SZAKDOLGOZAT

Mészáros József

2023

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Szent István Campus

Műszaki Intézet

gépészmérnöki alapképzési szak

EGY IRODAI BÉRLEMÉNY LÉGTECHNIKAI RENDSZERÉNEK FIT-OUT KIVITELI TERVEZÉSE BIM SZOFTVERREL

Belső konzulens:	Dr. Szabó Márta egyetemi docens
Belső konzulens intézete/tanszéke:	**Műszaki Intézet Épületgépészeti és Energetikai Tanszék**
Külső konzulens:	Almási Zsolt épületgépész tervező, csoportvezető
Készítette:	**Mészáros József**

GÖDÖLLŐ

2023

MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM

Szent István Campus, Gödöllő
Cím: 2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1.
Tel.: +36-28/522-000
Honlap: https://godollo.uni-mate.hu

MŰSZAKI INTÉZET GÉPÉSZMÉRNÖKI ALAPKÉPZÉS
épületgépész specializáció

SZAKDOLGOZAT

feladatlap

Mészáros József (E4PBBW)
részére

A szakdolgozat címe:

Egy irodai bérlemény légtechnikai rendszerének fit-out kiviteli tervezése BIM szoftverrel

Feladatkiírás:

Tervezze meg, egy irodai bérlemény fit-out szellőztető rendszerét. Határozza meg az iroda egyes helyiségeinek friss levegő igényét. Biztosítsa a helyiségek megfelelő hűtését. Méretezze a légtechnikai rendszer egyes elemeit. Készítse el a szellőző rendszer 3D-s modelljét és a kiviteli terveket BIM szoftvert használatával.

Közreműködő tanszék: Épületgépészeti és Energetikai Tanszék

Külső konzulens: *Almási Zsolt, épületgépész tervező, csoportvezető, BIMeXpert Kft., 1116 Budapest, Hunyadi János út 3.*

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

Beadási határidő: 2023. november 6.

Gödöllő, 2023. november 6.

Jóváhagyom		**Átvettem**
(tanszékvezető)	(szakfelelős)	(hallgató)

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

Gödöllő, 2023. november 6.

(külső konzulens)

Tartalomjegyzék

1 Bevezetés és célkitűzés 5

2 Irodalmi áttekintés 6

2.1 Hazánk XX. századi irodaépítésének kezdeti története 6

2.2 Komfortelmélet 6

2.2.1 Komfortérzet 6

2.2.2 Diszkomfort tényezők 8

2.2.3 Az emberi test hőmérséklet szabályozása 9

2.2.4 Termikus komfortjellemzők 13

2.2.5 Levegő minőségi jellemzők 14

2.2.6 Légtechnikai méretezés a komfortérzet három kategóriája szerint 15

2.2.7 Beteg épület szindróma 15

2.2.8 A természetes és gépi szellőztetés előnyei és hátrányai 17

2.2.9 A friss levegő igény számítása 18

2.3 Az irodaépületek hűtési és fűtési rendszerei 18

2.3.1 Irodaépületek jellemzői 19

2.3.1 Fan-coil rendszerek 21

2.3.2 Klímagerendák 22

2.3.3 Felülethűtő-fűtő rendszerek 24

2.4 Légvezetési rendszerek 24

2.4.1 Hígításos légvetési rendszerek 25

2.4.2 Elárasztásos légvezetési rendszer 28

2.5 Az épületek energiafogyasztásával kapcsolatos jogszabályi háttér 29

2.6 Zöld épületminősítő rendszerek 32

2.6.1 BREEAM 35

2.6.2 LEED 35

2.6.3 DGNB 36

2.6.4 WELL 36
2.7 Az épületinformációs modellezés (BIM) 37
3 Anyag és módszer 38
3.1 Az irodai bérlemény bemutatása 38
3.1.1 A bérlemény shall & core épületgépészeti jellemzői 38
3.2 A tervezési feladat meghatározása 40
3.3 A bérlemény helyszíni felmérése 41
3.4 Felmérés kiértékelése 42
3.5 A helyiségek friss levegőmennyiségének meghatározása 45
3.5.1 A helyiség alapterülete alapján számított levegőigény 46
3.5.2 A helyiségben tartózkodók száma alapján számított friss levegőigény 48
3.5.3 A belső levegő minősége alapján számított friss levegőigény 49
3.5.4 A LEED szerint számított friss levegőigény 52
3.5.5 A TNM rendelet alapján számított friss levegőigény 55
3.6 A friss levegőszámítás eredményeinek kiértékelése 56
3.7 A légtechnikai elemek méretezése 58
3.7.1 Klímagerendák méretezése 58
3.7.2 A bérlemény teljes légforgalma 60
3.7.3 Résbefúvók méretezése 61
3.7.4 A hangcsillapított átszellőzők méretezése 62
3.7.5 Hangcsillapítók méretezése 64
3.7.6 A légtechnikai rendszer nyomásesés számítása és ellenőrzése 65
3.8 A bérlemény háromdimenziós Revit modellezése 67
3.8.1 Revites family fejlesztés 68
3.8.2 Anemosztát modellezése 71
3.9 A bérlemény megtervezett légtechnikai rendszerének leírása 74
4 Összefoglalás 75

5 Summary 77
6 Nyilatkozatok 78
7 Irodalomjegyzék 79
8 Köszönetnyilvánítás 80
9 Melléklet 81
9.1 Klímagerendák méretezésének adatlapjai 81
9.2 Hangcsillapítók méretezésének adatlapjai 81
9.3 Mértékadó ágak légtechnikai nyomásveszteségének számítása 81
9.4 Az irodai bérlemény légtechnikai rendszerének kiviteli terve 81
9.5 Az irodai bérlemény légtechnikai rendszerének árazatlan költségvetése 81
9.6 Az irodai bérlemény légtechnikai rendszerének műszaki leírása 81

1 Bevezetés és célkitűzés

Hazánkban az elmúlt időszakban jelentős mennyiségű új irodaház épült, amelyek a leendő bérlők számára nyújtanak úgynevezett shall & core területeket, ahol a bérlők akár a saját egyéni ízlésüknek megfelelő irodákat is ki tudnak alakítani.

Dolgozatomban egy ilyen, a valóságban is létező irodai bérlemény fit-out légtechnikai tervezésének folyamatát mutatom be.

Célom, hogy olyan légtechnikai rendszert tervezzek, amely az irodahasználók komfortigényét mind szellőztetés, mind hűtési szempontból kielégítse.

Szakdolgozatom keretében:

- bemutatom az emberi komfortérzetre ható tényezőket
- ismertetem az irodaépületekben alkalmazott főbb hűtés- és fűtéstechnikai, valamint légtechnikai megoldásokat
- összefoglalom a fenntarthatóság elősegítése érdekében hozott nemzetközi egyezményeket, Európai Uniós és hazai jogszabályokat
- bemutatom a zöld épületminősítési rendszereket
- összehasonlítom az egyes friss levegőigény számítási módszerek eredményeit
- méretezem az irodaház beruházója által kiválasztott klímagerendákat a friss levegő- és a hűtési igény megfelelő komfortú biztosításához
- bemutatom egy a BIM modellezésre alkalmas szoftver által nyújtott tervezési és szerkesztési lehetőségeket
- ismertetem egyes BIM elemek szerkesztésének és paraméterezésének módját
- Revit 3 dimenziós szoftverrel elkészítem az irodai bérleményi légtechnikai rendszerének fit-out kiviteli terveit

2 Irodalmi áttekintés

2.1 Hazánk XX. századi irodaépítésének kezdeti története

Hazánkban a legintenzívebb és legnagyobb léptékű irodaépületberuházások a pesti Váci út mentén jöttek létre, így kialakítva mára a Váci úti irodakorridort. A középkorban a Váci út még pusztán csak a Pestről kivezető négy országút egyike volt. Az út képe az első magyarországi vasútvonal 1846-os megnyitása után kezdett el átalakulni. Az ipari tevékenységet folytató üzemeknek a főváros belső területeiről való kiszorulásával új helyet kellett találni az ipari tevékenység folyatására. Erre a vasút közelsége miatt is alkalmasnak tűnt a Nyugati pályaudvar és a mai Lehel tér környéke. A kiegyezést követően gyáralapítási láz söpört végig az országon, a Váci út pedig Budapest 1873-as egyesítésének idején már gyáripari központnak számított. A gépipari üzemek száma a XX. század első évtizedében megduplázódott, a Váci út Nyugati pályaudvartól az Újpesti vasúti hídig tartó szakaszán pedig már a gépipari-gépgyári vállalatok határozták meg a településszerkezet. A nyolcvanas évek második felében azonban az ipari-gazdasági válság és a teljes gazdasági átrendeződés vetett véget a korábbi gyáripari jellegű Váci útnak, a későbbiekben a gyárak közül sok tönkre is ment. Az üresen álló gyárépületek hasznosításának okán az épületeket elkezdték bérbe adni. A rendszerváltást követően a zsúfoltsággal küzdő belvárosból a központhoz közel fekvő terület a nagy alapterületű használaton kívüli ingatlanokkal remek alternatívának tűnt, így a Váci út funkcióváltása felgyorsult. A korábbi épületeket ma már nem csak irodaként adják bérbe, hanem a legtöbbet elbontották és helyükre új már irodaépületnek tervezett épületeket emeltek. (Horváth, 2017.)

2.2 Komfortelmélet

2.2.1 Komfortérzet

A legtöbb ember az európai kultúrkörben ideje jó részét épületekben tölti, egy részét otthonában, másik részét pedig munkahelyén. Az épített munkakörnyezet esetében a körülményeket a végzendő feladat technológiai követelményei szabják meg, vagy az ember által elvárt körülményeket kell minél jobban kielégíteni a hatékony munkavégzés érdekében. Különösen érvényes ez az irodák esetében. Az irodában a munkáltató részéről elvárt maximális szellemi munkavégzés csak kényelmes, komfortos környezetben teljesíthető.

Komfortos környezetről, vagy egyszerűen egy zárttér komfortjáról akkor beszélhetünk, ha az adott helyen az ember közérzete jó. (Barótfi – Halászné 2012.)

A komfortérzetet számos tényező befolyásolja:

- akusztikai tényezők
- szaglás és légzés
- tapintás és érintés
- látás és színhatás
- hőmérséklet, nedvesség és légáramlás
- épület rezgése, mozgása
- különleges tényezők (pl. napsütés, ionizáció)
- biztonsági tényezők
- csoportviselkedés (szeparálódás)
- napi életmenettel kapcsolatos tényezők
- előre nem várt veszélyek hatása
- gazdasági tényezők

A fentiek alapján a komfort egy összetett érzés, amelynek kialakításában nem csak műszaki tényezők vesznek részt. Zárt térben tartózkodó ember esetében azonban alkalmaznak egy másik szubjektív meghatározást is, a komfortérzetet, amelynek kialakításában az úgynevezett közvetlenül ható tényezők játszanak szerepet (Bánhidi – Kajtár 2000.):

- hőmérséklet
- nedvesség
- légmozgás
- zaj
- megvilágítás

Ezen tényezők már műszaki szempontból egyértelműen kézzelfoghatók, így mérhetőek, leírhatóak. Ezek alapján a zárt térben tartózkodók számára a komfort kérdésében meghatározó tényező a belső mikroklíma, amely elsősorban az ember hőkomfortjára hat, kialakításában pedig a fent felsorolt első három tényező játszik szerepet. A kellemes hőkomfort akkor jön létre, ha az ember a környezetében lévő levegő hőmérsékletét, páratartalmát, légmozgását és hősugárzási feltételeit optimálisnak találja. Ilyenkor az irodában tartózkodó személy nem igényel sem hidegebb, sem melegebb, sem szárazabb, sem nedvesebb környezeti feltételeket a jelenleginél. A hőkomfort szubjektív megítélésében szerepet játszik az ember öltözéke, súlya, kora, neme, tevékenysége, párologtatása is. (Menyhárt 1997.)

Mind az emberi, mind az állati szervezet képes testének önálló hőszabályozására, ezen kívül veleszületett és tanult magatartási formák is hozzájárulnak a hőegyensúly fenntartásához. Ezek ráadásul sokkal eredményesebbek, mint az autonóm idegrendszeri mechanizmusok. Különösen igaz ez szélsőséges klimatikus viszonyok között, főként hidegben, amikor az idegrendszeri hőszabályozási reakciók nem képesek a test hőmérsékletét állandó értéken tartani. Az ilyen magatartásformák közé sorolható a megfelelő ruházat viselése, amely nélkül még mérsékelt égövi téli körülmények között sem lehetséges a túlélés, a maghőmérséklet csökkenésével bekövetkezik a lehűléses halál.

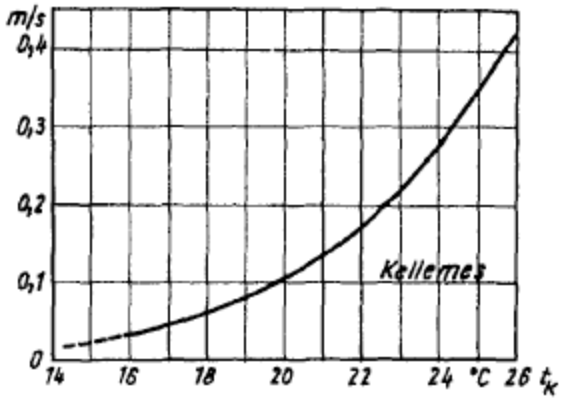
A magatartási hőszabályozás kategóriájába tartozik a fentieken kívül a technikai civilizáció minden olyan eszköze, amivel a szőrtelen ember a lehűlés ellen védekezik, így például a fűthető épületek építése. (Fonyó, 2014.)

2.2.2 Diszkomfort tényezők

Gyakran előforduló probléma, hogy egyes helyiségeken belül csak bizonyos kisebb területekről érkeznek panaszok a helyiséghasználóktól és a kellemetlen érzet nem a teljes egész testre, hanem csak bizonyos részein jelenik meg. Ezeket hívják helyi diszkomforttényezőknek, amelyeket az aszimmetrikus sugárzás és a huzathatás alakítja ki.

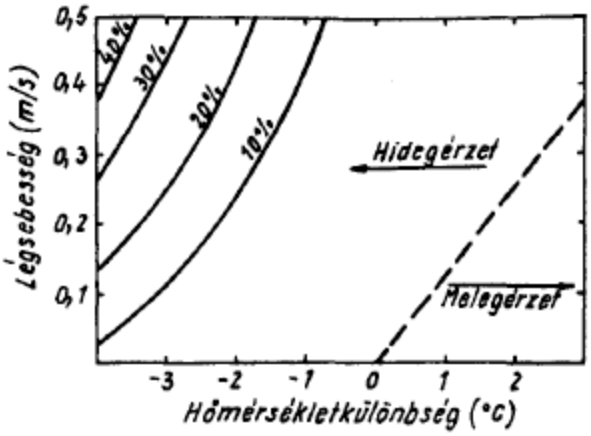
Aszimmetrikus sugárzás esetén az ember bizonyos testrészein magasabb hőmérsékletet észlel, mint más testrészein. Zárt terekben ennek leggyakoribb oka az emberi test és a helyiség különböző felületei között létrejött sugárzásos hőcsere. Amennyiben a különböző testfelületeink között jelentősen eltérő a sugárzásos hőcseréből adódó hőérzet, az komoly diszkomfortérzetet tud okozni. Erre példa lehet, ha egy irodában az ablak melletti helyen ülő dolgozó az ablak felé eső testrészei több hőt adnak le az ablaknak, illetve a külső falazatnak, mint a helyiség belső részén lévő falazatnak, mivel az előbbiek hidegebbek az utóbbiaknál.

Huzathatás esetében a légáramlás sebessége valamint a turbulencia okozhat diszkomfort érzetet. Az emberi testnek vannak a huzathatásra érzékenyebb részei, ilyen például a boka és a nyak. Az áramló levegő hőmérséklete befolyással van arra, hogy milyen légsebességnél alakul ki a huzatérzet. Minél melegebb a levegő, annál nagyobb légsebesség engedhető meg **(1. ábra)**.



1. ábra: A megengedhető légsebesség a hőmérséklet függvényében (Reinders)

A huzathatás elkerülése érdekében a méretezéshez további segítséget nyújtanak azok a diagrammok, amelyek a huzatérzékeny testrészekre vonatkoztatva az elégedetlenek arányát adja meg a légsebesség és a léghőmérséklet-különbség függvényében **(2. ábra)**. (Bánhidi-Kajtár 1999.)



2. ábra: Huzatérzet bokára

2.2.3 Az emberi test hőmérséklet szabályozása

Az ember testhőmérséklete közel állandó, belső maghőmérséklete 37°C. Ettől minimálisan tér csak el, például a napszaki ingadozás miatt, így a legalacsonyabb 35,8°C-os a hajnali ébredés előtt, míg kora délután a legmagasabb, ekkor 37,5 °C. Az emberi szervezeten belül sem egyenletes a hőmérséklet eloszlása. A belső részek hőmérséklete eltér a bőr hőmérsékletétől.

A legnagyobb emberi hőtermelés az aktív izomtevékenységből ered. Az ember szervezet a hő leadásának első lépéseként a hőt a vérrel szállítja el a termelődés helyétől. A hőt az ember kb. 85%-ban a bőrön, míg kb. 15%-ban a légutakon keresztül adja le. (Fonyó, 2014.)

2.2.3.1 Az emberi test hőmérlege, hőegyensúlya

Az élő szervezetek nyílt rendszerek, állandó kicserélődésben állnak a külső környezettel. Ép körülmények között a szervezet összetevői dinamikus egyensúlyban vannak. Ez a viszonylag hosszabb időtartamra, órákra vonatkozó stabilitás szabályozó mechanizmusokat igényel. A stabilizálás általában negatív visszacsatolás alapján működik. Ha a szabályozandó érték eltér a kívánatostól, hibajel keletkezik. Ez beindítja a kompenzáló reakciót, ami helyreállítja az eltérést és ezzel megszűnik a kiváltó inger.

A hibajel nem a normális értéktől való eltéréskor keletkezik, hanem a jól szabályozott paramétertől „set-point"-tól való eltéréskor keletkezik. Így a hibajel kialakulása nem kóros, hanem a szabályozás elengedhetetlen része. A kompenzációs reakció csak ritka esetben egyenértékű a minimálisan szükséges szinttel, általában intenzívebb, mint amekkorára az adott változás kompenzálásához szükség lenne.

A szervezet anyagcsere-folyamatai mindig hőtermeléssel járnak. Körülbelül 34 °C feletti környezeti hőmérsékletnél, valamint sugárzó hőterhelésnél a szervezet további hőt vesz fel a környezetéből, amit a hőleadásnak ugyanúgy ki kell egyenlítenie, mint a szervezet saját hőtermelését. A hőmérleg egyensúlyát, ezzel az állandó testhőmérsékletet a hőtermelés és a hőleadás folyamatos változtatása biztosítja. A hőleadás és a hőtermelés pontos illesztése életfontosságú, mert a szervezet maghőmérséklete csak szűk határok között mozoghat, 41 °C fölött már halálos lehet.

Az emberi test hőtermelő és hőleadó egységei a set-point érték körül alacsony intenzitással működnek. Ha hibajel keletkezik, akkor a szabályozó egységen keresztül lehűléskor a fűtő egység kapcsol intenzívebb fokozatra, a hőleadás pedig csökken, felmelegedéskor pedig ennek fordítottja játszódik le, a hűtő egység kapcsol intenzívebb fokozatra és a hőtermelés csökken. A beállított állapot elérésekor pedig visszaáll az alapállapot.

A szervezet belső hőszabályozásában a hőérzékeny receptorokból (termoreceptorok) érkező afferens ingerületek a központi idegrendszer hőszabályozási zónáiba futnak be, és az onnan kiinduló efferens pályák működtetik a hőtermelésben, illetve a hőleadásban szereplő végrehajtó (effektor) mechanizmusokat. (Fonyó, 2014.)

2.2.3.2 Az emberi szervezet hővesztési mechanizmusai

Az emberi szervezet párolgással (evaporatio), vezetéssel (conductio), áramlással (convectio) és sugárzással (radiatio) tud hőt leadni. Az izzadság víztartalmának elpárologtatása az egyetlen olyan hőleadási eljárás, amely lehetővé teszi azt, hogy az emberi test hőmérsékleténél magasabb külső hőmérséklet esetén is képes legyen a hőleadásra. A párologtatással való hőleadással mind addig lehet hőt leadni, amíg a külső páratartalom el nem éri a 100%-ot.

A párolgásnak vannak nem szabályozott összetevői („észrevétlen párolgás", perspirato insensibilis). Az egyik ezek közül a felső légutak nyálkahártyájáról folyó párolgás, amely a légzés számától, a belélegzett levegő mennyiségétől és relatív nedvességtartalmától függ. A belélegzett levegőhöz megfelelő viszonyok mellett vízgőz adódik, ami a kilégzés során távozik a szervezetből.

A bőr felső rétegiből folyamatosan ki tudna párologni a víz. A párolgást a bőrfelület legfelső rétege (stratum corneum, keratinréteg) akadályozza meg. Ezért egy égési sérülés után a sérültet akár melegíteni is kell, mert a bőr sérülése megakadályozza a hő- és vízvisszatartását is.

Mérsékelt aktivitás mellett az észrevétlen párolgás a teljes hőleadás mintegy negyedéért felelős. Ha a szervezetnek több hőtől kell megszabadulnia, aktiválódik a verejtékelválasztás, amellyel gyakorlatilag a termelődött többlet hőt képes is leadni a szervezet.

Áramlásos (konvektív) hőleadás akkor jön létre, ha a bőr folyamatosan cserélődő új levegővel érintkezik. A ruházat egyrészt ezt a légcserét akadályozza meg, illetve hőszigetelő rétegével a hővezetés ellen is hat. Egy szobában, nyugalmi helyzetben a hőleadás 75%-ért egyenlő arányban a vezetéses-áramlásos és a sugárzásos hőveszteség felel. (Fonyó 2014.)

2.2.3.3 A test felmelegedés elleni védekezés reakciói

Az emberi test képes egy meghatározott hőmérsékleti zónában tartani a maghőmérsékletét a bőrkeringés szabályozásával. Ezt a zónát vazomotor szabályozási zónának nevezik, amelyben a bőr hőmérséklete 31-34 °C között marad. Ebben a zónában a test képes fenntartani a maghőmérsékletet a bőrről való hőleadással, például párologtatással és hősugárzással.

Ha a test hőtermelése megnő (például intenzív izomtevékenység során) vagy a hőleadás nehézkessé válik (például magas környezeti hőmérsékleten), vagy mindkét tényező egyidejűleg jelen van, a szervezet válaszul a hő leadásának növelésére elindítja a verejtékezést. Ezt vazomotor-sudomotor szabályozási zónának nevezik. Ha a külső hőmérséklet magasabb, mint a bőr hőmérséklete (kb. 34 °C), akkor csak a párologtatás képes a hő leadására. A

hőszabályozást belső hőérzet és bőrérzet is befolyásolhatja, és a szervezet megpróbálja fenntartani a megfelelő hőmérsékletet.

Hosszabb tartózkodás meleg környezetben adaptációt eredményez, ami azt jelenti, hogy a test hozzászokik a meleghez. Ebben az esetben a verejtékmirigyek is jobban szabályozzák a verejték összetételét, például a nátrium és kalcium ionok hatékonyabb visszaszívásával, ezzel elkerülve a feleleges sóvesztést. Az adaptáció a normális körülmények között való tartózkodásra visszatérve néhány nap alatt eltűnik.

A rendkívüli meleg környezetben tapasztalható passzív hipertermia (túlhevülés) növeli az anyagcsere sebességét, ami további hőtermelést eredményez, ez pedig megnehezíti a test számára a hőszabályozást. (Fonyó 2014.)

2.2.3.4 Az emberi test lehűlés elleni védekezés reakciói

Hideg környezetben a test az első védekező mechanizmusával igyekszik megakadályozni a hőveszteséget. Ha a környezet mérsékelten hűvös, akkor a bőr vasoconstrictiója általában elegendő ahhoz, hogy a maghőmérséklet állandó maradjon (ez a vazomotor szabályozási zóna). Azonban igazán hideg környezetben a bőr vasoconstrictiója nem képes teljesen megelőzni a hőveszteséget, és ebben az esetben a maghőmérséklet stabilitását csak a hőtermelés növelése biztosíthatja (ez a metabolikus szabályozási zóna). A vázizmok feszítettsége nő, és extrém hidegben akaratunktól független izomösszehúzódások jelentkeznek, például borzongás és didergés.

Az anyagcsere fokozódásához hozzájárul a szimpatikus idegrendszer aktivitásának növekedése és a mellékvese katekolaminszekréciója is. A metabolikus szabályozást a maghőmérséklet csökkenése váltja ki, amelyet a mély hőérzékelő receptorok érzékelnek. Ha a bőr hidegreceptorai jeleznek a felületi hőmérséklet csökkenéséről, a metabolikus reakció előbb elindul.

Az újszülöttekben (és bizonyos állatfajokban, mint például patkányok, egerek, hörcsögök, denevérek) található egy speciális típusú zsírszövet, a barna zsírszövet, amely a hőtermelést növeli, és „hőgenerátor" szereppel bír. A barna zsírszövetben a szimpatikus idegi hatásra az oxidáció fokozódik (β_3-receptorok révén). (Fonyó 2014.)

2.2.3.5 Veleszületett és tanult magatartási reakciók

Az emberek és állatok esetében is a hőszabályozásban a magatartási válaszok még fontosabbak lehetnek, mint az autonóm idegrendszeri mechanizmusok. Különösen extrém klimatikus viszonyok között, például hideg időjárásban az autonóm idegrendszeri reakciók képtelenek a

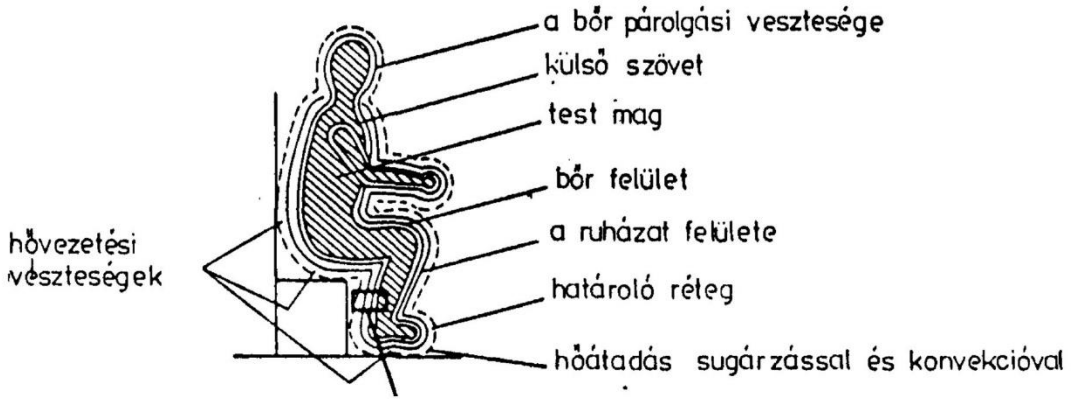
testhőmérséklet stabilizálására, és ebben az esetben a veleszületett vagy tanult viselkedési reakciók kiegészítik ezeket a mechanizmusokat. A hideg elleni védekezés fontos eleme a megfelelő öltözködés, mivel még mérsékelt égövi téli körülmények között sem lehet túlélni megfelelő ruházat nélkül.

A magatartási hőszabályozás fogalmába tartozik minden olyan technikai civilizációs eszköz, amely segíti a szőrrel nem rendelkező embereket a hideg elleni védekezésben, például fűthető otthonok vagy irodák és egyéb épületek építése. Meleg hajlék nélkül az ember hideg éghajlaton nem képes túlélni, a testhőmérséklet jelentős csökkenésével bekövetkezik a lehűléses halál.

Meleg környezetben, például a forró égöveken, mind az emberek, mind az állatok árnyékot keresnek, és a meleg környezetben az aktivitási szint mind az emberek, mind a természetben élő állatok esetében csökken. Ezen túlmenően a meleg környezetben a folyadékfelvétel jelentősen megnövekszik. (Fonyó 2014.)

2.2.4 Termikus komfortjellemzők

A termikus komfortjellemzőket másnéven hőérzetnek is nevezzük. Az emberi test a munka illetve tevékenységének jellegének, intenzitási fokának megfelelő energiát ad le. Ez az energia az élelmiszer oxidációjából származik. Egy része a metabolikus folyamatok kielégítésére azonnal felhasználódik, más része a testben elraktározódik, míg egy további része hő formájában felszabadul, melyet a szervezetnek le kell adnia, hogy a test, a vér közel állandó hőmérsékleten maradhasson. A hőleadás a test és a környezet között sugárzással, konvekcióval, hővezetéssel és párolgással történik. Ezek a folyamatok a test felületi hőmérsékletétől, a bőr és a levegő közötti páranyomástól, a test körüli légsebességtől, testtartástól, ruházatától és az alany felületétől függnek.



3. ábra Az emberi test hőcsere-folyamatai

A termikus komfortkövetelményeket tehát az határozza meg, hogy a térben tartózkodó ember hőegyensúlya milyen módon alakul ki a környezetében. Az ember és környezete közötti hőegyensúly alapegyenlete:

$$H - E_d - E_{sw} - E_{re} - L = K = R + C$$

ahol:

H: a belső hőtermelés

E_d: a bőrön keresztüli páradiffúzió

E_{sw}: a bőr felszínéről izzadással elvesztett hő

E_{re}: a kilégzés rejtett hője

L: a kilégzés száraz hővesztesége

K: hőátadás a bőr ill. a felöltözött emberi test külső felületéről

R: sugárzásos hőveszteség

C: konvekciós hőveszteség

A termikus komfort jellemzésére elsősorban a környezet hőleadást befolyásoló tényezői, másrészt a hőleadás közvetlen környezetét meghatározó ruházkodás lehet alkalmas.

A környezet hőeladását befolyásoló paraméterek (melyek egyszerűen mérhetőek, érzékelhetőek): a hőmérséklet, a páratartalom és a levegő sebessége. (Barótfi 2012.)

2.2.5 Levegő minőségi jellemzők

A belső légtér minősége kulcsfontosságú tényező az értékelésben, amikor a belső környezet minőségéről beszélünk. A levegő összetétele a kültéren tiszta állapotában 78,08% nitrogén, 20,95% oxigén és 0,93% argon. Ezen három gáz alkotja a száraz levegő 99,96%-át. A fennmaradó részben a legnagyobb mennyiségben előforduló gáz körülbelül 0,037%-kal a szén-dioxid. A szén-dioxid mellett metán, ózon, szénhidrogének és más gázok is megtalálhatóak. A belső levegő minősége olyan nem hőmérsékleti tulajdonságokat jelent, amelyek befolyásolják az ember közérzetét. Ezek közé tartoznak az egyéb gőzök és gázok (pl.: CO_2, NO_x, O_3, SO_2), egyéb emberi, állati eredetű szagok vagy szerves anyagok bomlás termékei, illetve a bútorok, felületburkoló anyagok kipárolgásai valamint a páratartalom. (Kalmár 2013.)

A megfelelő belső levegőminőség érdekében a helyiségekben fizikai, kémiai, biológiai folyamatok során keletkező, a levegő minőségét negatív irányban befolyásoló tényezők eltávolítása szükséges légcserével, amelyet szellőztetéssel tudunk biztosítani. (Barótfi 2008.)

A légkezelő berendezések alkalmasak arra, hogy a külső levegő paramétereit (pl. hőmérséklet, páratartalom, szennyezőanyag-koncentráció) a helyiségekben előírt értékre állítsák be. Ezzel együtt a helyiségekben elhasznált levegőt elszívják. Hőcserélők vagy keverőkamra segítségével a belső levegő hő- és páratartalmát a külső, friss levegőnek átadják, ezzel az energia és vízfelhasználást csökkentik. (Marcsó 2010a)

2.2.6 Légtechnikai méretezés a komfortérzet három kategóriája szerint

Az MSZ CR 2775 szabvány olyan módszereket szabványosított, amely a helyiségeket három, „A", „B", illetve „C" kategóriába sorolja. A kategóriába sorolás alapja, hogy a szabvány olyan méretezési követelményértékeket ad meg, amelyhez hozzárendelhető a helyiséget használók elégedetlenségi aránya. Az „A" kategóriához tartozik a legtöbb elégedett, míg a „C" kategóriához a legkevesebb elégedettségi arány. A termikus környezet kialakításához vonatkozó elégedetlenségi adatokat az **1. táblázat** (Bánhidi-Kajtár 1999.) mutatja. A további követelményértékekhez kapcsolódó táblázatok megtalálhatóak a 3. fejezetben.

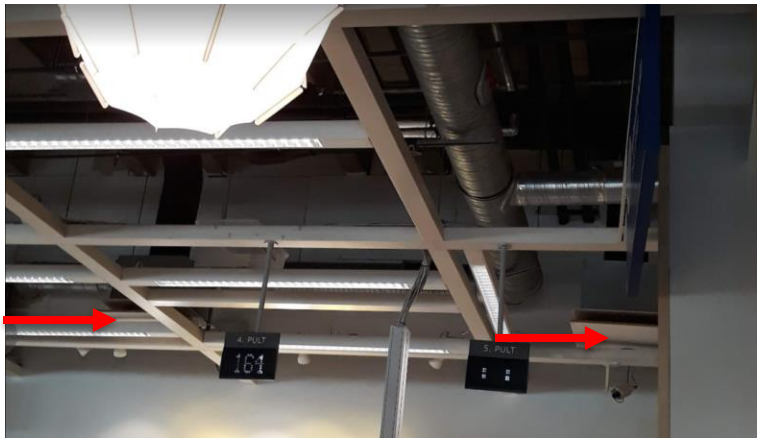
1. táblázat: A termikus környezet három kategóriájának követelményértékei (MSZ CR 1752)

Kategória	Az egész test hőállapota		Helyi diszkomfort			
	Az elégedetlenek százalékos értéke PPD %	Várható hőérzeti érték PMV	Az elégedetlenek 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

2.2.7 Beteg épület szindróma

A modern épületekre, ahol jellemző már a gépi szellőztetés, hűtés, a nagy ablakfelületek, az épülethasználók gyakran panaszkodnak hasonló kellemetlen tünetekre. Ezek a tünetek részben épületgépészeti okokra vezethetőek vissza, ami részben orvosi panaszokat is okozhat. A panaszok között a leggyakrabban előforduló a huzatérzet, a szárazságérzet, a fáradtság, a fejfájás, a zajosság, reumatikus panaszok és a levegő minőségével kapcsolatos panaszok. Ezek összességét nevezték el beteg épület szindrómának vagy az angol terminus szerint sick building syndrom-nak (SBS). (Bánhidi-Kajtár 2000.)

Végig véve a tüneteket, mindegyikhez hozzá lehet rendelni egy olyan épületgépészeti tényezőt, amely kiváltója lehet. A huzatérzetet elsősorban okozhatja a rosszul megválasztott vagy rosszul beszabályozott anemosztát. Ugyanígy huzatérzést okozhat egy nem megfelelően kiválasztott és elhelyezett fan-coil-os hűtés. Sokszor találkoztam olyan utólagos, házi megoldással, ahol az épülethasználók a fan-coilok befúvó réseit leragasztották vagy a levegő útját kartonlappal terelték el, hogy ne érje őket közvetlenül a hideg levegő. Anemosztátok elé, akár az épületkarbantartás is szerel fel utólagosan egy műanyag- vagy falapot (4. ábra), hogy így akadályozzák meg a hideg levegő függőleges kizuhanását, ami az anemosztát alatt dolgozóknak komoly komfortproblémát okozna. Találkoztam olyan esettel is, ahol egy irodában egy hasonló problémát a dolgozók színes esernyőkkel próbáltak orvosolni, amellyel nem csak a hő- és légáramlási problémákból adódó rossz komfortjukat, hanem a vizuális komfortjukat is próbálták növelni (5. ábra).



4. ábra: Anemosztát elé utólagosan felszerelt falap (Mészáros J.)

5. ábra: Színes esernyő az anemosztátra akasztva (Mészáros J.)

Tovább haladva a tüneteken, a szem- és nyálkahártya szárazságérzetért felelős lehet a huzat, illetve ha nincs vagy nem megfelelő a nedvességpótlás a szellőző levegőben, akkor a hűtéssel kiszárított levegő, vagy télen az alacsony külső relatív páratartalmú levegő fűtésével tovább csökkenő relatív páratartalma is. A huzat, valamint a hideg levegő önmagában is képes reumatikus panaszokat okozni. A levegő minőségére visszavezethető panaszok mögött épületgépészeti vonatkozásban többek között a nem kellő mennyiségű friss levegő vagy a rosszul átöblített helyiség állhat. Ezek mellett még megjelenhet a légtechnikai vagy klímaberendezések rossz karbantartása, tisztítása, mint például a fan-coilok rendszeres tisztításának elmaradásakor érezhető bűzös szag.

A légcsatornákon keresztül a légkezelőgépek ventilátorának zaja, vagy a légcsatornákban közlekedő levegő zaja rossz hangcsillapítás esetén zavarhatja a helyiségben tartózkodókat. A rosszul kiválasztott fan-coilok esetén a túl magas fordulatszámmal járatott ventilátorok, illetve a fan-coil résein vagy a rosszul méretezett anemosztátokon keresztül befújt levegő zaja szintén zavarólag hathat. A zajterhelés fejfájást és fáradtságérzetet is okozhat a helyiséghasználóknál. (Bánhidi-Kajtár 2000.)

2.2.8 A természetes és gépi szellőztetés előnyei és hátrányai

A mai irodaházakban a komfortérzet és az energiahatékonyság érdekében az épületek szellőztetését, fűtését és hűtését mesterséges úton biztosítják. Gyakran az irodákban nincs is szellőztetésre alkalmas nyitható ablak. Vagy ha van, akkor azok nyitásérzékelővel vannak ellátva, hogy az épületautomatika télen a fűtés, nyáron a hűtést le tudja kapcsolni abban a helyiségben, ahol kinyitották az ablakot, így csökkentve az energiafogyasztást. A beteg épület szindróma vizsgálatakor a kutatóknak az épülethasználók gyakran arra panaszkodtak, hogy nincsenek nyitható ablakok a helyiségekben. Ez arra enged következtetni, hogy az épületgépészeti rendszerek nem megfelelően szolgálták ki az épülethasználók igényeit.

A mai jól szigetelt épületeknél, jól szigetelő, jól záródó nyílászárók beépítésével a belső páratartalom megnövekedése okoz gondot. Korábban a rosszabbul záródó nyílászárók résein keresztül biztosított volt akkora légcsere, amely lehetővé tette a helyiségekben keletkező pára elszállítását. A jól szigetelt épületeknél ezért gyakran jelentkezett penészedés, amely rontotta a belső levegő minőségét és egyéb egészségügyi problémákat is okozhat. A pártatartalom csökkentése az ablakok kinyitásával történő szellőztetéssel biztosítható, azonban ebben az esetben a jó hőszigetelés okozta energiamegtakarítás jó része elveszik.

A légkezelő gépekkel történő mesterséges szellőztetés képes lehet a keletkezett páratartalmat a helyiségből elszállítani, beépített hővisszanyerő segítségével pedig a helyiség fűtésére vagy hűtésére fordított energia egy része is visszanyerhető. Míg keresztáramú hőcserélő esetén csak a hőenergia nyerhető vissza, addig forgódobos hőcserélő esetén a levegő nedvességtartalma részben is visszaszerezhető, amennyiben éppen a levegő relatív páratartalmának csökkenésétől lehet tartani.

2.2.9 A friss levegő igény számítása

A helyiségek szellőztetésének célja, hogy a szellőző levegő a helyiségben keletkezett hőtartalmát, nedvességet és szennyezőanyagokat elszállítása. A szellőző levegő egy részét friss, a kültérből származó levegő adja. A friss levegő mennyiség meghatározására több féle módszer létezik. Az MSZ CR 1752-es szabvány alapján komfort terekre lehet számítani a helyiségben tartózkodók száma szerint, a helyiség alapterülete alapján. Továbbá a belső levegő minősége alapján meg lehet határozni az érzékelt levegő minősége alapján, illetve egészségügyi követelmények alapján is. A friss levegő mennyiségét a legnagyobb számított érték adja meg. (Magyar 2009.) Az MSZ CR 1752-es szabványon kívül léteznek meg további számítási módszerek. Többek között az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról szóló 7/2006. (V.24.) TNM rendelet is tartalmaz szellőztetésre vonatkozó számításokat. Az egyre népszerűbb zöld épületminősítési rendszerek, mint például a BREEAM és a LEAD is javaslatokat tesz a friss levegő mennyiségének meghatározására, utóbbi például hivatkozik az amerikai ASHRAE szabványra.

A különböző friss levegő igény számítási módszereket az 3.5 fejezetben mutatom be.

2.3 Az irodaépületek hűtési és fűtési rendszerei

Az irodaépületek hűtési és fűtési rendszereinek feladata, hogy az ott dolgozó emberek megfelelő termikus környezetét biztosítsák. Az épület klímájára belső és külső terhelések is hatnak. A belsők közé a belső hő-, nedvesség és szennyezőanyag terheléseket soroljuk. A külső zavaró tényezőket a meteorológiai komponensek (a külső levegő hőmérséklete, nedvességtartalma, a napsugárzásból származó hőnyereség vagy hőterhelés és a szél erőssége) okozzák.

Mind a külső, mind a belső tényezők folyamatosan változnak. A termikus környezetet az irodában dolgozó ember számára egy előírt megbízhatósággal úgy kell biztosítani, hogy értéke egy meghatározott tartományon belül legyen, és ez a lehető legkevesebb primer energia

felhasználásával történjen. Ennek kiindulópontjának az épület építészeti, szerkezeti elemeinek megfelelő kiválasztását kell tekinteni, továbbá az épület tájolását, földrajzi elhelyezkedését, tömegképzését, ahol lehetséges az éghajlati viszonyoknak megfelelően kell kialakítani. Ennek eredményeképpen az aktív fűtési és hűtési gépészeti rendszerek az épület fűtésében és hűtésében mind kisebb szerepet töltenek be.

2.3.1 Irodaépületek jellemzői

Az irodák kiépítésének fő célja, hogy a lehető legjobb és legalkalmasabb környezetet biztosítsa a dolgozók és a dolgozók munkáján keresztül a vállalkozók maximális megelégedettségére minimális költséggel.

A különböző feladatokat és tevékenységeket végző dolgozóknak azonban eltérő igényeik vannak, így azok kielégítésére más-más fajta kialakítású irodák lesznek alkalmasak.

Kiépítési módjuk szerint az irodákat a dolgozók egymás, illetve az ügyfeleik közötti kommunikációnak mennyisége, azok bizalmas mivolta és a munkájukhoz szükséges koncentráció igénye alapján lehet csoportosítani.

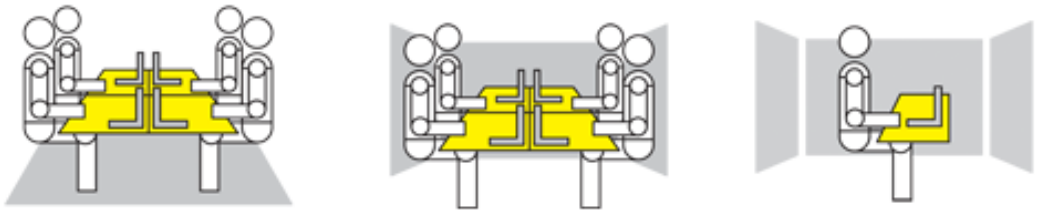
Két szélsőséges eset felől megközelítve ezek alapján az irodák kialakítása lehet nagyterű más néven egyteres vagy nyitott és kisteres más néven zártteres, cellás.

A nyitott irodák közül a nagyteresek több mint 10 ember számára sok kommunikációt igénylő, viszonylagosan kevés koncentrációt igénylő, főként rutinfeladatok ellátásához alkalmas.

Csoporttereseknek nevezzük azokat az irodai helyiségeket, amelyek 2-8 fő részére félig zárt munkaterületet biztosítanak. Az ilyen helyiségekben dolgozók feladatait általában közepes koncentrációt igényel, viszont a csoporttagok közötti interakció gyakori, amit megkönnyíti az egy térben való elhelyezésük.

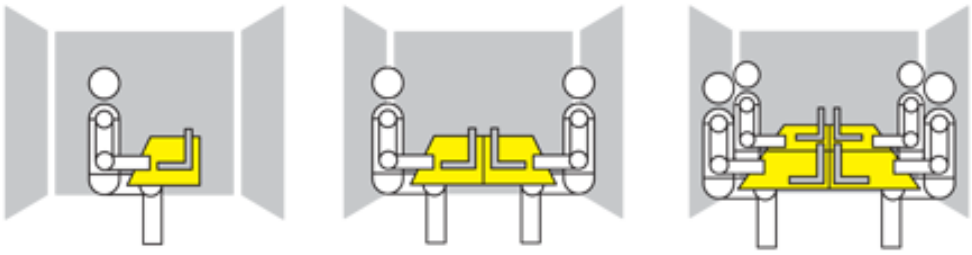
Fülkés munkahelyeknél a nyitott irodákból egyszemélyes félig zárt munkaterületeket választanak le. Alkalmas közepes koncentrációt és közepes kommunikációt igénylő tevékenységek végzésére.

Zárt, kisterű irodai szobák lehetnek egyszemélyesek, amely alkalmasak bizalmas tevékenységekre, illetve sok koncentrációt igénylő feladatok ellátására vagy személyes találkozók lebonyolítására. A nagyobb zárt szobák 2-3 személy számára teszik lehetővé a koncentrált munkát valamint a kis csoportokban való együttműködést.



6. ábra: Nyitott típusú irodák kialakítása: a) nyitott, nagyteres b) csoportteres c) fülkés (httpx)

A csoportszobás irodák zárt munkaterületen 4-10 fő számára biztosítja a gyakori kommunikáció lehetőségét és akár a bizalmas munkafolyamatok csapatban való végzését is. (http 1)



7. ábra: Zárt típusú irodák kialakítása: a) saját irodai szoba b) megosztott irodai szoba c) csoportszoba (http 1)

8. ábra: Open office kialakítás (Mészáros J.)

A helyiségek komfortérzetét befolyásolják az épületgépészeti rendszerek által okozta zajhatások. Irodák esetében a szellőző rendszer a levegő beáramlásának, a légcsatornák által lesugárzott, illetve az anemosztátokon keresztül közvetített zajhatás jelentkezhet. A zaj megengedett hatérértékét irodáknál a beszéd érthetősége, illetve a munkára való koncentrálás fenntartása határozza meg. Ezeket figyelembe véve nagyterű irodáknál a zaj határértéke 30-40 dB(A) között van. (Menyhárt, 1978.)

2.3.1 Fan-coil rendszerek

Az irodaépületekben egyik leggyakrabban alkalmazott rendszer a vízközegű fan-coil-os rendszer, amely mind fűtésre, mind hűtésre is alkalmas. A rendszer elnevezése az angol ventilátor (fan) és a hőcserélőt, kalorifert jelentő coil összetételéből származik. A berendezésben egy lemezes hőleadó található, amelyen a konvekciót ventilátor segíti. Ennek és a fajlagosan nagy felületének köszönhető, hogy a radiátorokkal szemben ez a berendezés hűtésre is alkalmas.

A fan-coil berendezések elhelyezhetők falon vagy az álmennyezetben, illetve álló kivitelben a parapet alatt is. Lehetnek friss levegő bevezetés nélküliek vagy minimális friss levegő bevezetésére alkalmasak. (http 2)

2.3.1.1 Kétcsöves fan-coil rendszerek

Kétcsöves fan-coil rendszerek esetében a hűtővíz ugyanabban a csőpárban kering, mint a fűtővíz. Így az egy csőpárra kötött fain-coilok csak hűteni vagy csak fűteni tudnak. Ezeken a berendezéseken csak két csőcsonk található és egy hőcserélő, amelyben nyáron a hideg, télen pedig a melegvíz kering. Mivel fan-coilokat hűtési teljesítményük alapján választjuk ki és fűtésre is ugyan azt a hőcserélőt használja, mint hűtésre, fűtési időszakban kisebb fűtőközeg hőmérséklet szükséges a kívánt fűtési teljesítményhez, mint a négycsöves berendezéseknél. (Marcsó 2010.b)

9. ábra: Kétcsöves, légcsatornázható, nyomódobozos álmennyezeti fan-coil (Mészáros J.)

2.3.1.2 Négycsöves fan-coil rendszerek

A négycsöves berendezések beruházási költségei magasabbak, mint a kétcsöves rendszereké, üzemeltetési költségeik azonban kedvezőbbek. A nagyobb beruházási költségekhez hozzájárul, hogy a kétcsövessel szemben a négycsöves berendezésekben két hőcserélő található. A négycsöves fan-coil-okhoz továbbá, két csőpárt építenek ki. Egyik csőpáron a fűtő-, másik csőpáron a hűtőközeg kering. Ennek átmeneti időszakban, tavasszal és ősszel van jelentősége, különösen nagyobb kiterjedésű épületeknél. Az egyes helyiségek tájolása, benapozottsága eltérő termikus állapotot hozhat létre a helyiségekben, így lesznek olyan szobák, ahol a bent tartózkodók fűteni, míg más szobában már hűteni szeretnének. A négycsöves rendszernek köszönhetően a helyiséget használók dönthetik el, hogy fűtési vagy hűtési funkcióra állítják a szobájuk fan-coilját. (http 3)

2.3.1.3 Légpótlás fan-coil rendszerekhez kapcsolódóan

Különböző megoldások léteznek fan-coil rendszerekhez kapcsolódó légpótlásokra. Léteznek közvetlen friss levegővel dolgozó fan-coilok, amelyek a hűtendő vagy fűtendő levegőt nem a helyiségből szívják el, hanem a kültérből vagy egy központi légpótlóhálózatból. A közvetlenül a kültérből származó levegő kezelése csak kisebb rendszerek alkalmazása esetén lehetséges csak. Ilyen esetben is különös figyelmet kell fordítani arra, hogy a fan-coil ventilátora nem képes nagy nyomásveszteség leküzdésére, így a kültérhez csatlakozó légcsatorna hossza igencsak korlátozott. Bizonyos kazettás fan-coil típusok rendelkeznek friss levegős csonkkal, azonban ezek a berendezések a levegő nagy részét a helyiségből szívják be. A fan-coilos rendszerekkel való légpótlás további lehetősége, mikor a légcsatornázható fan-coilok elé egy nyomódobozt készítenek. A nyomódobozba a fan-coil kezelt levegőjén kívül, oldalról a légpótlás légcsatornája is beleköt. A fan-coil kezelt levegője a nyomódobozban keveredik a központi szellőző rendszerről érkező friss levegővel, amit két vagy három anemosztát felé van kilégcsatornázva. Ebben az esetben is figyelni kell arra, hogy bár a légcsatornázható fan-coilok magasabb nyomásesést tudnak leküzdeni, mint hagyományos társaik, az anemosztátok nem lehetnek túl messze a berendezéstől. Az anemosztátok méretezésekor pedig figyelembe kell venni a fan-coil által keringtetett és a légpótlás légmennyiségét is.

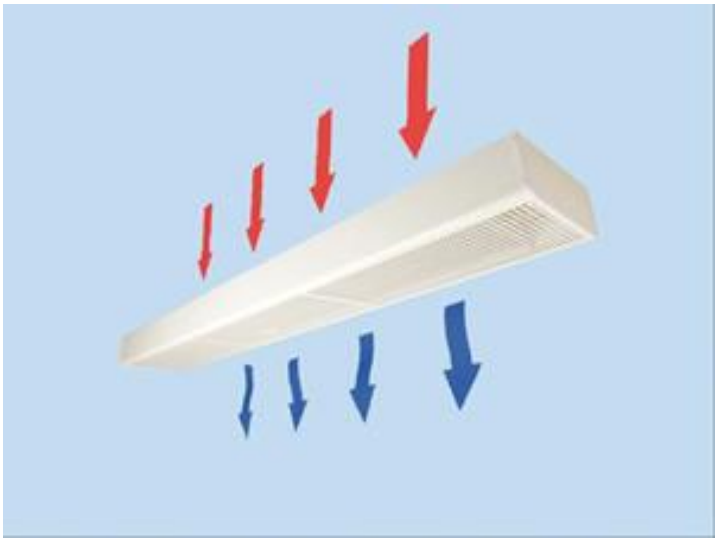
2.3.2 Klímagerendák

A klímagerendák integrált mennyezeti hűtő-fűtő-szellőztető berendezések. A mennyezet alá szabadon függesztett vagy álmennyezetbe szerelt kivitelűek lehetnek. Különösen alkalmasak magas komfortfokozatú terek, így például irodák, szállodák hűtésére, fűtésére, szellőztetésére.

A berendezés gravitációs és indukált konvekciós hőátadással működik. Az elem burkolata egy központi légelosztó síkot képez, a hűtés gravitációs és kényszerített indukált légáramlással adódik át a bordáscsöves hosszanti hőcserélőkről a hűtendő tér számára. A frisslevegő-betáplálás – a saját hűtőteljesítményen felül – a hűtési hőteljesítményt a konvektív hőátadás javulásán keresztül növeli. A szellőztetést nem tartalmazó típusoknál, ezért kb. 50%-kal nagyobb vagy több gerendára van szükség, mint a szellőztetéses változatnál.

Működésük szerint kétféle klímagerendát különböztetünk meg.

A passzív gerenda működésének elméleti hátterét a meleg és hideg levegő sűrűségkülönbsége adja, amelynek hatására megindul a hideg levegő természetes (gravitáció) lefelé irányuló áramlása. Ha a hideg levegő nem keveredik a tartózkodási zóna felett kellőképpen a helyiség levegőjével, huzathatást eredményezhet, ezért a gerendák elhelyezésénél ügyelni kell az emberek tartózkodási helyére.



10. ábra: Passzívklímagerenda (http 4)

Az aktív klímagerenda a passzívhoz képest a hűtőáramlást a friss levegőbevezetéssel kombinálja. A fúvókasoron belépő friss levegő injektáló hatása elősegíti a hőcserélőn lehűtendő levegő átáramlását, gyors és tökéletes keveredését a helyiség meleg levegőjével. Az aktív klímagerenda kialakítását tekintve lehet nyitott és lehet zárt. Nyitott gerenda esetében a helyiség levegője a klímagerenda felső részén keresztül jut be a klímagerendába.. Hűtési teljesítménye kb. 250 W/m^2. Zárt gerendák esetén a helyiség levegője a hőcserélőn keresztül áramlik át, majd már lehűlve keveredik a fúvókákon át érkező friss levegővel és a kezelt levegő a hőcserélő két oldalán át távozik. (http 4)

2.3.3 Felülethűtő-fűtő rendszerek

Az ingatlan piaci környezet és a bérlők egyre magasabb komfortigényeket támasztanak, miközben a beruházási és üzemeltetési költségeket is szükséges minimalizálni. Ennek érdekében egyre gyakrabban alkalmazzák a helyiségek fűtéséhez és hűtéséhez a falakat, mennyezeteket és padlókat. Ebben az esetben az energiaátadás főként sugárzás útján történik az emberek és a termikusan aktivált felületek között. Ez a folyamat hasonló a természetben is megtapasztalható hőtranszfer működéséhez, a korábban ismertetettek szerint is sok élőlény így szabályozza a hőháztartását. Ennek következtében a felületfűtéssel és -hűtéssel ellátott helyiségekben az emberek jobb hőérzettel rendelkeznek, ami hozzájárul motivációjuk és teljesítőképességük növekedéséhez. (http 5)

Ezeknek a rendszereknek további sajátossága, hogy a nagy kiterjedésű, közepesen meleg felületek veszik körül az embereket, így a hőcserének jelentős része sugárzás útján zajlik le a testfelszín és a környező felületek között. Emiatt a sugárzó fűtés esetén ugyanolyan komfortérzetet lehet elérni alacsonyabb belső levegőhőmérséklet mellett, mint amit a konvekciós fűtésnél. Ennek következtében a télen jelentkező lényeges hőveszteségek a szellőztetés során csökkennek. Ezen kívül fontos jellemző, hogy télen alacsonyabb előre menő hőmérséklettel lehet fűteni, míg nyáron magasabb hőmérséklettel hűteni. Ez további energia megtakarításhoz vezet, és lehetővé teszi az alternatív energiaforrások hatékonyabb hasznosítását. Például kondenzációs kazánok esetén lehetőség van a teljes fűtési szezonban a kondenzációs üzemmód használatára, ami a legnagyobb hatékonyságot eredményezi. Emellett hőszivattyúk alkalmazásával egész évben magas COP (hatásfok) érhető el, és lehetőséget teremt más alternatív energiatermelő rendszerekhez való kapcsolódásra, például a geotermikus fűtéshez. (http 6)

2.4 Légvezetési rendszerek

A légvezetési rendszereket annak alapján tudjuk csoportosítani, hogy a helyiségbe bevezetett szellőző levegő impulzusa a helyiség levegőjét milyen mozgásba hozza. A helyiség levegőjében így kialakult elsődleges és másodlagos mozgások leírására a légvezetési rendszereket használjuk.

A légvezetési rendszereket két nagy csoportba oszthatjuk. Az első csoport a hígításos légvezetési rendszer, amelybe a kiszorításos, sugár, érintőleges, diffúz és mikroklíma

elnevezésű légvezetési rendszerek tartoznak. A második csoportot az elárasztásos légvezetési rendszer alkotja önmagában. (Magyar 2009.)

2.4.1 Hígításos légvetési rendszerek

A hígításos légvezetési rendszerek mindegyikére jellemző az, hogy a helyiségbe nagy impulzussal bejutó levegő nagy indukciót generál. A helyiségben hígítja a szennyező anyagokat, azonban a nagy indukció miatt kedvezőtlen keresztáramlások is kialakulhatnak.

2.4.1.1 A kiszorításos légvezetési rendszer

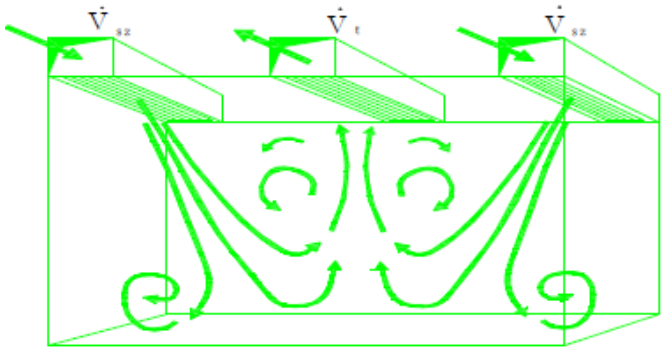
A kiszorításos vagy működési elvét jobban leíró néven, a dugattyú hatásszerű légvezetési rendszer a helyiségben egy nagy felületen, például az oldalfalon vagy vízszintesen, álmennyezeti síkban juttat be nagy mennyiségű levegőt. A nagy felületnek köszönhetően a nagy légmennyiség ellenére a légsebesség lassú lehet. A nagy légmennyiség miatt alkalmas nagy hőterhelés elszállítására valamint nagy légcsereszám kialakítására is. A befújt levegő az útjából kiszorítja a helyiség levegőjét, így biztosítva, hogy a meghatározott területen, például egy műtőben az operációs tér környezetében mindig friss, szűrt, kezelt levegő legyen. A levegő megakadályozza, hogy a helyiség többi részén létrejövő szennyezőanyagok bejuthassanak az operációs tér fölé **(11. ábra)**. Ezen tulajdonságait kihasználva az egészségügy területén illetve tisztatéri technológiáknál alkalmazzák.

11. ábra: Laminárboxos légbevezetés egy műtőben (Ademeco)

2.4.1.2 Sugár légvezetési rendszer

Sugár légvezetési rendszerrel nagy légmennyiség juttatható be huzatmentesen a tartózkodási zónába. A bejuttatás a helyiségen belül több ponton, azonban nagy felületű anemosztátokon, például légrácsokon keresztül történik. A helyiség légmozgásában elsődleges a primer levegő árama, azonban légfűtés alkalmazásához mindenképpen meg kell győződni arról, hogy a meleg

levegő képes-e behatolni a tartózkodási zónába, vagy már a tehetetlenségi és gravitációs erők felette egyensúlyba kerülnek. Alkalmazni általában nagyterű, nagy belmagasságú (3,5 m-nél) magasabb helyeken, például uszodákban vagy sport- és egyéb ipari csarnokokban szokták. (12. ábra)



12. ábra Sugárlégvezetési rendszer sematikus képe (Marcsó 2010.)

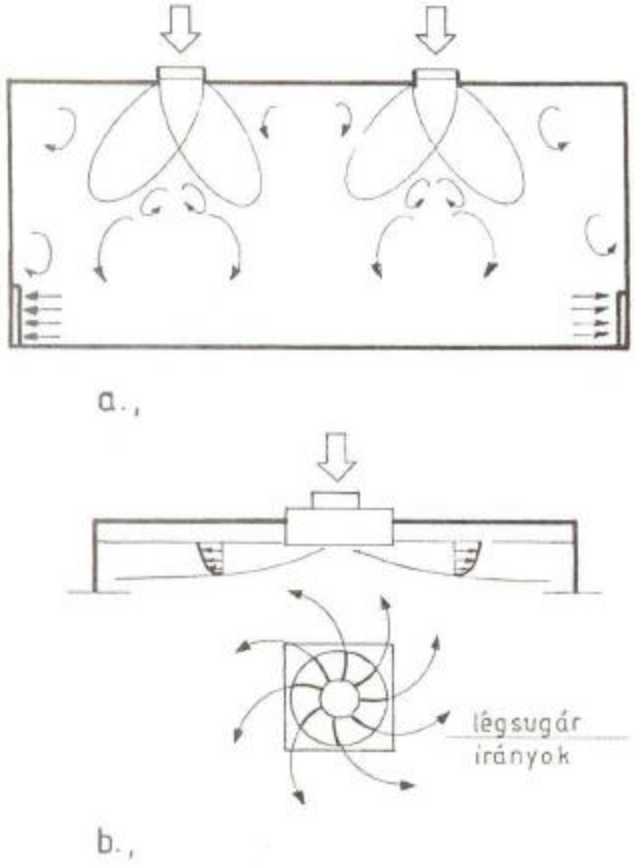
2.4.1.3 Érintőleges légvezetési rendszer

Érintőleges légvezetési rendszernél a levegő befúvása a legtöbbször mennyezeti anemosztáttal vagy fali légráccsal történik. A légsugarak így a plafon és a falak mentén, vagy két anemosztátból kilépő, egymás felé tartó légsugár indukciótörése miatt lép a tartózkodási zónába. Ezek a primer légáramlatok a helyiség közepén alakítanak ki szekunder légáramlatokat. Ha a befúvó és elszívó anemosztát is a mennyezeten van, akkor az anemosztátok méretezésekor és elhelyezésekor különösen figyelni kell arra, hogy nehogy rövidzár alakuljon ki **(13. ábra)**. Ekkor a tartózkodási zónába nem a tervezett mennyiségű levegő jut el, amely nem képes így a hő- és nedvesség elszállításában teljes mértékben részt venni. Ilyen helyezetekben például ha az anemosztátra egy, a hűtést biztosító fan-coil egység is rá van csatlakoztatva, akkor a megfelelő hűtési teljesítmény érdekében a helyiséghasználók a fan-coilt magasabb fokozatba kapcsolhatják, ami így energiapazarlást okoz.

13. ábra: Egymás közelébe került elszívó (bal) és befúvó (jobb) anemosztát (Mészáros J.)

2.4.1.4 Diffúz légvezetési rendszer

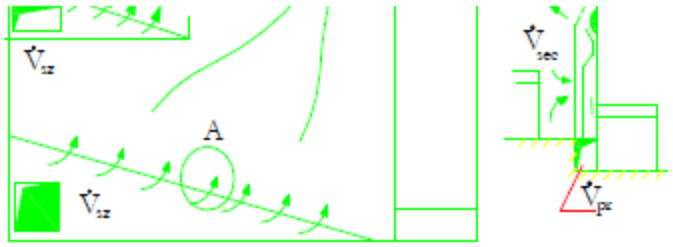
Örvénybefúvókkal, résfúvókkal, fúvóka csoportokkal, nagy indukcióval lehet bejuttatni levegőt a helyiségekbe. A helyiség levegőjével keveredve a szellőző levegő hőmérsékletkülönbsége és légsebessége csökken, a tartózkodási zónába így egy diffúz légáramlás jut le. A rosszul elhelyezett befúvó és elszívó anemosztátok ebben az esetben is rövidzárat okozhatnak **(14. ábra)**.



14. ábra: Diffúz légvezetési rendszer résbefúvóval (a) és örvényes befúvóval (b) (Marcsó 2010.)

2.4.1.5 Mikroklíma légvezetési rendszer

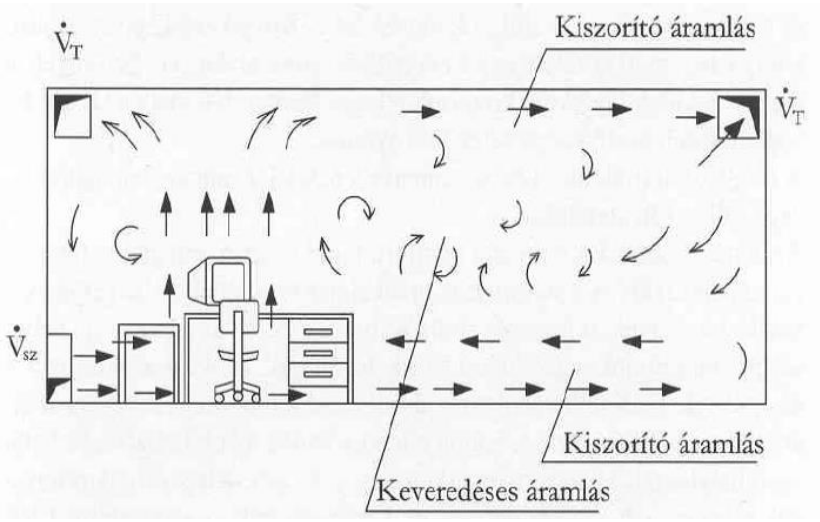
Mirkroklíma légvezetési rendszert legtöbbször olyan nagytérfogatú helyiségeknél alkalmaznak, ahol a teljes térben a megfelelő komfortérzet biztosítása költséges, illetve szükségtelen is lenne. Ilyen terek többek között a színházak, ahol a tartózkodási zóna csak rendkívül kis hányadát teszi ki a teljes terem légtérfogatának. A levegőt speciális légbevezetők segítségével juttatják el a tartózkodási zónába. Színházak nézőterén például az ülések alá helyezett légbevezetőkön. A primer levegő a helyiség levegőjével keveredve homogén légállapotot létrehozva lép be a tartózkodási zónába **(15. ábra)**.



15. ábra: Mikroklíma légvezetési rendszer (Marcsó 2010.)

2.4.2 Elárasztásos légvezetési rendszer

Az elárasztásos légvezetési rendszernél kis impulzusú a bevezetett légsugár. A bevezetett levegő keveredését a helyiségben létrejövő hő segíti el, amelyek forrása többek között egy irodában származhat számítógépből, képernyőből vagy az emberi hőterhelésből is **(16. ábra)**. Az elárasztásos légvezetési rendszernél mindig felső elszívást alkalmaznak. Mivel a befújt levegő hőmérséklete mindig kisebb kell, hogy legyen a helyiség, ezért ez a légvezetési rendszer fűtésre nem alkalmas. A hidegebb befújt levegő és a levegőt felmelegítő elszórtan elhelyezkedő hőforrások miatt réteges áramlás alakul ki. Az irodákban általában közvetlenül az emberi tartózkodáshoz köthető hőforrások és az alsó bevezetések miatt a tartózkodási zóna jól átöblíthető, így a szennyező anyag koncentráció kevés lesz. Befúvó elemekre perforált frontlapok használhatóak. (Marcsó 2010.)



16. ábra: Elárasztásos légvezetési rendszer (Marcsó 2010.)

2.5 Az épületek energiafogyasztásával kapcsolatos jogszabályi háttér

A növekvő irodai komfortigények és maguknak a növekvő irodai létesítményeknek száma, nagysága, területe a növekvő energiafogyasztást is magával hozza. A továbbiakban bemutatásra kerülő egyezmények, irányelvek és jogszabályok az építmények környezeti lábnyomának mérséklésének szándékán alapulnak, ezzel kívánnak alapot biztosítani a fenntartható jövő kialakításához.

Az ENSZ felmérése alapján 1950-hez képest, amikor a népesség 30%-a falusi, míg 70%-a városi közegben lakott, száz évvel későbbre, 2050-re ez az arány megfordul. Így az ilyen nagymértékben fejlődő, bővülő városok egyben azt is jelentik, hogy épített környezetünk egyre jelentősebb hatással lesz környezetünkre, életünkre, energiafelhasználásunkra. Az Európai Unió Statisztikai Hivatala (EUROSTAT) által 2015-ben közzétett jelentése szerint az energiafogyasztás a szektorális felosztás alapján a háztartásokra és szolgáltatásokra, így az épületekre kivetítve a legnagyobb. (http 7) Ebből kifolyólag az Európai Unió az épületekben és háztartásokban való energiafogyasztás csökkentése, mint például az energiatakarékos fényforrások és háztartási eszközök használata mellett azt szorgalmazza, hogy a meglévő épületek felújításakor, valamint új épületek tervezésekor, kivitelezésekor, üzemeltetésekor az energiahatékonyság és a környezetre gyakorolt legkisebb hatás elvei érvényesüljenek. Ennek fő célja, hogy az energiafogyasztás csökkentésével a károsanyag és szén-dioxid kibocsátás is csökkenjen, amely a klímaváltozás elleni fellépésben jelentőségteljes szerepet vállalhat.

1992-ben az ENSZ Rio de Janeiro-i konferenciáján 38 ország fogadta el az éghajlatváltozási keretegyezményt, amelyben elismerik, hogy az üvegházhatású gázok károsítják a Föld ökoszisztémáját. Kötelezettséget vállaltak a közvélemény tájékoztatására, a kutatásra és a rendszeres megfigyelésre, valamint célul tűzték ki az üvegházhatású gázok koncentrációjának stabilizálását. Az egyezmény elfogadásával a résztvevő országok megágyaztak az éghajlatváltozás elleni fellépés jogszabályi alapjai közösségi és tagországi lefektetésének is.

Az Európai Unió 1994-ben *Az Európai Unióról szóló szerződés és az Európai Unió működéséről szóló szerződés egységes szerkezetbe foglalt változatának,* mint az Európai Közösséget létrehozó szerződésnek (2012/C 326/01) 191. cikkében (az EKSz. korábbi 174. cikke) a természeti erőforrások körültekintő és észszerű hasznosítását tűzte ki célul. A Szerződés 192. cikk (az EKSz. korábbi 175. cikke) előírja, hogy az Európai Parlament és a Tanács rendes jogalkotási eljárás keretében e célok elérése érdekében rendelkezéseket hozzon. A 11. cikke (az EKSz. korábbi 6. cikke) kimondja, hogy a környezetvédelmi követelményeket

- különösen a fenntartható fejlődés előmozdítására tekintettel - be kell illeszteni az uniós politikák és tevékenységek meghatározásába és végrehajtásába.

1997-ben Kiotóban az ENSZ tagállamai közül a Rioi egyezmény kiegészítő jegyzőkönyvének elfogadó országai már valódi vállalásokat tettek. Az egyezmény alapján 2008-2012 közötti időszakra az 1990-es bázisévhez viszonyítva átlagosan 5,2%-os kibocsátáscsökkentést vállaltak az üvegházhatású kibocsátásokra. Az Európai Unión belül 15 tagállam az átlagosnál többet, 8%-ot vállalt. Kanada a kezdeti szándéka ellenére visszalépett, míg az Amerikai Egyesült Államok eleve nem vállalta a jegyzőkönyv ratifikálását.

Magyarország *Az ENSZ Éghajlatváltozási Keretegyezményben részes felek konferenciájának 1997. évi harmadik ülésszakán elfogadott Kiotói Jegyzőkönyv kihirdetéséről* szóló 2007. évi IV. törvényben a Jegyzőkönyv hiteles magyar fordításával ratifikálta az egyezményt.

A keleti blokk országai a Szovjetunió felbomlása miatt bekövetkezett gazdasági visszaesés miatt az 1990-es évtől eltérő bázisévet is választhattak. Magyarország az 1985-1987-es bázisidőszakhoz képest 6%-os kibocsátáscsökkentést vállalt hat üvegházhatást okozó gázra vonatkozóan. Amennyiben Magyarország a vállalt értéknél nagyobb mértékben szorítja vissza a kibocsátását, akkor a többletet tartalékolhatja, vagy más országnak értékesítheti.

Az Európai Parlament és Tanács az EKSz. fentebb említett előírásainak, valamint a Gazdasági és Szociális Bizottság, a Régiók Bizottságának véleménye és a Tanács 2000. május 30-i és 2000. december 5-i következtetéseivel támogatta a Bizottság energiahatékonyságra vonatkozó cselekvési tervét, és egyedi intézkedéseket írt elő az építőipari ágazatban megalkotva *az épületek energiateljesítményéről* szóló 2002/91/EK irányelvet.

Az irányelv kimondja, hogy a lakás- és szolgáltatói ágazat, amelynek legnagyobb részét az épületek teszik ki, a Közösség végső energiafelhasználásának több mint 40%-át képviseli, amely folyamatosan bővül; és ez a tendencia az energiafogyasztás, így a széndioxid-kibocsátás növekedésével is jár. Ezért az épületek energiahatékonyságának növelése fontos részét képezi azon politikák és intézkedések csomagjának, amely a Kiotói Jegyzőkönyvnek való megfeleléshez szükséges.

Ezen irányelv célja az épületek energiateljesítmény-javításának ösztönzése a Közösségen belül, tekintettel a külső klimatikus és a helyi feltételekre, valamint a beltéri klimatikus követelményekre és a költséghatékonyságra.

Ez az irányelv a következőket illetően állapít meg követelményeket:

a) az épületek integrált energiateljesítményének számítására vonatkozó módszer általános kerete;

b) az új épületek energiateljesítményére vonatkozó minimumkövetelmények alkalmazása;

c) a nagyobb felújítás előtt álló meglévő nagy épületek energiateljesítményére vonatkozó minimumkövetelmények alkalmazása;

d) az épületek energiateljesítményének tanúsítása és

e) az épületekben található kazánok és légkondicionáló rendszerek rendszeres ellenőrzése, emellett a 15 évesnél régebbi kazánokkal működő fűtőberendezések felülvizsgálata.

Az 5. cikk alapján a tagállamok megteszik a szükséges intézkedéseket annak biztosítására, hogy az új épületek megfeleljenek a 4. cikkben említett, energiateljesítményre vonatkozó minimumkövetelményeknek.

Magyarországon az energiahatékonyság és energiatakarékosság előremozdítása érdekében az *energiahatékonyságról szóló 2015. évi LVII. törvény* felel. Az intézkedések és előírások széles körűek, és magukban foglalják az energetikai tervezést, az épületek energetikai tanúsítását, az energiaszolgáltatásokat, az energiafelhasználók kötelezettségeit és a kibocsátás csökkentését. A törvénynek célja az ország energiahatékonyságának növelése és a fenntartható energiahasználat elősegítése. Többek között ez a jogszabály mondja ki, hogy bizonyos energiafogyasztóknak folyamatos ellenőrzési kötelezettsége van az energiahasználatukkal kapcsolatban, így például a nagyvállalatoknak vagy energiaauditot kell végeztetniük vagy energiairányítási rendszert kell bevezetniük.

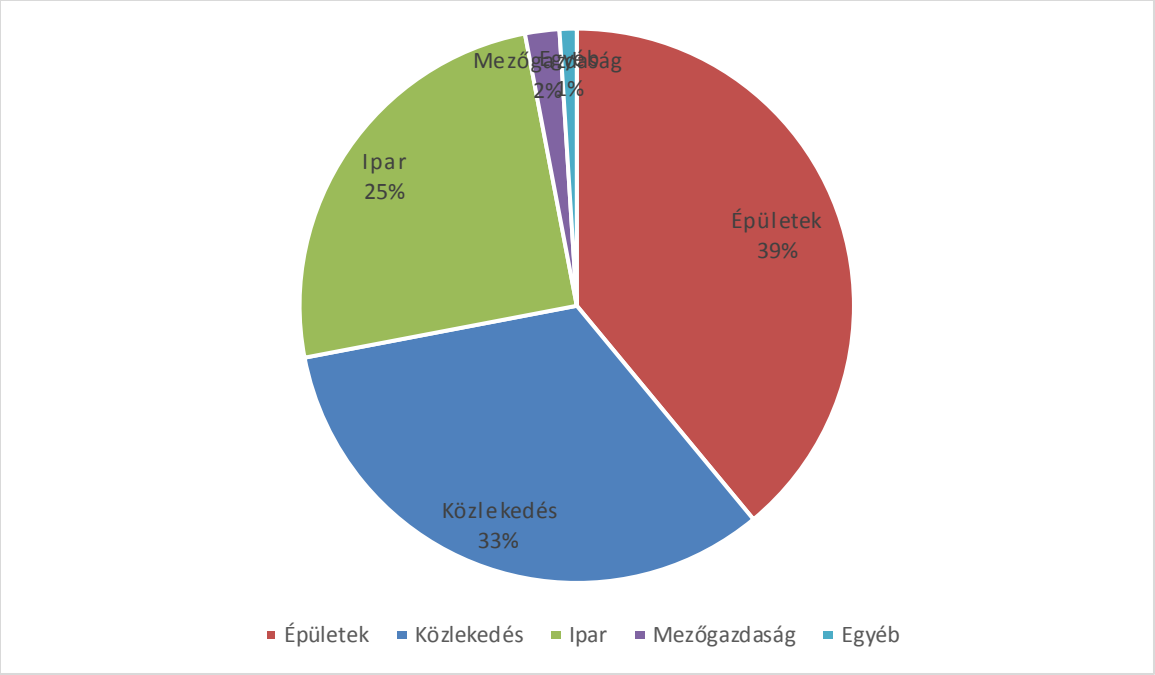
A hazai jogszabályozás legfőbb rendelete a jelenleg átalakítás alatt álló *Az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról szóló 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet*. Ennek szerepét 2023. november 1-jétől a *9/2023. (V.25.) ÉKM rendelet* veszi át. Mivel a szakdolgozatom írása alatt, valamint a tervezési feladatomul szolgáló bérlemény épületének engedélyeztetésekor, továbbá a bérlemény kivitelezésekor is a TNM rendelet a hatályos, ezért a rendelet által szabályozott bemenő adatokat, illetve számításokat a TNM rendelet alapján készítettem el.

A hőtermelő berendezések és légkondicionáló rendszerek energetikai felülvizsgálatáról szóló 264/2008. (XI. 6.) Korm. rendelet utódja az energiahatékonyságról szóló 2015. évi LVII. törvény egyes energetikai felülvizsgálatot érintő szabályainak végrehajtásáról szóló 19/2021.

(IV. 14.) ITM rendelet, *az energiahatékonyságról szóló 2015. évi LVII. törvény egyes energetikai felülvizsgálatot érintő szabályainak végrehajtásáról szóló rendelet* a hőtermelő berendezések és légkondicionáló rendszerekre vonatkozó követelményekkel, vizsgálati szempontokkal a már telepített berendezések és rendszerek ellenőrzésének előírásával célozza meg az energiahatékonyság növelését és az energiafelhasználás csökkentését. Az üzemeltetők fontos információkat kaphatnak a rendszerük megfelelő működéséről. Amennyiben az ellenőrzés során valamilyen hibát, vagy nemmegfelelőséget rögzítenek, lehetőségükben áll kijavítani azt, ezzel az energiafelhasználást, az energiára fordított költségeket csökkenteni, adott esetben az épülethasználók komfortérzetét növelni. (http 8)

2.6 Zöld épületminősítő rendszerek

Egy az EUROSTAT által 2015-ös adatok alapján készített statisztikából kiderül, hogy ha a különböző energiafogyasztási szektorokat, úgymint az ipart, a mezőgazdaságot, a közlekedést, az épületeket és az egyéb előbbi négy kategóriába nem sorolható ágazatokat összehasonlítjuk, akkor az épületekre jutó energiafogyasztási arány a legnagyobb szeletet teszi ki, számszerűen 39%-ot (17. ábra). (http 7)



17. ábra: Szektorális energiafogyasztás (EUROSTAT, 2015.)

Az adatok alapján 2015-ben az ENSZ 17 pontban megfogalmazta a fenntartható fejlődés céljait. Ezek olyan cselekvési területek, amelyek mentén a klímaváltozás ellen hatásosan fel lehet lépni (18. ábra) (http 9):

1. Szegénység megszüntetése minden formájában.
2. Éhezés megszüntetése, biztonságos és tápláló étel biztosítása mindenki számára.
3. *Egészséges életet biztosítani minden korosztály számára és mindenhol.*
4. Magas színvonalú oktatás azonos esélyekkel és a lehető legjobb eredményekkel.
5. Nők és lányok egyenlősége, valamint az erőszak megszüntetése velük szemben.
6. Tiszta víz és higiénia biztosítása mindenki számára.
7. *Megfizethető és tiszta energia előmozdítása.*
8. *Tisztességes munka és gazdasági növekedés*
9. *Fenntartható iparosítás, innováció előmozdítása.*
10. Egyenlőség előmozdítása az országok között és az egyenlőtlenségek csökkentése.
11. *Fenntartható városok és települések kialakítása.*
12. *Felelős fogyasztás és termelés előmozdítása.*
13. *Az éghajlatváltozás elleni küzdelem.*
14. Az óceánok, tengerek és tengeri erőforrások védelme.
15. *Az ökoszisztémák és a természetvédelem előmozdítása.*
16. Békés és integratív társadalmak előmozdítása, valamint erőszakmentes társadalmak és intézmények elősegítése.
17. *A fenntartható fejlődés céljainak végrehajtása érdekében globális partnerségek* kialakítása

18. ábra Az ENSZ 17 fenntartható fejlődési célja (ENSZ)

A World Green Building Council (WorldGBC) egy olyan nemzetközi szervezet, amely a zöld építészet és a fenntartható épületek területén tevékenykedik. Célja a zöld építészet terjesztése és támogatása világszerte annak érdekében, hogy az épített környezet hatékonyabban használja az erőforrásokat, csökkentse az üvegházhatású gázok kibocsátását, és elősegítse az egészséges, fenntartható épületek létrehozását.

A WorldGBC különböző országokban működő tagszervezeteket tömörít, amelyek helyi szinten a fenntartható építészet előmozdítására összpontosítanak. Ezek a tagszervezetek dolgoznak együtt az építőipar szereplőivel, kormányzati intézményekkel, vállalatokkal és egyéb érdekelt felekkel, hogy kialakítsák és terjesszék a zöld építészet legjobb gyakorlatait.

A World Green Building Council számos kezdeményezést indított és irányított a fenntartható építészet előmozdítása érdekében, és fontos szerepet játszik a fenntartható építészet terjedésében és tudatosulásában a világ különböző részein. Ezek közé sorolható, hogy az ENSZ által meghatározott 17 célból a WorldGBC 9 célt jelölt meg, amelyekre az épített környezetünknek közvetlenül befolyásoló tényezője van (19. ábra) (A fentebbi felsorolásban dőlt betűvel szedve). (http 10)

19. ábra Az épített környezet által közvetlenül befolyásolt 9 ENSZ fenntartható fejlődési cél. (WGBC)

Ezeket a szempontokat is figyelembe véve civil szakmai szervezetek az épületek környezetbarát és fenntarthatósági jellemzőinek értékelésére egymástól függetlenül többféle épületminősítő rendszert alkottak meg. Ezek segítségével lehetőség nyílik az épületek környezetünkre gyakorolt negatív hatásainak elemzésére. A szempontrendszerek egy része az Európai Uniós irányelvekre, a nemzeti szabványokra épülnek, ugyanakkor ezeken továbblépve, de egységes szerkezetbe foglalva nem kifejezetten műszaki tartalmakat is vizsgálnak. (http 11) Az épületek

valamilyen zöld minősítő rendszerrel való tanúsítása és azon belül minél magasabb besorolás elérése mára olyan piaci tényező, amely a bérlemények keresletére és így a bérleti díjra is növelő hatással van. A legelterjedtebb zöld épületminősítő rendszereket a következő bekezdésekben mutatom be.

2.6.1 BREEAM

Jelenleg a BREEAM épületminősítési rendszer az egyik legelterjedtebb, melynek oka, hogy a már meglévő épületek minősítésében is nagy sikert tudott felmutatni, mivel a rendszerrel külön-külön minősíthető az épület, az üzemeltetés, illetve az épülethasználók környezettudatossága is.

A BREEAM rendszert eredetileg az 1990-es évek elején Nagy-Britanniában fejlesztették ki és 2008 óta a nemzetközi piacokon is elérhető. Kezdetben Európában, majd pedig világszerte elterjedt minősítési rendszer lett.

A rendszer a fenntarthatósági kritériumokat kilenc kategóriába sorolja, ezzel átfogó képet alkotva a vizsgált épület teljesítményéről. Az épületeket egy hétfokú skálán értékelik, az eltérő súlyozású kategóriákból összeadódott pontszám alapján.

2.6.2 LEED

A BREEAM mellett az amerikai LEED a másik legelterjedtebb rendszer a világon, amely 1998-as bevezetése óta globálisan is elérhető.

A rendszer követelményei főként az amerikai szabványokon alapul, de lehetőség van alternatív, így például európai szabványok megfelelősségének elfogadtatására is.

A rendszer keretében minősíteni lehet új, belső kialakításokat, illetve meglévő kereskedelmi, irodai vagy ipari funkciójú épületeket, továbbá nagy projektek közösségekre gyakorolt hatását is mérni lehet vele.

A LEED zöld épületértékelő rendszer öt környezeti kategóriába sorolja a különböző követelményeket. A minősítendő projekteknek először az előkövetelményt kell teljesíteniük, majd a további kritériumoknak való megfeleléssel juthatnak több pontszámhoz, melynek végösszege határozza meg a minősítés fokát. Az innováció kategóriában többletpontok járnak az olyan környezettudatos megoldásokért, amelyek adott esetben túlmutatnak a minősítési rendszer követelményein.

2.6.3 DGNB

Az európai régióban a két angolszász rendszeren kívül a 2008-ban Németországban bevezetett zöld épületminősítő rendszer van jelen. A DGNB a legújabb és legösszetettebb rendszer és mivel nemzetközileg csak új épületek minősíthetőek vele, ezért Közép-Kelet-Európában még nem annyira elterjedt. A rendszer legnagyobb eltérését a két angolszász rendszertől az adja, hogy egyelő súlyozással veszi figyelembe a környezeti, a gazdasági és a társadalmi fenntarthatósághoz kapcsolódó követelményeket. Továbbá fontos szerepet kapnak az épület életciklusára vonatkozó kritériumok is. Az értékelés során hat témát vesz figyelembe a minősítés: ökológiai minőség, gazdaságossági minőség, szociokulturális és funkcionális minőség, technikai minőség, folyamat minősége és a helyszín minősége.

A rendszer kritériumai főként a német DIN szabványokra épüknek, de természetesen ennél a rendszernél is van lehetőség az egyéb európai szabványokkal való megfeleltethetőségre.

Az épületek minősítése a német rendszerben háromfokú skálán történik.

2.6.4 WELL

A WELL minősítési rendszer a LEED-hez hasonlóan szintén az Egyesült Államokból származik. A fentebb részletezett minősítési rendszerektől eltérően a WELL-t kifejezetten az egészséges és élhetőbb belső terek kialakítására, illetve értékelésére fejlesztették ki. A minősítéshez továbbá hozzátartozik a mintavételezéses mérési vizsgálat is. Ennek során például a levegő- vagy vízmintákat akkreditált laboratóriumokban vizsgáltatják be. A rendszer üzemeltetői ezért kifejezetten javasolják, hogy a WELL mellett a projekt egészére valamely másik zöld épületminősítő rendszer szerint is legyen minősítve. A BREEAM és LEED minősítéseknél vannak olyan kritériumok, melyek megfelelőségével részben vagy egészében a WELL rendszer egyes kritériumainak is meg lehet felelni.

2.7 Az épületinformációs modellezés (BIM)

A Building information modeling (BIM), magyarra leginkább épületinformációs modellezésnek fordíthatjuk. A BIM egy rendkívül hatékony és fejlett megközelítés az építészet és az építőipar területén, amely forradalmasítja az építési folyamatokat. A BIM egy digitális modell alapú rendszer, amely valós idejű információkat és adatokat használ az épületek tervezésétől kezdve az építésen át a karbantartásig.

A BIM alapja összességében egy olyan digitális modell, amely az épülettel kapcsolatos valós idejű adatokat, információkat és terveket tartalmazza. Ez a modell lehetővé teszi az épületek tervezésének, kivitelezésének és üzemeltetésének optimalizálását.

A tervezést tekintve a BIM lehetővé teszi, hogy az építészek és más szakágak mérnökei közösen, egyszerre dolgozhassanak a terveken és valós időben láthassák a változtatásokat. A tervezéskor használt BIM modell akár teljes mértékben valósághűen, 3 dimenzióban képes ábrázolni az épület rendszereinek különféle elemeit, külső megjelenését. A BIM számos alapszoftverre épülő kiegészítő programokat képes rendszerbe foglalni, amely épületgépészeti szempontból a modellen bizonyos fizikai számításokat képes végrehajtani, például légnyomásesés számítását, vagy a tervek hatékony feliratozásában képes segíteni.

A BIM rendszer segítségével az építészek és kivitelezők könnyen együttműködhetnek az építési projekt során. Az adatok és modellek megosztása lehetővé teszi a hatékony erőforrások kezelését, a konfliktusok elkerülését és a projekt időzítésének optimalizálását. A BIM-mel akár az építés egyes fázisai is leszimulálhatóak, így nyújtva segítséget az egyes lépések egymásutániságának meghatározásában.

A karbantartás és üzemeltetés területén is hasznosíthatók a BIM által nyújtott előnyök. Az épület 3D-s modellje könnyebb tájékozódást biztosít a rendszer üzemeltetőinek. A különböző elemekhez, szerelvényekhez, berendezésekhez pontos információkat, adatlapokat, kezelési és karbantartási útmutatókat lehet hozzá társítani, amely így biztosítja a rendszerezett és könnyű hozzáférést az épület hatékony üzemeltetéséhez és karbantartásához.

A BIM segítségével a tervezés pontosabbá válhat, mivel a modell valósághű megjelenítés biztosítja az ütközésmentes terveket. Az ütközésmentes tervek a kivitelezésnél költségmegtakarítást, időcsökkentést jelentenek, mivel a kivitelező 3D-ban láthatja a rendszerek pontos kiépítésének módját. (Bakai, 2019.)

3 Anyag és módszer

3.1 Az irodai bérlemény bemutatása

A 450 m^2-es L alakú bérlemény az épület hetedik, legfelső emeletén foglal helyet. A bérleménynek önálló gépész- és villamosszinti kiállása van. 12 db egyszemélyes iroda, 2 db kétszemélyes iroda, 1 db teakonyha, 4 db raktárhelyiség, 1 db IT helyiség, 1 db 4 személyes kistárgyaló és 1 db 24 személyes tárgyaló kapott helyett benne. A liftelőtérrel szemben található a recepció. A 2 db kétszemélyes iroda közül az egyikben egy négyszemélyes tárgyalóasztal is lesz. Az egyszemélyes irodák közül pedig kettő vezetői iroda lesz, ahol háromszemélyes tárgyalóasztalt terveztek be. A vizesblokk női és férfi mosdóblokkból, illetve egy takarító szertárból áll. A szint födémmagassága a padlótól számítva 3,09 méteren van. A belmagasság vizesblokkoknál 2,4 a többi helyiségben 2,7 méter.

Az irodában összesen 17 ember fog dolgozni, nappali, 8 órás műszakban. Az irodába ügyfelek, külsős munkatársak érkezhetnek megbeszélésekre, egyeztetésekre, továbbképzésekre.

3.1.1 A bérlemény shall & core épületgépészeti jellemzői

A bérlemény jelenlegi területe teljesen üres, a Bérlő lesz az első használója. Az irodaházban épületgépészeti szempontból a shall & core tervek szerint a hűtő-, fűtővezetékek, az ívó- és szürkevízvezetékek (20. ábra) és a légcsatornák az épület 3-as magját ellátó központi rendszerekről való szinti kiállásait kellett a kivitelezőnek kiépítenie. A csővezetékek esetében csak egy elzárószerelvény, míg a légcsatornáknál szabályozó szerelvény és tűzcsappantyú is a shall & core fázis része. Ezeken kívül a tűzivíz-hálózat, illetve a vizesblokknál a szennyvíz ejtőre csatlakozó idom (21. ábra) épül ki. Mivel a bérlemény a legfelső szinten van, a shall & core kivitelezés része a tető csapadékvizét összegyűjtő és elszállító vákuumos hálózat is, amely a bérleménynél a födémre szerelve jelenik meg. A bérleményre a shall & core tervek szerint jutó friss levegő mennyiséget, illetve hűtési energiát a 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat A bérleményhez rendelkezésre álló friss levegő mennyisége és hűtési energia

Friss levegő	2000 m^3
Klímagerendás hűtési energia	20 000 kW

3. táblázat A bérleményhez rendelkezésre álló légtechnikai rendszer csatlakozási adatai

Rendszer	Méret	Max. légmennyiség	Max. nyomásveszteség
Befúvás	800x250	3500 m^3	450 Pa
Elszívás	800x250	2900 m^3	450 Pa
Teakonyha elszívás	Ø160	350 m^3	n.d.
WC-elszívás	Ø160	360 m^3	n.d

20. ábra A bérlemény csővezetékes épületgépészeti rendszereinek szinti kiállása

21. ábra A bérlemény szennyvízcsatlakozása

A rejtett közlekedőkön, folyosókon bontható, 60 x 120-as kazettás álmennyezet van, a többi területen monolit álmennyezet. A bérlemények fűtését radiátorok szolgálják ki. A hűtésről és a friss levegőellátásról a tárgyalók kivételével klímagerendák gondoskodnak. Az irodaépület shall & core koncepciójában a tárgyalókban a nagy fajlagos létszám miatt a klímagerendák helyett fan-coilok szerepelnek. Ezért az épületben a komforthűtés kiszolgálására két hűtési kört terveztek be. Egy magasabb hőmérsékletű hűtési kört a klímagerendák ellátásához, míg egy alacsonyabb hőmérsékletű hűtési kört a fan-coilok ellátásához. Az épületben van még egy harmadik hűtési kör is, amely a bérlemények szerverhűtési igényeit szolgálják ki.

3.2 A tervezési feladat meghatározása

A tervezési feladat az irodai bérlemény légtechnikai hálózatának megtervezése, hidraulikai méretezése. A légtechnikai hálózatnak alkalmasnak kell lennie a szükséges friss levegő utánpótlására, a nyáron a kültérből származó és a belső térben keletkezett hő elvezetésére. Ez utóbbi alól az IT helyiség kivételt képez. Az IT helyiségben a hűtést magfali fan-coilok biztosítják, amelyek rendszer nem része a szakdolgozatomnak. A légtechnikai rendszer hangcsillapítására, a tárgyalók és a kijelölt vezetői irodáknál az áthallás korlátozására hangcsillapítókat kell kiválasztani. A bérlemény szellőztetését az épület 3-as magját ellátó

központi légkezelőgép rendszerének, a szinten már a shall & core fázisban kiépület csatlakozó pontjaira kellett rátervezneм. A légcsatornák szinti kiállásainak, a rendelkezésre álló maximális légszállításnak és hidegenergiának az adatit a 3.1.1 fejezetben a 2. táblázat és 3. táblázat tartalmazza. A hűtési csővezetékrendszer tervezése és a téli fűtést biztosító radiátoros rendszer nem képzi a szakdolgozatom részét.

3.3 A bérlemény helyszíni felmérése

Az irodaépületbe tervezett korábbi bérlemények tapasztalatai alapján, az épületnél kulcsfontosságúnak tűnt a fit-out tervezés előtti bejárás. A legfőbb problémát az jelentette, hogy az építész, illetve statikai adatszolgáltatásokból néhány gerenda, illetve felülborda lemaradt. A bejárás során ezeket, valamint az egyes szakágak szinti kiágazásainak magasságát, méretét és pozícióját is ellenőriztem. Ezeken felül a légtechnikai rendszerekbe beépített tűzcsappantyúk meglétét is leellenőriztem. Mivel a bérlemény a legfelső szinten van, a födémre rögzítve több helyen megjelent a vákuumos esővízcsatorna. Fontos volt felmérnem ennek is a nyomvonalát, magasságát, mert a merevítősínes szerelés miatt jelentős teret elvesz a majdani álmennyezeti térből. A bejárás során felmértem még a parapet falazat vastagságát, amely az épületben kétféle vastagságban jelent meg, de a tapasztalataim szerint az építészrajzokon néhány esetben pontatlanul. A parapet vastagsága a szakdolgozatom feladatkörét nem képző hőveszteség számítások, illetve a kiválasztott radiátorok elhelyezhetősége miatt volt fontos.

A felmérés fontos eredménye, hogy a fit-out tervezés során a bérleményi légcsatornahálózat nyomvonalának meghatározásakor figyelembe lehet venni a gerendák helyzetét. Amennyiben gerendaáttörésre lesz szükség, azokat a statikussal előre le lehet egyeztetni és az árazatlan költségvetésben is szerepeltetni lehet. A felmérés során a bérleményben megjelenő néhány gerendáról, illetve a vákuumos esővízelvezető rendszer egy részéről készült fényképeket az 22. ábra és a 23. ábra mutatja be.

22. ábra A bérleményben megjelenő gerendák (Mészáros J.)

23. ábra A vákuumos esővízcsatorna a bérlemény födémjén (Mészáros J.)

3.4 Felmérés kiértékelése

A bérlemény helyszíni felmérése segített abban, hogy információkat tudtam adni az építész kollégának az alaprajz és álmennyezet kialakításához. Előre fel tudtam hívni a figyelmet az épületgépészeti szempontból szűk keresztmetszetekre, így a belmagasság kialakításában, a falak pozíciójának meghatározásában ezeket figyelembe tudta venni. A következő felsorolás a helyszíni felmérésemen alapuló építészeknek küldött adatszolgáltatásomat mutatja be.

- A bérlemény bal felső oldalán lévő helyiségeknél a klímagerendák elhelyezhetősége nagyban függ az álmennyezeti kiosztás irányától.

- A helyiségeket elválasztó falazat kijelölésekor - amennyiben a falazatok födémig záródnak - figyelembe kell venni a födémáttörésen keresztül érkező esővíz csatornák pozícióját.

- A recepciónál a klímagerendák elhelyezhetősége miatt vákuumos esővízelvezetés átszerelésére lesz szükség.

Jelenlegi vázlat szerinti meeting room területére vonatkozó megállapítások:

- A tűzcsapot a S & C tervekkel ellentétesen, az akna másik oldalán építették ki. (24. ábra)

- A helyszínen készült fényképeink alapján a WC és konyhaelszívás csatlakozásából csak az egyik, feltételezhetően a WC elszívás épült ki. (24. ábra)

- A mag szinti légtechnika kicsatlakozásánál a légcsatornák alsó síkja egy gerenda és a WC elszívás légcsatornája miatt 2455 mm. (24. ábra, 25. ábra)

- A mag szinti komfort befúvó és elszívó légcsatornáknál hiányoznak a tűzcsappantyúk. (24. ábra, 25. ábra)

- A WC elszívást terveinktől eltérően feljebb építették ki, így a szinti befúvás a fal síkjától kb. 1,9 méterre tud csak a födémhez simulni. (24. ábra, 25. ábra)

- A meeting room előtti részen futó vákuumos esővízcsatornát valószínűsíthetően át kell helyezni, hogy a légcsatornákkal ki lehessen fordulni a folyosó álmennyezeti terébe. (23. ábra)

- A meeting room klímagerendáinak elhelyezhetősége csak az építtető (bérlő) igényei szerint áthelyezett helyiség alaprajzának ismeretében mondható meg.

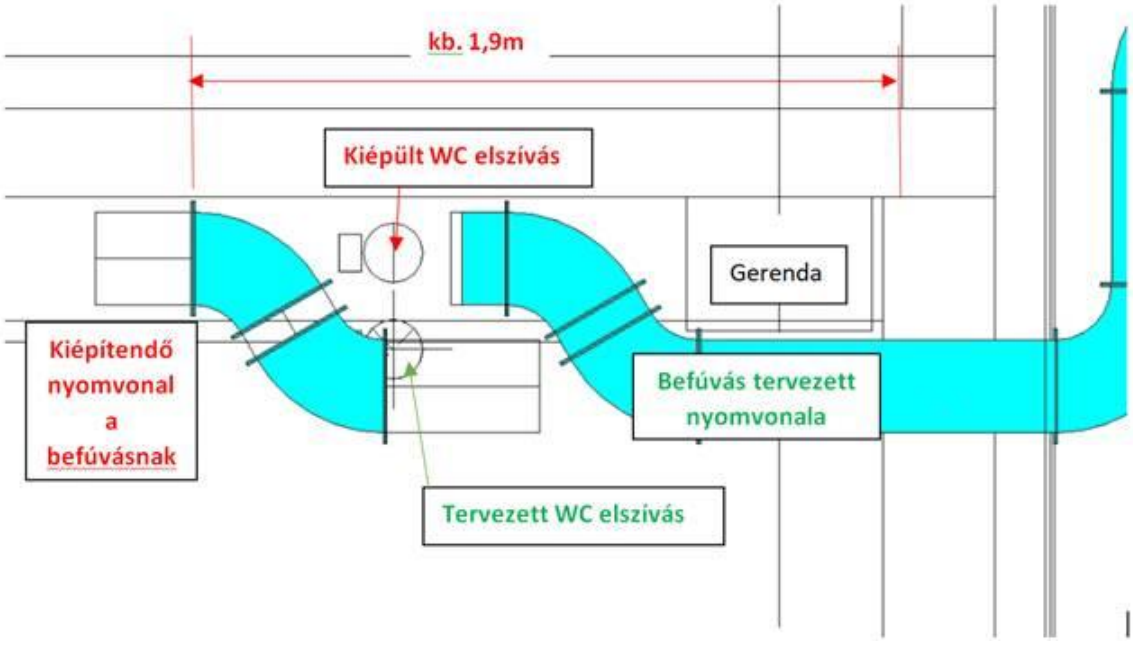
- Ennek ismeretében lehet csak biztosan megmondani azt is, hogy a légcsatornák folyosóra való kifordulásához elegendő-e a folyosó szélessége (ez a födémig záródó elválasztó falaknál okozhat problémát).

Eddig tapasztalataim alapján az is lehetséges, hogy épületben a vákuumos esővízcsatornát is át kell szereltetni, illetve a keresztezések biztosítása érdekében a merevítősínt elhagyva kell újra szereltetni. Az ehhez szükséges gyártói útmutatásokat pedig be kell szereznem.

A fenti eltérésekről a beruházót is tájékoztattam. Ezek alapján a tűzcsappantyúk és a hiányzó teakonyhai elszívás szinti kiállásának pótlását kérte a shell & core kivitelezőtől. Ezért a fit-out

tervezésben ezeket az eltéréseket már nem kell figyelembe vennem, így nem fog megjelenni a fit-out kiviteli tervdokumentációban a tűzcsappantyúk és a hiányzó teakonyhai elszívás pótlása.

24. ábra A bérlemény szinti légtechnikai kiállása (Mészáros J.)



25. ábra: A fit-out kiviteli terv, illetve a kivitelezett állapot közötti eltérés (Mészáros J.)

Építészeti szempontból a javaslataim alapján a teakonyha hátsó része a légtechnikai kiállások alatt lezárásra került és azon a területen raktárhelyiségeket hoztak létre. Az álmennyezet szintje a kritikus helyeken pedig alacsonyabbra került.

3.5 A helyiségek friss levegőmennyiségének meghatározása

Szakdolgozatomban a friss levegőmennyiségét többféle követelmény alapján határoztam meg és ezeket hasonlítottam össze a tényleges tervezett légmennyiségekkel. A friss levegőmennyiségének meghatározását a következő módszerekkel számítottam ki:

- Helyiség alapterülete alapján (MSZ CR 1752:2001)
- Helyiségben tartózkodók alapján (MSZ CR 1752:2001)
- Belső levegő minősége alapján (MSZ CR 1752:2001)
- TNM rendelet alapján
- LEED minősítési rendszer követelményei alapján

A légmennyiségek kiszámításánál "A" kategóriájú irodahelyiségeket vettem fel.

A helyiségek azonosítóját, nevét és funkcióját, alapterületét, az álmennyezet alsó síkját, létszámát és a hőterhelést a **4. táblázat** tartalmazza. A hőterhelést a WinWatt program segítségével számítottam ki. Figyelembe vettem a helyiséghasználók, a világítás, az elektronikai eszközök, úgymint számítógépek, képernyők, laptopok, televíziók, projektorok, a fénymásoló, a helyiségben tartózkodók, valamint az üvegszerkezeteken beérkező hőterhelést. A részletes számítási adatok sérülése miatt szakdolgozatomban a nyári hőterhelés adatait bejövő adatként kezelem, amelyet korábban a WinWatt számítás eredményeiből nyertem ki.

4. táblázat: Helyiségek adatainak táblázata

Hgsz.	Helyiség név	Terület [m^2]	Létszám [fő]	Ám. magasság [m]	Nyári hőterhelés [W]
7.01	Recepció	28,43	4	2,7	2 250
7.04	Iroda	8,74	1	2,7	975
7.05	Iroda	11,08	1	2,7	975
7.07	Iroda	13,56	1	2,7	725
7.08	Iroda	13,22	1	2,7	725

Hgsz.	Helyiség név	Terület [m^2]	Létszám [fő]	Ám. magasság [m]	Nyári hőterhelés [W]
7.09	Iroda	12,62	1	2,7	725
7.10	Iroda	12,98	1	2,7	700
7.11	Iroda	13,07	1	2,7	725
7.12	Iroda	23,63	2	2,7	2 300
7.13	Iroda	12,81	1	2,7	900
7.14	Iroda	12,87	1	2,7	900
7.15	Iroda	18,07	1	2,7	1 000
7.16	Iroda	16,25	1	2,7	1 000
7.17	Iroda	17,35	1	2,7	975
7.18	Iroda	15,86	1	2,7	975
7.19	Iroda	17,01	1	2,7	1 150
7.21	Teakonyha	20,97	8	2,7	1 500
7.22	Tárgyaló 1	11,88	4	2,7	1 275
7.23	Tárgyaló 2	42,93	12	2,7	7 100

A következőkben az állandó tartózkodási helyek szellőző levegőigényének kiszámítási lehetőségeit mutatom be.

3.5.1 A helyiség alapterülete alapján számított levegőigény

A helyiség alapterülete alapján számított friss levegő igényénél a szellőző levegő fajlagos értékét az MSZ CR 1752:2001 szabvány táblázata alapján határoztam meg (5. táblázat).

5. táblázat A kis irodákra vonatkozó tervezési alapértékek (MSZCR1752:2001)

Épület/tér típusa	Aktivitási szint met	Benntartózkodók száma fő/m^2	Kategória	Operatív hőmérséklet °C		Átlagos levegősebesség m/s		Hangnyomásszint	Szellőző levegő
				Nyári (hűtés)	Téli (fűtés)	Nyári (hűtés)	Téli (fűtés)	dB(A)	l/s·m^2
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

A táblázat szerint kisterű, „A” kategóriás irodákra a fajlagos szellőzőlevegő értékét 2 l/s·m^2 értékre vettem fel. A friss levegő számítást a MSZ CR 1752:2001 szabvány szerinti képlettel számoltam:

$$V_{friss} = q_B \cdot A \, [\frac{m^3}{h}]$$

ahol,

q_B - fajlagos levegő szellőző értéke (l/s·m^2)

A - a helyiség területe (m^2)

A friss levegőszámítás eredményei a 6. táblázatban találhatóak.

6. táblázat: A helyiség alapterülete alapján számított levegőigény adatai és eredményei

Hgsz.	Helyiség név	Terület [m^2]	Tér típusa	Szellőző levegő [l/s·m^2]	Szellőző levegő [m^3/h]
7.01	Recepció	28,43	Kis iroda	2	205
7.04	Iroda	8,74	Kis iroda	2	65
7.05	Iroda	11,08	Kis iroda	2	80
7.07	Iroda	13,56	Kis iroda	2	100
7.08	Iroda	13,22	Kis iroda	2	100
7.09	Iroda	12,62	Kis iroda	2	95
7.10	Iroda	12,98	Kis iroda	2	95
7.11	Iroda	13,07	Kis iroda	2	95
7.12	Iroda	23,63	Kis iroda	2	175
7.13	Iroda	12,81	Kis iroda	2	95
7.14	Iroda	12,87	Kis iroda	2	95
7.15	Iroda	18,07	Kis iroda	2	135
7.16	Iroda	16,25	Kis iroda	2	120
7.17	Iroda	17,35	Kis iroda	2	125
7.18	Iroda	15,86	Kis iroda	2	115
7.19	Iroda	17,01	Kis iroda	2	125
7.21	Teakonyha	20,97	Étterem	8	605

Hgsz.	Helyiség név	Terület [m^2]	Tér típusa	Szellőző levegő [$l/s \cdot m^2$]	Szellőző levegő [m^3/h]
7.22	Tárgyaló 1	11,88	Tárgyaló terem	6	260
7.23	Tárgyaló 2	42,93	Tárgyaló terem	6	930

3.5.2 A helyiségben tartózkodók száma alapján számított friss levegőigény

Fajlagos frisslevegő igény benntartózkodók létszáma szerinti számításnál az MSZ CR 1752:2001 szabvány vonatkozó adatait a 7. táblázat Fajlagos frisslevegő igény benntartózkodók létszáma alapján (MSZ CR 1752:2001)tartalmazza.

7. táblázat Fajlagos frisslevegő igény benntartózkodók létszáma alapján (MSZ CR 1752:2001)

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

A nem dohányzó „A" kategóriás iroda esetén, így a fajlagos friss levegő igény 10 l/s·fő. A friss levegő számítást a MSZ CR 1752:2001 szabvány szerinti képlettel számoltam:

$$V_{friss} = q_p \cdot n \, [\frac{m^3}{h}]$$

ahol,

q_p - személyek száma szerinti szellőző levegő mennyisége (l/s·fő)

n - személyek száma.

A számítás bemeneti adatait, illetve eredményét a **8. táblázat** tartalmazza.

8. táblázat: A helyiségben tartózkodók száma alapján számított friss levegőigény adatai és eredményei

Hgsz.	Helyiség név	Létszám [fő]	Minimális szellőzés értéke [l/s·fő]	Szellőző levegő mennyisége [m^3/h]
7.01	Recepció	4	10	145
7.04	Iroda	1	10	40
7.05	Iroda	1	10	40
7.07	Iroda	1	10	40
7.08	Iroda	1	10	40
7.09	Iroda	1	10	40
7.10	Iroda	1	10	40
7.11	Iroda	1	10	40
7.12	Iroda	2	10	75
7.13	Iroda	1	10	40
7.14	Iroda	1	10	40
7.15	Iroda	1	10	40
7.16	Iroda	1	10	40
7.17	Iroda	1	10	40
7.18	Iroda	1	10	40
7.19	Iroda	1	10	40
7.21	Teakonyha	8	10	290
7.22	Tárgyaló 1	4	10	145
7.23	Tárgyaló 2	12	10	435

3.5.3 A belső levegő minősége alapján számított friss levegőigény

A belső levegő minősége alapján számított levegőigénynél az MSZ CR 1752:2001 szabvány szerint a következő módon számoltam ki:

$$G_{emberi} = g_e \cdot n\,[olf]$$

ahol:

g_e - emberi szennyezőanyag egységnyi forráserőssége (olf/fő)

n - személyek száma.

$$G_{padló} = g_p \cdot A\ [olf]$$

ahol:

g_p - a padló által kibocsátott szennyezőanyag egységnyi forráserőssége (olf/m^2)

A - a helyiség alapterülete m^2.

Teljes forráserősség:

$$G_{összes} = G_{emberi} + G_{padló}\ [olf]$$

$$V_{friss} = 10 \cdot \frac{G_{összes}}{c_{belső} - c_{külső}} \cdot \frac{1}{\varepsilon}\ [\frac{m^3}{h}]$$

ahol:

G - forráserősség (olf)

c - szennyezőanyag koncentrációja (dp)

ε - a szellőztetés hatásfoka

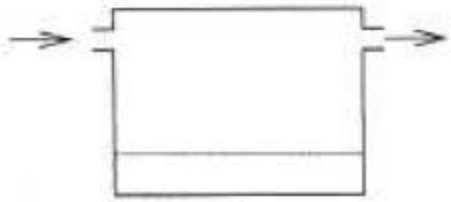
A szabvány alapján az új épületek által kibocsátott szennyezőanyagoknál a padló kibocsátására 0,2 olf/m^2 értéket vettem fel. Az emberi kibocsátásnál irodai munkára 1 olf/fő értéket vettem fel. A belső zárttéri észlelt levegőminőséget az „A" kategória alapján 1,0 dp-ban vettem fel (9. táblázat). A kültéri levegő minőséget 0,1 dp-ban határoztam meg (10. táblázat) A számítás további bemeneti adatait, illetve eredményét az 11. táblázat tartalmazza. A szellőztetés hatássosságára a 26. ábra alapján mivel az befúvás is és az elszívás is a helyiség felső részéből történik 0,7-et vettem fel.

9. táblázat Az érzékelt zárttéri levegőminőség három osztálya (MSZCR1752:2001)

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

10. táblázat Kültéri levegő minősége (MSZCR1752:2001)s

Levegő minősége	Érzékelt levegőminőség Dp
Kitűnő	0
Városokban, jó levegőminőség	<0,1
Városokban, rossz levegőminőség	>0,5

Levegővezetés módja	t_u-t_b °C	ε
hígításos szellőzés 	< 0	0,9 – 1,0
	0 – 2	0,9
	2 – 5	0,8
	> 5	0,4 – 0,7

26. ábra A szellőztetés hatásossága (MSZCR1752)

11. táblázat: A belső levegőminősége alapján számított friss levegőigény adatai és eredményei

Hgsz.	Helyiség név	Terület [m^2]	Létszám [fő]	Forráserősség emberi [olf]	Forráserősség helyiség [olf]	Szellőzés hatásossága	Szellőző levegő mennyisége [m^3/h]
7.01	Recepció	28,43	4	4	5,7	0,7	555
7.04	Iroda	8,74	1	1	1,7	0,7	160
7.05	Iroda	11,08	1	1	2,2	0,7	185

Hgsz.	Helyiség név	Terület [m^2]	Létszám [fő]	Forráserősség emberi [olf]	Forráserősség helyiség [olf]	Szellőzés hatásossága	Szellőző levegő mennyisége [m^3/h]
7.07	Iroda	13,56	1	1	2,7	0,7	215
7.08	Iroda	13,22	1	1	2,6	0,7	210
7.09	Iroda	12,62	1	1	2,5	0,7	205
7.10	Iroda	12,98	1	1	2,6	0,7	210
7.11	Iroda	13,07	1	1	2,6	0,7	210
7.12	Iroda	23,63	2	2	4,7	0,7	385
7.13	Iroda	12,81	1	1	2,6	0,7	205
7.14	Iroda	12,87	1	1	2,6	0,7	205
7.15	Iroda	18,07	1	1	3,6	0,7	265
7.16	Iroda	16,25	1	1	3,3	0,7	245
7.17	Iroda	17,35	1	1	3,5	0,7	260
7.18	Iroda	15,86	1	1	3,2	0,7	240
7.19	Iroda	17,01	1	1	3,4	0,7	255
7.21	Teakonyha	20,97	8	8	4,2	0,7	700
7.22	Tárgyaló 1	11,88	4	4	2,4	0,7	365
7.23	Tárgyaló 2	42,93	12	12	8,6	0,7	1 180

3.5.4 A LEED szerint számított friss levegőigény

Az épület LEED minősített, ezért a LEED előírásai szerint is elvégeztem a friss levegőigény számítását. A LEED elírásai alapján a friss levegő számítást elvégeztem az amerikai ASHRAE 62.1-2010-es szabvány szerint. A szabvány az egyes helyiségeknél megadja a létszám, illetve a helyiség területére jutó fajlagos friss levegő mennyiségét (Rp - személyek száma szerinti szellőző levegő mennyisége (l/s·fő)

n - személyek száma

Ra - fajlagos levegő szellőző értéke (l/s·m2)

A - a helyiség területe (m2).

12. táblázat). A szükséges teljes légmennyiséget az alábbi képlettel lehet kiszámolni:

$$V = R_p \cdot n + R_a \cdot A \left[\frac{l}{s}\right]$$

Ahol:

R_p - személyek száma szerinti szellőző levegő mennyisége (l/s·fő)

n - személyek száma

R_a - fajlagos levegő szellőző értéke (l/s·m^2)

A - a helyiség területe (m^2).

12. táblázat Irodaépületek helyiségeinek minimális szellőztetési igénye. (ASHRAE 62.1-2010)

Occupancy Category	People Outdoor Air Rate R_p		Area Outdoor Air Rate R_a	
	cfm/person	L/s·person	cfm/ft^2	L/s·m^2
Office Buildings				
Breakrooms	5	2.5	0.12	0.6
Main entry lobbies	5	2.5	0.06	0.3
Occupiable storage rooms for dry materials	5	2.5	0.06	0.3
Office space	5	2.5	0.06	0.3
Reception areas	5	2.5	0.06	0.3
Telephone/data entry	5	2.5	0.06	0.3

A LEED szerinti friss levegőigény számít bemenő adatait és eredményeit a 13. táblázat tartalmazza.

13. táblázat A LEED alapján számolt friss levegőigény adatai és eredményei

Hgsz.	Helyiség név	Terület [m^2]	Létszám [fő]	Területre eső légmennyiség [$m^3/h/m^2$]	Bent tartózkodókra jutó légmennyiség [$m^3/h/fő$]	Terület alapján [m^3/h]	Létszám alapján [m^3/h]	Szellőző levegő mennyisége [m^3/h]
7.01	Recepció	28,43	4	1,08	9	30,70	36	70
7.04	Iroda	8,74	1	1,08	9	9,44	9	20
7.05	Iroda	11,08	1	1,08	9	11,97	9	25
7.07	Iroda	13,56	1	1,08	9	14,64	9	25
7.08	Iroda	13,22	1	1,08	9	14,28	9	25
7.09	Iroda	12,62	1	1,08	9	13,63	9	25
7.10	Iroda	12,98	1	1,08	9	14,02	9	25
7.11	Iroda	13,07	1	1,08	9	14,12	9	25
7.12	Iroda	23,63	2	1,08	9	25,52	18	45
7.13	Iroda	12,81	1	1,08	9	13,83	9	25
7.14	Iroda	12,87	1	1,08	9	13,90	9	25
7.15	Iroda	18,07	1	1,08	9	19,52	9	30
7.16	Iroda	16,25	1	1,08	9	17,55	9	30
7.17	Iroda	17,35	1	1,08	9	18,74	9	30
7.18	Iroda	15,86	1	1,08	9	17,13	9	30
7.19	Iroda	17,01	1	1,08	9	18,37	9	30
7.21	Teakonyha	20,97	8	3,24	13,68	67,94	109	180
7.22	Tárgyaló 1	11,88	4	1,08	9	12,83	36	50
7.23	Tárgyaló 2	42,93	12	1,08	9	46,36	108	155

3.5.5 A TNM rendelet alapján számított friss levegőigény

A 2023. október 31-én hatályát vesztő, de még az épület építési engedélyeztetési eljárása alatt, illetve az irodabérlemény kivitelezési alatt is hatályos, az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról szóló 7/2006. (V.24.) TNM rendelet előírásai alapján is kiszámoltam a bérlemény helyiségeinek friss levegő igényét. A jogszabály szerint a nem lakó funkciójú épületeknél a folyamatos emberi tartózkodásra használt helyiségeknél a következő képlettel lehet kiszámolni a tartózkodási zónába bejuttatandó minimális friss levegő mennyiségét:

$$q_{tot} = n \cdot 25{,}2 + A \cdot 2{,}52 \; [\frac{m^3}{h}]$$

Ahol:

n - személyek száma

A - a helyiség területe (m^2).

A TNM rendelet szerint számított friss levegő igény számításának bemenő adatait, illetve helyiségenkénti eredményét a 14. táblázat tartalmazza.

14. táblázat A TNM reneledt alapján számított friss levegő igény

Hgsz.	Helyiség név	Terület [m^2]	Létszám [fő]	Ám. magasság [m]	Szellőző levegő mennyisége [m^3/h]
7.01	Recepció	28,43	4	2,7	172
7.02	Folyosó	16,82	0	2,7	42
7.03	Folyosó	66,82	0	2,7	168
7.04	Iroda	8,74	1	2,7	47
7.05	Iroda	11,08	1	2,7	53
7.07	Iroda	13,56	1	2,7	59
7.08	Iroda	13,22	1	2,7	59
7.09	Iroda	12,62	1	2,7	57
7.10	Iroda	12,98	1	2,7	58
7.11	Iroda	13,07	1	2,7	58

Hgsz.	Helyiség név	Terület [m^2]	Létszám [fő]	Ám. magasság [m]	Szellőző levegő mennyisége [m^3/h]
7.12	Iroda	23,63	2	2,7	110
7.13	Iroda	12,81	1	2,7	57
7.14	Iroda	12,87	1	2,7	58
7.15	Iroda	18,07	1	2,7	71
7.16	Iroda	16,25	1	2,7	66
7.17	Iroda	17,35	1	2,7	69
7.18	Iroda	15,86	1	2,7	65
7.19	Iroda	17,01	1	2,7	68
7.20	IT helyiség	4,9	-	2,7	12
7.21	Teakonyha	20,97	8	2,7	254
7.22	Tárgyaló 1	11,88	4	2,7	131
7.23	Tárgyaló 2	42,93	12	2,7	411
7.24	Raktár	4,67	-	2,7	12

3.6 A friss levegőszámítás eredményeinek kiértékelése

A különböző számítási módszerek alapján meghatározott friss levegőigények eredményeit a 15. táblázat tartalmazza. Az eredményeket összehasonlítva megállapítható, hogy a különböző számítási módszerek között jelentős eltérés mutatkozik. A légmennyiségértékeket nagyságrend szerint sorba állítva az egymás mellé kerülő tagok között megközelítőleg kétszeres eltérés is mutatkozhat. A szükséges friss levegő mennyiségére a LEED alapján végzett számítások adták a legkisebb eredményt. A legnagyobb érték a belső levegőminőség alapján végzett számításnál jött ki. A bérleménynél ez az érték a tervezéshez nem használható fel, mert a fit-out tervezéshez nem áll rendelkezésre ekkora mennyiségű szellőző levegő. A BLM alapján végzet számításokat elemezve megállapítható, hogy a szellőző levegő mennyiségének 59,5%-a a helyiség padlójának szennyezőanyag kibocsátásából adódik. Ha figyelembe vesszük azt, hogy a LEED előírások szerint alacsony kibocsátási értékű anyagok felhasználására kell törekedni, illetve az

épület beköltözése előtt azt az előírt mértékben át kell szellőztetni, akkor a modernebb tervezési szemléletet viselő LEED irányelvek is nyújtanak megoldást a padló szennyezőanyag kibocsátásának problémájára. A kevesebb szellőző levegő mennyiségével a felesleges levegő áramoltatására szolgáló energiát meg lehet takarítani, amely költség- és környezetkímélőbb megoldás.

15. táblázat: A különböző számítási módszerek alapján meghatározott friss levegőigények összehasonlítása

Hgsz.	Helyiség név	Terület alapján [m^3/h]	Létszám alapján [m^3/h]	BLM alapján [m^3/h]	LEED alapján [m^3/h]	TNM alapján [m^3/h]
7.01	Recepció	205	145	555	70	172
7.04	Iroda	65	40	160	20	47
7.05	Iroda	80	40	185	25	53
7.07	Iroda	100	40	215	25	59
7.08	Iroda	100	40	210	25	59
7.09	Iroda	95	40	205	25	57
7.10	Iroda	95	40	210	25	58
7.11	Iroda	95	40	210	25	58
7.12	Iroda	175	75	385	45	110
7.13	Iroda	95	40	205	25	57
7.14	Iroda	95	40	205	25	58
7.15	Iroda	135	40	265	30	71
7.16	Iroda	120	40	245	30	66
7.17	Iroda	125	40	260	30	69
7.18	Iroda	115	40	240	30	65
7.19	Iroda	125	40	255	30	68
7.21	Teakonyha	605	290	700	180	254
7.22	Tárgyaló 1	260	145	365	50	131
7.23	Tárgyaló 2	930	435	1 180	155	411

3.7 A légtechnikai elemek méretezése

A friss levegőmennyiségének gyakorlati meghatározásánál szempontként vettem figyelembe a klímagerendák által huzatmentesen bejuttatható levegő mennyiségét és hűtőhatásukat. A végleges levegőmennyiséget a klímagerendák méretezése során határoztam meg az egyes helyiségekre. A klímagerendák méretezésekor a friss levegőszámításnál számított legnagyobb légmennyiség értékek is kevésnek bizonyultak a teljes hőterhelés elszállításához. Ezért a szellőző levegő mennyiségénél a minimális légmennyiséget a bérleménynél a hőterhelés mértéke határozta meg.

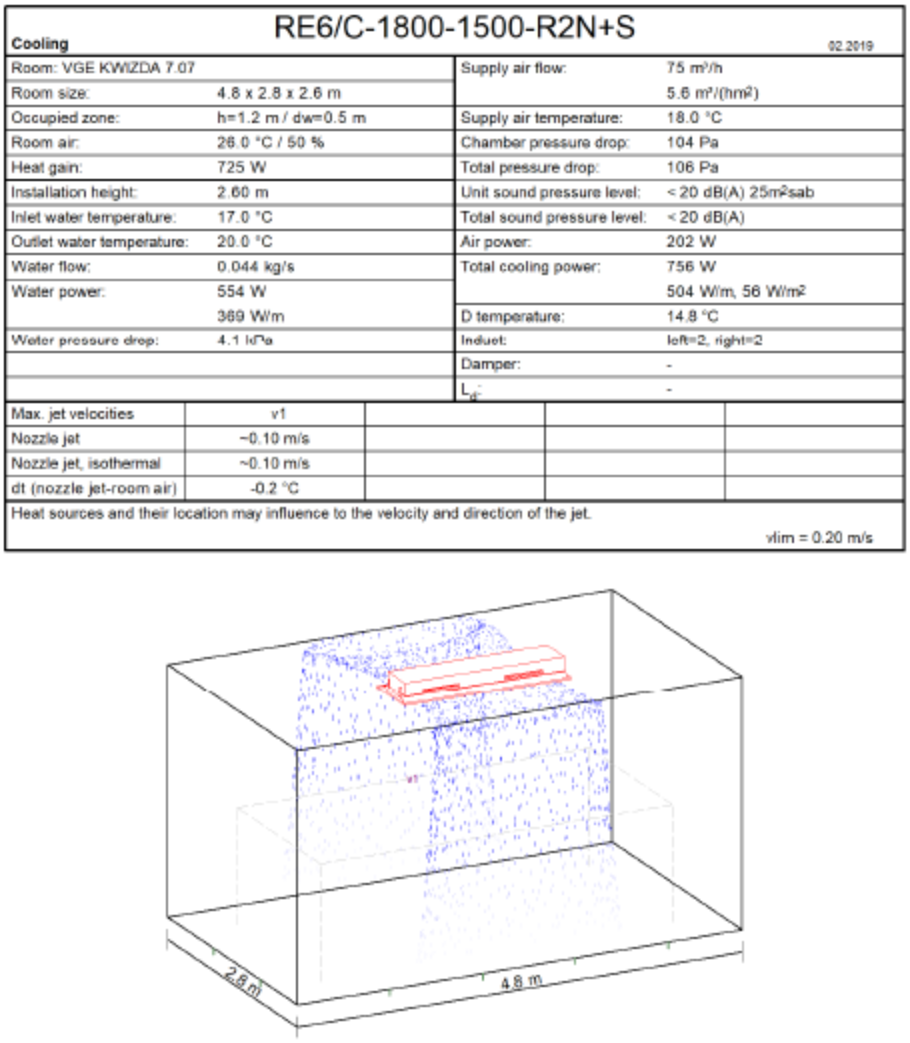
3.7.1 Klímagerendák méretezése

A klímagerenda méretezését a Halton HIT Design szoftverrel végeztem. Mivel télen az épületet radiátorokkal fűtik, a szellőző levegő pedig a helyiség előírt hőmérsékletével megegyező, ezért a klímagerendákat hűtési funkcióra választottam ki. A méretező programban a helyiség szélességét, hosszúságát és az álmennyezet magasságát lehet beállítani. A méretezéskor figyelmet kell fordítani arra, hogy a klímagerendából érkező hűtött levegő sebessége a tartózkodási zónában, a huzathatás elkerülése érdekében maximum 0,2 m/s lehet. A levegő határsebességét a kiválasztóprogramban külön be lehet állítani. Méretezéskor a helyiséget vizuálisan metszetbe vagy axonometrikus ábrán is meg tudja jeleníteni. A metszeti ábrán láthatóak azok a pontok, amelyekre a program elvégezte a légsebeség számítását. A légsebesség adatokat külön táblázatban is megjeleníti a program. Ha a légsebesség a beállított határértéket meghaladja, akkor figyelmeztetést ad a program. A helyiségekben íróasztal melletti ülőmunkát végeznek, ezért a tartózkodási zóna magasságát 1,4 méterre vettem fel.

A programban még beállítható a helyiségre vonatkozó adatoknál a hőmérséklet, a páratartalom és a keletkező hőterhelés mértéke. A klímagerendák kiválasztásához bemenő adatként vettem fel a klímagerendás hűtési kör előremenő és visszatérő hőmérsékletét, a szellőző levegő mennyiségét és hőmérsékletét. A beállított paramétereket a 4. táblázat és a 16. táblázat tartalmazza.

16. táblázat: Klímagerendák méretezésének kiinduló adatai

Helyiségek nyári hőmérséklete	26 °C
Helyiségek nyári relatív páratartalma	50%
A klímagerendás rendszer előremenő hűtőfolyadék hőmérséklete	17 °C
A klímagerendás rendszer visszatérő hűtőfolyadék hőmérséklete	20 °C
A légkezelőből a klímagerendára érkező levegő hőmérséklete	18 °C
Álmennyezet magassága	2,7 m
Tartózkodási zóna magassága	1,4 m



RE6/C-1800-1500-R2N+S

Cooling — 02.2019

Room: VGE KWIZDA 7.07		Supply air flow:	75 m³/h
Room size:	4.8 x 2.8 x 2.6 m		5.6 m³/(hm²)
Occupied zone:	h=1.2 m / dw=0.5 m	Supply air temperature:	18.0 °C
Room air:	26.0 °C / 50 %	Chamber pressure drop:	104 Pa
Heat gain:	725 W	Total pressure drop:	106 Pa
Installation height:	2.60 m	Unit sound pressure level:	< 20 dB(A) 25m²sab
Inlet water temperature:	17.0 °C	Total sound pressure level:	< 20 dB(A)
Outlet water temperature:	20.0 °C	Air power:	202 W
Water flow:	0.044 kg/s	Total cooling power:	756 W
Water power:	554 W		504 W/m, 56 W/m²
	369 W/m	D temperature:	14.8 °C
Water pressure drop:	4.1 kPa	Induct:	left=2, right=2
		Damper:	-
		L_{pA}:	-

Max. jet velocities	v1			
Nozzle jet	~0.10 m/s			
Nozzle jet, isothermal	~0.10 m/s			
dt (nozzle jet-room air)	-0.2 °C			

Heat sources and their location may influence to the velocity and direction of the jet.

vlim = 0.20 m/s

27. ábra Klímagerenda méretezése Halton HIT design programmal

A klímagerendára vonatkozó adatok közül megadható a klímagerenda hossza, a hőcserélő hossza, a fúvóka típusa, illetve a hőcserélő típusa. Az beállított értékek változtatásával és

újraszámíttatásával, iterációval meghatározható annak a klímagerendának a paraméterei, amely a helyiségekbe a megfelelő mennyiségű levegőt tudja huzatmentesen bejuttatni és a nyári hőterhelésnek megfelelő hűtési energiát biztosítani (27. ábra Klímagerenda méretezése Halton HIT design programmal).

A kiválasztott klímagerendákat a 17. táblázat tartalmazza, a méretezési lapuk pedig XXX mellékletben találhatóak.

17. táblázat A helyiségekbe bekerülő méretezett klímagerednák adatai

Hsg.sz.	Helyiség	Klímagerenda típus	db	W/egység	m3/h/egység
7.01	Recepció	RE6/D-2400-1900-R2N+N, side=3 middle=2	2	1170	125
7.04	Iroda	RE6/C-1800-1500-R2N+S, left=3 right=3	1	962	75
7.05	Iroda	RE6/C-1800-1500-R2N+S, left=2 right=2	1	962	75
7.07	Iroda	RE6/C-1800-1500-R2N+S, left=2 right=2	1	756	75
7.08	Iroda	RE6/C-1800-1500-R2N+S, left=2 right=2	1	756	75
7.09	Iroda	RE6/C-1800-1500-R2N+S, left=2 right=2	1	756	75
7.10	Iroda	RE6/C-1800-1500-R2N+S, left=2 right=2	1	756	75
7.11	Iroda	RE6/C-1800-1500-R2N+S, left=2 right=2	1	756	75
7.12	Iroda	RE6/B-2400-2100-R2N+S, left=3 right=3	2	1201	75
7.13	Iroda	RE6/C-1800-1500-R2N+S, left=3 right=3	1	962	75
7.14	Iroda	RE6/C-1800-1500-R2N+S, left=3 right=3	1	962	75
7.15	Iroda	RE6/B-2400-2100-R2N+S, left=3 right=2	1	1060	75
7.16	Iroda	RE6/B-2400-2100-R2N+S, left=3 right=2	1	1060	75
7.17	Iroda	RE6/B-2400-2100-R2N+S, left=3 right=2	1	1060	75
7.18	Iroda	RE6/B-2400-2100-R2N+S, left=3 right=2	1	1060	75
7.19	Iroda	RE6/B-2400-2100-R2N+S, left=3 right=3	1	1060	75
7.21	Teakonyha	RE6/D-2400-1900-R2N+N, side=1 middle=1	2	862	150
7.22	Tárgyaló	RE6/B-2400-2200-R2N+N, side=1 middle=1	2	844	80
7.23	Tárgyaló	RE6/D-2400-1900-R2N+N, side=2 middle=2	8	932	120

3.7.2 A bérlemény teljes légforgalma

A klímagerendák méretezésével megkaptam a teljes bérlemény végleges légforgalmi adatait. A meghatározott légmennyiségek képesek a helyiségekben a kellő mennyiségű friss levegőt biztosítani, valamint a keletkező nyári hőterhelésnek megfelelő hideg energiát biztosítani. A vizesblokk (mosdók, WC-helyiségek, takarítószertár, raktár, helyiségszámuk: 7.25-7.28) légforgalma a shall & core tervekben meghatározásra kerültek. A LEED előírásainak megfelelően a fénymásolóhoz külön direkt elszívási pontot terveztem. A 7.20 IT helyiségben a Bérlő kérése alapján 50 m^3/h befúvást és elszívást, míg a 7.24 Raktár helyiségbe 50 m^3/h elszívást terveztem be. A teljes bérlemény helyiségeinek légforgalmát a 18. táblázat mutatja be.

A légmennyiségek rendszerenkénti csoportosítását a 19. táblázat tartalmazza. Az egyes légtechnikai rendszerekre jutó légmennyiségek azonosak, vagy kevesebbek, mint amennyit az épület biztosít a bérleménynek, ezért ebből a szempontból is megfelelőek a légmennyiségértékek.

18. táblázat A helyiségek légforgalma

Hgsz.	Helyiség név	Befúvás [m^3]	Elszívás [m^3]
7.01	Recepció	250	250
7.02	Folyosó	75	2115
7.03	Folyosó	75	-
7.04	Iroda	75	-
7.05	Iroda	75	-
7.07	Iroda	75	-
7.08	Iroda	75	-
7.09	Iroda	75	-
7.10	Iroda	75	-
7.11	Iroda	75	-
7.12	Iroda	150	-
7.13	Iroda	75	-
7.14	Iroda	75	-
7.15	Iroda	75	-

Hgsz.	Helyiség név	Befúvás [m^3]	Elszívás [m^3]
7.16	Iroda	75	-
7.17	Iroda	75	-
7.18	Iroda	150	-
7.19	Iroda	150	-
7.20	IT helyiség	50	50
7.21	Teakonyha	300	320
7.22	Tárgyaló 1	160	-
7.23	Tárgyaló 2	960	-
7.24	Raktár	-	50
7.25	Férfi WC	-	130
7.26	Női WV	-	130
7.27	Takszer.	-	50
7.28	Raktár	-	50

19. táblázat A légtechnikai hálózatok légmennyiségi adatai

Rendszer	Légmennyiség
Befúvás	3220 m^3/h
Elszívás	2590 m^3/h
Teakonyha elszívás	320 m^3/h
WC -elszívás	310 m^3/h

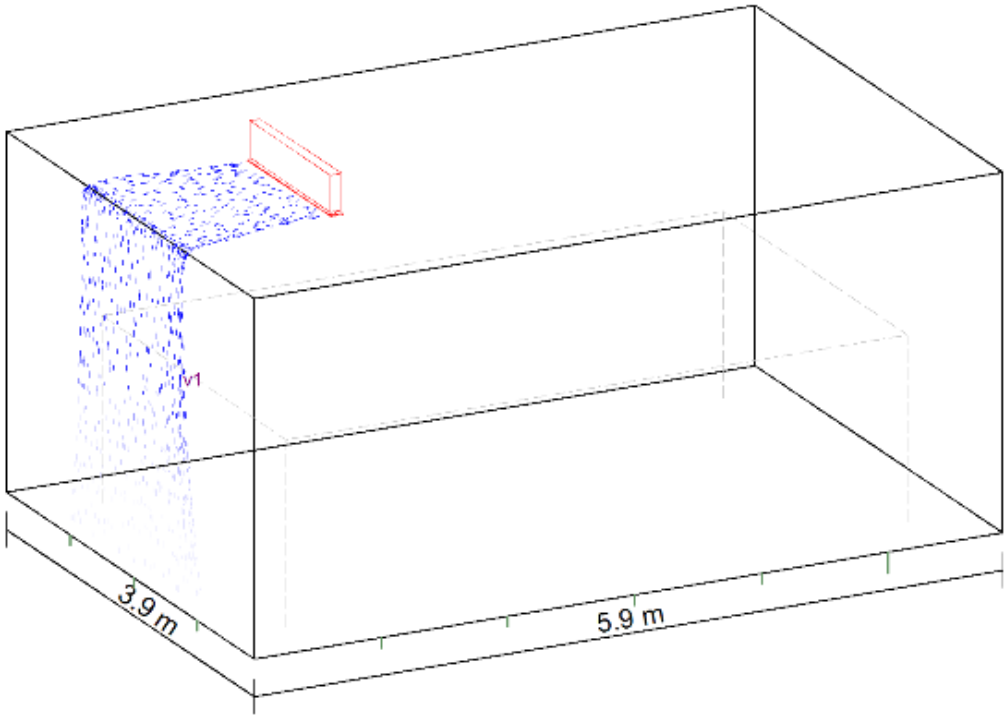
3.7.3 Résbefúvók méretezése

A bérlő kérésére a vezetői irodák emelt mennyiségű levegőt kapnak. A többletlevegő bejuttatására résbefúvókat használtam. A résbefúvókat a klímagerendákhoz hasonlóan a Halton HIT Design szoftverével méreteztem. A résbefúvók kiindulási mérete az álmennyezeti kiosztáshoz építészetileg illeszkedő 1200 mm hosszúság volt. A méretező programban ezt

ábrázolva látható, hogy a résbefúvó a levegőt a tartózkodási zónán kívül tudja teríteni, így huzathatást nem okoz. A méretezés bemenő adatait a 20. táblázat, modellezését a 28. ábra mutatja. A méretezés alapján kiválasztott résbefúvó SLL-2-1200+PLD. A zárt helyiségekben a levegő álmennyezetbe való visszajuttatására ugyanennek a résbefúvónak a frontlapját terveztem be.

20. táblázat A résbefúvók méretezési adatai

Légmennyiség	75m^3/h
A légkezelőből a klímagerendára érkező levegő hőmérséklete	18 °C
Álmennyezet magassága	2,7 m
Tartózkodási zóna magassága	1,4 m



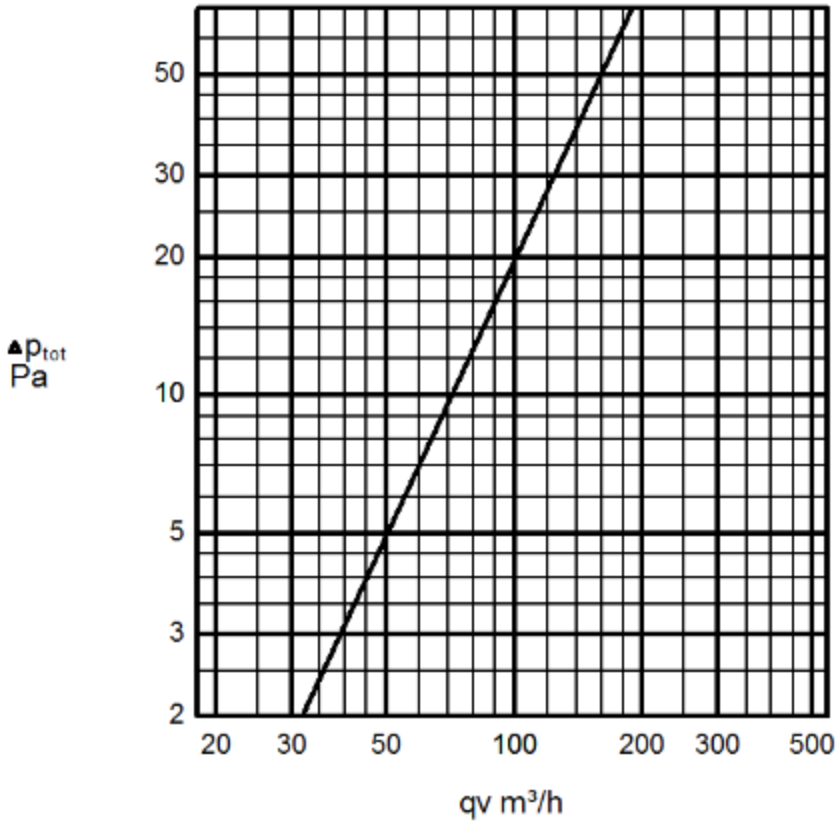
28. ábra Résbefúvó légbevezetésének modellezése Halton HIT Design programmal.

3.7.4 A hangcsillapított átszellőzők méretezése

Az álmennyezetbe visszajutó levegő az álmennyezet feletti falazáson hangcsillapított átszellőzőn jut ki a folyosók feletti álmennyezeti térbe (29. ábra). Az átszellőzők méretezését szintén a Halton Hit Design szoftver segítségével végeztem. A program tartalmazza az

átszellőzők nyomásesés diagrammját. A vízszintes tengelyen az áteresztendő légmennyiséget kiválasztottam, ahonnan függőleges vonalat vetítettem fel a nyomásesés függvényének vonalára. A két vonal metszéspontját a függőleges tengelyre vetítve megkaptam, hogy az adott méretű átszellőzőn mekkora nyomásesés jelentkezik. A méretezési diagramot a 30. ábra mutatja be. A méretezés eredményét a 21. táblázat tartalmazza.

29. ábra Hangcsillapított TVB átszellőző. (Halton)



30. ábra A TVB-600 átszellőző méretezési diagramja (Halton)

21. táblázat Méretezett TVB átszellőzők

Átszellőző	Légmennyiésg	Nyomásesés
TVB-400	75 m^3/h	45 Pa
TVB-600	150 m^3/h	45 Pa

3.7.5 Hangcsillapítók méretezése

A bérlemény szellőzőrendszerébe a légkezelőgép által, a levegő ütközése által keltett zaj és a helyiségek közötti áthallás megakadályozása érdekében hangcsillapítókat terveztem be. A légtechnika szinti kiállásához az elszívó és befúvó ágba is a légkezelő és a levegő, például a szinti beszabályozó zsaluk, tűzcsappantyúk által keltett zaj csökkentésére négyszög keresztmetszetű kulisszás hangcsillapítót méreteztem. A helyiséget kiszolgáló nagy légmennyiség miatt a nagy tárgyalóba szintén négyszög keresztmetszetű kulisszás hangcsillapítót terveztem be. A kistárgyaló, valamint a vezetői irodákhoz az áthallás megakadályozására egyenes kör hangcsillapítót terveztem be.

A hangcsillapítók méretezését a Lindab Quick Selection Tool méretező programjával készítettem. A méretező programban először beállítottam, hogy a méretezett hangcsillapító a légkezelőgép ventilátorához képest hol helyezkedik el, illetve hogy elszívó vagy befúvó rendszerbe fog kerülni a ventilátor. Elszívás esetén a hangcsillapító a ventilátor előtt, míg befúvás esetén a ventilátor után helyezkedik el. A következő lépésben megadtam a légkezelőgép oktávsávos zajadatait. A harmadik lépésben beállítottam a hangcsillapítóra vonatkozó jellemzőket, így a beépítési helyen a légcsatorna keresztmetszetének alakját, méretét, a hangcsillapító típusát, valamint az átáramló légmennyiséget, továbbá a megengedhető legnagyobb teljes nyomásesést.

A kiválasztott hangcsillapítók adatait a 22. táblázat tartalmazza, az adatlapok a xxx mellékletben találhatóak.

22. táblázat A méretezett hangcsillapítók adatai.

Név	Termékkód	Keresztmetszet	Hossz	Légmennyiség	Nyomásesés
Befúvás-1	SLRS-200-200-800-250-1270	800x250	1270	3145 m^3/h	14 Pa
Befúvás-2	LRLB-450-200-1250	450x250	1250	960 m^3/h	37 Pa
Befúvás-3	SLGU-125-300-100	Ø125	300	160 m^3/h	1 Pa

Név	Termékkód	Keresztmetszet	Hossz	Légmennyiség	Nyomásesés
Elszívás-1	SLRS-200-200-800-250-1270	800x250	1270	2465 m^3/h	7 Pa
Elszívás-2	SLRS-200-200-800-250-1270	800x250	1270	2465 m^3/h	7 Pa
Elszívás-3	SLRS-200-200-800-250-1270	800x250	1270	2115 m^3/h	5 Pa
Elszívás-4	SLGU-160-1200-150	∅160	1200	250 m^3/h	2 Pa
Elszívás-5	LRLB-450-200-1250	450x250	1250	960 m^3/h	19 Pa

3.7.6 A légtechnikai rendszer nyomásesés számítása és ellenőrzése

A légtechnikai rendszer nyomásesésének számítását Excel táblázat segítségével végeztem el. A légmennyiségek és keresztmetszetek figyelembevételével kiválasztottam a mértékadó ágat. Az ág végpontjától visszafelé, a szinti kiállásig haladva felvittem a táblázatba a rendszer egyes elemeinek típusát (pl. könyökidom, egyenes csőszakasz, T-idom, stb.), a hozzájuk tartozó keresztmetszetet, az adott szakaszon átáramló légmennyiséget és ahol releváns adat volt, ott az elem hosszát is. A táblázatban legördülő menüben kiválasztható volt az elemek típusa. A kiválasztott elem típusához tartozó adatokat (pl. alaki ellenállási tényező) a táblázat automatikusan betöltötte a megfelelő cellába, így az általam megadott adatok, illetve a táblázat adatbázisából ily módon behívott adatok segítségével a nyomásesési értékeket képletek segítségével számíttattam ki az Excellel.

A rendszerek nyomásesését a következők szerint számítottam ki:

$$\Delta p_{ö} = \Delta p_e + \Delta p_s + \Delta p_a \; [Pa]$$

Ahol:

ΔP_e - Az anemosztátok, klímagerendák, hangcsillapítók okozta nyomásveszteség(Pa)

ΔP_s - Súrlódási nyomásveszteség (Pa)

ΔP_a - Alaki nyomásveszteség (Pa)

A légcsatornák súrlódási nyomásveszteségét a következő képlettel számoltam ki:

$$\Delta p_s = \lambda \frac{1}{d_e} \frac{\rho}{2} v^2 = \lambda \frac{1}{d_e} p_d \; [Pa]$$

Ahol:

λ - A csősurlódási tényező

d_e - Az egyenértékű keresztmetszet (m)

v - A levegő sebességes (m/s)

Az egyenértékű átmérőt az alábbi képlettel számítottam ki:

$$d_e = \frac{4A}{K} \; [m]$$

Ahol:

A - A légcsatorna keresztmetszete [m]

K - A légcsatorna kerülete [m]

$$\Delta p_a = \zeta \frac{\rho}{2} v^2 = \zeta p_d \; [Pa]$$

Ahol:

ζ - Az alaki ellenállástényező

A befúvási rendszer mértékadó ágának a légcsatornából adódó nyomásesése 165 Pa. A számításban nincsen benne a klímagerendán eső nyomásveszteség, ami 82 Pa és az SLRS típusú négyszög hangcsillapítón eső nyomás értéke, ami 14 Pa. Így a teljes nyomás a befúvási rendszeren 261 Pa.

Az elszívó rendszer mértékadó ágának a légcsatornából adódó nyomásesése 348 Pa. A számításban nincsen benne az anemosztáton eső nyomásveszteség, ami 18 Pa és a 2 db SLRS típusú négyszög hangcsillapítón eső nyomás értéke, ami összesen 14 Pa. Így a teljes nyomás a befúvási rendszeren 380 Pa.

Mivel a rendszereken megengedett legnagyobb nyomásesés értéke 450 Pa, ezért a létechnikai hálózat méretezése megfelelő. A nyomásesési számítási adatokat a 3. melléklet tartalmazza.

3.8 A bérlemény háromdimenziós Revit modellezése

A légtechnikai rendszer modellezését Revit programban végeztem. A kiindulási modellben a teljes shell & core épület építészeti és tartószerkezeti, gépészeti és villamos modellje megtalálható. Az építészeti és tartószerkezeti modell IFC-fájlkiterjesztését hívtam be a programba.

A fit-out tervezés építészeti IFC-fájlformátumát a teljes épületet tartalmazó modellbe hívtam be. A fit-out építészeti IFC-formátuma csak az adott bérleményt tartalmazta. A bérleményt a háromdimenziós térben pozícionáltam az épület teljes modelljében, majd a program gyorsabb futtatása és az esetleges duplikált építészeti elemek elkerülése miatt a teljes épület IFC-fájlját a bérleményhez tartozó nézeteken kikapcsoltam. A projekt gyorsabb befejezése érdekében a 3D-s modellezés elsősorban a légtechnikai rendszerre szorítkozott. Ez alól kivételt képez az álmennyezet szűk keresztmetszetében történő keresztezések, amelyek környezetében a többi gépészeti szakág is bemodellezésre került, így biztosítva az ütközésmentességet, illetve a szűk keresztmetszetben a pontos szerelhetőséget. A bérleménynél a szűk keresztmetszetek elsősorban a szinti kiállásoknál, illetve a vákuumos esővízelvezető rendszer nyomvonalán voltak.

A Revit alkalmas a légcsatornában áramló levegő számítására. A légcsatorna, illetve a légcsatorna végpontjain meghatározható a légtechnikai rendszer típusa, befúvó vagy elszívó hálózata. A modellezést a befúvó, illetve az elszívó elemek elhelyezésével kezdtem. Ez a bérleménynél a klímagerendákat és a befúvó, valamint az elszívó anemosztátokat jelentette. Ezek helyét az építésszel egyeztetve már a kétdimenziós munkaközi álmennyezeti terveken meghatároztuk. Az álmennyezeti tervet a Revitben megjelenítve az elemek elhelyezhetőek. Az elemek referenciasíkját az épület 7 szintjének állítottam be. Ehhez képest az elemek alsó síkját megadva, ami megegyezik az álmennyezet síkjával, az elemek 3D-ban a megfelelő pozícióba fognak kerülni. Az elemek elhelyezésénél a méretezett klímagerendák típusát és a befújt levegő mennyiségét a megfelelő paramétereknél rögzítettem. Ennek köszönhetően az árazatlan költségvetés elkészíthető az elemek legyűjtésével, mert azok a pontos típust fogják tartalmazni. A befújt és az elszívó anemosztátoknál az elszívott levegő rögzítésével a légcsatorna hálózat a levegő sebességére egyszerűen méretezhető lesz, mert azt a Revit minden egyes csatlakozási pontnál összegezi, illetve a légcsatorna keresztmetszetére kiszámítja. A légcsatornák méretezési

sebességét a szakmai tapasztalat alapján 4 m/s-os értékben határoztam meg. A levegő nyomásesésének ellenőrzését a légtechnikai hálózaton a Revit számítási hibái miatt Excel fájlban végeztem el.

3.8.1 Revites family fejlesztés

A légtechnikai hálózat 3D-s modellezéséhez szükség volt a klímagerendák és anemosztátok 3D-s modelljének létrehozása. A Revit tartalmaz egy family szerkesztő felületet is, ahol az elemek térbeli megjelenése, formája, alakja mérete az egyéb 3D-s gépészeti tervező programok funkcióihoz hasonlóan szerkeszthetőek, illetve paraméterezhetőek. Az elemek ezen kívül elláthatók különböző csatlakozási pontokkal, amelyen az egyes elemek közötti közegáramlást teszi lehetővé. Külön csatlakozó típusok vannak a légnemű és a folyadék halmazállapotú közegekre.

A klímagerenda modelljét két téglatestből és a csatlakozókat modellező hengerekből építettem fel. Az alsó, laposabb téglatest a klímagerenda frontlapját, míg a keskenyebb, magasabb téglatest a klímagerenda burkolatát modellezi. A minél egyszerűbb felépítés a modellezési munkaidőt lerövidíti, a Revit megjelenítési sebességét pedig nem lassítja le. A klímagerenda modelljére egy légcsatornacsonkot, illetve a hűtés-fűtés vezetékpároknak két-két csonkot modelleztem.

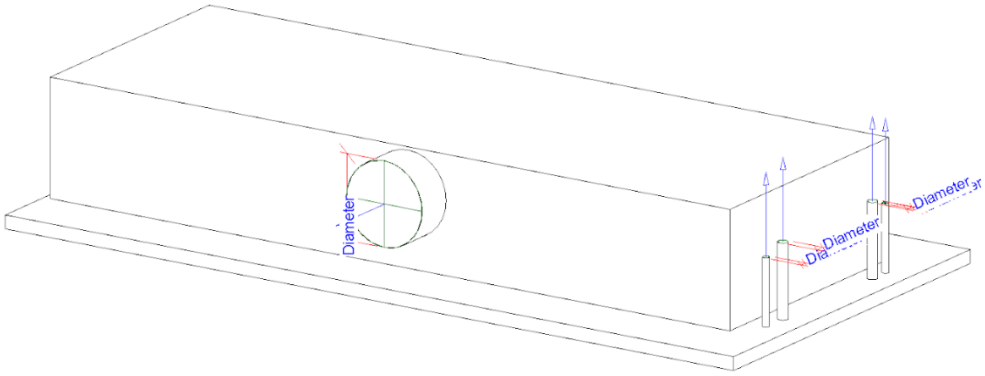
A klímagerendák aktív levegő ellátásához légcsatorna csatlakozót használtam, amely paraméterei között beállítottam, hogy a csatlakozó felület melyik oldalára csatlakoztatható a légcsatorna, a csatlakoztatható légcsatorna rendszerének típusát, illetve a levegő áramlási irányát. A felparaméterezett csatlakozóra így befújt levegő (Supply Air), jelen esetben ez a kezelt, szellőző levegő lesz csatlakoztatható, a légcsatorna a csatlakozó csonk külső felületéhez fog csatlakozni, a levegőáramlási irány pedig a klímagerenda felé (in) fog mutatni.

A klímagerenda hőellátás csatlakozóinál az előremenő vezetékek csatlakozóit Supply hydraulic, míg visszatérő vezetékek csalatkozóit Return hydraulic típusra állítottam be. Mindegyik csatlakozónál a csővezeték a külső felületükre csatlakoztatható rá. A közeg áramlási irányát az előremenők esetében a klímagerenda irányába (in), visszatérők esetén a klímagerendától kifelére (out) állítottam be.

Connector Element (1)	Edit Type
Dimensions	
Shape	Round
Height	304.8
Width	304.8
Diameter	125.0
Mechanical	
Flow Factor	0.000000
Loss Coefficient	0.000000
Flow Configuration	Preset
Flow Direction	In
System Classification	Supply Air
Loss Method	Not Defined
Mechanical - Flow	
Pressure Drop	0.000000 Pa
Flow	0.0000 m^3/h
Identity Data	
Utility	☐
Connector Description	

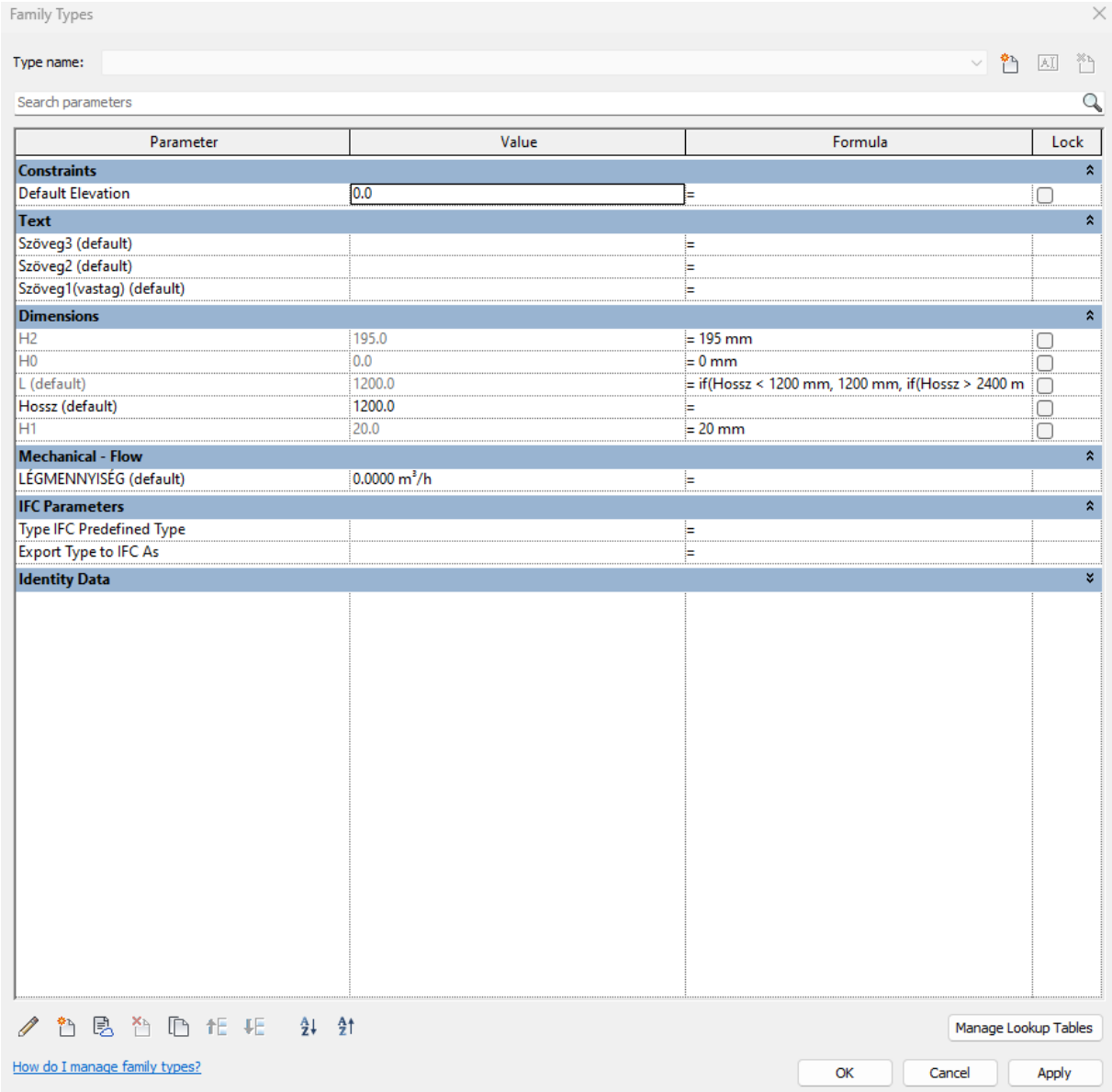
31. ábra A klímagerenda légtechnikai csatlakozójának paramétertáblája a Revitben

32. ábra RE6 típusú klímagerenda fényképe (Halton)



33. ábra RE6 típusú klímagerenda 3D Revites modellje (Mészáros J.)

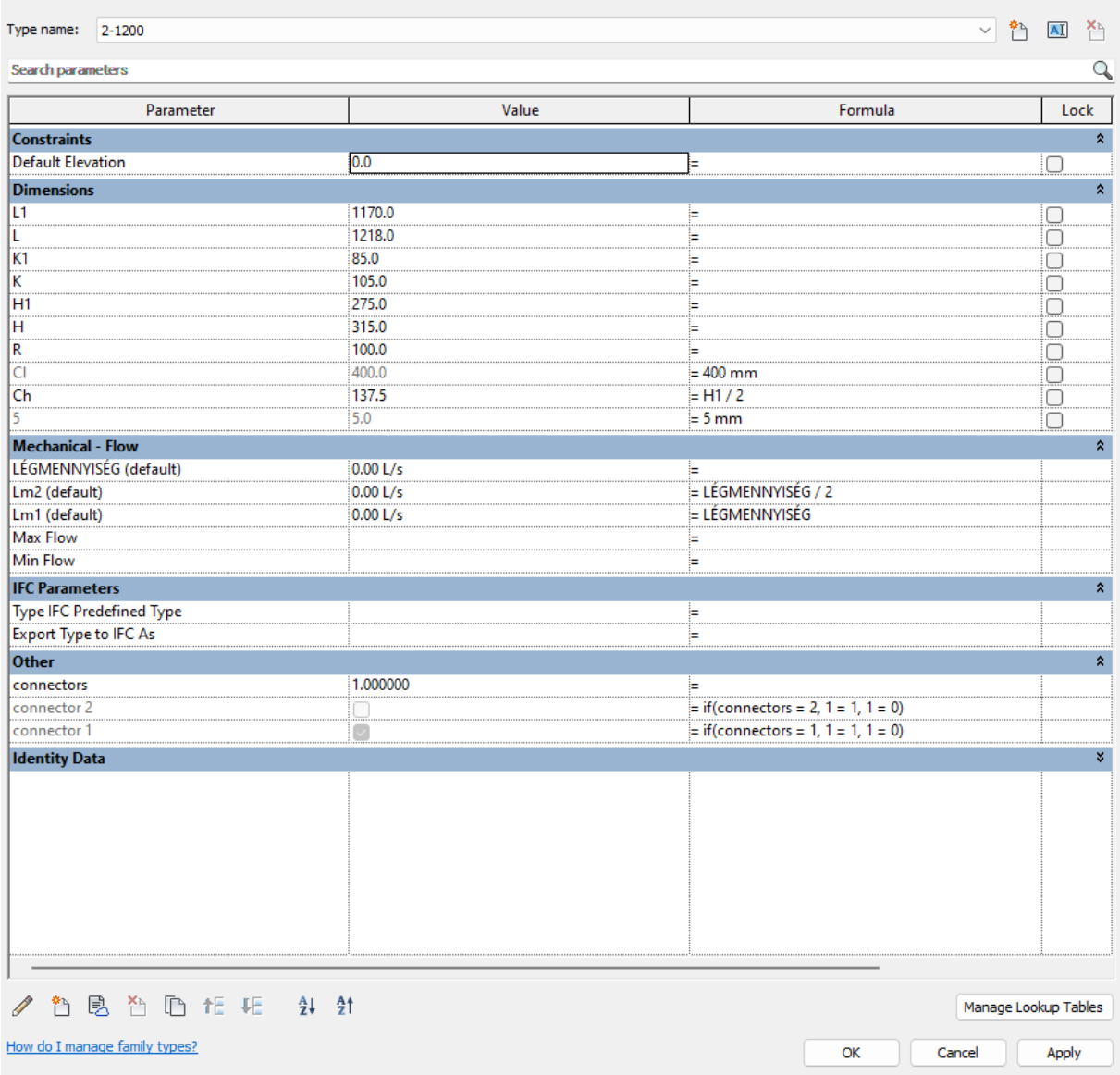
A klímagerendák hosszúságát egy változtatható paraméterhez rendeltem hozzá. A paraméter a bérlemény modelljében minden egyes klímagerendánál külön-külön beállítható a klímagerenda méretezett hosszának megfelelően. A klímagerenda egyéb méretezett beállításait, gyártási paramétereit a típusa és kódolása tartalmazza, amelyet a modell szövegparaméterként tárol. A klímagerenda paramétereinél megadható még a méretezett légmennyiség. A légmennyiségi adatot a klímagerenda modellje a légtechnikai csatlakozóján keresztül a csatlakozó légcsatornaelemnek átadja, így a légtechnikai hálózatban az áramló légmennyiség nyomon követhető, illetve a légcsatornák keresztmetszete méretezhető lesz.



34. ábra A klímagerenda Revites modelljének paramétertáblázata

3.8.2 Anemosztát modellezése

A 3D modell felépítéséhez szükséges volt még létrehozni résbefúvó elemeket. Ezeket az elemeket is az egyszerűség és gyorsasági kritériumoknak megfelelően két téglatestből modelleztem. A laposabb téglatest itt is csakúgy, mint a klímagerendák esetében a frontlapot modellezte. A magasabb téglalap az anemosztát csatlakozó doboza, amelyre egy légtechnikai csonkot modelleztem. A felparaméterezett csatlakozóra légcsatornát a külső felületének irányából lehet csatlakoztatni. A levegő áramlási irányát az anemosztát irányába (in) állítottam be.



Type name: 2-1200

Search parameters

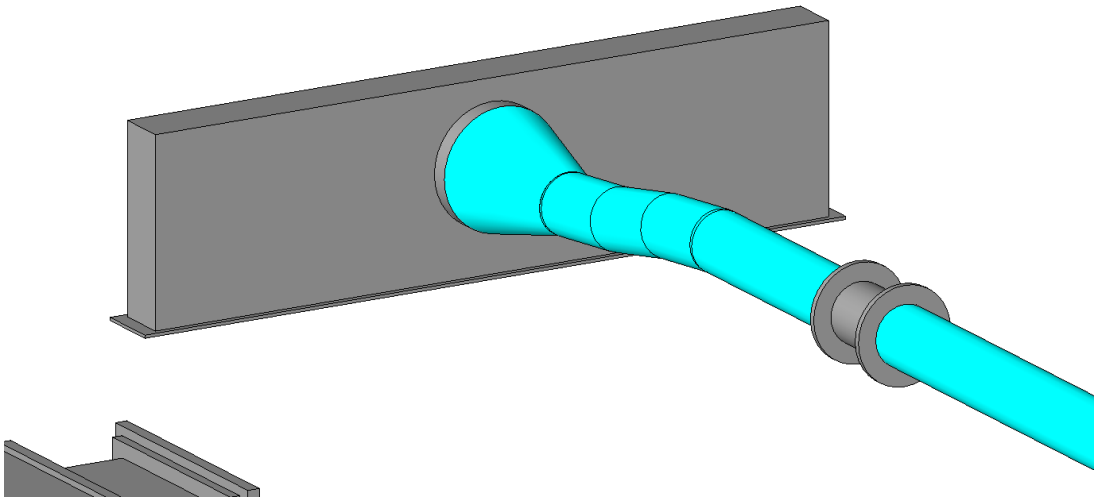
Parameter	Value	Formula	Lock
Constraints			
Default Elevation	0.0	=	
Dimensions			
L1	1170.0	=	
L	1218.0	=	
K1	85.0	=	
K	105.0	=	
H1	275.0	=	
H	315.0	=	
R	100.0	=	
CI	400.0	= 400 mm	
Ch	137.5	= H1 / 2	
5	5.0	= 5 mm	
Mechanical - Flow			
LÉGMENNYISÉG (default)	0.00 L/s	=	
Lm2 (default)	0.00 L/s	= LÉGMENNYISÉG / 2	
Lm1 (default)	0.00 L/s	= LÉGMENNYISÉG	
Max Flow		=	
Min Flow		=	
IFC Parameters			
Type IFC Predefined Type		=	
Export Type to IFC As		=	
Other			
connectors	1.000000	=	
connector 2	☐	= if(connectors = 2, 1 = 1, 1 = 0)	
connector 1	☑	= if(connectors = 1, 1 = 1, 1 = 0)	
Identity Data			

Manage Lookup Tables

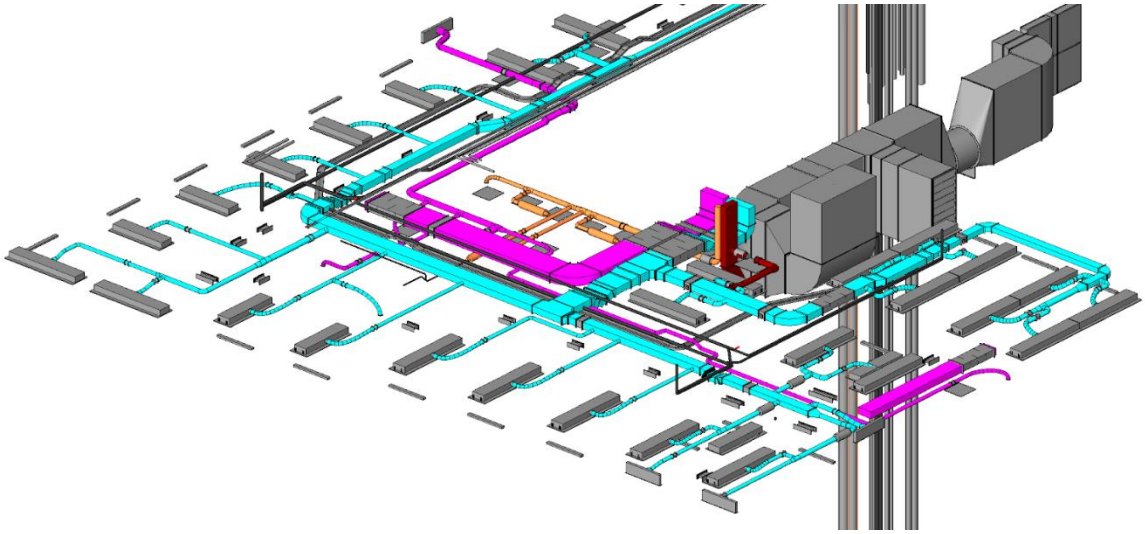
How do I manage family types?

OK Cancel Apply

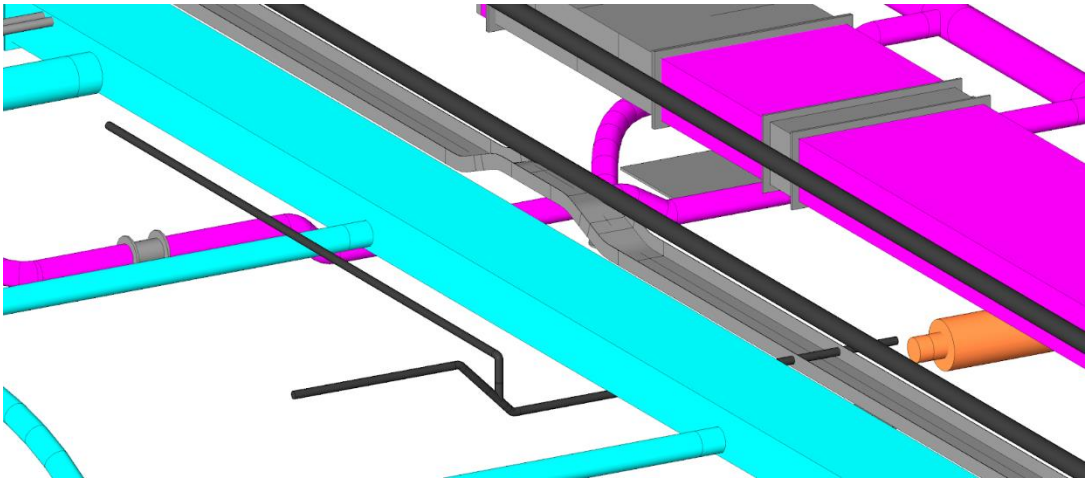
35. ábra Az anemosztát Revites modelljének paramétertáblázata



36. ábra Egy SLL típusú anemosztát a 3D-s Revit modellben



37. ábra Részlet a bérlemény 3D-s Revites modelljéből



38. ábra Részlet a bérlemény 3D-s Revites modelljéből

3.9 A bérlemény megtervezett légtechnikai rendszerének leírása

A befúvás a legtöbb helyiségben a klímagerendán keresztül történik. A vezetői irodákban, illetve a két folyosó végén 1-1 résbefúvóval egészül ki a befújó hálózat. Az elszívás a folyosókon, irodákban, recepción, tárgyalókban szívott álmennyezeten keresztül történik. Ezekhez a helyiségekhez az alacsony álmennyezeti tér miatt nem lehet elvezetni az elszívó légcsatornát, ezért az a szinti csatlakozási pont közelében a folyosóra van kivezetve. Az álmennyezetbe a levegő résbefúvó frontlapokon keresztül jut. A födémig zárt falakon a levegő az álmennyezet felett elhelyezett méretezett, hangcsillapítós átszellőzőkön keresztül jut a folyosó álmennyezeti terébe. A folyosókon a bontható álmennyezeti elemek között számos méretezett perforált álmennyezeti lap van. Ezeken a lapokon keresztül az elszívott levegő egy része visszajut a folyosóra.

A raktár, szerverhelyiség direkt elszívást kapott. Ezekbe a helyiségekbe a légszelepig vezettem végig az elszívó légcsatornát is. Az IT helyiségbe légszelepeken keresztül történik a befúvás és az elszívás is. A bérleményben külön-külön elszívó hálózata van a mosdóknak, illetve a konyhának. A takarítószertár elszívása a mosdó elszívó hálózatára van rákötve. A mosdókba a szellőző levegő a folyosóra befújt, valamint a folyosókon a perforált álmennyezeti lapokon keresztül lejutó levegő. A mosdókba a levegő az álmennyezeti sík alá szerelt méretezett hangcsillapított átszellőzőkön keresztül jut be, a WC-kbe pedig az ajtó alatti réseken keresztül. A mosdó és WC-helyiségekbe nem terveztem be anemosztátokat, a helyiségeknek szívott álmennyezete van. A mosdók és a WC-k mögötti előtétfalak nincsenek felhúzva az álmennyezetig, az így kialakult résen keresztül tud a levegő feljutni az álmennyezetbe.

4 Összefoglalás

Szakdolgozatomban egy, a mai irodapiacra jellemző kialakítású irodai bérlemény légtechnikai rendszerének gyakorlati tervezésének lépéseit mutattam be.

Az irodalmi áttekintésben bemutattam a tervezésem alapjául és céljául szolgáló komfort elméleti hátterét. Kitértem az irodaépületek különböző helyiségtípusainak bemutatására és az irodaépületekben leggyakrabban használt hő- és hűtési energia leadó rendszerekre, berendezésekre. Bemutattam a légtechnikai rendszerek fogyasztói oldalának méretezési alapjait. Az épületek energiafelhasználásával kapcsolatosan kitértem a fenntarthatósági szempontokat célként kitűző nemzetközi egyezményekre, Európai Uniós és hazai jogszabályokra, valamint a zöld épületminősítő rendszerekre.

Az általam tervezett irodai bérleménynél bemutattam, hogy a tervezés előtti helyszíni felmérés során az épület shall & core terveihez képest milyen eltéréseket, hiányosságokat tártam fel, valamint azt is, hogy nem a tervek szerinti magasságban kiépült légcsatornák hogyan befolyásolták a bérlemény helyiségeinek kialakítását, továbbá az eltérésekből adódó nehézségek ellenére a szakágak közötti megfelelő tájékoztatás és kommunikáció hogyan segítette a projekt gördülékeny lefutását.

Dolgozatomban összeshasonlítottam a különböző módszereken alapuló friss levegőigény számítási módszerek eredményeit is. Méreteztem a beruházó által választott klímagerendás hűtési és friss levegő bejuttatási rendszert.

Bemutattam a háromdimenziós BIM modellezés folyamatát, a szoftver által nyújtott tervezési és szerkesztési előnyeket. Ismertettem egyes BIM elemek szerkesztési módját, illetve paraméterezési lehetőségeit is.

Revit 3D-s BIM szoftverben elkészítettem az irodai bérlemény légtechnikai rendszerének kiviteli terveit.

A bérlemény egyes helyiségeinek friss levegőigényét többféle módszerrel is kiszámítottam. A klímagerendák méretezése során a hőterhelés elszállításához nagyobb mennyiségű levegőre volt szükség. Emiatt a hőkomfort biztosítása érdekében nagyobb légmennyiséget kell szállítani az egyes irodákba. A klímagerendák a viszonylag nagy befúvó felületüknek, a helyiség hőmérsékletéhez közelebb eső hűtési hőmérsékletüknek, a ventilátor nélküli szerkezetüknek köszönhetően magas komfortérzetet tudnak biztosítani, mivel a huzathatás könnyen elkerülhető az alkalmazásukkal, a berendezésből kiáramló levegő nincs annyira lehűtve, mint egy FC

esetében, illetve nincsen ventilátorzaja. Energetikai szempontból azonban érdemes megvizsgálni, hogy a legnagyobb számított friss levegő igényhez képest hozzávetőlegesen másfélszer nagyobb levegőmennyiség kezelése és szállítása a hűtési igények kielégítéséhez nem jár-e nagyobb energiabefektetéssel, mint ha a szükséges többlet hűtési energiát, FC-k biztosítanák a helyiségben.

5 Summary

In my thesis, I presented the steps of the practical designing of the ventilation system of an office space.

In the literature review, I presented the theoretical background of comfort, which is the purpose of my design. I described of the different room types of office buildings and their ventilation, heating and cooling systems and equipment which are most often used in office buildings. In relation to the energy use of buildings, I presented the international agreements that set sustainability aspects as goals, European Union and domestic legislation, as well as green building rating systems.

I demonstrated, during the pre-design site survey, I identified discrepancies and deficiencies compared to the building's shall & core plans. Despite the challenges arising from these differences, I showed the effective communication how helps the smooth progression of the project.

In my thesis, I also compared the results of fresh air demand which based on different calculation methods. I seized the chilled beam and ventilation system which chosen by the Landlord.

I presented the process of 3D BIM modelling, the design and editing advantages which provided by the software. I designed the ventilation system in Revit.

I calculated the fresh air demand of the rooms of the office using several methods. The seizing of the chilled beams showed, the transport of heat load supply demanding more airflow than the fresh air demand.

The chilled beams have a larger inflow surface. Their cooling temperature close to the room temperature and there is no fan in them. These the cause which the chilled beams provide a higher sense of comfort.

In spite of all these, from the point of view of the energy efficiency, it be worth examine further: the approximately one and a half times larger fresh air demand of the chilled beams does not cause energy waste than that case, when the heat load is transported by fan-coils.

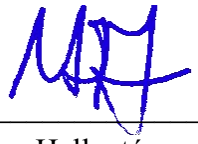
6 Nyilatkozatok

NYILATKOZAT

Alulírott Mészáros József, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Szent István Campus, Gépészmérnöki BSc szak levelező tagozat végzős hallgatója nyilatkozom, hogy a dolgozat saját munkám, melynek elkészítése során a felhasznált irodalmat korrekt módon, a jogi és etikai szabályok betartásával kezeltem.
Hozzájárulok ahhoz, hogy Szakdolgozatom egyoldalas összefoglalója felkerüljön az Egyetem honlapjára és hogy a digitális verzióban (pdf formátumban) leadott dolgozatom elérhető legyen a témát vezető Tanszéken/Intézetben, illetve az Egyetem központi nyilvántartásában, a jogi és etikai szabályok teljes körű betartása mellett.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: nem

Kelt: Gödöllő, 2023 év November hó 13. nap



Hallgató

NYILATKOZAT

Mészáros József (hallgató Neptun azonosítója: E4PBBW) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védésre **javaslom / nem javaslom**[1].

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

Kelt: 2023 év november hó 11. nap

Dr. Szabó Márta
belső konzulens

[1] A megfelelő aláhúzandó.
[2] A megfelelő aláhúzandó.

7 Irodalomjegyzék

Dr. Barótfi István. (2008.): Épületgépészet. Szent István Egyetem, Gödöllő, p.

Dr. Barótfi István, Dr. Halász Györgyné (2012.): Irodaépületek épületgépészeti energetikai összefüggései. Hof Alapítvány, Gödöllő.

Bakai Nándor, Cebei Márk Dániel (2019.): BIM – Kézikönyv. Lachner Tudásközpont, Budapest.

Bánhidi László, Kajtár László (2000.): Komfortelmélet. Műegyetemi Kiadó, Budapest.

Fonyó Attila (2014.): Az orvosi élettan tankönyve. Medicina Könyvkiadó Zrt., Budapest, p. 30, 678-681

Horváth Áron, Madurovicz-Tancsics Tünde, Sápi Zoltán (2017.): A váci úti irodafolyosó. Ingatlanfejlesztői Kerekasztal Egyesület, Budapest

Dr. Kalmár Ferenc (2013.): Belső környezet minősége. TERC Kiadó, Budapest.

Dr. Magyar Tamás (2009.) :Épületgépészet a gyakrolatban. Légtechnika. Verlag Dashöfer, Budapest.

Marcsó Sándor (2010.a) A légtechnika elméleti alapjai. Debreceni Egyetem, Debrecen.

Marcsó Sándor (2010.b) Klímaberendezések. Debreceni Egyetem, Debrecen.

Dr. Menyhárt József (1978.) Az épületgépészet kézikönyve. Műszaki Könyvkiadó, Budapest.

Dr. Menyhárt József, Marcsó Sándor (1997.): Légtechnika I.. Kossuth Lajos Tudományegyetem, Debrecen.

http 1 Office. https://en.wikipedia.org/wiki/Office (2023. október)

http 2 Fan-coil rendszerek https://www.vgfszaklap.hu/hirek/3483-fan-coil-rendszerek (2023. október)

http 3 Fan-coil rendszerek tervezési szempontjai. https://www.oktoklima.hu/downloads/Fan%20coil%20rendszerek%20tervez%C3%A9si%20szempontjai_2022.pdf (2023. október)

http 4 A klímagerendáról. https://www.e-gepesz.hu/cikkek/5542-a-klimagerendarol (2023. október)

http 5 Uponor vakolható fal- és mennyezet fűtés/hűtés tervezési segédlet. https://www.uponor.com/getmedia/73687d78-e89a-4070-a71a-5dcea65cc87c/Uponor-FIX-fal-mennyezeti-rendszer-tervezesi-segedlet.pdf?sitename=Hungary (2023. október)

http 6 Fal- és mennyezetfűtés/hűtés nedves rendszerrel. https://www.e-gepesz.hu/cikkek/16653-fal-es-mennyezetfuteshutes-nedves-rendszerrel (2023. október)

http 7 Consumption of energy. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Archive:Consumption_of_energy (2023. október)

http 8 Módosulnak a fűtő és légkondicionáló rendszerek kötelező felülvizsgálatának szabályai. https://www.e-gepesz.hu/cikkek/18477-modosulnak-a-futo-es-legkondicionalo-rendszerek-kotelezo-felulvizsgalatanak-szabalyai (2023. október)

http 9 Fenntartható fejlődési célok. https://unis.unvienna.org/unis/hu/topics/sustainable_development_goals.html (2023. október)

http 10 Green building: Improving the lives of billions by helping to achieve the UN Sustainable Development Goals. https://www.worldgbc.org/news-media/green-building-improving-lives-billions-helping-achieve-un-sustainable-development-goals (2018. október)

http 11 Épületminősítési rendszerek. https://www.terc.hu/tudastar/epuletminositesi-rendszerek (2018. október)

8 Köszönetnyilvánítás

Köszönetemet fejezem ki témavezetőmnek, Dr. Szabó Mártának és külső konzulenseimnek, Pánfi Szilárdnak, a Kipterv TMT Tervező Mérnöki Tanácsadó Kft. vezető tervezőjének és Almási Zsoltnak, a BIMeXpert Kft. épületgépész tervezőjének a szakdolgozatom elkészítésében nyújtott útmutatásaikért és odaadó segítségükért.

Köszönettel tartozom még családomnak türelmükért és támogatásukért.

9 Melléklet

9.1 Klímagerendák méretezésének adatlapjai

9.2 Hangcsillapítók méretezésének adatlapjai

9.3 Mértékadó ágak légtechnikai nyomásveszteségének számítása

9.4 Az irodai bérlemény légtechnikai rendszerének kiviteli terve

9.5 Az irodai bérlemény légtechnikai rendszerének árazatlan költségvetése

9.6 Az irodai bérlemény légtechnikai rendszerének műszaki leírása

9 Melléklet

9.1 Klímagerendák méretezésének adatlapjai

9.2 Hangcsillapítók méretezésének adatlapjai

9.3 Mértékadó ágak légtechnikai nyomásveszteségének számítása

9.4 Az irodai bérlemény légtechnikai rendszerének kiviteli terve

9.5 Az irodai bérlemény légtechnikai rendszerének árazatlan költségvetése

9.6 Az irodai bérlemény légtechnikai rendszerének műszaki leírása

7.04

RE6/D-2400-1900-R2N+N

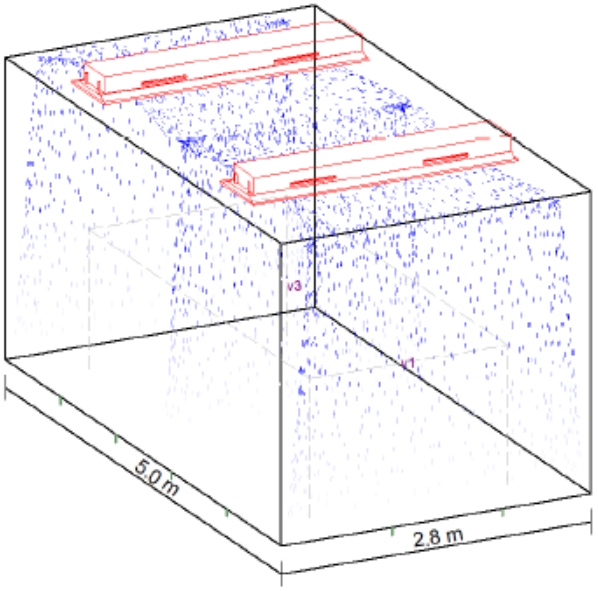
Cooling 2017.12

Room: VGE KWIZDA 7.01		Supply air flow:	2 x 125 m³/h
Room size:	2.8 x 5.0 x 2.6 m		17.9 m³/(hm²)
Occupied zone:	h=1.2 m / dw=0.5 m	Supply air temperature:	18.0 °C
Room air:	26.0 °C / 50 %	Chamber pressure drop:	77 Pa
Heat gain:	2250 W	Total pressure drop:	82 Pa
Installation height:	2.60 m	Total sound pressure level:	25 dB(A)
Inlet water temperature:	17.0 °C	Air power:	674 W (2 x 337 W)
Outlet water temperature:	20.0 °C	Total cooling power:	2122 W (2 x 1061 W)
Water flow:	0.115 kg/s (2 x 0.058 kg/s)		559 W/m, 152 W/m²
Water power:	1448 W (2 x 724 W)	D temperature:	14.8 °C
	381 W/m	Induct:	side=3, middle=2
Water pressure drop:	2.5 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	~0.15 m/s		
dt (nozzle jet-room air)	-0.1 °C	-0.7 °C		

Heat sources and their location may influence to the velocity and direction of the jet.

vlim = 0.20 m/s



7.05

RE6/C-1800-1500-R2N+S

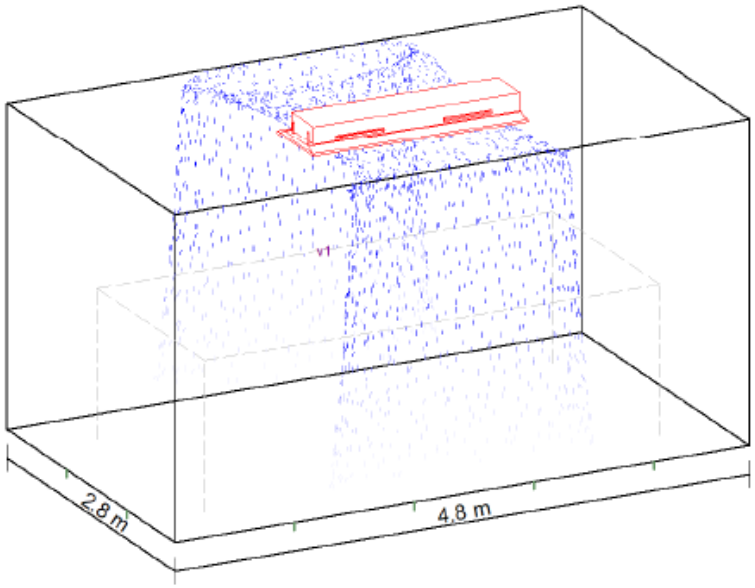
Cooling 02.2019

Room: VGE KWIZDA 7.07		Supply air flow:	75 m³/h
Room size:	4.8 x 2.8 x 2.6 m		5.6 m³/(hm²)
Occupied zone:	h=1.2 m / dw=0.5 m	Supply air temperature:	18.0 °C
Room air:	26.0 °C / 50 %	Chamber pressure drop:	104 Pa
Heat gain:	725 W	Total pressure drop:	106 Pa
Installation height:	2.60 m	Unit sound pressure level:	< 20 dB(A) 25m²sab
Inlet water temperature:	17.0 °C	Total sound pressure level:	< 20 dB(A)
Outlet water temperature:	20.0 °C	Air power:	202 W
Water flow:	0.044 kg/s	Total cooling power:	756 W
Water power:	554 W		504 W/m, 56 W/m²
	369 W/m	D temperature:	14.8 °C
Water pressure drop:	4.1 kPa	Induct:	left=2, right=2
		Damper:	-
		L_d:	-

Max. jet velocities	v1
Nozzle jet	~0.10 m/s
Nozzle jet, isothermal	~0.10 m/s
dt (nozzle jet-room air)	-0.2 °C

Heat sources and their location may influence to the velocity and direction of the jet.

vlim = 0.20 m/s



7.06

RE6/C-1800-1500-R2N+S

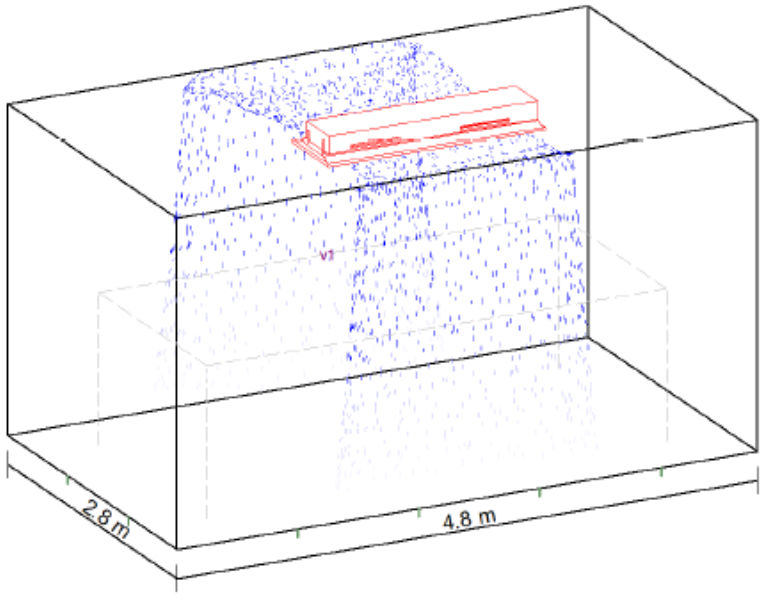
Cooling 02.2019

Room: VGE KWIZDA 7.08		Supply air flow:	75 m³/h
Room size:	4.8 x 2.8 x 2.6 m		5.6 m³/(hm²)
Occupied zone:	h=1.2 m / dw=0.5 m	Supply air temperature:	18.0 °C
Room air:	26.0 °C / 50 %	Chamber pressure drop:	104 Pa
Heat gain:	725 W	Total pressure drop:	106 Pa
Installation height:	2.60 m	Unit sound pressure level:	< 20 dB(A) 25m²sab
Inlet water temperature:	17.0 °C	Total sound pressure level:	< 20 dB(A)
Outlet water temperature:	20.0 °C	Air power:	202 W
Water flow:	0.044 kg/s	Total cooling power:	756 W
Water power:	554 W		504 W/m, 56 W/m²
	369 W/m	D temperature:	14.8 °C
Water pressure drop:	4.1 kPa	Induct:	left=2, right=2
		Damper:	-
		L_d:	-

Max. jet velocities	v1			
Nozzle jet	~0.10 m/s			
Nozzle jet, isothermal	~0.10 m/s			
dt (nozzle jet-room air)	-0.2 °C			

Heat sources and their location may influence to the velocity and direction of the jet.

vlim = 0.20 m/s



7.07

RE6/C-1800-1500-R2N+S

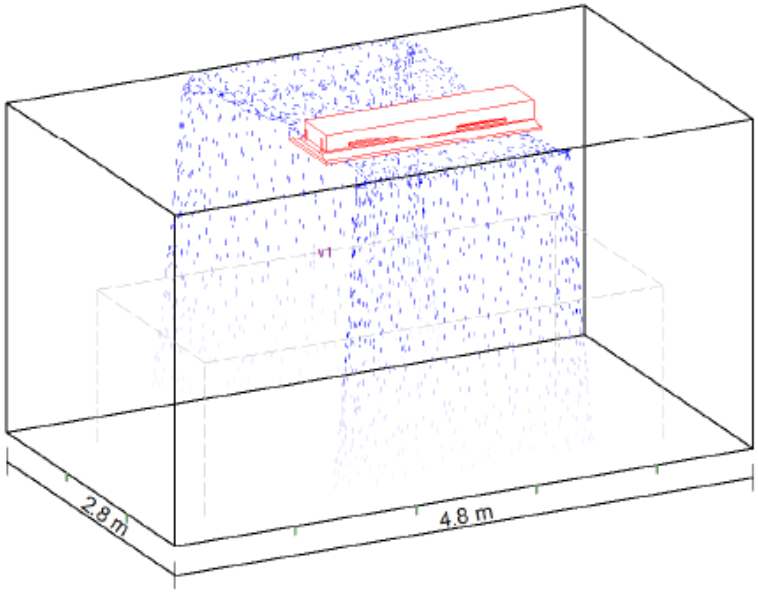
Cooling 02.2019

Room: VGE KWIZDA 7.09		Supply air flow:	75 m³/h
Room size:	4.8 x 2.8 x 2.6 m		5.6 m³/(hm²)
Occupied zone:	h=1.2 m / dw=0.5 m	Supply air temperature:	18.0 °C
Room air:	26.0 °C / 50 %	Chamber pressure drop:	104 Pa
Heat gain:	700 W	Total pressure drop:	106 Pa
Installation height:	2.60 m	Unit sound pressure level:	< 20 dB(A) 25m²sab
Inlet water temperature:	17.0 °C	Total sound pressure level:	< 20 dB(A)
Outlet water temperature:	20.0 °C	Air power:	202 W
Water flow:	0.044 kg/s	Total cooling power:	756 W
Water power:	554 W		504 W/m, 56 W/m²
	369 W/m	D temperature:	14.8 °C
Water pressure drop:	4.1 kPa	Induct:	left=2, right=2
		Damper:	-
		L_d:	-

Max. jet velocities	v1			
Nozzle jet	~0.10 m/s			
Nozzle jet, isothermal	~0.10 m/s			
dt (nozzle jet-room air)	-0.2 °C			

Heat sources and their location may influence to the velocity and direction of the jet.

vlim = 0.20 m/s



7.08

RE6/C-1800-1500-R2N+S

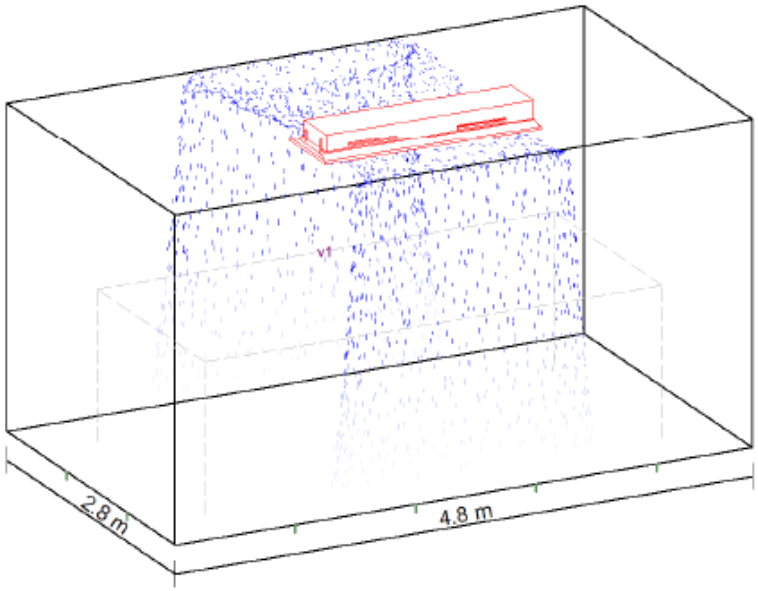
Cooling 02.2019

Room: VGE KWIZDA 7.10		Supply air flow:	75 m³/h
Room size:	4.8 x 2.8 x 2.6 m		5.6 m³/(hm²)
Occupied zone:	h=1.2 m / dw=0.5 m	Supply air temperature:	18.0 °C
Room air:	26.0 °C / 50 %	Chamber pressure drop:	104 Pa
Heat gain:	700 W	Total pressure drop:	106 Pa
Installation height:	2.60 m	Unit sound pressure level:	< 20 dB(A) 25m²sab
Inlet water temperature:	17.0 °C	Total sound pressure level:	< 20 dB(A)
Outlet water temperature:	20.0 °C	Air power:	202 W
Water flow:	0.044 kg/s	Total cooling power:	756 W
Water power:	553 W		504 W/m, 56 W/m²
	369 W/m	D temperature:	14.8 °C
Water pressure drop:	4.1 kPa	Induct:	left=2, right=2
		Damper:	-
		L_d:	-

Max. jet velocities	v1			
Nozzle jet	~0.10 m/s			
Nozzle jet, isothermal	~0.10 m/s			
dt (nozzle jet-room air)	-0.2 °C			

Heat sources and their location may influence to the velocity and direction of the jet.

vlim = 0.20 m/s



7.09

RE6/C-1800-1500-R2N+S

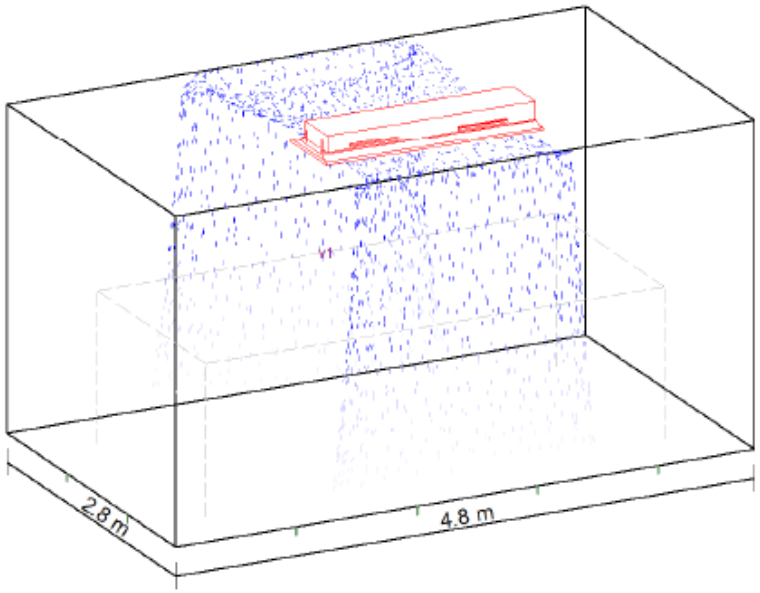
Cooling 02.2019

Room: VGE KWIZDA 7.11		Supply air flow:	75 m³/h
Room size:	4.8 x 2.8 x 2.6 m		5.6 m³/(hm²)
Occupied zone:	h=1.2 m / dw=0.5 m	Supply air temperature:	18.0 °C
Room air:	26.0 °C / 50 %	Chamber pressure drop:	104 Pa
Heat gain:	725 W	Total pressure drop:	106 Pa
Installation height:	2.60 m	Unit sound pressure level:	< 20 dB(A) 25m²sab
Inlet water temperature:	17.0 °C	Total sound pressure level:	< 20 dB(A)
Outlet water temperature:	20.0 °C	Air power:	202 W
Water flow:	0.044 kg/s	Total cooling power:	756 W
Water power:	554 W		504 W/m, 56 W/m²
	369 W/m	D temperature:	14.8 °C
Water pressure drop:	4.1 kPa	Induct:	left=2, right=2
		Damper:	-
		L_d:	-

Max. jet velocities	v1			
Nozzle jet	~0.10 m/s			
Nozzle jet, isothermal	~0.10 m/s			
dt (nozzle jet-room air)	-0.2 °C			

Heat sources and their location may influence to the velocity and direction of the jet.

vlim = 0.20 m/s



7.10

RE6/B-2400-2100-R2N+S

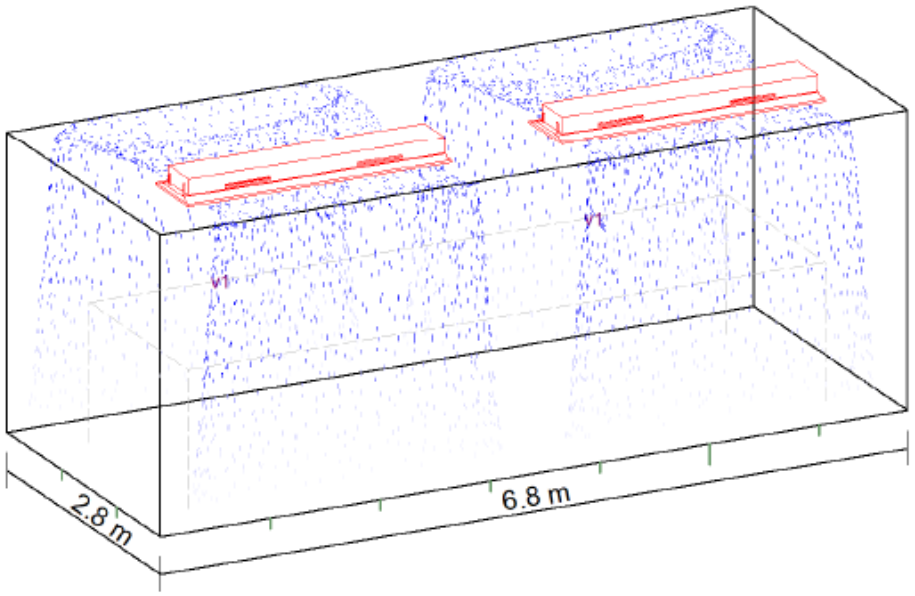
Cooling 02.2019

Room: VGE KWIZDA 7.12		Supply air flow:	2 x 75 m³/h
Room size:	6.8 x 2.8 x 2.6 m		7.9 m³/(hm²)
Occupied zone:	h=1.2 m / dw=0.5 m	Supply air temperature:	18.0 °C
Room air:	26.0 °C / 50 %	Chamber pressure drop:	101 Pa
Heat gain:	2325 W	Total pressure drop:	103 Pa
Installation height:	2.60 m	Total sound pressure level:	< 20 dB(A)
Inlet water temperature:	17.0 °C	Air power:	405 W (2 x 202 W)
Outlet water temperature:	20.0 °C	Total cooling power:	2401 W (2 x 1201 W)
Water flow:	0.159 kg/s (2 x 0.079 kg/s)		572 W/m, 126 W/m²
Water power:	1997 W (2 x 998 W)	D temperature:	14.8 °C
	475 W/m	Induct:	left=3, right=3
Water pressure drop:	14.4 kPa	Damper:	-
		L_d:	-

Max. jet velocities	v1
Nozzle jet	~0.10 m/s
Nozzle jet, isothermal	~0.10 m/s
dt (nozzle jet-room air)	-0.2 °C

Heat sources and their location may influence to the velocity and direction of the jet.

vlim = 0.20 m/s



7.13

RE6/C-1800-1500-R2N+S

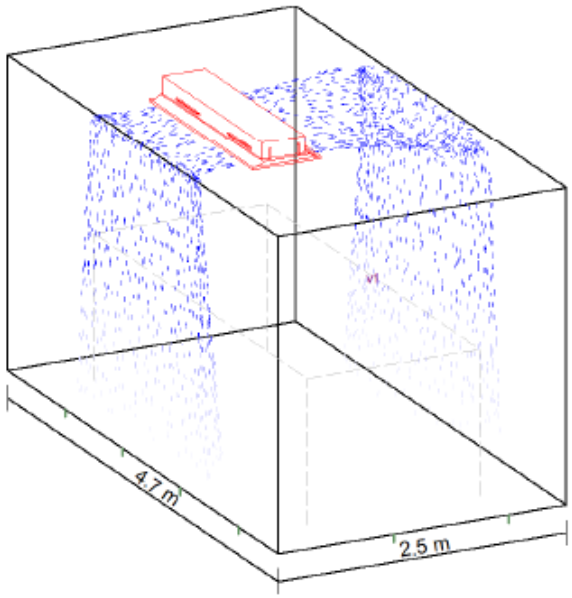
Cooling 02.2019

Room: VGE KWIZDA 7.13		Supply air flow:	75 m³/h
Room size:	2.5 x 4.7 x 2.6 m		6.4 m³/(hm²)
Occupied zone:	h=1.2 m / dw=0.5 m	Supply air temperature:	18.0 °C
Room air:	26.0 °C / 50 %	Chamber pressure drop:	104 Pa
Heat gain:	900 W	Total pressure drop:	106 Pa
Installation height:	2.60 m	Unit sound pressure level:	< 20 dB(A) 25m²sab
Inlet water temperature:	17.0 °C	Total sound pressure level:	< 20 dB(A)
Outlet water temperature:	20.0 °C	Air power:	202 W
Water flow:	0.061 kg/s	Total cooling power:	962 W
Water power:	760 W		642 W/m, 82 W/m²
	507 W/m	D temperature:	14.8 °C
Water pressure drop:	6.9 kPa	Induct:	left=3, right=3
		Damper:	-
		L_d:	-

Max. jet velocities	v1
Nozzle jet	~0.10 m/s
Nozzle jet, isothermal	~0.10 m/s
dt (nozzle jet-room air)	-0.2 °C

Heat sources and their location may influence to the velocity and direction of the jet.

vlim = 0.20 m/s



7.14

RE6/C-1800-1500-R2N+S

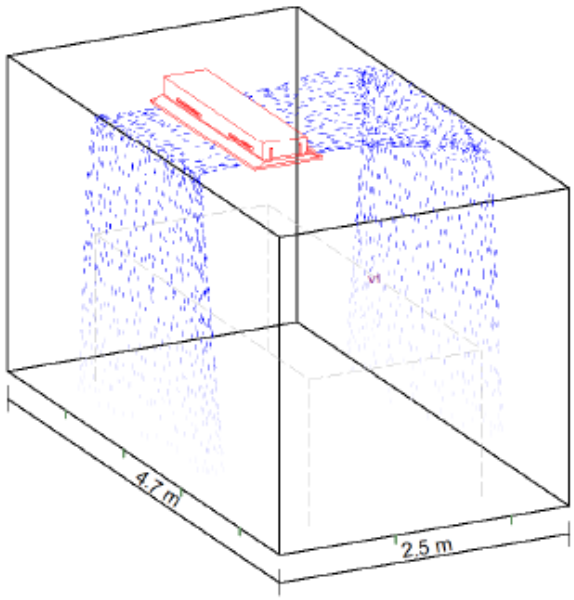
Cooling 02.2019

Room: VGE KWIZDA 7.14		Supply air flow:	75 m³/h
Room size:	2.5 x 4.7 x 2.6 m		6.4 m³/(hm²)
Occupied zone:	h=1.2 m / dw=0.5 m	Supply air temperature:	18.0 °C
Room air:	26.0 °C / 50 %	Chamber pressure drop:	104 Pa
Heat gain:	900 W	Total pressure drop:	106 Pa
Installation height:	2.60 m	Unit sound pressure level:	< 20 dB(A) 25m²sab
Inlet water temperature:	17.0 °C	Total sound pressure level:	< 20 dB(A)
Outlet water temperature:	20.0 °C	Air power:	202 W
Water flow:	0.061 kg/s	Total cooling power:	962 W
Water power:	760 W		642 W/m, 82 W/m²
	507 W/m	D temperature:	14.8 °C
Water pressure drop:	6.9 kPa	Induct:	left=3, right=3
		Damper:	-
		L_d:	-

Max. jet velocities	v1			
Nozzle jet	~0.10 m/s			
Nozzle jet, isothermal	~0.10 m/s			
dt (nozzle jet-room air)	-0.2 °C			

Heat sources and their location may influence to the velocity and direction of the jet.

vlim = 0.20 m/s



7.15

RE6/B-2400-2100-R2N+S

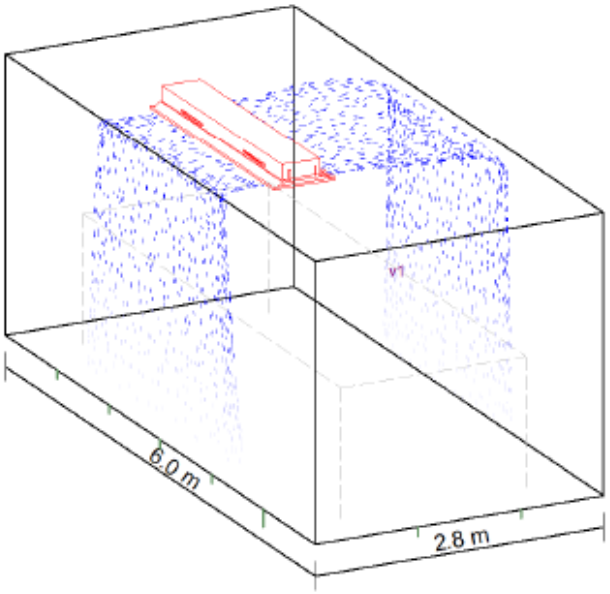
Cooling 02.2019

Room: VGE KWIZDA 7.15		Supply air flow:	75 m³/h
Room size:	2.8 x 6.0 x 2.6 m		4.5 m³/(hm²)
Occupied zone:	h=1.2 m / dw=0.5 m	Supply air temperature:	18.0 °C
Room air:	26.0 °C / 50 %	Chamber pressure drop:	101 Pa
Heat gain:	1000 W	Total pressure drop:	103 Pa
Installation height:	2.60 m	Unit sound pressure level:	< 20 dB(A) 25m²sab
Inlet water temperature:	17.0 °C	Total sound pressure level:	< 20 dB(A)
Outlet water temperature:	20.0 °C	Air power:	202 W
Water flow:	0.068 kg/s	Total cooling power:	1060 W
Water power:	858 W		505 W/m, 63 W/m²
	408 W/m	D temperature:	14.8 °C
Water pressure drop:	11.2 kPa	Induct:	left=3, right=2
		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)	-0.2 °C			

Heat sources and their location may influence to the velocity and direction of the jet.

vlim = 0.20 m/s



7.16

RE6/B-2400-2100-R2N+S

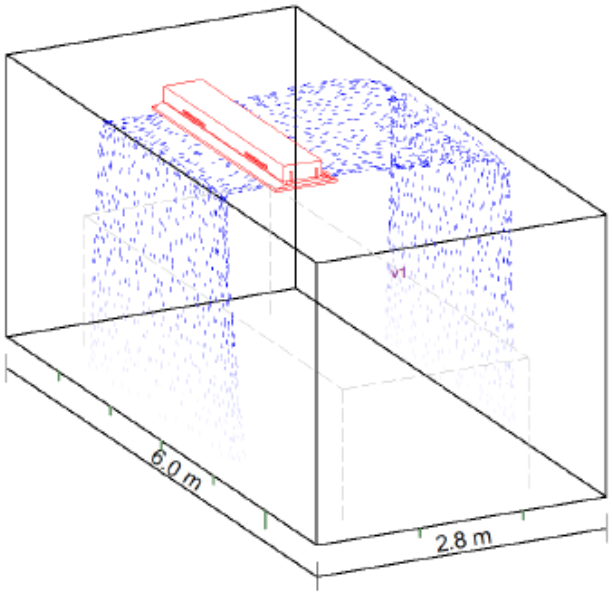
Cooling 02.2019

Room: VGE KWIZDA 7.16		Supply air flow:	75 m³/h
Room size:	2.8 x 6.0 x 2.6 m		4.5 m³/(hm²)
Occupied zone:	h=1.2 m / dw=0.5 m	Supply air temperature:	18.0 °C
Room air:	26.0 °C / 50 %	Chamber pressure drop:	101 Pa
Heat gain:	1000 W	Total pressure drop:	103 Pa
Installation height:	2.60 m	Unit sound pressure level:	< 20 dB(A) 25m²sab
Inlet water temperature:	17.0 °C	Total sound pressure level:	< 20 dB(A)
Outlet water temperature:	20.0 °C	Air power:	202 W
Water flow:	0.068 kg/s	Total cooling power:	1060 W
Water power:	858 W		505 W/m, 63 W/m²
	408 W/m	D temperature:	14.8 °C
Water pressure drop:	11.2 kPa	Induct:	left=3, right=2
		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)	-0.2 °C			

Heat sources and their location may influence to the velocity and direction of the jet.

vlim = 0.20 m/s



7.17

RE6/B-2400-2100-R2N+S

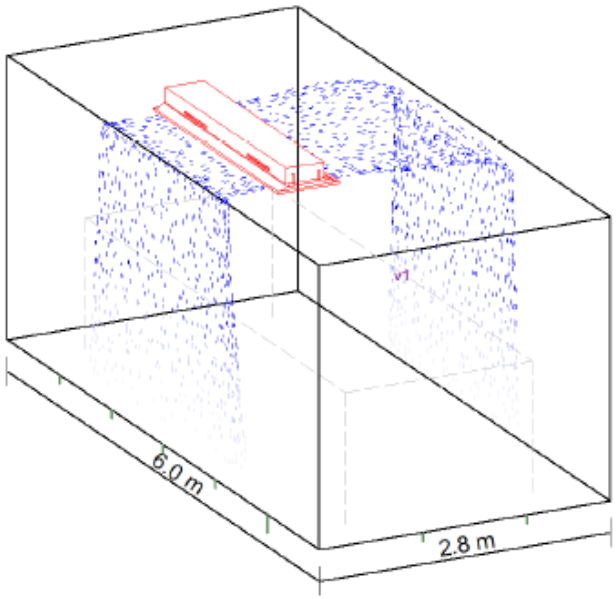
Cooling 02.2019

Room: VGE KWIZDA 7.17		Supply air flow:	75 m³/h
Room size:	2.8 x 6.0 x 2.6 m		4.5 m³/(hm²)
Occupied zone:	h=1.2 m / dw=0.5 m	Supply air temperature:	18.0 °C
Room air:	26.0 °C / 50 %	Chamber pressure drop:	101 Pa
Heat gain:	975 W	Total pressure drop:	103 Pa
Installation height:	2.60 m	Unit sound pressure level:	< 20 dB(A) 25m²sab
Inlet water temperature:	17.0 °C	Total sound pressure level:	< 20 dB(A)
Outlet water temperature:	20.0 °C	Air power:	202 W
Water flow:	0.068 kg/s	Total cooling power:	1060 W
Water power:	858 W		505 W/m, 63 W/m²
	408 W/m	D temperature:	14.8 °C
Water pressure drop:	11.2 kPa	Induct:	left=3, right=2
		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)	-0.2 °C			

Heat sources and their location may influence to the velocity and direction of the jet.

vlim = 0.20 m/s



7.18

RE6/B-2400-2100-R2N+S

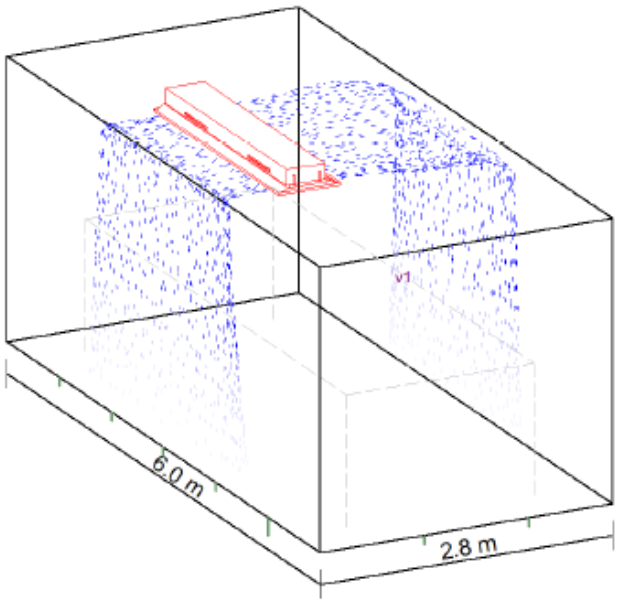
Cooling 02.2019

Room: VGE KWIZDA 7.18		Supply air flow:	75 m³/h
Room size:	2.8 x 6.0 x 2.6 m		4.5 m³/(hm²)
Occupied zone:	h=1.2 m / dw=0.5 m	Supply air temperature:	18.0 °C
Room air:	26.0 °C / 50 %	Chamber pressure drop:	101 Pa
Heat gain:	1000 W	Total pressure drop:	103 Pa
Installation height:	2.60 m	Unit sound pressure level:	< 20 dB(A) 25m²sab
Inlet water temperature:	17.0 °C	Total sound pressure level:	< 20 dB(A)
Outlet water temperature:	20.0 °C	Air power:	202 W
Water flow:	0.068 kg/s	Total cooling power:	1060 W
Water power:	858 W		505 W/m, 63 W/m²
	408 W/m	D temperature:	14.8 °C
Water pressure drop:	11.2 kPa	Induct:	left=3, right=2
		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)	-0.2 °C			

Heat sources and their location may influence to the velocity and direction of the jet.

vlim = 0.20 m/s



7.19

RE6/B-2400-2100-R2N+S

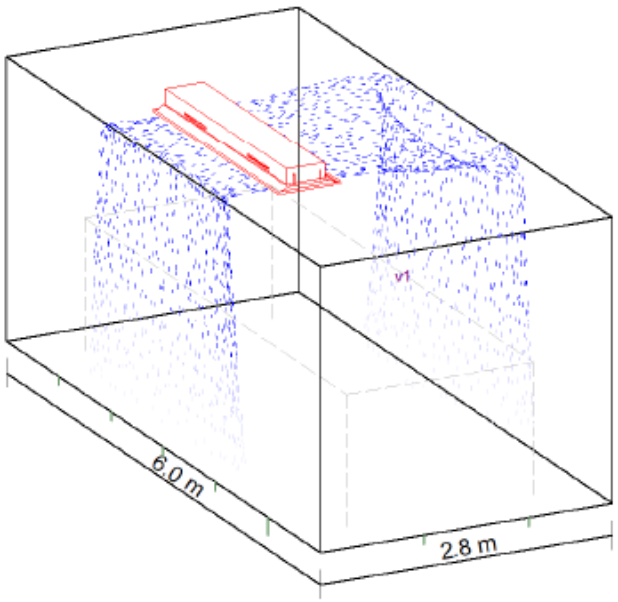
Cooling 02.2019

Room: VGE KWIZDA 7.19		Supply air flow:	75 m³/h
Room size:	2.8 x 6.0 x 2.6 m		4.5 m³/(hm²)
Occupied zone:	h=1.2 m / dw=0.5 m	Supply air temperature:	18.0 °C
Room air:	26.0 °C / 50 %	Chamber pressure drop:	101 Pa
Heat gain:	1150 W	Total pressure drop:	103 Pa
Installation height:	2.60 m	Unit sound pressure level:	< 20 dB(A) 25m²sab
Inlet water temperature:	17.0 °C	Total sound pressure level:	< 20 dB(A)
Outlet water temperature:	20.0 °C	Air power:	202 W
Water flow:	0.079 kg/s	Total cooling power:	1201 W
Water power:	998 W		572 W/m, 71 W/m²
	475 W/m	D temperature:	14.8 °C
Water pressure drop:	14.4 kPa	Induct:	left=3, right=3
		Damper:	-
		L_d:	-

Max. jet velocities	v1			
Nozzle jet	~0.10 m/s			
Nozzle jet, isothermal	~0.10 m/s			
dt (nozzle jet-room air)	-0.2 °C			

Heat sources and their location may influence to the velocity and direction of the jet.

vlim = 0.20 m/s



7.21

RE6/D-2400-1900-R2N+N

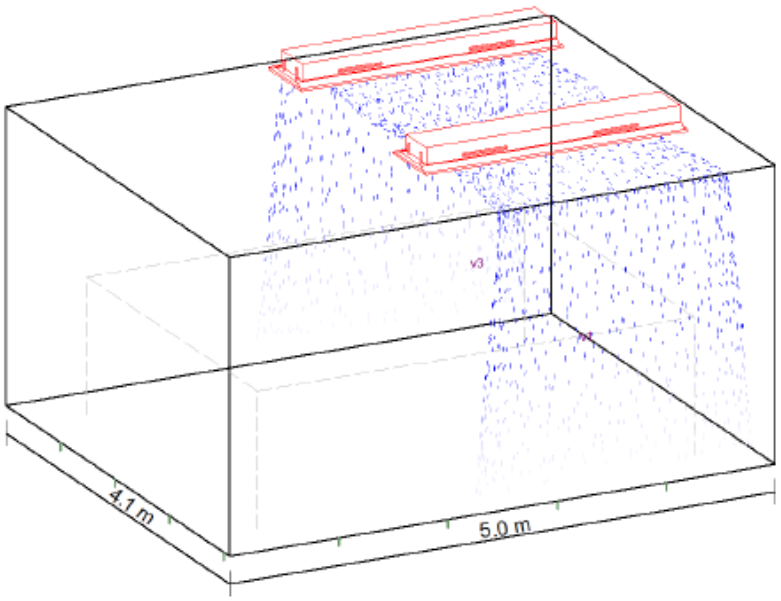
Cooling 2017.12

Room: VGE KWIZDA 7.21		Supply air flow:	2 x 150 m³/h
Room size:	5.0 x 4.1 x 2.6 m		14.6 m³/(hm²)
Occupied zone:	h=1.2 m / dw=0.5 m	Supply air temperature:	18.0 °C
Room air:	26.0 °C / 50 %	Chamber pressure drop:	111 Pa
Heat gain:	1500 W	Total pressure drop:	118 Pa
Installation height:	2.60 m	Total sound pressure level:	30 dB(A)
Inlet water temperature:	17.0 °C	Air power:	809 W (2 x 405 W)
Outlet water temperature:	20.0 °C	Total cooling power:	1724 W (2 x 862 W)
Water flow:	0.073 kg/s (2 x 0.036 kg/s)		454 W/m, 84 W/m²
Water power:	914 W (2 x 457 W)	D temperature:	14.8 °C
	241 W/m	Induct:	side=1, middle=1
Water pressure drop:	1.1 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	-0.7 °C		

Heat sources and their location may influence to the velocity and direction of the jet.

vlim = 0.20 m/s



7.22

RE6/B-2400-2200-R2N+S

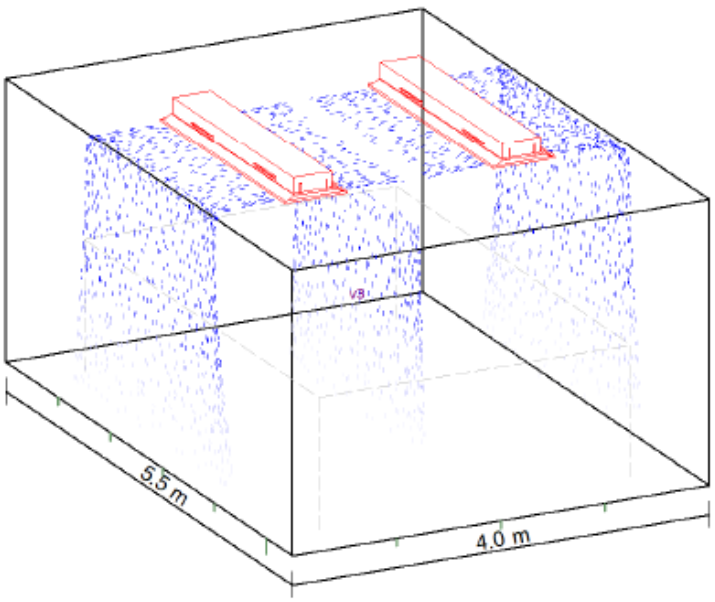
Cooling 02.2019

Room: VGE KWIZDA 7.22		Supply air flow:	2 x 80 m³/h
Room size:	4.0 x 5.5 x 2.6 m		7.3 m³/(hm²)
Occupied zone:	h=1.2 m / dw=0.5 m	Supply air temperature:	18.0 °C
Room air:	26.0 °C / 50 %	Chamber pressure drop:	105 Pa
Heat gain:	1500 W	Total pressure drop:	107 Pa
Installation height:	2.60 m	Total sound pressure level:	< 20 dB(A)
Inlet water temperature:	17.0 °C	Air power:	432 W (2 x 216 W)
Outlet water temperature:	20.0 °C	Total cooling power:	1688 W (2 x 844 W)
Water flow:	0.100 kg/s (2 x 0.050 kg/s)		384 W/m, 77 W/m²
Water power:	1257 W (2 x 628 W)	D temperature:	14.8 °C
	286 W/m	Induct:	side=1, middle=1
Water pressure drop:	7.0 kPa	Damper:	-
		L_d:	-

Max. jet velocities	v3			
Nozzle jet	~0.20 m/s			
Nozzle jet, isothermal	~0.15 m/s			
dt (nozzle jet-room air)	-0.9 °C			

Heat sources and their location may influence to the velocity and direction of the jet.

vlim = 0.20 m/s



7.23

RE6/D-2400-1900-R2N+N

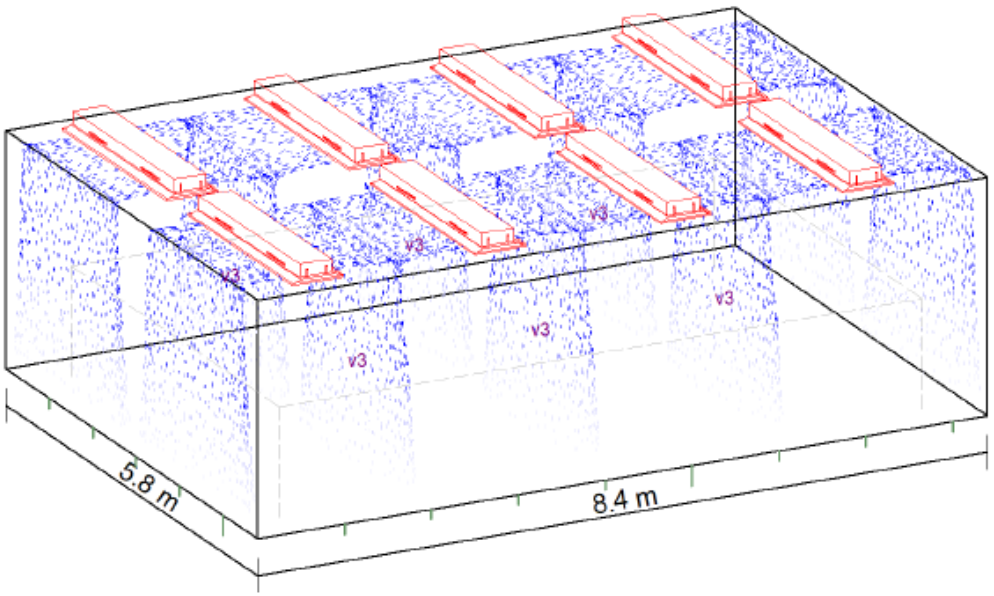
Cooling 2017.12

Room: VGE KWIZDA 7.23		Supply air flow:	8 x 120 m³/h
Room size:	8.4 x 5.8 x 2.6 m		19.7 m³/(hm²)
Occupied zone:	h=1.2 m / dw=0.5 m	Supply air temperature:	18.0 °C
Room air:	26.0 °C / 50 %	Chamber pressure drop:	71 Pa
Heat gain:	7100 W	Total pressure drop:	75 Pa
Installation height:	2.60 m	Total sound pressure level:	30 dB(A)
Inlet water temperature:	17.0 °C	Air power:	2589 W (8 x 324 W)
Outlet water temperature:	20.0 °C	Total cooling power:	7457 W (8 x 932 W)
Water flow:	0.388 kg/s (8 x 0.048 kg/s)		491 W/m, 153 W/m²
Water power:	4868 W (8 x 608 W)	D temperature:	14.8 °C
	320 W/m	Induct:	side=2, middle=2
Water pressure drop:	1.8 kPa	Damper:	-
		L_d:	-

Max. jet velocities	v3			
Nozzle jet	~0.25 m/s			
Nozzle jet, isothermal	~0.15 m/s			
dt (nozzle jet-room air)	-0.8 °C			

Heat sources and their location may influence to the velocity and direction of the jet.

vlim = 0.20 m/s



9 Melléklet

9.1 Klímagerendák méretezésének adatlapjai

9.2 Hangcsillapítók méretezésének adatlapjai

9.3 Mértékadó ágak légtechnikai nyomásveszteségének számítása

9.4 Az irodai bérlemény légtechnikai rendszerének kiviteli terve

9.5 Az irodai bérlemény légtechnikai rendszerének árazatlan költségvetése

9.6 Az irodai bérlemény légtechnikai rendszerének műszaki leírása

N®gysz° g egyenes hangcsillap²t·

SLRS

Le²r§s

Aerodim t²pus¼n®gysz° g keresztmetszetŤ egyenes hangcsillap²t· . Az SLRS hangcsillap²t· SLRA k· d¼Aerodim kulissz§kb· l ®p¿l fel.

Az SLRA horganyzott keretbŖl ®s Lindtec t²pus¼abszorpci· s anyagb· l k®sz¿l. A kulissza 200 mm-es sz®less®ggel ®rhetŖ el. A Lindtec fel¿lete k° nnyen tiszt²that· ®s megakad§lyozza a sz§llev§l§st. RJFP t²pus¼csatlakoz· kerettel szerelve. Az aerodinamikai tervez®snek k° sz° nhetŖen, az SLRS-nek alacsony a nyom§sveszt es®ge ®s a saj§tzajkelt®se.

A hangcsillap²t· m®retez®s®hez haszn§lhat· a LindQST vagy a DIMsilencer programunk, melyekkel a kulisszat§vols§g, hossz ®s magass§g optimaliz§lhat· a legjobb teljes²tm®ny ®rdek®ben.

ISO 7235 szabv§ny szerint tesztelve.

Rendel®si k· d

SLRS-200-200-800-250-1270	
Rendszer	Bef¼v§s
Le²r§s	Bef¼v§s-1

MŤszaki adatok

K° vetelm®nyek:			
L®gmennyis®g	qv	3145	m3/h
Sz®less®g		800	mm
Magass§g		250	mm
Hossz		1270	mm

Eredm®nyek:			
Brutt· l®gsebess®g	v	4,4	m/s
Teljes nyom§ses®s	qpt	14	Pa

Hz	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	Sum	Sum
Lwi	53	53	50	39	32	34	35	32	45	41
IL	2	7	15	24	25	14	9	6		
Lw	36	24	18	16	14	11	9	5	20	15
Lwo	51	46	35	19	15	20	26	26	34	33
	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB (A)	NR

Szimb· lumok	
IL	Hangcsillap²t§s
Lw	Saj§tzajkelt®s
Lwi	Sound power level, before attenuator
Lwo	Sound power level, after attenuator

A v§ltoztat§s jog§t fenntartjuk!

N®gysz° g egyenes hangcsillap²t· - alacsony kivitel

LRLB

Le²r§s

N®gysz° g hangcsillap²t· alacsony be®p²t®si magass§ggal.
A hangcsillap²t· anyaga Lindtec ¿veggyapot.

A szigetel®s bor²t§sa tiszt²that· forg· kef®vel vagy porsz²v· val.

LRLB megfelel az EN 1507:2006 szerinti C t° m° rs®gi oszt§lynak ®s a 2-es nyom§soszt§lynak.

ISO 7235 szabv§ny szerint tesztelve.

RJFP vagy LS t²pus¼csatlakoz· kerettel szerelve.

Speci§lis anyagok ®s m®retek eset®n l®pjen kapcsolatba a Lindabbal.

A hangcsillap²t· el®rhetŗ az al§bbi kieg®sz²tŗvel:
TRA = Nem-szigetelt fel¿lvizsg§l· ny²l§s

Rendel®si k· d

LRLB-450-200-1250	
Term®k hossz	1250
Rendszer	Bef¼v§s
Le²r§s	Bef¼v§s-2 Nagy t§rgyal·

MŤszaki adatok

K° vetelm®nyek:			
L®gmennyis®g	qv	960	m3/h
Sz®less®g		450	mm

Eredm®nyek:			
Brutt· l®gsebess®g	v	3,0	m/s
Teljes nyom§ses®s	qpt	37	Pa

Hz	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	Sum	Sum
Lwi	51	46	35	19	15	20	26	26	34	33
IL	6	11	20	28	31	26	17	15		
Lw	33	32	30	28	26	20	11	3	30	26
Lwo	45	37	30	28	26	20	13	12	31	26
	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB (A)	NR

Szimb· lumok	
IL	Hangcsillap²t§s
Lw	Saj§tzajkelt®s
Lwi	Sound power level, before attenuator
Lwo	Sound power level, after attenuator

A v§ltoztat§s jog§t fenntartjuk!

K° r egyenes hangcsillap²t·

SLGU

Le²r§s

Az SLGU egy k° r egyenes hangcsillap²t·

N®vleges szigetel®s vatsags§g 100 vagy 150 mm.

A hangcsillap²t· anyag §sv§nygyapot. Az SLGU erŗs k¿lsŗ spir§lkorcolt l®gcsatorn§b· l ®s egy belsŗ perfor§lt l®gcsatorn§b· l k®sz¿l, hogy ellen§lljon a mechanikus tiszt²t§snak, ugyanakkor ne befoly§solja a csillap²t§st. A l®gcsatorn§k k° z° tti r®sz §sv§nygyapottal van kit° ltve, illetve belsŗ csŗ ®s a hangcsillap²t· anyag k° z° tt sz° vet tal§lhat· , amely megakad§lyozza a szigetel®sbŗl sz§rmaz· sz§lak bejut§s§t a l®gcsatorna rendszerbe. A hangcsillap²t· tiszt²that· forg· nejlon kef®vel, porsz²v· val ®s nedves ruh§val.

A csillap²t§s, nyom§ses®s ®s saj§tzajkelt®s az ISO 7235 szabv§nynak megfelelŗen v®gzett vizsg§lat alapj§n.

Speci§lis anyagok ®s m®retek eset®n l®pjen kapcsolatba a Lindabbal.

Rendel®si k· d

SLGU-125-300-100	
Term®k hossz	300
Rendszer	Bef¼v§s
Le²r§s	Bef¼v§s-3 Kis t§rgyal· k

MŤszaki adatok

K° vetelm®nyek:			
L®gmennyis®g	qv	150	m3/h

Eredm®nyek:			
Brutt· l®gsebess®g	v	3,4	m/s
Teljes nyom§ses®s	qpt	1	Pa

Hz	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	Sum	Sum
Lwi	53	53	50	39	32	34	35	32	45	41
IL	1	7	9	16	19	19	15	10		
Lw	14	12	11	10	10	10	10	10	17	17
Lwo	52	46	41	23	15	16	20	22	36	31
	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB (A)	NR

Szimb· lumok	
IL	Hangcsillap²t§s
Lw	Saj§tzajkelt®s
Lwi	Sound power level, before attenuator
Lwo	Sound power level, after attenuator

EUROVENT CERTIFIED PERFORMANCE
DUCT-MC
Identification number 17.11.002
www.eurovent-certification.com

A v§ltoztat§s jog§t fenntartjuk!

Lindab®

N®gysz° g egyenes hangcsillap²t·

SLRS

Le²r§s

Aerodim t²pus¼n®gysz° g keresztmetszetŤ egyenes hangcsillap²t· . Az SLRS hangcsillap²t· SLRA k· d¼Aerodim kulissz§kb· l ®p¿l fel.

Az SLRA horganyzott keretbŖl ®s Lindtec t²pus¼abszorpci· s anyagb· l k®sz¿l. A kulissza 200 mm-es sz®less®ggel ®rhetŖ el. A Lindtec fel¿lete k° nnyen tiszt²that· ®s megakad§lyozza a sz§llev§l§st. RJFP t²pus¼csatlakoz· kerettel szerelve. Az aerodinamikai tervez®snek k° sz° nhetŖen, az SLRS-nek alacsony a nyom§svesztes®ge ®s a saj§tzajkelt®se.

A hangcsillap²t· m®retez®s®hez haszn§lhat· a LindQST vagy a DIMsilencer programunk, melyekkel a kulisszat§vols§g, hossz ®s magass§g optimaliz§lhat· a legjobb teljes²tm®ny ®rdek®ben.

ISO 7235 szabv§ny szerint tesztelve.

Rendel®si k· d

SLRS-200-200-800-250-1270	
Rendszer	Elsz²v§s
Le²r§s	Elsz²v§s-1

MŤszaki adatok

K° vetelm®nyek:			
L®gmennyis®g	qv	2465	m3/h
Sz®less®g		800	mm
Magass§g		250	mm
Hossz		1270	mm

Eredm®nyek:			
Brutt· l®gsebess®g	v	3,4	m/s
Teljes nyom§ses®s	qpt	7	Pa

Hz	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	Sum	Sum
Lwi	43	58	70	57	53	52	54	62	66	68
IL	2	7	15	24	25	14	9	6		
Lw	30	20	23	24	19	14	11	13	25	20
Lwo	41	51	55	33	29	38	45	56	56	62
	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB (A)	NR

Szimb· lumok	
IL	Hangcsillap²t§s
Lw	Saj§tzajkelt®s
Lwi	Sound power level, before attenuator
Lwo	Sound power level, after attenuator

A v§ltoztat§s jog§t fenntartjuk!

N®gysz° g egyenes hangcsillap²t·

SLRS

Le²r§s

Aerodim t²pus¼n®gysz° g keresztmetszetŤ egyenes hangcsillap²t· . Az SLRS hangcsillap²t· SLRA k· d¼Aerodim kulissz§kb· l ®p¿l fel.

Az SLRA horganyzott keretbŖl ®s Lindtec t²pus¼abszorpci· s anyagb· l k®sz¿l. A kulissza 200 mm-es sz®less®ggel ®rhetŖ el. A Lindtec fel¿lete k° nnyen tiszt²that· ®s megakad§lyozza a sz§llev§l§st. RJFP t²pus¼csatlakoz· kerettel szerelve. Az aerodinamikai tervez®snek k° sz° nhetŖen, az SLRS-nek alacsony a nyom§svesztes®ge ®s a saj§tzajkelt®se.

A hangcsillap²t· m®retez®s®hez haszn§lhat· a LindQST vagy a DIMsilencer programunk, melyekkel a kulisszat§vols§g, hossz ®s magass§g optimaliz§lhat· a legjobb teljes²tm®ny ®rdek®ben.

ISO 7235 szabv§ny szerint tesztelve.

Rendel®si k· d

SLRS-200-200-800-250-1270	
Rendszer	Elsz²v§s
Le²r§s	Elsz²v§s-2

MŤszaki adatok

K° vetelm®nyek:			
L®gmennyis®g	qv	2465	m3/h
Sz®less®g		800	mm
Magass§g		250	mm
Hossz		1270	mm

Eredm®nyek:			
Brutt· l®gsebess®g	v	3,4	m/s
Teljes nyom§ses®s	qpt	7	Pa

Hz	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	Sum	Sum
Lwi	41	51	55	33	29	38	45	56	56	62
IL	2	7	15	24	25	14	9	6		
Lw	30	20	23	24	19	14	11	13	25	20
Lwo	39	44	40	24	19	24	36	50	49	56
	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB (A)	NR

Szimb· lumok	
IL	Hangcsillap²t§s
Lw	Saj§tzajkelt®s
Lwi	Sound power level, before attenuator
Lwo	Sound power level, after attenuator

N®gysz° g egyenes hangcsillap²t·

SLRS

Le²r§s

Aerodim t²pus¼n®gysz° g keresztmetszetŤ egyenes hangcsillap²t· . Az SLRS hangcsillap²t· SLRA k· d¼Aerodim kulissz§kb· l ®p¿l fel.

Az SLRA horganyzott keretbŖl ®s Lindtec t²pus¼abszorpci· s anyagb· l k®sz¿l. A kulissza 200 mm-es sz®less®ggel ®rhetŖ el. A Lindtec fel¿lete k° nnyen tiszt²that· ®s megakad§lyozza a sz§llev§l§st. RJFP t²pus¼csatlakoz· kerettel szerelve. Az aerodinamikai tervez®snek k° sz° nhetŖen, az SLRS-nek alacsony a nyom§sveszt es®ge ®s a saj§tzajkelt®se.

A hangcsillap²t· m®retez®s®hez haszn§lhat· a LindQST vagy a DIMsilencer programunk, melyekkel a kulisszat§vols§g, hossz ®s magass§g optimaliz§lhat· a legjobb teljes²tm®ny ®rdek®ben.

ISO 7235 szabv§ny szerint tesztelve.

Rendel®si k· d

SLRS-200-200-800-250-1270	
Rendszer	Elsz²v§s
Le²r§s	Elsz²v§s-3

MŤszaki adatok

K° vetelm®nyek:			
L®gmennyis®g	qv	2115	m3/h
Sz®less®g		800	mm
Magass§g		250	mm
Hossz		1270	mm

Eredm®nyek:			
Brutt· l®gsebess®g	v	2,9	m/s
Teljes nyom§ses®s	qpt	5	Pa

Hz	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	Sum	Sum
Lwi	39	44	40	24	19	24	36	50	49	56
IL	2	7	15	24	25	14	9	6		
Lw	26	17	20	21	15	9	6	8	21	16
Lwo	37	37	26	21	15	12	27	44	43	50
	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB (A)	NR

Szimb· lumok	
IL	Hangcsillap²t§s
Lw	Saj§tzajkelt®s
Lwi	Sound power level, before attenuator
Lwo	Sound power level, after attenuator

K° r egyenes hangcsillap²t·

SLGU

Le²r§s

Az SLGU egy k° r egyenes hangcsillap²t·

N®vleges szigetel®s vatsags§g 100 vagy 150 mm.

A hangcsillap²t· anyag §sv§nygyapot. Az SLGU erŗs k¿lsŗ spir§lkorcolt l®gcsatorn§b· l ®s egy belsŗ perfor§lt l®gcsatorn§b· l k®sz¿l, hogy ellen§lljon a mechanikus tiszt²t§snak, ugyanakkor ne befoly§solja a csillap²t§st. A l®gcsatorn§k k° z° tti r®sz §sv§nygyapottal van kit° ltve, illetve belsŗ csŗ ®s a hangcsillap²t· anyag k° z° tt sz° vet tal§lhat· , amely megakad§lyozza a szigetel®sbŗl sz§rmaz· sz§lak bejut§s§t a l®gcsatorna rendszerbe. A hangcsillap²t· tiszt²that· forg· nejlon kef®vel, porsz²v· val ®s nedves ruh§val.

A csillap²t§s, nyom§ses®s ®s saj§tzajkelt®s az ISO 7235 szabv§nynak megfelelŗen v®gzett vizsg§lat alapj§n.

Speci§lis anyagok ®s m®retek eset®n l®pjen kapcsolatba a Lindabbal.

Rendel®si k· d

SLGU-160-1200-150	
Term®k hossz	1200
Rendszer	Elsz²v§s
Le²r§s	Elsz²v§s-4 Recepci·

MŤszaki adatok

K° vetelm®nyek:			
L®gmennyis®g	qv	250	m3/h

Eredm®nyek:			
Brutt· l®gsebess®g	v	3,5	m/s
Teljes nyom§ses®s	qpt	2	Pa

Hz	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	Sum	Sum
Lwi	41	51	55	33	29	38	45	56	56	62
IL	11	21	31	47	50	50	30	16		
Lw	17	15	14	13	11	10	10	10	18	17
Lwo	30	30	24	13	11	10	16	40	39	47
	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB (A)	NR

Szimb· lumok	
IL	Hangcsillap²t§s
Lw	Saj§tzajkelt®s
Lwi	Sound power level, before attenuator
Lwo	Sound power level, after attenuator

N®gysz° g egyenes hangcsillap²t· - alacsony kivitel

LRLB

Le²r§s

N®gysz° g hangcsillap²t· alacsony be®p²t®si magass§ggal.
A hangcsillap²t· anyaga Lindtec ¿veggyapot.

A szigetel®s bor²t§sa tiszt²that· forg· kef®vel vagy porsz²v· val.

LRLB megfelel az EN 1507:2006 szerinti C t° m° rs®gi osztÁlynak ®s a 2-es nyom§soszt§lynak.

ISO 7235 szabv§ny szerint tesztelve.

RJFP vagy LS t²pus¼csatlakoz· kerettel szerelve.

Speci§lis anyagok ®s m®retek eset®n l®pjen kapcsolatba a Lindabbal.

A hangcsillap²t· el®rhetŐ az al§bbi kieg®sz²tŐvel:
TRA = Nem-szigetelt fel¿lvizsg§l· ny²l§s

Rendel®si k· d

LRLB-450-250-1250	
Term®k hossz	1250
Rendszer	Bef¼v§s
Le²r§s	Elsz²v§s-5 Nagyt§rgyal·

MŤszaki adatok

K° vetelm®nyek:			
L®gmennyis®g	qv	960	m3/h
Sz®less®g		450	mm

Eredm®nyek:			
Brutt· l®gsebess®g	v	2,4	m/s
Teljes nyom§ses®s	qpt	19	Pa

Hz	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	Sum	Sum
Lwi	39	44	40	24	19	24	36	50	49	56
IL	6	12	19	25	22	18	14	12		
Lw	32	33	31	28	23	13	0	0	29	24
Lwo	36	36	31	28	23	13	22	38	38	45
	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB (A)	NR

Szimb· lumok	
IL	Hangcsillap²t§s
Lw	Saj§tzajkelt®s
Lwi	Sound power level, before attenuator
Lwo	Sound power level, after attenuator

A vßltoztat§s jog§t fenntartjuk!

9 Melléklet

9.1 Klímagerendák méretezésének adatlapjai

9.2 Hangcsillapítók méretezésének adatlapjai

9.3 Mértékadó ágak légtechnikai nyomásveszteségének számítása

9.4 Az irodai bérlemény légtechnikai rendszerének kiviteli terve

9.5 Az irodai bérlemény légtechnikai rendszerének árazatlan költségvetése

9.6 Az irodai bérlemény légtechnikai rendszerének műszaki leírása

Befúvó léghálózat mértékadó ágának nyomásveszteség számítása

Nr.		Megnevezés			Lég mennyiség	A	B	de	Légmennyiség 20°C-on	Sebesség	Re	λ	Cső anyaga	Hossz	súrlódási ellenállás	alaki ellenállás	dp	Össz-nyomás
					m3/h	mm	mm	mm	m3/h	m/s	-	-		m	Pa	Pa	Pa	Pa
7.04 klímagerenda befúvás																		
1	7.04	Befúvórács	Kílmagerenda	--- -	75			125	75	1,70	12 867	0,030	Horg. lemez		0,00	1,04	0	1,0
2		Kör légcsatorna	Duct, cirk.	--- -				125	75	1,70	12 867	0,030	flexibilis	**1**	0,49	0,00	0	1,5
3		Kör légcsatorna	Duct, cirk.	--- -				125	75	1,70	12 867	0,030	Horg. lemez	**0,6**	0,17	0,00	0	1,7
4		Kör könyök	Bend, cirk	--- -				125	75	1,70	12 867	0,030	Horg. lemez		0,00	0,57	0	2,3
5		Kör légcsatorna	Duct, cirk.	--- -				125	75	1,70	12 867	0,030	Horg. lemez	**2,3**	0,66	0,00	0	2,9
6	7.02	Kör T-idom	T-piece, cirk	--- -	75			160	150	2,07	20 105	0,027	Horg. lemez		0,00	3,63	0	6,6
7		Kör légcsatorna	Duct, cirk.	--- -				200	150	1,33	16 084	0,028	Horg. lemez	**2,9**	0,28	0,00	0	6,8
8	7.05	Kör T-idom	T-piece, cirk	0	75			200	225	1,99	24 126	0,025	Horg. lemez		0,00	3,34	0	10,2
9		Kör légcsatorna	Duct, cirk.	--- -				200	225	1,99	24 126	0,025	Horg. lemez		0,00	0,00	0	10,2
10		Négyszög szűkítő	Taper, rect	--- -		250	250	250	225	1,00	15 151	0,029	Horg. lemez		0,00	0,12	0	10,3
11		Négyszög légcsatorna	Duct, rect	--- -		250	250	250	225	1,00	15 151	0,029	Horg. lemez	**0,3**	0,01	0,00	0	10,3
12	7.01	Négyszög T-idom	T-piece, rect	--- -	250	250	250	250	475	2,11	31 985	0,024	Horg. lemez		0,00	3,76	0	14,1
13		Négyszög légcsatorna	Duct, rect	--- -		250	250	250	475	2,11	31 985	0,024	Horg. lemez	**3,6**	0,67	0,00	0	14,7
14	7.07	Négyszög T-idom	T-piece, rect	--- -	75	250	250	250	550	2,44	37 036	0,023	Horg. lemez		0,00	5,04	0	19,8
15		Négyszög légcsatorna	Duct, rect	--- -		250	250	250	550	2,44	37 036	0,023	Horg. lemez	**2,8**	0,70	0,00	0	20,5
16	7.08	Négyszög T-idom	T-piece, rect	--- -	75	250	250	250	625	2,78	42 086	0,022	Horg. lemez		0,00	6,51	0	27,0
17		Négyszög légcsatorna	Duct, rect	--- -		250	250	250	625	2,78	42 086	0,022	Horg. lemez	**1,9**	0,61	0,00	0	27,6
18		Négyszög szűkítő	Taper, rect	--- -		300	250	273	625	2,31	38 260	0,023	Horg. lemez		0,00	0,65	0	28,2
19		Négyszög légcsatorna	Duct, rect	--- -		300	250	273	625	2,31	38 260	0,023	Horg. lemez	**0,3**	0,06	0,00	0	28,3
20	7.09	Négyszög T-idom	T-piece, rect		75	300	250	273	700	2,59	42 851	0,022	Horg. lemez		0,00	5,67	0	34,0
21		Négyszög légcsatorna	Duct, rect			300	250	273	700	2,59	42 851	0,022	Horg. lemez	**2**	0,51	0,00	0	34,5
22	7.10	Négyszög T-idom	T-piece, rect		75	300	250	273	775	2,87	47 443	0,021	Horg. lemez		0,00	6,95	0	41,4
23		Négyszög könyök vízszintes	Bend, rect			300	250	273	775	2,87	47 443	0,021	Horg. lemez		0,00	1,99	0	43,4
24		Négyszög légcsatorna	Duct, rect			300	250	273	775	2,87	47 443	0,021	Horg. lemez	**0,3**	0,00	0,00	1	44,4
25		Négyszög szűkítő	Taper, rect			450	250	321	775	1,91	37 276	0,023	Horg. lemez		0,00	0,44	2	46,9
26	7.11-12	Négyszög T-idom	T-piece, rect		225	450	250	321	1 000	2,47	48 098	0,021	Horg. lemez		0,00	5,14	3	55,0
27		Négyszög légcsatorna	Duct, rect			450	250	321	1 000	2,47	48 098	0,021	Horg. lemez	**1,9**	0,00	0,00	4	59,0
28	7.13,20	Négyszög T-idom	T-piece, rect		125	450	250	321	1 125	2,78	54 111	0,021	Horg. lemez		0,00	6,51	5	70,5
29		Négyszög légcsatorna	Duct, rect			450	250	321	1 125	2,78	54 111	0,021	Horg. lemez	**2,6**	0,00	0,00	6	76,5
30	7.14	Négyszög T-idom	T-piece, rect		75	450	250	321	1 200	2,96	57 718	0,020	Horg. lemez		0,00	7,40	7	90,9
31		Négyszög légcsatorna	Duct, rect			450	250	321	1 200	2,96	57 718	0,020	Horg. lemez	**2,4**	0,00	0,00	8	98,9
32	jobbról	Négyszög T-idom	T-piece, rect		760	750	250	375	1 960	2,90	65 991	0,020	Horg. lemez		0,00	7,11	9	115,0
33		Négyszög légcsatorna	Duct, rect			750	250	375	1 960	2,90	65 991	0,020	Horg. lemez	**2,5**	0,00	0,00	10	125,0
34	teakonyha, tárgyaló	Négyszög T-idom	T-piece, rect		1260	800	250	381	3 220	4,47	103 251	0,018	Horg. lemez		0,00	16,87	11	152,9
35		Négyszög légcsatorna	Duct, rect			800	250	381	3 220	4,47	103 251	0,018	Horg. lemez	**2,3**	0,00	0,00	12	164,9

Total pressure	**164,9**

Elszívó léghálózat mértékadó ágának nyomásveszteség számítása

Nr.		Megnevezés			Lég mennyiség	A	B	de	Légmennyiség 20°C-on	Sebesség	Re	λ	Cső anyaga	Hossz	súrlódási ellenállás	alaki ellenállás	dp	Össz-nyomás
					m3/h	mm	mm	mm	m3/h	m/s	-	-		m	Pa	Pa	Pa	Pa
7.24 Raktár elszívás																		
1		Elszívórács	Air grill	--- -	50			100	50	1,77	10 723	0,031	Horg. lemez		0,00	1,13	0	1,1
2		Kör légcsatorna	Duct, cirk.	--- -				100	50	1,77	10 723	0,031	flexibilis	**1**	0,71	0,00	0	1,8
3		Kör légcsatorna	Duct, cirk.	--- -				100	50	1,77	10 723	0,031	Horg. lemez	**4**	1,64	0,00	0	3,5
4		Kör könyök	Bend, cirk	--- -				100	50	1,78	10 759	0,031	Horg. lemez		0,00	0,62	0	4,1
5		Kör légcsatorna	Duct, cirk.	--- -				100	50	1,78	10 796	0,031	Horg. lemez	**5,6**	2,31	0,00	1	7,4
6		Kör könyök	Bend, cirk	--- -				100	50	1,79	10 832	0,031	Horg. lemez		0,00	0,63	2	10,0
7		Kör légcsatorna	Duct, cirk.	--- -				100	50	1,79	10 869	0,031	Horg. lemez	**0,2**	0,08	0,00	3	13,1
8		Kör könyök	Bend, cirk	--- -				100	50	1,80	10 906	0,031	Horg. lemez		0,00	0,63	4	17,8
9		Kör légcsatorna	Duct, cirk.	--- -				100	50	1,81	10 942	0,031	Horg. lemez	**0,3**	0,13	0,00	5	22,9
10		Kör könyök	Bend, cirk	--- -				100	50	1,81	10 979	0,031	Horg. lemez		0,00	0,64	6	29,5
11		Kör könyök	Bend, cirk	--- -				100	50	1,82	11 015	0,031	Horg. lemez		0,00	0,64	7	37,2
12		Kör légcsatorna	Duct, cirk.	--- -				100	50	1,82	11 052	0,031	Horg. lemez	**1**	0,42	0,00	8	45,6
13		Kör könyök	Bend, cirk	--- -				100	50	1,83	11 089	0,031	Horg. lemez		0,00	0,64	9	55,2
14		Kör könyök	Bend, cirk	--- -				100	50	1,84	11 125	0,031	Horg. lemez		0,00	0,65	10	65,9
15		Kör légcsatorna	Duct, cirk.	--- -				100	50	1,84	11 162	0,031	Horg. lemez	**5**	2,13	0,00	11	79,0
16		Kör könyök	Bend, cirk	--- -				100	50	1,85	11 198	0,031	Horg. lemez		0,00	0,65	12	91,7
17		Kör légcsatorna	Duct, cirk.	--- -				100	50	1,85	11 235	0,031	Horg. lemez	**1,6**	0,69	0,00	13	105,3
18		Kör könyök	Bend, cirk	--- -				100	50	1,86	11 272	0,031	Horg. lemez		0,00	0,65	14	120,0
19		Kör könyök	Bend, cirk	--- -				100	50	1,87	11 308	0,031	Horg. lemez		0,00	0,66	15	135,6
20		Kör könyök	Bend, cirk	--- -				100	50	1,87	11 345	0,031	Horg. lemez		0,00	0,66	16	152,3
21		Kör légcsatorna	Duct, cirk.	--- -				100	50	1,88	11 381	0,031	Horg. lemez	**1,4**	0,61	0,00	17	169,9
22		Kör szűkítő	Reducer	--- -				200	50	0,47	5 709	0,036	Horg. lemez		0,00	0,03	18	187,9
23		Kör T-idom	T-piece, cirk	--- -	350			200	400	3,78	45 818	0,022	Horg. lemez		0,00	11,28	19	218,2
24		Kör légcsatorna	Duct, cirk.	--- -				200	400	3,79	45 964	0,022	Horg. lemez		0,00	0,00	20	238,2
25		Négyszög T-idom	T-piece, rect		2190	800	250	381	2 590	3,87	89 286	0,018	Horg. lemez		0,00	11,73	21	270,9
26		Négyszög légcsatorna	Duct, rect			800	250	381	2 590	3,88	89 569	0,018	Horg. lemez	**3,5**	1,22	0,00	22	294,2
27		Négyszög könyök vízszintes	Bend, rect			800	250	381	2 590	3,89	89 853	0,018	Horg. lemez		0,00	4,64	23	321,8
28		Négyszög légcsatorna	Duct, rect			800	250	381	2 590	3,90	90 136	0,018	Horg. lemez	**4,7**	1,65	0,00	24	347,5

Total pressure	**347,5**

9 Melléklet

9.1 Klímagerendák méretezésének adatlapjai

9.2 Hangcsillapítók méretezésének adatlapjai

9.3 Mértékadó ágak légtechnikai nyomásveszteségének számítása

9.4 Az irodai bérlemény légtechnikai rendszerének kiviteli terve

9.5 Az irodai bérlemény légtechnikai rendszerének árazatlan költségvetése

9.6 Az irodai bérlemény légtechnikai rendszerének műszaki leírása

JELMAGYARÁZAT

Levegő kidobás
Friss levegő vétel
Kezelt levegő befúvás
Használt levegő elszívás
WC elszívás
Akusztikai szigetelés
Teakonyha elszívás
Hulladéktároló elszívás
Zsíros levegő elszívás
Tűzeseti légzsilip
Füst- és füstelszívás
Tűzvédelmi szigetelés
Rendszer Nés
Friss/levegő vétel / Kezelt levegő befúvás
Rendszer Tés
Levegő kidobás / Használt levegő elszívás
Pillangó szelep
Visszacsapó szelep
Motoros tűzcsappantyú (pl: TCS...) 230V, rugós bőkiodós motorral, végálláskapcsolóval.
Motoros tűzcsappantyú (pl: FCS...) 24V, nyit-zár motorral, végálláskapcsolóval.
Elszívó felület, szabad keresztmetszet 22%. Építész klrás szerint.
Revizós nyílás építész klrás szerint
Elszívó anemosztát
Befúvó és elszívó rács
Hangcsillapító
Csőventilátor
Befúvó anemosztát
Résbefúvó
Szabályzó zsalu

MEGJEGYZÉSEK

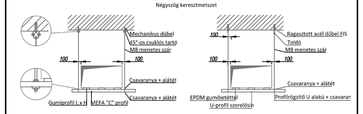
- Minden csővezetéket felirati táblával (színjelölés, áramlás irányа) kell ellátni.
- A légkezelő gép alá MAFUND rezgéscsillapító lemezeket kell elhelyezni.
- Csővezetékeket a gyártó előírásai szerint merevítéssel kell ellátni.
(saját anyagból, belső átkötő csövek, külső felületre erősített háromszög szelvényű merevítő léc)
- A kész/elt légtechnikai vezetékeken tömörségi vizsgálatokat kell végezni.
Tűzszakaszon átvezetett légcsatornába tűzcsappantyút kell beépíteni vagy amennyiben lehetséges minősített építészeti tűzkartonozást kell használni.
- A ventilátorok nyomóoldalán 2D egyen szakaszt kell biztosítani.
- A ventilátorok a légcsatorna hálózattal regéscsillapítóval kell összeépíteni.
- Minden csak elszívással rendelkező belső helyiség átszám, aljtörács elhelyezése szükséges építészet által kialakított módon.
- A légcsatornák 90°-os irányítésnél tvként kell kiképezni, többszöri irányváltás esetén 1000mm méret felett terelőlemezes könyököt kell alkalmazni.
- Az anemosztátok elhelyezésénél az álmennyezetl, a belsőépítészeti és a lámpakiosztási tervet figyelembe kell venni.
- A légcsatorna a hálózatokon az MSZEN 12097 szabvány szerinti ds számú és pozicióju tisztítódomot kell elhelyezni.
- A légcsatornák tengelykózép magassága és alsó síkja az adott emelet szerkezeti szintjétől került megadásra.
Szigetelés:
- A befúvó és a frisslevegő légcsatorna hálózatot hőszigetelléssel kell ellátni. A légcsatornák hőszigetelés vastagsága az alábbi
Épületen belül:
- befúvó légcsatorna: 3,0 cm párazáró szigetelés (+2cm ásványgyapot)
- elszívó légcsatorna: nincs szigetelés
- frisslevegős légcsatorna: 9mm párazáró (+2cm ásványgyapot)
- kidobó légcsatorna: 9mm párazáró (+2cm ásványgyapot)
Épületen kívül:
-befúvó légcsatorna: 8,0 cm ásványgyapot + aluburkolás (mechanikai és UV sugárzás behatása ellen alumínium lemez burkolat)
-elszívó légcsatorna: 8,0 cm ásványgyapot + aluburkolás mechanikai és UV sugárzás behatása ellen alumínium lemez burkolat)

Négyszög keresztmetszetű légcsatorna:
- A komfort légtechnikai vezetékeket MSZ EN1507 szerinti "B" tömörségi osztálynak megfelelően kell kialakítani.
- DIN 24190:1998-12 szabvány szerinti 1-4 nyomásosztályra vonatkozó lemezvastagságok:
<700: 0,6mm, <1300: 0,8mm, <2000: 1,0mm, <2700: 1,1mm

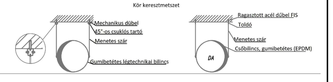
Kör keresztmetszetű légcsatorna:
- A komfort légtechnikai vezetékeket MSZ EN12237 szerinti "B" tömörségi osztálynak megfelelően kell kialakítani.
- Légcsatorna elemek méretei MSZ EN 1506 szabvány szerint
NA 0 -566mm-ig 0,5mm hga
NA 600-630mm-ig 0,61mm hga
NA 700-800mm-ig 0,7-0,8mm hga
NA 900-1250mm-ig 1,0mm hga
NA 1600mm 1,25mm hga

Légtechnikai vezetékek tipizált megfogásai

Négyszög keresztmetszet



Kör keresztmetszet



Hsg.sz.	Helyiség	Klimagerenda tipus	db	W/egység	m3/h/egység
7.01	Recepció	RE6/D-2400-1900-R2N+N, side=3 middle=2	2	1170	125
7.04	Iroda	RE6/C-1800-1500-R2N+S, left=3 right=3	1	962	75
7.05	Iroda	RE6/C-1800-1500-R2N+S, left=2 right=2	1	962	75
7.07	Iroda	RE6/C-1800-1500-R2N+S, left=2 right=2	1	756	75
7.08	Iroda	RE6/C-1800-1500-R2N+S, left=2 right=2	1	756	75
7.09	Iroda	RE6/C-1800-1500-R2N+S, left=2 right=2	1	756	75
7.10	Iroda	RE6/C-1800-1500-R2N+S, left=2 right=2	1	756	75
7.11	Iroda	RE6/C-1800-1500-R2N+S, left=2 right=2	1	756	75
7.12	Iroda	RE6/B-2400-2100-R2N+S, left=3 right=3	2	1201	75
7.13	Iroda	RE6/C-1800-1500-R2N+S, left=3 right=3	1	962	75
7.14	Iroda	RE6/C-1800-1500-R2N+S, left=3 right=3	1	962	75
7.15	Iroda	RE6/B-2400-2100-R2N+S, left=2 right=2	1	1060	75
7.16	Iroda	RE6/B-2400-2100-R2N+S, left=3 right=2	1	1060	75
7.17	Iroda	RE6/B-2400-2100-R2N+S, left=3 right=2	1	1060	75
7.18	Iroda	RE6/B-2400-2100-R2N+S, left=3 right=2	1	1060	75
7.19	Iroda	RE6/B-2400-2100-R2N+S, left=3 right=3	1	1060	75
7.21	Teakonyha	RE6/D-2400-1900-R2N+N, side=1 middle=1	2	862	150
7.22	Tárgyaló	RE6/B-2400-2200-R2N+N, side=1 middle=1	2	844	80
7.23	Tárgyaló	RE6/D-2400-1900-R2N+N, side=2 middle=2	8	932	120

A helyiségek légforgalma

Hgsz.	Helyiség név	Befúvás [m³]	Elszívás [m³]
7.01	Recepció	250	250
7.02	Folyosó	75	2115
7.03	Folyosó	75	-
7.04	Iroda	75	-
7.05	Iroda	75	-
7.07	Iroda	75	-
7.08	Iroda	75	-
7.09	Iroda	75	-
7.10	Iroda	75	-
7.11	Iroda	75	-
7.12	Iroda	75	-
7.13	Iroda	75	-
7.14	Iroda	75	-
7.15	Iroda	75	-

Hgsz.	Helyiség név	Befúvás [m³]	Elszívás [m³]
7.16	Iroda	75	-
7.17	Iroda	75	-
7.18	Iroda	150	-
7.19	Iroda	150	-
7.20	IT helyiség	50	50
7.21	Teakonyha	300	320
7.22	Tárgyaló 1	160	-
7.23	Tárgyaló 2	960	-
7.24	Raktár	-	50
7.25	Férfi WC	-	130
7.26	Női WV	-	130
7.27	Takszer.	-	50
7.28	Raktár	-	50

A viesblokk 7.25, 7.26, 7.27 helyiségek szellőztetése nem része jelen kiviteli tervnek! A vízesblokk kiviteli tervell, illetve áraztlan költségvetését a S&C tervek tartalmazzák

Befúvás: 3220m3/h
Elszívás: 2590m3/h
Teakonyha elszívás: 320m3/h
WC-elszívás: 310m3/h

Tervezési határ

A vízesblokkhoz tartozó helyiségeknél TVB átszellőzőt az álmennyezeti sík alá kell telepíteni

A mosdóhelyiségek TVB átszellőzőt az álmennyezeti sík alá kell telepíteni

Gépészmérnöki BSc Szakdolgozat					
Iroadi bérlemény LÉGTECHNIKA Kiviteli terv				R00	
1:50	2023.10.30.	Mészáros József	E4PBBW		

9 Melléklet

9.1 Klímagerendák méretezésének adatlapjai

9.2 Hangcsillapítók méretezésének adatlapjai

9.3 Mértékadó ágak légtechnikai nyomásveszteségének számítása

9.4 Az irodai bérlemény légtechnikai rendszerének kiviteli terve

9.5 Az irodai bérlemény légtechnikai rendszerének árazatlan költségvetése

9.6 Az irodai bérlemény légtechnikai rendszerének műszaki leírása

Megjegyzés KIVITELEZŐ	Megjegyzés BERUHÁZÓ	Elmaradó	Kiegészítő

SZAKDOLGOZAT - IRODAI BÉRLEMÉNY LÉGTECHNIKAI RENDSZER ÁRAZATLAN KÖLTSÉGVETÉSI KIÍRÁSA

JEL	Megnevezés	Mennyiség	Egység	Anyag/egység	Díj/egység	Anyag összesen	Díj összesen	Mindösszesen
	Szellőzés							
	Kör keresztmetszetű elemek (Komfort és helyi elszívó rendszerek)							
	A befúvó és elszívó anemosztátok, rácsok pozícióját és típusát az építész tervezővel egyeztetni kell, illetve jóvá kell hagyatni!							
	Kör keresztmetszetű légcsatorna							
3.1	Kör keresztmetszetű légcsatorna szigeteléssel - D100	100	fm			- Ft	- Ft	- Ft
3.2	Kör keresztmetszetű légcsatorna szigeteléssel - D125	27	fm			- Ft	- Ft	- Ft
3.3	Kör keresztmetszetű légcsatorna szigeteléssel - D160	37	fm			- Ft	- Ft	- Ft
3.4	Kör keresztmetszetű légcsatorna szigeteléssel - D200	2	fm			- Ft	- Ft	- Ft
	Kör keresztmetszetű légcsatorna könyök							
3.5	Kör keresztmetszetű légcsatorna könyök szigeteléssel - D100	33	db			- Ft	- Ft	- Ft
3.6	Kör keresztmetszetű légcsatorna könyök szigeteléssel - D125	18	db			- Ft	- Ft	- Ft
3.7	Kör keresztmetszetű légcsatorna könyök szigeteléssel - D160	6	db			- Ft	- Ft	- Ft
	Kör keresztmetszetű légcsatorna T-idom							
3.8	Kör keresztmetszetű légcsatorna T-idom szigeteléssel 100ø-100ø-100ø	1	db			- Ft	- Ft	- Ft
3.9	Kör keresztmetszetű légcsatorna T-idom szigeteléssel 125ø-125ø-100ø	5	db			- Ft	- Ft	- Ft
3.10	Kör keresztmetszetű légcsatorna T-idom szigeteléssel 125ø-125ø-125ø	1	db			- Ft	- Ft	- Ft
3.11	Kör keresztmetszetű légcsatorna T-idom szigeteléssel 160ø-160ø-100ø	7	db			- Ft	- Ft	- Ft
3.12	Kör keresztmetszetű légcsatorna T-idom szigeteléssel 160ø-160ø-125ø	1	db			- Ft	- Ft	- Ft
3.13	Kör keresztmetszetű légcsatorna T-idom szigeteléssel 160ø-160ø-160ø	1	db			- Ft	- Ft	- Ft
3.14	Kör keresztmetszetű légcsatorna T-idom szigeteléssel 200ø-160ø-100ø	1	db			- Ft	- Ft	- Ft
	Kör keresztmetszetű légcsatorna szűkítő idom							
3.15	Kör keresztmetszetű légcsatorna szűkítő idom szigeteléssel - D125-D100	22	db			- Ft	- Ft	- Ft
3.16	Kör keresztmetszetű légcsatorna szűkítő idom szigeteléssel - D160-D100	1	db			- Ft	- Ft	- Ft
3.17	Kör keresztmetszetű légcsatorna szűkítő idom szigeteléssel - D160-D125	6	db			- Ft	- Ft	- Ft
3.18	Kör keresztmetszetű légcsatorna szűkítő idom szigeteléssel - D200-D100	2	db			- Ft	- Ft	- Ft
3.19	Kör keresztmetszetű légcsatorna szűkítő idom szigeteléssel - D200-D125	2	db			- Ft	- Ft	- Ft
3.20	Kör keresztmetszetű légcsatorna szűkítő idom szigeteléssel - D200-D160	1	db			- Ft	- Ft	- Ft
	Kör keresztmetszetű szabályozók							
3.21	HALTON PTS/B - D100	24	db			- Ft	- Ft	- Ft
3.22	HALTON PTS/B - D125	14	db			- Ft	- Ft	- Ft
3.23	HALTON PTS/B - D160	3	db			- Ft	- Ft	- Ft
3.24	HALTON PTS/B - D200	1	db			- Ft	- Ft	- Ft
	Anemosztátok, rácsok							
3.25	TVB-400	13	db					
3.26	TVB-600	6	db			- Ft	- Ft	- Ft
3.27	TVB-800	1	db			- Ft	- Ft	- Ft
3.28	HALTON SLL+PLD: 2-1200	5	db			- Ft	- Ft	- Ft
3.29	HALTON SLL-E FRONTLAP: 2-1200	19	db			- Ft	- Ft	- Ft
3.30	ULA	1	db			- Ft	- Ft	- Ft
3.31	URH	3	db			- Ft	- Ft	- Ft
3.32	Álmennyezeti átszellőző rács	4	db			- Ft	- Ft	- Ft
	Négyszög keresztmetszetű elemek - Komfort és helyi elszívó rendszerek							
	A befúvó és elszívó anemosztátok, rácsok pozícióját és típusát az építész tervezővel egyeztetni kell, illetve jóvá kell hagyatni!							
	Négyszög keresztmetszetű légcsatornák							
3.33	Négyszög keresztmetszetű légcsatorna szigeteléssel	75	m^2			- Ft	- Ft	- Ft
	Négyszög keresztmetszetű légcsatorna idomok							
3.34	Négyszög keresztmetszetű légcsatorna idomok szigeteléssel	21	m^2			- Ft	- Ft	- Ft
	Négyszög keresztmetszetű szabályozó zsaluk							
3.35	UTK 250x150	1	db			- Ft	- Ft	- Ft
3.36	UTK 300x150	1	db			- Ft	- Ft	- Ft
3.37	UTK 300x200	1	db			- Ft	- Ft	- Ft
3.38	UTK 450x200	2	db			- Ft	- Ft	- Ft
3.39	UTK 800x250	1	db			- Ft	- Ft	- Ft
	Flexibilis cső							
3.40	Flexibilis cső - D100	22	fm			- Ft	- Ft	- Ft
3.41	Flexibilis cső - D125	9	fm			- Ft	- Ft	- Ft
3.42	Flexibilis cső - D160	2	fm			- Ft	- Ft	- Ft
	Hangcsillapítók							
3.43	SLRS-200-200-800-250-1270	4	db			- Ft	- Ft	- Ft
3.44	LRLB-450-200-1250	2	db			- Ft	- Ft	- Ft
3.45	SLGU-125-300-100	3	db			- Ft	- Ft	- Ft

SZAKDOLGOZAT - IRODAI BÉRLEMÉNY LÉGTECHNIKAI RENDSZER ÁRAZATLAN KÖLTSÉGVETÉSI KIÍRÁSA									
JEL	Megnevezés	Mennyiség	Egység	Anyag/egység	Díj/egység	Anyag összesen	Díj összesen	Mindösszesen	
3.46	SLGU-160-1200-150	1	db			- Ft	- Ft	- Ft	
	Klímagerendák								
3.47	RE6/C-1800-1500-R2N,TC=C,CE=S,CO=SW,AQ=N,EX=N,ZT=N	7	db			- Ft	- Ft	- Ft	
3.48	RE6/D-2400-1900-R2N,TC=C,CE=N,CO=SW,AQ=R,EX=N,ZT=N	12	db			- Ft	- Ft	- Ft	
3.49	RE6/B-2400-2100-R2N,TC=C,CE=S,CO=SW,AQ=N,EX=N,ZT=N	7	db			- Ft	- Ft	- Ft	
3.50	RE6/B-2400-2200-R2N,TC=C,CE=S,CO=SW,AQ=N,EX=N,ZT=N	2	db			- Ft	- Ft	- Ft	
3.51	Támaszok, tartók, függesztők, bilincsek épületgépészeti csővezetékekhez, egyedi kivitel, 5,01-25,00 kg/db tömegig	1	klt			- Ft	- Ft	- Ft	
3.52	Légtechnikai födémáttörések, faláttörések	1	klt			- Ft	- Ft	- Ft	
3.53	Tűzszakaszon átmenő átvezetések tűvédelmi tömítése	1	klt			- Ft	- Ft	- Ft	
3.54	Légtechnikai rendszer légtömörségi mérései, jegyzőkönyvvel	1	klt			- Ft	- Ft	- Ft	
3.55	Légtechnikai rendszer beszabályzása, jegyzőkönyvvel	1	klt			- Ft	- Ft	- Ft	
3.56	Akusztikai mérés jegyzőkönyvvel	1	klt			- Ft	- Ft	- Ft	
3.57	Megvalósulási tervek elkészítése AUTOCAD-es szerkeszthető formátumban, valamint nyomtatva, illetve CD-n szállítva a szerződés szerinti példányszámban	1	klt			- Ft	- Ft	- Ft	
3.58	Átadási dokumentáció készítése, karbantartó személyzet betanítása a gépészeti rendszerek üzemeltetésére	1	klt			- Ft	- Ft	- Ft	
	ESETLEGES VÁLLALKOZÓI KIEGÉSZÍTŐ TÉTELEK:								
						- Ft	- Ft	- Ft	
						- Ft	- Ft	- Ft	
						- Ft	- Ft	- Ft	
						- Ft	- Ft	- Ft	
						- Ft	- Ft	- Ft	
						- Ft	- Ft	- Ft	
						- Ft	- Ft	- Ft	
					Mindösszesen	- Ft	- Ft	- Ft	

Megjegyzés KIVITELEZŐ	Megjegyzés BERUHÁZÓ	Elmaradó	Kiegészítő

9 Melléklet

9.1 Klímagerendák méretezésének adatlapjai

9.2 Hangcsillapítók méretezésének adatlapjai

9.3 Mértékadó ágak légtechnikai nyomásveszteségének számítása

9.4 Az irodai bérlemény légtechnikai rendszerének kiviteli terve

9.5 Az irodai bérlemény légtechnikai rendszerének árazatlan költségvetése

9.6 Az irodai bérlemény légtechnikai rendszerének műszaki leírása

1. T A R T A L O M J E G Y Z É K

1. T A R T A L O M J E G Y Z É K 1
2. T E R V E Z Ő I N Y I L A T K O Z A T 2
3. TERVEZÉSSEL SZEMBEN TÁMASZTOTT KÖVETELMÉNYEK 3
   3.1. A tervezés és kivitelezés általános szempontjai 3
   3.2. a tervek tartalma és a megfogalmazott rendszerek terjedelme 3
   3.3. a kivitelezési ajánlatra vonatkozó elvárások, megkötések 3
   3.4. a beépítendő rendszerelemekkel szemben támasztott általános elvárások. 4
4. MUNKAVÉDELEM 5
   4.1. A munkáltatóra vonatkozó kötelezettségek: 5
   4.2. A munkavégzés tárgyi feltételei: 5
   4.3. Munkavédelmi üzembe helyezés: 6
   4.4. Munkahelyi munkavédelmi oktatás: 6
5. A KIVITELEZÉSI MUNKÁLATOK KÖVETELMÉNYEI 6
   5.1. Általános szerelési elvárások 6
   5.2. Gépészeti kivitelezés: Próbák, tesztek, tisztítás. 6
6. TERVEZÉS ELŐZMÉNYEI, ALAPADATOK, KÖVETELMÉNYEK 6
   6.1. Előzmények: 6
   6.2. Az épülettervezés szempontjából fontos adatai: 7
   6.3. A bérlemény tűzvédelmi szempontból fontos adatai: 7
7. TERVEZÉSI HATÁROK 7
   7.1. Akusztika 7
   7.2. Építészet 7
   7.3. Gépészeti rendszerek 8
8. SZELLŐZÉS 8
   8.1. Légmennyiségek, fajlagos értékek: 8
   8.2. Szellőztető rendszer - szereléstechnológia : 8
9. FIGYELEMBE VETT ELŐÍRÁSOK 9
   9.1. Általános jogszabályi kötelezettségek 9
   9.2. Figyelembe vett szabványok jegyzéke 10
   9.3. Tűzvédelmi rendeletek 11

2. T E R V E Z Ő I N Y I L A T K O Z A T

Az 1993. évi XCIII. számú törvény (MvT) 19 § (2) bekezdés, 1996. XXXI. számú tőrvény 21. §. (3) bekezdése, 191/2009.(IX.15.) számú Kormány rendelet 9 § (5) bekezdése alapján kijelentem, hogy

Szakdolgozat – Irodai bérlemény
épületgépészet – kiviteli terv
(az ingatlan védettséggel nem rendelkezik)

az általános érvényű hatósági előírásoknak - ezen belül a tűzrendészeti követelményeknek, a hatályos munkavédelmi jogszabályoknak, a vonatkozó magyar szabványoknak és rendeleteknek, így különösen az 1997. évi LXXVIII. törvény 31.§ (1)-(2) és (4) bekezdésében meghatározott követelményeknek, valamint a 253/1997. (XII. 20.) Kormány rendeletnek (az országos településrendezési és építési követelmények (OTÉK)) megfelelően készültek, azoktól való eltérés nem vált szükségessé.

A tervezés során figyelembe vett további előírások:

- Magyarország területén hatályos jogszabályok (listája a 13.1. pont alatt)
- magyar nem harmonizált vagy harmonizált szabványok jegyzéke (lásd a dokumentáció végén, 13.2 pont)
- ASHRAE 62.1-2010, Section 4-7. Ventillation for Acceptable Indoor Air Quality
- ASHRAE 90.1-2010 Energy Standard

Budapest, 2023. október 30.

3. TERVEZÉSSEL SZEMBEN TÁMASZTOTT KÖVETELMÉNYEK

3.1. A tervezés és kivitelezés általános szempontjai

- A tervdokumentáció az érvényes hatályú törvényeknek és az illetékes kamarai előírásoknak megfelelően, a magyar szabványok és irányelvek, valamint a technika általános és elismert szabályai szerint készült. A dokumentáció figyelembe veszi az előbbiektől esetenként eltérő Megrendelői igényeket, specifikációkat, így ezek együttesen képezik a megvalósítandó munkával szemben támasztott minőségi, működési, kezelési stb. követelményeket.
- Kivitelezőnek ugyanakkor legjobb tudása szerint kell eljárnia a jogosultsággal rendelkező hatóságok, szolgáltatók igényeinek kielégítésében és elő kell segítenie a munkaterületen történő tevékenységüket a Megrendelői, szabványos és jogszabályi követelmények teljesülése érdekében.
- A Kivitelező a hatóságok, szolgáltatók előírásait és kötelezettségeit nem tekintheti a Szerződés újításának, módosításának; az átvételhez szükséges (használatra kész kivitelezéshez) felmerülő többletmunkákból felmerülő költségek Megrendelő felé történő továbbhárítására nincs lehetősége.

3.2. a tervek tartalma és a megfogalmazott rendszerek terjedelme

A tervdokumentációban feltüntetett, a tételjegyzékben leírt műszaki berendezéseket a Vállalkozónak minden esetben az alábbiak szerint kell értelmeznie:

- a leírt készülék, helyszínre szállításával, szükség esetén daruzási munkával, esetleg raktározási költségével,
- a készülék telepítésével (gépalap, rezgés és hangszigetelő rendszerrel),
- a készülék által ellátandó rendszer komplett csővezetéki hálózatához szükséges anyagigényével, annak szállítási és telepítési (rögzítés, hő esetleg hangszigetelésével, a tűzvédelmi előírások szerinti fali vagy födémen történő átvezetés) költségeivel, az üzemeltetéshez és megkövetelt működési szinthez nélkülözhetetlen szerelvények anyag és beépítési költségével,
- a kiépített rendszer beüzemelésével, beszabályozásával (csővezetékek berendezések átmosatásával, rendszer nyomáspróbájával, beszabályozási-, üzembe helyezési jegyzőkönyv készítésével stb.)
- az elkészített rendszer aktualizált megvalósulási tervével, a szükséges bizonylatokkal együtt;
- a kezelőszemélyzet oktatásával (üzemelési és karbantartási utasítás készítésével);
- az átadásig a rendszer sérülékeny elemeinek megfelelő eltakarásával, mechanikai védelmének költségével;
- Amennyiben a tételjegyzék erről külön rendelkezik, úgy a készüléket és a fogyasztói berendezéseket villamos energiaellátó rendszerbe kell kötni.
- Az épület felügyeleti rendszer egységbe foglalja az összes motoros működtetésű berendezéseket: szelepek, zsaluk, stb. kivéve az egységében együttesen minősített tűzvédelmi csappantyúkat, zsalukat. A rendszer terepi készülékeinek konszignálása az előbbiek kivételével az automatika költségvetés része, de azok gépészeti rendszerbe építése és villamos hálózatba bekötése minden esetben a gépész illetve elektromos kivitelező feladata.

3.3. a kivitelezési ajánlatra vonatkozó elvárások, megkötések

- A Kivitelező által megajánlott munka az MSZ szerinti I. osztályú minőségre kell vonatkoznia, és ki kell elégítenie az általános szakági, minőségi és minősítési követelményeket.
- A vállalási árajánlatot a mellékelt tervek, (főberendezési) költségvetési lista, műszaki leírás együttes értelmezésével kell megadni. Amennyiben Vállalkozó hiányosságot vagy pontatlanságot talál a három dokumentum között, úgy ajánlatát saját érdekében ki kell egészítenie a teljes tervezett állapotra. Eltérés, kiegészítés esetén Vállalkozónak meg kell jelölni a többlet (eltérő) tételeket, melynek jogosságát a Tervező igazol vissza.

- A költségvetés kiírásban szereplő főberendezések, berendezések gyártmánya, típusa, nagysága a szakági tervezők felé (építészet, statika, elektromosság automatika) adatszolgáltatásként kerültek megadásra. Tehát ezek behelyezése, telepítése, egyéb igényei egyeztetve lettek.
- Vállalkozó kötelessége a létesítmény körülményeinek és a környező helyszín adottságainak megismerése. Az ajánlatnak tartalmaznia kell minden olyan többlet költséget, amely a munka elvégzéséhez nélkülözhetetlen. A kivitelezés során jelentkező organizációs, tárolási stb. költségek pótmunkaként nem számíthatók fel.
- Vállalkozónak teljes kivitelezést kell biztosítania még akkor is, ha nem mindegyik szükséges szerkezet van a tételjegyzékben részletezve vagy leírva. Amennyiben a Vállalkozó valamilyen szolgáltatási pontatlanságot tapasztal, azt saját mennyiségi kimutatásába be kell vennie, és ajánlatában szintén pontosítania kell (a módosítás megjelölésével). Vállalkozó nem hivatkozhat információ hiányra a kivitelezési helyen tapasztalt pontatlanság felmerülése esetén.

3.4. a beépítendő rendszerelemekkel szemben támasztott általános elvárások.

- A beépítésre kerülő összes anyagnak, szerelvénynek és berendezésnek kötelező jelleggel ki kell elégítenie a Magyar Szabványokban (MSZ, MSZ EN, MSZ CR) előírt követelményeket.
- A szabvánnyal nem szabályozott, import termékeknek az Építésügyi és Minőségellenőrző Intézet (ÉMI) alkalmassági bizonylatával vagy CE tanúsítvánnyal kell rendelkezniük.
- A költségvetésben jelzett főberendezések (kazán, szivattyú) egyeztetett berendezések, a megadott berendezésektől eltérés nem javasolt. A terveken és a költségvetés kiírásban megfogalmazott követelményeket kielégítő egyéb elemek, szerelvények berendezések esetében a kiírásban szereplő típussal egyenértékű elem beépítése a műszaki ellenőr jóváhagyásával építhető be!
- A helyettesítésre használt terméket és gyártója nevét a Tervezőnek be kell mutatnia, aki meghatározza, hogy az egyenértékűség vagy hasonlóság fennáll-e.
- Amennyiben a meghatározott specifikációtól történik eltérés Vállalkozó köteles a Tervezővel egyeztetni (a készülék hiányosságainak, többlet tulajdonságainak áttekintésére). Az anyagok és berendezések megrendelése előtt Vállalkozónak kötelessége a Tervező jóváhagyását megkérni. Szerelési anyagok és berendezések csak Tervezői jóváhagyással szállíthatók az építkezés helyszínére. Minden anyag és berendezés, amely jóváhagyás nélkül került beépítésre, elbontásra kell, hogy kerüljön többletköltség felszámítása nélkül.
- A 321/2015. (X. 30.) Korm. VII. fejezet (3), (4) és (5) bekezdésében foglaltakra tekintettel felhívjuk a figyelmet, hogy a kivitelezés részeként a dokumentációban bekezdéseiben meghatározott módon – műszaki egyenértékűséggel kiváltott- gyártmányú, eredetű, típusú dologra un. teljesítmény nyilatkozat csatolása szükséges.
- A teljesítménynyilatkozatnak az alábbi adatokat kell tartalmaznia:
    - a termék típusa, egyedi azonosító kódja;
    - a termék azonosítására szolgáló típus-, tétel- vagy sorozatszám, amelyet a terméken kell feltüntetni;
- a harmonizált szabvány, illetve műszaki értékelési dokumentumnak megfelelő rendeltetése(k);
    - a gyártó neve, bejegyzett kereskedelmi neve, védjegye, valamint értesítési címe;
    - az adott esetben meghatalmazott képviselőneve és értesítési címe;
    - teljesítmény állandóságának értékelésére és ellenőrzésére szolgáló rendszer(ek);
    - az egyes alapvető jellemzők értékelésére használt harmonizált szabvány, illetve műszaki értékelési dokumentum alapján, a megadott rendszerben elvégzett feladatok leírása,
    - a kiadott tanúsítvány megnevezése, az értékelést és ellenőrzést végző bejelentett szervezet neve és azonosító száma;
    - az egyes alapvető jellemzők értékelésére használt harmonizált szabvány, illetve műszaki értékelési dokumentum hivatkozási száma és kibocsátási dátuma;

- az adott esetben felhasznált egyedi műszaki dokumentáció hivatkozási száma, valamint azok a követelmények, amelyeknek a gyártó szerint a termék megfelel;
- a rendeltetés(ek) vonatkozásában a harmonizált szabvány, illetve műszaki értékelési dokumentum szerinti alapvető jellemzők jegyzéke;
- az alapvető jellemzők közül legalább egynek (relevánsnak) a teljesítménye, amelyet szintekkel, osztályokkal vagy leírással kell megadni;
- azon jellemzők esetében, amelyre nincs meghatározott teljesítmény, az NPD betűk írandók (NPD = No Performance Determined);
- az adott alapvető jellemzőt tartalmazó harmonizált szabvány, műszaki értékelési dokumentum, illetve egyedi műszaki dokumentáció hivatkozási száma és dátuma.

- A teljesítménynyilatkozat végén a gyártónak vagy meghatalmazott képviselőjének nyilatkoznia kell, hogy
  - A termék teljesítménye megfelel a nyilatkozat szerinti teljesítménynek (név, beosztás, kiállítás helye, dátuma, aláírás).
  - A teljesítménynyilatkozatot valamennyi termékhez mellékelni kell nyomtatott vagy elektronikus formában.
  - A teljesítménynyilatkozatot Magyarországon magyar nyelven kell rendelkezésre bocsátani.

4. MUNKAVÉDELEM

A munkavégzési folyamat résztvevői közül a munkáltató az, aki az egészséget nem veszélyeztető és biztonságos munkavégzés feltételeinek kialakítására, megvalósítására, valamint rendszeres ellenőrzésre kötelezett!

4.1. A munkáltatóra vonatkozó kötelezettségek:

A munkakörülményekről – hatályos 1993. évi XCIII. törvény alapján – a munkáltató köteles rendszeresen meggyőződni, hogy a munkakörülmények megfelelnek az előírt követelményeknek, a munkavállalók ismerik, illetve megtartják-e a rájuk vonatkozó rendelkezéseket.
Az ellenőrzéseket célszerű szemle rendszerrel megvalósítani, ahol meg kell vizsgálni a munkaterületet munkavédelmi, tűzvédelmi, üzem-egészségügyi szempontból. A szemle elvégzéséért a munkahely vezetője a felelős.
A szemlékről jegyzőkönyvet kell készíteni havi, negyedéves vagy féléves rendszerességgel, melynek során ellenőrizni kell:
- Munkavédelem körében
- Tűzvédelem körében:
- Foglalkozás-egészségügy körében

Az iratok, adatlapok, naplók elérhetőségét, naprakész vezetését.
A szemlékről tartott értékeléseket fel kell jegyezni, ahol be kell jegyezni az előző időszakhoz viszonyított eltérést, valamint a jelenlegi helyzet állását.
A munkavédelmi feltételeit a munkáltató határozza meg, abban a munkavállaló aktív résztvevő.
Munkavállaló csak olyan munkával bízható meg, amelyben megfelelő élettani adottságokkal, foglalkoztatása saját egészségére, valamint utódaira veszélyt nem jelent, munkavégzése mások egészségét, testi épségét nem veszélyezteti.

4.2. A munkavégzés tárgyi feltételei:

A munkavédelmi üzembe helyezés során a munkahely munkavédelmi megfelelőségét kell vizsgálni: összehasonlítva a tervekben szereplő előírásoknak, követelményeknek – munkahelyi paramétereknek (pl.: munkahelyi zajszint, levegőszennyezettség, klíma paraméterek stb) teljesülését.

4.3. Munkavédelmi üzembe helyezés:

Bármely berendezés, technológia stb. üzembe helyezésének lépései:

- műszaki átadás – átvétel (villamossági szabványossági nyilatkozat, szigetelés ellenállásmérés, érintésvédelmi jegyzőkönyv, tömörségi vizsgálatok stb.);
- műszaki átadás: (üzemeltetői vizsgálat a próbaüzem vagy használatba vételi eljárás megkezdésére)
- munkavédelmi üzembe helyezés (melléklete a műszaki átadói szemle jegyzőkönyv, mely tartalmazza a tervezői nyilatkozatot, terveket, hatósági engedélyeket, nyomáspróba jegyzőkönyveket, gépkönyvet, kezelési- karbantartási utasítás, szerelési nyilatkozatot, biztonsági berendezések jegyzőkönyveit)

4.4. Munkahelyi munkavédelmi oktatás:

Az 1993 évi XCIII törvény 55 §-a rögzíti a munkáltatói oktatás kötelezettségét, ha a munkavállaló:

- először munkába áll;
- munkahely vagy munkaköre megváltozik;
- új munkaeszköz üzembe helyezésekor vagy munkaeszköz átalakításakor;
- új technológia kerül bevezetésre;

Az előírt ismeretek megszerzéséig a munkavállaló önállóan nem foglalkoztatható, vagy az oktatási folyamat befejezéséi csak felügyelettel dolgozhat (munkabaleset estén önálló felelősséget nem visel).
Az 1993 évi XCIII törvény 54 § (7) b pontja alapján a munkáltató köteles rendszeresen meggyőződni arról, hogy a munkavállalók ismerik a rájuk vonatkozó rendelkezéseket.
(A munkavédelmi vizsgáztatás gyakorisága javasoltan 4-5 év. A tűzvédelmi ismeretek ellenőrzésére 5 évenkénti továbbképzés szükséges, szakvizsga esetén.)

5. A KIVITELEZÉSI MUNKÁLATOK KÖVETELMÉNYEI

5.1. Általános szerelési elvárások

A kivitelezés során beépítésre kerülő összes anyagnak, szerelvénynek és berendezésnek kötelező jelleggel ki kell elégítenie a Magyar Szabványokban előírt követelményeket. A szabvánnyal nem szabályozott, import termékeknek pedig az Építésügyi és Minőségellenőrző Intézet alkalmassági bizonylatával vagy CE alkalmassági bizonyítvánnyal, NMÉ okirattal illetve teljesítmény nyilatkozattal kell rendelkezniük.

5.2. Gépészeti kivitelezés: Próbák, tesztek, tisztítás.

A Vállalkozó kötelessége az összes csőhálózaton elvégezni az előírt próbákat és teszteket. A próbákhoz szükséges minden eszközt, berendezést, energiát és személyzetet a Vállalkozó biztosítja.

- A próbanyomás értéke nem lehet kisebb, mint a későbbi üzemi nyomás másfélszerese (kivéve, ha ettől eltérő érték van előírva). A csőrendszereket a munkák előrehaladásának érdekében érdemes szakaszonként a próbának alávetni. Csak az eredményes próbák után tekinthető az adott szakasz átvettnek.
- A berendezéseken a Vállalkozó köteles nyomáspróbát, szigetelési és víz zárósági próbát, valamint az előírt működési teszteket végrehajtani a szabványokban leírt feltételek betartásával.
- Ivóvíz és melegvíz vezetékrendszere: A rendszerek beüzemelése előtt a teljes csőhálózatot ki kell tisztítani és fertőtleníteni, majd vízmintákat kell venni, és az ÁNTSZ eredményt dokumentálni.

6. TERVEZÉS ELŐZMÉNYEI, ALAPADATOK, KÖVETELMÉNYEK

6.1. Előzmények:

A budapesti irodaház 7. emeletén a Bérlő irodai bérlemény szeretne kialakítani.

Jelen dokumentáció az elkészült teljes 4. emeleti szint A jelű épületrészével foglalkozik. A B jelű épületrészre jelen dokumentáció kivitelezési utasítással nem rendelekezik.
A „fit-out" tervek elkészítése folyamán figyelembe vett dokumentumok:

- Futureal által rendelkezésre bocsátott, a területre vonatkozó műszaki paraméterek és követelmények anyaga (Technical Specifications)
- Bérlő által kiadott Lessee's Technical Requirements

6.2. Az épülettervezés szempontjából fontos adatai:

Az épület három szint mélygarázzsal és földszint + 8 emelet bérleményi területtel rendelkezik.
A bérlemény tervezése során érintett szintek:

7. emelet:	szint magassága: • födém sík: földszint + 37,50 m • járósík: földszint + 37,65 m • szerkezeti magasság: 3,09 m
Bérleményi terület:	450 m^2
Bérleményi területek:	A épületrészben gépészetileg érintett: 1390 m2

Bérlemény általános felépítése:
A bérlemény teljes területe álpadlós kialakítású. Az álpadló a födém sík felett 15 cm-rel magasabb álpadló járószinttel kerül kialakításra. Az álpadlóban a szerkezet kiépítésével kb. 9,5 cm szabad szerelési magasság áll rendelkezésre.
A bérlemény teljes területén álmennyezet található.
A belmagasság vizesblokkoknál 2,4 a többi helyiségben 2,7 méter. A bérlemény területén több eltérő mennyezeti struktúra is kialakításra kerül, melyet a fit-out mennyezeti tervei mutatnak meg, és melyet a gépészeti tervek is követnek.

6.3. A bérlemény tűzvédelmi szempontból fontos adatai:

A szinti kiállásoknál történő tűzvédelmi lezárások a shall & core kivitelezés része. Más tűzvédelmi szempontból fontos kialakítás a bérleményen belül nem található.

7. TERVEZÉSI HATÁROK

7.1. Akusztika

A betervezett légtechnikai csatlakozások a szinti leágazások esetében légmennyiség szabályozását biztosító zsalu és tűzvédelmi csappantyú párosát jelenti. **A lecsatlakozási pontban várható akusztikai terhelés (hangnyomásszint) értéke nem áll rendelkezésre.** A megépítendő rendszerüzembe helyezését követően, amennyiben az ellenőrző mérések igazolják, a terven szereplő pozíciókban hangcsillapítók beépítése szükséges!

7.2. Építészet

Az építészeti tervezéssel folyamatosan egyeztetve készültek a gépészeti tervek. Az épület belső és külső megjelenésében meghatározó gépészeti megoldásokra, belsőépítészeti kialakításokat és átépítéseket, úgymint az anemosztátok kiosztása, álmennyezeti struktúra stb. építésztervező jóváhagyásával történik.

7.3. Gépészeti rendszerek

A vizesblokkok 7.25, 7.26, 7.27 helyiségeinek rendszere nem jelen kivitelezési terv része. A Bérlő ezen a területen nem kívánt eltérni a shall & core tervfázisban készült tervektől, ezért ennek a területnek a kiviteli terveit, árazatlan költségvetését, műszaki leírását a shall & core tervek tartalmazzák. Jelen kiviteli terveken a WC elszívó rendszer az ütközésmentes kialakítás céljából szerepelnek csak.
A befúvó és elszívó rendszer tervezési határa a szinti szabályozó zsalu bérlemény felé eső vonala.
A teakonyhai elszívás rendszerének tervezési határa a hangcsillapító bérlemény felé eső vonala.

8. SZELLŐZÉS

8.1. Légmennyiségek, fajlagos értékek:

Az irodai területek szellőző levegő mennyiségét

- a Megrendelő utasításai szerint elvárt minimum légcsereszám és fejadag
- a bérleményi területen alkalmazni kívánt LEED követelményrendszer előírásai
- az MSZ CR 1752-es szabvány

figyelembe vétele alapján határoztuk meg.
Tekintettel ennek az „iterációnak" a terjedelmére a légforgalmat táblázatosan nem adjuk meg, a számítás eredményeit a kiadott légtechnikai szakági terv tartalmazza.

A szellőztető rendszer általános kialakítása:

A befúvás a legtöbb helyiségben a klímagerendán keresztül történik. A vezetői irodákban, illetve a két folyosó végén 1-1 résbefúvóval egészül ki a befújó hálózat. Az elszívás a folyosókon, irodákban, recepción, tárgyalókban szívott álmennyezeten keresztül történik. Ezekhez a helyiségekhez az alacsony álmennyezeti tér miatt nem lehet elvezetni az elszívó légcsatornát, ezért az a szinti csatlakozási pont közelében a folyosóra van kivezetve. Az álmennyezetbe a levegő résbefúvó frontlapokon keresztül jut. A födémig zárt falakon a levegő az álmennyezet felett elhelyezett méretezett, hangcsillapítós átszellőzőkön keresztül jut a folyosó álmennyezeti terébe. A folyosókon a bontható álmennyezeti elemek között számos méretezett perforált álmennyezeti lap van. Ezeken a lapokon keresztül az elszívott levegő egy része visszajut a folyosóra.
A raktár, szerverhelyiség direkt elszívást kapott. Az IT helyiségbe légszelepeken keresztül történik a befúvás és az elszívás is. A bérleményben külön-külön elszívó hálózata van a mosdóknak, illetve a konyhának. A takarítószertár elszívása a mosdó elszívó hálózatára van rákötve. A mosdókba a szellőző levegő a folyosóra befújt, valamint a folyosókon a perforált álmennyezeti lapokon keresztül lejutó levegő. A mosdókba a levegő az álmennyezeti sík alá szerelt méretezett hangcsillapított átszellőzőkön keresztül jut be, a WC-kbe pedig az ajtó alatti réseken keresztül. A mosdó és WC-helyiségekbe nem terveztem be anemosztátokat, a helyiségeknek szívott álmennyezete van. A mosdók és a WC-k mögötti előtétfalak nincsenek felhúzva az álmennyezetig, az így kialakult résen keresztül tud a levegő feljutni az álmennyezetbe.

8.2. Szellőztető rendszer - szereléstechnológia :

A légcsatornát a légcsatorna elemekhez használt horganyzott bilincses, illetve függesztő száras elemekkel, rezgésmentesen kell a födémhez, falhoz rögzíteni.
A légtechnikai vezetékek rögzítéséhez, a ventilátorok gépészeti és villamos telepítését Kivitelező technológiai utasítása kell, hogy tartalmazza!
A négyszög légcsatorna rendszereknél a 90°- os iránytöréseket ívként kell kiképezni.

A légcsatorna rendszerbe a levegő be- és elvezetésére anemosztátok kerülnek beépítésre:

- alárendelt, raktári területeken jellemzően a csővezetékre épített aprólamellás rácsok
- vizes blokkok esetében légszelepek
- állandó tartózkodású terek esetében perdületes vagy impulzus fejek.

Az anemosztátok tervi pozíciója un. tervkoordinációval egyeztetett, de bármilyen szakági eltérés, későbbi módosítás stb. miatt minden esetben figyelembe kell venni az aktuális bútorozási illetve világítótest kiosztást, elrendezést. .

A légtechnikai vezetékeket az MSZ EN 12237 szerinti "B" tömörségi osztálynak megfelelően kell kialakítani. Négyszög keresztmetszetű szellőző vezetékek jellemzői:

Anyag	Méret	Lemezvastagság	Súly
Horganyzott acél	500 mm-ig	0,7 mm	5,5 kg/m2
Horganyzott acél	1200 mm-ig	0,9 mm	7,1 kg/m2

kör keresztmetszetű szellőző vezetékek jellemzői:

Anyag	Méret	Lemezvastagság	Súly
Horganyzott acél, borda nélkül	Átm. 80-400 mm	0,5 mm	3,97 kg/m2
Horganyzott acél, bordával	Átm. 450- 1200 mm	0,7 mm	5,55 kg/m2

A légcsatorna rendszer befúvási ágát fokozott hővédelemmel kell ellátni, ez 30 mm zártcellás szigetelőlemezt alkalmazását jelenti.

Az épületgépészeti vezetékek EI teljesítménnyel rendelkező építményszerkezeteken történő átvezetéseinél tűzgátló tömítést alkalmazunk, mely a szerkezetre előírt követelmény, de maximum 90 percet tud.

A légtechnikai rendszerek akusztikai terhelését általános gépészeti eszközökkel csökkentjük. Az áramlási zajok csökkentésére az akna kiállásnál kulisszás hangcsillapítók, a végponti elemek előtt merevfalu rezonátor vagy flexibilis hangcsillapító kerül beépítésre.
A szinti beállások helyén az áramlási zajok csökkentésére kulisszás hangcsillapítók beépítését tervezzük. hangcsillapítók méretezése a szinti leállásban várható hangnyomásszint ismeretében pontosítható, jelenleg 1 m hosszú 50%-os fedettségű vagy könyök hangcsillapítóval számolunk. Az egységre jutó ellenállás dPö= kb. 25 Pa-ra méretezett.
Az anemosztátok bekötése előtt rezonátor vagy flexibilis hangcsillapított csővezeték kerül beépítésre. ezek hossza jellemzően 1-2 m, de nem több mint 2 m.

9. FIGYELEMBE VETT ELŐÍRÁSOK

9.1. Általános jogszabályi kötelezettségek

A 253/1997 (XII.20.) Kormány rendelet Az országos településrendezési és építési követelményekről (OTÉK).
4/2002.(II.20.) SZCSM–EüM együttes rendelet az építési munkahelyeken és az építési folyamatok során megvalósítandó minimális munkavédelmi követelményekről
266/2013. (VII. 11.) Korm. rendelet az építésügyi és az építésüggyel összefüggő szakmagyakorlási tevékenységekről
312/2012. (XI. 8.) Korm. rendelet az építésügyi és építésfelügyeleti hatósági eljárásokról és ellenőrzésekről, valamint az építésügyi hatósági szolgáltatásról
7/2006. (V. 24.) TNM rendelet az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról

9.2. Figyelembe vett szabványok jegyzéke

(„hatályon kívül” jelzéssel ellátott szabványok jelenleg már nem hatályosak, de előírásaik szakirodalmi jelleggel tájékoztatásul ma is irányadók)

MSZ 04-132:1991	Épületek vízellátása
MSZ 04-134:1991	Épületek csatornázása (hatályon kívül)
MSZ 10-158/1:1982	A vízellátás fajlagos vízigényei. Kommunális vízellátás (hatályon kívül)
MSZ EN 806-1:2001	Épületeken belüli, emberi fogyasztásra szánt vizet szállító vezetékek követelményei. 1. rész: Általános követelmények
MSZ EN 806-2:2005	Épületeken belüli, emberi fogyasztásra szánt vizet szállító vezetékek követelményei. 2. rész: Tervezés
MSZ EN 806-3:2006	Épületeken belüli, emberi fogyasztásra szánt vizet szállító vezetékek műszaki előírásai. 3. rész: Csőméretezés. Egyszerűsített módszer
MSZ EN 12056-1:2001	Gravitációs vízelvezető rendszerek épületen belül. 1. rész. Általános és teljesítményi követelmények.
MSZ EN 12056-2:2001	Gravitációs vízelvezető rendszerek épületen belül. 2. rész. Szennyvízcsővezeték, kialakítás és számítás.
MSZ EN 12056-3:2001	Gravitációs vízelvezető rendszerek épületen belül. 3. rész. Csapadékvíz-elvezetés, kialakítás és számítás
MSZ EN 12056-4:2001	Gravitációs vízelvezető rendszerek épületen belül. 4. rész. Szennyvízátemelő berendezések. Kialakítás és számítás
MSZ EN 12056-5:2001	Gravitációs vízelvezető rendszerek épületen belül. 5. rész. Kivitelezés és vizsgálat, üzemeltetési, karbantartási és használati utasítások.
MSZ EN 12897:2007	Vízellátás. Nem közvetlenül melegített, nem szellőztetett (zárt) melegvíz-tárolók műszaki követelménye
MSZ 15286:1999	Ivóvízellátás, csővezetékek tisztítása és fertőtlenítése
MSZ 04-140/2:1991	Épületek és épülethatároló szerkezetek hőtechnikai számításai. Hőtechnikai méretezés.
MSZ 04-140/3:1987	Épületek és épülethatároló szerkezetek hőtechnikai számításai. Fűtési hőszükséglet számítás.
MSZ 04-140/4-1978	Épületek és épülethatároló szerkezetek hőtechnikai számításai. Hűtési hőterhelés számítás.
MSZ EN 832:2002	Épületek hőtechnikai viselkedése. A fűtési energiaigények számítása. Lakóépületek. (hatályon kívül)
MSZ EN10220-2003	Varratnélküli, hegeszthető acélcsövek. Méretek és hosszegységenkénti tömegek.
MSZ EN10255:2004 +A1:2007	Hegesztésre és menetvágásra alkalmas ötvözetlen acélcsövek. Műszaki szállítási feltételek
MSZ EN 10255-2005	Hegesztésre és menetvágásra alkalmas ötvözetlen acélcsövek. Műszaki szállítási feltételek (MSZ 120 helyett) (hatályon kívül)
MSZ HD 60364-7-701:2007	Kisfeszültségű villamos berendezések. 7-701. rész: Különleges berendezésekre vagy helyekre vonatkozó követelmények. Helyiségek fürdőkáddal vagy zuhannyal
MSZ EN ISO 7345:1997	Hőszigetelés. Fizikai mennyiségek és fogalom meghatározások
MSZ EN 15265:2008	Épületek energetikai teljesítőképessége. Helyiségek fűtési és hűtési energiaigényének kiszámítása dinamikai módszerekkel. Általános feltételek és jóváhagyási eljárások
MSZ EN 15316-1:2008	Épületek fűtési rendszerei. A rendszer energiakövetelményeinek és hatékonyságának számítási módszere. 1. rész: Általános előírások
MSZ EN 15316-2-1:2008	Épületek fűtési rendszerei. A rendszer energiakövetelményeinek és hatékonyságának számítási módszere. 2-1. rész: Helyiségfűtő hőátadó rendszerek
MSZ EN 15316-2-3:2008	Épületek fűtési rendszerei. A rendszer energiakövetelményeinek és hatékonyságának számítási módszere. 2-3. rész: Helyiségfűtő elosztórendszerek
MSZ EN 15316-4-3:2008	Épületek fűtési rendszerei. A rendszer energiakövetelményeinek és hatékonyságának számítási módszere. 4-3. rész: Hőfejlesztő és termikus napenergia-hasznosító rendszerek

MSZ EN 15316-4-4:2008	Épületek fűtési rendszerei. A rendszer energiakövetelményeinek és hatékonyságának számítási módszere. 4-4. rész: Hőfejlesztő és az épület szerves részét képező kombinált rendszerek
MSZ EN 15316-4-5:2008	Épületek fűtési rendszerei. A rendszer energiakövetelményeinek és hatékonyságának számítási módszere. 4-5. rész: Helyiségek hőfejlesztő rendszerei, valamint a távhő-, és a nagy kiterjedésű rendszerek teljesítőképessége és minősége
MSZ EN 15316-4-6:2008	Épületek fűtési rendszerei. A rendszer energiakövetelményeinek és hatékonyságának számítási módszere. 4-6. rész: Hőfejlesztő és fotovillamos rendszerek
MSZ EN 378-1:2008	Hűtőrendszerek és hőszivattyúk. Biztonsági és környezetvédelmi követelmények. 1. rész: Alapkövetelmények, fogalom-meghatározások, osztályozás és kiválasztási kritériumok
MSZ EN 378-2:2008	Hűtőrendszerek és hőszivattyúk. Biztonsági és környezetvédelmi követelmények. 2. rész: Tervezés, gyártás, vizsgálat, megjelölés és dokumentáció
MSZ EN 378-3:2008	Hűtőrendszerek és hőszivattyúk. Biztonsági és környezetvédelmi követelmények. 3. rész: A telepítés helye és a személyek védelme
MSZ EN 378-4:2008	Hűtőrendszerek és hőszivattyúk. Biztonsági és környezetvédelmi követelmények. 4. rész: Üzemeltetés, karbantartás, javítás és hasznosítása
MSZ EN 1736:2000	Hűtőberendezések és hőszivattyúk. Hajlékony csövek, rezgésszigetelők és kompenzátorok. Követelmények, tervezés és beépítés
MSZ EN 1861:2000	Hűtőberendezések és hőszivattyúk. A rendszer folyamatábrája, cső- és készüléktervek. Elrendezés és jelképek
MSZ EN 12178:2004	Hűtőrendszerek és hőszivattyúk. Folyadékszintjelző készülékek. Követelmények, vizsgálat és megjelölés
MSZ EN 12263:2000	Hűtőberendezések és hőszivattyúk. Biztonsági kapcsolókészülékek nyomáshatároláshoz. Követelmények és vizsgálatok
MSZ EN 12284:2004	Hűtőrendszerek és hőszivattyúk. Szelepek. Követelmények, vizsgálat és megjelölés
MSZ EN 13136:2001/A1:2005	Hűtőrendszerek és hőszivattyúk. Nyomáslefúvató készülékek és kapcsolódó csővezetékeik. Számítási módszerek
MSZ EN 13136:2003	Hűtőrendszerek és hőszivattyúk. Nyomáslefúvató készülékek és kapcsolódó csővezetékeik. Számítási módszerek
MSZ EN 13313:2003	Hűtőrendszerek és hőszivattyúk. A személyzet felkészültség
MSZ 04-135/1:1982	Légtechnikai berendezések. Általános előírások. (hatályon kívül)
MSZ 04-135/2:1983	Légtechnikai berendezések. Üzembehelyezési feltételek és követelmények. (hatályon kívül)
MI 04-135/3:1984	Légtechnikai berendezések. Tervezési irányelvek.
MSZ CR 1752:2000	Épületek szellőzése. Épületek belső környezetének tervezési alapjai.
MSZ EN 15251-2007	Épületek energia-teljesítőképességének tervezésére és becslésére, levegőminőségére, hőmérsékletére, fény- és akusztikai viszonyaira vonatkozó beltéri bemeneti paraméterei
ME -04-132:1984	Füstmentes lépcsőházak tervezési követelményei. (hatályon kívül)
EN 12101 sorozat	Füst és hőszabályozó rendszerek.

9.3. Tűzvédelmi rendeletek

A terv a vonatkozó tűzvédelmi előírások, valamint az OTSZ-ről szóló 54/2014 (XII.5.) BM rendelet figyelembevételével készült.
A kivitelezés során felmerülő tűzveszélyes tevékenységgel kapcsolatos tűzvédelmi előírásokat a kivitelező vállalatnak kell meghatároznia.
Ugyancsak a kivitelező vállalat feladata az ezekkel kapcsolatos tűzvédelem módjának előírása és betartatása.

Budapest, 2023. október 23.

Mészáros József
Gépészmérnöki BSc