porszórt bevonatú vagy rozsdamentes acél. A lemezek közötti szigetelés biztonságos, hőhidmentes légoldali zárást ad és fertőzés-, nedvesség- és öregedés ellenálló. A készülék optimális méretű felépítése és az építőelemek sokoldalú felhasználhatósága maximális energia hatékonyságot és a karbantartási költségek csökkentése mellett, hosszú élettartamot biztosít, valamint megfelelnek az ErP 2018 elvárásainak. A beépített anyagok minőségi színvonala sokféle felhasználásnak megfelel. A berendezések igény esetén kielégítik az ATEX robbanásbiztos berendezéseinek elvárásait is. A készülék belső felületén nem tapadhat meg egészségre ártalmas kórokozó baktérium.”* (forrás: <https://wolf-hu.eu/termek/kg-top-atex/>). A gyártó termékpalettájáról a számítások alapján megszabott igényeknek megfelelő gépet állítanak össze, melyet a helyszínen tudnak szerelni az építőelemes gyártmánynak köszönhetően. A géppel szembeni elvárás, hogy a számítások alapján 3861 m<sup>3</sup> légszállításra legyen képes leküzdeni a rendszer 683 Pa-os nyomásesését, mindezt 30%-os biztonsági tartalékkal, és fokozatmentes szabályzást lehetővé tevő ventilátorokkal tegye.



### 4.3. Vízellátás, szennyvízelvezetés

A tervezett vízbekötés már létező vízmérőhelyről érkezik. A tervezett épületen kívüli nyomvonalon előfordulhat közmű felé tartó csatornavezeték. Amennyiben a feltárás során csatornavezeték keresztezés merül fel, úgy a vízvezeték a csatornavezeték felett min 20 cm-rel, két dimenzióval nagyobb védőcsőben szükséges elvezetni. A vízmérőhelyen a vezeték 1,5 m mélyen helyezkedik el, így a létesítménybe ~2 m magasan lép be. A belépés során DN25 méretű KPE cső érkezik, melyet a faltól 10 cm-re át kell váltani DN25 saválló acél csőre, a csőhálózat többi része is saválló acélból készül. A vezeték először a gépészeti térben elhelyezett 2000 literes tartályt tölti meg, majd a tartályból a víz tovább halad az indirekt tároló és a használati hidegvíz hálózat felé. A víztartály akkor lesz szükséges, ha valamilyen okból a városi vízszolgáltatás lehetetlenné válik. Ha a létesítmény a víztárolóról üzemel, úgy tisztálkodási korlátozások bevezetése szükséges annak függvényében, hogy előre láthatólag mennyi ideig kell a víznek elegendőnek lennie. Az indirekt HVMV tárolóból a melegvizet szivattyú keringteti a használati melegvíz ágon és a recirkulációs ágon keresztül. A hálózat tervezési nyomása 6 bar, együttes szilárdsági és tömörségi nyomáspróbán 9 bar próbanyomást kell elbírnia. A próbanyomásnál a helyi városi vízmű képviselőjének jelen kell lennie, a próba eredményeit dokumentálnia kell. A vezeték nyomáspróbáját az előírt, két egymást követő ciklusban kell tölteni a próbanyomás értékére, majd le kell üríteni a szabványokban megadott közbenső nyomásra. Az 1 órás vizsgálatot a próbanyomásra való harmadik feltöltést követően legalább 15 perc elteltével lehet elkezdeni. A vizsgálatra kerülő vezeték megfelelő tisztítottságát és rögzítését biztosítani kell. A kész ivóvízhálózatot üzembe helyezés előtt fertőtleníteni szükséges. Az ehhez használt klóranyagot a cső egyik végén nyomással lassan áramló, tiszta vízbe kell bejuttatni. Amint a klóros víz a vezeték másik oldalán megjelenik, azt le kell zárni, az oldatot a vezetékben kell tartani 24 óráig, majd addig öblíteni, amíg a klóros víz nem távozik.

A csőhálózat nyomvonala mennyezeti rögzítéssel készül, szabad nyomvonalon. A nyomvonalat kármentő tálcákkal kell ellátni olyan módon, hogy az esetleges folyások, csőtörések észlelhetők legyenek, a szükséges beavatkozás megtörténhessen.

A szennyvíz az épületet kompakt átemelő szivattyún keresztül hagyja el. A bekötő vezeték DN125 KPE vezeték, ami az szükséges emelés után 1,0%-os lejtéssel érkezik a befogadó közterületi vasbeton aknába. Az akna fedlapszintje 0 m, folyásfenék szintje 1,5 m.

#### 4.3.1. Vízigény és térfogatáram csúcsérték számítása

Lakó és szállás jellegű építmény átlagos, napi vízigénye MSZ-10158/1-92 szerint:

9. táblázat: Csapoló berendezések egyenértékei

Megnevezés	N	db	Szum N	q [l/s]	Csat.[mm]
Mosogató H+M	1	2	2	0,2	15
Mosdó H+M	1	3	3	0,2	15
WC	0,25	3	0,75	0,05	15
Zuhanyzó H+M	0,67	3	2,01	0,14	15

$$V_t = a \cdot f \cdot \frac{1}{1000} = 300 \cdot 12 \cdot \frac{1}{1000} = 3,6 \frac{m^3}{nap}$$

ahol:

$a$  napi vízigény személyenként [l/fő, d]

$f$  épületben lévő személyek száma

Térfogatáram csúcsérték számítása MSZ-04-132/91 szabvány szerint

A fogyasztás csúcsértékét az alábbi összefüggéssel határozom meg:

$$q_v = \alpha \cdot 0,2 \cdot \sqrt[3]{\sum N + K \cdot \sum N} = 1 \cdot 0,2 \cdot \sqrt[3]{7,85 + 0,002 \cdot 7,85} = 0,5609 \frac{l}{s} = 2,0193 \frac{m^3}{h}$$

ahol:

$q_v$  mértékadó (elméleti) vízfogyasztás [l/s]

$\alpha$  az egy főre eső napi vízfogyasztási irányérték (lakóépületeknél: 2)

$N$  berendezési tárgyak csapoló egyenértékei (7,85)

$K$  összegzett csapoló-egyenértéktől függő tényező (0,002)

$\alpha$  épület rendeltetésétől függő tényező (lakóépületeknél: 1)

A teljes hálózat szakaszokra bontását követően az egyes szakaszok vízigényei a felírt képletekkel kiszámíthatók. A vízigényből meghatározhatók az egyes szakaszok csőátmérői a következő képlettel:

$$V = Q = A \cdot v = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot v$$

A képletet átrendezve átmérőre:

$$d = \sqrt{\frac{Q \cdot 4}{\pi \cdot v}}$$

A  $v$  értéket 1,5 m/s-ra választom meg, mert ez lesz a megengedhető legnagyobb sebesség az ágvezetékekben, a szabvány szerint ez a zajjal szembeni határ. A kiszámolt átmérő értékeket a szabvány szerinti felsőbb értékre kerekítem, majd ezek segítségével az egyes csőszakaszok sebességeit meghatározom az alábbi képlettel:

$$v = \frac{Q \cdot 4}{d^2 \cdot \pi}$$

A kifolyási veszteségből meghatározom a minimális sebességet a csőben, melynek értéke  $v = 0,031$  m/s (0,5 bar tartalék nyomáshoz tartozó sebesség). A kiszámolt sebességértékeknek  $0,031 < v < 1,5$  m/s értékek között kell lenniük, ekkor megfelelő a csőátmérő.

#### 4.3.2. Nyomásesések meghatározása

Geodetikus veszteség jelen esetben nyereség formájában fog megjelenni, hiszen minden csapoló a bekötő vezetéktől mélyebben fog elhelyezkedni. A  $h$  magasság értéket 1,5 méternek számolom, feltételezve, hogy a bekötő vezeték 1,5 méter mélyen érkezik és a legalacsonyabban fekvő csapoló a padlótól fél méter magasan van.

$$\Delta p_g = \rho \cdot g \cdot h = 1000 \cdot 9,81 \cdot (-1,5) = -14715 \text{ Pa} = -0,1472 \text{ bar}$$

ahol:

$\Delta p_g$  geodetikus nyomásveszteség [Pa]

$\rho$  a víz sűrűsége (hidegvíznél 1000 kg/m<sup>3</sup>)

$g$  nehézségi gyorsulás (9,81 m/s<sup>2</sup>)

$h$  magasságkülönbség [m]

A már felszerelt mérőóra nyomásveszteségének számításához ismerni kell a vízigényt, amit korábban kiszámoltam, illetve a mérőóra mérőhatárát, ami 5 m<sup>3</sup>/h. Ezek alapján:

$$\Delta p_v = \Delta p_n \cdot \left(\frac{q_v}{q_{vn}}\right)^2 = 0,15 \cdot \left(\frac{2,0193}{5}\right)^2 = 0,0245 \text{ bar}$$



Az alaki nyomásvesztések megállapításához össze kell gyűjteni az egyes szakaszok szerelvényeit, és azok alaki ellenállás tényezőit.

10. táblázat: Használati hidegvíz hálózat szerelvényeinek alaki ellenállása

Használati hidegvíz					
Berendezés neve	Szakasz	Idom	db	$\zeta$	$\Sigma \zeta$
Mosdó 1 Vizesblokk	1	sarokszelep	1	5	5
		90°-os ívidom	2	0,7	1,4
		elágazás idom	1	1,3	1,3
				$\Sigma$	<b>7,7</b>
Zuhanyzó 1 Vizesblokk	2	sarokszelep	1	5	5
		90°-os ívidom	2	0,7	1,4
		elágazás idom	1	1,3	1,3
				$\Sigma$	<b>7,7</b>
WC 1 Vizesblokk	3	sarokszelep	1	5	5
		90°-os ívidom	2	0,7	1,4
		elágazás idom	1	1,3	1,3
				$\Sigma$	<b>7,7</b>
Zuhanyzó 2 Vizesblokk	4	sarokszelep	1	5	5
		90°-os ívidom	2	0,7	1,4
		elágazás idom	1	1,3	1,3
				$\Sigma$	<b>7,7</b>
WC 2 Vizesblokk	5	sarokszelep	1	5	5
		90°-os ívidom	2	0,7	1,4
		elágazás idom	1	1,3	1,3
				$\Sigma$	<b>7,7</b>
Zuhanyzó 3 Vizesblokk	6	sarokszelep	1	5	5
		90°-os ívidom	2	0,7	1,4
		elágazás idom	1	1,3	1,3
				$\Sigma$	<b>7,7</b>
WC 3 Vizesblokk	7	sarokszelep	1	5	5
		90°-os ívidom	2	0,7	1,4
		elágazás idom	1	1,3	1,3
				$\Sigma$	<b>7,7</b>
Mosogató 1 Konyha	8	sarokszelep	1	5	5
		90°-os ívidom	2	0,7	1,4
		elágazás idom	1	1,3	1,3
				$\Sigma$	<b>7,7</b>
Mosogató 2 Konyha	9	sarokszelep	1	5	5
		90°-os ívidom	2	0,7	1,4
		elágazás idom	1	1,3	1,3
				$\Sigma$	<b>7,7</b>
Mosdó 2 Konyha	10	sarokszelep	1	5	5
		90°-os ívidom	2	0,7	1,4
		elágazás idom	1	1,3	1,3
				$\Sigma$	<b>7,7</b>
Mosdó 3 Gépészeti tér	11	sarokszelep	1	5	5
		90°-os ívidom	1	0,7	0,7
		elágazás idom	1	1,3	1,3
				$\Sigma$	<b>7</b>
Vízórától	12	sarokszelep	0	5	0
		90°-os ívidom	5	0,7	3,5
		elágazás idom	2	1,3	2,6
		elzáró szelep	3	0,5	1,5
				$\Sigma$	<b>7,6</b>
<b>Szum <math>\zeta</math></b>					<b>91,6</b>

11. táblázat: Használati melegvíz hálózat szerelvényeinek alaki ellenállása

Használati melegvíz					
Berendezés neve	Szakasz	Idom	db	$\zeta$	$\Sigma \zeta$
Mosdó 1 Vizesblokk	1	Sarokszelep	1	5	5
		90°-os ívidom	2	0,7	1,4
		elágazás idom	1	1,3	1,3
		$\Sigma$			<b>7,7</b>
Zuhanyzó 1 Vizesblokk	2	Sarokszelep	1	5	5
		90°-os ívidom	2	0,7	1,4
		elágazás idom	1	1,3	1,3
		$\Sigma$			<b>7,7</b>
Zuhanyzó 2 Vizesblokk	5	Sarokszelep	1	5	5
		90°-os ívidom	2	0,7	1,4
		elágazás idom	1	1,3	1,3
		$\Sigma$			<b>7,7</b>
Zuhanyzó 3 Vizesblokk	8	Sarokszelep	1	5	5
		90°-os ívidom	2	0,7	1,4
		elágazás idom	1	1,3	1,3
		$\Sigma$			<b>7,7</b>
Mosogató 1 Konyha	11	Sarokszelep	1	5	5
		90°-os ívidom	2	0,7	1,4
		elágazás idom	1	1,3	1,3
		$\Sigma$			<b>7,7</b>
Mosogató 2 Konyha	13	Sarokszelep	1	5	5
		90°-os ívidom	2	0,7	1,4
		elágazás idom	1	1,3	1,3
		$\Sigma$			<b>7,7</b>
Mosdó 2 Konyha	15	Sarokszelep	1	5	5
		90°-os ívidom	2	0,7	1,4
		elágazás idom	1	1,3	1,3
		$\Sigma$			<b>7,7</b>
Mosdó 3 Gépészeti tér	16	Sarokszelep	1	5	5
		90°-os ívidom	1	0,7	0,7
		elágazás idom	1	1,3	1,3
		$\Sigma$			<b>7</b>
Indirekt tároló és recirkulációs ág	17	Sarokszelep	0	5	0
		Elzáró szelep	3	0,5	1,5
		90°-os ívidom	2	0,7	1,4
		elágazás idom	1	1,3	1,3
		$\Sigma$			<b>4,2</b>
<b>Szum <math>\zeta</math></b>					<b>65,1</b>

Az összes alaki ellenállásból adódó veszteségek:

$$\Delta p_{a_{HHV}} = \sum \zeta \cdot \frac{\rho}{2} \cdot v^2 = 91,6 \cdot \frac{1000}{2} \cdot 1,5^2 = 1,03 \text{ bar}$$

$$\Delta p_{a_{HMV}} = \sum \zeta \cdot \frac{\rho}{2} \cdot v^2 = 65,1 \cdot \frac{1000}{2} \cdot 1,5^2 = 0,732 \text{ bar}$$

A hálózat súrlódási veszteségeinek kiszámításához először a csővezeték szakaszok fajlagos súrlódási ellenállását kell kiszámolni, majd ezt megszorozni a szakasz hosszával. Fajlagos súrlódási veszteség képlete:

$$p'_s = k \cdot B \cdot V^2$$

ahol:

$p'_s$  fajlagos súrlódási nyomásveszteség (bar/m)

$B$  fajlagos ellenállásérték (DN15 acél csónél 0,881; DN20 acél csónél 0,164)

$k$  áramlási sebességtől függő tényező, MSZ-04-132 szabványból

$V$  szállított vízmennyiség

12. táblázat: Használati hidegvíz hálózat súrlódási nyomásesése

Szakaszok	N	Vízigény V [l/s]		Csőátmérő d [mm]	Kerekített átmérők d [mm]		Vízsebesség v [m/s]	k érték	Fajlagos súrlódási veszteség p's [bar/m]	Szakasz hossza l [m]	Súrlódási veszteség Δps [bar]
Mosdó 1	1	V1	0,2002	13,036	15	1/2"	1,1329	1,013	0,035729	3,4	0,121478
Zuhanyzó 1	0,67	V2	0,16387	11,794	15	1/2"	0,92732	1,04	0,024576	6,7	0,164662
WC 1	0,25	V3	0,1001	9,2178	15	1/2"	0,56645	1,115	0,009832	6,1	0,059973
Zuhanyzó 2	0,67	V4	0,16387	11,794	15	1/2"	0,92732	1,04	0,024576	6,8	0,16712
WC 2	0,25	V5	0,1001	9,2178	15	1/2"	0,56645	1,115	0,009832	6,1	0,059973
Zuhanyzó 3	0,67	V6	0,16387	11,794	20	3/4"	0,5216	1,15	0,005065	12,1	0,061282
WC 3	0,25	V7	0,1001	9,2178	15	1/2"	0,56645	1,115	0,009832	6,1	0,059973
Mosogató 1	1	V8	0,2002	13,036	15	1/2"	1,1329	1,013	0,035729	6,2	0,221519
Mosogató 2	1	V9	0,2002	13,036	15	1/2"	1,1329	1,013	0,035729	6,3	0,225092
Mosdó 2	1	V10	0,2002	13,036	20	3/4"	0,63726	1,115	0,007329	20,3	0,148779
Mosdó 3	1	V11	0,2002	13,036	15	1/2"	1,1329	1,013	0,035729	4,6	0,164353
Szum	7,76		0,51919	20,993	25	1"	1,05768		0,003235	84,7	1,454204

13. táblázat: Használati melegvíz hálózat súrlódási nyomásesése

Szakaszok	N	Vízigény V [l/s]	Csőátmérő d [mm]	Kerekített átmérők d [mm]	Vízsebesség v [m/s]	k érték	Fajlagos súrlódási veszteség p's [bar/m]	Szakasz hossza l [m]	Súrlódási veszteség Δps [bar]		
Mosdó 1	1	V1	0,2002	13,036	15	1/2"	1,1329	0,013	0,000459	3,1	0,001421
Zuhanyzó 1	0,67	V2	0,16387	11,794	20	3/4"	0,52162	1,15	0,004941	16,1	0,079551
Zuhanyzó 2	0,67	V3	0,16387	11,794	15	1/2"	0,92732	1,04	0,024576	6,5	0,159747
Zuhanyzó 3	0,67	V4	0,16387	11,794	15	1/2"	0,92732	1,04	0,024576	6,2	0,152374
Mosogató 1	1	V5	0,2002	13,036	15	1/2"	1,1329	1,013	0,035729	4,8	0,171499
Mosogató 2	1	V6	0,2002	13,036	15	1/2"	1,1329	1,013	0,035729	5,9	0,210801
Mosdó 2	1	V7	0,2002	13,036	20	3/4"	0,63726	1,115	0,007329	23,1	0,169301
Mosdó 3	1	V8	0,2002	13,036	15	1/2"	1,1329	1,013	0,035729	1,9	0,067885
Szum	7,01		0,49521	20,502	25	1"	1,00884		0,003679	67,6	1,012578

A számítások alapján a rendszer teljes nyomásesése:

$$\begin{aligned}
 \Delta p_{\text{össz}} &= \Delta p_{\text{ü}} - \Delta p_{aHHV} - \Delta p_{aHMV} - \Delta p_{sHHV} - \Delta p_{sHMV} - \Delta p_v - \Delta p_g \\
 &= 6 - 1,03 - 0,732 - 1,4542 - 1,0126 - 0,0245 + 0,1472 \\
 &= 1,8939 \text{ bar}
 \end{aligned}$$

A rendszer működésének feltétele, hogy a fenti összefüggés alapján legalább 0,5 bar nyomásesés álljon rendelkezésre teljes terhelés mellett, tehát a rendszer nyomásesésre megfelelő! A vízhalózat tervét a 7. melléklet, a függőleges csőtervet a 8. melléklet tartalmazza!

#### 4.3.3. Mértékadó szennyvízterhelés meghatározása

A csatornahálózat méretezésekor figyelembe kell venni, hogy a csatorna átmérője a víznyelőtől a bekötésig csak növekedhet, ágvezetéken minimum 50 mm-t. A lejtés úgy legyen megválasztva, hogy az öntisztulás végig megvalósuljon, valamint az áramló víz sebessége a megengedett minimális és maximális érték között legyen ( $0,7 < v < 1,3$  m/s). A csatornában mindig meglegyen az úsztatáshoz szükséges mélység, ami kb. 40 mm. A hálózat nyomvonalát úgy kell kialakítani, hogy a létesítendő hálózatban ne alakuljanak ki ülepedésre, iszaplerakódásra alkalmas csomópontok, valamint a nyomvonal tervezése során kerülni kell az éles sarkokat, ágvezetékek becsatlakozásánál törekedni kell a 45°-os csatlakozások megfelelő kialakítására.

A vízigény meghatározásához hasonlóan, először itt is megállapítom a víznyelő berendezések egyenértékeit ( $e$ ) az MSZ-04-134:1991 szabvány alapján.

14. táblázat: Víznyelő berendezések egyenértékei

Megnevezés	db	$e$	Szum $e$	Csat. [mm]
WC	3	4,5	13,5	110
Mosdó H+M	3	0,2	0,6	40
Zuhanyzó	3	0,6	1,8	50
Mosogató (Egymedencés)	2	2	4	50
Padlóösszefolyó	3	1	3	50
<b>Szum</b>	11		22,9	

$$\dot{V}_{sz} = \dot{Q}_{sz} = 0,33 \cdot k \sqrt{\sum e} = 0,33 \cdot \sqrt{22,9} = 1,5792 \frac{l}{s}$$

ahol:

$\dot{Q}_{sz}$  mértékadó szennyvízterhelés [l/s]

$e$  a víznyelő egyenértéke

$k$  egyidejűségi tényező (lakóház jellegű épületnél = 2)

#### 4.3.4. Alapcsatorna méretezése

A csatornában áramló szennyvíz mennyisége a következő összefüggéssel határozható meg:

$$V_{sz} = Q_{sz} = A \cdot v = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot v$$

ahol:

$A$  áramlási keresztmetszet [m<sup>2</sup>]

$v$  a szennyvíz áramlási sebessége (csúcsterhelés: 1,3) [m/s]

A méretezési szabályoknak megfelelően az alapcsatorna méretét DN125-re veszem fel.

Így az áramlási sebesség a Chezy-féle összefüggéssel számítható:

$$v = k \cdot \sqrt{R \cdot I}$$

ahol:

$k$  Kutter-szám (sebességi tényező)

$R$  a hidraulikai sugár [m]

$I$  a csatorna lejtése [m/m]

A Kutter-szám:

$$k = \frac{100 \cdot \sqrt{R}}{b + \sqrt{R}}$$

ahol:

$b$  a csatorna anyagától függő érdességi tényező (PVC esetén 0,1)

A hidraulikai sugár:

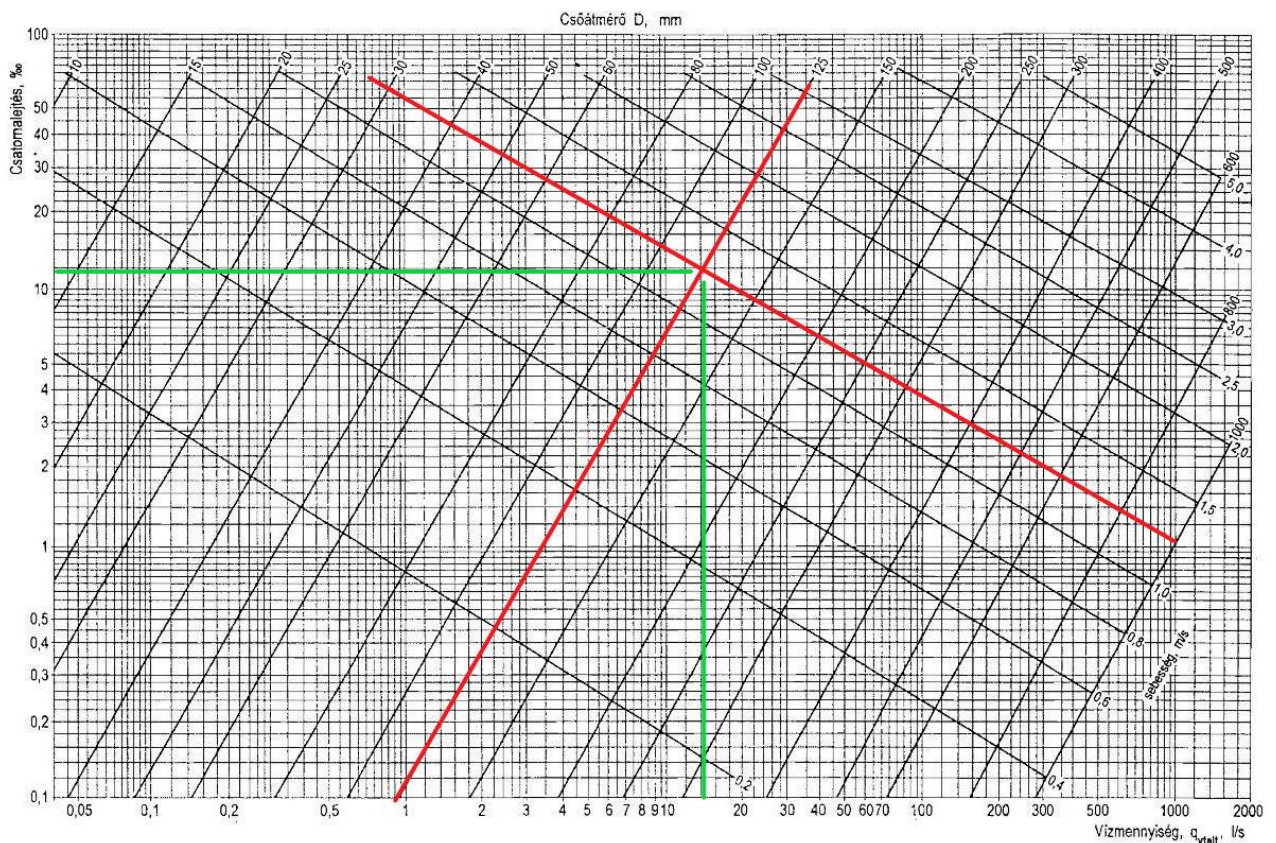
$$R = \frac{A_n}{K_n} \quad [m]$$

ahol:

$h$  a vízzel nedvesített keresztmetszet [ $m^2$ ]

$k$  a vízzel nedvesített kerület [ $m^2$ ]

A hidraulikai sugár meghatározásához szükséges  $h/d$  viszony az alábbi nomogram segítségével számolható. Jelen esetben a tervezett csőátmérő 125 mm, a tervezett sebesség 1,3 m/s.



21. ábra: Körszelvényű csövek vízvezető képességének diagramja telt csőszelvényeknél

Az ábra alapján a szükséges lejtés minimum 1,1%, de a talajadottságokhoz mérten 1,2-1,3%-os lejtés javasolt.



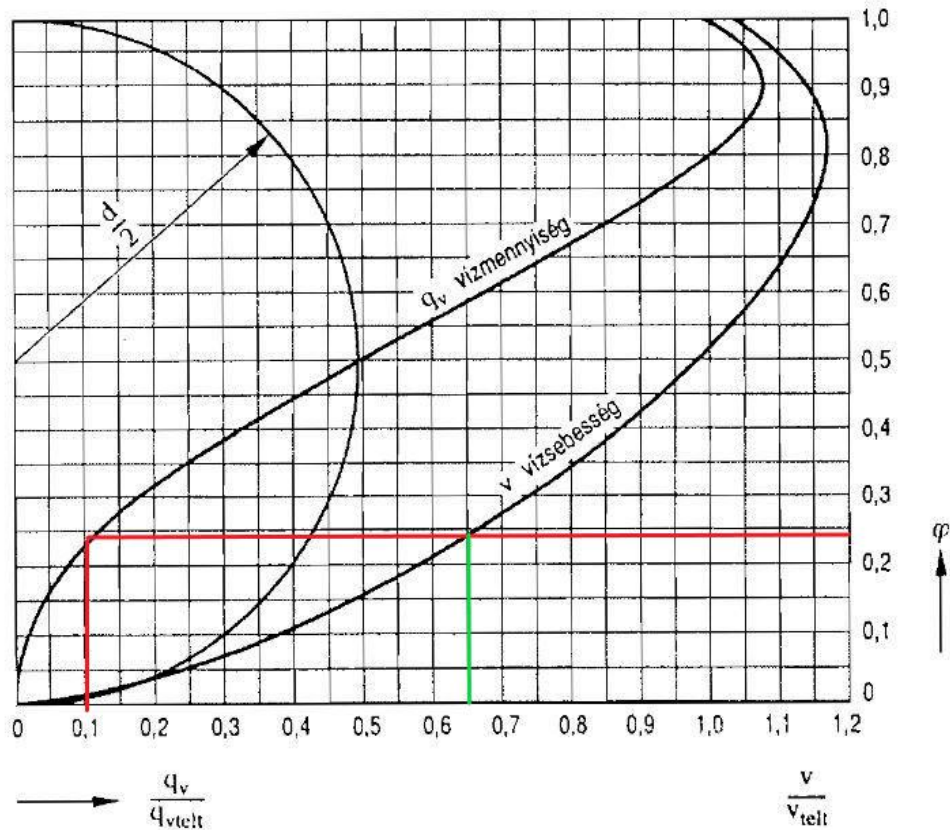
A telt csatorna vízhozama a nomogramból leolvasva:

$$q_{vtelt} = 14 \frac{l}{s}$$

A szállítási fok:

$$\frac{q_{sz}}{q_{vtelt}} = \frac{1,5792}{14} = 0,1128$$

A kapott szállítási fokkal a hal-diagramból megkapom a töltési fokot.



22. ábra: Körszelvényű csatornák vízszállítási korrekciós diagramja 0-1 töltési fok között

$$\frac{v}{v_{telt}} = 0,65 \quad \frac{h}{d} = 0,24 \rightarrow h = 0,24 \cdot 125 = 30 \text{ mm}$$

A kapott eredmény alapján a hidraulikai sugárhoz szükséges mennyiségeket AutoCad modellezés és területszámítás segítségével kaptam meg.

$$R = \frac{A_n}{K_n} = \frac{2264,7614}{127,9932} = 17,6944 \text{ mm} = 0,01769 \text{ m}$$

Kutter-szám:

$$k = \frac{100 \cdot \sqrt{R}}{b + \sqrt{R}} = \frac{100 \cdot \sqrt{0,01769}}{0,1 + \sqrt{0,01769}} = 57,08224$$

Így az áramlási sebesség:

$$v = k \cdot \sqrt{R \cdot I} = 57,08224 \cdot \sqrt{0,01769 \cdot 0,013} = 0,8656 \frac{m}{s}$$

Mivel a kapott eredmény megfelel a korábban állított áramlási sebesség kritériumnak ( $0,7 < v < 1,3$  m/s), a számítás alapján a csatorna öntisztulási feltétele teljesül.

#### 4.3.5. Ágvezeték méretezése, szivattyú kiválasztása

Az ágvezeték legkisebb átmérőjét a csatlakozó berendezési tárgy víznyelő csatlakozási csonkja adja meg. Több berendezési tárgy közös ágvezetékének átmérőjét a víznyelő-egyenértékek összege adja meg, de a közös ágvezeték nem lehet kisebb, mint a legnagyobb csatlakozó berendezés csonkja. A közölt egyenértékek az adott átmérő vonatkozásában határértékeket jelentenek. A tervezett szennyvízhálózat terve a 9., függőleges csőterve a 10. mellékletben található.

15. táblázat: Szennyvíz ágvezetékek méretezése víznyelő egyenérték alapján

Szakasz	e	Számolt min. átmérő [mm]	Választott méret
Padlóösszefolyó 1 (géptér)	1	17,97795765	DN 50
Mosdó 1 (géptér)	0,2	12,02258488	DN 40
Egyesített	1,2	18,81636221	DN 50
Padlóösszefolyó 2 (géptér)	1	17,97795765	DN 50
Egyesített	2,2	21,89505413	DN 50
Mosdó 2 (konyha)	0,2	12,02258488	DN 40
Mosogató 1 (konyha)	2	21,37951515	DN 50
Mosogató 2 (konyha)	2	21,37951515	DN 50
Padlóösszefolyó 3 (konyha)	1	17,97795765	DN 50
Egyesített	7,4	29,65161025	DN 125
WC 1	4,5	26,18445154	DN 110
WC 2	4,5	26,18445154	DN 110
WC 3	4,5	26,18445154	DN 110
Mosdó 3	0,2	12,02258488	DN 40
Egyesített	21,1	38,5310609	DN 125
Zuhanyzó 1	0,6	15,82261153	DN 50
Zuhanyzó 2	0,6	15,82261153	DN 50
Zuhanyzó 3	0,6	15,82261153	DN 50
Egyesített	22,9	39,32776116	DN 125

A szennyvízterhelés és szükséges emelőmagasság ismeretében egy Grundfos MSS.11.1.2 kompakt átemelő szivattyút választok. A berendezés adatlapja a 11. mellékletben látható.



## 4.4. Hűtés, fűtés

### 4.4.1. A rendszer kialakítása

Ahogy már korábban leírtam, az objektum elsősorban technológiai feladatokra dedikált létesítmény, így a személyi komfort csak másodlagos. Mindazonáltal a 4.2.2. fejezetben kiszámított hőszükséglet alapján kijelenthető, hogy föld alatti adottságainak köszönhetően az épület kedvező helyzetben van, mert egész évben nagyjából azonos hőszükséglete van, ami elsősorban hűtési szükséglet, mert az építményen belüli hőterhelések meghaladják a hőveszteségeket. A légtechnikai rendszerhez kiválasztott légkezelő berendezés megfelelő beállítás mellett egész évben képes ellátni a tereket átlagosan 23°C-os levegővel. Nem szabad azonban elsiklani a felett, hogy a technikai helyiségekben 18°C hőmérséklet tartására van szükség, a pihenő helyiségben pedig szükséges lehet a fűtés. Ezekben a helyiségekben tehát szükség van kiegészítő hűtő és fűtő berendezésekre, így a többi helyiségbe is felszerelésre kerülnek kiegészítő hűtő-fűtőtestek, hogy a személyes igényeket figyelembe véve akár lokálisan lehessen a levegő hőmérsékletén változtatni.

A kiegészítő berendezésekhez négycsöves fan-coil rendszert építünk ki, a technikai helyiségek kivételével, ahova külön körön, csak hűtésre beállított beltéri egységeket szükséges szerelni redundánsan, itt fűtésre nem lesz szükség. A fan-coilok cseppvíz elvezetését elsősorban gravitációs úton tervezem kialakítani úgy, hogy ne történjen közvetlenül csatornára kötés, elkerülve ezzel, hogy a cseppvíz vezeték kiszáradásakor a szennyvíz átemelőlőből bűz szivárogjon vissza a fan-coilig. Előnyben részesítem a mosdók, vagy zuhanyzók szifonjaiba való bekötést.

A korábbi számítások alapján a létesítmény hűtési szükséglete:

$$Q_{\text{ö,tél}} = 0,958 \text{ kW}$$

$$Q_{\text{ö,nyár}} = 4,132 \text{ kW}$$

A választott fan-coil: Daikin FWR02AAFV3, mennyezetre szerelhető 4 csöves beltéri egység. Főbb számítási adatok (teljes adattábla a 12. mellékletben):

Hűtési/fűtési teljesítmény: 1,44/1,76 kW

Vízáram hűtés/fűtés: 307/154 l/h

Víznyomás esés hűtés/fűtés: 13/6 kPa

#### 4.4.2. A rendszer hidraulikai méretezése

A hálózatot réz csővezetékiből alakítom ki, DN25 Heimeier STAD beszabályzó szelepekkel, nyomvonal vezetési szempontból tichelmann kötést alkalmazok, ezzel közelítve a különböző áramkörök egymáshoz viszonyított ellenállását. A számításokat a 10 db fan-coilből álló komfortot is szolgáló körre végzem el először. A részletszámításokat táblázatos formában vezettem, a felhasznált összefüggések:

Q : A szakaszon felfűzött radiátorok teljesítménye [W]

$$m = \left( \frac{Q'}{c \cdot \Delta t} \right) \cdot 3600$$

ahol:

$c$  a víz fajhője  $\left[ \frac{kJ}{kgK} \right]$

$\Delta t$  az előremenő és visszatérő hőmérséklet különbség (=10 K)

L: adott szakasz hossza [m]

DxS: tömegáramra választott csőátmérő

w: cső sebessége

S': cső fajlagos nyomásesése

$\zeta$ : adott szakaszon a szerelvények alak ellenállása, segédletből

Z: a csőszakasz nyomásesése alak és fajlagos ellenállásból

$$Z = \zeta \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2} [Pa]$$

ahol:

$\rho$  víz sűrűsége  $\left[ \frac{kg}{m^3} \right]$

$v$  víz sebessége a szakaszon [m/s]

kvs: a beszabályzó szelepen teljesen nyitott állásban átáramló térfogatáram

$\Delta p_{szelep}$ : a beszabályzó szelep nyomásesése

16. táblázat: Hűtési-fűtési szakaszok nyomásesései

Szakasz	L [m]	Q [W]	m [kg/h]	V [m <sup>3</sup> /s]	D x S [mm]	w [m/s]	S' [Pa/m]	S [Pa]	$\zeta$	Z [Pa]	kvs [beszab]	$\Delta p_{\text{szelep}}$ [Pa]	S + Z + $\Delta p_{\text{szelep}}$ [Pa]
E1	33,2	14400	1237	0,00034	35x1,5	0,439	70	2324	4	385	8,7	2022	4732
E2	9,6	12960	1114	0,00031	35x1,5	0,402	60	576	1,9	154	8,7	1638	2368
E3	7,7	11520	990	0,00027	35x1,5	0,363	50	385	1,9	125	8,7	1294	1805
E4	9,1	10080	866	0,00024	35x1,5	0,363	50	455	1,9	125	8,7	991	1571
E5	9,9	8640	742	0,00021	28x1,5	0,425	90	891	2,6	235	8,7	728	1854
E6	2,4	7200	619	0,00017	28x1,5	0,369	70	168	1,9	129	8,7	506	803
E7	15,5	5760	495	0,00014	28x1,5	0,304	50	775	1,9	88	8,7	324	1186
E8	1,4	4320	371	0,0001	22x1,0	0,339	80	112	1,9	109	8,7	182	403
E9	1,9	2880	247	6,9E-05	22x1,0	0,259	50	95	1,9	64	8,7	81	240
E10	3,1	1440	124	3,4E-05	22x1,0	0,174	25	77,5	1,4	21	8,7	20	119
V1	10,1	1440	124	3,4E-05	22x1,0	0,174	25	252,5	3,2	48	-		301
V2	7,7	2880	247	6,9E-05	22x1,0	0,259	50	385	2,8	94	-		479
V3	7,8	4320	371	0,0001	22x1,0	0,339	82	639,6	2,8	161	-		800
V4	9,9	5760	495	0,00014	28x1,5	0,304	50	495	2,5	116	-		611
V5	2,2	7200	619	0,00017	28x1,5	0,369	70	154	2,5	170	-		324
V6	14	8640	742	0,00021	28x1,5	0,425	90	1260	2,8	253	-		1513
V7	2,2	10080	866	0,00024	35x1,5	0,363	50	110	2,5	165	-		275
V8	3,8	11520	990	0,00027	35x1,5	0,363	50	190	1,9	125	-		315
V9	2,7	12960	1114	0,00031	35x1,5	0,402	60	162	1,9	154	-		316
V10	28,7	14400	1237	0,00034	35x1,5	0,439	70	2009	4	385	-		2394

A hűtő-fűtő körök beszabályozásához az egyes szakaszok össze kell rendezni az adott köröknek megfelelően, így láthatóvá válik, mely körökön mekkora az összes nyomásesés. Miután a körök nyomásesését kiszámoltam, megállapítom a körökön alkalmazandó fojtás mértékét, hogy a teljes rendszeren minden hőleadó megkapja a tervezett működéshez szükséges térfogatáramot. Ehhez megkeresem a legnagyobb nyomáseséssel rendelkező kört (jelen esetben a Sziv-FC2), ez lesz a mértékadó, a többi számítást ehhez igazítom. Ezeket a számításokat is táblázatba rendeztem, a felhasznált összefüggések:

$$\Delta p_{\text{fojtás}} = \Delta p_{\text{mértékadó}} - \Delta p_{\text{áramkör}} + \Delta p_{\text{szelep}}$$

Áramkör összes ellenállása (akkor jó, ha ugyanannyi mindenhol):

$$\Delta p_{\text{áramkör}} + \Delta p_{\text{fojtás}} - \Delta p_{\text{szelep}}$$

V: a fojtandó szelepen áramló térfogatáram [m<sup>3</sup>/h]

kv: a beszabályozó szelepen adott fojtás mellett átáramló térfogatáram

$$kv = \frac{V}{\sqrt{\frac{\Delta p_{fojtás}}{10^5}}}$$

Szelep állás: a beszabályozó szelep műszaki leírásában a kiszámolt kv értékhez tartozó szelepállás, a Heimeier katalógusból.

17. táblázat: Hűtési-fűtési kör beszabályozása

Áramkör	Szakasz	S + Z + Δpszelep [Pa]	Δp [Pa]	Δpfojtás [Pa]	Az áramkör összes ellenállása [Pa]	V [m <sup>3</sup> /h]	kv [m <sup>3</sup> /h, 1bar]	Szelep állás
Sziv - FC1	E1	4732	<b>12060</b>	2067	12104	1,2372	8,606	3,9
	V1	301						
	V2	479						
	V3	800						
	V4	611						
	V5	324						
	V6	1513						
	V7	275						
	V8	315						
	V9	316						
	V10	2394						
Sziv - FC2	E1-FC	2709	<b>12104</b>	1638	12104	1,1135	8,700	4,0
	E2	2368						
	V2	479						
	V3	800						
	V4	611						
	V5	324						
	V6	1513						
	V7	275						
	V8	315						
	V9	316						
	V10	2394						

SziV - FC3	E1-FC	2709	<b>11791</b>	1607	12104	0,9898	7,808	3,4
	E2-FC	730						
	E3	1805						
	V3	800						
	V4	611						
	V5	324						
	V6	1513						
	V7	275						
	V8	315						
	V9	316						
	V10	2394						
SziV - FC4	E1-FC	2709	<b>11268</b>	1827	12104	0,8661	6,407	2,8
	E2-FC	730						
	E3-FC	510						
	E4	1571						
	V4	611						
	V5	324						
	V6	1513						
	V7	275						
	V8	315						
	V9	316						
	V10	2394						
SziV - FC5	E1-FC	2709	<b>11520</b>	1312	12104	0,7423	6,481	2,8
	E2-FC	730						
	E3-FC	510						
	E4-FC	580						
	E5	1854						
	V5	324						
	V6	1513						
	V7	275						
	V8	315						
	V9	316						
	V10	2394						
SziV - FC6	E1-FC	2709	<b>11271</b>	1339	12104	0,6186	5,347	2,5
	E2-FC	730						
	E3-FC	510						
	E4-FC	580						
	E5-FC	1126						
	E6	803						
	V6	1513						
	V7	275						
	V8	315						
	V9	316						
	V10	2394						

SziV - FC7	E1-FC	2709	<b>10439</b>	1989	12104	0,4949	3,509	2,0
	E2-FC	730						
	E3-FC	510						
	E4-FC	580						
	E5-FC	1126						
	E6-FC	297						
	E7	1186						
	V7	275						
	V8	315						
	V9	316						
	V10	2394						
SziV - FC8	E1-FC	2709	<b>10244</b>	2042	12104	0,3712	2,597	1,7
	E2-FC	730						
	E3-FC	510						
	E4-FC	580						
	E5-FC	1126						
	E6-FC	297						
	E7-FC	863						
	E8	403						
	V8	315						
	V9	316						
	V10	2394						
SziV - FC9	E1-FC	2709	<b>9986</b>	2199	12104	0,2474	1,669	1,3
	E2-FC	730						
	E3-FC	510						
	E4-FC	580						
	E5-FC	1126						
	E6-FC	297						
	E7-FC	863						
	E8-FC	221						
	E9	240						
	V9	316						
	V10	2394						
SziV - FC10	E1-FC	2709	<b>9709</b>	2416	12104	0,1237	0,796	0,6
	E2-FC	730						
	E3-FC	510						
	E4-FC	580						
	E5-FC	1126						
	E6-FC	297						
	E7-FC	863						
	E8-FC	221						
	E9-FC	159						
	E10	119						
	V10	2394						

#### 4.4.3. Hőtermelők kiválasztása

Ahogy korábban említettem, a redundancia és energiagazdálkodás egyensúlyának vékony mezsgyéjén járva a hibrid rendszert választottam.

A komfort fan-coil kör teljes terhelés mellett 14,4 kW hűtési szükséglettel rendelkezik, fűtési esetben 17,6 kW-tal. Ehhez mérten szem előtt tartva a redundanciát, választok 2 db Fisher FHF-WHS-161CE3-3F típusú levegő-víz hőszivattyút, egyenként 15,2 kW hűtési és 14,72 kW fűtési teljesítménnyel (adatlap a 13. mellékletben). A felszíni épületben elhelyezett kondenzációs kazánnak pedig egy Vaillant VU 246/5-3 (H-INT II) ecoTEC pro kerül telepítésre (adatlap a 14. mellékletben).

Mivel az objektum elsődleges feladatához nélkülözhetetlen a technikai helyiségek hűtésének maximális biztosítása, így a technikai helyiségeket ellátó kört (hűtési szükséglet 5,76 kW) szintén redundánsan, két kültéri VRV egységgel biztosítom. A választásom két Daikin LREQ5B7Y1 kültéri egység (adatlap 15. melléklet). A teljes hűtés-fűtés rendszer hálózati tervét a 16. melléklet tartalmazza.

A hőtermelők kültéri egységeivel kapcsolatban védelmi szempontból speciális elvárás, hogy elhelyezésük a környező épületekkel határolt belső udvarban, álcázottan történjen. Mivel a működésükhöz szükséges a megfelelő levegőáramlás biztosítása, így beton épületbe nem helyezhető, azonban felülről nézve álcázhatók előtetővel, napvitorlával, fedett autóbeállóval.

## 4.5. Tűzvédelem

A létesítmény sok esetben speciális megoldásokat tartalmaz, hiszen óvóhelyi funkciók ellátására van felkészítve, ez azonban magában hordoz más veszélyeket. A helyiségek elrendezése végett egy belső térben keletkező tűz komoly veszélyt jelenthet a bent tartózkodókra, egyrészt a menekülési lehetőségek száma miatt (egy kijárat), másrészt a belső tért elöntő füst hirtelen terjedése miatt. Éppen ezért fontos nagy hangsúlyt fektetni a tűzvédelmi felkészültségre, hogy egy ilyen sajnálatos eset se járjon kötelezően emberi veszteséggel.

A tűzvédelem jogszabályi hátterét a mindenkori Országos Tűzvédelmi Szabályzat (OTSZ) szabályozza, ami a szakdolgozat írásának időpontjában az 54/2014. (XII. 5.) BM rendelet. A szabályzat előírja a kockázati besorolást különböző épületekre való tekintettel, a kiürítési terv elkészítését, tűzszakasz határok építésének szabályait. Mivel jelen esetben kész épületet alakítunk át speciális igényekkel és funkciókkal, így nem lehetséges minden szabályt egyszerűen betartani, a tervezésbe mindenképpen érdemes az Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság által kijelölt szakértőt bevonni.

Az OTSZ által előírt szabályokat Tűzvédelmi Műszaki Irányelvekkel egészítik ki, melyek részletesebben kidolgozzák a különböző előírásokra vonatkozó tervezési megoldásokat, melyek alkalmazása önkéntes alapon történik.

### 4.5.1. Kiürítés számítása

A kiürítés számítását a 2. Tűzvédelmi Műszaki Irányelv alapján készítem el.

A kiürítés első szakasza:

Az első szakaszt kétféleképpen szükséges ellenőrizni, egyrészt az útszakaszok hossza, másrészt az ajtók átbecsátóképessége alapján.

Útszakaszok hossza alapján:

$$t_{1a} = \sum_{i=1}^n \frac{s_{1i}}{v_i} \leq t_{1meg}$$

ahol:

$t_{1a}$  a legkedvezőtlenebb útvonalból és haladási sebességből meghatározott idő percben



$s_{1i}$  a menekülésnél számításba vett és meghatározott útvonal útszakaszainak hossza méterben

$v_i$  az egyes útszakaszokhoz tartozó létszámsűrűségektől függően meghatározott haladási sebességek [m/min]

Az objektumban a leghosszabb menekülési útvonal az átemelő gépháztól a kijáratig tart, ennek teljes hossza 39,7 m. A haladási sebesség 0,5-1 fő/m<sup>2</sup> létszámsűrűség mellett az OTSZ szerint 17-80 éves korosztályban 42-96 m/min. Tekintettel arra, hogy az objektumban gyermekek és mozgáskorlátozottak a funkciókra való tekintettel nem fognak munkát végezni, így csak felnőttekkel számolok. Az eredmény  $t_{1a} = 0,94$  perc, ami az OTSZ legszigorúbb kockázati osztályánál is **megfelel** ( $t_{1meg} = 1$  perc).

Kiürítési útvonal szabad szélessége alapján:

$$t_{1b} = \frac{N_1}{k \cdot \sum_{i=1}^n l_{1szi}} \leq t_{1meg}$$

ahol:

$t_{1b}$  a helyiségnek a kiürítési időtartama a kiürítési útvonal szabad szélességének átbecsátóképessége alapján percben

$N_1$  a helyiségből eltávolítandó személyek száma

$k$  a kiürítési útvonal szabad szélességének átlagos átbecsátóképessége (41,7 fő/m·min)

$l_{1szi}$  a helyiség kiürítési útvonalának meghatározott számításba vett szabad szélessége méterben

Az útvonal szabad szélességét az kapuk szabad szélességével számoltam, a tervek szerint minden esetben ez a szűk keresztmetszet. Az eredmény így  $t_{1b} = 0,192$  perc, ami szintén **megfelel**.

A TVMI további számításokat is leír, melyek összetettebb építményeknél szükségesek, jelen objektum mérete nem indokolja egyéb kiürítési számítások elvégzését, lévén az eddigi számítások már a szabadba jutásra vonatkoztak, nem menekülőútvonalra vezettek.

#### 4.5.2. Tűzvédelmi berendezések

A tűzvédelemhez természetesen nem elegendő a kiürítési számítás. Nyugodtabb az ember, ha tudja, hogy baj esetén időben kiér a szabadba, de anyagilag megterhelő lehet, ha egy apró hiba miatt komoly tűzkár keletkezik. Ennek kiküszöbölésére az objektumot tűzjelző berendezéssel szükséges ellátni, füstérzékelő és hősebességérzékelő fejekkel, a technikai helyiségek tekintetében hőkamerás megfigyelés lehetőségével.

Az objektumban több helyiség is van, ahol elektromos tűz veszélye fennál. Igaz ez a gépészeti térre, a konyhára, az irodára és a technikai helyiségekre. Az épületben dolgozók a létesítmény funkciójára való tekintettel mind magasan képzett, nagy terhelést elviselő emberek, így elvárható, hogy a közösségi terekben egy kezdetleges tüzesetet a kihelyezett tűzoltó készülékekkel képesek kezelni. Vannak azonban olyan helyzetek, amikor nem elég a számítógép vagy kenyérpírító csatlakozóját a falból kirántani. A technikai helyiségbe olyan méretű és értékű számítástechnikai felszerelés kerül, melynek zárlat miatti tönkremenetele százmillió forintos nagyságrendű is lehet, ezért ezekben a helyiségekben nem lehet az emberi munkára hagyatkozni, automata tűzoltó berendezés telepítése szükséges. Mivel elektromos berendezésekről van szó, vízzel nem szabad oltani, így a sprinkler rendszer nem jöhet szóba, bár léteznek vízköddel oltó berendezések, melyek használhatók ilyen célra, azonban ezeknek komoly méretű gépészeti berendezésre van szükségük a víz 100 bar fölötti porlasztásához. A porral oltók sem igazán alkalmasak az elektromos tüzek kár nélküli elfojtásához, így a gázzal oltók között kell keresni a megoldást. Ma már több tűzvédelemmel foglalkozó cég vállalja automata gázzal oltó berendezések telepítését, több fajta oltógázzal. Ezek közül a leginkább környezetbarát megoldás az INERGEN gázzal oltó, mely 52%-ban nitrogén-dioxidot, 40%-ban argont, 8%-ban szén-dioxidot tartalmaz. A többi oltógázzal ellentétben ez a gáz egyegy nem ártalmas a környezetre sem és klinikailag bizonyítottan egészségkárosító hatása sincs (forrás: <https://tuzor.hu/szakteruleteink/gazzal-olto/gazzal-olto-berendezesek>).

Mindezek mellett a föld alatt keletkező tűz hamar meg tudja tölteni a teret füsttel, ami veszélyt jelent a menekülési útvonal világító fényeit követő emberre. Ennek a korlátnak a leküzdésére az épület több pontjára szükséges elhelyezni, összesen a létszám legalább mesfélszeresényi egyszerhasználatos mobil oxigéntermelő készülékeket, például MSA SavOx (kép és adatlap 17. mellékletben). Ez a készülék rövid ideig képes kémiai úton szén-dioxid elnyelni a kilélegzett levegőből, és oxigént előállítani a légzéshez.

## 5. Összefoglalás

A védett vezetési pont tervezése során sok érdekes és különleges gépészeti megoldással találkoztam, amiben a dolgozat írása közben kedvem leltem, elmélázva egy-egy olyan frappáns óvóhelyi megoldáson, melyek olyannyira egyszerűek és mégis működőképeseek a maguk különleges módján, akár napjainkban is.

Megvizsgáltam mely védelmi funkciók létesítése lehetséges a számomra biztosított kis földalatti létesítményben, és úgy gondolom a lehetőségekhez mérten, amit tudtam sikerült kihozni belőle. Az objektum képes elszigetelten létezni, ameddig a víztartaléka és oxigénregeneráló patronja ezt lehetővé teszi. Eközben elzárkózás közben ellenáll a robbanások okozta léglökéseknek, a légkezelő rendszere többfázisú szűréssel minden szemcsés szennyeződést képes kiszűrni a levegőből. A világháborús óvóhelyek harcigáz szűrő berendezései helyett egy komplex vegyianyag szűrő és légregeneráló modul beépítését választottam, mely elzárkózás alatt is friss levegőt biztosít. A VGLA ajtók beépítése biztosítja a bent dolgozók biztonságát a repeszek és robbanások ellen, miközben segíti a vezetési pont légtömörségének megtartását, ahogyan a légkezelőbe épített hermetikusan záró szelepek is. Az épület felszíni kapcsolatai álcázottan kerülnek létesítésre, ez segíti a védett vezetési pont titkos jellegének megtartását. Álcázott kürtőben kerül a tetőszintig vezetésre a légtechnika friss levegő beszívó és használt levegő kidobó ága, az épületekkel határolt belső udvarban álcázottan kerül telepítésre a hűtő-fűtő rendszer és HMV tartály hőszivattyúja, a technikai helyiségek hűtését biztosító VRV berendezés kültéri egysége, valamint a vészeseti áramellátást biztosító dízelaggregátor.

Megterveztem a létesítmény légtechnikai rendszerét, ahol a hőszükséglet számítás során figyelembe vettem azt különleges helyzetet, hogy a határoló falszerkezet a szokványostól eltérően a külső oldalukon nem levegővel vannak kapcsolatban, hanem a talajjal. Ebből adódóan az épületet kívülről érő hőhatás téli és nyári átlagos hőmérsékletei sokkal közelebb álltak egymáshoz, amiből következett, hogy a téli és nyári hőszükséglet sem tért el drasztikusan, mindössze közel 3 kW volt az eltérés. A belső hőterheléseket is figyelembe véve arra az eredményre jutottam, hogy téli időszakban is enyhe hűtésre van szüksége az objektumnak.

A hideg és melegvíz hálózat tervezése során nem ütköztem olyan akadályba, ami az épület elhelyezkedése miatt különleges megoldást igényelt volna, ellenben a szennyvízelvezetésnél már igen. Az alapcsatorna mélysége miatt a rendszer végére egy kompakt szennyvízátemelő telep beépítésére volt szükség, hiszen az alapcsatorna jóval a közmű alatt helyezkedett el.

A komfort hűtést és fűtést négycsöves fan-coil rendszer látja el, melyhez elkészítettem a rendszer hidraulikai tervezésén kívül a körönkénti beszabályozási tervet is, tichelmann kötést alkalmazva, így törekedve a körök közötti nyomásesések eltéréseinek minimalizálására.

Mindezeket figyelembe véve úgy gondolom szakdolgozatom elérte a célját, de kérdéses, hogy ennek a létesítménynek ebben a formában van-e létjogosultsága napjainkban. A harcászati technika fejlődésével az óvóhelyek védelmi szintje nem fejlődött, és bár bizonyos ideig, és bizonyos erővel szemben képes ellenállni, ha az ellenségnek célja a védett pont elpusztítása, vagy az odavaló bejutás, akkor ennek a módját meg fogja találni. A legbiztonságosabb akkor lehet egy védő funkciót ellátó objektum, ha az ellenségnek nincs róla információja.

A legnagyobb biztonságot jelentő védelmi megoldás tehát: a titok.

## **6. Irodalomjegyzék**

### **6.1. Szakirodalom**

Györök László – Dr. Tóth Rudolf: A lakossági óvóhelyek és a vezetési pontok alaprendeltetése, építészeti, gépészeti kialakításuk közötti különbségek; Műszaki Katonai Közlöny XXVI. évfolyam, 2016. 3. szám, 74-92.o.

Szabó József (szerk.): Hadtudományi lexikon. 2. köt. Magyar Hadtudományi Társaság, Budapest, 1995.

2/2002. (I. 23.) BM rendelet - a tűzvédelem és a polgári védelem műszaki követelményei; 6. számú melléklet: Polgári Védelmi Műszaki Követelmények

Matuz Géza: Néhány fontos műszaki tényező, amely elősegíti a közel nulla szintű épületek hatékonyságát; Magyar Épületgépészet LXIX. évfolyam, 2020/4. szám, 25-28.o.

Kostyák Attila – Kostyák Ferenc: Direkt evaporatív léghűtés alkalmazásának vizsgálata munkaterekben, a 3/2020. (II.8.) SzCsM-EüM rendelet alapján; Magyar Épületgépészet LXIX. évfolyam 2020/5. szám, 19-24.o.

Kaszab Gergely: Felújítások, álmennyezeti rendszerek: Így tudunk jól működő mennyezetfűtési, -hűtési rendszereket létrehozni III.; VGF&HKL 2022.11, 38-42.o.

Szebellédi Tamás: A jelen és a jövő felületfűtő, -hűtő rendszer megoldása, Magyar Épületgépészet LXIX. évfolyam 2020/11. szám, 21-22.o.

Lantos Tivadar: Folyadék hűtővel hűtött szervergépház; VGF&HKL 2022.03, 74-79.o.

Vigh Gellért: Klímagerenda DCV rendszerben; Magyar Épületgépészet LXIX. évfolyam, 2020/11. szám, 13-14.o.

Lantos Tivadar: Zónaszabályozás hidraulikus váltó beépítésével; VGF&HKL 2021.1-2, 32-35.o.

Szebellédi Tamás: Aktív betonfödém: Gyárilag előszerelt födémfűtés, -hűtés panelek; VGF&HKL 2022.05, 4-13.o.

Misinkó Sándor: Végy egy gázkazánt, adj hozzá egy hőszivattyút...; Magyar Épületgépészet LXIX. évfolyam, 2020/11. szám, 25-26.o

Kovács László: Hőszivattyús fűtés, fan coilos hűtés; Magyar Épületgépészet LXIX. évfolyam, 2020/3. szám, 13-14.o.

Erdősi Csaba: Fűtés alacsony hőmérséklettel; VGF&HKL 2020.10, 16-19.o.

Dávid Sándor: Hőszivattyú és HMV: Minőségi alapanyagok felhasználása modern technológiai környezetben; VGF&HKL 2023.06, 12-15.o.

Geyer-Ehrenberg Szilveszter Zoltán: HMV cirkuláció. Komfort, higiénia és energiatakarékosság; Magyar Épületgépészet LXIX. évfolyam, 2020/5. szám, 14-17.o.

Szabó Balázs: Különleges műszaki megoldások a nagy védőképességű védett létesítményekben II.; Műszaki Katonai Közlöny XXVIII. évfolyam, 2018. 3. szám, 233-261.o.

Szabó Balázs: Különleges műszaki megoldások a nagy védőképességű védett létesítményekben II.; Műszaki Katonai Közlöny XXVIII. évfolyam, 2018. 2. szám, 118-145.o.

Rohoska Lajos – Ulrich Rudolf: Segédlet az életvédelmi létesítmények (óvóhelyek) üzemeltetési, karbantartási és felújítási feladatainak elvégzéséhez; Építésügyi Tájékoztatási Központ kiadó, 1993.

Lantos Tivadar: Ha beüt az áramszünet; VGF&HKL 2022.1-2, 36-41.o.

Dr. Varga-Haszonits Zoltán: Agroklimatológia I. Egyetemi jegyzet, Pannon Agrártudományi Egyetem, Mezőgazdaságtudományi Kar, Mosonmagyaróvár, 1991.

Marcsó Sándor: Légtechnika I. Egyetemi jegyzet, Debreceni Egyetem Műszaki Kar, Debrecen, 2010.

Marcsó Sándor: Légtechnika II. Egyetemi jegyzet, Debreceni Egyetem Műszaki Kar, Debrecen, 2010.

Homonnay Györgyné (szerk.): ÉPÜLETGÉPÉSZET 2000 – Fűtéstechnika, Épületgépészet kiadó, 2001

## **6.2. Szabványok, műszaki irányelvek**

MI-04-260-1 Építésügyi Ágazati Műszaki Irányelv. Életvédelmi létesítmények tervezése: óvóhelyek. Általános előírások. Környezetvédelmi és Területfejlesztési Minisztérium, h. n., 1993.

MI-04-260-2 Építésügyi Ágazati Műszaki Irányelv. Életvédelmi létesítmények tervezése: óvóhelyek. Telepítési előírások. Környezetvédelmi és Területfejlesztési Minisztérium, h. n., 1993.

MI-04-260-5 Építésügyi Ágazati Műszaki Irányelv. Életvédelmi létesítmények tervezése: óvóhelyek. Épületgépészeti előírások. Környezetvédelmi és Területfejlesztési Minisztérium, h. n., 1993.

EN779:2012 szabvány

MSZ 14263-1979: ZSSZ – típusú léglökés ellen védő szelep

MSZ CR 1752:2000 - Épületek szellőztetése – Épületek belső környezetének tervezési alapjai

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

MI-04-132/91 – Épületek vízellátása

MSZ-10158/1-92 – A vízellátás fajlagos vízigényei

MSZ-4-804/1-1989 – Épületgépészeti csővezetékek

MSZ-04-134:1991 – Épületek csatornázása

MSZ-04-140/3-87 – Fűtési hőszükségletszámítás

Tűzvédelmi Műszaki Irányelvek 2 – Kiürítés

Tűzvédelmi Műszaki Irányelvek 6 – Beépített tűzoltó berendezések tervezése, telepítése

### 6.3. Internetes források

- <https://www.sziklakorhaz.hu/> letöltve:2023.08.08.
- <https://www.simplypsychology.org/maslow.html> letöltve:2023.08.22.
- <https://www.temet.com> letöltve:2023.09.06.
- [https://www.daikin.hu/hu\\_hu/blog/hoszivattyu\\_mukodese.html](https://www.daikin.hu/hu_hu/blog/hoszivattyu_mukodese.html)  
letöltve:2023.10.08.
- <https://www.ariston.com/hu-hu/the-comfort-way/az-ariston-vilaga/hoszivattyu-mukodese-a-legfontosabb-tudnivalok>  
letöltve:2023.10.08.
- [https://www.e-gepesz.hu/hirek/16187-innovativ-aermec-vcf\\_x4-negyecsoves-fan-coil-szelepkeszlet](https://www.e-gepesz.hu/hirek/16187-innovativ-aermec-vcf_x4-negyecsoves-fan-coil-szelepkeszlet)  
letöltve:2023.09.16.
- <https://www.e-gepesz.hu/cikkek/16370-miert-hasznaljunk-kompakt-szennyvizatemelo-telepet>  
letöltve:2023.09.21.
- Lindab tervezési segédlet  
[https://itsolution.lindab.com/LindabWebProductsDoc/PDF/Documentation/ADS/hu/Brochure/Lindab\\_Legtechnika\\_Tervezesi\\_segedlet.pdf](https://itsolution.lindab.com/LindabWebProductsDoc/PDF/Documentation/ADS/hu/Brochure/Lindab_Legtechnika_Tervezesi_segedlet.pdf)  
letöltve:2023.10.10.
- Lindab termékméretező <https://www.lindqst.com/default.aspx>  
letöltve:2023.10.12.
- Airvent spirálkorcolt acélső katalógus [https://www.airvent.hu/uploads/files/doc/SP-AIR\\_SP-AIR-MB%20\(Airvent\)%20H.pdf](https://www.airvent.hu/uploads/files/doc/SP-AIR_SP-AIR-MB%20(Airvent)%20H.pdf)  
letöltve:2023.10.12.
- <https://wolf-hu.eu/termek/kg-top-atex/>  
letöltve:2023.10.12.
- <https://www.grundfos.com/hu>  
letöltve:2023.10.15.
- <https://www.daikin.hu/>  
letöltve:2023.10.16.
- <https://www.fisherklima.hu/>  
letöltve:2023.10.16.
- <https://www.vaillant.hu/>  
letöltve:2023.10.16.
- <https://tuzor.hu/szakteruleteink/gazzal-olto/gazzal-olto-berendezesek>  
letöltve:2023.10.17.



## 6.4. Ábrák

1. ábra: <https://skoll.hu/maslow-piramis-szukseglethierarchia/>  
letöltve:2023.11.05.
2. ábra: <https://www.temet.com/products/valves-and-dampers/gastight-closing-valves>  
letöltve:2023.09.06.
3. ábra: 2/2002. (I. 23.) BM rendelet, 371. o.
4. ábra: <https://www.temet.com/products/filtration-systems/regen-co2-removal>  
letöltve:2023.09.06.
5. ábra: [https://www.e-gepesz.hu/hirek/16187-innovativ-aermec-vcf\\_x4-negyecsoves-fan-coil-szelepkeszlet](https://www.e-gepesz.hu/hirek/16187-innovativ-aermec-vcf_x4-negyecsoves-fan-coil-szelepkeszlet)  
letöltve:2023.09.16.
6. ábre: <https://product-selection.grundfos.com/hu/products/multilift/mld?tab=models>  
letöltve:2023.09.21.
7. ábra:  
[https://mandadb.hu/tetel/546718/Alsoperemes KOPA típusu leglokes ellen vedo\\_szelep Osszeallitasi rajza](https://mandadb.hu/tetel/546718/Alsoperemes_KOPA_tipusu_leglokes_ellen_vedo_szelep_Osszeallitasi_rajza)  
letöltve:2023.09.17.
8. ábra: Szabó Balázs: Különleges műszaki megoldások a nagy védőképességű védett létesítményekben II.; Műszaki Katonai Közlöny XXVIII. évfolyam, 2018. 3. szám, 247.o.
9. ábra: MSZ 14263-1979: ZSSZ – típusú léglökés ellen védő szelep 2-3.o.
10. ábra: [http://www.maeumnet.co.kr/temet/Blast\\_valve\\_PV-KK\\_V00021.pdf](http://www.maeumnet.co.kr/temet/Blast_valve_PV-KK_V00021.pdf)  
letöltve:2023.09.17.
11. ábra: [http://www.maeumnet.co.kr/temet/TEMET\\_BLAST\\_VALVE\\_PSV-350\\_V00029.pdf](http://www.maeumnet.co.kr/temet/TEMET_BLAST_VALVE_PSV-350_V00029.pdf)  
letöltve:2023.09.17.
12. ábra: Szabó Balázs: Különleges műszaki megoldások a nagy védőképességű védett létesítményekben II.; Műszaki Katonai Közlöny XXVIII. évfolyam, 2018. 2. szám, 124.o.
13. ábra: <https://www.temet.com/products/valves-and-dampers/wall-sleeves>  
letöltve:2023.09.25
14. ábra: Volvo ALMVL dízel aggregátor sorozat adattáblája (forrás: <https://ganzair.hu/wp-content/uploads/2017/10/Volvo.pdf>)  
letöltve:2023.10.17.
15. ábra: Tervezett objektum alaprajza üresen, méretekkel

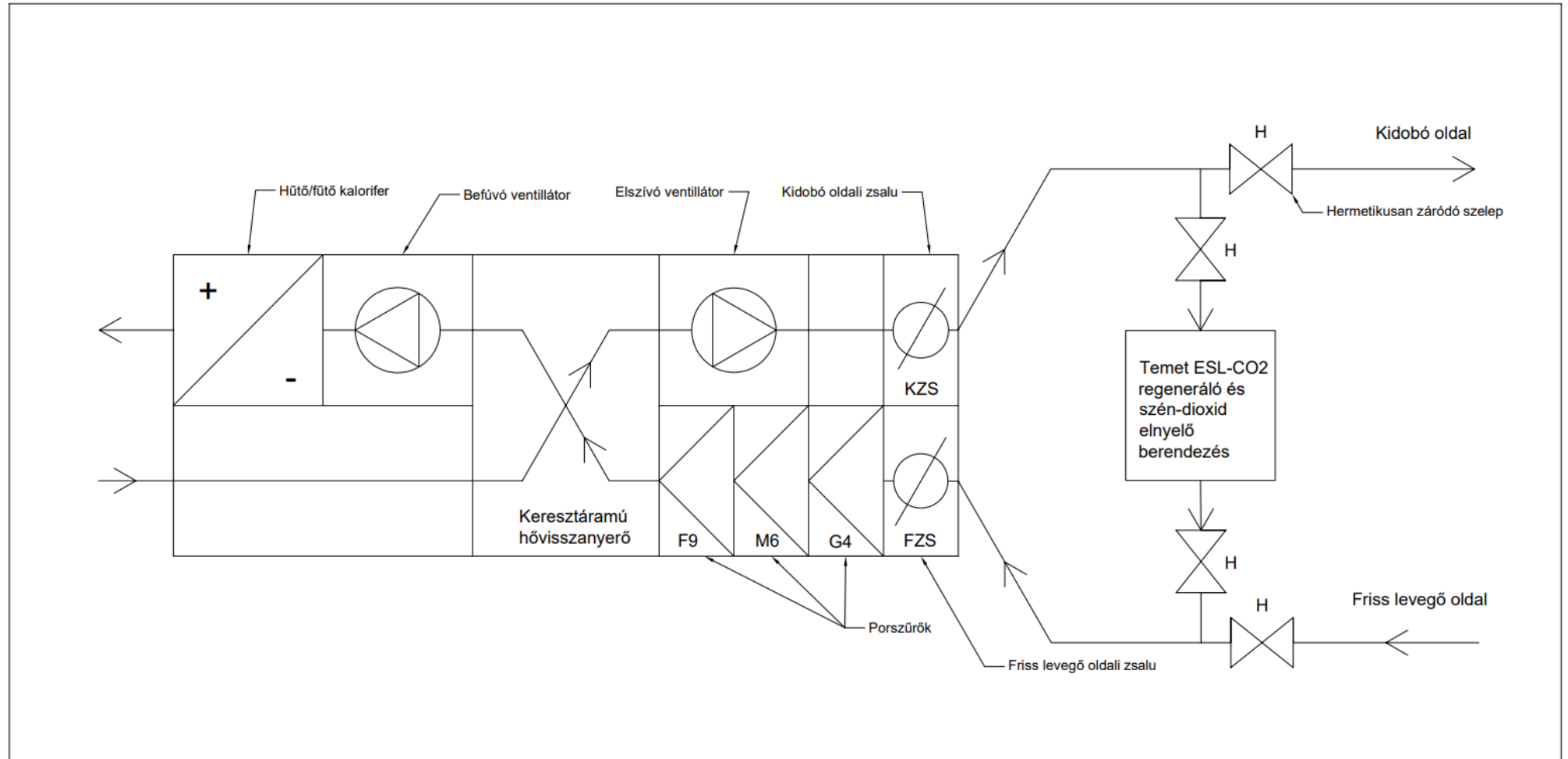
16. ábra: Tervezett objektum alaprajza helyiségekkel, méretekkel, funkciókkal
17. ábra: Tervezett objektum használati vízellátása
18. ábra: Spirálkorcolt acélcső fajlagos súrlódási nyomásvesztése (forrás: [https://www.airvent.hu/uploads/files/doc/SP-AIR\\_SP-AIR-MB%20\(Airvent\)%20H.pdf](https://www.airvent.hu/uploads/files/doc/SP-AIR_SP-AIR-MB%20(Airvent)%20H.pdf) letöltve:2023.10.12.)
19. ábra: Elágazások alaki ellenállás tényezője (forrás: Marcsó Sándor, 2010, 99.o.)
20. ábra: Légcsatorna végén történő belépés alaki ellenállás tényezője (forrás: Marcsó Sándor, 2010, 99.o.)
21. ábra: Körszelvényű csövek vízvezető képességének diagramja telt csőszelvényeknél (MSZ-04-134:1991)
22. ábra: Körszelvényű csatornák vízszállítási korrekciós diagramja 0-1 töltési fok között (MSZ-04-134:1991)

## **6.5. Táblázatok**

1. táblázat: Szűrőosztályok (forrás: EN779:2012 szabvány)
2. táblázat: Nagyterű iroda tervezési kritériumai (forrás: MSZ CR 1752:2000)
3. táblázat: Határoló szerkezetek hőátbocsátása
4. táblázat: A talajhőmérséklet átlagos középértékei (forrás: Dr. Varga-Haszonits Zoltán, 1991, 153.o.)
5. táblázat: Levegő minőség követelmények az MSZ CR 1752:2000 szabványban
6. táblázat: Kör keresztmetszetű szeletes ívidom alaki ellenállás tényezője (forrás: Marcsó Sándor, 2010, 96.o.)
7. táblázat: Kör keresztmetszetű diffúzor alaki ellenállás tényezője (forrás: Marcsó Sándor, 2010, 98.o.)
8. táblázat: A légtechnikai csőhálózat nyomásvesztései
9. táblázat: Csapoló berendezések egyenértékei (forrás: MSZ-10158/1-92)
10. táblázat: Használati hidegvíz hálózat szerelvényeinek alaki ellenállása
11. táblázat: Használati melegvíz hálózat szerelvényeinek alaki ellenállása
12. táblázat: Használati hidegvíz hálózat súrlódási nyomásesése
13. táblázat: Használati melegvíz hálózat súrlódási nyomásesése
14. táblázat: Víznyelő berendezések egyenértékei (forrás: MSZ-04-134:1991)
15. táblázat: Szennyvíz ágvezetékek méretezése víznyelő egyenérték alapján
16. táblázat: Hűtési-fűtési szakaszok nyomásesései
17. táblázat: Hűtési-fűtési kör beszabályozása

## 7. Mellékletek

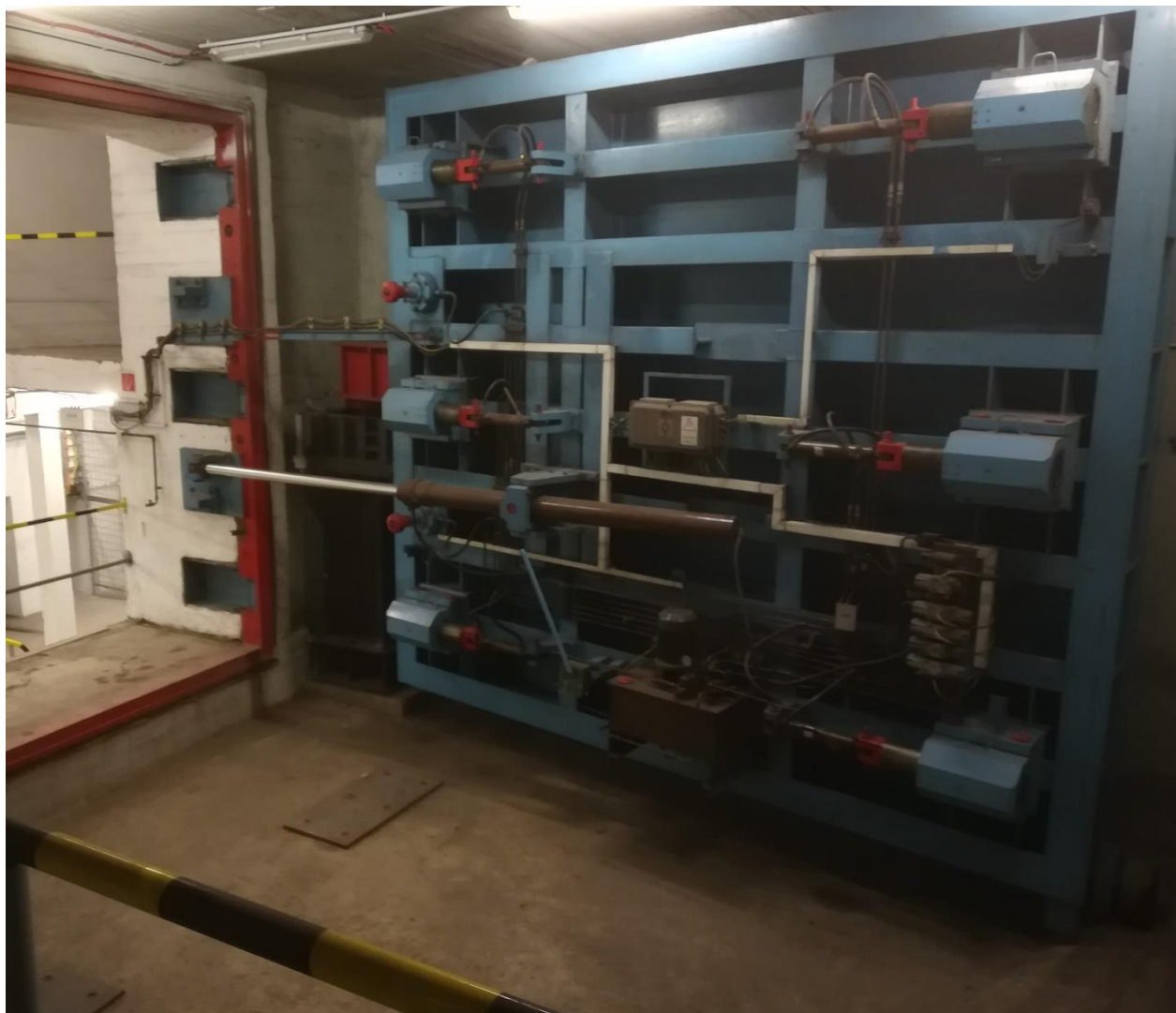
1. melléklet: Légkezelő és regeneráló egység tervezett kapcsolási rajza



2. melléklet: Ferenciek tere metróállomáson egy GLA ajtó, mellette vízszintes beépítésű, ellensúlyterhelésű KID szelepek. Szerző saját felvétele 2019.12.07-én.



3. melléklet: Újpest-Városkapu metróállomás egyik hidraulikus működtetésű elzárókapuja



## Résbefúvók

## LTDP



### Leírás

LTDP is a linear slot diffuser made of aluminium and mounted on a galvanized steel panel. LTDP is delivered with one of the plenum boxes GBPF, JBPF, NBPF or KBPF, always mounted from the factory.

### LTDP

- Design linear slot diffuser
- Suitable for supply and extract air
- Managing high airflows with minimum pressure loss and noise level
- Easy mounting of the fully assembled LTDP
- 3 different standard panel edge bends make the LTDP suitable for most false ceilings

### LTDPF

- Design linear slot diffuser
- Suitable for extract air
- Openable diffuser provides easy maintenance process and replacing of FP-15 G3 filter. (Ordered separately)
- Easy mounting of the fully assembled LTDP
- 3 different standard panel edge bends make the LTDP suitable for most false ceilings

### Rendelési kód

LTDP-25-4-800-S1-D1-P1-B1-10-x-GBPF-C

Terítési profil: 30°	5°
Termék hossz	800
Funkció	Befúvás
Munkabeállítás	Függőleges
Anemosztát szín	RAL 9010

### Műszaki adatok

#### Követelmények:

Légmennyiség	qv	257,4	m <sup>3</sup> /h
Helyiség csillapítás	Dr	4	dB
Távolság az álmennyezettől		0	m
Beállított nyomás	Δp	0	Pa
Helyiség hőmérséklet	tr		°C
Primer levegő hőmérséklete	tal		°C

#### Results

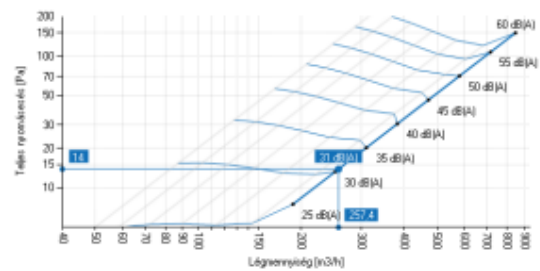
Össz teljesítmény	P	W
Bruttó légsebesség	v	2,8 m/s
Teljes nyomásesés	Δpt	14 Pa
Hangteljesítmény	LwA	31 dB(A)
Hangnyomásszint	LpA	27 dB(A)
Vetőtávolság	L0.2	1,6 m

Hz	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	Sum	Sum
Lw	38	35	32	27	24	22	17	13		
ΔL	14	8	7	6	5	4	5	7		

#### Szimbólumok

ΔL	Hangcsillapítás
Lw	Sajátzajkeltés

#### Nyomás és hangteljesítmény diagram



## Résbefúvók

## LTDF



### Leírás

LTDF is a linear slot diffuser made of aluminium and equipped with a filter holder for a FP-15 G3 filter. Used for extract air, and to keep an aesthetic design, the diffuser can be equipped with aluminium blade deflectors.

The LTDF has a hinged openable face plate, which makes changing of the filter and maintenance from the room side very easy.

LTDF is delivered with the plenum boxes GBPF, JBPF, NBPF or KBPF, always mounted from the factory.

- Design linear slot diffuser
- Suitable for extract
- Easy access to the filter

### Rendelési kód

LTDF-25-4-800-S1-D1-GBPF-E

Termék hossz	800
Funkció	Elszívás
Munkabeállítás	Elszívás
Anemosztát szín	RAL 9010

### Műszaki adatok

#### Követelmények:

Légmennyiség	qv	257,4	m <sup>3</sup> /h
Helyiség csillapítás	Dr	4	dB
Távolság az álmennyezettől		0	m
Beállított nyomás	Δp	0	Pa

#### Results

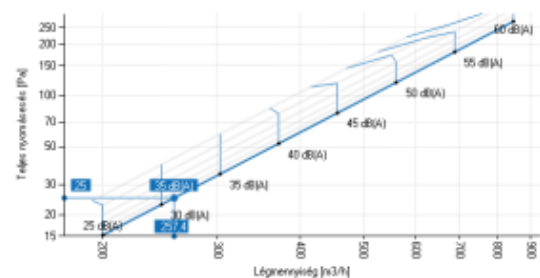
Teljes nyomásesés	Δpt	25	Pa
Hangteljesítmény	LwA	35	dB(A)
Hangnyomásszint	LpA	31	dB(A)

Hz	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	Sum	Sum
Lw	41	38	37	32	28	25	20	16		
ΔL	14	8	7	6	5	4	5	7		

#### Szimbólumok

ΔL	Hangcsillapítás
Lw	Sajátzajkeltés

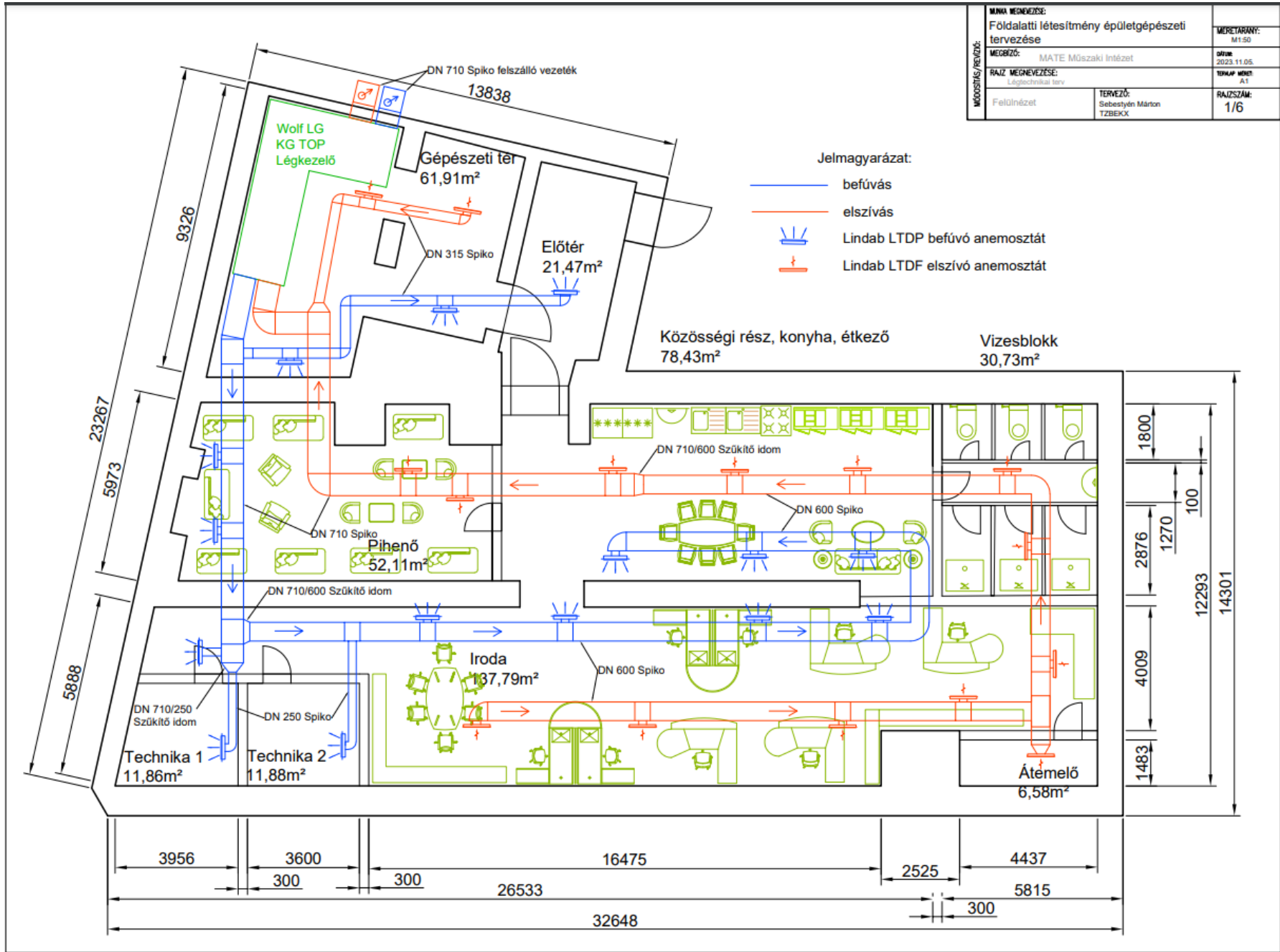
#### Nyomás és hangteljesítmény diagram





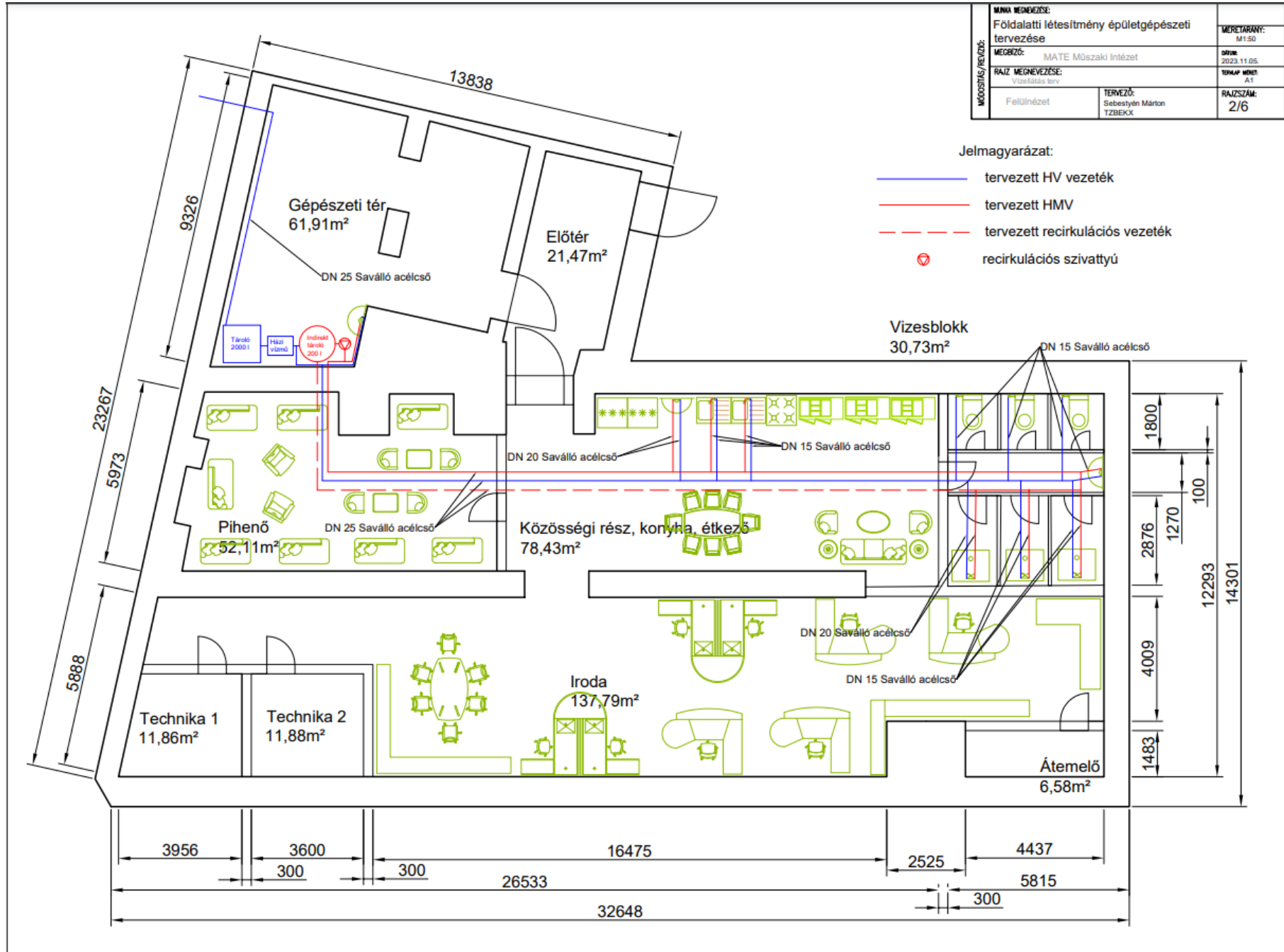
6. melléklet:

A létesítmény  
légtechnikai  
terve



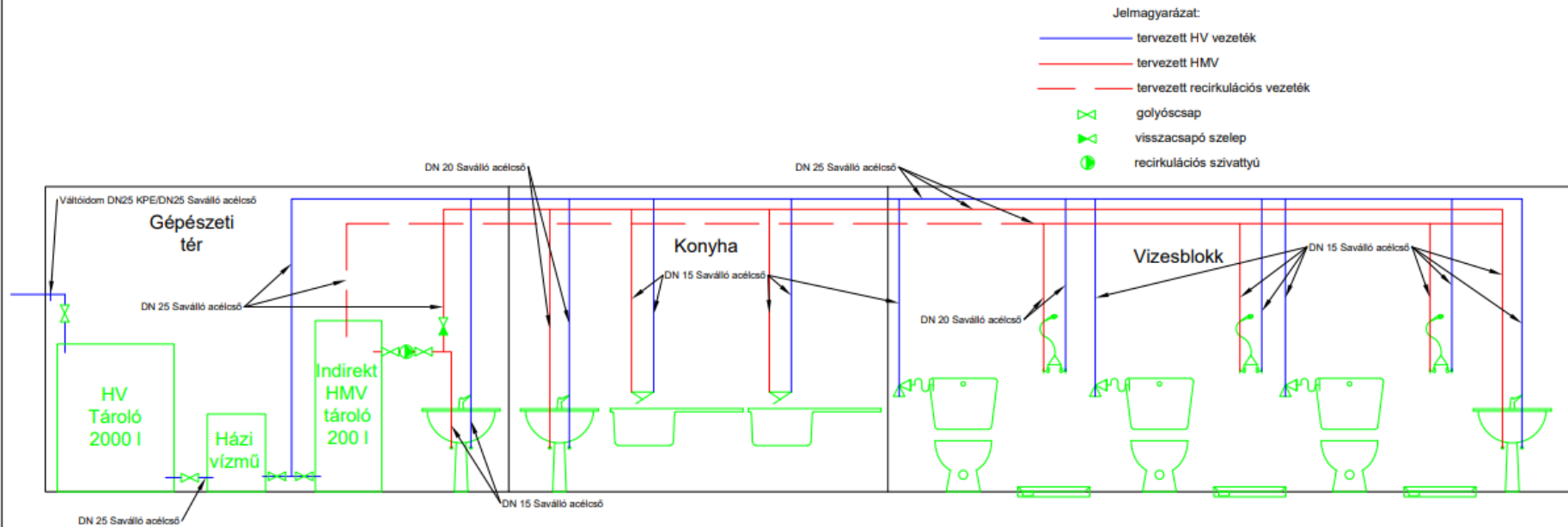
7. melléklet:

A létesítmény vízhálózati terve



8. melléklet:  
A létesítmény  
vízhálózatának  
függőleges  
csőterve

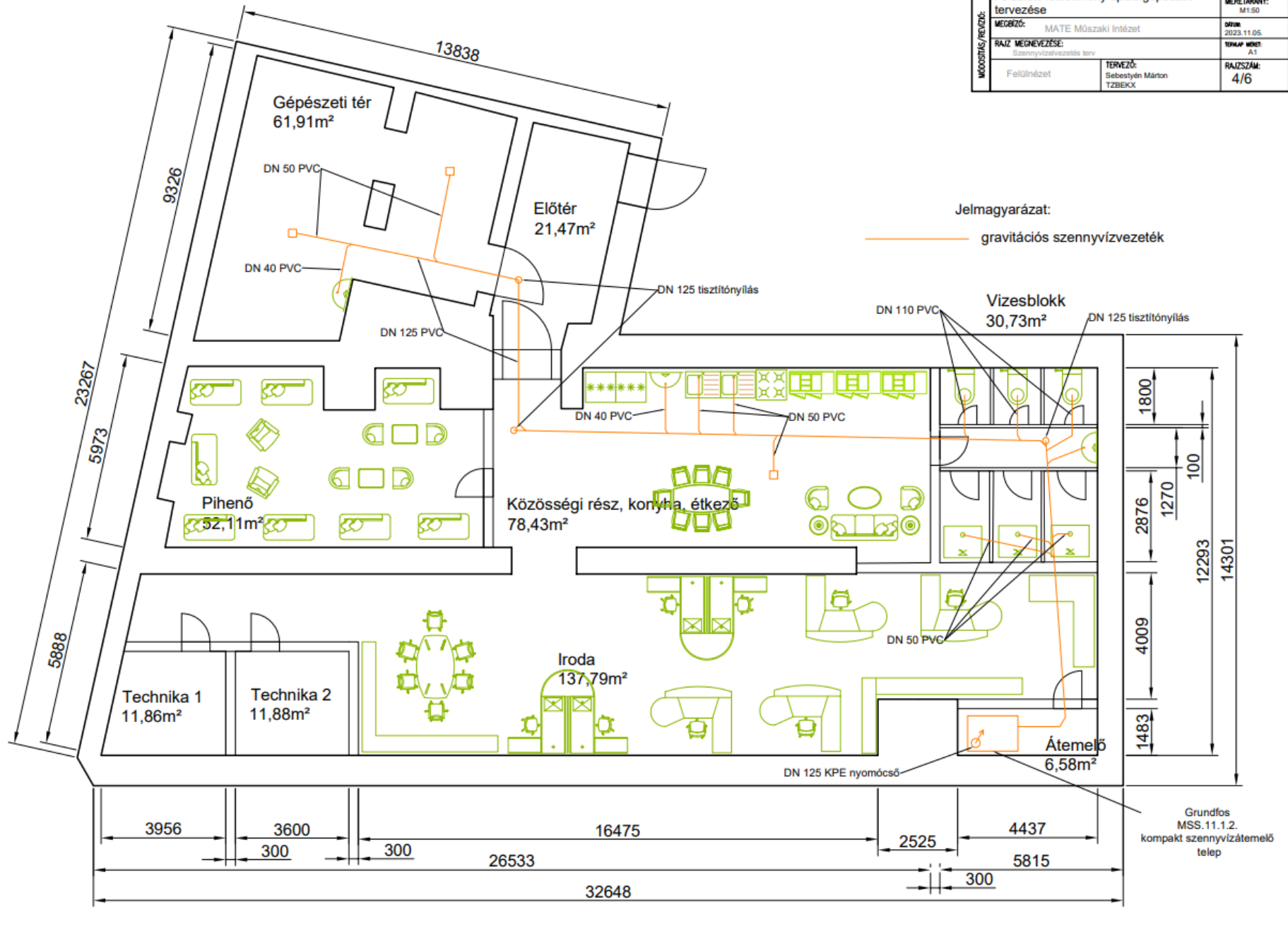
MÉRÉS/TERVEZÉS:	MUNKÁK MEGNEVEZÉSE:	Földalatti létesítmény épületgépészeti tervezése	MÉRTERÁNY:	M1.20
	MÉRŐ:	MATE Műszaki Intézet	DÁTUM:	2023.11.05.
	RAJZ MEGNEVEZÉSE:	Vízellátás függőleges csőterv	TERVEZŐ:	Sebestyén Márton TZBEKK
	MÓDOSÍTÁS/REKVIZITUM:	Oldalnézet	RAJZSZÁM:	3/6



9. melléklet:

A létesítmény  
szennyvízhálózati  
terve

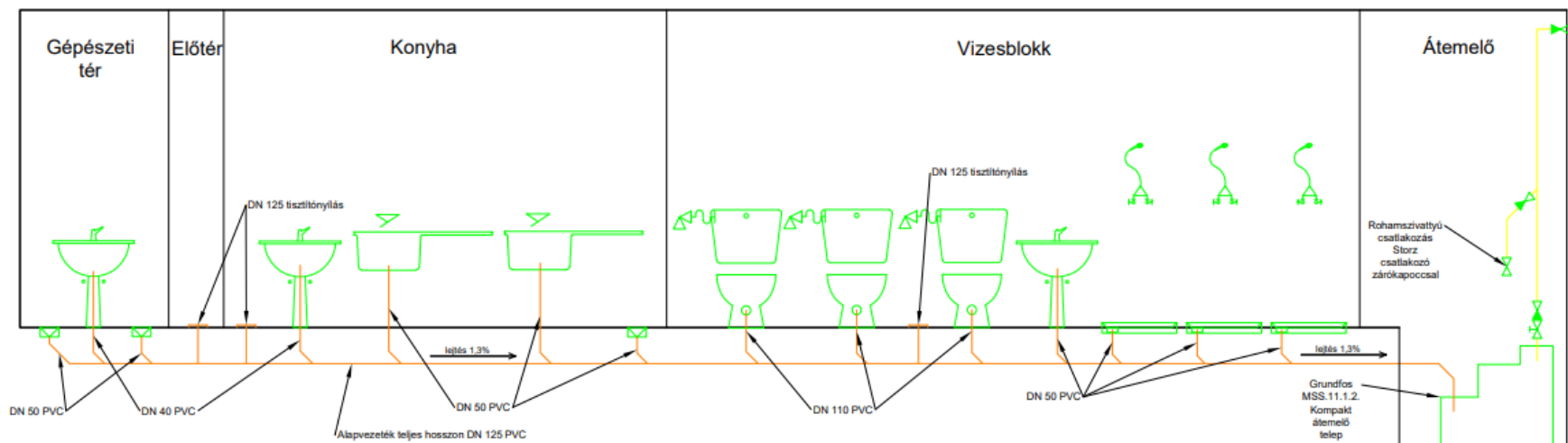
MÓDOSÍTÁS/REVÍZIÓ:	MUNKÁK MEGNEVEZÉSE:	Földalatti létesítmény épületgépészeti tervezése	MÉRETKÉNY:
	MÉRŐZŐ:	MATE Műszaki Intézet	M1:50
	RAJZ MEGNEVEZÉSE:	Szennyvízelvezetés terv	DÁTUM:
	Felülnézet	TERVEZŐ:	TERVEZŐ:
	Sebestyén Márton	TZBEKX	RAJZSZÁM:
			A1
			4/6


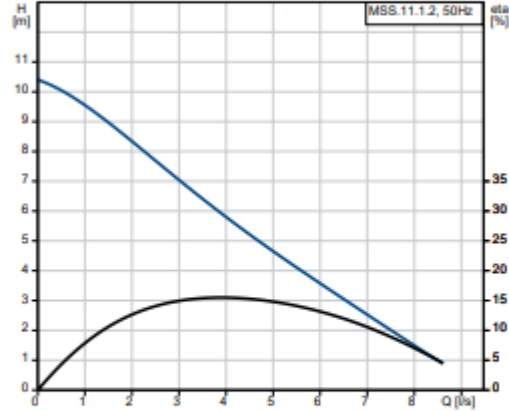
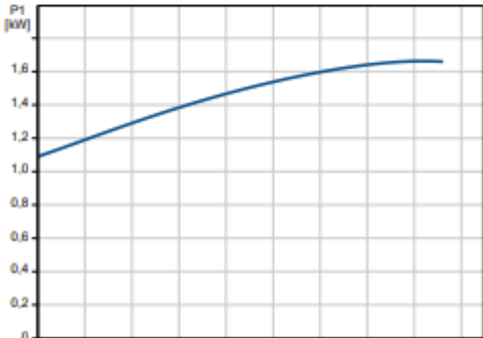


MÓDOSÍTÁS/REVÍZIÓ:	<b>MUNKÁK MEGNEVEZÉSE:</b>	Földalatti létesítmény épületgépészeti tervezése	<b>MÉRETKARANTY:</b>	M1:20
	<b>MEGTERVEZŐ:</b>	MATE Műszaki Intézet	<b>DÁTUM:</b>	2023.11.05.
	<b>RAJZ MEGNEVEZÉSE:</b>	Szennyvízelvezetés függőleges csőterv	<b>TERV LAP MÉRLET:</b>	A1
		<b>TERVEZŐ:</b>	Sebestyén Márton TZBEKX	<b>RAJZSZÁM:</b>

Jelmagyarázat:

- gravitációs szennyvízvezeték
- nyomott szennyvízvezeték
- tolózár
- visszacsapó szelep



		<b>Cég név:</b> <b>Készítette:</b> <b>Telefon:</b>	
		<b>Dátum:</b> 2023. 10. 15.	
Leírás	Érték		
<b>Általános információk:</b>			
Terméknév:	MSS.11.1.2		
Cikkszám:	97901037		
EAN szám:	5710626080458		
<b>Műszaki:</b>			
A szivattyú műszaki adataihoz tartozó fordulatszám:	2760 rpm		
Névleges térfogatáram:	5.5 l/s		
Max. térfogatáram:	8.61 l/s		
Névleges szállítómagasság:	4.1 m		
Max. száll.mag.:	10.4 m		
A járőkerék típusa:	VORTEX		
Max. Részecske:	40 mm		
Jóváhagyások:	CE,EAC,CN ROHS,MORO,UKCA,SEPRO		
CE jóváhagyású (Igen/Nem):	Igen		
EN szám az LGÁ jóváhagyáshoz:	I		
Non-return valve type:	FLAP VALVE		
<b>Anyagok:</b>			
Szivattyúház:	Composite		
Tartály:	Plastic		
Tartály:	LDPE		
Tömítés:	NBR		
<b>Telepítés:</b>			
Megengedett hőmérséklettartomány:	0 .. 40 °C		
Nyomóoldali csatlakozó típusa:	DIN		
Nyomóoldali csatlakozó mérete:	DN 80		
A csőcsatlakozás névleges nyomása:	PN 6		
<b>Folyadék:</b>			
Folyadék hőmérséklet tartomány:	0 .. 40 °C		
Sűrűség:	998.2 kg/m <sup>3</sup>		
<b>Elektromos adatok:</b>			
Bemenő teljesítmény P1:	1.7 kW		
P2:	1.1 kW		
Hálózati frekvencia:	50 Hz		
Névleges feszültség:	1 x 230 V		
Feszültség tűrés:	+10/-6 %		
Órákenti max. indítások száma:	60		
Névleges áram:	8 A		
Cos phi - teljesítménytényező:	0.95		
Kondenzátor mérete - üzemi:	20 µF		
Pólusok száma:	2		
Indítási mód:	direkt		
Védettségi osztály (IEC 34-5):	IP68		
Szigetelés osztály (IEC 85):	F		
Beépített motorvédelem:	KLIXON		
Kábelhossz:	1.5 m		
Motorkábel:	4 m		
Kábel típus:	H07RN-F		
Csatl. dugó:	SCHUKO		
Tápkábel:	H05VV-F		
<b>Vezérlés:</b>			
A kapcsolódoboz típusa:	LC220		
Üzem mód:	S3-10%,1 MIN.		
<b>Tartály:</b>			
Tartálytér fogat:	44 l		

## Specifications Table for FWR-AF

				FWR02AAFV3	
Hangnyomás szint	Alacsony		dB(A)	33 (6)	
	Magas		dB(A)	45 (6)	
Összes hangteljesítmény szint	Alacsony		dB(A)	38 (4)	
	Magas		dB(A)	50 (4)	
Vízáram	Hűtés	Alacsony	l/óra	216 (1)	
		Magas	l/óra	307 (1)	
	Fűtés	Magas	l/óra	154 (3)	
		Alacsony	l/óra	119 (3)	
Víznyomás-esés	Fűtés	Magas	kPa	6 (3)	
		Alacsony	kPa	5 (3)	
	Hűtés	Magas	kPa	13 (1)	
		Alacsony	kPa	7 (1)	
Csőcsatlakozások	Drain	OD	mm	16	
Áramfelvétel	Magas		kW	0.019	
	Alacsony		kW	0.01	
A víz megengedett hőmérséklete	Fűtés	Max.	°C	95.000	
		Min.	°C	5.00	
	Hűtés	Min.	°C	5	
		Max.	°C	95.0	
Méretek	Berendezés	Szélesség	mm	774	
		Mélység	mm	246	
		Magasság	mm	564	
Csőcsatlakozások	További tekercs		hüvelyk	1/2"	
	Primer tekercs		hüvelyk	1/2"	



13. melléklet:

A Fisher FHF-WHS-160CE3-3F típusú levegő-víz hőszivattyú adattáblája

Modellnév		FHF-WHS-100CE3		FHF-WHS-160CE3-3F		
Névleges fűtési teljesítmény /COP *		kW/COP	10 / 4,5		16 / 4,27	
Fűtési víz hőmérséklet		°C	35	55	35	55
7°C külső hőmérsékletnél **	Fűtési teljesítmény	kW	10,8	9,6	17,28	1536
	Felvett elektr. telj.		2,82	3,5	4,75	5,91
	COP		-	3,84	2,74	3,64
2°C külső hőmérsékletnél**	Fűtési teljesítmény	kW	10,6	9,2	16,96	14,72
	Felvett elektr. telj.		3	3,68	5,06	6,21
	COP		-	3,53	2,5	3,35
-7°C külső hőmérsékletnél**	Fűtési teljesítmény	kW	10,2	7,11	16,32	12,64
	Felvett elektr. telj.		3,54	4,12	5,98	6,95
	COP		-	2,88	1,73	2,73
-15°C külső hőmérsékletnél**	Fűtési teljesítmény	kW	8,5	6,75	13,6	12
	Felvett elektr. telj.		3,52	4,14	5,94	6,98
	COP		-	2,41	1,63	2,29
Hűtési víz hőmérséklet		°C	7/12		7/12	
+36°C külső hőmérsékletnél	Hűtő teljesítmény	kW	8,5		15,2	
	Felvett elektr. telj.		3,04		5,4	
	EER		-	2,8		2,81
<b>Helyiségfűtési karakterisztika</b>						
Fűtési víz hőmérséklet		°C	35	55	35	55
Hőteljesítmény (P <sub>rated</sub> ) a 811/2013 EU alapján, átlagos éghajlati viszonyok mellett		kW	10	9	14	12
Energiahatékonysági osztály		-	A++	A++	A++	A++
Szezonális helyiségfűtési energiahatékonyság (η <sub>s</sub> )		%	203	131,1	159,7	132,1
SCOP		-	5,15	3,35	4,07	3,38
Éves energiafogyasztás		kWh	4011	5545	7109	7339
Hangteljesítményszint	Hidraulikus egység	dB(A)	45		45	
	Kültéri egység	dB(A)	68		70	
<b>Hidraulikus egység specikáció</b>						
Modellnév			FHIF-WHS-120CE3		FHIF-WHS-160CE3	
Áramforrás		V/ph/Hz	230/1/50		230/1/50	
Áramfelvétel	Max.	A	17		17	
Teljesítményfelvétel	Max.	kW	3,6		3,6	
Hangnyomásszint		dB(A)	40		40	



14. melléklet: Vaillant VU 246/5-3 (H-INT II) ecoTEC pro kondenzációs gázkazán adattáblája

	ecoTEC pro VU INT II 146/5-3 A	ecoTEC pro VU INT II 246/5-3 A
<b>Fűtés</b>		
Névleges fűtési hőteljesítmény 50/30 °C-nál (kW)	5,7 - 14,9	6,9 - 25,5
Fűtési energiahatékonyság (%)	91	92
Fűtési energiahatékonysági osztály	<b>A</b> 	<b>A</b> 
Beállítható fűtővíz hőmérséklet (°C)	30-80	30-80
Tágulási tartály úrtartalma (liter)	8	8
Max. fűtési üzemi nyomás (bar)	3	3
<b>HMV</b>		
Max. melegvíz-készítési hőteljesítmény (kW)	16	28
Fajlagos vízmennyiség ΔT=30 K esetén (liter/perc)	-	-
Melegvíz energiahatékonyság (%)	-	-
Melegvíz energiahatékonysági osztály	-	-
Csapolási profil	-	-
Max. melegvíz-hőmérséklet (°C)	-	-
Max. hálózati víznyomás (bar)	-	-
<b>Méreték</b>		
Szélesség (mm)	440	440
Magasság (mm)	720	720
Mélység (mm)	338	338
Tömeg (kg)	32	32
<b>Elektromos adatok</b>		
Kommunikációs csatorna	eBUS	eBUS
Tápfeszültség (V/Hz)	230/50	230/50
Max. villamos teljesítmény (W)	70	80
Elektromos védettség	IPX4D	IPX4D
<b>Gázfogyasztás (földgáz)</b>		
Max. teljesítménynél (m <sup>3</sup> /h)	1,7	3

## 15. melléklet

: A Daikin  
LREQ5B7Y1  
VRV kültéri  
egység  
adattáblája

## Specifications Table for LREQ-BY1

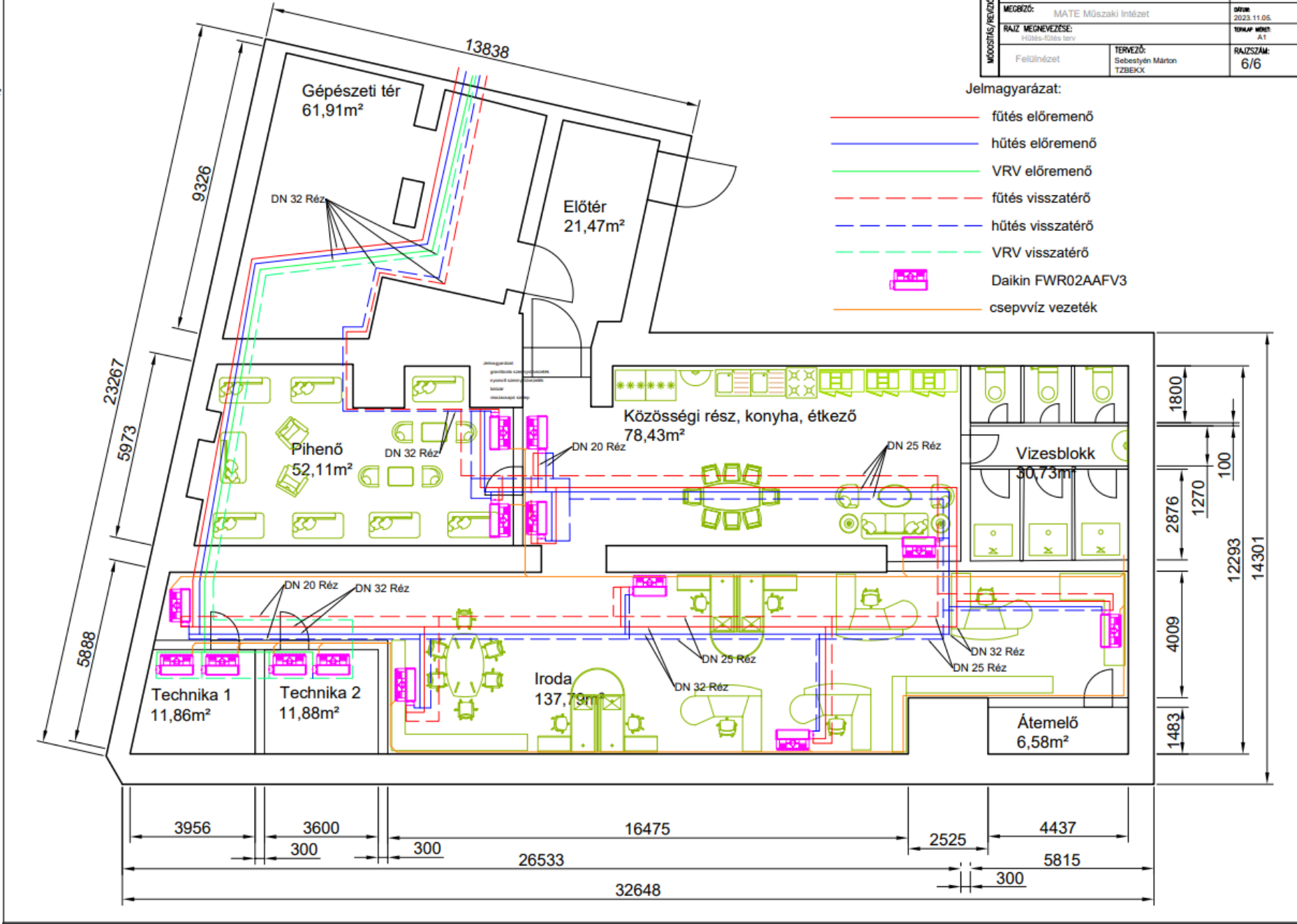
					LREQ5B7Y1
Standard Accessories	Telepítési utasítás				Telepítési utasítás
	Használati utasítás				Használati utasítás
	Csatlakozó csövek				Csatlakozó csövek
	Bilincs anyagok				Bilincs anyagok
	Kiegészítő hűtőközeg címke				Kiegészítő hűtőközeg címke
	Hűtőközeg címkéje az F-gáz szabályozáshoz				Hűtőközeg címkéje az F-gáz szabályozáshoz
Refrigerating capacity	Refrigerating capacity--Medium temperature		Refrigerating capacity--Medium temperature--Nom.--kW	kW	12.5 (1)
	Refrigerating capacity--Low temperature		Refrigerating capacity--Low temperature--Nom.--kW	kW	5.51 (2)
Üzemi tartomány	Párolgató	Hűtés	Min.	°C száraz hőm.	-45
			Max.	°C száraz hőm.	10
	Operation range--Ambient temperature		Operation range--Ambient temperature--Max.--°C	°C	43
			Operation range--Ambient temperature--Min.--°C	°C	-20
Tömeg	Egység			kg	166
Refrigerant	Charge			TCO2Eq	10.9
	GWP				2,087.5
	Töltet			kg	5.2
	Típus				R-410A
Ventilátormotor	Kimenet			W	350

16. melléklet:  
A létesítmény  
hűtési és fűtési  
hálózatának terve

MŰKÖRTÉSI TERVEZÉS:	MŰKÖRTÉSI TERVEZÉS:	MERETEREM:
	Földalatti létesítmény épületgépészeti tervezése	M1.50
	MEGRENDELŐ:	DÁTUM:
	MATE Műszaki Intézet	2023.11.05.
RAJZ MEGNEVEZÉS:	Hűtés-fűtés terv	TERVEZŐ:
	Felülnézet	Sebestyén Márton TZBEKK
		RAJZSZÁM:
		6/6

Jelmagyarázat:

- fűtés előremenő
- hűtés előremenő
- VRV előremenő
- - - fűtés visszatérő
- - - hűtés visszatérő
- - - VRV visszatérő
- Daikin FWR02AAFV3
- cseppvíz vezeték

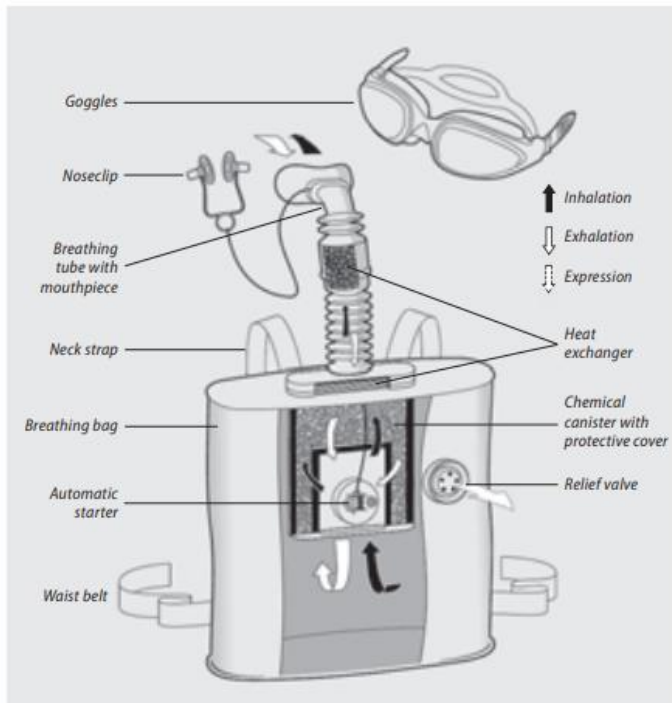


17. melléklet: Az MSA SavOx légzőkészülék ismertetője és adattáblája

A unique double heat-exchanger system reduces the inhalation air temperature to a comfortable level. The escape goggles, though small, provide excellent fit and good vision. The SavOx has an anti-static breathing bag. The SavOx is almost maintenance-free and the life expectancy is up to max. 10 years. The achievable service life depends on the type and kind of treatment to which the apparatus were subject.

**Features and Benefits**

- Indicator
- Automatic starter
- Small dimensions
- Low weight
- Sturdy construction
- Stainless steel container
- Long storage life
- Quick readiness
- Oxygen supply
- Controlled by breathing
- Excellent performance
- Training unit for multiple use



**Technical Data**

<b>Apparatus in Carrying Container</b>	
<b>Weight</b>	approx. 2.5 kg
<b>Dimensions</b>	approx. 220 mm (H) x 160 mm (W) x 110 mm (D)
<b>Carrying mode</b>	on belt or with carrying strap over shoulder
<b>Life expectancy</b>	up to max. 10 years
<b>Apparatus in Use (without Carrying Container)</b>	
<b>Weight</b>	approx. 1.5 kg
<b>Carrying mode</b>	chest worn
<b>Service time</b>	depends on the wearer and workload. At a breathing minute volume of approx. 10 l/min approx. 3 h 50 l/min approx. 25 min
<b>Rated Duration (according to EN 13794)</b>	30 minutes
<b>Temperature classification</b>	T4
<b>Ordering Information</b>	
10023263	Oxygen Self-Rescuer SavOx
10024538	Training unit SavOx-TR
D1130823	TR Breathing Tube Exchange Kit
10029099	Shoulder Belt
D1123958	Carrying Belt
<b>Approval</b>	
According to EN 13794, class K 30 S	

## NYILATKOZAT

### a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Sebestyén Márton  
A Hallgató Neptun kódja: TZBEKX  
A dolgozat címe: Földalatti létesítmény épületgépészeti tervezése  
A megjelenés éve: 2023  
A konzulens intézetének neve: Műszaki Intézet  
A konzulens tanszékének a neve: Épületgépészeti és Energetika Tanszék

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

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

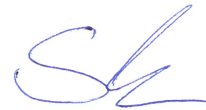
A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

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 eltelté után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: 2023.11.04.



---

Hallgató aláírása

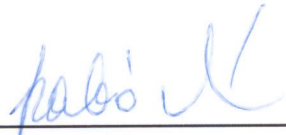
## NYILATKOZAT

Sebestyén Márton (TZBEKX) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / **nem javaslom**.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem

Kelt: 2023.11.

  
belső konzulens