

DIPLOMADOLGOZAT

KACZUR BENCE
Létesítménymérnöki szak

Gödöllő
2023



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Gödöllői Campus
Létesítménymérnöki Szak

IRODAHÁZ/HOTEL EGY SZINTJÉNEK KOMPLEX
TERVEZÉSE

Belső konzulens: Dr. Szabó Márta
egyetemi docens

Külső konzulens: Csöppenszky Gábor
Okleveles gépészmérnök, ügyvezető

Készítette: **Kaczur Bence**
FFYIH0
Levelező tagozat

Gödöllő
2023

MŰSZAKI INTÉZET LÉTESÍTMÉNYMÉRNÖK MESTERSZAK
Épületgépész specializáció

DIPLOMADOLGOZAT
feladatlap

Kaczur Bence (FFYIII0)

részére

A diplomadolgozat címe:

Irodaház/hotel egy szintjének komplex tervezése

Feladatkiírás:

Elemesse a modern kényelmi elvárásoknak és versenyképes megoldásoknak megfelelő fűtési és légtechnikai rendszereket és azok elemeit (VRV, a fan-coil rendszerek, klímagerendák, valamint a mennyezeti és fali hűtés és fűtés).

Határozza meg az adott létesítményben a tervezéshez szükséges alapadatokat.

Végezze el a létesítmény egy szintjére a légtechnikai és a fűtési rendszer méretezéséhez szükséges számításokat, valamint készítse el a hozzá tartozó kiviteli terveket

Közreműködő tanszék: Épületgépészeti és Energetikai Tanszék

Külső konzulens: Csöppenszky Gábor okleveles gépészmérnök, Agorex Kft. 1117 Budapest Dombóvári út 9.

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

Beadási határidő: 2023. 05. hó 03. nap

Gödöllő, 2023. 05. hó 02. nap

Jóváhagyom

(tanszék vezető)

(szakfelelős)

Átvettem

(hallgató)

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

Gödöllő, 2023. 05. hó 02. nap

(külső konzulens)

Tartalomjegyzék

Tartalom

1	Bevezetés	7
1.1	Létesítmény bemutatása	9
1.2	Légvezetési rendszerek bemutatása és szállodaépületek és irodák komfort célú légellátásának megoldásai	10
1.2.1	Légvezetési rendszerek bemutatása	10
1.2.2	Elárasztásos LVR	10
1.3	Hígításos légvezetési rendszerek	11
1.3.1	Mikroklíma LVR	11
1.3.2	Diffúz LVR	12
1.3.3	Érintőleges LVR	13
1.3.4	Légsugár LVR	14
1.4	Szállodaépületek és irodák komfort szempontjából lehetséges légellátásának és fűtési/hűtési megoldásai	16
1.4.1	Fan-coil	16
1.4.2	VRV rendszer	20
1.4.3	Klímagerendák	25
1.4.4	Felületi hűtések és fűtések	33
1.4.4.5	Nedves fektetés	41
1.5	Légtechnikai rendszerek hangcsillapítása	43
1.5.1	Műszaki megoldások	44
2	TERVEZÉSI FELADAT	46
2.1	Hőtechnikai számítások	48
2.1.1	A belső transzmissziós energiaáram	49
2.1.2	A filtrációs hőszükséglet	50
2.1.3	A napsugárzásból származó energiaáram	51
2.1.4	Hűtési hőterhelés számítása	51
2.1.5	Belső hűtési hőterhelés	52
2.1.6	Az emberi hőleadás	52
2.1.7	A világítás hőleadása	53
2.1.8	A gépek és berendezések hőterhelése:	53
2.1.9	Az anyag, illetve áru ki- és betárolásából származó hő	54
2.1.10	Egyéb belső hőterhelés:	54
2.1.11	Külső hőterhelés	54
2.1.12	A külső tömör határolószervezeteken belépő hőterhelés	55

2.1.13	Az üvegezett felületen keresztül belépő hőterhelés:	55
2.2	Légkezelő kaloriferek fűtési és hűtési energiaigénye	56
2.3	Hő- és hűtési energiatermelés, rendszer kialakítás	59
2.3.1	Hőszivattyú berendezés.....	60
2.3.2	Levegő-víz hőszivattyú.....	61
2.4	Hotel épületrész hőleadók	62
2.5	Fűtési és hűtési rendszer tervezése	65
2.6	Szellőztetés, klímátizálás.....	67
2.6.1	Központi szellőzési rendszerek - általános leírás, alapadatok	67
2.6.2	Vizes csoportok.....	68
2.6.3	Hotel frisslevegő fejadag	69
2.6.4	Konyha, étterem:	69
2.7	A központi klímagépek általános felépítése.....	70
2.7.1	Szűrő egység	71
2.7.2	Hővisszanyerő egység.....	71
2.7.3	Fűtő kalorifer	71
2.7.4	Hűtő kalorifer.....	71
2.7.5	Ventilátor	72
2.7.6	Hangcsillapító	72
2.7.7	Gőznedvesítő elem	72
2.7.8	UV lámpás csírátlanító (germicid lámpák).....	72
2.7.9	Légcsatorna hálózat	72
2.7.10	Szellőzési rendszerek.....	73
2.8	Légvezetési rendszer kiválasztása:	75
2.8.1	Légvezetési rendszer kiválasztásának elméleti alapjai	75
2.8.2	Légvezetési rendszer kiválasztása	76
2.9	A légsebesség hatására kialakuló elégedetlenség vizsgálata.....	78
2.9.1	Megengedhető légsebesség meghatározása számítással	78
2.10	Anemosztátok, és egyéb eszközök típusai	81
2.10.1	A konferenciaterem szellőztetése	81
2.10.2	Hangcsillapító:	81
2.10.3	VAV szabályzó.....	82
2.10.4	Tűzcsappantyú	82
2.10.5	A étterem szellőztetése	83
2.10.6	Egyéb terek szellőztetése	83
2.11	Megengedhető légsebesség meghatározása diagrammokból.....	84

2.11.1	Az alaki ellenállásokból származó nyomásveszteség meghatározása	86
2.11.2	Általános szint elosztó hálózatának méretezése	88
2.11.3	Elosztóhálózat méretezési kritériumai	88
2.11.4	Vezetékhálózat előméretezése	90

1 BEVEZETÉS

Az elmúlt években az épületgépészet és az energetika területén jelentős fejlesztések történtek az ipar és az építészet növekvő kereslete miatt. Ezeket a változásokat az energiahordozó-hiány és a magas villamosenergia-árak miatt költséghatékony módszerek kidolgozásának szükségessége indokolta (Tamim Sookor et al. 2013). Bár az energetikai és hőtechnikai szabályozás 2006 óta van érvényben, alapvető változáson nem ment keresztül. A legutóbbi módosítások leginkább a specifikus követelményértékeket érintették.

1. A határoló- és nyílászáró szerkezetek hőátbocsátási tényezőire vonatkozó követelmények
2. A fajlagos hővesztéstényezőre vonatkozó követelményértékek
3. Az összesített energetikai jellemzőre vonatkozó követelmények
4. Az épületek nyári túlmelegedésének kockázata
5. Az épületgépészeti rendszerre vonatkozó előírások

Ezen követelmények szigorításával közel nulla energiaigényű épületeket érhetünk el.

A tervezőnek olyan megoldásokat kell kiválasztania, amelyek megfelelnek a megállapított rendszerkövetelményeknek, figyelembe véve mind az üzemeltetési, mind a beruházási költségek versenyképességét, valamint a komfortigényeket.

Az épülettervezés különböző szempontjai egymásnak ellentmondó döntések meghozatalát tehetik szükségessé. Levegőminőség szempontjából például ideális a lehető legtöbb friss levegő bevezetése. Ez azonban megnövekedett beruházási és üzemeltetési költségekhez vezethet, mivel a levegőt megfelelően kezelni, előmelegíteni, hűteni kell, és csak egy nagyobb keresztmetszetű csatornán áramolhat át megfelelő sebességgel a túlzott zaj elkerülése érdekében. Ebből következően a tervezőnek egyensúlyt kell teremtenie a befektetővel, mindkét fél érdekeit figyelembe véve.

A hőkomfort biztosítása szintén kulcsfontosságú szempont. A gyakorlatban számos megoldást dolgoztak ki a fűtési rendszer követelményeinek kielégítésére.

Az idegenforgalmi ipar a világ egyik legjelentősebb gazdasági ágazata. A turizmus és ennek következtében a szállodák nagy szerepet játszanak az európai gazdaságban. Azonban a szállodaipar magas energiafogyasztással rendelkezik, amely nagymértékben hozzájárul a globális felmelegedéshez. Ezért szükség van olyan környezetbarát technológiák és módszerek kifejlesztésére, amelyek csökkenthetik az energiafelhasználást ebben az ágazatban. Az épületek fűtési, szellőztetési és légkondicionáló rendszereinek

energiafogyasztásának minimalizálása az utóbbi időben egyre nagyobb figyelmet kap. Az épületautomatizálási rendszerek és a szimulációs eszközök alkalmazása innovatív gyakorlatokat és módszereket vezetnek be az épületek fűtéséhez és légkondicionálásához szükséges energiaköltségek csökkentése érdekében. Az eredmények azt mutatják, hogy a fűtő és hűtőkapacitás méretezésének optimalizálása és az épületautomatizálási rendszerek használata jelentős energiamegtakarítást eredményezhet. Ezért fontos, hogy a tervezés során körültekintően válasszuk ki a hőtermelőket és hőleadókat, valamint olyan rendszert építsünk ki, amely biztosítja a gazdaságos és megbízható működést, miközben kielégíti a komfort igényeket. (Yamile Diaz Torres et al. 2020) (E. Kyriakia et al. 2015) (S. Smitt et al. 2021)

A diplomamunkámban a modern kényelmi elvárásoknak és versenyképes megoldásoknak megfelelő technológiák bemutatására törekszem. Ezek a technológiák közé tartozik a VRV, a fan-coil rendszerek, a klímagerendák, valamint a mennyezeti és fali hűtés és fűtés. Ennek elérése érdekében kutatást végzek külföldi és hazai források felhasználásával a legkedvezőbb megoldások mélyreható elemzésére. E különféle rendszerek bemutatása során mindvégig kiemelem, hogy képesek megfelelni a használati követelményeknek, beleértve az irányíthatóságot, a zajmentes működést, valamint a belső kialakításra gyakorolt hatásukat.

A telken elhelyezkedő épület két ütemben valósulhatnak meg. Az I. ütem a komplett teremgarázst és az épület Könyves Kálmán krt. felé eső iroda épületrészt és hotel épületrészt, míg a II. ütem a Groupama Aréna felé eső iroda tömböt foglalja magába. Az I. és II. ütemek egymástól dilatációval elválasztva kerülnek kialakításra. A tervezett hotel épületrész (I. ütem) az 1.1-es szövegrészben található fontosabb egységekre bontható.

A diplomamunkám második felében a tervezési feladatot oldom meg, melyben található a földszintet ellátó légtechnikai rendszer, fűtési rendszer.

Diplomamunkám célja, hogy megtervezsem a hotel egy szintjének épületgépészeti rendszerét, és kiértékeljem a lehetőségeket mind műszakilag, és mind gazdaságilag melyik lenne a legjobb lehetőség mindkét szempontot figyelembe véve.

1.1 Létesítmény bemutatása

Feladatomban egy Budapesten található hotel/iroda épületének egy szintjét megtervezni és bemutatni.

A tervezett iroda épületrész alapvetően az alábbi egységekre bontható:

- Pince szintű mélygarázs,
- Földszintű iroda lobby, bérleményi terület, recepció,
- Emeleti irodai szintek (I. ütem 1-4 szintek; II. ütem 1-8 szintek),
- Tetőszintű gépterasz.

A tervezett hotel épületrész (I. ütem) az alábbi fontosabb egységekre bontható:

- Pince szintű mélygarázs,
- Pince szintű konyha,
- Földszintű látványkonyha,
- Földszintű hotel lobby, lounge,
- Földszintű étterem, fogyasztótér,
- Földszintű konferencia terem,
- Emeleti hotel szobák (5-8. szintek)
- Tetőszintű gépterasz.2.1.



1. ábra: Látványterv

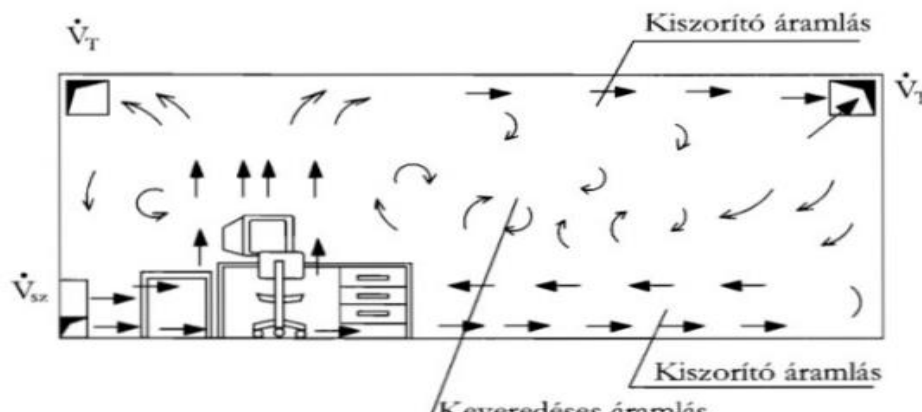
1.2 Légvezetési rendszerek bemutatása és szállodaépületek és irodák komfort célú légellátásának megoldásai

1.2.1 Légvezetési rendszerek bemutatása

A szellőzőrendszerek (primer) elsődleges légmozgások létrehozására szolgálnak kevert levegő bejuttatásával a helyiségbe. Ezek a mozgások másodlagos légmozgásokat idéznek elő, amelyeket az irodalomban összefoglalóan a szoba légvezető rendszerének (LVR) neveznek. A jól megtervezett szellőzőrendszer elengedhetetlen a helyiség megfelelő öblítéséhez. A légvezető rendszerek két nagy kategóriába sorolhatók: elárasztás és hígítás. (Vígh Gellért: Anemosztátok, légvezetési rendszerek előadás)

1.2.2 Elárasztásos LVR

Az elárasztásos LVR úgy működik, hogy a helyiség alsó harmadát padlószinten bevezetett hűvösebb levegővel rétegezi, rétegzett, kiszorító áramlást hoz létre a hideg levegő nagyobb fajsúlya miatt. A lakózónában lévő elhasznált levegőt a szellőző levegő felfelé nyomja. A levegő felfelé mozgását a helyiségben lévő hőforrások, például emberek, gépek és világítás által leadott hő okozza. Ez a hőerő lényegesen nagyobb térfogatáramot indít el, mint a szellőzőlevegő mennyisége. A helyiség középső harmadában visszaáramlások jönnek létre a folytonosság törvénye szerint, mivel a szellőzőakna térfogatárama közel megegyezik a kilépő levegő térfogatával. Ebből következően a térben alsó és felső kényszeráramlás, valamint középső keverési zóna jön létre. Az elszívott levegőt a mennyezet alatt kialakuló kiszorító, rétegzett légáram a légvezető szerkezet felé tolja. Az elárasztott LVR-t általában nagy nyilvános helyeken használják, például konferenciatermekben, szállodákban, éttermekben, bárokban és egyéb vendéglátó-ipari létesítményekben. A 2. ábra az elárasztott LVR működését szemlélteti.



2. ábra: az elárasztásos LVR elvi működése (Barótfi et al., 2004)

szállodákban éttermek, bárók és egyéb vendéglátóhelyek esetén alkalmazzák. Működése a 2. ábrán látható.

1.3 Hígítási légvezetési rendszerek

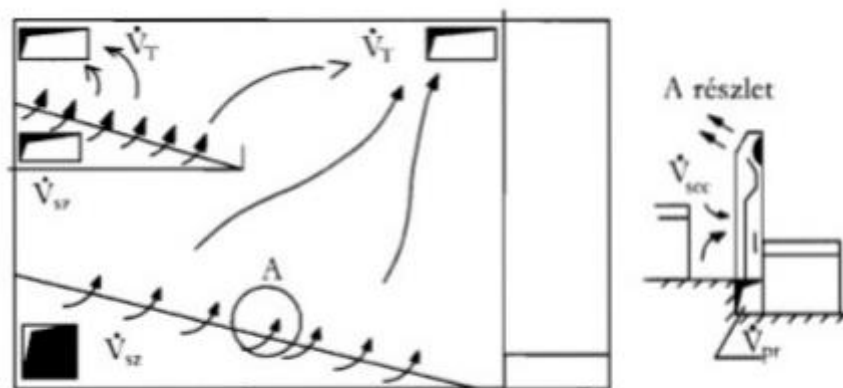
Hígítási (keveredési) LVR-ek fajtái a következők:

- mikroklíma LVR
- diffúz LVR
- érintőleges LVR
- légsugár LVR
- dugattyú hatászerű LVR

Szállodák és irodák esetében nem tervezünk dugattyú hatászerű LVR-t. Amennyiben a szálloda rendelkezik fix ülőhelyes helyiséggel (például: színházterem, előadóterem) mikroklíma LVR csak ebben az esetben alkalmazható. Ennek a rendszernek a kiépítése igényli az építész és a gépész tervező szoros együttműködését.

1.3.1 Mikroklíma LVR

Akkor beszélünk mikroklíma légvezetési rendszerről, ha közvetlenül a tartózkodási zónába juttatjuk be a szellőző levegőt azzal a céllal, hogy ott kedvező mikroklíma paramétereket hozzunk létre. A 3. ábra a mikroklíma LVR rendszer működési elvét mutatja be.



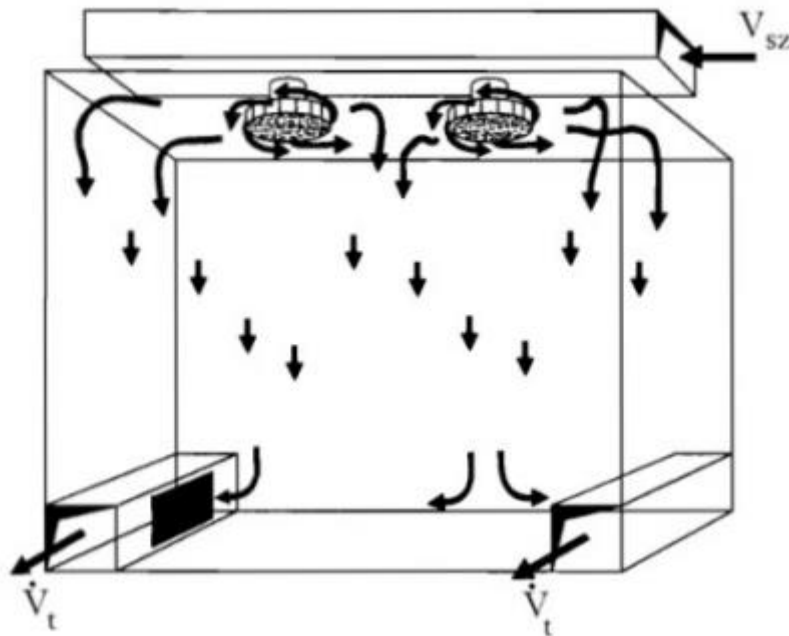
3. ábra: mikroklíma LVR működési elve (Barótfi et al., 2004)

Csak magas komfortfokozatú helyiségekben (pl.: magas komfortfokozatú irodák vagy színházterem, koncertterem, előadóterem) használják, mert a felépítése bonyolult és költséges. Az elsődleges levegő közvetlenül a tartózkodási zónába kerül, a helyiség levegőjével keveredve. A levegő bejuttatása indukciós anemosztátokon keresztül történik. A levegő térfogatárama kisebb, mert csak a lakótér klimatizált. A hőmérsékleti rétegződés

minimális, homogén légköri állapotot biztosít a lakózónában. Működése energiatakarékosabb, mint a hagyományos rendszerek.

1.3.2 Diffúz LVR

A diffúz légvezetési rendszer a szellőző levegőt erősen induktív módon vezeti be a tartózkodási zónába vagy közvetlen közelébe. A szellőző levegő sebessége a helyiség levegőjével való keveredés során jelentősen lecsökken, így nem jelentkezik huzatjelenség a tartózkodási zónában. Ennek következtében egyenletes hőérzet alakul ki a kritikus helyeken, mivel a légmozgás diffúz jellegű. Az elnevezése is ebből a tulajdonságából származik. Az ilyen légvezetési rendszerrel optimális légviszonyok érhetők el a helyiségben. A 4. ábra diffúz LVR rendszer működési elvét mutatja be.



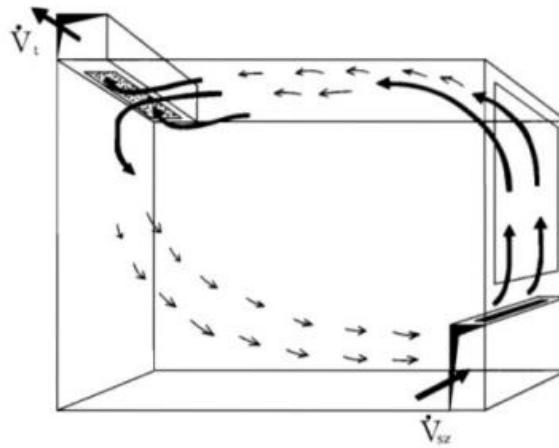
4. ábra: Diffúz LVR működési elve (Barótfi et al., 2004)

A diffúz LVR fő jellemzői:

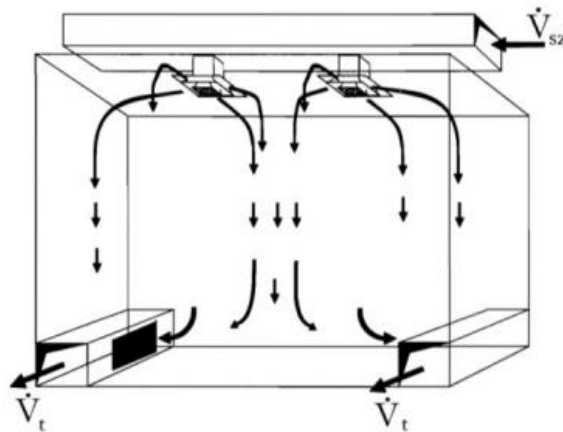
- Akár 15 °C hőmérsékletkülönbség is kivitelezhető a szellőző levegő és a helyiség levegője között
- A tartózkodási zóna homogén intenzitású
- légbevezető rendszerek: fúvókacsoport, rotációs anemosztátok, radiális-rotációs anemosztát
- Nagy indukcióval lép be a helyiségbe a szellőzőlevegő

1.3.3 Érintőleges LVR

Az érintőleges légvezetési rendszert általában alacsony belmagasságú helyiségekben és irodákban ($H < 3$ m) alkalmazzák. Ebben az esetben a levegőt a helyiséghatároló fal vagy másik légsugár mentén vezetjük be. Amikor az érintőleges légvezetési rendszert alkalmazzuk, a szellőző levegő a falsíkra tapad, mivel a falsík mentén fellépő Coanda-effektus hatására a levegő áramlása a falhoz tapad. A második esetben a szellőző levegőnek egy másik levegősugár határa mentén kialakuló áramlás ad bizonyos irányt. Ennek köszönhetően az érintőleges légvezetési rendszer hatékonyan vezeti a levegőt a helyiségbe, és optimális légviszonyokat teremt alacsony belmagasságú helyiségekben és irodákban. Az 5. és a 6. ábrán az érintőleges LVR rendszer működési elve látható.



5.ábra: Érintőleges LVR működési elve fan-coil készülék alkalmazásával (Barótfi et al., 2004)



6.ábra: Érintőleges LVR működési elve mennyezeti anemosztáttal (Barótfi et al., 2004)

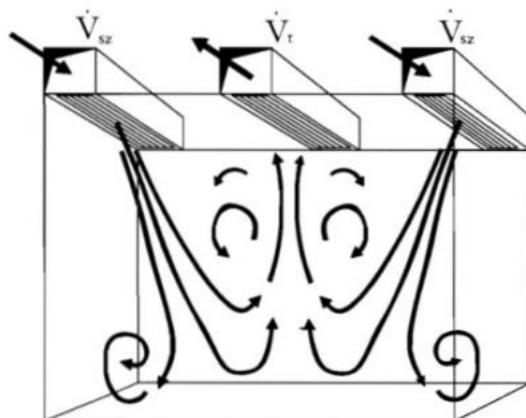
Az érintőleges LVR fő jellemzői:

- A helyiség határoló fala vagy másik légsugár áramlása mentén jön létre primer áramlás. Míg a szekunder áramlás a helyiség közepén jelentkezik, huzat szempontjából nem jelentős sebességgel
- Primer és szekunder áramlás tereire oszlik fel a klimatizált tér
- Ha a szellőző levegő rögtön elszívásra kerül, akkor nem, vagy csak minimális mértékben keveredik a helyiség levegőjével, rövidre zárásra érzékeny
- Megóvják az ablakot a párásodástól ha afelé vagy alá helyezzük
- Általában falsík mellett történik a szellőző levegő bevezetése

Lehet mennyezeti anemosztát, fali anemosztát, résbefúvó vagy indukciós klímakonvektor levegőbevezető szerkezet

1.3.4 Légsugár LVR

A légsugaras légvezetési rendszerrel történő megoldása során a szellőző levegő fűvókákból vagy hasonló kialakítású anemosztátokból áramlik a helyiségbe. A levegő nagy térfogatárammal áramlik az egyes anemosztátokból, amely hatékonyan biztosítja a szellőzést a nagy belmagasságú helyiségekben. Ez a fajta légvezetési rendszer kifejezetten hatékony sportlétesítményekben, ipari csarnokokban és más nagy belmagasságú helyiségekben, ahol a magas hőmérséklet és a nedvesség szintjét is optimalizálni kell a megfelelő légáramlás biztosítása érdekében. Az anemosztátok kialakítása lehetővé teszi a levegő áramlási irányának szabályozását, így a légmozgást a helyiségben könnyedén vezérelhetjük és optimalizálhatjuk a légáramlás irányának és sebességének megfelelően.



7.ábra: Légsugár LVR működési elve
(Barótfi et al., 2004)

A légsugár LVR jellemzői:

- A tartózkodási zónában a primer áramlás meghatározó, nem kényes a gravitációs, felhajtóerőkből származó keresztteffektusokra
- A pontszerű befúvókból szinguláris levegő bevezetés.

Fontos a helyes szellőztetés megtervezése:

Ezért fontos a szellőztetés megfelelő tervezése és üzemeltetése, hogy biztosítsuk a megfelelő belső levegő minőséget. A szellőztetés során a belső levegőt cserélni kell a külső levegővel, amely friss oxigént szállít a helyiségbe, és eltávolítja a szén-dioxidot és egyéb káros anyagokat. A szellőztetés módja és intenzitása az épület funkciójától, méretétől, használatától és a külső környezeti feltételektől függ. A helyes szellőztetési rendszer kialakítása nem csak a belső levegő minőségének javítását szolgálja, hanem hozzájárulhat az energiahatékonyság javításához és a fenntarthatósághoz is.

A szellőztetés tervezésekor figyelembe kell venni a légáramlás irányát, sebességét, hőmérsékletét és nedvességtartalmát. A megfelelő légmennyiség beviteléhez és elosztásához megfelelő méretű és elhelyezkedésű szellőzőnyílásokat és légcsatornákat kell kialakítani. Az üzemeltetés során fontos a rendszer karbantartása és tisztítása, valamint a szellőzőnyílások és légcsatornák rendszeres ellenőrzése.

A helyes szellőztetési rendszer kialakítása és üzemeltetése nem csak az épületben tartózkodók egészségének és kényelmének javítását szolgálja, hanem hozzájárulhat a gazdasági hatékonyság növeléséhez és az épület fenntarthatóságához is.

- por, ami külső térből kerül be, allergiát okoz és káros a tüdőre
- vírusok
- gombák, amik allergiát okozhatnak
- baktériumok

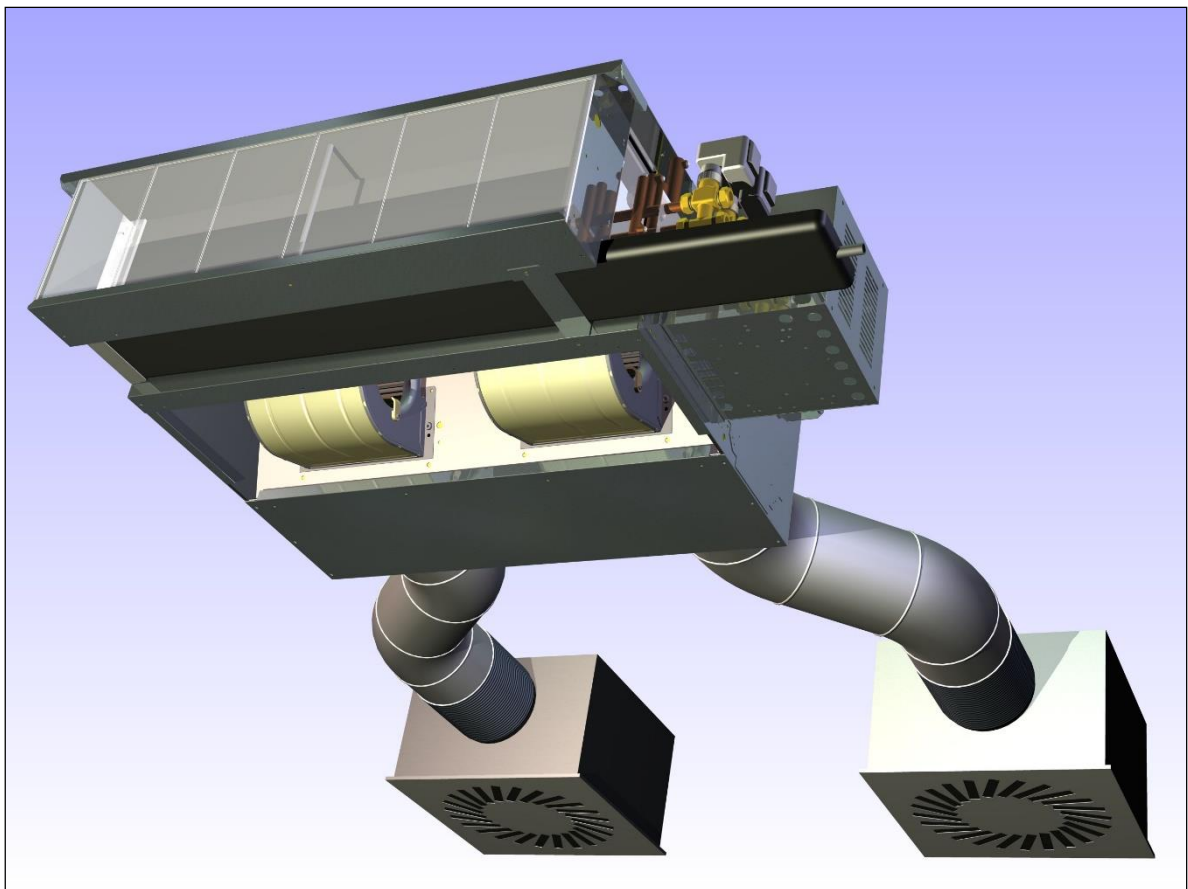
A belső levegő minősége számos tényezőtől függ, és ha rossz minőségű, akkor számos egészségügyi problémát okozhat. A légcseré csökkentése modern, jól szigetelt épületekben különösen problémát jelenthet, mivel a tartózkodási területeken a szén-dioxid és a páratartalom magasabb szintje miatt romlik a levegő minősége, ami légúti betegségekhez és allergiákhoz vezethet. A rossz minőségű belső levegő a közérzetet is ronthatja, mivel koncentrációs zavarokat, fáradtságot és bezártság érzetet okozhat, és káros hatással lehet az

épület szerkezetére is. A mesterséges szellőztetés fontos a megfelelő légcserének biztosításához

1.4 Szállodaépületek és irodák komfort szempontjából lehetséges légellátásának és fűtési/hűtési megoldásai

1.4.1 Fan-coil

A fan-coil egy olyan helyiségfűtő vagy hűtő berendezés, mely egy hőcserélőből és egy ventilátorból áll (8. ábra). A helyiség levegőjét cirkulálja egy hőcserélőn keresztül így fűtve vagy hűtve azt.



8. ábra: Légcsatornázható fan-coil

Két csoportba sorolhatók kialakítás szempontjából ezek a készülékek, kétsöves és négycsöves változatban is léteznek.

Az egyszerűbb kialakítás miatt a kétsöves rendszer olcsóbb, mint a négycsöves változat. Az ellátóhálózat is egyszerűbb, mivel csak egy darab csőpárból áll, ellentétben a négycsöves rendszerek dupla cső párjával. A fan-coil készülékeknél a hűtés vagy fűtés funkciója a gépházban kerül meghatározásra a kétsöves rendszerek esetében.

A négycsöves verzióban két hőcserélő van, ezek külön csatlakozó csonkkal rendelkeznek. Ez segít megoldani azt a problémát, ha egy nagyobb kiterjedésűépületben az egyik oldalon fűtési igény jelentkezik, míg a másik felében már hűteni kell. A modernebb berendezések a két hidraulikailag jól elkülönülő kör közül automatikusan ki tudják választani, hogy melyiket kell igénybe venni a helyiség hőmérsékletének megfelelő értéken tartásához. Fontos kiemelni, hogy megnöveli az üzemeltetési költséget, ha két különálló kört egyidejűleg üzemeltetnek, mely az átmeneti időszakban szükséges lehet.

1.4.1.1 Elhelyezésük:

A fan-coilok változatos kialakítása lehetővé teszi, hogy azokat különböző helyeken elhelyezzük a helyiségekben. Ezek az egységek elhelyezhetők az ablakok alatt, a radiátorok szokásos helyén (amint az a 9. ábrán látható), a kazettás álmennyezetben (ahogyan a 10. ábrán is látható), vagy akár az álmennyezetben is. A levegő egyenletes elosztása érdekében léteznek légszatórázható típusok is, amelyek esetében az anemosztátokhoz lehet vezetni a levegőt.



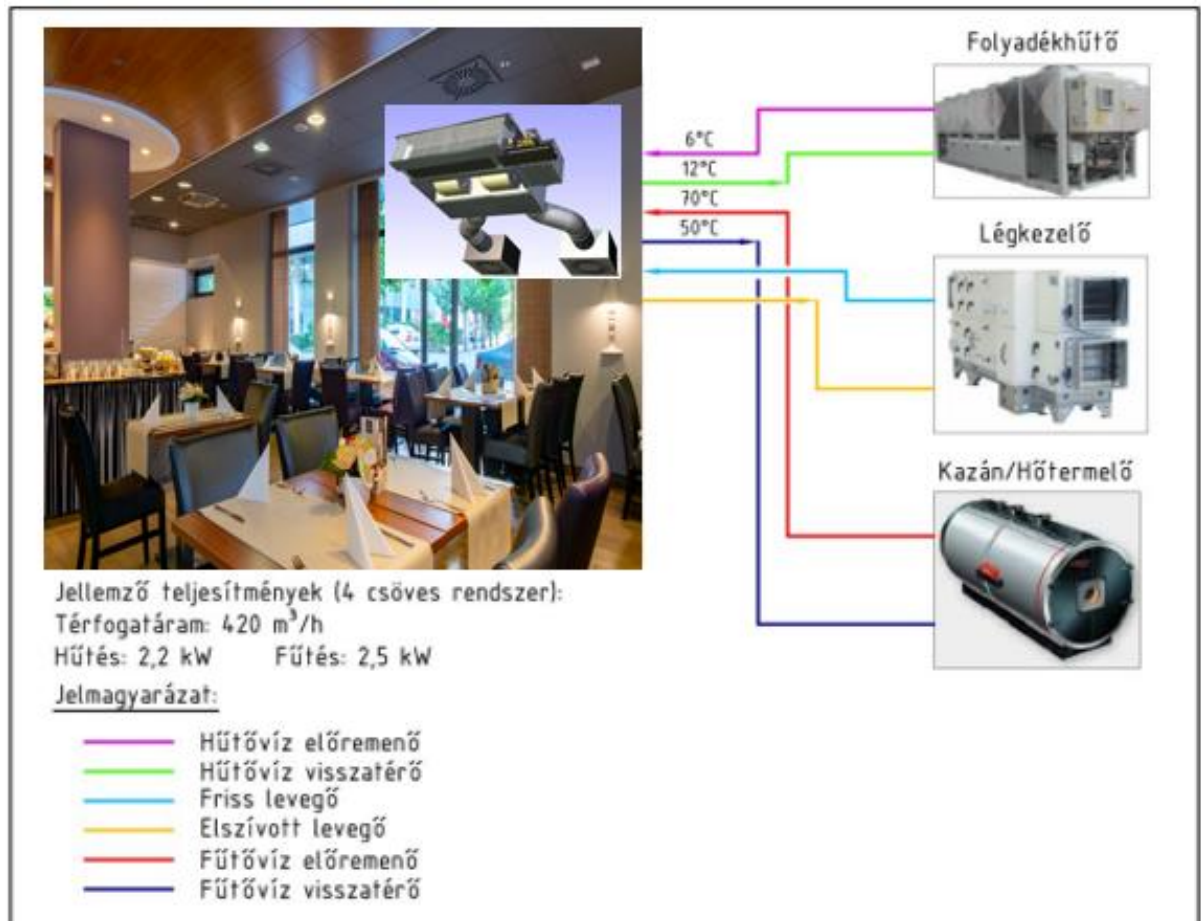
9.ábra: Fal mellé telepíthető fan-coil



10.ábra: Álmennyezetbe építhető fan-coil

1.4.1.2 Rendszer kialakítása, fontosabb jellemzők

A 11. ábrán láthatók a rendszer kialakításhoz szükséges összetevők, fontosabb jellemzők. A recirkulált levegő térfogatárama és a teljesítmények közepes teljesítményfokozatra vonatkoznak.



11. ábra: Kapcsolási vázlat: fan-coil alkalmazása

1.4.1.3 Összefoglalás

Előnyei:

- Megengedhetőek alacsonyabb hűtővíz hőmérsékletek, mint például a felületi hűtések, vagy a klímagerendák esetében, mivel a kondenzálódó nedvesség elvezetése könnyebben megoldható.
- Szűrőt is tartalmaz, ezzel megakadályozva a radiátoroknál és padlófűtéseknel tapasztalható porlebegtetést.
- Sok különböző helyiségben alkalmazható az építészeti kialakításba illeszkedően, mert sokféle kialakításban kapható.
- Beruházási költsége kisebb, mint például egy klímagerendás- radiátoros rendszeré.
- Fan-coilok alkalmazásával kisebb berendezés méret mellett azonos teljesítmény érhető el egy radiátorral összevetve. Ennek oka a kényszerített áramlás, mely jobb hőátadási feltételeket teremt. Azonban a sugárzás útján továbbított hő aránya kisebb.
- Nem kellene kiegészítő berendezések, hiszen a radiátorokkal szemben hűtésre is alkalmas. A mennyezethűtésnél vagy a klímagerendáknál nagyobb a hűtési teljesítménye.
- Szellőztetésre is használható friss levegő bevezetésével.
- A helyiség gyors felfűtésére alkalmas, hiszen légfűtő berendezés, mellyel akár nagy mennyiségű levegő keringtetése is megoldható

Hátrányai:

- Magasabb a zajszintje mint például egy a klímagerendáké vagy a radiátoroké
- Meg kell oldani a cseppvíz elvezetését
- Elektromos energiát is fogyaszt a berendezés
- Fennáll a huzatveszély.

1.4.2 VRV rendszer

1.4.2.1 Kialakítása és működési elve

A VRV (Variable Refrigerant Volume) vagy VRF (Variable Refrigerant Flow, a Daikin Industries nevű japán cég fejlesztette ki először ezt a berendezést, illetve a VRV nevet levédette, ezért a későbbi gyártók csak VRF néven forgalmazhatják termékeiket) rendszerek beltéri és kültéri egységekből állnak. Meghatározott számú beltéri egységet tud ellátni egy kültéri egység (12. ábra). Egy csővezeték hálózaton keresztül a hő szállítását valamilyen hűtőközeg oldja meg. Direkt elpárologtatású rendszernek is nevezik ezt a berendezést. Például egy split-klimával ellentétben, ahol az elpárolgás a kültérben történik meg, (a fojtószelep is itt található) ebben az esetben az egyetlen keringő közeg csapódik le vagy párolog el az üzemmódtól függően a beltérben, vagy egy hagyományos folyadékűtős rendszerrel ellentétben, ahol egy közvetítőközeg segítségével hűtünk. A beltérben található a fojtó szelep. A pillanatnyi igények függvényében változik a közeg térfogatárama. (Barótfi, Halász, 2012)(Air Con Energy: VRF rendszerek, 2020)



12. ábra: VRV kültéri egysége

Egy adagoló expanziós szelepen keresztül a beltéri egységek működés közben megfelelő mennyiségű hűtőközeget kapnak. Ez lehetővé teszi a pontos hőmérséklet tartást a beltérnek egymástól független működése mellett.

Fokozatmentesen szabályozható a kültéri egység teljesítménye is. Ezt általában úgy oldják meg, hogy beépítenek több állandó teljesítményű és egy fokozatmentesen szabályozható kompresszort. Ez napjainkban általában egy digitális scroll-kompresszor, amely teljesítményét 6 és 100% közötti tartományban tudja szabályozni (A. Bhatia,2014).

Olyan berendezésekben, melyek alacsonyabb műszaki színvonalat képviselnek fokozatmentes szabályozás kevésbé energiatakarékos módját alkalmazzák, egy by-passot iktatnak be, melyen keresztül visszaáramolhat a szívó oldalra a fölösleges közeg.

Két főtípusa az úgynevezett kétsöves és három csöves kialakítás. Kétsöves kialakítás esetén a kétsöves fan-coil-os rendszerhez hasonlóan az, hogy hűtésre vagy fűtésre használható a rendszer, az a kültérinél dől el. Ilyen esetben célszerű azonos kültérből ellátni az azonos igényű beltériket egy-egy csoportba szervezve, így a drágább háromcsöves rendszer beépítése nélkül is megoldhatóak az átmeneti időszakban fentálló problémák (Ramez Afify,2013).

Ezzel ellentétben a négycsöves fan-coilos rendszerhez hasonlóan a háromcsöves rendszerben is a beltéri egységek beállításától függ. Ilyen esetben hővisszanyerős üzemmódban is működhet (Tóth,2004) (Csizmadia,2011).

A megfelelő csőbe kerül a közeg halmazállapotától függően. Az egyik gerincvezetékben csak folyadék a másokban csak gáz a harmadikban kétfázisú közeg áramlik.

Osztódobozos rendszert is ki lehet alakítani a háromcsöves és a kétsöves rendszer közötti kompromisszumként. Három cső megy az osztódobozig, ez után már csak kettő, tehát az, hogy a mögötte lévő beltérnek fűtenek vagy hűtenek az osztódoboznál dől el.

1.4.2.2 Műszaki megoldások a megfelelő működéshez és fontosabb követelmények

A kültérk összteljesítményének 70 és 130% között mozoghat a kiválasztott beltérk (13.ábra) összteljesítménye (A. Bhatia,2014).



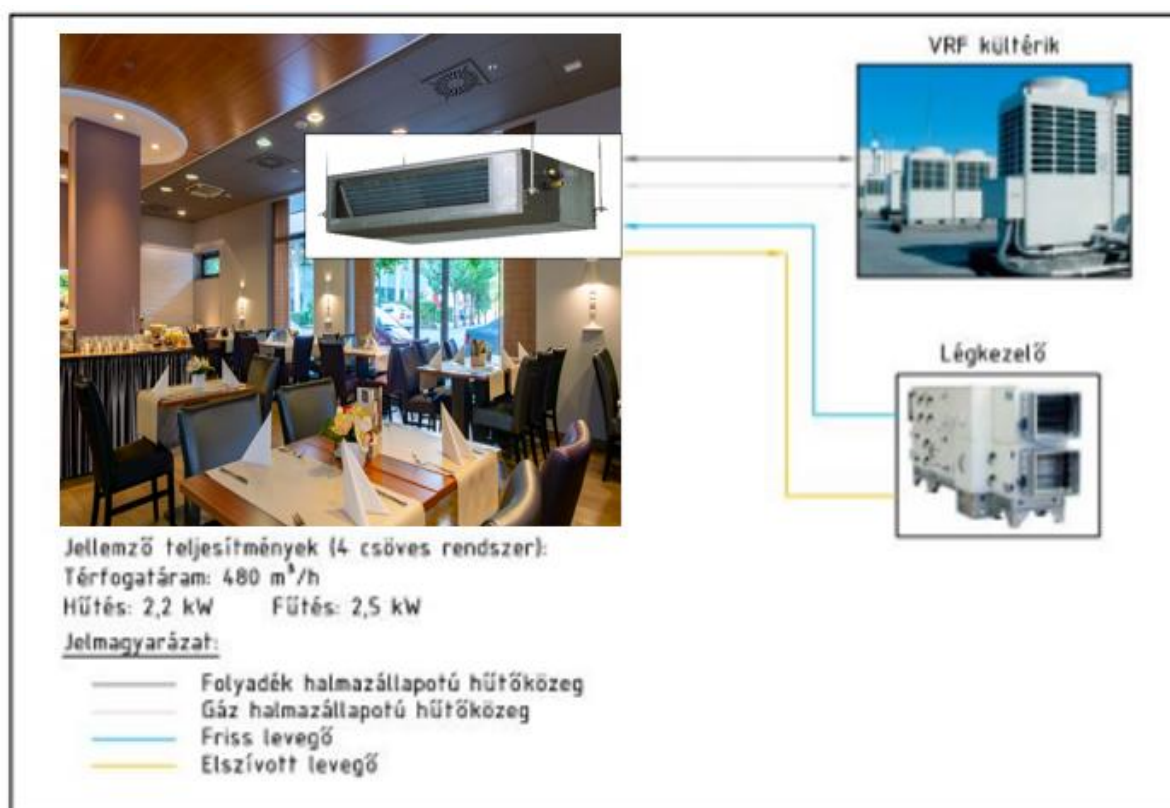
13.ábra: Légszűrő nélküli beltéri egység

Közös tulajdonságuk a különböző gyártmányok esetében is, hogy bizonyos távolságokat be kell tartani, a konkrét típusokra vonatkozóan ezek a következők (Lánczi,2005)

A kültérbe a hűtőközeggel együtt az olajnak is vissza kell térnie, a kompresszor olaj különösen fontos, hiszen hiánya esetén tönkremegy. Ezek miatt pedig csak bizonyos határok között mozoghat a rendszer egyes pontjain található beltérk egymáshoz képesti távolsága. Maximalizálva vannak az egyes ágvezetékek csőhossza közti különbségek is.

Olajkiegyenlítő csövet is alkalmazni kell, ha több kültérk is működtetünk, és azonos rendszerre kapcsoljuk őket, hogy a működő berendezések között egyenletesen oszoljon el a szállított olaj. Az egységek elektromos vezérlése az egyes helyeken jelentkező többletolajat ezen keresztül tudja a hiányt észlelő helyekre pumpálni.

A 14. ábrán lévő kapcsolás vázlaton a jellemző értékek és a szükséges berendezések láthatók:



14.ábra: Kapcsolási vázlat: VRV alkalmazása

1.4.2.3 Összefoglalás

Előnyei:

- Üzemeltetési költsége alacsonyabb, mint a konkurens split-klímás vagy a fan-coilos rendszereknek(Fejes,2008)(Kiss,2007)
- Ha a csővezeték hálózat valahol megsérül, nem fenyeget az elázás veszélye
- Beruházási költsége nem sokkal magasabb, mint például egy kazán + fan-coil + folyadékhűtős rendszeré(Kiss,2007)
- Fokozatmentesen, egymástól függetlenül szabályozhatók a beltéri egységek
- A beltér kialakítása és a kis csőátmérők miatt a belső terek kialakítását sem kell olyan mértékben alárendelni a gépészet elhelyezési követelményeinek, mint más rendszerek esetében.
- Kialakítása rugalmasabb, mint például egy split-klímás rendszernek. A beltér és a kültér között jóval nagyobb távolság lehet, így például egy tetőtéri gépházból elláthatóak nagyméretű épületek is. A homlokzat szabadon maradhat, és így esztétikusabb megjelenés érhető el
- Létezik hővisszanyerős változata is. Ez energia-megtakarítást eredményez az átmeneti időszakban, fel kell használni az épület egyik felének fűtésére a másik felének hűtésére szükséges energia előállításakor keletkezett hőt.
- A szükséges hőátmérők kisebbek, mint például egy fan-coilos rendszer esetében, így kisebb a hálózat kialakításának költsége.

Hátrányai:

- A COP-ja erőteljesen romlik szélsőséges időjárási körülmények között
- Nem alkalmas olyan helyiségek hűtésére, amelyek azt az egész év folyamán igényelnék, mert a hűtési teljesítmény alacsonyabb hőmérsékleten lecsökken (Ramez Afify,2013)

Több VRV kültérrel kell megoldani annak a rendszernek az ellátását, melyet egyetlen folyadékhűtő is el tudna látni, abban az esetben, ha a kültér teljesítménye kisebb, mint egy folyadékhűtőé. Ez a meghibásodási lehetőségek növekedéséhez vezet a kompromisszumok számának növekedésével arányosan. Kisebb teljesítményű kompresszor kiesése nincs akkora hatással az igények ellátására, mintha egy nagyobb teljesítményű esne ki, ezért ez a hátrány bizonyos szempontból előny is egyben egy moduláris szerkezet esetében (A. Bhatia,2014).

1.4.3 Klímagerendák

A klímagerendák (15. ábra) olyan integrált mennyezeti fűtő- hűtő- szellőztető berendezések, melyeket az álmennyezetbe építve vagy a mennyezet alá szabadon függesztve is lehet alkalmazni. A levegő lehűtését vagy felmelegítését a bennük található hőcserélő végzi. (egépész,2010)(Price,2010)

Amennyiben aktív rendszert alkalmazunk szükséges légkezelő központ, hűtő- és fűtővíz központi berendezés, illetve elosztóhálózat létrehozása is. Elsősorban a mennyezeti sugárzó és a fan-coilos hűtések és fűtések alternatívájaként lehet alkalmazni.

Azokban az esetekben lehet őket használni elsősorban, a külső levegő helyiségbe történő infiltrációja és a nedvességterhelés nem számottevő.

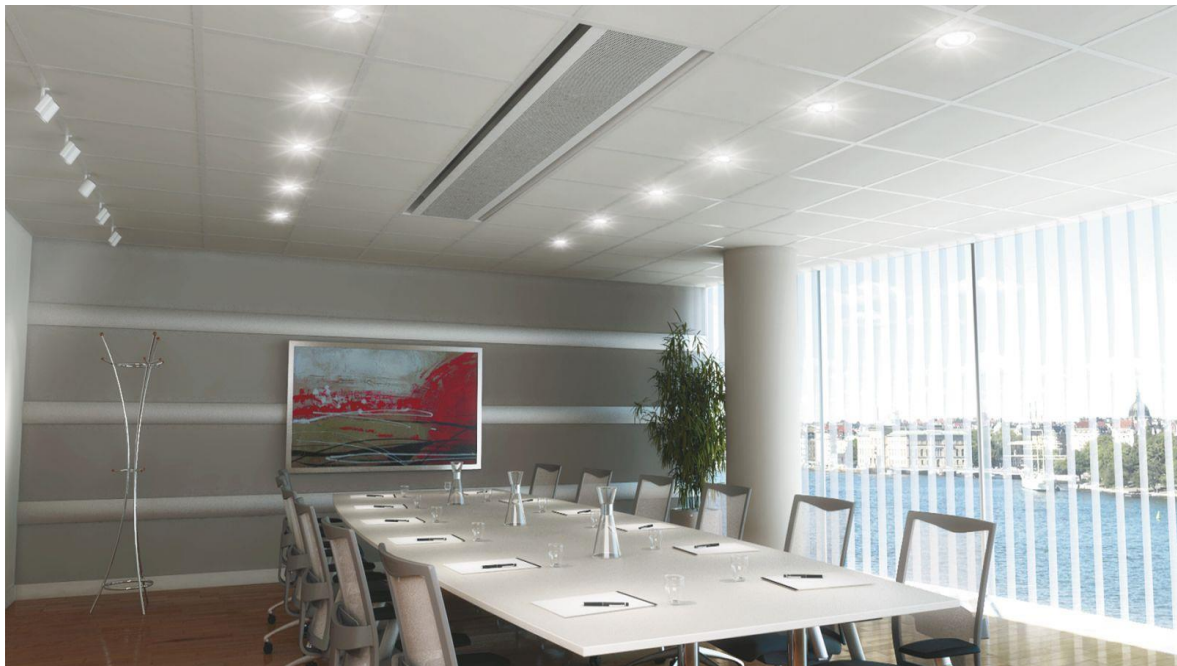
Nincs szükség kondenzátum elvezetésére vagy csepptálcára, mert viszonylag magas hőmérsékletű közeggel oldjuk meg a hűtést. A gerendában sem szűrő, sem ventilátor nem található. Mivel a kisebb sűrűségű meleg levegő nehezebben jut el a tartózkodási zónába, ezért korlátozott mértékben alkalmazhatók a hűtőgerendák fűtésre. Ennek következtében célszerű egyéb fűtőberendezésekkel kombinálni őket, például radiátorokkal.

Jellegzetes felhasználási területeik:

- Hotelszobák
- Bankhelyiségek
- Nagyterű, illetve tagolt irodák
- Kórháztermek
- Kereskedelmi egységek (16. ábra)



15.ábra: Klímagerenda



16.ábra: Konferenciaterembe szerelt klímagerenda

Általában szoba-termosztátokról szabályozhatók az egyes gerendák. A termosztát egy kétállású mágnesszelepet működtet a vízoldalon egyszerűbb esetben, de alkalmazható három járatú szelepes megkerülő kapcsolás is. 15-18 °C a hűtővíz hőmérséklet szintje. A helyiség levegőjének páratartalmát és a belső nedvességterhelést a tervezés és az üzemeltetés során is figyelembe kell venni, hogy a kondenzáció megelőzhető legyen. Ennek függvényében változhat az előremenő hőmérséklete.

Fűtési célokra is alkalmazhatók a klímagerendák, viszont figyelembe kell venni, hogy kisebb teljesítményleadásra képesek fűtési üzemmódban. Ez azért van, mert a meleg levegő kisebb sűrűsége miatt a mennyezet alá szorulhat. Ez a friss levegő tartózkodási zónába juttatásának hatásosságát is csökkenti, így a friss levegőszükséglet nagyobb mennyiségű lehet, mint más esetekben, például nyáron. Ezért célszerű kiegészítő berendezéseket használni a fűtésre.

1.4.3.1 Passzív gerendák

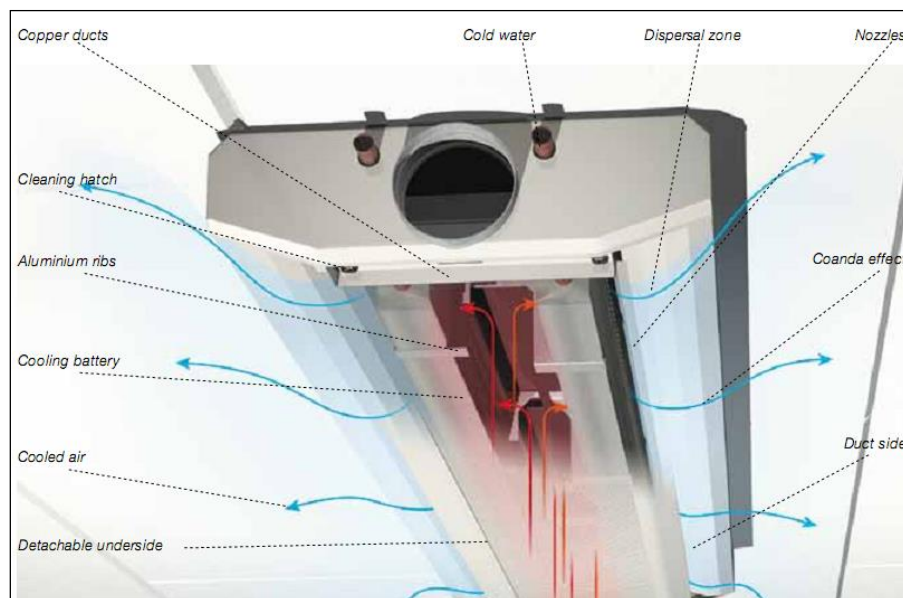
A passzív gerendák esetében a hőátadás kis mértékben sugárzás, döntően természetes konvekció útján történik. Gondosan meg kell tervezni a szellőző levegő gerendába vezetését. A gerenda körül kialakuló légáramlást a mennyezeti anemosztátok akár meg is zavarhatják. (Hurbán, 2012) Ez nagyobb sebességgel is történhet hideg levegő esetében, így huzatot eredményezhet. Ha a tartózkodási zóna felett keveredik a helyiség levegőjével és lelassul, akkor ez megelőzhető. (Szalay, 2011)

Jellemzői összefoglalva:

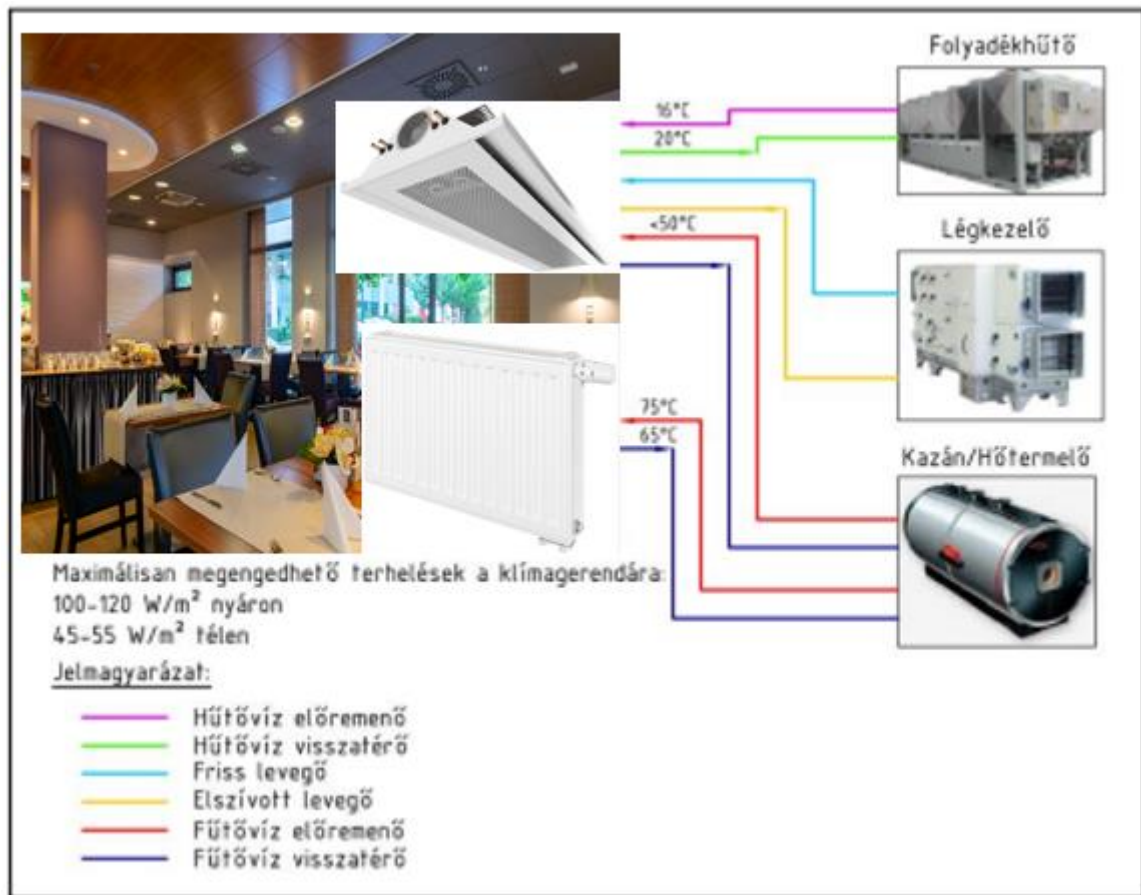
- Az esetlegesen kialakuló nagyobb légsebesség miatt a gerendák nem helyezhetők közvetlenül állandó munkahelyek fölé.
- Az aktív gerenda hűtési teljesítményének körülbelül fele a hűtési teljesítmény
- Hűtőteljesítménye csökkenhet, ha a gerendát ablak vagy más konvektív hőleadású forrás mellé helyezzük.
- Természetes áramlás
- Ügyelni kell az elhelyezésre huzatérzet szempontjából, nagy légáram esetén huzathatás keletkezhet.

1.4.3.2 Aktív gerendák

Abban különböznek a passzív kialakítástól az aktív gerendák (17.ábra), hogy a helyiség levegőjének cirkulálásán túl friss levegőt is juttat be. Ehhez szükséges légcsatorna hálózat kiépítése. A szoba levegője is átáramlik a gerendán a frisslevegő-bevezetés indukciós hatására. Jobb hőátadási feltételeket teremtenek a hőcserélőknél az így létrejövő nagyobb térfogatáramok, így az aktív gerendák nagyobb teljesítmény leadásra képesek.



17.ábra: Aktív gerenda



18.ábra: Aktív gerendás rendszer vázlata kiegészítve radiátorokkal

(Ha radiátorokkal egészítjük ki, szükségtelen a klímagerenda fűtési célokra való használata. Ennek ellenére a 18.ábrán látható kapcsoláson ez a lehetőség is szerepel annak korláti bemutatása érdekében.)

Jellemzők összefoglalása:

- Aszimmetrikus légbevezetés is alkalmazható falhoz közeli elhelyezés esetében
- Irányított, egyenletes áramlás
- Munkahelyek fölé is elhelyezhető a gerenda, mert itt kisebb a légsebesség (horizontális légbevezetés esetében)
- Alkalmazható max:
 - 100-120 W/m² hűtési hőigényre
 - 45-55-W/m² fűtési hőigényre
- Jellemző Hőmérsékletek:
 - -Fűtővíz max 50 °C- os előremenő (korlátozó tényező: sugárzásos hőcsere miatti diszkomfort és hőmérséklet-aszimmetria)

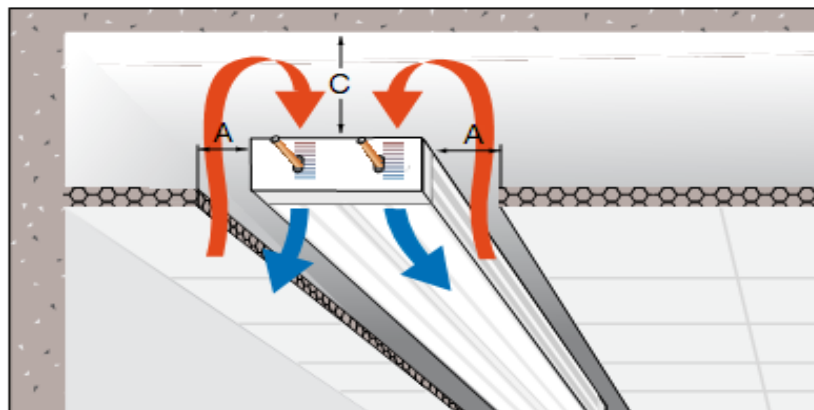
- -Hűtővíz $\sim 16\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os előremenő és $\sim 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os visszatérő (korlátozó tényező: kondenzáció)

1.4.3.3 A klímagerendák elhelyezésének szabályai:

A gyártók általában több különböző alkalmazásra kifejlesztett típust is készítenek, ezért széles határok között változnak a gerendák elhelyezésének lehetőségei. Speciális követelményeket kell figyelembe venni egyes típusok során a kielégítő működés érdekében. Az elhelyezés hatással van a sebességeloszlásra, illetve a gerendák által lefedett területre és a légsugár alakjára. Nem elhanyagolható, adott esetekben az egymáshoz közel elhelyezett gerendák egymásra hatása sem. Alkalmazhatósági korlátot is jelentenek ezek a távolságok, mert néhány esetben az építészeti kialakítás nem teszi lehetővé a távolságok pontos betartását, így teljesítmény csökkenés is felléphet.

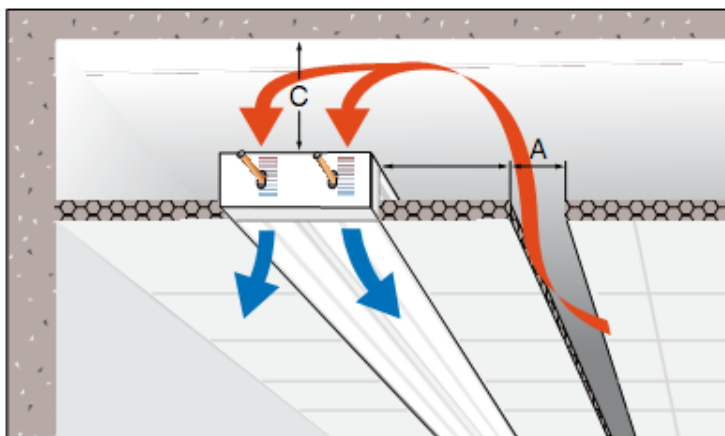
Egy gyártó (Lindab,2014) a beépítéstől függően a következő értékeket közölte egy passzív gerendára:

Ha a szoba levegője mindkét oldalról áramolhat a gerendához, akkor a telepítési távolságok a 19. ábrán látható módon megfelelőek. Az A és C távolságok betartása is szükséges a megfelelő mennyiségű levegő gerendához áramlásához. A gerenda csak kisebb teljesítménnyel tud dolgozni a természetes áramlás gátlása miatt ezek be nem tartása esetén.



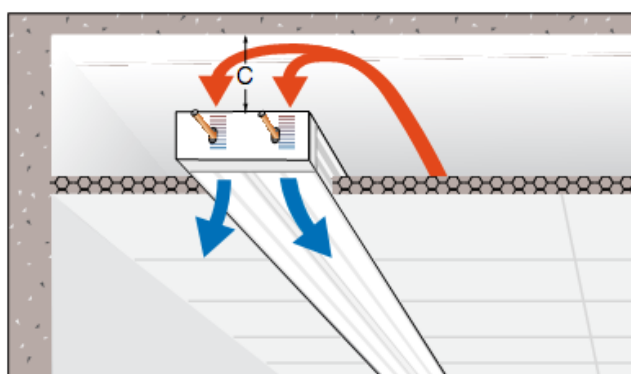
19.ábra: Telepítési távolságok két oldalról áramló levegő esetén

Ha a szoba levegője egyetlen oldalról áramolhat a gerendához, akkor a telepítési távolságok a 20. ábrán látható módon megfelelőek. Az A és C távolságok betartása itt is szükséges a teljes teljesítmény leadásához. A beépítés egyenértékű a 20. ábrán bemutatottal. A gerenda rugalmasabban tud alkalmazkodni a belső környezethez a többféle installálási lehetőség miatt.(Cibse Journal,2014)



20.ábra: Telepítési távolságok egy oldalról áramló levegő esetén

Ahhoz, hogy a megfelelő mennyiségű levegő gerendához áramlása biztosítható legyen a perforált álmennyezet furatainak összes felületére vonatkozó előírás és a C távolság betartása szükséges (21.ábra).

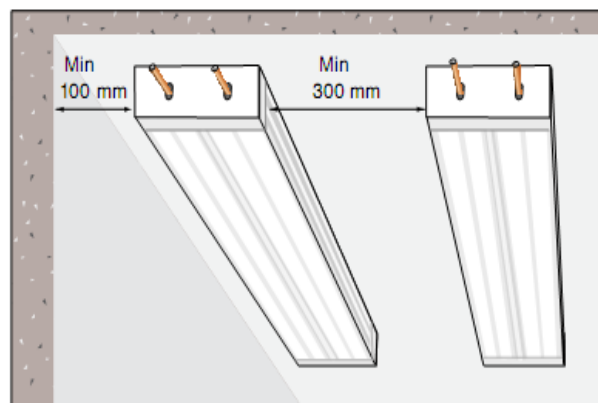


21.ábra: Gerenda telepítése perforált álmennyezet esetén

Telepítési méretek [mm]						
	A			C		
Gerenda szélessége	170	350	530	170	350	530
19.ábra	50	70	100	60	60	80
20.ábra	75	105	150	90	90	120
21.ábra [m ²]	0,08	0,11	0,15			

22.ábra: Telepítési méretek

A gerendák szükséges távolsága a faltól minimum 100mm, és egymástól minimum 300mm (23.ábra). Növeli a létrehozott áramlás sebességét a gerendák áramképének egymásra hatása, így előfordulhat, hogy huzathatás alakul ki a tartózkodási zónában.



23.ábra: Gerendák szükséges távolsága a faltól és egymástól

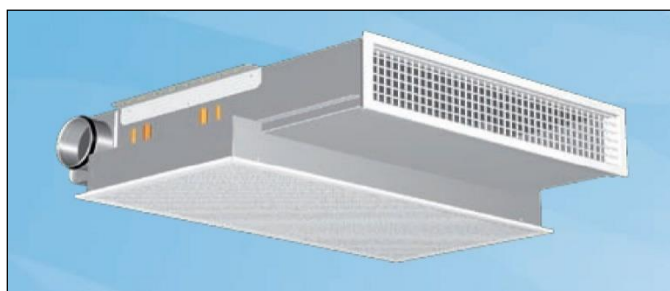
Az aktív gerendák működése a passzív gerendákétól eltér, abban a

tekintetben, hogy a befűjt friss levegő az indukciós hatás révén a szoba levegőjének áramlását is segíti, ezért elhelyezésük kevésbé kritikus.

Olyan változat is létezik aktív gerendák esetében, melyet álmennyezetbe lehet szerelni a 24. ábrán látható módon. Ezek a gerendák különösen alkalmasak hotelokban történő felhasználásra. Indukciós befűvőknek (25.ábrán) is nevezik őket.



24.ábra: Indukciós befűvő az álmennyezetben



25.ábra: Indukciós befűvő kialakítása

1.4.3.4 Összefoglalás

Előnyei:

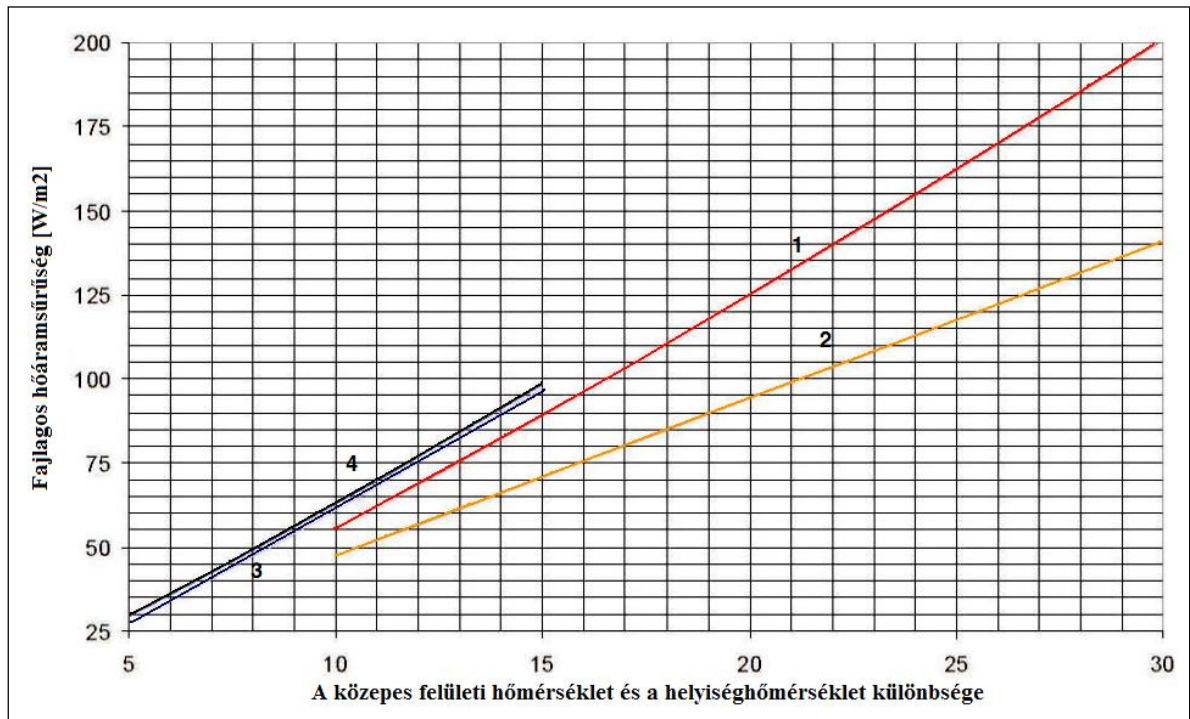
- Élettartamuk magas
- Viszonylag gyorsan reagál az igények változására, jól szabályozhatóak
- Csak a hőcserélőt kell időnként tisztítani, mert nem tartalmaz ventilátort sem szűrőt
- Nem kell külön anemosztát, a friss levegő helyiségbe juttatását a megfelelő típus kiválasztásával meg lehet oldani
- Nincs szükség kondenzvíz elvezető hálózatot kialakítani
- Mivel nem tartalmaznak ventilátort, ezért kisebb a zajszintjük, mint például egy fan-coilosnak
- Hőmérséklet elosztásuk viszonylag egyenletes

Hátrányai:

- Beruházási költsége magasabb
- Huzat alakulhat ki nem megfelelő elhelyezés esetén
- Csak kis és közepes hőterhelések és hőigények esetén alkalmazható

1.4.4 Felületi hűtések és fűtések

A mennyezethűtés alkalmazásának lehetőségét vizsgáltam meg a felületi hűtések közül. A 26. ábrán ez látható a falfűtéssel összehasonlítva. Általában a mennyezethűtés fűtő teljesítménye kisebb, mint a hűtő, mert a kialakuló természetes áramlás miatt a meleg levegő a mennyezet alá gyűlik össze, a hideg levegő pedig, melynek célszerű a felmelegítése a helyiségben az alsóbb légrétegeket alkotja, nagyobb sűrűsége miatt a meleg levegő alá süllyed. (Olesen,2002) (Lindab,2014) (HGD,2013)



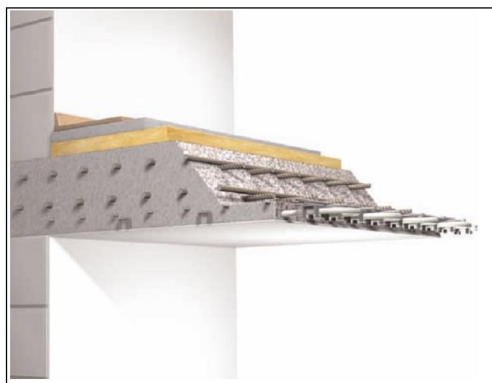
26.ábra: Ugyanazon csőanyagból készül fal és mennyezet fűtés és mennyezet fűtés és hűtés teljesítménye 19 mm-es vakolat esetén, melynek hővezetési tényezője 0,6 W/mK, Jelölések: 1-falfűtés hőleadása, 2-mennyezetfűtés hőleadása, 3-falhűtés teljesítménye, 4-es mennyezethűtés teljesítménye (Wavin,2010)

A padlófűtés alkalmazását nem találtam megfelelőnek, mivel egyedül alkalmazva természetes áramlás kialakulásához vezet. Ha pedig nem önmagában alkalmazzuk, az a beruházási költségek emelkedéséhez vezet.

1.4.4.1 Hűtőmennyezetek

Leggyakrabban hűtőmennyezetek segítségével biztosítjuk a sugárzó hűtés megvalósítását. Az ilyen típusú mennyezetek a levegő-víz rendszerek közé sorolhatók, ezen belül pedig a passzív változatokhoz, mely azt eredményezi, hogy a friss levegő helyiségekbe juttatására nem alkalmazhatók. Két fő típusuk létezik, a nyitott és zárt mennyezetek.

A „nedves” fektetési mód a zárt mennyezetek egyik jellemző kialakítása, ebben az esetben a hűtővizet szállító csövet a mennyezeti vakolatban helyezzük el, a 27. ábrán átható módon. Zárt mennyezetet úgy is ki lehet alakítani, hogy a hűtőköröket az álmennyezetben helyezzük el. A helyiség légterével nincs kapcsolatban a hűtőpanelek, hűtőkörök feletti tér. Ilyen esetben a sugárzással leadott teljesítmény az összes teljesítmény 50-60%-a. Fajlagos teljesítményük mintegy 50-80-W/m².



27.ábra: A hűtővizet szállító cső a mennyezeti vakolatban

A nyitott mennyezetek esetében például az álmennyezetet alkotó gipszkarton lapokban helyezik el a hűtőközeget szállító csöveket, ez látható a 28. ábrán. A mennyezetben kialakított nyíláson keresztül lehetséges a hűtött tér és a hűtőpanelek feletti tér légcseréje. A konvekciós hőleadás hányada és a fajlagos teljesítményleadás is megnő a sűrűség-különbség miatti természetes áramlás hatására. Ez 80 W/m²-t, de ennél még nagyobb teljesítményt is jelenthet.



28.ábra: Nyitott mennyezetekben hűtőközeget szállító csövek elhelyezése a gipszkartonban

Mindkét esetben igaz, hogy a hőterhelés száraz részét képesek elszállítani, a levegőbe kerülő vízgőz miatti hőterhelés elszállítását légcserével lehet megoldani. Ezt lehet természetes és mesterséges úton is kivitelezni, például szellőztetés az ablakok kinyitása által, vagy légtechnikai rendszer kiépítésével.

Abban az esetben hűtőgépek beépítése is szükséges a rendszerbe, ha nagyobb teljesítmény igények esetén hűtőtornyok felhasználásával kihasználhatjuk a szabadhűtésben rejlő energiamegtakarítási lehetőségeket. A szabadhűtés alkalmazását nem teszik lehetővé a magas külső hőmérsékletek.

1.4.4.2 Falfűtés

A falfűtés (29.ábra) is a hő jelentős részét sugárzás útján adja le. Ez a már említett előnyökkel jár, mint például a hőmérséklet csökkentésének lehetősége.



29.ábra: Falfűtés

A komfort érdekében fontos figyelembe venni az előremenő hőmérséklet meghatározásakor, hogy a fal közepes felületi hőmérséklete 35 °C-nál nem lehet nagyobb. Minimum 19 °C-osnak kell lennie hűtésre történő alkalmazás esetén (Rehau,2020). Az előremenő hőmérséklet maximalizálható a vakolat típusától függően: mész/ cement vagy mészcement vakolat esetén maximum 50, gipsz és agyagvakolat esetén 40 °C-os lehet. Az irányadó értékektől eltérhetnek a vakolat gyártó által megadott maximális alkalmazási hőmérsékletek (Rehau,2020) (Uponor, 2021).



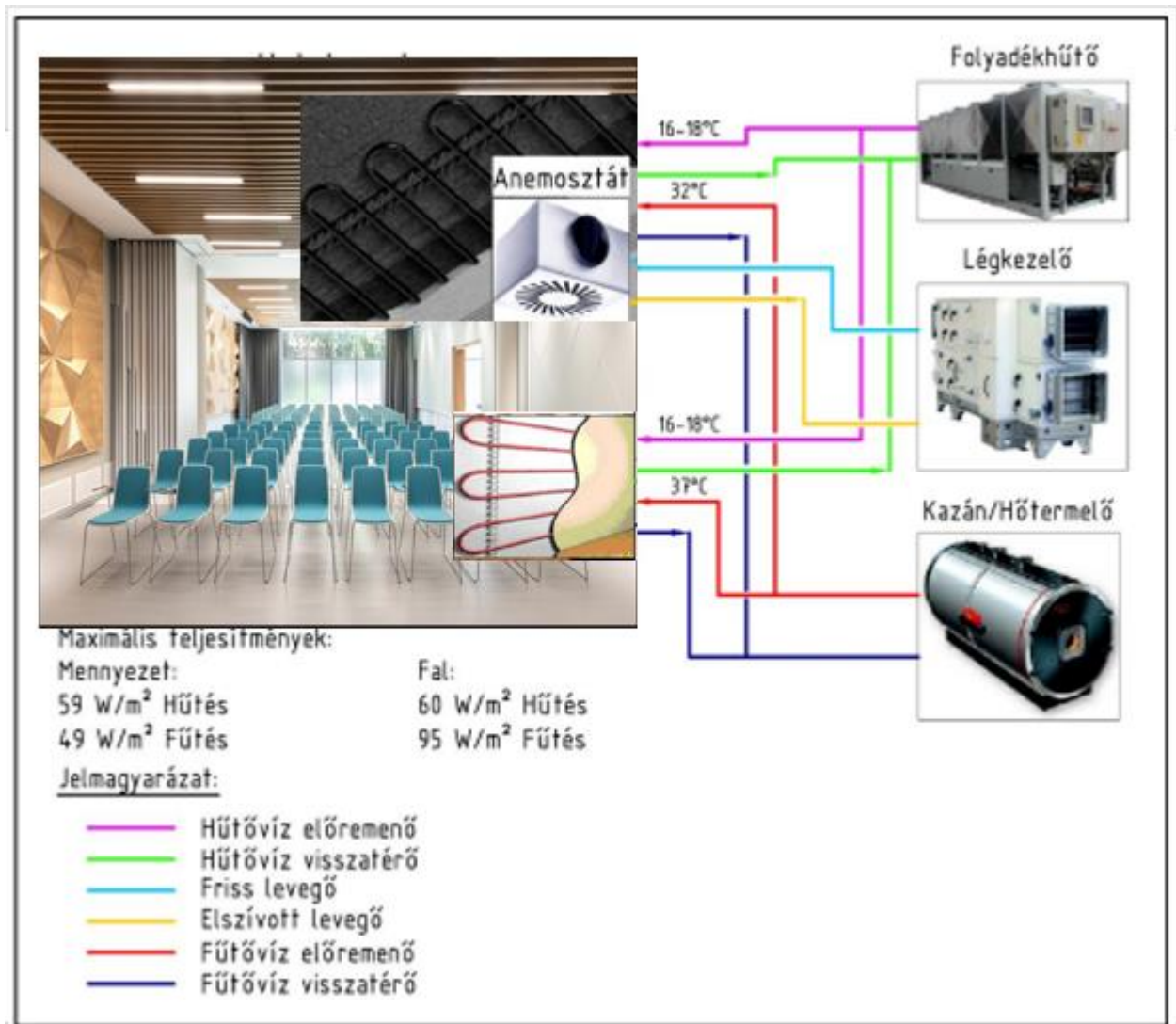
30.ábra: Falfűtés (Rehau,2020)

Érdemes megemlíteni, hogy a fal hőátbocsátási tényezőjének célszerű 0,35 W/m²K-es értéknél kisebbnek lennie, annak érdekében, hogy minimalizáljuk a külső tér felé történő hőleadást (Rehau,2020).

A falfűtések (30.ábra) esetében is hasonlóan a mennyezethűtésekhez, két féle kialakítás jellemző: egyik a száraz, másik a nedves.

1.4.4.3 Összefoglalás

A 31. ábrán látható kapcsolási vázlat a felületi hűtések és fűtések fentebb említett kialakításaival elérhető teljesítményeket és a szükséges berendezéseket mutatja be a jellemző hőfokkal.



31.ábra: Kapcsolási vázlat

Mennyezethűtés:

Előnyök:

- A belsőépítések számára nagy szabadságot ad
- Nincs huzathatás, nincs zaj, kellemes beltéri klíma
- Akár 15%-os energia-megtakarítás az alacsony üzemeltetési költségeknek és az alacsonyabb helyiség hőmérsékleteknek köszönhetően (Szigetvári,2007).

Kialakítástól függő előnyök:

Álmennyezetbe telepített kialakítás:

- Egyszerű utólagos kiépítés
- Kicsi a hőmérsékletkülönbség a tartózkodási zóna egyes pontjai között
- Gyors és egyszerű szerelhetőséget biztosítanak az előregyártott modulok
- Ha utólagosan szükséges, akkor az álmennyezetet a paneleknél is könnyen meg lehet bontani

Mennyezetbe telepített kialakítás:

- Álmennyezetet kialakítani nem szükséges a hűtési rendszer miatt
- Nagyobb a hőtároló képessége, mint az álmennyezetbe telepített kialakításnak

A rendszer hátrányai:

- Általában fűtési teljesítménye nem elegendő, ezért kiegészítő berendezés kell
- Beruházási költsége magasabb, mint egy fan-coil-os rendszeré
- Kiegészítő berendezések alkalmazása szükséges a friss levegőellátáshoz
- Mivel a hűtési teljesítménye közepes, így nagyobb igények esetén kiegészítő berendezés szükséges

Falfűtés:**Előnyök:**

- Az ember a helyiség belső hőmérsékletét magasabbnak érzi, mivel a határoló felületek hőmérséklete magasabb. Ezért a levegő hőmérsékletét alacsonyabb hőmérsékleten tartjuk, ami energia megtakarítást jelent (Szigetvári,2007)(Mottl,2000).
- Nem foglal külön helyet a helyiségből, mint például egy radiátor
- A radiátorokkal szemben előnye még, hogy hűtésre is lehet használni anélkül, hogy légmozgást idéznénk elő
- Egyenletesebb hőmérséklet eloszlás érhető el a nagy felületeken történő hőbevitel miatt

A rendszer hátrányai:

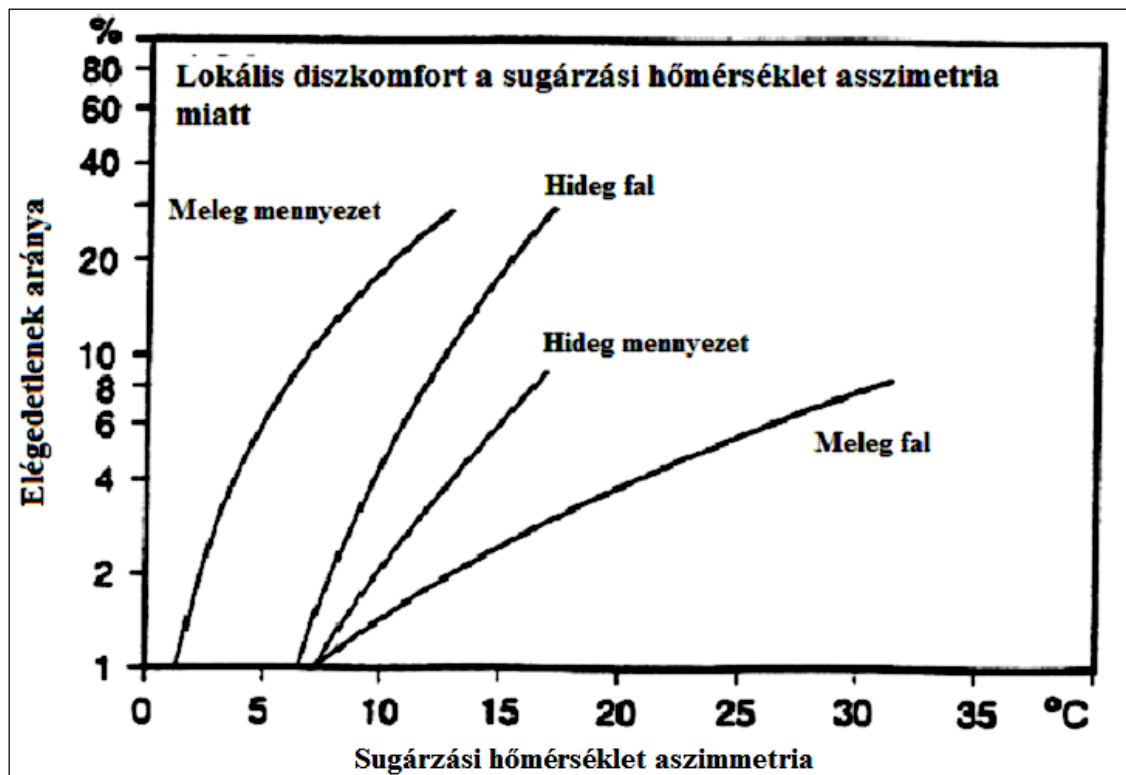
Részen megegyeznek a mennyezethűtésnél említettekkel, azaz:

- Kiegészítő berendezések alkalmazása szükséges a friss levegőellátáshoz
- A konkurens rendszereknél magasabb a beruházási költsége
- Fűtési és hűtési teljesítménye is közepes, ezért nagyobb igények esetén kiegészítő berendezések szükségesek.

1.4.4.4 A felületi hűtések és fűtések hőleadási mechanizmusával kapcsolatos fontosabb problémák

Egyes esetekben komfort problémát okozhat, hogy a felületi fűtések a leadott hőmennyiség jelentős hányadát sugárzás útján juttatják el a tartózkodási zónába. Sugárzási aszimmetriával kell számolni a tartózkodási zónát határoló terek eltérő hőmérséklete esetén. (A sugárzási hőmérséklet aszimmetria definíciója: a helyiségben elhelyezett felületelem ellentétes oldalain kialakult sík sugárzási hőmérsékletek különbsége) (CR 1752,1998).

Mennyezethűtés esetében például, ha a felületek nagy része 25,6 °C-os és a hűtőmennyezet 15,6 °C-os, 10 °C körüli a helyiségben található sugárzási hőmérséklet aszimmetria. Az egész felület közepes sugárzási hőmérséklete kb. 20,6 °C-os, abban az esetben, ha csak a mennyezet 50%-át használjuk hűtésre, és általában ennyi elegendő a terhelések kompenzálására. Ilyenkor az aszimmetria kb. 5 °C (Stanley,2002).



32.ábra: Sugárzási hőmérséklet aszimmetria hatása az emberek elégedettségére (CR 1752,1998)

A sugárzási hőmérséklet aszimmetriával kapcsolatban a szabvány (CR 1752,1998) a 32. ábrán látható diagrammot közli.

Az első görbe a meleg mennyezetekre, a másik a hideg falakra, a harmadik a hideg mennyezetekre, a negyedik pedig a meleg falakra vonatkozik. A függőleges tengely mentén az elégedetlenség százalékos arányát ábrázolták, a vízszintes tengely mentén a hőmérséklet aszimmetria nagyságát láthatjuk.

Fontos megemlíteni, hogy a kondenzáció veszélye a hűtőmennyezetek esetében is fent állhat. Ezt kiküszöbölhetjük a megfelelően megválasztott előremenő hőmérsékletekkel. Ez általában 16-17 C fölötti hőmérsékletet jelent, de ezt az értéket negatív és pozitív irányba is elmozdíthatja a helyiség nedvességterhelésének nagysága

1.4.4.5 Nedves fektetés

A nedves fektetés során a fűtőcsöveket tartórácsra, acélhálóra vagy más építési alapra kell tekerni, majd ezeket csőklipsszel, csőtartóbilinccsel vagy tartópogácsával rögzíteni kell. A teherhordó betonra előbb egy hőszigetelő réteget kell helyezni, majd erre fóliát kell tenni a hőszigetelő réteg megóvása érdekében. A csöveket a fóliára kell helyezni, majd a csöveket teljesen befedő betonréteget kell ráönteni, amely réteg vastagsága 45-70 mm lehet. Végül erre kerülhet az alkalmas burkolat

Az ívekre ügyelni kell a fektetéskor, figyelembe véve a hőtágulást. A beton leöntésekor az íveket elasztikus anyaggal kell ki párnázni, és a betonnak is speciális fűtőbetont kell használni, hogy a csövek tágulása ne okozzon károkat. A szegélyeknél plusz hőszigetelést kell alkalmazni, mivel ott is szökhet a hő. Az előírásoknak megfelelően a hangszigetelést is a hőszigetelő és a fólia réteg közé kell tenni.

Régebben a padlófűtés telepítése nagy munkaigényt jelentett, de ma már bizonyos cégek könnyebb és rövidebb idő alatt elvégezhető fektetési megoldásokat kínálnak.

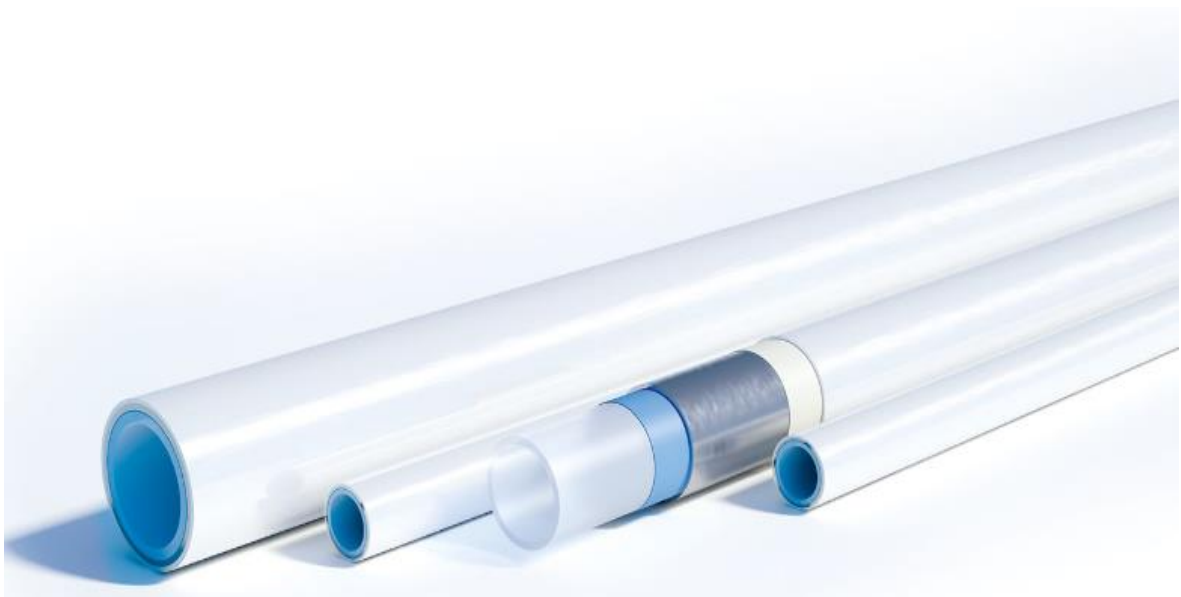
1.4.4.6 Száraz fektetés

Ha száraz fektetésre kerül sor, akkor a fűtőcsöveket egy előre kialakított nyomvonalban helyezik el a hőszigetelésben, ami megkönnyíti a rendszer telepítését. Fontos, hogy a nyomvonalban a csövek alá hőterelő lemezt helyezzenek el, amely eloszlatja a hőt a burkolat alatt, és biztosítja a csövek tágulási lehetőségét. A burkolat vastagsága 45 mm lehet, azonban nem rendelkezik hőtároló képességgel, így a fűtővíz előremenő hőmérséklete magasabb lesz,

mint a nedves fektetésnél. Az előnye azonban az, hogy a szerelési idő rövidebb. 20. ábra: Padlófűtés száraz fektetésének rétegrendje

1.4.4.7 Csőfajták

A padlófűtési rendszereket régebben főként acélcsövekből építették ki, azonban ezek nagy korróziókockázattal jártak, és a javítás vagy cseréjük problémás volt. Később PVC köpenyes rézcsövekkel helyettesítették őket, amelyek kevésbé voltak kitéve a korróziónak. Manapság azonban már műanyagcsöveket használnak, amelyek megfelelően felfejlesztették a mechanikai tulajdonságaikat, például a nyomás- és hőmérséklet-terhelés, ütésállóság, flexibilitás és élettartam problémákat sikerült kiküszöbölni. A különböző gyártók polipropilént (PP), polietilént (PE), térhálósított polietilént (VPE) vagy polibutilént (PB) használnak a csőanyag gyártásához. Fontos, hogy csak hosszú évekig bevizsgált és tapasztalt gyártók által készített csöveket használjanak, és a csöveket tárolásuk, szállításuk és fektetésük során körültekintően kell kezelni. Az műanyag csövek esetében az oxigéndiffúzió jelenthet problémát, ami rozsdásodást és korróziót okozhat az acél rendszerelemekben, például a kazánban és az acélcsővezetékben. Ezért fontos, hogy az műanyag csöveket ellássák egy oxigéntömör réteggel, vagy rendszerleválasztással egy korrózió ellen védett hőcserélőt építsenek be. A tágulási tartály méretezése is fontos, hogy elkerüljük az oxigén depresszióját, amely további oxigén bejutását eredményezhet a rendszerbe. Ha ezeket a problémákat nem megfelelően kezelik, akkor a padlófűtési rendszer hosszú távú élettartamát csökkenthetik és problémákat okozhatnak a működés során.



33. ábra: öt rétegű cső az uponortól (Uponor, 2023)

1.5 Légtechnikai rendszerek hangcsillapítása

A légkezelő rendszerek használata elengedhetetlen az épületek megfelelő szellőztetéséhez és hűtéséhez. Azonban ezek a rendszerek zajforrásként is működnek, és a zaj általuk okozta kellemetlenséget és zavaró hatást okozhat a kiszolgált területeken. A légcsatornában áramló levegő sűrűsödése is zajt okozhat, ami fokozódik, ha az áramlási sebesség magas. Ezért a légcsatornák tervezésekor fontos figyelembe venni a sebességviszonyokat, és biztosítani, hogy a légsebesség ne haladja meg az 5 m/s-os határt. Azonban a tervezés során előfordulhatnak egyszerűsítések, amelyek nem veszik figyelembe a bonyolult áramlási viszonyokat a könyök idomoknál vagy a légcsatorna alakjának hatását. Ezek a hiányosságok jelentős eltéréseket okozhatnak a tervezési és valós akusztikai teljesítmény között. Egy másik fontos szempont az ajánlott minimális oldalarány figyelembevétele a légcsatornák tervezésekor, hogy minimalizáljuk a zajt és a térfogatáram-csökkenést. A légcsatornák kiemelkedő rezgésvezető képessége további akusztikai problémákat okozhat, például a telefónia vagy áthallás jelenségét, amely lehetetlenné teheti a tartózkodási területek rendeltetésszerű használatát. A megfelelő hangcsillapítás kialakítása kulcsfontosságú az épületek komfortérzetének növelése és a megfelelő munkakörülmények biztosítása érdekében. Az akusztikai környezet javítása növelheti az épület minőségét és értékét, és a különböző épületminősítések előírják a megengedhető gépészeti zajszintet. Ezért a megfelelő akusztikai tervezés és megoldások alkalmazása nem csak a komfortérzet, hanem az épület értéke szempontjából is kiemelkedően fontos.

A megfelelő hangcsillapítás rendkívül fontos a tartózkodási helyeinkben. Az épületekben különféle helyiségek rendeltetésszerű használatát akadályozhatja a gépészeti zaj, mint például egy műtő, tárgyaló, iroda, színházi nézőtér, vagy hangverseny terem esetében. A megfelelő akusztikai környezet növeli az épület minőségét és a komfortérzetet. A különböző épület minősítések, például a BREEAM és a WELL, előírják a megengedett gépészeti zajszintet. Ezért egy olyan iroda, amelynek kedvezőbb minősítése van, magasabb áron értékesíthető, és az akusztika hozzáadott értéke lehet.

1.5.1 Műszaki megoldások

Hangcsillapítást kétféleképpen végezhetünk:

- A légszatórna belsejében létrejövő zajterhelést kulisszás hangcsillapítókkal vagy hangelnyelő belső felülettel tudjuk csökkenteni
- A légszatórnának által környezetüknek leadott zajterhelést különböző hangcsillapító szigetelésekkel tudjuk gátolni

Az akusztikai tervezés során a légkezelő hangteljesítménye teremti a kiindulási alapot, melynek az adatlapon kötelezően szerepelnie kell. Ennek a hangteljesítménynek az alakulását kell végig számolni az összes befúvó/elszívó anemosztátig. Végül az anemosztátoknál jelentkező hangteljesítményszintet át kell számolni hangnyomásszintre. A hangnyomásszint nagyban befolyásolja az adott helyiség akusztikai minőségét, melynek érzékelése az emberi hallás révén történik. A hanghullámok visszaverődésétől függően a helyiség burkolata, bútorzata és berendezése is befolyásolhatja az akusztikai minőséget. A puha, porózus anyagok jó hangcsillapítók, mivel a hanghullámok többsége felszívódik bennük, és csak kis részük verődik vissza. A merev anyagok, mint például a beton vagy a kerámia, rosszabb hangcsillapítók, mivel kevés energiát nyelnek el a beérkező hanghullámokból, így nagy részük visszaverődik a környezetükbe. A kulisszás hangcsillapítók két lemezből állnak, amelyek között ásványgyapotot van töltve, különböző sűrűséggel. Ha a légáramba helyezik őket, az ásványgyapot elnyeli a rezgéseket (abszorpció), az elnyelési képessége attól függ, hogy hány kulissza van, milyen anyagból készültek és milyen a geometriájuk. A legnépszerűbb modellek a Lindab SLRS és a TROX MSA. Ha hosszú ideig használják, és magas hatékonyságú szűrőket használnak, akkor is eldugulhatnak vagy koszolódhatnak, és ezzel csökken a hangcsillapító képességük és nő a légtechnikai ellenállásuk. Minden esetben lehetőséget kell biztosítani a tisztításra vagy a cserére. A hangelnyelő belső felületű légszatórnának egy lehetőséget jelentenek a hatékonyabb hangcsillapításra a légtechnikai rendszerekben. Az ásványgyapot szigetelés körülveszi a légszatórnát, amely gondoskodik a rezgések elnyeléséről. A SONODEC flexibilis légszatórna széles körben alkalmazott lehetőség, mivel a hangcsillapítás és a flexibilitás előnyeit kombinálja. A mennyezeti anemosztátok légtechnikai rendszerre való csatlakoztatása is fontos szerepet játszik a hatékony légáramlás biztosítása érdekében.

leggyakrabban így módon valósul meg, a flexibilis légszatórnából azonban merevségének hiánya miatt 1,5-2 m-nél hosszabb szakaszt nem célszerű kialakítani.

Az hangcsillapító szigeteléseket más akusztikai szempontok alapján használják. Ebben az esetben a cél nem a légszatórna belső zajának elnyelése, hanem a légszatórna falának

tömegének növelése, ami javítja a légcsatorna hangszigetelését. Ennek eredményeképpen a zaj kevésbé tud áthaladni a merev légcsatorna falán. Általában nehéz, de rugalmas membránokat használnak, mint például a Tecsound70 vagy az Armasound Barrier E. Fontos kiemelni, hogy a légtechnikai rendszerekben mindig jelentkeznek résveszteségek, még az ideális esetektől is eltérően. A cél azonban az, hogy ezeket a veszteségeket minimalizáljuk. Ennek érdekében a hézagokat és résnyílásokat tömítőkkal, tömítő csavarokkal, valamint precíz szereléssel lehet a lehető legjobban csökkenteni. Nemcsak belső tereinkben, hanem kívül is fontos a megfelelő hangcsillapítás, mivel jogszabályok határozzák meg, hogy egy létesítmény milyen zajterhelést gyakorolhat a környező épületekre (például 27/2008. (XII. 3.) KvVM-EüM együttes rendelet a környezeti zaj- és rezgésterhelési határértékek megállapításáról). Egy tetőn elhelyezett légkezelő vagy VRV kültéri egység hiányos zajcsökkentő intézkedései jogi problémákat okozhatnak, mivel jelentős zajterhelést okozhatnak a szomszédos lakóházak homlokzatán. Ezért kialakítottak zajvédő falakat az épületek tetején elhelyezett nyitott gépészeti udvarok köré. Általában az ásványgyapot, fagyapot vagy habüveg használatos a zajcsillapításhoz a falak zajforrás felőli oldalán, melynek emellett állékonnak is kell lennie.



34. ábra: Lindab SLU hangcsillapító



35. ábra: Lindab SLRS hangcsillapító

2 TERVEZÉSI FELADAT

Az épületgépészeti rendszerek kialakításának irányelvei
A tervezés során az érvényes magyarországi hatósági előírásokat, szabványokat, jogszabályokat és rendeleteket vettem figyelembe.
A tervek elkészítése során célom volt, hogy a fűtési és hűtési rendszer épületgépészeti megoldásai feleljenek meg a jelen kor technikai és technológiai elvárásainak, valamint a tervezett funkciónak. Továbbá figyelembe vettem a Megrendelői igényeket és ezzel együtt a gazdaságossági szempontokat. Törekedtem arra, hogy a lehető legkorszerűbb, magas műszaki színvonalú, hosszútávon fenntarthatóan üzemeltethető és energia-hatékony rendszereket tervezzek.

Az épületgépészet területén a következő szerkezeti megoldások alkalmazásától várható számottevőenergia-megtakarítás:

- Az épület alapvető téli fűtési és nyári hűtési igényének nagyobb részét megújuló energiaforrásból, levegős hőszivattyúval terveztem biztosítani.
- Az épület alacsony külső hőmérséklet esetén szükséges téli fűtési igényét és a használati melegvíz készítés hőigényét távfűtésről terveztem ellátni.
- Tervezéskor igazodtam az EuP irányelvhez, melynek eredményeként 2013. január 1-től az Európai Unió területén (így Magyarországon is) csak meghatározott energiahatékonysági index-szel (EEI) rendelkező nedvestengelyű keringető szivattyúk hozhatók forgalomba. Tervezés során csak azokat a szivattyúkat használtam fel, amelyek megfelelnek a fenti irányelv előírásainak.
- A szivattyúkat hajtó motorok folyamatos fordulatszám szabályozásúak. Az épületgépészeti berendezéseket a maximális terhelésre választottam ki, de éves kihasználtságuk a csúcsidő töredéke. Az elektromos motoroknak ezért a lehető legjobban kell illeszkedniük a tényleges és pillanatnyi terhelési görbéhez: a fordulatszám szabályozási feladatot a frekvencia-szabályzón keresztül kell megoldani.
- A gépészeti rendszerek épületfelügyeleti rendszerbe történő beintegrálásával, folyamatos felügyelettel és beavatkozási lehetőséggel jelentős üzemeltetési energiát lehet megtakarítani.

A téli külső és nyári külső légállapotokat a MSZ 04 140/3-87 Épületek és épülethatároló szerkezetek hőtechnikai számításai, MSZ 04 140/4-78 Hűtési hőterhelés számítás szabványok, valamint az utóbbi évek időjárási adatai alapján vettem figyelembe.

	Télen:	Nyáron:	Hűtőgépek:
Hőmérséklet:	-13°C	+32°C	+40°C
Páratartalom:	90%	+40%	+40%

A hűtőberendezések +45°C-ig működőképeseknek kell lenniük (csökkent hűtőtéljesítmény mellett).

Belső hőmérsékletek:

	Télen	Nyáron
o szállodai szobák:	+22±2°C	+24±2°C
o fürdőszobák:	+24°C	-
o folyosók	+18±2°C	-
o raktárak	+16±2°C	-

Akusztikai elvárások:

o szállodai szobák:	max. 35 dB(A)
o akusztikailag igényes közösségi terek (konferencia, irodák)	max. 40 dB(A)
o egyéb akusztikailag kevésbé igényes terekben (étterem, előcsarnok, szobai fürdőszoba)	max. 45 dB(A)

2.1 Hőtechnikai számítások

A fűtési hőszükséglet meghatározása

A fűtési hőszükséglet az a helyiségbe juttatandó energiaáram, amely a választott kockázati szinten szélsőséges téli időjárási feltételek mellett az előírt belső hőmérséklet biztosításához szükséges és elégséges.

A téli hőszükséglet számításához a WinWatt Gólya nevű programot használtam, mely a számítások során az MSZ-04 140/3 szabványt alkalmazza, az energetikai számításokat pedig a 7/2006 TNM rendelet szerint végzi el. (Baumann,2020)

A fűtési hőszükséglet a külső és belső transzmissziós energiaáramok, a filtrációs hőszükséglet és a napsugárzásból származó energiaáramok összegéből adódik:

$$\dot{Q} = \dot{Q}_k + \dot{Q}_b + \dot{Q}_f - \dot{Q}_s \text{ [W]}$$

Ahol:

$\dot{Q}$ a fűtési hőszükséglet [W]

$\dot{Q}_k$ a külső transzmissziós energiaáram [W]

$\dot{Q}_b$ a belső transzmissziós energiaáram [W]

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

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

A külső transzmissziós energiaáram

A külső transzmissziós energiaáram a helyiség külső határoló szerkezetein és a nyílászáróin át a helyiségből a környezetbe jutó energiaáramok összege.

$$\dot{Q}_k = \left(\sum_{j=1}^n k_j A_j + \sum_{j=1}^n l_j k_{l,j} \right) \cdot (t_i - t_e) \text{ [W]}$$

2.1.1 A belső transzmissziós energiaáram

A belső transzmissziós energiaáram a helyiség szomszédos terektől elválasztó határoló szerkezetein és a nyílászáróin át a helyiségből a másik helyiségbe jutó energiaáramok összege.

Szabvány szerint olyan esetben kell belső transzmissziós energiaáramot számolni, amikor a két

helyiség közti hőmérsékletkülönbség eléri vagy meghaladja a 4 K-es értéket.

$$\dot{Q}_b = \sum_{j=1}^n k_j A_j \cdot (t_i - t_{sz}) \quad [W]$$

Ahol:

- j a térelválasztó szerkezet sorszáma
- n a méretezett helyiséget a szomszédos helyiségtől elválasztó szerkezetek száma
- k a határoló szerkezet hőátbocsátási tényezője [W/m²K]
- A a térelválasztó szerkezet felülete [m²]
- t_i a belső hőmérséklet [°C]
- t_e a szomszédos helyiség hőmérséklete [°C]

2.1.2 A filtrációs hőszükséglet

A filtrációs hőszükséglet a helyiségbe jutó levegőáramnak az előírt hőmérsékletre való felmelegítéséhez szükséges és elégséges, a fűtőberendezés által fedezendő energiaáram.

$$\dot{Q}_f = n \cdot V \cdot \rho \cdot c \cdot (t_i - t_e) \quad [W]$$

Ahol:

- n a szükséges légcsereszám [1/h]
- V a helyiség térfogata [m³]
- ρ a belépő levegő sűrűsége [kg/m³]
- c a levegő fajhője [J/kgK]
- t_i a belső hőmérséklet [°C]
- t_e a levegő belépési hőmérséklete [°C]

2.1.3 A napsugárzásból származó energiaáram

A napsugárzásból származó hőterhelés alatt a helyiség üvegezett nyílászáró szerkezetein átjutó napsugárzásból származó energiaáramok összege:

$$\dot{Q}_s = A_{\tilde{u}} \cdot q_s \quad [W]$$

Ahol:

$A_{\tilde{u}}$ az üvegezett felület nagysága [m²]

q_s a napból érkező fajlagos energiaáram [W/m²]

2.1.4 Hűtési hőterhelés számítása

Hűtési hőterhelés alatt azt a hőteljesítményt értjük, amelyet egy helyiségből a legmelegebb nyári időszakban el kell vonni a kívánt belső légállapot fenntartása érdekében. A hűtési hőterhelés tehát az az időben változó hűtési teljesítmény, amely nyáron a kívánt belső hőmérséklet mellett ellensúlyozza a helyiségbe időegység alatt kívülről behatoló és az ugyanakkor bent keletkező hőmennyiséget.

A nyári hőterhelés-számításához szintén a WinWatt Gólya nevű programot használtam, mely a számítások során az MSZ-04 140/4 szabványt alkalmazza, az energetikai számításokat pedig a 7/2006 TNM rendelet szerint végzi el.

A hűtési hőterhelést a belső és külső hőterhelések összegeként számolhatjuk.

$$\dot{Q} = \dot{Q}_i + \dot{Q}_e \quad [W]$$

Ahol:

$\dot{Q}_i$ a belső hűtési hőterhelés [W]

$\dot{Q}_e$ a külső hűtési hőterhelés [W]

2.1.5 Belső hűtési hőterhelés

A belső hűtési hőterhelés a helyiségben tartózkodó emberek, világító testek, gépek és berendezések hőleadásából, egyéb belső hőforrásokból, valamint anyag, illetve áru ki- és betárolásából származó hőből tevődik össze.

$$\dot{Q}_i = \dot{Q}_E + \dot{Q}_V + \dot{Q}_M + \dot{Q}_A + \dot{Q}_B \quad [\text{W}]$$

Ahol:

$\dot{Q}_i$ a belső hűtési hőterhelés [W]

$\dot{Q}_E$ az emberi hőleadás [W]

$\dot{Q}_V$ a világítás hőleadása [W]

$\dot{Q}_M$ a gépek és berendezések hőleadása [W]

$\dot{Q}_A$ az anyag, illetve áru ki- és betárolásából származó hő [W]

$\dot{Q}_B$ egyéb belső hőforrások [W]

2.1.6 Az emberi hőleadás

Az emberi test hőleadása MSZ-04 140/4 szabvány szerint 26°C belső hőmérséklet és ülőmunka végzése esetén 116 W.

$$\dot{Q}_E = q_E \cdot n \quad [\text{W}]$$

Ahol:

q_E egy ember hőleadása [W]

n az adott helyiségben tartózkodó személyek száma [-]

2.1.7 A világítás hőleadása

A világító testek nem csak fényenergiát, hanem hőenergiát is kibocsátanak magukból, melyet az alábbi képlettel lehet meghatározni.

$$\dot{Q}_V = W_V \cdot V_1 \cdot V_2 \cdot V_3 \quad [W]$$

Ahol:

W_V a világítás összes névleges teljesítménye [W]

V_1 a világítás egyidejűségi tényezője

V_2 a lámpatestek esetleges szellőztetésének tényezője

V_3 a világítási hőtárolás tényezője

A világítás egyidejűségi tényezőjét 0 és 1 érték között kell felvenni, annak függvényében, hogy a világítás az a nap különböző óráiban milyen mértékben lesz bekapcsolva.

A szellőztetett lámpatestek esetén a világítási hőterhelésnek csak egy része marad a helyiségben, ezért szellőztetett lámpatestek korrekciós tényezővel kell számolni.

A világítási hőtárolás tényezője azt fejezi ki, hogy a világítás nem folyamatos üzeme esetén az épület tömegei a világítási hő mekkora részét képesek elnyelni és tárolni.

Mindhárom tényező értékét a szabvány táblázatos formában tartalmazza.

2.1.8 A gépek és berendezések hőterhelése:

$$\dot{Q}_M = M_1 \sum \frac{N}{\eta} \cdot M_2 \quad [W]$$

Ahol:

- N a hajtómotor névleges teljesítménye [W]
- η a közepes motorhatásfok
- M_1 egyidejűségi tényező
- M_2 a motor terhelési foka

2.1.9 Az anyag, illetve áru ki- és betárolásából származó hő

Ha a helyiségbe vagy a helyiségből valamilyen anyagot vagy árut be- vagy kiszállítunk, akkor az ezáltal bevitt vagy eltávolított hőmennyiséget is figyelembe kell venni a belső hőterhelés számításakor.

$$\dot{Q}_A = 0,28 \cdot \dot{m} \cdot c \cdot (t_1 - t_2) \text{ [W]}$$

Ahol:

- $\dot{m}$ az óránkénti ki- vagy beszállított anyag, illetve áru tömege [kg/h]
- c az anyag közepes fajhője [kJ/kgK]
- t_1 az anyag belépési hőmérséklete [°C]
- t_2 az anyag kilépési hőmérséklete [°C]

2.1.10 Egyéb belső hőterhelés:

Szabvány szerint egyéb belső hőforrások (kemencék, szárítók stb.) által okozott hőterhelést az üzemeltető adatai alapján gondosan mérlegelve kell felvenni.

$$\dot{Q}_B = A_B \cdot k \cdot \Delta t \text{ [W]}$$

Ahol:

A_B a belső határoló szerkezet felülete [m²]

k a belső határoló szerkezet hőátbocsátási tényezője [W/m²K]

Δt a hőfokkülönbség [K]

2.1.11 Külső hőterhelés

A külső hőterhelés a külső tömör határolószerkezeteken, valamint az üvegezett felületeken keresztül a napsugárzás és a külső léghőmérséklet hatására kívülről behatoló energiaáramok összege.

$$\dot{Q}_e = \dot{Q}_F + \dot{Q}_Ü \text{ [W]}$$

Ahol:

$\dot{Q}_F$ a külső tömör határolószerkezeteken behatoló energiaáram [W]

$\dot{Q}_Ü$ az üvegezett felületeken keresztül behatoló energiaáram [W]

2.1.12 A külső tömör határolószerkezeteken belépő hőterhelés

A külső falakon és tetőfödémen keresztül behatoló külső hőterhelést az egyenértékű hőmérsékletkülönbség módszerével kell számítani.

$$\dot{Q}_F = A_F \cdot k \cdot \Delta t_{ekv} \quad [W]$$

Ahol:

- A_F a külső fal vagy tetőfödém felülete [m^2]
- k a külső fal vagy tetőfödém hőátbocsátási tényezője [W/m^2K]
- Δt_{ekv} az egyenértékű hőfokkülönbség [K]

2.1.13 Az üvegezett felületen keresztül belépő hőterhelés:

$$\dot{Q}_U = A_U \cdot [N_U \cdot N_A \cdot I_{SRG} \cdot z + k_U \cdot (t_e - t_i)] \quad [W]$$

Ahol:

- A_U az üvegezett felület [m^2]
- N_U az üvegezés naptényezője
- N_A az árnyékolás naptényezője
- I_{SRG} a 3 mm vastag normál síküvegen keresztül behatoló napsugárzás intenzitása [W/m^2]
- z a redukciós tényező
- k_U az üvegezés hőátbocsátási tényezője [W/m^2K]
- t_e a külső hőmérséklet [$^{\circ}C$]
- t_i a belső hőmérséklet [$^{\circ}C$]

2.2 Légkezelő kaloriferek fűtési és hűtési energiaigénye

A tervezett épületben a megrendelői igényeknek megfelelően központi szellőzőrendszer biztosítja a frisslevegőt. A légkezelők fűtési és hűtési energiaigényét az alábbi adatok alapján határoztam meg gyártói segítséggel:

Téli méretezési állapot:

méretezési hőmérséklet (tk): -15°C

relatív nedvesség (φ_k): 90%

Nyári méretezési állapot:

méretezési hőmérséklet (tk): 40°C

relatív nedvesség (φ_k): 50%

Méretezési alapadatok:

szállodai szobák: 45 m³/h/fő

konferencia: 40 m³/h/fő

közösségi terek (pl. előcsarnok): kb. 30 m³/h/fő

közlekedő folyosók: kb. 0,5x-ös légcserre

konyha: min. 5x-ös légcserre

BUDAPESTI IRODAHÁZ - HOTEL FŰTÉSI TELJESÍTMÉNY				
	I. Ütem - IRODA	I. Ütem - HOTEL	II. Ütem - IRODA	
Fogyasztás típusa, megnevezése	Vizes fűtési igény (kW)	Vizes fűtési igény (kW)	Vizes fűtési igény (kW)	Me.
Transzmissziós hőveszteség	260	265	470	kW
HMV - távfűtés	150	800	Lásd I. ütemben	kW
Légkezelők				
AHU-1 - Iroda I/I.	110	-	-	kW
AHU-2 - Iroda I/2.	110	-	-	kW
AHU-3 - Iroda I/3.	110	-	-	kW
AHU-4 - Iroda II/I.	-	-	176	kW
AHU-5 - Iroda II/2.	-	-	150	kW
AHU-6 - Iroda II/3.	-	-	150	kW
AHU-7 - Iroda II/4.	-	-	176	kW
AHU-8 - Hotel szoba 1.	-	61	-	kW
AHU-9 - Hotel szoba 2.	-	61	-	kW
AHU-10 - Hotel Tárgyaló	-	49	-	kW
AHU-11 - Hotel konyha	-	112	-	kW
AHU-12 - Hotel Étterem	-	37	-	kW
AHU-13 - Iroda Lobby I.	9	-	-	kW
AHU-14 - Iroda Lobby II.	-	-	35	kW
AHU-15 - Hotel Lobby	-	29	-	kW
AHU-16 - Pincei kiszolg. I.	30	-	-	kW
AHU-17 - Pincei kiszolg. II.	-	-	30	kW
AHU-18 - Retail I.	29	-	-	kW
AHU-19 - Sky bar II.	-	-	35	kW
AHU 20 - Kávézó II.	-	-	7	kW
AHU-21 - Retail II.	-	-	57	kW
Összesen:	659	1 414	1 287	kW

Vastaggal jelölt légkezelők tartoznak a diplomamunkám részéhez.

BUDAPESTI IRODAHÁZ - HOTEL HŰTÉSI TELJESÍTMÉNY							
	I. Ütem - IRODA		I. Ütem - HOTEL		II. Ütem - IRODA		
Fogyasztás típusa, megnevezése	Szenzilis hűtési igény (kW)	Total hűtési igény (kW)	Szenzilis hűtési igény (kW)	Total hűtési igény (kW)	Szenzilis hűtési igény (kW)	Total hűtési igény (kW)	Me.
Épület hőterhelés	620	650	600	800	1200	1250	kW
Légkezelők							
AHU-1 - Iroda I/1.	108	162	-	-	-	-	kW
AHU-2 - Iroda I/2.	108	162	-	-	-	-	kW
AHU-3 - Iroda I/3.	108	162	-	-	-	-	kW
AHU-4 - Iroda II/1.	-	-	-	-	173	259	kW
AHU-5 - Iroda II/2.	-	-	-	-	147	220	kW
AHU-6 - Iroda II/3.	-	-	-	-	147	220	kW
AHU-7 - Iroda II/4.	-	-	-	-	173	259	kW
AHU-8 - Hotel szoba 1.	-	-	29	44	-	-	kW
AHU-9 - Hotel szoba 2.	-	-	29	44	-	-	kW
AHU-10 - Hotel Tárgyaló	-	-	24	36	-	-	kW
AHU-11 - Hotel konyha	-	-	86	130	-	-	kW
AHU-12 - Hotel Étterem	-	-	24	37	-	-	kW
AHU-13 - Iroda Lobby I.	9	13	-	-	-	-	kW
AHU-14 - Iroda Lobby II.	-	-	-	-	35	52	kW
AHU-15 - Hotel Lobby	-	-	14	21	-	-	kW
AHU-16 - Pincei kiszolg. I.	-	-	-	-	-	-	kW
AHU-17 - Pincei kiszolg. II.	-	-	-	-	-	-	kW
AHU-18 - Retail I.	23	35	-	-	-	-	kW
AHU-19 - Sky bar II.	-	-	-	-	35	52	kW
AHU 20 - Kávézó II.	-	-	-	-	6	10	kW
AHU-21 - Retail II.	-	-	-	-	47	70	kW
Légkezelők összes:	356	534	207	311	762	1 143	kW
Összesen:							
	976	1184	807	1111	1962	2393	kW

Vastaggal jelölt légkezelők tartoznak a diplomamunkám részéhez.

2.3 Hő- és hűtési energiatermelés, rendszer kialakítás

Az épület hőigényét távfűtéssel és levegő-víz hőszivattyúval, megújuló energiaforrásból biztosítottam. A fűtési és hűtési hőigény biztosítására levegős hőszivattyús rendszereket alkalmazok kb. 0 - -5 °C külső hőmérséklet értékig, ezen hőmérséklet alatt távfűtés biztosítja a fűtéshez szükséges energiát.

A légkezelők a tetőn gépteraszon kerülnek elhelyezésre, melyek a kalorifereit mind a hőszivattyús hűtőgépről, mind a 0 - -5 °C alatti hőmérséklet esetén távfűtésről látta el fűtési energiával. Ezen hőszivattyús berendezések szolgáltatják a hűtési energiát is.

Iroda épületrész esetében az aktív klímagerendák álmennyezetbe integrálva, a radiátorok a homlokzati üvegfal előtt kerülnek elhelyezésre. Szállodai szobák esetében az négy csöves fan-coil berendezések szállodai szobai alkalmazásnak megfelelően az előtér álmennyezetébe kerülnek beépítésre és álmennyezet homlokoldalán fűznek az üvegfelület felé, visszaszívás álmennyezeti rácson keresztül történik.

A szinti irodák részére használati melegvíz készítés elektromos forróvíztermelők segítségével, míg a szállodai épületrész számára a HMV előállítás távfűtési hőcserélőn keresztül történik.

A fűtési és hűtési igényeket optimalizálva a berendezések teljesítményét összesen három típusú egységgel (távfűtési hőcserélő, hőszivattyú, szárazhűtő) látjuk el, hogy a különböző üzemállapotokat, funkciókat és Megrendelői igényeket is ezzel kielégítve.

Megrendelői igényként merült fel a redundancia és megfelelő üzembiztonság igénye, melyet leegyeztettem és jóváhagyásra került az alábbiak szerint:

Fűtés: 3 db 1 MW-os fűtési hőcserélő 1 db 800 kW-os hotel HMV hőcserélő és 1 db 150kW-os irodaház HMV hőcserélő került elhelyezésre. I. ütem fűtési hőcserélő igénye kb. 1,3 MW (fűtési) + 0,8 MW (hotel HMV), míg II. ütem 1,4 MW (fűtési). Tehát 1 db 1 MW-os hőcserélő kiesése esetén is a teljes épületre vetítve 700 kW fűtési teljesítmény hiány jelentkezik, mely ütemekre szétosztva 350 kW. Vagyis 75% teljesítmény egy hőcserélő meghibásodása esetén is rendelkezésre fog állni.

Hűtés: egy hűtőgép meghibásodik, maradnia kell 65%-nyi hűtőteljesítménynek az épület hűtési ellátásának biztosításához. Jelenlegi tervezett és alább ismertetett berendezések összesen 4 hűtőkörök független kapcsolószekrényekkel. Vagyis 4db hűtőgép/hőszivattyú található a tetőn (25-25-25-25% teljesítménnyel). Így egy gép üzemképtelensége esetén 75% hűtőteljesítmény továbbra is rendelkezésre áll.

2.3.1 Hőszivattyú berendezés

Ezen hőszivattyús berendezés hűtési és fűtési energiát is szolgáltat, azonban 0 - -5°C külső hőmérséklet alatt fűtési üzemre nem képes. Ezen berendezésből ütemenként két db kerül elhelyezésre.

pl.: CLIVET WSAN-YSC4 210.6 (R-32)heat pump

$Q_{fűt} = 473 \text{ kW}$ (tkülső= 0°C)

$Q_{hűt} = 513 \text{ kW}$ (tkülső= 35°C)

Szárazhűtő free-cooling üzemre:

A szárazhűtő berendezést szabad hűtés célra használjuk kizárólag a klímagerendás kör részére 17/20°C hőfoklépcsővel. Szabad hűtés indításával átmeneti időszakban részüzemben tartható a 17°C-os előremenő víz hőmérséklet. Az esetlegesen hiányzó hűtési igény a másik (aktív)hűtőgép üzemével továbbra is kipótlásra kerülhet. Előzetes kalkuláció alapján 4-5°C külső hőmérséklet alatt a szabad hűtés által biztosított teljesítmény elegendő a klímagerendás kör ellátására. Ezen berendezés csak hűtési feladatokat lát el. A rendszert glikol keverékkel kell feltölteni és hőcserélővel leválasztani a primer hűtési rendszerről, így az elfagyás veszélye elkerülhető. A gépet vertikálisan helyezem el, így a felmelegített, kidobott levegőt a levegős hőszivattyúra dobja, mellyel a hőszivattyú hatásfoka nagy mértékben javul. Ezen berendezésből ütemenként egy db kerül elhelyezésre.

pl.: REFRION EA4D 2580.5/2

$Q_{hűt} = 398 \text{ kW}$ (free cooling)

Az összes fűtési teljesítmény igény: ~1.500 – 1.800 kW (tkülső= 0 - -5°C)

Az összes hűtési teljesítménye igény:

$Q_{hűt}$ átmeneti időben = 800 kW (free-cooling tkülső= 4-5°C) – becsült érték, Megrendelői adatszolgáltatás, Megrendelővel történt egyeztetés alapján

$Q_{hűt}$ nyár= ~4.300 kW (tkülső= 35°C)

A fentebb említett műszaki megoldásokkal, berendezésekkel mind a téli, mind a nyári hűtési igény fedezhető.

2.3.2 Levegő-víz hőszivattyú

Átmeneti időben a fűtési és hűtési energia egy részének forrása az épület tetején a gépészeti udvarban elhelyezett levegő-víz hőszivattyú.

Típus: Daikin EWYT600-B-XRA2

Hűtési üzemmód (tk = 40 °C):

Hűtési teljesítmény: 576,6 kW

Elektromos telj. igény: 200,6 kW

EER: 2,875 kW/kW

Hőfoklépcső: 15/10°C

Elpárologtató vízmennyisége: 31,30 l/s

Elpárologtató nyomásesése: 54,6 kPa

Közeg: víz

Hangteljesítmény szint: 87 dB(A)

Hangnyomásszint 1m-re: 66 dB(A)

Fűtési üzemmód (tk = 0 °C):

Fűtési teljesítmény: 456,4 kW

Elektromos telj. igény: 173,6 kW

COP: 2,629 kW/kW

Hőfoklépcső: 47/42°C

Elpárologtató vízmennyisége: 24,44 l/s

Elpárologtató nyomásesése: 35,4 kPa

Műszaki adatok:

Hűtőközeg: R32

Méretek: 7010(h)x2224(sz)x2516(m)mm

Tömege: 4922 kg

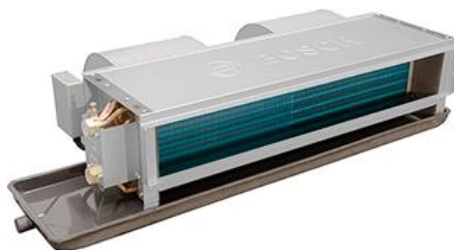


35.ábra: Daikin EWYT600-B-XRA2

2.4 Hotel épületrész hőleadók

A következő fűtési és hűtési hőleadókat tervezek az épületbe:

2.4.1.1 Fan-coil



36.ábra: Fan-coil



37.ábra: Fan-coil beépítve

Fan-coil berendezés tervezésével optimális hőnyereséget és minimalizált hőveszteséget értem el. A készüléket az álmennyezeti térben kell elhelyezni, melyek szabályozása fali termosztáttal történik. Fan coil egységet el kell látni a villamos energia, fűtött és hűtött víz, valamint kondenzvíz csatlakozással.

A fan-coilokat megápláló fűtővíz hőmérséklete 45/40°C-os, a hideg víz hőmérséklete 8/13°C.

Fan-coil berendezések 3-fokozatú ventilátorral vannak ellátva és a 1. és 2. sebesség fokozatban biztosítják a teljes fűtési és hűtési kapacitást. Szállodai szobai egységekben ezen a fokozatban a hangnyomás szintje max. 40 dB(A) (1 m), míg földszinti helyiségekben a hangnyomás szintje max. 42 dB(A) (1 m).

A földszinti előcsarnok, lobby, lounge, étterem és konferencia terem területet valamint a hotel szobákat látja el fűtési és hűtési energiával.

2.4.1.2 Légkezelő egységek



38. ábra: Légkezelő gép

A légtechnikai egységeket kalorifereit fűtő és hűtött vízzel láttam el a működésük érdekében. A légtechnikai egység légfűtő és léghűtő kalorifereket tartalmaznak. Az energiatakarékosság érdekében a berendezések hővisszanyerő egységet is tartalmaznak.

2.4.1.3 Padlófűtés



39. ábra: Padlófűtés/hűtés

Padlófűtést terveztem a földszinti előcsarnok, lobby, lounge és éttermi terekbe a nagy belmagasságú helyiség fűtésére. Ezzel egy alapfűtést és megfelelő komfortot biztosítva az ott tartózkodóknak. Fűtési hőlépcső: 40/35°C.

2.4.1.4 Légfűgöny



40. ábra: Légfűgöny beépítve

Megrendelői döntés értelmében légfűgönyt tervezek a forgóajtókba integráltan vagy álló kivitelben közvetlen közelébe beépíteni. Elhelyezése, pontos kialakítása építészet szerint. Esztétikai okokból ezen berendezések elektromos kivitelűek.

A tervezett hőleadók megtáplálása a magokban elhelyezett strangokról történik. Az irodák, bérlemények közti elszámolások megkönnyítése és egyértelművé tétele érdekében a magban, minden szinten a fűtési és hűtési csővezetékek kiállításánál, még az aknában hőmennyiség mérő berendezéseket építtek be, melyek épületfelügyeleti rendszerhez kapcsoltak. Ezáltal biztosítható a pontos, fogyasztás szerinti elszámolás.

2.5 Fűtési és hűtési rendszer tervezése

Csőméretek meghatározása fajlagos nyomásveszteség alapján

Az épület fűtési és hűtési csővezetékek anyagát a kivitelezővel egyeztetve DN40 alatti méretek esetén műanyagnak, míg DN40 feletti méretek és az aknában futó vezetékek esetén acélnek választottam.

A csővezetékek nyomásvesztesége a súrlódási és az alaki ellenállás összege:

$$\Delta P = \Delta P_{\text{súrlódási}} + \Delta P_{\text{alaki}} = \frac{\rho}{2} \cdot v^2 \cdot \left(\frac{\lambda \cdot l}{d} + \sum \xi \right) [Pa]$$

Ahol:

- ρ – csőben áramló közeg sűrűsége [kg/m^3]
- v – csőben áramló közeg sebessége [m/s]
- l – egyenes csőszakasz hossza [m]
- d – egyenes cső átmérője [m]
- λ – súrlódási ellenállás-tényező [–]
- ξ – alaki ellenállás veszteségtényezője [–]

Csőméretezéskor csak az egyenes csőszakaszok hossza fajlagosított nyomásveszteségét szeretném meghatározni, ezért az alaki ellenállásból származó nyomásveszteséggel nem kell számolni. A képlet így az alábbi alakra egyszerűsödik:

$$\Delta P = \frac{\rho}{2} \cdot v^2 \cdot \frac{\lambda}{d} [Pa/m]$$

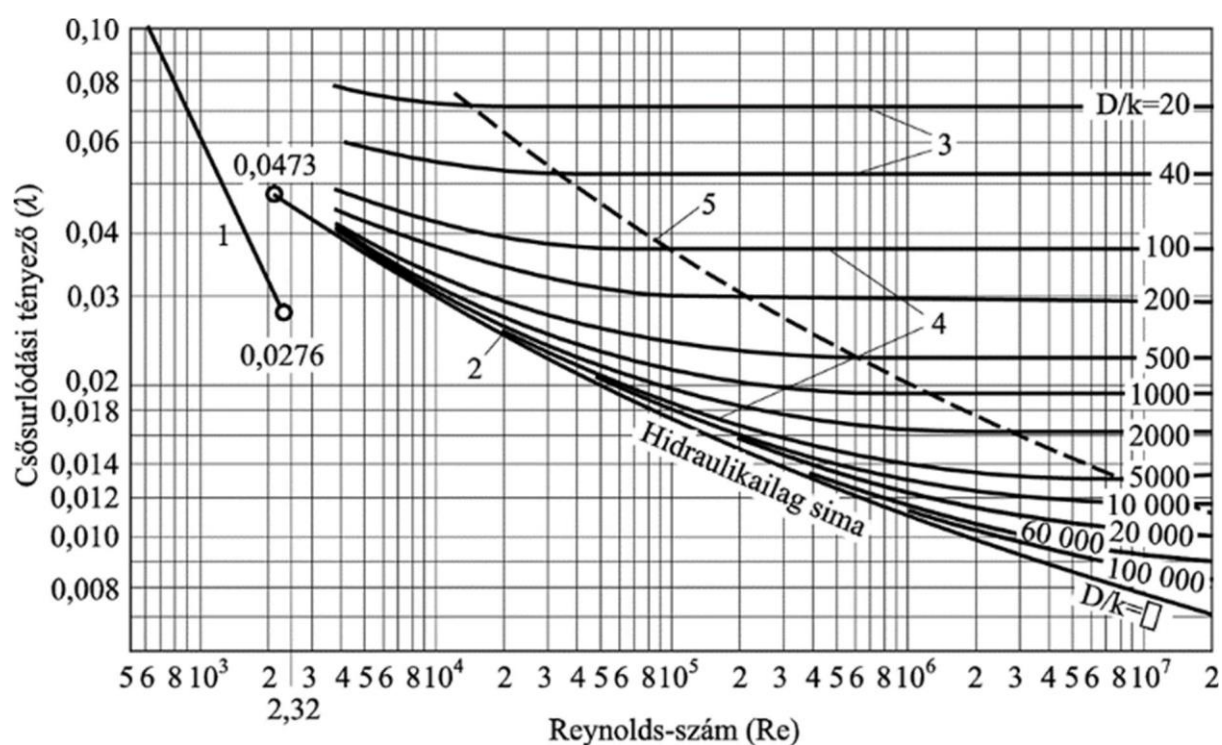
A λ súrlódási ellenállás-tényező jellemzi az egyenes csővezetékben kialakuló nyomásveszteséget. A λ ellenállás-tényezőt nagyszámú mérés eredményeként határozták meg. A λ ellenállás-tényezőt a Reynolds-szám függvényében adják meg. A Reynolds-szám dimenziómentes mennyiség, mely a tehetetlenségi erők és a viszkozus erők, vagyis a közeg belső súrlódása közötti viszonyszám, és az alábbi képlettel számítható:

$$Re = \frac{v \cdot l}{\nu} [–]$$

Ahol:

- v – csőben áramló közeg sebessége [m/s]
- l – egyenes csőszakasz hossza [m]
- ν – kinematikai viszkozitás [m^2/s]

A 41. ábrán látható, hogy a Reynolds-szám és a relatív csőérdesség (k/d) ismeretében meghatározható a λ súrlódási ellenállás-tényező, mely ismeretében kiszámítható a csővezetékek fajlagos nyomásvesztesége. Az acélcső érdességét $0,05\text{ mm}$ -nek vettem fel. A csőméretek meghatározását Excel segítségével végeztem, amellet, hogy a csővezetékek fajlagos nyomásveszteségét 100 Pa/m -hez közeli értéknek választottam. [x] Műanyag csövek esetén a gyártó által készített online méretező programmal végeztem el a méretezést. A méretezés elméleti háttére itt is megegyezett a korábban ismertettekkel.



41.ábra: Súrlódási ellenállás-tényező

2.6 Szellőztetés,klímátizálás

2.6.1 Központi szellőzési rendszerek - általános leírás, alapadatok

Az épületben a megrendelői igényeknek és előírásoknak megfelelően minden helyiségben központi szellőzőrendszer biztosítja a frisslevegőt.

Téli méretezési állapot:

méretezési hőmérséklet (tk): -13°C

relatív nedvesség (ϕ_k): 90%

Nyári méretezési állapot:

méretezési hőmérséklet (tk): 32°C (hűtőgép kiválasztása: 35°C)

relatív nedvesség (ϕ_k): 40%

A helyiségekbe befűjt és elszívott friss levegő mennyiségét a Megrendelő által meghatározott követelményeknek megfelelően terveztem.

A szellőzési rendszer oly módon működik, hogy a beépített szellőzőgép biztosítja az emberek számára az előírt friss levegő mennyiségét. A helyiségek hőmérsékleti szabályozását a beépített hűtőgerenda, padló-, vagy radiátoros fűtési berendezések biztosítják.

A szellőző gépegységek tiszta friss levegővel működnek, nagy hatásfokú, szorpciós hővisszanyerő egység beépítésével. A szorpciós hővisszanyerő egységnek köszönhetően a távozó levegő nedvességtartalmának egy része is visszanyerhető. A szellőző ventilátorok fokozatmentes fordulatszám szabályozású motorral vannak felszerelve. A fokozatmentes szabályozás a változó igényeknek megfelelően energiatakarékos üzemeltetést biztosít. A szellőzőgépeknek minden szempontból meg kell felelnie az ErP aktuális rendeleti előírásainak, valamint a TNM rendeletben foglaltak szerinti min. 65 % hővisszanyerési hatásfokot is be kell tartani. Iroda terület:

Megrendelői döntés alapján 43 m³/h/fő kezelt frisslevegővel számoltam, az irodaterületen 6 fő/m² fajlagos foglaltságot figyelembe véve. A szellőzés rendszer kiegyenlített, vizes csoportok illetve teakonyha helyiségek egyedi elszívásai figyelembevételével, központi elszívás csökkentett.

A bérlemények részére szinti befűvő és elszívó oldali csatlakozásokat biztosítunk, melyen felhasználható nyomásesés bérleményi kiépítésben befűvason 200 Pa, míg elszívason 150 Pa.

A számításainkban az irodai szinteken egyterű irodát és ezen egyterű bérleményen belül 10% tárgyalót feltételeztünk. Tárgyaló esetén 2,5 m²/fő, 40 m³/h/fő fajlagos adatokkal számolunk.

Megengedett légsebesség 0,2 m/s.

2.6.2 Vizes csoportok

WC helyiségek elszívása önálló központi elszívó berendezéssel történik, tető fölé vezetett légszatorna hálózattal. Légutánpótlás mosdón keresztül, az irodai rendszerről befűvő rácsokon, anemosztátokon keresztül történik.

Elszívott levegő WC helyiségből: 60 m³/h, WC
30 m³/h, Pissaire
Teakonyha: 5x-ös légszere.

Hotel épületrész alapadatok:

Hotel létszámadatok:

hotelszoba helyiségben:	2 fő/szoba	
Hotel Lobby:	0,3 fő/m ²	
Hotel tárgyalóban:	1 fő/m ²	
Étterem:	0,7 fő/m ²	
Bár:	1 fő/m ²	
Hotel sport szoba:	0,3 fő/m ²	
Hotel iroda:	0,05 fő/m ²	
Öltöző:		0,2 fő/m ²
Étkező:		0,5 fő/m ²

2.6.3 Hotel frisslevegő fejadag

hotelszoba:	40 m ³ /h/fő
Közösségi helyiségek (bár, lobby, recepció, étterem):	30 m ³ /h/fő
Fitness/sportszoba:	72 m ³ /h/fő
Öltöző:	40 m ³ /h/fő
Étterem/Étkező:	30 m ³ /h/fő
Hotel iroda:	30 m ³ /h/fő
Hotel tárgyaló:	30 m ³ /h/fő

Hotel szellőző berendezések nedvesítő egységet nem kapnak, páratartalom szabályozása nem szükséges.

2.6.4 Konyha, étterem:

A konyha területen 25 x-os légcserével és önálló zsíros konyhai elszívó hálózattal, ventilátorral számoltam. Konyhai üzemi helyiségek kizárólag friss levegővel szellőztethetők, levegő visszakeverés nem megengedett. Étteremben a 30m³/h/fő fajlagos légmennyiséggel számolunk.

Konyhatechnológiai adatszolgáltatás értelmében:

Főzőtérben	min. 15-20x-os légcseré
Mosogatókban	12-15x-ös légcseré
Előkészítőkben	8-10x-es légcseré
Raktárakban	5x-ös légcseré

2.7 A központi klímagépek általános felépítése

Az elhelyezett klímagépek kültéri kivitelű, jó minőségű, fokozott hangcsillapítású gépegységekből épülnek.

A gépek elemekből felépíthető (modul-rendszerűek) és mind statikai, mind hőtechnikai szempontból optimalizált felépítéssel rendelkeznek.

A gépek fala több rétegű (hőszigetelt), kívül-belül korrózió ellen védett acéllemezről készül.

A mechanikai felépítés teherbíró alapkeretre rögzített, mely adott esetben a ráhelyezendő felső gép súlyát is tartósan elbírja.

A ventilátorház korróziómentes anyagból készül, a járókerék dinamikusan kiegyensúlyozott.

A motorfelfüggesztés rugalmas, nem viszi át a káros rezgéseket a szerkezetre (rezgés és zajcsillapítás!).

A hőcserélők alumíniumbordás részből, vagy hasonlóan jó hővezetésű, korrózióálló anyagból készültek.

A hőcserélők könnyen kicserélhetők.

A belső keverő- és szabályozóelemek (zsaluk) mozgatása automatikus, motoros. Javításuk, ellenőrzésük kezelőajtón keresztül lehetséges.

A légszűrők jósági foka: előszűrő G4 vagy EU-5 és végszűrő EU-7.

A belső csatlakozások csőcsatornában, kábelcsatornában történnek.

A gépegységek minden csatlakozási pontjánál (ki és bevezető légcsatornák, megkerülő ágak (bypass), átkötések esetén a rezgéscsillapítás (pl. vitorlavászon) és esetenként a hangcsillapító elem beépítése nem hagyható el.

A következőkben felsorolom azokat a berendezéseket, és az általuk szemben támasztott igényeket, amelyeket az általam javasolt szellőzési rendszerek tartalmaznak.

2.7.1 Szűrő egység

A szűrőegységhez kapcsolódik a szellőző rendszer frisslevegőt szívó oldala. Az áramló levegő szabályozására, valamint az elzárására motoros szabályozó zsalu kerüljön beépítésre. A szűrő egységek min G4 előszűrő és min. EU7 végszűrő fokozatúak legyenek. Ahol szükséges és az épület funkciója ezt megköveteli, ott többfokozatú szűrést kell kialakítani.

2.7.2 Hővisszanyerő egység

A friss levegő és a távozó levegő hőenergia és nedvesség tartalom cseréjére szolgáló berendezés. Alkalmazása növeli a beépített berendezések energiatakarékos üzemeltetését. A rendszerbe való beépítés esetén a kiválasztás során figyelembe kell venni a hő-visszanyerő elem jósági fokát. A hővisszanyerő berendezés műszaki paramétereinek teljesítenie kell az ErP aktuális rendeleti előírásait.

2.7.3 Fűtő kalorifer

Ez az elem végzi télen a levegő fűtését. A fűtőközeg melegvíz. A téli szabályozási funkciót szabályozószelep látja el. A kalorifer egység oldalán kerülhet elhelyezésre a fűtési szabályozó beavatkozó szerve a háromjáratú szelep. A szabályozó berendezés érzékelői a légcsatornában kerülnek majd elhelyezésre. A rendszer szabályozása értéktartó szabályozás. A kalorifert fagyvédelemmel kell ellátni.

2.7.4 Hűtő kalorifer

Ez az elem végzi nyáron a levegő hűtését. A hűtőközeg a hűtőgép által előállított 10/15°C hidegvíz. A kalorifer egység oldalán kerülhet elhelyezésre a hűtési szabályozó beavatkozó szerve a kétjáratú szelep. A szabályozó berendezés érzékelői a légcsatornában kerülnek elhelyezésre. A rendszer szabályozása értéktartó, mennyiségi szabályozás.

2.7.5 Ventilátor

A berendezés kiválasztásánál különösen ügyelni kell a berendezés áramlástechnikai és akusztikai illesztésére. A feladatunk megoldásánál igény a csendes-járású járókerékkel üzemelő, és hangcsillapító dobozban elhelyezett berendezés.

2.7.6 Hangcsillapító

A berendezés akusztikai szempontból igényes megoldást követel. Ennek megfelelően igen fontos szempont a légtechnikai rendszer akusztikai illesztése. A hangcsillapító berendezéseket mind a gépegység, mind a légcsatorna hálózat rendszerébe be lehet építeni.

2.7.7 Gőznedvesítő elem

A kezelt levegő elektromos gőznedvesítő segítségével állítja be a kívánt nedvesítési értéket. A szellőző gépbe kerül elhelyezésre. Elektromos betáplálást és hidegvíz bekötést igényel. Az egyeztetettek szerint az irodatereket szellőztető berendezések kapnak nedvesítő egységet, többi berendezésbe nem kerül nedvesítő.

2.7.8 UV lámpás csírátlanító (germicid lámpák)

Egyeztetett, egyedi méretek alapján horganyzott lemezből, vagy légcsatorna panelből készülő ház az UV egységekhez. A házak fogadják az UV lámpákat szükséges darabszámban. A berendezés elektromos megtáplálást igényel, kapcsolószekrényt a közelében kell elhelyezni. UV berendezést egyeztetetten az I. ütemben az irodai szinti és hotelszobai rendszerekbe tervezünk, továbbá a földszintet ellátó rendszerek is kapnak UV csírátlanítót. A pince szinti kiszolgáló rendszerek, a kis sportszoba légkezelő (földszinten mennyezet alatt elhelyezve, kompakt gép), valamint a konyhai tisztán frisslevegős rendszer (nincs semmilyen visszakeverés és közvetítőközeges hővisszanyerővel rendelkezik) nem kapnak UV csírátlanítót. A II. ütem légkezelő berendezéseit, rendszereit Megrendelői döntés értelmében a tervek szerinti helyeken szintén UV csírátlanító berendezéssel láttuk el.

2.7.9 Légcsatorna hálózat

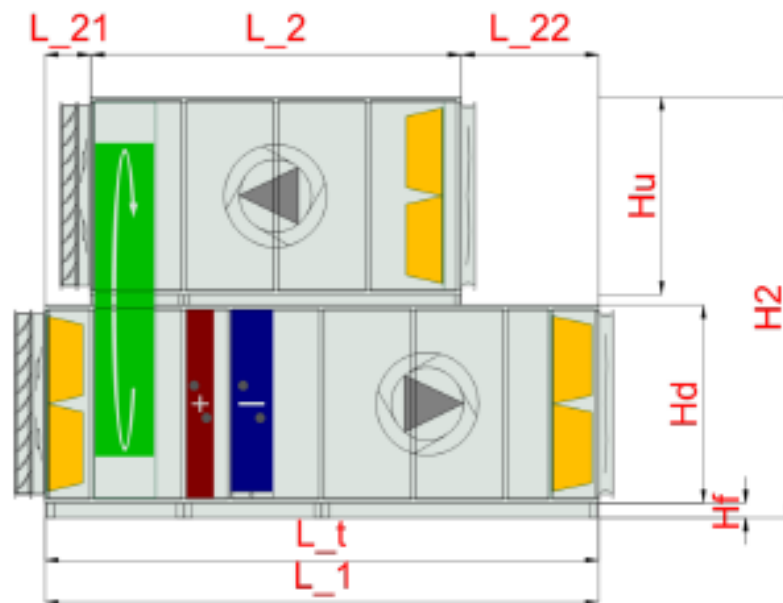
A kezelt levegő légcsatornán keresztül jut el a helyiségek légterébe. A légtechnikai vezetékek részére kialakított aknában, valamint a helyiségek álmennyezetében esetleg szabadon haladnak.

A szellőző-gépegységet akusztikai és rezgés elleni védelemmel kell ellátni. A légcsatornák, és vezetékek hőszigeteléséről gondoskodni kell.

Megfelelő akusztikai védelemmel kell biztosítani, hogy a szellőzőgépek közelében és a szellőztetett légtér helyiségeiben a zajszint nem haladhatja meg a magyar előírásokban, ill. szabványokban előírt értékeket.

A légtechnikai rendszer működtetése teljesen automatizálható, a szabályozás korszerű energiatakarékos megoldás. A berendezések kezelését és felügyeletét korszerű módon kell megoldani.

Általános felépítés:



42.ábra: Légkezelő általános felépítése

2.7.10 Szellőzési rendszerek

A földszinti és emeleti általános helyiségek, hotelszobák, az irodák, a közlekedők, az előterek, általános raktárak, vizesblokkok, stb. területeket ellátó légkezelő berendezések a tetőn gépterazon kerülnek elhelyezésre, a kezelt levegőt szigetelt légcsatornákon keresztül juttatjuk a komfortterekbe.

Az irodai magokban a teakonyhai rendszerkiállítás egy opcionálisan kiépíthető lehetőség a bérlők részére. Amennyiben nem kívánnak élni ezzel a lehetőséggel, akkor ebben az esetben az adott szinten a teakonyha elszívására készített légtechnikai lecsatlakozást le kell zárni.

Amennyiben kiépül a szinti teakonyha rendszer, akkor a központi irodai légtechnikai gép elszívó ágát a kiépített teakonyhai elszívás légmennyiségének megfelelően vissza kell szabályozni. A táblázat a légtechnikai gépeken beállítható légmennyiségek maximumát mutatja.

Főbb légtechnikai rendszerek:

BUDAPEST IRODAHÁZ - HOTEL SZELLŐZÉS LÉGMENNYISÉG ADATOK				
Légkezelők megnevezése	Befűjt levegő légmennyisége	Elszívott levegő légmennyisége	Befűjt levegő hőmérséklet	Befűjt levegő hőmérséklet
	tél-nyár	tél-nyár	tél	nyár
	m3/h	m3/h	°C	°C
AHU-1 - Iroda I/I.	19 500	18 500	24	18
AHU-2 - Iroda I/2.	28 000	27 000	24	18
AHU-3 - Iroda I/3.	19 500	18 500	24	18
AHU-4 - Iroda II/I.	40 000	39 000	22	18
AHU-5 - Iroda II/2.	34 000	33 000	22	18
AHU-6 - Iroda II/3.	34 000	33 000	22	18
AHU-7 - Iroda II/4.	40 000	39 000	22	18
AHU-8 - Hotel szoba 1.	15 500	15 500	24	22
AHU-9 - Hotel szoba 2.	20 000	19 000	24	22
AHU-10 - Hotel Konferencia	9 000	9 000	24	22
AHU-11 - Hotel konyha	19 000	20 000	20	18
AHU-12 - Hotel Étterem	8 500	8 500	24	22
AHU-13 - Iroda Lobby I.	3 800	3 800	24	22
AHU-14 - Iroda Lobby II.	4 000	7 500	22	18
AHU-15 - Hotel Lobby	6 200	5 600	24	22
AHU-16 - Pincei kiszolg. I.	4 000	4 200	24	-
AHU-17 - Pincei kiszolg. II.	6 500	6 000	24	-
AHU-18 - Hotel Pince	2 800	2 800	24	-
AHU-19 - Retail I.	5 000	5 000	24	24
AHU-20 - Hotel Fitness	1 100	1 100	24	22
AHU-21 - Sky bar II.	8 000	8 000	22	18
AHU-22 - Kávézó II.	1 500	1 500	22	18
AHU-23 - Retail II.	13 000	13 000	22	20
Összesen:	-	-	-	-

Vastaggal jelölt légkezelők tartoznak a diplomamunkám részéhez.

A szellőző gépegységek tiszta friss levegővel működnek, fűtött és/vagy hűtött szellőzést biztosítok, hővisszanyerő egységgel.

A belsőterű helyiségek, vizesblokkok szellőztetése

Az épületben a belsőterű helyiségeket, valamint a vizes csoportokat gépi úton szellőztetem. Az elszívó rendszereket folyamatosan vagy időprogram alapján rendszeresen üzemeltetni kell, hogy a vizes blokkokban a penészesedést, ill. a kellemetlen szagok kiáramlását megakadályozzuk.

Mindegyik ilyen jellegű helyiségben depressziós szellőztetést valósítok meg. A helyiségek levegő utánpótlása egyrészt a befűvásból, másrészt a kapcsolódó helyiségek légteréből ajtórácsokon keresztül történik.

Az elszívó ventilátorokat a tetőn kültérben helyezem el, az általuk szállított levegő kidobása a friss levegő beszívástól távol történik.

2.8 Légvezetési rendszer kiválasztása:

2.8.1 Légvezetési rendszer kiválasztásának elméleti alapjai

A Navier-Stokes egyenletből levezetett hasonlósági szám alapján kiválasztható a légvezetési rendszer. Az egyenletből levezetett alakjában nem használhatjuk fel közvetlenül az Archimedesi-számot, mert a helyiség jellemzőit nem tartalmazza.

A feladat már elvégezhető a megfelelő átalakítások után a következő alakra hozva:

$$Ar_T = \frac{g}{T_b \cdot \rho \cdot c_p} \cdot \frac{q}{H^2} \cdot \frac{1}{n^3} \quad [-]$$

Ahol:

T_b a belső hőmérséklet a térben, K

ρ belső levegő sűrűsége, kg / m³

c_p a levegő izobár fajhője, $\frac{J}{kgK}$

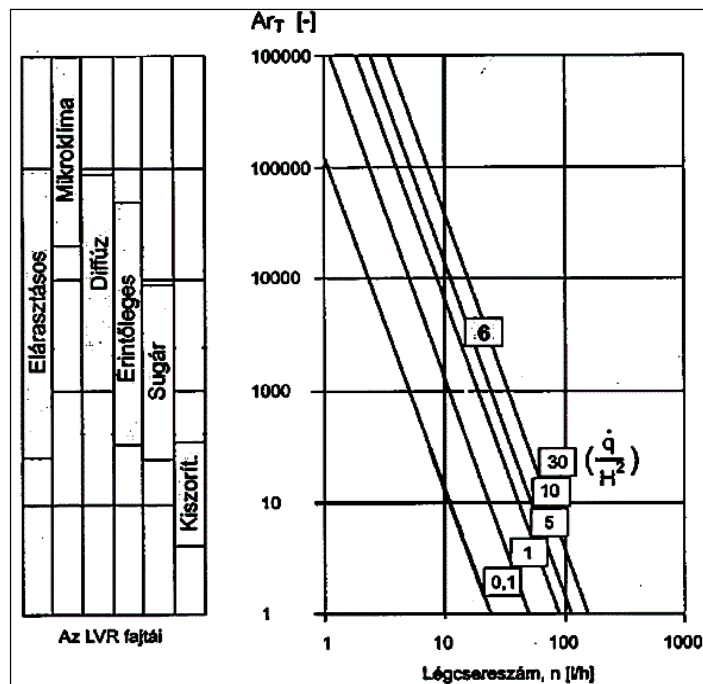
g a gravitációs gyorsulás, kg/s

q a tér fajlagos hővesztesége, W / m²

H a tér belmagassága, m

n a légcserezszám, 1/h

A 43. ábrán a feladat elvégzésére alkalmas légvezetési rendszer már kiválasztható, az Archimedesi-szám meghatározása után (Stevensné,2002):



43.ábra: LVR kiválasztása

2.8.2 Légvezetési rendszer kiválasztása

Szükséges a hőszükséglet és a hőterhelés meghatározása is, ahogy a korábbiakban is látható volt, ahhoz, hogy a megfelelő légvezetési rendszert válasszuk ki.

Az adatokat csak a legjellemzőbb terekre határoztam meg, mivel ezek a terek általában hasonlóak a kialakításukban és belső határolóikban. Az ablakok aránya és elhelyezkedése nagyban befolyásolja a terek légmozgását, ezért ezeket is figyelembe vettem a légvezetési rendszer tervezése során. A fan-coil rendszer kiválasztásával oldottam meg a terek hűtését-fűtését a megrendelő kérése alapján. A légcsereszám meghatározása során figyelembe vettem a beépített fan-coil által recirkuláltatott levegő mennyiségét, amely nagyban befolyásolja a szobák levegőjének minőségét. Az átlagos terekre és a szélsőértékekre is tekintettel voltam a légvezetési rendszer kialakításakor

A beépített fan-coil beltéri maximális teljesítménye (Clivet méretsor):

- Hűtésre 2,6 kW, fűtésre 1,8 kW
- A recirkuláltatott levegő térfogatárama 520 m³ /h

Ezt az adatot használtam fel mindkét térre, a fan-coil térfogatáramához a friss levegő térfogatáramát is hozzáadtam.

A friss levegő mennyiségét $200 \text{ m}^3/\text{h}$ -nak vettem, a légcsereszámot a térfogatáram ismeretében a térre vonatkozóan a térfogat és a térfogatáram hányadosaként határoztam meg.

A számítások eredményeit a 44. ábrán mutatom be:

Helyiség típus	Hőszükséglet	Hőterhelés	A	H	n	Ar _T (téli)	Ar _T (nyári)
	W/m ²	W/m ²		m	1/h		
Tárgyaló (hőterhelés minimális)	28,25	115,28	34,7	4,1	7,1	2375	11 535
Tárgyaló (hőterhelés maximális)	26,53	193,08	30,4	4,1	6,0	3175	25 632
Tárgyaló (hőszükséglet minimális)	25,43	131,26	34,7	4,1	7,1	1917	15 743
Tárgyaló (hőszükséglet maximális)	42,34	141,18	30,4	4,1	6,0	4265	24 348
Tárgyaló (átlagos)	30,64	145,23	32,55	4,1	6,55	2933	19 315
					Max	4265	25632
					Min	1917	11535

44.ábra: Archimedesi szám meghatározása

A kapott eredmények alapján látható, hogy diffúz vagy érintőleges légvezetési rendszer alkalmazására is lehetőségünk van. Én érintőleges légvezetési rendszert alkalmaztam.

2.9 A légsebesség hatására kialakuló elégedetlenség vizsgálata

2.9.1 Megengedhető légsebesség meghatározása számítással

A CR 1752 és az EN 7730 is kitér a kialakuló elégedetlenségre a huzat hatása által. Az alábbi egyenlet található mindkét szabványba:

$$DR = (t_b - t_a) \cdot (\bar{v} - 0,05)^{0,63} \cdot (0,37 \cdot \bar{v} \cdot Tu + 3,14) \quad (2.3)$$

Ahol:

DR a huzattal elégedetlenek százalékos aránya

t_a a levegő hőmérséklete, °C

$\bar{v}$ a levegő átlagsebessége a tér adott pontjában, m/s

Tu a turbulencia intenzitás a tér adott pontjában, %-ban

t_b a bőr hőmérséklete, °C

20 és 26 °C között, 0,5 m/s-nál nem nagyobb levegősebességre érvényes az összefüggés. 0,05 m/s-nál kisebb a sebesség, akkor 0,05 m/s-ot kell behelyettesíteni. Különböző aktivitási szint és különböző ruházat esetén a 45.ábrán látható táblázatból határozható meg a bőr hőmérséklete.

Aktivitási szint	Ruházat szigetelőképessége	A bőr hőmérséklete
met	clo	°C
1,0	1,4	30
1,2	1,2	30
1,2	1,4	29
1,0	1,7	29
1,0-1,2	0,5-0,8	34

45.ábra: Bőr hőmérséklete különböző aktivitási szinteknél

Általában 10 és 60 % közötti értékeket vesz fel a turbulencia intenzitás, ha pedig nem ismert, akkor 40 %-ra lehet felvenni az EN 7730 szerint.

Azt az egyenletet, amiről szó van, úgy dolgozták ki, hogy az olyan helyiségekben alkalmazható legyen, ahol könnyű, ülő munkát végeznek az emberek, azaz nem nagyon mozognak, és az egész testük hőmérséklete közel semleges. Az egyenlet arra szolgál, hogy előre jelezze az elégedetlenséget, amely a nyaknál jelentkező huzat miatt alakulhat ki. Az egyenlet kevésbé jelentős elégedetlenséget jelez előre a karok és a lábak esetében, mint amit az előre jelzett mennyiség mutat. Azok az emberek, akik alacsonyabb aktivitási szinten vannak, érzékenyebbek lehetnek a huzatra. Fontos megjegyezni azonban, hogy az egyenlet csak egy eszköz az elégedetlenség előrejelzéséhez, és számos más tényező is befolyásolhatja az emberek komfortérzetét egy adott helyiségben.

Különböző kategóriákba lehet sorolni a tereket az elégedetlenség aránya alapján. A EN 7730 a más határokat közölte, mint az CR 1752. A két különböző szabványra a kategóriák határai a 46.ábrán láthatók.

Kategória	Huzattal elégedetlenség aránya	
	CR 1752	EN 7730
A	<15%	<10%
B	<20%	<20%
C	<25%	<30%

46.ábra: Huzattal elégedetlenség száma

Az EN 7730 kategóriát figyelembe véve a következő értékeket határoztam meg a szobákra (47.ábra):

Helyiség típus	Aktivitási szint met	Ruházat hőszigetelő képessége clo	Helyiség hőmérséklet °C	Kategória	DR	Megengedhető légsebesség m/s
Szoba (tél)	0,8...1,0	0,7...1,0	22	A	10%	0,117
	0,8...1,0	0,7...1,0	22	B	20%	0,186
	0,8...1,0	0,7...1,0	22	C	30%	0,246
Szoba (nyár)	0,8...1,0	0,3...0,5	26	A	10%	0,144
	0,8...1,0	0,3...0,5	26	B	20%	0,251
	0,8...1,0	0,3...0,5	26	C	30%	0,340

47. ábra: Megengedhető légsebesség EN 7730 szerint

2.10 Anemosztátok, és egyéb eszközök típusai

2.10.1 A konferenciaterem szellőztetése

RS15-ös anemosztáttal (48.ábra) biztosítottam a konferenciaterem friss levegő ellátását és fan coil kicsatlakozását. Illetve az üvegfelületnél LD-14-0-2 résbefűvókat használtam friss levegő ellátásához és fan-coil csatlakozáshoz (49. ábra).



48. ábra: Lindab RS15 rotációs anemosztát



49. ábra: Lindab LD-14-0-2 résbefűvó

2.10.2 Hangcsillapító:

A hangcsillapító méretezését akusztikus méretezi a nekünk megfelelő brandstantardnek megfelelően.

Trox TX hangcsillapító



50. ábra: Trox hangcsillapító

2.10.3 VAV szabályzó

Négyszög keresztmetszetű VAV-készülékek változtatható légmennyiségű épületekben szigorú akusztikai elvárások mellett létesített, alacsony légáramlási sebességű levegő elszívó rendszerekhez.

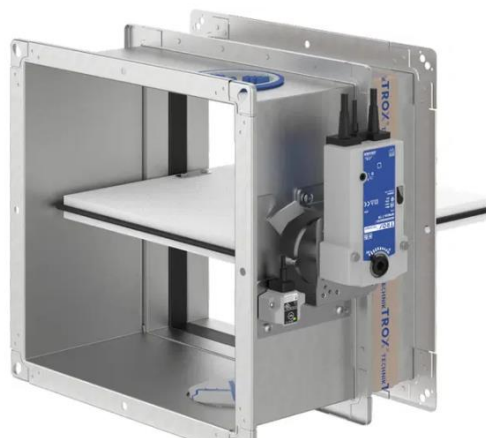


51. ábra: VAV szabályzó

2.10.4 Tűzcsappantyú

Trox-FKA2-EU

Négyszög keresztmetszetű tűzvédelmi csappantyú a tűzszakaszhatáron áthaladó légtechnikai vezetékek tűzeseti lezárására, különféle beépítési szituációkra, többféle méretben és kialakítással.



52. ábra: Trox-FKA2-EU tűzcsappantyú

2.10.5 A étterem szellőztetése

DCS 200-as anemosztáttal (53.ábra) biztosítottam az étterem friss levegő ellátását és fan coil kicsatlakozását, látszó gépészet lesz, így ezért kell ez a típus. Illetve az üvegfelületnél LD-14-0-2 résbefűvőket használtam friss levegő ellátásához és fan-coil csatlakozáshoz. (54. ábra)



53. ábra: Lindab DCS anemosztát



54. ábra: Lindab LD-14-0-2 résbefűvő

2.10.6 Egyéb terek szellőztetése

RS15-ös anemosztáttal (55.ábra) biztosítottam a konferenciaterem friss levegő ellátását és fan coil kicsatlakozását. Illetve az üvegfelületnél LD-14-0-2 résbefűvőket használtam friss levegő ellátásához és fan-coil csatlakozáshoz.



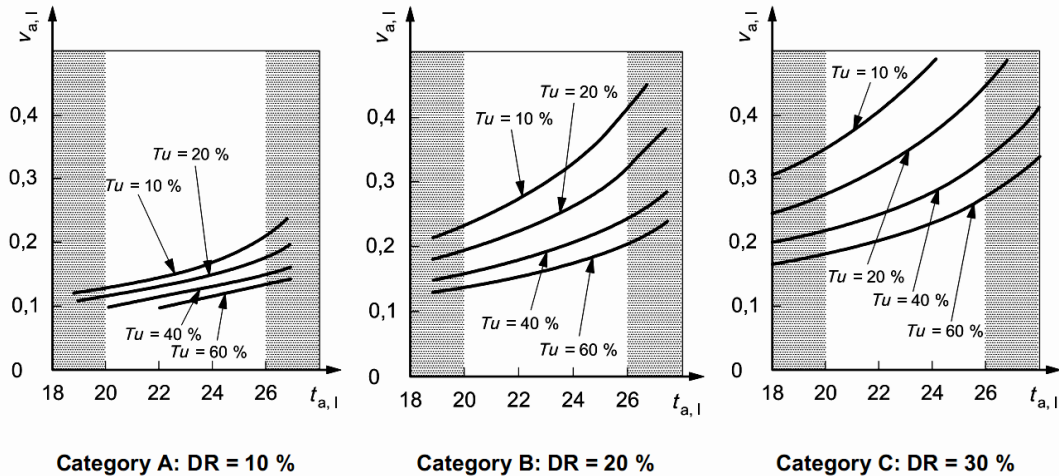
55. ábra: Lindab RS15 rotációs anemosztát



56. ábra: Lindab LD-14-0-2 résbefűvő

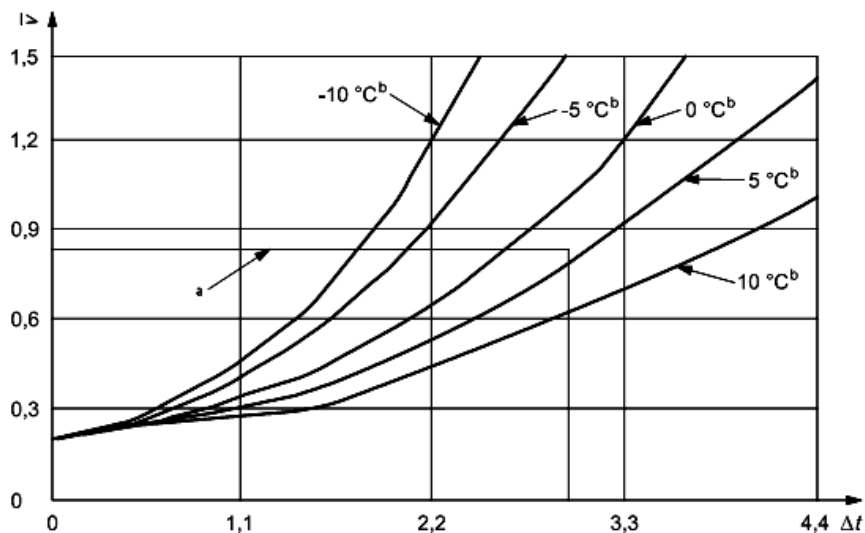
2.11 Megengedhető légsebesség meghatározása diagrammokról

Az EN 7730 és a CR1752 szabványok olyan diagramokat tartalmaznak, amelyek segítségével meghatározhatóak az egyes kategóriákhoz tartozó belső paraméterek, például a légsebesség és a hőmérséklet. Az EN 7730 szabványban található diagramokat a 57. ábra mutatja be.



57. ábra: Megengedhető légsebességek diagramja (EN 7730)

Az emberi test konvektív hőleadása fokozódik a megemelt levegősebesség hatására, ami azt jelenti, hogy bizonyos helyzetekben kívánatos lehet az átlagos légsebesség emelése a helyiségben. Ennek eredményeképpen a magasabb légsebesség lehetővé teszi a magasabb belső hőmérsékletet is, mint például 26°C. Az EN 7730 szabványban található 58. ábra szemlélteti ezt a hatást.



58. ábra: Magasabb belső hőmérsékletekre megfelelő diagram (EN 7730)

A 58. ábrán látható grafikonon az átlagos légsebesség és a hőmérsékletnövekedés látható 26°C-os belső hőmérséklet mellett. A diagram egy tipikus nyári öltözetet feltételez, melynek

hőszigetelő képessége 0,5 clo, az aktivitási szint pedig 1,2 met. Csak a téglalap területén belüli értékek érvényesek ilyen feltételek mellett, míg jobb hőszigetelésű ruházat vagy magasabb aktivitási szint esetén a téglalapon kívüli paraméterek is alkalmazhatóak.

A görbék különböző sugárzási hőmérséklet és levegőhőmérséklet-különbségeket mutatnak. A szabvány előírja, hogy az ilyen módon történő hőmérsékletnövelés csak akkor megengedett, ha a felhasználó képes az általa létrehozott nagyobb légsebesség szabályozására, hogy szükség esetén csökkenthesse azt.

2.11.1 Az alaki ellenállásokból származó nyomásvesztés meghatározása

Az alábbi képlettel lehetséges az alaki ellenállásokból származó nyomásvesztés meghatározása:

$$\Delta p' = \zeta \cdot \frac{\rho}{2} \cdot v^2 \quad (2.15)$$

ζ az alaki ellenállás tényező, [-]

ρ a közeg sűrűsége, [kg/m³]

v a közeg átlagsebessége, [m/s]

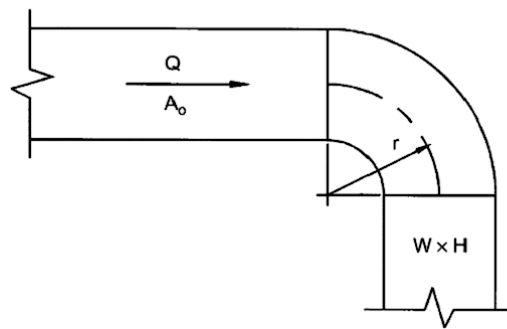
Lehet számítani is az alaki ellenállás tényező értékeit (Menyhárt,1990), illetve az egyes idomokra annak értéke diagrammokból vagy táblázatokból (ASHRAE,2009) is meghatározható.

Ilyen táblázatokra az alábbiakban látható két példa.

Az 59.ábrán látható a négyszögletes könyökidom ellenállásának függvénye a keresztmetszet oldalainak arányától, valamint a sugár és a keresztmetszet szélességének arányától

Alaki ellenállástényező értéke											
r/W	$W \times H$										
	0.25	0.50	0.75	1.0	1.50	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0
0.50	1.53	1.38	1.29	1.18	1.06	1.00	1.00	1.06	1.12	1.16	1.18
0.75	0.57	0.52	0.48	0.44	0.40	0.39	0.39	0.40	0.42	0.43	0.44
1.00	0.27	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.18	0.19	0.20	0.21	0.21
1.50	0.22	0.20	0.19	0.17	0.15	0.14	0.14	0.15	0.16	0.17	0.17
2.00	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13	0.13	0.14	0.14	0.15	0.15

59.ábra: Könyökidom ellenállás tényezője



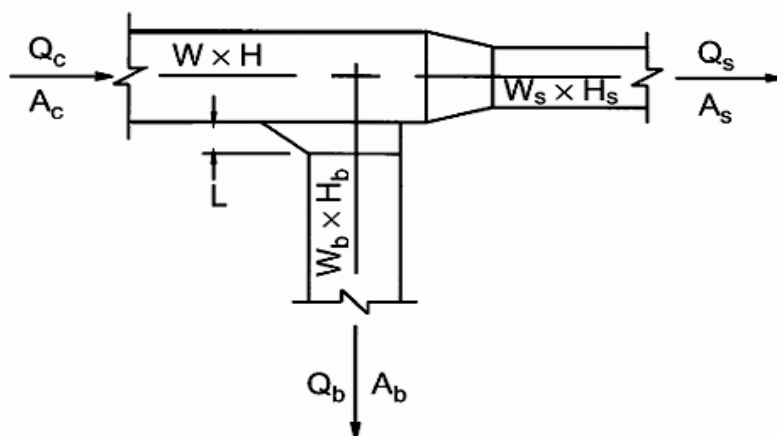
Az 60. ábrán megtekinthetők a T-elágazás ágaira vonatkozó ellenállási tényezők, amelyek a belépő és a kilépő térfogatáramokat, valamint a belépési és a kilépési keresztmetszetet veszik figyelembe. Az ábrán az x-tengelyen a belépő térfogatáramok aránya látható a teljes térfogatáramhoz képest, míg az y-tengelyen a T-elágazás ágainak ellenállási tényezői vannak feltüntetve. A különböző vonalak különböző belépő és kilépő keresztmetszetekre és arányokra vonatkoznak.

Alaki ellenállás tényező értékei a mellékágra

A_b/A_c	Q_b/Q_c								
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0.1	0.32	0.33	0.32	0.34	0.32	0.37	0.38	0.39	0.40
0.2	0.31	0.32	0.41	0.34	0.32	0.32	0.33	0.34	0.35
0.3	1.86	1.65	0.73	0.47	0.37	0.34	0.32	0.32	0.32
0.4	3.56	3.10	1.28	0.73	0.51	0.41	0.36	0.34	0.32
0.5	5.74	4.93	2.07	1.12	0.73	0.54	0.44	0.38	0.35
0.6	8.48	7.24	3.10	1.65	1.03	0.73	0.56	0.47	0.41
0.7	11.75	10.00	4.32	3.31	1.42	0.98	0.73	0.58	0.49
0.8	15.57	13.22	5.74	3.10	1.90	1.28	0.94	0.73	0.60
0.9	19.92	16.90	7.38	4.02	2.46	1.65	1.19	0.91	0.73

Alaki ellenállás tényező értékei a főágra

A_s/A_c	Q_s/Q_c								
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0.1	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.2	0.98	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.3	3.48	0.31	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.4	7.55	0.98	0.18	0.04	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
0.5	13.18	2.03	0.49	0.13	0.04	0.00	0.01	0.00	0.00
0.6	20.38	3.48	0.98	0.31	0.10	0.04	0.02	0.01	0.00
0.7	29.15	5.32	1.64	0.60	0.23	0.09	0.04	0.02	0.01
0.8	39.48	7.55	2.47	0.98	0.42	0.18	0.08	0.04	0.02
0.9	51.37	10.17	3.48	1.46	0.67	0.31	0.15	0.07	0.04



60. ábra: T-idom ellenállás tényezője

2.11.2 Általános szint elosztó hálózatának méretezése

Az előzőekben ismertetetteknek megfelelően végeztem az elosztó hálózat előméretezését. Megrajoltam a hálózat nyomvonalát az előzetesen meghatározott méretek figyelembevételével, a Revit nevű programjával végeztem a végleges méretezést.

2.11.3 Elosztóhálózat méretezési kritériumai

Az előméretezés során két kritériumot kellett figyelembe venni. Először is, a vezetékekben áramló közeg sebessége nem haladhatta meg a maximális értéket. Másodszor, a szakaszok fajlagos nyomásesésének értéke sem léphetett túl bizonyos határokat. Ha a fajlagos nyomásesés túl magas volt, akkor az káros hatással volt a hálózat ellenállására. Emiatt előfordulhatott, hogy a kisebb átmérőjű csövek alkalmazása magasabb fajlagos nyomásesést eredményezett, ami kedvezőtlen hatással volt a hálózat üzemeltetésére.

Az 61.ábrán látható kritériumokat alkalmaztam a sebességek esetében:

Hálózati elem megnevezése	Sebesség maximális értéke [m/s]			
	Ajánlott tartomány		Alkalmazott érték	
	(Környey,1999)	(Recknagel,2000)	Befújás/Elszívás	Kidobás/frisslevegő
Fővezeték	4...12	4...8		
Szállodai szinten			3...4	
Felszálló aknában			4,5 ..5	
Gépházi gerincvezeték			6,5	6,5...7
Ágvezeték	2...8	3...5	3	
Külsőlevegő zsaluk		2...3		3

61. ábra: Légtechnikai rendszer sebességeinek kritériumai

Máshol elsősorban a fajlagos nyomásesésre vonatkozóan közölnek kritériumot (62.ábra) (ASHRAE 2009)

Határ	Fajlagos nyomásesés
	Pa/m
-	0,65...5
ø800 fölött	0,2...1,2 közelítőleg

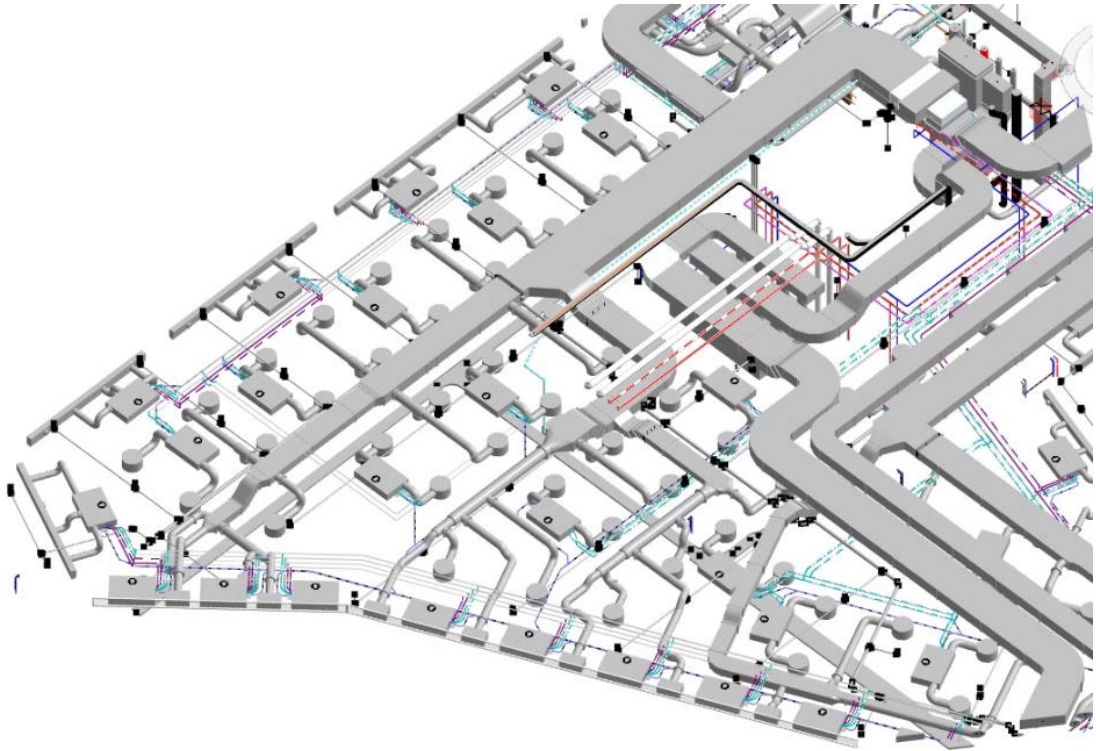
62. ábra: Fajlagos nyomásesés különböző méretű légcatornákban

Törekedtem arra, hogy az alsó határ közelében legyek a vezetékhálózat méretezése során.

2.11.4 Vezetékhálózat előméretezése

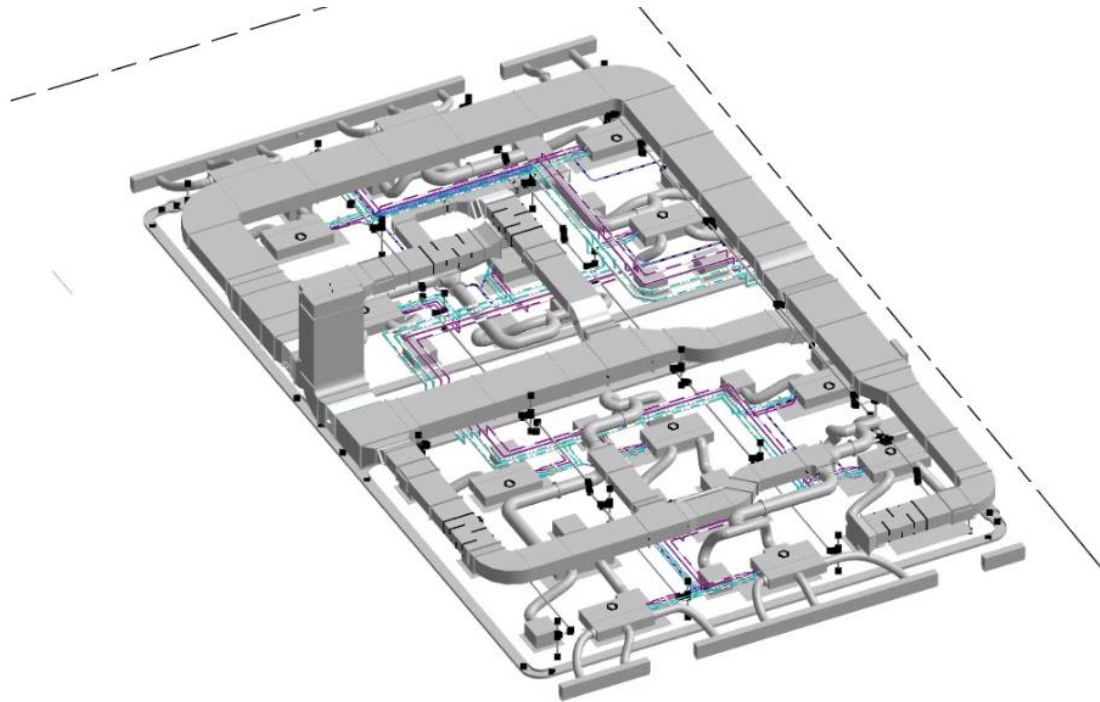
A légtechnikai rendszert méreteztem Revit programban.

Látszó gépészet 3D-ben:

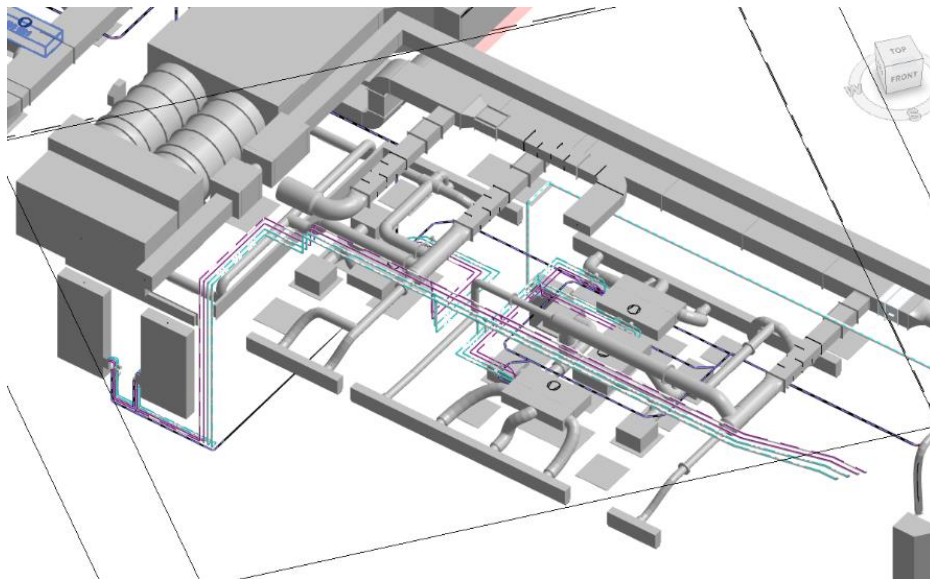


63. ábra: Éterem 3D-ben

Konferenciaterem fűtése/hűtése és légtechnikája 3D-ben



64. ábra: Szekcionálható konferenciaterem



65. ábra: nyomott álmennyezetű konferenciatermek

Összefoglaló

Az első részben bemutattam az épülete, majd megvizsgáltam a légvezetési rendszerek típusait és a konferenciatermeknél, éttermeknél esetlegesen alkalmazható, megfelelő komfortot biztosító gépészeti rendszereket a szakdolgozatom első részében. Négy rendszer tulajdonságait, előnyeit és hátrányait elemeztem az elvégzendő feladat által támasztott követelmények szempontjából és megvizsgáltam a légtechnikai rendszerek hangcsillapításának műszaki megoldásait. A rendszerek a szöveg tagolásának sorrendjében a következők voltak: fan-coil, VRV berendezések, klímagerendák, felületi hűtések és fűtések. A szakdolgozat második egységét a hőtechnikai számítások különböző fajtáinak bemutatásával kezdtem, amit winwatt programban számoltam végig, és az földszint tervezése jelentette, melyben kitértem a belső terek méretezésének komfort szempontjából fontos kérdéseire (légsebesség, huzat hatás, aktivitási szint és ruházat hatása). Kitértem a hő- és hűtési energiatermelésének kiválasztására, rendszer kialakítására, (hőszivattyú berendezés, levegő-víz hőszivattyú), ezután kiválasztottam a hőleadókat, és hogy pontosan milyen fűtési és hűtési rendszert tervezek az épületbe. Ezek után kitértem a szellőztetésre, klímátizálásra, ahol a megrendelő által kívánt fejadagokat és egyéb kéréseket tisztáztam. Valamint kitértem a légvezetési rendszer Archimedesi szám alapján történő kiválasztásának módszerére, illetve a légcsatorna hálózat áramlástechnikai lehetséges módszerére. Ezek után bemutattam a betervezett anemosztátokat és egyéb eszközöket (Hangcsillapító, VAV szabályzó, tűzcsappantyú, és a kiválasztott anemosztátok a különböző terekbe). Diplomadolgozatom utolsó részében kitértem a megengedhető légsebesség kérdésére, és az épület légtechnikai méretezésére, majd bemutattam pár képen a nehezebben tervezhető tereket 3D-ben.

Summary

In the first part, I presented the building, then I examined the types of ventilation systems and the mechanical systems that can be used in conference rooms and restaurants to ensure adequate comfort in the first part of my thesis. I analyzed the properties, advantages and disadvantages of four systems from the point of view of the requirements imposed by the task to be performed and examined the technical solutions for the sound attenuation of the ventilation systems. The systems, in the order in which the text was divided, were: fan-coil, VRV equipment, air conditioning beams, surface cooling and heating. I started the second unit of the thesis with the presentation of the different types of thermal calculations, which I calculated in the winwatt program, and it was the design of the ground floor, in which I covered the important issues of the dimensioning of the interior spaces from the point of view of comfort (air velocity, draft effect, activity level and effect of clothing). I covered the selection of heat and cooling energy production, the design of the system (heat pump equipment, air-water heat pump), then I selected the heat emitters and exactly what kind of heating and cooling system I plan for the building. After that, I touched on ventilation and air conditioning, where I clarified the head ratios and other requests requested by the customer. I also covered the method of selecting the air duct system based on the Archimedes number, as well as the possible flow technology method of the air duct network. After that, I presented the designed anemostats and other devices (Sound Attenuator, VAV controller, fire damper, and the selected anemostats for the different spaces). In the last part of my diploma thesis, I touched on the issue of permissible air speed and the aerodynamic dimensioning of the building, and then I presented in a few pictures the spaces that are more difficult to design in 3D.

KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

A **Kaczur Bence** (név) (hallgató Neptun azonosítója: **FFYIH0** konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfólió¹ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*3}

Kelt: 2023. év május hó 2 nap


Belső konzulens

NYILATKOZAT

a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió¹ nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: KACZUR BENCE
A Hallgató Neptun kódja: FFYIH0
A dolgozat címe: IRODAHÁZ/HOTEL EGY SZINTJÉNÉK KOMPLEX TERVEZÉSE
A megjelenés éve: 2023
A konzulens tanszék neve: Épületgépészeti és Energetikai Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió² egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, s az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

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

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

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

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

Kelt: 2023 év 05 hó 02 nap

Kaczur Bence
Hallgató aláírása

Irodalomjegyzék:

Tamim Sookoor, Brian Holben, Kamin Whitehouse (2013): Feasibility of retrofitting centralized HVAC systems for room-level zoning

Yamile Díaz Torresa , Hernán Hernández Herrera^b , Mario A. Alvares Guerra Plasencia^a , Eduardo Pérez Novoc , Lester Pimentel Cabrera^d , Dries Haeseldonckx^e , Jorge Iván SilvaOrtega^f (2020): Heating ventilation and air-conditioned configurations for hotels an approach review for the design and exploitation

E. Kyriakia, V. Drosoub , A.M. Papadopoulou^a (2015): Solar Thermal Systems For Low Energy Hotel Buildings: State Of The Art, Perspectives and Challenges

S.Smitt, I.Tolstorebrov, P.Gullo, A.Pardiñas, A.Hafner^a (2021): Energy use and retrofitting potential of heat pumps in cold climate hotels

Dr. Bánhídi L. Dr. Mészler Csécsztin szerkesztők, szerzők: Dr. Barna L., Dr. Barótfi I., Dr. Chappon M., Cséki I., Dr. Csoknyai I., Csöppenszky G., Dési A., Goda R., Dr. Kajtár. L., Dr. Kovács K. Dr. Magyar T., Dr. Magyar Z., Ronkay F., Szánthó Z. Dr. Temesvári J. Dr. Várfalvi J., Virág Z., (2009): Korszerű gyakorlati épületgépészet VÉRLAG Dashöfer szakkiadó kft. & T. Bt.

Bhatia: HVAC Variable Refrigerant Flow Systems, Course No: M03-014, Continuing Education and Development, Inc.; Stony Point, NY 10980

Ramez Afify: Sustainable Design of Water Source VRF, ASHRAE Journal, 2013/10

Tóth Attila, Till Gábor: VRF- rendszerek, 2004/05

Csizmadia Gábor: Változó hűtőközeg-tömegáramú rendszerek, 2011/05

Lánczi János: Változó hűtőközeg-áramú (VRF) rendszerek tervezési, kivitelezési szabályai, trükkjei, 2005/08

Fejes Gábor: Folyadékűtő vagy VRF, 2008/09

Kiss Gábor: VRV vagy kazán, 2007/06

Vigh Gellért: Anemosztátok, légvezetési rendszerek előadás- mmk.hu

Prof. Barótfi István PhD, Halász Györgyné PhD: Irodaépületek épületgépészeti kialakításának energetikai összefüggései 2013

<https://docplayer.hu/1177660-Irodaepuletek-epuletgepeszeti-kialakitasanak-energetikaiosszefuggesei.html>

Lindab: Waterborne indoor climate systems, 2014

Bjarne W. Olesen: Radiant floor heating in theory and practice, ASHRAE Journal, 2002/07

Lindab: Ceiling Heating Guide, Theory water heating, 2014

Wavin: Felületfűtési és –hűtési rendszer kézikönyv, 2020

Rehau: Műszaki információk felületfűtésekről és hűtésekről, 2020
<https://www.rehau.com/műszaki-tájékoztató.pdf>

Uponor: Falfűtés és falhűtés, 2022 <https://www.uponor.com/hu-hu/termekeink/falfutes-falhutes>

Szigetvári Csilla: Meditherm fal, padló és mennyezet fűtő- és hűtőrendszerek energiafogyasztása, 2007/10

Mottl Gábor: A falfűtés általános bemutatása I. rész, 2000/07-08

CR 1752, CEN, 1998

Uponor: Ötrétegű csőrendszerek 2023

e-gépész.hu: A klímagerendáról 2010.11.8 <https://www.e-gepesz.hu/cikkek/5542-a-klimagerendarol>

Cibse Journal: Module 65: Applying chilled beams to reduce building total carbon footprint
<https://www.cibsejournal.com/cpd/modules/2014-06/>

Szalay Zoltán (2011): Magyar Épületgépészet, HALTON újdonságok a klímagerendás légkondicionálásban

Hurbán Tamás (2012): Magyar Épületgépészet, Újfajta klímagerendák – bővülő beépítési lehetőségek

price: Engineering Guide – Active & Passive Beams
<https://www.priceindustries.com/content/uploads/assets/literature/engineering-guides/activepassive-beams-engineering-guide.pdf>

HGD: Felületfűtés
<http://www.hgd.hu/hu/feluletfutes>

Air Con Energy: VRF rendszerek, 2020 - <https://airconenergy.hu/klimak/vrf-rendszerek/>

Baumann József, Baumann Mihály (2020): WinWatt – Fűtéstechnikai programcsomag épületenergetikai és optimalizáló modullal.
<http://www.bausoft.hu/leiras/WinWatt.pdf>

MSZ 04 140/3-87 Épületek és épülethatároló szerkezetek hőtechnikai számításai

MSZ 04 140/4-78 Hűtési hőterhelés számítás szabványok

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

EN 7730, CEN, 2005

Recknagel, Sprenger, Schramek: Fűtés- és klimatechnika, Dialóg Campus Kiadó, Budapest Pécs, 2000

Dr. Menyhárt József: Légtechnikai rendszerek, Tankönyvkiadó, Budapest, 1990

Környey Tamás: Hőátvitel Műegyetemi Kiadó, Budapest, 1999

ASHRAE Handbook-HVAC Applications, ASHRAE, 1791 Tullie Circle, Atlanta, GA 30329, 2017

Stanley A. Mumma, Ph.D., P.E.: Chilled ceiling in parallel with dedicated outdoor air systems: addressing the concerns of condensation, capacity and cost, ASHRAE Transactions, 2002, Vol. 108, Part 2.

Stevensné Száday Edit: Az elárasztásos légvezetési rendszer alkalmazásának korlátai, 2002/8