

# **DIPLOMADOLGOZAT**

**Halasi Balázs**

**2025**



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem**  
**Szent István Kampusz Campus**  
**Műszaki Intézet**  
**Létesítménymérnök mesterképzési szak**

**Szállodaépület fűtési, hűtési és légtechnikai rendszerének  
tervezése**

<b>Belső konzulens:</b>	Dr. Szabó Márta egyetemi docens
<b>Belső konzulens intézete/tanszéke:</b>	<b>Műszaki Intézet / Épületgépészeti és Energetikai Tanszék</b>
<b>Külső konzulens:</b>	Takács Gábor tervezési vezető
<b>Készítette:</b>	<b>Halasi Balázs</b>

**Gödöllő**  
**2025**

MŰSZAKI INTÉZET  
LÉTESÍTMÉNYMÉRNÖK MESTERSZAK  
Épületgépész specializáció

DIPLOMADOLGOZAT

feladatlap

Halasi Balázs (CY2D00)

részére

A diplomadolgozat címe:

Szállodaépület fűtési, hűtési és légtechnikai rendszerének tervezése

**Feladatkiírás:**

Tervezze meg egy szállodaépület fűtési, hűtési és légtechnikai rendszerét a rendelkezésre álló építész tervek felhasználásával! Vizsgálja meg a szállodák esetében alkalmazható épületgépészeti (fűtési, hűtési és légtechnikai) megoldásokat az energiahatékonysági és gazdaságossági tényezők figyelembevételével. Dolgozza ki az épületre kiválasztott gépészeti rendszert!

**Közreműködő tanszék:** Épületgépészeti és energetikai Tanszék

**Külső konzulens:** Takács Gábor tervezési vezető, H1 Systems Mérnöki Szolgáltatások Kft.,  
1117 Budapest, Budafoki út 62.

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

**A dolgozat beadási határideje:** 2025. április 17.

Kelt: Budapest, 2025. február 5.

Jóváhagyom

(tanszékvezető)

(szakfelelős)

Átvettem

(hallgató)

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

Kelt: Budapest, 2025. április hó 14. nap

(külső konzulens)

# Tartalomjegyzék

1. Bevezetés és célkitűzések .....	5
2. Szakirodalmi feldolgozás .....	6
2.1. Energiahatékony épületgépészeti rendszerek tervezése .....	6
2.1.1. Az épületek környezetre gyakorolt hatása.....	6
2.1.2. Épületgépészeti rendszerek energiahatékonyágának javítása.....	7
2.1.2.1. Fosszilis tüzelőanyagok alkalmazásának minimalizálása .....	7
2.1.2.2. Megújuló energiaforrások alkalmazása.....	8
2.1.2.3. Hővisszanyerés és hulladékhő hasznosítás .....	9
2.1.2.4. Épületautomatikai rendszerek alkalmazása.....	9
2.2. Szállodaépületekben alkalmazható fűtési és hűtési megoldások .....	10
2.2.1. Hőtermelők.....	11
2.2.1.1. Gázkazán .....	11
2.2.1.2. Hőszivattyú.....	14
2.2.1.3. VRV vagy VRF rendszerek és split klímák .....	19
2.2.2. Hőtermelők bivalens üzeme .....	21
2.2.3. Hőleadók .....	22
2.2.3.1. Radiátorok .....	23
2.2.3.2. Fan-coilok.....	23
2.3. Légtechnikai rendszerek.....	24
2.3.1. Természetes szellőzés .....	24
2.3.2. Mesterséges szellőzés.....	24
2.3.2.1. Helyi szellőztető rendszer .....	25
2.3.2.2. Központi szellőztetés.....	26
2.3.2.3. Légkezelőgépek felépítése, működése .....	26
2.3.2.4. Hővisszanyerés légkezelőgépekben .....	28
2.3.2.5. A szellőztetett tér nyomásviszonyai .....	31
3. Szállodaépület fűtési és hűtési rendszerének tervezése.....	32
3.1. A fűtési és hűtési rendszer tervezéséhez alkalmazott módszerek bemutatása .....	32
3.2. Az épület bemutatása .....	33
3.2.1. Hőszükségletszámítás.....	36
3.3. Az épület hőenergia ellátása.....	39
3.3.1. Az épület hőtermelő berendezései.....	40
3.3.1.1. Hőszivattyúk.....	40

3.3.1.2.	Kondenzációs kazán.....	41
3.3.1.3.	Split klímák .....	42
3.3.2.	Az épület fűtési- és hűtési rendszerének hőleadói .....	42
3.3.2.1.	A fűtési rendszer hőleadói.....	42
3.3.2.2.	Egyéb hőleadók .....	44
3.3.2.3.	A hűtési rendszer hőleadói .....	45
3.3.3.	A fűtési és hűtési rendszer csőhálózata .....	46
3.3.3.1.	Csőhálózatok hidraulikai méretezésének menete.....	47
3.4.	A fűtési és hűtési rendszer működésének bemutatása, a kapcsolás ismertetése .....	49
3.4.1.	F-2 – Fan-coil fűtési kör.....	52
3.4.2.	F-1 – Légkezelő fűtési kör .....	55
3.4.3.	F-3 – Radiátor fűtési kör .....	56
3.4.4.	F-4 – HMV fűtési kör.....	57
3.4.5.	H-1 – Fan-coil hűtési kör .....	57
3.4.6.	H-2 – Légkezelő hűtési kör .....	58
3.4.7.	Légkezelőgép közvetítőközeges hővisszanyerő köre.....	58
3.4.8.	A hőellátó rendszer további berendezései, azok kiválasztása, méretezése .....	59
3.4.8.1.	Tágulási tartályok.....	59
3.4.8.2.	Puffertároló.....	60
3.4.8.3.	A fűtési és hűtési rendszer vízkezelése .....	61
3.4.8.4.	Hidraulikai váltók.....	61
3.4.8.5.	Egyéb berendezések .....	62
4.	Szállodaépület légtechnikai rendszerének tervezése .....	63
4.1.	A légtechnikai rendszer tervezéséhez alkalmazott módszerek bemutatása.....	63
4.2.	Az épület légtechnikai igényeinek meghatározása.....	64
4.2.1.	MSZ CR 1752 .....	65
4.2.1.1.	Frisslevegő-igény meghatározása .....	66
4.2.2.	MSZ EN 15251 .....	69
4.2.2.1.	Frisslevegő-igény meghatározása .....	69
4.2.3.	Az eredmények összegzése, a két szabvány összehasonlítása .....	71
4.2.4.	Komfort helyiségek légtechnikai igényei.....	72
4.2.5.	Vizes helyiségek légtechnikai igényei és kialakítása .....	73
4.2.6.	Technológiai és egyéb helyiségek légtechnikai igényei és kialakítása .....	73
4.2.6.1.	Konyhatechnológia.....	73
4.2.6.2.	Gőzkabin .....	74

4.2.6.3.	Hulladéktároló .....	74
4.2.6.4.	Egyéb helyiségek.....	74
4.3.	Helyiségek légvezetési rendszerének meghatározása .....	74
4.3.1.	Anemosztátok kiválasztása .....	76
4.3.1.1.	Résbefúvó anemosztátok.....	76
4.3.1.2.	Légszelepek.....	79
4.3.1.3.	Rácsok .....	79
4.4.	A légcsatorna hálózat kialakítása .....	79
4.4.1.	Tűzcsappantyúk beépítése.....	81
4.4.2.	A légcsatorna hálózat nyomásesésének meghatározása.....	81
4.5.	Az épület légtechnikai rendszerének leírása .....	82
4.5.1.	A szállodaszobák légtechnikai kialakítása .....	82
4.5.2.	A földszint légtechnikai rendszerének kialakítása .....	85
4.5.3.	Légkezelőgép kiválasztása .....	86
5.	Eredmények, következtetések, javaslatok .....	88
	Összefoglalás .....	89
	Irodalomjegyzék .....	90

# 1. Bevezetés és célkitűzések

Dolgozatomban egy szállodaépület fűtési, hűtési és légtechnikai rendszerét fogom megtervezni az általam optimálisnak vélt épületgépészeti megoldást megvalósítva. A tervezés során különös figyelmet fordítok az épületgépészeti rendszerek energiahatékonyságának maximalizálására a kiinduló adatként kezelt megrendelői igények figyelembevételével. Amennyiben a tervezés során ezen igények teljesítése érdekében el kell térnem az energiahatékonyság és komfort szempontjából legkedvezőbb megoldástól, akkor részletesen ismertetem az általam előnyösebbnek gondolt műszaki megoldást, felsorolom annak előnyeit és összehasonlítom a tervezett műszaki tartalommal.

A tervezési feladat megkezdése előtt először is áttekintek néhány az energiahatékony épületgépészeti rendszerek tervezéséről fellelhető hazai és nemzetközi szakirodalmat. Kitérek az épületekből származó, nagymértékű környezetterhelés csökkentésének a fontosságára és bemutatok néhány lehetőséget az épületek energiahatékonyságának növelésére az épületgépészeti rendszerekkel kapcsolatos fejlesztéseken keresztül. Ezt követően áttekintem, hogy egy szálloda épületnél milyen korszerű fűtési, hűtési és légtechnikai megoldások jöhetnek szóba, részletezve az egyes rendszerek, rendszerelemek működését és sajátosságait.

Az épület adottságait, rendeltetését, valamint a felhasználói és megrendelői igényeket szem előtt tartva kiválasztom az általam legmegfelelőbbnek ítélt épületgépészeti rendszereket, majd elkészítem a hozzájuk tartozó fűtés, hűtés és légtechnika terveket részletesen ismertetve a tervezési folyamatot.

Azért ezt a feladatot választottam a dolgozatom témájának, mert a tervezési folyamat során több, a megszokottól eltérő tervezési döntést kellett hoznom és az általam legjobbnak tartott épületgépészeti megoldások helyett, más fajta rendszereket kellett megvalósítanom kompromisszumokat kötve. Ennek egyik oka az, hogy a tervezett szálloda egy meglévő Budapesti műemléki épületben fog üzemelni az épület felújítását és átalakítását követően. Ez építészeti (és egyéb okokból) bizonyos korlátokat szab a gépészeti rendszereknek, például rendelkezésre álló hely szempontjából. Az építészeti adottságok mellett másik nehezítő tényező, hogy minden esetben eleget tegyek a megrendelői elképzeléseknek, miközben a lehető legmagasabb komfortfokozatú, energiahatékony gépészeti rendszert valósítom meg.

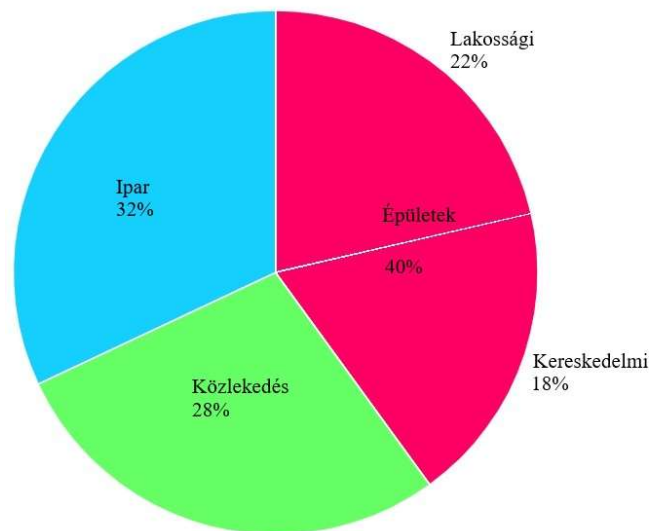
Azt gondolom, hogy a mai napig igen gyakori, hogy meglévő épületek felújításával terveznek és alakítanak ki különböző rendeltetésű létesítményeket, így érdemes foglalkozni azzal, hogy ez milyen kihívásokkal járhat és milyen megoldási lehetőségek léteznek az egyes felmerülő problémákra.

## 2. Szakirodalmi feldolgozás

### 2.1. Energiahatékony épületgépészeti rendszerek tervezése

#### 2.1.1. Az épületek környezetre gyakorolt hatása

Az energiahatékonyság és a fenntartható fejlődés évről-évre egyre nagyobb figyelmet kap világszerte az egyre súlyosbodó környezetkárosodás miatt. Mivel a világ primerenergia felhasználásának több mint egyharmada (nagyjából 40 %-a) az épületek fogyasztásából ered, így a környezetvédelmi célok elérése érdekében rendkívül fontos szerepe van az épületszektor energiatakarékosságára való törekvésnek. Csökkenteni kell az épületek energiafelhasználását és üvegházhatású gáz kibocsátását. Az 1. ábra a világ energiafelhasználásának különböző szektorok közötti megoszlását szemlélteti. (Hong, 2018)



1. ábra: A világ energiafelhasználásának megoszlása a különböző szektorok között (Simone, 2019)

Ugyan az épületek környezeti hatását döntő mértékben az üzemeltetés energiaigénye határozza meg, a megfelelő építőanyagok kiválasztására is nagy figyelmet kell fordítanunk, hiszen amellet, hogy az épület energiaigényét nagyban befolyásolják, környezetterhelésük is fontos szempont. Az energiaigényre alapvetően az építőanyagok fizikai tulajdonságai vannak hatással, mint a hővezetési tényező és az anyag hőtartó képessége vagy hőtároló tömege. Figyelembe kell venni azt is, hogy a hőtartó képesség az idő múlásával eltérő mértékben változik különböző anyagoknál, melyre az éghajlat is hatással lehet. Ha például egy könnyűszerkezetes épület, fából készült külső falát hasonlítjuk össze egy téglavagy vasbetonfalazattal, egyértelmű, hogy a könnyűszerkezetes fal jelentősen kisebb hőtároló tömegéből adódóan (akár 10%-kal) magasabb fűtési és hűtési energiafelhasználásra számíthatunk. A

fával, mint építőanyaggal kapcsolatos megnövekedett működési energia ellenére a fa általában kisebb környezeti hatást mutat a teljes életrétege során, mint az egyéb építőanyagok. Az épületek környezetterhelésének csökkentésekor tehát az első feladat egyensúlyt találni az építőanyagok életrétege során fellépő környezetkárosító hatás és az építőanyag fizikai tulajdonságaiból adódó minimális energiaigény között. (Heeren, 2015)

Míg korábban az épületek energiahatékonyságának javítása kimerült a hőtechnikai burok (ablakok, falak, tetőszerkezet, padlószerkezet) hőellenállásának növelésében, ma kezd átkerülni a hangsúly a különböző innovatív építészeti megoldásokra tájékozódás, épületgeometria, árnyékolás, burkolatok és a hőtechnikai burok szempontjából. Utóbbira egy egyszerű példa a dinamikus üvegezés, vagy például a nagy teljesítményű aerogél szigetelőanyagok. (Ionescu, 2015; Batens, 2011)

Az építészeti fejlesztésekre vonatkozó törekvéseken túl a holisztikus rendszerszemléletű látásmód is kezd előtérbe kerülni. Ez azt jelenti, hogy az építészet, az épületgépészet, az épületvillamosság, az épületautomatika és az épülethasználók szokásainak és igényeinek kérdéskörét egyben kell kezelni már a tervezési fázistól kezdve. A felsorolt szakágakból és az épületben elhelyezett érzékelőkből származó információk halmaza átláthatóan kell összesíteni és feldolgozni egy megfelelően kialakított rendszer segítségével, melyet az energiaügynökségek számára is elérhetővé kell tenni. A rendelkezésre álló információk elemzése alapján az épület energiahatékonysága az egyes rendszerek működésének optimalizálásával maximalizálható. (Gökce, 2013)

## 2.1.2. Épületgépészeti rendszerek energiahatékonyságának javítása

Ahogy azt már írtam, az épületek környezetterhelő hatásának nagy része az épületvillamossági és gépészeti rendszerekből ered. Európában az épületgépészeti rendszerek az épület teljes energiafelhasználásának több mint 40 %-át teszik ki, emiatt az energiahatékonyságuk növelése kulcsfontosságú kérdés a hosszútávú fenntarthatósági céljaink elérése érdekében. Ez egy kifejezetten nehéz feladat a lakosság növekvő életszínvonala, a növekvő energia árak, valamint az emberiség csökkenő fosszilis tüzelőanyag készletei mellett. (Vakiloroaya, 2014)

### 2.1.2.1. Fosszilis tüzelőanyagok alkalmazásának minimalizálása

A gépészeti rendszerek közül a legtöbb energiát a fűtési, hűtési és légtechnikai rendszerek fogyasztják, szóval a fókusz ezekre a rendszerekre kell helyeznünk. A környezetterhelő hatásuk csökkentése érdekében fontos lépés a fosszilis tüzelőanyagoktól való függetlenedés

az épületek hőellátásának tekintetében. Ha van rá lehetőség, akkor el kell hagyni az ilyen energiaforrásokat alkalmazó hőtermelő berendezéseket. Ha mégis ilyen használunk, akkor egyrészt törekednünk kell a legkorszerűbb, leghatékony berendezések alkalmazására (pl. kondenzációs kazán), másrészt alá kell támasztanunk, hogy a választott berendezés alkalmazása energiahatékonyság szempontjából indokolt. Ezt például a különböző megoldások primer energiafelhasználásának vizsgálatával tudjuk ellenőrizni. Bizonyos körülmények között (például egy adott külső hőmérséklet alatt, vagy egy magasabb elérni kívánt előremenő hőmérséklet felett) egy kondenzációs kazán alkalmazása, jóval kevesebb primer energiafelhasználással jár, mint egy kompresszoros elven működő hőszivattyú használata. Az ilyen esetekben célszerű lehet egy bivalens hőtermelői rendszert kiépíteni a két eltérő hőtermelőből. Ezt figyelembe véve tehát nem minden esetben kell elvetnünk a fosszilis tüzelőanyagok használatát, de betervezésüket alapos energetikai vizsgálatnak kell megelőznie. (Vakiloroaya, 2014; Zöld, 2019)

#### 2.1.2.2. Megújuló energiaforrások alkalmazása

A fosszilis tüzelőanyagok használatának csökkentése mellett a másik fontos lépés a megújuló energiaforrások alkalmazása és azok integrálása az épületgépészeti rendszerekbe. Épületgépészeti megoldásokhoz leggyakrabban a nap, a levegő, vagy a talaj energiáját hasznosítjuk lakossági megoldásoknál. A melegvíztermelő napkollektoros rendszerek már régóta a köztudatban vannak és előszeretettel alkalmazzák őket használati melegvíz termelésre, medence fűtésre, vagy akár egy fűtési rendszer támogatására is. Ugyan így a klasszikus napelemeket, azaz fotovoltaiikus áramtermelő rendszereket is hosszú ideje alkalmazza az emberiség és fontosságuk a hőszivattyús, elektromos áramot hasznosító gépészeti rendszerek elterjedésével ismét megnőtt. Az építészek, felismerve a napenergia hasznosításának jelentőségét, elkezdtek napelemeket és napkollektorokat integrálni az épületek burkolataiba és egyéb arra alkalmas épületszerkezeti elemekbe is.

A talaj geotermikus energiáját talajszondás vagy talajkollektoros hőszivattyúkkal; a levegő hőtartalmát pedig levegő-víz hőszivattyúkkal tudjuk hasznosítani. Ezek működését az 2.2.1.2. bekezdésben mutatom be. (Tejani, 2023; Reddick, 2020)

A megújuló energiaforrások alkalmazása, rendkívül sok előnnyel jár és nyilvánvalóan javítja az épületgépészeti rendszerek, ezáltal az épületek energiahatékonyságát is. Meg kell azonban említeni, hogy az ilyen rendszerek kezdeti beruházási költsége igen magas, így a jelentős későbbi energiamegtakarítások ellenére sem tudja akárki megfizetni a kiépítésüket.

### 2.1.2.3. Hővisszanyerés és hulladékhő hasznosítás

Energiahatékonyság szempontjából kimondottan fontos téma a hővisszanyerés és a hulladékhőhasznosítás is. A hővisszanyerők működését és annak néhány lehetőségét a 2.3.2.4. bekezdésben fogom részletesebben ismertetni. Hulladékhő hasznosításról első sorban ipari alkalmazásoknál beszélhetünk például adatközpontok, vagy gyárak esetében, amikor a létesítményben lévő technológiai folyamat melléktermékeként olyan hő keletkezik, amelyet alapvetően semmire nem használnak fel, hanem kidobják a környezetbe. Az ezekben keletkező hulladékhő általában nem megfelelő hőmérsékleti szinten áll rendelkezésre lakossági alkalmazásokhoz. A túl magas hőmérsékletű hulladékhőt hőcserélőkkel, vagy keveréses hőmérséklet szabályozással; a túl alacsony hőmérsékletű hulladékhőt pedig kompresszoros (hőszivattyús) technológia alkalmazásával tudjuk hasznosíthatóvá tenni (például lakossági alkalmazásra). (Reddick, 2020; Stijepovic, 2011)

### 2.1.2.4. Épületautomatikai rendszerek alkalmazása

Az eddig felsorolt energiamegtakarítási intézkedéseken túl kisebb késéssel az épületautomatikai és vezérlési rendszerek (vagy rövidítve BACS: Building Automation and Control Systems) is egyre jobban elkezdtek népszerűvé válni, miután egyre több forrás alátámasztotta, hogy költséghatékonysági alternatívát, vagy kiegészítő energiahatékonysági intézkedést jelenthetnek. (Dakheel, 2011; Batov, 2015) Egy megfelelően konfigurált BACS rendszer nem csak az épület energiahatékonyságát javítja, hanem az irányított rendszerek élettartamát is növeli továbbá a felhasználók komfort érzetét, valamint a felhasználói élményt is nagyban javítja. A fűtési, hűtési és légtechnikai rendszereket irányító intelligens termosztátok és a dinamikus légtechnikai rendszer vezérlők lehetővé teszik, hogy az elvárt belső komfort biztosítása érdekében a lehető legkevesebb energiát használja fel a rendszer és ezt kizárólag csak akkor, amikor arra ténylegesen szükség van. Ez úgy lehetséges, hogy a gépészeti berendezésekhez tartozó automatika a rendszerbe beépített érzékelők és jeladók segítségével valós idejű adatokhoz jut a belső környezet különböző paramétereiről, melyek alapján az igényeknek megfelelően módosítja a berendezések teljesítményét. A korszerű épületautomatikai rendszerekben már a mesterséges intelligencia (vagy rövidítve az AI: Artificial intelligence) is gyakran szerepet kap. Ezeknél a megoldásoknál az AI technológia elemzi az épület működése közben begyűjtött adatokat, illetve az adatok alapján megtanulja a felhasználók szokásformáit és épülethasználati rutinját. Mindezen információk ismeretében rendkívül hatékony szabályozást tudunk megvalósítani minimalizálva a rendszerek

energiafelhasználását. Egy hatékony, korszerű BACS rendszer kutatások alapján akár 30 %-os energiamegtakarítást is eredményezhet. (Thillo, 2022; Hamdy, 2011; Agouzoul, 2021)

## 2.2. Szállodaépületekben alkalmazható fűtési és hűtési megoldások

A komfort épületekben alkalmazható fűtési megoldásokat két fő csoportba sorolhatjuk: egyedi és központi fűtési rendszerek.

Egyedi fűtési rendszereknél a hőtermelő berendezés a fűtött térben helyezkedik el és egyszerre látja el a hőleadó, valamint a hőtermelő szerepét is. Ilyen berendezésnek számít például a cserépkályha vagy a gázkonvektor. Az ilyen fűtési megoldások napjainkban egyre inkább háttérbe szorulnak, különösképpen nagyobb létesítmények esetében, mint például egy szállodaépület. Ennek az az oka, hogy általában alacsonyabb hatásfok, nagyobb helyigény és rosszabb automatizálhatóság jellemzi az ilyen berendezéseket. (Smidéliusz, 2023)

Ezzel szemben a központi fűtési rendszerek esetében az épület hőellátásához szükséges hőenergiát egy darab központi hőtermelő vagy egy hőtermelő csoport termeli meg, amely az épületen kívül, vagy az épület egy erre kijelölt helyiségben (jellemzően az úgynevezett gépészeti helyiségben vagy gépházban) található. Az itt megtermelt hő valamilyen hőhordozó közeg segítségével, egy cső vagy egy légcsatorna hálózaton keresztül jut el a fűtendő helyiségekben lévő hőleadó berendezésekhez. A hőhordozó közeg leggyakrabban víz vagy levegő. A központosított fűtési rendszerek mellett számos előny szól. Az egyik legfontosabb, hogy mivel a hőtermelői és a hőleadói szerep szétválasztásra kerül, így a komfort helyiségekben elhelyezendő hőleadók helyigénye jelentősen lecsökken. Ezen kívül a központi fűtési rendszereket alapvetően jobb hatásfok; energiahatékonyabb működés; és könnyebb automatizálhatóság jellemzi, ami nagyban növeli a kiszolgálás komfortját is. Még egy pozitívum, hogy kevesebb karbantartási munkálatra számíthatunk, ugyanis központi fűtési rendszerek esetén kevesebb meghibásodni képes, aktív berendezés található az épületben, mint egy egyedi fűtésű épületnél, hiszen a hőleadók leggyakrabban egy egyszerű hőcserélőként funkcionálnak. (Smidéliusz, 2023; Recknagel, 2000)

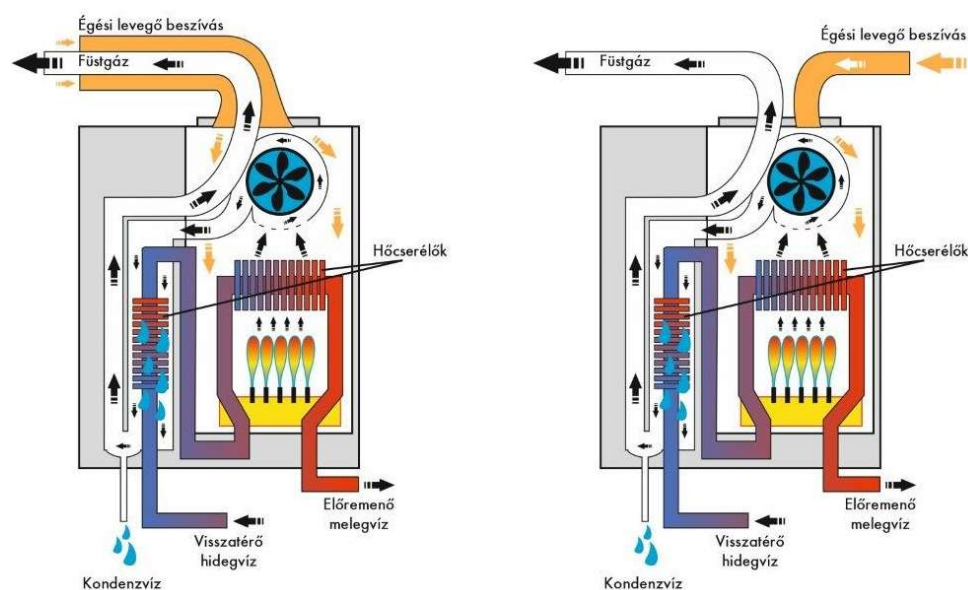
A következőkben a szállodaépületekben leggyakrabban alkalmazott, energiahatékony és korszerű hőtermelőket és hőleadókat fogom ismertetni részletezve azok működését és legfőbb tulajdonságait.

## 2.2.1. Hőtermelők

### 2.2.1.1. Gázkazán

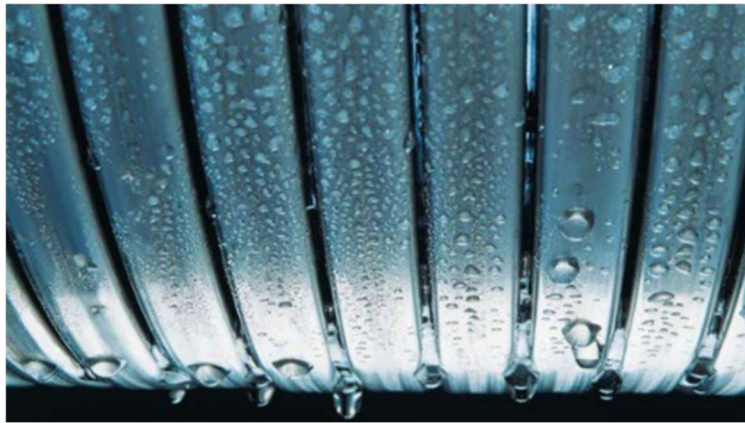
Az épületek fűtésére az egyik leggyakrabban alkalmazott hőtermelő berendezés a gázkazán. Ha a gáz, mint energiaforrás egy adott épületben rendelkezésre áll, akkor a létesítmény méretétől és rendeltetésétől függetlenül a gázkazánok alkalmazásának a mai napig van létjogosultsága. A 813/2013/EU rendelet értelmében az újonnan üzembe helyezett gázkazánoknak szigorú hatásfok-követelményeknek kell megfelelniük. Egy családi házba kizárólag olyan gázüzemű fűtőberendezés telepíthető, amelynek szezonális helyiségfűtési hatásfoka legalább 86%. (Európai Unió, 2013) Ezt az előírást kizárólag a kondenzációs kazánok tudják teljesíteni. Az ilyen technológiát alkalmazó kazánok 8-10%-kal magasabb hatásfokot érhetnek el a hagyományos berendezésekhez képest, mivel az égés során keletkező füstgázban lévő vízgőz látens hőtartalmát is képesek hasznosítani. A kazángyártók korábban, éppen e miatt gyakran a készülékek fűtőértékre vonatkoztatott hatásfokát emelték ki, amely egy kondenzációs kazán esetében akár 100% feletti értéket is mutathatott. Ez termodinamikailag nyilván nem lehetséges. A különböző készülékek összehasonlítása érdekében az égéshőre vetített hatásfokot kell figyelembe venni, hiszen a kondenzációs kazánok megjelenése óta csak így kapunk helyes eredményeket. Az égéshőre vonatkoztatott hatásfok számításánál az összes bevitt energiába a füstgázban rejlő látens hőmennyiséget is beleszámoljuk. (Jeckel, 2007; Ázsoth, 2002)

A 2. ábra a kondenzációs kazánok elvi felépítését szemlélteti koncentrikus és szétválasztott füstgáz elvezetés esetén.



2. ábra: Kondenzációs gázkazánok elvi felépítése koncentrikus és szétválasztott füstgáz elvezetés esetén ([http1](http://))

A kondenzációs kazánok működési elve annyiban különbözik a hagyományos kazánokétól, hogy az égés során keletkező füstgázt rávezetjük a fűtési rendszer visszatérő hideg vizére egy ellenáramú hőcserélőn keresztül. Mivel a füstgáz hőmérséklete magasabb a visszatérő víz hőmérsékleténél, így a két közeg között hőátadás történik. A víz melegedni, a füstgáz pedig hűlni fog. A kondenzációs technológia lényege, hogy a füstgázt egészen a benne található vízgőz harmatponti hőmérsékletéig lehűtsük és bekövetkezzen a kondenzáció, mely által a füstgázban rejlő látens hő is hasznosításra kerül és a fűtővíz melegítésére fordítódik. A 3. ábra egy kazánobot szemléltet, melyen látszanak a füstgázból lecsapódó kondenzátum vízcseppjei.



3. ábra: Füstgáz kondenzációja a kazánobon (<http2>)

A folyamat során keletkező kondenzvíz savas kémhatású, ezért a kazánokat úgy kell kialakítani és olyan anyagokból kell gyártani, amelyek képesek ellenállni a kondenzátumnak és lehetővé teszik annak teljes mértékű elvezetését. Nagyobb teljesítményű kazánok esetében a kondenzvíz kémiai semlegesítésére is szükség lehet mielőtt a szennyvízelvezető hálózatba juttatnánk azt. (Jeckel, 2007; Ázsoth, 2002)

A kondenzáció létrejöttéhez az kell, hogy a visszatérő fűtővíz hőmérséklete minél alacsonyabb legyen. Minél magasabb a füstgázban található vízgőz harmatponti hőmérséklete (ami egyébként a nagyobb hidrogéntartalmú tüzelőanyagok esetében magasabb), annál könnyebben létrejöhet a kondenzáció, mivel az égésterméknek annál kevésbé kell visszahűteni. Földgáz esetében a füstgáz harmatponti hőmérséklete körülbelül 55 °C, ezért a kazán hőcserélőjében ennél alacsonyabb felületi hőmérsékletet kell biztosítani ahhoz, hogy a vízgőz kicsapódhasson. Fontos szempont az is, hogy a kazán számára ne állítsunk be túl nagy hőfoklépcsőt, mivel mind az égés, mind pedig a kondenzáció a készülék belsejében történik. Ha az égési hőmérséklet túl magas, az a kazán falának hőmérsékletét is megnöveli, ami ronthatja, sőt akár teljesen megakadályozhatja a kondenzáció létrejöttét. Éppen ezért a cél az, hogy minél alacsonyabb hőmérsékletű fűtési rendszert tervezzünk, kis hőfoklépcsővel és alacsony visszatérő vízhőmérséklettel. Ezeket a feltételeket hőleadói oldalról úgy tudjuk

elősegíteni (ha van rá lehetőség), hogy megnöveljük a hőleadó felületeket. Ezt megtehetjük például felületfűtési rendszerek (padlófűtés, falfűtés, mennyezetfűtés) alkalmazásával. Nagyobb hőleadó felületek alkalmazásával a fűtési teljesítmény csökkenése nélkül tudjuk csökkenteni az előremenő hőmérsékletet és a hőfoklépcsőt. (Smilédiusz, 2023; Cutler, 2014)

A kondenzációs kazánok zárt égésterű berendezések, tehát működésük során nem használják a helyiség levegőjét. A füstgáz elvezetése kéményen keresztül történik, amely jellemzően koncentrikus vagy koaxiális kialakítású. Koncentrikus esetben a füstgáz egy belső, kisebb csövön keresztül távozik az épületből, míg a friss égési levegő a külső, körgyűrű alakú csövön jut be. Ez a megoldás különösen előnyös, mivel a távozó meleg füstgáz előmelegíti a beáramló levegőt, így kis mértékben növeli a rendszer energiahatékonyágát is. Lényeges, hogy a kazánhoz mindig a gyártó előírásainak megfelelő füstgázvezető rendszert tervezzünk. Ennek egyik oka, hogy a kéményben további kondenzáció következhet be, ezért a kémény anyagának ellenállónak kell lennie a savas kémhatású kondenzátummal szemben. Másrészt az égéstermék többszörös visszahűtése következtében a távozó füstgáz hőmérséklete jóval alacsonyabb lehet, mint egy hagyományos kazán esetében, ami miatt előfordulhat, hogy a füstgáz nem tud gravitációs úton távozni az épületből. Éppen emiatt elengedhetetlen, hogy a kémény méretét és kialakítását szigorúan a gyártói előírások alapján határozzuk meg és ha szükséges akkor alkalmazzunk füstgáz ventilátort is. (Ázsoth, 2002)

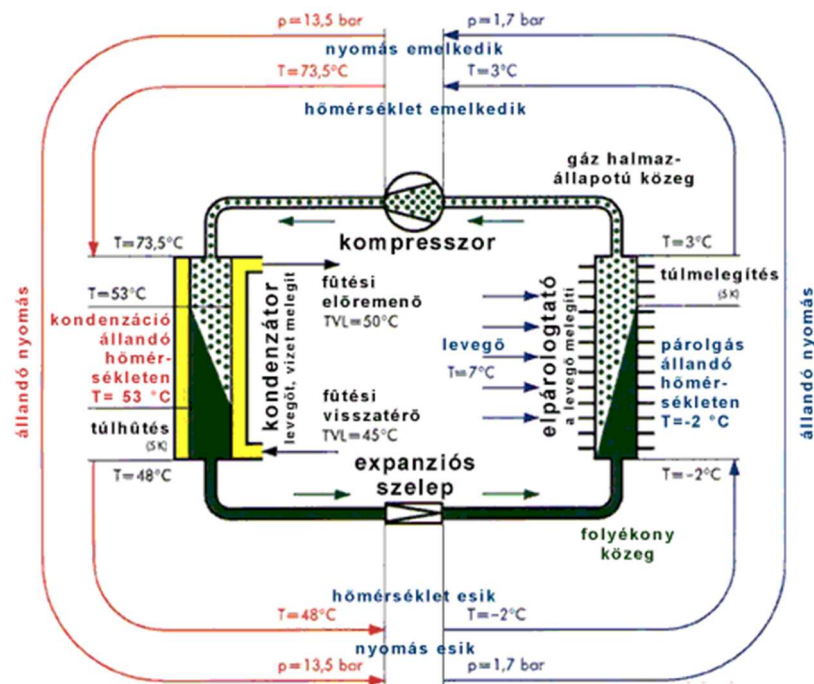
A modern kondenzációs kazánok teljesítményszabályozása a gázégő modulációjával történik. Egy adott készülék esetében lényeges szempont, hogy milyen alacsony teljesítményre képes visszamodulálni (visszaszabályozni), vagyis milyen minimális teljesítményszinten tud folyamatosan működni anélkül, hogy ki-be kapcsolgatna. Minél kisebb ez az érték, annál hatékonyabbnak tekinthető az adott kazán. A legkorszerűbb modellek akár névleges teljesítményük 10%-án is képesek folyamatos üzemben működni. (Lazzarin, 2014) A teljesítmény moduláció fontosságát egy példával szeretném szemléltetni:

Egy újjépítésű, korszerű, közepes méretű családi ház hőszükséglete alig haladja meg a 7-10 kW-ot. Ez a hőigény -13 °C-os külső hőmérséklet mellett, azaz méretezési állapotban jelentkezik. A méretezési állapot a fűtési idénynek csak néhány napján áll fent, az év nagy részében ennél melegebb hőmérsékletre számíthatunk, így kevesebb fűtési teljesítményre van szükségünk. Ha a ház használati melegvíz szükségletét is a fűtőberendezésünkkel szeretnénk ellátni átfolyós üzemben (indirekt tároló vásárlása nélkül), akkor kombi készüléket kell vásárolnunk, amelyek általában 24 kW vagy annál nagyobb névleges teljesítménytől kaphatóak. Tegyük fel, hogy a választott 24 kW-os kazán a névleges teljesítményének 30 százalékára képes lemodulálni, azaz nagyjából 7 kW-ra. Ekkor egy 7 kW hőszükségletű épületet tekintve, a kazán legfeljebb a fűtési

idény leghidegebb napjaiban fog folyamatos üzemben működni, az összes többi, ennél melegebb napon szakaszos üzemre kényszerül. (Homor, 2012)

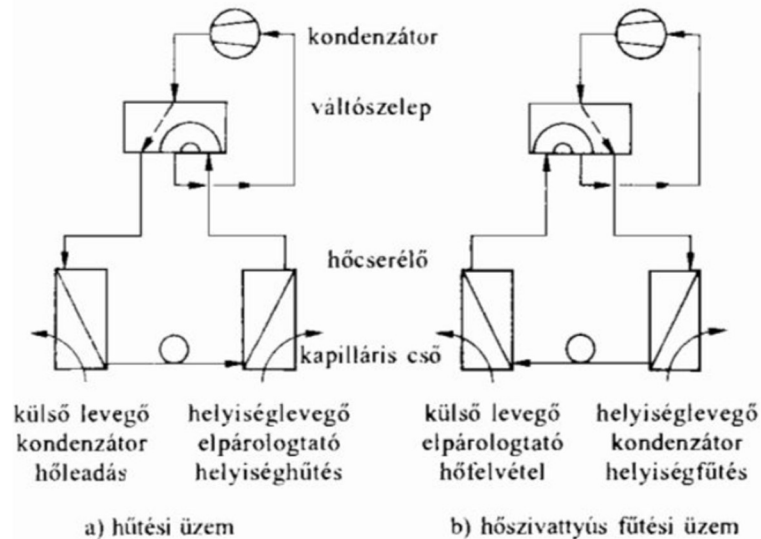
### 2.2.1.2. Hőszivattyú

Manapság új épületeknél, vagy egy meglévő épület gépészeti rendszerének felújításánál szinte minden esetben szóba jön a hőszivattyú vagy a hőszivattyús elven működő egyéb berendezések alkalmazása. A hőszivattyú egy olyan eszköz, amely a hőenergia szállítására képes. Fűtési üzemmódban egy alacsonyabb hőmérsékletű közegtől (például a kültéri levegőtől) von el hőt, amelyet elszállít és lead a magasabb hőmérsékletű épületben, így fűtve azt. Hűtési üzemmódban ennek a fordítottja történik, a berendezés helyiségtől elvont hőt adja át egy magasabb hőmérsékletű közegnek (például a külső levegőnek). Mindkét működési mód egy speciális ciklus, a hűtőkörfolyamat segítségével tud megvalósulni. A hőszivattyúk működésének az alapelve, hogy egy hőforrásból (például a környezetből) nyert hőenergiát valamilyen külső energiaforrás felhasználásával, munkát befektetve magasabb hőmérsékleti szintre emeljük és fűtésre használjuk. A hasznosítható hőmennyiség a befektetett energia többszöröse. Egy elektromos árammal működő hőszivattyú esetében 1 kW villamos teljesítménnyel akár 3-5 kW fűtési teljesítmény is elérhető. A 4. ábra egy olyan hőszivattyú fűtési üzemmódjának körfolyamatát szemlélteti, amely hőforrásként a külső levegőt használja fel. (Recknagel, 2000; Schreier, 2009)



4. ábra: Hőszivattyú működése fűtési üzemben (http3)

A hőszivattyúk felépítésüket tekintve szinte teljes mértékben megegyeznek a hűtőgépekkel leszámítva azt, hogy tartalmaznak egy négyjáratú váltószelepet, amely lehetővé teszi a hűtőkörfolyamat irányának megfordítását így biztosítva a váltást a fűtési és hűtési üzemmódok között. Az 5. ábra a négyutas váltószelep működését szemlélteti a hűtési és fűtési üzemmódok közötti váltáskor.



5. ábra: A négyutas váltószelep működése (Recknagel, 2000)

Pont ahogy a hűtőgépeknél, a hőszivattyúk működését is négy fő komponens biztosítja: az elpárolgató, a kompresszor, a kondenzátor és az expanziós szelep. Fűtési üzemmódban a hőszállító közeg folyadék halmazállapotban érkezik meg az elpárolgatóba, ahol egy nála magasabb hőmérsékletű külső hőforrással érintkezve hőt vesz fel és ennek hatására elpárolog. A közeg halmazállapota megváltozik, miközben hőmérséklete csak kis mértékben emelkedik, nyomása állandó marad. A gáz halmazállapotú közeg ez után tovább halad a kompresszorba, ahol villamos energia felhasználásával összesűrítjük (munkát végzünk rajta). A kompresszió során a közeg hőmérséklete és nyomása megemelkedik. A következő lépésben a nagy nyomású gáz belép a kondenzátorba, ahol kapcsolatba kerül a fűtési rendszer nála hidegebb visszatérő fűtővizével. A két közeg között hőcsere valósul meg: a gáz hőmérséklete kis mértékben csökkeni kezd, majd amint eléri az adott nyomáshoz tartozó telítési hőmérsékletet lekondenzál és leadja a benne rejlő hőmennyiséget a fűtési rendszernek. Ez alatt a hőszállító közeg nyomása változatlan marad. Ezt követően az ismét folyadék halmazállapotba kerülő munkaközeg áthalad az expanziós szelepen (vagy más szóval fojtó szelepen), amely olyan mértékben lecsökkenti annak nyomását és hőmérsékletét, hogy a közeg hidegebb lesz, mint a külső hőforrás, ezáltal az elpárolgatóba belépve ismét képes lesz hőt felvenni tőle és a körfolyamat előlről

kezdődhet. Hűtési üzemmódban a négyutas váltószelep átkapcsolásával a kondenzátor és az elpárologtató hőcserélői szerepet cserélnek, így a körfolyamat az ellenkező irányba zajlik le az épület hűtésének biztosítása érdekében. (Recknagel, 2000)

A hőszivattyúkat felépítésük szerint két fő típusba sorolhatjuk: split és monoblokkos hőszivattyúk. Split hőszivattyúk esetén a hűtőkörfolyamat négy fő komponense külön egységekben helyezkedik el. A kültéri egységben található a kompresszor, az expanziós szelep és az egyik hőcserélő, amely fűtési üzemmódban az elpárologtató, hűtési üzemmódban pedig a kondenzátor szerepét tölti be. A beltéri egységben található körfolyamat másik hőcserélője és egy szivattyú, amely az épület fűtési és hűtési rendszeréhez csatlakozik. A kültéri és beltéri egységek között áramlik a hőszállító közeg, amelynek csövezését és feltöltését is a telepítés során kell elvégezni. Ez a rendszer gyengepontjának tekinthető hiszen, ha a csövezést nem megfelelően alakítják ki, akkor a hőszivattyú hatékonysága romolhat, vagy akár működésképtelenné is válhat. További hátrány, hogy a hűtőközeg mennyiségét rendszeresen ellenőrizetni szükséges, amely többletköltségekkel jár.

A monoblokkos rendszereknél minden szükséges alkotóelem egyetlen kompakt kültéri egységbe van beépítve. Mivel a rendszer teljes egészében előgyártott, így nincs szükség helyszíni csövezés kialakítására vagy a hűtőközeg utólagos feltöltésére. Ez alacsonyabb szerelési költségeket és megbízhatóbb működést eredményez. A monoblokkos rendszerek egy jelentős hátránya, hogy a kültéri egység és az épület között már nem a hőszivattyú alacsony fagyáspontú munkaközege áramlik, hanem az épület fűtési rendszerben lévő fűtőközeg, amely általában víz. Ez a téli hidegekben fagyásveszélyt okoz. Erre a problémára több megoldást is alkalmazhatunk. Az egyik megoldás, hogy a fűtési rendszert, vagy annak egy hőcserélővel leválasztott részét etilénlikolos fagyálló közeggel töltjük fel. Egy másik megoldásként a vízzel töltött fagyveszélyes szakasz automatikus leválasztását és leeresztését biztosító szerelvények beépítését is választhatjuk. (Grassi, 2018)

A hőszivattyúk hatékonyságát többféle dimenzió nélküli mutatóval is jellemezhetjük. Ilyen például a COP (Coefficient of Performance) érték, amely azt fejezi ki, hogy a berendezés fűtési üzemben hányszor akkora hőteljesítményt képes leadni, mint az általa felhasznált villamos teljesítmény. Ugyan erre a mutatóra hűtési üzemmód esetén az EER értéket használjuk (Energy Efficiency Ratio), melyet a COP-nál már ismertetett logikát követve a hasznos hűtőtéljesítmény és a berendezés működéséhez szükséges villamos teljesítmény hányadosaként számíthatunk ki. A két mutató között az alábbi összefüggés áll fenn azonos munkapontot figyelembe véve.

$$COP = EER + 1 \quad (1)$$

Ezek az értékek kizárólag azonos feltételek mellett alkalmasak két berendezés összevetésére, mivel jelentős mértékben befolyásolja őket a külső hőmérséklet változása, valamint a hőszivattyúra kötött rendszer előremenő hőmérséklete. A teljes fűtési és hűtési időszakra nézve nem nyújtanak releváns információt a berendezés hatásosságáról. A hőszivattyúk tényleges hatékonyságát sokkal pontosabban tükrözik az úgynevezett szezonális teljesítménymutatók: az SCOP és az SEER. Az SCOP nem más, mint a teljes fűtési szezonra vonatkozó szezonális teljesítményegyüttható, amely az éves fűtési energiaigény és a fűtés során felhasznált energia hányadosa. Az SEER ehhez hasonlóan azt adja meg hogy az éves hűtési energiaigény hányszorosa a hűtéshez felhasznált energiának. (Göntér, 2009)

A hőszivattyúk üzemeltetésének gazdaságosságát jelentős mértékben befolyásolja a választott hőforrás is. Egy szállodaépület esetében három fő lehetőség áll rendelkezésünkre hőforrás szempontjából: levegő, víz és talaj. A különböző hőforrásokkal működő hőszivattyúk eltérő COP és EER lefutást mutatnak az év során.

#### *Levegő:*

A leggyakrabban használt hőforrás a külső levegő, mivel mindenhol korlátlanul és díjmentesen elérhető, ráadásul a levegő hőforrású hőszivattyúk telepítése is rendkívül egyszerű a többi típushoz viszonyítva. A levegőt egy ventilátor segítségével irányítjuk a kültéri egységben található hőcserélő lemezei közé, ami elősegíti a hőcserét is.

Az ilyen típusú berendezések hátránya, hogy teljesítményük jelentősen függ a külső hőmérséklet alakulásától, így a leghidegebb téli időszakban ezeknél mérhető a legalacsonyabb COP érték a más hőforrásokat használó rendszerekhez viszonyítva. Amennyiben az épület rendelkezik gépi szellőztetéssel, akkor a megfelelő kialakítású berendezéssel akár a távozó levegő hőjét is felhasználhatjuk energiaforrásként, amely a viszonylag magas hőtartalma révén hatékonyabb működést biztosíthat a hőszivattyú számára. (Recknagel, 2000)

#### *Víz:*

A víz, mint hőforrás, kétféleképpen hasznosítható: felhasználhatjuk a felszíni vizek, például folyók vagy tavak vizét, illetve a talajvizet. Az első esetben problémát jelenthet a téli fagy, mivel a hőforrásként használt víz hőmérséklete a fagyponthoz közelébe csökkenhet, vagy akár teljesen meg is fagyhat. Ezzel szemben a talajvíz hőmérséklete egész évben közel állandó,

jellemzően 8 és 12 °C között mozog az évszaktól és a mélységtől függően. Ennek köszönhetően egy hőszivattyú hőforrásaként alkalmazva az év minden napján lehetővé teszi a berendezés számára, hogy le tudja adni maximális hőteljesítményét változatlanul magas COP érték mellett. Fontos megjegyezni, hogy egy talajvizet hasznosító rendszer kiépítése lényegesen bonyolultabb és költségesebb (például a kutak fúrása miatt), mint a levegő hőforrást alkalmazó hőszivattyúk telepítése, továbbá figyelembe kell venni azt is, hogy a talajvíz szintje bizonyos területeken idővel jelentősen megváltozhat, ami akár a rendszer működésképtelenné válásához is vezethet. (Jung, 2021)

### *Talaj:*

A talaj kiváló hőtároló közeg, amelynek felszíne elnyeli a napsugárzás energiáját, míg mélyebb rétegeiben a Föld geotermikus energiája raktározódik el. A felsőbb rétegek hőmérséklete jelentősen ingadozik a külső léghőmérséklet és egyéb felszíni tényezők hatására, azonban körülbelül 20 méteres mélységtől ez a változás már elhanyagolható mértékű lesz. A talajhőt kétféle rendszerrel is hasznosítani tudjuk:

Az egyik a talajkollektoros rendszer, amelynél a hőelvonás a talajba 1,2-1,5 méter mélyen vízszintesen fektetett csőregiszterek segítségével történik. A csövek anyaga általában KPE és fagyálló közeggel töltik fel őket. Mivel a talajkollektoros rendszerrel négyzetméterenként viszonylag kevés, 10-40 W/m<sup>2</sup> energia nyerhető ki, ezért a fűtendő alapterületnél 2-3-szor nagyobb földterületet szükséges felhasználni a rendszer hőforrásaként a kívánt hőmennyiség kinyeréséhez. A rendszer bekerülési költsége igen magas, amelyet tovább növel a jelentős földmunka igény, amely a telepítéséhez szükséges.

A másik megoldás a talajszondás rendszer, melynek telepítéséhez 60-100 méter mély függőleges furatokat készítenek a talajba, a furatokba pedig U alakú KPE csöveket helyeznek el. A hőelvonás a csövekben keringetett fagyálló közeggel történik. Ez a rendszer nem a napsugárzás energiáját, hanem a föld mélyebb rétegeiből származó geotermikus energiát hasznosítja. Kivitelezése jelentős beruházási költségekkel jár, valamint komoly szakértelmet igényel, hiszen a talaj különböző adottságainak ismerete is elengedhetetlen hozzá.

A talajt hőforrásként használó hőszivattyúk általában stabil és magas, 4,5-5 körüli COP értékkel működnek, ugyanakkor figyelembe kell venni, hogy a magasabb beruházási költségek mellett az üzemeltetés során magasabb szivattyúzási költségekre is kell számítanunk a rendszer kialakítása miatt. (Zöld, 2019; Grassi, 2018)

### 2.2.1.3.VRV vagy VRF rendszerek és split klímák

A 2.2.1.2.-es pontban ismertetett hűtőkörfolyamat felhasználásával működnek a VRV (VRF) vagy más szóval változó hűtőközeg térfogatáramú rendszerek és a split klímák is.

#### *Split klíma:*

Kisebb épületek hűtésére vagy egy adott rendeltetésű helyiség, mint például egy elektromos helyiség hűtésére (ahol kiemelten fontos, hogy elkerüljük az esetleges vízkárokat) a leggyakrabban alkalmazott hűtő berendezés a split klíma.

A split klímák a split hőszivattyúkhöz hasonlóan egy kültéri és egy beltéri egységből állnak, azonban fontos különbség, hogy itt a beltéri egység felel meg a rendszer hőleadójának is. A beltéri egységben található a hűtőkörfolyamat adagoló szelepe, egy hőcserélő és egy ventilátor. Hűtési üzemmódban ez a hőcserélő funkcionál elpárologtatóként, amely a rajta átáramoltatott beltéri levegőtől közvetlenül elvonja a szükséges mennyiségű hőt. A kültéri egységben kap helyet a másik hőcserélő (hűtési üzemmód esetén a kondenzátor) és egy a hőcserét elősegítő ventilátor is. Split klímák esetében tehát a beltéri és kültéri egységeket villamos vezetékek és a hűtőkörfolyamat munkaközegét (hűtőközegét) szállító előszigetelt, lágy, vegytiszta vörösréz csővezetékek kötik össze. A korszerű készülékek a körfolyamat megfordításával fűtési üzemmódra is képesek. A kültéri egységet rendszerint tetőre, vagy oldalfalra helyezik el, a beltéri egységet pedig a kialakításától függően oldalfalra, mennyezetre vagy akár álmennyezetbe is helyezhetik. A leggyakrabban alkalmazott kialakítás a magas oldalfali beltéri egység. Ha több beltéri egység csatlakozik egyetlen kültéri egységhez akkor multi split rendszerről beszélünk. A 6. ábrán egy split klíma beltéri- és kültéri egysége, illetve távirányítója látható.



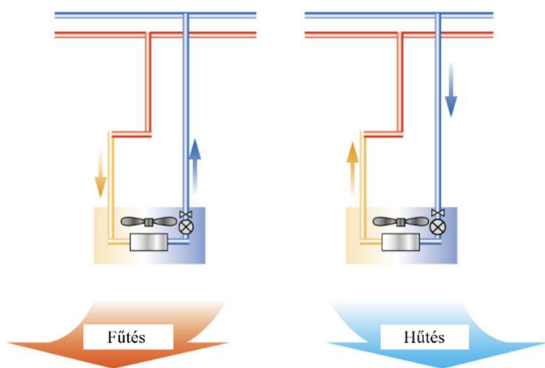
6. ábra: Split klíma oldalfali beltéri egysége, kültéri egység és távirányító (<http4>)

### *VRV/VRF - Változó hűtőközeg térfogatáramú rendszer:*

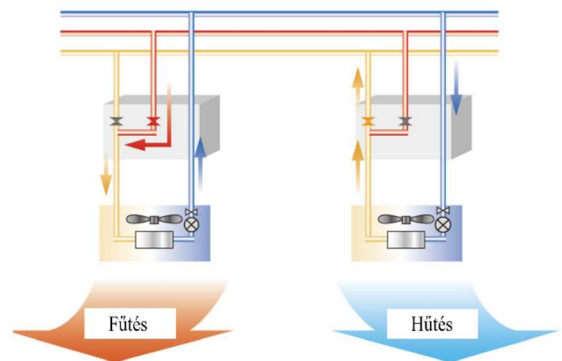
A VRF rendszerek az említett multi split rendszerekhez hasonlóan olyan direkt elpárologtatós hűtő- és fűtőrendszerek, amelyeknél a kültéri hőcserélő egységre egynél több, akár 10-16 db, vagy nagyobb teljesítményű gépeknél akár 64 db beltéri hőcserélő egység is csatlakozhat egy elosztó csőhálózaton keresztül. A VRF-es rendszerek rendkívül energiahatékony megoldásnak minősülnek. A hőszivattyúk pozitív tulajdonságain túl elmondható róluk, hogy nagyon pontos és gyors teljesítményszabályozás valósítható meg velük, hiszen a beltéri egységekhez eljutó hűtőközeg mennyisége hőleadónként, külön-külön szabályozható. A rendszer saját vezérlése az egyes helyiségekben elérni kívánt hőmérsékletek alapján szabályozza a rendszer térfogatáramát a beltéri egységekben található adagoló szelepek és a kültéri egység kompresszora segítségével. A VRF rendszerekben leggyakrabban alkalmazott hűtőközeg az R-410A, amely ahogy a split klímánál már leírtam, itt is réz csöveken keresztül jut el a kültéri egységtől a beltéri egységekhez. A csőrendszer pontos kialakítására a VRF gyártók saját szabályrendszert alkalmaznak, amely a hűtőközeg áramlásának optimalizálása szempontjából fontos. Ugyan ebből az okból kifolyólag a rendszer elágazásainál speciális Y idomokat használnak fel.

VRF rendszereket leggyakrabban kereskedelmi épületekben például szállodákban, üzletekben vagy irodaházakban alkalmazunk, azonban már 10-15 kW-os nagyságrendű lakossági rendszereknél, vagy akár több megawatt teljesítményű ipari alkalmazások esetében is használható. Gyártótól függően egy hűtőkör teljesítménye 100-200 kW között mozog, viszont a vezérlőrendszer több hűtőkör összehangolt vezérlésére is alkalmas.

A VRF rendszerek a kialakításuktól függően képesek hűtő, fűtő vagy akár egyszerre hűtő-fűtő üzemmódban is működni. Utóbbi üzemmód a három csöves technológiájú VRF rendszerek esetében áll rendelkezésre. A 7. és 8. ábra a 2 csöves és a 3 csöves VRF rendszerek működési logikáját szemlélteti.



7. ábra: 2 csöves VRF rendszer (http5)



8. ábra: 3 csöves VRF rendszer (http5)

Leegyszerűsítve egyidejű fűtést és hűtést úgy tudunk megvalósítani, hogy a hűtött térből elvont hőt nem a kültéri egység adja le a szabadba, hanem a fűtendő helyiségbe juttatjuk azt és ott hasznosítjuk. Ehhez egy harmadik, extra rézcső beépítésére és megfelelő kialakítású üzemmód váltó dobozok alkalmazására van szükségünk. A kültéri egységtől a váltódobozig három, míg a váltódoboztól a hőleadóig már csak két cső halad.

A VRF rendszerek beltéri egységei a split klímákhoz és a később bemutatásra kerülő Fan-coilokhoz hasonlóan különböző kivitelekben érhetőek el. Léteznek oldalfali, parapet típusú, mennyezetre szerelhető, kazettás álmennyezetbe szerelhető, vagy légcsatornázható egységek is. A hőleadó jellegű beltéri egységek mellett léteznek melegvíz előállításra alkalmas úgynevezett hydroboxos beltéri modulok is, amelyek lehetővé teszik a VRF rendszer vizes fűtési rendszerekhez, vagy HMV termelő rendszerekhez kapcsolását. Az ilyen modulokkal rendkívül pontos előremenő hőmérséklet szabályozás valósítható meg. (Aynur, 2010)

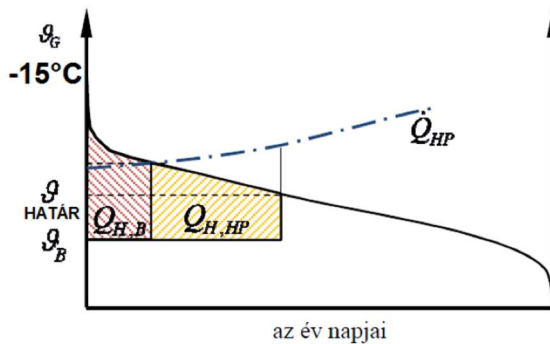
### 2.2.2. Hőtermelők bivalens üzeme

Bizonyos helyzetekben érdemes lehet a kompresszoros (hőszivattyú elvű) fűtő-hűtő berendezéseket valamilyen más típusú hőtermelővel bivalens üzemben alkalmazni. Ekkor a hőszivattyú teljesítményét nem az épület teljes hőigényének fedezésére méretezzük (monovalens üzem), hanem úgy, hogy egy megadott külső hőmérséklet alatt, csak egy másik hőtermelővel együttesen legyen képes biztosítani az épület hőszükségletét. Beszélhetünk bivalens párhuzamos vagy bivalens alternatív üzemmállapotokról, de akár ezek kombinációja is megvalósítható. A rendszer második hőtermelőjeként leggyakrabban gázkazánt alkalmaznak, de szóba jöhet akármilyen másik fűtőberendezés, például egy biomassza tüzelésű kazán vagy akár egy napkollektoros rendszer is.

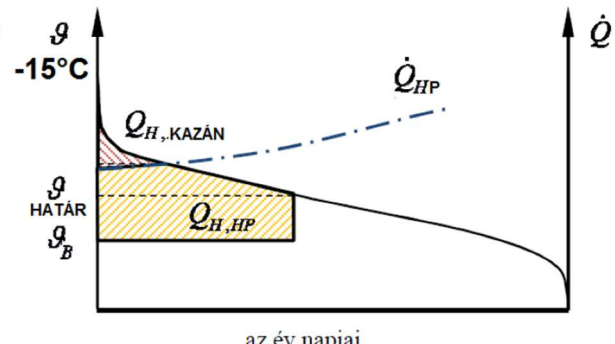
Bivalens párhuzamos üzemmállapotnál a hőszivattyú a teljes fűtési idényben üzemel. A gázkazán csak akkor segíti ki az épület fűtését, ha a külső hőmérséklet alacsonyabb lesz, mint a bivalencia ponthoz tartozó hőmérséklet érték, tehát amikor a hőszivattyú már nem képes önállóan kifűteni az épületet (vagy csak rossz hatásfokkal képes arra).

Bivalens alternatív üzemmállapotban a bivalencia ponthoz tartozó hőmérséklet alatt a hőszivattyú lekapcsol és a rendszerben lévő gázkazán biztosítja az épület teljes fűtési energiaszükségletét. A 9. és 10. ábrákon a bivalens alternatív és bivalens párhuzamos üzemmállapotokat szemléltető diagramok láthatóak. A két diagram a külső hőmérséklet értéket ábrázolja az év napjainak függvényében, ezen kívül pedig a hőszivattyú teljesítménylefutásáról és az egyes hőtermelők által lefedett fűtési energia mennyiségéről szolgáltat információt a teljes

évre nézve. A piros terület a kazán által lefedett fűtési energiát, a sárga pedig a hőszivattyú által lefedett fűtési energiát mutatja a megfelelő bivalens üzemmódokra nézve.



9. ábra: Bivalens alternatív üzemállapot (http6)



10. ábra: Bivalens párhuzamos üzemállapot (http6)

A bivalens fűtési rendszerek lehetővé teszik a különböző hőtermelők sajátos előnyeinek kihasználását, miközben elkerülhető, hogy például egy hőszivattyú kedvezőtlen körülmények között működjön. Mivel egy levegő hőforrású hőszivattyú COP-je alacsony külső hőmérséklet esetén jelentősen csökken, valamint a HMV előállításához szükséges magasabb előremenő hőmérséklet tovább rontja a hatékonyságát, ezért érdemes a téli hideg időszakokra és a használati melegvíz termelésre egy kiegészítő vagy alternatív gázkazánt alkalmazni. Ezzel elkerülhető, hogy a hőszivattyút alacsony COP mellett kelljen üzemeltetnünk. (Zöld, 2019; Komlós, 2008)

### 2.2.3. Hőleadók

A központi fűtési rendszerek hőleadói a hőtermelő berendezés által megtermelt hőenergiát az épület megfelelő helyiségeiben adják le. Szálloda épületeknél a hőleadóktól alapvetően elvárt, hogy gyorsan legyenek képesek felfűteni, vagy nyáron lehűteni egy szobát. Amikor a szoba üresen áll és nem tartózkodnak benne vendégek annak fűtését vagy hűtését leállítják, a vendég érkezésekor azonban hamar szeretnék, hogy a szoba hőmérséklete elérje a méretezett 22 °C-os (nyáron 24 °C-os) belső hőmérsékletet. Éppen emiatt kevésbé jellemző, hogy felületfűtési vagy hűtési, hőszugárzásos elven működő hőleadókat (például padlófűtés, mennyezetfűtés-hűtés, vagy falfűtés) alkalmazzanak, ugyanis ezek felfűtési ideje igen hosszú. Inkább a legfűtéses és légfűtéses vagy egyéb konvektív hőleadású megoldásokat részesítik előnyben. Emiatt jelen leírásban nem is részletezem a felületfűtési megoldásokat. (Smidéliusz, 2023)

### 2.2.3.1. Radiátorok

A radiátorok a mai napig széles körben alkalmazott hőleadók köszönhetően a gyors és egyszerű telepíthetőségüknek. A radiátorok hőterjedési forma szempontjából a nevükkel ellentmondást képezve konvektív hőleadó berendezések.

A radiátorokat csoportosíthatjuk anyaguk szerint: léteznek öntöttvas, alumínium, réz vagy akár üveg radiátorok is, de manapság elsősorban az acéllemez lapradiátorokat alkalmazzuk, hiszen ezek hőleadása jóval kedvezőbb (kb. kétszeres) a többi típushoz viszonyítva. A lapradiátorok kb. 2-4 mm vastagságú acéllemezekből összehegesztett fűtőlapokból állnak. Ezek között áramlik a fűtővíz. A fűtőlapokból több darab is lehet, ekkor közéjük a hőleadás javítása érdekében bordákat helyeznek el, melyeket konvektorlemeznek nevezünk.

A radiátor kialakításainak megnevezése egységesítésre került a fűtőlapok és a konvektorlemezek száma, illetve a radiátorszelep típusa alapján. A 21K megnevezést például a 2 fűtőlemezzel és közötté 1 sor konvektor lemezzel rendelkező kompakt (K) szelepes radiátorokra használjuk. A radiátorok kialakításából adódó hőleadást a felépítésükön túl természetesen a méretük, azaz a hosszúságuk és magasságuk is befolyásolja. Mindezen tényezőket tehát az előremenő hőmérséklet, a hőfoklépcső és a térfogatáram ismeretében a helyiség adottságaihoz kell kiválasztanunk a fűtőtest méretezése során. (Csoknyai, 2013; Smidéliusz, 2023)

### 2.2.3.2. Fan-coilok

A Fan-coil gyakorlatilag egy bordázott hőcserélő, amelyet egy fordulatszám szabályozható ventilátorral egészítenek ki. Fűtésre és hűtésre is alkalmazható. Működési elve, hogy a fűtő/hűtő víz átáramlik a készülékben található hőcserélőn a ventilátor pedig levegőt fúj át rajta. A sűrűn bordázott, lamellás hőcserélőnek és a ventilátorral növelt hőátadási tényezőnek köszönhetően intenzív konvektív hőleadásra képes a berendezés. Ennek köszönhetően a Fan-coilos rendszereket fűtés esetén alacsonyabb előremenő hőmérséklettel üzemeltethetjük, mint például a radiátorokat. Ez hőszivattyús vagy kondenzációs kazános fűtési rendszerek esetében előnyt jelent.

A ventilátoros levegőfűtő rendszerek rövid idő alatt képesek felmelegíteni az általuk kiszolgált helyiséget, ezért különösen alkalmasak olyan terekben, amelyeket nem használnak folyamatosan, de használatba vételkor nagyon gyorsan szeretnék elérni a kívánt hőmérsékletet, például szállodai szobák esetében. Ugyanakkor érdemes figyelembe venni, hogy a Fan-coil berendezések sugárzásos hőleadása szinte nulla, így működésük során elsősorban a léghőmérsékletet emelik meg érzékelhetően. A helyiség falainak és egyéb hideg felületeinek

felmelegítése jelentősen hosszabb időt vesz igénybe, ezért a fűtési teljesítmény csökkentése vagy kikapcsolása után a helyiség gyorsan lehűlhet. Ez a jelenség kevésbé egyenletes hőmérsékleteloszlást és kicsivel gyengébb hőkomfortot eredményez más hőleadási módokhoz viszonyítva.

A fan-coil egységek gyakorlatilag ugyan olyan kialakításokban érhetőek el, mint a VRV egységeknél már felsoroltam. (Szabó, 2020; Smidéliusz, 2023)

## 2.3. Légtechnikai rendszerek

A komfort szellőztetés elsődleges feladata, hogy egészséges és komfortos belső környezetet teremtsen azáltal, hogy a helyiségekben megfelelő mértékű légcserét biztosít. Ezzel eltávolítja a levegőben lévő szennyezőanyagokat, illékony szerves vegyületeket (VOC) és a megemelkedett mértékű szén-dioxidot és nedvességet, helyettük pedig friss levegőt juttat a térbe. A következőkben szállodaépületekben gyakran alkalmazott légtechnikai megoldásokat fogom körül járni miközben egy általános ismertetőt is készítek a légtechnikai rendszerekről. (Both, 2022)

### 2.3.1. Természetes szellőzés

Természetes szellőzésről beszélünk, ha az épület légcseréjét csak a külső és belső levegő közötti sűrűségkülönbség, vagy a szélnyomás hatására létrejött légáramlás biztosítja az e célból kialakított nyílásokon keresztül (például szellőztetés ablaknyitással). A természetes szellőzés legfőbb előnye, hogy nem igényel semmilyen berendezést. Hátrány a kültéri zajoknak való kitettség és hogy a friss levegőt teljes mértékben szabályozatlan módon, kezeletlenül juttatja a térbe; nyáron a helyiség nem kívánt melegedését, télen pedig a helyiség lehűtését eredményezi, ezzel jelentős mértékben megnövelve a fűtési és hűtési energia szükségletet. (Zöld, 2019)

### 2.3.2. Mesterséges szellőzés

A mesterséges szellőztetés célja, hogy egy tér levegőjének hőmérsékletét, nedvességtartalmát és összetételét kiválasztott határok között tartsa, vagy egy meghatározott program szerint változtassa. A mesterséges szellőztetéssel kiküszöbölhetőek a természetes szellőzésnél felsorolt hátrányok, azonban ehhez valamilyen szellőztető berendezés (vagy berendezések) alkalmazása szükséges. A szellőztető berendezések az általános szellőztetés, azaz a szükséges légcseré biztosításán túl kialakításuktól függően a levegő fűtésére, hűtésére,

nedvesítésére és szárítására (párátlanításra), vagy akár hővisszanyerésre is képesek lehetnek. A gépi szellőztetés természetesen energiafelhasználással jár, azonban fontos figyelembe vennünk, hogy alkalmazása által megspórolhatjuk a természetes szellőzés esetén felmerülő fűtési és hűtési többlet energiafelhasználást. Az általános szellőztetésen felül felsorolt funkciókat általában úgynevezett légkezelőgépekkel valósítjuk meg. Minél több funkcióra képes egy berendezés, annál magasabb beruházási és üzemeltetési költségekre számíthatunk. Általános szellőztetést meg tudunk valósítani légkezelőgépek nélkül is, például helyi vagy központi elszívó ventilátorokkal és aktív, vagy passzív légbeeresztési megoldásokkal, de a levegő különböző paramétereinek kontrollált értéken tartásához elengedhetetlen a légkezelő berendezések alkalmazása.

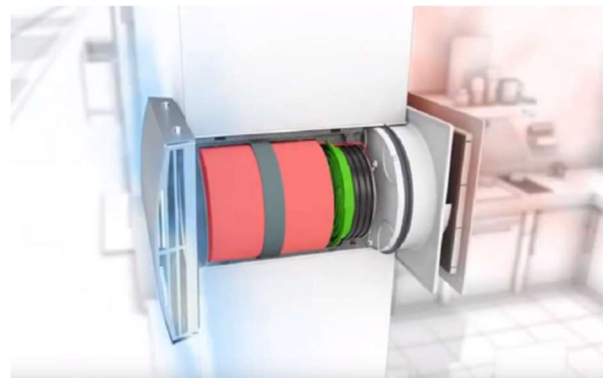
A fűtési rendszerekhez hasonlóan szellőztető rendszereknél is két fő csoportról beszélhetünk: központi, illetve egyedi vagy helyi légtechnikai rendszerekről. (Both, 2022)

### 2.3.2.1. Helyi szellőztető rendszer

Helyi szellőztetésről beszélünk, ha egy helyiség légcseréjét egyedi, a helyiségben elhelyezett szellőztető berendezésekkel biztosítjuk. Erre egy klasszikus példa az elszívó ventilátorok alkalmazása, amely a helyiségből elszívott levegőt közvetlenül a kültérbe juttatja az oldalfalon vagy a tetőn keresztül. Ekkor a friss levegő beáramlását egy másik ventilátorral, vagy valamilyen passzív légbeeresztő eszközzel biztosítanunk kell. Az 11. ábrán egy ablakkeretbe szerelhető légbevezető egység látható.



11. ábra: Ablakkeretbe szerelhető légbeeresztő berendezés (http7)



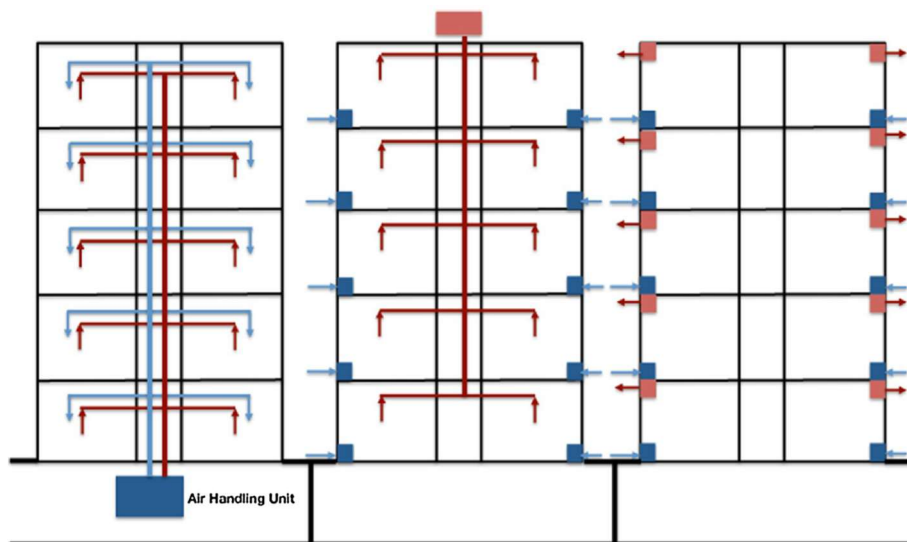
12. ábra: Decentralizált, hővisszanyerős helyiségzellőztető berendezés (http8)

Egyszerű elszívó ventilátorok helyett decentralizált hővisszanyerős berendezéseket is alkalmazhatunk helyi szellőztetési megoldásként. Ezek rendszerint oldalfalba szerelhető ventilátorok, melyek szakaszos üzemben képesek a helyiség levegőjének elszívására, majd üzemmód váltás után friss levegő befúvásra is. A berendezés tartalmaz egy kerámiatest

hőcserélőt, amely regenerátoros elven képes eltárolni a távozó levegő hőtartalmát, majd átadni azt befűjt friss levegőnek. Egy ilyen berendezést szemléltet a 12. ábra. (Both, 2022)

### 2.3.2.2. Központi szellőztetés

A komfort légtechnikai rendszerek legfejlettebb típusa a központi szellőztető rendszer. Ez a megoldás az egész épületre (vagy egy nagyobb épületrészre) kiterjed. Lényege, hogy a szellőztető berendezés, vagy berendezések egy számukra kijelölt központosított helyen, például a gépészeti helyiségben, vagy a tetőn helyezkednek el és innen látják el a teljes épület légtechnikai igényeit egy megfelelően kiépített légszatóna hálózaton és a hozzá kapcsolódó anemosztátokon keresztül. A központi szellőztető rendszereket legfőbbképpen új építésű épületeknél, vagy egy épület jelentős átalakításakor alkalmazzák, hiszen a légkezelőgépek és az elosztóhálózatnak rendkívül nagy helyigénye van. Az 13. ábrán bal oldalt egy klasszikus központosított légtechnikai rendszer, jobb oldalt egy decentralizált (helyi) légtechnikai rendszer látható, középen pedig a két rendszer keveréke, egy részben központosított légtechnikai rendszert figyelhetünk meg, melynél az elszívás központosítottan egy tetőre helyezett központi elszívó ventilátorral történik, a friss levegő bejuttatás pedig minden egyes helyiségben egyedileg van megoldva. (Kim, 2016; Both, 2022)



13. ábra: Központosított, részben központosított, és decentralizált (helyi) légtechnikai rendszer (Kim, 2016)

### 2.3.2.3. Légkezelőgépek felépítése, működése

A központi szellőztető rendszerek kulcsfontosságú eleme a légkezelő gép. Feladata a belső levegő minőségének szabályozása és a levegő különböző paramétereinek kívánt határok között

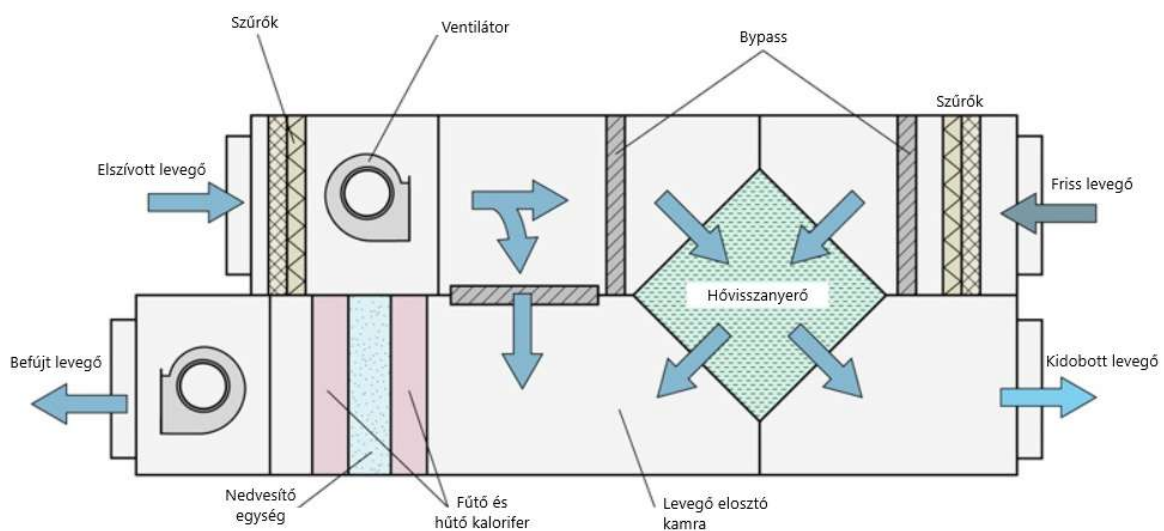
tartása. A helyiségek légellátásáért, azaz a szükséges légcseré biztosításáért a légkezelőgépbe beépített ventilátorok felelnek. Egy klasszikus légkezelőgép két ventilátort tartalmaz: az egyik az elszívó hálózathoz a másik pedig a friss levegő ellátó hálózathoz kapcsolódik.

A berendezésben helyet kapnak még szűrő elemek is a gépbe belépő friss levegő és elszívott levegő szűrésére. Előbbi a külső levegőben lévő por, pollenek és egyéb szennyeződések, utóbbi pedig a belső térben megjelenő különböző szennyezőanyagok eltávolítására szolgál. A szűrők hatékonyságát és minőségi osztályát (például G4, vagy F7) a beltérben elérni kívánt levegőminőség alapján határozzuk meg. (Menyhárt, 1990)

A légkezelőgépeket általában hangcsillapító egységekkel is ellátják, ezzel csökkentve a gép ventilátorai és egyéb berendezései által keltett zaj terjedését a komfort tér irányába.

A külső levegő télen túl hideg, nyáron pedig túl meleg ahhoz, hogy a komfort terekbe juttassuk, ezért télen fűtő nyáron pedig hűtő kalorifereket alkalmazunk a kívánt befűvási hőmérsékletű előállításához. A kaloriferek előtt a légtechnikai rendszer energiahatékonyságának javítása érdekében egy hővisszanyerő egységet is alkalmazunk, melynek működését és típusait a következő bekezdésben részletezem.

A beltéri levegő kívánt páratartalmának biztosítása érdekében légnedvesítő (párásító) egységeket is beépíthetünk a légkezelőgépbe, ám ezeket ritkábban, csak magasabb komfort fokozatú terek esetén alkalmazzák. Az 14. ábrán egy keresztáramú hővisszanyerős komfort légkezelőgép látható a fentebb ismertetett egységek szemléltetése végett.



14. ábra: Légkezelő gép keresztáramú hővisszanyerő egységgel (<http9>)

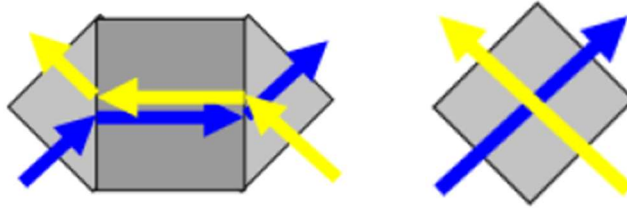
#### 2.3.2.4. Hővisszanyerés légkezelőgépekben

A légtechnikai rendszer energiabevitele jelentősen csökkenthető, ha a helyiségekből elszívott levegő - amely összetétele szempontjából már nem felel meg az elvárásainknak - hőtartalmát hasznosítjuk. Ezt a célt szolgálják a hővisszanyerő egységek. Télen az elszívott levegő hőmérséklete sokkal magasabb, mint a külső levegőé, így egy megfelelően kialakított hővisszanyerő berendezéssel rendkívül sok energia takarítható meg a befűjni kívánt friss levegő előmelegítése által. Nyáron ehhez hasonlóan a befűjt friss levegőt elő tudjuk hűteni a hővisszanyerő egységben, csökkentve ezzel a hűtőkalorifer, vagy az épület hűtési rendszerének energiafelhasználását. (Zöld, 2019)

Egy energiahatékony légtechnikai rendszer tervezésekor egy hővisszanyerő egység alkalmazása nélkülözhetetlen. Hővisszanyerés szempontjából beszélhetünk rekuperatív és regeneratív elvű megoldásokról. Rekuperatív hővisszanyerőknél a hőátvitel egy falon keresztül történik. Ide soroljuk a lemezes, a közvetítőközeges és a hőcsöves hővisszanyerőket. Ezzel szemben regeneratív hővisszanyerők esetében a berendezésben egy hőtároló egység van, amely először a hőcserében résztvevő egyik közeggel, majd a másik közeggel találkozik. Az ilyen megoldásoknál a hőátadás mellett a távozó levegő nedvességtartalma is hasznosítható, ezért entalpiás hővisszanyerőként is szoktak hivatkozni rá. (Kajtár, 2022)

##### *Lemezes hővisszanyerő:*

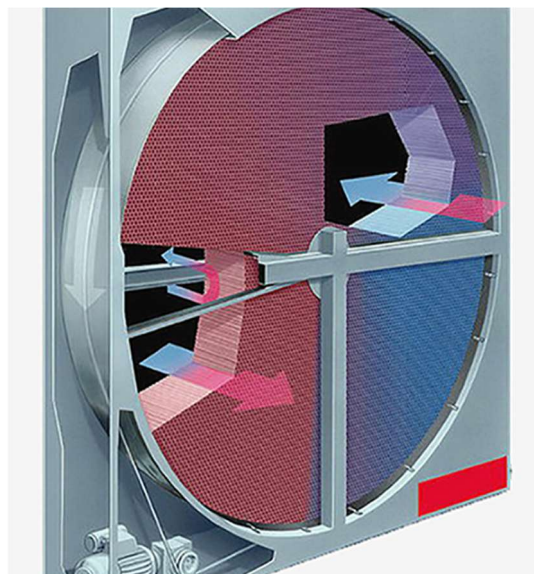
Légkezelőgépekben történő hővisszanyerésre a legegyszerűbb megoldást a lemezes hővisszanyerő jelenti, amely nem tartalmaz mozgó alkatrészeket, gyakorlatilag egy statikus, levegő-levegő hőcserélőről beszélhetünk, amelynek sem befektetett energiaigénye, sem különösebb karbantartási igényei nincsenek. Alapvetően két féle kialakítása létezik: keresztáramú és ellenáramú. Az elszívott és befűjt légáramok nem keverednek, egymástól lemezekkel vannak elválasztva, melyeken keresztül a hőcsere megvalósul. Az ilyen berendezéseknél kialakítástól függően nagyjából 50-90 %-os hővisszanyerési hatásfokra és viszonylag alacsony nyomásvesztésre számíthatunk. Magasabb hatásfokot az ellenáramú egységekkel tudunk elérni, hiszen a két közeg ez esetben hosszabb szakaszon, hosszabb ideig halad egymással párhuzamosan. Téli állapotban, amennyiben az elszívott levegő és a friss levegő közötti hőmérséklet különbség elég nagy, előfordulhat, hogy az elszívott páradús levegő a visszahűtés során lekondenzál a lemezekben, mely által a nedvességben tárolt rejtett hő hőtartalma is hasznosításra kerülhet, növelve ezzel a hővisszanyerés hatékonyságát. A 15. ábrán jobbra egy keresztáramú, balra pedig egy ellenáramú hővisszanyerő egység logikai felépítése figyelhető meg. (Zöld, 2019)



15. ábra: Keresztáramú (jobbra) és ellenáramú hőcserélő (balra) (http10)

*Forgódobos hővisszanyerő:*

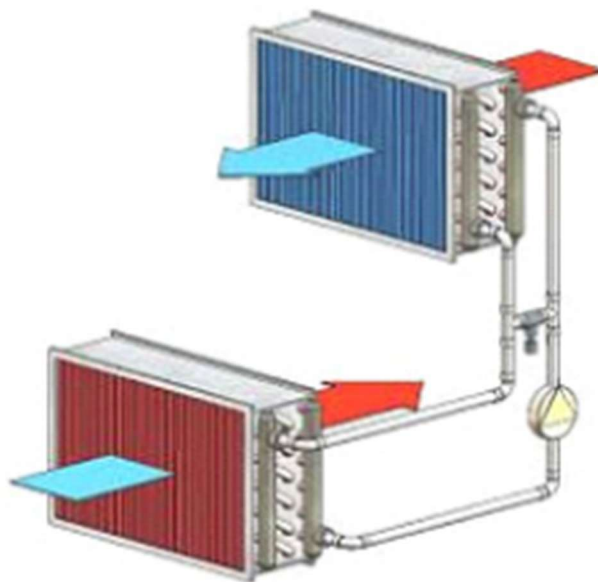
A forgódobos regeneratív hővisszanyerők nevüket a bennük található általában alumíniumból készült, perforált, áteresztőképes forgódobról vagy rotorról kapták. Miközben a rotor forog, annak egyik fele (télen) a meleg kilépő légárammal, másik fele pedig a hideg, friss levegős légárammal érintkezik felváltva. A hőcserélő felületén először hő és nedvesség felvétel, majd a friss levegős oldalra átfordulva hő és nedvesség leadás történik. A nedvességátadás úgy történik, hogy a távozó levegő nedvességtartalmának vízmolekulái megtapadnak a forgódob kapillárisaiban, majd átadódnak a friss levegőnek. A forgódobos hővisszanyerőkkel viszonylag magas, nagyjából 70-85 %-os hatásfok érhető el. A rotor fordulatszáma befolyásolja a hő és nedvesség átadás mértékét és persze a forgatómotor teljesítményfelvételét is. Ennél a megoldásnál fontos figyelembe venni, hogy az elszívott és a friss levegő kis mértékben keveredhetnek egymással, ezért olyan alkalmazásoknál, ahol szennyezett, esetleg zsíros, szagos levegőt szívunk el (konyha, wc, labor elszívása) nem érdemes ezt választani. Az 16. ábrán egy forgódobos hővisszanyerőről készült modell látható. (Men, 2021)



16. ábra: Forgódobos hővisszanyerő modellje (http11)

### *Közvetítőközeges hővisszanyerő:*

A közvetítőközeges hővisszanyerők egy-egy, az elszívott légáramba és a friss levegős légáramba helyezett levegő-víz kaloriferből épülnek fel. A kaloriferek között a légkezelő elhelyezkedésének függvényében víz vagy víz-glikol keverékű közvetítő közeg kering. Az áramlást egy keringető szivattyú biztosítja, a friss levegő oldali kalorifer teljesítmény szabályozása általában háromjártatú szeleppel történik, megkerülő kapcsolással. A körfolyamat során a közvetítőközeg az elszívott levegő hőtartalmát felveszi az adott kaloriferben – ahol akár kondenzáció is történhet – majd átszállítja a friss levegő oldali fűtő kaloriferbe, ahol leadja a hőjét a kültérből érkező hideg levegőnek. A megoldás előnyei, hogy a távozó és a friss levegő semmilyen kapcsolatban nincs egymással, nem érintkeznek, továbbá a befűvő és elszívó ventilátorok közötti távolság gyakorlatilag bármekkora lehet. Előny a berendezés kis helyigénye is. Hátrányai, hogy a kalorifer kialakításából adódóan viszonylag magas nyomásesésre számíthatunk, amely mind légoldalon mind a közvetítő közeg oldalon megjelenik. Ez negatív hatással a ventilátorok és a keringető szivattyú teljesítményfelvételére, így a rendszer energiahatékonyságára is. Ennek ellenére így is igen magas, akár 70-80 %-os hatásfokot is elérhetünk ezzel a megoldással. Az 17. ábrán egy közvetítőközeges hővisszanyerő modellje látható. (Wallin, 2012)



17. ábra: Közvetítőközeges hővisszanyerő modellje (<http12>)

### 2.3.2.5.A szellőztetett tér nyomásviszonyai

A szellőztetett tereket a nyomásviszonyuk alapján három csoportba sorolhatjuk: kiegyenlített, túlnyomásos és depressziós (vagy negatív túlnyomásos) terek. Egy tér nyomásviszonyát mindig a környezetéhez viszonyítva adjuk meg.

#### *Túlnyomásos szellőzés:*

A túlnyomásos szellőzés esetében a szellőztetett térben a környezeténél nagyobb nyomást hozunk létre. Ehhez a helyiségbe befűjt levegő térfogatárama nagyobb kell, hogy legyen, mint a helyiségből elszívott térfogatáram, azaz  $\dot{V}_{be} > \dot{V}_{el}$ . Túlnyomásos teret akkor alkalmazunk, ha a célunk, hogy egy helyiségbe ne tudjon bejutni a környezetének levegője.

#### *Depressziós szellőzés:*

Depressziós szellőzés esetén a térben negatív túlnyomás van. Ezt úgy lehet megvalósítani, hogy a helyiségből több (nagyobb térfogatáramú) levegőt szívunk el, mint amennyit befűjünk. azaz  $\dot{V}_{el} > \dot{V}_{be}$ . Ekkor a helyiség irányába a tömítetlen nyílásokon és réseken keresztül kényszerített légáramlás indul meg a környezete felől. Akkor alkalmazzuk ezt a megoldást, ha a célunk, hogy a helyiségben lévő levegő és a benne lévő szennyezőanyagok, vagy szaganyagok ne jussanak ki a helyiség környezetébe. Ilyen eset áll fenn például egy konyhában vagy egy wc-ben.

#### *Kiegyenlített szellőzés:*

Kiegyenlített szellőzésnél a szellőztetett tér és környezetének nyomása megegyezik. A térbe befűjt és az onnan elszívott levegő térfogatárama megegyezik:  $\dot{V}_{be} = \dot{V}_{el}$ . A legtöbb komfort tér esetében és egyéb olyan tereknél, ahol nincs kockázata a szennyezőanyagok és a szagok ki-be áramlásának, ott ez használjuk. (Both, 2022; Kajtár, 2022)

### **3. Szállodaépület fűtési és hűtési rendszerének tervezése**

Az épület fűtési és hűtési rendszeréről elkészített épületgépészeti tervrajzokat (kapcsolási rajz, függőleges csőterv és alaprajzok) 1-10. számú mellékletek tartalmazzák.

#### **3.1. A fűtési és hűtési rendszer tervezéséhez alkalmazott módszerek bemutatása**

A tervezési feladatomhoz bemenő adatként rendelkezésre állnak a felújított és átalakított épület kétdimenziós építészeti tervei (alaprajzok, metszetek, rétegrendek); illetve a megrendelő által meghatározott koncepcionális kérések. A tervezést ezek felhasználásával fogom megkezdeni az egyes szakágakhoz kapcsolódó aktuális szabványok, rendeletek és a meglévő mérnöki ismereteim alapján.

A megrendelő főbb elvárásai a hőellátó rendszerre vonatkozóan:

- Légfűtéses és léghűtéses rejtett gépészeti rendszert szeretne kialakítani a földszinten és a szállodaszobákban.
- A pinceszinten és egyéb alárendelt helyiségekben radiátoros fűtést szeretne, hűtési rendszer kialakítása nélkül.
- Korszerű, időtálló és energiahatékony hőtermelők alkalmazását részesíti előnyben.

A fűtési és hűtési rendszer tervezését az épület alapvető hőtechnikai terheléseinek (téli hőszükséglet és nyári hőterhelés) a meghatározásával kezdem. Ezt a kapcsolódó hatályban lévő rendelet iránymutatásával végzem el, egy erre alkalmas (később ismertetésre kerülő) szoftver felhasználásával. Ezt követően az épület gépészeti rendszerének egyéb hőenergia igényeit is meghatározom bemutatva a szükséges számításokat.

Ez után a terhelések ismeretében bemutatom a fűtési és hűtési rendszerek választott hőtermelő, hőleadó és egyéb berendezéseit, majd megmagyarázom a döntések mögötti tervezői megfontolásaimat is. Részletezem a hőellátó rendszer kapcsolását és kialakítását, valamint az egyes alrendszereinek a működését is. Szövegesen, illetve táblázatok és ábrák segítségével szemléltetem az egyes berendezések kiválasztásának folyamatát és a hidraulikai számítás menetét is.

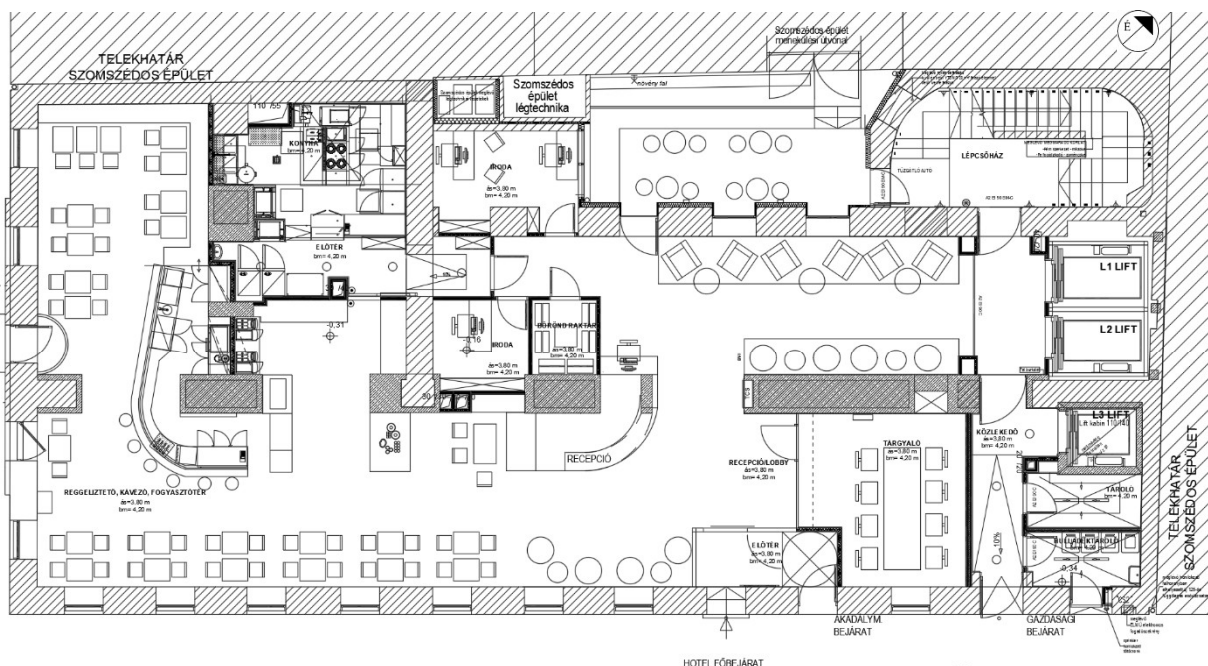
Az épületgépészeti tervrajzokat AutoCAD rajzkészítő szoftver felhasználásával készítettem el. Az elkészített terveim alatt láthatóak behivatkozva az építészeti alaprajzok is.

### 3.2. Az épület bemutatása

A tervezésben érintett épület Budapest belvárosában található. A beruházó célja egy meglévő épület felújításával és átalakításával egy több szintes szállodaépület kialakítása.

Az épület műemlékvédelem alatt áll, beépítési módja zárt sorú. Északnyugati és északkeleti oldalát meglévő épületek határolják, míg délnyugati és délkeleti oldalai az utcafrontokra néznek. Az épület egy 462 m<sup>2</sup> területű telken fekszik. Északnyugati oldala és a szomszédos épület között egy kis méretű belső udvar található, amely megközelíthető a szomszédos épületből (hiszen annak egyik menekülési útvonala az udvaron keresztül vezet) és a közvetlen mellette található lépcsőházból is.

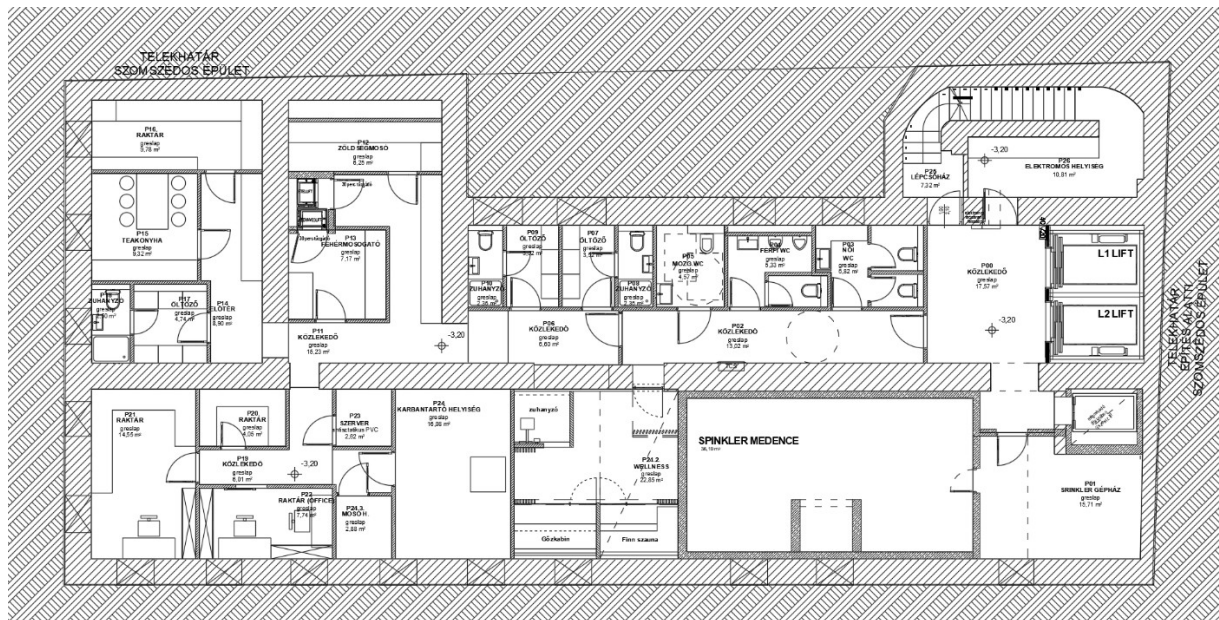
Az épület pinceszintből, földszintből és további 6 emeletből áll. Ezek összesített hasznos alapterülete 2292 m<sup>2</sup>. Az épület földszintjének két utcafronti bejárata van. Az egyik a fő fogyasztótérre, a másik pedig a váróteremre nyílik. Ezek a közösségi terek teszik ki a földszint legnagyobb részét. A fogyasztótér napszaktól függően reggelizőként, kávézóként, étkezőként vagy bárként is funkcionálhat. Találunk még ezeken kívül két irodát, egy tárgyalót, egy bőrönd raktárt, illetve a konyhát, valamint kizárólag a személyzeti alkalmazottak által megközelíthető tárolót és hulladék tárolót. Az épület földszinti építészeti alaprajza a 18. ábrán látható.



18. ábra: Földszinti építész alaprajz

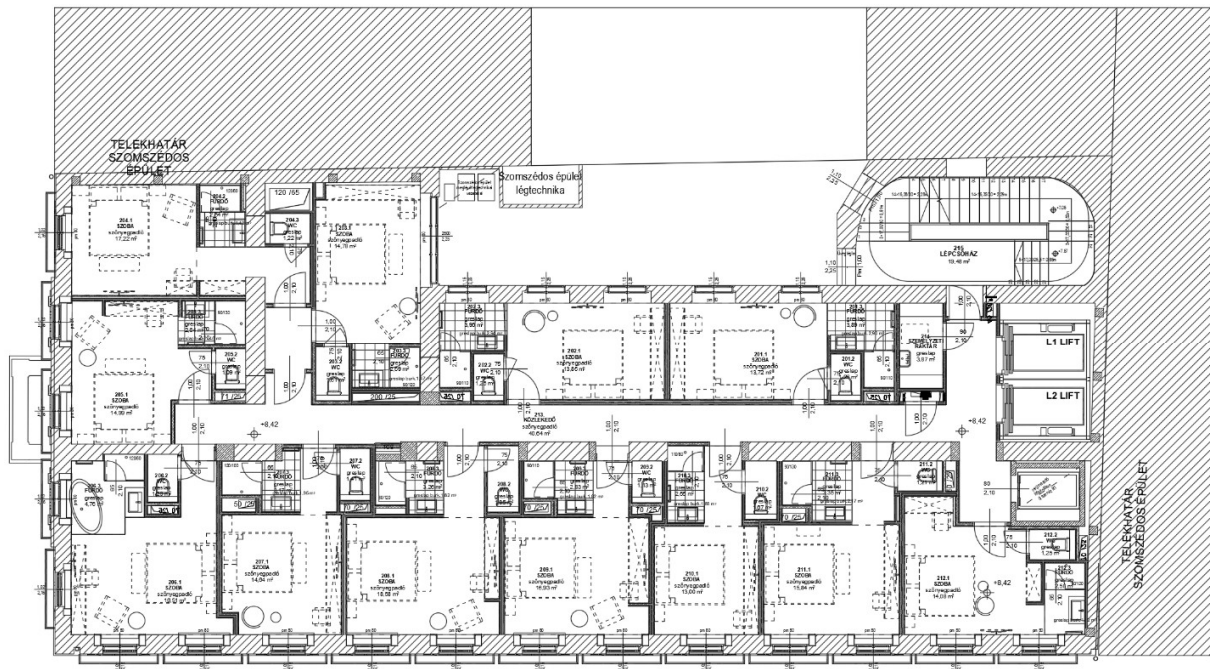
A pinceszinten további raktárakat, irodákat és a személyzet számára kialakított zuhanyzókat, wc-eket, öltözőket és egy teakonyhát találunk. A földszinti konyha alatt helyet kapott még egy zöldség mosó és egy fehér mosogató helyiség is, ezeket két étellift köti össze a konyhával.

Szintén a pinceszinten találunk egy mosó helyiséget, egy karbantartó helyiséget és egy szerver helyiséget is, továbbá az épület tüzeseti oltását biztosító sprinkler gépház és sprinkler medence is itt található. A szállodahasználók számára kialakított kis méretű wellness terület is erre a szintre került egy férfi, egy női és egy mozgássérült WC-vel kiegészítve. A 19. ábra a pincszint építész alaprajzát szemlélteti.



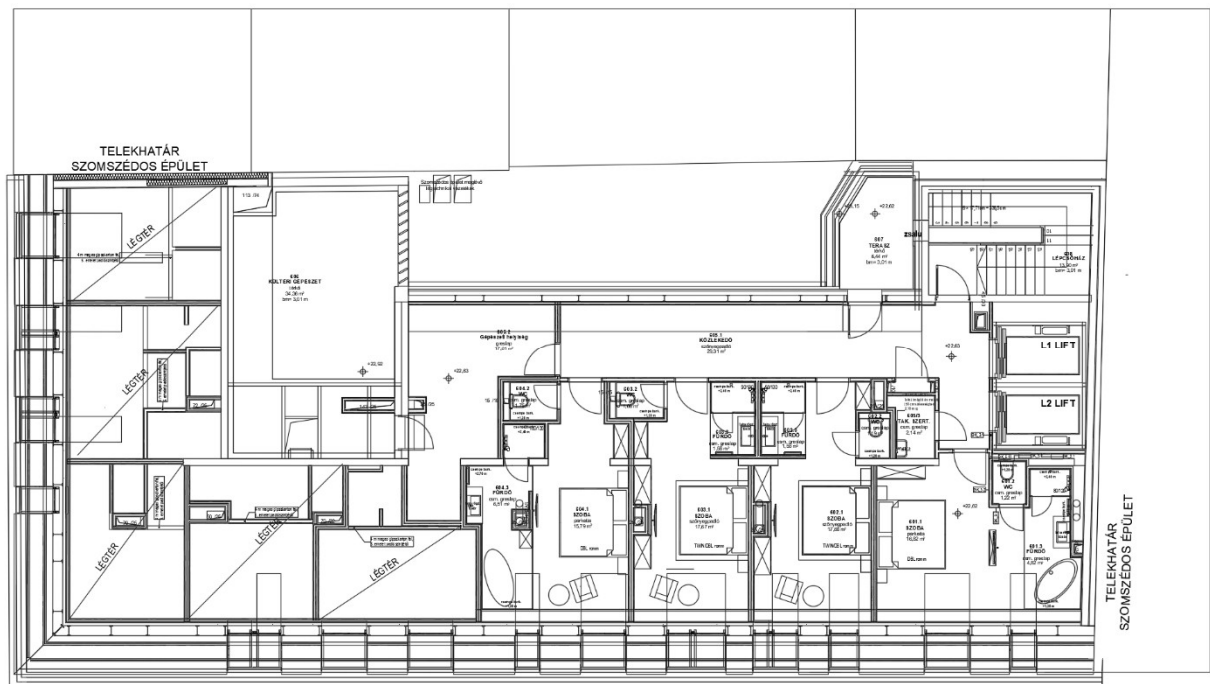
19. ábra: Pincszint építész alaprajz

A szintek között, a pincszinttől a hatodik emeletig két személylift és egy szervízlift húzódik. Az 1. emeletől a 6. emeletig találjuk a szállodaszobákat. A hat emeletből az első öt kialakítása szinte teljes mértékben megegyezik, néhány apró különbség fedezhető csak fel. Szintenként 12 db 2 fő befogadására alkalmas szállodaszoba és egy személyzeti raktár található. Minden szobához tartozik egy különálló wc helyiség és egy fürdőszoba, amelynek légtere közös a szoba légtérével, őket legfeljebb egy zuhanykabin választja el. Példaként a 20. ábra egy általános szoba szint építészeti alaprajzát tartalmazza:



20. ábra: Általános szint (2. emelet) építész alaprajz

A 6. emelet eltérő a többi szoba szinthez képest. Itt csupán 4 szállodaszobát találunk, amelyek alapterülete valamivel nagyobb, mint a többi szinten lévő szobáé. Ezen a szinten van a gépészeti helyiség is, illetve a kültéri gépészeti teret is innen tudjuk megközelíteni. A 21. ábrán a 6. emelet alaprajza látható.



21. ábra: 6. emelet építész alaprajz

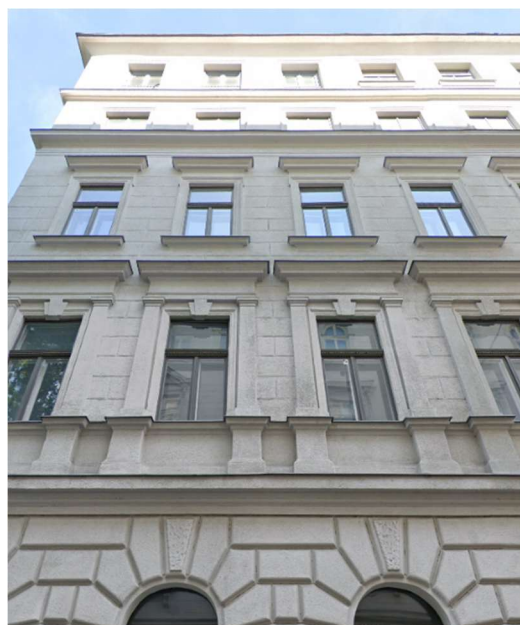
### 3.2.1. Hőszükségletszámítás

Az épület fűtési és hűtési rendszerének tervezése során a legelső lépés az épület téli hőszükségletének és nyári hőterhelésének meghatározása. Az épület hőtechnikai méretezését a BAUSOFT Pécsvárad Kft. által készített WinWatt Gólya nevű szoftver segítségével végeztem el. A szoftver az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról szóló 9/2023 (V.25.) ÉKM rendelet előírásainak megfelelően számol. (ÉKM, 2023)

Ahogy már a létesítmény bemutatásánál is említettem, a vizsgált épület műemlékvédelem alatt áll a határoló szerkezetein fellelhető, műemléki értéket képviselő építészeti elemeinek, például a díszes külső homlokzatának köszönhetően. Az ÉKM rendelet első paragrafusának második pontja szerint:

*„E rendelet hatálya nem terjed ki azon műemlék épületre, helyi védelem alatt álló épületre és azok épületelemeire, amelyek esetében az energiahatékonyságra vonatkozó minimumkövetelmények betartása a műemléki vagy a helyi védettséget megalapozó érték megváltoztatását eredményezné.”* (ÉKM, 2023)

Így csak az épület azon szerkezeteinek kell teljesítenie az ÉKM rendelet külső határoló szerkezetekre vonatkozó követelményértékeit (és egyéb előírásait), amelyek felújítása a műemléki érték részét képező szerkezetek állapotát vagy megjelenését nem változtatja meg. Ilyen szerkezetek esetünkben a nyílászárók, a pinceszinti padlószervezet és a tetőszerkezet azon részei, amelyek a hőtechnikai burok részét képezik. A 21. ábrán az épület délkeleti homlokzata látható.



21. ábra: Fénykép az épület délkeleti homlokzatáról

Ezzel szemben a külső falakat a felújítás során érintetlenül kell hagyni. Hőszigetelés nem kerül rájuk, így a megengedettnél jóval nagyobb hőátbocsátási tényezőt kell figyelembe vennünk ezeknél a szerkezeteknél. Ebből következik, hogy a létesítmény téli hőszükséglete is magasabb lesz egy hasonló méretű korszerű épülethez viszonyítva.

Az épület Budapesten található, ahol a külső méretezési hőmérséklet télen  $-13\text{ °C}$ ; nyáron pedig  $35\text{ °C}$ -os külső hőmérsékletet vettem figyelembe. A belső méretezési hőmérsékletekre az ÉKM rendelet 2. függelékében találhatunk követelményértékeket. A rendelet az emberi tartózkodásra szolgáló komfort terek vagy egyéb helyiségek esetében  $20\text{ °C}$ -os minimális belső hőmérsékletet ír elő. Mivel egy szállodaépületről beszélünk így a komfort növelése érdekében én ezt az értéket a legtöbb helyiség esetében  $22\text{ °C}$ -ra növeltem, hogy minden vendég igényeinek a kielégítésére alkalmas legyen a fűtési rendszer a leghidegebb téli napokon is. Ehhez hasonlóan a rendelet a hűtési idényre is meghatároz egy legfeljebb  $26\text{ °C}$ -os belső hőmérséklet követelmény értéket a huzamosabb emberi tartózkodásra szolgáló helyiségek számára. Szintén a hőkomfort növelése érdekében én ezt a hőmérsékletet a hűtendő helyiségeknél  $24\text{ °C}$ -ra csökkentettem. A szálloda különböző helyiségeinek alapadatait (sorszám, megnevezés, alapterület, belső méretezési hőmérséklet) és a rájuk számított téli hőveszteséget, illetve nyári hőterhelést az 1. táblázatban gyűjtöttem össze. Hűtés azokban a helyiségekben lesz, amelyeknél szerepel a táblázatban nyári hőterhelési érték. (A szállodaszobák esetében nem szerepeltetem az összes lakószint adatait a táblázatban, hiszen azok kialakítása egymáshoz nagyon hasonló, így érdemi információt nem szolgáltatna az összes emelet listázása. A táblázatban az egyik 2. emeleti szoba és a szinten lévő közlekedő, illetve személyzeti raktár adatai szerepelnek. Az összes többi helyiség hőszükséglete, nyári hőterhelése, alapterülete és méretezési belső hőmérséklete az alaprajzokon és a függőleges csőterven is szereplő helyiségpecsétéről leolvasható.)

A számítás során  $50\%$ -os belső és  $90\%$ -os külső relatív páratartalmat vettem figyelembe. A filtrációs hőveszteségeket  $0,8 \left[ \frac{1}{h} \right]$  légcserével számoltam. Így a számítások alapján a teljes épületre az alábbi értékek adódtak:

- fűtési hőszükséglet:  $88,83\text{ kW}$
- hűtési teljesítmény igény:  $121,07\text{ kW}$

1. táblázat: A helyiségek alapadatai és teljesítményszükségei

Ssz.	Név	Alapterület [m <sup>2</sup> ]	Belső hőmérséklet [°C]	Hőszükséglet [W]	Nyári hőterhelés [W]
01	reggeliző, kávézó	73,14	22	6040	11890
02	közlekedő	26,21	22	950	1292
03	konyha	15,72	22	1410	-
04	előtér	11,56	22	-	-
05.1	iroda	10,15	22	1440	1310
05.2	iroda	5,55	22	-	-
06	lobby	107,05	22	5320	6870
07	előtér	5,90	22	770	940
08	tárgyaló	19,99	22	1060	1960
09	közlekedő	9,03	20	560	-
10	tároló	4,88	20	190	-
11	hulladékártaló	4,73	18	470	-
12	lépcsőház	20,57	20	980	-
P00	közlekedő	17,57	22	410	-
P01	spinkler gépház	15,71	18	750	-
P02	közlekedő	13,02	22	310	-
P03	női wc	6,82	22	370	-
P04	ffi wc	5,33	22	290	-
P05	mozgásk. wc	4,57	22	250	-
P06	közlekedő	6,6	22	160	-
P07	öltöző	3,52	24	200	-
P08	zuhanyzó	2,35	24	130	-
P09	öltöző	3,52	24	200	-
P10	zuhanyzó	2,35	24	130	-
P11	közlekedő	15,09	22	290	-
P12	zöldségmosó	6,92	22	440	-
P13	fehér mosogató	7,17	22	160	-
P14	előtér	8,9	22	170	-
P15	teakonyha	9,32	22	410	-
P16	raktár	9,78	20	550	-
P17	öltöző	4,74	24	95	-
P18	zuhanyzó	2,50	24	190	-
P19	közlekedő	6,01	22	114	-
P20	raktár	4,05	20	80	-
P21	raktár	14,55	20	750	-
P22	raktár (office)	7,74	22	400	-
P23	szerver helyiség	2,62	20	50	-
P24	karbantartó helyiség	16,08	18	520	-
P24.2	wellness	22,85	24	920	-
P24.3	mosó helyiség	2,88	22	160	-
P25	lépcsőház	7,32	20	640	-
P26	elektromos helyiség	10,81	18	520	-
208.2	wc	1,85	22	48	-
208.3	fürdő	3,26	24	89	-
209.1	szoba	16,93	22	1070	1480
213	közlekedő	40,64	22	-	-
214	személyzeti raktár	3,87	22	-	-
215	lépcsőház	19,48	20	1150	1563

### 3.3. Az épület hőenergia ellátása

A 3.2.1.-es pontban számolt fűtési hőszükséglet és hűtési teljesítmény igény mellett a használati melegvíz termelés hőenergia szükségletéről és az épület szellőzését biztosító légkezelőgép fűtő- és hűtő kalorifereinek energiaellátásáról is gondoskodnunk kell.

Ezek így alakulnak:

Az épület fűtésének hőenergia igénye:	88,83 kW
Légkezelő fűtési hőenergia igénye:	30,7 kW
HMV termelés fűtési hőenergia igénye:	58,33 kW
<hr/>	
Az épület összesített fűtési hőenergia igénye:	177,86 kW
Az épület hűtésének hőenergia igénye:	121,07 kW
Légkezelő hűtési hőenergia igénye:	12,9 kW
<hr/>	
Az épület összesített hűtési hőenergia igénye:	133,97 kW

A légkezelőgép fűtési és hűtési hőenergia igényét a gyártótól kért méretezési adatlapban található információk alapján határoztam meg, melyről az 4.5.3.-as bekezdésben írok bővebben.

A HMV termelés fűtési hőenergia igényét úgy határoztam meg, hogy az épületre kiválasztott 1000 literes HMV tartály (melynek kiválasztásának bemutatása nem képezi a feladatom részét) teljes térfogatát legfeljebb 1 óra alatt képes legyen felfűteni a hőtermelő berendezés.

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta T = 4,2 \left[ \frac{kJ}{kgK} \right] \cdot 1000 [kg] \cdot 50 [K] = 210000 [kJ] \quad (2)$$

$$\dot{Q} = \frac{Q}{t} = \frac{210000 [kJ]}{3600 [s]} = 58,33 [kW] \quad (3)$$

ahol:

- „Q”: a HMV tároló teljes víztartalmának felfűtéséhez szükséges hőenergia [kJ];
- „c”: a víz fajlagos hőkapacitása  $\left[ \frac{kJ}{kgK} \right]$ ;

- „ $m$ ”: a HMV tartályban tárolt víz tömege [ $kg$ ](a víz sűrűségét egyszerűsítés képpen  $\rho = 1000 \left[ \frac{kg}{m^3} \right]$ -nek feltételezve);
- „ $\Delta T$ ”: A hálózati hideg víz és a használati melegvíz kívánt tárolási hőmérsékletének a különbsége  

$$\Delta T = 60 [^{\circ}C] - 10 [^{\circ}C] = 50 [^{\circ}C] = 50 [K];$$
- „ $\dot{Q}$ ”: a HMV tároló felfűtéséhez szükséges hőteljesítmény;
- „ $t$ ”: a HMV felfűtésének időtartama.

### 3.3.1. Az épület hőtermelő berendezései

Az épület hőenergia ellátását hőszivattyúkkal, egy kondenzációs gázkazánnal és két split klímával biztosítjuk.

#### 3.3.1.1. Hőszivattyúk

A helyiségek fűtésére és hűtésére két darab VRF típusú, levegő hőforrású, fűtő-hűtő, szétválasztott (split) rendszerű, hydroboxos beltéri egységgel kiegészített hőszivattyút alkalmazok. Azért ilyen típusú berendezésekre esett a választásom, mert gyártói ajánlás alapján ezek a berendezések képesek a leghatékonyabban együttműködni egy másik hőtermelővel bivalens üzemmódban és a teljesítményszabályozásuk is nagyon rugalmas (a bivalens rendszer leírását 3.4.-es bekezdésben részletezem). A két hőszivattyú típusa:

- HPK1: SAMSUNG DVM S AM180KXVAGH/ET

$$\dot{Q}_h = 50,4 [kW];$$

$$\dot{Q}_f = 56,7 [kW]$$

- HPK2: SAMSUNG DVM S AM300KXVAGH/ET

$$\dot{Q}_h = 84,0 [kW];$$

$$\dot{Q}_f = 94,5 [kW]$$

A két berendezést úgy választottam ki, hogy az épület összesített hűtési hőenergia igényét képesek legyenek fedezni. Azért választottam két eltérő teljesítményű berendezést, hogy az enyhébb téli vagy a hűvösebb nyári napokon könnyebb legyen megvalósítani részterheléses üzemet.

Tehát, ha például kevesebb mint 50 kW hűtési teljesítményre van szükségünk, akkor csak a kisebb hőszivattyú kapcsol be; ha már ennél nagyobb teljesítményre van szükségünk, de még

mindig kevesebbre, mint 84 kW, akkor csak a nagyobb gép kapcsol be; majd, ha 84 kW-nál is nagyobb hűtési igény lép fel, akkor mindkét berendezés elindul. Mindezt megfelelő vezérléssel kell biztosítani.

### 3.3.1.2. Kondenzációs kazán

Látható, hogy a két hőszivattyú az épület összesített hőenergia szükségletét nem tudja ellátni. Ez nem is volt cél, hiszen a használati melegvíz termelés egy kondenzációs gázkazánnal lesz megvalósítva, melynek típusa:

- K1: Viessmann 200-W

$$\dot{Q}_f = 100 [kW]$$

Az épületben a használati melegvizet magas, 60 °C-os hőmérsékleten tároljuk. Ez azért előnyös, mert így a legionella fertőzés kockázata gyakorlatilag egyáltalán nem áll fenn; ezen a hőmérsékleten a legionella baktériumok néhány perc alatt szinte teljes mértékben elpusztulnak. Továbbá a magas HMV hőmérséklettel a melegvíz tároló mérete is csökkenthető, ugyanis egy 60°C-os tárolási hőmérsékletű, 1000 literes tartályból hálózati hideg víz hozzákeveréssel közel 1670 liter 40 °C-os vizet tudunk felhasználni, amely tisztálkodási célokra kellően meleg.

Egy szálloda használati melegvíz fogyasztása jóval több lehet, mint például egy családi ház vagy egy társasház HMV fogyasztása. Az emberek leggyakrabban üdülés vagy kikapcsolódás céljából mennek szállodába, mely során kevésbé figyelnek oda arra, hogy spóroljanak a melegvízzel; a szokásosnál többször, akár nap közben is zuhanyozhatnak vagy fürödhetnek (például egy wellness használat, vagy egy masszázs után). Emiatt szállodák esetében rendkívül magas és folyamatos melegvíz fogyasztásra számíthatunk egész évben.

HMV termelés szempontjából a hőszivattyú nem ideális választás. A levegő hőforrású hőszivattyúk COP-je alacsony külső hőmérséklet mellett jelentősen lecsökken és a HMV termeléshez szükséges magasabb előremenő hőmérséklet is nagymértékben rontja a fajlagos fűtési teljesítményüket. Ezen felül a legtöbb hőszivattyú csak elektromos rásegítő fűtés (fűtőpatron) alkalmazásával képes kellően magas előremenő hőmérsékletet biztosítani a kívánt 60 °C-os HMV hőmérséklet eléréséhez. Az elektromos fűtőpatron a hőszivattyúhoz viszonyítva nagyon rossz energiahatékonysággal működik, hiszen 1 kW hőteljesítmény leadásához 1 kW villamos teljesítményt vesz fel; alkalmazása tovább rontja a hőszivattyú hatásosságát.

Ezzel szemben a kondenzációs kazán viszonylag magas hatásfok mellett képes a szükséges 80 °C-os előremenő hőmérséklet előállítására, még annak ellenére is, hogy a kondenzációs üzem számára szintén kedvezőbb lenne egy alacsonyabb előremenő és visszatérő hőmérséklet.

A választott gázkazán biztosítja a HMV termelés mellett a pinceszint fűtését is, illetve szükség esetén bivalens üzemben az épület fűtésére is képes rásegíteni.

### 3.3.1.3. Split klímák

Az épület pinceszintjén található szerver helyiség hűtését split klímákkal biztosítjuk. Ugyan a split klíma egyszerre hőleadónak (belső egység) és hőtermelőnek (külső egység) is tekinthető, jelen esetben a hőtermelők között fogom szerepeltetni. Az elektromos tervező adatszolgáltatása alapján a szerverek által disszipált hőteljesítmény  $\dot{Q}_{szerver} = 8,5 [kW]$ . Erre a hőterhelésre két darab, egyenként  $\dot{Q}_h = 5 [kW]$  hűtési teljesítményű Mitsubishi PUHZ-ZRP50VKA2 split klíma külső egységet választottam ki, melyek 2 db Mitsubishi PKA-M50HAL beltéri egységhez csatlakoznak.

Kisebb méretű, kis elektromos teljesítményű szerverhelyiségek hűtésére a legtöbb esetben split klímát alkalmazunk. Ennek több oka is van. A split klímák kifejezetten jól használhatóak kis terek célzott hűtésére és a helyiség-hőmérséklet stabil értéken tartására, ami elengedhetetlen a szerverek hatékony és biztonságos működéséhez. Sokkal egyszerűbb és gyorsabb őket karbantartani, mint például egy fan-coilos hűtési rendszert. Ez minimalizálja a szerverek esetleges leállításának gyakoriságát és időtartamát, ami szintén kiemelten fontos szempont. Továbbá nincsenek a rendszerben vizet vagy egyéb folyadékot szállító csővezetékek és szerelvények sem, amelyek tönkremenetele megnövelné a vízkárok kockázatát.

## 3.3.2. Az épület fűtési- és hűtési rendszerének hőleadói

### 3.3.2.1. A fűtési rendszer hőleadói

#### *Fan-coil*

Az épület fűtését a pinceszint, a lépcsőház és néhány alárendelt helyiség kivételével mindenhol fan-coilokkal biztosítjuk. A földszinti közösségi terekben és a szállodaszobákban légszűrő nélküli álmennyezeti fan-coil berendezéseket alkalmazunk. A földszinten a meleg levegő befűvése Lindab LTDP 1000 mennyezeti résbefűvőkön keresztül történik, melyek

hangszigetelt KBPF befűvő dobozához Ø250-es flexibilis légszűrővel csatlakoznak a Fan-coil berendezések. A Fan-coil szívó oldala az álmennyezeti teret szívja meg, ez nincs légszűrővel. A helyiség levegőjének visszaszívása elszívó doboz nélküli Lindab LTD 1000 mennyezeti réselszívókon keresztül történik.

A szállodaszobák esetében is légszűrővel álmennyezeti fan-coil berendezéseket alkalmazunk, melyeket a szobák bejáratánál lévő előtér álmennyezeti eldobozolásában, vagy a fürdőszoba álmennyezeti terében helyezünk el. A befűtés itt Lindab AL 800x200-as oldalfali befűvő rácson keresztül történik (kivéve néhány lakást, ahol hely hiányában 600x300-as rácsokat alkalmaztam). A befűvő rács Lindab LKR négyzetes légszűrővel csatlakozik a fan-coil berendezésre, a helyiség levegőjének visszaszívása pedig az álmennyezeti eldobozoláson építészek által kialakított perforáción keresztül történik; tehát az előbb ismertetetthez hasonlóan az álmennyezeti tér szívott.

Az álmennyezeti fan-coil berendezések alatt, azok karbantartása érdekében revíziós nyílásokat kell kialakítani úgy, hogy a berendezéshez tartozó szerelvények is hozzáférhetőek legyenek.

A földszinti 05.1-es iroda helyiségben eltérő kialakítású fan-coil-t alkalmazunk, itt a hőellátást egy kazettás fan-coil készülék biztosítja. A fan-coil berendezések kiválasztásának menetét az 3.3.2.3.-as bekezdésben ismertetem.

A fan-coil egységek teljesítményszabályozása a helyiségek falán elhelyezésre kerülő szoba termosztátok jele alapján történik. A nagyméretű közösségi terek esetében több termosztátot is el kell helyezni.

### *Radiátor*

A pinceszint és a lépcsőház fűtését radiátorokkal valósítjuk meg; valamint radiátorokat helyezünk el a 6. emeleti 605-ös számú közlekedőben, a földszinti 09-es számú közlekedőben és a 11-es számú hulladék tárolóban is. A fürdőszobák kivételével minden helyiségben 22K jelölésű (két konvektor lemezes, kompakt szeleppel rendelkező) radiátorokat alkalmazunk. A radiátorok méretét úgy határozzuk meg, hogy a kívánt helyiség hőmérsékletet, valamint a tervezett előremenő és visszatérő hőmérsékleteket (60/40 °C) figyelembe véve a berendezés képes legyen fedezni a helyiség hőszükségletét. A radiátorok teljesítményszabályozása termosztatikus szelepek segítségével történik, melyek a helyiség hőmérsékletének függvényében nyitnak vagy zárnak.

A szállodaszobákhoz tartozó fürdőszobákba egy-egy 300 W-os fűtőpatronnal ellátott TK 500x1000 törölköző szárítós radiátort is tervezek kiegészítő fűtésként. Ezt az év legnagyobb részében (amikor nem áll fenn a  $-13\text{ °C}$ -os méretezési hőmérséklet) nem szükséges elindítani, hiszen a szobában lévő fan-coil egymaga is képes ellátni az összes helyiség teljesítmény szükségletét; a hőkomfort növelése érdekében azonban ez egy elérhető lehetőség ilyenkor is.

A pinceszinti zuhanyzókba is kerülnek törölköző szárítós radiátorok, melyek mérete TK 500x1150. Ezek a radiátorok nem elektromos fűtőpatronnal működnek, hanem a pinceszinten eleve kiépített radiátoros fűtési körre csatlakoznak.

### 3.3.2.2. Egyéb hőleadók

#### *Elektromos radiátor*

A pinceszinti elektromos helyiség és a sprinkler gépház megrendelői kérésre fűtetlen helyiségek, viszont ennek ellenére meghatároztam a hőszükségletüket  $18\text{ °C}$ -os belső hőmérsékletet figyelembe véve és elláttam őket egy-egy 1000 W-os, teljesítményszabályozható elektromos radiátorral.

#### *Elektromos padlófűtés*

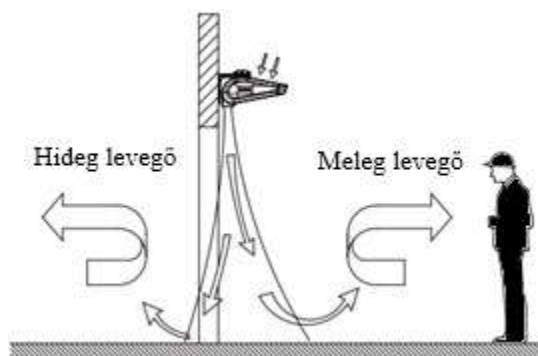
A pinceszinti wellness terület fűtése megrendelővel történt egyeztetés alapján elektromos padlófűtéssel lesz megoldva, elektromos szakértő bevonásával.

Megjegyezném, hogy mivel a wellness terület egész évben üzemelni fog, így energiahatékonyság szempontjából sokkal előnyösebb lenne számára egy külön padlófűtési kört kialakítani a hőszivattyú által megtáplált DN150-es (lásd a 3.4.-es bekezdésben) fűtési osztó-gyűjtőről, bekeverő kapcsolással beállítva a padlófűtéshez szükséges előremenő hőmérsékletet. A megrendelő azonban a bekerülési költségek csökkentése érdekében ragaszkodott az elektromos megoldáshoz, így ez kerül betervezésre.

#### *Légfüggöny*

A szálloda főbejáratánál elhelyezésre kerül egy VTS WING W150 típusú légfüggöny, amely megakadályozza a szennyeződések, rovarok és a kültéri (télen hideg, nyáron meleg) levegő bejutását az épületbe. A berendezés vizes hőcserélővel rendelkezik, amely a fan-coilokat is ellátó fűtési körre lesz rákötve. Maximálisan leadott fűtési teljesítménye  $5,1\text{ kW}$  (a Fan-coilos rendszer  $45\text{ °C}$ -os előremenő hőmérsékletét figyelembe véve). Fűtési időnyen kívül a berendezés csak ventilátorként üzemel; mivel két csöves kivitelű, így a hőcserélőjére

fűtési és hűtési vezetékeket egyszerre nem lehet rákötni. A 22. ábra a légfüggönyök működési elvét szemlélteti, jelölve a légfüggöny környezetében létrejövő légáramlásokat.



22. ábra: Légfüggöny működését szemléltető ábra

### 3.3.2.3. A hűtési rendszer hőleadói

#### *Fan-coil*

Az épület hűtése minden helyiség esetében a fűtési hőleadóként már bemutatott, 4 csöves kivitelű, légcsatornázható, fűtő-hűtő fan-coil berendezésekkel történik. Hűtést a huzamosabb tartózkodásra szolgáló helyiségek kapnak, tehát a szállodaszobák, a földszinti nagyméretű közösségi terek, a tárgyaló és az iroda. A pinceszintre a megrendelői igényeknek megfelelően nem terjed ki a hűtési rendszer.

A fan-coilok kiválasztása általában a helyiség nyári hőterhelése (hűtési igénye) alapján történik, hiszen ez a legtöbb esetben magasabb érték, mint a helyiség téli hőszükséglete. A gyártótól kapott méretezés alapján a 2. táblázatban felsorolt berendezéseket terveztem az épületbe:

2. táblázat: Az épületben felhasznált Fan-coil berendezések adatai

Jelölés	Megnevezés	Közepes hűtési teljesítmény [W]
FC1	Clivet Espace 015.0 CC4	1220
FC2	Clivet Espace 017.0 CC4	1890
FC3	Clivet Espace 021.0 CC4	2100
FC4	Clivet Espace 031.0 CC4	3120
FC5	Clivet Espace CFK007.0 CC4	2490

A gépeket a közepes (medium) hűtési teljesítmény figyelembevételével választottam ki. Ennek az az oka, hogy így a készülékek zajterhelése még elfogadható értéket vesz fel, továbbá a gép képes lesz a hűtési teljesítmény modulálására is részterheléses üzem esetében.

A fan-coilok méretezése hűtési üzemben 10/15 °C-os; fűtési üzemben pedig 45/40 °C-os hőfoklépcsőre lett elvégezve. A figyelembe vett belső hőmérsékletek, ahogy a 3.2.1.-es bekezdésben a hőszükségletszámításnál is említettem nyáron 24 °C télen pedig 22 °C.

### 3.3.3. A fűtési és hűtési rendszer csőhálózata

Az épület fűtési és hűtési rendszerét prérétegű (press) szénacél csövekkel és ötrétegű csövekkel tervezzük. A vezetékeket leggyakrabban álmennyezetben, vagy a pincszint esetében szabadon, mennyezet alatt vezetjük. Kivételt képeznek ez alól a földszinti 09. számú közlekedő, a 10. számú tároló és a 11. számú hulladéktároló helyiség radiátorait ellátó fűtési vezetékek. Ezeket padló rétegrendben vezetjük, hiszen ezen a nyomvonalon az álmennyezeti teret a túlnyomásos lépcsőházhoz tartozó légtechnikai rendszer elemei foglalják el.

A felszálló vezetékeket gépészeti aknában vezetjük és minden esetben press-es acél csőből készülnek. Ötrétegű csövet a padlóban vezetett vezetékeknél és a fan-coil berendezések bekötő vezetékeinél alkalmazunk.

A fűtési vezetékek hőszigetelésének méretét az ÉKM rendelet „Fűtési és HMV elosztóvezetékek hőszigetelési követelményei” című 3.3.2. pontja alapján határoztam meg és a 3. táblázat is ez alapján készült.

3. táblázat: Az ÉKM rendelet 3.2.2.-es pontjában található táblázat részlete (ÉKM, 2023)

Cső mérete	A hőszigetelés minimális vastagsága 0,036 W/mK hővezetési tényezőre vonatkoztatva
belső átmérő 22 mm-ig	19 mm
belső átmérő 22 mm-től és 35 mm-ig	30 mm
belső átmérő 35 mm-től és 100 mm-ig	belső átmérővel megegyező
belső átmérő 100 mm felett	100 mm

A hűtési vezetékekre a rendelet ezen követelménye nem vonatkozik, így ezekre csőátmérőtől függetlenül (egészen DN100-as csőméretig) 19 mm vastagságú hőszigetelést írok ki. Fontos, hogy a hűtési vezetékeket zártcellás szigetelőanyaggal kell ellátni (például: Armaflex AC) a páralecsapódás elkerülése végett.

### 3.3.3.1. Csőhálózatok hidraulikai méretezésének menete

#### 1. Az egyes helyiségek hőszükségletének és hőterhelésének meghatározása

Lásd a 3.2.1.-es bekezdésben.

#### 2. A rendszerkialakítás meghatározása

Ismernünk kell a hőleadók típusát és kiosztását; illetve a hőellátó hálózat nyomvonalát és a rajta lévő szerelvényeket, berendezéseket. Ezek mindegyike a mellékletként szereplő tervrajzokról olvasható le.

#### 3. A hálózat szakaszokra bontása

Ehhez egy jól használható elv, hogy egy-egy szakaszon belül sem a víz térfogatárama, sem pedig a csővezeték átmérője nem változik.

#### 4. A szakaszokon áramló víz térfogatáramának meghatározása a fogyasztói hőáramok alapján

A fűtési vagy hűtési rendszer hőfoklépcsőjét ( $\Delta T = |T_{előremenő} - T_{visszatérő}|$ ), a víz fajhőjét ( $c$ ) és az adott szakaszra eső fűtési/hűtési teljesítményt ( $\dot{Q}$ ) ismerve a tömegáram ( $\dot{m}$ ) az alábbi összefüggés átrendezésével kiszámítható:

$$\dot{Q} = c \cdot \dot{m} \cdot \Delta T \quad (4)$$

$$\dot{m} = \frac{\dot{Q}}{c \cdot \Delta T} \quad (5)$$

Ezt elosztva a víz sűrűségével ( $\rho$ ) megkapjuk a szakaszra eső térfogatáramot:

$$\dot{V} = \frac{\dot{m}}{\rho} \quad (6)$$

Ezzel a módszerrel határozhatjuk meg a fűtési és hűtési rendszerekben lévő keringető szivattyúk által biztosítandó térfogatáramot is.

### 5. A számított térfogatáramok szállításához szükséges vezetékmeretek meghatározása

Ezt általában fajlagos nyomásveszteség alapján végezzük el, melyhez az egyenes vezetékszakaszokon eső csősúrlódási nyomásveszteséget vesszük figyelembe az alábbi összefüggés szerint:

$$\Delta p_s = \frac{\rho}{2} \cdot v^2 \cdot \lambda \cdot \frac{l}{d} \quad (7)$$

ahol:

- „ $\rho$ ” az áramló közeg sűrűsége  $\left[\frac{kg}{m^3}\right]$ ;
- „ $v$ ” az áramlási sebesség  $\left[\frac{m}{s}\right]$ ;
- „ $\lambda$ ” a csősúrlódási tényező [1];
- „ $l$ ” a vizsgált vezeték hossza [m];
- „ $d$ ” a vizsgált vezeték átmérője [m];

A vezetékmereteket az épületgépészeti gyakorlatban általában úgy választjuk meg, hogy a fajlagos nyomásveszteség kb. 100 és 300 Pa/m közé essen. Gyakran használt érték az  $s'=150$  Pa/m. Ez a szám az életciklus költségek minimalizálásából eredeztethető. A csőátmérő növelésével a csővezetékek nyomásvesztesége csökken, ezáltal a szivattyúzási költségek is csökkenni fognak; azonban a nagyobb méretű csővezetékek és szerelvények bekerülési költsége nyilvánvalóan magasabb. Ezeket a tényezőket és az egyes elemek várható élettartamát figyelembe véve állapították meg a 150 Pa/m-es fajlagos nyomásveszteség értéket, amely a mai napig jó kiindulási alapként szolgál a fűtési és hűtési rendszerek méretezéséhez.

### 6. Kiválasztjuk a mértékadó (legnagyobb ellenállású) áramlási útvonalat, amely tartalmazza a hidraulikailag legkedvezőtlenebb helyzetű fogyasztót

Ez általában a szivattyútól legtávolabb lévő hőleadó (például radiátor vagy fan-coil), de a hálózat kialakítása függvényében akár máshol is lehet.

### 7. A mértékadó áramlási útvonal ellenállásának meghatározása

Kiszámoljuk a mértékadó kör minden egyes vezetékszakaszának súrlódási nyomásveszteségét és a körön lévő összes idom, szerelvény, berendezés és hőleadó alaki ellenállásából származó nyomásveszteségét. Ezeket összegezve megkapjuk, hogy mekkora nyomáskülönbséget kell a szivattyúnak biztosítania a számított térfogatáram szállításához.

A súrlódási nyomásvesztés tehát a (6)-os számú egyenlet alapján számoljuk ki, az alaki ellenállásokból származó nyomásvesztés pedig a következő összefüggéssel számítható

$$\Delta p_a = \frac{\rho}{2} \cdot v^2 \cdot \Sigma \zeta \quad (8)$$

ahol: „ $\zeta$ ” a különböző hidraulikai berendezések (például szerelvények, cső idomok, kaloriferek, hőcserélők) alaki ellenállási tényezője.

Így a mértékadó áramlási kör hidraulikai ellenállása - amely megegyezik a kiválasztani kívánt szivattyú emelőmagasságával - így alakul:

$$\Delta p = H = \Delta p_s + \Delta p_a \quad (9)$$

### 3.4. A fűtési és hűtési rendszer működésének bemutatása, a kapcsolat ismertetése

A szálloda gépészeti helyisége a 6. emeleten található. Itt kapnak helyet a már korábban ismertetett hőtermelő berendezések: a kondenzációs kazán és a hőszivattyúk beltéri egységei; továbbá minden egyéb berendezés, amely a hőellátó rendszerek működéséhez szükséges, például: puffertároló, tágulási tartályok, fő köri osztó-gyűjtők és egyéb hidraulikai elemek. A hőszivattyúk és a split klímák kültéri egységei a gépészeti helyiségből megközelíthető kültéri gépészeti térben vannak elhelyezve az épület szellőztetését biztosító légkezelőgéppel együtt.

Az épületben 4 db fő fűtési kör (F-1 – F-4) és 2 db fő hűtési kör (H-1 – H-2) lesz kialakítva.

Ezek a következők:

- F-1: Légkezelő fűtési kör (30,70 kW)                      -    H-1: Fan-coil hűtési kör (121,07 kW)
- F-2: Fan-coil fűtési kör (75,16 kW)                      -    H-2: Légkezelő hűtési kör (12,90 kW)
- F-3: Radiátor fűtési kör (13,67 kW)
- F-4: HMV fűtési kör (58,33 kW)

A gépészeti helyiségben 2 db DN150-es, 2 csonkos osztó-gyűjtő található a fő fűtési és hűtési körök számára. Ezekről indulnak el rendre az F-1, F-2, H-1 és H-2 körök.

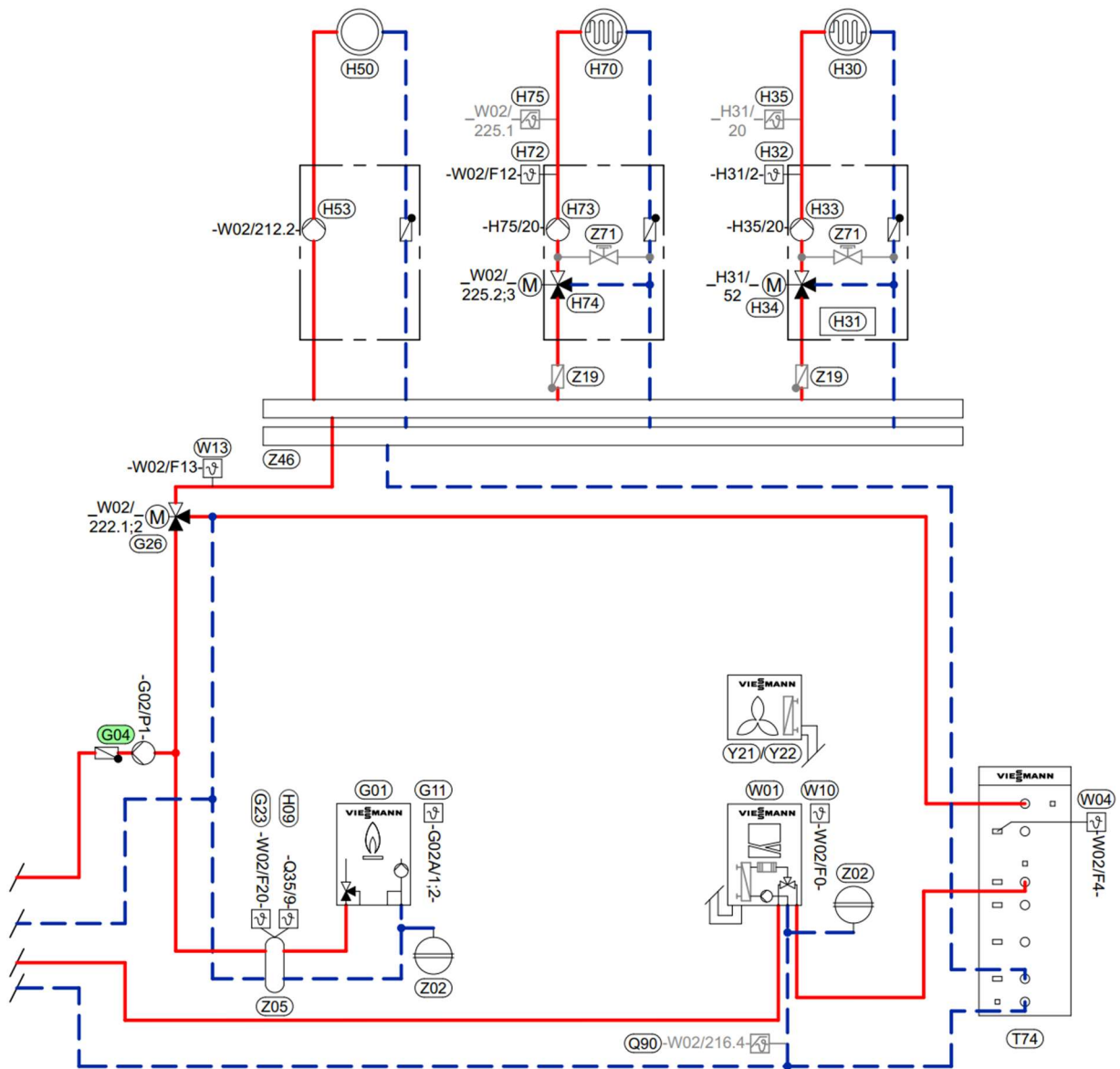
Hűtési időszakban a hűtési osztó-gyűjtőre kizárólag a hőszivattyúk dolgoznak rá. A korábban ismertetett Samsung kültéri egységekhez három darab SAMSUNG DVM5 AM500

FNBDEH/EU beltéri egység csatlakozik (HP1.1 – HP1.3), melyek kaszkád rendszerben működnek együtt.

Fűtési üzemben a hőszivattyúk értelemszerűen a fűtési osztó gyűjtőre dolgoznak. A fűtési és hűtési üzemállapot közötti váltást 4 darab DN80-as, nyit-zár váltószeleppel biztosítjuk.

A fűtési osztó gyűjtőre a hőszivattyúkon kívül a kondenzációs kazán is képes rádolgozni bivalens üzemállapotban. Ez azt jelenti, hogy szükség esetén a hőszivattyúk a kondenzációs kazán rásegítésével látják el a fűtési osztó-gyűjtőre eső fogyasztók teljesítményszükségletét. A hőszivattyúk a 3.3.1.1.-es pontban leírt fűtési teljesítményüket a gyártói katalógus alapján 7 °C-os külső hőmérséklet mellett tudják biztosítani. Ennél hidegebb külső hőmérsékletnél a hőszivattyúk teljesítménye csökken és a COP értékük is folyamatosan romlik, a kiírt fűtési teljesítményt csak elektromos rásegítő fűtéssel tudnák biztosítani, ami tovább rontja a hatásosságukat. Tehát -13 °C-os méretezési külső hőmérséklet mellett a berendezések biztos, hogy nem képesek önállóan a katalógusban szereplő  $\dot{Q}_f = 56,7 [kW] + 94,5 [kW] = 151,2 [kW]$  -os fűtési teljesítményre, annak csak töredékét (megközelítőleg a felét) képesek önállóan biztosítani. Azért döntöttem bivalens rendszer kiépítése mellett, mivel így a hőszivattyúk túlméretezése nélkül tudjuk fedezni a szükséges fűtési teljesítményt elkerülve azt, hogy a hőszivattyúk alacsony COP érték mellett üzemeljenek. A kondenzációs kazán akkor kezd el rásegíteni a hőszivattyús fűtésre, amikor elérjük azt a külső hőmérsékletet, amelynél a hőszivattyúk már nem tudják ellátni a fűtési osztó-gyűjtőn lévő Fan-coilos és légkezelős fűtési körök összesen 105,86 kW-os teljesítmény szükségletét.

A bivalens kapcsolást a Viessmann kondenzációs kazán tervezési segédletében található mintakapcsolás alapján alakítottam ki, amely a 23. ábrán látható.



23. ábra: Viessman tervezési segédletben szereplő kapcsolás részlete (http13)

Lényege, hogy a két hőtermelő előremenő vezetéke (lásd az 7. ábrán a G26 jelű szerelvény) egy háromjártú szelepen keresztül jut el az osztógyűjtőhöz. Alaphelyzetben a háromjártú szelep a kondenzációs kazán irányából teljesen zárt állapotban van, csak a hőszivattyúból érkező előremenő fűtőközeget engedi át a szerelvény. Amikor szükségessé válik, hogy a kazán is rásegítsen a hőszivattyús fűtésre, akkor a szerelvény motorja elkezd átengedni a kazán felől érkező fűtővizet és ezzel egyidőben csökkenti a hőszivattyúk felől érkező víz térfogatáramát. Ekkor a hőszivattyúból át nem engedett fűtővíz a kazán visszatérő vezetéke felé fog áramlani. Így a kazán a hőszivattyú által szállított előremenő fűtővíz egy részét fogja tovább fűteni.

A háromjáratú szelep után hőmérséklet jeladót helyezünk el annak érdekében, hogy a kazánból és a hőszivattyúból érkező fűtővíz keverékének hőmérsékletét a kívánt 45 °C-os hőmérsékletre tudjuk beállítani. A hőtermelők összehangolt működéséért az épületautomatikai rendszer felelős, melynek ismertetése és részletezése nem képezi jelen épületgépész tervezési feladatom részét.

A kondenzációs kazán mellett, hogy részt vesz az épület hőellátásában az ismertetett bivalens rendszer részeként, a pinceszinti radiátoros fűtési rendszer (F-3 fűtési kör) és a használati melegvíz termelés (F-4 fűtési kör) hőigényeit is teljes egészében biztosítja.

A következőkben a fő fűtési és hűtési köröket, illetve azok keringető szivattyúinak kiválasztását fogom ismertetni.

### 3.4.1. F-2 – Fan-coil fűtési kör

Hőfoklépcső: 45/40 [°C];

Térfogatáram ( $\dot{V}$ ): 13,05  $\left[\frac{m^3}{h}\right]$ ;

Fűtési teljesítmény ( $\dot{Q}$ ): 75,16 [kW]

A fan-coilos fűtési kör szabályozása egy motoros háromjáratú keverőszeleppel történik, bekeverő kapcsolással. A fan-coilos fűtési (és hűtési) elosztó hálózatban a strangról történő leágazáskor minden emeleten beszabályozó szelepeket helyezünk el a rendszer könnyebb beszabályozhatósága érdekében. A Fan-coilok fűtési (és hűtési) visszatérő vezetékébe TA-Compact-P nyomásfüggetlen szabályzó és beszabályzó (PIBCV) szelepeket helyezünk el. Ezeket be tudjuk állítani a fan-coilokra eső maximális térfogatáramot, így megakadályozva a többlettérfogatáramok kialakulását. Ez pontos szabályozást és optimális teljesítményt biztosít.

*A szivattyú kiválasztásának menete:*

A szivattyúk kiválasztásánál fontos szempont az élettartam és az energiahatékonyság. Ma már épületgépészeti megoldásokra szinte minden esetben frekvenciaváltós, fordulatszám szabályozható szivattyúkat alkalmazunk, melynek köszönhetően a szivattyú mindig csak annyi energiát vesz fel, amennyire éppen szükség van, alkalmazkodva a fűtési vagy hűtési rendszer változó terheléseihez. További előny, hogy az ilyen szivattyúkat úgy nevezett lágy indítással tudjuk elindítani, mely csökkenti a szivattyút érő mechanikai terheléseket és az elektromos hálózatra gyakorolt lökészerű hatásokat is. Ez többek között pozitív hatással van a berendezés élettartamára is.

A fűtési és hűtési körök szekunder szivattyúinak kiválasztását a 3.3.3.1.-es fejezetben leírtak alapján végeztem el, melynek menetét az F-2-es Fan-coil fűtési körre fogom most részletezni.

A szivattyú által szállítandó maximális térfogatáramot a vizsgált rendszerhez tartozó fűtési teljesítmény és hőfoklépcső felhasználásával számítottam ki az (5)-ös és (6)-os egyenletekbe történő behelyettesítéssel:

$$\dot{V} = \frac{\dot{Q}}{c \cdot \Delta T \cdot \rho} = \frac{75,7 [kW]}{4,2 \left[ \frac{kJ}{kgK} \right] \cdot (45 [^{\circ}C] - 40 [^{\circ}C]) \cdot 1000 \left[ \frac{kg}{m^3} \right]} \quad (10)$$

$$\dot{V} = 0,00363 \left[ \frac{m^3}{s} \right] = 13,05 \left[ \frac{m^3}{h} \right]$$

Ezt követően meghatároztam a rendszer legkedvezőtlenebb helyzetű hőleadójához tartozó hidraulikai kör csővezetékhalozatának és a különböző berendezéseinek a nyomásvesztését. Ezek összege fogja megadni a szivattyú szükséges emelőmagasságát.

A legkedvezőtlenebb helyzetű fogyasztó a 08-as számú tárgyaló helyiségben lévő Fan-coil berendezés. Mivel a csővezetékek méretét úgy választottam meg, hogy a fajlagos nyomásvesztésük  $p' = 150 \left[ \frac{Pa}{m} \right]$ -alatt legyen, ezért a csősúrlódásból adódó nyomásvesztés biztonságosan közelíthető úgy, hogy az osztó-gyűjtő és a Fan-coil között húzódó teljes csőhosszúságot ( $l$ ) megszorozom a fajlagos nyomásvesztés értékével.

$$\Delta p_s = l \cdot p' = 59,2 [m] \cdot 150 \left[ \frac{Pa}{m} \right] = 8\,880 [Pa] = 8,9 [kPa] \quad (11)$$

Az alaki ellenállásokból származó nyomásvesztés két részre bontottam. Az egyik részét a csővezetékeken lévő könyök- és T-idomoknál fellépő nyomásvesztés adja. A könyök idomok alakiellenállás tényezőjét  $\zeta = 0,7$  -nek a T-idomokét pedig  $\zeta = 0,3$  -nak vettem fel a PipeLife préskötéses acél csőrendszeréhez tartozó katalógus adatai alapján. (http17) A vizsgált szakaszon 34 db könyök idom és 36 db T-idom található. Az áramlási sebességet a számítás bemutatásának egyszerűsége kedvéért mindenhol  $v = 0,5 \left[ \frac{m}{s} \right]$  értékkel közelítettem, mellyel a biztonság irányában térek el, hiszen a rendszerben szinte mindenhol alacsonyabb ennél az áramlási sebesség. Így az idomok alaki ellenállásából adódó nyomásvesztés:

$$\Delta p_a = \frac{\rho}{2} \cdot v^2 \cdot \Sigma \zeta = \frac{1000 \left[ \frac{m^3}{h} \right]}{2} \cdot \left( 0,5 \left[ \frac{m}{s} \right] \right)^2 \cdot (34 \cdot 0,7 + 36 \cdot 0,3) = 4325 [Pa] \quad (12)$$

$$\Delta p_a = 4325 [Pa] = 4,3 [kPa]$$

Összegezve a csővezetékekből és az idomokból adódó nyomásvesztéseket:

$$\Delta p = 8,9 + 4,3 = 13,2 [kPa]$$

A rendszerben található szerelvények (szennyfogó szűrő, visszacsapó szelep, háromjáratú szelep) nyomásesését a választott berendezések saját adatlapjában található alaki ellenállástényezők figyelembevételével határoztam meg. A beszabályzó szelepekre 5 [kPa]-t, a Compact-P szelepekre pedig az adatlapnak megfelelően a minimálisan szükséges 15 [kPa]-os nyomáskülönbség értéket vettem figyelembe. A motor háromjáratú szelepet 10 [kPa]-os nyomáskülönbségre választottam ki. A Fan-coilon eső nyomást a berendezés adatlapja alapján vettem fel.

A felsorolt berendezések nyomásesését a 4. táblázatban összesítettem az F-2 – Fan-coil fűtési körre vonatkozóan. A többi hőellátó körre (F-1, F-3, F-4, H-1, H-2) számolt nyomásesések összesítését a 22. számú melléklet tartalmazza.

4. táblázat: F-2 hőellátó kör nyomásesésének meghatározása

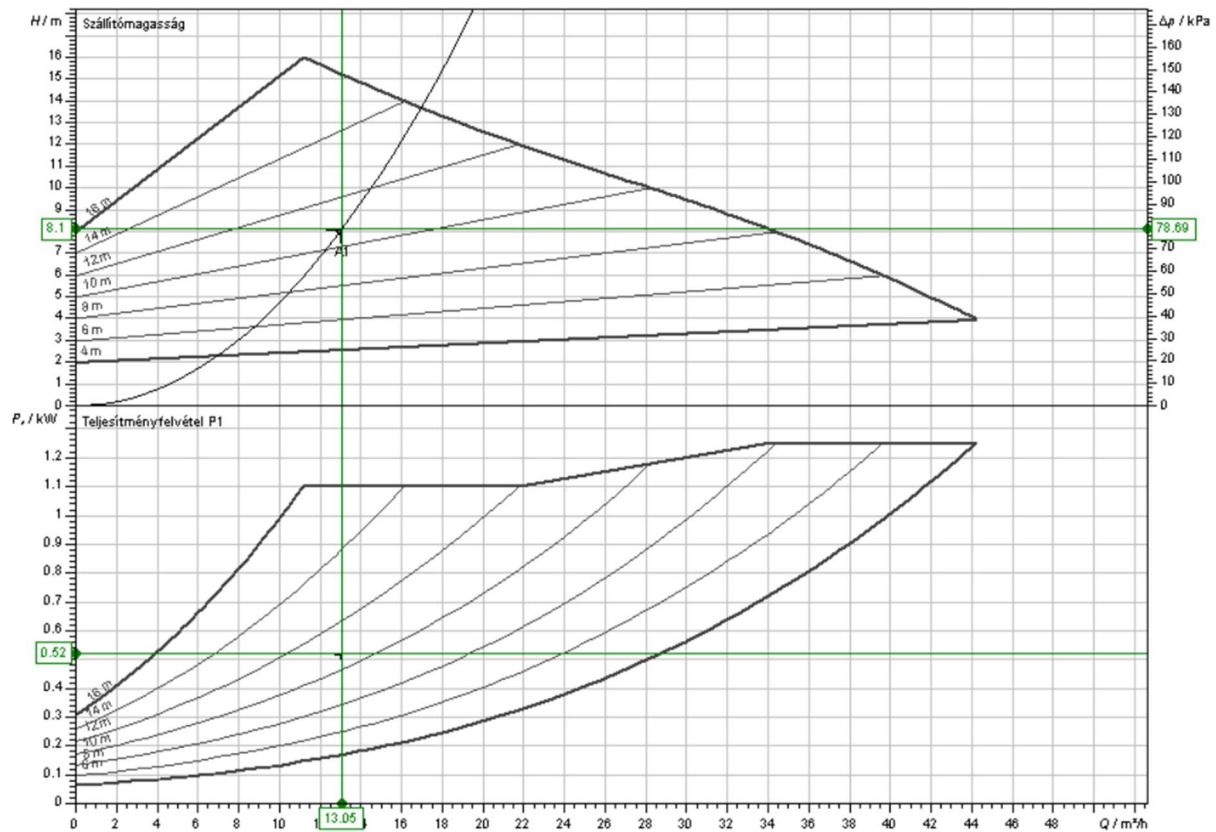
<b>F-2 – Fan-coil fűtési kör</b>	
<b>Hidraulikai elem</b>	<b>Nyomásesés [kPa]</b>
Csővezetékek, idomokkal	13,2
Szennyfogó szűrő	2
Visszacsapó szelep	4
Beszabályzó szelep	5
Háromjáratú keverő szelep	12
Beszabályzó szelep (strangról történő leágazásnál)	5
Compact-P szelep	15
Fan-coil	25
Összesen	81,2
<b>Szükséges emelőmagasság:</b>	<b>~ 8,1 m</b>

A táblázat alapján a szivattyú által biztosítandó emelőmagasság:  $H = 8,1 [m]$ ; a szállítandó térfogatáram pedig már ismert, hogy  $\dot{V} = 13,05 \left[ \frac{m^3}{h} \right]$ . A keringető szivattyút ezen két érték alapján választottam ki a Wilo méretező programja segítségével. (http14)

A választott szivattyú:

P.21 – szivattyú: Wilo Yonos MAXO 50 0,5-16 PN6/10

A 24. ábrán megfigyelhető a választott szivattyú jelleggörbéje és teljesítménygörbéje. A szivattyú a számított munkapontban 0,52 kW-os teljesítményfelvétellel üzemel.



24. ábra: A Fan-coil fűtési rendszer keringető szivattyújának jelleggörbéi (http14)

### 3.4.2. F-1 – Légkezelő fűtési kör

Primer oldali hőfoklépcső: 45/40 [°C];      Szekunder oldali hőfoklépcső: 40/30 [°C]

Primer oldali térfogatáram: 5,33  $\left[\frac{m^3}{h}\right]$ ;      Szekunder oldali térfogatáram: 2,66  $\left[\frac{m^3}{h}\right]$ ;

Fűtési teljesítmény: 30,7 [kW]

A légkezelőgép fűtőkaloriferét ellátó fűtési kör egy a gépészeti helyiségben elhelyezett lemezes hőcserélőn keresztül csatlakozik a légkezelő géphez. A hőcserélő szekunder oldalán, amelynek egy része már a kültérben található, 30 %-os etilén-glikol-víz keverék kering a fagyveszély elkerülése érdekében. A légkezelő fűtési körét a hőcserélő szekunder oldalánál szabályozzuk bekeverő kapcsolással egy motoros háromjártú keverőszelep segítségével. A

szabályozás minőségi. Ez azt jelenti, hogy a teljesítményszabályozás az előremenő hőmérséklet változtatásával történik.

Mind az F-1-es légkezelő fűtési körben, mind a H-2-es légkezelő hűtési körben levő hőcserélőt a Danfoss HEXSelector szoftverével méreteztem le. Bemenő adatként az átadni kívánt teljesítményt és a primer, illetve szekunder oldalakon elérni kívánt előremenő és visszatérő hőmérsékleteket adtam meg. A hőcserélők maximálisan megengedett hidraulikai ellenállásának 5 [kPa]-os értéket adtam meg és a hidraulikai számítások során is ezzel az értékkel számoltam.

*A légkezelő fűtési kör primer oldali keringető szivattyúja:*

P.11 – szivattyú: Wilo Yonos MAXO 25 0,5-10 PN10

$$\dot{V} = 5,33 \left[ \frac{m^3}{h} \right]; H = 1,9 [m]$$

*A légkezelő fűtési kör szekunder oldali keringető szivattyúja:*

P.12 – szivattyú: Wilo Yonos MAXO 32 0,5-11 PN6/10

$$\dot{V} = 2,66 \left[ \frac{m^3}{h} \right]; H = 4,2 [m]$$

### 3.4.3. F-3 – Radiátor fűtési kör

Hőfoklépcső: 60/40 [°C];

Térfogatáram: 0,596  $\left[ \frac{m^3}{h} \right]$ ;

Fűtési teljesítmény: 13,67 [kW]

A radiátoros fűtési kör szabályozása is bekeverő kapcsolással történik az előzőekhez hasonlóan motoros háromjártú szelep segítségével. A radiátoros elosztóhálózatban is beszabályozó szelepeket helyezünk el minden nagyobb csomópontban a rendszer könnyebb beszabályozása érdekében, illetve minden radiátort termosztatikus szeleppel és visszatérő csavarzattal látunk el. A termosztatikus szelep a helyiség-hőmérséklet szabályozásáért (beállított értéken tartásáért) felelős, míg a visszatérő csavarzatok a radiátorok egymáshoz képesti hidraulikai beszabályozásában segítenek.

*A radiátoros fűtési kör keringető szivattyújának kiválasztása:*

P.41 – szivattyú: Wilo Yonos PICO 32 1-8-130

$$\dot{V} = 0,596 \left[ \frac{m^3}{h} \right]; H = 3,1 [m]$$

#### 3.4.4. F-4 – HMV fűtési kör

Hőfoklépcső: 80/60 [°C];

Térfogatáram: 2,56  $\left[ \frac{m^3}{h} \right]$ ;

Fűtési teljesítmény: 58,3 [kW]

A használati melegvíz készítés a HMV tartály belsejében található csőkígyós hőcserélő segítségével történik. A fűtési kör szabályozása két állású, vagy más szóval on-off szabályozás. Ha a tartály hőmérséklet érzékelőjén az automatika a beállítottnál alacsonyabb hőmérsékletet észlel, akkor elindítja a P.51-es keringető szivattyút a tároló feltöltéséhez. A kívánt hőmérséklet elérésekor a szivattyú lekapcsol.

*A HMV fűtési kör keringető szivattyújának kiválasztása:*

P.51 – szivattyú: Wilo Yonos MAXO 40 0,5-12 PN6/10

$$\dot{V} = 2,56 \left[ \frac{m^3}{h} \right]; H = 6,2 [m]$$

#### 3.4.5. H-1 – Fan-coil hűtési kör

Hőfoklépcső: 10/15 [°C];

Térfogatáram: 20,79  $\left[ \frac{m^3}{h} \right]$ ;

Hűtési teljesítmény: 121,07 [kW]

A fan-coilos hűtési kör szabályozása megegyezik az F-2 fan-coil fűtési körnél bemutatottal. Bekeverő kapcsolást alkalmazunk háromjártú motoros keverő szeleppel, a szabályozás minőségi.

*Így a fan-coil hűtési kör keringető szivattyúja:*

P.61 – szivattyú: Wilo Yonos MAXO 100 0,5-12 PN6

$$\dot{V} = 20,79 \left[ \frac{m^3}{h} \right]; H = 7,9 [m]$$

### 3.4.6. H-2 – Légkezelő hűtési kör

Primer oldali hőfoklépcső: 10/15 [°C];      Szekunder oldali hőfoklépcső: 13/18 [°C]

Primer oldali térfogatáram: 2,22  $\left[\frac{m^3}{h}\right]$ ;      Szekunder oldali térfogatáram: 2,44  $\left[\frac{m^3}{h}\right]$ ;

Fűtési teljesítmény: 12,9 [kW]

A légkezelőgép hűtőkaloriferét ellátó hűtési kör szintén egy, a gépészeti helyiségben elhelyezett lemezes hőcserélőn keresztül csatlakozik a légkezelőgéphez. Kialakítása és szabályozása megegyezik az F-1 fűtési körnél leírtakkal így ezt itt már nem részletezem.

A hőcserélőhöz tartozó primer és szekunder körök keringető szivattyújának kiválasztásához az alábbi nyomáseséseket vettem figyelembe:

*Így a légkezelő fűtési kör primer oldali keringető szivattyúja:*

P.71 – szivattyú: Wilo Yonos PICO 30/1-6

$$\dot{V} = 2,22 \left[\frac{m^3}{h}\right]; H = 1,7[m]$$

*Így a légkezelő fűtési kör szekunder oldali keringető szivattyúja:*

P.72 – szivattyú: Wilo Yonos MAXO 30 0,5-10 PN10

$$\dot{V} = 2,44 \left[\frac{m^3}{h}\right]; H = 5,3[m]$$

### 3.4.7. Légkezelőgép közvetítőközeges hővisszanyerő köre

A közvetítőközeges hővisszanyerő kör méretezéséhez a légkezelő gyártójától kapott adatlapon szereplő adatokat használtam fel. A hővisszanyerés termikus hatásfoka (az EN13053-as szabvány szerint) 70 %. A hővisszanyerés névleges teljesítménye 42,6 [kW]. A közvetítő közeg térfogatárama 1,75  $\left[\frac{m^3}{h}\right]$ , ellenállása 129 [kPa]. Közvetítőközegként 30 %-os etilénlikol-víz keverékű közeget alkalmazunk. A hővisszanyerés teljesítményszabályozása egy háromjártatú motoros szeleppel történik, megkerülő kapcsolást alkalmazva, azaz a szabályozás mennyiségi. Ez azt jelenti, hogy a teljesítményt a térfogatáram változtatásával szabályozzuk. Ha kisebb hővisszanyerési teljesítményre van szükségünk, akkor a háromjártatú szelep függőleges ága nyit és az előremenő térfogatáram egy részét a hőcserélő megkerülésével a visszatérő vezetékbe juttatja. A hővisszanyerő kör is saját tágulási tartállyal lesz kiépítve.

*A hővisszanyerő kör keringető szivattyúja:*

P.81 – szivattyú: Wilo Stratos GIGA 40/1-32/2,2

$$\dot{V} = 1,75 \left[ \frac{m^3}{h} \right]; H = 20 [m]$$

3.4.8. A hőellátó rendszer további berendezései, azok kiválasztása, méretezése

3.4.8.1. Tágulási tartályok

A fűtési és hűtési rendszer nyomástartásának biztosítására zárt tágulási tartályok kerülnek beépítésre. Tágulási tartályokat helyezünk el a főköri (fűtési és hűtési) osztó-gyűjtőknél; a légkezelős fűtési és hűtési körök hőcserélőjének szekunder oldalán; és a hőtermelők közvetlen közelében. A rendszer biztosítása érdekében minden tágulási tartály előtt elhelyezünk egy biztonsági szelepet is, melynek lefúvatási nyomása 4 bar. A tágulási tartályok méretezésénél az alábbi elveket kell figyelembe venni:

Először is meg kell határozni a tartály előfeszítési gáznyomását ( $p_0$ ) üres állapotban. Ennek legalább 0,3 [bar]-ral meg kell haladnia a rendszer legfelső pontja és a tartály csatlakozási pontja közötti magasságkülönbségből adódó statikus nyomásértéket. Ez a légtelenítő szelepek megfelelő működése miatt szükséges.

$$p_0 = p_{stat} + 0,3 [bar] \quad (13)$$

Ezután meg kell adni a rendszer hideg állapotban való feltöltésekor beállítandó vízdoldali előnyomás értékét ( $p_a$ ). Fontos, hogy ez nagyobb legyen, mint a gázoldali előfeszítési nyomás, hiszen csak ekkor fog tudni, már feltöltés közben víz áramolni a tartályba, ez pedig fontos feltétele a rendszer megfelelő légtelenítésének és működésének.

$$p_a = p_0 + 0,3 [bar] \quad (14)$$

Figyelni kell továbbá arra is, hogy a rendszer maximális nyomása ( $p_e$ ) legalább 0,5 [bar]-ral alacsonyabb legyen, mint a rendszerbe beépített biztonsági szelep lefúvatási nyomása.

Következő lépésként meg kell határoznunk a teljes fűtési rendszer víztérfogatát ( $V_a$ ). Ebbe bele számít az összes csővezeték, szerelvény, osztó-gyűjtő és hőleadó (fan-coil, radiátor, légfüggöny); valamint a hidrováltó, a puffertároló és a hőszivattyú beltéri egységek űrtartalma. Ennek kiszámítását követően meg kell határoznunk, hogy a kapott víztérfogat a rendszer működése során fellépő hőmérséklet emelkedés következtében mennyit tágul. Ez ugye hőtermelőnként eltérő, de például a hőszivattyú esetében a víz tágulásának mértéke ( $e$ )

10 °C-os rendszer feltöltési víz hőmérsékletet és 45 °C-os maximális előremenő hőmérsékletet feltételezve körülbelül 0,75 %. A táguló térfogat tehát ( $V_e$ ) a következő képlettel számítható:

$$V_e = V_a \cdot e \quad (15)$$

Figyelembe kell venni további 0,5 % tartalék térfogatot ( $V_v$ ). (Ha ez az érték kevesebb, mint 3 literre adódik akkor  $V_v = 3$  [liter]-rel számolunk.)

A szükséges tartálytérfogat meghatározásához az utolsó szükséges érték a tágulási tartályban lévő gáz térfogatából adódó  $D_f$  együttható. Ez így számítható:

$$D_f = \frac{p_e + 1}{p_e - p_0} \quad (16)$$

Így a szükséges tartálytérfogat:

$$V_n = (V_e + V_v) \cdot D_f \quad (17)$$

### 3.4.8.2. Puffertároló

A hőszivattyúk visszatérő vezetékébe sorosan bekötve találjuk a fűtési és hűtési rendszer puffertárolóját. Feladata a hőszivattyú védelme a visszatérő hőmérséklet ingadozásától és a megtermelt hőenergia eltárolása. Beépítésével a rendszer által keringtetett víztérfogat nagyobb lesz, így a kompresszor minimális működési ideje is növelhető. Ez kisebb óránkénti kapcsolási számot és hosszabb élettartamot eredményez a hőszivattyú számára és a kültéri egységek leolvasztásos üzemét is elősegíti, hiszen téli állapotban a hőszivattyúk kültéri egysége elfagyhat, melynek leolvasztásához a berendezés hűtési üzemmódra kapcsol át. Ekkor rövid ideig pótolnunk kell az épület hővesztésével megegyező mennyiségű hőenergiát. Ez a tárolóban lévő víz hőtartalmával lehetséges.

A puffertérfogat meghatározása általában gyártói előírás alapján történik, ennek hiányában a tervezési gyakorlatban az 5  $\left[\frac{\text{liter}}{\text{kW}}\right]$ -os ökölszámot szokták alkalmazni egy hőszivattyú szükséges puffertérfogatának becslésére (a fűtési teljesítménye alapján), de ekkor fontos ellenőrizni, hogy a választott tároló térfogat felfűtési idejéből adódó óránkénti kapcsolási szám ne legyen túl nagy, hiszen az a hőszivattyú kompresszorának idő előtti tönkremeneteléhez vezetne.

Az épülethez tervezett két darab VRF típusú hőszivattyú leolvasztásos üzemére gyártói előírás nincs. Ennek az lehet az oka, hogy VRF rendszereknél, ahol általában csak a hűtőgáz kering a rendszerben (nem pedig víz) úgy van kialakítva a kültéri egység, hogy annak leolvasztása alatt a rendszer továbbra is működőképes maradjon, és ez az időtartam minimálisra legyen redukálva. Ráadásul mivel két különálló hőszivattyú látja el az épület fűtését és egy kondenzációs kazán is ráségít erre bivalens üzemben, így megoldható az is, hogy az egyik berendezés leolvasztása alatt a másik berendezés a kazánal együttműködve elégítse ki az épület hőszükségletét.

Ezekből adódik, hogy a hőszivattyúk számára nincs szükségünk nagy puffertérfogatra, de a rendszer gondtalan működése érdekében egy 500 literes tároló beépítése mellett döntöttem. Ez kicsivel kisebb térfogatot jelent, mintha az  $5 \left[ \frac{\text{liter}}{\text{kW}} \right]$ -os ökölszámot alkalmaznánk (ekkor kb. 645 literes puffertérfogatra lenne szükség), viszont a feljebb felsorolt tényezőket figyelembe véve azt gondolom lefelé kerekíthető ez az érték.

#### 3.4.8.3. A fűtési és hűtési rendszer vízkezelése

Ha valamilyen módon levegő kerül a rendszerbe vagy a melegítés hatására mikrobuborékok keletkeznek, akkor a zavartalan működés érdekében gondoskodnunk kell ezek eltávolításáról. Erre szolgálnak a rendszer felső pontjaira szerelhető automata légtelenítő szelepek és a hőtermelő utáni legmelegebb áramló szakaszba beépítendő mikrobuborék leválasztók, melyek a kazán és a hőszivattyú csoport után is elhelyezésre kerülnek. Ezeket azért fontos a rendszer legmelegebb pontjához közel helyezni, mert minél nagyobb a víz hőmérséklete, annál kevesebb oldott gázt képes magában tartani.

Ehhez hasonlóan elhelyezünk iszapleválasztókat is a rendszerben keringő kis méretű szilárd szennyeződések eltávolítására. Ezek szintén a kazán és a hőszivattyú előtt kapnak helyet, azok visszatérő vezetékében, továbbá minden egyes önálló hőellátó körön elhelyezésre kerül egy-egy szennyfogó szűrő is a rendszerekben keringő szilárd szennyeződések további szűrésére.

#### 3.4.8.4. Hidraulikai váltók

Mindkét hőszivattyú beltéri egységéhez és a gázkazánhoz is tartozik (a már ismertetett főköri szivattyúkon felül) egy-egy keringető szivattyú, amelyek a fűtő vagy hűtővíz hidraulikus leválasztóig (vagy hidraulikus váltóig) történő áramoltatásáért felelősek. A hidraulikus váltó egy olyan eszköz, amely biztosítja a hőellátó rendszerben lévő különböző szivattyúk egymástól független működését úgy, hogy rövidzárat hoz létre az előremenő és

visszatérő fűtési (vagy hűtési) vezetékek között. Így megoldható, hogy a hőellátó körök (például F-1, F-2) szivattyúi kisebb vagy nagyobb térfogatáramot keringessenek, mint a hőtermelői oldalon lévő szivattyúk. Tehát a hidrováltó, ahogy a nevében is benne van, szétválasztja egymástól hidraulikailag a fűtési (vagy hűtési) rendszer hőtermelői és hőleadói oldalát.

A hidraulikai váltó átmérőjének meghatározásánál azt kell figyelembe venni, hogy a váltó előtti térfogatáram és a váltó utáni térfogatáram különbségének abszolútértékéből, azaz a váltón átáramló térfogatáramból meghatározott sebesség ne haladja meg a gyártó által előírt sebességet. Gyártói ajánlás hiányában ezt körülbelül  $0,1-0,2 \left[ \frac{m}{s} \right]$ -nak szoktuk tekinteni. Ezen alacsony sebesség betartása több okból is fontos:

- Lamináris áramlás fenntartása: a váltó hatékony működéséhez és az áramlási egyensúly fenntartásához el kell kerülnünk a váltóban történő turbulens áramlást, amelyhez alacsony sebesség szükséges.
- Hőmérsékleti rétegződés: a hidrováltó megfelelő működéséhez elengedhetetlen a hőmérsékleti rétegződés megléte, amelyhez szintén szükséges az előírt alacsony sebesség biztosítása.

#### 3.4.8.5. Egyéb berendezések

Elhelyezünk még a rendszerben ürítési és töltési pontokat, hőmérőket, nyomásmérőket és hőmérséklet jeladókat. Utóbbi az épületautomatikai rendszerre csatlakozik.

A fűtési is hűtési rendszer összes kiválasztott berendezése és azok pontos típusa, mérete a 9. számú mellékletben található GFH-K kapcsolási rajzon szerepel.

## 4. Szállodaépület légtechnikai rendszerének tervezése

### 4.1. A légtechnikai rendszer tervezéséhez alkalmazott módszerek bemutatása

A légtechnikai rendszer tervezése során a 3.2.-es fejezetben már bemutatott építészeti tervrajzokat és a megrendelő által meghatározott koncepcionális kéréseket tekintetem kiinduló adatnak.

A megrendelő főbb elvárásai a légtechnikai rendszerre vonatkozóan:

- A szállodaszobák gépi szellőztetésére kizárólag a vizes helyiségekben kialakított elszívós szellőztetést szeretne, friss levegő befűvés nélkül.
- A légtechnikai rendszerek számára rendelkezésre álló gépészeti aknák mérete végleges, azokon a szállodaszobák rovására nem növelhetünk.

A légtechnikai rendszer tervezésekor az első lépés a szellőztetett terek légtechnikai igényeinek a meghatározása volt a megfelelő szabványok felhasználásával. A számításokat táblázatos formában összesítettem és demonstráltam. Ezt követően számítással alátámasztva meghatároztam a rendszerben alkalmazni kívánt anemosztátok típusát és helyét. Az anemosztátok méretezését és kiválasztását is elvégeztem egy erre alkalmas gyártói kiválasztó szoftver segítségével. Megadtam a légtechnikai rendszer kialakítását, magyarázva és szemléltetve az egyes tervezési lépések okát. A rendszerkialakításnak és az elérni kívánt működésnek megfelelően kiválasztottam és elhelyeztem a szükséges szabályzó elemeket és egyéb komponenseket, majd miután a légcsatorna hálózat minden szükséges eleme a helyére került, a rendszer hidraulikai méretezését is elvégeztem. Az ehhez tartozó számítást táblázatosan szemléltettem. A kapott nyomásesések és a szükséges térfogatáramok függvényében a rendszer légkezelő gépét is kiválasztottam gyártói segítséggel.

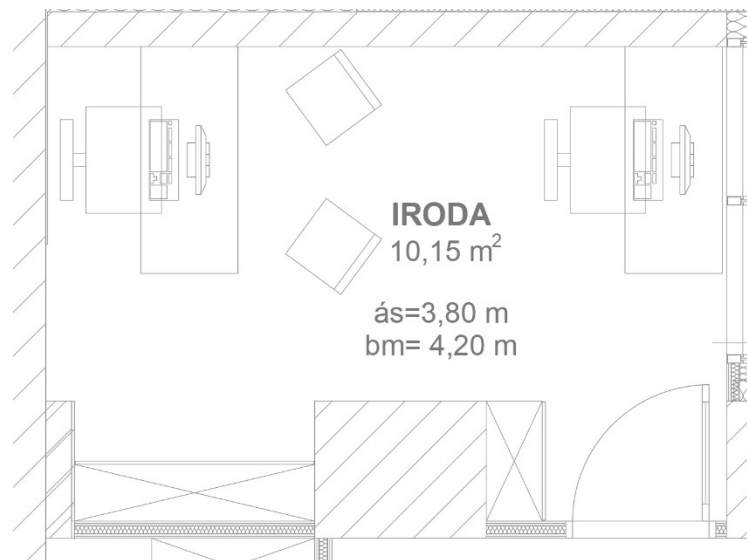
Mivel az épületről nem állt rendelkezésemre háromdimenziós BIM modell, így a légtechnikai terveket szintén AutoCAD rajzoló szoftver segítségével készítettem el. Az átláthatóság és az egymást keresztező légcsatornák helyigényének szemléltetése végett a konyhai elszívó ernyőnél lévő kritikus légtechnikai csomópontot háromdimenzióban is kiserkesztettem. Ezt az 20. számú melléklet tartalmazza.

## 4.2. Az épület légtechnikai igényeinek meghatározása

Az épület helyiségeinek légtechnikai igényeit sok tényező befolyásolhatja. Ilyen tényező például a helyiségek rendeltetése, a helyiségektől elvárt komfortfokozati besorolás, a helyiségekről rendelkezésre álló alapadatok (méret, hőmérséklet, páratartalom, helyiségben tartózkodók száma stb.) vagy az egyedi, projektspecifikus megrendelői igények.

A következőkben a légtechnikai rendszerek tervezésére leggyakrabban alkalmazott szabványok közül kettőt fogok ismertetni; és bemutatom azok alkalmazásának módját az épület egy konkrét helyiségére elvégzett minta számításokon keresztül. Végül a kapott eredményeket összehasonlítom. A két vizsgált szabvány az MSZ CR 1752 és az MSZ EN 15251.

A számításokat a földszinti 05.1-es iroda helyiségre fogom elvégezni a 25. ábrán megfigyelhető berendezési terv figyelembevételével.



25. ábra: 05.1 Iroda helyiség építészeti berendezés terve

### A helyiség alapadatai:

Alapterület:	$A = 10,15 \text{ m}^2$
Belmagasság:	$bm = 4,2 \text{ m}$
Álmennyezet alsó síkja:	$ás = 3,8 \text{ m}^2$
Helyiségben tartózkodók száma:	2 fő

## 4.2.1. MSZ CR 1752

Az MSZ CR 1752:2000 szabvány az épületek belső környezeti paramétereivel és szellőzésével foglalkozik. Alapját a Fanger professzor által megalkotott PMV-PPD modell képezi, amely a hőkomfort és az emberek várható elégedettségi szintjének összefüggéseiről szól. A szabvány célja, hogy biztosítsa a megfelelő levegőminőséget, hőmérsékletet, páratartalmat, és zajszinteket az emberi tartózkodásra szolgáló helyiségekben. (MSZ CR 1752:2000)

Ehhez a szabvány három komfortkategóriát határoz meg: A, B, és C, amelyek különböző szigorúságú követelményeket támasztanak a levegőminőségre és egyéb paraméterekre. Az „A” kategóriához tartoznak a legszigorúbb elvárások, míg „C” kategória jelenti a legalacsonyabb komfort fokozatot. Lakóépületek komfort épületgépészeti tervezésekor általában a középső „B” komfortfokozatot szoktuk figyelembe venni, ha csak valamilyen egyedi szempont nem indokolja, hogy bármelyik irányba eltérjünk ettől.

A tervezett szálloda épület esetében is a „B” kategóriát fogom figyelembe venni. Az 5. táblázat az MSZ CR 1752-es szabvány egyik táblázatát szemlélteti, amely a különböző helyiségtípusokhoz tartozó adatokat és méretezési értékeket tartalmazza a három komfort kategória szerint csoportosítva.

5. táblázat: MSZ CR 1752 szabvány 10. oldalon lévő táblázatának részlete (MSZ CR 1752:2000)

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 l/s·m <sup>2</sup>	Szellőző levegő pótlék dohányzás esetén l/s·m <sup>2</sup>
				Nyári (hűtés)	Téli (fűtés)	Nyári (hűtés)	Téli (fűtés)			
Kis iroda	1,2	0,1	A	24,5±1,0	22,0±1,0	0,18	0,15	30	2,0	-
			B	24,5±1,5	22,0±2,0	0,22	0,18	35	1,4	-
			C	24,5±2,5	22,0±3,0	0,25	0,21	40	0,8	-
Nagyterü iroda	1,2	0,07	A	24,5±1,0	22,0±1,0	0,18	0,15	35	1,7	0,7
			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
Tárgyaló terem	1,2	0,5	A	24,5±1,0	22,0±1,0	0,18	0,15	30	6,0	5,0
			B	24,5±1,5	22,0±2,0	0,22	0,18	35	4,2	3,6
			C	24,5±2,5	22,0±3,0	0,25	0,21	40	2,4	2,0
Előadóterem	1,2	1,5	A	24,5±1,0	22,0±1,0	0,18	0,15	30	16	-
			B	24,5±1,5	22,0±2,0	0,22	0,18	33	11,2	-
			C	24,5±2,5	22,0±3,0	0,25	0,21	35	6,4	-
Kávézó vagy étterem	1,2	0,7	A	24,5±1,0	22,0±1,0	0,18	0,15	35	8,0	-
			B	24,5±2,0	22,0±2,5	0,22	0,18	45	5,6	5,0
			C	24,5±2,5	22,0±3,5	0,25	0,21	50	3,2	2,8
Tanterem	1,2	0,5	A	24,5±0,5	22,0±1,0	0,18	0,15	30	6,0	-
			B	24,5±1,5	22,0±2,0	0,22	0,18	35	4,2	-
			C	24,5±2,5	22,0±3,0	0,25	0,21	40	2,4	-
Óvoda	1,4	0,5	A	23,5±1,0	20,0±1,0	0,16	0,13	30	7,1	-
			B	23,5±2,0	20,0±2,5	0,20	0,16	40	4,9	-
			C	23,5±2,5	20,0±3,5	0,24	0,19	45	2,8	-
Áruház, raktár	1,6	0,15	A	23,0±1,0	19,0±1,5	0,16	0,13	40	4,2	-
			B	23,0±2,0	19,0±3,0	0,20	0,15	45	3,0	-
			C	23,0±3,0	19,0±4,0	0,23	0,18	50	1,6	-

A táblázatból a „Kis iroda” megnevezésű helyiség típushoz tartozó adatokat választottam, mivel ez áll legközelebb vizsgált „05.1 – Iroda” helyiséghez a megnevezés alapján.

A helyiség friss levegő igényének meghatározása a szabvány alapján több módon is lehetséges.

#### 4.2.1.1. Frisslevegő-igény meghatározása

*A helyiség alapterülete alapján:*

$$\dot{V}_{friss} = 1,4 \left[ \frac{l}{s \cdot m^2} \right] \cdot 10,15 [m^2] = 14,21 \left[ \frac{l}{s} \right] \approx 51 \left[ \frac{m^3}{h} \right] \quad (18)$$

*A helyiségben tartózkodók száma alapján:*

A 6. táblázat a komfortkategóriák és a benn tartózkodók dohányzási szokásai alapján adja meg a személyenként szükséges friss levegő mennyiséget. Kiválasztom a B kategóriához tartozó  $7 \left[ \frac{l}{s \cdot f\ddot{o}} \right]$  fajlagos légmennyiség értéket a „nincs dohányzó” kategóriához tartozó oszlopból, hiszen a szálloda teljes területén tilos a dohányzás.

6. táblázat: MSZ CR 1752 táblázata a helyiségben tartózkodó személyek fajlagos frisslevegő igényéről (MSZ CR 1752:2000)

Kategória	l/s fő			
	nincs dohányzó	20% dohányzó	40% dohányzó	100% dohányzó
A	10	20	30	30
B	7	14	21	21
C	4	8	12	12

$$\dot{V}_{friss} = 7 \left[ \frac{l}{s \cdot f\ddot{o}} \right] \cdot 2 [f\ddot{o}] = 14 \left[ \frac{l}{s} \right] \approx 50 \left[ \frac{m^3}{h} \right] \quad (19)$$

*Belső levegő minősége (BLM) alapján:*

- Az emberek által kibocsátott szennyezőanyag forrásereőség meghatározása:

Az MSZ CR 1752 szabvány kapcsolódó táblázatából (7. táblázat) kiválasztom a nyugalmi állapotban lévő, nem dohányzó emberekhez tartozó  $1 \left[ \frac{olf}{f\ddot{o}} \right]$  fajlagos szennyezőanyag kibocsátási (forrásereőség) értéket, majd ezt megszorozva a helyiségben tartózkodó személyek számával megkapjuk az emberek által kibocsátott szennyező anyag mennyiséget.

$$G_{ember} = 1 \left[ \frac{olf}{f\ddot{o}} \right] \cdot 2 [f\ddot{o}] = 2 [olf] \quad (20)$$

7. táblázat: MSZ CR 1752 táblázata a helyiségben tartózkodó személyek fajlagos szennyezőanyag terheléséről (MSZ CR 1752:2000)

	Érzékelhető szennyezőanyag terhelés olf/fő	CO <sub>2</sub> l/h, fő	CO <sup>1)</sup> l/h, fő	Nedvesség <sup>2)</sup> g/h, fő
Nyugalmi állapot (1 - 1,2 met), ha a dohányzók aránya				
0% dohányzók	1	19		50
20% dohányzók	2	19	0,011	50
40% dohányzók	3	19	0,021	50
Fizikai munka, ha a szint				
Alacsony, 3 met	4	50		200
Közepes, 6 met	10	100		430
Magas, 10 met	20	170		750
Gyerekek				
Óvoda 2,7 met	1,2	18		90
Iskola 1 - 1,2 met	13	19		50

- Az épület által kibocsátott szennyezőanyag forraserősség meghatározása:

Az MSZ CR 1752 szabvány kapcsolódó táblázatból (8. táblázat) kiválasztom az alacsony szennyezettségű új épületekre vonatkozó  $0,1 \left[ \frac{\text{olf}}{\text{m}^2} \right]$ -es fajlagos szennyezőanyag forraserősség értéket, és ezt megszorozom a helyiség alapterületével.

8. táblázat: MSZ CR 1752 táblázata az épület berendezései (pl. bútorok) által kibocsátott szennyezőanyag terhelésről (MSZ CR 1752:2000)

	Érzékelhető szennyezőanyag terhelés olf/m <sup>2</sup> padlófelület	
	átlag	tartomány
„Üzemelő” épületek		
Iroda	0,3	0,02-0,95
Iskola (osztályterem)	0,3	0,12-0,54
Óvoda	0,4	0,2 -0,74
Gyülekezeti terem	0,5	0,13-1,32
Új épület (nincs dohányzás)		
Alacsony szennyezettség	0,1	
Más esetek	0,2	

$$G_{\text{helyiség}} = 0,1 \left[ \frac{\text{olf}}{\text{m}^2} \right] \cdot 10,15 [\text{m}^2] \approx 1 [\text{olf}] \quad (21)$$

Így a helyiségben figyelembe vett szennyezőanyag forraserősségek összege:

$$G_{\text{összes}} = G_{\text{ember}} + G_{\text{helyiség}} = 2 [\text{olf}] + 1 [\text{olf}] = 3 [\text{olf}] \quad (22)$$

- Az MSZ CR 1752 szabvány által megkövetelt levegőminőség meghatározása:

Az észlelt levegőminőséget leíró, szennyező anyag koncentrációra vonatkozó értéket az MSZ CR 1752 szabvány kapcsolódó táblázatában (9. táblázat) találjuk a B kategóriához tartozó sorban.

- Levegőminőséggel elégedetlenek aránya: 20 %
- Észlelt levegőminőség ( $c_{belső}$ ): 1,4 [dp]
- Szükséges szellőzés mértéke:  $7 \left[ \frac{l}{s} \cdot olf \right]$

9. táblázat: MSZ CR 1752 táblázata az észlelt levegő minőségről (MSZ CR 1752:2000)

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

- Külső levegő minőségének meghatározása:

Az MSZ CR 1752 szabvány kapcsolódó táblázatából (10. táblázat) kiválasztjuk az épület környezetére leginkább jellemző levegőminőség kategóriát:

„Városi levegő jó”

- Érzékelhető levegő minőség ( $c_{külső}$ ):  $< 0,1$  [dp]

10. táblázat: MSZ CR 1752 táblázata a külső levegő minőségéről (MSZ CR 1752:2000)

Levegőminőség	Érzékelhető levegőmin. dp	Légszennyezők			
		CO <sub>2</sub> mg/m <sup>3</sup>	CO mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> µg/ m <sup>3</sup>	SO <sub>2</sub> µg/ m <sup>3</sup>
Kiváló	0	680	0-0,2	2	1
Városi levegő jó	<0,1	700	1-2	5-20	5-20
Városi levegő rossz	<0,5	700-800	4-6	50-80	50-100

- A szellőztetés hatásosságának meghatározása:

A szellőztetés hatásosságának ( $\varepsilon$ ) meghatározása is az MSZ CR 1752 szabvány alapján történik. A szellőztetés hatásossága sok tényezőtől függ, ilyen a befűvés és az elszívás helye; valamint a helyiség belső léghőmérséklete és a befűjt levegő hőmérséklete. A minta számítás esetében a hatásosság értékét  $\varepsilon = 1$ -nek fogom tekinteni, azaz azt feltételezem, hogy a távozó

levegő szennyező anyag koncentrációja megegyezik a helyiség tartózkodási zónájában lévő levegő szennyezőanyag koncentrációjával. (Ezt az értéket a légvezetési rendszer és a kialakított légttechnikai rendszer ismeretében ellenőrizni kell, amennyiben a szükséges friss levegő mennyiségét végül ezzel a módszerrel kívánjuk meghatározni.)

Mindezeket felhasználva a szükséges friss levegő mennyiségének meghatározása a belső levegő minőség (BLM) alapján:

$$\dot{V}_{friss} = 10 \cdot \frac{G_{összes}}{c_{belső} - c_{külső}} \cdot \frac{1}{\varepsilon} = 10 \cdot \frac{3 [olf]}{1,4 [dp] - 0,1 [dp]} \cdot \frac{1}{1} = 23,08 \left[ \frac{l}{s} \right] \approx 83 \left[ \frac{m^3}{h} \right] \quad (23)$$

#### 4.2.2. MSZ EN 15251

Az MSZ EN 15251:2007 szabvány szintén a belső terek különböző komfort paramétereivel foglalkozik. A szabvány visszavonásra került, azonban a mai napig gyakran alkalmazzák légttechnikai alap számítások elvégzéséhez és különböző komfort paraméterek meghatározásához. A szabvány épületeket az MSZ CR 1752 szabványhoz hasonlóan komfort fokozatokba sorolja, azonban az A, B és C betűkkel jelölt fokozatok helyett I, II, III és IV-es római számokkal különbözteti meg az egyes kategóriákat. Az I-es kategóriába tartoznak a legmagasabb komfort fokozatú terek, míg a IV-es kategóriába soroljuk a leggyengébb belső levegő minőséggel rendelkező tereket. (MSZ EN 15251:2007)

A példa számítás során a vizsgált szállodaépületet levegőminősége alapján II-es kategóriájú komfort térnek fogom tekinteni, amely egy normál elvárási szintnek minősül, új és felújított épületek esetében alkalmazzuk. Az építőanyagok többsége alacsony szennyezőanyag kibocsátású és az épületben végzett tevékenységek sem eredményezik az épület levegőjének szennyezését.

##### 4.2.2.1. Frisslevegő-igény meghatározása

Ennél a szabványnál a friss levegő igény meghatározásához egyszerre vesszük figyelembe a helyiségben tartózkodók darabszámára fajlagosított légmennyiség igényt és a helyiség alapterületére fajlagosított légmennyiség szükségletet. A 11. és 12. táblázatban a friss levegő igény számításához szükséges értékeket láthatjuk az MSZ EN 15251 szabvány alapján.

11. táblázat: MSZ EN 15251 táblázata a friss levegő igény meghatározásához 1. (MSZ EN 15251:2007)

Kategória	Levegőminőséggel elégedetlenek százalékos aránya	Személyenkénti légmennyiség igény [l/s/fő]
I	15	10
II	20	7
III	30	4
IV	>30	<4

12. táblázat: MSZ EN 15251 táblázata a friss levegő igény meghatározásához 2. (MSZ EN 15251:2007)

Kategória	Nagyon alacsony szennyezettségű épület [l/s/m <sup>2</sup> ]	Alacsony szennyezettségű épület [l/s/m <sup>2</sup> ]	Nem alacsony szennyezettségű épület [l/s/m <sup>2</sup> ]
I	0,5	1	2
II	0,35	0,7	1,4
III	0,3	0,4	0,8
IV	NA	NA	NA

A szabványban található táblázatokból a II-es kategóriához tartozó értékeket felhasználva a szükséges friss levegő térfogatárama így alakul:

$$\dot{V}_{friss} = q_{tot} = n \cdot q_p + A \cdot q_B = 2 [f\ddot{o}] \cdot 7 \left[ \frac{l}{s \cdot f\ddot{o}} \right] + 10,15 [m^2] \cdot 0,7 \left[ \frac{l}{s \cdot m^2} \right] = 21,105 \left[ \frac{l}{s} \right]$$

$$\dot{V}_{friss} \approx 76 \left[ \frac{m^3}{h} \right] \quad (24)$$

ahol:

- „n” a helyiségben tartózkodók száma [fő];
- „q<sub>p</sub>” a személyenkénti légmennyiség igény  $\left[ \frac{l}{s \cdot f\ddot{o}} \right]$ ;
- „A” a helyiség alapterülete [m<sup>2</sup>];
- „q<sub>B</sub>” a helyiség szennyezőanyag kibocsátására vonatkozó érték  $\left[ \frac{l}{s \cdot m^2} \right]$ ;

### 4.2.3. Az eredmények összegzése, a két szabvány összehasonlítása

MSZ CR 1752

Friss levegő igény a helyiség alapterülete alapján

$$\dot{V}_{friss} \approx 51 \left[ \frac{m^3}{h} \right]$$

A helyiségben tartózkodók száma alapján:

$$\dot{V}_{friss} \approx 50 \left[ \frac{m^3}{h} \right]$$

Belső levegő minősége (BLM) alapján:

$$\dot{V}_{friss} \approx 83 \left[ \frac{m^3}{h} \right]$$

MSZ EN 15251

A helyiségben tartózkodók számát és a helyiség alapterületét egyszerre figyelembe véve:

$$\dot{V}_{friss} \approx 76 \left[ \frac{m^3}{h} \right]$$

Következtetés:

Látható, hogy a kapott eredmények közül a legnagyobb értéket az MSZ CR 1752 szabvány, BLM alapján számított friss levegő igénye adta. Mivel az eredmények között viszonylag nagy eltéréseket tapasztaltam, ezért a többi helyiség frisslevegő igényének meghatározásához mind a négy ismertett számítást elvégeztem és a kapott eredmények figyelembevételével határoztam meg a befűjt légmennyiségeket.

#### 4.2.4. Komfort helyiségek légtechnikai igényei

A helyiségben tartózkodó emberek számát minden esetben az építészek által készített berendezés tervek alapján állapítottam meg. A helyiségek tervezett friss levegő igényének meghatározásakor a négy (különböző módszerrel) számított légmennyiség közül a legnagyobbat választottam ki, majd az értéket 50-nel osztható számra kerekítettem. A kerekítést néhány esetben lefelé, néhány esetben felfelé tettem meg. (Azt, hogy pozitív vagy negatív irányba kerekítettem a komfort terek rendeltetése alapján döntöttem el, illetve azt is figyelembe vettem, hogy a helyiségben várhatóan kevesebb ember fog-e tartózkodni egyidejűleg, mint a táblázatba beírt érték.) A szálloda egyes helyiségeire a különböző szabványok alapján számított légmennyiségeket a 13. táblázat tartalmazza.

13. táblázat: Helyiségek alapadatai és tervezett friss levegő igénye

Helyiség szám	Megnevezés	Alapterület [m <sup>2</sup> ]	Helyiségben tartózkodók száma	MSZ CR 1752 (Alapterület) [m <sup>3</sup> /h]	MSZ CR 1752 (fejadag) [m <sup>3</sup> /h]	MSZ CR 1752 (BLM) [m <sup>3</sup> /h]	MSZ EN 15251 [m <sup>3</sup> /h]	Friss levegő igény [m <sup>3</sup> /h]
01	Reggeliző, kávézó	73,14	37	1211	932	1227	1117	<b>1200</b>
02	Közlekedő	26,21	15	132	378	488	444	<b>450</b>
06	Lobby	107,5	17	542	428	768	699	<b>750</b>
05.1	Iroda	10,15	2	51	50	83	76	<b>100</b>
05.2	Iroda	5,55	1	28	25	43	39	<b>50</b>
08	Tárgyaló	19,99	8	302	202	277	252	<b>300</b>
P15	Teakonyha	9,32	6	47	151	192	175	<b>150</b>
P21	Raktár (iroda)	14,55	1	73	25	68	62	<b>100</b>
P22	Raktár (iroda)	7,74	2	39	50	77	70	<b>100</b>
P24.2	Wellness	22,85	4	115	101	174	158	<b>150</b>

A szükséges légmennyiséget azoknál a huzamosabb tartózkodásra szolgáló komfort tereknél határoztam meg, amelyeknél gépi szellőztetést szeretnék megvalósítani. Nem szerepelnek a táblázatban a vizesblokkok, mert azok légtechnikai kialakítását és a friss levegő igényük meghatározásának menetét a következő 4.2.5.-ös bekezdésben fogom bemutatni. A technológiai tervezést is igénylő helyiségek (konyha, fehérmosogató, zöldségmosó), raktárak és a hulladéktároló helyiséglégtechnikai megoldásait szintén egy másik fejezetben részletezem (4.2.6.-os fejezet).

A lakószintek hálósobái sem szerepelnek a táblázatban, mivel megrendelői kérésre a szállodaszobáknak friss levegő ellátása nem lesz, kizárólag elszívásos szellőzés lesz kialakítva a szobákhoz tartozó vizes helyiségekben.

#### 4.2.5. Vizes helyiségek légtechnikai igényei és kialakítása

A vizes helyiségekben biztosítandó légmennyiségeket különböző szaniterekhez rendelt ökölszámok alapján határozom meg. Ezek az ökölszámok a tervezési gyakorlatból származnak és tapasztalati úton születtek meg. Az alábbi elszívás értékekkel fogok számolni:

- WC, piszoár  $50 \left[ \frac{m^3}{h} \right]$
- Zuhanyzó, kád  $100 \left[ \frac{m^3}{h} \right]$

Alapvetően a különböző szabványok WC-k esetében körülbelül 5-ös óránkénti légcsereszámot javasolnak, míg egy zuhanyzó vagy fürdőkád esetében (tehát egy fürdőszobában) körülbelül 10-es légcserét ajánlanak. A fentebb leírt ökölszámok alkalmazásával körülbelül ekkora légcserékre számíthatunk a helyiségben, azonban mindig felül kell bírálni az eredményeket, hogy biztosan megfelelő légcseré váljon meg. Ha egy vizes helyiségben, (például a P10-es számú zuhanyzóban) a helyiségben belül egy zuhanyzó és egy WC is található, akkor értelemszerűen csak a nagyobb, zuhanyzóhoz tartozó elszívási értéket fogom figyelembe venni (nem pedig a zuhanyzó és a WC elszívási értékének összegét), hiszen a fürdőszoba egy személy számára lett kialakítva, szóval egyszerre csak egy berendezés kerül használatra.

A vizes helyiségekben az elszívási és befűvési pontokat igyekszem úgy elhelyezni, hogy az elszívások lehetőleg közvetlenül a szaniterek fölé kerüljenek, a befűvások pedig a szanitert tartalmazó helyiségen kívül, például egy kézmosóval felszerelt előtérbe. Így a két helyiséget elválasztó ajtót küszöb nélkül kialakítva, vagy az ajtó aljára rácsot helyezve kényszerített áramlás fog kialakulni a szanitert tartalmazó elszívási ponttal rendelkező helyiség irányába a befűvással rendelkező helyiség irányából. Ezzel megakadályozható, hogy kellemetlen szagok áramoljanak ki például egy WC helyiség irányából.

#### 4.2.6. Technológiai és egyéb helyiségek légtechnikai igényei és kialakítása

##### 4.2.6.1. Konyhatechnológia

A konyhatechnológus adatszolgáltatása alapján az étel készítéssel foglalkozó helyiségek esetében az alábbi légmennyiségeket kell biztosítanunk:

- 03 Konyha – elszívás:  $2000 \left[ \frac{m^3}{h} \right]$
- P12 Zöldségmosogató – elszívás:  $200 \left[ \frac{m^3}{h} \right]$
- P13 Fehér mosogató – elszívás:  $600 \left[ \frac{m^3}{h} \right]$

A felsorolt helyiségeknél a befűvási és elszívási pontok elrendezése hasonló elven történik, mint a vizes helyiségeknél. Az elszívási pontokat közvetlenül a kellemetlen szagok, a nedvesség és az elszállítandó hő keletkezési pontja felett helyezük el; a befűvás pedig a környező helyiségekben vagy folyosókon történik. Így itt is egy kényszerített légáramlás jön létre az elszívással ellátott technológiai helyiség irányába.

#### 4.2.6.2. Gőzkabin

A wellness technológus adatszolgáltatása alapján a gőzkabinban vészeseti elszívást kell kialakítani. A vészeseti elszívás előírt értéke  $300 \left[ \frac{m^3}{h} \right]$ . Ez a légmennyiség a vészeseti jelzőgomb megnyomásakor kerül elszívásra, egy SystemAir KBT 160 EC elszívó ventilátor segítségével.

#### 4.2.6.3. Hulladéktároló

A földszinti hulladéktároló helyiség szagelszívása szintén egy egyedi ventilátorral lesz megvalósítva, melyhez egy Helios ELS-VNC 60 GAP falis elszívó ventilátort alkalmazunk. A ventilátorral  $60 \left[ \frac{m^3}{h} \right]$  elszívást, azaz körülbelül 3-as légcserét fogunk biztosítani. A berendezés villanykapcsolóról lesz működtetve késleltetéses kikapcsolással. A helyiség levegőutánpótlását a bejárati ajtón, vagy az ajtókeretben elhelyezett légbeeresztő eszközzel kell biztosítani.

#### 4.2.6.4. Egyéb helyiségek

A további raktár vagy tároló rendeltetésű helyiségekben, ahol huzamosabb emberi tartózkodás nem történik,  $50 \left[ \frac{m^3}{h} \right]$  elszívást biztosítunk. A légutánpótlás a küszöb nélkül ajtó kialakításon keresztül történik a szomszédos helyiségek befűvéséből.

### 4.3. Helyiségek légvezetési rendszerének meghatározása

A szellőztetett térben a légtechnikai rendszer hatására létrejövő primer és szekunder áramlások együttesét légvezetési rendszernek nevezzük. Egy adott rendeltetésű helyiség megfelelő átöblítéséhez fontos a megfelelő légvezetési rendszer kiválasztása. Ez magába foglalja azokat a kérdéseket, hogy milyen berendezésekkel (anemosztátokkal) oldjuk meg a légbeeresztést és az elszívást, továbbá, hogy ezeket hogyan helyezzük el és mekkora légsebességet állítsunk be rajtuk. A megfelelő légvezetési rendszer kiválasztásával az áramló

levegő paramétereit úgy tudjuk beállítani, hogy az ember és a technológia által megkövetelt mikroklíma környezetet a légtechnikai rendszer biztosítani tudja.

A légvezetési rendszerek kiválasztását a helyiségek Archimedes-számának kiszámításával kezdtem. A számítást a magasabb komfort fokozatú földszinti (vendégek által is használt) helyiségek esetében végeztem el, a nagy méretű, egyterű közösségi területeket (reggeliző, kávézó; lobby; közlekedő) egy helyiségként kezeltem a számítás során. Az Archimedes számot az alábbi összefüggéssel tudjuk meghatározni:

$$Ar = \frac{g}{T_{sz} \cdot \rho_{sz} \cdot c_p} \cdot \frac{\dot{q}}{H^2} \cdot \frac{1}{n^3} [-] \quad (25)$$

Ahol:

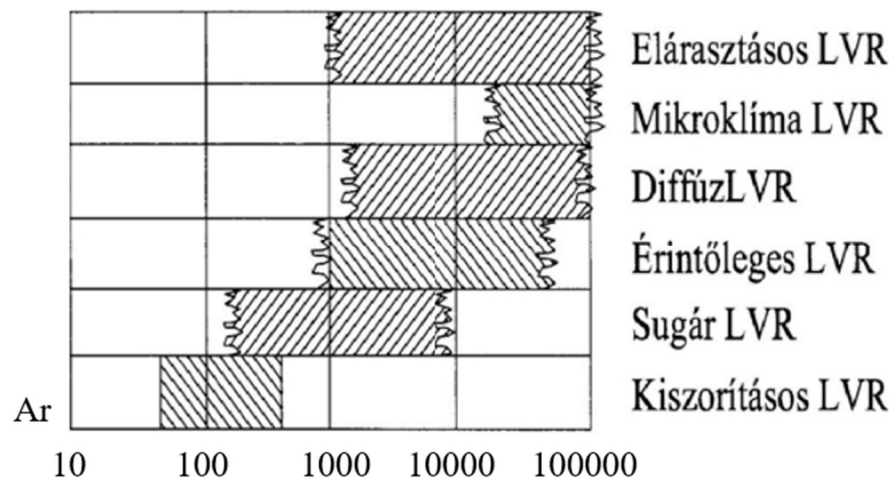
- „ $\dot{q}$ ” a helyiség fajlagos hővesztesége  $\left[\frac{W}{m^2}\right]$ ;
- „ $n$ ” a helyiség légcsereszáma  $\left[\frac{1}{s}\right]$ ;
- „ $H$ ” a helyiség belmagassága: 3,8 [m];
- „ $g$ ” gravitációs gyorsulás: 9,81  $\left[\frac{m}{s^2}\right]$ ;
- „ $\rho_{szt}$ ” szellőző levegő sűrűsége télen: 1,197  $\left[\frac{kg}{m^3}\right]$ ;
- „ $\rho_{szny}$ ” szellőző levegő sűrűsége nyáron: 1,189  $\left[\frac{kg}{m^3}\right]$ ;
- „ $T_{szt}$ ” szellőző levegő abszolút hőmérséklete télen: 295,15 [K];
- „ $T_{szny}$ ” szellőző levegő abszolút hőmérséklete nyáron: 297,15 [K];
- „ $c_p$ ” a levegő állandó nyomáson vett közepes fajhője: 1030  $\left[\frac{kJ}{kgK}\right]$ ;

A számítás eredményei és a helyiség specifikus adatok az 14. táblázatban láthatóak:

14. táblázat: A helyiségekre számított Archimedes számok és a felhasznált adatok

Helyiség szám	Helyiség	Fajlagos hőterhelés tél $[W/m^2]$	Fajlagos hőterhelés nyár $[W/m^2]$	Légcserszám $\left[\frac{1}{s}\right]$	Archimedes szám tél	Archimedes szám nyár
01	Reggeliző, kávézó	59,5	96,9	0,000848	18210	29662
02	Közlekedő					
06	Lobby					
08	Tárgyaló	53,03	98,05	0,001097	7498	13864

A 26. ábra azt szemlélteti, hogy egy adott Archimedes számnál milyen légvezetési rendszereket alkalmazhatunk.



26. ábra: Alkalmazható légvezetési rendszerek az Archimedes szám függvényében (http15)

A nyári és téli esetekre kapott Archimedes számok alapján 3 féle légvezetési rendszer is szóba jöhet a vizsgált helyiségeknel: elárasztásos, diffúz és érintőleges. Mivel az érintőleges légvezetési rendszert általában alacsonyabb (3 m alatti) belmagasságú helyiségekben alkalmazzuk; az elárasztásos légvezetési rendszerrel pedig padló szintű légbevezetést érdemes alkalmazni, így a szállodaépület építészeti adottságait figyelembe véve (nagy belmagasság, belsőépítészeti kialakítás) a diffúz légvezetési rendszerre esett a választásom.

#### 4.3.1. Anemosztátok kiválasztása

Diffúz légvezetési rendszer alkalmazásakor a friss levegő bevezetése általában mennyezetén történik az elszívás pedig történhet padlószinten, vagy mennyezetén keresztül. A vizsgált épület esetében a nagy rendelkezésre álló álmennyezeti tér és az egyéb belsőépítészeti adottságok figyelembevétele alapján mennyezeti elszívást tervezek.

##### 4.3.1.1. Résbefúvó anemosztátok

A diffúz légvezetési rendszer esetében leggyakrabban rotációs anemosztátokat alkalmazunk, de résbefúvók alkalmazása is lehetséges. Mivel a belsőépítészeti tervezők nem támogatták az örvénybefúvós anemosztátokat a kinézetük miatt, így a visszafogottabb megjelenésű résbefúvókra esett a választásom. Ezeket a földszint álmennyezetén, a külső fal mentén helyezem el, egyenletesen elosztva őket a szellőztetett egyterű földszinti helyiségekben. A

befúvó anemosztátok a Fan-coilok befúvó anemosztátjai mellett kaptak helyet, melyeket a 3.3.2.1.-es pontban már ismertettem.

Azért lenne célszerűbb rotációs anemosztátokat alkalmazni, mivel ezek úgy vannak kialakítva, hogy a befújt levegő nagy indukcióval lépjen be a szellőztetett térbe és már a befúvás helyénél nagy intenzitású keveredés valósuljon meg (homogén levegőeloszlás jöjjön létre). Továbbá a rotációs befúvók esetében mire a szellőző levegő a tartózkodási térbe jut addigra sebessége lecsökken annyira, hogy ne alakuljon ki kellemetlen huzathatás.

Ehhez hasonló hatást tudunk megvalósítani a résbefúvókkal úgy, hogy a befúvás szögét megváltoztatjuk az anemosztát terelőlapjainak állításával. Tehát nem függőlegesen lefelé fújunk be a frisslevegőt hanem oldalirányba a fal vagy az ablakok felé. Ezzel elkerülhető, hogy közvetlenül az anemosztátok alatt tartózkodó emberek számára kellemetlen huzathatás alakuljon ki a viszonylag nagy sebességgel befújt levegő által és intenzívebb keveredést is érhetünk el a helyiségben, hiszen a falról visszaverődő levegő nem csak függőlegesen lefelé, hanem oldal irányba is elkezd terjedni.

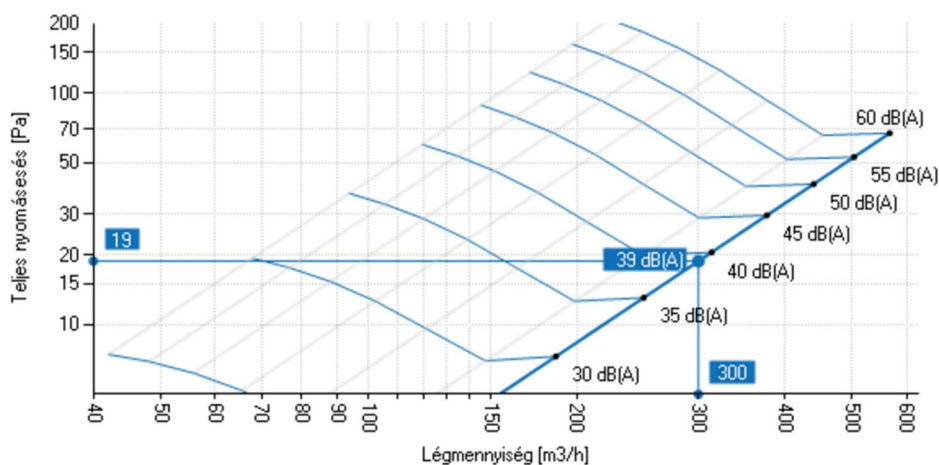
A földszinti szellőztetett komfort terekbe a befúvás Lindab LTDP 1000 résbefúvókon keresztül történik, melyekhez KBPF akusztikailag szigetelt befúvó dobozok csatlakoznak. A helyiségek levegőjének elszívására Lindab LTDF 1000 réselszívókat tervezek KBF hangszigetelt elszívó dobozzal szerelt kivitelben, illetve elszívó doboz nélkül kivitelben is. A réselszívók beépített FP-15 G3 szűrővel vannak szerelve, így képesek megszűrni a helyiségbe bejutó különféle szennyeződések. Az elszívó doboz nélküli réselszívókra egyrészt a korábban már ismertetett Fan-coilok működése miatt van szükség, másrészt pedig a földszint légtechnikai kialakításából adódóan is ilyet kell alkalmaznunk. A földszint légtechnikai kialakítását az 4.5.2.-es bekezdésben fogom ismertetni.

Az anemosztátok kiválasztásánál a helyiségek megengedett zajterhelését vettem figyelembe. Az MSZ CR 1752 szabványban a helyiségek akusztikai követelményei is meghatározásra kerülnek. A szabvány ehhez kapcsolódó táblázatának részlete látható a 15. táblázatban. A táblázatban látszik, hogy a hotelek közösségi területeire, mint például az előcsarnok (lobby) legfeljebb 40 dB(A)-es hangteljesítmény szint érték van előírva B kategóriájú komfort tereket esetében. Ugyan ez az érték vonatkozik kávézókra is, az éttermekre pedig ennél még magasabb 45 dB(A)-es értéket találunk. Ezek alapján én az összes földszinti közösségi területnél 40 dB(A) értéket vettem figyelembe.

15. táblázat: Az MSZ CR 1752 szabványban lévő, helyiségek akusztikai követelményeiről szóló táblázat részlete (MSZ CR 1752:2000)

Épület típusa	Hely típusa	Kategória dB(A)		
		A	B	C
Gyerekekkel foglalkozó intézet	Óvoda	30	40	45
	Bölcsőde	30	40	45
Közösségi helyek	Előadótermek	30	33	35
	Könyvtárak	30	33	35
	Mozik	30	33	35
	Bíróági tárgyalótermek	30	35	40
Kereskedelem	Kiskereskedések	35	40	50
	Raktárak	40	45	50
	Szupermarketek	40	45	50
	Computer szobák, nagy	40	50	60
	Computer szobák, kicsi	40	45	50
Kórházak	Folyosók	35	40	45
	Műtők	35	40	45
	Kórterem	25	30	35
Hotelek	Előcsarnokok	35	40	45
	Recepció szobák	35	40	45
	Hotel szobák (éjjel)	25	30	35
	Hotel szobák (napközben)	30	35	40

A földszinti légtechnikai befűvő anemosztátokon  $300 \left[ \frac{m^3}{h} \right]$  friss levegőt fűjünk be a helyiségekbe, míg a földszinti Fan-coilok befűvő anemosztátjain (amelyek típusa megegyezik a friss levegő befűvő anemosztátok típusával) legfeljebb  $280 \left[ \frac{m^3}{h} \right]$  levegő áramlik át. A nagyobbik  $300 \left[ \frac{m^3}{h} \right]$  légmennyiséggel számolva a választott Lindab LTDP 1000 résbefűvő zajterhelése  $L_W = 39 \text{ dB(A)}$ . A méretezést a Lindab gyártó által fejlesztett LindQST légtechnikai kiválasztó program segítségével végeztem el. A 27. ábra a vizsgált anemosztát nyomásesését szemlélteti a zajterhelés függvényében.



27. ábra: Lindab LTDP 1000 résbefűvő anemosztát hangteljesítményszintje (http16)

A földszinti tárgyaló helyiség résbefúvó és elszívó anemosztátjainak kiválasztása ezzel megegyező módon történt.

#### 4.3.1.2. Légszelepek

A két kis földszinti iroda; a pinceszinti wellness terület, vizes helyiségek, öltözők és egyéb, az alkalmazottak számára fenntartott helyiségek szellőztetésére Lindab KI befúvó légszelepeket és Lindab KU elszívó légszelepeket alkalmazok anemosztátként. Mivel ezek a helyiségek a földszinti komfort terekhez képest (mint például a lobby vagy az étterem) alacsonyabb komfort fokozatba tartoznak, és jelentősen kisebb légmennyiségeket igényelnek, így itt nem feltétlen szükséges meghatározni a légvezetési rendszert. A tervezési gyakorlatban általában az ilyen helyiségek szellőztetését általában légszelepekkel valósítjuk meg. A légszelepek méretét a befújt és elszívott légmennyiségek függvényében választom ki Ø100, Ø125 és Ø160 méretek közül törekedve az alacsony zajterhelésre.

#### 4.3.1.3. Rácsok

A pinceszinti fehérmosogató helyiség  $600 \left[ \frac{m^3}{h} \right]$  technológiai elszívását légszelep helyett egy kör légszatórnára szerelhető Lindab RGS 1025x125-ös elszívó ráccsal valósítjuk meg, így a mosogatás során keletkező kellemetlen szagok elszívása nagyobb felületen tud megtörténni, mint egy pontszerűnek tekinthető Lindab KU elszívó légszelep esetében.

A szállodaszobák fan-coil berendezései, ahogy azt már korábban ismerttettem Lindab AL befúvórácsokon keresztül juttatják a fűtött, vagy hűtött levegőt a hálósobákba. Ezek méretezését szintén az MSZ CR 1752 szabvány 17. ábrán bemutatott táblázata alapján végeztem el a megengedett maximális zajterhelés figyelembevételével. A táblázatban a szállodaszobákra megengedett maximális hangteljesítmény szint B kategóriájú helyiséget figyelembe véve nappal 35 dB(A), éjjel pedig 30 dB(A).

### 4.4. A légszatórna hálózat kialakítása

A szükséges légmennyiségek meghatározása; a befúvó és elszívó anemosztátok kiválasztása és kiosztása után már megtudjuk határozni a légszatórna hálózat nyomvonalát is. A légszatórnahálózatban kör keresztmetszetű spirálkorcolt (SPIKO) horganyzott acéllemez légszatórnákat és négyszög keresztmetszetű (Lindab LKR) trapézmerévíttel ellátott horganyzott acél légszatórnákat alkalmaztam. A befúvó és elszívó anemosztátok bekötése minden esetben 1-2 [m] hosszúságú (SONODEC A21) hangcsillapított flexibilis légszatórnával

történik, amelynek elsődleges feladata az anemosztátok csatlakoztatásának megkönnyítése. A rendszerbe tervezett kör légcsatornák maximális átmérője 400 [mm]. Amennyiben ennél nagyobb keresztmetszetre lenne szükség, akkor négyzetes légcsatornát alkalmazok.

A teljes légtechnikai nyomvonal ismeretében kiszámítható, hogy az egyes légcsatorna szakaszokon a levegő mekkora térfogatárammal áramlik keresztül. Ezen térfogatáramok ( $\dot{V}$ ) ismeretében meghatározható a légcsatornák szükséges keresztmetszete ( $A_{min}$ ) is a légcsatornákban megengedett maximális áramlási sebességek ( $v_{max}$ ) felhasználásával, az alábbi képlet alapján:

$$A_{min} = \frac{\dot{V}}{v_{max}} \quad (26)$$

A maximális sebességeknél a következő értékeket vettem figyelembe attól függően, hogy a légcsatornát, hol vezetjük.

- Gépezeti aknában:  $6 - 8 \left[ \frac{m}{s} \right]$
- Gerinc vezetékben:  $5 \left[ \frac{m}{s} \right]$
- Ágvezetékben:  $3 - 4 \left[ \frac{m}{s} \right]$
- Komfort terekben:  $3 - 3,5 \left[ \frac{m}{s} \right]$

A légcsatorna hálózat beszabályozhatóságának biztosítása érdekében a résbefűvő anemosztátok elé és a rendszer főbb elágazásaiba pillangó szelepeket tervezek. A légszelepek elé nem szükséges pillangó szelepet elhelyezni, hiszen ezek úgy vannak kialakítva, hogy a rajtuk átáramló térfogatáram az anemosztát szelep tányérjának kézi állításával szabályozható. A földszinten két Lindab DIRBU áramlásmérővel felszerelt motoros szabályozó egység is elhelyezésre kerül. Ennek okát az 4.5.2.-es bekezdésben ismertetem.

A légcsatorna hálózatba tisztítónyílásokat kell elhelyezni az MSZ EN 12097 szabvány előírásai alapján. A szabvány leírja, hogy olyan gyakorisággal kell kiosztani a tisztítónyílásokat, hogy két nyílás közötti szakaszon ne legyen egynél több csőméret változás, 45°-nál nagyobb iránytörés, illetve 7,5 m-nél hosszabb légcsatorna szakasz.

A légtechnikai rendszer szabályzó elemeinek és tisztítónyílásainak hozzáférhetőségét az álmennyezettel rendelkező helyiségekben revíziós nyílásokkal kell biztosítani.

#### 4.4.1. Tűzcsappantyúk beépítése

A légtechnikai hálózatunkba tűzcsappantyúkat kell beépíteni minden olyan helyre, ahol egy légszaktornával tűzszakasz határon haladunk át. A tűzszakasz határok kijelölése a tűzvédelmi tervező feladata. Az, hogy az épületben hány tűzszakasz található függ az épület rendeltetésétől, funkciójától, tűzállósági fokozatától és még sok más tényezőtől. A tűzcsappantyúk biztonsági feladatokat látnak el a légtechnikai rendszerben. A tűzcsappantyúk feladata, hogy a tűz által keltett hő hatására (valamilyen mechanizmussal) lezárjanak és megakadályozzák a tűz terjedését a légszaktornában. Normál üzemmódban a tűzcsappantyúk nyitott állapotban vannak és a levegő szabadon keresztül áramolhat rajtuk.

A vizsgált szállodaépület esetében tűzszakasz határnak minősül minden egyes gépészeti akna fala; illetve a földszint és a pinceszintet közötti födém. A pinceszintre leálló kör légszaktornákra a födémen történő áthaladás előtt a pinceszint irányából Lindab WH25 kör keresztmetszetű motoros tűzcsappantyút építünk be. A 03-as számú konyhán áthaladó gépészeti aknából két darab Lindab LKR négyszög légszaktorna áll ki. Az aknából való kilépésük után Lindab WK45 négyszög keresztmetszetű motoros tűzcsappantyúkat helyezünk el. A szállodaszobák vizes helyiségei mellett található aknák is tűzszakaszhatárnak minősülnek. A vizes helyiségek légtechnikai elszívását is tűzgátló módon kell kiépíteni. Ha az aknafalon kör keresztmetszetű horganyzott acéllemez légszaktornával lépünk át akkor az aknafalban Lindab FBC tűzvédelmi csappantyúkat kell elhelyezni. Ezek mechanikus hőkioldó szerkezete a tűz miatt bekövetkező hőmérséklet emelkedés hatására lezárja a csappantyút. Ezt követően lehetőség van a csappantyú kézi visszaállítására (nyitására). Ha a fürdőszobák vagy WC-k elszívó ventilátorát az aknafalra helyezzük el, akkor minden esetben ELS-GAPB falon kívüli, tűzvédelmi házzal rendelkező ventilátort kell alkalmaznunk, melyre tűzálló flexibilis légszaktornával csatlakozunk rá. A feljebb ismertetett SONODEC A21 típusú flexibilis cső rendelkezik ezzel a tulajdonsággal.

#### 4.4.2. A légszaktorna hálózat nyomásesésének meghatározása

Miután meghatároztuk a légszaktornák keresztmetszetét, nyomvonalát és a különböző légtechnikai elemek (idomok, szabályzó elemek, flexi csövek) helyét; továbbá az egyes szakaszokra eső térfogatáramok is ismertek, így már meg tudjuk határozni a légtechnikai rendszer nyomásesését. Ez hasonló módon történik, mint ahogy azt a fűtési és hűtési rendszernél már ismertettem a 3.3.3.1.-es és 3.4.1-es bekezdésben. A különbség annyi, hogy itt nem fűtési csövekről vagy szerelvényekről, hanem légszaktornákról és légtechnikai szabályzó

elemekről beszélünk; és nem hőleadók, hanem anemosztátok vannak a rendszerben. Ezen kívül az is eltérésnek tekinthető, hogy a számítást külön el kell végezni a frisslevegős befűvő hálózatra és a kidobott levegőhöz tartozó elszívó hálózatra is, ugyan is a légkezelőgépben két ventilátor található, a befűvő és elszívó hálózat egymástól hidraulikailag független.

A legkedvezőtlenebb helyzetű befűvő és elszívó anemosztátokhoz vezető légcsatorna rendszerekre az alábbi ellenállások adódtak:

- Befűvő légcsatorna hálózat összesített nyomásesése: 230,54 [Pa]  $\approx$  250 [Pa]
- Elszívó légcsatorna hálózat összesített nyomásesése: 180,88 [Pa]  $\approx$  200 [Pa]

A befűvő és elszívó légcsatornahálózat nyomásesés számítási eredményeit a 23 és 24. számú mellékletek tartalmazzák.

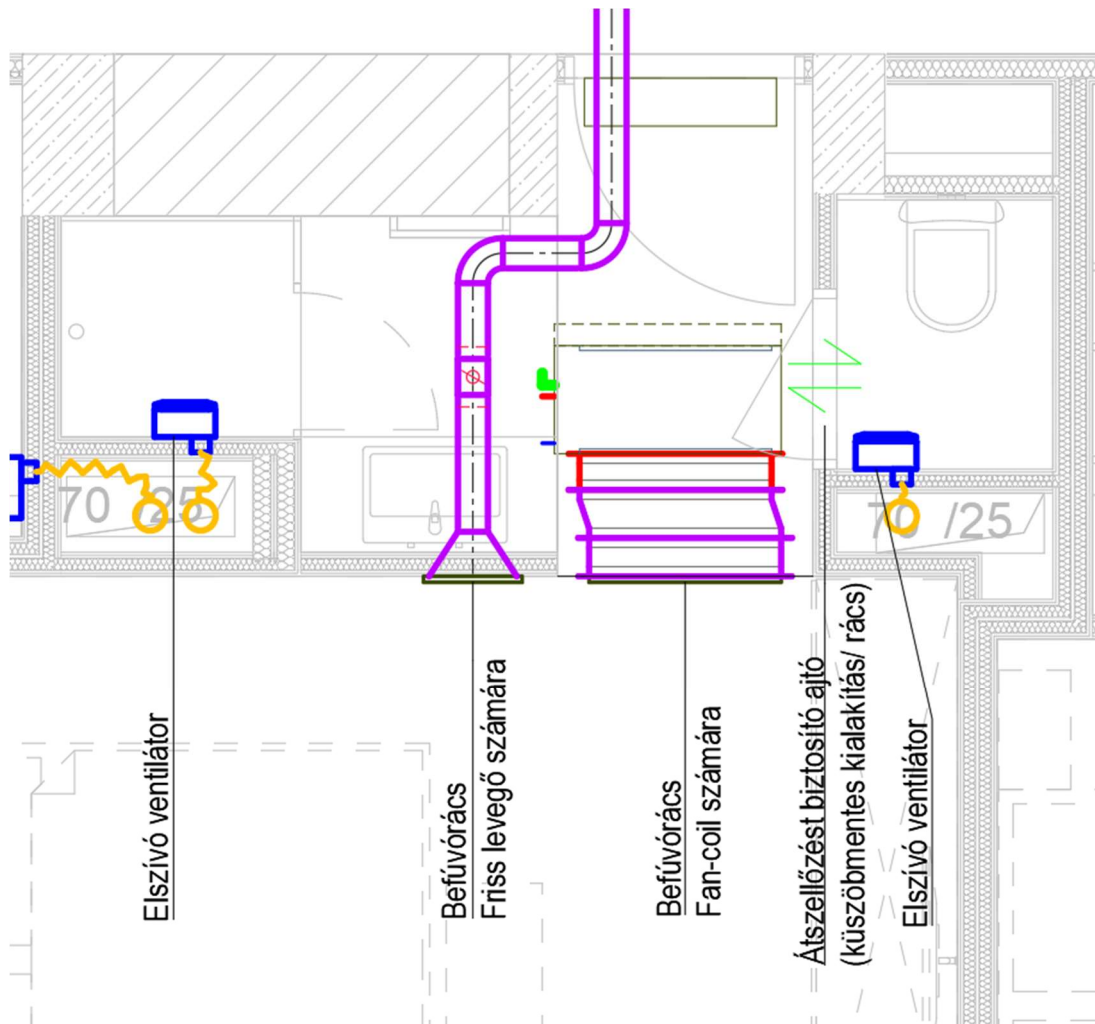
## 4.5. Az épület légtechnikai rendszerének leírása

### 4.5.1. A szállodaszobák légtechnikai kialakítása

Ahogy azt már korábban leírtam, megrendelői kérés alapján a szállodaszobáknak friss levegő ellátása nem lesz, kizárólag elszívásos (depressziós) szellőzést fogok kialakítani a szobákhoz tartozó vizes helyiségekben. A zuhanyzóval vagy fürdőkáddal rendelkező fürdőszobákban  $100 \left[ \frac{m^3}{h} \right]$  elszívást biztosítok Helios ELS-VNC 100 elszívó ventilátorokkal; míg a WC helyiségekben  $60 \left[ \frac{m^3}{h} \right]$  elszívást tervezek Helios ELS-VNC 60 ventilátorokkal. A ventilátorok gyűjtő légcsatornákra dolgoznak, amelyek a vizes helyiségek közelében lévő gépészeti aknában futnak végig függőlegesen. Az elszívott levegő kidobása tető fölött történik. A légutánpótlást ablakkeretbe szerelhető légbevezető eszközökkel fogom biztosítani. Fontos megjegyezni, hogy ez a rendszerkialakítás nem képes a lakószobát teljes mértékben átszellőztetni; további szellőztetésre (friss levegő bejuttatásra) viszont a megrendelői igényeknek megfelelően csak ablaknyitással van lehetőség. Én ezzel a döntéssel a tervezett épület esetében nem értek egyet, azt gondolom, hogy egy szállodaépületnél elvárható lenne egy magasabb komfort fokozat biztosítása, a lakószobák gépi szellőztető rendszerrel történő frisslevegő ellátásán keresztül. Jelen kialakítás mellett az ablaknyitós szellőztetéssel télen a fűtési, nyáron pedig a hűtési energiafelhasználást növeljük meg, továbbá a helyiség hőkomfortját is jelentős mértékben rontjuk (például a télen beáramló, akár 0 °C alatti hőmérsékletű hideg levegővel)

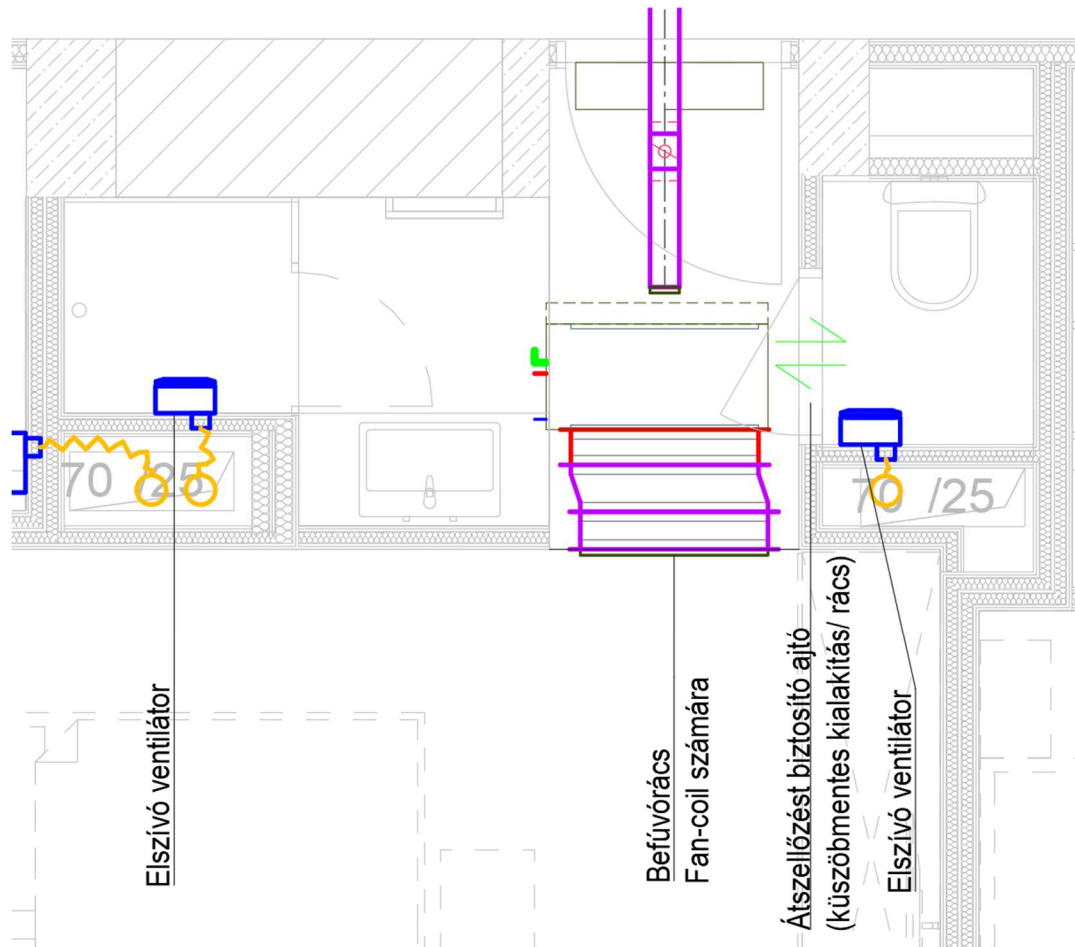
### Szálloda szobák alternatív légtechnikai kialakításának lehetőségei:

Egy lehetséges alternatív rendszer kialakítást jelentene, ha a szobák hőellátását biztosító fan-coilok befűvő rácsai mellett egy extra légtechnikai frisslevegő befűvési pontot is kialakítanánk a 27. ábrán szemléltetett módon.



27. ábra: Szálloda szoba alternatív légtechnikai kialakítása 1

Egy másik lehetséges kialakítás, hogy a friss levegős légszatórnát a fan-coil berendezés szívó oldalához vezetjük, így a készülék a saját befűvő rácsán keresztül képes bejuttatni a helyiségbe a kívánt friss levegő térfogatáramot, miközben a hűtési és fűtési feladatait is ellátja. Ennél a kialakításnál fontos figyelni arra, hogy a fan-coil berendezés ventilátorát akkor is üzemeltetnünk kell, ha éppen nem lép fel fűtési vagy hűtési teljesítmény igény a helyiségben, hiszen a friss levegő bejuttatását csak a fan-coil készüléken keresztül tudjuk hatékonyan biztosítani. Mivel a legtöbb fan-coil berendezés képes kizárólag ventilátoros üzemmódban is működni, így mindez csak beállítás kérdése.



28. ábra: Szálloda szoba alternatív légtechnikai kialakítása 2

Természetesen mindkét ismertetett alternatív rendszerkialakítás megvalósítása jelentősen megnövelné a légkezelő gép által szállítandó friss levegő térfogatáramot. 64 db szállodaszobánál, szobánként csak  $100 \left[ \frac{m^3}{h} \right]$  térfogatárammal számolva  $6400 \left[ \frac{m^3}{h} \right]$ -val növekedne meg az épületbe be friss levegő mennyisége. Ez a légkezelőgép méretének növelését, vagy még egy légkezelőgép beépítésének szükségét vonná maga után. Ezen kívül fontos figyelembe venni, hogy a felszálló légcatornák befogadására kialakított gépészeti akna méretét is nagy mértékben meg kellene növelni (a megnövekedett légmennyiség szállításához), vagy egy újabb aknát kellene kialakítani az épületben, amely értékes négyzetmétereket venne el a szálloda minden egyes emeletén.

#### 4.5.2. A földszint légtechnikai rendszerének kialakítása

A légtechnikai rendszer tervrajzai a 11-20. számú mellékletekben találhatóak. A földszinten kiegyenlített szellőzést tervezek. A tárgyaló és a két kis iroda helyiség esetében ezt a klasszikus módon valósítom meg. Az említett helyiségekbe 2-2 anemosztát kerül: egy befúvó és egy elszívó anemosztát. Pontosan akkora légmennyiséget szívok el az elszívó anemosztáton, mint amennyi friss levegőt befújok a befúvó anemosztáton. Ezt zónázott légtechnikai kialakításnak nevezzük.

Ezzel szemben a nagy légtérfogatú egybe nyitott földszinti helyiségek (reggeliző, étterem, közlekedő és lobby) és a konyha között átszellőző légtechnikai kialakítást valósítok meg. Ennek a kialakításnak az a lényege, hogy befúvás csak bizonyos helyiségekben, esetünkben a vendégek által használt helyiségekben történik. A korábban ismertetett LTDP résbefúvó anemosztátokon keresztül  $2400 \left[ \frac{m^3}{h} \right]$  friss levegőt juttatunk be a komfort térbe, azonban ennek elszívására elszívó anemosztátokat nem helyezünk el. A befűjt levegő elszívása a konyhai elszívó ernyőn keresztül történik meg. Ehhez szükséges, hogy a konyha légtere valamilyen módon kapcsolatba kerüljön a komfort helyiségek légterével. A konyhában nincs álmennyezet, a körülötte lévő helyiségekben viszont van. A két légtér között úgy hoztam létre kapcsolatot, hogy elszívó rácsokat helyeztem el a konyhát és a komfort helyiségeket elválasztó falakban az álmennyezet magasságában. Így a konyhai elszívó ernyő képes megszívni a fogyasztó tér és a lobby álmennyezeti terét, a szívott álmennyezet pedig a Fan-coilok számára eleve elhelyezett Lindab LTDF elszívó rácsokon keresztül el tudja szívni a helyiségek elhasznált levegőjét. A konyha mindhárom belső falára elhelyeztem egy-egy elszívó rácsot, hogy a lehető legegyszerűsebb elszívás valósuljon meg a földszinti közösségi területekről.

A konyhai elszívó ernyőn a konyhatechnológus adatszolgáltatása alapján ugyan csak  $2000 \left[ \frac{m^3}{h} \right]$  elszívást kellene biztosítanunk, azonban, hogy a földszinti kiegyenlített szellőzés megvalósuljon ezt az értéket  $2350 \left[ \frac{m^3}{h} \right]$ -ra emeltem. Így a konyhai elszívó ernyő és a bőrönd raktárba helyezett elszívó légszelep ( $50 \left[ \frac{m^3}{h} \right]$ ) pontosan akkora légmennyiséget szív el a földszinten, mint amennyi friss levegő befúvásra kerül az egyterű komfort helyiségekbe.

Ennek a kialakításnak számos előnye van, ilyen például az, hogy összességében csökkennek a befűjt és elszívott légmennyiségek, ezáltal a gépészeti akna (vagy aknák) mérete (vagy mennyisége) is csökkenthető, hiszen a szükséges légcsatorna keresztmetszetek is kisebbek lesznek. A légkezelőgép helyigénye és súlya is csökken, ami fontos szempont volt a vizsgált

épület esetében a kis kültéri gépészeti tér és az épület statikai adottságai miatt. Továbbá az is egy előny, hogy nem kell kiépítenünk annyira kiterjedt elszívó légcatorna hálózatot, hiszen az elszívás az álmennyezetten keresztül, elszívó rácsokkal valósul meg.

Az ismertetett átszellőző légtechnikai kialakítás egy jelentős hátrányának tekinthető, hogy a helyiségekben várhatóan kevésbé egyenletes frisslevegő eloszlás és keveredés alakul ki, mint egy zónázott légtechnikai rendszer esetében, azonban az álmennyezeti elszívó rácsok ésszerű kiosztása által azt gondolom, hogy a lehető legközelebb tudunk kerülni egy hagyományos légtechnikai rendszer által biztosított komfort szintnek.

A befűvő légcatornába és a konyhai elszívó ernyő csatlakozásai pontjai előtt elhelyezett Lindab DIRBU motoros szabályzó szelepek segítségével lehetőségünk van a földszinten befűjt légmennyiségek és az elszívó ernyőn elszívott légmennyiség csökkentésére. Ezzel két külön üzemállapotot tudunk beállítani a földszint légtechnikai rendszerén. Csúcsidőben, amikor például a szálloda lakóinak reggeliztetése, vagy a vacsorázástatás zajlik, akkor a teljes tervezett légcserét megvalósítjuk a vizsgált földszinti helyiségekben, azonban nap közben vagy éjszaka, amikor jelentősen kevesebb vendég tartózkodik a közösségi terekben, akkor csökkenthetjük az elszívott és befűjt légmennyiségeket. Ez energiamegtakarítást eredményez. Fontos, hogy az elszívás légmennyiségét csak abban az esetben tudjuk csökkenteni, ha a konyha éppen nem üzemel, ez egy hátránnyként fogható fel a rendszerben.

#### 4.5.3. Légkezelőgép kiválasztása

A légtechnikai rendszer működéséhez az egyik legfontosabb eszköz a légkezelőgép, melynek megfelelő kiválasztása nem egyszerű feladat. Ehhez én is egy ezzel foglalkozó cég segítségét kértem. A légkezelőgép méretezését a Rosenberg Hungária Lég- és Klimatechnika Kft.-t végezte el számomra.

A szálloda konyhai elszívása nem kap külön légkezelőgépet, a befűvást és az elszívást egy közös légkezelőgéppel fogjuk biztosítani. Ebből következik, hogy a légkezelőgépben visszakeverést semmiképpen sem valósíthatunk meg, hiszen a konyhából zsíros, szagos és páradús levegőt szívunk el, amelyet nem juttathatunk vissza a komfort terekbe. Ehelyett az elszívott levegőben lévő hőenergia hasznosítására közvetítő közeget hővisszanyerőt alkalmazunk.

Ugyan a légkezelőgép fűtési és hűtési feladatokat nem lát el, ettől függetlenül ahhoz, hogy a télen befűjt friss levegő ne legyen túl hideg, nyáron pedig ne legyen túl meleg (hanem a helyiség

hőmérsékletével megegyező legyen) fűtő és hűtő kalorifereket kell alkalmaznunk, melyek hőenergia igényei megtalálhatóak lesznek a kiválasztott légkezelőgépek adatlapjában.

A légkezelőgép kiválasztásához az alábbi paramétereket adtam meg az elérni kívánt komfort paraméterek és a számított elszívási és befűvési térfogatáramok, illetve nyomásvesztések alapján:

- Helyiség hőmérséklet télen: 22 °C;
- Helyiség hőmérséklet nyáron: 24 °C;
- Relatív nedvesség tartalom télen: 45 %;
- Relatív nedvesség tartalom nyáron: 50 %;
- Összes befűjt levegő térfogatárama:  $5100 \left[ \frac{m^3}{h} \right]$ ;
- Összes elszívott levegő térfogatárama:  $5100 \left[ \frac{m^3}{h} \right]$ ;
- Befűvő légtechnikai hálózat nyomásesése: 250 [Pa];
- Elszívó légtechnikai hálózat nyomásesése: 200 [Pa]

A méretezett légkezelő adatlapját a 21. számú melléklet tartalmazza.

## 5. Eredmények, következtetések, javaslatok

Dolgozatomban egy szállodaépület fűtési-, hűtési- és légtechnikai rendszerének épületgépészeti tervezését végeztem el.

A vizsgált épület fűtési- és hűtési teljesítményszükséglete jelentősen magasabb, mint egy hasonló méretű épülettől a vonatkozó szabványok betartása mellett az elvárható lenne. Ennek az az oka, hogy egy műemléki épületről beszélünk, melynek külső határoló szerkezeteire (külső falak) műemlékvédelmi okokból nem kerülhet hőszigetelés. Ennek ellenére a tervezett rendszerek teljes mértékben alkalmasak a szállodaépület fűtési- és hűtési igényeinek ellátására; és az alapvető szellőztetésre vonatkozó elvárásokat is teljesítik.

További nehézségeket okozott, hogy a megrendelői kívánságok teljesítése érdekében a szállodaszobák alapterületét és darabszámát a tervezési folyamat során nem lehetett csökkenteni a gépészeti aknák javára, így igen kis hely állt rendelkezésünkre a gépészeti vezetékeink és légcsatornáink számára. Ahhoz, hogy ezt áthidaljuk különböző kompromisszumokat kellett hoznunk a légtechnikai rendszerrel kapcsolatban, azonban azt gondolom, hogy így is egy működőképes, megfelelő belső levegőminőséget biztosító koncepciót sikerült kidolgoznom.

Szerintem a dolgozatomban egy jó demonstrációja annak, hogy a szokásos tervezési lépések végrehajtása mellett milyen módon tudunk alkalmazkodni a különböző felmerülő tervezési nehézségekhez, miközben a megrendelői elvárásoknak és a kapcsolódó előírásoknak, szabványoknak és rendeleteknek is eleget teszünk.

A tervezett rendszerek megfelelő működéséhez elengedhetetlen a tervek szerint történő, megfelelő kivitelezés; a hőellátó és légtechnikai hálózatok hidraulikai beszabályozása; és a tervezett rendszer összehangolt működését biztosító épületautomatikai rendszer kiépítése. A rendszer kiépülését követően az épületüzemeltetésre is nagy hangsúlyt kell fektetni ahhoz, hogy a rendszer zavartalanul, a lehető legjobb energiahatékonysággal tudjon működni.

A tervezett légtechnikai rendszerrel kapcsolatban azt javasolnám, hogy a rendszer komfortszintjének növelése érdekében a koncepcionálisan megadott műszaki tartalmat érdemes lehet újra gondolni. Megrendelői beleegyezés esetén a szállodaszobák szellőztetését friss levegő befúvással egészíteném ki a 4.5.1.-es pontban felvázolt lehetőségek valamelyikét megvalósítva. Ez természetesen azzal jár, hogy a gépészeti aknák méretét növelni kell vagy újabb aknák elhelyezését kell eszközölni, azonban nagyban hozzájárulna a rendszer energiahatékonyságához és a vendégek komfortérzetéhez.

## Összefoglalás

Dolgozatomban egy szállodaépület fűtési-, hűtési- és légtechnikai rendszerének épületgépész terveit készítettem el a tervezési folyamat részletes dokumentálásával.

Először is egy szakirodalmi feldolgozás keretein belül áttekintettem néhány, az energiahatékony épületgépészeti rendszerek tervezéséhez köthető tudományos munkát, és bemutattam az ezekben található főbb gondolatokat, melyek a tervezési feladatom során is iránymutatást adhatnak. Elemeztem az épületek környezetre gyakorolt hatását, illetve azt is, hogy az épületgépészeti rendszereknek milyen szerepe van ebben és megvizsgáltam, hogy milyen gépészeti beavatkozásokkal, megoldásokkal tudjuk csökkenteni a környezetterhelést.

Ezt követően ismertettem néhány, a szállodaépületekben gyakran alkalmazott fűtési és hűtési megoldást, kiemelt hangsúlyt fektetve azok energiahatékonyására. Részleteztem a különböző hőtermelők és hőleadók sajátos tulajdonságait és működését, majd kitértem a hőtermelő berendezések bivalens üzemének előnyeire is.

Ismertettem a légtechnikai rendszerek legfőbb típusait és ezek alkalmazási lehetőségeit, illetve egy rövid leírást készítettem a légkezelő gépek működéséről és felépítéséről is. Megvizsgáltam, hogy milyen korszerű hővisszanyerési megoldásokat alkalmazhatunk légkezelőgépekben és hogy ezek milyen hatással vannak az épületek energiahatékonyására.

A tervezési feladatot az épület bemutatásával kezdtem, majd meghatároztam az épület helyiségeinek hőtechnikai terheléseit és hőigényeit. Ezt követően ismertettem az épületre választott fűtési és hűtési megoldásokat a hőtermelőktől haladva egészen a hőleadókig, majd a hőellátó rendszerhez készített kapcsolást is bemutattam. Az épületbe hőszivattyúból és egy kondenzációs kazánból álló bivalens rendszert terveztem. A rendszer csőhálózatának megtervezését követően elvégeztem a különböző alrendszerek hidraulikai méretezését, a szivattyúk kiválasztását, illetve minden egyéb, a fűtési rendszer részét képező berendezés méretezési és kiválasztási folyamatát is ismertettem.

A légtechnikai rendszer tervezését a szellőztetett helyiségek légmennyiség igényeinek meghatározásával kezdtem, majd leírtam és ismertettem a különböző rendeltetésű helyiségek tervezett légtechnikai kialakításait. Kiválasztottam és elhelyeztem az alkalmazni kívánt anemosztátokat, majd megterveztem a légcsatornahálózat nyomvonalát is. A hálózatban elhelyeztem minden további szükséges biztonsági és szabályzó berendezést, majd elvégeztem a befúvó és elszívó légcsatorna hálózatok hidraulikai méretezését. Ez alapján választottam ki a rendszer légkezelő gépét.

## Irodalomjegyzék

Agouzoul, A.; Tabaa, M.; Chegari, B.; Simeu, E.; Dandache, A.; Alami, K. (2021): Towards a Digital Twin model for Building Energy Management: Case of Morocco. *Procedia Computer Science*, 184, 404-410.

Aynur, N. T. (2010): Variable refrigerant flow systems: A review. *Energy & Buildings*, 42, 1106-1112.

Ázsoth T.; (2002): Kondenzációs kazánok. *Víz-, Gáz-, Fűtéstechnika és Hűtő-, Klíma-, Légtechnika szaklap*, 6, Utolsó megtekintés dátuma: 2025. 04. 02. forrás: <https://www.vgfszaklap.hu/lapszamok/2002/julius-augusztus/319-kondenzacios-kazanak>

Batov, E. I. (2015): The Distinctive Features of “Smart” Buildings. *Procedia Engineering*, 111, 103-107.

Both B.; Czétány L.; Goda R.; Magyar, T. (2022): *Légtechnikai rendszerek 1.* [Elektronikus kiad.] Budapest: Akadémiai Kiadó. Utolsó megtekintés dátuma: 2025. 04. 03. forrás: <https://mersz.hu/kiadvany/974/info/>

Cutler, D.; Dean, J.; Acosta, J.; Jones, D. (2014): Condensing Boilers Evaluation: Retrofit and New Construction Applications. *National Renewable Energy Laboratory*, Letöltés dátuma: 2025. 01. 20. forrás: <https://www.nrel.gov/docs/fy14osti/56402.pdf>

Csoknyai I.; Doholuczki T. (2013): *Több, mint hidraulika.* Budapest: Herz Armatúra Hungária Kft.

Dakheel, J. A.; Pero, C. D.; Aste, N.; Leonforte, F. (2011): Smart buildings features and key performance indicators: A review. *Sustainable Cities and Society*, 61, Paper 102328, 31 p. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102328>

Építési és Közlekedési Minisztérium (ÉKM) (2023): 9/2023. (V.25.) ÉKM rendelet az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról. *Magyar Közlöny*, 2023/79, Utolsó megtekintés dátuma: 2025. 04. 02. forrás: <https://njt.hu/jogszabaly/2023-9-20-8X>

Európai Unió (2013): A Bizottság 813/2013/EU rendelete (2013. augusztus 2.) a 2009/125/EK európai parlamenti és tanácsi irányelvnek a vízteres helyiségfűtő kazánokra és kombinált kazánokra vonatkozó környezetbarát tervezési követelmények tekintetében történő végrehajtásáról. *Az Európai Unió Hivatalos Lapja*, L 239, 136-161, Letöltés dátuma: 2025. 04. 01. forrás: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=CELEX:32013R0813>

Gökce, U. H.; Gökce, U. K. (2013): Holistic system architecture for energy efficient building operation, *Sustainable Cities and Society*, 6, 77-84.

Gönter M. (2009): Hűtőberendezések és hőszivattyúk energetikai jellemzői és minősítésük. *A Magyar Mérnöki Kamara Épületgépészeti Tagozatának lapja*, Utolsó megtekintés dátuma: 2025. 04. 02. forrás: <https://www.e-gepesz.hu/cikkek/1682-hutoberendezesek-es-hoszivattyuk-energetikai-jellemzoi-es-minositesuk>

Grassi, W. (2018): *Heat Pumps*. Berlin: Springer.

Hamdy, M.; Hasan, A.; Siren, K. (2011): Applying a multi-objective optimization approach for Design of low-emission cost-effective dwellings. *Building and Environment*, 46, 109-123.

Heeren, N.; Mutel, L. C.; Steubing, B.; Ostermeyer, Y.; Wallbaum, H.; Hellweg, S. (2015): Environmental Impact of Buildings - What Matters?. *Environmental Science & Technology*, 49(16), 9832-9841.

Homor M. (2012): Kazánmoduláció. *Víz-, Gáz-, Fűtéstechnika és Hűtő-, Klíma-, Légtechnika szaklap*, 9, Utolsó megtekintés dátuma: 2025. 04. 02. forrás: <https://www.vgfszaklap.hu/lapszamok/2012/szeptember/2487-kazanmodulacio>

Hong, T.; Langevim, J.; Sun, K. (2018): Building Simulation: Ten Challenges. *Building simulation*, 11, 871-898.

http1: Mesti Komplex Kft. honlapja. Letöltés dátuma: 2025. 01. 17. forrás: <https://mestikomplex.hu/futeskorszerusites/zart-egesteru-kondenzacios-keszulekek/>

http10: Hegedűs, R.: Hővisszanyerős szellőztetés ismertető dokumentum. Letöltés dátuma: 2025. 02. 27. Forrás: [http://www.sze.hu/~mgergo/EnergiatudatosEpulettervezes/02\\_KORABBI\\_HALLGATOI\\_MUNKAK/2014/01\\_feladat/hovisszanyeros\\_szelloztetes.pdf](http://www.sze.hu/~mgergo/EnergiatudatosEpulettervezes/02_KORABBI_HALLGATOI_MUNKAK/2014/01_feladat/hovisszanyeros_szelloztetes.pdf)

http11: Ezermester.hu honlapja: Forgódobos hőcserélőket leíró cikk. Letöltés dátuma: 2025. 02. 27. Forrás: [https://ezermester.hu/cikk-8945/Forgodobos\\_hocserelo](https://ezermester.hu/cikk-8945/Forgodobos_hocserelo)

http12: CleanErgon honlapjának leírása a hővisszanyerős rendszerekről. Letöltés dátuma: 2025. 03. 07. Forrás: <http://www.cleanergon.hu/tevekenysegeink-reszletek/hovisszanyero-rendszerek/>

http13: Viessmann tervezési segédlet. Letöltés dátuma: 2024. 12. 05. forrás: [https://viessmann-projektant.pl/baza-urzadzen/vitocal200s/pliki/4802421\\_1908\\_03\\_pl.pdf](https://viessmann-projektant.pl/baza-urzadzen/vitocal200s/pliki/4802421_1908_03_pl.pdf)

http14: Wilo-Select 5 szivattyú kiválasztó program. Letöltés dátuma: 2024. 12. 27. forrás: <https://select.wilo.com/SearchResult.aspx>

http15: Vigh Gellért Magyar Mérnöki Kamarai előadása az anemosztátokról. Letöltés dátuma: 2025. 02. 25. forrás: <https://hbmmk.hu/index.php?page=groupfiles&dir=szakmaianyagok/%C3%89p%C3%BCletg%C3%A9p%C3%A9szeti%20szakmai%20tov%C3%A1bbk%C3%A9pz%C3%A9sek%20anyagai>

http16: Lindab – LindQST kiválasztó program. Forrás: <https://www.lindqst.com/>

http17: Pipelife préskötéses acélcső rendszerének katalógusa. Letöltés dátuma: 2025. 03. 07. Forrás: <https://www.pipelife.hu/content/dam/pipelife/hungary/letoltések/épületgépészet/C-Press%20katalógus.pdf>

http2: Viessmann gázkazán katalógus. Letöltés dátuma: 2025. 01. 18. forrás: [https://www.viessmann-us.com/content/dam/public-brands/us/downloads/references/heating\\_with\\_gas.pdf](https://www.viessmann-us.com/content/dam/public-brands/us/downloads/references/heating_with_gas.pdf)

http3: SCRIBD honlapja. Letöltés dátuma: 2025. 01. 18. forrás: <https://www.scribd.com/document/617891531/H%C5%91szivattyuk>

http4: Gree lakossági split klíma katalógus. Letöltés dátuma: 2025. 02. 23. forrás: <https://gree-magyarorszag.hu/gree-lakossagi-katalogus/#1>

http5: Toshiba VRF technika ismertető lap. Letöltés dátuma: 2025. 02. 25. forrás: <https://www.toshiba-aircondition.com/hu/a-vrf-technika-reszletesen.html>

http6: Csoknyai Tamás: Bivalens hőtermelők című előadása. Letöltés dátuma: 2025. 02. 28. forrás: <https://fvmk.hu/epuletgepeszet/wp-content/uploads/2016/08/Csoknyai-T-Bivalens-hoftermelok.pdf>

http7: Aereco légbeeresztő berendezés ismertető lap. Letöltés dátuma: 2025. 02. 20. forrás: <https://www.aereco.hu/termek/legbevezetok/eha2-ear-eaf/>

http8: Helios KWL EcoVent Verso katalógus lap. Letöltés dátuma: 2025. 02. 20. forrás: [https://ecovent.helios.hu/wp-content/uploads/2020/11/kwl\\_ec\\_45\\_en\\_0320.pdf](https://ecovent.helios.hu/wp-content/uploads/2020/11/kwl_ec_45_en_0320.pdf)

http9: Airtecnicos gyártó honlapja. Letöltés dátuma: 2025. 02. 21. forrás: <https://www.airtecnicos.com/news/what-is-an-air-handling-unit-ahu>

Ionescu, C.; Baracu, T.; Vlad, G. E.; Necula, H.; Badea, A. (2015): The historical evolution of the energyefficient buildings, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 49, 243-253.

Jeckel J.; (2007): Kis kondenzációs gázkazánok. *Víz-, Gáz-, Fűtéstechnika és Hűtő-, Klíma-, Légtechnika szaklap*, 6, Utolsó megtekintés dátuma: 2025. 04. 02. forrás: <https://www.vgfszaklap.hu/lapszamok/2007/junius/1038-kis-kondenzacios-gazkazanok>

Jung, Y.; Kim, J.; Kim, H.; Nam, Y.; Cho, H.; Lee, H. (2021): Comprehensive multi-criteria evaluation of water source heat pump systems in terms of building type, water source, and water intake distance. *Energy & Buildings*, 236, Paper 110765 24 p, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.110765>

Kajtár L.; Kassai M. (2022): *Klímatechnika*. [Elektronikus kiad.] Budapest: Akadémiai Kiadó. [https://mersz.hu/dokumentum/m962kt\\_1/](https://mersz.hu/dokumentum/m962kt_1/)

Kim, K. M.; Baldini, L. (2016): Energy analysis of a decentralized ventilation system compared with centralized ventilation systems in European climates: Based on review of analyses. *Energy & Buildings*, 111, 423-433.

Komlós F.; Fodor Z.; Kapros Z.; Vaszil L. (2008): Hőszivattyúzás. Csináljuk jól! Energiahatékonysági sorozat, Letöltés dátuma: 2025. 02. 17. forrás: [https://real.mtak.hu/25849/1/hoszivattyu\\_komloskiadvany.pdf](https://real.mtak.hu/25849/1/hoszivattyu_komloskiadvany.pdf)

Lazzarin, R. M. (2021): The importance of the modulation ratio in the boilers installed in refurbished buildings. *Energy and Buildings*, 175, 43-50.

Magyar Szabványügyi Testület (MSZT) (2000): MSZ CR 1752:2000. *Épületek szellőztetése. Tervezési alapelvek és teljesítménykövetelmények az elfogadható beltéri levegőminőség biztosítására*. Budapest: MSZT.

Magyar Szabványügyi Testület (MSZT) (2007) MSZ EN 15251:2007. *Épületek energiahatékonysága. Épületek környezeti paramétereinek hatása az energiafelhasználásra. Belső környezet, hőkomfort, levegőminőség, megvilágítás és zaj*. Budapest: MSZT.

Men, Y.; Lio, X.; Zhang, T. (2021): Experimental and numerical analysis on heat and moisture recovery performance of enthalpy wheel with condensation. *Energy Conversion and Management*, 246, Paper 114683, 11 p, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2021.114683>

- Menyhárt J. (1990): *Légtechnikai rendszerek*. Budapest: Tankönyvkiadó Vállalat.
- Recknagel; Sprenger; Schramek (2000): *Fűtés- és klimatechnika 2000 I-II*. Budapest: Dialóg Campus.
- Reddick, C.; Sorin, M.; Bonhivers, J. C.; Laperle, D. (2020): Waste heat and renewable energy integration in buildings. *Energy & Buildings*, 211, Paper 109803, 15 p. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.109803>
- Schreier, U.; Krichensteiner, S. W.; Antony, F. (2009): *A hőszivattyú*. Budapest: Cser Könyvkiadó És Ker. Kft.
- Simone, M. D. & Fajilla, G. (2019): Occupant Behavior: A "New" Factor in Energy Performance of Buildings -Methods for Its Detection in Houses and in Offices. *Journal of World Architecture*, 2(2), Paper 26689, 8 p, DOI: [10.26689/jwa.v2i2.544](https://doi.org/10.26689/jwa.v2i2.544)
- Smidéliusz B. (2023): *Fűtési rendszerek*. Budapest: Műszaki Könyvkiadó.
- Stijepovic, Z. M.; Linke, P. (2011): Optimal waste heat recovery and reuse in industrial zones. *Energy*, 36, 4019-4031.
- Szabó L. G. (2020): *Fan-coil hűtési rendszerek tervezése*. Debrecen: Debreceni Egyetemi Kiadó.
- Tejani, A.; Toshniwal, V. (2023): Enhancing Urban Sustainability: Effective Strategies for Combining Renewable Energy with HVAC Systems. *ESP International Journal of Advancements in Science & Technology*, 1(1), 47-60.
- Thillo, V. L.; Verbeke, S.; Audenaert, A. (2022): The potential of building automation and control systems to lower the energy demand in residential buildings: A review of their performance and influencing parameters. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 158, 63-148.
- Vakiloroaya, V.; Samali, B.; Fakhar, A.; Pisghadam, K. (2014): A review of different strategies for HVAC energy saving, *Energy Conversion and Management*, 77, 738-754.
- Wallin, J.; Madani, H.; Claesson, J. (2012) Run-around coil ventilation heat recovery system: A comparative study between different system configurations. *Applied Energy*, 90, 258-265.

Zöld A.; Csokonyai T.; Horváth M.; Szalay Zs. (2019): *Az épületenergetika alapjai*.  
[Elektronikus kiad.] Budapest: Akadémiai Kiadó. Utolsó megtekintés dátuma: 2025. 04. 03.  
forrás: [https://mersz.hu/dokumentum/m514aea\\_1/](https://mersz.hu/dokumentum/m514aea_1/)

## NYILATKOZAT

### a diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Halasi Balázs  
A Hallgató Neptun kódja: CY2D00  
A dolgozat címe: Szállodaépület fűtési, hűtési és légtechnikai rendszerének tervezése  
A megjelenés éve: 2025  
A konzulens intézetének neve: Műszaki Intézet  
A konzulens tanszékének a neve: Épületgépészeti és Energetikai Tanszék

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

Ha a fenti nyilatkozattal valótlant 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 MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumába. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumában.

Kelt: Budapest, 2025. április 14.

  
Hallgató aláírása

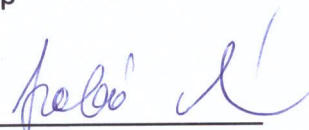
## NYILATKOZAT

Halasi Balázs (hallgató Neptun azonosítója: CY2D00) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A diplomadolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem

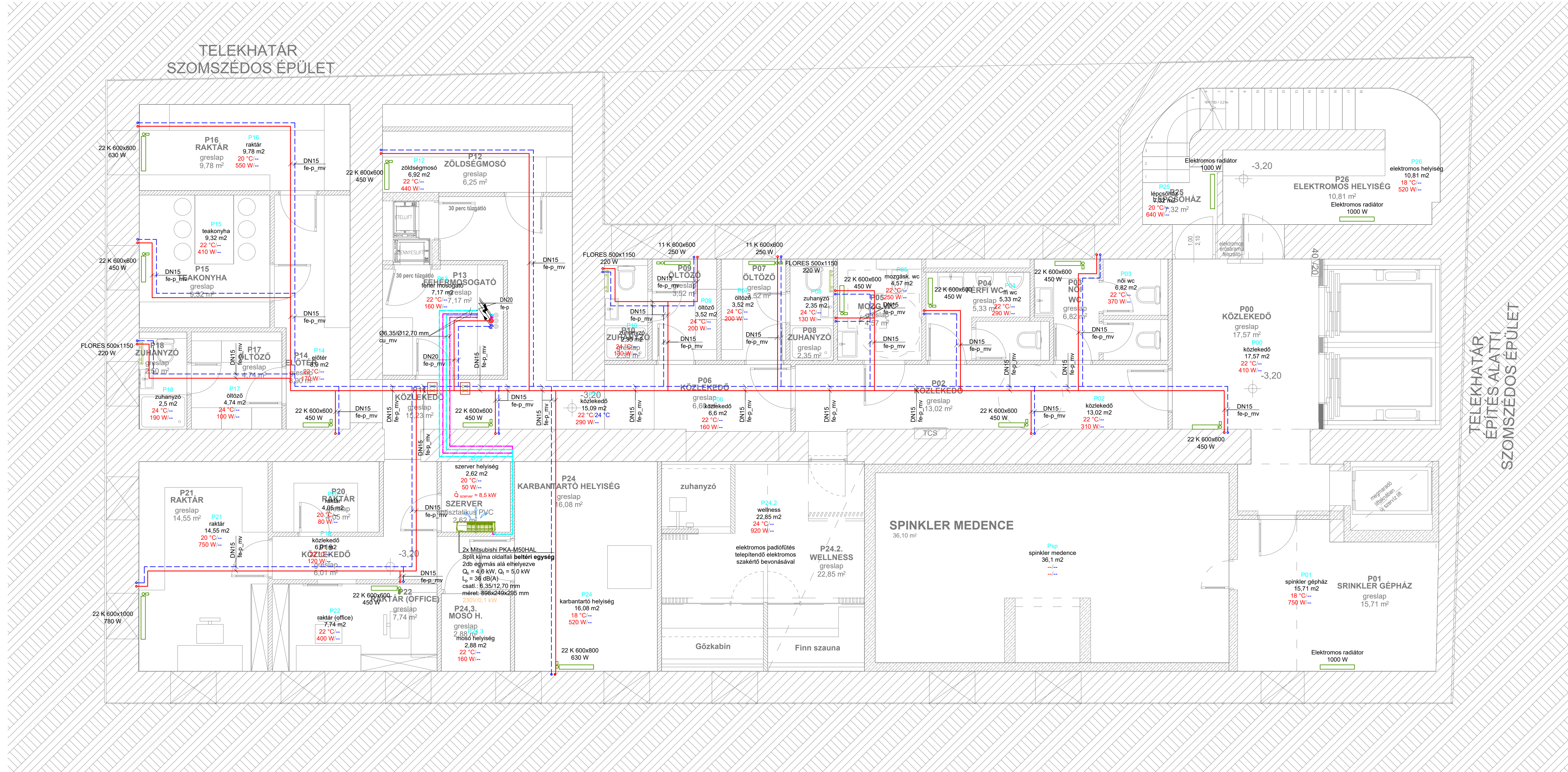
Kelt: 2025 év április hó 15 nap



belső konzulens

## **MELLÉKLETEK**

1. sz. melléklet: Fűtés-hűtés - Pincszint alaprajz



- JELMAGYARÁZAT** 1/1 oldal
- fűtési előremenő
  - - - fűtési visszatérő
  - hűtési előremenő
  - - - hűtési visszatérő
  - hűtési vezeték hűtőgáz számára
  - \*fe-p\* szénacél cső préskötésekkel
  - \*otr\* oxigéndiffúziómentes, ötrétegű műanyag csővezeték, gyári kötésekkel
  - \*Cu\* vörösréz csővezeték
  - \*SD\* hangcsillapított flexibilis légszatóma (SONODEC)
  - pillangós szelep
  - golyós elzáró
  - visszacsapó szelep, mérőcsonkos
  - visszacsapó szelep
  - szennyfogó szűrő
  - háromjáratú szabályzó szelep
  - szivattyú
  - együttes motoros szabályzó szelep
  - automata légtelenítő
  - biztonsági szelep
  - csődh mérő
  - nyomásmérő
  - hőmérséklet jeladó
  - szoba termosztát
  - ürítő szelep
  - avatatlanság ellen biztosított elzáró
  - revíziós nyílás
  - álmennyezeti perforáció
  - padlón vezetve
  - álmennyezetben vezetve
  - mennyezeten vezetve
  - alsó sík
  - csőtengely magasság

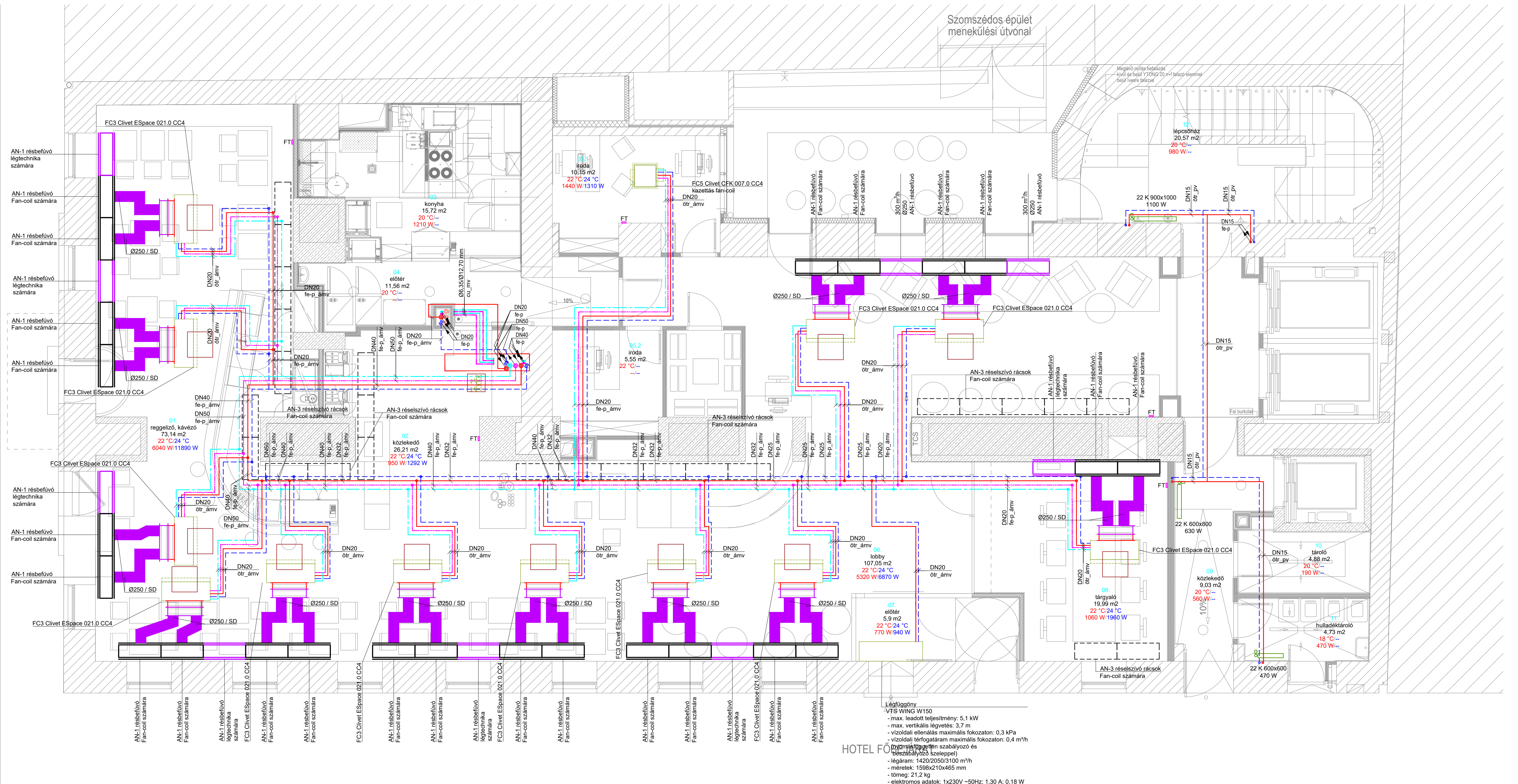
- CSŐVEZETÉK SZIGETELÉSE**  
( $\lambda=0,036$  W/mK hővezetési tényező esetén)
- fűtési vezetékek, szabadon szerelve:  
 - DN15-ig: 19mm-es zártcellás PE csőhéj  
 - DN20-DN32-ig: 13mm-es zártcellás PE csőhéj  
 - DN40-DN100-ig: belső átmérővel megegyező vastagságú szigetelés
- hűtési vezetékek, szabadon szerelve:  
 - DN100-ig 19mm-es zártcellás szigetelés  
 fűtési/hűtési vezetékek padlón vagy falhoronyban vezetve:  
 - átmérőtől függetlenül 4mm, PE szigetelés kaszított héjjal

- MEGJEGYZÉS**
- A Fan-coil szerelvényei a GFH-FCS függőleges csőterven láthatóak
  - Az elzáró szerelvények mérete mindig csőmérettel megegyező
  - A revíziós nyílásokat úgy kell elhelyezni, hogy azon keresztül a Fan-coil és annak szerelvényei karbantarthatóak és hozzáférhetőek legyenek

- ÁLTALÁNOS MEGJEGYZÉSEK**
- A rajzon feltüntetett méretek a helyszínen ellenőrizendőek!
  - Minden beépítésre kerülő berendezés beépítésénél a gyártó előírásai maradéktalanul betartandók.
  - Minden szaniter berendezési tárgy, csatlépcső és anemosztát, valamint látszó gépészeti berendezés színét és típusát az építész tervezővel, illetve a beruházóval rendelés előtt egyeztetni kell. Igény esetén mintadarab bemutatását is biztosítani kell.
  - A kivitelezés megkezdése előtt a szakági és generál vállalkozók minden esetben egyeztessék a szerelési sorrendet!
  - Az esetleges bontási munkáknál, utólagos fal és födémátörések készítésénél fokozott figyelmet kell fordítani azok kivitelezhetőségére! A bontási munkák megkezdése előtt jóvá kell hagyatni azokat a generál építésztervezővel. A jóváhagyást az építési naplónban rögzíteni kell.
  - A vízszigetelőtűzgátló födémeken és falakon történő csatlakozásokat vízzárótűzgátló módon kell kialakítani. (Tűzvédelmi vonatkozásban az érvényben lévő OTSZ előírásai mértékadó)

<p><b>Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem</b>                  Létesítménymérnök mesterképzési szak - Műszaki Intézet</p>		rajzszám: <b>GFH-1</b>
<p>Diplomadolgozat                  Szállodaépület fűtési, hűtési és légtechnikai rendszerének tervezése</p>		lépték: <b>1:50</b>
<p><b>Fűtés-hűtés - Pincszint alaprajz</b></p>		dátum: <b>2025.04.17.</b>
tervező: <b>Halasi Balázs</b>	konzulensek: <b>Dr. Szabó Márta</b> <b>Takács Gábor</b>	

2. sz. melléklet: Fűtés-hűtés - Földszint alaprajz



- JELMAGYARÁZAT 1/1 oldal**
- fűtési előremenő
  - fűtési visszatérő
  - hűtési előremenő
  - hűtési visszatérő
  - hűtési vezetek hűtőgáz számára
  - \*fe-p\* szénacél cső preskötésekkel
  - \*otr\* oxigéndiffúziómentes, ötrétegű műanyag csővezeték, gyári kötésekkel
  - \*Cu\* vörösréz csővezeték
  - \*SD\* légformázott kötésekkel hangcsillapított flexibilis légszatóma (SONODEC)
  - pillangós szelep
  - golyós elzáró
  - beszabályozó szelep, mérőcsonkos
  - visszacsapó szelep
  - szennyfogó szűrő
  - háromjártatú szabályozó szelep
  - egytűtű motoros szabályozó szelep
  - szvattyú
  - automata légtelenítő
  - biztonsági szelep
  - csődnövekedés
  - nyomásmérő
  - hőmérséklet jeladó
  - FT/ szoba termosztát
  - úritó szelep
  - avatatlan zárás ellen biztosított elzáró
  - revizós nyílás
  - álmennyzeti perforáció
  - pv padlóban vezetve
  - ámv álmennyzetben vezetve
  - mv mennyezeten vezetve
  - as alsó sík
  - tg csőtengely magasság

- CSŐVEZETÉK SZIGETELÉSE**  
( $\lambda=0,036$  W/mK hővezetési tényező esetén)
- fűtési vezetékek, szabadon szerelve:
- DN15-ig: 19mm-es zártcellás PE csőhéj
  - DN20-DN32-ig: 13mm-es zártcellás PE csőhéj
  - DN40-DN100-ig: belső átmérővel megegyező vastagságú szigetelés
- hűtési vezetékek, szabadon szerelve:
- DN100-ig 19mm-es zártcellás szigetelés
  - fűtési/hűtési vezetékek padlóban vagy falhoronyban vezetve: - átmérőitől függetlenül 4mm, PE szigetelés kaszított héjjal

- MEGJEGYZÉS**
- A Fan-coilok szerelvényei a GFH-FCS függőleges csőterében láthatók
  - Az elzáró szerelvények mérete mindig csőmérettel megegyező
  - A vizációs nyílásokat úgy kell elhelyezni, hogy azon keresztül a Fan-coil és annak szerelvényei karbantarthatók és hozzáférhetőek legyenek

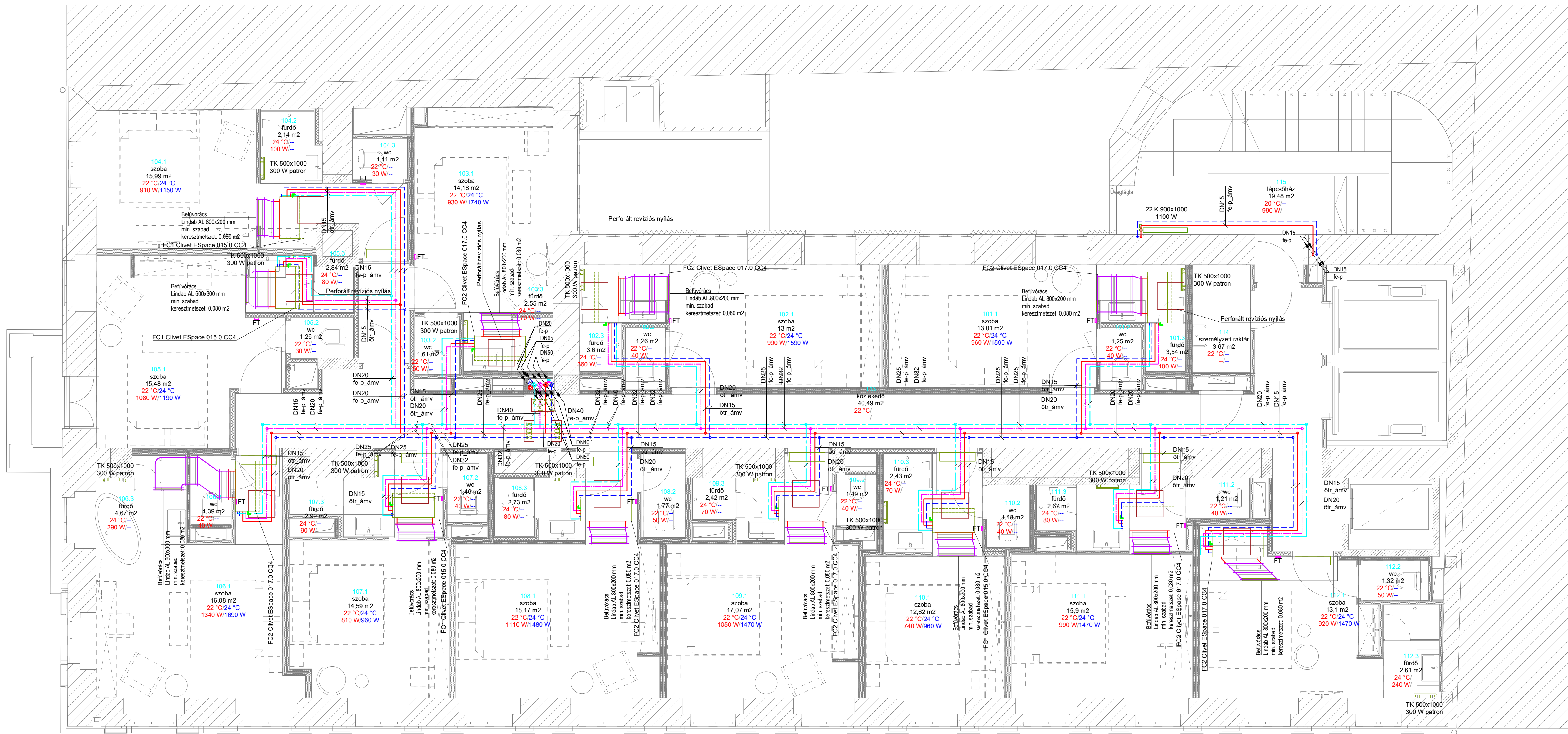
- ÁLTALÁNOS MEGJEGYZÉSEK**
- A rajzon feltüntetett méretek a helyszínen ellenőrizendőek!
  - Minden beépítésre kerülő berendezés beépítését a gyártó előírásai maradéktalanul betartandók.
  - Minden szaniter berendezési tárgy, csatlételek és anemosztát, valamint látszó gépészeti berendezés szintét és típusát az építész tervezővel, illetve a beruházóval rendelés előtt egyeztetni kell, igény esetén mintadarab bemutatását is biztosítani kell.
  - A kivitelezés megkezdése előtt a szakági és generál vállalkozók minden esetben egyeztessék a szerelési sorrendet!
  - Az esetleges bontási munkáknál, utólagos fal és fűdémátörések készítésénél fokozott figyelmet kell fordítani azok kivitelezhetőségére! A bontási munkák megkezdése előtt jóvá kell hagyatni azokat a generál építészvezetővel. A jóváhagyást az építési naplóban rögzíteni kell.
  - A vízszigetelés/hűtőgáz/hűtőgáz módor kell kialakítani. (Tűzvédelmi vonatkozásban az érvényben lévő OTSZ előírásai mértékadó)

<p><b>Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem</b>                  Létesítménymérnök mesterképzési szak - Műszaki Intézet</p>		rajzszám: <b>GFH-2</b>
<p><b>Diplomadolgozat</b>                  Szállodaépület fűtési, hűtési és légtechnikai rendszerének tervezése</p>		lépték: <b>1:50</b>
<p><b>Fűtés-hűtés - Földszint alaprajz</b></p>		dátum: <b>2025.04.17.</b>
tervező: <b>Halasi Balázs</b>	konzulensek: <b>Dr. Szabó Márta                  Takács Gábor</b>	

**HOTEL FŐ**

Légtűgyőző  
 VTS WING W150  
 - max. leadott teljesítmény: 5.1 kW  
 - max. vertikális lévelés: 3.7 m  
 - vízoldali ellenállás maximális fokozaton: 0.3 kPa  
 - vízoldali térfogatáram maximális fokozaton: 0.4 m<sup>3</sup>/h  
 - szabályozó szeleppel  
 - légáram: 1420/2050/3100 m<sup>3</sup>/h  
 - méretek: 1598x210x485 mm  
 - tömeg: 21.2 kg  
 - elektromos adatok: 1x230V ~50Hz; 1,30 A; 0,18 W

3. sz. melléklet: Fűtés-hűtés - 1. emelet alaprajz



- JELMAGYARÁZAT 1/1 oldal**
- fűtési előremenő
  - - - fűtési visszatérő
  - hűtési előremenő
  - - - hűtési visszatérő
  - hűtési vezetek hűtőgáz számára
  - \*fe-p\* szénacél cső preskötésekkel
  - \*otr\* oxigén diffúziómentes, ötrétegű műanyag csővezeték, gyári kötésekkel
  - \*Cu\* vöröseroz csővezeték
  - \*SD\* hangcsillapított flexibilis légcsatorna (SONODEC)
  - pillangós szelep
  - golyós elzáró
  - szabályozó szelep, mérőcsonkos
  - visszacsapó szelep
  - szennyfogó szűrő
  - háromjártatú szabályozó szelep
  - együttes motoros szabályozó szelep
  - szvattyú
  - automata légtelenítő
  - biztonsági szelep
  - csőhőmérő
  - nyomásmérő
  - hőmérséklet jeladó
  - szoba termosztát
  - ürítő szelep
  - avatatlán zárás ellen biztosított elzáró
  - revíziós nyílás
  - állmenyezeti perforáció
  - pv padlóban vezetve
  - ámv állmenyezeten vezetve
  - mv mennyezeten vezetve
  - as alsó sík
  - tg csőtengely magasság

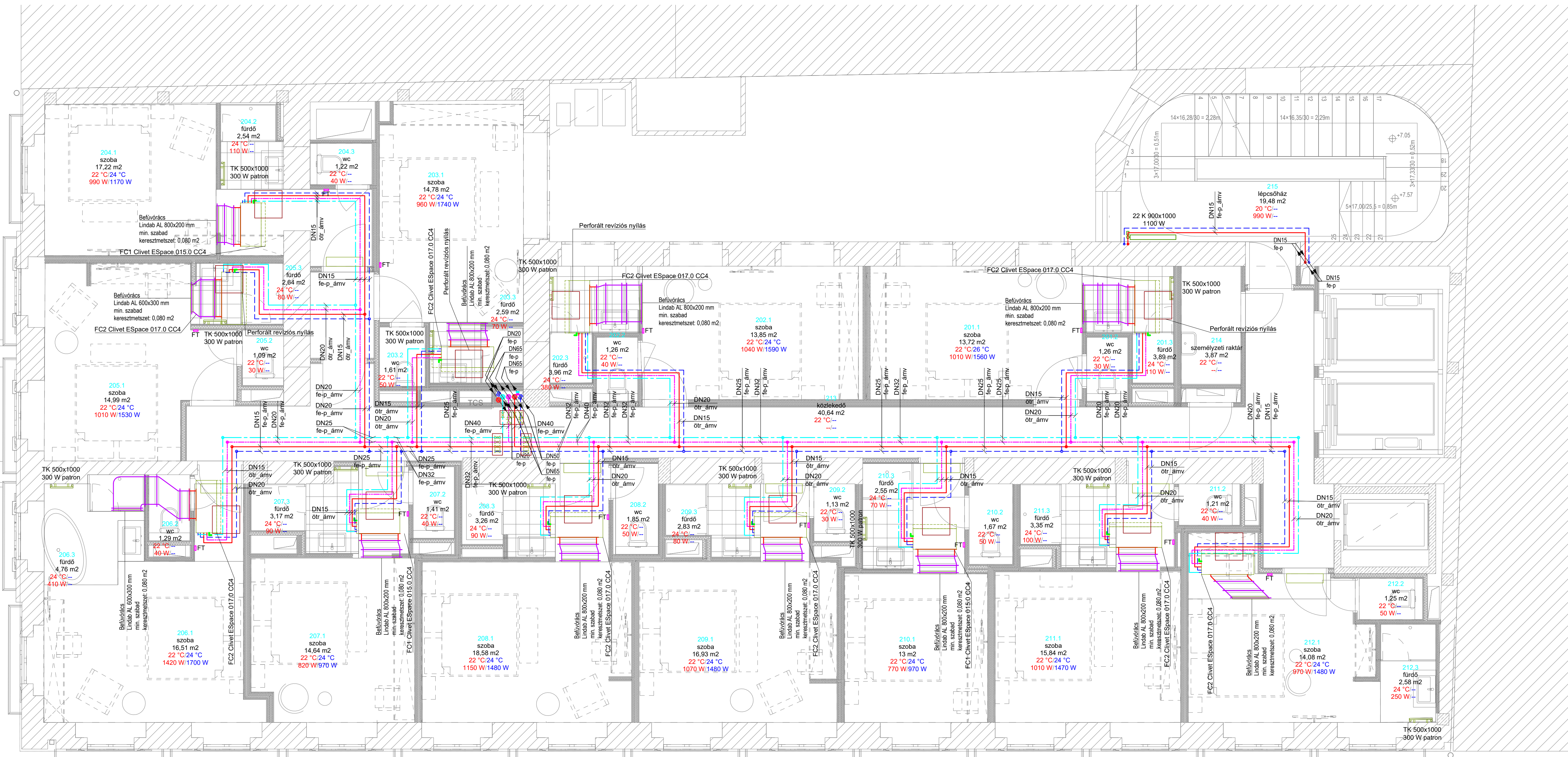
- CSŐVEZETÉKEK SZIGETELÉSE**  
( $\lambda=0,036$  W/mK hővezetési tényező esetén)
- fűtési vezetékek, szabadon szerelve:  
 - DN15-ig: 19mm-es zártcellás PE csőhéj  
 - DN20-DN32-ig: 13mm-es zártcellás PE csőhéj  
 - DN40-DN100-ig: belső átmérővel megegyező vastagságú szigetelés
- hűtési vezetékek, szabadon szerelve:  
 - DN100-ig 19mm-es zártcellás szigetelés  
 fűtési/hűtési vezetékek padlóban vagy falhoronyban vezetve:  
 - átmérőtől függetlenül 4mm, PE szigetelés kaszított héjjal

- MEGJEGYZÉS**
- A Fan-coilok szerelvényei a GFH-FCS függőleges csőterven láthatóak
  - Az alábbi szerelvények mérete mindig csömérettel megegyező
  - A revíziós nyílásokat úgy kell elhelyezni, hogy azok keresztül a Fan-coil és annak szerelvényei karbantarthatók és hozzáférhetőek legyenek

- ÁLTALÁNOS MEGJEGYZÉSEK**
- A rajzon feltüntetett méretek a helyszínen ellenőrizendőek!
  - Minden beépítésre kerülő berendezés beépítését a gyártó előírásai maradéktalanul betartandók.
  - Minden szaniter berendezési tárgy, csatlételek és anemosztát, valamint látszó gépezeti berendezés szintét és típusát az építész tervezővel, illetve a beruházóval rendelés előtt egyeztetni kell. Igény esetén mintadarab bemutatását is biztosítani kell.
  - A kivitelezés megkezdése előtt a szakági és generál vállalkozók minden esetben egyeztessék a szerelési sorrendet!
  - Az esetleges bontási munkáknál, utólagos fal és fűdémfűtőrések készítésénél fokozott figyelmet kell fordítani azok kivitelezhetőségére! A bontási munkák megkezdése előtt jóvá kell hagyni azokat a generál építésztervvel. A jóváhagyást az építési naplóban rögzíteni kell.
  - A vízszigetelő/hűtőgázoló fűdémeken és falakon történő csatlételeket vízszűrő/hűtőgázoló módon kell kialakítani. (Tűzvédelmi vonatkozásban az érvényben lévő OTSZ előírásai mértékadó)

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem		rajtszám:
Létesítménymérnök mesterképzési szak - Műszaki Intézet		GFH-3
Diplomadolgozat		lépték:
Szállodaépület fűtési, hűtési és légtechnikai rendszerének tervezése		1:50
Fűtés-hűtés - 1. emelet alaprajz		dátum:
		2025.04.17.
tervező:	Halasi Balázs	konzulensek:
		Dr. Szabó Márta Takács Gábor

4. sz. melléklet: Fűtés-hűtés - 2. emelet alaprajz



- JELMAGYARÁZAT 1/1 oldal**
- fűtési előremenő
  - fűtési visszatérő
  - hűtési előremenő
  - hűtési visszatérő
  - hűtési vezetek hűtőgáz számára
  - "fe-p" szénacél cső préskötésekkel
  - "otr" oxigéndiffúziómentes, ötrétegű műanyag csővezeték, gyári kötésekkel
  - "Cu" vörösréz csővezeték
  - "SD" hangcsillapított flexibilis légcsatorna (SONODEC)
  - pillangó szelep
  - golyós elzáró
  - beszabályozó szelep, mérőcsonkos
  - visszacsapó szelep
  - szennyfogó szűrő
  - háromjártú szabályozó szelep
  - egytű motoros szabályozó szelep
  - szvartű
  - automata légtelenítő
  - biztonsági szelep
  - csőhőmérő
  - nyomásmérő
  - hőmérséklet jeladó
  - szoba termosztát
  - úrtó szelep
  - avatatlán zárás ellen biztosított elzáró
  - revíziós nyílás
  - álmennyezeti perforáció
  - padlóban vezetve
  - álmennyezeten vezetve
  - mennyezeten vezetve
  - alsó sík
  - csőtengely magasság

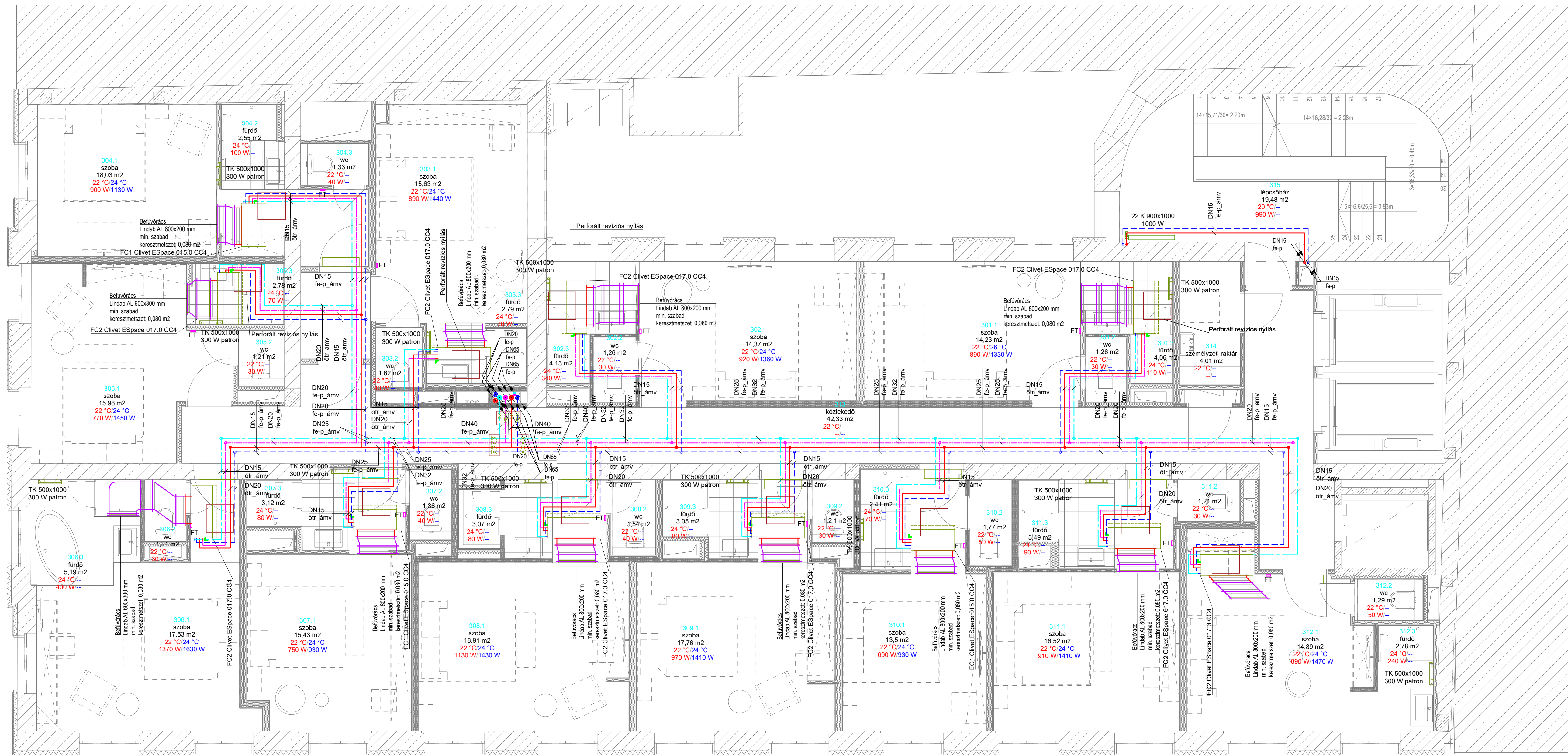
- CSŐVEZETÉKEK SZIGETELÉSE**  
( $\lambda=0,036$  W/mK hővezetési tényező esetén)
- fűtési vezetékek, szabadon szerelve:  
 - DN15-ig: 19mm-es zártcellás PE csőhéj  
 - DN20-DN32-ig: 13mm-es zártcellás PE csőhéj  
 - DN40-DN100-ig: belső átmérővel megegyező vastagságú szigetelés
- hűtési vezetékek, szabadon szerelve:  
 - DN100-ig 19mm-es zártcellás szigetelés  
 fűtési/hűtési vezetékek padlóban vagy falhoronyban vezetve:  
 - átmérőtől függetlenül 4mm, PE szigetelés kaszított héjjal

- MEGJEGYZÉS**
- A Fan-coilok szerelvényei a GFH-FCS függőleges csőterven láthatóak
  - Az elzáró szerelvények mérete mindig csömérettel megegyező
  - A revíziós nyílásokat úgy kell elhelyezni, hogy azon keresztül a Fan-coil és annak szerelvényei karbantarthatóak és hozzáférhetőek legyenek

- ÁLTALÁNOS MEGJEGYZÉSEK**
- A rajzon feltüntetett méretek a helyszínen ellenőrizendőek!
  - Minden beépítésre kerülő berendezés beépítését a gyártó előírásai maradéktalanul betartandók.
  - Minden szaniter berendezési tárgy, csatlételep és anemosztát, valamint látszó gépezeti berendezés színét és típusát az építész tervezővel, illetve a beruházóval rendelés előtt egyeztetni kell. Igény esetén mintadarab bemutatását is biztosítani kell.
  - A kivitelezés megkezdése előtt a szakági és generál vállalkozók minden esetben egyeztessék a szerelési sordereit!
  - Az esetleges bontási munkáknál, utólagos fal és födémfátörések készítésénél fokozott figyelmet kell fordítani azok kivitelezhetőségére! A bontási munkák megkezdése előtt jóvá kell hagyni azokat a generál építésztervezővel. A jóváhagyást az építési naplóban rögzíteni kell.
  - A vízszigetelőhűtőgázos földemeken és falakon történő csatlételek vízszigetelőhűtőgázos módon kell kialakítani. (Tűzvédelmi vonatkozásban az érvényben lévő OTSZ előírásai mértéktadó)

<p><b>Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem</b>                  Létesítménymérnök mesterképzési szak - Műszaki Intézet</p>		rajzszám: <b>GFH-4</b>
<p><b>Diplomadolgozat</b>                  Szállodaépület fűtési, hűtési és légtechnikai rendszerének tervezése</p>		lépték: <b>1:50</b>
<p style="text-align: center;"><b>Fűtés-hűtés - 2. emelet alaprajz</b></p>		dátum: <b>2025.04.17.</b>
tervező: Halasi Balázs	konzulensek: Dr. Szabó Márta Takács Gábor	

5. sz. melléklet: Fűtés-hűtés - 3. emelet alaprajz



- JELMAGYARÁZAT 1/1 oldal**
- fűtési előremenő
  - fűtési visszatérő
  - hűtési előremenő
  - hűtési visszatérő
  - hűtési vezetek hűtőgáz számára
  - \*fe-p\* szénacél cső preskötésekkel
  - \*otr\* oxigén diffúziómentes, ötrétegű műanyag csővezeték, gyári kötésekkel
  - \*Cu\* vöröserős csővezeték
  - \*SD\* hangcsillapított kötésekkel
  - pillangós szelep
  - golyós elzáró
  - beszabályozó szelep, mérőcsonkos
  - visszacsapós szelep
  - szennyfogó szűrő
  - háromjártatú szabályozó szelep
  - együttes motoros szabályozó szelep
  - szvattyú
  - automata légtelenítő
  - biztonsági szelep
  - csődhőmérő
  - nyomásmérő
  - hőmérséklet jeladó
  - szoba termosztát
  - üritő szelep
  - avatatlan zárás ellen biztosított elzáró
  - revíziós nyílás
  - álmennyezeti perforáció
  - pv padlóban vezetve
  - álmennyezetben vezetve
  - mv mennyezeten vezetve
  - as alsó sík
  - tg csőtengely magasság

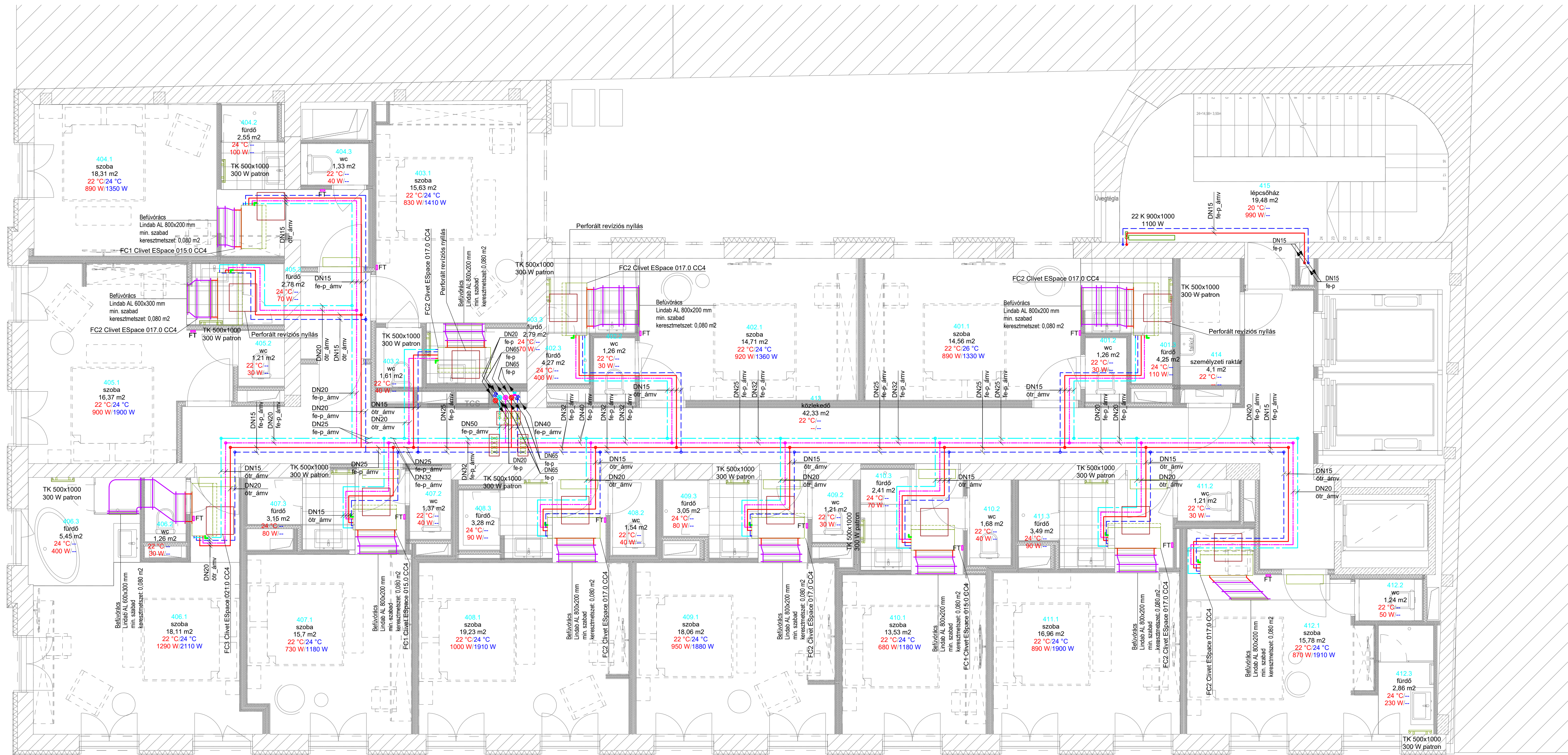
- CSŐVEZETÉKEK SZIGETELÉSE**  
(λ=0,036 W/mK hővezetési tényező esetén)
- fűtési vezetékek, szabadon szerelve:
  - DN15-ig: 19mm-es zártcellás PE csőhéj
  - DN20-DN32-ig: 13mm-es zártcellás PE csőhéj
  - DN40-DN100-ig: belső átmérővel megegyező vastagságú szigetelés
  - hűtési vezetékek, szabadon szerelve:
  - DN100-ig 19mm-es zártcellás szigetelés
  - fűtési/hűtési vezetékek padlóban vagy falhoronyban vezetve:
  - átmérőtől függetlenül 4mm, PE szigetelés kaszított héjjal

- MEGJEGYZÉS**
- A Fan-coilok szerelvényei a GFH-FC5 függőleges csőtörven láthatóak
  - Az elzáró szerelvények mérete mindig csömérettel megegyező
  - A revíziós nyílásokat úgy kell elhelyezni, hogy azon keresztül a Fan-coil és annak szerelvényei karbantarthatóak és hozzáférhetőek legyenek

- ÁLTALÁNOS MEGJEGYZÉSEK**
- A rajzon feltüntetett méretek a helyszínen ellenőrizendőek!
  - Minden beépítésre kerülő berendezés beépítésénél a gyártó előírásai maradéktalanul betartandók.
  - Minden szaniter berendezési tárgy, csatlételep és anemosztát, valamint látszó gépezeti berendezés színét és típusát az építész tervezővel, illetve a beruházóval rendelés előtt egyeztetni kell. Igény esetén mintadarab bemutatását is biztosítani kell.
  - A kivitelezés megkezdése előtt a szakági és generál vállalkozók minden esetben egyeztessenek a szerelési sorrendről!
  - Az esetleges bontási munkáknál, utólagos fal és fűdémátörések készítésénél fokozott figyelmet kell fordítani azok kivitelezhetőségére! A bontási munkák megkezdése előtt jóvát kell hagyni azokat a generál építésztervezővel. A jóváhagyást az építési naplóban rögzíteni kell.
  - A vízszigetelőhűtőgázó fűdémeken és falakon történő csatlácsolásokat vízszigetelő módon kell kialakítani. (Tűzvédelmi vonatkozásban az érvényben lévő OTSZ előírásai mértékadóak!)

<p><b>Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem</b>                  Létesítménymérnök mesterképzési szak - Műszaki Intézet</p>		rajzszám: <b>GFH-5</b>
<p><b>Diplomadolgozat</b>                  Szállodaépület fűtési, hűtési és légtechnikai rendszerének tervezése</p>		lépték: <b>1:50</b>
<p><b>Fűtés-hűtés - 3. emelet alaprajz</b></p>		dátum: <b>2025.04.17.</b>
tervező: <b>Halasi Balázs</b>	konzulensek: <b>Dr. Szabó Márta</b> <b>Takács Gábor</b>	

6. sz. melléklet: Fűtés-hűtés - 4. emelet alaprajz



- JELMAGYARÁZAT 1/1 oldal**
- fűtési előremenő
  - fűtési visszatérő
  - hűtési előremenő
  - hűtési visszatérő
  - hűtési vezetek hűtőgáz számára
- "fe-p"** szénacél cső préskötésekkel  
**"otr"** csőgondifúzómentes, ötrétegű műanyag csővezeték, gyári kötésekkel  
**"Cu"** vörösréz csővezeték  
**"SD"** légycsapó csővezeték
- pillangós szelep
  - golyós elzáró
  - visszacsapós szelep
  - szennyfogó szűrő
  - háromjártatú szabályzó szelep
  - együttes motoros szabályzó szelep
  - szattyú
  - automata légtelenítő
  - biztonsági szelep
  - csőhőmérő
  - nyomásmérő
  - hőmérséklet jeladó
  - szoba termosztát
  - ürítő szelep
  - avatatlán zárás ellen biztosított elzáró
  - revíziós nyílás
  - álmennyezeti perforáció
- FC1** Clivet Espace 015.0 CC4 Légcsatornáható Fan-coil  
 $Q_{he} = 1,12 \text{ kW}$   
 $Q_{hu} = 1,28 \text{ kW}$   
 $d_{p1} = 4,4 \text{ kPa}$ ;  $d_{p2} = 1 \text{ kPa}$   
 Légáramlás (max/köz/min): 444/351/206 m<sup>3</sup>/h  
 Hangnyomás szint (max/min): 43/33 dB(A)  
 Méretek (hossz. x mag. x mély.): 945x450x215 mm  
 Tömeg: 22 kg  
 Elektromos adatok: 230V~/150 Hz, P<sub>max</sub>=75 W
- FC2** Clivet Espace 017.0 CC4 Légcsatornáható Fan-coil  
 $Q_{he} = 1,89 \text{ kW}$   
 $Q_{hu} = 1,95 \text{ kW}$   
 $d_{p1} = 11,1 \text{ kPa}$ ;  $d_{p2} = 1,6 \text{ kPa}$   
 Légáramlás (max/köz/min): 666/560/378 m<sup>3</sup>/h  
 Hangnyomás szint (max/min): 49/40 dB(A)  
 Méretek (hossz. x mag. x mély.): 1145x450x215 mm  
 Tömeg: 25 kg  
 Elektromos adatok: 230V~/150 Hz, P<sub>max</sub>=145 W
- FC3** Clivet Espace 021.0 CC4 Légcsatornáható Fan-coil  
 $Q_{he} = 2,10 \text{ kW}$   
 $Q_{hu} = 1,99 \text{ kW}$   
 $d_{p1} = 11,7 \text{ kPa}$ ;  $d_{p2} = 1,6 \text{ kPa}$   
 Légáramlás (max/köz/min): 693/583/393 m<sup>3</sup>/h  
 Hangnyomás szint (max/min): 51/41 dB(A)  
 Méretek (hossz. x mag. x mély.): 1145x450x215 mm  
 Tömeg: 26 kg  
 Elektromos adatok: 230V~/150 Hz, P<sub>max</sub>=145 W
- FC4** Clivet Espace 031.0 CC4 Légcsatornáható Fan-coil  
 $Q_{he} = 3,12 \text{ kW}$   
 $Q_{hu} = 2,80 \text{ kW}$   
 $d_{p1} = 14,6 \text{ kPa}$ ;  $d_{p2} = 2,4 \text{ kPa}$   
 Légáramlás (max/köz/min): 937/861/637 m<sup>3</sup>/h  
 Hangnyomás szint (max/min): 55/46 dB(A)  
 Méretek (hossz. x mag. x mély.): 1345x450x215 mm  
 Tömeg: 30 kg  
 Elektromos adatok: 230V~/150 Hz, P<sub>max</sub>=175 W
- FC5** Clivet Espace CFK007.0 CC4 Kazettás Fan-coil  
 $Q_{he} = 2,49 \text{ kW}$   
 $Q_{hu} = 2,35 \text{ kW}$   
 $d_{p1} = 16,3 \text{ kPa}$ ;  $d_{p2} = 10 \text{ kPa}$   
 Légáramlás (max/köz/min): 535/429/322 m<sup>3</sup>/h  
 Hangnyomás szint (max/min): 51/39 dB(A)  
 Méretek (hossz. x mag. x mély.): 575x261x575 mm  
 Tömeg: 16,5 kg  
 Elektromos adatok: 230V~/150 Hz, P<sub>max</sub>=115 W

**CSŐVEZETÉK SZIGETELÉSE**  
 (λ=0,036 W/mK hővezetési tényező esetén)

fűtési vezetékek, szabadon szerelve:  
 - DN15-ig: 19mm-es zártcellás PE csőhéj  
 - DN20-DN32-ig: 13mm-es zártcellás PE csőhéj  
 - DN40-DN100-ig: belső átmérővel megegyező vastagságú szigetelés

hűtési vezetékek, szabadon szerelve:  
 - DN100-ig 19mm-es zártcellás szigetelés  
 fűtési/hűtési vezetékek padlóban vagy falhoronyban vezetve:  
 - átmérőtől függetlenül 4mm, PE szigetelés kaszított héjjal

**MEGJEGYZÉS**

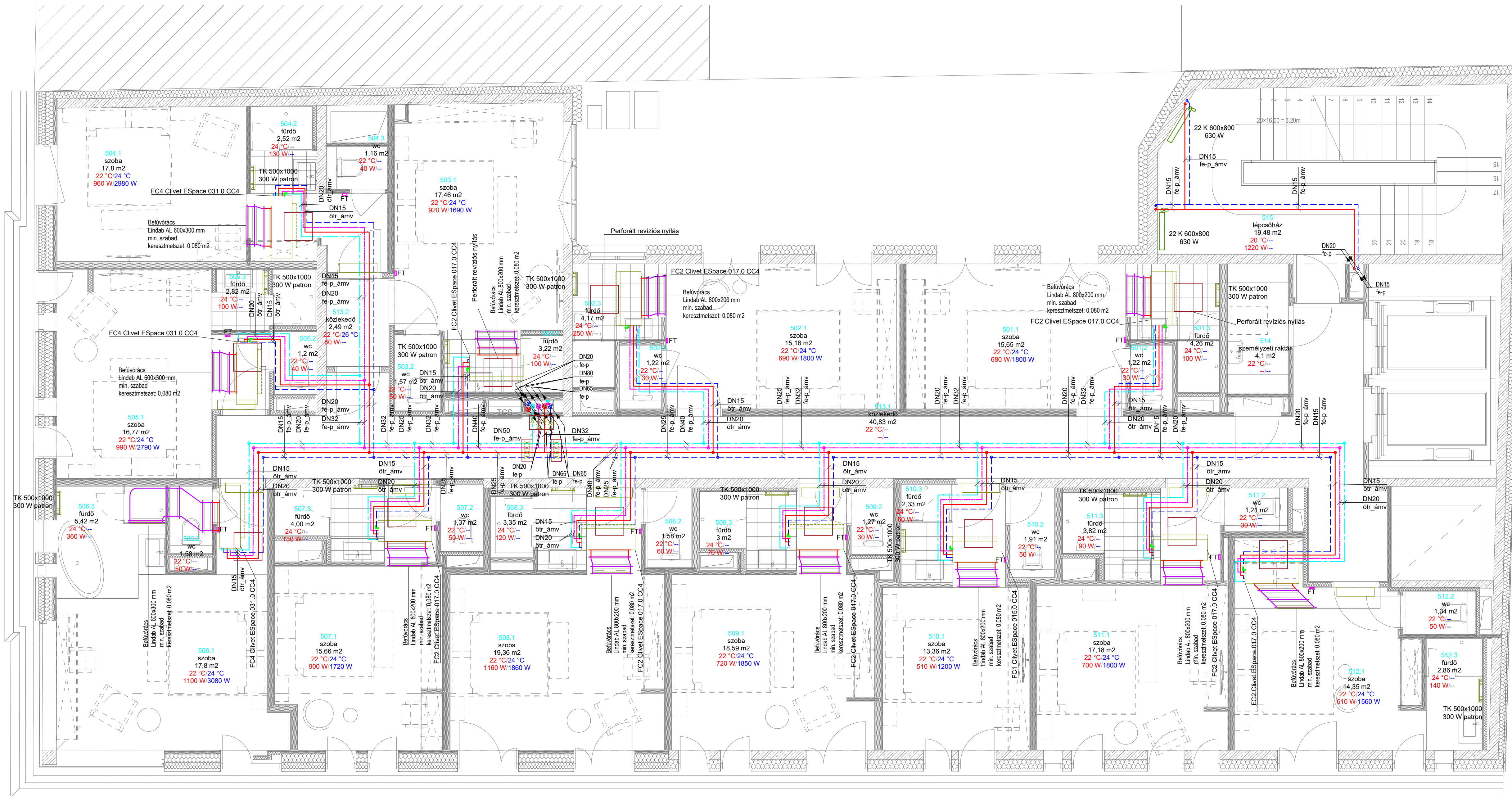
- A Fan-coilok szerelvényei a GFH-FC5 függőleges csőterven láthatóak
- Az elzáró szerelvények mérete mindig csőmérettel megegyező
- A revíziós nyílásokat úgy kell elhelyezni, hogy azon keresztül a Fan-coil és annak szerelvényei karbantarthatóak és hozzáférhetőek legyenek

**ÁLTALÁNOS MEGJEGYZÉSEK**

- A rajzon feltüntetett méretek a helyszínen ellenőrzendőek!
- Minden beépítésre kerülő berendezés beépítését a gyártó előírásai maradéktalanul betartandók.
- Minden szaniter berendezési tárgy, csatlépcs és anemosztát, valamint látszó gépezeti berendezés szintét és típusát az építész tervezővel, illetve a beruházóval rendelés előtt egyeztetni kell. Igény esetén mintadarab bemutatását is biztosítani kell.
- A kivitelezés megkezdése előtt a szakági és generál vállalkozók minden esetben egyeztessenek a szerelési sorrendről!
- Az esetleges bontási munkáknál, utólagos fal és fűdémátörések készítésénél fokozott figyelmet kell fordítani azok kivitelezhetőségére! A bontási munkák megkezdése előtt jóvá kell hagyatni azokat a generál építésztervezővel. A jóváhagyást az építési naplóban rögzíteni kell.
- A vízszigetelőhűtőgázos fűdémeken és falakon történő csatlakozásokat vízszigetelőhűtőgázos módon kell kialakítani. (Tűzvédelmi vonatkozásban az érvényben lévő OTSZ előírásai mértékadó)

<p><b>Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem</b>                  Létesítménymérnök mesterképzési szak - Műszaki Intézet</p>		rajzszám: <b>GFH-6</b>
<p>Diplomadolgozat                  Szállodaépület fűtési, hűtési és légtechnikai rendszerének tervezése</p>		lépték: <b>1:50</b>
<p><b>Fűtés-hűtés - 4. emelet alaprajz</b></p>		dátum: <b>2025.04.17.</b>
tervező: <b>Halasi Balázs</b>	konzulensek: <b>Dr. Szabó Márta                  Takács Gábor</b>	

7. sz. melléklet: Fűtés-hűtés - 5. emelet alaprajz



- JELMAGYARÁZAT 1/1 oldal**
- fűtési előremenő
  - fűtési visszatérő
  - hűtési előremenő
  - hűtési visszatérő
  - hűtési vezetek hűtőgáz számára
  - \*fe-p\* szénacél cső preskötésekkel
  - \*otr\* oxigéndiffúziómentes, ötrétegű műanyag csővezeték, gyári kötésekkel
  - \*Cu\* vörösréz csővezeték
  - \*SD\* légyfajrasztott kötésekkel
  - hangscillapított flexibilis légszatóma (SONODEC)
  - pillangós szelep
  - golyós elzáró
  - beszabályozó szelep, mérőcsonkos
  - visszacsapó szelep
  - szennyfogó szűrő
  - háromjáratú szabályozó szelep
  - együttes motoros szabályzó szelep
  - szivattyú
  - automata légtelenítő
  - biztonsági szelep
  - csődhőmérő
  - nyomásmérő
  - hőmérséklet jeladó
  - szoba termosztát
  - ürtő szelep
  - avatatlanság ellen biztosított elzáró
  - revíziós nyílás
  - állományzeti perforáció
  - pv padlóban vezetve
  - álmennyezeten vezetve
  - mv mennyezeten vezetve
  - as alsó sík
  - tg csőtengely magasság

**CSŐVEZETÉKEK SZIGETELÉSE**  
( $\lambda=0,036$  W/mK hővezetési tényező esetén)

fűtési vezetékek, szabadon szerelve:  
 - DN15-ig: 19mm-es zártcellás PE csőhéj  
 - DN20-DN32-ig: 13mm-es zártcellás PE csőhéj  
 - DN40-DN100-ig: belső átmérővel megegyező vastagságú szigetelés

hűtési vezetékek, szabadon szerelve:  
 - DN100-ig 19mm-es zártcellás szigetelés  
 fűtési/hűtési vezetékek padlóban vagy falhoronyban vezetve:  
 - átmérőtől függetlenül 4mm, PE szigetelés kaszított héjjal

**MEGJEGYZÉS**

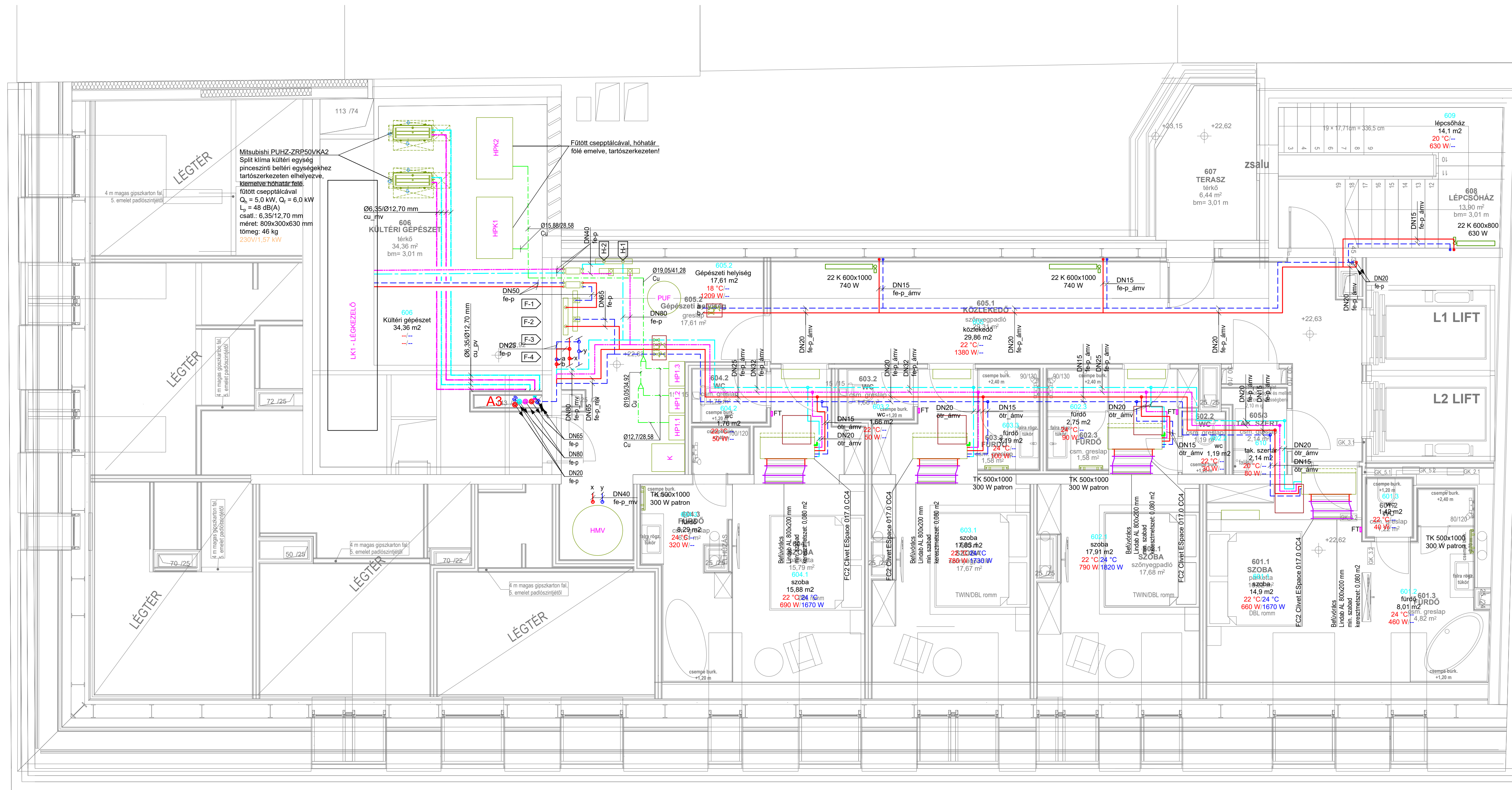
- A Fan-coilok szerelvényei a GFH-FCS függőleges csőterven láthatóak
- Az elzáró szerelvények mérete mindig csömérettel megegyező
- A revíziós nyílások úgy kell elhelyezni, hogy azon keresztül a Fan-coil és annak szerelvényei karbantarthatók és hozzáférhetőek legyenek

**ÁLTALÁNOS MEGJEGYZÉSEK**

- A rajzon feltüntetett méretek a helyszínen ellenőrizendőek!
- Minden beépítésre kerülő berendezés beépítését a gyártó előírásai maradéktalanul betartandók.
- Minden szaniter berendezési tárgy, csatlépcs és anemosztát, valamint látszó gépezeti berendezés színét és típusát az építész tervezővel, illetve a beruházóval rendelés előtt egyeztetni kell. Igény esetén mintadarab bemutatását is biztosítani kell.
- A kivitelezés megkezdése előtt a szakági és generál vállalkozók minden esetben egyeztessenek a szerelési sorrendről!
- Az esetleges bontási munkáknál, utólagos fal és födémátörések készítésénél fokozott figyelmet kell fordítani azok kivitelezhetőségére! A bontási munkák megkezdése előtt jóvá kell hagyatni azokat a generál építészetől. A jóváhagyás az építési naplóban rögzíteni kell.
- A vízszigetelőtűzgátló födémeken és falakon történő csatlakozásokat víz-záró/tűz-gátló módon kell kialakítani. (Tűzvédelmi vonatkozásban az érvényben lévő OTSZ előírásai mértékadók)

<p><b>Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem</b>                  Létesítménymérnök mesterképzési szak - Műszaki Intézet</p>		rajzszám: <b>GFH-7</b>
<p><b>Diplomadolgozat</b>                  Szállodaépület fűtési, hűtési és légtechnikai rendszerének tervezése</p>		lépték: <b>1:50</b>
<p><b>Fűtés-hűtés - 5. emelet alaprajz</b></p>		dátum: <b>2025.04.17.</b>
tervező: <b>Halasi Balázs</b>	konzulensek: <b>Dr. Szabó Márta</b> <b>Takács Gábor</b>	

8. sz. melléklet: Fűtés-hűtés - 6. emelet alaprajz



- JELMAGYARÁZAT 1/1 oldal**
- fűtési előremenő
  - - - fűtési visszatérő
  - hűtési előremenő
  - - - hűtési visszatérő
  - hűtési vezetek hűtőgáz számára
  - \*fe-p\* szénacél cső préskötésekkel
  - \*otr\* oxigéndiffúziómentes, ötrétegű műanyag csővezeték, gyári kötésekkel
  - \*Cu\* vörösréz csővezeték
  - \*SD\* hangcsillapított flexibilis légszatóma (SONODEC)
  - pillangós szelep
  - golyós elzáró
  - beszabályozó szelep, mérőcsconkos
  - visszacsapó szelep
  - szennyfogó szűrő
  - háromjártatú szabályozó szelep
  - együtű motoros szabályozó szelep
  - szivattyú
  - automata légtelenítő
  - biztonsági szelep
  - csődnömrő
  - nyomásmérő
  - hőmérséklet jeladó
  - FT szoba termosztát
  - úrtű szelep
  - revizós nyílás
  - avatatlan zárás ellen biztosított elzáró
  - álmennyezeti perforáció
  - pv padlóban vezetve
  - álmennyezetben vezetve
  - mv mennyezeten vezetve
  - as alsó sík
  - tg csőtengely magasság

**CSŐVEZETÉK SZIGETELÉSE**  
( $\lambda=0,036$  W/mK hővezetési tényező esetén)

fűtési vezeték, szabadon szerelve:  
 - DN15-ig: 19mm-es zártcellás PE csőhéj  
 - DN20-DN32-ig: 13mm-es zártcellás PE csőhéj  
 - DN40-DN100-ig: belső átmérővel megegyező vastagságú szigetelés

hűtési vezeték, szabadon szerelve:  
 - DN100-ig 19mm-es zártcellás szigetelés  
 fűtési/hűtési vezeték padlóban vagy falhoronyban vezetve:  
 - átmérővel függetlenül 4mm, PE szigetelés kaszított héjjal

**MEGJEGYZÉS**

- A Fan-coilok szerelvényei a GFH-FCS függőleges csőterven láthatóak
- Az elzáró szerelvények mérete mindig csömérrel megegyező
- A revizós nyílásokat úgy kell elhelyezni, hogy azon keresztül a Fan-coil és annak szerelvényei karbantarthatók és hozzáférhetőek legyenek

**ÁLTALÁNOS MEGJEGYZÉSEK**

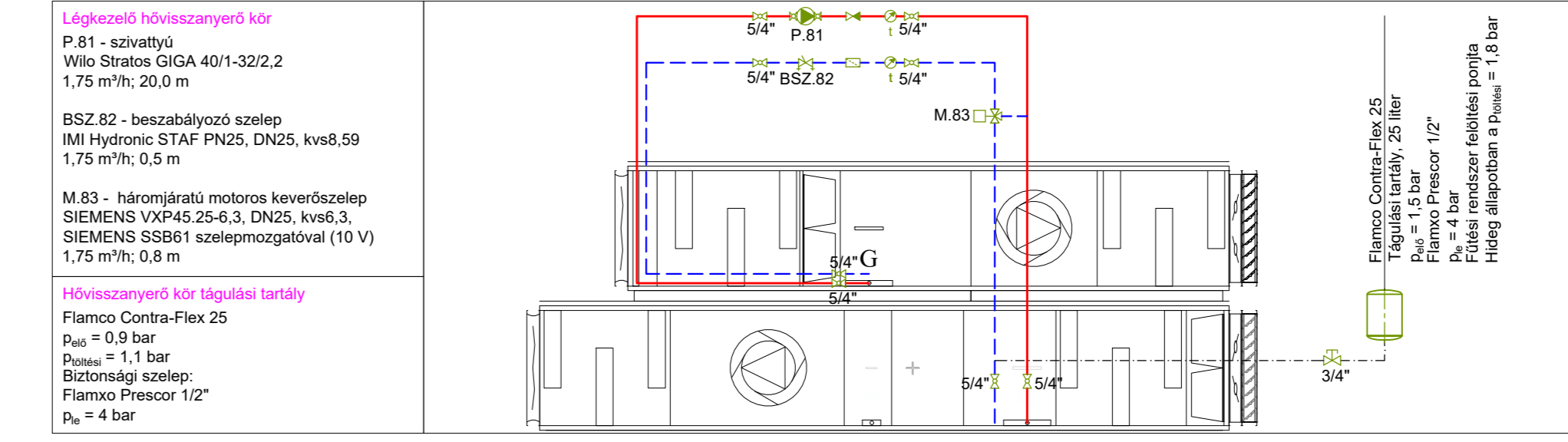
- A rajzon feltüntetett méretek a helyszínen ellenőrizendőek!
- Minden beépítésre kerülő berendezés beépítését a gyártó előírásai maradéktalanul betartandók.
- Minden szaniter berendezési tárgy, csatlépcső és anemosztát, valamint látszó gépezeti berendezés színét és típusát az építész tervezővel, illetve a beruhaszával rendelés előtt egyeztetni kell. Igény esetén mintadarab bemutatását is biztosítani kell.
- A kivitelezés megkezdése előtt a szakági és generál vállalkozók minden esetben egyeztessék a szerelési sorrendet!
- Az esetleges bontási munkáknál, utólagos fal és födémátörések készítésénél fokozott figyelmet kell fordítani azok kivitelezhetőségére! A bontási munkák megkezdése előtt jóvá kell hagyni azokat a generál építészetével. A jóváhagyást az építési naplóban rögzíteni kell.
- A vízszigetelés tűzgátló födémeken és falakon történő csatlakozásokat vízszigetelőanyagú módon kell kialakítani. (Tűzvédelmi vonatkozásban az érvényben lévő OTSZ előírásai mértékadóak!)

<p><b>Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem</b>                  Létesítménymérnök mesterképzési szak - Műszaki Intézet</p>		rajtszám: <b>GFH-8</b>
<p><b>Diplomadolgozat</b>                  Szállodaépület fűtési, hűtési és légtechnikai rendszerének tervezése</p>		lépték: <b>1:50</b>
<p><b>Fűtés-hűtés - 6. emelet alaprajz</b></p>		dátum: <b>2025.04.17.</b>
tervező: <b>Halasi Balázs</b>	konzulensek: <b>Dr. Szabó Márta</b> <b>Takács Gábor</b>	

9. sz. melléklet: Fűtés-hűtés - Kapcsolási rajz

<b>Kondenzációs kazán - Hőmerlelő kör</b> P.K Wilo Yonos MAXO 400/5-12 PN6/10 4,39 m <sup>3</sup> /h; 7,2 m  BSZ.00 IMI Hydronic STAD PN25, DN40, kvs=19,3 4,39 m <sup>3</sup> /h; 0,5 m  <b>TT0 - Fűtési légtelítési tartály</b> Flamco Baseflex 80 L P <sub>veg</sub> = 1,5 bar P <sub>max</sub> = 1,8 bar Biztonsági szelep: Flamco Prescor 1/2" P <sub>s</sub> = 4 bar	<b>M.00 - Háromjártású motoros keverőszelep</b> SIEMENS VXF 32 80-100, DN80, kvs100,00 18,38 m <sup>3</sup> /h; 0,4 m, SIEMENS SKD32.50 szelepprogotálval (230 V)  <b>TT1 - Fűtési légtelítési tartály</b> Flamco Flexcon Top 300 P <sub>veg</sub> = 1,7 bar P <sub>max</sub> = 2,1 bar Biztonsági szelep: Flamco Prescor 1" (5/4") P <sub>s</sub> = 4 bar  <b>TT2 - Hűtési légtelítési tartály</b> Flamco Flexcon Top 200 P <sub>veg</sub> = 1,7 bar P <sub>max</sub> = 2,3 bar Biztonsági szelep: Flamco Prescor 1" (5/4") P <sub>s</sub> = 4 bar	<b>F-1 - Légkezelő fűtési kör</b> P.11 - szivattyú Wilo Yonos MAXO 32 0,5-10 PN10 5,33 m <sup>3</sup> /h; 1,9 m  BSZ.11 - beszabályozó szelep IMI Hydronic STAD PN25, DN50, kvs32,3 5,33 m <sup>3</sup> /h; 0,5 m  <b>TT3 - Fűtési légtelítési tartály</b> Flamco Contra-Flex 50 P <sub>veg</sub> = 1,5 bar P <sub>max</sub> = 1,8 bar Biztonsági szelep: Flamco Prescor 1/2" P <sub>s</sub> = 4 bar	P.12 - szivattyú Wilo Yonos MAXO 32 0,5-11 PN6/10 2,66 m <sup>3</sup> /h; 4,2 m  BSZ.12 - beszabályozó szelep IMI Hydronic STAD PN25, DN32, kvs14,2 2,66 m <sup>3</sup> /h; 0,5 m  <b>M.12 - háromjártású motoros keverőszelep</b> SIEMENS VXF45 25-10, DN25, kvs10, SIEMENS SSS261 szelepprogotálval (10 V) 2,66 m <sup>3</sup> /h; 0,7 m	<b>F-2 - Fan-coil fűtési kör</b> P.21 - szivattyú Wilo Yonos MAXO 50 0,5-16 PN6/10 13,05 m <sup>3</sup> /h; 8,1 m  BSZ.21 - beszabályozó szelep IMI Hydronic STAD PN25, DN65, kvs85 13,05 m <sup>3</sup> /h; 0,5 m  <b>M.21 - háromjártású motoros keverőszelep</b> SIEMENS VXF45 25-10, DN25, kvs10, SIEMENS SSS261 szelepprogotálval (10 V) 13,05 m <sup>3</sup> /h; 0,5 m	<b>F-3 - Radiátoros fűtési kör</b> P.41 - szivattyú Wilo Yonos PICO 32 1-8-130 0,596 m <sup>3</sup> /h; 5,1 m  BSZ.42 - beszabályozó szelep IMI Hydronic STAD PN25, DN20, kvs5,39 0,596 m <sup>3</sup> /h; 0,5 m  <b>M.43 - háromjártású motoros keverőszelep</b> SIEMENS VXF45 25-10, DN25, kvs10, SIEMENS SSS261 szelepprogotálval (230 V) 0,596 m <sup>3</sup> /h; 0,5 m	<b>F-4 - HMV fűtési kör</b> P.51 - szivattyú Wilo Yonos MAXO 40 0,5-12 PN6/10 2,56 m <sup>3</sup> /h; 6,2 m  BSZ.52 - beszabályozó szelep IMI Hydronic STAD PN25, DN32, kvs14,2 2,56 m <sup>3</sup> /h; 0,5 m  <b>M.43 - háromjártású motoros keverőszelep</b> SIEMENS VXF45 25-10, DN25, kvs10, SIEMENS SSS261 szelepprogotálval (230 V) 2,56 m <sup>3</sup> /h; 0,5 m	<b>VSZ - Fűtés-hűtés váltószelep</b> SIEMENS VKF48 80 EPDM zárással, DN80, Imiöten zárt kivétel, kvs420, SIEMENS SAL31.00T40 szelepprogotálval (230 V)	<b>Hőszivattyú - Hőmerlelő körök</b> P.H Wilo Yonos MAXO 400/5-12 7,71 m <sup>3</sup> /h; 10,00 m  BSZ9 IMI HÍDRONIC STAD 50, kvs=32,3 7,71 m <sup>3</sup> /h; 0,5 m  <b>TT5 - Fűtési légtelítési tartály</b> Flamco Flexcon C 120 P <sub>veg</sub> = 3 bar Biztonsági szelep: Flamco Prescor 1/2" P <sub>s</sub> = 4 bar
---	--	---	---	--	---	---	---	--

<b>H-1 - Fan-coil hűtési kör</b> P.61 - szivattyú Wilo Yonos MAXO 100 0,5-12 PN6 20,79 m <sup>3</sup> /h; 7,9 m  BSZ.61 - beszabályozó szelep IMI Hydronic STAD PN25, DN80, kvs120,0 20,79 m <sup>3</sup> /h; 0,5 m  <b>M.61 - háromjártású motoros keverőszelep</b> SIEMENS VXF 32 85-63, DN65, kvs63,00 20,79 m <sup>3</sup> /h; 1 m, SIEMENS SKD32.50 szelepprogotálval (230 V)	<b>H-2 - Légkezelő hűtési kör</b> P.71 - szivattyú Wilo Yonos PICO 30/1-6 2,22 m <sup>3</sup> /h; 1,7 m  BSZ.71 - beszabályozó szelep IMI Hydronic STAD PN20, DN32, kvs14,2 2,22 m <sup>3</sup> /h; 0,5 m  <b>TT4 - Hűtési légtelítési tartály</b> Flamco Contra-Flex 25 P <sub>veg</sub> = 1,5 bar P <sub>max</sub> = 1,8 bar Biztonsági szelep: Flamco Prescor 1/2" P <sub>s</sub> = 4 bar	P.72 - szivattyú Wilo Yonos MAXO 30 0,5-10 PN10 2,44 m <sup>3</sup> /h; 5,3 m  BSZ.72 - beszabályozó szelep IMI Hydronic STAD PN25, DN32, kvs14,2 2,44 m <sup>3</sup> /h; 0,5 m  <b>M.72 - háromjártású motoros keverőszelep</b> SIEMENS VXF45 25-10, DN25, kvs10, SIEMENS SSS261 szelepprogotálval (10 V) 2,44 m <sup>3</sup> /h; 0,6 m
--	---	---



JELMAGYARÁZAT 1/1 oldal

- fűtési előremenő
- fűtési visszatérő
- hűtési előremenő
- hűtési visszatérő
- hűtési visszatérő hőátvitel számra
- "te-p" szénacél csap préselésekkel oxigéndiffúziómentes, órlégtel műanyag tor" csatlakozás
- "Cu" vörösréz csatlakozás
- "SD" hangszigetelt flexibilis légszűrő
- pillangós szelep
- gyógyesztető
- beszabályozó szelep, mérőcsokkos visszafolyó szelep
- háromjártású szabályozó szelep
- egyjártású motoros szabályozó szelep
- szivattyú
- automata légtelítős
- biztonsági szelep
- csőhőmérő
- nyomásmérő
- hőmérséklet jeladó
- szoba termostát
- űrítő szelep
- avartalan zárás ellen biztosított elzáró
- revízós nyílás
- álmennyezet perforáció
- pv padlóban vezetve
- árv almmennyezetben vezetve
- mv mennyezetben vezetve
- as alsó sík
- tg csatlomény magasság

CSŐVEZETÉK SZIGETELÉSE

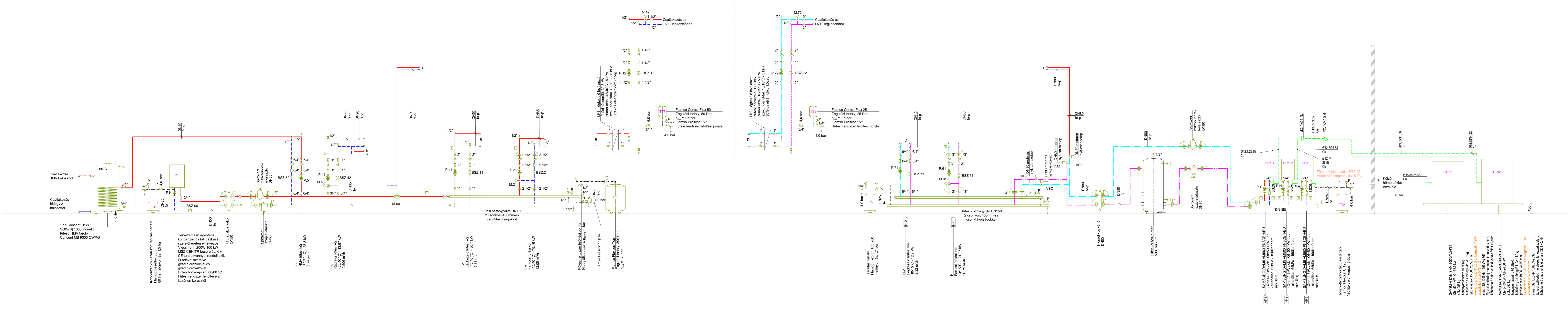
- fűtési vezetékek, szabadon szelerve:
- DN15-ig: 19mm-es zártcellás PE csőhéj
- DN20-DN32-ig: 13mm-es zártcellás PE csőhéj
- DN40-DN100-ig: belső átmérővel megegyező vastagságú szigetelés
- hűtési vezetékek, szabadon szelerve:
- DN100-ig: 19mm-es zártcellás szigetelés
- DN100-ig: 19mm-es zártcellás szigetelés
- fűtési-hűtési vezetékek padlóban vagy falonnyalban vezetve:
- átmérőig függetlenül 4mm, PE szigetelés kasirozott héjal

MEGJEGYZÉS

- A Fan-coilok szerelvényei a GFH-FCS függőleges csatlakozás láthatóak
- Az elzáró szerelvények mérete mindig csőmérettel megegyező
- A revízós nyílásokat így kell elhelyezni, hogy azon keresztül a Fan-coil és annak szerelvénye karbantarthatóak és hozzáférhetőek legyenek

ÁLTALÁNOS MEGJEGYZÉSEK

- A rajzon feltüntetett méretek a helyszínen ellenőrzendőek!
- Minden telepítésre kerülő berendezés beépítésénél a gyártói előírások maradéktalanul betartandók
- Minden szaniter berendezés tárgyi, csatlakozó és anemosztát, valamint látható gépészeti berendezés szűrés és tisztaság az építész tervezéssel, illetve a berendezés rendelés előtt egyeztetni kell. Igény esetén mintadarab bemutatását is biztosítani kell.
- A kivételre megkezdése előtt a szakági és generál vállalkozók minden esetben egyeztetessék a szerelési sorrendet!
- Az esetleges bontási munkáknál, utólagos fal és födémátalakítások készítésénél fokozott figyelmet kell fordítani azok kivételhezhozására! A bontási munkák megkezdése előtt jóvá kell hagyatni azokat a generál építész vezetővel. A jóváhagyást az építési naplónban rögzíteni kell.
- A vízszigetelő/hűtőgázó födémeknek és falakon történő csatlakozások készítésénél vízárnyékoló módon kell kialakítani. (Tervezési vonatkozásában az erényben lévő OTSZ előírás méretekkel)



<b>Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem</b> Létesítménymérnök mesterképzési szak - Műszaki Intézet	rajzszám: <b>GFH-K</b>
Diplomadolgozat Szállodaépület fűtési, hűtési és légttechnikai rendszerének tervezése	lépték: <b>1:50</b>
<b>Fűtés-hűtés - Kapcsolási rajz</b>	dátum: <b>2025.04.17.</b>
tervező: <b>Halasi Balázs</b>	konzultensek: <b>Dr. Szabó Márta Takács Gábor</b>



11. sz. melléklet: Légtechnika - Pinceszint alaprajz

CSŐVEZETÉKEK SZIGETELÉSE

- Az épületen belüli frisslevegű beszívó aknát és a távozó levegő aknát 25mm alukasírozott ásványgyapot hőszigeteléssel kell szerelni, a lakások határoló falái.
- A lakásokon belüli légtechnikai csőhálózatok szigetelése nélkül szerelendők.

JELMAGYARÁZAT 1/1 oldal

- ← frisslevegő
- kezelt szellőző levegő
- elszívott levegő
- ↔ Légáteresztő ajtó kialakítás ráccsal vagy küszöb nélküli kivétel megvalósítva

MEGJEGYZÉS

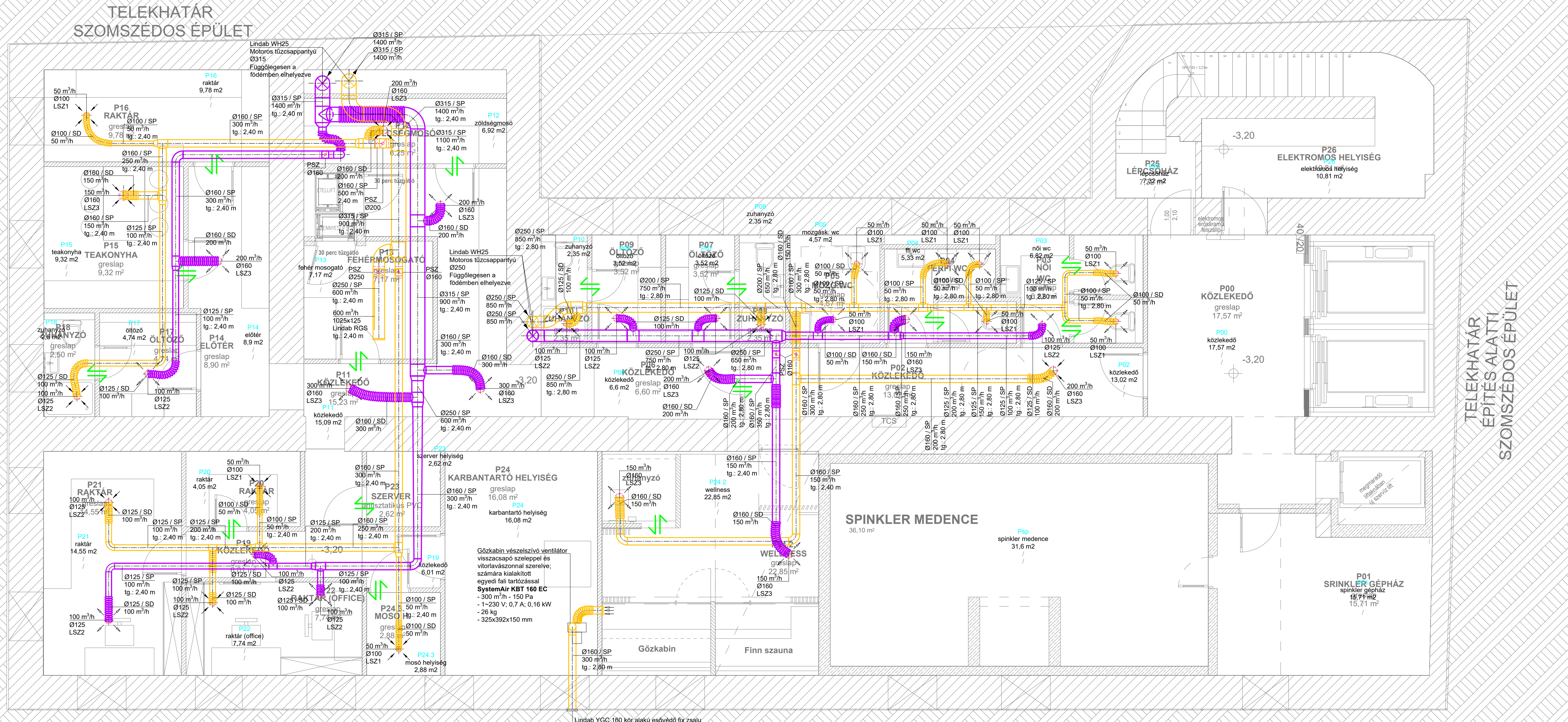
LÉGTECHNIKAI SZERELÉSEK

- Minden egyes anemosztátot úgy kell szerelni, hogy az beszabályozható legyen.
- Minden egyes anemosztátot hangcsillapított, flexibilis, szigetelt, alu. csővel kell bekötni (SONODEC).
- Az ELS1 és ELS2 ventilátorok bekötése Ø80-as flexibilis légcsatornával történik.
- Az ELS3 és ELS4 ventilátorok bekötése Ø100-as flexibilis légcsatornával történik.
- A légcsatorna hálózatba tisztító nyílásokat kell beépíteni az MSZ EN 12097 szabvány előírásai alapján.
- A légtechnikai szabályzóelemek és tisztítónyílások hozzáférhetőségét az almenyезeten kialakított revíziós nyílásokkal biztosítani kell.

ÁLTALÁNOS MEGJEGYZÉSEK

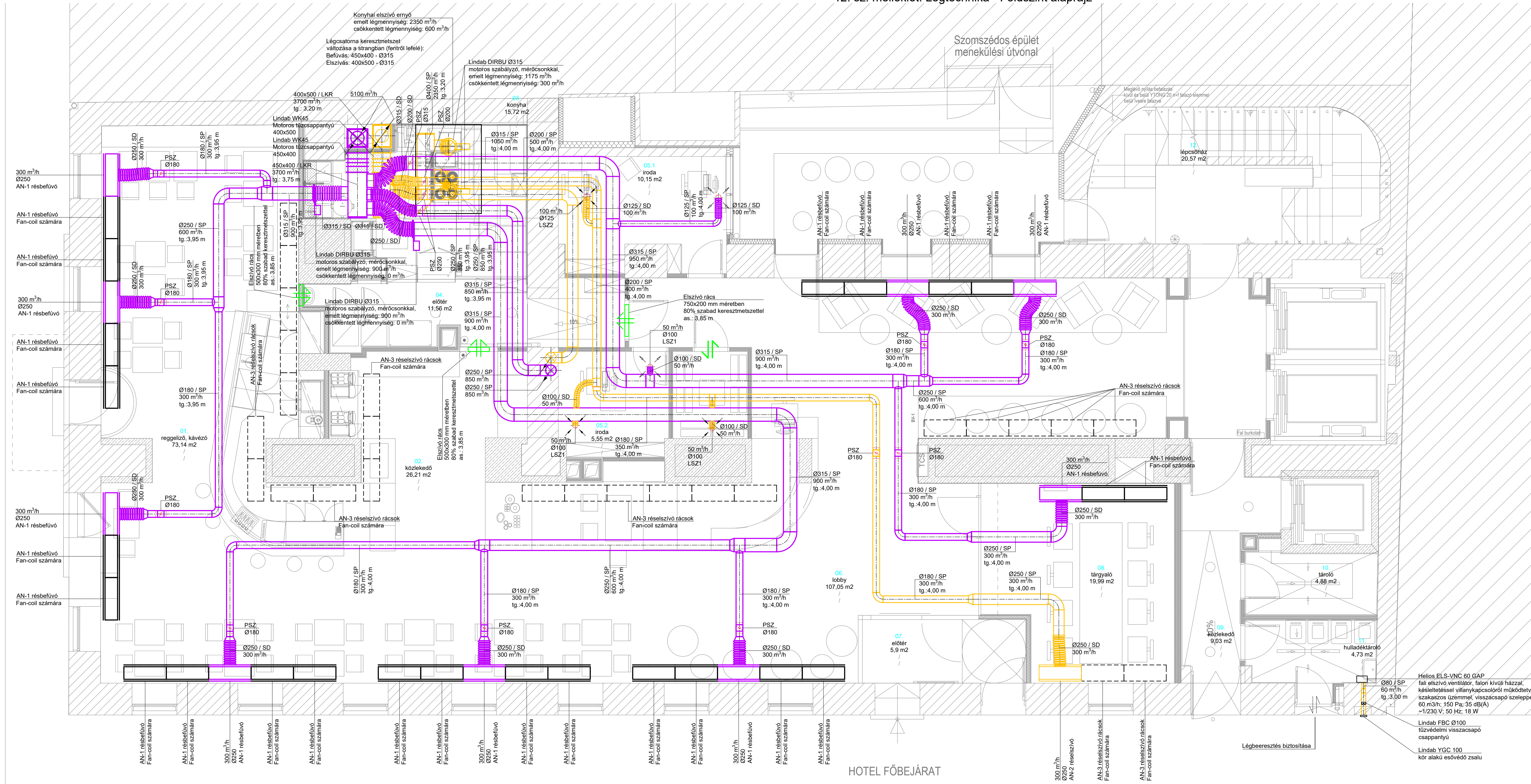
- A rajzon feltüntetett méretek a helyszínen ellenőrzendőek!
- Minden beépítésre kerülő berendezés beépítésnél a gyártó előírásai maradéktalanul betartandók.
- Minden szaniter berendezési tárgy, csatlépel és anemosztát, valamint látszó gépészeti berendezés színét és típusát az építész tervezővel, illetve a beruházóval rendelés előtt egyeztetni kell. Igény esetén mintadarab bemutatását is biztosítani kell.
- A kivitelezés megkezdése előtt a szakági és generál vállalkozók minden esetben egyeztessék a szerelési sorrendet!
- Az esetleges bontási munkáknál, utólagos fal és födémátörések készítésénél fokozott figyelmet kell fordítani azok kivitelezhetőségére! A bontási munkák megkezdése előtt jóvá kell hagyatni azokat a generál építésztervezővel. A jóváhagyást az építési naplóban rögzíteni kell.
- A vízszigetelő/tűzgátló födémeken és falakon történő csatlépezéseket vízszigetelőtűzgátló módon kell kialakítani. (Tűzvédelmi vonatkozásban az érvényben lévő OTSZ előírásai mértékadóak!)

- \*SP\* kör km. horganyzott acélműanyag légcsatorna (SPIKO)
- \*SD\* hangcsillapított flexibilis légcsatorna (SONODEC)
- \*LKR\* Egyenes négyzetű légcsatorna, trapéz merítéssel (Lindab)
- as:+2.50 alól sík
- tg:+2.50 csatlépel magasság
- ELS1 Helios ELS-VNC 60 GAP fali elszívó ventilátor, falon kívüli tűzvédelmi házzal, késleltetéssel villanykapcsolóval működtetve, szakaszos üzemmel, visszaszopó szeleppel 60 m<sup>3</sup>/h; 150 Pa, 35 dB(A) -1230VAC/50Hz/18W
- ELS2 Helios ELS-VNC 60 GAPB fali elszívó ventilátor, falon kívüli tűzvédelmi házzal, késleltetéssel villanykapcsolóval működtetve, szakaszos üzemmel, visszaszopó szeleppel 60 m<sup>3</sup>/h; 150 Pa, 35 dB(A) -1230VAC/50Hz/18W
- ELS3 Helios ELS-VNC 100 GAP fali elszívó ventilátor, falon kívüli tűzvédelmi házzal, késleltetéssel villanykapcsolóval működtetve, szakaszos üzemmel, visszaszopó szeleppel 100 m<sup>3</sup>/h; 230 Pa, 29 dB(A) -1230VAC/50Hz/18W
- ELS4 Helios ELS-VNC 100 GAPB fali elszívó ventilátor, falon kívüli tűzvédelmi házzal, késleltetéssel villanykapcsolóval működtetve, szakaszos üzemmel, visszaszopó szeleppel 100 m<sup>3</sup>/h; 230 Pa, 29 dB(A) -1230VAC/50Hz/29W
- AN-1 Lindab LTDF 1000 Ø250 6 soros KBPF szigetelt befűvő dobozzal
- AN-2 Lindab LTDF 1000 Ø250 6 soros KBPF szigetelt elszívó dobozzal
- AN-3 Lindab LTDF 1000 Ø250 6 soros elszívó doboz nélkül
- LSZ1 Lindab KI befűvő / KU elszívó légszelep Ø100
- LSZ2 Lindab KI befűvő vagy KU elszívó légszelep Ø125
- LSZ3 Lindab KI befűvő vagy KU elszívó légszelep Ø160



<p><i>Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem</i>                  Létesítménymérnök mesterképzési szak - Műszaki Intézet</p>		rajzszám: <b>GSZ-1</b>
<p>Diplomadolgozat                  Szállodaépület fűtési, hűtési és légtechnikai rendszerének tervezése</p>		lépték: <b>1:50</b>
<p><b>Légtechnika - Pinceszint alaprajz</b></p>		dátum: <b>2025.04.17.</b>
tervező: <b>Halasi Balázs</b>	konzulensek: <b>Dr. Szabó Márta</b> <b>Takács Gábor</b>	

12. sz. melléklet: Légtechnika - Földszint alaprajz



CSŐVEZETÉKEK SZIGETELÉSE JELMAGYARÁZAT 1/1 oldal

- Az épületen belüli frisslevegű beszívó aknát és a távozó levegőt aknát 25mm alukasírozott ásványgyapot hőszigeteléssel kell szerelni, a lakások határoló faláig.
  - A lakásokon belüli légtechnikai csőhálózatok szigetelése nélkül szerelendők.
- JELMAGYARÁZAT**
- ← frisslevegő
  - ← kezelt szellőző levegő
  - ← elszívott levegő
  - ↔ Légátvesztő ajtó kialakítás ráccsal vagy küszöb nélküli kivitelrel megvalósítva

**MEGJEGYZÉS**

- LÉGTECHNIKAI SZERELÉSEK**
- Minden egyes anemosztátot úgy kell szerelni, hogy az beszabályozható legyen.
  - Minden egyes anemosztátot hangcsillapított, flexibilis, szigetelt, alu. csővel kell bekötni (SONODEC).
  - Az ELS1 és ELS2 ventilátorok bekötése Ø80-as flexibilis légszűrővel történik.
  - Az ELS3 és ELS4 ventilátorok bekötése Ø100-as flexibilis légszűrővel történik.
  - A légszűrőket rendszeresen tisztítani kell.
  - A légszűrőket rendszeresen tisztítani kell.
  - A légszűrőket rendszeresen tisztítani kell.
- ÁLTALÁNOS MEGJEGYZÉSEK**
- A rajzon feltüntetett méretek a helyszínen ellenőrizendőek!
  - Minden beépítésre kerülő berendezés beépítésénél a gyártó előírásai maradéktalanul betartandók.
  - Minden szaniter berendezési tárgy, csatlételek és anemosztátok, valamint látszó gépészeti berendezés színt és típusát az építész tervezővel, illetve a beruházóval rendelés előtt egyeztetni kell. Igény esetén mintadarab bemutatását is biztosítani kell.

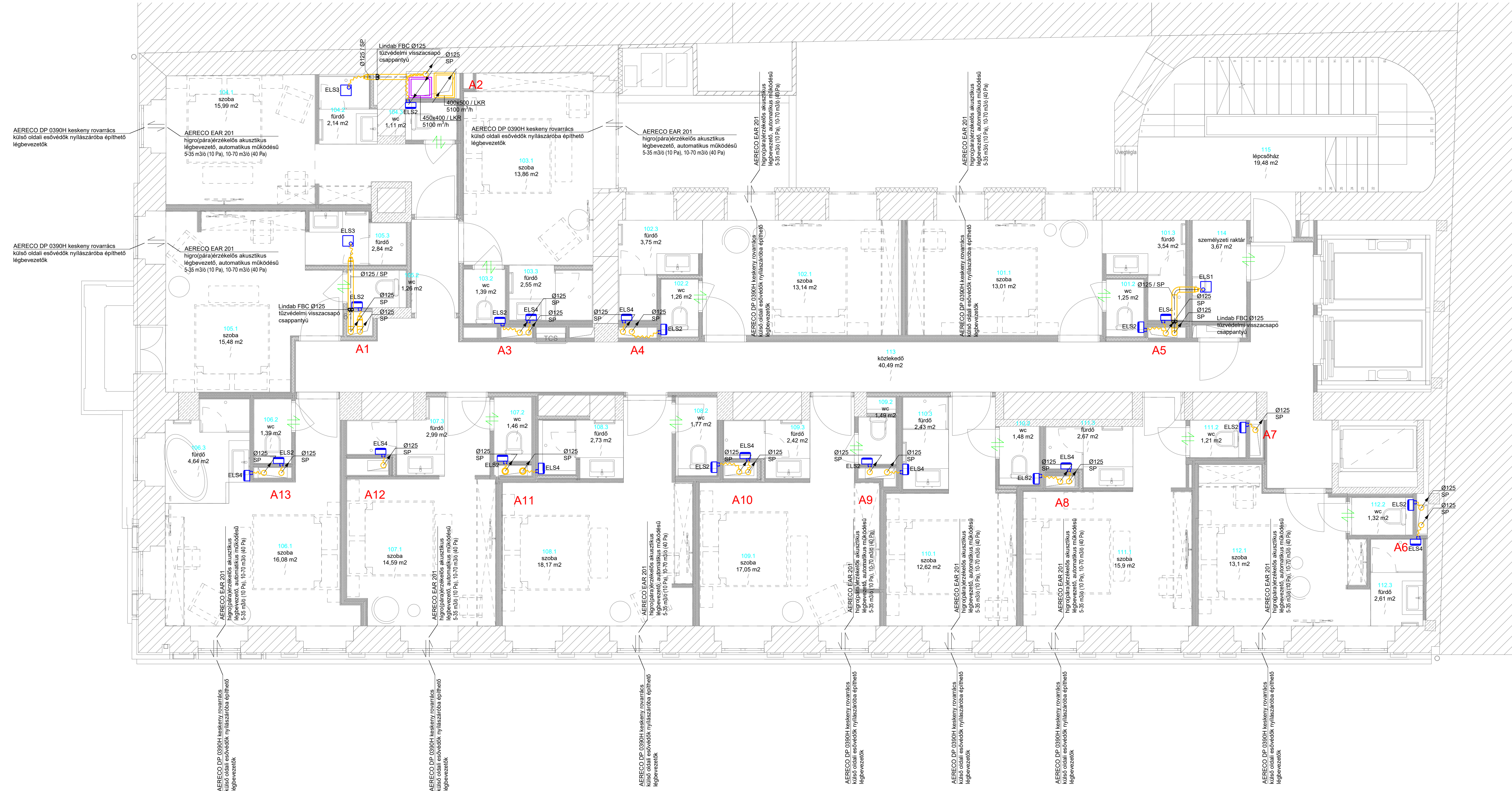
- A kivitelezés megkezdése előtt a szakági és generál vállalkozók minden esetben egyeztessék a szerelési sorrendet!
- Az esetleges bontási munkáknál, utólagos fal és födémátalakítások készítésénél fokozott figyelmet kell fordítani azok kivitelezhetőségére! A bontási munkák megkezdése előtt jóvá kell hagyni azokat a generál építésztervezővel. A jóváhagyást az építési naplóban rögzíteni kell.
- A vízszigetelő/tűzgátló födémeken és falakon történő csatlételek vízszigetelő/tűzgátló módon kell kialakítani. (Tűzvédelmi vonatkozásban az érvényben lévő OTSZ előírásai mértékadóak!)

- ELS1 Helios ELS-VNC 60 GAP fali elszívó ventilátor, falon kívüli házzal, készlettel villanykapcsolóról működtetve, szakaszos üzemmű, visszacsapó szeleppel 60 m³/h; 150 Pa, 35 dB(A) ~1230VAC/50Hz/18W
- ELS2 Helios ELS-VNC 60 GAPB fali elszívó ventilátor, falon kívüli tűzvédelmi házzal, készlettel villanykapcsolóról működtetve, szakaszos üzemmű, visszacsapó szeleppel 60 m³/h; 150 Pa, 35 dB(A) ~1230VAC/50Hz/18W
- ELS3 Helios ELS-VNC 100 GAP fali elszívó ventilátor, falon kívüli házzal, készlettel villanykapcsolóról működtetve, szakaszos üzemmű, visszacsapó szeleppel 100 m³/h; 230 Pa, 29 dB(A) ~1230VAC/50Hz/18W
- ELS4 Helios ELS-VNC 100 GAPB fali elszívó ventilátor, falon kívüli tűzvédelmi házzal, készlettel villanykapcsolóról működtetve, szakaszos üzemmű, visszacsapó szeleppel 100 m³/h; 230 Pa, 35 dB(A) ~1230VAC/50Hz/29W

- AN-1 Lindab LTDP 1000 Ø250 6 soros KBPF szigetelt befűvő dobozzal
- AN-2 Lindab LTDF 1000 Ø250 6 soros KBPF szigetelt elszívó dobozzal
- AN-3 Lindab LTDF 1000 Ø250 6 soros elszívó doboz nélkül
- LSZ1 Lindab KI befűvő vagy KU elszívó légszelep Ø100
- LSZ2 Lindab KI befűvő vagy KU elszívó légszelep Ø125
- LSZ3 Lindab KI befűvő vagy KU elszívó légszelep Ø160

<p><i>Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem</i>                  Létesítménymérnök mesterképzési szak - Műszaki Intézet</p>		rajzszám: <b>GSZ-2</b>
<p>Diplomadolgozat                  Szállodaépület fűtési, hűtési és légtechnikai rendszerének tervezése</p>		lépték: <b>1:50</b>
<p style="text-align: center;"><b>Légtechnika - Földszint alaprajz</b></p>		dátum: <b>2025.04.17.</b>
tervező: Halasi Balázs	konzulensek: Dr. Szabó Márta Takács Gábor	

13. sz. melléklet: Légtechnika - 1. emelet alaprajz



CSŐVEZETÉKEK SZIGETELÉSE JELMAGYARÁZAT 1/1 oldal

- Az épületen belüli frisslevegű beszívó aknát és a távozó levegő aknát 25mm alukasírozott ásványgyapot hőszigeteléssel kell szerelni, a lakások határoló faláig.
  - A lakásokon belüli légtechnikai csőhálózatok szigetelése nélkül szerelendők.
- ← frisslevegő  
← kezelt szellőző levegő  
← elszívott levegő  
↔ Légáteresztő ajtó kialakítás ráccsal vagy küszöb nélküli kivitelű megvalósítva

MEGJEGYZÉS

- LÉGTECHNIKAI SZERELÉSEK**
- Minden egyes anemosztátot úgy kell szerelni, hogy az beszabályozható legyen.
  - Minden egyes anemosztátot hangcsillapított, flexibilis, szigetelt, alu. csővel kell bekötni (SONDEDEC).
  - Az ELS1 és ELS2 ventilátorok bekötése Ø80-as flexibilis légszűrővel történik.
  - Az ELS3 és ELS4 ventilátorok bekötése Ø100-as flexibilis légszűrővel történik.
  - A légtechnikai szabályozóelemek és tisztítónyílások hozzáférhetőségét az almenyезeten kialakított revíziós nyílásokkal biztosítani kell.
- \*SP\* kör km. horganyzott acéllemez légszűrő (SPIKO)  
 \*SD\* hangcsillapított flexibilis légszűrő (SONDEDEC)  
 \*LKR\* Egyenes négyzetű légszűrő, trapéz merevítéssel (Lindab)
- as+2,50 alóló sík  
 tg+2,50 csatlóhely magasság

- ÁLTALÁNOS MEGJEGYZÉSEK**
- A rajzon feltüntetett méretek a helyszínen ellenőrizendőek!
  - Minden beépítésre kerülő berendezés beépítésénél a gyártó előírásai maradéktalanul betartandók.
  - Minden szaniter berendezési tárgy, csatlételek és anemosztát, valamint látszó gépészeti berendezés színt és típusát az építész tervezővel, illetve a beruházóval rendelés előtt egyeztetni kell. Igény esetén mintadarab bemutatását is biztosítani kell.

- A kivitelezés megkezdése előtt a szakági és generál vállalkozók minden esetben egyeztessék a szerelési sorrendet!
- Az esetleges bontási munkáknál, utólagos fal és födémátörések készítésénél fokozott figyelmet kell fordítani azok kivitelezhetőségére! A bontási munkák megkezdése előtt jóvá kell hagyatni azokat a generál építésztervezővel. A jóváhagyást az építési naplóban rögzíteni kell.
- A vízszigetelő/tűzgátló födémeken és falakon történő csatlételeket vízszigetelő/tűzgátló módon kell kialakítani. (Tűzvédelmi vonatkozásban az érvényben lévő OTSZ előírásai mértékadóak!)

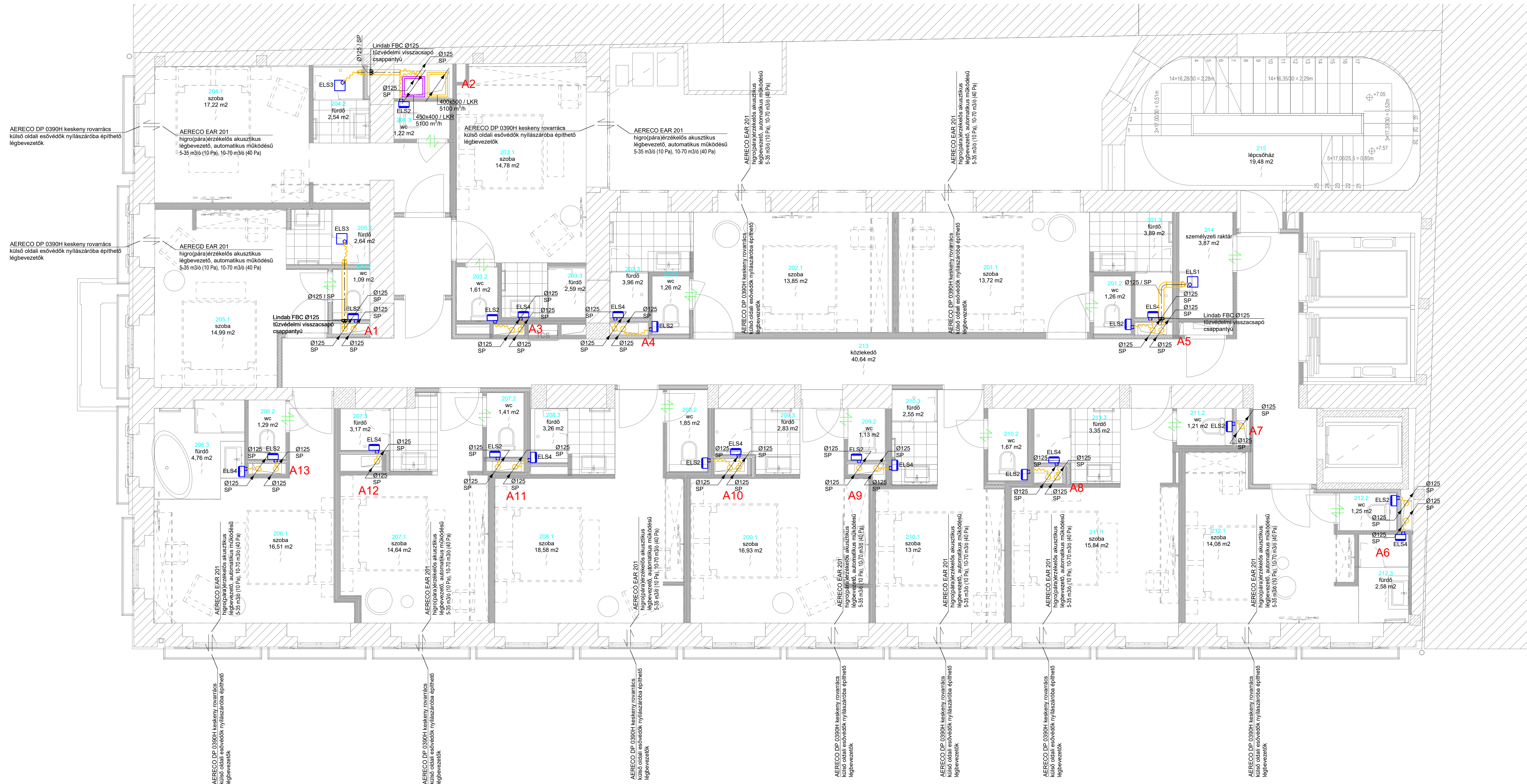
- ELS1 Helios VNC 60 GAB fali elszívó ventilátor, falon kívüli ház, késleltetéssel villanykapcsolóval működtetve, szakaszos üzemm., visszacsapó szeleppel 60 m<sup>3</sup>/h; 150 Pa, 35 dB(A) ~1230VAC/50Hz/18W
- ELS2 Helios VNC 60 GAB fali elszívó ventilátor, falon kívüli ház, késleltetéssel villanykapcsolóval működtetve, szakaszos üzemm., visszacsapó szeleppel 60 m<sup>3</sup>/h; 150 Pa, 35 dB(A) ~1230VAC/50Hz/18W
- ELS3 Helios VNC 100 GAB fali elszívó ventilátor, falon kívüli ház, késleltetéssel villanykapcsolóval működtetve, szakaszos üzemm., visszacsapó szeleppel 100 m<sup>3</sup>/h; 230 Pa, 29 dB(A) ~1230VAC/50Hz/18W
- ELS4 Helios VNC 100 GAB fali elszívó ventilátor, falon kívüli ház, késleltetéssel villanykapcsolóval működtetve, szakaszos üzemm., visszacsapó szeleppel 100 m<sup>3</sup>/h; 230 Pa, 35 dB(A) ~1230VAC/50Hz/29W

- AN-1 Lindab LTDP 1000 Ø250 6 soros KBPF szigetelt befűvő dobozzal
- AN-2 Lindab LTDF 1000 Ø250 6 soros KBPF szigetelt elszívó dobozzal
- AN-3 Lindab LTDF 1000 Ø250 6 soros elszívó doboz nélkül

- LSZ1 Lindab KI befűvő / KU elszívó légszelep Ø100
- LSZ2 Lindab KI befűvő vagy KU elszívó légszelep Ø125
- LSZ3 Lindab KI befűvő vagy KU elszívó légszelep Ø160

<b>Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem</b> Létesítménymérnök mesterképzési szak - Műszaki Intézet		rajzszám: <b>GSZ-3</b>
Diplomadolgozat Szállodaépület fűtési, hűtési és légtechnikai rendszerének tervezése		lépték: <b>1:50</b>
<b>Légtechnika - 1. emelet alaprajz</b>		dátum: <b>2025.04.17.</b>
tervező: <b>Halasi Balázs</b>	konzulensek: <b>Dr. Szabó Márta</b> <b>Takács Gábor</b>	

14. sz. melléklet: Légtechnika - 2. emelet alaprajz



CSŐVEZETÉKEK SZIGETELÉSE

- Az épületen belüli frisslevegű beszívó aknát és a távozó levegő aknát 25mm alukasírozott ásványgyapot hőszigeteléssel kell szerelni, a lakások határoló faláig.
- A lakásokon belüli légtechnikai csőhálózatok szigetelése nélkül szerelendők.

JELMAGYARÁZAT 1/1 oldal

- frisslevegő
- kezelni szellőző levegő
- elszívott levegő
- Légáteresztő ajtó kialakítás ráccsal vagy küszöb nélküli kivitelrel megvalósítva
- \*SP\* kör km. horganyzott acéllemez légszűrő (SPIKO)
- \*SD\* hangcsillapított flexibilis légszűrő (SONDECC)
- \*LKR\* Egyenes négyzetű légszűrő, trapéz merítéssel (Lindab)
- as:+2,50 alás sík
- tg:+2,50 csatlóhely magasság
- ELS1 Helios ELS-VNC 60 GAB fali elszívó ventilátor, falon kívüli tűzvédelmi házzal, késleltetéssel villanykapcsolóval működtetve, szakaszos üzemm., visszaszopó szeleppel 60 m<sup>3</sup>/h; 150 Pa, 35 dB(A) -1/230VAC/50Hz/18W
- ELS2 Helios ELS-VNC 60 GAB fali elszívó ventilátor, falon kívüli tűzvédelmi házzal, késleltetéssel villanykapcsolóval működtetve, szakaszos üzemm., visszaszopó szeleppel 60 m<sup>3</sup>/h; 150 Pa, 35 dB(A) -1/230VAC/50Hz/18W
- ELS3 Helios ELS-VNC 100 GAB fali elszívó ventilátor, falon kívüli tűzvédelmi házzal, késleltetéssel villanykapcsolóval működtetve, szakaszos üzemm., visszaszopó szeleppel 100 m<sup>3</sup>/h; 230 Pa, 29 dB(A) -1/230VAC/50Hz/18W
- ELS4 Helios ELS-VNC 100 GAB fali elszívó ventilátor, falon kívüli tűzvédelmi házzal, késleltetéssel villanykapcsolóval működtetve, szakaszos üzemm., visszaszopó szeleppel 100 m<sup>3</sup>/h; 230 Pa, 35 dB(A) -1/230VAC/50Hz/29W
- AN-1 Lindab LTDF 1000 Ø250 6 soros KBPF szigetelt befúvó dobozzal
- AN-2 Lindab LTDF 1000 Ø250 6 soros KBPF szigetelt elszívó dobozzal
- AN-3 Lindab LTDF 1000 Ø250 6 soros elszívó doboz nélkül
- LSZ1 Lindab KI befúvó / KU elszívó légszelep Ø100
- LSZ2 Lindab KI befúvó vagy KU elszívó légszelep Ø125
- LSZ3 Lindab KI befúvó vagy KU elszívó légszelep Ø160

MEGJEGYZÉS

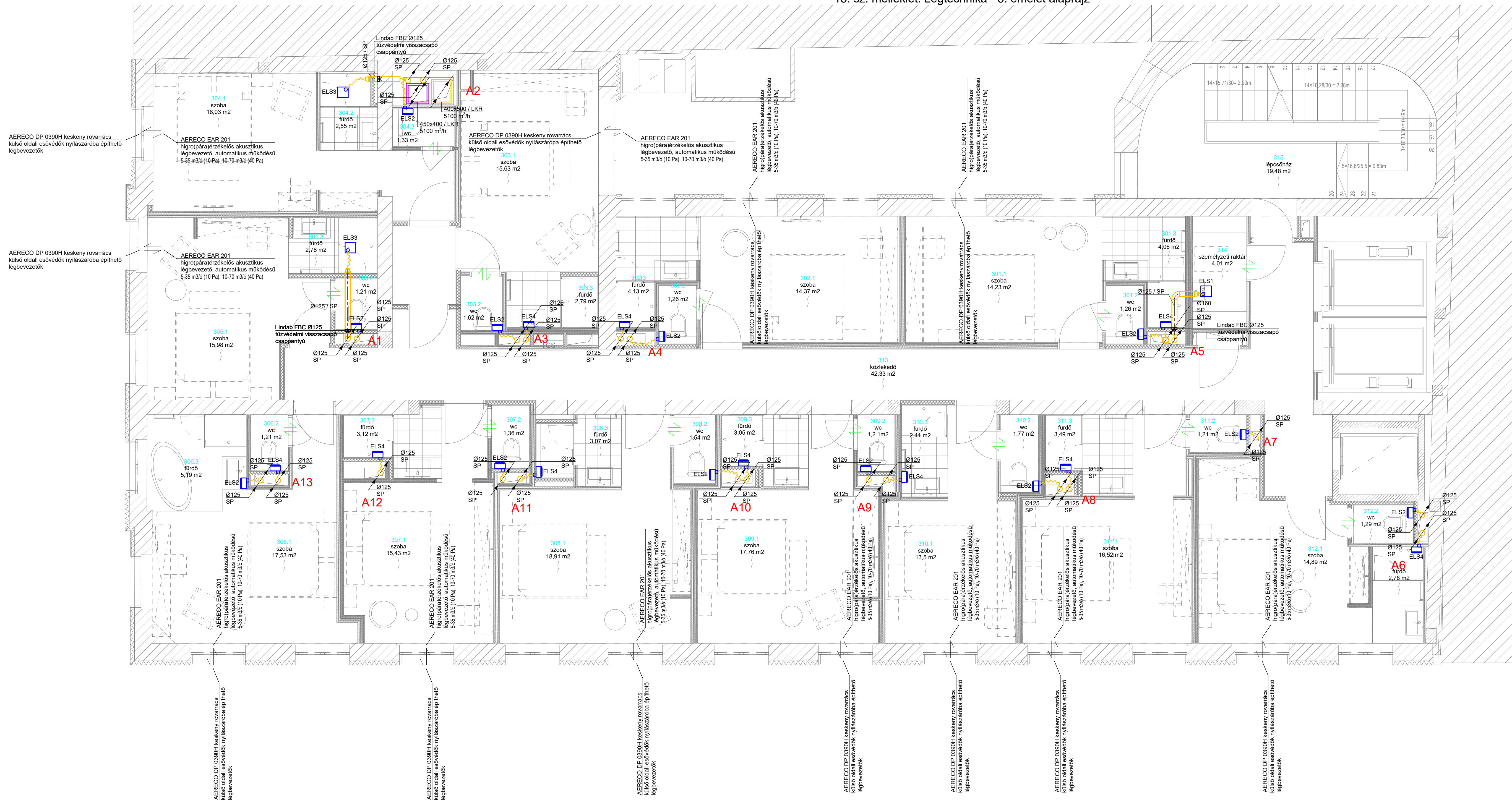
- LÉGTECHNIKAI SZERELÉSEK**
- Minden egyes anemosztátot úgy kell szerelni, hogy az beszabályozható legyen.
  - Minden egyes anemosztátot hangcsillapított, flexibilis, szigetelt, alu. csővel kell bekötni (SONDECC).
  - Az ELS1 és ELS2 ventilátorok bekötése Ø80-as flexibilis légszűrővel történik.
  - Az ELS3 és ELS4 ventilátorok bekötése Ø100-as flexibilis légszűrővel történik.
  - A légcsatorna hálózatba tisztító nyílásokat kell beépíteni az MSZ EN 12097 szabvány előírásai alapján.
  - A légtechnikai szabványelemek és tisztítónyílások hozzáférhetőségét az almenyvezeteten kialakított revíziós nyílásokkal biztosítani kell.

ÁLTALÁNOS MEGJEGYZÉSEK

- A rajzon feltüntetett méretek a helyszínen ellenőrizendőek!
- Minden beépítésre kerülő berendezés beépítésnél a gyártó előírásai maradéktalanul betartandók.
- Minden szaniter berendezési tárgy, csatlételep és anemosztát, valamint látszó gépészeti berendezés színét és típusát az építész tervezővel, illetve a beruházóval rendelés előtt egyeztetni kell. Igény esetén mintadarab bemutatását is biztosítani kell.
- A kivitelezés megkezdése előtt a szakági és generál vállalkozók minden esetben egyeztessék a szerelési sorrendet!
- Az esetleges bontási munkáknál, utólagos fal és födémátörések készítésénél fokozott figyelmet kell fordítani azok kivitelezhetőségére! A bontási munkák megkezdése előtt jóvá kell hagyatni azokat a generál építésztervezővel. A jóváhagyást az építési naplóban rögzíteni kell.
- A vízszigetelő/tűzgátló födémeken és falakon történő csatlételekeket vízáró/tűzgátló módon kell kialakítani. (Tűzvédelmi vonatkozásban az érvényben lévő OTSZ előírásai mértékadóak!)

<p><i>Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem</i>                  Létesítménymérnök mesterképzési szak - Műszaki Intézet</p>		rajzszám: <b>GSZ-4</b>
<p>Diplomadolgozat                  Szállodaépület fűtési, hűtési és légtechnikai rendszerének tervezése</p>		lépték: <b>1:50</b>
<p><b>Légtechnika - 2. emelet alaprajz</b></p>		dátum: <b>2025.04.17.</b>
tervező: <b>Halasi Balázs</b>	konzulensek: <b>Dr. Szabó Márta</b> <b>Takács Gábor</b>	

15. sz. melléklet: Légtechnika - 3. emelet alaprajz



CSŐVEZETÉKEK SZIGETELÉSE JELMAGYARÁZAT 1/1 oldal

- Az épületen belüli frisslevegű beszívó aknát és a távozó levegő aknát 25mm alukasírozott ásványgyapot hőszigeteléssel kell szerelni, a lakások határoló faláig.
  - A lakásokon belüli légtechnikai csőhálózatok szigetelésétől eltekintve.
- JELMAGYARÁZAT**
- ← frisslevegő
  - ← szelített szellőző levegő
  - ← elszívott levegő
  - ↔ Légáteresztő ajtó kialakítás rálaccsal vagy küszöb nélküli kivitelrel megvalósítva

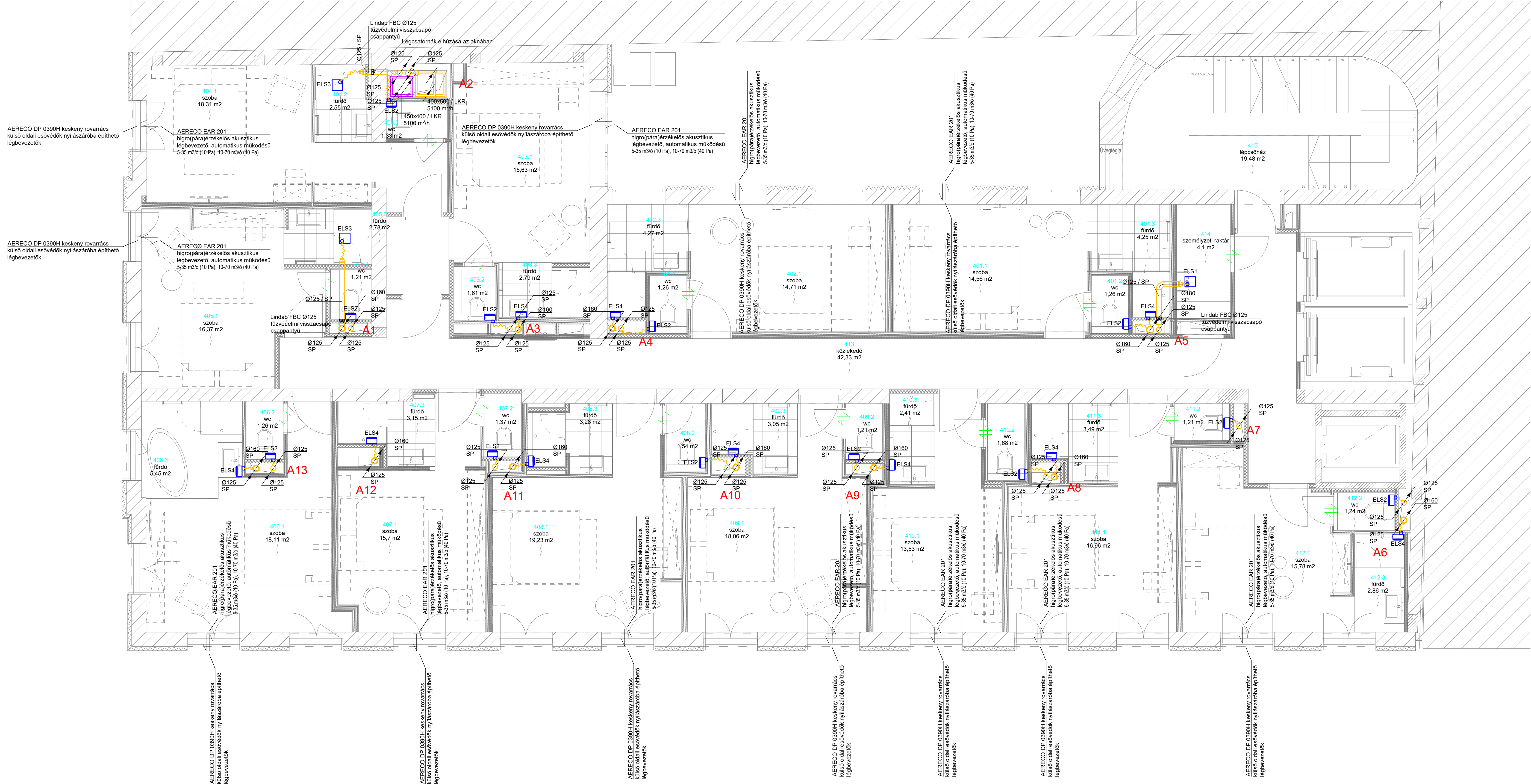
**MEGJEGYZÉS**

- LÉGTECHNIKAI SZERELÉSEK**
- Minden egyes anemosztátot úgy kell szerelni, hogy az beszabályozható legyen.
  - Minden egyes anemosztátot hangcsillapított, flexibilis, szigetelt, alu. csővel kell bekötni (SONDECC).
  - Az ELS1 és ELS2 ventilátorok bekötése Ø80-as flexibilis légszűrővel történik.
  - Az ELS3 és ELS4 ventilátorok bekötése Ø100-as flexibilis légszűrővel történik.
  - A légtechnikai szabályozóelemek és tisztítónyílások hozzáférhetőségét az állománytervezet kialakított revíziós nyílásokkal biztosítani kell.
- ÁLTALÁNOS MEGJEGYZÉSEK**
- A rajzon feltüntetett méretek a helyszínen ellenőrizendőek!
  - Minden beépítésre kerülő berendezés beépítésnél a gyártó előírásai maradéktalanul betartandók.
  - Minden szaniter berendezési tárgy, csatlételek és anemosztát, valamint látszó gépészeti berendezés színét és típusát az építész tervezővel, illetve a beruházóval rendelés előtt egyeztetni kell. Igény esetén mintadarab bemutatását is biztosítani kell.
  - A kivitelezés megkezdése előtt a szakági és generál vállalkozók minden esetben egyeztessék a szerelési sorrendet!
  - Az esetleges bontási munkáknál, utólagos fal és fémátterítések készítésénél fokozott figyelmet kell fordítani azok kivitelezhetőségére! A bontási munkák megkezdése előtt jóvá kell hagyni azokat a generál építésztervezővel. A jóváhagyást az építési naplóban rögzíteni kell.
  - A vízszigetelő/tűzgátló födémeken és falakon történő csőátvezetéseket vízáró/tűzgátló módon kell kialakítani. (Tűzvédelmi vonatkozásban az érvényben lévő OTSZ előírásai mértékadóak!)

- \*SP\* kör km. horganyzott acéllemez légszűrő (SPIKO)
- \*SD\* hangcsillapított flexibilis légszűrő (SONDECC)
- \*LKR\* Egyenes négyzög légszűrő, trapéz merevítéssel (Lindab)
- as: +2,50 alásó sík
- tg: +2,50 csatlételek magasság
- ELS1 Helios ELS-VNC 60 GAP fali elszívó ventilátor, falon kívüli tűzvédelmi házzal, késleltetéssel villanykapcsolóval működtetve, szakaszos üzemm., visszacsapó szeleppel 60 m<sup>3</sup>/h; 150 Pa, 35 dB(A) -1230VAC/50Hz/18W
- ELS2 Helios ELS-VNC 60 GAPB fali elszívó ventilátor, falon kívüli tűzvédelmi házzal, késleltetéssel villanykapcsolóval működtetve, szakaszos üzemm., visszacsapó szeleppel 60 m<sup>3</sup>/h; 150 Pa, 35 dB(A) -1230VAC/50Hz/18W
- ELS3 Helios ELS-VNC 100 GAP fali elszívó ventilátor, falon kívüli tűzvédelmi házzal, késleltetéssel villanykapcsolóval működtetve, szakaszos üzemm., visszacsapó szeleppel 100 m<sup>3</sup>/h; 230 Pa, 29 dB(A) -1230VAC/50Hz/18W
- ELS4 Helios ELS-VNC 100 GAPB fali elszívó ventilátor, falon kívüli tűzvédelmi házzal, késleltetéssel villanykapcsolóval működtetve, szakaszos üzemm., visszacsapó szeleppel 100 m<sup>3</sup>/h; 230 Pa, 35 dB(A) -1230VAC/50Hz/29W
- AN-1 Lindab LTDF 1000 Ø250 6 soros KBPF szigetelt befűvő dobozzal
- AN-2 Lindab LTDF 1000 Ø250 6 soros KBPF szigetelt elszívó dobozzal
- AN-3 Lindab LTDF 1000 Ø250 6 soros elszívó doboz nélkül
- LSZ1 Lindab KI befűvő / KU elszívó légszelep Ø100
- LSZ2 Lindab KI befűvő vagy KU elszívó légszelep Ø125
- LSZ3 Lindab KI befűvő vagy KU elszívó légszelep Ø160

<p><i>Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem</i>                  Létesítménymérnök mesterképzési szak - Műszaki Intézet</p>		rajzszám: <b>GSZ-5</b>
<p>Diplomadolgozat                  Szállodaépület fűtési, hűtési és légtechnikai rendszerének tervezése</p>		lépték: <b>1:50</b>
<p style="text-align: center;"><b>Légtechnika - 3. emelet alaprajz</b></p>		dátum: <b>2025.04.17.</b>
tervező: Halasi Balázs	konzulensek: Dr. Szabó Márta Takács Gábor	

16. sz. melléklet: Légtechnika - 4. emelet alaprajz



**CSŐVEZETÉKEK SZIGETELÉSE**

- Az épületen belüli frisslevegű beszívó aknákat és a távozó levegő aknákat 25mm alukasírozott ásványgyapot hőszigeteléssel kell szerelni, a lakások határoló falaján.
- A lakásokon belüli légtechnikai csőhálózatok szigetelése nélkül szerelendők.

**JELMAGYARÁZAT 1/1 oldal**

- frisslevegő
- kezelte szellőző levegő
- elszívott levegő
- Légáteresztő ajtó kialakítás ráccsal vagy küszöb nélküli kivitelrel megvalósítva
- \*SP\* kör km. horganyzott acélméreg légcsatorna (SPIKO)
- \*SD\* hangscillapított flexibilis légcsatorna (SONODEC)
- \*LKR\* Egyenes négyzetű légcsatorna, trapéz merítéssel (Lindab)
- as: +2,50 alás sík
- tg: +2,50 esőtelvény magasság
- ELS1 Helios ELS-VNC 60 GAP fali elszívó ventilátor, falon kívüli házzal, késleltetéssel villanykapcsolóval működtetve, szakaszos üzemmű, visszaszopó szeleppel 60 m<sup>3</sup>/h; 150 Pa, 35 dB(A) -1/230VAC/50Hz/18W
- ELS2 Helios ELS-VNC 60 GAPB fali elszívó ventilátor, falon kívüli házzal, késleltetéssel villanykapcsolóval működtetve, szakaszos üzemmű, visszaszopó szeleppel 60 m<sup>3</sup>/h; 150 Pa, 35 dB(A) -1/230VAC/50Hz/18W
- ELS3 Helios ELS-VNC 100 GAP fali elszívó ventilátor, falon kívüli házzal, késleltetéssel villanykapcsolóval működtetve, szakaszos üzemmű, visszaszopó szeleppel 100 m<sup>3</sup>/h; 230 Pa, 29 dB(A) -1/230VAC/50Hz/18W
- ELS4 Helios ELS-VNC 100 GAPB fali elszívó ventilátor, falon kívüli házzal, késleltetéssel villanykapcsolóval működtetve, szakaszos üzemmű, visszaszopó szeleppel 100 m<sup>3</sup>/h; 230 Pa, 35 dB(A) -1/230VAC/50Hz/29W
- AN-1 Lindab LTDF 1000 Ø250 6 soros KBPF szigetelt befúvó dobozzal
- AN-2 Lindab LTDF 1000 Ø250 6 soros KBPF szigetelt elszívó dobozzal
- AN-3 Lindab LTDF 1000 Ø250 6 soros elszívó doboz nélkül
- LSZ1 Lindab KI befúvó / KU elszívó légszelep Ø100
- LSZ2 Lindab KI befúvó vagy KU elszívó légszelep Ø125
- LSZ3 Lindab KI befúvó vagy KU elszívó légszelep Ø160

**MEGJEGYZÉS**

**LÉGTECHNIKAI SZERELÉSEK**

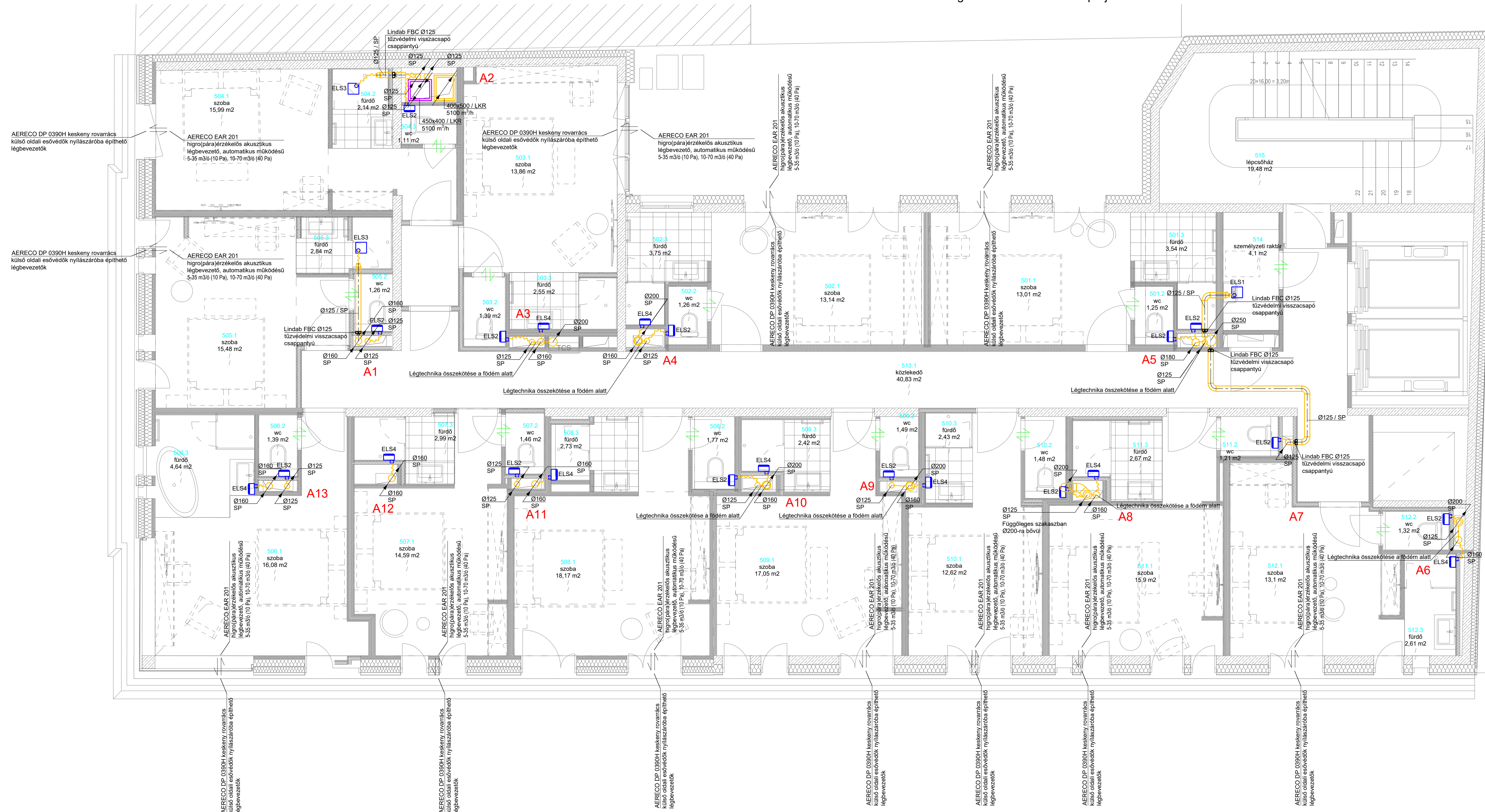
- Minden egyes anemosztátot úgy kell szerelni, hogy az beszabályozható legyen.
- Minden egyes anemosztátot hangscillapított, flexibilis, szigetelt, alu. csővel kell bekötni (SONODEC).
- Az ELS1 és ELS2 ventilátorok bekötése Ø80-as flexibilis légcsatornával történik.
- Az ELS3 és ELS4 ventilátorok bekötése Ø100-as flexibilis légcsatornával történik.
- A légcsatorna hálózatba tisztító nyílásokat kell beépíteni az MSZ EN 12097 szabvány előírásai alapján.
- A légtechnikai szabványok és tisztítónyílások hozzáférhetőségét az almenyezeten kialakított revíziós nyílásokkal biztosítani kell.

**ÁLTALÁNOS MEGJEGYZÉSEK**

- A rajzon feltüntetett méretek a helyszínen ellenőrizendőek!
- Minden beépítésre kerülő berendezés beépítésnél a gyártó előírásai maradéktalanul betartandók.
- Minden szaniter berendezési tárgy, csatlételek és anemosztát, valamint látszó gépészeti berendezés színt és típusát az építész tervezővel, illetve a beruházóval rendelés előtt egyeztetni kell. Igény esetén mintadarab bemutatását is biztosítani kell.
- A kivitelezés megkezdése előtt a szakági és generál váliaközök minden esetben egyeztetéssel a szerelési sorrendet!
- Az esetleges bontási munkáknál, utólagos fal és födémátterések készítésénél fokozott figyelmet kell fordítani azok kivitelezhetőségére! A bontási munkák megkezdése előtt jóvá kell hagyatni azokat a generál építésztervezővel. A jóváhagyást az építési naplóban rögzíteni kell.
- A vízszigetelő/tűzgátló födémeken és falakon történő csatlételeket vízáró/tűzgátló módon kell kialakítani. (Tűzvédelmi vonatkozásban az érvényben lévő OTSZ előírásai mértékadóak!)

<p><i>Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem</i>                  Létesítménymérnök mesterképzési szak - Műszaki Intézet</p>		rajtszám: <b>GSZ-6</b>
<p>Diplomadolgozat                  Szállodaépület fűtési, hűtési és légtechnikai rendszerének tervezése</p>		lépték: <b>1:50</b>
<p><b>Légtechnika - 4. emelet alaprajz</b></p>		dátum: <b>2025.04.17.</b>
tervező: <b>Halasi Balázs</b>	konzulensek: <b>Dr. Szabó Márta</b> <b>Takács Gábor</b>	

17. sz. melléklet: Légtechnika - 5. emelet alaprajz



CSŐVEZETÉKEK SZIGETELÉSE

- Az épületen belüli frisslevegű beszívó aknát és a távozó levegő aknát 25mm alukasírozott ásványgyapot hőszigeteléssel kell szerelni, a lakások határoló faláig.
- A lakásokon belüli légtechnikai csőhálózatok szigetelése nélkül szerelendők.

JELMAGYARÁZAT 1/1 oldal

- frisslevegő
- kezelt szellőző levegő
- elszívott levegő
- Légátteresztő ajtó kialakítás ráccsal vagy küszöb nélküli kivitelű megvalósítva
- \*SP\* kör km. horganyzott acéllemez légszűrő (SPIKO)
- \*SD\* hangcsillapított flexibilis légszűrő (SONODEC)
- \*LKR\* Egyenes négyzetű légszűrő, trapéz merevítéssel (Lindab)
- as:+2,50 alás sík
- tg:+2,50 csatlóhely magasság
- ELS1 Helios ELS-VNC 60 GAP fali elszívó ventilátor, falon kívüli házzal, késleltetéssel villanykapcsolóval működtetve, szakaszos üzemm., visszacsapó szeleppel 60 m<sup>3</sup>/h; 150 Pa, 35 dB(A) -1/230VAC/50Hz/18W
- ELS2 Helios ELS-VNC 60 GAPB fali elszívó ventilátor, falon kívüli tűzvédelmi házzal, késleltetéssel villanykapcsolóval működtetve, szakaszos üzemm., visszacsapó szeleppel 60 m<sup>3</sup>/h; 150 Pa, 35 dB(A) -1/230VAC/50Hz/18W
- ELS3 Helios ELS-VNC 100 GAP fali elszívó ventilátor, falon kívüli házzal, késleltetéssel villanykapcsolóval működtetve, szakaszos üzemm., visszacsapó szeleppel 100 m<sup>3</sup>/h; 230 Pa, 29 dB(A) -1/230VAC/50Hz/18W
- ELS4 Helios ELS-VNC 100 GAPB fali elszívó ventilátor, falon kívüli tűzvédelmi házzal, késleltetéssel villanykapcsolóval működtetve, szakaszos üzemm., visszacsapó szeleppel 100 m<sup>3</sup>/h; 230 Pa, 35 dB(A) -1/230VAC/50Hz/29W
- AN-1 Lindab LTDF 1000 Ø250 6 soros KBPF szigetelt befúvó dobozzal
- AN-2 Lindab LTDF 1000 Ø250 6 soros KBPF szigetelt elszívó dobozzal
- AN-3 Lindab LTDF 1000 Ø250 6 soros elszívó doboz nélkül
- LSZ1 Lindab KI befúvó vagy KU elszívó légszelep Ø100
- LSZ2 Lindab KI befúvó vagy KU elszívó légszelep Ø125
- LSZ3 Lindab KI befúvó vagy KU elszívó légszelep Ø160

MEGJEGYZÉS

LÉGTECHNIKAI SZERELÉSEK

- Minden egyes anemosztátot úgy kell szerelni, hogy az beszabályozható legyen.
- Minden egyes anemosztátot hangcsillapított, flexibilis, szigetelt, alu. csővel kell bekötni (SONODEC).
- Az ELS1 és ELS2 ventilátorok bekötése Ø80-as flexibilis légszűrővel történik.
- Az ELS3 és ELS4 ventilátorok bekötése Ø100-as flexibilis légszűrővel történik.
- A légtechnikai szabályozóelemek és tisztítónyílások hozzáférhetőségét az almenyезeten kialakított revíziós nyílásokkal biztosítani kell.

ÁLTALÁNOS MEGJEGYZÉSEK

- A rajzon feltüntetett méretek a helyszínen ellenőrizendőek!
- Minden beépítésre kerülő berendezés beépítésnél a gyártó előírásai maradéktalanul betartandók.
- Minden szaniter berendezési tárgy, csatlételep és anemosztát, valamint látszó gépészeti berendezés színét és típusát az építész tervezővel, illetve a beruházóval rendelés előtt egyeztetni kell. Igény esetén mintadarab bemutatását is biztosítani kell.
- A kivitelezés megkezdése előtt a szakági és generál vállalkozók minden esetben egyeztessék a szerelési sorrendet!
- Az esetleges bontási munkáknál, utólagos fal és födémátterések készítésénél fokozott figyelmet kell fordítani azok kivitelezhetőségére! A bontási munkák megkezdése előtt jóvá kell hagyni azokat a generál építésztervezővel. A jóváhagyást az építési naplóban rögzíteni kell.
- A vízszigetelő/tűzgátló födémeken és falakon történő csatlételekeket vízszáró/tűzgátló módon kell kialakítani. (Tűzvédelmi vonatkozásban az érvényben lévő OTSZ előírásai mértékadóak!)

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem  
Létesítménymérnök mesterképzési szak - Műszaki Intézet

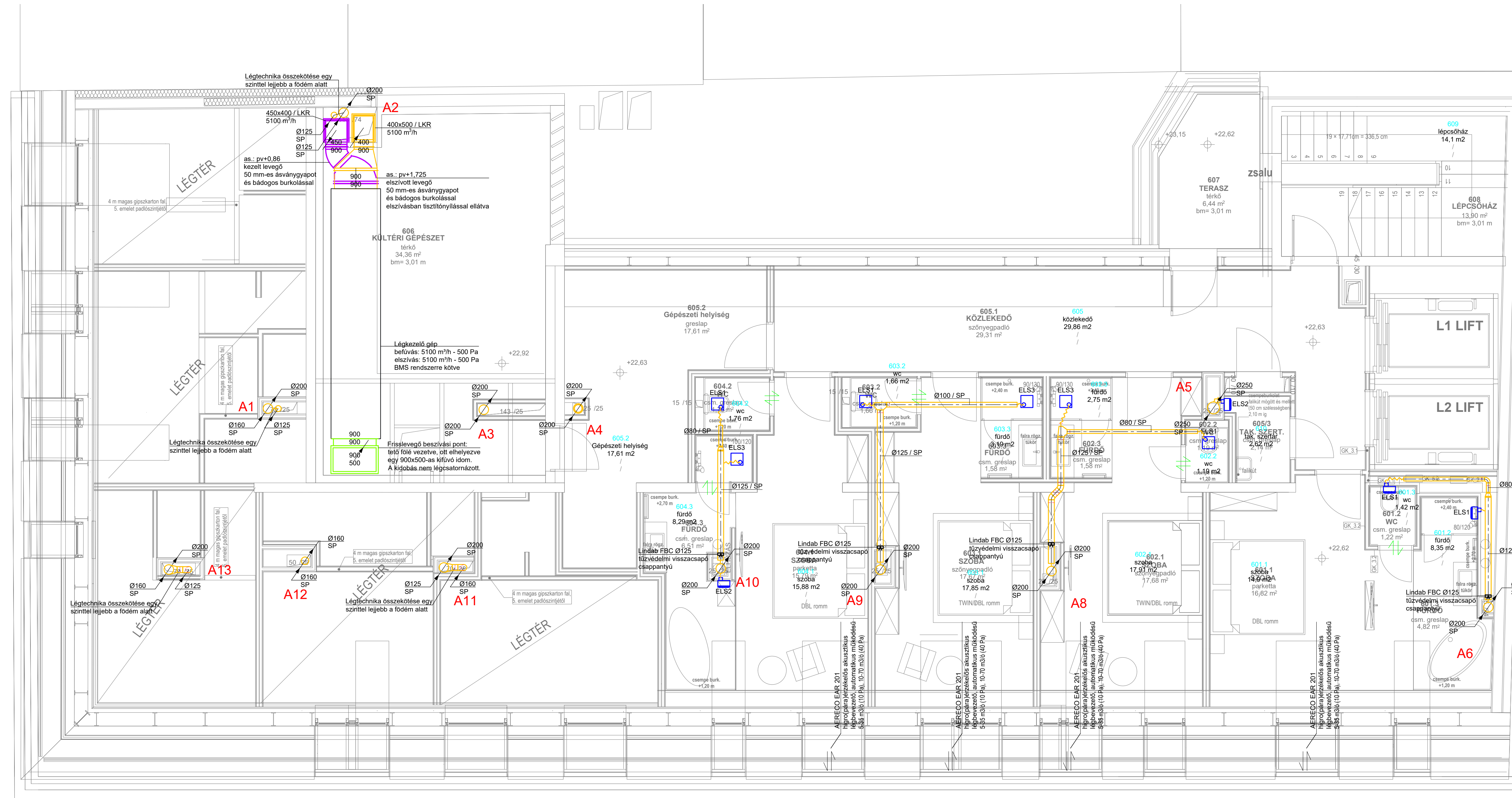
Diplomadolgozat  
Szállodaépület fűtési, hűtési és légtechnikai rendszerének tervezése

Légtechnika - 5. emelet alaprajz

tervező: Halasi Balázs  
konzulensek: Dr. Szabó Márta  
Takács Gábor

rajzszám:  
GSZ-7  
lépték:  
1:50  
dátum:  
2025.04.17.

18. sz. melléklet: Légtechnika - 6. emelet alaprajz



- CSŐVEZETÉKEK SZIGETELÉSE**
- Az épületen belüli frisslevegű beszívó aknát és a távozó levegő aknát 25mm alukasírozott ásványgyapot hőszigeteléssel kell szerelni, a lakások határoló faláig.
  - A lakásokon belüli légtechnikai csőhálózatok szigetelése nélkül szerelendők.
- JELMAGYARÁZAT** 1/1 oldal
- frisslevegő
  - kezelt szellőző levegő
  - elszívott levegő
  - Légáteresztő ajtó kialakítás ráccsal vagy küszöb nélküli kivitelrel megvalósítva

- MEGJEGYZÉS**
- LÉGTECHNIKAI SZERELÉSEK**
- Minden egyes anemosztátot úgy kell szerelni, hogy az beszabályozható legyen.
  - Minden egyes anemosztátot hangcsillapított, flexibilis, szigetelt, alu. csővel kell bekötni (SONODEC).
  - Az ELS1 és ELS2 ventilátorok bekötése Ø80-as flexibilis légszűrővel történik.
  - Az ELS3 és ELS4 ventilátorok bekötése Ø100-as flexibilis légszűrővel történik.
  - A légszűrő hálózata tisztító nyílásokat kell beépíteni az MSZ EN 12097 szabvány előírásai alapján.
  - A légtechnikai szabványok és tisztítónyílások hozzáférhetőségét az almenyезeten kialakított revíziós nyílásokkal biztosítani kell.

- ÁLTALÁNOS MEGJEGYZÉSEK**
- A rajzon feltüntetett méretek a helyszínen ellenőrizendőek!
  - Minden beépítésre kerülő berendezés beépítésénél a gyártó előírásai maradéktalanul betartandók.
  - Minden szaniter berendezési tárgy, csatlételek és anemosztátok, valamint látszó gépészeti berendezés színt és típusát az építész tervezővel, illetve a beruházóval rendelés előtt egyeztetni kell. Igény esetén mintadarab bemutatását is biztosítani kell.
  - A kivitelezés megkezdése előtt a szakági és generál vállalkozók minden esetben egyeztessék a szerelési sorrendet!
  - Az esetleges bontási munkáknál, utólagos fal és födémátörések készítésénél fokozott figyelmet kell fordítani azok kivitelezhetőségére! A bontási munkák megkezdése előtt jóvá kell hagyni azokat a generál építésztervezővel. A jóváhagyást az építési naplóban rögzíteni kell.
  - A vízszigetelő/tűzgátló födémeken és falakon történő csatlételeket vízszáró/tűzgátló módon kell kialakítani. (Tűzvédelmi vonatkozásban az érvényben lévő OTSZ előírásai mértékadóak!)

- \*SP\* kör km. horganyzott acéllemez légszűrő (SPIKO)
- \*SD\* hangcsillapított flexibilis légszűrő (SONODEC)
- \*LKR\* Egyenes négyzetű légszűrő, trapéz merevítéssel (Lindab)
- as: +2,50 alás sík
- tg: +2,50 csatlételek magasság
- ELS1 Helios ELS-VNC 60 GAP fali elszívó ventilátor, falon kívüli tűzvédelmi házzal, késleltetéssel villanykapcsolóval működtethető, szakaszos üzemm. visszacsapó szeleppel 60 m³/h; 150 Pa, 35 dB(A) -1230VAC/50Hz/18W
- ELS2 Helios ELS-VNC 60 GAPB fali elszívó ventilátor, falon kívüli tűzvédelmi házzal, késleltetéssel villanykapcsolóval működtethető, szakaszos üzemm. visszacsapó szeleppel 60 m³/h; 150 Pa, 35 dB(A) -1230VAC/50Hz/18W
- ELS3 Helios ELS-VNC 100 GAP fali elszívó ventilátor, falon kívüli tűzvédelmi házzal, késleltetéssel villanykapcsolóval működtethető, szakaszos üzemm. visszacsapó szeleppel 100 m³/h; 230 Pa, 29 dB(A) -1230VAC/50Hz/18W
- ELS4 Helios ELS-VNC 100 GAPB fali elszívó ventilátor, falon kívüli tűzvédelmi házzal, késleltetéssel villanykapcsolóval működtethető, szakaszos üzemm. visszacsapó szeleppel 100 m³/h; 230 Pa, 35 dB(A) -1230VAC/50Hz/29W

<p><i>Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem</i></p> <p>Létesítménymérnök mesterképzési szak - Műszaki Intézet</p>		<p>rajzszám:</p> <p><b>GSZ-8</b></p>
<p>Diplomadolgozat</p> <p>Szállodaépület fűtési, hűtési és légtechnikai rendszerének tervezése</p>		<p>lépték:</p> <p><b>1:50</b></p>
<p><b>Légtechnika - 6. emelet alaprajz</b></p>		<p>dátum:</p> <p><b>2025.04.17.</b></p>
<p>tervező:</p> <p><b>Halasi Balázs</b></p>	<p>konzulensek: <b>Dr. Szabó Márta</b> <b>Takács Gábor</b></p>	

**CSŐVEZETÉKEK SZIGETELÉSE**

- Az épületen belüli frisseveg beszívó aknát és a távozó levegő aknát 25mm alukasírozott ásványgyapot hőszigeteléssel kell szerelni, a lakások határoló faláig.
- A lakásokon belüli légtechnikai csőhálózatok szigetelés nélkül szerelendők.

**MEGJEGYZÉS**

**LÉGTECHNIKAI SZERELÉSEK**

- Minden egyes anemosztátot úgy kell szerelni, hogy az beszabályozható legyen.
- Minden egyes anemosztátot hangcsillapított, flexibilis, szigetelt, alu. csővel kell bekötni (SONODEC).
- Az ELS1 és ELS2 ventilátorok bekötése Ø80-as flexibilis légcsatornával történik.
- Az ELS3 és ELS4 ventilátorok bekötése Ø100-as flexibilis légcsatornával történik.
- A Hűtőszoba hűtőrendszer tisztító nyílásokat kell beépíteni az MSZ EN 12097 szabvány előírásai alapján.
- A légtechnikai szabályzóelemek és tisztítónyílások hozzáférhetőségét az almenyезeten kialakított revíziós nyílásokkal biztosítani kell.

**ÁLTALÁNOS MEGJEGYZÉSEK**

- A rajzon feltüntetett méretek a helyszínen ellenőrizendőek!
- Minden beépítésre kerülő berendezés beépítésnél a gyártó előírásai maradéktalanul betartandók.
- Minden szaniter berendezési tárgy, csatlételek és anemosztát, valamint látszó gépészeti berendezés színét és típusát az építész tervezővel, illetve a beruházóval rendelés előtt egyeztetni kell. Igény esetén mintadarab bemutatását is biztosítani kell.
- A kivitelezés megkezdése előtt a szakági és generál vállalkozók minden esetben egyeztessék a szerelési sorrendet!
- Az esetleges bontási munkáknál, utólagos fal és födémátörések készítésénél fokozott figyelmet kell fordítani azok kivitelezhetőségére! A bontási munkák megkezdése előtt jóvá kell hagyatni azokat a generál építészvezetővel. A jóváhagyást az építési naplóban rögzíteni kell.
- A vízszigetelő/tűzgátló födémeken és falakon történő csőátvezetéseket vízáró/tűzgátló módon kell kialakítani. (Tűzvédelmi vonatkozásban az érvényben lévő OTSZ előírásai mértékadóak!)

**JELMAGYARÁZAT**

- ← frisseveg
- ← kezelt szellőző levegő
- ← elszívott levegő

Légáteresztő ajtó kialakítás ráccsal vagy küszöb nélküli kivitelrel megvalósítva

- \*SP\* kör km. horganyzott acéllemez légcsatorna (SPIKO)
- \*SD\* hangcsillapított flexibilis légcsatorna (SONODEC)
- \*LKR\* Egyenes négyzetű légcsatorna, trapéz merevítéssel (Lindab)

as: +2.50 alóló sík  
tg: +2.50 csatlételek magasság

ELS1 Helios ELS-VNC 60 GAP fali elszívó ventilátor, falon kívüli tűzvédelmi házzal, késleltetéssel villanykapcsolóról működtethető, szakaszos üzemmű, visszacsapó szeleppel 60 m<sup>3</sup>/h; 150 Pa, 35 dB(A) -1/230VAC/50Hz/18W

ELS2 Helios ELS-VNC 60 GAPB fali elszívó ventilátor, falon kívüli tűzvédelmi házzal, késleltetéssel villanykapcsolóról működtethető, szakaszos üzemmű, visszacsapó szeleppel 60 m<sup>3</sup>/h; 150 Pa, 35 dB(A) -1/230VAC/50Hz/18W

ELS3 Helios ELS-VNC 100 GAP fali elszívó ventilátor, falon kívüli tűzvédelmi házzal, késleltetéssel villanykapcsolóról működtethető, szakaszos üzemmű, visszacsapó szeleppel 100 m<sup>3</sup>/h; 230 Pa, 29 dB(A) -1/230VAC/50Hz/18W

ELS4 Helios ELS-VNC 100 GAPB fali elszívó ventilátor, falon kívüli tűzvédelmi házzal, késleltetéssel villanykapcsolóról működtethető, szakaszos üzemmű, visszacsapó szeleppel 100 m<sup>3</sup>/h; 230 Pa, 35 dB(A) -1/230VAC/50Hz/29W

AN-1 Lindab LTDP 1000 Ø250 6 soros KBPF szigetelt befúvó dobozzal

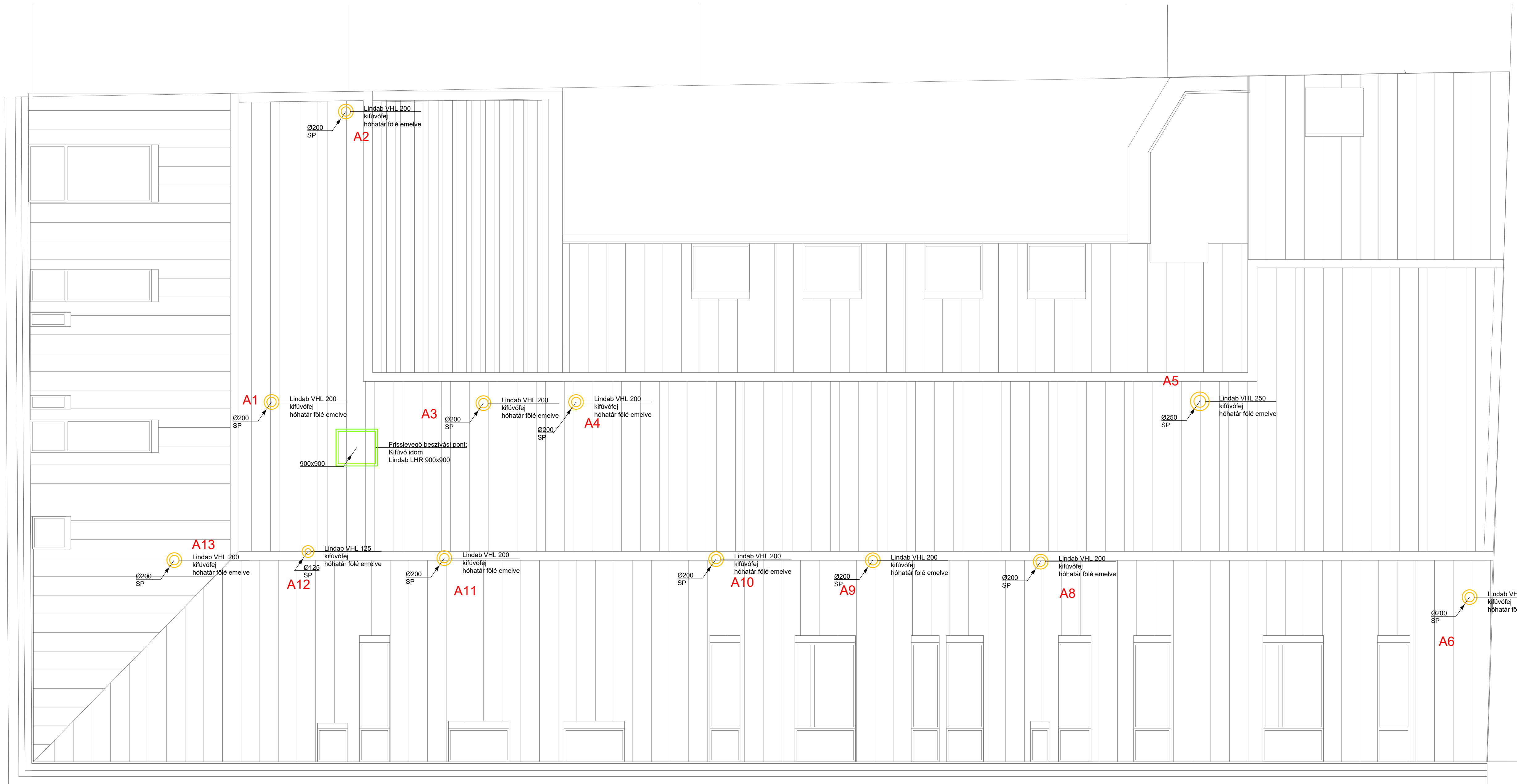
AN-2 Lindab LTDF 1000 Ø250 6 soros KBPF szigetelt elszívó dobozzal

AN-3 Lindab LTDF 1000 Ø250 6 soros elszívó doboz nélkül

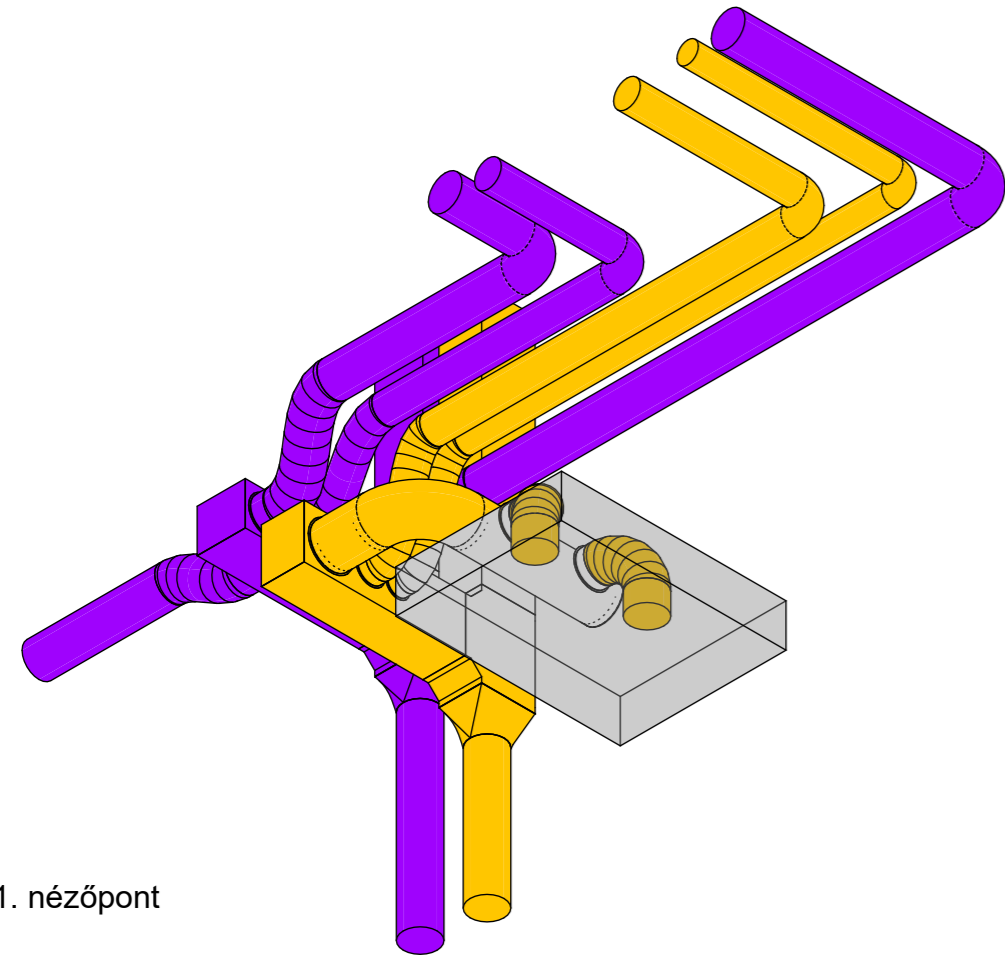
LSZ1 Lindab KI befúvó / KU elszívó légszelep Ø100

LSZ2 Lindab KI befúvó vagy KU elszívó légszelep Ø125

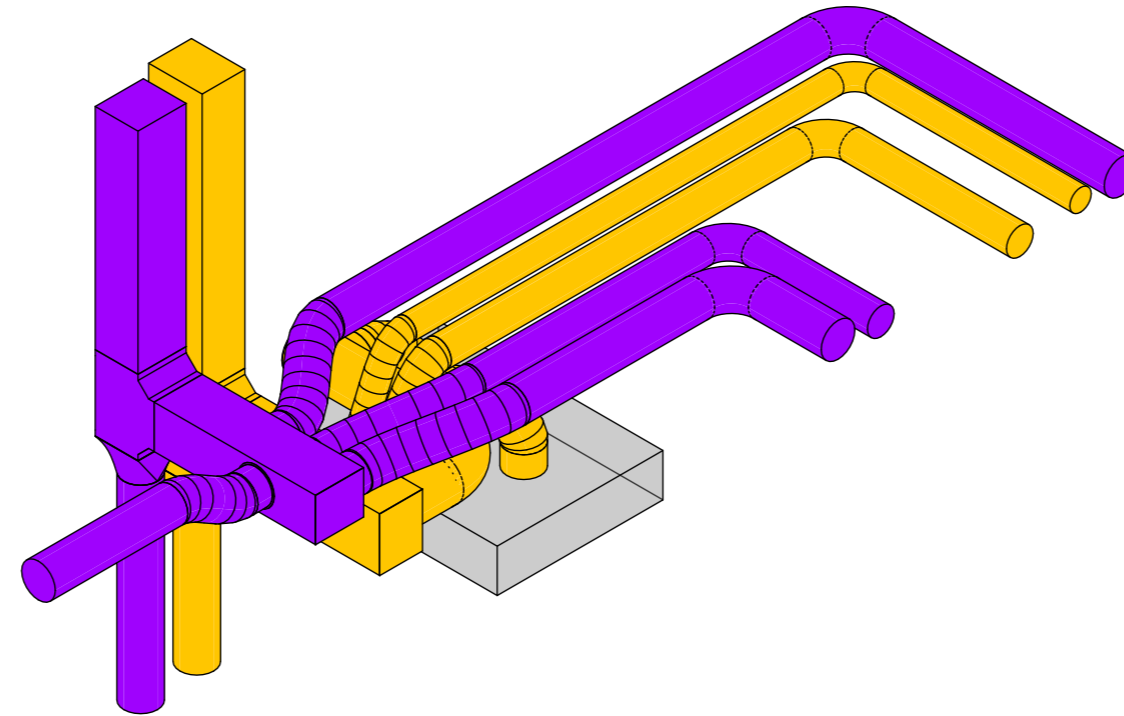
LSZ3 Lindab KI befúvó vagy KU elszívó légszelep Ø160



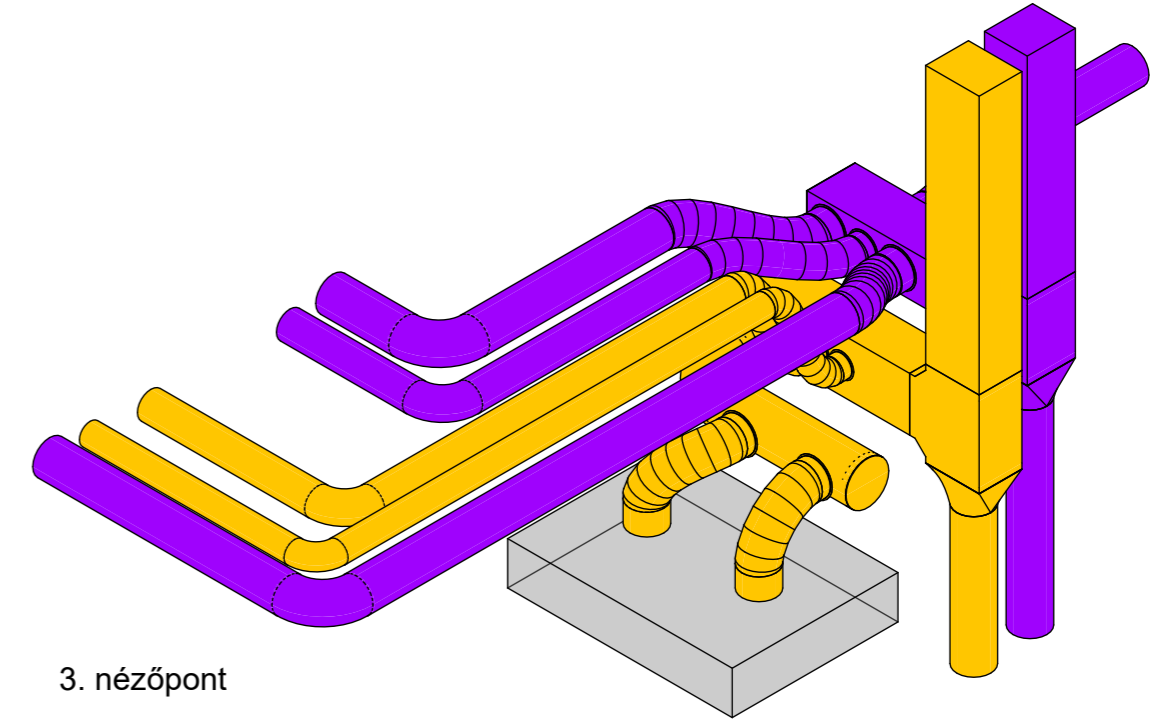
<p><b>Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem</b>                  Létesítménymérnök mesterképzési szak - Műszaki Intézet</p>		rajtszám: <b>GSZ-9</b>
<p><b>Diplomadolgozat</b>                  Szállodaépület fűtési, hűtési és légtechnikai rendszerének tervezése</p>		lépték: <b>1:50</b>
<p><b>Légtechnika - Tetőszint alaprajz</b></p>		dátum: <b>2025.04.17.</b>
tervező: <b>Halasi Balázs</b>	konzulensek: <b>Dr. Szabó Márta</b> <b>Takács Gábor</b>	



1. nézőpont



2. nézőpont



3. nézőpont

*Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem*  
 Létesítménymérnök mesterképzési szak - Műszaki Intézet

rajzszám:  
**GSZ-3D**

Diplomadolgozat  
 Szállodaépület fűtési, hűtési és légtechnikai rendszerének tervezése

lépték:  
**1:50**

**Konyhai légtechnika csomópont 3D részletrajzai**

dátum:  
**2025.04.17.**

tervező:  
**Halasi Balázs**

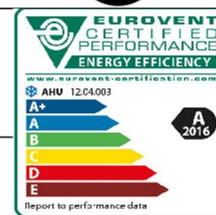
konzulensek:  
**Dr. Szabó Márta**  
**Takács Gábor**

Rosenberg Hungária Kft.  
József A. u. 32-34  
H-2532 Tokodaltáró 30/966-0522



Készítette: -  
Ajánlat száma: -  
Projekt neve: Szállodaépület

Rendelés: 5100/2 m1  
Ügyfél: -



Befúvás: Airbox F40-10Q Mag.: 1164mm Szél.: 1044mm Tömeg: 1469kg  
Elszívás: Airbox F40-10Q AHU-F4010QWW Hossz: 5500mm  
Időjárásálló kivitel

#### Hővisszanyerés - különálló

Befúvás: Vol=5100 m<sup>3</sup>/h dPext=500 Pa dPtot=880 Pa  
V=1,3m/s (V1)

#### Hangteljesítmények:

63Hz 125Hz 250Hz 500Hz 1kHz 2kHz 4kHz 8kHz Összeg

#### Készülék külső falán:

Lw 68 60 62 49 46 43 33 28 dB LwA 56 dB(A)

#### Készülék szívócsonkján:

Lw 65 61 76 69 66 59 48 47 dB LwA 72 dB(A)

#### Készülék nyomócsonkján:

Lw 67 70 82 73 74 64 60 57 dB LwA 78 dB(A)

Burkolat adatai a DIN EN 1886 szerint:

Termikus szigetelési osztály: T2 (M); Hőhíd osztály: TB3 (M); Mechanikai stabilitás: D1 (M); Burkolat szivárgás: L2 (M)

Elszívás: Vol=5100 m<sup>3</sup>/h dPext=500 Pa dPtot=803 Pa  
V=1,3m/s (V1)

#### Hangteljesítmények:

63Hz 125Hz 250Hz 500Hz 1kHz 2kHz 4kHz 8kHz Összeg

#### Készülék külső falán:

Lw 67 57 62 49 46 42 35 32 dB LwA 55 dB(A)

#### Készülék szívócsonkján:

Lw 61 58 73 62 61 48 45 42 dB LwA 67 dB(A)

#### Készülék nyomócsonkján:

Lw 70 68 84 79 80 76 72 71 dB LwA 84 dB(A)

Burkolat adatai a DIN EN 1886 szerint:

Termikus szigetelési osztály: T2 (M); Hőhíd osztály: TB3 (M); Mechanikai stabilitás: D1 (M); Burkolat szivárgás: L2 (M)

Rosenberg Hungária Kft.  
József A. u. 32-34  
H-2532 Tokodaltáró 30/966-0522



Készítette: -

Rendelés: 5100/2 m1

Ajánlat száma: -

Ügyfél: -

Projekt neve: Szállodaépület



Befúvás: Airbox F40-10Q Mag.: 1164mm Szél.: 1044mm Tömeg: 1469kg  
Elszívás: Airbox F40-10Q AHU-F4010QWW Hossz: 5500mm  
Időjárásálló kivitel

#### Műszaki adatok

**Bef Z1 C1 Beszívó ernyő, C3 RAL7035 hg. acél, C3 RAL7035 madárvédő ráccsal, 1-es m. belső zsaluhoz**  
Δp levegő: 1 Pa

**Bef Z1 C2 Zsalu, hg. acél kivitel (EN1751, 2. osztály), 1-es n., belső, teljes km., sz=798, m=896, karima=30**  
Δp levegő: 2 Pa

**Bef Z1 C3 Rövid táskás szűrő, ISO ePM10 50% (M5)**

Szűrő hossza:	370 mm	Szűrő felület:	5,8 m <sup>2</sup>
Áramlási sebesség:	1,65 m/s		
Δp méretezési:	60 Pa	Energia osztály:	E
Δp kezdeti:	30 Pa	dP Ende (EN13053:2019):	90 Pa
Méreték:	1x592 <sup>2</sup> , 1x592x287, 1x287x592, 1x287 <sup>2</sup> ,		

**Bef Z1 C4 Szabványos táskás szűrő, ISO ePM1 50% (F7)**

Szűrő hossza:	600 mm	Szűrő felület:	10,2 m <sup>2</sup>
Áramlási sebesség:	1,65 m/s		
Δp méretezési:	101 Pa	Energia osztály:	C
Δp kezdeti:	51 Pa	dP Ende (EN13053:2019):	151 Pa
Méreték:	1x592 <sup>2</sup> , 1x592x287, 1x287x592, 1x287 <sup>2</sup> ,		

**Bef W1 C1 Hővisszanyerő fűtőelem**

Belépő léghőmérséklet:	-15 °C	Kilépő léghőmérséklet:	12,7 °C
Belépő légnedvesség:	90 %r.F.	Kilépő légnedvesség:	10 %r.F.
Belépő közezhőmérséklet:	16,5 °C	Kilépő közezhőmérséklet:	-6,5 °C
Névleges teljesítmény:	42,6 kW	Nedves hővisszanyerési szám:	73 %
Keringtetett mennyiség:	1,75 m <sup>3</sup> /h	Δp közeg:	129 kPa
		Csőcsatlakozás:	1,25 "
		Δp levegő:	120 Pa

Térfogat:

40 l

EN 13053 (2012-02) szerinti adatok:

Hatékonyság: 68,4 %  
Hővisszanyerési osztály (2020/05) H:3

Száraz hővisszanyerési szám: 69,8 %  
Hővisszanyerési osztály (2012/02) H:2

Kilépő léghőmérséklet: 29 °C  
Kilépő légnedvesség: 71 %r.F.  
Teljesítmény: 10,1 kW

2. munkapont:  
Belépő léghőmérséklet: 35 °C  
Belépő légnedvesség: 50 %r.F.  
Nedves hővisszanyerési szám: 71 %

**Bef W1 C2 Fűtő, PWW Cu/Al keret FeZn**

Csősorok száma:	3	Térfogatáram:	5100 m <sup>3</sup> /h
Belépő léghőmérséklet:	2 °C	Belépő közezhőmérséklet:	40 °C
Kilépő léghőmérséklet:	22 °C	Kilépő közezhőmérséklet:	30 °C
Δp száraz levegő:	25 Pa	Δp közeg:	16,2 kPa
Fűtőteliesség:	30,7 kW	Keringtetett mennyiség:	2,89 m <sup>3</sup> /h
		Glikol hányad (etilén):	30 %
		Közegtérfogat:	9 l
Áramlási sebesség:	1,78 m/s	Áramkörök száma:	10
		Csőcsatlakozás:	1 "

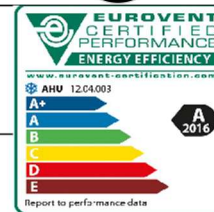
Kód: 7NFB0952091511508030864030823100100CES4015

Rosenberg Hungária Kft.  
József A. u. 32-34  
H-2532 Tokodaltáró 30/966-0522



Készítette: -  
Ajánlat száma: -  
Projekt neve: Szállodaépület

Rendelés: 5100/2 m1  
Ügyfél: -



Befúvás: Airbox F40-10Q Mag.: 1164mm Szél.: 1044mm Tömeg: 1469kg  
Elszívás: Airbox F40-10Q AHU-F4010QWW Hossz: 5500mm  
Időjárásálló kivitel

### Bef Z2 C1 Szabadonfutó ventilátor, GKHM 400-CIB.125.6FF IE Gen3

#### Ventilátor adatok

Térfogatáram:	5100 m <sup>3</sup> /h		
Δp összes:	880 Pa	Δp dinamikus:	31 Pa
Δp statikus:	849 Pa	Δp szerelék:	3 Pa
Δp külső:	500 Pa	Δp belső:	349 Pa
Felvett teljesítmény (Pel):	1,81 kW		
Fordulatszám:	2090 U/min	Kiterheltség (fordulatszám):	72,3 %
Áramfelvétel:	2,85 A	Vent. hatásfok (stat.):	60 %
Hatásfok (összes):	62,2 %	Hangteljesítmény, Lw(A)6:	84 dB(A)
Δp fúvóka:	686 Pa	Fúvóka együttható, k10:	136 m <sup>2</sup> /s
SFPv:	1,28 kW/m <sup>3</sup> (SFP3)		
Vezérlő feszültség:	6,87 V		

#### Motor adatok: EC-motor beépített elektronikával

Névleges feszültség:	3~380-480	Névleges teljesítmény:	4,5 kW
Motorvédelem:	Beépített	Névleges áramfelvétel:	6,95 A
Névleges fordulatszám:	2890 U/min	Védelmi osztály:	IP 54
Hatékonyági osztálynak való megfelelés			IE5

#### Energia hatékonyság

Sebesség osztály:	V1		
Teljesítmény osztály:	P1	Max. Pel (RLT01):	2,4 kW

A ventilátor adatok a DIN 24166 szerinti 1. pontossági osztálynak megfelelően megadva.

A szerelék ellenállása a ventilátor kiválasztásánál figyelembe lett véve.

### Bef Z2 C2 Hűtő, PKW Cu/Al keret V2A

Csősorok száma:	3	Térfogatáram:	5100 m <sup>3</sup> /h
Belépő léghőmérséklet:	32 °C	Belépő közeghőmérséklet:	13 °C
Kilépő léghőmérséklet:	24 °C	Kilépő közeghőmérséklet:	18 °C
Belépő légnedvesség:	45 %r.F.	Keringetett mennyiség:	2,44 m <sup>3</sup> /h
Kilépő légnedvesség:	68 %r.F.	Δp közeg:	23,3 kPa
Δp nedves levegő:	22 Pa	Glikol hányad (etilén):	30 %
Δp száraz levegő:	22 Pa	Közegtérfogat:	8 l
Δp cseppelválasztó:	15 Pa	Kondenzátum mennyiség:	0,448 l/h
Áramlási sebesség:	1,9 m/s	Áramkörök száma:	8
Hűtőteliesség:	12,9 kW	Csőcsatlakozás:	0,75 "

Kód: 7NHB0952091511508090864031029075075CEE4015

A ventilátor kiválasztása nedves hűtőhöz történt.

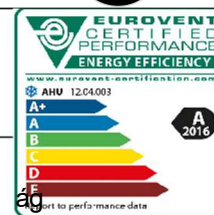
### Elsz A1 C2 Zsírfogó szűrő, fém fonatos, G3 (alumínium), hg. acél betolható kerettel

Szűrő hossza:	48 mm	Szűrő felület:	0,8 m <sup>2</sup>
Áramlási sebesség:	1,65 m/s		
Δp méretezési:	88 Pa	Energia osztály:	
Δp kezdeti:	26 Pa	dP Ende (EN13053:2019):	150 Pa
Méretetek:	1x592 <sup>2</sup> , 1x592x287, 1x287x592, 1x287 <sup>2</sup>		

Rosenberg Hungária Kft.  
József A. u. 32-34  
H-2532 Tokodaltáró 30/966-0522



Készítette: - Rendelés: 5100/2 m1  
Ajánlat száma: - Ügyfél: -  
Projekt neve: Szállodaépület



Befűvás: Airbox F40-10Q Mag.: 1164mm Szél.: 1044mm Tömeg: 1469kg  
Elszívás: Airbox F40-10Q AHU-F4010QWW Hossz: 5500mm  
Időjárásálló kivitel

#### Elsz A1 C3 Rövid táskás szűrő, ISO Coarse 70% (G4)

Szűrő hossza: 360 mm Szűrő felület: 6,4 m<sup>2</sup>  
Áramlási sebesség: 1,65 m/s  
Δp méretezési: 30 Pa Energia osztály:  
Δp kezdeti: 15 Pa dP Ende (EN13053:2019): 45 Pa  
Méretek: 1x592<sup>2</sup>, 1x592x287, 1x287x592, 1x287<sup>2</sup>,

#### Elsz A1 C4 Hővisszanyerő hűtőelem

Belépő léghőmérséklet: 23 °C Kilépő léghőmérséklet: 3,2 °C  
Belépő légnedvesség: 45 %r.F. Kilépő légnedvesség: 100 %r.F.  
Belépő közeghőmérséklet: -6,5 °C Kilépő közeghőmérséklet: 16,5 °C  
Névleges teljesítmény: 42,6 kW Nedves hővisszanyerési szám: 73 %  
Δp levegő: 100 Pa Δp közeg: 129 kPa  
Keringetett mennyiség: 1,75 m<sup>3</sup>/h Térfogat: 40 l  
Kondenzátum mennyiség: 16,9 l/h Csőcsatlakozás: 1,25 "  
2. munkapont:  
Kilépő léghőmérséklet: 32 °C Belépő léghőmérséklet: 26 °C  
Kilépő légnedvesség: 32 %r.F. Belépő légnedvesség: 45 %r.F.

#### Elsz A1 C5 Cseppelválasztó, PP lamellák, AlMg3 keret, süllyesztett csepptálcához

Δp levegő: 15 Pa

#### Elsz A2 C1 Szabadonfutó ventilátor szabványos motorral, DKNB 355-2KB.100.A10

##### Ventilátor adatok

Térfogatáram: 5100 m<sup>3</sup>/h  
Δp összes: 803 Pa Δp dinamikus: 61 Pa  
Δp statikus: 742 Pa Δp szerelék: 6 Pa  
Δp külső: 500 Pa Δp belső: 242 Pa  
Tengelyteljesítmény: 1,39 kW Max. tengelyteljesítmény: - kW  
Hatásfok (összes): 73,8 % Hangteljesítmény, Lw(A)6: 84 dB(A)  
Fordulatszám: 2565 U/min Max. fordulatszám: 3280 U/min  
Fordulatszám tartalék: 715 U/min Vent. hatásfok (stat.): 57,5 %  
Δp fúvóka: 1270 Pa Fúvóka együttható, k10: 100 m<sup>2</sup>/s/h  
SFPv: 1,16 kW/m<sup>3</sup> (SFP3)

##### Motor adatok:

Építési méret: 100 Névleges teljesítmény: 3 kW  
Névleges feszültség: 400 / 690 Motorvédelem: Kaltleiter  
Felvett teljesítmény (Pel): 1,65 kW Névleges áramfelvétel: 5,7 A  
Névleges fordulatszám: 2895 U/min  
Fv. frekvencia: 43,4 Hz  
Fv. frekvencia (max.): 57 Hz  
Hatásfok (méretezés): 87,1 % Hatékonyság osztály: IE3

##### Energia hatékonyság

Sebesség osztály: V1 Max. Pel (RLT01): 2,11 kW  
Teljesítmény osztály: P1

#### Elsz A2 C2 Zsalu, hg. acél kivitel (EN1751, 2. osztály), 1-es n., belső, teljes km., sz=798, m=896, karima=30

Δp levegő: 2 Pa

Rosenberg Hungária Kft.  
József A. u. 32-34  
H-2532 Tokodaltáró 30/966-0522



Készítette: -

Rendelés: 5100/2 m1

Ajánlat száma: -

Ügyfél: -

Projekt neve: Szállodaépület



Befűvás: Airbox F40-10Q Mag.: 1164mm Szél.: 1044mm Tömeg: 1469kg

Elszívás: Airbox F40-10Q AHU-F4010QWW Hossz: 5500mm

Időjárásálló kivitel

Elsz **A2 C3** Beszívó ernyő, **C3 RAL7035** hg. acél, **C3 RAL7035** madárvédő ráccsal, 1-es m. belső zsaluhoz  
 $\Delta p$  levegő: 1 Pa

Levegő sűrűsége: 1,2 kg/m<sup>3</sup>, légnyomás: 1013,25 hPa

SFP-osztály (EnEV): H1 vagy H2 hővisszanyerő osztály esetén, validálási terhelési feltételeknél a pótlékkal együtt.

Rosenberg Hungária Kft.  
József A. u. 32-34  
H-2532 Tokodaltáró 30/966-0522



Készítette: -

Rendelés: 5100/2 m1

Ajánlat száma: -

Ügyfél: -

Projekt neve: Szállodaépület



Befúvás: Airbox F40-10Q Mag.: 1164mm Szél.: 1044mm Tömeg: 1469kg  
Elszívás: Airbox F40-10Q AHU-F4010QWW Hossz: 5500mm  
Időjárásálló kivitel

Készülék típus:	<b>NLSK</b>	Építési mód:	<b>ZLA (Engl.: BVU)</b>
	Nem lakóépületeket szellőztető		Kétirányú szellőztető készülék
Meghajtás módja:	<b>Fordulatszám szabályozás</b>		

SFPint	<b>440 W/(m³/s)</b>
SFPint limit (2016):	<b>1558 W/(m³/s)</b>
SFPint limit (2018):	<b>1318 W/(m³/s)</b>



Hővisszanyerő típusa:	<b>Közvetítőközegezes hővisszanyerő</b>	
Termikus átviteli hatásfok (EN13053 szerint):	<b>70 %</b>	
Legmagasabb külső szivárgási érték (-400Pa / +400Pa):	<b>0,7 %</b>	<b>/ 0,65 %</b>

Befúvás		Elszívás	
Térfogatáram:	<b>1,28 m³/s</b>	Térfogatáram:	<b>1,28 m³/s</b>
Δps ext:	<b>500 Pa</b>	Δps ext:	<b>500 Pa</b>
Elektr. bemenő teljesítmény:	<b>1,81 kW</b>	Elektr. bemenő teljesítmény:	<b>1,65 kW</b>
Δps int:	<b>177 Pa</b>	Δps int:	<b>82 Pa</b>
Δps add:	<b>172 Pa</b>	Δps add:	<b>160 Pa</b>
Légsebesség:	<b>1,3 m/s</b>	Légsebesség:	<b>1,3 m/s</b>
ηstat (327/2011/EU) / Hat. fok: N	<b>64,6 % / 68</b>	ηstat (327/2011/EU) / Hat. fok: N	<b>61,1 % / 67</b>
Szűrőfokozat:	<b>F7</b>	Szűrőfokozat:	<b>G4</b>
Hangteljesítményszint:	<b>56 dB(A)</b>	Hangteljesítményszint:	<b>55 dB(A)</b>

Általános jellemzők:	
Szűrő figyelmeztető jelzés:	To fulfil the regulation 1253/2014/EU the installed filters need to be equipped with a visual signal or an alarm in the control system which shall be activated as soon as the filter pressure drop exceeds the maximum final pressure drop.
Termikus bypass	A 1253/2014/EU rendelet szerinti hővisszanyerő termikus bypass funkció a közeg szivattyú leállításával történik.
Meghajtás:	Ha egy légkezelőgép szabályozás nélkül kerül megrendelésre vagy kiszállításra, akkor az 1253/2014/EU rendelet alapján többfokozatú meghajtással, vagy fordulatszám szabályozóval kell ellátni.
Ártalmatlanítási tudnivalók:	A <a href="http://www.rosenberg-gmbh.com">www.rosenberg-gmbh.com</a> webhelyen elérhetők.
A beépített ventilátorok megfelelnek a 2009/125/EK irányelvnek és a 327/2011/EU rendeletnek.	

Rosenberg Hungária Kft.  
József A. u. 32-34  
H-2532 Tokodaltáró 30/966-0522



Készítette: -

Rendelés: 5100/2 m1

Ajánlat száma: -

Ügyfél: -

Projekt neve: Szállodaépület



Befúvás: Airbox F40-10Q Mag.: 1164mm Szél.: 1044mm Tömeg: 1469kg  
Elszívás: Airbox F40-10Q AHU-F4010QWW Hossz: 5500mm  
Időjárásálló kivitel

Helyzet	Megnevezés	Cikkszám	Db.	Súly [kg]
Bef Z1	Készülékház, Airbox F40-10Q l=1700mm		1	139
Bef Z1 C1	Beszívó ernyő, C3 RAL7035 hg. acél, C3 RAL7035 madárvédő ráccsal, 1-es m. belső zsaluhoz	WSHC101001XXB	1	8
Bef Z1 C2	Zsalu, hg. acél kivitel (EN1751, 2. osztály), 1-es n., belső, teljes km., sz=798, m=896, karima=30	JK2IC1010N1	1	20
Bef Z1 C2	Kondenzáltca, süllyesztett, 480 mm, 10-es n., AlMg3, D=32 mm	mpr-KWB00X100480A1		0
Bef Z1 C3	Rövid táskás szűrő, ISO ePM10 50% (M5)	FTN1010-1050NK2	1	15
Bef Z1 C3	Mérőcsonk védőkupakkal (PVC), 2 db, D=6,5 mm, felszerelve	MSS000-0001B	1	0
Bef Z1 C4	Szabványos táskás szűrő, ISO ePM1 50% (F7)	FTN1010-0150N2	1	17
Bef Z1 C4	Mérőcsonk védőkupakkal (PVC), 2 db, D=6,5 mm, felszerelve	MSS000-0001B	1	0
Bef W	Készülékház, Airbox F40-10Q l=1200mm		1	98
Bef W C1	Hővisszanyerő fűtőelem	PWW000-0000N	1	159
Bef W C1	Kondenzáltca, süllyesztett, 720 mm, 10-es n., AlMg3, D=32 mm	mpr-KWB00X100720A1		0
Bef W C2	Fűtő, PWW Cu/Al keret FeZn	PWW101003A0NRO	1	36
Bef Z2	Készülékház, Airbox F40-10Q l=1300mm		1	106
Bef Z2 C1	Szabadonfutó ventilátor, GKHM 400-CIB.125.6FF IE Gen3	N88-40327	1	62
Bef Z2 C1	Szervizkapcsoló, SW/GR (GS5) , 1 állású, 7,5 kW	H80-00034swgr	1	1
Bef Z2 C1	Kivezetett mérő körvezeték	mpr-Rmlaus45	1	0
Bef Z2 C1	EC kapocsléc doboz felszerelése; Kapcsok kifelé az SB 02.452 szerint	W21-00154	1	1
Bef Z2 C1	A felszerelt EC kapocsléc dobozt ITT MINDIG ALKALMAZNI KELL !!!	W21-99132	1	0
Bef Z2 C1	Szívóoldali védőrács, DKNB400	P25-35522	1	3
Bef Z2 C2	Hűtő, PKW Cu/Al keret V2A	PKW101003A0ERO	1	33
Bef Z2 C2	Cseppelválasztó, PP lamellák, AlMg3 keret, süllyesztett csepptálcához	TAS1010-001N	1	11
Bef Z2 C2	Kondenzáltca, süllyesztett, 480 mm, 10-es n., AlMg3, D=32 mm	mpr-KWB00X100480A1		0
Bef Z2 C3	Elasztikus csonk, teljes keretmetszetben, sz=938; m=938; karima=30	ELSC1010001N	1	2
Elsz A1	Készülékház, Airbox F40-10Q l=2100mm		1	172
Elsz A1 C1	Elasztikus csonk, teljes keretmetszetben, sz=938; m=938; karima=30	ELSC1010001N	1	2
Elsz A1 C2	Zsírfgó szűrő, fém fonatos, G3 (alumínium), hg. acél betolható kerettel	FWF-00001010N	1	22
Elsz A1 C2	Mérőcsonk védőkupakkal (PVC), 2 db, D=6,5 mm, felszerelve	MSS000-0001B	1	0
Elsz A1 C3	Rövid táskás szűrő, ISO Coarse 70% (G4)	FTN1010-CO70N1	1	10
Elsz A1 C3	Mérőcsonk védőkupakkal (PVC), 2 db, D=6,5 mm, felszerelve	MSS000-0001B	1	0
Elsz A1 C4	Hővisszanyerő hűtőelem	PKW000-0000N	1	134
Elsz A1 C5	Cseppelválasztó, PP lamellák, AlMg3 keret, süllyesztett csepptálcához	TAS1010-001N	1	16
Elsz A1 C5	Kondenzáltca, süllyesztett, 675 mm, 10-es n., AlMg3, D=32 mm	KWB00X100675A	1	0
Elsz A2	Készülékház, Airbox F40-10Q l=1200mm		1	98
Elsz A2 C1	Szabadonfutó ventilátor szabványos motorral, DKNB 355-2KB.100.A10	N80-35503	1	52
Elsz A2 C1	IEC motor BG 100/2;3kW	MCDU10001010	1	23
Elsz A2 C1	Kivezetett mérő körvezeték	mpr-Rmlaus35	1	0
Elsz A2 C1	Elasztikus csatlakozó, DKNB 355-400	ELS355-0400N	1	3
Elsz A2 C1	Szervizkapcsoló, SW/GR (GS5) , 1 állású, 7,5 kW	H80-00034swgr	1	1
Elsz A2 C1	Szívóoldali védőrács, DKNB355	P25-31522	1	2

Rosenberg Hungária Kft.  
József A. u. 32-34  
H-2532 Tokodaltáró 30/966-0522



Készítette: -

Rendelés: 5100/2 m1

Ajánlat száma: -

Ügyfél: -

Projekt neve: Szállodaépület



Befűvés: Airbox F40-10Q Mag.: 1164mm Szél.: 1044mm Tömeg: 1469kg  
Elszívás: Airbox F40-10Q AHU-F4010QWW Hossz: 5500mm  
Időjárásálló kivitel

Helyzet	Megnevezés	Cikkszám	Db.	Súly [kg]
Elsz A2 C2	Zsalu, hg. acél kivitel (EN1751, 2. osztály), 1-es n., belső, teljes km., sz=798, m=896, karima=30	JK2IC1010N1	1	20
Elsz A2 C2	Kondenzáló, süllyesztett, 480 mm, 10-es n., AlMg3, D=32 mm	mpr-KWB00X100480A1		0
Elsz A2 C3	Beszívó ernyő, C3 RAL7035 hg. acél, C3 RAL7035 madárvédő ráccsal, 1-es m. belső zsaluhoz	WSHC101001XXB	1	8
AHU	Külső panel, 4 oldalon RAL7035 bevonatos kivitelben (5500mm)	GVAF10QRRX10	1	0
AHU	Belső panel, 4 oldalon hg. acél kivitelben	GVIF000NNX10	1	0
AHU	F40-10Q időjárásálló, panelek kiegészítő tömítése (5500mm)	mpr-F40AP10Q	1	0
AHU	Padló tömítése (5500mm)	mpr-10QHYGd	1	8
AHU	Esővédő tető, bevonatos, RAL7035, legfeljebb 2700 mm készülék szélességig, külön szállítva (5500mm)	WSDB10Q0000R	1	112
AHU	Alapkeret szerelés, modulonként	mpr-GRBan	5	0
AHU	Alapkeret, 100 mm magas, hg. acél, külön szállítva (5500mm)	GRBB10Q0000B	1	75
AHU	A berendezésnek nincsenek daruzószemei (kiegészítő tartozék !)	mpr-ohneKRA	1	0
AHU	Ajtó kitámasztó	TFSD-000001N	7	0
AHU	Kezelőajtók 3D zsanérokkal és szorító körmökkel	mpr-Tür40N3	1	0

Szállítási feltételek

Fizetési feltételek

Szállítási idő

22. sz. melléklet: Fűtési- és hűtési rendszerre végzett  
hidraulikai számítások összegzése

1/3 oldal

<b>F-1 – Légkezelő fűtési kör primer oldal</b>	
<b>Hidraulikai elem</b>	<b>Nyomásesés [kPa]</b>
Csővezetékek, idomokkal	3
Szennyfogó szűrő	1,6
Visszacsapó szelep	4
Beszabályzó szelep	5
Lemezes hőcserélő	5
Összesen	18,6

<b>Szükséges emelőmagasság:</b>	<b>~ 1,9 m</b>
---------------------------------	----------------

<b>F-1 – Légkezelő fűtési kör szekunder oldal</b>	
<b>Hidraulikai elem</b>	<b>Nyomásesés [kPa]</b>
Csővezetékek, idomokkal	4
Szennyfogó szűrő	1,2
Visszacsapó szelep	4
Beszabályzó szelep	5
Lemezes hőcserélő	5
Háromjáratú keverő szelep	7
Fűtő kalorifer	16,2
Összesen	42,4

<b>Szükséges emelőmagasság:</b>	<b>~ 4,2 m</b>
---------------------------------	----------------

<b>F-2 – Fan-coil fűtési kör</b>	
<b>Hidraulikai elem</b>	<b>Nyomásesés [kPa]</b>
Csővezetékek, idomokkal	13,2
Szennyfogó szűrő	2
Visszacsapó szelep	4
Beszabályzó szelep	5
Háromjáratú keverő szelep	12
Beszabályzó szelep (strangról történő leágazásnál)	5
Compact-P szelep	15
Fan-coil	25
Összesen	81,2

<b>Szükséges emelőmagasság:</b>	<b>~ 8,1 m</b>
---------------------------------	----------------

<b>F-3 –Radiátor fűtési kör</b>	
<b>Hidraulikai elem</b>	<b>Nyomásesés [kPa]</b>
Csővezetékek, idomokkal	15
Szennyfogó szűrő	0,3
Visszacsapó szelep	4
Beszabályzó szelep	5
Háromjártú keverő szelep	2
Termosztatikus szelep	1
Radiátor	1
Visszatérő csavarzat	3
Összesen	31,3

<b>Szükséges emelőmagasság:</b>	<b>~ 3,1 m</b>
---------------------------------	----------------

<b>F-4 –HMV fűtési kör</b>	
<b>Hidraulikai elem</b>	<b>Nyomásesés [kPa]</b>
Csővezetékek, idomokkal	1,7
Szennyfogó szűrő	1,1
Visszacsapó szelep	4
Beszabályzó szelep	5
Hőcserélő	50
Összesen	61,8

<b>Szükséges emelőmagasság:</b>	<b>~ 6,2 m</b>
---------------------------------	----------------

<b>H-1 –Fan-coil hűtési kör</b>	
<b>Hidraulikai elem</b>	<b>Nyomásesés [kPa]</b>
Csővezetékek, idomokkal	12,8
Szennyfogó szűrő	2
Visszacsapó szelep	4
Beszabályzó szelep	5
Háromjártú keverő szelep	10
Beszabályzó szelep (strangról történő leágazásnál)	5
Compact-P szelep	15
Fan-coil	25
Összesen	78,8

<b>Szükséges emelőmagasság:</b>	<b>~7,9 m</b>
---------------------------------	---------------

<b>H-2 – Légkezelő hűtési kör primer oldal</b>	
<b>Hidraulikai elem</b>	<b>Nyomásesés [kPa]</b>
Csóvezetékek, idomokkal	2
Szennyfogó szűrő	1,1
Visszacsapó szelep	4
Beszabályzó szelep	5
Lemezes hőcserélő	5
Összesen	17,1

<b>Szükséges emelőmagasság:</b>	<b>~ 1,7 m</b>
---------------------------------	----------------

<b>H-2 – Légkezelő hűtési kör szekunder oldal</b>	
<b>Hidraulikai elem</b>	<b>Nyomásesés [kPa]</b>
Csóvezetékek, idomokkal	4,5
Szennyfogó szűrő	1,1
Visszacsapó szelep	4
Beszabályzó szelep	5
Lemezes hőcserélő	5
Háromjáratú keverő szelep	10
Hűtő kalorifer	23,3
Összesen	52,9

<b>Szükséges emelőmagasság:</b>	<b>~ 5,3 m</b>
---------------------------------	----------------

## 23. sz. melléklet: A befűvő légtechnikai hálózat nyomásveszteségének számítása

Ssz.	Rendszerelem	Magasság a [mm]	Szélesség b [mm]	Átmérő D [mm]	Kereszt- metszet A [m <sup>2</sup> ]	Vezeték- hossz l [m]	Légmenny V [m <sup>3</sup> /h]	Légseb. v [m/s]	Egyéb nyom. Veszt. $\Delta p_{anem}$ [Pa]	Súrlódási nyom.vesz t. $\Delta p_{surt}$ [Pa]	Alaki nyom.vesz zt. $\Delta p_{alak}$ [Pa]
1	Négyszög légszatoma	500	900	0	0,4500	4,00	5100	3,15	0,00	0,68	0,00
2	Négyszög lcs. könyök	500	900	0	0,4500	0,00	5100	3,15	0,00	0,00	0,92
3	Négyszög légszatoma	900	900	0	0,8100	0,50	5100	1,75	0,00	0,07	0,00
4	Szűkítő idom	900	450	0	0,4050	0,00	5100	3,50	0,00	0,00	1,92
5	45 fokos idom	900	450	0	0,4050	0,00	5100	3,50	0,00	0,00	3,32
6	Szűkítő idom	900	450	0	0,4050	0,00	5100	3,50	0,00	0,00	11,06
7	Négyszög lcs. könyök	900	450	0	0,4050	0,00	5100	3,50	0,00	0,00	9,70
8	Négyszög légszatoma	450	400	0	0,1800	19,50	5100	7,87	0,00	16,76	0,00
9	T-leágazás	450	400	0	0,1800	0,00	3700	5,71	0,00	0,00	27,50
10	Tűzsappantyú	450	400	0	0,1800	0,00	3700	5,71	35,00	0,00	0,98
11	Négyszög légszatoma	450	400	0	0,1800	1,50	3700	5,71	0,00	0,43	0,00
12	Flexibilis légszatoma	0	0	315	0,0779	2,00	900	3,21	10,00	0,85	0,00
13	Motoros szabályzó elem	0	0	315	0,0779	0,14	900	3,21	10,00	0,05	0,31
14	Kör légszatoma	0	0	315	0,0779	15,00	900	3,21	0,00	6,35	0,00
15	Kör lcs. könyök	0	0	315	0,0779	0,00	900	3,21	0,00	0,00	3,10
16	Kör lcs. könyök	0	0	315	0,0779	0,00	900	3,21	0,00	0,00	3,10
17	Kör lcs. könyök	0	0	315	0,0779	0,00	900	3,21	0,00	0,00	3,10
18	Kör lcs. könyök	0	0	315	0,0779	0,00	900	3,21	0,00	0,00	3,10
19	T-elágazás	0	0	315	0,0779	0,00	900	3,21	0,00	0,00	9,73
20	Kör légszatoma	0	0	250	0,0491	6,00	600	3,40	0,00	3,75	0,00
21	T-elágazás	0	0	250	0,0491	0,00	600	3,40	0,00	0,00	9,06
22	Kör légszatoma	0	0	180	0,0254	7,50	300	3,28	0,00	6,61	0,00
23	Kör lcs. könyök	0	0	180	0,0254	0,00	300	3,28	0,00	0,00	3,23
24	Pillangó szelep	0	0	180	0,0254	0,00	300	3,28	0,00	0,00	0,09
25	Flexibilis légszatoma	0	0	250	0,0491	1,50	300	1,70	7,50	0,26	0,00
26	Anemosztát	0	0	250	0,0491	1,50	300	1,70	42,00	0,00	0,00
									104,50	35,81	90,23
<b>Nyomásesés összesen [Pa]:</b>									<b>230,54</b>		

## 24. sz. melléklet: Az elszívó légtechnikai hálózat nyomásveszteségének számítása

Ssz.	Rendszerelem	Magasság	Szélesség	Átmérő	Kereszt	Vezeték-	Légmenny.	Légseb.	Anemosztát	Sűrűdési	Alaki
		a [mm]	b [mm]	D [mm]	metszet A [m <sup>2</sup> ]	hossz l [m]	V [m <sup>3</sup> /h]	v [m/s]	nyom.veszt. $\Delta p_{anem}$ [Pa]	nyom.veszt. $\Delta p_{suri}$ [Pa]	nyom.veszt. $\Delta p_{alaki}$ [Pa]
1	Négyyszög légszatórna	900	900	0	0,8100	0,40	5100	1,75	0,00	0,02	0,00
2	Szűkítő idom	900	400	0	0,3600	0,00	5100	3,94	0,00	0,00	2,43
3	Négyyszög lcs. Könyök	900	400	0	0,3600	0,00	5100	3,94	0,00	0,00	4,20
4	Négyyszög légszatórna	400	500	0	0,2000	20,00	5100	7,08	0,00	24,32	0,00
5	T-elágazás	400	500	0	0,2000	0,00	3700	5,14	0,00	0,00	22,28
6	Tűzcsappantyú	400	500	0	0,2000	0,00	3700	5,14	0,00	0,00	0,80
7	Négyyszög légszatórna	400	500	0	0,2000	0,50	3700	5,14	0,00	0,33	0,00
8	Flexibilis légszatórna	0	0	200	0,0314	1,00	500	4,42	5,00	1,34	0,00
9	Pillangó szelep	0	0	200	0,0314	0,00	500	4,42	0,00	0,00	0,59
10	Kör légszatórna	0	0	200	0,0314	4,00	500	4,42	0,00	5,38	0,00
11	Kör lcs. könyök	0	0	200	0,0314	0,00	500	4,42	0,00	0,00	3,54
12	Kör légszatórna	0	0	200	0,0314	0,60	500	4,42	0,00	0,81	0,00
13	T-elágazás	0	0	200	0,0314	0,00	500	4,42	0,00	0,00	16,50
14	Kör légszatórna	0	0	200	0,0314	3,70	400	3,54	0,00	3,29	0,00
15	T-elágazás	0	0	200	0,0314	0,00	400	3,54	0,00	0,00	10,56
16	Kör lcs. könyök	0	0	180	0,0254	0,00	350	3,82	0,00	0,00	2,64
17	Kör légszatórna	0	0	180	0,0254	2,70	350	3,82	0,00	3,16	0,00
18	T-elágazás	0	0	180	0,0254	0,00	350	3,82	0,00	0,00	12,32
19	Kör légszatórna	0	0	180	0,0254	3,80	300	3,28	0,00	3,35	0,00
20	Kör lcs. könyök	0	0	180	0,0254	0,00	300	3,28	0,00	0,00	1,94
21	Kör légszatórna	0	0	180	0,0254	1,10	300	3,28	0,00	0,97	0,00
22	Pillangó szelep	0	0	180	0,0254	0,00	300	3,28	0,00	0,00	0,32
23	Kör légszatórna	0	0	180	0,0254	3,20	300	3,28	0,00	2,82	0,00
24	Kör lcs. könyök	0	0	180	0,0254	0,00	300	3,28	0,00	0,00	1,94
25	Kör légszatórna	0	0	180	0,0254	2,20	300	3,28	0,00	1,94	0,00
23	Kör légszatórna	0	0	250	0,0491	1,80	300	1,70	0,00	0,32	0,00
24	Kör lcs. könyök	0	0	250	0,0491	0,00	300	1,70	0,00	0,00	0,52
25	Kör légszatórna	0	0	250	0,0491	0,50	300	1,70	0,00	0,09	0,00
26	Flexibilis légszatórna	0	0	250	0,0491	1,00	300	1,70	5,00	0,18	0,00
27	Anemosztát	0	0	250	0,0491	1,80	300	1,70	42,00	0,00	0,00
									<b>52,00</b>	<b>48,30</b>	<b>80,58</b>
<b>Nyomásesés összesen [Pa]:</b>										<b>180,88</b>	