



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Épületenergetikai és Épületgépészeti Tanszék
Létesítménymérnöki mesterképzési szak

**Bérlői igények szerinti épületgépészeti kialakítások vizsgálata
meglévő épület esetén**

:

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

Külső konzulens: Kiss Balázs Tihamér
KK-Industry Kft.
épületgépész mérnök

Készítette: Orosz Dénes

2025

Tartalomjegyzék

1	Bevezetés.....	4
2	Szakirodalom feldolgozás	5
2.1	Irodai helyiségek gépészeti kialakításának általános szempontjai	5
2.2	Komfort tényezők.....	8
2.3	A hőérzet fogalma	9
2.4	A CO ₂ koncentrációjának környezetre való hatása.....	11
2.5	A légzés frisslevegő igény.....	13
2.6	Diszkomfort tényezők	16
2.7	Az aszimmetrikus sugárzás	17
2.8	Vertikális hőmérséklet – differencia.....	18
2.9	Hideg- és meleg padlók.....	18
2.10	Huzathatás	19
2.11	Hidraulikai és légtechnikai rendszer szabályozása.....	20
2.12	Beruházás-gazdaságossági kalkuláció.....	24
2.13	Épületüzemeltetés hagyományos feladatai.....	26
2.14	Épületek minősítési lehetőségei a fenttarthatóság függvényében	27
2.15	Épületfenntartás költségeinek optimalizálása	33
2.16	Épületfelügyeleti rendszerek alkalmazásának lehetőségei.....	33
3	Saját munka	35
3.1	Létesítmény bemutatása	35
3.2	Célkitűzés	36
3.3	Épületgépészeti rendszerek	36
3.3.1	Vízellátás, HMV.....	36
3.3.2	Szennyvízelvezetés.....	37
3.3.3	Kondenzátum víz elvezetés	37
3.4	Épületfizikai és hőtechnikai ellenőrző számítások.....	37
3.4.1	Központi fűtés	38
3.4.2	Központi hűtés.....	39
3.4.3	Hűtési/fűtés csővezeték méretezése	39
3.5	Hűtés klímagerendákkal, fűtés padlókonvektorokkal	41
3.6	Hűtés légszűrővel, fan-coil berendezéssel, komfort légtechnikai befűtés perimetrikus anemosztátokkal	48
3.7	Komfort légtechnikai befűtés és elszívás kialakítása	54
4	A beruházások-gazdaságossági kalkulációja.....	67

4.1	Elektromos áram felhasználás	67
4.2	Beruházási költségek.....	68
4.3	Komplex tulajdonságok összemérése.....	68
5	Eredmények következtetések, javaslatok	72
	Összefoglaló	74
6	Mellékletek:.....	77

1 Bevezetés

Az ingatlanfejlesztésben egyre nagyobb jelentősége van annak, hogy a meglévő épületek alkalmazkodjanak az új bérlők dinamikusán változó elvárásaihoz. Az ilyen átalakítások nemcsak esztétikai kérdések, hanem a korszerű belsőépítészeti megoldások, hatékony épületgépészeti rendszerek, okosított automatikai rendszerek és megbízható elektromos hálózat kialakítása révén hozzájárulnak az optimális kihasználtsághoz és a hosszú távú fenntarthatósághoz is. Egy modernizált épület lehetőséget ad a bérlőknek, hogy egyedi igényeik szerint formálják az új teret, ezáltal pedig jelentősen növelhető az ingatlan népszerűsége és piaci értéke, fenntartása és üzemeltethetősége.

Minden épület különböző adottságokkal és kihívásokkal rendelkezik, ezért gyakran nem elegendő a szabványos gépészeti megoldások alkalmazása. Bizonyos esetekben egyedi gépészeti rendszerekre van szükség, hogy a specifikus funkcionális és energetikai igényeknek megfeleljenek. Az épület rendeltetése, mérete, belső struktúrája és a bérlő speciális igényei mind befolyásolják a gépészeti tervezést. Egy irodaház például nagyobb szellőző- és hűtési kapacitást igényelhet, míg egy műemléképület esetében a modern gépészetet érzékenyen kell integrálni a meglévő szerkezetbe. Ezek az egyedi megoldások nemcsak a komfortérzetet növelik, de hosszú távon hozzájárulnak a hatékony energiafelhasználáshoz is.

A gépészeti kialakítás során alapvető fontosságú a hatályos jogszabályok és szabványok pontos betartása, hiszen ezek biztosítják az épületek használatának biztonságát és megfelelőségét. A jogszabályi követelmények mellett azonban elengedhetetlen a helyes műszaki tartalom kialakítása is, amely magában foglalja a funkcionális szempontok szerinti tervezést és a legkorszerűbb technológiai megoldások alkalmazását. A modern gépészeti rendszereknél különösen fontos figyelmet fordítani az energetikai hatékonyságra, hiszen az energiaigények csökkentése nemcsak környezeti szempontból előnyös, de hosszú távon jelentős költségmegtakarítást is eredményezhet. A jól megtervezett és kivitelezett gépészeti rendszer tehát úgy biztosítja az épület megfelelő működését, hogy közben a fenntarthatóság és a gazdaságosság elvei szerint is megállja a helyét.

2 Szakirodalom feldolgozás

2.1 Irodai helyiségek gépészeti kialakításának általános szempontjai

Az emberi tartózkodásra szolgáló helyiségek kialakításánál elengedhetetlen, hogy az azokkal szemben támasztott követelményeket, azok teljesítésének módjait, valamint a gazdasági és energiafelhasználási szempontokat egységes, rendszerszintű megközelítéssel kezeljük. Az épületek alapvető rendeltetése, hogy maradéktalanul megfeleljenek az emberi életfunkciókhoz kapcsolódó objektív és szubjektív szükségleteknek, biztosítva a megfelelő életminőséget és komfortérzetet.

A modern társadalmakban az emberek túlnyomó része – néhány fejlődő ország lakosságát kivéve – életük 85-90%-át zárt terekben tölti. Ezért kiemelten fontos, hogy ezek a környezetek:

- **A munkavégzés szempontjából** biztosítsák a hatékony fizikai és szellemi teljesítményt, lehetővé téve a produktivitás növelését, valamint az egészség megőrzését mind a rövid, mind a hosszú távú terhelés során. Ehhez elengedhetetlen a megfelelő levegőminőség, megvilágítás, akusztikai környezet és hőérzet kialakítása.
- **A regenerálódás és kikapcsolódás szempontjából** olyan körülményeket teremtsenek, amelyek elősegítik a pihenést, az otthoni tevékenységek zavartalanságát, valamint az alvás minőségének javítását. Az ergonómiailag megfelelő kialakítás, az esztétikai szempontok figyelembevétele és a személyre szabható környezeti paraméterek mind hozzájárulnak a testi és mentális jólléthez.

E feltételek megteremtése számos objektív és szubjektív tényezőtől függ, amelyek közvetlenül befolyásolják az emberek közérzetét, komfortérzetét, munkateljesítményét és regenerálódási képességét. A megfelelően megtervezett zárt terek nemcsak az egyéni igényeket elégítik ki, hanem hozzájárulnak a társadalom egészének jólétéhez és fenntarthatóságához is.

A korszerű épülettervezés egy rendkívül összetett műszaki és tudományos feladat, amely nem csupán az építészek és épületgépészek szakterülete, hanem egyre nagyobb szerep jut benne a szociológusoknak, pszichológusoknak, ergonómiai szakértőknek és más kapcsolódó tudományágak képviselőinek is. Az épületek tervezésekor figyelembe kell venni a felhasználók eltérő igényeit, az éghajlati és környezeti adottságokat, valamint a modern technológiák nyújtotta lehetőségeket, például az intelligens épületirányítási rendszereket vagy az adaptív komfortmegoldásokat.

Mindezek mellett kiemelten fontos a gazdaságosság és az energiahatékonyság kérdésköre is. A fenntartható építészet és az energiatakarékos megoldások alkalmazása napjainkban alapvető követelménnyé vált, hiszen az épületek energiafogyasztása jelentős mértékben befolyásolja a környezeti terhelést és az üzemeltetési költségeket. Az energiahatékonysági szempontok azonban gyakran ütköznek az optimális komfortigényekkel: a költséghatékonyságot célzó intézkedések (például csökkentett fűtési vagy hűtési teljesítmény) sok esetben kedvezőtlen hatással vannak az épület használóinak közérzetére.

Ezért a tervezés és kivitelezés során elengedhetetlen a különböző szempontok közötti egyensúly megtalálása. Az optimális megoldások keresése során egyre nagyobb hangsúlyt kapnak a rugalmas, személyre szabható rendszerek, az alternatív energiaforrások alkalmazása, valamint az innovatív építészeti és gépészeti technológiák, amelyek lehetővé teszik, hogy az emberi komfort és a fenntartható működés egyszerre valósuljon meg.

A funkció és gazdaságosság egyensúlya az építészetben

A fentebb kiemelt szempontok hangsúlyozása napjainkban két alapvető okból is elengedhetetlen:

1. A funkcionalitás háttérbe szorulása az esztétikai elvárásokkal szemben

Az építészeti tervezés során egyre gyakrabban tapasztalható, hogy a formai és esztétikai követelmények előnyt élveznek az emberi funkcionális igényekkel szemben. Ennek következményeként többféle probléma merülhet fel:

- A külső megjelenés dominanciája: Az épületek homlokzati vagy egyéb vizuális megjelenése sok esetben felülírja a belső térrel szemben támasztott követelményeket. Ez azt eredményezheti, hogy a belső terek kialakítása nem felel meg az előírt vagy optimális ergonómiai, használati és komfortszempontoknak.
- A belső mikroklíma másodlagos szerepe: A formai és esztétikai preferenciák miatt gyakran háttérbe szorul annak vizsgálata, hogy az adott gazdasági lehetőségek mellett az épület belső klímája – például fűtés, szellőzés, klimatizálás – megfelelő körülményeket biztosít-e az ott tartózkodók számára. Számos esetben találkozhatunk olyan épületekkel, amelyek építészeti és esztétikailag kifogástalanok, ugyanakkor a belső tér mikroklímája kedvezőtlen, ezáltal rontja az ott dolgozók vagy lakók komfortérzetét és teljesítőképességét.

- Költségcsökkentési kompromisszumok: Gyakran előfordul, hogy a költséghatékonyság érdekében egy beruházás során elhagyják a megfelelő klimatizálási és szellőztetési rendszereket, helyettük pedig csupán egyszerűbb, kevésbé hatékony mesterséges szellőzést alkalmaznak. Ez hosszú távon komoly komfortproblémákat és egészségügyi kockázatokat eredményezhet.

2. Az energiagazdálkodási célkitűzések és az emberi tényező figyelmen kívül hagyása

A fenntarthatóság és energiahatékonyság napjainkban kiemelt jelentőségű szempontok az épülettervezésben. Az energiagazdálkodási célok elérése érdekében azonban sok esetben kizárólag a technikailag mérhető energiamegtakarítás kerül fókuszba, míg az emberi tényezők – például a munkavégző képesség, a teljesítmény vagy a komfortérzet – kevésbé kapnak hangsúlyt.

- A munkavégző képesség és az energiamegtakarítás közötti kapcsolat: Gyakran előfordul, hogy a szigorú energiahatékonysági előírások következtében az épületek beltéri környezetét olyan mértékben korlátozzák (például túlzott szigeteléssel vagy csökkentett fűtéssel/hűtéssel), hogy az negatívan befolyásolja az ott dolgozók vagy lakók teljesítményét. Ennek következményeként az energiamegtakarítással elért gazdasági előnyök akár többszörösen elenyészhetnek a munkaminőség és produktivitás csökkenése miatt.
- A szabályozási háttér és annak hatása: A fenntartható építészet és az energiahatékonysági intézkedések jogszabályi keretek közé vannak foglalva. A 9/2023. (V.25.) ÉKM rendelet hatályba lépése óta az épületek tervezésénél figyelembe kell venni az előírt energetikai és fenntarthatósági szempontokat, amelyek közvetlen és közvetett módon hatással vannak az épületek komfortjára is.

Mindezek alapján az épületek tervezése nem csupán esztétikai vagy energetikai kérdés, hanem egy összetett optimalizációs feladat, amely során az emberi komfort és a gazdasági szempontok közötti egyensúlyra kell törekedni.

A hatékony megoldás érdekében elengedhetetlen, hogy az építészek, épületgépészek és más szakemberek – például ergonómiai, pszichológiai vagy épületbiológiai szakértők – együttműködve dolgozzanak ki olyan rendszereket, amelyek biztosítják:

- a megfelelő belső klímát és komfortérzetet,
- a gazdaságos üzemeltetést,

- az energiahatékony és fenntartható működést,
- a hosszú távú egészségvédelmet és munkahatékonytságot.

E célok eléréséhez pontos ismeretek szükségesek a befolyásoló tényezőkről és azok hatásmechanizmusairól. Az építésügyi műszaki irányelvek rögzítik ezeket az adatokat, és megfelelő útmutatást nyújtanak az épületek optimális tervezéséhez.

Végző soron a modern építészet és épületüzemeltetés sikeressége abban rejlik, hogy hogyan tudjuk összehangolni a funkcionalitást, az emberi jóllétet és a fenntarthatóságot úgy, hogy egyik szempont se sérüljön a másik rovására.

2.2 Komfort tényezők

Az ember és környezete közötti szubjektív kapcsolat számos módon értelmezhető és a műszaki gyakorlatban is többféle meghatározással találkozhatunk. Zárt terek esetében azonban leggyakrabban a szubjektív közérzet fogalmát használják. A közérzet „a komplex hatások alapján az egyénben kialakuló szubjektív érzés” definíció az elterjedt

A zárt téri környezetben tartózkodó személyek komfortérzete egy komplex és szubjektív állapot, amelyet többféle fizikai és érzékszervi tényező együttes hatása alakít ki. A komfortérzet azt fejezi ki, hogy az egyén mennyire érzi magát kényelmesen és elégedetten a környezeti feltételek között. Ezt az állapotot elsősorban olyan közvetlen hatások alakítják, mint a levegő hőmérséklete, a relatív páratartalom, a légmozgás (huzathatás), a levegő minősége (frissessége, szennyezőanyag-tartalma), a zajszint, valamint a megvilágítás erőssége és minősége.

E tényezők együttes hatása alapvetően meghatározza, hogy a térben tartózkodók milyen mértékben érzik magukat komfortosan. Például a nem megfelelő hőmérséklet vagy a túl magas páratartalom diszkomfortérzetet okozhat, akárcsak az elégtelen légcseré, amely fülledtséghez vagy szén-dioxid-feldúsuláshoz vezethet. A zajszint szintén jelentős szerepet játszik: a túlzott zajterhelés fáradtságot, stresszt válthat ki, míg a megfelelő akusztikai környezet hozzájárul a pihenéshez és a koncentrációhoz. Ugyanez igaz a világításra is, amely befolyásolja a látási viszonyokat, a hangulatot, valamint az általános pszichés állapotot is. A természetes fény és a megfelelően kialakított mesterséges világítás nemcsak a komfortérzetet növeli, hanem hozzájárul a cirkadián ritmus szabályozásához is.

A fent említett fizikai tényezőkön túl az egyéni tényezők (például az életkor, az egészségi állapot, az aktuális aktivitás vagy az öltözet) is befolyásolják az egyén hőkomfortját és közérzetét. A komplex hatások miatt a komfortérzet értékelése mindig szubjektív, ugyanakkor

különböző szabványok (pl. MSZ EN ISO 7730) segítik a tervezőket és üzemeltetőket abban, hogy az optimális környezetet biztosítsák a zárt terekben tartózkodók számára.

A hőérzeti méretezés módját elsőként megfogalmazó MSZ CR 1752:2000 szabványhoz képest a később közreadott MSZ EN 16798-1:2019 szabványban az jelent újdonságot, hogy megkülönbözteti a gépi szellőzéssel és természetes szellőzéssel rendelkező épületeket a tervezési alapértékek szempontjából.

A szabványok mellett a jogszabályi háttér az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról szóló 9/2023. (V. 25.) ÉKM rendelet tartalmazza, többek között a komfortkövetelményekre vonatkozó előírásokat, számítási módszertant is.

2.3 A hőérzet fogalma

A hőkörnyezet egyes paraméterei az emberben szubjektív érzetet keltenek, amelyet a szakirodalom hőérzeti tényezőkként határoz meg. A zárt terek hőkomfortjának vizsgálata már az 1950-es évektől kezdve a kutatások középpontjában áll. A hőkomfort paramétereket Prof. Ole Fanger dolgozta ki az 1970-es és 1980-as években, több száz laboratóriumi mérés eredményeire támaszkodva. Az általa és munkatársai által meghatározott hőkomfort-paraméterek lehetővé teszik olyan terek tervezését, amelyek megfelelő komfortérzetet biztosítanak. Ezeket az alapelveket azóta számos nemzetközi szabvány és műszaki előírás (pl. ISO 7730, ASHRAE 55-2010, MSZ CR 1752, CEN 15251-2007, ISO 7726) rögzíti és alkalmazza. Az elmúlt évtizedekben világszerte folytattak olyan kutatásokat és fejlesztéseket, amelyek tovább finomították és pontosították Fanger módszerét. A hőkomforttal kapcsolatos alapfogalmak ismerete elengedhetetlen a komfortos zárt terek tervezéséhez, méretezéséhez, valamint a további kutatások megalapozásához.

Ezek a tényezők meghatározó szerepet játszanak a komfortérzet kialakulásában, és közvetlenül befolyásolják az emberi szervezet hőháztartását. Zárt terekben az ember hőérzetét és komfortját hat tényező befolyásolja Fanger elmélete szerint (Fanger, 1982):

- a levegő hőmérséklete és annak térbeli eloszlása (t_a)
- a határolószerkezetek közepes sugárzási hőmérséklete (t_{ks})
- a levegő relatív sebessége (v_r)
- a levegőben lévő vízgőz parciális nyomása (p), illetve a levegő relatív nedvesség-tartalma (φ)

- a végzett tevékenység folytán az emberben fejlődő ún. fajlagos metabolikus hő (M/FDu)
- a ruházat szigetelőképessége (clo).

Az első négy tényező elsősorban fizikai paraméterként értelmezhető, míg az utóbbi kettő az emberi szervezet alkalmazkodó képességével áll kapcsolatban, és a hőháztartás egyensúlyának fenntartásában kulcsfontosságú.

Fanger elméletének kidolgozásakor ezt a hat tényezőt vette alapul a komfortérzet meghatározásához. Emellett azt is figyelembe vette, hogy a szervezet által termelt metabolikus hőnek és az emberi test hőleadásának egyensúlyban kell lennie a megfelelő komfortérzet eléréséhez. Az emberi test hőleadása három fő módon valósul meg a komforttartományon belül, meghatározott százalékos arányokban (Bánhidi és Kajtár, 2000):

- sugárzás: 42 – 44%,
- konvekció+hővezetés: 32 – 35%,
- párolgás 21 – 26%.

A megfelelő hőkönyezeti feltételek biztosítása nemcsak a komfortérzet fenntartása miatt lényeges, hanem az egészség és a hatékonyság megőrzése szempontjából is fontos, különösen extrém hőmérsékleti viszonyok között vagy nagy fizikai megterhelést igénylő munkakörnyezetben. Az épített környezet hőszabályozásának és a megfelelő ruházati választásnak kiemelt szerepe van a hőkomfort optimalizálásában, amely hozzájárulhat az emberi teljesítőképeség fenntartásához és a hőstressz megelőzéséhez.

Az optimális hőérzet eléréséhez nemcsak az egyes paraméterek abszolút értékei számítanak, hanem azok kölcsönhatása is. Például egy magas hőmérsékletű, de erősen szellőző környezetben az érzékelt hőérzet jelentősen eltérhet egy statikus levegőjű, magas páratartalmú helyzetétől. Emellett a személyek egyéni komfortérzete is változó lehet, hiszen az egyéni anyagcsere, az akklimatizációs állapot és pszichológiai tényezők is hatással vannak arra, hogyan érezzük a hőt.

A modern kutatások azt is hangsúlyozzák, hogy a belső és külső hőcserét elősegítő technológiák – például az intelligens épületek és légkondicionáló rendszerek – hozzájárulnak az optimális hőkomfort kialakításához. Ezek a rendszerek nemcsak a külső időjárási viszonyokhoz

igazodnak, hanem figyelembe veszik az emberi test hőtermelését és hőleadását is, így egyéni igények alapján képesek szabályozni a belső klímát.

Egy 2021-es átfogó áttekintés az intelligens épületvezérlő rendszerekben alkalmazott mesterséges intelligencia (MI – Mesterséges Intelligencia) technikákat elemzi, amelyek célja az energiahatékonyság növelése és a hőkomfort javítása. Ngarambe J. et al. kifejtette a mesterséges intelligencia alapú technikákat az épületek hőkomfortjára és energiafelhasználására, különös tekintettel a hőkomfort előre jelző modellekre és azok energiaszabályozási célokra való alkalmazhatóságára.

A mesterséges intelligencia (MI) analitikai és adatgyűjtési módszertanának legújabb fejlesztéseit azonban széles körben alkalmazzák az épületgépészeti iparban, például a hőkomfort becslésében és a hőkomfort szintjének prediktív szabályozásában. Ezek a mesterséges intelligencia alapú módszerek olyan fejlett analitikai technikákat kínálnak, amelyek képesek modellezni a lakók és termikus környezetük közötti kölcsönhatás összetett és nem lineáris természetét. Nagy ígéretet kínálnak a hőkomfort-szolgáltatás és az épületszabályozás közötti szakadék áthidalása tekintetében is, ami eleve jelentős hatással van az épületek energiafelhasználására. (Ngarambe J, 2020)

Továbbá, egy 2021-es Sensors publikáció bemutatja, hogyan alkalmazzák a mesterséges intelligenciát az épületek energiahatékonyságának növelésére, különösen a fűtési, szellőztetési és légkondicionáló rendszerek optimalizálásával. Ez a kutatás egy új hibrid megközelítést mutat be a fűtési, szellőztetési és légkondicionáló (HVAC) rendszerek hibáinak észlelésére és diagnosztizálására, kombinálva a random forest (RF) és a támogató vektor gép (SVM) osztályozókat (gépi tanulás népszerű algoritmusai, amelyeket gyakran használnak osztályozási és előrejelzési feladatokra – például intelligens HVAC rendszerekben is). Az eredmények szerint a javasolt hibrid modell 98%-os pontosságot ért el, még akkor is, ha a hiba jelei nem voltak jelentősek. (Wunna Tun, 2021)

2.4 A CO₂ koncentrációjának környezetre való hatása

A XIX. század közepén Max von Pettenkofer végzett olyan higiéniai vizsgálatokat, amelyek során a komfortterek levegőjét a szén-dioxid (CO₂) tartalma alapján értékelte. 1858-as publikációjában azt állapította meg, hogy a zárt térben lévő levegő összetétele jelentősen eltér a külső levegőtől. Míg a friss levegőben a CO₂ koncentráció jellemzően 0,03–0,04 t‰ (300–

400 ppm) között mozog, addig a lakásokban megfigyelt érték átlagosan 0,09 tf%, sőt, előadótermekben még ennél is magasabb szinteket mértek. Pettenkofer arra a következtetésre jutott, hogy a "jó levegő" kritériuma a 0,1 tf% (1 000 ppm) maximális CO₂ tartalom, melyet a szakirodalomban Pettenkofer-számként ismernek el. (ÉMI)

Azóta számos kutatás vizsgálta, hogy a levegőben lévő CO₂ koncentráció milyen hatással van az emberi közérzetre és teljesítményre. A magasabb CO₂ szintek például hozzájárulhatnak a fáradtság, a fejfájás és a koncentráció csökkenéséhez, különösen zárt térben, ahol a megfelelő szellőzés hiánya tovább növeli a kellemetlen hatásokat. Emellett az épületenergetikai előírások és a modern légkondicionáló rendszerek kialakításánál is figyelembe veszik ezeket az értékeket annak érdekében, hogy az ott tartózkodók számára optimális légköri viszonyokat biztosítsanak. (L. Pang, J. Zhang, X. Cao, X. Wang, J. Liang, L. Zhang, L. Guo, 2020), (Herczeg Levente, 2008)

A további kutatások eredményei azt sugallják, hogy a CO₂ koncentráció finom ingadozásai is befolyásolhatják az ember kognitív funkcióit, ezért a megfelelő szellőztetés és a légminőség szabályozása alapvető fontosságú a komfortérzet és az egészség megőrzése érdekében. Az 1. táblázatban láthatóak a jellemző CO₂ koncentrációs értékek és azokhoz kapcsolódó emberi reakciók, amelyek segítséget nyújtanak az optimális belső levegőminőség meghatározásában. (Allen, Joseph, MacNaughton, Piers, Satish, Usha, Santanam, Suresh, Vallarino, José, Spengler, John, 2015)

Kutatók vizsgálták a levegő CO₂ koncentrációjának a hatását az emberre. A jellemző értékeket az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat: CO₂ hatása az emberekre

(Forrás: 11_2022. ÉPMI (v1_2022.XI.22.))

0,1 tf%	1 000 ppm	Pettenkofer-szám
2,5 tf%	25 000 ppm	nincs még hatás
3 tf%	30 000 ppm	erős mély légzés
4 tf%	40 000 ppm	szédülésérzetet, pszichikai izgalmat okoz
5 tf%	50 000 ppm	0,5-1 órán át halált okozhat
8-10 tf%	80 000-100 000 ppm	azonnali halál

A munkahelyeken megengedett CO₂ koncentráció:

9 000 mg/m³ (~4 370 ppm) - a kémiai kóroki tényezők hatásának kitett munkavállalók egészségének és biztonságának védelméről szóló 5/2020. (II. 6.) ITM rendelet szerint, megengedett átlagos koncentráció

5 000 ppm MAK érték

A belélegzett levegő CO₂ tartalmának hatását a légzési folyamatra a 2. táblázat szemlélteti.

2. táblázat: A CO₂ koncentráció hatása a légzési folyamatra

(Forrás: 11_2022. ÉPMI (v1_2022.XI.22.))

Belélegzett levegő CO ₂ tf%	Respirációs levegő mililiter	Légzésszám l/min	Légzési perctérfogat liter
0,03	440	16	7
1	500	16	8
2	560	16	9
5	1300	20	26

2.5 A légzés frisslevegő igény

Különböző jellegű munkavégzés esetén szükséges frisslevegőigényt a 3. táblázat tartalmazza:

3. táblázat: Frisslevegő igény (m³/h, fő)

(Forrás: 11_2022. ÉPMI (v1_2022.XI.22.))

Tevékenységi szint	Q W/fő	Külső CO ₂ koncentráció tf%		
		0,03	0,04	0,05
I.ülés, olvasás	120	13	14	15
II.nagyon könnyű munka	150	19	21	23
III.könnyű munka	190	25	27	30

A **hazai MSZ 04-135-1:1982 szabvány** (jelenleg már visszavont) a frisslevegő-igényt egységesen határozta meg

- 20 m³/h/fő dohányzás nélkül
- 30 m³/h/fő dohányzás esetén

Ezt később a **MSZ 21875-2:1990** szabvány pontosította, figyelembe véve a **munkavégzés fizikai terhelésének mértékét**, ami fontos előrelépés volt a személyre szabottabb légellátási igények meghatározásában:

- **30 m³/h/fő** – szellemi vagy könnyű fizikai munka esetén,
- **40 m³/h/fő** – közepesen nehéz fizikai munka esetén,
- **50 m³/h/fő** – nehéz fizikai munka esetén

Ez a lépcsőzetes rendszer már jobban alkalmazkodik az emberi anyagcsere és CO₂-termelés különbségeihez.

A **német DIN 1946/2 szabvány** egy további fejlesztést jelent a frisslevegő-ellátás terén, mivel nemcsak az egy főre eső levegőmennyiséget (fejadagot) veszi figyelembe, hanem az adott személy **fizikai környezetét is**, vagyis az egy főre jutó **fajlagos alapterületet (m²/fő)**. Ez azért lényeges, mert egy túlszűfolt térben – még megfelelő levegőmennyiség mellett is – gyorsan romolhat a belső levegőminőség.

4. táblázat: Fajlagos frisslevegőigény a DIN 1946/2 szerint

(Forrás: 11_2022. ÉPMI (v1_2022.XI.22.))

Térfajta	Példa	Fejadag szerint m ³ /h	Alapterület szerint m ³ /m ² , h
Munkatér	Kisterű iroda	40	4
	Nagyméretű iroda	60	6
Rendezvényterek	Koncertterem Színház Konferenciaterem	20	10-20
Oktatási terek	Olvasóterem	20	12
	Osztályterem	30	15
	Előadóterem		
Közönségforgalmi terek	Előadótér	30	3-12
	Vendéglő	20	8

A fenti értékekből számított frisslevegőigény közül mindig a nagyobbat kell választani.

A modern nemzetközi irányelvek, mint például az **ASHRAE 62.1**, már figyelembe veszik:

- a **térhasználat típusát** (pl. iroda, osztályterem, étterem),
- a **terhelésingadozást** (időszakosan változó létszám),
- és a **CO₂-koncentráció visszacsatolt szabályozását** (DCV – demand controlled ventilation), ahol a szellőztetés mértékét valós idejű CO₂-mérés alapján szabályozzák.

Az MSZ EN 16798-1:2019 a frisslevegőigényt a létszám, valamint az épület levegőminőségi szennyezettsége alapján határozza meg. Komfortkategóriákat különböztet meg: I. – IV. kategóriákat értelmmez. Csak a létszám alapján adódó frisslevegőigény a fenti értékeknél kisebb is lehet (14,4 – 40,5 m³/h, fő), azonban ez kiegészül az alapterület alapján számolható frisslevegőigénnyel.

5. táblázat: Frisslevegő-igény összehasonlító táblázat

(Forrás: Saját szerkesztés, szabvány előírások)

Szabvány / Forrás	Frisslevegő-igény (m ³ /h/fő)	Figyelembe vett tényezők
MSZ 04-135-1:1982 (visszavont)	20 (dohányzás nélkül) 30 (dohányzással)	Dohányzás jelenléte
MSZ 21875-2:1990	30 – szellemi/könnyű fizikai 40 – közepes 50 – nehéz	Munkavégzés intenzitása (anyagcsere)
DIN 1946/2 (Németország)	Egyedi számítás, pl. 20–60 m ³ /h/fő, függ az m ² /fő-től is	Munkavégzés típusa + fajlagos alapterület
ASHRAE 62.1 (USA)	Általában: 8.5 – 10 l/s/fő (~30–36 m ³ /h/fő)	Térhasználat + időszakos terhelés + DCV (CO ₂ alapú vezérlés)
CEN/TR 1752 (Európa)	10 – 36 m ³ /h/fő	Komfortkategóriák (A: magas, B: közepes, C: alacsony szint)
ISO 17772-1:2017	4 – 14 l/s/fő (~14 – 50 m ³ /h/fő)	Komfortkategória + tevékenység jellege + levegőminőségi célértékek
MSZ EN 16798-1:2019	Kategória IA: 36 m ³ /h/fő Kategória IB: 30 m ³ /h/fő Kategória IC: 24 m ³ /h/fő Kategória ID: 21 m ³ /h/fő	Beltéri levegőminőség 4 kategóriában, figyelembe véve a személyek CO ₂ kibocsátását és helyiség típusát

2.6 Diszkomfort tényezők

Az utóbbi évek kutatásai rávilágítottak arra, hogy még a legkorszerűbb módon kialakított zárt terekben is előfordulhatnak olyan lokális pontok, ahol a bent tartózkodók hőkomfort szempontjából kellemetlenségeket tapasztalhatnak. Ezek a lokális diszkomfortérzetek gyakran a légáramlásból (huzatból) vagy a függőleges hőmérséklet-különbségekből adódnak.

Egy 1989-es tanulmány, amely a helyi hőkomforttal foglalkozott, megállapította, hogy a helyiségekben tapasztalható huzat és függőleges hőmérséklet-különbségek jelentős hatással vannak a bent tartózkodók komfortérzetére. A kutatás során 18 különböző helyiségben végeztek méréseket, és kimutatták, hogy a levegő sebessége, turbulencia intenzitása és hőmérséklete szoros összefüggésben áll a helyi diszkomfortérzet kialakulásával. (Melikov AK, Nieleisen JB, 1989)

Egy 2023-as irodalmi áttekintés szerint az épület jellemzői, például a szellőzés módja (természetes vagy légkondicionált), szintén befolyásolják a bent tartózkodók hőérzetét. A tanulmány kiemeli, hogy a természetes szellőzésű épületekben a nyári semleges hőmérséklet magasabb lehet, mint a légkondicionált épületekben, ami a helyi klímához és az épület kialakításához való alkalmazkodást tükrözi. (Xiaohong Linang, 2024)

A panaszok előfordulásának jellegénél fogva ezeket helyi diszkomfort-tényezőknek nevezik. E fogalom alatt azokat a paramétereket értjük, amelyek

- egy adott zárt térnek csak egyes pontjaiban érvényesülnek,
- hatásuk általában nem az egész emberi testre, hanem csak annak egyes részeire vonatkozik.

Jelenleg az emberi hőcsere és a szubjektív hőérzet szempontjából négy fő helyi diszkomfort tényezőt különböztetünk meg:

- Vertikális hőmérséklet-differencia: Az eltérések a tér különböző magassági szintjein (például a fej és a lábak között) jelentős kényelmi problémákat okozhatnak.
- Hideg- és meleg padlók: Az olyan felületek, mint a padlók, amelyek hővezetése nem egyenletes, a lábak hőérzetét befolyásolhatják, így akár hirtelen hőmérséklet-ingadozásokat idézhetnek elő.

- **Aszimmetrikus sugárzás:** Ha a hőenergia eloszlása a térben nem egyenletes – például az ablakok vagy fűtőtestek közelsége miatt –, az bizonyos testtájak túlmelegedését vagy alulegyeztetését eredményezheti.
- **Huzathatás:** A helyi légmozgás, mely nem feltétlenül az egész térre jellemző, de bizonyos pontokon intenzívebb lehet, kellemetlen érzést, illetve a test bizonyos részeinek hőleadásának vagy -felvételének megváltozását okozhatja.

E tényezők hatása gyakran összefügg a tér tervezésével és a szellőztetési rendszerek kialakításával. Például egy nem megfelelően elhelyezett légkondicionáló vagy fűtőrendszer aszimmetrikus sugárzást és huzatot eredményezhet, amely lokális hőkomfort problémákhoz vezet. A modern épületgépészeti megoldások célja, hogy ezeket a helyi diszkomfort forrásokat azonosítsák és minimalizálják, ezáltal egyenletesebb hőeloszlást biztosítva, ami növeli a benne tartózkodók kényelmét és egészségét.

Továbbá fontos megjegyezni, hogy az egyéni érzékenység és az alkalmazkodóképesség is szerepet játszik abban, hogy egy adott környezet mennyire válik kényelmetlenné. Ezért a helyi diszkomfort tényezők elemzése során nemcsak a technikai megoldások, hanem az emberi tényezők figyelembevétele is elengedhetetlen a komfortos beltéri környezet kialakításához.

2.7 Az aszimmetrikus sugárzás

Az aszimmetrikus sugárzás azt jelenti, hogy egy zárt térben tartózkodó személy teste nem egységes hőmérsékletű felületeknek van kitéve, hanem olyan felületeknek, melyek hőmérséklete jelentősen eltér egymástól. Ebben az esetben a test egyes részei sugárzásos hőcsere révén vagy hőt nyernek, vagy leadnak, attól függően, hogy milyen hőmérsékletű felület közelíti őket. Például, ha a test egyik oldalát magasabb, míg a másik oldalát alacsonyabb hőmérsékletű felület veszi körül, akkor az egyik oldalon hőszugárzás éri a testet (hőnyereség), míg a másik oldalon a test sugárzás útján hőt ad le. Ez a jelenség gyakran jelentős mennyiségű hőáramlást eredményez, ami befolyásolja az egyén hőkomfortérzetét.

Egy 2015 március és 2017 augusztusa közötti kutatásban a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem laboratóriumában vizsgálták a meleg mennyezet és a huzat együttes hatását a hőkomfortra. A kutatás során megállapították, hogy a mennyezet és a padló közötti hőmérsékleti aszimmetria és a huzathatás együttesen befolyásolja a komfortérzetet, és különböző diszkomfortérzetet eredményezhetnek férfiak és nők esetében. (András-Tövisi Balázs – Dr. habil Kajtár László, 2018)

2.8 Vertikális hőmérséklet – differencia

A vertikális hőmérséklet-differencia – különösen, ha a hőmérséklet felfelé emelkedik – képes helyi diszkomfortot előidézni. Ez azt jelenti, hogy a tér különböző magassági szintjein eltérő hőmérséklet alakulhat ki, ami az ott tartózkodó személy bizonyos testrészeinek kényelmetlen hőterhelését eredményezheti. Ennek a jelenségnek a pontos meghatározására és vizsgálatára az MSZ CR 1752:2000 szabvány A4 diagramja alkalmazható. Ez a diagram segít ábrázolni a különböző magassági szinteken mért hőmérsékletek eloszlását, így lehetővé téve a tervezők számára, hogy azonosítsák azokat a pontokat, ahol a hőmérsékletkülönbség a komfortérzet romlását okozhatja, és ennek megfelelően optimalizálják a beltéri hőeloszlást. (ÉMI)

Megemlíjtük, hogy a vertikális hőmérséklet-differencia szempontjából is alkalmaznak osztályozást a 0,1 és 1,1 m magasságban mért értékekre vonatkoztatva:

6. táblázat: Hőmérséklet differencia csoportokra bontva

(Forrás: 11_2022. ÉPMI (v1_2022.XI.22.))

Csoport	Hőmérséklet-differencia
A	<2°C
B	<3°C
C	<4°C

2.9 Hideg- és meleg padlók

A hideg- és melegpadlók által kiváltott diszkomfort érzés várható százalékos arányát a MSZ CR 1752:2000 szabvány A5 diagramja alapján lehet meghatározni. Ezen szempontból a padlók három kategóriába sorolhatók a felületi hőmérsékletük függvényében:

- Optimális hőmérsékletű padlók:** Ebben a kategóriában a padló felületi hőmérséklete az emberi komfortérzet szempontjából ideális, így a diszkomfort érzés minimális vagy elhanyagolható.
- Mérsékelt eltérést mutató padlók:** Itt a padló hőmérséklete kissé alacsonyabb vagy magasabb az optimális értéknél, ami enyhe diszkomfortot eredményezhet a tartózkodók számára.
- Jelentős eltérést mutató padlók:** Ebben az esetben a padló felületi hőmérséklete lényegesen eltér az ideális értéktől, ami jelentős hőkomfort problémát és kellemetlen érzetet okozhat.

A szabvány A5 diagramja ezen kategóriák alapján segít előre jelezni a diszkomfort mértékét, így támogatva a tervezőket abban, hogy olyan környezetet alakítsanak ki, ahol a padlók hőmérséklete optimálisan járul hozzá a belső tér komfortjához.

7. táblázat: Felületi hőmérséklet csoportokra bontás

(Forrás: 11_2022. ÉPMI (v1_2022.XI.22.)

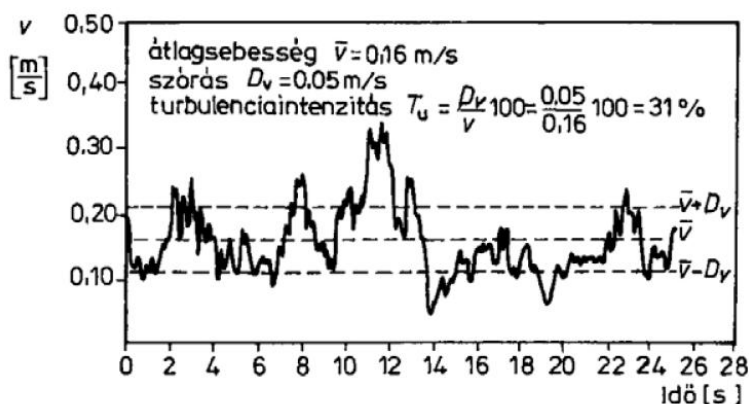
Csoport	Felületi hőmérséklet
A	19-29°C
B	19-29°C
C	17-31°C

2.10 Huzathatás

A huzatot a légáramlás jellege, különösen a turbulenciaintenzitás határozza meg, és jelentős hatással van a komfortérzetre.

A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem kutatói a meleg mennyezet által okozott sugárzási aszimmetria és a huzathatás együttes hatását vizsgálták. A kutatás során élőalanyos méréseket és numerikus szimulációkat alkalmaztak, és megállapították, hogy a huzathatás csökkent a meleg mennyezet okozta diszkomfortot. (András-Tövissi Balázs – Dr. habil Kajtár László, 2018)

A turbulenciaintenzitás meghatározására az alábbi ábrán látható, melyet P.O. Fangel – és N.K. Christensen : Perfection of draught in ventilated space. Ergonomics, 1986-os kiadványukban került bemutatásra:



1. ábra: Turbulenciaintenzitás meghatározása
(Forrás: Bánhidi - Kajtár, 2018)

A méretezés szempontjából a megengedett átlagos levegőhőmérséklet a helyi léghőmérséklet és a turbulencia intenzitás függvényében az elégedetlenek százalékos aránya a következő képlettel számítható:

$$DR = (31 - t_l)(v - 0,05)^{0,62}(0,37vTu + 3,14)$$

ahol:

- DR - a huzattal elégedetlenek százalékos aránya, %
- t_l - a helyi levegőhőmérséklet, °C
- v - a helyi átlagos légsebesség, m/s
- Tu - a helyi turbulenciaintenzitás, %

2.11 Hidraulikai és légtechnikai rendszer beszállítása

Hidraulikai beszállítás:

A hidraulikai beszállítás biztosítja, hogy a szabályzó egységek, a fogyasztók és az energiatermelők optimális hidraulikai feltételek mellett működjenek, ami elősegíti a hűtési és fűtési rendszerek hatékony, zavartalan működését. Ez a szabályozási folyamat egy zárt ciklus, melynek során egy adott szakasz egy vagy több jellemzőjét az előre meghatározott alapjel értéken tartják.

Először Julius Weisbach német mérnököt foglalkoztatta a gondolat, hogy különböző típusú szelepek egyenes szelepállásai mellett hogyan alakul az alaki ellenállás tényező értékei. Az eredményeit 1875-ben publikálta, a megfelelő beszállított rendszer ismérvei az alábbiak:

- a tervezett térfogatáram a szivattyú lehető legkisebb villamos-energia felhasználása mellett jut el minden egyes fogyasztóhoz
- az egyes alrendszerek térfogatáramai illeszkednek egymáshoz,
- a szabályzó/beszabályzó szerelvényeken a nyomáskülönbség üzem közben csak kis mértékben változik

Ezen alapelvek betartása nemcsak az energiahatékonyságot növeli, hanem hozzájárul a rendszer megbízható és hosszú távú működéséhez is, ami különösen fontos a modern épületek és ipari létesítmények esetében.

A beszabályozatlan rendszer egyik jellegzetes problémája, hogy a szivattyútól távolabb eső fogyasztóknál a hőmérséklet jelentősen eltér az ideálistól – például túl alacsony fűtés vagy túl magas hűtés esetén –, míg a szivattyúhoz közelebb eső lakásoknál az ellenkező hatás tapasztalható, azaz túl magas fűtés vagy túl alacsony hűtés jellemző. Ennek az eltérésnek az oka az, hogy a fűtő- vagy hűtővíz a kisebb hidraulikai ellenállással rendelkező nyomvonalakon áramlik, ahogy azt a veszteséges Bernoulli-egyenlet is szemlélteti.

E problémára Ragnar Garfvée, egy elismert francia épületgépész-mérnök keresett megoldást.

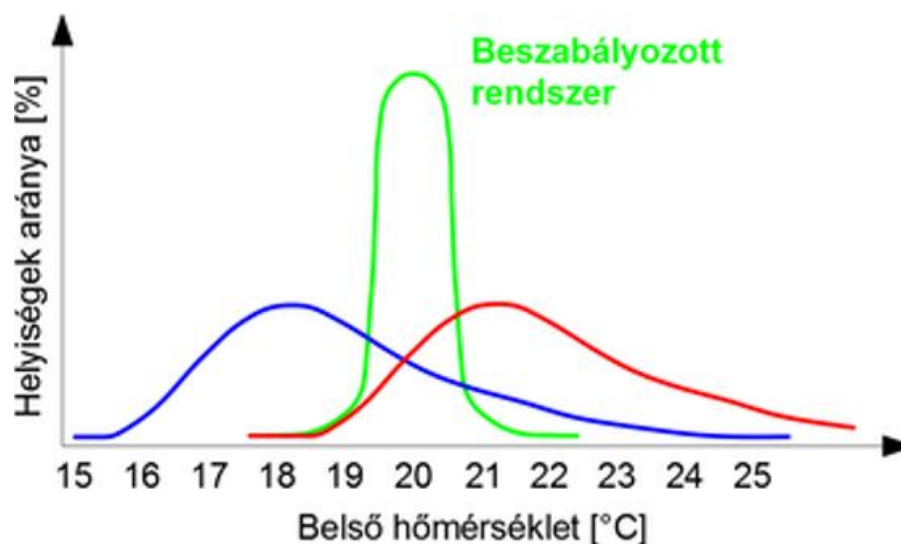
Ragnar Garfvée kutatásának fontosabb aspektusai:

1. **A hidraulikai ellenállás szabályozása:** Garfvée az alapot abban találta, hogy a rendszerbe olyan szabályozó szelepeket kell beépíteni, amelyek képesek befolyásolni a víz áramlását a különböző nyomvonalakon. A szivattyúhoz közelebbi fogyasztók esetében nagyobb hidraulikai ellenállást biztosítanak, így csökkentve a víz gyors áramlását, míg a távolabbi fogyasztóknál kisebb ellenállást alkalmaznak, hogy a víz egyenletesen elérje őket. Ezzel egyensúlyba kerülhet a rendszer, és csökkenhetnek a helyiségek közötti hőmérséklet-különbségek.
2. **Energiahatékonyság javítása:** A kutatás nemcsak a komfortot vette figyelembe, hanem az energiahatékonyságot is. A rendszerbe integrált beszabályozó szelepek lehetővé tették a fűtési és hűtési energiák pontosabb elosztását, ami hozzájárul a rendszer hatékony működéséhez. Az egyenletes vízáramlás nemcsak a hőmérsékletet stabilizálja, hanem csökkenti az energiaveszteségeket is, mivel elkerüli a túlterhelt vagy alulhasznált áramlási utakat.
3. **Szabályozó szelepek fejlesztése:** Garfvée kutatása alapot ad a beszabályozó szelepek további fejlesztéséhez, amelyek a modern épületgépészeti rendszerek egyik alapvető elemévé váltak. A szelepek automatikusan alkalmazkodnak a változó környezeti és rendszerszintű feltételekhez, biztosítva, hogy minden fogyasztó optimális hőkomfortban részesüljön. A rendszerbe integrált vezérlési rendszerek, mint például az okos szabályozók, képesek a terhelés alapján dinamikusan szabályozni a vízáramlást, ami tovább fokozza az energiatakarékosságot.
4. **További kutatások és fejlesztések:** A Garfvée által kezdeményezett megoldásokat további kutatások és fejlesztések követték, amelyek a beszabályozó rendszerek precízebb szabályozására összpontosítottak. Az újabb technológiai innovációk, mint a

mesterséges intelligencia alapú vezérlés és a gépi tanulás, lehetővé tették, hogy a rendszerek még pontosabban reagáljanak a felhasználói igényekre és a környezeti változásokra. A dinamikus szabályozás segíti a rendszer működését, figyelembe véve a külső hőmérsékletet, a belső terhelést és a felhasználói viselkedést.

Garfvée munkája tehát nemcsak a hőkomfort növelését szolgálja, hanem az épületgépészeti rendszerek teljesítményének javítását is. A szabályozó szelepek beépítése révén optimalizálható a vízáramlás, amely a felhasználói élmény javulását, a költségek csökkentését és a fenntartható működést eredményezi.

Egy kutatás alkalmával több fogyasztóból álló rendszer elemzésénél a szivattyúhoz közelebb lévő fogyasztókon nagyobb, míg a távolabb eső fogyasztókon kisebb hidraulikai ellenállású szelepeket helyezett a rendszerbe. Így született meg a beszabályozó szelepek kialakításának gondolata.



2. ábra: Helyiségek hőmérséklet-megoszlása

(Forrás: Zöld András - Csoknyai Tamás - Horváth Miklós - Szalay Zsuzsa, 2019)

Az ábrán látható kék színű görbe egy hidraulikai beszabályozatlan fűtési rendszer helyiségeinek hőmérséklet-megoszlását mutatja egy adott épületen belül. A 18-19 °C-os átlag hőmérsékletű épület helyiségeinek hőmérséklet-eloszlása igen tág határok között mozog. A tervezett 20 °C-os hőmérséklet elérése érdekében sok esetben az előremenő fűtővíz hőmérséklet megemelése a választott megoldási lehetőség üzemeltetési szempontból. A választott megoldás a piros színű görbét eredményezi, ahol a hőmérséklet-eloszlás hasonlóan tág határok között marad, az átlag hőmérséklet azonban megemelkedik az előírt hőmérsékletre.

A zöld színű görbe a hidraulikailag beszabályozott rendszerrel fűtött épület helyiségeinek hőmérséklet-eloszlása. Az átlaghőmérséklet megegyezik az előírt, 20 °C-os hőmérséklettel és az eloszlás ± 1 °C, így a hőmérséklet az épület összes helyiségében közel azonos.

„A hidraulikai beszabályozás nélküli épület átlaghőmérséklete kb. 2 °C-kal magasabb, mely jelentős üzemeltetési költségnövekedést idéz elő, ugyanis a fűtött épületek átlaghőmérsékletének 1 °C-kal való növelése 5-7%, a hűtött épületek átlaghőmérsékletének 1 °C-kal való csökkentése pedig 10-12% többlet energiát igényel.”

Ez a 2024 áprilisában publikált tanulmány egy egyetemi kampusz hőellátó rendszerét vizsgálta az entrópia megközelítésével. Az eredmények szerint egy megfelelően beszabályozott kiegyensúlyozott és igény vezérelt 90/70 °C-os rendszer akár 50%-os hatékonyságjavulást is elérhet. A potenciális hatásfok azonban elérte a 77%-ot a környezeti hatáselemzés szerint. A fenntarthatósági elemzés önmagában 39,65%-os javulást mutatott, kiemelve a hidraulikai egyensúly fontosságát a rendszerek hatékonyságának növelésében. (M.Ziya Söğüt, Utku Kale, Daniel Rohacs, 2024)

Légtechnikai beszabályozás:

A légtechnikai rendszerek beszabályozása kulcsfontosságú tényező a hatékony működés, energiafelhasználás és a komfortos belső környezet biztosításában. A beszabályozás lehetővé teszi, hogy a légtechnikai rendszerek a kívánt légáramot és nyomást biztosítsák, miközben minimalizálják az energiafogyasztást és maximalizálják a rendszer hatékonyságát. Számos kutató foglalkozott a légtechnikai rendszerek beszabályozásával, és különböző technikai megoldásokat és módszereket dolgoztak ki.

A **Nemzetközi Szabványügyi Szervezet (ISO)** és az **ASHRAE** számos irányelvet és szabványt dolgozott ki a légtechnikai rendszerek tervezésére, optimalizálására és beszabályozására. Az ilyen szabványok célja, hogy elősegítsék a rendszerek hatékonyságát és az energiafelhasználás csökkentését.

- **ISO 16890-1:2016** – Az épületek szellőzőrendszereire vonatkozó szűrők teljesítményének értékelése, amely közvetve befolyásolja a légtechnikai rendszerek hatékonyságát.
- **ASHRAE 62.1** – Az épületek belső levegőminőségi követelményeit tartalmazza, amelyek segítenek meghatározni a megfelelő légcserét és a szellőzőrendszerek beszabályozását.

2.12 Beruházás-gazdaságossági kalkuláció

A beruházás-gazdaságossági kalkuláció elsődleges célja, hogy igazolja a tőkebefektetés és az adott projekt megvalósításának szükségességét, illetve hogy meghatározza, milyen fejlesztési koncepciók esetén lesz a beruházás jövedelmező és pénzügyileg is fenntartható. Ezen kalkulációk segítenek a különböző megvalósítási változatok összehasonlításában, megkönnyítve ezzel a döntéshozatalt a legmegfelelőbb megoldás kiválasztásában.

Fontos megjegyezni, hogy a gazdaságossági kalkulációk célja és jelentősége attól is függ, hogy a projekt melyik szakaszában készítjük el őket. Ennek megfelelően háromféle elemzést különböztetünk meg:

- **Előkalkuláció:** A projekt korai szakaszában készített becslések, amelyek segítenek felmérni a beruházás általános pénzügyi életképességét és megtérülési potenciálját. Ezek a kalkulációk elsősorban a projekt jövőbeni életképességét vizsgálják, és alapul szolgálnak a döntéshozatal első lépéseihez.
- **Utókalkuláció:** A beruházás előrehaladottabb szakaszaiban készített részletes pénzügyi elemzés, amely már pontosabb adatokat használ a projekt költségeiről, bevételeiről és megtérüléséről. Ilyenkor már a részletes tervek, műszaki adatok és az aktuális gazdasági feltételek alapján történik az értékelés.
- **Utóelemzés:** A projekt befejezése után készített értékelés, amelynek célja, hogy visszatekintsen a beruházás pénzügyi sikerére, és levonja a tanulságokat a jövőbeni fejlesztések számára. Az utóelemzés során megvizsgálják, hogy a beruházás eredetileg kitűzött célkitűzései mennyire valósultak meg, illetve milyen tényezők befolyásolták a végső eredményt.

Ezek a különböző kalkulációs fázisok mind hozzájárulnak ahhoz, hogy a beruházási döntések megalapozottak legyenek, és lehetőséget biztosítanak a projekt pénzügyi kockázatainak felmérésére, valamint a szükséges korrekciók időben történő elvégzésére. Az ilyen elemzések révén a beruházók és a döntéshozók képesek az optimális forrásallokációra, amely végső soron hozzájárul a projekt sikeréhez és hosszú távú fenntarthatóságához.

8. táblázat: Gazdasági kalkulációs elemzések

(Forrás: Műszaki gazdaságtan, 2024)

Megnevezés	Időpont	Cél	Jelentőség
Elő-kalkuláció	Az előkészítés szakasza	A beruházási változat létesítésének indoklása	Támpont a beruházási döntéshez
Utó-kalkuláció (közbenső)	Az üzembe-helyezés után	A becsült és konkrét adatok egybevetése	Szükséges módosítások
Utóelemzés	Selejtezés után	Új beruházás előkészítése	Helyi, hosszú távú megbízható adatok

A beruházás-gazdaságossági mutatók elemzése során nem létezik olyan egyetlen, minden beruházásra alkalmazható mérőszám, ezért különböző mutatócsoportokat veszünk figyelembe, amelyek a beruházás különböző aspektusait értékelik:

- **Gazdaságossági mutatók:** Ezek vizsgálják, hogy a beruházásokra jutó termelési érték hogyan alakul, azaz mennyire képes a befektetés a gazdasági értékteremtésre.
- **Jövedelmezőségi mutatók:** Ezek a beruházással összefüggő nyereség és a ráfordítások arányát fejezik ki, megmutatva, hogy a projekt mennyire profitábilis.
- **Megtérülési mutatók:** Ezek segítségével vizsgálható, hogy az elérhető nyereséghez képest mennyi idő alatt térül meg a beruházási költség, vagyis a fejlesztés költsége milyen ütemben térül vissza.
- **Deviza-gazdaságossági mutatók:** Ezek azt mutatják meg, hogy az egységnyi deviza „kitermeléséhez” milyen fejlesztési költség szükséges – például hány forintból állítható elő 1 euró értékű termék, szolgáltatás.
- **Eszközigényességi mutatók:** Ezek az egységnyi termelési érték előállításához szükséges tárgyi és forgóeszköz igényt vizsgálják, jelezve, hogy milyen mértékű eszközkészlet szükséges a kívánt termelési érték eléréséhez.

A beruházás-gazdaságossági számítások módszerei is két nagy csoportra oszthatók, attól függően, hogy milyen időtávra, és milyen feltételek mellett készülnek az elemzések:

- **Statikus számítási módszerek:** Ezeket akkor alkalmazzuk, ha
 - a beruházási költség egy rövid, általában maximum egy éves időszakra koncentrálódik,
 - a beruházás működése során az évenkénti kiadások és bevételek azonosak,
 - a leírt pénzügyi folyamat gyakorlatilag „végtelen ideig” tart, azaz nincs jelentős időbeli változás.
- **Dinamikus számítási módszerek:** Ezeket akkor használjuk, ha
 - a beruházási folyamat hosszabb időtartamú, akár több évre nyúlik,
 - a beruházás teljes befejezése előtt már keletkeznek bevételek,
 - a folyamatosan jelentkező kiadások és bevételek időben változnak, így a pénzáramlás időbeli diszponálása fontos szerepet játszik.

Ezen módszerek segítségével a beruházás gazdasági életképessége, pénzügyi megtérülése és eszköz igényessége részletesen elemezhető, így megkönnyítve a különböző fejlesztési variánsok közötti választást, illetve hozzájárulva a projekt pénzügyi kockázatainak megfelelő kezeléséhez.

2.13 Épületüzemeltetés hagyományos feladatai

Az épületek üzemeltetésével kapcsolatos hagyományos feladatokat több fő csoportba sorolhatjuk, amelyek egymást kiegészítve biztosítják az épület folyamatos, hatékony és gazdaságos működését. Ezek a csoportok a következők:

- **Műszaki üzemeltetés**
 - **Közművekkel kapcsolattartás, közműdíjak rendezése:** Az épület ellátásához szükséges víz, gáz, elektromos áram stb. szolgáltatókkal való egyeztetés és a díjak rendezése.
 - **Épület gépészeti rendszereinek üzemben tartása, hibafelügyelete:** A fűtés-, hűtés-, szellőztető-, és egyéb technikai rendszerek zavartalan működésének biztosítása, valamint a meghibásodások időben történő felismerése és javítása.

- **Épületszerkezeti elemek karbantartása:** Az épület szerkezeti elemeinek, például falak, ablakok és tetők rendszeres karbantartása a hosszú távú stabilitás érdekében.
- **Épület felújítása, korszerűsítése:** Az elhasználódott vagy elavult rendszerek frissítése, modernizálása, mely hozzájárul az épület értékének megőrzéséhez és az energiahatékonyság növeléséhez.
- **Infrastrukturális üzemeltetés**
 - **Biztonsági szolgálat:** Az épület és annak környezetének biztonságát szolgáló intézkedések, például beléptető rendszerek, védelmi kamerák, riasztórendszerek.
 - **Épülettakarítás:** Az épület tisztántartása, rendszeres takarítási feladatok ellátása, hogy a környezet higiénikus és rendezett legyen.
 - **Porta és recepció szolgálat:** A látogatók fogadása, az épületbe való be- és kilépés szabályozása, valamint az információszolgáltatás biztosítása.
 - **Külső területek, kert gondozása:** Az épület körüli zöldterületek, parkolók, kertek ápolása, karbantartása, amelyek a külső megjelenést és az élhetőséget javítják.
- **Ingtatlan gazdálkodás, vagyonkezelés**
 - **Tulajdonosi képviselet:** Az épület tulajdonosának érdekeinek érvényesítése, döntéshozatal támogatása a fenntartási és fejlesztési kérdésekben.
 - **Bérbeadás / bérbevétel:** Az ingatlan hasznosításának optimalizálása, bérleti szerződések kötése, a bevételek maximalizálása.
 - **Területgazdálkodás:** Az ingatlanhoz tartozó területek (pl. parkolók, közös területek) kezelése és fenntartása.
 - **Eszközgazdálkodás:** Az épülethez és annak rendszereihez tartozó tárgyi és forgóeszközök nyilvántartása és karbantartása.
 - **Költségkontroll, pénzügyi tervezés és felügyelet:** Az üzemeltetés költségeinek nyomon követése, pénzügyi tervek készítése, és az esetleges eltérések korrekciója a gazdaságos működés érdekében.

2.14 Épületek minősítési lehetőségei a fenttarthatóság függvényében

Az épületminősítő rendszerek egyre inkább integrálják a fenttarthatóság társadalmi, környezeti és gazdasági dimenzióit, így az új építkezések és felújítások során a fejlesztők komplex szempontrendszer alkalmaznak. Például a német DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen) minősítési rendszerében az épületek fejlesztése és fenntartása során hat

kulcsfontosságú tématerületet vesznek figyelembe, amely lehetővé teszi az épület teljes életciklusának átfogó és fenntartható értékelését.

Ecological Quality – Ökológiai minőség

Economical quality – Gazdasági minőség

Social quality – Társadalmi minőség

Technical quality – Műszaki minőség

Quality of the process – A folyamat minősége

Quality of the location – A helyszíni minőség



3. ábra: A német DGNB minősítés tématerületei

(Forrás: DGNB-Energogroup)

Hasonló elveket figyel a nemzetközileg jelenleg elfogadottabb, amerikai LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) vagy a brit BREAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) rendszerek.

A LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) egy nemzetközileg elismert zöldépület-minősítési rendszer, amelyet az U.S. Green Building Council (USGBC) hozott létre az 1990-es évek végén.

Célja: Objektív keretet adni arra, hogyan lehet energiatakarékos, egészséges, fenntartható és környezetbarát épületeket tervezni, építeni, üzemeltetni és felújítani.

A LEED rendszer **világszerte elismert tanúsítás**, sok országban (köztük Magyarországon is) alkalmazzák irodaházak, ipari létesítmények, iskolák, szállodák és lakóépületek esetében is

LEED minősítés tématerületei

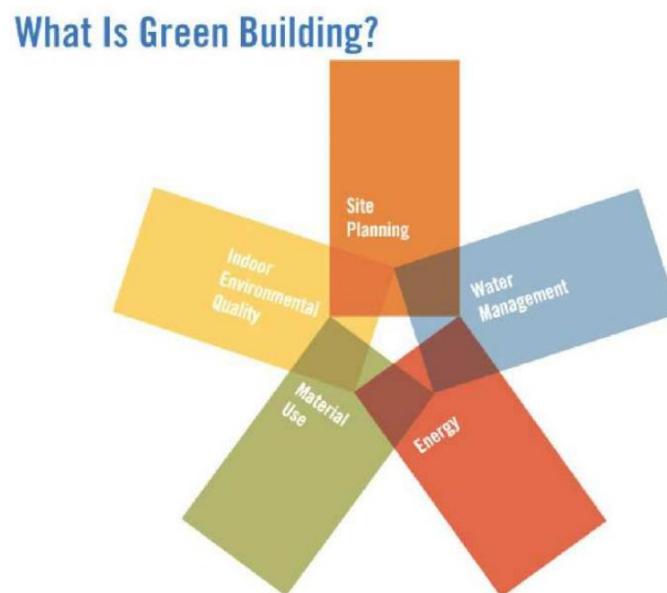
Site planning – Helyszíni tervezés

Water management - Vízgazdálkodás

Energy - Energia

Material use - Anyaghasználat

Indoor environmental quality – Beltéri környezeti minőség



4. ábra: Amierikai LEED minősítés tématerületei

(Forrás: LEED (Leadership in Energy and Environmental Design))

A BREEAM a világ legrégebbi és legelterjedtebb zöldépület-minősítési rendszere. 1990-ben fejlesztette ki a BRE (Building Research Establishment) az Egyesült Királyságban. Célja:

Olyan keretrendszer biztosítása, amely az épületek teljes életciklusa során (tervezés, kivitelezés, üzemeltetés) méri azok környezeti, gazdasági és társadalmi fenntarthatóságát.

A BREEM minősítés tématerületei:

Management - Menedzsment

Healt & Well Being – Egészség és jólét

Energy - Energia

Transport - Szállítás

Water - Víz

Resources - Erőforrás

Resilience - Rugalmasság

Land use and ecology – Földhasználat és ökológia

Pollution - Környezetszennyezés



5. ábra: A brit BREEAM minősítés tématerületei
(Forrás: IMVELO – BREEAM, 2025)

9. táblázat: Összehasonlító táblázat a LEED és a BREEAM minősítési rendszerek

Szempont	LEED	BREEAM
Teljes név	<i>Leadership in Energy and Building Research Establishment Environmental Design</i>	<i>Environmental Assessment Method</i>
Származási ország	Egyesült Államok	Egyesült Királyság
Elterjedtség	Világszerte, különösen Észak-Amerika, Közép-Kelet, Ázsia, és Európa nagyvárosai	Európa, főként Egyesült Királyság és EU
Minősítés logikája	Pontalapú rendszer (max. 110 %-os pont), összpontszám alapján 4 szint teljesítményarány alapján 5 szint	Pass ($\geq 30\%$)
Minősítési szintek	Certified (40–49)	Good ($\geq 45\%$)
	Silver (50–59)	Very Good ($\geq 55\%$)
	Gold (60–79)	Excellent ($\geq 70\%$)
	Platinum (80+)	Outstanding ($\geq 85\%$)
Alkalmazási területek	Új építés, belsőépítészet, üzemeltetés, városrész-fejlesztés, lakóházak	Szintén új és meglévő épületek, infrastruktúra, városfejlesztés
Értékelési kategóriák	- Hely és közlekedés	- Menedzsment
	- Fenntartható területhasználat	- Egészség és komfort
	- Vízhasználat	- Energia – Közlekedés
	- Energia és légkör	- Víz – Anyagok
	Anyaghasználat	
	- Beltéri környezet	- Hulladék
	- Innováció - Regionális priorítás	

Szempont	LEED	BREEAM
		- Földhasználat és ökológia – Szennyezés
		- Innováció
Értékelés típusa	Főként eredményalapú (output-based) – a tényleges teljesítményt méri	Inkább folyamat- és menedzsmentalapú (input-based) – a megvalósítási folyamatot is értékeli
Magyarországi elterjedtség	Széles körben alkalmazott nemzetközi irodaházaknál (pl. Green House, Nordic Light Offices)	(pl. Ritkább, de több projekt is alkalmazta brit beruházások esetén)
Fő előnye	Egyszerű, nemzetközileg ismert, marketingérték magas	Részletes, alapos, rugalmasabb európai kontextusban
Fő kihívása	Amerikai szabványokra épít, adaptáció nehezebb	Helyi adminisztráció, bonyolultabb hosszabb értékelési folyamat

Az épületek fejlesztése és üzemeltetése során elengedhetetlen, hogy megismerkedjünk az új technológiákkal, mint például a napenergia vagy a biomassza hasznosítása. Ezek a modern technológiák azonban nem csupán önmagukban jelentik az innovációt, hanem egyre fontosabbá válik azok összehangolt vezérlése és integrált működtetése. A környezeti erőforrások hatékony kihasználása gyakran bonyolult gépészeti rendszerekre támaszkodik, ahol a szabályozhatóság kulcsfontosságú tényezővé válik – ebben a tekintetben érdemes megemlíteni a tudatos épülethasználói magatartás szerepét is.

Az épületek energiaigényének csökkentése mellett új kihívást jelent a vízfogyasztás optimalizálása, amelyet például esővíz hasznosító rendszerek bevezetésével lehet elérni. Több tanulmány és kutatás készült épületek esővíz felhasználása WC öblítéséhez témakörben, valamint ingatlanon belül történő egyéb esővíz felhasználás témaköreiben, pl: növények öntözése. (Vialle és társai, 2011)

Emellett az épületen belüli szelektív hulladékgyűjtés feladatai is egyre nagyobb hangsúlyt kapnak, hiszen ezek a környezetbarát megoldások hozzájárulnak az erőforrások fenntarthatóbb felhasználásához. Ezek a komplex kihívások együtt azt eredményezik, hogy az

épületüzemeltetők számára folyamatosan új és integrált megoldások kidolgozása válik szükségessé a modern, fenntartható épületek üzemeltetése érdekében.

2.15 Épületfenntartás költségeinek optimalizálása

Az épületek fenntartásához és üzemeltetéséhez kapcsolódó költségek két fő kategóriába sorolhatók. Egyrészt ott vannak az évenként rendszeresen felmerülő kiadások – mint például az energiafogyasztás, a takarítás és egyéb szolgáltatások díjai –, míg másrészt a karbantartás és felújítás költségei tartoznak ide.

Az évenkénti karbantartás célja, hogy megelőzze az olyan hibák kialakulását, melyek miatt egyes épületszerkezeti vagy épületgépészeti elemek károsodása láncreakciószerűen más részeknél is meghozhatja a károkat. Ezzel nemcsak a rendszeres üzemeltetési költségeket lehet csökkenteni, hanem a nagyobb javítási költségek elkerülhetők.

A felújítási munkálatok esetében egy további előny, hogy az anyagköltséget és a munkadíjat mindig az adott évre vonatkozóan kell kifizetni. Amennyiben a felújítási ciklusok meghosszabbodnak, a munkaerő és az építőanyagok költsége általában olyan ütemben nő – gyakran az inflációt meghaladó mértékben –, hogy a felújításokra eső fajlagos kiadások évről évre emelkednek. Ezért az időben történő rendszeres karbantartás és felújítás kulcsfontosságú a hosszú távú költséghatékonyság szempontjából.

2.16 Épületfelügyeleti rendszerek alkalmazásának lehetőségei

Az épületfenntartási feladatok növekvő komplexitása miatt ma már még kisebb létesítmények esetében is megjelennek az épületfelügyeleti rendszerek, amelyek célja az üzemeltetés több ágának központi kontrollja. Amennyiben ezek a rendszerek informatikai hálózattal és központi egységgel rendelkeznek, intelligens épületekről beszélhetünk.

Az épület-felügyeleti rendszerek a következő fő részekből állnak:

- saját intelligenciával nem rendelkező, bemeneti adatokat szolgáltató érzékelők, termosztátok, - Olyan érzékelők és termosztátok, amelyek saját intelligenciával nem rendelkeznek, de fontos adatokat (pl. hőmérséklet, páratartalom) szolgáltatnak az üzemeltetéshez

- mikroprocesszoros saját vezérléssel rendelkező, kétirányú kommunikációs eszközök (fogyasztásmérők, frekvenciaváltók, stb.), - Mikroprocesszoros vezérléssel működő berendezések, mint például fogyasztásmérők, frekvenciaváltók, amelyek képesek adatokat fogadni és küldeni, ezáltal lehetővé téve a dinamikus szabályozást.
- épület-felügyeleti szerver, amelyek különböző programok alapján képesek irányítani a rendszer által felügyelt elemeket. - Ezek a szerverek különböző programok alapján irányítják a rendszer által felügyelt elemeket, és képesek komplex döntések meghozatalára is.

Az épületfelügyeleti rendszerek képesek kontrollálni és vezérelni az épület épületgépészeti, épületvillamossági rendszereit, valamint a háztartási gépeket és egyéb elektronikus berendezéseket. Emellett gyakran integrált kapcsolatban állnak a biztonságtechnikai és tűzvédelmi rendszerekkel. Ezek a rendszerek:

- Programozhatósággal és memóriával rendelkeznek, ami lehetővé teszi a felhasználóval történő távkapcsolatot.
- Az áramfogyasztási görbék alapján azonosítani tudják a fogyasztás jellemzőit, így a fogyasztók és azok készenléti áramfelvételei is ellenőrizhetők.
- Külső szenzorok (időjárás-érzékelők) adatai alapján az épület mobil elemei, például az árnyékolók, a napsütés vagy szél erőssége függvényében automatikusan változtatják helyzetüket, optimalizálva ezzel az energiafogyasztást és védve a drága épületszerkezeteket az időjárási szélsőségektől.

Az épületfelügyeleti rendszerek integrált, központi kontrollt biztosítanak, amely elősegíti az épület optimális üzemeltetését, az energiahatékonyság növelését és a biztonságos, kényelmes környezet fenntartását.

3 Saját munka

3.1 Létesítmény bemutatása

Budapest Liget Center központjában építésre került egy 6. szintes épületszárnyal rendelkező új épület. Az új épület használatbavételi engedélyeit a 2024-es évben szerezte meg. A tervek szerint az épület irodai bérlemények kialakítására épült, ellenben a szinteken még bérlő cég nem szerződött. Az épület 1065 Budapest Dózsa György út 84-A házszám alatt helyezkedik el, mely jól frekventált könnyen megközelíthető, tömegközlekedés szempontjából is jól frekventált ingatlan.

Az új épületszárny alapadatai:

- kialakítás: 4 emelet parkoló pinceszint + földszint + 6 emelet
- alaprendeltetés: irodaház
- egyéb rendeltetések: tárolási, azon belül gépjármű parkoló (meglévő)
- legalsó járószint: -7,00 és -14,00 méter között
- legfelső járószint: +14 – + 30 méter között (+19,30 m)

Új épületszárny épület (6 terepszint feletti szint): 5725,8 m² – ez magába foglalja a meglévő P1 – P4 szintek mélygarázs 3391,8m²-es területét is. Így az épület újjépítésű része 2334,98 m².

A beruházás épületgépészeti szempontból kiemelkedő, hiszen a tervezés során a korszerű, energiatudatos és magas komfortszintet biztosító megoldások alkalmazása került előtérbe. Ennek megfelelően az épület fűtési és hűtési hőigényének fedezése a lehetőségekhez igazodva elsősorban megújuló energiaforrások és hővisszanyerő technológiák bevonásával valósul meg. A rendszer a környezeti levegő hőtartalmát hasznosítja, így a fosszilis energiahordozók felhasználása elkerülhető, biztosítva ezzel az épület energiaszükségletének korszerű, fenntartható és környezetbarát módon történő kielégítését.

Az épület ellátására tisztán elektromos üzemű, levegős forrásközegű levegő-víz hőszivattyúk kerültek telepítésre. Az épület zárt terű helyiségei mesterséges szellőztetés került kiépítésre.

A hűtési gépház a -P1 szinten került kialakításra, a fűtési gépház a 6. emeleti külön gépészeti helyiségben. A levegő-víz hőszivattyús berendezések és a légkezelő egység a tetőn került elhelyezésre.

3.2 Célkitűzés

Meglévő irodaház egy kiválasztott közbenső szint épületgépészeti kialakításainak a vizsgálata alternatív gépészeti fűtés-hűtés és légtechnikai rendszer megoldásokkal. Klímagerendás hűtés és padlókonvektoros fűtés összehasonlítása fan-coil fűtés-hűtési rendszerrel, valamint bekerülési költség, üzemeltetési költség szerint. Cél, olyan alrendszer megtervezése, ahol a későbbiekben minimális gépészeti átalakítással könnyen átépíthető legyen a klímagerendás rendszer fan-coilos rendszerré, a komfortigények kiszolgálásához korszerű, fenntartható és környezetbarát gépészeti egységek beépítése.

3.3 Épületgépészeti rendszerek

Az épület belső épületgépészeti rendszereinek kialakításakor az alábbi főbb célok kerültek kitűzésre:

- Magas komfortszint.
- Alacsony energiafogyasztás
- Jó szabályozhatóság

3.3.1 Vízellátás, HMV

Az épület hidegvíz ellátása korábbi alapszerelés alapján kiépült. Az adott bérlemény szociális helyiségeiben az alapvető vizes berendezési tárgyak beépítése meglévő:

- WC Függesztett, mélyöblítésű, rejtett öblítőtartállyal.
- Mosdó H-M vízellátással, tömlőcsatl. sarokszeleppel, nyomógombos vandálbiztos csaptelep
- Mosogató Egymedencés, csepptálcás mosogató, H-M vízellátással, keverő csaptelep, hidegvíz és csatorna csatlakozás mosogatógép számára
- Falikút H-M vízellátással, légbeszívó, tömlőcsatlakozású csapteleppel

Az épület használati melegvíz (HMV) igényét a dolgozók és vendégek fogyasztása határozza meg.

A használati melegvíz készítés helyi melegvízellátásban 10 l-es mosdó alá helyezhető ill. fali 30l-es egyedi elektromos melegvíz bojlerrel történik. Normál üzemben az HMV hőmérséklete 45°C, amit a végfelhasználó kifolyóknál lehet kikeverni a kívánt hőmérsékletre.

A vízhálózat nyomvonalvezetése sugaras elrendezésű. A gerincvezetékek Wavin PPR műanyag csővezetékéből készültek, míg az ágvezetékek több-rétegű, szorítógyűrűs kötésű műanyag csőrendszerből. Az ágvezetékeket szerelt falban kerültek elvezetésre. Bérleményenként a férfi

vizesblokki előtéri mennyezetben konyha vízvezeték csatlakozás került kiépítésre, a falban csatorna kiállítás, így a bérő igénye szerint lehet mosogató tálcát, gépet, vízgépet a későbbi kialakításkor telepíteni. Ezen terv elkészítése és vizsgálat nem része a dolgozatnak.

3.3.2 Szennyvízelvezetés

A szinten keletkező szennyvíz mennyiséget a korábban kiépített gerincvezetéken került elvezetésre.

A kialakított szinti vizesblokki helyiségek meglévő megmaradóak, jelen dolgozatnak nem része a rendszer vizsgálata, méretezése.

3.3.3 Kondenzátum víz elvezetés

A telepítendő klímagerendás hűtési rendszer beltéri készülékei hűtő hőcserélőjének felületén páralecsapódás nem keletkezik, mivel a klímagerenda hűtővíz hőmérséklete harmatpont fölötti hőmérséklet, és a klímagerendán átáramló levegő a komfort légtechnikából érkező előkezelt levegő. A fan-coil berendezések esetében is azonos hőmérsékletű hűtővíz áramlik, de a hőcserélőre érkező levegő a helyiség hőmérsékletből adódóan eltérő lehet. Adott esetben előfordulhat páralecsapódás, így kondenzvíz kiépítése feltétlenül szükséges. A kondenzvíz elvezető csatorna általánosan Ø32méretű, P1 nyomásfokozatú, ragasztott PVC-U csővel, mechanikus bűz zárásra alkalmas szifonon keresztül szükséges csatlakoztatni a szennyvízhálózatba.

3.4 Épületfizikai és hőtechnikai ellenőrző számítások

A méretezési hőmérsékleteket mind a téli, mind pedig a nyári állapotra az alábbiak szerint:

Téli külső méretezési légállapotok:

Hőmérséklet minimum: -13°C

Levegő nedvességtartalma: 95%

Téli belső légállapotok:

Irodák (kis és nagyterű): 21°C ± 1K; φ=30-60%

Tárgyalók: 21°C ± 1K; φ=30-60%

Vizesblokkok, teakonyhák: 20°C ± 1K

Nyári külső méretezési légállapotok:

Hőmérséklet maximum: 32°C

Levegő relatív nedvességtartalma: $\varphi=50\%$

Nyári belső légállapotok:

Irodák (kis és nagyterű): $26^{\circ}\text{C} \pm 1\text{K}$; $\varphi=30-60\%$

Tárgyalók: $26^{\circ}\text{C} \pm 1\text{K}$; $\varphi=30-60\%$

A levegő relatív nedvességtartalma csak részlegesen szabályozott. Az új épületszárny épület beépített légkezelő berendezése kialakításánál szabályozott túlhűtésre, és utófűtésre is alkalmas. A felesleges nedvesség kivonásával szabályozott hőmérséklet és nedvesség tartalmú levegő kerül bejuttatásra az irodai terekbe.

A szerkezetek ellenőrzéseként elvégzésre került a külső falazatok energetikai ellenőrző számításait a hatályos 9/2023. (V.25.) ÉKM rendelet szerint. A számítások részletes eredményeit a mellékelt épületenergetikai számítás tartalmazza.

3.4.1 Központi fűtés

Az 3. emelet fűtési hőenergia igénye az alábbiak szerint alakul:

Transzmissziós hőveszteség: 11,75kW

Az épület P1 szintjén került kialakításra a fűtési gépház. A fűtési osztóról változó, illetve állandó hőmérsékletű melegvizet leágaztatva hőfogyasztó körök kerültek kialakításra. A szinti kiállásoknál Belimo Energy Valve típusú hőmennyiségmérő biztosítja a bérlemény fűtési energiájának a mérését.

A bérlemény fűtésének biztosítását két lehetséges gépészeti kialakításban vizsgálom:

- A. Padlókonvektor fűtés hálózat (45/40°C)
- B. Légcsatornázható fan-coil fűtés (45/40°C)

Az irodatermek fűtését [A.] opcióban az üvegfelületek előtt elhelyezett padlókonvektorral történik, [B.] opcióban mennyezeten elhelyezett légcsatornázható fan-coil berendezésekkel.

A fűtési alapvezetékek fekete acélcsőből, míg az ágvezetékek oxigén diffúzió mentes több rétegű műanyag csőrendszerből kerül méretezésre. Az alapvezetékek hőszigetelésére alukasírozott köztetcsapot hőszigeteléssel szükséges ellátni. A hálózat kiépítésénél a rendszer légtelenítése és ürítése fontos szempont, valamint beszabályozó és szabályozó szelepek elhelyezésével a rendszer megfelelő beállíthatósága és szabályozhatósága elengedhetetlen.

A hőleadókat a helyiség belső hőmérséklete alapján szabályozható. A hőleadók besabályozása érdekében a hálózatba dinamikus besabályozó szelepek kerülnek tervezésre.

3.4.2 Központi hűtés

A hűtési energia a következők rendszerekkel kerül tervezésre:

A. Hűtőgerenda hűtés hálózat (16/19°C)

B. Fan-coil hűtés hálózatok (16/19°C)

Az [A.] esetben az új klímagerenda berendezésekre érkezik a komfort légtechnikai hálózatban előkezelt befűvás, melyet a klímagaerendán átáramló 16/19°C -os hűtővíz vezeték tovább hűt. A [B.] esetben fan-coil berendezések esetében a belső levegő kerül hűtésre 16/19°C hőmérsékletű hűtővízzel, a komfort légtechnika perdületes anemosztáton keresztül szellőzteti át a helyiségeket.

3.4.3 Hűtési/fűtés csővezeték méretezése

Az épület hűtését/fűtését a tetőn elhelyezett hőszivattyú biztosítja, a primer rendszer lemezes hőcserélőn keresztül leválasztásra került a szekunder rendszerről. A szintekre érkező vízmennyiséget az osztó gyűjtőről egy szivattyú biztosítja, és a gerincvezetékéről szinti leágazásokban besabályozó szelepek kerültek beépítésre. A meglévő szinti leágazás megfelelőségének vizsgálata érdekében, a szinti víz tömegáram szükségletet és nyomásérték méretezését elvégeztem, minta méretezésként szeretném bemutatni a fan-coilos csővezetékek méretezését. A szinti összes téli transzmissziós hőveszteség 11,75 kW, a nyári méretezett hőterhelés 29,2 kW, a legkedvezőtlenebb fűtőtest áramkörének hossza (szinti elzárótól mérve) 61 méter. A szintre beérkező szükséges mennyiségek ellenőrzések érdekében kiszámítottam a szükséges tömegáramot és a szint teljes hidraulikai ellenállását. A 10. és 11.táblázatban a fan-coil rendszer hűtési és fűtési csőhálózatának ellenállás értékei láthatóak. A számított értékek alapján a szinti leágazástól a hűtési vezetéken 12 kPa, míg a fűtési vezetéken 10,7 kPa nyomásesés várható. A rendszer egyéb ellenállásai fan-coil, elzáró és besabályozó szelep, melyek hűtési körön 54 kPa, fűtésnél 71 kPa. Összességében a szinti leágazáson szükséges nyomáskülönbség értéke hűtési elzárónál 66 kPa, fűtési elzárónál 82 kPa.

10. táblázat: Fan-coil hűtés mértékadó csővezeték ellenállás számítás

(Forrás: Saját szerkesztés)

Szakasz	m [kg/s]	l [m]	Csővezeték	s'' [Pa/m]	S [Pa/szakasz]	v[m/s]	Alaki ellenállás ζ	Z [Pa/ídom]	S+Z
1,16	3,0	3	DN65	109	371	0,81	2,6	853	1224
2,15	2,8	4	DN65	94,7	341	0,75	2,6	731	1072
3,14	1,7	11	DN50	132,6	1475	0,76	2,6	751	2225
4,13	1,6	7	DN50	116,7	817	0,71	2,6	655	1472
5,12	1,3	7	DN50	87,9	580	0,6	5,2	936	1516
6,11	0,9	10	DN40	134,6	1292	0,65	5,2	1099	2391
7,10	0,4	8	DN32	80,4	643	0,44	2,6	252	895
8,9	0,2	11	DN25	91,4	1027	0,39	2,8	213	1240
Összesen:	61				6546			5490	12035

11. táblázat: Fan-coil fűtés mértékadó csővezeték ellenállás számítás

(Forrás: Saját szerkesztés)

Szakasz	m [kg/s]	l [m]	Csővezeték	s'' [Pa/m]	S [Pa/szakasz]	v[m/s]	Alaki ellenállás ζ	Z [Pa/ídom]	S+Z
1,16	1,50	3,4	DN50	109	371	0,68	2,6	601	972
2,15	1,33	3,6	DN50	87	313	0,6	2,6	468	781
3,14	0,80	11,1	DN40	111	1234	0,58	2,6	437	1672
4,13	0,70	7	DN40	87	609	0,51	2,6	338	947
5,12	0,53	6,6	DN32	109	719	0,52	5,2	703	1422
6,11	0,35	9,6	DN32	52	499	0,35	5,2	319	818
7,10	0,18	8	DN20	179	1432	0,48	2,6	300	1732
8,9	0,18	11,2	DN20	179	2012	0,48	2,8	323	2335
Összesen:	61				7190			3488	10678

A fenti számítási módszer szerint elvégeztem a számításokat a padlókonvektoros és klímagerendás fűtési-hűtési csővezeték esetében is, a szükséges méreteket alaprajzon jelöltem.

Csőméretek kiválasztása adott tömegáram tekintetében:

12. táblázat: Csővezetékben áramló víz elleállásai

(Forrás: Saját szerkesztés)

Varratnélküli fekete acélcsőből készült fűtési- hűtési vezeték		Tömegáram [l/h]		Tömegáram [m ³ /h]		Csővezeték ellenállás [Pa/m]		Áramló közeg sebessége [m/s]	
DN15	139	l/h	0,139	m ³ /h	45,3	Pa/m	0,19	m/s	
DN20	278	l/h	0,278	m ³ /h	41,9	Pa/m	0,21	m/s	
DN25	417	l/h	0,417	m ³ /h	28,2	Pa/m	0,2	m/s	
DN25	556	l/h	0,556	m ³ /h	46,8	Pa/m	0,27	m/s	
DN25	695	l/h	0,695	m ³ /h	69,5	Pa/m	0,33	m/s	
DN32	695	l/h	0,695	m ³ /h	18	Pa/m	0,19	m/s	
DN32	834	l/h	0,834	m ³ /h	25	Pa/m	0,23	m/s	
DN32	973	l/h	0,973	m ³ /h	33	Pa/m	0,27	m/s	
DN32	1668	l/h	1,668	m ³ /h	86,7	Pa/m	0,46	m/s	

3.5 Hűtés klímagerendákkal, fűtés padlókonvektorokkal

Hűtés klímagerendákkal

A klímagerendás hűtési rendszer korszerű és energiahatékony megoldás, amelyet gyakran alkalmaznak irodákban, középületekben és modern épületekben. Az alapja a hűtött gerendák használata, amelyek a mennyezethez közel, általában álmennyezetbe építve helyezkednek el. A rendszer működése során hűtött víz áramlik a gerendákban található csövekben, amelyeket ventilátor nélküli konvekcióval hűt le a körülötte lévő levegőt. Ez a hűtési mód természetes légmozgással működik, így csendes és huzatmentes környezetet biztosít.

A klímagerendák előnyei közé tartozik:

- az energiahatékonyság, mivel a víz hűtése kevesebb energiát igényel, mint a hagyományos légkondicionáló rendszerek, és az egyszerűbb karbantartás is.
- a rendszer kialakítása segít optimalizálni a helyiségek komfortérzetét anélkül, hogy nagy zajt vagy huzatot generálna, ami különösen előnyös a munkakörnyezetben.

- főként irodaházakban esztétikus megjelenést biztosít

A klímagerendás hűtési rendszernek, bár számos előnye van, akad néhány hátránya is, amelyek befolyásolhatják az alkalmazhatóságát bizonyos környezetekben. Ezek a hátrányok a következők:

- Korlátozott hűtési teljesítmény: A klímagerendás hűtés csak mérsékelt hűtési teljesítményt nyújt, ami hőterhelés szempontjából határt szabhat az alkalmazásának. Nagy hőtermelő berendezések vagy sok személy tartózkodása esetén nehezebben tartja fenn az ideális hőmérsékletet.
- Páratartalomra való érzékenység: A rendszer csak akkor működik hatékonyan, ha a helyiség páratartalma megfelelően szabályozott. Magas páratartalom esetén fennáll a kondenzáció veszélye a hűtött gerendákon, ami vízcsepegést vagy penészképződést is okozhat.
- Telepítési és karbantartási költségek: A klímagerendás rendszer beépítése és karbantartása költségesebb lehet, mint a hagyományos légkondicionáló rendszereké, mivel egyedi tervezést és pontos kivitelezést igényel, hogy biztosítsa a megfelelő hőleadást és légmozgást.
- Korlátozott rugalmasság: A klímagerendák típusától függően építhető mennyezetbe valamint szabadon, ha a helyiségek átalakítása történik a gerendák újra pozicionálása válik szükségessé. Ez különösen problémás lehet nyitott irodák vagy gyakran átrendezett terek esetében.
- Komfortérzet korlátai: A természetes konvekcióra alapuló hűtési mód miatt a rendszer kevésbé reagál gyorsan a hőmérséklet-változásokra, így lassabban érezhető a hűtési hatás, különösen nagyobb hőingadozások esetén.

A klímagerenda típusának és méretének kiválasztása a Halton Hit Disegne program méretezésével készült.

Példaként bemutatom a 07-es tárgyaló helyiség klímagerenda kiválasztásának méretezését:

Méretezéshez szükséges alapadatok megadása és meghatározása:

Helyiség mérete: 6,5 m x 3,8 m x 3,0 m

Tartózkodási zóna: h=1,2 m

Helyiség hőmérséklete: 24 °C

Álmennyezet magasság: 2,7 m

Hűtési víz hőmérséklete: 16/19 °C

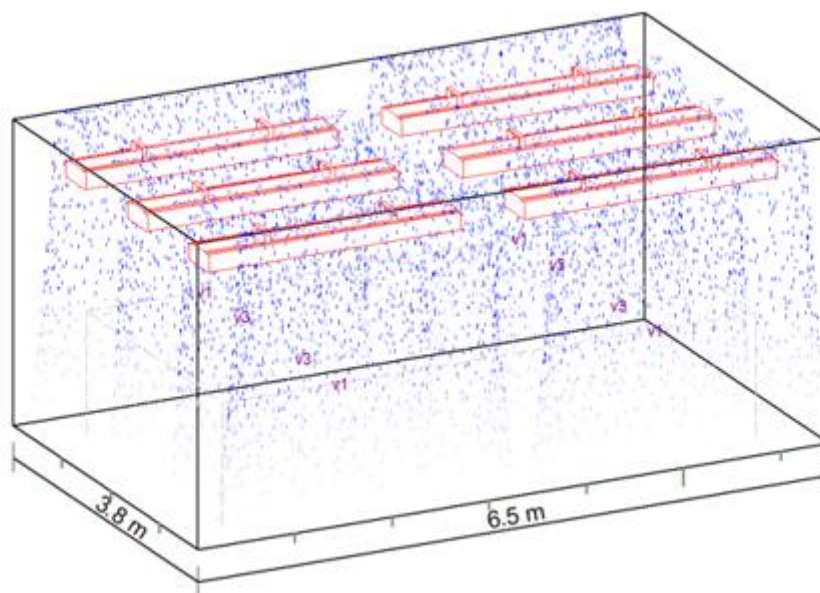
Befűjt levegő térfogatáram: 360 m³/h (3.7 fejezet légtechnikai számítása alapján)

Befűjt levegő hőmérséklete: 16,0 °C

Helyiség nyári hőterhelése: 3460 W

A klímagerenda típusa és méretéből adódóan a ismert a leadott teljesítmény, így a helyiség hűtési teljesítmény igényéből meghatározható a klímagerendák darabszáma. A meghatározott mennyiségek alapján fontos figyelembe venni a klímagerenda pozícióit, úgy hogy a befűjt levegő légsebessége a tartózkodási zónában nem haladhatja meg a 0,2 m/s sebességet. A Halton méretező szoftver korábbi laboratóriumi mérések összegyűjtött adatai alapján méretez, a program által megadott értékeket így megfelelőnek tekintem.

Hűtés		REE/A-2600-2300	
Helyiség: LCU 07. tárgyaló		Befűjt levegő	6 x 60 m³/h
Helviség méret:	6.5 x 3.8 x 3.0 m	menntiség:	14.6 m³/(hm²)
Tartózkodási zóna:	h=1.2 m / dw=0.5 m	Levegő hőmérséklet:	16.0 °C
Helyiség hőmérséklet:	24.0 °C / 50 %	Kamra nvomásésés:	104 Pa
Hőmennviség:	3480 W	Max nvomásésés:	105 Pa
Beépítési magasság:	2.70 m	Max hangteljesítmény:	23 dB(A)
Belépő víz hőmérséklet:	16.0 °C	Levegő teljesítményv:	976 W (6 x 163 W)
Kilépő víz hőmérséklet:	19.0 °C	max	3521 W (6 x 587 W)
Tömegáram:	0.202 kg/s (6 x 0.034 kg/s)	hűtőteljesítmény:	255 W/m, 143 W/m²
Víz hőmennviség:	2543 W (6 x 424 W)	D hőmérséklet:	12.9 °C
	184 W/m	Induct:	side=3, middle=1
Vízkör ellenállás:	1.1 kPa	Damper:	-
		L _g :	-
Max. jet velocities	v1	v3	
Nozzle jet	~0.05 m/s	~0.25 m/s	
Nozzle jet, isothermal	<0.05 m/s	~0.10 m/s	
dt (nozzle jet-room air)	-0.1 °C	-0.8 °C	
A hőforrások és azok elhelyezkedése befolyásolhatják a jel sebességét és irányát.			
v _{lim} = 0.20 m/s			



6. ábra: 07_Tárgyaló helyiség klímagerenda méretezés

(Forrás: Saját szerkesztés, Halton Hit Disegne szoftverrel)

Helyiségenként elkészítettem a méretezést a fent bemutatott leírás alapján, az így kapott méretezési eredményeket mellékletben csatolom. A kapott eredmények alapján a Fűtés-Hűtés klímagerenda alaprajzra a típusokat és méreteket felrajzoltam.

A teljes klímagerenda méretezést a 14. számú melléklet tartalmazza.

Fűtés padlókonvektorral

A padlókonvektoros fűtés olyan innovatív fűtési megoldás, amelyet gyakran alkalmaznak nagy üvegfelületekkel rendelkező helyiségekben, mint például modern irodákban, lakásokban és kiállítótermekben. Ennek a rendszernek a lényege, hogy a konvektorokat a padlóba süllyesztve kell elhelyezni, így azok közvetlenül az üvegfelületek közelében fejtik ki a hőhatásukat. A padlókonvektor egy hőcserélő elemből áll, amelyen keresztül meleg víz áramlik, és a keletkező hőt a természetes légáramlás (konvekció) segítségével adja át a helyiség levegőjének. Ezzel a rendszerrel megakadályozható a hidegérzet és a kondenzáció az ablakok környékén.

A padlókonvektoros fűtés egyik legnagyobb előnye

- a helytakarékoság és az esztétikai megjelenés, mivel a fűtőelemek rejtve maradnak, és nem foglalnak el helyet a falakon.
- gyorsan felmelegítik a helyiséget, hiszen közvetlenül a padlónál helyezkednek el, ahol a hidegebb levegő áramlani kezd.
- a rendszer korszerű kialakításának köszönhetően magas hatásfokkal működik,
- jól kombinálható más fűtési rendszerekkel is,
- a nagy ablakfelületek közelében is komfortos környezetet biztosít.

A padlókonvektoros fűtésnek vannak bizonyos hátrányai, amelyek a rendszer alkalmazását korlátozhatják egyes környezetekben:

1. **Korlátozott fűtési teljesítmény:** A padlókonvektoros rendszerek jellemzően kisebb fűtési teljesítményt nyújtanak, mint más, nagyobb hőleadók, így nem minden helyiségbe megfelelőek. Nagy belmagasságú vagy rosszul szigetelt helyiségekben a hatékonyságuk csökkenhet.
2. **Nagyobb energiaigényű ventilátoros modellek:** Egyes padlókonvektorok beépített ventilátorral rendelkeznek a hőleadás növelése érdekében, ám ezek nagyobb energiát igényelhetnek és bizonyos esetekben zajt is okozhatnak, ami zavaró lehet csendes helyiségekben, például irodákban.
3. **Pontos tervezést és kivitelezést igényel:** A padlókonvektorok elhelyezése és beépítése alapos tervezést igényel, hogy biztosítsák az egyenletes hőeloszlást. Emellett a telepítés költséges lehet, különösen meglévő épületek utólagos felszerelésekor.
4. **Kondenzációs problémák:** Nagyobb üvegfelületek mellett elhelyezett konvektorok esetében párásabb környezetben előfordulhat kondenzáció, amely nedvességfoltokat vagy penészedést okozhat.
5. **Helyfüggő hatékonyság:** Mivel a padlókonvektor a padló közelében helyezkedik el, a fűtési teljesítménye főként a padló szintjén érezhető. Ez problémát okozhat, ha a meleg levegő nem oszlik el egyenletesen a magasabb részekben, így a helyiség felső részei hidegebbek maradhatnak.
6. **Karcolódás és porgyűjtés:** A padlókonvektorok rácsai hajlamosak a porgyűjtésre, és rendszeres tisztítást igényelnek. Emellett a rácsok és a konvektor felületén lévő sérülések, karcolások könnyen kialakulhatnak, főleg nagyobb forgalmú területeken.

A padlókonvektor kiválasztása a BOKI honlapján található Aquilo F1S típusú padlókonvektor teljesítménykalkuláció méretezésével készült.

Példaként bemutatom a 07-es tárgyaló helyiség padlókonvektor kiválasztásának méretezését:

Méretezéshez szükséges alapadatok megadása és meghatározása:

Helyiség hőmérséklete: 22 °C

Fűtési víz hőmérséklete: 45/40 °C

Ventilátor fordulatszáma: Közepes fordulatszám, 0-10V-os szabályozás esetén 5 V

Helyiség transzmissziós hővesztesége: 1679 W

A választott padlókonvektor 2 db Aquilo F1S 1600 230 90 melyek közepes fordulattal működésével pótolni tudják a szükséges hőveszteséget. Fontos szempont, hogy a transzmissziós hőveszteség téli méretezett minimális külső hőmérséklet alapján készült, átmeneti állapotban, hogy ne legyen túlméretezett a rendszer és a lehető legoptimálisabban legyen kihasználva a fűtési hálózat közepes fordulatszám alapján méretezem a berendezéseket. 10V-os vezérlőjel küldése esetén maximális fordulatszámon üzemelnek a padlókonvektorok, ami magasabb teljesítményleadást eredményez. Jelen esetben maximális fordulaton az F1S 1600 230 90-es padlókonvektor 1009 W teljesítmény leadásra képes.

13. táblázat: Aquilo F1S padlókonvektor teljesítménykalkulátor

(Forrás: Saját szerkesztés, BOKI Teljesítménykalkulátor)

Szélesség (mm)	170	200	230	230	250	
	90			110		
	700	133.6W	198.4W	217.6W	276W	376.8W
	800	133.6W	198.4W	217.6W	276W	376.8W
	900	133.6W	198.4W	217.6W	276W	376.8W
	1000	276.8W	409.6W	448.8W	570.4W	777.6W
	1100	276.8W	409.6W	448.8W	570.4W	777.6W
	1200	276.8W	409.6W	448.8W	570.4W	777.6W
	1300	419.2W	620W	680.8W	864.8W	1178.4W
1400	419.2W	620W	680.8W	864.8W	1178.4W	
1500	496.8W	735.2W	807.2W	1025.6W	1396.8W	
1600	496.8W	735.2W	807.2W	1025.6W	1396.8W	
1800	608.8W	901.6W	989.6W	1256.8W	1712.8W	

Helyiségenként elkészítettem a méretezést a fent bemutatott leírás alapján, az így kapott méretezési eredményeket mellékletben csatolom. A kapott eredmények alapján a padlókonvektor fűtés alaprajzra a típusokat és méreteket feltűntettem.

A teljes padlókonvektor méretezést a 15. számú melléklet tartalmazza.

14. táblázat: Padlókonvektorok elhelyezése a helyiségekben

(Forrás: Saját szerkesztés)

Helyiség:	Padlókonvektor mérete/típusa	Betervezett mennyiség [db]	Hűtővíz hőmérséklete [°C]	Fűtővíz tömegáram [l/h]	Levegő hőmérséklete [°C]	Fűtési teljesítmény / padlókonvektor	Ventilátor fordulata:	Fűtési össz teljesítmény	Helyiség Transzmissziós hővesztése
01_Közlekedő, 08_Irodater, 09_Rekreáció	BOKI Aquila F1S - 1600x230x90	10	45/40 °C	139	22°C	807 W	50%	8070 W	8081 W
03_Könyvtár- étkező	BOKI Aquila F1S - 2000x230x90	1	45/40 °C	156	22°C	1009 W	50%	1116 W	1174 W
07_Tárgyaló helyiség	BOKI Aquila F1S - 1600x230x90	2	45/40 °C	139	22°C	807 W	50%	1614 W	1679 W
11_Vezetői iroda	BOKI Aquila F1S - 1600x230x90	1	45/40 °C	139	22°C	807 W	50%	807 W	815 W

3.6 Hűtés légszarnázható fan-coil berendezéssel, komfort légtechnikai befűtés peridületes anemosztátokkal

Légszarnázható fan-coil berendezés

A légszarnázható fan-coil berendezés egy olyan többfunkciós készülék, amelyet általában irodákban, szállodákban és lakóépületekben használnak hűtésre, fűtésre és akár szellőztetésre is. A fan-coil rendszer hűtött vagy fűtött vizet használ, amely egy hőcserélőn keresztül áramlik.

A beépített ventilátor (innen a „fan-coil” név) a hőcserélő által előállított hűvös vagy meleg levegőt a légcsatornákon keresztül a helyiségekbe juttatja, így biztosítva a kívánt hőmérsékletet.

Főbb jellemzők és előnyök

1. **Sokoldalú felhasználás:** Légcsatornázható kialakítása miatt a fan-coil egyetlen egységgel több helyiséget is kiszolgálhat. A légcsatornák segítségével a levegő könnyen eljuthat a különböző helyiségekbe, biztosítva az egységes hőmérsékletet.
2. **Rejtett telepítés és esztétikai előnyök:** A berendezést általában álmennyezetbe vagy gépészeti helyiségbe kerül elhelyezésre, így a helyiségben csak a légbeömlő és -kifúvó nyílások láthatók. Ez különösen előnyös olyan terekben, ahol fontos az esztétikai megjelenés.
3. **Energiahatékonyság és komfort:** A rendszer energiát takarít meg, mivel a hűtő- és fűtő vizet központi rendszertől kapja. A fan-coil egységek gyorsan és egyenletesen képesek elérni a kívánt hőmérsékletet, ezáltal komfortos és kellemes környezetet biztosítanak.
4. **Egyszerű vezérlés:** A légcsatornázható fan-coil rendszerek gyakran külön termosztáttal rendelkeznek, így helyiségenként is szabályozhatók a hőmérsékletek. Ez a flexibilitás különösen kényelmessé teszi a rendszert.

Hátrányok

A légcsatornázható fan-coil berendezéseknek vannak néhány hátránya is:

- **Telepítési költségek:** Mivel a légcsatornákat be kell építeni, a telepítési költségek magasabbak lehetnek, különösen meglévő épületekben történő utólagos beépítésnél.
- **Karbantartás:** A rendszer rendszeres tisztítást igényel, hogy elkerüljék a por és egyéb szennyeződések felhalmozódását a légcsatornákban és a hőcserélőn.

Összegzés

A légcsatornázható fan-coil berendezés hatékony és esztétikus hűtési-fűtési megoldást kínál, amely képes biztosítani a helyiségek egységes hőmérsékletét, miközben rejtve marad a szem elől. Különösen ajánlott olyan épületekben, ahol esztétikai és komfortszempontok egyaránt fontos.

A betervezett Fan-coil berendezések CIAT gyártmányú Comfort Line légszatórnázható berendezések, kiválasztása a gyártó által megadott méretezett adatlapok alapján készült. A választott fan-coil berendezések 4 csöves hűtő-fűtő egységek.

Példaként bemutatom a 07-es tárgyaló helyiség fan-coil kiválasztásának méretezését:

Méretezéshez szükséges alapadatok megadása és meghatározása:

Tartózkodási zóna: $h=1,2$ m

Helyiség hőmérséklete: nyáron: $24\text{ }^{\circ}\text{C}$, télen: $22\text{ }^{\circ}\text{C}$

Álmennyezet magasság: $2,7$ m

Hűtési víz hőmérséklete: $16/19\text{ }^{\circ}\text{C}$

Fűtési víz hőmérséklete: $45/40\text{ }^{\circ}\text{C}$

Helyiség nyári hőterhelése: 3460 W

Helyiség transzmissziós hővesztesége: 1679 W

Ventilátor fordulatszáma: Közepes fordulatszám

A helyiség hőveszteségeinek pótlását a gyári méretezés alapján 2 db CFLINE 34P HEE típusú fan-coil berendezés tudja biztosítani V5-7,8 Volt szabályozás esetén.

A fan-coil légszállítása a méretezett állapotban $830\text{ m}^3/\text{h}$, mely 2 db Lindab gyártmányú RS15-H-S-2-250 típusú rotációs perdületbefúvó anemosztáton keresztül kerül befúvásra.

A komfort légtechnika befúvás Lindab gyártmányú RS15-H-S-2-250-as típusú perdületbefúvó anemosztáton keresztül kerül befúvásra. A komfort elszívás álmennyezetben kerül elszívásra, az álmennyezet perforált átszellőző rácsot terveztem. Az anemosztátok méretezése a 12. számú mellékletben kerül bemutatásra.

Az anemosztátok pozíciójánál figyelembe vettem az anemosztátok egymáshoz való távolságát. A tartózkodási zónában a befűjt levegő légsebessége nem haladhatja meg a $0,2\text{ m/s}$ légsebességet. A helyiségben befűjt komfort légtechnika és fan-coilok által befűjt levegő

esetében a Lindab Lindqst program segítségével leméreteztem az áramlási képet, a tartózkodási zónában nem haladja meg a légsebesség a 0,2 m/s sebességet.

Mennyezeti befúvók



Leírás

Az RS15 négyzet alakú, rotációs anemosztát állítható lamellákkal. Az RS15 befúvásra és elszívásra egyaránt használható. A rotációs minta nagy indukciót és nagy dinamikus tartományt biztosít, ezért ideális nagyon hideg levegő vízszintes befúvására. Az anemosztát beállítható függőleges befúvásra is, lehetővé téve a meleg levegő továbbítását. A befúvót szokásosan befelé perdítő kivitelben szállítjuk. Elszívás esetén az anemosztátot szokásosan lamellák nélkül szállítjuk.

- Nagy dinamikus tartomány,
- nagy indukció,
- ideális a nagyon hideg levegő befúvására,
- átállítható vízszintes vagy függőleges befúvásra,
- befúvásra és elszívásra egyaránt alkalmazható.
- különböző csatlakozó doboz és szabályozó opciókkal beépíthető.

Rendelési kód

RS15-H-S-2-250

Funkció

Munkabeállítás

Befúvás

Rotációs (befelé)

RS15

Műszaki adatok

Követelmények			
Légmennyiség	q_v	415	m ³ /h
Helyiség csillapítás	D_r	4	dB

Eredmények:

Bruttó légsebesség	v	3,0	m/s
Teljes nyomáscsökkenés	Δp_t	20	Pa
Hangteljesítmény	L_{wA}	29	dB(A)
Hangnyomásszint	L_{pA}	25	dB(A)
Vetőtávolság	$L_{0.2}$	2,1	m

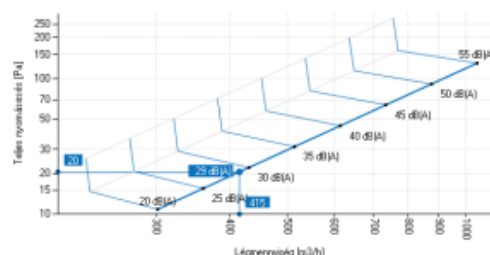
Hz	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	Sum	Sum
C_{oct}	5	7	3	-1	-7	-16	-23	-31		
ΔL	12	8	6	9	7	7	8	10		

Szimbólumok

C_{oct} Octave correction value for sound power level

ΔL Hangcsillapítás

Nyomás és hangteljesítmény diagram



7. ábra: Anemosztát kiválasztás, méretezés

(Forrás: Saját szerkesztés, Lindab LindQST kiválasztó program)

15. táblázat: CIAT fan-coil méretezési adatlap 16/19°C hűtővízzel

(Forrás: Saját szerkesztés, CIAT fan-coil méretezési adatlap,2025)

Hőmérséklet	Hűtés	Fűtés
Közeg	Víz	Víz
Belépő közeg hőmérséklete	16 °C	45 °C
Kilépő közeg hőmérséklete	19 °C	40 °C
Visszatérő levegő belépő hőmérséklete	27 °C	19 °C
Visszatérő levegő relatív páratartalma	60 %(RH)	50 %(RH)

							Hűtés					Fűtés				Lp
Típus	R#	U	N	OP	Pabs	Qa	Pt	Ps	Ts	Qe	dP	P	Ts	Qe	dP	ISO
Méret		Volt	rpm	Pa	W	m3/h	W	W	°C	m3/h	kPa	W	°C	m3/h	kPa	or NR
CFLINE 04P HEE	V6	9,0	1350	50	56	505	1 300	1 210	20,0	0,374	17,0	2 100	31,7	0,365	18,3	45
	V4	6,6	1015	26	25	365	1 080	977	19,1	0,374	17,0	1 730	33,3	0,365	18,3	36
	V2	4,0	640	9	8	215	788	655	17,8	0,374	17,1	1 190	35,8	0,365	18,2	24
CFLINE 24P HEE	V7	10,0	1485	50	110	745	1 810	1 700	20,5	0,520	28,8	2 980	31,3	0,519	34,7	47
	V6	8,2	1230	32	60	600	1 570	1 440	20,0	0,520	28,8	2 700	32,7	0,519	34,6	41
	V2	3,0	500	4	7	205	774	578	18,6	0,520	29,0	1 370	39,0	0,519	34,4	18
CFLINE 34P HEE	V7	10,0	1490	50	135	1090	2 820	2 600	20,1	0,810	43,8	3 590	29,2	0,625	60,8	47
	V5	7,8	1180	29	66	830	2 340	2 090	19,6	0,810	43,9	3 150	30,5	0,625	60,7	41
	V2	4,0	640	7	13	405	1 420	1 130	18,6	0,810	44,1	2 080	34,5	0,625	60,4	27

A kiválasztott fan-coil berendezések táblázatosan rögzítésre kerültek helyiségenként, és alaprajzon feltüntetésre kerültek.

Megjegyzés, a hagyományos fan-coil berendezésű hűtés nem emeltfokú hűtővízzel történik, a legtöbb esetben 7/12 °C-os hűtővízzel üzemel. Az alacsonyabb hűtővíz előnye, hogy nagyobb teljesítmény hűtési teljesítmény érhető el, valamint a levegő abszolút nedvességtartalma a kondenzációnak köszönhetően csökkenthető. A 13. és 14. táblázatban a 34P típusú fan-coil berendezés esetében megfigyelhető a teljesítmény különbség (hőfoklépcső miatt az áramló hűtőközeg tömegárama eltérő). Gyakori jelenség, hogy egy irodaházban beépített fan-coil berendezés nem tudja a helyiséget felfűteni vagy lehűteni, ebben az esetben üzemeltetési hiba lehet, hogy a hőfoklépcsők/hűtővíz hőmérséklet módosításra kerül, ezáltal a fan-coil berendezés nagyobb teljesítményleadásra alkalmas, sok esetben ez a megoldás energiapazarlást eredményez. A helyes megoldás, a rendszer teljes felülvizsgálata, a hőleadók tervezett és méretezett tömegáramainak a beállítása, hidraulikai beszabályozása.

A teljes Fan-coil méretezést a 13. számú melléklet: Fan-coil méretezés tartalmazza

16. táblázat: CIAT fan-coil méretezési adatlap 7/12°C hűtővízzel

(Forrás: Saját szerkesztés, CIAT méretezési adatlap, 2025)

Hőmérséklet							Hűtés					Fűtés			
Közeg							Víz					Víz			
Belépő közeg hőmérséklete							7 °C					50 °C			
Kilépő közeg hőmérséklete							12 °C					40 °C			
Visszatérő levegő belépő hőmérséklete							27 °C					19 °C			
Visszatérő levegő relatív páratartalma							60 %(RH)					45 %(RH)			

							Hűtés					Fűtés				Lp
Típus	R#	U	N	OP	Pabs	Qa	Pt	Ps	Ts	Qe	dP	P	Ts	Qe	dP	ISO
Méret		Volt	rpm	Pa	W	m3/h	W	W	°C	m3/h	kPa	W	°C	m3/h	kPa	or NR
CFLINE	V7	10,0	1490	50	135	1090	7 820	4 620	14,4	1,34	112	3 700	29,6	0,323	18,7	47
34P	V5	7,8	1180	29	66	830	6 570	3 740	13,4	1,34	112	3 300	31,2	0,323	18,7	41
HEE	V2	4,0	640	7	13	405	3 860	2 080	11,3	1,34	113	2 280	36,1	0,323	18,6	27

17. táblázat: Fan-coil berendezések helyiségek hűtési teljesítményei

(Forrás: Saját szerkesztés, Fan-coil berendezések)

Helyiség:	Fan-coil mérete/típusa	Betervezett mennyiség [db]	Hűtővíz hőmérséklete [°C]	Hűtővíz tömegáram [m3/h]	Levegő hőmérséklete [°C]	Hűtési teljesítmény, szenzibilis	Ventilátor fordulót:	Hűtési össz teljesítmény	Helyiség nyári hőterhelése:
01_Közeledő, 08_Irodater, 09_Rekreáció	CIAT CFLINE 34 P HEE	9	16/19°C	0,81	27°C	2090 W	80%	20764 W	20586 W
	CIAT CFLINE 02 P HEE	2	16/19°C	0,37	27°C	1954 W	70%		
03_Konyha- étkező	CIAT CFLINE 34 P HEE	2	16/19°C	0,81	27°C	2090 W	80%	4180 W	3190 W
07_Tárgyaló helyiség	CIAT CFLINE 24 P HEE	2	16/19°C	0,52	27°C	1440 W	80%	2880 W	2460 W
11_Vezetői iroda	CIAT CFLINE 24 P HEE	2	16/19°C	0,52	27°C	1440 W	80%	2880 W	2971 W

18. táblázat: Fan-coil berendezések helyiségek fűtési teljesítménye

(Forrás: Saját szerkesztés, Fan-coil berendezések)

Helyiség:	Fan-coil mérete/típusa	Betervezett mennyiség [db]	Fűtővíz hőmérséklete [°C]	Fűtővíz tömegáram [m ³ /h]	Levegő hőmérséklete [°C]	Fűtési teljesítmény/db	Ventilátor fordulát:	Fűtési össz teljesítmény	Helyiség nyári hőterhelése:
01_Közlekedő, 08_Irodater, 09_Rekreáció	CIAT CFLINE 34 P HEE	6	45/40 °C	0,63 m ³ /h	19°C	2080 W	40%	12480	8081 W
03_Konyha- étkező	CIAT CFLINE 34 P HEE	1	45/40 °C	0,63 m ³ /h	19°C	2080 W	40%	2080W	1174 W
07_Tárgyaló helyiség	CIAT CFLINE 24 P HEE	2	45/40 °C	0,52 m ³ /h	19°C	1370 W	30%	2740 W	1679 W
11_Vezetői iroda	CIAT CFLINE 24 P HEE	2	45/40 °C	0,52 m ³ /h	19°C	1370 W	30%	2740 W	815 W

A fan-coilok kiválasztása a helyiségekben mérvadó nyári hőterhelés alapján került kiválasztásra.

3.7 Komfort légtechnikai befűtés és elszívás kialakítása

Légtechnikai rendszer számítását példaként a 07_Tárgyaló helyiség bemutatom, a számításokat a Lindab légtechnikai tervezési segédlet alapján készítettem el:

Helyiség adatai:

Szélessége: $a = 6,4 \text{ m}$

Hossza: $b = 3,7 \text{ m}$

Magassága: $H = 3 \text{ m}$

Alapterülete: $A = a \times b = 6,4 \text{ m} \times 3,7 \text{ m} = 24 \text{ m}^2$

Térfogata: $V = A \times H = 24 \text{ m}^2 \times 3 \text{ m} = 72 \text{ m}^3$

Benn tartózkodó személyek száma: 6 fő (nagyterű iroda)

Helyiség funkciója: új építésű tárgyaló (B kategória), városi jó levegő, dohányzás nem megengedett

Az MSZ CR 1752:2000 szabvány 10. oldal Táblázatából kiválasztom a tervezési kritériumait

Aktivitás: 1,2 met

Sűrűség: $0,25 \text{ fő/m}^2$

Operatív hőmérsékletek: nyári: $24,5 \pm 1,5 \text{ }^\circ\text{C}$ (léghőmérséklet: 24°C)

téli: $22 \pm 2,0 \text{ }^\circ\text{C}$ (léghőmérséklet: 22°C)

Légsebesség: nyári: $0,22 \text{ m/s}$

téli: $0,18 \text{ m/s}$

Hangnyomásszint: 40 dB(A)

Szükséges szellőztetés: $1,2 \text{ l/s/m}^2$ ($4,32 \text{ m}^3/\text{h/m}^2$)

A helyiségre számolt értékek:

Téli transzmissziós hőveszteség: $Q_{tr} = 1679 \text{ W}$

Nyári transzmissziós hőterhelés: $Q_{ny} = 2460 \text{ W}$

Világítás (helyi megvilágítás): $Q_v = 50 \times 5 = 250 \text{ W}$

Emberi hőleadás (személyenként 116 W ülő munka): $Q_e = 116 \times 6 = 812 \text{ W}$

Számítógépek (gépenként átlagosan 100 W) $Q_t = 300 \text{ W}$

A frisslevegő mennyiségét meghatározhatjuk MSZ CR 1752:2000 szabvány alapján:

- Helyiség alapterülete alapján
- Helyiségben tartózkodók alapján
- Belső levegő minőség alapján

Táblázat alapján:

$$V_{friss} = 1,2 \frac{l}{s \cdot m^2} \times 24m^2 = 29 \frac{l}{s} = 104 m^3/h$$

Az MSZ CR 1752:2000, 11. oldal táblázata alapján:

$$V_{friss} = 7 \frac{l}{s \cdot f\ddot{o}} \times 6 f\ddot{o} = 48 \frac{l}{s} = 173 m^3/h$$

19. táblázat: MSZ CR 1752:2000 táblázat

(Forrás: MSZ CR 1752:2000 táblázat)

Épület/tér típusa	Aktivitási szint met	Benn tartózkodók száma fő/m ²	Kategória	Operatív hőmérséklet °C		Átlagos levegősebesség m/s		Hangnyomás-szint dB(A)	Szellőző levegő l/s·m ²	Szellőző levegő pótlék dohányzás esetén l/s·m ²
				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

Frisslevegőigény meghatározása belső levegő minőség (BLM) alapján

➤ A helyiségben tartózkodók számának meghatározása és az emberek által kibocsátott

szennyezés meghatározása

Az MSZ CR 1752:2000 szabvány 26. oldalán található táblázatból kiválasztjuk a nem dohányzó irodában, ülő helyzetben lévő ember személyenkénti szennyezőanyag-kibocsátását.

(aktivitás: 1-1,2 met)

forráserősség: 1 olf/fő

CO₂ 19 l/h/fő

Nedvesség: 50 g/h/fő

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

$$G_{emberi} = 1 \frac{olf}{f\ddot{o}} \times 7 f\ddot{o} = 7 olf$$

Az épület által kibocsátott szennyezőanyagok forraserősségének meghatározása az MSZ CR 1752:2000 szabvány 27. oldalán található táblázatból kiválasztjuk az iroda szennyezőanyag kibocsátását.

Új építésű irodában: 0,2 olf/m² padló

$$G_{terem} = 0,2 \frac{olf}{m^2} \times 24 f\ddot{o} = 4,8 olf$$

Teljes forraserősség a helyiségben:

$$G_{\ddot{o}sszes} = G_{emberi} + G_{terem} = 7 + 4,8 = 11,8 olf$$

Megkövetelt levegő minőség

18. táblázatból a B kategóriás helyiség követelményei

Elégedetlenség: 20 % , Érzékelhető levegőminőség: 1,4 dp

Szükséges szellőzés: 7 olf l/s

Az érzékelhető levegőminőség mértékegysége a decipol. 1 decipol a levegő minősége tökéletes keveredés esetén a komforttérben, ha 1 olf a szennyezőanyag forraserőssége és a szellőző levegő térfogatárama 10 l/sec, azaz 36 m³/h.

20. táblázat: Három kategória fedett helyiségben észlelt levegő minőségére

(Forrás: MSZ CR 1752:2000, 23. oldal)

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

Külső levegő minőség meghatározás:

Az MSZ CR 1752:2000 szabvány 27. oldalán található táblázatból kiválasztjuk a külső levegő szennyezettségi adatait.

Városi, jó levegő esetén:

Érzékelt levegő minőség:	<0,1 dp
CO ₂	700 mg/m ³
CO	1-2 mg/m ³
NO ₂	5-20 µg/m ³
SO ₂	5-20 µg/m ³
Porszemcsék	40-70 µg/m ³

Szellőzés hatásossága:

Az MSZ CR 1752:2000 szabvány 70. oldala alapján meghatározom a szellőzés hatásosságát. A hatásosság függ a befűtés és elszívás helyétől illetve a belső léghőmérséklet és a befűtött levegő hőmérsékletétől (felső befűtést és felső elszívást feltételezve): $\varepsilon = 1$, mert $t_{\text{szellőző}} < t_{\text{belső}}$ (a szellőzés hatásosságát ellenőrizni kell a kiválasztott légvezetési rendszer alapján)

A szükséges frisslevegő mennyiség:

$$V_{\text{friss}} = 10 \times \frac{G_{\text{összes}}}{c_{\text{belső}} - c_{\text{külső}}} \times \frac{1}{\varepsilon} = 10 \times \frac{11,8}{1,4 - 0,1} \times \frac{1}{1} = 90,76 \frac{\text{l}}{\text{s}} = 326 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Ahol:

G - forráserősség olfban

c - szennyezőanyag koncentrációja decipolban

Szükséges szellőző levegő térfogatáram az egészségügyi határértékek alapján:

A kritikus szennyezőanyagok felszabadulása miatti szellőző levegő számítására iroda esetében nincs szükség. A felszabaduló káros anyagokat a négyzetméterre eső olf értékben figyelembe veszik.

A szükséges frisslevegő mennyisége a fent számított frisslevegő mennyiségekkel a legnagyobb értéket kell alkalmazni, azaz $V_{\text{friss}}=360\text{m}^3/\text{h}$

A helyiség fűtési és hűtése nem a szellőző levegő hőbevitelével történik, így jelen esetben a

$$V_{f_{\text{riss}}} = V_{\text{szellőző}}$$

A helyiség légcsaereszáma:

$$n = \frac{V_{\text{szellőző}}}{V_H} = \frac{360}{72} = 5 \frac{1}{h}$$

A tárgyaló légvezetési rendszerének meghatározása:

A helyiségbe bevezetett levegő a helyiség levegőjét jól meghatározható, karakterisztikus mozgásra kényszeríti (primér és szekunder mozgások), ezek összességét a helyiség légvezetési rendszerének (LVR) nevezzük.

A légvezetési rendszer kiválasztásához az Archimedesi szám meghatározására van szükség.

A teremre vonatkoztatott Archimedesi szám meghatározása:

$$Ar_T = g \times \frac{1}{T_1 \times \rho \times c_{p_{\text{kleve}}}} \times \left(\frac{q}{H^2} \right) \times \left(\frac{1}{n^3} \right)$$

ahol:

g gravitációs gyorsulás (= 9,81 m/s²)

T_1 szellőző levegő hőmérséklete (nyáron 293 K; télen 297 K)

ρ levegő sűrűsége (= 1,19 kg/m³ 20 °C-on)

H a terem magassága (3 m)

n légcserezszám (1/s)

Fajlagos hőáram számítás:

Télen:
$$q_T = \frac{Q_{tr}}{A} = \frac{1679}{24} = 70 \text{ W/m}^2$$

Nyáron:
$$q_{ny} = \frac{Q_{ny}}{A} = \frac{2460}{24} = 103 \text{ W/m}^2$$

Közepes izobár fajhő ($c_{p_{\text{kev}}}$) számítása:

$$c_{p_{\text{kev}}} = c_{p, \text{nyár}} + c_{p, \text{vg}} \times x = 1,0132 + 1,86 \times 0,009 = 1,02994 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \times \text{K}} = 1030 \frac{\text{J}}{\text{kg} \times \text{K}}$$

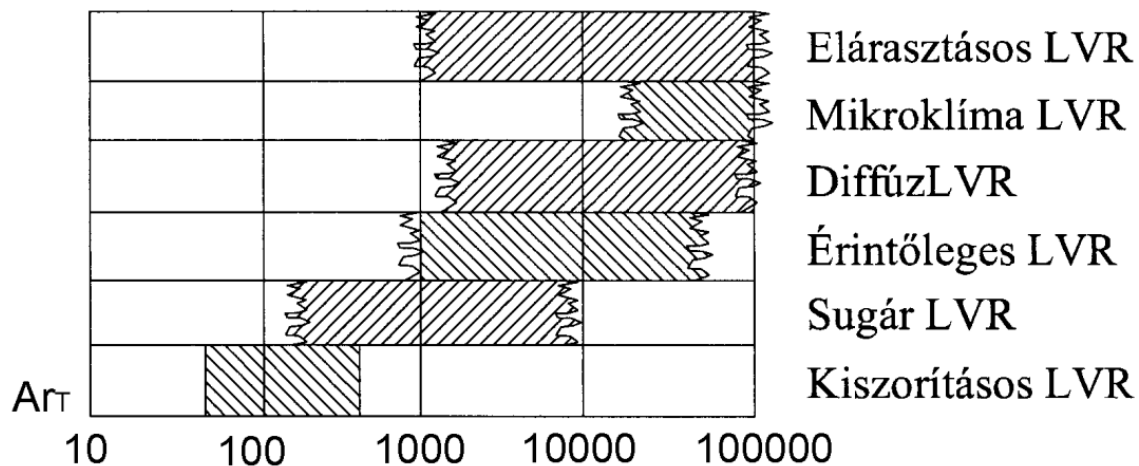
Archimedesi szám nyári esetben:

$$Ar_T = g \times \frac{1}{T_1 \times \rho \times c_{p_{klev}}} \times \left(\frac{q}{H^2}\right) \times \left(\frac{1}{n^3}\right) = 9,81 \times \frac{1}{297 \times 1,19 \times 1030} \times \left(\frac{103}{3^2}\right) \times \left(\frac{1}{\left(\frac{4,16}{3600}\right)^3}\right) = 20000$$

Archimedesi szám téli esetben:

$$Ar_T = g \times \frac{1}{T_1 \times \rho \times c_{p_{klev}}} \times \left(\frac{q}{H^2}\right) \times \left(\frac{1}{n^3}\right) = 9,81 \times \frac{1}{297 \times 1,19 \times 1030} \times \left(\frac{70}{3^2}\right) \times \left(\frac{1}{\left(\frac{4,16}{3600}\right)^3}\right) = 13592$$

Légvezetési rendszer kiválasztása az alábbi diagramból:



I. diagram: Légvezetési rendszer kiválasztó diagram

(Forrás: Lindab, Tervezési segédlet)

A diagram alapján a **diffúz** légvezetési rendszert választottam, a kapott eredmények alapján megfelelő lehet az Elárasztásos és az Érintőleges légvezetési rendszerek is. A fan-coil berendezések légoldali csatlakozása rotációs anemosztátokkal terveztem, így a megjelenést is szempontba véve a diffúz légvezetési rendszer miatt döntöttem.

Huzatkritérium meghatározása

$$DR = (34 - t_a) \times (v - 0,05)^{0,62} \times (0,37 \times v \times T_u + 3,14)$$

Ahol:

t_a - levegő hőmérséklete °C-ban

v - levegő sebessége m/s-ban

T_u - levegő turbulenciája (40 %-ot feltételezve)

Légsebesség meghatározása 1 db RS15-H-S-2-250 befűvő esetében (figyelembe véve a kritikus vetőtávolságot a fal felé és két anemosztát között is, a tartózkodási zóna magasságában). A tartózkodási zóna 1,8 m magasságban.

$v = 0,20 \text{ m/s}$ (nyáron)

Huzat kritérium:

$$DR = (34 - 24) \times (0,20 - 0,05)^{0,62} \times (0,37 \times 0,20 \times 40 + 3,14) = 18,81 < 20\%$$

Tehát a választott befűvővel biztosítani lehet a megfelelő huzat kritériumot

Hőérzeti méretezés a 07_Tárgyaló esetében

A benntartózkodók aktivitásának meghatározása

Az MSZ CR 1752:2000 szabvány 53. oldalán található táblázatból meghatározzuk ülés, irodai munka esetére a metabolikus értéket.

Metabolikus érték 70 W/m^2 ; 1,2 met

A különböző munkavégzések hőegyenértékének meghatározására a nemzetközi gyakorlatban a „met” egységet használják ($1 \text{ met} = 58 \text{ W/m}^2$).

A ruházat szigetelőképességének meghatározása téli és nyári esetre

Az MSZ CR 1752:2000 szabvány 54. oldalán található táblázatból meghatározzuk általános irodai viseletre a ruházat szigetelőképességét.

Télen: $I_{cl} = 1 \text{ clo}$; $0,155 \text{ m}^2 \text{ } ^\circ\text{C/W}$ (hosszúujjú ing, nadrág, zakó, zokni, cipő)

Nyáron: $I_{cl} = 0,5 \text{ clo}$; $0,08 \text{ m}^2 \text{ } ^\circ\text{C/W}$ (rövidujjú ing, nadrág, zokni, cipő)

A clo egységet a ruházat hőszigetelő képességének meghatározására használják ($1 \text{ clo} = 0,155 \text{ m}^2\text{ } ^\circ\text{C/W}$)

Optimális operatív hőmérséklet meghatározása

Az operatív hőmérséklet a levegő és a környezet közepes sugárzási hőmérsékletének értékét egyaránt figyelembe veszi.

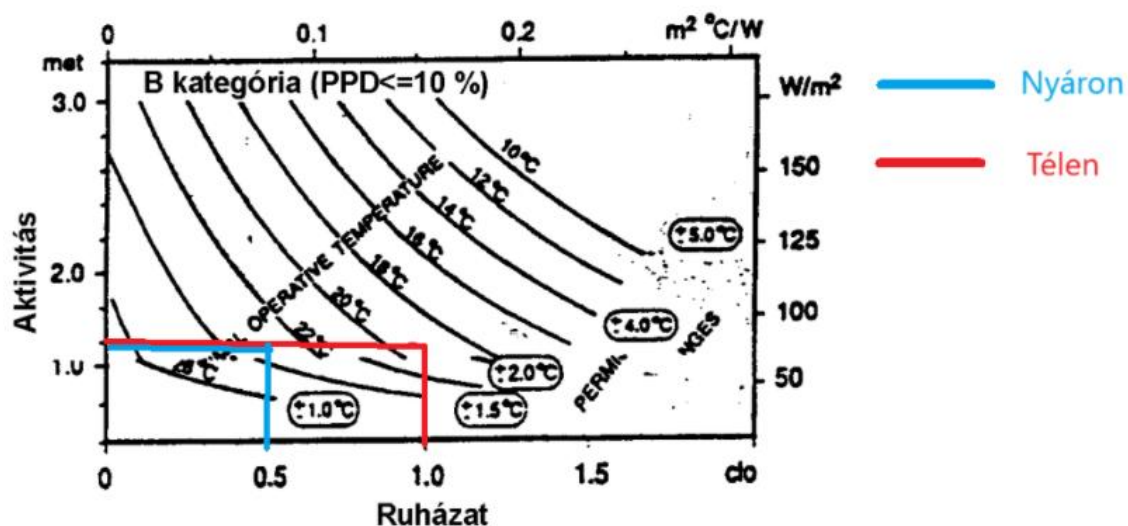
2 diagramból leolvasott érték:

B kategória, $PPD \leq 10 \%$

Adott aktivitás és ruházat mellett télen: $t_{op} = 22\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$

Nyáron: $t_{op} = 24,5\text{ °C} \pm 1,5\text{ °C}$

A PPD (predicted percentage of dissatisfied) az elégedetlenség százalékos értéke.



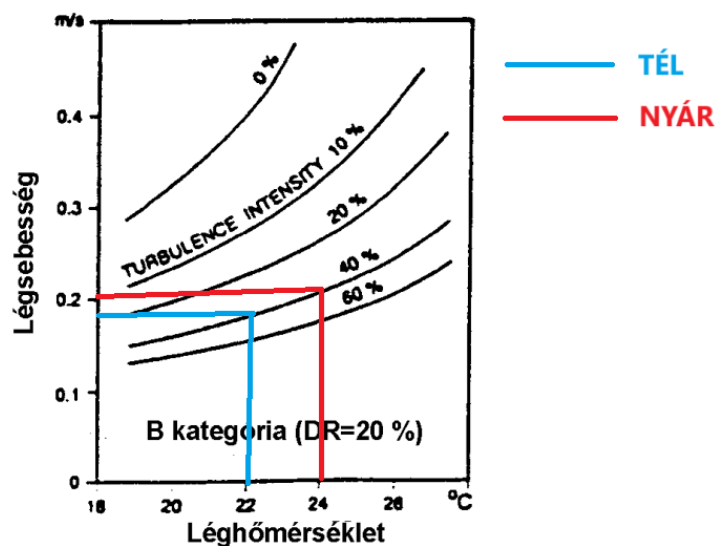
II. diagram: Aktivitás-ruházat diagram
(Forrás: MSZ CR 1752:2000)

A megfelelő PPD alapján a légsebesség meghatározása

A 19. táblázat és a diagramból meghatároztam a megengedett légsebességet.

Télen: 22°C és 40%-os feltételezett turbulencia esetén $v=0,18\text{ m/s}$.

Nyáron: 24 °C és 40 %-os feltételezett turbulencia esetén $v = 0,2\text{ m/s}$



III. diagram: Légsebesség-léghőmérséklet diagram

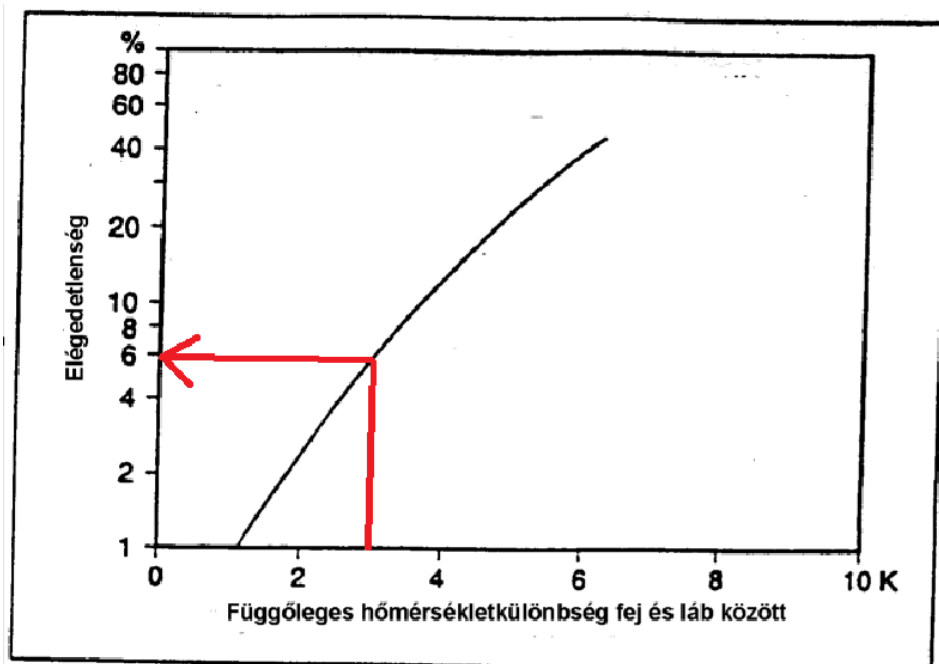
(Forrás: MSZ CR 1752:2000, 17. oldal)

A megengedhető elégedetlenség és a megengedhető függőleges hőmérsékletkülönbségek meghatározása a 16. táblázat és a 5. diagramból leolvasott értékek:

21. táblázat: Termikus környezet három kategóriája

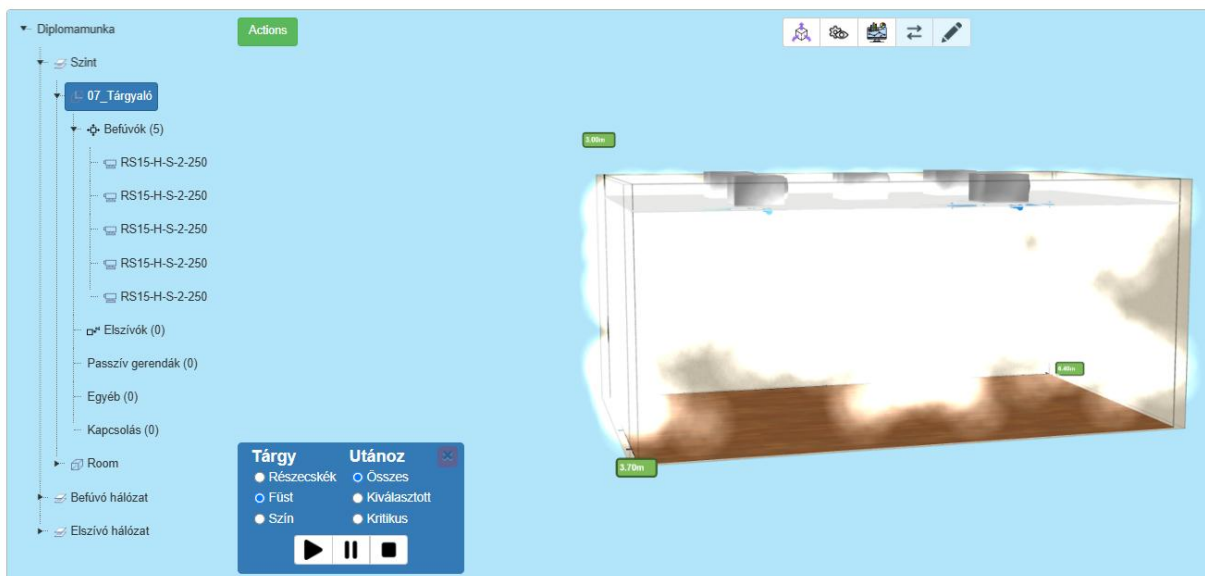
(Forrás: MSZ CR 1752:2000, 14. oldal)

Kategória	Az egész test hőállapota		Helyi diszkomfort			
	Az elégedetlenség százalékos értéke PPD %	Várható hőérzeti érték PMV	Az elégedetlenség százalékos értéke huzat esetében DR %	Függőleges hőmérséklet különbség esetén	Meleg/hideg padló esetén %	Sugárzási aszimmetria következtében %
A	<6	- 0,2<PMV< +0,2	<15	<3	<10	<5
B	<10	0,5<PMV< +0,5	<20	<5	<10	<5
C	<15	0,7<PMV< +0,7	<25	<10	<15	<10



IV. diagram: A megengedhető elégedetlenség és a megengedhető függőleges hőmérsékletkülönbség
(Forrás: MSZ CR 1752:200, 18. oldal)

Az épület helyességeinek frisslevegő utánpótlására a tetőn légkezelő berendezés került telepítésre. A vizsgált 3. emeleti szintre aknából lecsatlakozik a komfort légszatórna hálózat melybe egy CAV állandó térfogatáram szabályozó és egy hangcsillapító került beépítésre. A bérleményi kialakítás bérlo igények szerint lehet klímagerendás, valamint fan-coilos hűtésű, ez utóbbi esetben a légtechnikai rendszer külön végponti rotációs anemosztátokkal került tervezésre. A teljes terület frisslevegő ellátása tekintetében Lindab RS14-H-S típusú anemosztáták kerültek méretezésre. A legfőbb szempont, hogy a dolgozók tartózkodási zónájában elegendő frisslevegő kerüljön bejuttatásra, hogy a helyiségben keletkező CO₂ elszívásra és az elhasznált levegő cserére kerüljön, figyelembe véve a tartózkodási zónában a légsebesség mértékét.



7. ábra: 07_Tárgyaló helyiségben anemosztátok elhelyezése alapján

(Forrás: Saját szerkesztés, Lindab Lindqst program füst szimuláció,2025)

A program szimulációja alapján a teljes helyiség átöblítése megtörténik, így megfelelőnek tartom a kiválasztott anemosztátokat és a pozíciókat. A tartózkodási zónában a légsebesség nem haladja meg a 0,2 m/s sebességet.

A légcsatorna kialakítása esetében figyelembe vettem, hogy a légcsatornában a légsebesség nem haladhatja meg a 3,5 m/s értéket. A 21. és 22. táblázatban bemutatom, hogy adott méretű légcsatornában áramló légmennyiségek esetében, miként alakulnak a légsebességek.

22. táblázat: Kör légcsatorna méretek és légsebességek

(Forrás: Saját forrás)

Légcsatorna méret, kör	Térfogatáram	Légsebesség
DN125	100 m ³ /h	2,3 m/s
DN160	150 m ³ /h	2,1 m/s
DN160	180 m ³ /h	2,5 m/s
DN200	300 m ³ /h	2,6 m/s
DN200	320 m ³ /h	2,8 m/s
DN250	360 m ³ /h	2,0 m/s
DN250	300 m ³ /h	2 m/s
DN250	415 m ³ /h	2,3 m/s
DN250	505 m ³ /h	2,8 m/s
DN250	540 m ³ /h	3,0 m/s

23. táblázat: Négyszög légszatórna méretek és légsebességek

(Forrás: Saját forrás)

Légszatórna méret, Négyszög	Térfogatáram		Légsebesség	
800x400 mm	2890	m ³ /h	2,5	m/s
550x400 mm	2130	m ³ /h	2,7	m/s
500x400 mm	1990	m ³ /h	2,8	m/s
400x400	1490	m ³ /h	2,6	m/s
300x400	890	m ³ /h	2,1	m/s

Ezen paraméterek mellett a légszatórna kialakítás megfelelőnek tekintem. A pontos méretek alakulása a Mellékletekben található 7. számú és 8. számú légtechnikai tervdokumentáció melléklet tartalmazza.

Elosztó hálózata: Normál üzemmódban a DIN 1946-6 szabvány szerint 3 m/s a megengedett maximális sebesség a zajszint és a nyomásveszteség minimalizálása érdekében.

4 A beruházások-gazdaságossági kalkulációja

A beruházás gazdasági kalkulációját a 3. emeleti szint kialakításához szükséges beépítendő anyagok és üzemeltetési költségek alapján készíttem el.

A hűtési vezeték nyomvonala tervezésénél figyelembe vettem az esetleges későbbi átalakítási lehetőséget. A klímagerendák hűtési csővezetéke azonos nyomvonalon halad a fan-coil hűtési csővezetékével, hogy a telepítési anyag és díj költségek a lehető legjobban összehasonlíthatók legyenek.

4.1 Elektromos áram felhasználás

A 3. emeletre betervezett elektromos berendezések éves energia fogyasztásának kalkulációja.

Az bérleménybe érkező hűtési/fűtési tömegáramok azonosak, így a központi szivattyú, fűtő-fűtő berendezés és egyéb gépházban elhelyezett gépészeti szerelvények villamos energia felhasználását azonosnak tekintem. Jelen bérleményben beépített elektromos berendezések a padlókonvektor és a fan-coil berendezések. A padlókonvektor fűtési üzembe a fűtési szezonban működik, irodaház esetében napi maximum 12 órát. A fan-coil berendezések hűtő-fűtő egységek, így működésük egész évben várható.

24. táblázat: Gépészet berendezések elektromos fogyasztásának számítása

(Forrás: Saját szerkesztés)

Villamos berendezések	Elektromos áram felvétel [Wh]	Mennyiség [db]	Elektromos áram felvétel [kWh]	Éves fogyasztás [kWh/év]	Villamos energia költségek [Ft/év]
Fan-coil			1,032	4520,16	415 821 Ft
CIAT CFLINE 34 P HEE	66	12	0,792	3468,96	319 118 Ft
CIAT CFLINE 24 P HEE	60	4	0,24	1051,2	96 702 Ft
Padlókonvektor			0,224	564,48	51 928 Ft
BOKI Aquilo F1S 1600x230x90	16	13	0,208	524,16	48 219 Ft
BOKI Aquilo F1S 2000x230x90	16	1	0,016	40,32	3 709 Ft

4.2 Beruházási költségek

A tervezett rendszer és berendezések költségei a 2025-ös aktuális árak alapján kerültek megadásra. A csőhálózatok alapanyagait azonos gyártó és azonos anyagminőség alapján került megtervezésre. Az fűtési-hűtési csővezeték varrat nélküli fekete acélcsőből, a légszűrő vezeték kör keresztmetszetű spirálkorcolt csővezetékéből és négyszög keresztmetszetű egyenes korcolt lemezvezetékéből került megtervezésre. A légtechnikai hálózatban a végponti elemeknél (klímagerenda és anemosztátok) TROX RN állandó térfogatáramszabályozó került elhelyezésre.

4.3 Komplex tulajdonságok összemérése

A különböző beruházási opciókat komplex, gyakorlatias tulajdonságok alapján is össze lehet mérni. A számított adatok alapján, megvizsgálom a padlókonvektor fűtés és klímagerendás hűtést a fan-coil hűtés-fűtéssel szemben.

25. táblázat: Beruházási opciók

(Forrás: Saját szerkesztés, 2025)

Jel	Megnevezés
A1	Padlókonvektor fűtés és klímagerenda hűtés
A2	Fan-coil fűtés-hűtés

A 22. táblázatban megadott komplex tulajdonságok és egyéb paraméterek alapján határozom meg, hogy melyik változat a legkedvezőbb az bérlemény számára. Súlyozásként megadom, hogy fontossági sorrend szerint melyik tulajdonság mennyire fontos.

26. táblázat: Komplex tulajdonságok

(Forrás: Saját szerkesztés, 2025)

Jel	Megnevezés	M.e.	Súlyozás
X1	Beruházási költség	M Ft	0,5
X2	Tíz éves fogyasztási költség	M Ft	0,1
X3	Helyiségben történő Zajkibocsátás	dB(A)	0,2
X4	Karbantartási költség	M Ft	0,1
X5	Berendezés megjelenés	-	0,1

Komplex tulajdonságok alapján a beruházási változatoknak az eredményei a 23. táblázatban jelöltem. A berendezés értéke nagyon – 5 pont, kicsi: 1 - pont.

27. táblázat: Komplex tulajdonságok szerinti értékek

(Forrás: Saját szerkesztés,2025)

Fűtési rendszer	X1	X2	X3	X4	X5
A1	40,1	0,51	34	1,36	nagyon
A2	29,2	4,16	41	1,16	közepes

Az adatok transzformálásával az adott tulajdonságnál a kedvezőbb érték kerül kimutatásra.

Az X1 tulajdonság a Beruházási költség (10. és 11. számú melléklet) fontos szempont és minél kedvezőbb az ára annál jobb, jelen esetben a fan-coil-os rendszer beruházási költsége 24,22 Millió Ft, a transzformálás miatt ezt 1-es értékre vettük. Az padlókonvektoros és klímagerendás rendszerek tulajdonságának transzformálásához a beruházási költség értékével osztani kell a fan-coil rendszer adott értékét.

Az X2 Tíz éves fogyasztási költség tekintetében ismételten a kisebb költség a jobb, ezért a padlókonvektoros fogyasztási költség tekinthető 100%-nak. Az A2/X2 érték esetén az A1/A2 kerül osztásra.

Az X3 zajkibocsátás tekintetében is a legalacsonyabb érték a legjobb választás, az A1/X3 érték A1/A1 adódik, míg A2/X3 érték A1/A2.

28. táblázat: Komplex tulajdonságok szerinti transzformált értékek

(Forrás: Saját szerkesztés,2025)

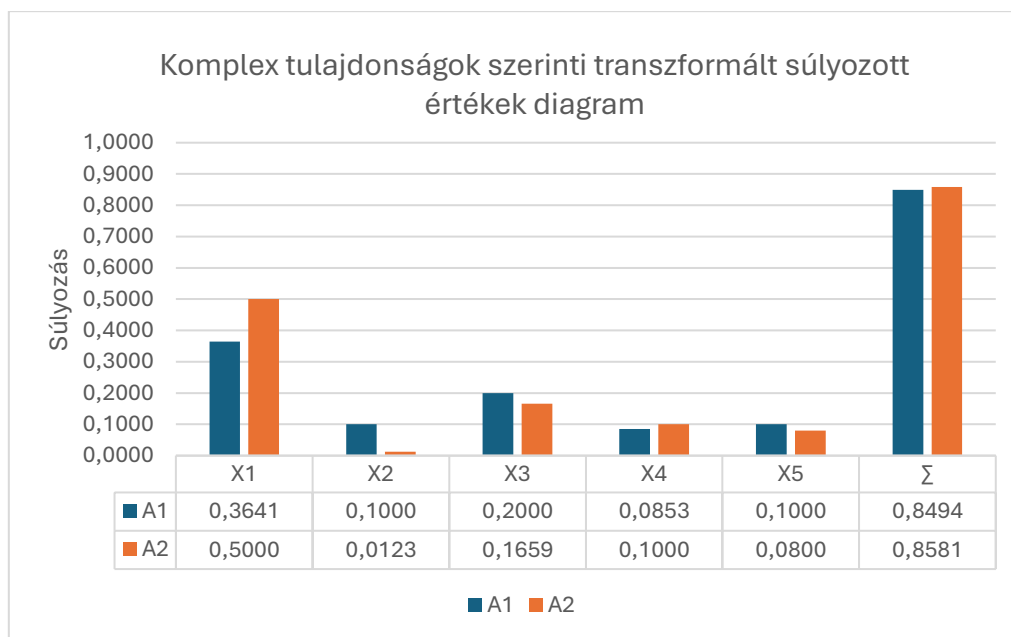
Fűtési rendszer	X1	X2	X3	X4	X5
A1	0,728	1,0000	1,0000	0,8529	1,0000
A2	1,0000	0,1226	0,8293	1,0000	0,8000

Súlyozott adatok úgy számoljuk, hogy a transzformált értékeket felszorozzuk a 22. táblázatban korábban meghatározott tulajdonság értékével. Az adott rendszer X1,X2...X5 értékeit összesítve kapjuk, az adott rendszer komplex tulajdonság értéket.

29. táblázat: Komplex tulajdonságok szerinti transzformált súlyozott értékek

(Forrás: Saját szerkesztés,2025)

Fűtési rendszer	X1	X2	X3	X4	X5	Σ
A1	0,3641	0,1000	0,2000	0,0853	0,1000	0,8494
A2	0,5000	0,0123	0,1659	0,1000	0,0800	0,8581



V. diagram: Komplex tulajdonságok szerinti transzformált súlyozott értékek
(Forrás: Saját szerkesztés,2025)

A komplex tulajdonságok összehasonlítása alapján a fan-coilos rendszer kiépítése mivel az eredmény nagyobb sokkal jobb választás (25. táblázat). Természetesen a kezdeti komplex tulajdonságok megadása sokban befolyásolhatja az eredmény kimenetét, pl egy bérlő amennyiben zajkibocsátás tekintetében halkabb berendezéseket szeretne, előnyösebb választás a klímagerendás hűtés. A fan-coil berendezések szívó és nyomó légoldali csatlakozásain elhelyezhetők hangcsillapított dobozok, de a fan-coil beruházási költségét növeli, ezáltal a teljes vizsgálat végeredménye változhat. Hosszú távú (15-20 év) befektetés esetén, amennyiben az üzemeltetési és karbantartási költségek nagyobb arányban befolyásolják a bérlői költségeket az alábbiak szerint alakul az összehasonlítás:

30. táblázat: Komplex tulajdonságok

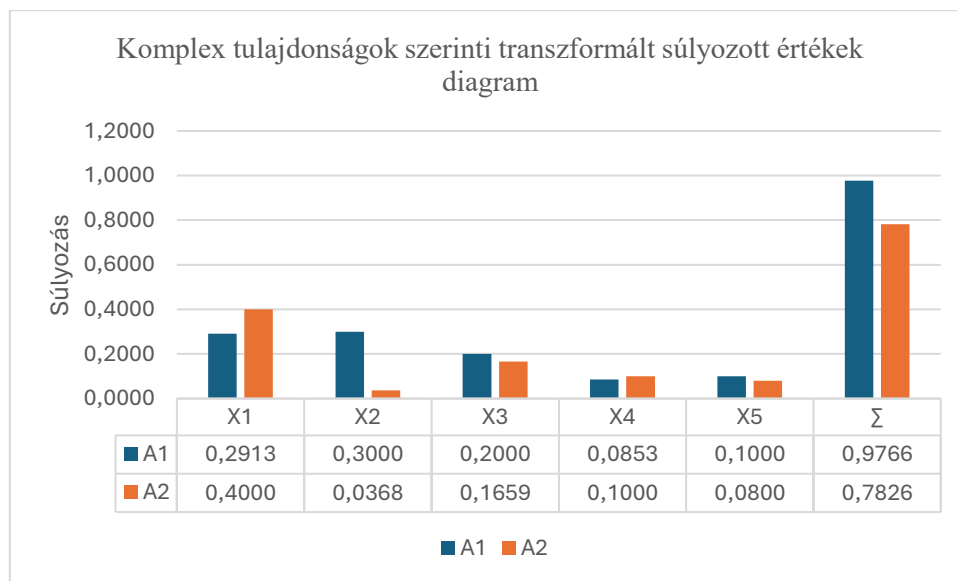
(Forrás: Saját szerkesztés,2025)

Jel	Megnevezés	M.e.	Súlyozás
X1	Beruházási költség	M Ft	0,4
X2	Tíz éves fogyasztási költség	M Ft	0,3
X3	Helyiségben történő Zajkibocsátás	dBA	0,2
X4	Karbantartási költség	M Ft	0,1
X5	Berendezés megjelenés	-	0,1

31. táblázat: Komplex tulajdonságok szerinti transzformált súlyozott értékek

(Forrás: Saját szerkesztés,2025)

Fűtési rendszer	X1	X2	X3	X4	X5	Σ
A1	0,2913	0,3000	0,2000	0,0853	0,1000	0,9766
A2	0,4000	0,0368	0,1659	0,1000	0,0800	0,7826



VI. diagram: Komplex tulajdonságok szerinti transzformált súlyozott értékek
(Forrás: Saját szerkesztés,2025)

5 Eredmények következtetések, javaslatok

A légtechnikai rendszer számításai alapján a diffúz légvezetési rendszert választottam. A komfort légtechnikai hálózatot úgy terveztem meg, hogy a gerinc vezeték azonos a klímagerendás légtechnikai hálózat gerincvezetékével. A gerincvezetékéről leágazó kör légcsatorna hálózatok egy része azonosan felhasználható klímagerendás és komfort légtechnikai rendszer kiépítéséhez. Így légtechnikai szempontból a rendszer könnyen átalakítható. A későbbi bérleti igények tekintetében akár könnyen átalakítható egy klímagerendás kör légtechnikai rendszere, komfort légtechnikai rendszerré, akár egy köznbenső helyiség kialakítása esetén is. A szintre beérkező gerinc vezetékben TROX EN állandó térfogatáram szabályozó került betervezésre, a végponti elemek besabályozása végponti állandó térfogatáram szabályozókkal megoldható.

A padlókonvektoros és fan-coilos fűtési csőhálózat sajnos nem azonosak, mivel a padlókonvektoros csővezetékek a padlóban kerülnek elhelyezésre, a fan-coilos rendszer csővezetékei pedig a mennyezeten, így egy rendszer kiépítésénél a szintre beérkező elzárótól kezdve kell kiépíteni.

A hűtési gerinc csővezeték is azonos, mivel a fan-coil berendezések is magas hőmérsékletű hűtési vízzel kerültek lemeretezése és kiválasztásra.

A klímagerendás és fan-coilos rendszereknek külön-külön vannak előnyei és hátrányai, a komplex tulajdonság összehasonlítása alapján a fan-coilos rendszer kiépítése előnyösebb.

A fan-coilos rendszer előnyei a klímagerendás-padlókonvektoros rendszerrel szemben:

- Kedvezőbb beruházási költség, mind gépészeti mind elektromos (automatikai) szempontból
- vezérlés pontosabb, jobban szakaszolható
- Későbbi irodai átalakítás esetén, könnyebben igazítható az új építészeti kialakításhoz (pl: tárgyalók, irodai terek) létrahozásánál
- rejtett szerelés, álmennyezeti építés esetén csak a befúvó anemosztátok látszanak
- jobban érezhető hűtési-fűtési teljesítmény (a berendezés elindítását követően a levegő áramlás megindul, a komfort érzet tekintetében érezhető a hűtési/fűtési üzemállapot, míg a klímagerenda esetében egy folyamatos átöblítése történik a helyiségnek)
- a bérleményben elhelyezendő darabszámok miatt a karbantartása kedvezőbb
- kevesebb beépítendő csővezeték

- alacsonyabb vízhőmérsékleten is üzemeltethető (külön kondenzvíz elvezetés kiépítése szükséges)

A fan-coilos rendszer hátrányai a klímagerendás-padlóonvektoros rendszerrel szemben:

- zajosabb (a befúvó-elszívó csónkok hangszigetelés elhelyezhető, de a fan-coil lesugárzott zaja ellen nincs hangszigetelő védelem)
- magasabb üzemeltetési költségei vannak a ventilátor miatt
- huzatosabb komfortérzet a klímagerendákhoz képest
- mozgó alkatrészek meghibásodhatnak, csere alkatrész 5-10 éves időintervallumon túl nehezen beszerezhető

Az eredmények ismeretében a javaslatom egy irodát kialakítandó beruházónak/bérlőnek, hogy a fan-coilos kialakítás 5-10 éves időtartamra nézve kedvezőbben választás. Hosszú távon 15-20 éves időtartam esetén a klímagerendás beruházás a javasolt, nincs mozgó alkatrész, a hőcserélő és befúvó egysége rendszeres karbantartás mellett is 15 -20 évet gond nélkül működhet.

A számításaim és kutatásom eredményeként, a klímagerendás rendszer kialakításának beruházási költsége 30-40 %-al magasabb, mint a fan-coilos rendszer kialakítása. Beruházó ezen szempontok alapján eldöntheti, hogy rövidebb kedvezőbb költségekkel szeretne építeni, vagy hosszabb távon időtállóbb, de nagyobb kezdeti költségekkel. Vagy esetleg a kettő kombinációjaként a tervezővel közösen kialakítani egy vegyes rendszert.

Összefoglaló

Az ingatlanfejlesztések során egyre nagyobb jelentőséget kap, hogy a meglévő épületek képesek legyenek alkalmazkodni a bérlők folyamatosan változó igényeihez. A modern belsőépítészeti és épületgépészeti megoldások nem csupán esztétikai szempontból előnyösek, hanem funkcionális és energetikai hatékonyságot is biztosítanak. Mivel minden épület egyedi adottságokkal és kihívásokkal rendelkezik, sok esetben speciális gépészeti rendszerek alkalmazása válik szükségessé. A dolgozatban bemutatott épület is irodai bérleményként funkcionál, a cél a megfelelő épületgépészeti rendszer kutatása a bérlői igények szerint.

A gépészeti tervezés során alapvető fontosságú a hatályos jogszabályok betartása, valamint a korszerű, fenntartható technológiák integrálása. Jelen vizsgálat célja egy meglévő irodaház harmadik emeleti szintjén található bérlemény gépészeti rendszerének elemzése és alternatív fűtési-hűtési, illetve légtechnikai megoldások kidolgozása a bérlői igények figyelembevételével.

Az épület energetikai méretezését követően két különböző rendszertervet készítettem: az egyik esetben klímagerendás hűtési (komfort légtechnikai kialakítással) és padlókonvektoros fűtési rendszert, a másik esetben négycsöves fan-coil rendszert, valamint ahhoz illeszkedő komfort légtechnikai hálózatot terveztem. A műszaki tervek alapján részletes költségbecslést végeztem, majd a különböző bérlői preferenciák szerint komplex összehasonlító elemzést készítettem.

Eredményeim alapján rövid távú bérleti igény, valamint gyakori építészeti átalakítás esetén a fan-coil rendszer kiépítése javasolt gazdaságossági szempontból, míg hosszú távon, stabil bérlői jelenlét esetén a klímagerendás megoldás biztosítja a kedvezőbb üzemeltetési és gazdasági feltételeket.

Összegzésként elmondható, hogy érdemes olyan rugalmas rendszerkialakítást választani, amely a későbbiekben is lehetőséget ad mind a klímagerendás, mind a fan-coilos rendszer alkalmazására, az aktuális bérlői igényekhez igazodva.

Irdalomjegyzék

9/2023. (V. 25.) ÉKM rendelet, Forrás: <https://njt.hu/jogszabaly/2023-9-20-8X>

11_2022. ÉPMI (v1_2022. XI. 22.) – Az épületen belüli komfort-tényezők követelményei

Forrás:

[https://emi.hu/EMI/web.nsf/Pub/ZONBOM/\\$FILE/HOKOMFORT_iranyelv_1116.pdf](https://emi.hu/EMI/web.nsf/Pub/ZONBOM/$FILE/HOKOMFORT_iranyelv_1116.pdf)

András-Tövissi Balázs – Dr. habil Kajtár László, (2018) – Meleg mennyezet és huzat együttes hatása élő alanyos kísérletek,

Forrás: <https://repozitorium.omikk.bme.hu/bitstreams/4f313d10-019f-43e0-af2b-21c35ce69578/download>

Allen, Joseph és munkatársai: (2015) - Associations of Cognitive Function Scores with Carbon Dioxide, Ventilation, and Volatile Organic Compound Exposures in Office Workers: A Controlled Exposure Study of Green and Conventional Office Environments – Environ Health Perspect, 2015

Forrás: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26502459/>

Bánhidi László – Kajtár László (2000) – Komfortelmélet, Akadémiai Kiadó

Baumbach, G. (1993): Luftreinhalung. Springer-Verlag. - Berlin, Heidelberg, New York.

Bradtke, F. és munkatársai. (1952): Hilfsbuch für Raum- und Aussenklimatische Messungen. Springer-Verlag. – Berlin

C.Vialle és munkatársai: (2011)- Modelling of a roof runoff harvesting system: the use of rainwater for toilet flushing

Forrás:

https://www.researchgate.net/publication/269599369_Modelling_of_a_roof_runoff_harvesting_system_The_use_of_rainwater_for_toilet_flushing - Water Science & Technology, Water Supply 2011, 11(2):151-158

Fanger, P. O. (1982): Thermal Comfort. Robert E. Krieger Publ. Co Malabar, Florida.

Fanger, P. O. (1988): Introduction of the Olf and Decipol Units to Quantify Air Pollution. Perceived by Humans Indoors and Outdoors. Energy and Buildings

Herczeg Levente – (2008) - Irodaterék belső levegő minőségének értékelése (A szén-dioxid koncentráció hatása az ember közérzetére és az irodai munka teljesítményére)

Forrás: https://real-d.mtak.hu/1219/10/dc_1612_18_doktori_mu.pdf

Hrustinszky Tamás (2013): Komfortterek belső levegőminőség emisszióforrásainak vizsgálata, PhD disszertáció, BME.

Forrás: <https://repozitorium.omikk.bme.hu/bitstreams/e36f33c4-e781-4427-9b75-d46795d50e43/download>

J.Ngarabe és munkatársai. (2020) Energy Buld – The use of artificial intelligence (AI) methods in the prediction of thermal comfort in buildings: energy implications of AI-based thermal comfort controls: - Energy and Buildings, Volume 211, 2020

Forrás: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378778819336527>

Kajtár László (2017): Irodaházak hő- és levegőminőségi komfort elemzése. Habilitációs disszertáció BME

Forrás: <https://repozitorium.omikk.bme.hu/items/3b41abf5-4f51-4db6-86c8-d55af6ffc123>

L. Pang, J és munkatársai: (2020) - The effects of carbon dioxide exposure concentrations on human vigilance and sentiment in an enclosed workplace environment - Building and Environment, Volume 178, 2020

Forrás: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360132320302973>

Magyar Tamás: Épületgépészet a gyakorlatban: Légtechnika, Verlag Dashöfer

Melikov AK és munkatársai: (1989) – Local Thermal discomfort due to draft and vertical temperamenture diference in room with displacement ventilation

Forrás: https://www.aivc.org/sites/default/files/airbase_3525.pdf

MSZ EN ISO 7730 szabvány

MSZ EN 16798-1:2019 szabvány

MSZ CR 1752:2000

M.Ziya Sögüt és munkatársai:– Hydraulic balance effect of heating system considering exergetic sustainability – Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, Volume 149, pages 11077-11086

Forrás: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10973-024-13042-6>

Szabó János (2017): Energiatudatos klimatizálás, különös tekintettel eltérő rendeltetésű zárt terek komfortjára. PhD disszertáció

Forrás: <https://m2.mtmt.hu/gui2/?type=authors&mode=browse&sel=10042587>

Wunna Tun és munkatársai (2021) - Hybrid Random Forest and Support Vector Machine Modeling for HVAC Fault Detection and Diagnosis -

Forrás: <https://www.mdpi.com/1424-8220/21/24/8163>

Xiaohong Linang és munkatársai (2024) - A Field Investigation to Quantify the Correlation between Local and Overall Thermal Comfort in Cool Environments – Buildings 2024, 14(4), 1171

Forrás: <https://www.mdpi.com/2075-5309/14/4/1171>

6 Mellékletek:

- 1.sz. melléklet: Diplomadolgozat feladatlap
- 2.sz. melléklet: -Konzulensi nyilatkozat
- 3.sz. melléklet: Nyilatkozat a diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről
- 4.sz. melléklet: MI 2.sz. függelék Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásáról
- 5.sz. melléklet: Klímagerenda hűtés alaprajz
- 6.sz. melléklet: Padlókonvektor fűtés alaprajz
- 7.sz. melléklet: Klímagerenda légtechnika alaprajz
- 8.sz. melléklet: Fan-coil légtechnika alaprajz
- 9.sz. melléklet: Fan-coil hűtés-fűtés alaprajz
- 10.sz. melléklet: Költségvetés 1
- 11.sz. melléklet: Költségvetés 2.
- 12.sz. melléklet: Anemosztát méretezés
- 13.sz. melléklet: Fan-coil méretezés
- 14.sz. melléklet: Klímagerenda méretezés
- 15.sz. melléklet: Padlókonvektor méretezés
- 16.sz. melléklet: Energetikai számítás

MŰSZAKI INTÉZET
LÉTESÍTMÉNYMÉRNÖKI MESTERSZAK
épületgépészet specializáció

DIPLOMADOLGOZAT

feladatlap

Orosz Dénes (FZCW40)

részére

A diplomadolgozat címe:

Bérlői igények szerinti épületgépészeti kialakítások vizsgálata meglévő épület esetén

Feladatkiírás:

Tervezze meg egy szint épületgépészeti ellátását. Vizsgálja meg és hasonlítsa össze az épületgépészeti műszaki megoldásoknak a lehetőségeit.

- 1. eset: Klímagerendás hűtés, padlókonvektoros fűtés
- 2. eset: Fan-coil hűtés, padlókonvektoros fűtés

Közreműködő tanszék: Épületenergetikai és Épületgépészeti Tanszék

Külső konzulens: Kiss Balázs Tihamér, KK-Industry Kft. épületgépész mérnök

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

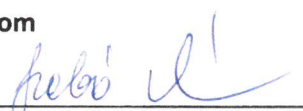
A dolgozat beadási határideje: 2025.április 17.

Kelt: Budapest, 2025.04.11.

Jóváhagyom

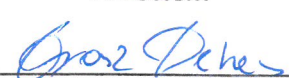


(tanszékvezető)



(szakfelelős)

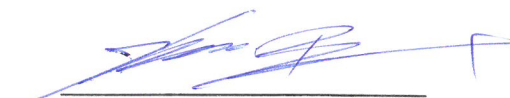
Átvettem



(hallgató)

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

Kelt: Budapest, 2025. év 04. hó 11. nap



(külső konzulens)

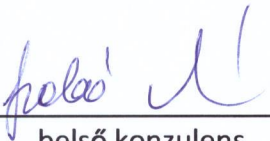
NYILATKOZAT

Orosz Dénes (hallgató Neptun azonosítója: FZCW4O) 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 javaslom¹.

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

Kelt: 2025. április 17.


belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendó.

² A megfelelő aláhúzendó.

Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásáról

1. Általános adatok

Hallgató neve:	Orosz Dénes
Neptun-kódja:	FZCW40
Képzési szint (a megfelelőt jelölje X-szel):	☐ BSc/BA ☒ MSc/MA ☐ Doktori (PhD) ☐ Egyéb:
Tantárgy neve/kódja*:	Diplomadolgozat
A munka címe:	Bérlői igények szerinti épületgépészeti kialakítások vizsgálata meglévő épület esetén

* doktori értekezés esetén nem kitöltendő

2. Nyilatkozat az MI használatáról

Alulírott, etikai felelősségem teljes tudatában az alábbi nyilatkozatot teszem:

- ☐ A) Nem alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.
(Amennyiben ezt jelölte, a további táblázatok kitöltése nem szükséges.)
- ☒ B) Alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

3. A mesterséges intelligencia használatának részletezése

I. TÁBLÁZAT: Asszisztensi vagy kisebb mértékű felhasználás (pl. fordítás, nyelvi korrektúra, ötletelés stb.)

(Ezen felhasználások esetében a konkrét promptok és válaszok csatolása nem szükséges.)

A felhasználás célja	Alkalmazott MI-eszköz neve és verziója	Érintett rész (ha nem a szöveg egészére vonatkozik)
Fordítás	https://chatgpt.com/	Irodalomkutatás

II. TÁBLÁZAT: Jelentős tartalmi hozzájárulás (pl. egy teljes ábra vagy egy hosszabb szövegrész generálása)

(Ezekben az esetekben a felhasznált kulcsfontosságú promptok és az MI által adott nyers válaszok dokumentálása és a munka mellékletében való csatolása szükséges.)

A felhasználás célja	Alkalmazott eszköz verziója, elérhetősége	MI-neve,	Az érintett fejezet / ábra / táblázat pontos sorszáma	A prompt-naplót tartalmazó melléklet bejegyzésének sorszáma
----------------------	---	----------	---	---

--	--	--	--

3/A. Oktató által előírt kiegészítő szabályok (ha vannak)

Amennyiben az adott tantárgy oktatója vagy témavezetője az MI-eszközök használatára vonatkozóan külön szabályokat vagy elvárásokat határozott meg, kérjük, az alábbi mezőben foglalja össze ezeket:

Pl. az MI használatának tilalma bizonyos feladattípusokra; csak konkrét eszköz használata engedélyezett; eltérő hivatkozási elvárások; dokumentációs forma stb.

Oktató vagy témavezető által előírt szabályok:

.....

.....

.....

.....

4. Minden hallgatóra vonatkozó nyilatkozat:

Kijelentem, hogy az MI által esetlegesen generált tartalmakat minden esetben kritikailag felülvizsgáltam, szerkesztettem és a munkába illesztettem. A leadott munka minden eleméért, annak eredetiségéért és tudományos helyállóságáért teljes körű felelősséget vállalok. Tudomásul veszem, hogy a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem a benyújtott munkát mesterséges intelligencia detektorral ellenőrizheti, és eljárást kezdeményezhet, amennyiben a nyilatkozatom valótlan vagy hiányos.

Kelt: Budapest 2025.november 02.

.....

Hallgató aláírása

.....

Konzulens/Témavezető aláírása

NYILATKOZAT

a diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Orosz Dénes
A Hallgató Neptun kódja: FZCW40
A dolgozat címe: Bérleői igények szerinti épületgépészeti kialakítások vizsgálata meglévő épület esetén
A megjelenés éve: 2025
A konzulens intézetének neve: Épületenergetikai és Épületgépészeti Tanszék
A konzulens tanszékének a neve: Műszaki Intézet

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

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

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

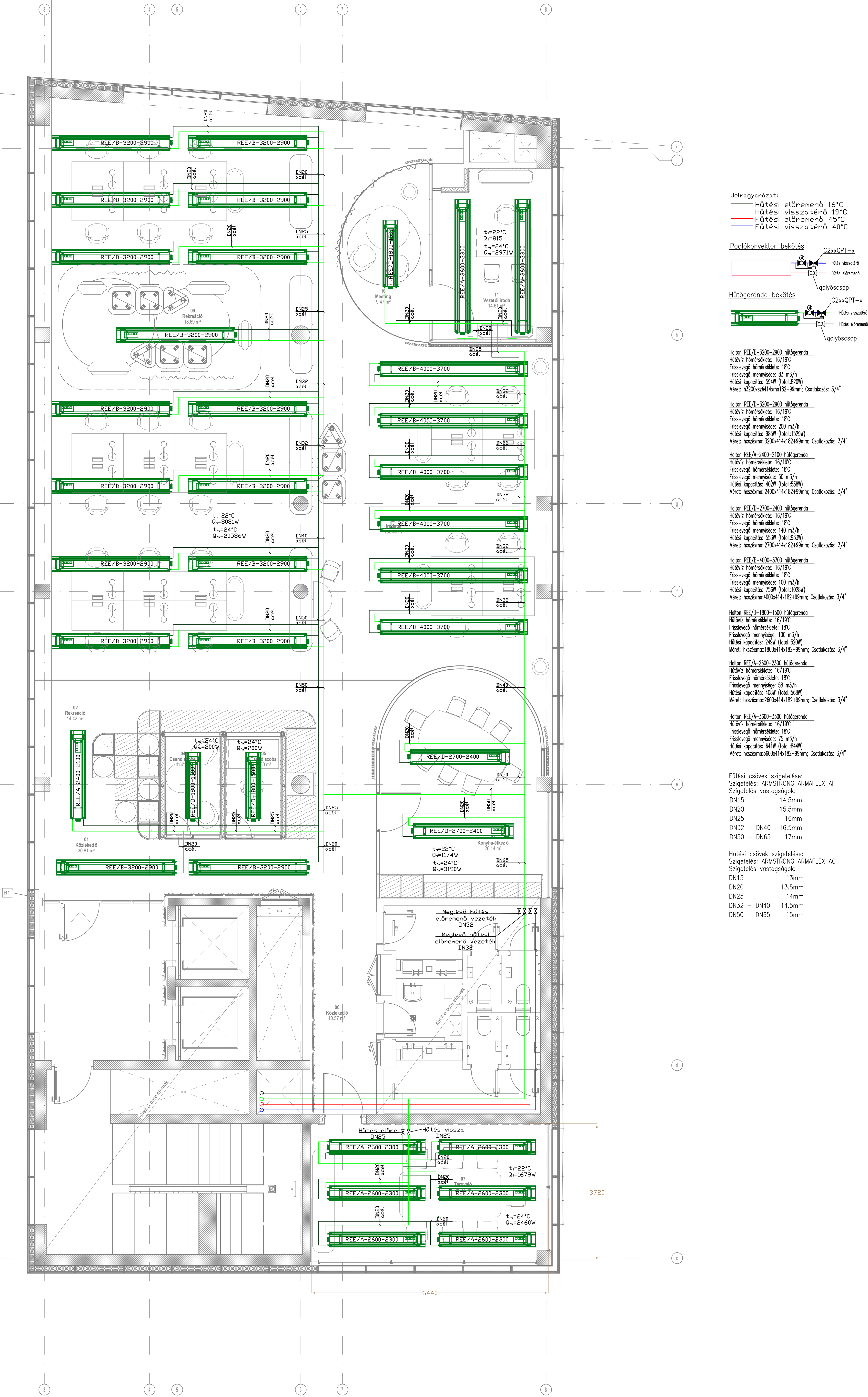
Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumba. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

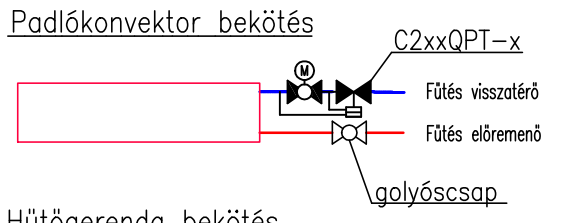
- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumban.

Kelt: 2025.04.11.

Hallgató aláírása



Jelmagyarázat:
Hűtési előremenő 16°C
Hűtési visszatérő 19°C
Fűtési előremenő 45°C
Fűtési visszatérő 40°C



Hallon REE/B-3200-2900 hűtőgerenda
Hűtővíz hőmérséklete: 16/19°C
Frisslevegő hőmérséklete: 18°C
Frisslevegő mennyisége: 83 m³/h
Hűtési kapacitás: 594W (total: 820W)
Méter: h:3200xsz:2414mmx182+99mm; Csatlakozás: 3/4"

Hallon REE/D-3200-2900 hűtőgerenda
Hűtővíz hőmérséklete: 16/19°C
Frisslevegő hőmérséklete: 18°C
Frisslevegő mennyisége: 200 m³/h
Hűtési kapacitás: 985W (total: 1529W)
Méter: h:3200xsz:2414mmx182+99mm; Csatlakozás: 3/4"

Hallon REE/A-2400-2100 hűtőgerenda
Hűtővíz hőmérséklete: 16/19°C
Frisslevegő hőmérséklete: 18°C
Frisslevegő mennyisége: 50 m³/h
Hűtési kapacitás: 402W (total: 530W)
Méter: h:2400xsz:2000x141x182+99mm; Csatlakozás: 3/4"

Hallon REE/B-2700-2400 hűtőgerenda
Hűtővíz hőmérséklete: 16/19°C
Frisslevegő hőmérséklete: 18°C
Frisslevegő mennyisége: 140 m³/h
Hűtési kapacitás: 553W (total: 533W)
Méter: h:2700xsz:2700x414x182+99mm; Csatlakozás: 3/4"

Hallon REE/B-4000-3700 hűtőgerenda
Hűtővíz hőmérséklete: 16/19°C
Frisslevegő hőmérséklete: 18°C
Frisslevegő mennyisége: 100 m³/h
Hűtési kapacitás: 756W (total: 1026W)
Méter: h:4000xsz:4000x414x182+99mm; Csatlakozás: 3/4"

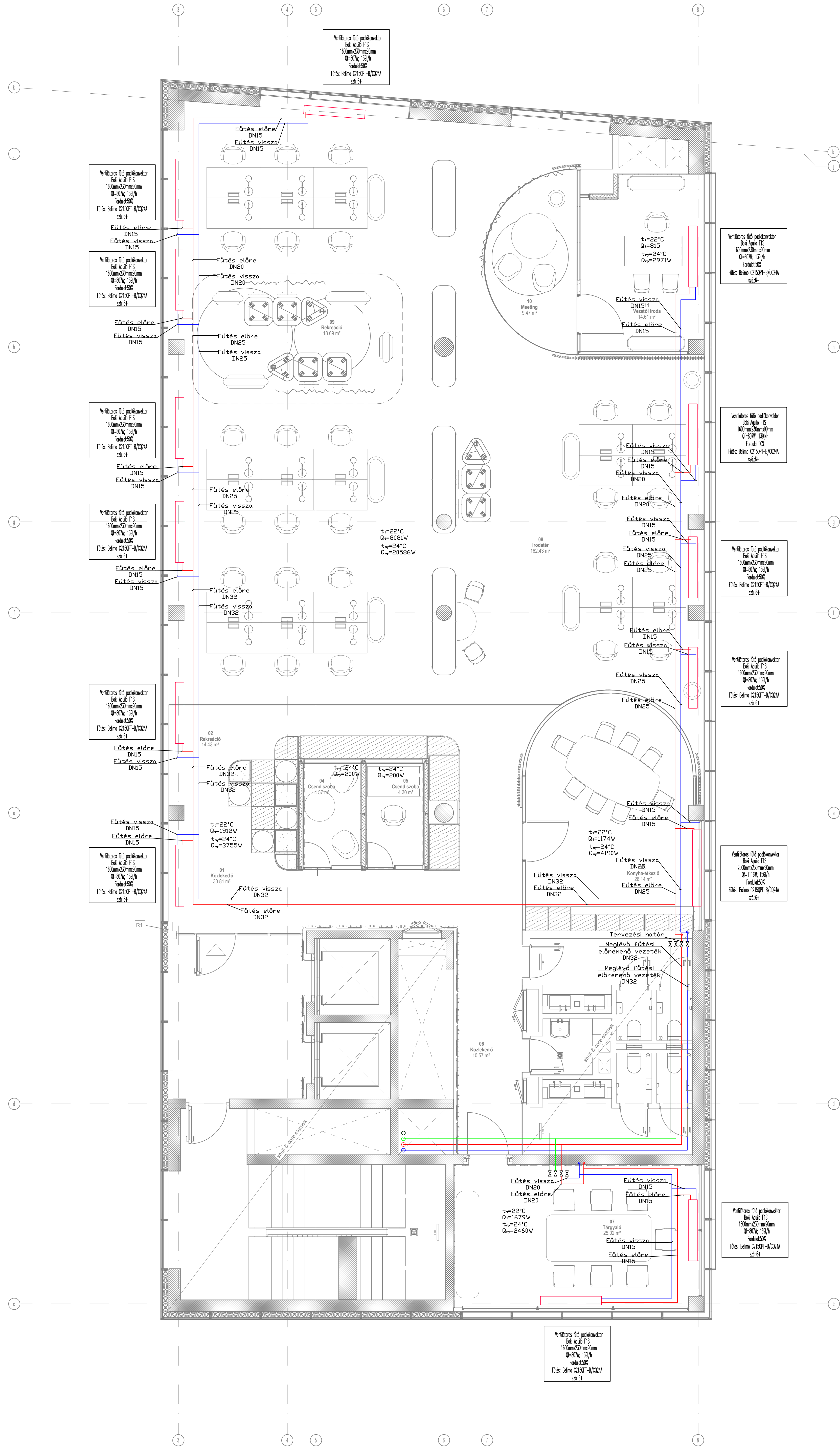
Hallon REE/D-1800-1500 hűtőgerenda
Hűtővíz hőmérséklete: 16/19°C
Frisslevegő hőmérséklete: 18°C
Frisslevegő mennyisége: 100 m³/h
Hűtési kapacitás: 249W (total: 568W)
Méter: h:1800xsz:1800x414x182+99mm; Csatlakozás: 3/4"

Hallon REE/A-2600-2300 hűtőgerenda
Hűtővíz hőmérséklete: 16/19°C
Frisslevegő hőmérséklete: 18°C
Frisslevegő mennyisége: 58 m³/h
Hűtési kapacitás: 408W (total: 568W)
Méter: h:2600xsz:2600x414x182+99mm; Csatlakozás: 3/4"

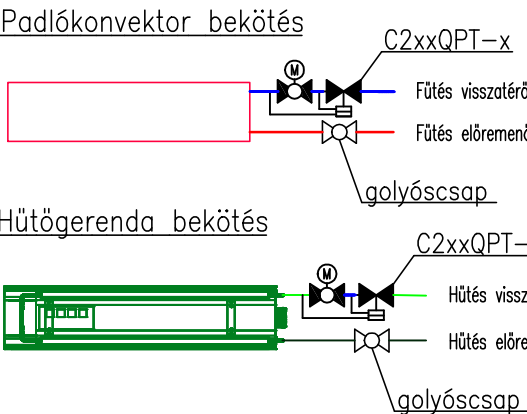
Hallon REE/A-3600-3300 hűtőgerenda
Hűtővíz hőmérséklete: 16/19°C
Frisslevegő hőmérséklete: 18°C
Frisslevegő mennyisége: 75 m³/h
Hűtési kapacitás: 641W (total: 844W)
Méter: h:3600xsz:3600x414x182+99mm; Csatlakozás: 3/4"

Fűtési csövek szigetelése:
Szigetelés: ARMSTRONG ARMAFLEX AF
Szigetelés vastagságok:
DN15 14.5mm
DN20 15.5mm
DN25 16mm
DN32 - DN40 16.5mm
DN50 - DN65 17mm

Hűtési csövek szigetelése:
Szigetelés: ARMSTRONG ARMAFLEX AC
Szigetelés vastagságok:
DN15 13mm
DN20 13.5mm
DN25 14mm
DN32 - DN40 14.5mm
DN50 - DN65 15mm

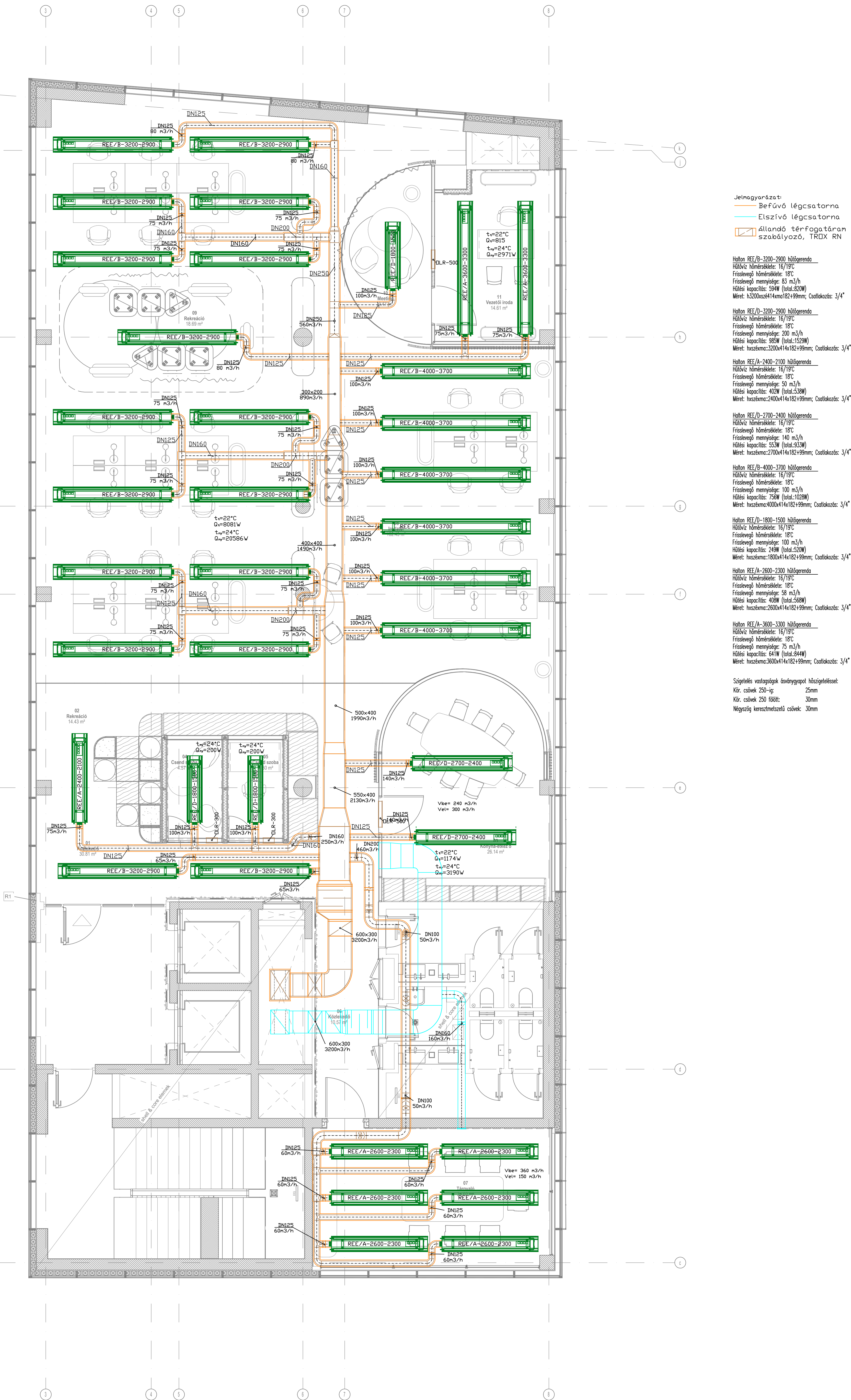


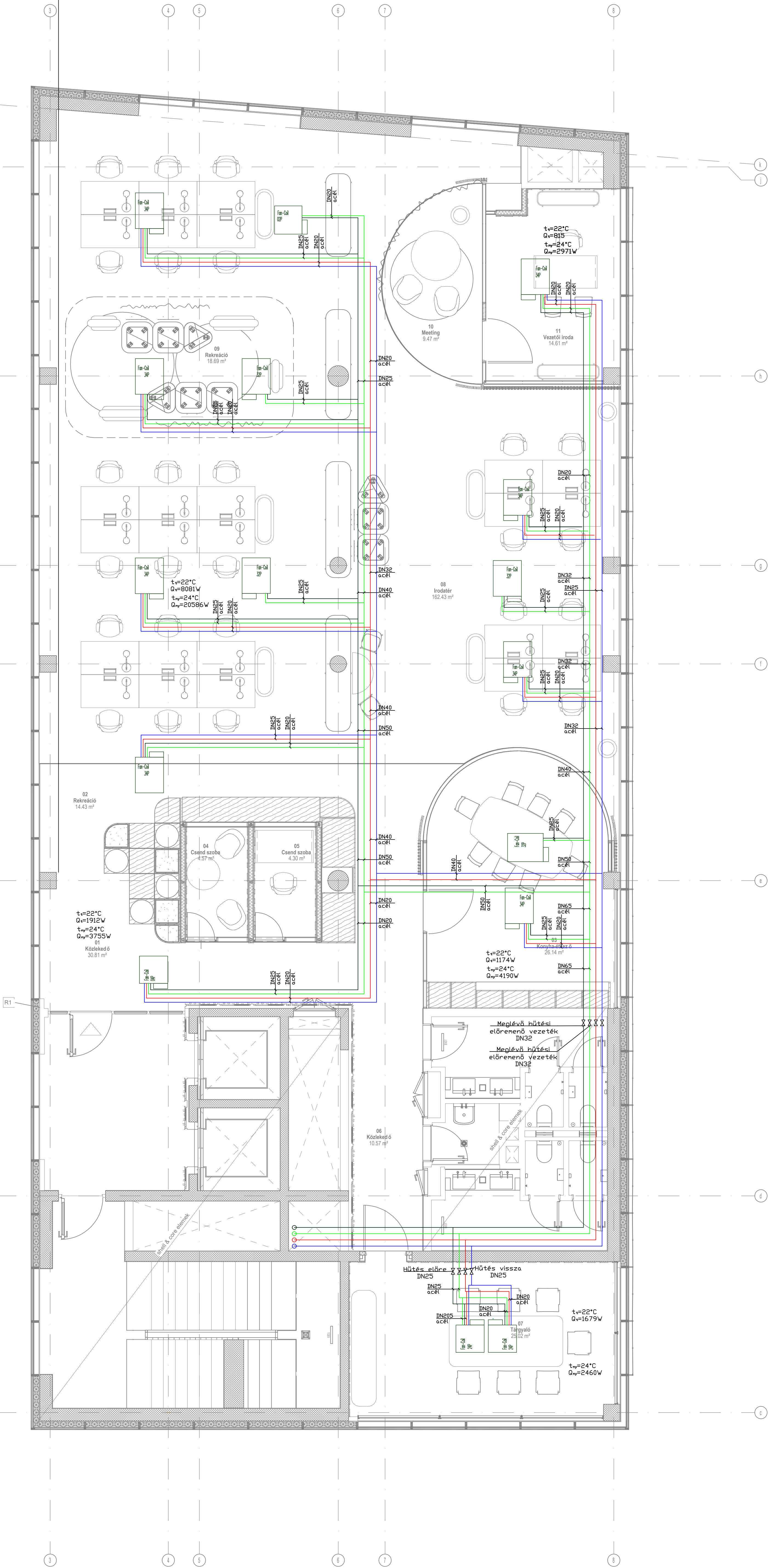
Jelmagyarázat:
Hűtési előremenő 16°C
Hűtési visszatérő 19°C
Fűtési előremenő 45°C
Fűtési visszatérő 40°C



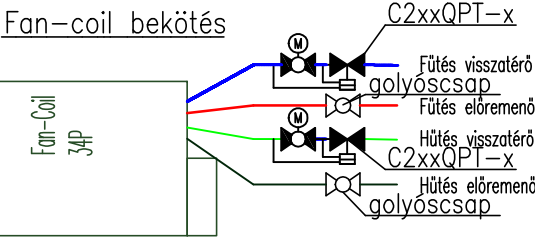
Fűtési csövek szigetelése:
Szigetelés: ARMSTRONG ARMAFLEX AF
Szigetelés vastagságok:
DN15 14.5mm
DN20 15.5mm
DN25 16mm
DN32 - DN40 16.5mm
DN50 - DN65 17mm

Hűtési csövek szigetelése:
Szigetelés: ARMSTRONG ARMAFLEX AC
Szigetelés vastagságok:
DN15 13mm
DN20 13.5mm
DN25 14mm
DN32 - DN40 14.5mm
DN50 - DN65 15mm





Jelmagyarázat:
Hűtési előremenő 16°C
Hűtési visszatérő 19°C
Fűtési előremenő 45°C
Fűtési visszatérő 40°C



CAT CFLINE 24 P
Fűtővíz hőmérséklete: 45/40°C
Hűtővíz hőmérséklete: 16/19°C
Fűtési kapacitás: 1370W (V2)
Hűtési kapacitás: 1440W (V6)
CAT CFLINE 02 P
Fűtővíz hőmérséklete: 16/19°C
Hűtési kapacitás: 977W (V4)
CAT CFLINE 34 P
Fűtővíz hőmérséklete: 45/40°C
Hűtővíz hőmérséklete: 16/19°C
Fűtési kapacitás: 2080W (V2)
Hűtési kapacitás: 2080W (V6)

Szigetelés vastagságok (szárványgiprot hőszigeteléssel):
Kör. csövek 250-ig: 25mm
Kör. csövek 250 fölött: 30mm
Négyszög keresztmetszetű csövek: 30mm

Tétel	Menny.	Egység	Anyag egységár	Díj egységár	Anyag összesen	Díj összesen	Anyag + Díj össze
BOKI Aquilo F1S - 1600x230x90	10	db	442 800 Ft	66 812 Ft	4 428 000 Ft	668 115 Ft	5 096 115 Ft
BOKI Aquilo F1S - 2000x230x90	1	db	567 630 Ft	66 812 Ft	567 630 Ft	66 812 Ft	634 442 Ft
BOKI Aquilo F1S - 1600x230x90	2	db	442 800 Ft	66 812 Ft	885 600 Ft	133 623 Ft	1 019 223 Ft
BOKI Aquilo F1S - 1600x230x90	1	db	442 800 Ft	66 812 Ft	442 800 Ft	66 812 Ft	509 612 Ft
Halton REE /A 2600x2300 klímagerenda	6	db	286 385 Ft	68 933 Ft	1 718 310 Ft	413 595 Ft	2 131 905 Ft
Halton REE /D 2700x2400 klímagerenda	2	db	297 660 Ft	68 933 Ft	595 320 Ft	137 865 Ft	733 185 Ft
Halton REE /D 1800x1500 klímagerenda	2	db	197 538 Ft	68 933 Ft	395 076 Ft	137 865 Ft	532 941 Ft
Halton REE /A 2400-2100 klímagerenda	1	db	266 090 Ft	68 933 Ft	266 090 Ft	68 933 Ft	335 023 Ft
Halton REE /D 3200-2900 klímagerenda	2	db	317 955 Ft	68 933 Ft	635 910 Ft	137 865 Ft	773 775 Ft
Halton REE /B 4000-3700 klímagerenda	6	db	396 880 Ft	68 933 Ft	2 381 280 Ft	413 595 Ft	2 794 875 Ft
Halton REE /B 3200-2900 klímagerenda	15	db	317 955 Ft	68 933 Ft	4 769 325 Ft	1 033 988 Ft	5 803 313 Ft
Halton REE/D-1800-1500 klímagerenda	1	db	197 538 Ft	68 933 Ft	197 538 Ft	68 933 Ft	266 471 Ft
Halton REE/A-3600-3300 klímagerenda	2	db	358 545 Ft	68 933 Ft	717 090 Ft	137 865 Ft	854 955 Ft
C215QPT-B/CQ24A PI zónaszелеp (PIQCV), 2 járatú, DN 15, belső menet, Rp 1/2", PN 25, ps 1600 kPa, Vnorm 210 l/h, mérőcsönkkel Forgó hajtómű (Zone Tight), 1 Nm, AC/DC 24 V, nyit/zár, 3 pontos, 75 s, IP40 Csővezetékbe építve a szükséges csatlakozó- és tömítő elemekkel. automatika rendszerbe bekötve. Beépítve, beüzemelve, kompletten.	51	db	60 344 Ft	6 200 Ft	3 077 526 Ft	316 200 Ft	3 393 726 Ft
Gömbcsap sárgarézből, kézikarral felszerelve, MOFÉM- AHA típusú kétoldalon belső menettel DN20	102	db	4 500 Ft	6 200 Ft	459 000 Ft	632 400 Ft	1 091 400 Ft
Varratnélküli fekete acélcsőből készült fűtési-hűtési vezeték, csőhajlításokkal, csőhüvelyekkel, hegesztett kötésekkel, szakaszos nyomáspróbával. Anyagminőség: MSZ EN 10255:2005 St.37.0 (MSZ 120- 2:1982 A37), szabadon szerelve, csőbilincsekkel, felületvédelem nélkül DN15	52	m	1 831 Ft	9 172 Ft	95 229 Ft	476 939 Ft	572 168 Ft
DN20	203	m	5 147 Ft	10 025 Ft	1 044 761 Ft	2 035 095 Ft	3 079 856 Ft
DN25	58	m	4 483 Ft	13 758 Ft	260 032 Ft	797 955 Ft	1 057 987 Ft
DN32	60	m	7 040 Ft	14 931 Ft	422 402 Ft	895 860 Ft	1 318 262 Ft
DN40	28	m	6 633 Ft	16 637 Ft	185 724 Ft	465 847 Ft	651 571 Ft
DN50	14	m	11 571 Ft	18 770 Ft	161 994 Ft	262 786 Ft	424 779 Ft
DN65	8	m	12 235 Ft	17 491 Ft	97 879 Ft	139 925 Ft	237 804 Ft
Egyenes korcolt lemezvezeték, négyszög keresztmetszettel, tipizált kötésanyaggal, szükséges tisztító idomokkal tartószerkezetre felszerelve, LINDAB gyártmányú, horganyzott acéllemezből	30	m2	17 498 Ft	13 886 Ft	524 941 Ft	416 588 Ft	941 529 Ft
Kör keresztmetszetű spirálkorcolt merev lemezcső, horganyzott acélszalagból, szükséges tisztító idomokkal tartószerkezetre szerelve, NA125	70	m	5 597 Ft	17 695 Ft	391 772 Ft	1 238 654 Ft	1 630 426 Ft
Kör keresztmetszetű spirálkorcolt merev lemezcső, horganyzott acélszalagból, szükséges tisztító idomokkal tartószerkezetre szerelve, NA160	20	m	7 139 Ft	18 251 Ft	142 770 Ft	365 010 Ft	507 780 Ft
Kör keresztmetszetű spirálkorcolt merev lemezcső, horganyzott acélszalagból, szükséges tisztító idomokkal tartószerkezetre szerelve, NA200	18	m	8 998 Ft	18 885 Ft	161 968 Ft	339 935 Ft	501 903 Ft
Kör keresztmetszetű spirálkorcolt merev lemezcső, horganyzott acélszalagból, szükséges tisztító idomokkal tartószerkezetre szerelve, NA250	3	m	13 944 Ft	19 599 Ft	41 832 Ft	58 798 Ft	100 630 Ft
Állandó térfogatáram szabályozó szelep kézi mozgatásra alkalmas kivitelben, horganyzott acéllemez házban, horganyzott acéllemezből készült szeleptányúrral gumitömítéses csönkkel tokos csatlakozásra, felszerelve, TROX RN DN125	37	db	36 156 Ft	9 839 Ft	1 337 772 Ft	364 058 Ft	1 701 830 Ft
Állandó térfogatáram szabályozó szelep kézi mozgatásra alkalmas kivitelben, horganyzott acéllemez házban, horganyzott acéllemezből készült szeleptányúrral gumitömítéses csönkkel tokos csatlakozásra, felszerelve, TROX RN DN160	1	db	38 916 Ft	10 554 Ft	38 916 Ft	10 554 Ft	49 470 Ft

Állandó térfogatáram szabályozó szelep kézi mozgatásra alkalmas kivitelben, horganyzott acéllemez házban, horganyzott acéllemezből készült szeleptányérral gumitömítéses csonkokkal tokos csatlakozásra, felszerelve, TROX RN DN200	1	db	41 676 Ft	10 554 Ft	41 676 Ft	10 554 Ft	52 230 Ft
Fűtési / hűtési hálózat szakaszos nyomáspróbája vízzel, a berendezések kizárásával Próbanyomás 6 bar, 24 órán keresztül	1	klt	17 250 Ft	141 400 Ft	17 250 Ft	141 400 Ft	158 650 Ft
Fűtési /hűtési hálózat átöblítése a berendezések kiiktatása mellett Időtartam kb. 24 óra	1	klt	13 800 Ft	114 675 Ft	13 800 Ft	114 675 Ft	128 475 Ft
Fűtési / hűtési rendszer besabályozása, besabályozási terv készítésével, mérési jegyzőkönyv készítése.	1	klt	74 750 Ft	854 200 Ft	74 750 Ft	854 200 Ft	928 950 Ft
Megvalósulási terv készítése.	1	klt	13 800 Ft	70 700 Ft	13 800 Ft	70 700 Ft	84 500 Ft
Összesen:				26 605 762 Ft	13 493 996 Ft	40 099 757 Ft	

Tétel	Menny.	Egység	Anyag egységár	Díj egységár	Anyag összesen	Díj összesen	Anyag + Díj összesen
CIAT CFLINE 34 P HEE	7	db	533 820 Ft	138 525 Ft	3 736 740 Ft	969 675 Ft	4 706 415 Ft
CIAT CFLINE 32 P HEE	5	db	460 420 Ft	138 525 Ft	2 302 099 Ft	692 625 Ft	2 994 724 Ft
CIAT CFLINE 24 P HEE	3	db	459 200 Ft	138 525 Ft	1 377 600 Ft	415 575 Ft	1 793 175 Ft
CIAT CFLINE 04 P HEE	1	db	390 320 Ft	138 525 Ft	390 320 Ft	138 525 Ft	528 845 Ft
Fan-coil akusztikai légtechnikai csatlakozódoboz	16	db	43 250 Ft	25 360 Ft	692 000 Ft	405 760 Ft	1 097 760 Ft
C215QPT-B/CQ24A PI zónaszelep (PIQCV), 2 járatú, DN 15, belső menet, Rp 1/2", PN 25, ps 1600 kPa, Vnorm 210 l/h, mérőcsonkkal Forgó hajtómű (Zone Tight), 1 Nm, AC/DC 24 V, nyit/zár, 3 pontos, 75 s, IP40 Csővezetékbe építve a szükséges csatlakozó- és tömítő elemekkel. automatika rendszerbe bekötve. Beépítve, beüzemelve, kompletten.	25	db	60 344 Ft	6 200 Ft	1 508 591 Ft	155 000 Ft	1 663 591 Ft
Gömbcsap sárgarézből, kézikarral felszerelve, MOFÉM-AHA típusú kétoldalon belső menettel DN20	50	db	4 500 Ft	6 200 Ft	225 000 Ft	310 000 Ft	535 000 Ft
Varratnélküli fekete acélcsőből készült fűtési-hűtési vezeték, csőhajlításokkal, csőhüvelyekkel, hegesztett kötésekkel, szakaszos nyomáspróbával. Anyagminőség: MSZ EN 10255:2005 St.37.0 (MSZ 120-2:1982 A37), szabadon szerelve, csőbilincsekkel, felületvédelem nélkül DN20	70	m	5 147 Ft	10 025 Ft	360 262 Ft	701 757 Ft	1 062 019 Ft
DN25	100	m	4 483 Ft	13 758 Ft	448 331 Ft	1 375 785 Ft	1 824 116 Ft
DN32	34	m	7 040 Ft	14 931 Ft	239 361 Ft	507 654 Ft	747 015 Ft
DN40	30	m	6 633 Ft	16 637 Ft	198 990 Ft	499 122 Ft	698 112 Ft
DN50	28	m	11 571 Ft	18 770 Ft	323 987 Ft	525 571 Ft	849 558 Ft
DN65	8	m	12 235 Ft	17 491 Ft	97 879 Ft	139 925 Ft	237 804 Ft
Egyenes korcolt lemezvezeték, négyszög keresztmetszettel, tipizált kötési anyaggal, szükséges tisztító idomokkal tartószerkezetre felszerelve, LINDAB gyártmányú, horganyzott acéllemezről	30	m2	17 498 Ft	13 886 Ft	524 941 Ft	416 588 Ft	941 529 Ft
Kör keresztmetszetű spirálkorcolt merev lemezcső, horganyzott acélzalagból, szükséges tisztító idomokkal tartószerkezetre szerelve, NA125	10	m	5 597 Ft	17 695 Ft	55 967 Ft	176 951 Ft	232 918 Ft
Kör keresztmetszetű spirálkorcolt merev lemezcső, horganyzott acélzalagból, szükséges tisztító idomokkal tartószerkezetre szerelve, NA160	18	m	7 139 Ft	18 251 Ft	128 493 Ft	328 509 Ft	457 002 Ft
Kör keresztmetszetű spirálkorcolt merev lemezcső, horganyzott acélzalagból, szükséges tisztító idomokkal tartószerkezetre szerelve, NA200	28	m	8 998 Ft	18 885 Ft	251 949 Ft	528 788 Ft	780 738 Ft
Kör keresztmetszetű spirálkorcolt merev lemezcső, horganyzott acélzalagból, szükséges tisztító idomokkal tartószerkezetre szerelve, NA250	28	m	13 944 Ft	19 599 Ft	390 430 Ft	548 785 Ft	939 214 Ft
Állandó térfogatáram szabályozó szelep kézi mozgásra alkalmas kivitelben, horganyzott acéllemez házban, horganyzott acéllemezről készült szeleptányúval gumitömítéses csönkökkel tokos csatlakozásra, felszerelve, TROX RN DN125	5	db	36 156 Ft	9 839 Ft	180 780 Ft	49 197 Ft	229 977 Ft

Állandó térfogatáram szabályozó szelep kézi mozgatásra alkalmas kivitelben, horganyzott acéllemez házban, horganyzott acéllemezből készült szeleptányérral gumitömítéses csonkokkal tokos csatlakozásra, felszerelve, TROX RN DN160	9 db		38 916 Ft	10 554 Ft	350 244 Ft	94 982 Ft	445 226 Ft
Állandó térfogatáram szabályozó szelep kézi mozgatásra alkalmas kivitelben, horganyzott acéllemez házban, horganyzott acéllemezből készült szeleptányérral gumitömítéses csonkokkal tokos csatlakozásra, felszerelve, TROX RN DN200	3 db		41 676 Ft	10 554 Ft	125 028 Ft	31 661 Ft	156 689 Ft
RS-15-H-S-2-125	4 db		63 466 Ft	21 358 Ft	253 864 Ft	85 432 Ft	339 296 Ft
RS-15-H-S-2-160	11 db		73 798 Ft	21 358 Ft	811 776 Ft	234 938 Ft	1 046 714 Ft
RS-15-H-S-2-200	5 db		78 568 Ft	21 358 Ft	392 838 Ft	106 790 Ft	499 628 Ft
RS-15-H-S-2-250	28 db		92 432 Ft	21 358 Ft	2 588 107 Ft	598 024 Ft	3 186 131 Ft
Fűtési / hűtési hálózat szakaszos nyomáspróbája vízzel, a berendezések kizárásával Próbanyomás 6 bar, 24 órán keresztül	1 klt		17 250 Ft	141 400 Ft	17 250 Ft	141 400 Ft	158 650 Ft
Fűtési /hűtési hálózat átöblítése a berendezések kiiktatása mellett Időtartam kb. 24 óra	1 klt		13 800 Ft	114 675 Ft	13 800 Ft	114 675 Ft	128 475 Ft
Fűtési / hűtési rendszer besabályozása, besabályozási terv készítésével, mérési jegyzőkönyv készítése.	1 klt		74 750 Ft	854 200 Ft	74 750 Ft	854 200 Ft	928 950 Ft
Megvalósulási terv készítése.	1 klt		13 800 Ft	70 700 Ft	13 800 Ft	70 700 Ft	84 500 Ft
Összesen					18 075 178 Ft	11 218 593 Ft	29 293 771 Ft

Mennyezeti befúvók

RS15



Leírás

Az RS15 négyzet alakú, rotációs anemosztát állítható lamellákkal. Az RS15 befúvásra és elszívásra egyaránt használható. A rotációs minta nagy indukciót és nagy dinamikus tartományt biztosít, ezért ideális nagyon hideg levegő vízszintes befúvására. Az anemosztát beállítható függőleges befúvásra is, lehetővé téve a meleg levegő továbbítását. A befúvót szokásosan befelé perdítő kivitelben szállítjuk. Elszívás esetén az anemosztátot szokásosan lamellák nélkül szállítjuk.

- Nagy dinamikus tartomány,
- nagy indukció,
- ideális a nagyon hideg levegő befúvására,
- átállítható vízszintes vagy függőleges befúvásra,
- befúvásra és elszívásra egyaránt alkalmazható.
- különböző csatlakozó doboz és szabályozó opciókkal beépíthető.

Rendelési kód

RS15-H-S-2-250

Funkció

Befúvás

Munkabeállítás

Rotációs (befelé)

Műszaki adatok

Követelmények

Légmennyiség	q_v	415	m ³ /h
Helyiség csillapítás	D_r	4	dB

Eredmények:

Bruttó légsebesség	v	3,0	m/s
Teljes nyomásesés	Δp_t	20	Pa
Hangteljesítmény	L_{wA}	29	dB(A)
Hangnyomásszint	L_{pA}	25	dB(A)
Vetőtávolság	$L_{0.2}$	2,1	m

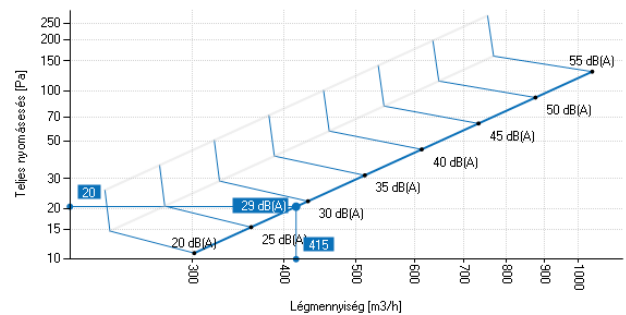
Hz	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	Sum	Sum
C_{oct}	5	7	3	-1	-7	-16	-23	-31		
ΔL	12	8	6	9	7	7	8	10		

Szimbólumok

C_{oct} Octave correction value for sound power level

ΔL Hangcsillapítás

Nyomás és hangteljesítmény diagram



Mennyezeti befúvók

RS15



Leírás

Az RS15 négyzet alakú, rotációs anemosztát állítható lamellákkal. Az RS15 befúvásra és elszívásra egyaránt használható. A rotációs minta nagy indukciót és nagy dinamikus tartományt biztosít, ezért ideális nagyon hideg levegő vízszintes befúvására. Az anemosztát beállítható függőleges befúvásra is, lehetővé téve a meleg levegő továbbítását. A befúvót szokásosan befelé perdítő kivitelben szállítjuk. Elszívás esetén az anemosztátot szokásosan lamellák nélkül szállítjuk.

- Nagy dinamikus tartomány,
- nagy indukció,
- ideális a nagyon hideg levegő befúvására,
- átállítható vízszintes vagy függőleges befúvásra,
- befúvásra és elszívásra egyaránt alkalmazható.
- különböző csatlakozó doboz és szabályozó opciókkal beépíthető.

Rendelési kód

RS15-H-S-2-250

Funkció

Befúvás

Munkabeállítás

Rotációs (befelé)

Műszaki adatok

Követelmények

Légmennyiség	q_v	505	m ³ /h
Helyiség csillapítás	D_r	4	dB

Eredmények:

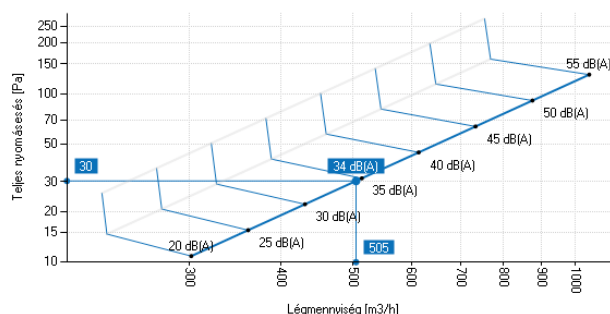
Bruttó légsebesség	v	3,7	m/s
Teljes nyomásesés	Δp_t	30	Pa
Hangteljesítmény	L_{wA}	34	dB(A)
Hangnyomásszint	L_{pA}	30	dB(A)
Vetőtávolság	$L_{0.2}$	2,6	m

Hz	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	Sum	Sum
C_{oct}	5	7	3	-1	-7	-16	-23	-31		
ΔL	12	8	6	9	7	7	8	10		

Szimbólumok

C_{oct}	Octave correction value for sound power level
ΔL	Hangcsillapítás

Nyomás és hangteljesítmény diagram



Mennyezeti befúvók

RS14



Leírás

Az RS14 négyzet alakú, rotációs anemosztát, fix lamellákkal, amely befúvásra és elszívásra egyaránt használható. A rotációs minta nagy indukciót és nagy dinamikus tartományt biztosít, ezért ideális nagyon hideg levegő vízszintes befúvására.

- Nagy dinamikus tartomány,
- nagy indukció,
- alkalmas hűtésre nagyon alacsony hőmérsékleten,
- befúvásra és elszívásra egyaránt alkalmazható,
- különböző csatlakozó doboz és szabályozó opciókkal beépíthető.

Rendelési kód

RS14-H-S-2-160

Funkció

Befúvás

Munkabeállítás

Rotációs

Műszaki adatok

Követelmények

Légmennyiség	q_v	150	m ³ /h
Helyiség csillapítás	D_r	4	dB

Eredmények:

Bruttó légsebesség	v	1,9	m/s
Teljes nyomásesés	Δp_t	11	Pa
Hangteljesítmény	L_{wA}	<20	dB(A)
Hangnyomásszint	L_{pA}	<20	dB(A)
Vetőtávolság	$L_{0.2}$	1,3	m

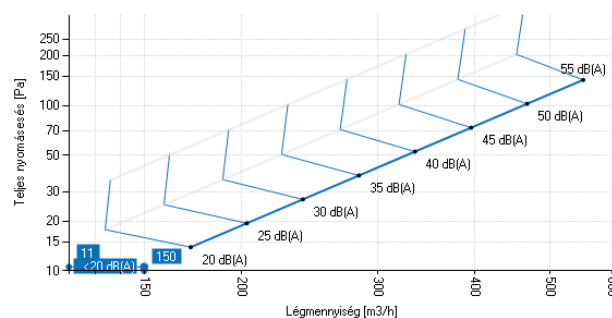
Hz	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	Sum	Sum
C_{oct}	2	5	5	-3	-7	-14	-20	-26		
ΔL	17	13	3	14	13	7	7	8		

Szimbólumok

C_{oct} Octave correction value for sound power level

ΔL Hangcsillapítás

Nyomás és hangteljesítmény diagram



Mennyezeti befúvók

RS14



Leírás

Az RS14 négyzet alakú, rotációs anemosztát, fix lamellákkal, amely befúvásra és elszívásra egyaránt használható. A rotációs minta nagy indukciót és nagy dinamikus tartományt biztosít, ezért ideális nagyon hideg levegő vízszintes befúvására.

- Nagy dinamikus tartomány,
- nagy indukció,
- alkalmas hűtésre nagyon alacsony hőmérsékleten,
- befúvásra és elszívásra egyaránt alkalmazható,
- különböző csatlakozó doboz és szabályozó opciókkal beépíthető.

Rendelési kód

RS14-H-S-2-160

Funkció

Munkabeállítás

Befúvás

Rotációs

Műszaki adatok

Követelmények

Légmennyiség	q_v	160	m ³ /h
Helyiség csillapítás	D_r	4	dB

Eredmények:

Bruttó légsebesség	v	2,0	m/s
Teljes nyomásesés	Δp_t	12	Pa
Hangteljesítmény	L_{wA}	<20	dB(A)
Hangnyomásszint	L_{pA}	<20	dB(A)
Vetőtávolság	$L_{0.2}$	1,4	m

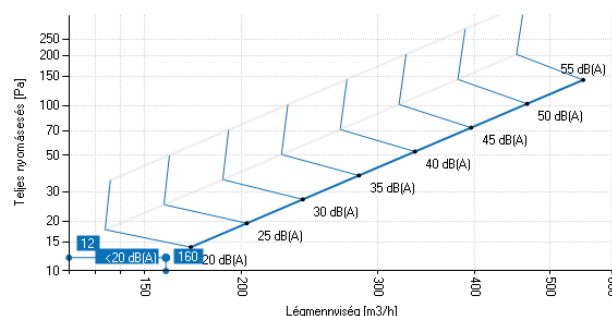
Hz	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	Sum	Sum
C_{oct}	2	5	5	-3	-7	-14	-20	-26		
ΔL	17	13	3	14	13	7	7	8		

Szimbólumok

C_{oct} Octave correction value for sound power level

ΔL Hangcsillapítás

Nyomás és hangteljesítmény diagram



Mennyezeti befúvók

RS14



Leírás

Az RS14 négyzet alakú, rotációs anemosztát, fix lamellákkal, amely befúvásra és elszívásra egyaránt használható. A rotációs minta nagy indukciót és nagy dinamikus tartományt biztosít, ezért ideális nagyon hideg levegő vízszintes befúvására.

- Nagy dinamikus tartomány,
- nagy indukció,
- alkalmas hűtésre nagyon alacsony hőmérsékleten,
- befúvásra és elszívásra egyaránt alkalmazható,
- különböző csatlakozó doboz és szabályozó opciókkal beépíthető.

Rendelési kód

RS14-H-S-2-250

Funkció

Munkabeállítás

Befúvás

Rotációs

Műszaki adatok

Követelmények

Légmennyiség	q_v	300	m ³ /h
Helyiség csillapítás	D_r	4	dB

Eredmények:

Bruttó légsebesség	v	2,4	m/s
Teljes nyomásesés	Δp_t	11	Pa
Hangteljesítmény	L_{wA}	<20	dB(A)
Hangnyomásszint	L_{pA}	<20	dB(A)
Vetőtávolság	$L_{0.2}$	1,6	m

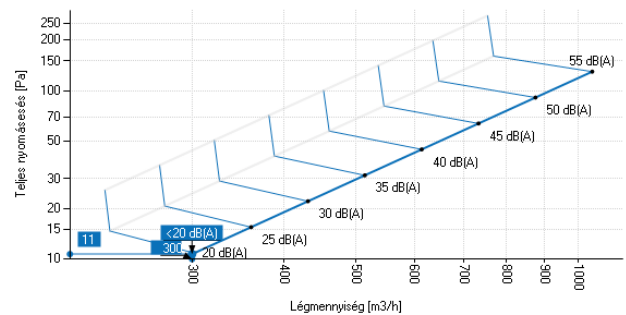
Hz	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	Sum	Sum
C_{oct}	5	7	3	-1	-7	-16	-23	-31		
ΔL	12	9	6	11	8	7	10	12		

Szimbólumok

C_{oct} Octave correction value for sound power level

ΔL Hangcsillapítás

Nyomás és hangteljesítmény diagram



Mennyezeti befúvók

RS14



Leírás

Az RS14 négyzet alakú, rotációs anemosztát, fix lamellákkal, amely befúvásra és elszívásra egyaránt használható. A rotációs minta nagy indukciót és nagy dinamikus tartományt biztosít, ezért ideális nagyon hideg levegő vízszintes befúvására.

- Nagy dinamikus tartomány,
- nagy indukció,
- alkalmas hűtésre nagyon alacsony hőmérsékleten,
- befúvásra és elszívásra egyaránt alkalmazható,
- különböző csatlakozó doboz és szabályozó opciókkal beépíthető.

Rendelési kód

RS14-H-S-2-200

Funkció

Munkabeállítás

Befúvás

Rotációs

Műszaki adatok

Követelmények

Légmenyiség	q_v	200	m ³ /h
Helyiség csillapítás	D_r	4	dB

Eredmények:

Bruttó légsebesség	v	1,9	m/s
Teljes nyomásesés	Δp_t	9	Pa
Hangteljesítmény	L_{wA}	<20	dB(A)
Hangnyomásszint	L_{pA}	<20	dB(A)
Vetőtávolság	$L_{0.2}$	1,3	m

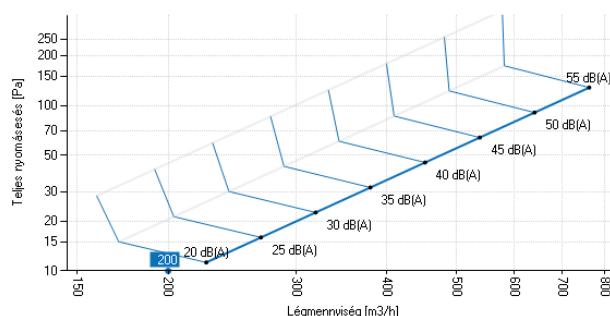
Hz	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	Sum	Sum
C_{oct}	10	7	2	-2	-6	-14	-21	-29		
ΔL	15	10	3	13	9	6	8	10		

Szimbólumok

C_{oct} Octave correction value for sound power level

ΔL Hangcsillapítás

Nyomás és hangteljesítmény diagram



Mennyezeti befúvók

RS14



Leírás

Az RS14 négyzet alakú, rotációs anemosztát, fix lamellákkal, amely befúvásra és elszívásra egyaránt használható. A rotációs minta nagy indukciót és nagy dinamikus tartományt biztosít, ezért ideális nagyon hideg levegő vízszintes befúvására.

- Nagy dinamikus tartomány,
- nagy indukció,
- alkalmas hűtésre nagyon alacsony hőmérsékleten,
- befúvásra és elszívásra egyaránt alkalmazható,
- különböző csatlakozó doboz és szabályozó opciókkal beépíthető.

Rendelési kód

RS14-H-S-2-125

Funkció

Munkabeállítás

Befúvás

Rotációs

Műszaki adatok

Követelmények

Légmennyiség	q_v	100	m ³ /h
Helyiség csillapítás	D_r	4	dB

Eredmények:

Bruttó légsebesség	v	1,3	m/s
Teljes nyomásesés	Δp_t	18	Pa
Hangteljesítmény	L_{wA}	29	dB(A)
Hangnyomásszint	L_{pA}	25	dB(A)
Vetőtávolság	$L_{0.2}$	1,1	m

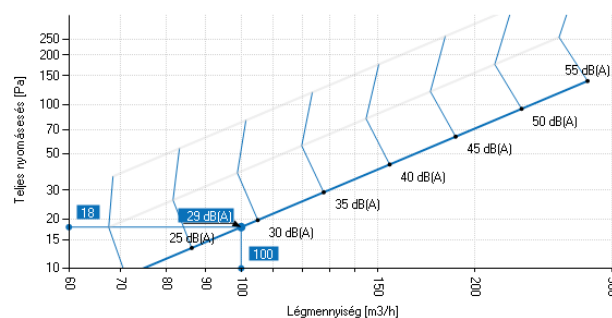
Hz	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	Sum	Sum
C_{oct}	14	8	5	-3	-10	-17	-23	-28		
ΔL	18	13	8	18	14	11	12	14		

Szimbólumok

C_{oct} Octave correction value for sound power level

ΔL Hangcsillapítás

Nyomás és hangteljesítmény diagram



Mennyezeti befúvók

RS15



Leírás

Az RS15 négyzet alakú, rotációs anemosztát állítható lamellákkal. Az RS15 befúvásra és elszívásra egyaránt használható. A rotációs minta nagy indukciót és nagy dinamikus tartományt biztosít, ezért ideális nagyon hideg levegő vízszintes befúvására. Az anemosztát beállítható függőleges befúvásra is, lehetővé téve a meleg levegő továbbítását. A befúvót szokásosan befelé perdítő kivitelben szállítjuk. Elszívás esetén az anemosztátot szokásosan lamellák nélkül szállítjuk.

- Nagy dinamikus tartomány,
- nagy indukció,
- ideális a nagyon hideg levegő befúvására,
- átállítható vízszintes vagy függőleges befúvásra,
- befúvásra és elszívásra egyaránt alkalmazható.
- különböző csatlakozó doboz és szabályozó opciókkal beépíthető.

Rendelési kód

RS15-H-S-2-160

Funkció

Befúvás

Munkabeállítás

Rotációs (befelé)

Műszaki adatok

Követelmények

Légmennyiség	q_v	180	m ³ /h
Helyiség csillapítás	D_r	4	dB

Eredmények:

Bruttó légsebesség	v	2,7	m/s
Teljes nyomásesés	Δp_t	15	Pa
Hangteljesítmény	L_{wA}	21	dB(A)
Hangnyomásszint	L_{pA}	<20	dB(A)
Vetőtávolság	$L_{0.2}$	1,5	m

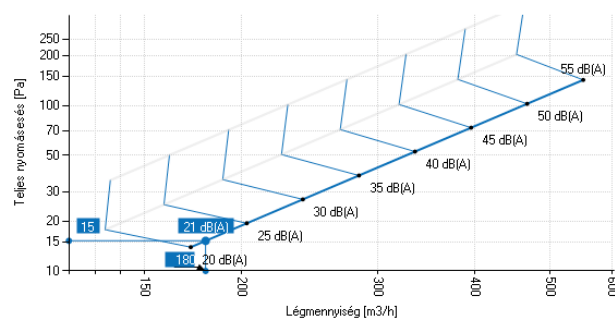
Hz	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	Sum	Sum
C_{oct}	2	5	5	-3	-7	-14	-20	-26		
ΔL	17	12	5	15	14	10	9	9		

Szimbólumok

C_{oct} Octave correction value for sound power level

ΔL Hangcsillapítás

Nyomás és hangteljesítmény diagram





Reference :

Dated : 16/12/2024

Page : 1 / 11

Art of Air 21 Kft.

Your contact : Kozák Gábor

Telephone : +36 30 117 4475

Fax :

e-mail : kozak.gabor@artofair.hu

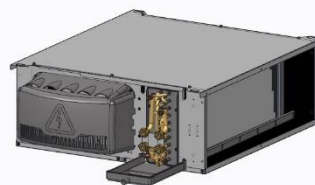


The certification of the
software has to be verified
in [www.eurovent-
certification.com](http://www.eurovent-certification.com)

COMFORT LINE

COMFORT LINE...

...Because providing our customers with solutions to their expectations is essential.
...Because we must develop units that cover the broadest possible range of capacities.
...Because we must effectively meet needs and changes.



Drawing not binding



Reference :

Dated : 16/12/2024

Page: 2 / 11

Your reference :

TECHNICAL DESCRIPTION: COMFORT LINE - MODEL I

- I MODEL

- Without rectangular sleeve on supply air

- FRAME

Galvanised metal sheet, zinc nickel-plated steel fasteners

Polyester textile fiber insulation. M1 fire rating, 10 mm thick.

- WATER COIL

1 hot or cold water circuit (2-pipe system)

1 hot water circuit + 1 cold water circuit (4-pipe system)

- Internally threaded flat face "female" rotary couplings (diameter G $\frac{1}{2}$ " and G $\frac{3}{4}$ " depending on size) and O-ring gasket.

Copper tubes, continuous aluminium fins.

Air bleed valve and drain valve

nominal service pressure 16 bar (at 20° C), 18 bar proof pressure

Maximum hot water inlet temperature:

*4-pipe application: 90°C

*2-pipe application: 90°C

*2P/2W application: 55°C (minimum speed: V2 in AC motor and 3,5 V in HEE motor)

- ELECTRIC HEATER (230 V - 50 Hz)

- Resistive wire type heater installed upstream of the fan.

- The electrical heater has a double safety feature; Integrated self hold safety thermostat with auto reset and thermal fuse.

- CONDENSATE DRAIN PAN

- Injected polymer drain pan insulated with 5 mm PE foam.

- Drainage diameter: external Ø 16 mm

- Class M1 fire rating

- FAN MOTOR ASSEMBLY SIZE 1 TO 4

1 fan motor assembly fitted with:

Fan

* 1 or 2 HEE impeller(s) with exclusive Ciat High Energy Efficiency airfoil blades made from self-extinguishing ABS (HB), with galvanised metal sheet scroll(s).

Motor

* HEE motor:

Low-energy motor enabling up to 80% reduction in electricity consumption (see description of HEE motor)

OR

* Induction motor:

5-speed motor, speeds wired to terminal block (see description of induction motor)

AC FAN MOTOR ASSEMBLY SIZE 5 & 6

- FAN MOTOR ASSEMBLY SIZE 6

Fan

HEE SOLUTION:

Motor

- 490 - W

The certification of the software has to be verified in www.eurovent-certification.com

Elite 24.01.00.(00) 02/2024-E0



Reference :

Dated : 16/12/2024

Page: 3 / 11

Your reference :

5-speed motor connected to the terminal strip (see asynchronous motor description)

HEE FAN MOTOR ASSEMBLY SIZES 5 & 6

Fan

1 equipped fan motor assembly

Fan

* Single-piece aluminium impeller with forward-curved dual inlet dynamically balanced self-extinguishing airfoil blades with galvanised metal sheet scroll.

Motor

High energy efficiency motor enabling a reduction in electricity consumption of up to 80% (see HEE motor description)

Size 6:

* HEE motor:

Fan

3 Ø146 x 120 mm turbines, with airfoil blades made from PP and PP impellers

Motor

High energy efficiency motor enabling a reduction in electricity consumption of up to 80% (see HEE motor description)

HEE motor description:

- Brushless technology
- Closed type, tropicalised, with protected shaft
- Progressive operation by 0-10 V control signal
- Internal automatic overload protection in series on the winding.
- 230 V $\pm$ 10%/1Ph/50-60 Hz power supply.

* Optional

- 3-speed on/off output motor actuation
- "DFS" motor fault output using a photocoupler for potential alarm feedback via a Konnex protocol communication bus (via the V3000 controller)

Description of induction motor:

- * Sealed, tropicalised, with protected shaft.
 - * Permanent capacitor.
 - * Automatic internal overload protection as standard on the winding.
 - * Resilient mounts.
 - * 230V $\pm$ 10%/1Ph/50-60 Hz supply.
 - * High efficiency and power factor.

- ELECTRICAL CONNECTION

On hydraulic connection side.

Large ABS electrical box closed with two screws.

IP20 protection rating.

Terminal block on DIN rail in accordance with EN 50022 depth 7.5 mm.

Raceway for customer wiring.

AVAILABLE FILTRATION

Epure function

- * A protected air stream which prevents particles from being drawn into suspended ceilings.
- * Local filtration by high efficiency filter medium effective for PM of 2.5 microns:
 - **Filter area: 10 times the intake surface area.**



Reference :

Dated : 16/12/2024

Page: 4 / 11

Your reference :

- Low energy impact.
- Improved service life.

- Fire rating: M1

* Easily accessible via 2 or 4 screws on sizes 0 to 4 and via 2 sliding tabs on sizes 5 and 6

* **Return sleeve mandatory for sizes 5 & 6.**

OR

G3 filter

- * Flexible filter medium made of regenerative polyester fibre.
- * Efficiency class EN779: G3
- * Fire rating M1
- * Rigid metal frame
- * Easily accessible via 2 or 4 screws on sizes 0 to 4 and via 2 sliding tabs and/or 3 clips on sizes 5 and 6

- FASTENING THE UNIT

Comfort Line must be suspended from a ceiling with four threaded rods (dia. 6-8 mm rods with CIAT resilient mounts or dia. 8-10 mm rods without CIAT resilient mounts).

- PACKAGING

- Delivered on a pallet and wrapped in protective stretch film.

OPTIONS (factory-fitted)

- Condensate drain pump (wired, not fixed)
- Rectangular smooth metal supply air sleeve
- Rectangular smooth metal return air sleeve
- Hydraulic coil with blades protected for use in harmful/corrosive atmospheres (coastal locations, or areas close to chemical industries)

Options supplied separately:

- Smooth collar diam. 100 mm or 125 mm
- Extended condensate drain pan,
- Self-adjusting Ø100 mm or Ø125 mm fresh air module kit:
 - * Flow rate 15/30/45 m³/h
 - * Flow rate 60/75/90 m³/h
 - * Flow rate 120/150/180 m³/h
- Resilient mounts
- Ø160 mm circular duct accessory for diffusion kit
- Hydraulic connection hose Fresh pack:
 - * R1: Fresh air management via presence sensor
 - * R+: Fresh air management via CO₂ sensor



Reference :

Dated : 16/12/2024

Page: 5 / 11

Your reference :

THERMAL AND HYDRAULIC PERFORMANCES
COMFORT LINE ASSEMBLY I FALSE CEILING (I_STD)
HEATING/COOLING, 4 PIPES (STANDARD) (4T)

TEMPERATURES	COOLING COIL	HEATING COIL
Fluid	Water	Water
Fluid inlet temperature	16 °C	45 °C
Fluid outlet temperature	19 °C	40 °C
Recycled air inlet temperature	27 °C	19 °C
Recycled air inlet humidity	60 %(RH)	50 %(RH)

							COOLING COIL					HEATING COIL				Lp
SERIE	R#	U	N	OP	Pabs	Qa	Pt	Ps	Ts	Qe	dP	P	Ts	Qe	dP	ISO
Size		Volt	rpm	Pa	W	m3/h	W	W	°C	m3/h	kPa	W	°C	m3/h	kPa	or NR
CFLINE	V6	9,0	1350	50	56	505	1 300	1 210	20,0	0,374	17,0	2 100	31,7	0,365	18,3	45
04P	V4	6,6	1015	26	25	365	1 080	977	19,1	0,374	17,0	1 730	33,3	0,365	18,3	36
HEE	V2	4,0	640	9	8	215	788	655	17,8	0,374	17,1	1 190	35,8	0,365	18,2	24
CFLINE	V7	10,0	1485	50	110	745	1 810	1 700	20,5	0,520	28,8	2 980	31,3	0,519	34,7	47
24P	V6	8,2	1230	32	60	600	1 570	1 440	20,0	0,520	28,8	2 700	32,7	0,519	34,6	41
HEE	V2	3,0	500	4	7	205	774	578	18,6	0,520	29,0	1 370	39,0	0,519	34,4	18
CFLINE	V7	10,0	1490	50	135	1090	2 820	2 600	20,1	0,810	43,8	3 590	29,2	0,625	60,8	47
34P	V5	7,8	1180	29	66	830	2 340	2 090	19,6	0,810	43,9	3 150	30,5	0,625	60,7	41
HEE	V2	4,0	640	7	13	405	1 420	1 130	18,6	0,810	44,1	2 080	34,5	0,625	60,4	27
CFLINE	V7	10,0	1425	50	165	1380	3 040	2 780	21,2	0,871	62,2	5 290	30,7	0,922	140	46
44P	V5	8,0	1205	34	94	1145	2 690	2 450	20,7	0,871	62,3	4 700	31,4	0,922	140	41
HEE	V2	4,0	645	8	15	545	1 710	1 490	18,8	0,871	62,6	2 730	34,0	0,922	140	26
CFLINE	V6	9,0	1320	50	123	1135	3 410	3 130	18,9	0,979	12,2	5 660	34,1	0,987	11,7	43
54R	V5	8,0	1210	41	89	1035	3 240	2 930	18,7	0,979	12,2	5 420	34,8	0,987	11,7	40
HEE	V3	6,0	925	22	39	760	2 760	2 320	17,9	0,979	12,3	4 590	37,1	0,987	11,7	34
CFLINE	V6	9,0	1620	50	251	2050	5 820	5 430	19,3	1,67	62,2	7 460	30,2	1,30	49,0	45
64P	V5	7,0	1435	38	179	1780	5 290	4 880	19,0	1,67	62,2	7 010	31,0	1,30	48,9	41
HEE	V3	5,0	1110	21	83	1330	4 350	3 870	18,3	1,67	62,3	6 090	32,8	1,30	48,8	34
CFLINE	V6	9,0	1675	50	260	1990	6 270	5 400	19,2	1,80	47,8	8 640	32,3	1,51	37,6	47
64R	V5	7,0	1475	37	185	1705	5 790	4 770	18,9	1,80	47,9	8 150	33,5	1,51	37,6	42
HEE	V3	5,0	1110	19	77	1220	4 880	3 690	18,0	1,80	48,0	7 020	36,3	1,51	37,5	34

CONDITIONS :

- Assembly: 1 Suspended Ceiling / Accessories: G3 filter
- **Hydraulic installation : 2 separate pumps**
- **Altitude : 0 m / Pressure : 101,3 kPa**
- **Desired available pressure of 50 Pa at high speed**
- Water flow and delta T at high speed
- Results derived from tests as per EN 1397
- Electrical supply : 230 V / 1 ph / 50 Hz
- Technical description as per brochure N18.715

ABBREVIATIONS :

- R# Motor reference
- Qa Air flow
- Pt Useful total cooling output
- Ps Useful sensible output
- P Useful heating capacity
- Ts Air outlet temperature
- Qe Water flow
- dP Water pressure drop
- Lp ISO total acoustic pressure
- Pabs Useful absorbed
- U Motor control voltage
- N Rotation speed
- OP Operating pressure



Reference :

Dated : 16/12/2024

Page: 6 / 11

Your reference :

**OVERALL SOUND POWER LEVEL (LW)
COMFORT LINE ASSEMBLY I FALSE CEILING (I_STD)
HEATING/COOLING, 4 PIPES (STANDARD) (4T)**

			Frequencies (Hz) / Levels per octave (dB Lin)						Total levels	
SERIE Size	R#	Qa m3/h	125	250	500	1000	2000	4000	Lw dB (Lin)	Lw dB (A)
CFLINE 04P HEE	V6	505	56	60	59	57	52	44	64	61
	V4	365	49	53	52	48	42	34	57	53
	V2	215	38	42	41	34	28	20	46	41
CFLINE 24P HEE	V7	745	57	62	62	58	56	51	67	64
	V6	600	54	58	57	53	50	44	62	58
	V2	205	39	37	34	26	20	P<15	42	35
CFLINE 34P HEE	V7	1090	63	64	63	58	56	53	69	64
	V5	830	58	58	57	52	49	43	63	59
	V2	405	42	45	43	37	32	18	49	44
CFLINE 44P HEE	V7	1380	61	64	63	59	57	54	69	65
	V5	1145	58	60	59	55	51	47	65	61
	V2	545	46	46	45	38	32	20	51	45
CFLINE 54R HEE	V6	1135	64	62	61	56	52	47	68	62
	V5	1035	61	60	59	53	49	43	65	60
	V3	760	53	54	52	46	40	33	58	53
CFLINE 64P HEE	V6	2050	66	66	63	58	55	56	71	65
	V5	1780	63	63	61	55	52	51	68	62
	V3	1330	56	57	55	48	45	42	61	56
CFLINE 64R HEE	V6	1990	66	67	64	59	56	57	71	66
	V5	1705	63	64	61	56	53	53	68	63
	V3	1220	56	56	55	48	45	42	61	55

- **Desired available pressure of 50 Pa at high speed**
- *Electrical supply : 230 V / 1 ph / 50 Hz*
- *Acoustic output expressed in decibel in relation to 10E-12 Watts*
- *Lw (Lin) Total acoustic power level*
- *Lw (A) A-weighted overall sound power level*
- *R# Motor reference*
- *Qa Air flow*

The sound power levels in the tables were measured in a reverberant room as per ISO 3743 (in accordance with ISO 23743). The results are given in octave bands of 125 to 4000 Hz in dB (LIN). They are related to the SUM OF SOUND POWER LEVELS generated by :

- *by the intake section of the unit only*
- *by the discharge section of the unit only*
- *by the acoustic power radiated through the cabinet*

The global acoustic power level is the logarithmic sum of these three acoustic power level

During testing, the available pressure on the terminal units is simulated using a Mylar covered box as recommended by the INCE (Institute of Noise Control Engineering of the USA)



Reference :

Dated : 16/12/2024

Page: 7 / 11

Your reference :

SOUND POWER LEVEL SPLITTING UP (LW)
COMFORT LINE ASSEMBLY I FALSE CEILING (I_STD)
HEATING/COOLING, 4 PIPES (STANDARD) (4T)

OUTLET			Frequencies (Hz) / Levels per octave (dB Lin)						Total levels	
SERIE Size	R#	Qa m3/h	125	250	500	1000	2000	4000	Lw	Lw
									dB (Lin)	dB (A)
CFLINE 04P HEE	V6	505	55	56	55	53	50	41	61	58
	V4	365	48	49	48	44	39	31	54	49
	V2	215	36	39	37	30	22	P<15	42	37
CFLINE 24P HEE	V7	745	57	58	56	55	53	47	63	60
	V6	600	52	54	52	49	46	41	58	54
	V2	205	29	33	29	22	17	P<15	36	30
CFLINE 34P HEE	V7	1090	69	59	57	50	47	41	70	59
	V5	830	59	54	53	46	43	37	61	54
	V2	405	33	43	42	36	32	25	46	42
CFLINE 44P HEE	V7	1380	60	60	58	56	53	50	65	61
	V5	1145	55	56	54	51	48	43	61	56
	V2	545	37	43	39	33	27	16	45	40
CFLINE 54R HEE	V6	1135	59	59	56	52	47	44	63	58
	V5	1035	57	57	53	49	44	41	61	55
	V3	760	49	51	47	41	35	30	54	48
CFLINE 64P HEE	V6	2050	60	61	59	56	52	55	66	62
	V5	1780	58	58	56	52	49	51	63	59
	V3	1330	52	51	50	45	42	41	56	51
CFLINE 64R HEE	V6	1990	61	62	59	57	53	57	67	63
	V5	1705	58	58	56	53	50	52	63	59
	V3	1220	51	51	50	45	42	41	56	51

INLET/RADIATED SUM			Frequencies (Hz) / Levels per octave (dB Lin)						Total levels	
SERIE Size	R#	Qa m3/h	125	250	500	1000	2000	4000	Lw	Lw
									dB (Lin)	dB (A)
CFLINE 04P HEE	V6	505	49	57	57	55	50	42	62	59
	V4	365	43	50	50	46	40	32	54	51
	V2	215	33	39	38	32	25	17	43	38
CFLINE 24P HEE	V7	745	51	60	61	56	53	48	65	62
	V6	600	49	55	56	50	47	41	60	56
	V2	205	38	35	33	24	17	P<15	41	33
CFLINE 34P HEE	V7	1090	57	61	60	57	54	50	66	62
	V5	830	53	56	55	51	47	40	60	56
	V2	405	42	42	41	36	29	P<15	47	42
CFLINE 44P HEE	V7	1380	55	62	62	57	54	52	66	63
	V5	1145	54	58	58	53	49	44	62	59
	V2	545	46	44	43	36	29	17	49	43
CFLINE 54R HEE	V6	1135	62	59	59	54	50	43	66	60
	V5	1035	59	58	57	51	47	40	63	58
	V3	760	51	52	51	44	38	29	56	51



Reference :

Dated : 16/12/2024

Page: 8 / 11

Your reference :

INLET/RADIATED SUM			Frequencies (Hz) / Levels per octave (dB Lin)						Total levels	
SERIE Size	R#	Qa m3/h	125	250	500	1000	2000	4000	Lw	Lw
									dB (Lin)	dB (A)
CFLINE 64P HEE	V6	2050	64	65	62	55	52	49	69	63
	V5	1780	61	62	59	52	49	44	66	60
	V3	1330	55	55	53	45	42	35	59	53
CFLINE 64R HEE	V6	1990	65	66	63	56	53	50	70	64
	V5	1705	61	62	60	53	50	46	66	60
	V3	1220	54	55	53	45	42	36	59	53

- **Desired available pressure of 50 Pa at high speed**
- Electrical supply : 230 V / 1 ph / 50 Hz
- Acoustic output expressed in decibel in relation to 10E-12 Watts
- Lw (Lin) Total acoustic power level
- Lw (A) A-weighted overall sound power level
- R# Motor reference
- Qa Air flow

The sound power levels in the tables were measured in a reverberant room as per ISO 3743 (in accordance with ISO 23743). The results are given in octave bands of 125 to 4000 Hz in dB (LIN). They are related to the SUM OF SOUND POWER LEVELS generated by :

- by the intake section of the unit only
- by the discharge section of the unit only
- by the acoustic power radiated through the cabinet

The global acoustic power level is the logarithmic sum of these three acoustic power level

During testing, the available pressure on the terminal units is simulated using a Mylar covered box as recommended by the INCE (Institute of Noise Control Engineering of the USA)



Reference :

Dated : 16/12/2024

Page: 9 / 11

Your reference :

**OVERALL SOUND PRESSURE LEVEL (LP)
COMFORT LINE ASSEMBLY I FALSE CEILING (I_STD)
HEATING/COOLING, 4 PIPES (STANDARD) (4T)**

			Frequencies (Hz) / Levels per octave (dB Lin)						Comfort levels		
SERIE Size	R#	Qa m3/h	125	250	500	1000	2000	4000	NC	ISO or NR	dB (A)
CFLINE 04P HEE	V6	505	44	48	47	45	40	32	42	45	49
	V4	365	37	41	40	36	30	22	33	36	41
	V2	215	26	30	29	22	16	P<15	21	24	29
CFLINE 24P HEE	V7	745	45	50	50	46	44	39	44	47	52
	V6	600	42	46	45	41	38	32	39	41	46
	V2	205	27	25	22	P<15	P<15	P<15	P<15	18	23
CFLINE 34P HEE	V7	1090	51	52	51	46	44	41	45	47	52
	V5	830	46	46	45	40	37	31	39	41	47
	V2	405	30	33	31	25	20	P<15	24	27	32
CFLINE 44P HEE	V7	1380	47	50	49	45	43	40	43	46	51
	V5	1145	44	46	45	41	37	33	39	41	47
	V2	545	32	32	31	24	18	P<15	23	26	31
CFLINE 54R HEE	V6	1135	50	48	47	42	38	33	40	43	48
	V5	1035	47	46	45	39	35	29	38	40	46
	V3	760	39	40	38	32	26	19	31	34	39
CFLINE 64P HEE	V6	2050	50	50	47	42	39	40	42	45	49
	V5	1780	47	47	45	39	36	35	38	41	46
	V3	1330	40	41	39	32	29	26	32	34	40
CFLINE 64R HEE	V6	1990	50	51	48	43	40	41	43	47	50
	V5	1705	47	48	45	40	37	37	39	42	47
	V3	1220	40	40	39	32	29	26	32	34	39

- **Desired available pressure of 50 Pa at high speed**
- Electrical supply : 230 V / 1 ph / 50 Hz
- Acoustic pressure levels per octave band in dB(Lin)
- Acoustic pressure expressed in decibel in relation to 2×10^{-5} Pa

- dB (A) A-weighted overall sound pressure levels
- R# Motor reference
- Qa Air flow

The sound pressure levels depend of the installation conditions. The levels given above are provided as examples only. We remind you that only sound power levels are comparable and certified.

The A-weighted overall sound pressure levels are obtained with a room and installation attenuation level of:

- 12 dB for Comfort Line without duct at the intake, size 0 to size 3 (unit in suspended ceiling or raised floor)
- 14 dB for Comfort Line units with unducted intake, sizes 4 to 5 (unit in suspended ceiling or raised floor)

16 dB for Comfort Line units with unducted intake, size 6 (unit in suspended ceiling or raised floor)

When two identical units are installed in the same room, add 3 dB to the table values in order to obtain the levels produced by both units.



Reference :

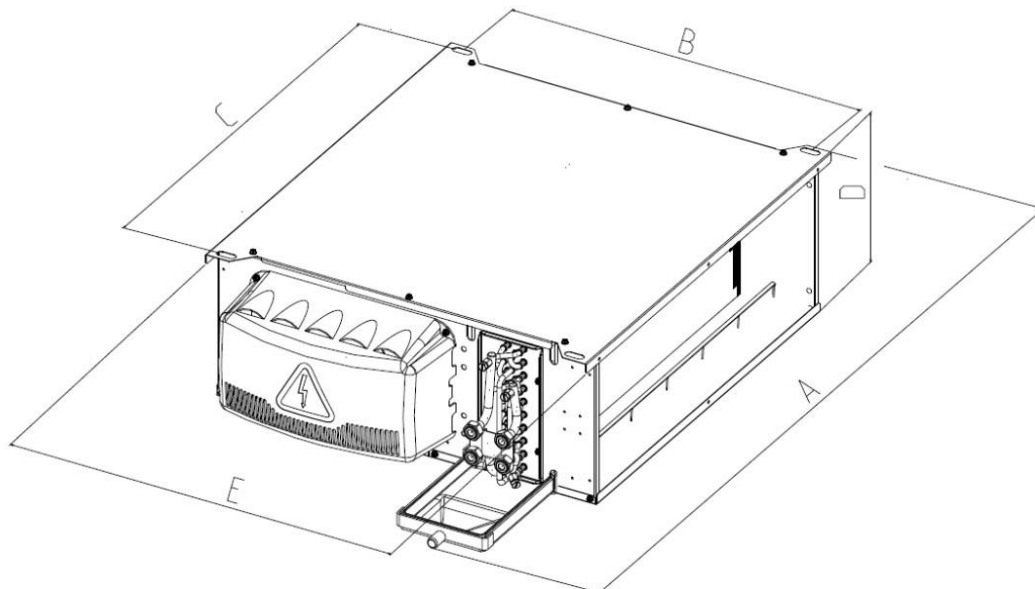
Dated : 16/12/2024

Page: 10 / 11

Your reference :

DIMENSIONS AND WEIGHT **COMFORT LINE Assembly I False Ceiling (I_STD)**

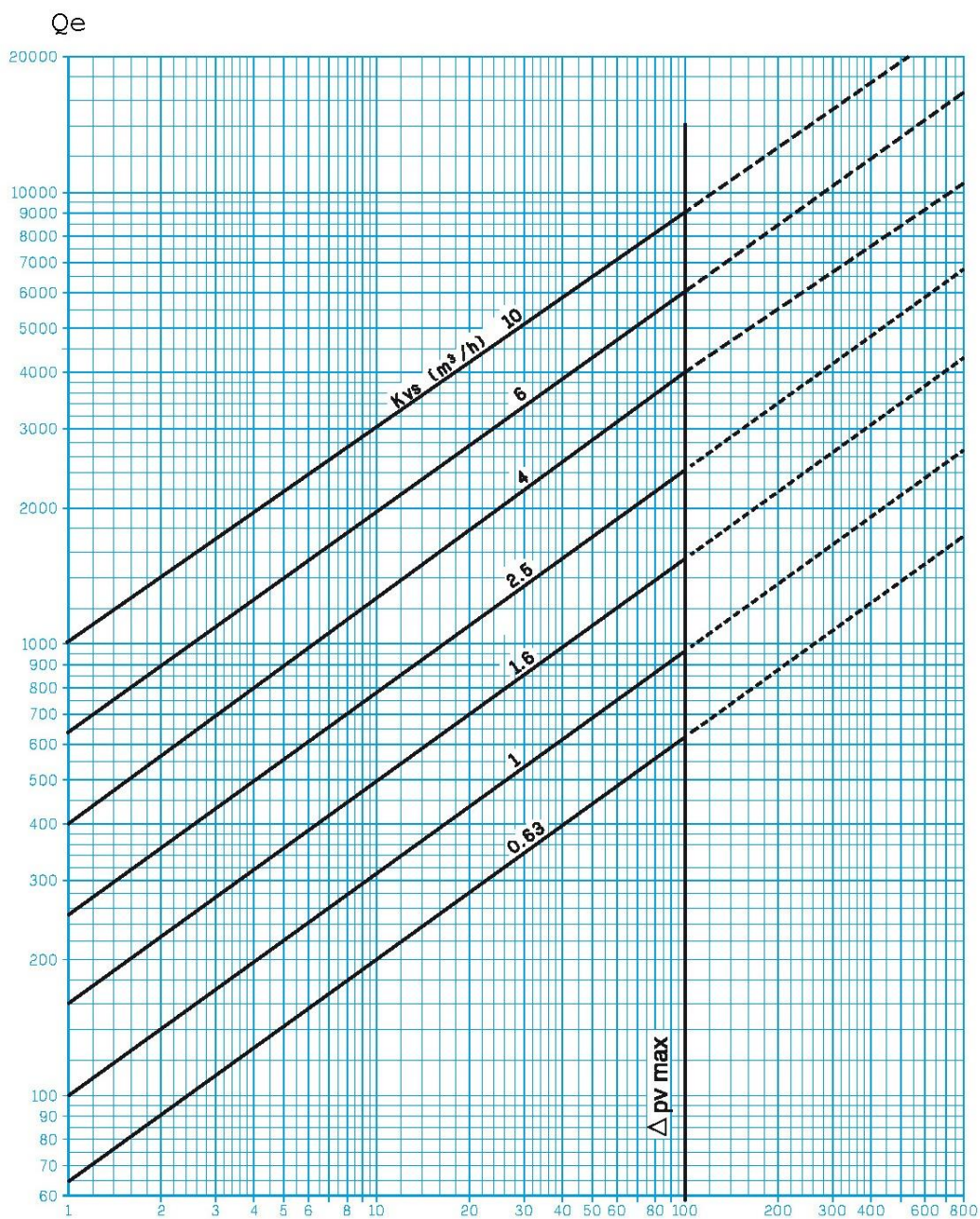
Drawing not binding



COMFORT LINE	A mm	B mm	C mm	D mm	E mm	Weight kg
CFLINE / 04P / HEE	708	538	485	240	590	14,5
CFLINE / 24P / HEE	875	558	652	240	610	17,6
CFLINE / 34P / HEE	1 075	558	852	240	610	21,1
CFLINE / 44P / HEE	1 275	558	1 052	240	610	23,1
CFLINE / 54R / HEE	1 291	384	1 070	282	680	28
CFLINE / 64P / HEE	1 591	384	1 370	282	680	32
CFLINE / 64R / HEE	1 591	384	1 370	282	680	32

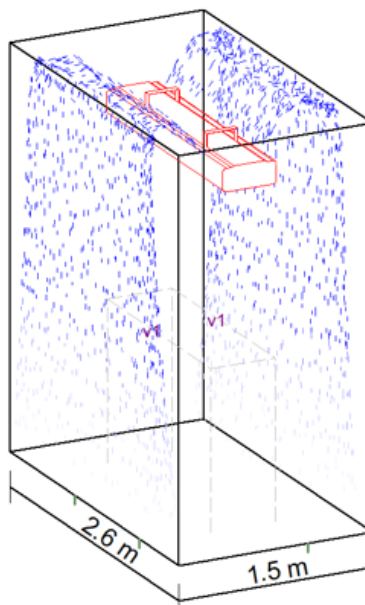
Your reference :

Valve pressure drop, function water flow and Kvs

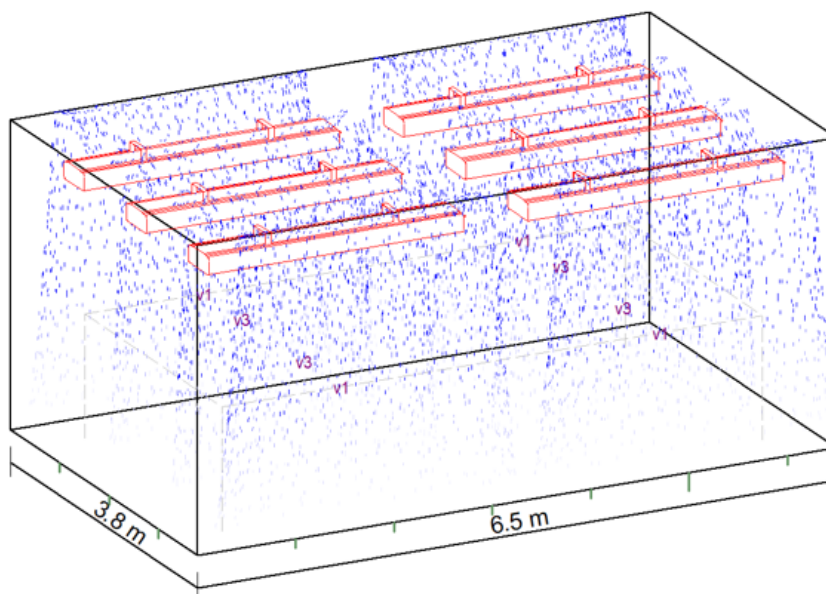


- Qe Water flow (l/h)
 - dP Water pressure drop (kPa)
- Water drop is given for water only. For another liquid $dP = dP_{water} \times r/1000$ (r : liquid density)
- Dpv max : Acceptable maximum differential pressure on the valves on all the modes.

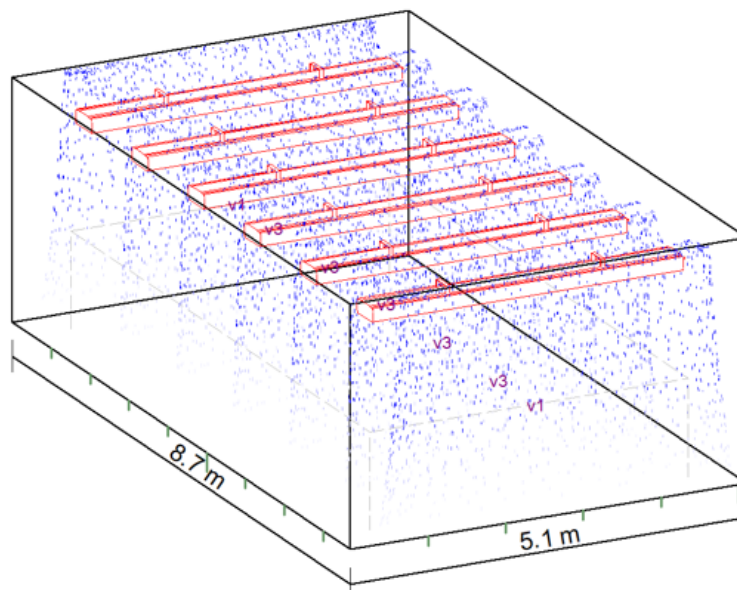
REE/D-1800-1500				
Cooling				
Room: LCU 03. csend szoba 1		Supply air flow: 100 m³/h		
Room size: 1.5 x 2.6 x 3.0 m				
Occupied zone: h=1.2 m / dw=0.5 m		Supply air temperature: 16.0 °C		
Room air: 24.0 °C / 50 %		Chamber pressure drop: 79 Pa		
Heat gain: 390 W		Total pressure drop: 82 Pa		
Installation height: 2.70 m		Unit sound pressure level: 26 dB(A) 25m²sab		
Inlet water temperature: 16.0 °C		Total sound pressure level: 26 dB(A)		
Outlet water temperature: 18.9 °C		Air power: 272 W		
Water flow: 0.020 kg/s		Total cooling power: 520 W		
Water power: 249 W		347 W/m		
		D temperature: 12.9 °C		
Water pressure drop: 0.3 kPa		Induct: left=1, right=1		
		Damper: -		
		L _d : -		
Max. jet velocities	v1			
Nozzle jet	~0.05 m/s			
Nozzle jet, isothermal	~0.05 m/s			
dt (nozzle jet-room air)	-0.1 °C			
Heat sources and their location may influence to the velocity and direction of the jet.				
vlim = 0.20 m/s				



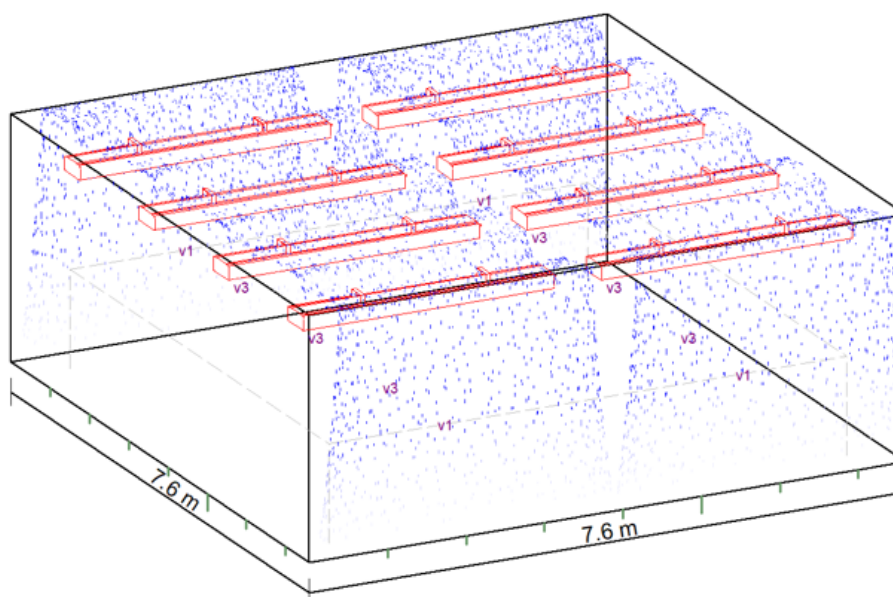
REE/A-2600-2300				
Cooling				
Room: LCU 07. tárgyaló			Supply air flow:	6 x 60 m³/h
Room size: 6.5 x 3.8 x 3.0 m				14.6 m³/(hm²)
Occupied zone: h=1.2 m / dw=0.5 m			Supply air temperature:	16.0 °C
Room air: 24.0 °C / 50 %			Chamber pressure drop:	104 Pa
Heat gain: 3480 W			Total pressure drop:	105 Pa
Installation height: 2.70 m			Total sound pressure level:	23 dB(A)
Inlet water temperature: 16.0 °C			Air power:	978 W (6 x 163 W)
Outlet water temperature: 19.0 °C			Total cooling power:	3521 W (6 x 587 W)
Water flow: 0.202 kg/s (6 x 0.034 kg/s)				255 W/m, 143 W/m²
Water power: 2543 W (6 x 424 W)			D temperature:	12.9 °C
184 W/m			Induct:	side=3, middle=1
Water pressure drop: 1.1 kPa			Damper:	-
			L _d :	-
Max. jet velocities	v1	v3		
Nozzle jet	~0.05 m/s	~0.25 m/s		
Nozzle jet, isothermal	<0.05 m/s	~0.10 m/s		
dt (nozzle jet-room air)	-0.1 °C	-0.8 °C		
Heat sources and their location may influence to the velocity and direction of the jet.				
v _{lim} = 0.20 m/s				



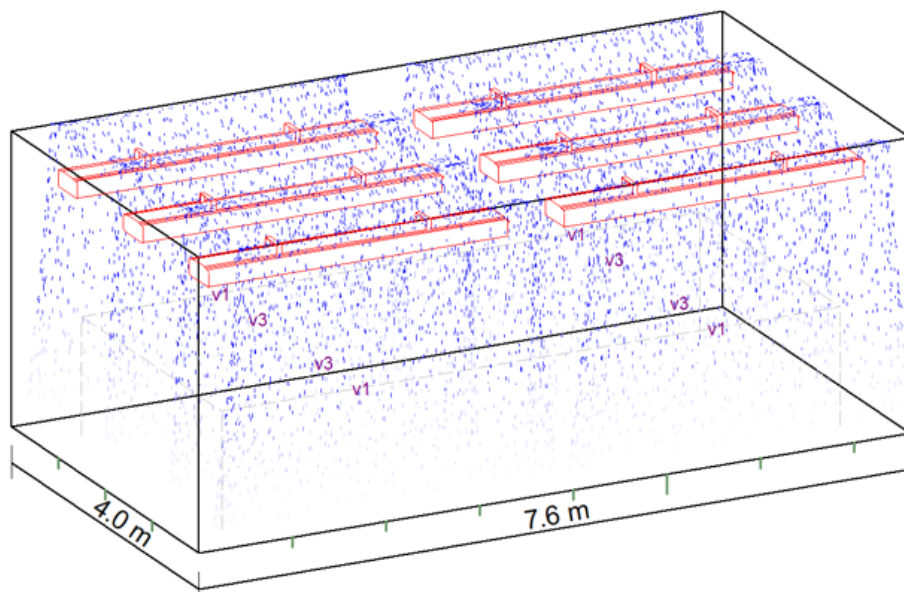
REE/B-4000-3700				
Cooling				
Room: LCU 08_Irodatér 1			Supply air flow:	6 x 100 m³/h
Room size:	5.1 x 8.7 x 3.0 m			13.5 m³/(hm²)
Occupied zone:	h=1.2 m / dw=0.5 m		Supply air temperature:	16.0 °C
Room air:	24.0 °C / 50 %		Chamber pressure drop:	57 Pa
Heat gain:	6170 W		Total pressure drop:	61 Pa
Installation height:	2.70 m		Total sound pressure level:	< 20 dB(A)
Inlet water temperature:	16.0 °C		Air power:	1630 W (6 x 272 W)
Outlet water temperature:	19.0 °C		Total cooling power:	6168 W (6 x 1028 W)
Water flow:	0.361 kg/s (6 x 0.060 kg/s)			278 W/m, 139 W/m²
Water power:	4538 W (6 x 756 W)		D temperature:	12.9 °C
	204 W/m		Induct:	side=3, middle=2
Water pressure drop:	4.9 kPa		Damper:	-
			L _d :	-
Max. jet velocities	v1	v3		
Nozzle jet	~0.05 m/s	~0.20 m/s		
Nozzle jet, isothermal	<0.05 m/s	~0.10 m/s		
dt (nozzle jet-room air)	-0.2 °C	-0.8 °C		
Heat sources and their location may influence to the velocity and direction of the jet.				
v _{lim} = 0.20 m/s				



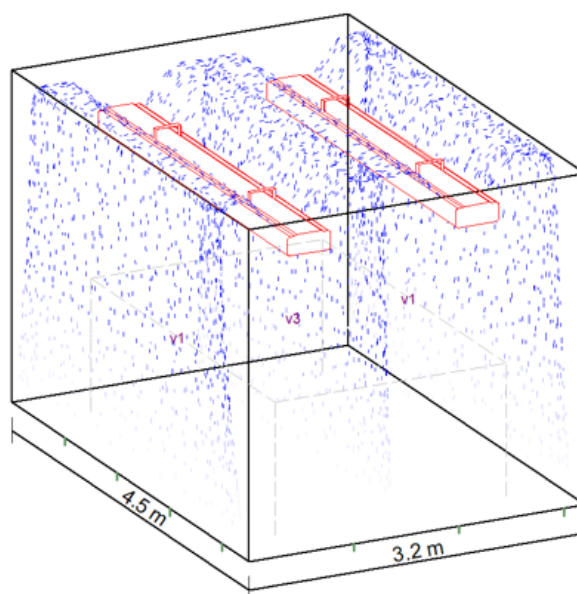
REE/A-3200-2900				
Cooling				
Room: LCU 08_Irodatér 2			Supply air flow:	8 x 75 m³/h
Room size: 7.6 x 7.6 x 3.0 m				10.4 m³/(h·m²)
Occupied zone: h=1.2 m / dw=0.5 m			Supply air temperature:	16.0 °C
Room air: 24.0 °C / 50 %			Chamber pressure drop:	102 Pa
Heat gain: 6010 W			Total pressure drop:	104 Pa
Installation height: 2.70 m			Total sound pressure level:	25 dB(A)
Inlet water temperature: 16.0 °C			Air power:	1630 W (8 x 204 W)
Outlet water temperature: 19.0 °C			Total cooling power:	6245 W (8 x 781 W)
Water flow: 0.367 kg/s (8 x 0.046 kg/s)				269 W/m, 108 W/m²
Water power: 4615 W (8 x 577 W)			D temperature:	12.9 °C
199 W/m			Induct:	side=3, middle=1
Water pressure drop: 2.4 kPa			Damper:	-
			L _d :	-
Max. jet velocities	v1	v3		
Nozzle jet	~0.10 m/s	~0.15 m/s		
Nozzle jet, isothermal	~0.05 m/s	~0.10 m/s		
dt (nozzle jet-room air)	-0.2 °C	-0.8 °C		
Heat sources and their location may influence to the velocity and direction of the jet.				
v _{lim} = 0.20 m/s				



REE/B-3200-2900				
Cooling				
Room: LCU 08_Irodatér 3			Supply air flow:	
Room size: 7.6 x 4.0 x 3.0 m			6 x 83 m³/h	
Occupied zone: h=1.2 m / dw=0.5 m			16.4 m³/(hm²)	
Room air: 24.0 °C / 50 %			Supply air temperature: 16.0 °C	
Heat gain: 5050 W			Chamber pressure drop: 65 Pa	
Installation height: 2.70 m			Total pressure drop: 67 Pa	
Inlet water temperature: 16.0 °C			Total sound pressure level: < 20 dB(A)	
Outlet water temperature: 19.0 °C			Air power: 1359 W (6 x 226 W)	
Water flow: 0.284 kg/s (6 x 0.047 kg/s)			Total cooling power: 4923 W (6 x 820 W)	
Water power: 3564 W (6 x 594 W)			283 W/m, 162 W/m²	
205 W/m			D temperature: 12.9 °C	
Water pressure drop: 2.5 kPa			Induct: side=3, middle=2	
			Damper: -	
			L _d : -	
Max. jet velocities	v1	v3		
Nozzle jet	~0.05 m/s	~0.20 m/s		
Nozzle jet, isothermal	<0.05 m/s	~0.10 m/s		
dt (nozzle jet-room air)	-0.1 °C	-0.8 °C		
Heat sources and their location may influence to the velocity and direction of the jet.				
vlim = 0.20 m/s				



REE/A-3600-3300				
Cooling				
Room: LCU 11. vezeto iroda			Supply air flow:	2 x 75 m³/h
Room size:	3.2 x 4.5 x 3.0 m			10.4 m³/(hm²)
Occupied zone:	h=1.2 m / dw=0.5 m		Supply air temperature:	16.0 °C
Room air:	24.0 °C / 50 %		Chamber pressure drop:	79 Pa
Heat gain:	1830 W		Total pressure drop:	81 Pa
Installation height:	2.70 m		Total sound pressure level:	< 20 dB(A)
Inlet water temperature:	16.0 °C		Air power:	408 W (2 x 204 W)
Outlet water temperature:	19.0 °C		Total cooling power:	1689 W (2 x 845 W)
Water flow:	0.102 kg/s (2 x 0.051 kg/s)			256 W/m, 117 W/m²
Water power:	1282 W (2 x 641 W)		D temperature:	12.9 °C
	194 W/m		Induct:	side=3, middle=2
Water pressure drop:	3.2 kPa		Damper:	-
			L _d :	-
Max. jet velocities	v1	v3		
Nozzle jet	~0.05 m/s	~0.20 m/s		
Nozzle jet, isothermal	<0.05 m/s	~0.10 m/s		
dt (nozzle jet-room air)	-0.1 °C	-0.8 °C		
Heat sources and their location may influence to the velocity and direction of the jet.				
v _{lim} = 0.20 m/s				



Modell: Aquilo FIS

Előremenő vízhőfok
(°C)

-

45

+

Visszatérő vízhőfok
(°C)

-

40

+

Levegőhőmérséklet
(°C)

-

22

+

Ventillátor
fordulatszám

2

▼

Mutat

Szélesség (mm)	170	200	230	230	250
Magasság (mm)	90				110
Hosszúság (mm)					
700	133.6W	198.4W	217.6W	276W	376.8W
800	133.6W	198.4W	217.6W	276W	376.8W
900	133.6W	198.4W	217.6W	276W	376.8W
1000	276.8W	409.6W	448.8W	570.4W	777.6W
1100	276.8W	409.6W	448.8W	570.4W	777.6W
1200	276.8W	409.6W	448.8W	570.4W	777.6W
1300	419.2W	620W	680.8W	864.8W	1178.4W
1400	419.2W	620W	680.8W	864.8W	1178.4W
1500	496.8W	735.2W	807.2W	1025.6W	1396.8W
1600	496.8W	735.2W	807.2W	1025.6W	1396.8W

Modell: Aquilo FIS

Előremenő víz hőfok
(°C)

-

45

+

Visszatérő víz hőfok
(°C)

-

40

+

Levegő hőmérséklet
(°C)

-

22

+

Ventillátor
fordulatszám

3

▼

Mutat

Szélesség (mm)	170	200	230	230	250
Magasság (mm)	90				110
Hosszúság (mm)					
700	167W	248W	272W	345W	471W
800	167W	248W	272W	345W	471W
900	167W	248W	272W	345W	471W
1000	346W	512W	561W	713W	972W
1100	346W	512W	561W	713W	972W
1200	346W	512W	561W	713W	972W
1300	524W	775W	851W	1081W	1473W
1400	524W	775W	851W	1081W	1473W
1500	621W	919W	1009W	1282W	1746W
1600	621W	919W	1009W	1282W	1746W
1800	761W	1127W	1237W	1571W	2141W
2000	858W	1271W	1395W	1772W	2414W

Modell: Aquilo FIS

Előremenő víz hőfok
(°C)

–

45

+

Visszatérő víz hőfok
(°C)

–

40

+

Levegő hőmérséklet
(°C)

–

22

+

Ventillátor
fordulatszám

2

▼

Mutat

Szélesség (mm)	170	200	230	230	250
Magasság (mm)	90				110
Hosszúság (mm)					
700	133.6W	198.4W	217.6W	276W	376.8W
800	133.6W	198.4W	217.6W	276W	376.8W
900	133.6W	198.4W	217.6W	276W	376.8W
1000	276.8W	409.6W	448.8W	570.4W	777.6W
1100	276.8W	409.6W	448.8W	570.4W	777.6W
1200	276.8W	409.6W	448.8W	570.4W	777.6W
1300	419.2W	620W	680.8W	864.8W	1178.4W
1400	419.2W	620W	680.8W	864.8W	1178.4W
1500	496.8W	735.2W	807.2W	1025.6W	1396.8W
1600	496.8W	735.2W	807.2W	1025.6W	1396.8W
1800	608.8W	901.6W	989.6W	1256.8W	1712.8W
2000	686.4W	1016.8W	1116W	1417.6W	1931.2W

Modell: Aquilo FIS

Előremenő víz hőfok (°C)

—

45

+

Visszatérő víz hőfok (°C)

—

40

+

Levegő hőmérséklet (°C)

—

22

+

Ventilátor fordulatszám

3

▼

Mutat

Szélesség (mm)	170	200	230	230	250
Magasság (mm)	90				110
Hosszúság (mm)					
700	167W	248W	272W	345W	471W
800	167W	248W	272W	345W	471W
900	167W	248W	272W	345W	471W
1000	346W	512W	561W	713W	972W
1100	346W	512W	561W	713W	972W
1200	346W	512W	561W	713W	972W
1300	524W	775W	851W	1081W	1473W
1400	524W	775W	851W	1081W	1473W
1500	621W	919W	1009W	1282W	1746W
1600	621W	919W	1009W	1282W	1746W
1800	761W	1127W	1237W	1571W	2141W
2000	858W	1271W	1395W	1772W	2414W
2200	945W	1399W	1535W	1950W	2657W

Energetikai minőségtanúsítvány összesítő

Épület: Új Épületszárny

Megrendelő: Orosz Dénes, FZCW40

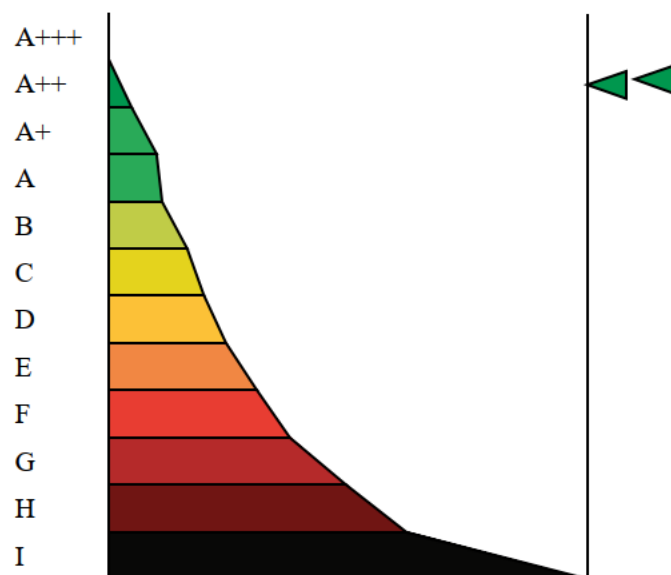
Tanúsító: Orosz Dénes, FZCW40

Összesített energetikai jellemző: 20.68 kWh/m²a referencia értéke: 95.00 kWh/m²a

Fajlagos széndioxid kibocsátás: 4.09 kg/m²a referencia értéke: 25.00 kg/m²a

Összesített energetikai jellemző szerinti besorolás: A++₂₀₂₃ (27.2 %)

Fajlagos széndioxid kibocsátás szerinti besorolás: A++₂₀₂₃ (20.5 %)



Épület felület-térfogat aránya: 0.267 m²/m³

Fajlagos hővesztésgtényező: 0.022 W/m³K

Dátum: 2024. 11. 18.

Szerkezet típusok:

Gépudvar fal

Típusa: külső fal

Rétegtervi hőátbocsátási tényező: $0.164 \text{ W/m}^2\text{K}$

Megengedett értéke: $0.240 \text{ W/m}^2\text{K}$

A rétegtervi hőátbocsátási tényező megfelelő.

Hőátbocsátási tényező: $0.164 \text{ W/m}^2\text{K}$

Csillapítási tényező: 157.84

Késleltetés: 10.2 h

Fajlagos tömeg: 499 kg/m^2

Fajlagos hőtároló tömeg: 13 kg/m^2

Fajlagos hőkapacitás: 10 $\text{kJ/m}^2\text{K}$

Felületi légállapot $-13 \text{ }^\circ\text{C}$ -nál: $21.3 \text{ }^\circ\text{C}$ 52 %

Légállapot kívül: $-13.0 \text{ }^\circ\text{C}$ 90 %

Légállapot belül: $22.0 \text{ }^\circ\text{C}$ 50 %

Hőátadási ellenállás kívül: $0.04 \text{ m}^2\text{K/W}$

Hőátadási ellenállás belül: $0.13 \text{ m}^2\text{K/W}$

Diffúziós időszak: 180 nap

Rétegek kívülről befelé

Réteg	d	λ	R	δ	R_v	c	ρ	φ_A
megnevezés	[cm]	[W/mK]	[$\text{m}^2\text{K/W}$]	[g/msMPa]	[$\text{m}^2\text{sMPa/g}$]	[kJ/kgK]	[kg/m^3]	[%]
vasbeton	20	1,55	0,12903	0,008	25	0,84	2400	94
Austrotherm AT-N100	20	0,037	5,4054	0	75,598	1,46	-	87
Heraklith-C (35 mm vastag)	3,5	0,09	0,38889	0,0253	1,3834	1,8	428,6	56

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

Egyensúlyi állapotban páralecsapódás van, de a diffúziós időszak alatt nem tud kialakulni (feltöltési idő: 7018 nap).

Közbenső födém burkolt

Típusa: belső födém (lefelé hűlő)

y méret: 1 m

Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 0.574 W/m²K

Hőátbocsátási tényező: 0.574 W/m²K

Csillapítási tényező: 135.24

Késleltetés: 12.5 h

Fajlagos tömeg: 675 kg/m²

Fajlagos hőtároló tömeg: 528 / 144 kg/m²

Fajlagos hőkapacitás: 444 / 142 kJ/m²K

Padló hőelnyelési tényező: 1.768 kJ/m²Ks^{1/2}

Padló besorolás: hideg

Légállapot kívül: -13.0 °C 90 %

Légállapot belül: 22.0 °C 50 %

Hőátadási ellenállás kívül: 0.17 m²K/W

Hőátadási ellenállás belül: 0.17 m²K/W

Diffúziós időszak: 180 nap

Rétegek kívülről befelé

Réteg	d	λ	R	δ	R_v	c	ρ	ϕ_A
megnevezés	[cm]	[W/mK]	[m ² K/W]]	[g/msM Pa]	[m ² sMPa /g]	[kJ/kgK]	[kg/m ³]	[%]
Csempe	1	1,05	0,00952 38	0,017	0,58824	0,88	1800	65
Burkolatragasztó	0,5	1	0,005	0	0,26999	1	1800	64
Cementesztych	6,5	1,15	0,05652 2	0	35,099	1	1800	64
Polietilén fólia	0,1	0,5	0,002	0	199,79	0	0	82
ISOVER lépéshangszig. (TDPT)	2	0,031	0,64516	0,16	0,125	0,84	115	62
Austrotherm AT- N100	2	0,037	0,54054	0	7,5598	1,46	-	33
vasbeton	22	1,55	0,14194	0,008	27,5	0,84	2400	47

Közbenső födém iroda

Típusa: belső födém (felfelé hűlő)

y méret: 1 m

Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 1.876 W/m²K

Hőátbocsátási tényező: 1.876 W/m²K

Csillapítási tényező: 18.29

Késleltetés: 7.6 h

Fajlagos tömeg: 542 kg/m²

Fajlagos hőtároló tömeg: 538 / 506 kg/m²

Fajlagos hőkapacitás: 452 / 424 kJ/m²K

Padló hőelnyelési tényező: 1.768 kJ/m²Ks^{1/2}

Padló besorolás: hideg

Légállapot kívül: -13.0 °C 90 %

Légállapot belül: 22.0 °C 50 %

Hőátadási ellenállás kívül: 0.10 m²K/W

Hőátadási ellenállás belül: 0.10 m²K/W

Diffúziós időszak: 180 nap

Rétegek kívülről befelé

Réteg	d	λ	R	δ	R _v	c	ρ	φ _A
megnevezés	[cm]	[W/mK]	[m ² K/W]	[g/msMPa]	[m ² sMPa/g]	[kJ/kgK]	[kg/m ³]	[%]
Szőnyegpadló	0,8	0,38	0,02105 3	0,0004	20	1,47	1800	76
Álpadló légréteg	11,5	0	0,17	0	0	0	0	67
vasbeton	22	1,55	0,14194	0,008	27,5	0,84	2400	64

Külső fal

Típusa: külső fal

Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 0.198 W/m²K

Megengedett értéke: 0.240 W/m²K

A rétegtervi hőátbocsátási tényező megfelelő.

Hőátbocsátási tényező: 0.198 W/m²K

Csillapítási tényező: 677.78

Késleltetés: 14.6 h

Fajlagos tömeg: 995 kg/m²

Fajlagos hőtároló tömeg: 18 kg/m²

Fajlagos hőkapacitás: 16 kJ/m²K

Felületi légállapot -13 °C-nál: 21.1 °C 53 %

Légállapot kívül: -13.0 °C 90 %

Légállapot belül: 22.0 °C 50 %

Hőátadási ellenállás kívül: 0.04 m²K/W

Hőátadási ellenállás belül: 0.13 m²K/W

Diffúziós időszak: 180 nap

Rétegek kívülről befelé

Réteg	d	λ	R	δ	R_v	c	ρ	φ_A
megnevezés	[cm]	[W/mK]	[m ² K/W]]	[g/msM Pa]	[m ² sMPa /g]	[kJ/kgK]	[kg/m ³]	[%]
gipszvakolat	1,5	0,29	0,05172 4	0,048	0,3125	0,84	800	86
vasbeton	40	1,55	0,25806	0,008	50	0,84	2400	93
Hőszigetelés	16	0,035	4,5714	0	86,398	1,46	-	83
Vakolat	1	0,93	0,01075 3	0,022	0,45455	0,88	1800	53

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

Külső nyílászáró

Típusa: ablak (külső, fa vagy PVC)

Hőátbocsátási tényező: 0.740 W/m²K

Megengedett értéke: 1.100 W/m²K

A hőátbocsátási tényező megfelelő.

Nyílászáró számítás az összetevők alapján

Üvegezés: ALBA THERM 4:/16/4/16:/4+Ar $U_g = 0.60$ W/m²K $g = 0.520$

Keret, tok (körben): PVC 60 mm-es 3 kamrás $U_f = 1.80$ W/m²K szélesség = 40 mm

Távtartó: műanyag belső merevítőprofil $Y_g = 0.000$ W/mK

Üvegezési arány: 88 %

Üvegezés g értéke: 0.520

Éjszaka társított szerkezet hőv. ellen.: 0.120 m²K/W

Árnyékolás naptényezője télen: 0.900

Árnyékolás módja nyáron: belső

Árnyékolás naptényezője nyáron: 1.000

Külső nyílászáró_redőnnyel

Típusa: ablak (külső, fa vagy PVC)

Hőátbocsátási tényező: $0.820 \text{ W/m}^2\text{K}$

Megengedett értéke: $1.100 \text{ W/m}^2\text{K}$

A hőátbocsátási tényező megfelelő.

Nyílászáró számítás az összetevők alapján

Üvegezés: 4:-16-4-16-:4 argongázos $U_g = 0.60 \text{ W/m}^2\text{K}$ $g = 0.520$

Keret, tok (körben): PVC 75 mm-es 4-5 kamrás $U_f = 1.40 \text{ W/m}^2\text{K}$ szélesség = 75 mm

Távtartó: műanyag belső merevítőprofil $Y_g = 0.020 \text{ W/mK}$

Üvegezési arány: 79 %

Üvegezés g értéke: 0.520

Éjszaka társított szerkezet hőv. ellen.: $0.330 \text{ m}^2\text{K/W}$

Árnyékolás naptényezője télen: 0.900

Árnyékolás módja nyáron: belső

Árnyékolás naptényezője nyáron: 1.000

Zárófödém-zöldtetővel

Típusa: tető

y méret: 1 m

Rétegtervi hőátbocsátási tényező: $0.125 \text{ W/m}^2\text{K}$

Megengedett értéke: $0.170 \text{ W/m}^2\text{K}$

A rétegtervi hőátbocsátási tényező megfelelő.

Hőátbocsátási tényező: $0.125 \text{ W/m}^2\text{K}$

Csillapítási tényező: 751.67

Késleltetés: 13.5 h

Fajlagos tömeg: 618 kg/m^2

Fajlagos hőtároló tömeg: 558 kg/m^2

Fajlagos hőkapacitás: 469 $\text{kJ/m}^2\text{K}$

Felületi légállapot -13 °C-nál: 21.6 °C 51 %

Légállapot kívül: -13.0 °C 90 %

Légállapot belül: 22.0 °C 50 %

Hőátadási ellenállás kívül: 0.04 m²K/W

Hőátadási ellenállás belül: 0.10 m²K/W

Diffúziós időszak: 180 nap

Rétegek kívülről befelé

Réteg	d	λ	R	δ	R _v	c	ρ	φ _A
megnevezés	[cm]	[W/mK]	[m ² K/W]	[g/msMPa]	[m ² sMPa/g]	[kJ/kgK]	[kg/m ³]	[%]
Polipropilén fátjol	0,1	0,2	0,005	0	539,99	0	0	94
PIR hab	12	0,027	4,4444	0	64,798	1,4	-	51
hőszigetelés								
PIR hab	12	0,037	3,2432	0	0,84238	0,84	120	15
hőszigetelés								
BAUDER SUPER AL-E PLUS	0,4	0,2	0,02	0	2159,9	0	0	31
vasbeton	25	1,55	0,16129	0,008	31,25	0,84	2400	52

Határoló szerkezetek:

Szerkezet megnevezés	típus	tájolás	U	U*	A	A _ü	g	C
			[W/m ² K]	[W/m ² K]	[m ²]	[m ²]	-	[MJ/K]
Külső fal	külső fal	É	0,198	0,198	147,3	0,0		2,4
Zárfödém- zöldtetővel	tető	É	0,125	0,125	14,9	0,0		7,0
Külső nyílászáró	ablak (külső, fa vagy PVC)	É	0,7	0,68373	90,6	82,4	0,52	0,0

Külső nyílászáró_redőnyyel	ablak (külső, fa vagy PVC)	É	0,77	0,7232	19,7	16,5	0,52	0,0
Gépudvar fal	külső fal	K	0,164	0,164	52,1	0,0		0,5
Külső fal	külső fal	K	0,198	0,198	160,9	0,0		2,6
Külső nyílászáró	ablak (külső, fa vagy PVC)	K	0,7	0,68373	236,3	215,1	0,52	0,0
Külső nyílászáró_redőnyyel	ablak (külső, fa vagy PVC)	K	0,77	0,7232	55,1	46,3	0,52	0,0
Külső nyílászáró_redőnyyel	ablak (külső, fa vagy PVC)	K	0,79	0,74099	5,2	4,3	0,52	0,0
Külső fal	külső fal	D	0,198	0,198	14,3	0,0		0,2
Külső nyílászáró_redőnyyel	ablak (külső, fa vagy PVC)	D	0,77	0,7232	7,9	6,6	0,52	0,0
Külső fal	külső fal	NY	0,198	0,198	105,6	0,0		1,7
Külső nyílászáró	ablak (külső, fa vagy PVC)	NY	0,67	0,65504	46,5	43,7	0,52	0,0
Külső nyílászáró	ablak (külső, fa vagy PVC)	NY	0,7	0,68373	315,1	286,8	0,52	0,0
Külső nyílászáró_redőnyyel	ablak (külső, fa vagy PVC)	NY	0,77	0,7232	43,3	36,4	0,52	0,0
Zárfödém-zöldtetővel	tető		0,125	0,125	151,4	0,0		71,0

Hőtároló tömegek:

Megnevezés	A	m _t	M _t	c	C
	[m ²]	[kg/m ²]	[t]	[kJ/m ² K]	[MJ/K]
Gépudvar fal	52,1	13	0,68	10	0,52

Külső fal	428,1	18	7,71	16	6,85
Zárfödém-zöldtetővel	166,4	558	92,85	469	78,04
Közbenső födém iroda	458,3	538	246,58	452	207,16
Közbenső födém burkolt	202,4	528	106,87	444	89,87
Összesen	-	-	454,68	-	382,44

Használati feltételek szerinti zónák:

Zóna	A	q _F	q _H	n _{szüks}	t _{nap}	N _{év}	q _b
típusa	[m ²]	[°C]	[°C]	[1/h]	[h/nap]	[nap/év]	[W/m ²]
Lakóépület egésze	1970,9	20	26	0,50	24,0	365	5

Hőegyensúly szerinti zónák:

A	C _{m,eff} /A _N	n _{filt}	n _{éjjel}	Zóna
[m ²]	[kJ/m ² K]	[1/h]	[1/h]	megnevezés
1970,9	213	0,06	-	

Számítási zónák:

Zóna	Típusa	Hőegyensúly	t _e	A	V	C _{m,eff}	Q _{F,net}	q _{F,net}
jele		szerinti zóna	[°C]	[m ²]	[m ³]	[kJ/m ² K]	[MWh/a]	[kWh/m ² a]
F1	fűtés	1970,92 m2	20,0	4,6	15,4	452	0,1209	26,4
F2	fűtés	1970,92 m2	20,0	336,0	1135,6	412	1,78	5,3
F3	fűtés	1970,92 m2	20,0	1630,4	5510,7	171	9,897	6,1
H1	hűtés	1970,92 m2	26,0	4,6	15,4	452		
H2	hűtés	1970,92 m2	26,0	1966,4	6646,3	213		

Fűtési rendszer

Tetőre telepített LG gyártmányú levegő-víz hőszivattyú berendezés.

A_N : 1630.38 m² (a rendszer alapterülete)

$Q_{F,net,FR}$: 674 kWh/a (fűtés nettó hőenergia igénye)

$q_{F,net,FR}$: 0.41 kWh/m²a (a fűtés fajlagos nettó hőenergia igénye)

Elektromos üzemű hőszivattyú, levegő hőforrással, fűtővíz hőmérséklet 55/45

elektromos áram (energiahordozó típusa)

e_F : 0.37 (a hőtermelő teljesítménytényezője)

$w_{F,seg}$: 0.00 kWh/m²a (fajlagos segédenergia igény)

$Q_{F,vég}$: 1768 kWh/a (végső hőenergiaigény)

Közvetlen helyiséglevegő fűtések

Levegőfűtés (indukciós berendezéssel, fan coilal) a belső hőmérséklet folytonos PI vagy PID szabályozása

$e_{F,szab,0}$: 1.042 (Hőtermelő szabályozás)

$e_{F,szab}$: 1.042 (a beszabályozás hatását kifejező korrekció)

Elosztó vezetékek a fűtött téren kívül, vízhőmérséklet 55/45

$q_{F,szall}$: 2.50 kWh/m²a (az elosztóvezetékek fajlagos vesztesége)

Fordulatszám szabályozású szivattyú, hőlépcső 10 K

$w_{F,sziv}$: 0.37 kWh/m²a (a keringtetés fajlagos energia igénye)

Elhelyezés a fűtött térben, vízhőmérséklet 55/45

$q_{F,tár}$: 0.00 kWh/m²a (a hőtárolás fajlagos vesztesége és segédenergia igénye)

$w_{F,tár}$: 0.08 kWh/m²a

Energiafelhasználás

$W_{F,vég}$: 724 kWh/a (segédenergia igény)

$E_{F,vég}$: 1768 kWh/a (végenergiaigény) villamos energia

Indikátorok

$E_{F,nren,fajl}$: 3.52 kWh/m²a (nem megújuló primerenergia igény)

$E_{F,ren,fajl}$: 0.46 kWh/m²a (megújuló primerenergia igény)

$E_{F,tot,fajl}$: **3.97 kWh/m²a** (teljes primerenergiaigény)

$E_{F,CO_2,fajl}$: **0.70 kgCO₂/m²a** (CO₂ emisszió)

Melegvíz-termelő rendszer

A_N : 1966.35 m² (a rendszer alapterülete)

$q_{H MV}$: 0.07 kWh/m²a (a melegvíz készítés nettó energia igénye)

1 * 0.40 fejenként = 0.40 kWh/nap Irodaház

Elektromos fűtőpatron

elektromos áram (energiahordozó típusa)

$e_{H MV}$: 1.00 (a hőtermelő teljesítménytényezője)

$w_{H MV,seg}$: 0.00 kWh/m²a (fajlagos segédenergia igény)

$Q_{H MV,vég}$: 168 kWh/a (végső hőenergiaigény)

Elosztó vezetékek a fűtött téren belül, cirkuláció nélkül

$q_{H MV,v}$: 10.00 % (a melegvíz elosztás fajlagos vesztesége)

nincs elosztási veszteség

$w_{H MV,szall}$: 0.00 kWh/m²a (a cirkulációs szivattyú fajlagos energia igénye)

Elhelyezés a fűtött térben, nappali árammal működő elektromos boiler

$q_{H MV,t}$: 5.00 % (a melegvíz tárolás fajlagos vesztesége)

Energiafelhasználás

$E_{H MV,vég}$: 168 kWh/a (végenergiaigény) villamos energia

Indikátorok

$E_{H MV,nren,fajl}$: **0.20 kWh/m²a** (nem megújuló primerenergia igény)

$E_{H MV,ren,fajl}$: **0.03 kWh/m²a** (megújuló primerenergia igény)

$E_{H MV,tot,fajl}$: **0.22 kWh/m²a** (teljes primerenergiaigény)

$E_{H MV,CO_2,fajl}$: **0.04 kgCO₂/m²a** (CO₂ emisszió)

Légtechnikai rendszer

A_{LT} : 1966.4 m² (a rendszer alapterülete)

n_{LT} : 0.50 1/h (Légcserezszám a használati időben)

V_{LT} : 3323.1 m³/h (Levegő térfogatáram a használati időben)

h_r : 70.0 % (Légtechnikai rendszer hővisszanyerőjének hatásfoka)

$q_{bef, F}$: 20.0 °C (Beépített léghevítő befűvási hőmérséklete)

$q_{bef, H}$: 26.0 °C (Beépített léghűtő befűvási hőmérséklete)

$Q_{F,LT}$: 11313 kWh/a (fűtés energiaigénye)

Elektromos üzemű hőszivattyú, levegő hőforrással, fűtővíz hőmérséklet 55/45

elektromos áram (energiahordozó típusa)

e_{LT} : 0.37 (a hőtermelő teljesítménytényezője)

$w_{LT,seg}$: 0.00 kWh/m²a (fajlagos segédenergia igény)

$Q_{LT,vég}$: 4186 kWh/a (végső hőenergiaigény)

Vízhűtéses folyadékűtők (csavar kompresszor) EER=5,0

elektromos áram (energiahordozó típusa)

e_H : 0.20 (a hőtermelő teljesítménytényezője)

$w_{H,seg}$: 0.00 kWh/m²a (fajlagos segédenergia igény)

$Q_{H,vég}$: 20 °C feletti befűvási hőmérséklet, helyiségenkénti szabályozás

f_{LT} : 5.00 % (a teljesítmény és a hőigény illesztésének pontatlansága miatti veszteség)

V_{LT} : 3323.1 m³/h (a levegő térfogatárama)

D_{pLT} : 0 Pa (a rendszer áramlási ellenállása)

h_{vent} : 50.0 % (a ventilátor összh hatásfoka)

$D_{tLT,a}$: 8760 h (a légtechnikai rendszer egész évi működési ideje)

$$W_{vent} = V_{LT} * D_{pLT} / 3600 / h_{vent} * D_{tLT,a} / 1000$$

$$W_{vent} = 3323,1 * 0 / 3600 / 0,5 * 8760 / 1000 = 0 \text{ kWh/a}$$

Energiafelhasználás

$E_{LT,vég}$: 4186 kWh/a (végenergiaigény) villamos energia

Indikátorok

$E_{LT,nren,fajl}$: **4.90 kWh/m²a** (nem megújuló primerenergia igény)

$E_{LT,ren,fajl}$: **0.64 kWh/m²a** (megújuló primerenergia igény)

$E_{LT,tot,fajl}$: **5.53 kWh/m²a** (teljes primerenergiaigény)

$E_{LT,CO2,fajl}$: **0.97 kgCO₂/m²a** (CO₂ emisszió)

Fűtési rendszer

Az épület központi rendszeréről ellátva

A_N : 340.54 m² (a rendszer alapterülete)

$Q_{F,net,FR}$: 350 kWh/a (fűtés nettó hőenergia igénye)

$q_{F,net,FR}$: 1.03 kWh/m²a (a fűtés fajlagos nettó hőenergia igénye)

Elektromos üzemű hőszivattyú, levegő hőforrással, fűtővíz hőmérséklet 55/45

elektromos áram (energiahordozó típusa)

e_F : 0.37 (a hőtermelő teljesítménytényezője)

$w_{F,seg}$: 0.00 kWh/m²a (fajlagos segédenergia igény)

$Q_{F,vég}$: 607 kWh/a (végső hőenergiaigény)

Szabad fűtőfelülettel rendelkező (radiátoros)

Szabályozás nélkül vagy központi előremenő hőmérséklet szabályozással, de helyiség-hőmérséklet szabályozás nélkül

$e_{F,szab,0}$: 1.149 (Hőtermelő szabályozás)

kétsöves fűtés és modernizált egysöves fűtés 55 °C/45 °C

$e_{F,szab,1}$: 0.015 (Hőmérséklet-hatás)

radiátor üvegfelület előtt hőtükör nélkül

$e_{F,szab,2}$: 0.051 (Határolószerkezet-hatás)

különálló, képes önálló be-kikapcsolásra (pl. termosztatikus szelep)

$e_{F,szab,3}$: -0.060 (Helyiség szabályozás)

Kétsöves rendszer fűtőtestenként dinamikus besabályozás (pl. automatikus térfogatáram korlátozókkal/nyomáskülönbség-szabályozókkal)

$e_{F,szab,4}$: 0.000 (Hidraulikai besabályozás)

$e_{F,szab}$: 1.155 (a besabályozás hatását kifejező korrekció)

Elosztó vezetékek a fűtött téren kívül, vízhőmérséklet 55/45

$q_{F,szall}$: 3.54 kWh/m²a (az elosztóvezetékek fajlagos vesztesége)

Fordulatszám szabályozású szivattyú, hőlépcső 10 K

$w_{F,sziv}$: 0.74 kWh/m²a (a keringtetés fajlagos energia igénye)

Elhelyezés a fűtött térben, vízhőmérséklet 55/45

$q_{F,tár}$: 0.09 kWh/m²a (a hőtárolás fajlagos vesztesége és segédenergia igénye)

$w_{F,tár}$: 0.22 kWh/m²a

Energiafelhasználás

$W_{F,vég}$: 327 kWh/a (segédenergia igény)

$E_{F,vég}$: 607 kWh/a (végenergiaigény) villamos energia

Indikátorok

$E_{F,nren,fajl}$: **6.31 kWh/m²a** (nem megújuló primerenergia igény)

$E_{F,ren,fajl}$: **0.82 kWh/m²a** (megújuló primerenergia igény)

$E_{F,tot,fajl}$: **7.13 kWh/m²a** (teljes primerenergiaigény)

$E_{F,CO_2,fajl}$: **1.25 kgCO₂/m²a** (CO₂ emisszió)

Melegvíz-termelő rendszer

Vizesblokkban egyedi elektromos melegvíz termelés

A_N : 340.54 m² (a rendszer alapterülete)

q_{HMV} : 25.00 kWh/m²a (a melegvíz készítés nettó energia igénye)

Elektromos fűtőpatron

elektromos áram (energiahordozó típusa)

e_{HMV} : 1.00 (a hőtermelő teljesítménytényezője)

$w_{HMV,seg}$: 0.00 kWh/m²a (fajlagos segédenergia igény)

$Q_{HMV,vég}$: 9944 kWh/a (végső hőenergiaigény)

Elosztó vezetékek a fűtött téren belül, cirkuláció nélkül

$q_{HMV,v}$: 10.00 % (a melegvíz elosztás fajlagos vesztesége)

nincs elosztási veszteség

$w_{HMV,szall}$: 0.00 kWh/m²a (a cirkulációs szivattyú fajlagos energia igénye)

Elhelyezés a fűtött térben, nappali árammal működő elektromos boyler

$q_{HMV,t}$: 6.80 % (a melegvíz tárolás fajlagos vesztesége)

Energiafelhasználás

$E_{HMV,vég}$: 9944 kWh/a (végenergiaigény) villamos energia

Indikátorok

$E_{\text{H MV,nren,fajl}}: 67.16 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ (nem megújuló primerenergia igény)

$E_{\text{H MV,ren,fajl}}: 8.76 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ (megújuló primerenergia igény)

$E_{\text{H MV,tot,fajl}}: 75.92 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ (teljes primerenergiaigény)

$E_{\text{H MV,CO}_2,\text{fajl}}: 13.29 \text{ kgCO}_2/\text{m}^2\text{a}$ (CO₂ emisszió)

Épülettechnikai rendszerek értékelése:

Megnevezés	E_{nren} [kWh/a]	$E_{\text{nren,ref}}$ [kWh/a]	$E_{\text{nren}}/E_{\text{nren,ref}}$ [%]	Minősítés
Fűtési és légtechnikai rendszer	17507	63257	27,7	kiváló
Használati melegvíz ellátó rendszer	23257	13448	172,9	rossz

Az épület(rész) összesített energetikai jellemzője

$$E_{\text{nren}} = E_{\text{F,nren}} + E_{\text{H MV,nren}} + E_{\text{LT,nren}} + E_{\text{H,nren}} + E_{\text{vil,nren}} + E_{\text{exp,nren}} = 4 + 11,8 + 4,88 + 0 + 0 + 0$$

$E_{\text{nren,fajl}}: 20.68 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ (az összesített energetikai jellemző számított értéke)

$E_{\text{nren,fajl,max}}: 110.00 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ (megengedett értéke jelentős felújítás esetén)

$E_{\text{nren,fajl,max}}: 76.00 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ (megengedett értéke új épületekre)

Az épület(rész) fajlagos szén-dioxid-kibocsátása

$$E_{\text{CO}_2} = E_{\text{F,CO}_2} + E_{\text{H MV,CO}_2} + E_{\text{LT,CO}_2} + E_{\text{H,CO}_2} + E_{\text{vil,CO}_2} + E_{\text{exp,CO}_2} = 0,79 + 2,33 + 0,97 + 0 + 0 + 0$$

$E_{\text{CO}_2,\text{fajl}}: 4.09 \text{ kg/m}^2\text{a}$ (a fajlagos szén-dioxid-kibocsátás számított értéke)

$E_{\text{CO}_2,\text{fajl,max}}: 20.00 \text{ kg/m}^2\text{a}$ (megengedett értéke új épületekre)

Becsült éves fogyasztás energiahordozók szerint

Energiahordozó típusa	E [MWh/a]	F [a]	K [eFt/a]
elektromos áram	17,72	17,72 MWh	-
Összesen			0,00

A referencia épület adatai

Épület

Külső falak hőhidasságának jellege: erősen

Tető hőhidasságának jellege: erősen

Tömítetlenségből származó légcsera növekedés: 0,06 (nyílászárók több homlokzaton, vagy szellőzőkürtő)

A fűtési rendszer

Hőtermelő a fűtött téren kívül

Elosztóvezetékek a fűtött téren kívül

Hőleadók száma maximum 10

A melegvíz termelő rendszer

Elosztóvezetékek a fűtött téren kívül

A hűtési rendszer

Hűtőgép teljesítmény tényezője: levegő-víz hűtőgép, névl. telj. < 400 kW, SEER: 3,8

Megnevezés	Csoport neve	Helyiség funkciója	Épületneve	A [m ²]	V [m ³]	h [m]	t _i [°C]	Q _t [W]	q _t [W/m ²]	t _{ny} [°C]	Q _{ny} [W]	q _{ny} [W/m ²]	Q _{sd} [W]	Q _{sd} [kWh/a]	Q _{sdnyár} [W]	H _{Tr,e} [W/K]
03_Konyha étkező	3.emelet\	Ebédlő	3. emelet	26,14	88,353	3,38	22	1174	44,9	24	3190	122,0	232,3	929,1	774,2	9,5
04_Csend szoba	3.emelet\	Iroda	3. emelet	4,57	15,447	3,38	22	0	0,0	24	213	46,6	0,0	0,0	0,0	0,0
05_Csend szoba	3.emelet\	Iroda	3. emelet	4,57	15,447	3,38	22	0	0,0	24	213	46,6	0,0	0,0	0,0	0,0
06_Közlakedő	3.emelet\	Folyosó	3. emelet	10,57	35,727	3,38	22	0	0,0	24	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
07_Tárgyaló	3.emelet\	Iroda	3. emelet	25,02	84,568	3,38	22	1277	51,0	24	2460	98,3	397,1	163,...	848,7	13,5
08_Irodatér	3.emelet\	Iroda	3. emelet	162,...	549,01	3,38	22	8081	49,8	24	20586	126,7	168,...	665,...	563,...	81,5
11_Vezető iroda	3.emelet\	Iroda	3. emelet	14,61	49,382	3,38	22	815	55,8	24	2971	203,4	232,3	929,1	774,2	9,9
Férfi mosdó	3.emelet\	Fürdőszoba	3. emelet	9,57	32,347	3,38	22	374	39,1	24	0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9
Lépcsőház	3.emelet\		3. emelet	28	94,64	3,38	22	0	0,0	24	0	0,0	170,6	682,5	568,7	0,0
Liftelőtér	3.emelet\		3. emelet	14,95	50,531	3,38	22	708	47,4	24	2064	138,1	170,6	682,5	568,7	6,5
Női mosdó	3.emelet\	Fürdőszoba	3. emelet	9,57	32,347	3,38	22	374	39,1	24	0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9
Takszer	3.emelet\		3. emelet	2,54	8,5852	3,38	22	0	0,0	24	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0