

# **HŰTŐ-, KLÍMA- ÉS HŐSZIVATTYÚ- BERENDEZÉS-SZERELŐ**

**MESTERVIZSGÁRA**

**FELKÉSZÍTŐ JEGYZET**

**Budapest, 2017**

Szerző:  
**Rabi Zsolt**

Lektorálta:  
**Vasáros Zoltán**

Kiadja:  
**Magyar Kereskedelmi és Iparkamara**

# Tartalomjegyzék

<b>1. Építőipari közös feladatok 003-09</b>	<b>6</b>
<i>1.1. Az építési tevékenység alapfeladatai</i>	6
1.1.1. Kiviteli tervek	6
1.1.2. Tervdokumentációk ellenőrzése javaslatok, észrevételek	7
1.1.3. Munkával kapcsolatos szervezési feladatok	8
1.1.4. Kapcsolattartás alvállalkozókkal, más szakágak kivitelezőivel	9
1.1.5. Munkaterület átadás, átvétele	9
1.1.6. Az elektronikus építési napló	11
1.1.7. Kivitelezési munkák irányítása, ellenőrzése	11
1.1.8. Beszabályozási feladatok épületgépészeti rendszerek beüzemelésénél	13
1.1.9. Átadás-átvételi eljárás	14
1.1.10. Kivitelezési munkák lezárása, dokumentációk megőrzése	17
<i>1.2. Balesetmentes munkavégzés feltételei</i>	17
1.2.1. Munkaterület általános tűz-, baleset-, környezetvédelmi előírásai	17
1.2.2. Hűtőközegek és hűtőgépolajok kezelésének biztonságtechnikai előírásai	17
1.2.3. A hűtőközeg kezelés	19
1.2.4. A hűtőközeg lefejtéskor betartandó szempontok	19
<i>1.3. Anyagszükséglet meghatározása</i>	20
1.3.1. Költségkalkuláció, árképzés	20
1.3.2. Költségvetés készítés	21
<b>2. Hűtő- és hőszivattyú rendszer és berendezés-szerelő feladatok 089-12</b>	<b>22</b>
<i>2.1. A hűtéstechnikai szerelés alapjai</i>	22
2.1.1. Szerelési technológiák, rendeletek, szabályzatok előírásai, általános követelmények, személyi követelmények.	22
2.1.2. Helyszíni szerelésre vonatkozó biztonságtechnikai előírások.	22
2.1.3. Gépkönyvek, műszaki leírások,	22
<i>2.2. Szerelési feladat előkészítése</i>	23
2.2.1. Kiviteli tervek értelmezése, műszaki leírásokban közölt utasítások alkalmazása.	23
2.2.2. Helyszíni vázlatok készítése (tartószerkezetek, tartóállványok).	23
2.2.3. Dokumentációk alapján történő berendezés beazonosítás.	23
2.2.4. Csőszerelési nyomvonalak, faláttörési, falvésési és szerelő-kőműves munkák a helyszíni szerelés előkészítésénél, tartószerkezetek, állványok helyének meghatározása, vagy kijelölése dokumentációk alapján.	23
2.2.5. A munkavégzésre vonatkozó szabályok (Szerelési Biztonsági Szabályzat)	23
<i>2.3. Hűtéstechnikai rendszerek elemeinek, részegységeinek szerelése, ellenőrzése, átadása</i>	23
2.3.1. Hűtéstechnikai csővezetékek (hűtőközegek szállítására)	24
2.3.2. Csővezetékek szigetelése	27
2.3.3. Hűtőkompresszorok (beazonosítás, szerkezeti felépítés, csatlakozások, szerelés)	28

2.3.4. Aggregátok, csoport-aggregátok (beazonosítás, szerkezeti felépítés, csatlakozások, szerelés)	28
2.3.5. Elpárolgatók (beazonosítás, működés, szerkezeti felépítés, csatlakozások, szerelés)	28
2.3.6. Kondenzátorok (beazonosítás, működés, szerkezeti felépítés, csatlakozások, szerelés)	31
2.3.7. Adagolók (beazonosítás, működés, szerkezeti felépítés, csatlakozások, szerelés)	31
2.3.8. Szerelvények, segédszerelvények (beazonosítás, működés, felépítés, csatlakozások, szerelés)	32
2.3.9. Hőszivattyús berendezések alkalmazása	34
2.3.10. Szabályozó, vezérlő és védelmi berendezések (beazonosítás, működés, felépítés, csatlakozások, szerelés)	38
2.3.11. Szerelések ellenőrzése tervdokumentáció alapján és szemrevételezéssel	46
2.3.12. Hűtőtechnikai rendszer nyomáspróbája és idegengáz eltávolítása és azok dokumentálása	46
2.3.13. Szivárgáskeresés technológiája, eszközei, folyamata, dokumentálása	51
2.3.14. A szerelési munka átadásának dokumentálása, alkalmazott eszközök	59

### 3. Klíma és légtechnikai rendszer és berendezés-szerelő feladatok 090-12 66

3.1.	<i>Légtechnikai alapismeretek</i>	66
3.1.1.	A klímatisztítás folyamata,(természetes, mesterséges levegőhűtési módok)	66
3.1.2.	Zárt terek komfortkövetelményei	66
3.1.3.	Légkezelő rendszerek	68
3.1.4.	A mesterséges szellőztetést ellenőrzött ventilátoros berendezésekkel oldják meg, velük szemben követelmény, hogy ne okozzon huzatot és kellemetlen zajt. Szellőztető rendszerek elvi kialakítása és csoportosítása	69
3.1.5.	A légtechnika rendszer zajforrásai, testhang és léghang	71
3.1.6.	A levegő szűrése, portalanítás	71
3.1.7.	A nedves levegő állapotváltozásai, a h-x diagram felépítése, felhasználása, a levegő fűtése, hűtése, nedvesítése , szárítása	72
3.1.8.	A szigetelés alkalmazott anyagai Klímatechnikai (hideg) szigetelő csőhéjak és lapok	74
3.1.9.	Hővisszanyerés berendezései, energiaigény csökkentési lehetőségek	74
3.2.	<i>Légtechnikai rendszerek elemei</i>	77
3.2.1.	Légkezelő központok felépítése	77
3.2.2.	Ventillátorok csoportosítása	77
3.2.3.	Légtechnikai segédberendezések - hőcserélők (kondenzátor, elpárolgató)	79
3.2.4.	Légcsatorna hálózat anyagai	81
3.2.5.	Kör vagy négyszög keresztmetszetű légcsatorna	83
3.2.6.	Légcsatorna rendszer szerelvényei	84
3.2.7.	Befűvő és elszívó rácsok (anemosztátok)	84
3.2.8.	Légszelepek, Résbefűvők	84
3.2.9.	A szellőzőrácsok kiválasztása	84
3.2.10.	Szabályozó szerelvények	84
3.2.11.	Tűzvédelmi csappantyúk	84
3.2.12.	Akuszтика, a légtechnikai rendszerek hangcsillapító berendezései	85

3.2.13.	Hangtompító szerkezetek	86
3.3.	<i>Légtechnikai rendszerek telepítési, üzembe helyezési ismeretei</i>	87
3.3.1.	Családi házak lakások hővisszanyerővel kiegészített szellőztető rendszere	87
3.3.2.	Kiegyenlített szellőztető rendszer talajhő-hasznosítással	87
3.3.3.	Komfort léghűtő rendszerek	90
3.3.4.	Roof-top készülékek	92
3.3.5.	VRF rendszerek	94
3.3.6.	Méretezés - A klímakiválasztás elvei	99
3.3.7.	Központi klímarendszerek szabályozása	101
3.3.8.	Légtechnikai rendszer vezérlési sémája	104
3.3.9.	Légtechnikai rendszerekhez kapcsolódó épületgépészeti rendszerek	105
3.3.10.	Nagykonyhák szellőzési rendszerének kialakítása	105

**Felhasznált és ajánlott irodalomjegyzék**

**108**

# 1. Építőipari közös feladatok 003-09

## 1.1. Az építési tevékenység alapfeladatai

Kivitelezés megkezdésének alapvető feltétele a munkavégzéshez szükséges engedélyek megléte. Építési engedélyt csak az kaphat, aki a tulajdonosa a területnek. Az épülethez tartozó gépészeti rendszerek közül a gázszerelési munkák, a víz és elektromos közmű csatlakozások kivitelezése engedélykötelesek.

Különleges építési munkához (pl: hőszivattyú talajszonda) bányaműszaki felügyelőség engedélye is kell. Közműmunkáknál burkolatbontási engedély szükséges.

A vállalkozónak a kiviteli terveket részletesen meg kell ismerni, tartalmilag feldolgozni.

### 1.1.1. Kiviteli tervek

A kivitelezés előkészítésének alapvető feltétele a megrendelt munka kiviteli terve. Az épületgépészeti tervrajz és a hozzá kapcsolódó szöveges kiegészítés a tervezők, által kialakított műszaki megoldások megjelenítése. Tartalmazza mindazon információkat, melyek a működőképes rendszer kivitelezéséhez szükségesek:

- csövek szerelvények típusa, mérete
- berendezési tárgyak szerelvények csatlakozási méretei,
- a rendszer elemek egymáshoz való kapcsolódásának sorrendje
- a technológia működés leírása, műszaki jellemzői
- munkavédelemi, tűzvédelmi előírások
- a tervezett munkák költségkalkulációja

A kivitelező munkáját, és egyben felelősségét is csökkenti, ha megfelelő kiviteli terv alapján dolgozik, hiszen a tervező felelős – terv szerinti kivitelezés esetén - az általa kialakított rendszer rendeltetésszerű működéséért.

A tervező, egyedileg, az igényeknek és feltételeknek megfelelően, egy általa optimálisnak tartott megoldásra tesz javaslatot számítások, és méretezések alapján.

### Szakági tervek részlettervek

Épületgépészeti tervek tartalmi követelményeit a mesterképzés keretében az ágazatok szakmai moduljai tartalmazzák. Itt csak a fontosabb általános szempontokat foglaljuk össze. A tervdokumentáció műszaki leírása az egyes épületgépészeti szakágakkal kapcsolatos műszaki információkat tartalmazza szöveges formában.

### **1.1.2. Tervdokumentációk ellenőrzése javaslatok, észrevételek**

A kivitelezési tervdokumentációban a tervező meghatározza az összes épületgépészeti berendezés, csőhálózat, beépített szerelvény térbeli elhelyezkedését, méretét, mennyiségét valamint azok részletes, tételes költségvetési kiírását a technológiai folyamatok és minőség szerint csoportosítva.

#### **A kivitelezési dokumentáció tartalmi követelményei:**

- helyszínrajz,
- egyesített közmű terv, az építmények és a közművek kapcsolata
- alaprajzok,
- metszetrajzok,
- épületgépészeti tervek (ivóvíz-, ipari víz-, gáz-, szennyvíz-, csapadékvíz vezetékrendszerről
- üzemelés technológiai terv,
- szakáganként műszaki leírások,
- a beépítendő épületgépészeti berendezések műszaki specifikációja,
- részletes, minden szakágra kiterjedő tételes költségvetés-kiírás, mennyiségi kimutatással.

#### **A kiviteli terv ellenőrzése**

A kivitelező, vagy megbízottja, a kivitelezés megkezdése előtt köteles a tervdokumentációt ellenőrizni. Így a terv hiányosságai már a kivitelezési munkák előtt kiderülnek, a terv javítása időben elvégezhető. Ellenőrizni kell:

- a műszaki tartalom szakszerűségét, működőképességét, a vonatkozó szabványok és egyéb szakmai szabályok betartását.
- a környezetvédelem, tűzvédelem, a zaj és rezgés elleni védelem, az energiatakarékosság szempontjait.

#### **Módosítási javaslatok**

A kivitelező a kiviteli terveket megismerve, javaslatot tehet a beépítésre kerülő berendezések, szerelvények, csőszerelési technológiák módosítására.

#### **A módosítás feltételei:**

- a tervtől eltérő gyártmány, és technológia legyen műszaki szempontból egyenértékű a tervezettel.

- a módosított anyagot, berendezést fogadja el a megrendelő képviselője (műszaki ellenőr)
- a tervező hagyja jóvá a módosítási javaslatot

#### **A tervek átvizsgálása során a kivitelező észrevételeket tehet:**

- a tervtől eltérő nyomvonalvezetésre,
- nem egyértelmű szerelési megoldások pontosítására
- betervezett berendezések elhelyezésének módosítására
- az esetleges hibás kapcsolás korrekciójára
- a működést nem biztosító szabályozások megváltoztatására
- a tervek egyéb hiányosságaira

Ezeket az észrevételeket tervezői beruházói közös megbeszélésen kell egyeztetni, és a végleges megoldásokat a tárgyalás jegyzőkönyvében rögzíteni kell.

Amennyiben a tervek egy része módosításra kerül, esetleg lényeges többlet, vagy pótmunka igény merül fel, a kivitelező javaslatot tehet, és kérheti az eredetileg tervezett és szerződött határidő módosítását.

#### **Költségvetés kiírásának ellenőrzése**

- A költségvetési kiírások tartalmazzák-e a tervezett rendszerek anyagait, és adatait. A költségvetésben szereplő anyagok nyomásfokozata, hőállósága, akusztikai paraméterei megfelelnek-e a terven szereplő rendszereknek?
- A kiírt gépészeti berendezések műszaki paraméterei a terven szereplővel megegyeznek-e?
- A megadott műszaki adatok egyértelműen elegendők-e ahhoz, hogy helyettesítő (vele egyenértékű) termékeket lehessen megajánlani?
- A tervek vagy darabjegyzék, vagy kiírás tartalmazzák-e a csővezetékek méreteit, típusait, hőszigetelését, rögzítését?
- A terv, a költségvetés egységes szerkezetű és hiánytalan?
- Szerelvények, berendezési tárgyak darabszáma, típusa?
- Elektromos munkák, vezérlés, szabályozás költségei szerepelnek-e a költségvetésben?

#### **1.1.3. Munkával kapcsolatos szervezési feladatok**

A szervezés szó a latin organizáció kifejezésből származik.

A szervezés egy olyan tevékenység, amely kitűzött célok elérése érdekében alakítja a szükséges munkafolyamatokat, az ezeknek megfelelően irányítja az ezekhez szükséges munkaerőt és munkaeszközöket.

#### **Szervezés feladata**



- A szervezés a célszerűség, a hatékonyság érdekében történjen.
- A rendszeresen ismétlődő teendők elvégzését úgy kell szervezni, hogy az időben és sorrendben a legcélszerűbb, leghatékonyabb legyen.
- A tennivalók időbeli megszervezésével tulajdonképpen bizonyos sorrendiséget is kialakítunk, bár egy-egy munkán belül még szükség lehet a részfeladatok további sorrendjének megállapítására is.
- A munka megszervezéséhez természetesen elengedhetetlen az előrelátó tervezés is.

### **Munkák ütemezése:**

Ütemezés az elvégzendő munkák sorrendjének és a munkába vételi időpontjának meghatározása előre definiált célkritériumok (érték vagy idő) alapján milyen sorrendben és mely időpontban kerüljenek az egyes feladatok végrehajtásra.

### **Ütemezés feladata:**

- beszállítások ütemezése
- mindig elegendő nyersanyag legyen – tároló helyek alkalmazása
- termelés ütemezése
- kiszállítások ütemezése

#### **1.1.4. Kapcsolattartás alvállalkozókkal, más szakágak kivitelezőivel**

Alvállalkozók esetén a megbízó elsősorban azt várja el, hogy az adott szakterülethez jól értő vállalkozás végezze el a számára kiadott feladatot, oly módon, hogy az biztosítsa a kivitelezett rendszer műszaki teljes megfelelését, és mindemellett érvényesüljenek a kapcsolattól elvárt gazdasági előnyök is. Ez lényegében annyit jelent, hogy a jó alvállalkozó szakmai és technológiai háttere alapján képes arra, hogy a megrendelő által kért minőségben elvégezze a munkát, ezt mindig el is végzi a vállalt határidőre, és áraiban is versenyképes tud lenni.

#### **1.1.5. Munkaterület átadás, átvétele**

A munka megkezdésekor a szerelés helyszínét az építetótől (megrendelőtől) át kell vennie a kivitelezőnek. Épületgépészeti munkáknál a munkaterület átvételét csak akkor lehet megkezdni, ha az előző építési kivitelezési tevékenység készültségi szintje már lehetővé teszi a szakágnak megfelelő szerelési munka megkezdését. (pl. Nem lehet az épület földem elkészítése és vakolása előtt mennyezetre függesztett csővezeték, vagy légcsatorna-hálózatszerelést megkezdni).

A munkaterület átadás-átvételén részt vesz a beruházó képviselője (műszaki ellenőr), és a kivitelező műszaki képviselője.

Az átvételre alkalmas állapot esetén jegyzőkönyv készül, amiben mindent részletesen rögzítik:

- Vagyonvédelem megszervezése,
- A munkaterület őrzése, körbekerítése,
- Zárható helységek kialakítása (szerszámoknak, gépeknek, egyéb dolgok elhelyezésére)
- Energiaellátás,- vételezés megoldása
- Ideiglenes elektromos csatlakozás kialakítása, mérése
- Vízvételi lehetőség, fogyasztás mérése
- A kivitelezés és a próbaüzem energia költségeinek fedezése.
- Szociális, munkaegészségügyi szolgáltatás biztosítása
- A munkaterületen dolgozóknak a létszámnak megfelelő öltöző, étkező, WC biztosítása.
- A munkaterületre a csoportos és egyéni védőeszközök biztosítása,

### **A felelős műszaki vezető**

A kivitelező alkalmazottjaként a kivitelezés szakmai irányítója. Felelős a munkaterület rendjéért, a munkaterületen a munkavédelem betartásáért, és közre működik az anyagok, berendezések megrendelésénél, átvételénél. Irányítja a napi munkavégzést, szervezi a munkák sorrendjét. Szakképesítéssel és vizsgával kell rendelkeznie. A Kamarai nyilvántartás jogosultsági számát fel kell tüntetni a jegyzőkönyvben.

Az épületgépészeti munkákat a kivitelező részéről a műszaki vezető irányítja, aki felelős a terv szerinti kivitelezésért, a tervezett anyagok, szerelvények, berendezések beépítéséért, a szakmai elvárások, technológiai utasítások betartásáért.

### **Műszaki ellenőr**

Az építetű megbízásából a műszaki ellenőr a felelős szakember, aki az előbb felsorolt kivitelezési előírások megvalósulását és minőségét ellenőrzi. A felelős műszaki vezető nem végezhet ugyanazon építkezésen műszaki szakértői vagy építési műszaki ellenőri tevékenységet. Szakképesítéssel és vizsgával kell rendelkeznie. A Kamarai nyilvántartás jogosultsági számát fel kell tüntetni a jegyzőkönyvben.

Az átadás-átvétel végén kerülhet sor az építési napló megnyitására.

### **1.1.6. Az elektronikus építési napló**

A jelenleg érvényben lévő 191/2009.korm.rendelet foglalkozik az építőipari kivitelezés, részletes szakmai szabályaival és az építési napló vezetésével. A rendelet szerint építési naplót kell vezetni minden létesítési engedélyhez kötött valamint a Közbeszerzési Törvény hatálya alá tartozó kivitelezési munkákról.

Az építési naplót a 2013. október 1-t követően induló kivitelezések esetében elektronikusan kell vezetni.

Az alkalmazás számítógépet, és internet kapcsolatot igényel. Nem szükséges semmilyen programot megvásárolni, sem telepíteni hozzá.

Ügyfélkapun keresztül történik a belépés, és a napi jelentések, eseti bejegyzések, napló mellékletek, valamint az offline naplórészek feltöltése. Továbbra is minden építésügyi hatósági engedélyhez vagy tudomásulvételi eljáráshoz kötött, valamint a közbeszerzésről szóló törvény hatálya alá tartozó építőipari kivitelezési tevékenység végzéséről építési naplót kell vezetni.

Az építési napló vezetésére, tartalmára vonatkozó szabályok nem változnak meg az elektronikus építési napló bevezetésével, viszont az alkalmazás segíti a szabályoknak megfelelő építési naplóvezetést.

Egy építési beruházáshoz a több papír alapú napló helyett csak egy elektronikus építési napló tartozik.

Az elektronikus építési napló könnyen olvasható, a bejegyzések, a módosítások, és a javítások követhetőek. Megszűnt a kivitelezés megkezdéshez kapcsolódó adatszolgáltatási kötelezettség és tudomásul vételi eljárás. Az építető és a fővállalkozó kivitelező irányítási, összehangolási és ellenőrzési feladatai egyszerűsödnek.

A kivitelezés teljes folyamata nyomon követhető, távolról is figyelemmel kísérhető az egyes építkezések készültségi foka, az épp folyó építési tevékenységek. Az elektronikus építési napló bárhol, a nap bármely szakában és egyidejűleg több szereplő számára is elérhető. A napló vezetését a megyei Kereskedelmi és Iparkamarák szervezésében tanfolyamokon lehet elsajátítani.

Megjegyzés: Az elektronikus építési napló vezetésének ismertetését ezen könyv terjedelmi korlátai nem teszik lehetővé, de a modulhoz tartozó gyakorlat keretében javasoljuk a naplóvezetés és használat bemutatását.

### **1.1.7. Kivitelezési munkák irányítása, ellenőrzése**

A kivitelezés során a beruházó, vagy a kivitelező megfelelő gyakorisággal (hetente) koordinációs értekezletet hív össze.

Ezen a következő főbb témaköröket tárgyalják:

- A beruházás készültségi foka a program ütemtervhez képest
- Az éppen kivitelezés alatt álló munkarészek teljesítési szintje
- A kivitelezés következő fázisai
- A kivitelezés társvállalkozóinak, alvállalkozóinak munkája
- Társvállalkozók munkasorrendje
- A beruházó többletmunka elrendelése
- A kivitelező akadályközlése
- A kivitelezés munkavédelmi felügyeletének ellenőrzési tapasztalatai
- Részteljesítések, résszámlázás (ha ezt a szerződés tartalmazza).

Minden műszaki megbeszélésről emlékeztetőt, jegyzőkönyvet készíteni, a későbbi vitás kérdésekben lehet jelentősége (bizonyító ereje) csak az alábbi formai feltételek betartásával készített jegyzőkönyvezésnek van.

#### **Formai feltételek:**

- Hol? Mikor? készült
- Milyen beruházási terv kapcsán készült?
- Kik vannak jelen?
- Kiknek a képviselőjében vannak jelen?
- Ki az aki a jegyzőkönyvet hitelesíteni fogja?
- Műszaki tartalom, napirendi pontok
- Napirendhez hozzászóló neve, beosztása, hozzászólásának rövid tartalma
- Jegyzőkönyv vége – dátum és aláírás

#### **Egyeztetés a kivitelezés résztvevőivel, alvállalkozókkal:**

- szakágak együttműködése – heti koordináció és értekezlet
- különféle munkavédelmi egyeztetések
- közlekedési utak biztosításának egyeztetése
- anyagok tárolása, felelős őrzése
- energiafelhasználás mérése, elszámolása
- öltöző, étkező, tisztálkodási lehetőségek biztosítása a munkaterületen
- különféle intézkedésekért felelősök konzultációja
- engedélyek beszerzése

### **1.1.8. Beszabályozási feladatok épületgépészeti rendszerek beüzemelésénél**

Az utóbbi időben épülő családi házakban és a nagyobb középületekben az egyre sokasodó, különféle csőhálózatok működési összhangjához a rendszereket be kell szabályozni.

Gondoljunk csak pl. olyan épületre, ahol 150-200 m<sup>2</sup>-es, többszintes alapterületnél a:

- konvekciós mellett padlófűtést,
- HMV-készítéssel kapcsolt napkollektoros rendszert,
- uszodafűtést,
- kazánokat, esetleg hőszivattyút és
- fan-coilokat is egyidejűleg, összhangban kell üzemeltetni.

Tervezett hidraulikai rendszer nélkül kilátástalan próbálkozásnak tűnik egy ilyen projekt megvalósítása. Sajnos a szabályozószelepek ötletszerű beépítésével a feladatot sokszor megoldottnak tekintik. A gyakorlatban többször tapasztalhatjuk, hogy igényes rendszerelemek - kazánok, szivattyúk, automatikák - ellenére a beszabályozási hiányosságok miatt a berendezés nem felel meg az elvárt komfortfeltételeknek.

Beszabályozás helyett gyakori, hogy a rendszer adatainak hiányos ismeretében biztonságból sokkal nagyobb szivattyút választanak a szükségesnél, és így bízva annak teljesítőképességében a szükségesnél nagyobb közegáramlás tipikus állapotát valósítják meg.

Ilyenkor a szivattyúhoz közel eső körök a szükségesnél nagyobb áramlási mennyisége mellett a szükséges mennyiségű közeg a legvégső pontokra is eljuthat. A próbálkozásos megoldás helyett, ("fojtogatok itt-ott hátha sikerül belőni"), a tömegáram egyensúlyt megfelelő szabályozó szerelvényekkel kell megvalósítani. Többször lehet találkozni olyan esettel, amikor a kialakítás, csoportosítás és egyéb hiányok miatt a rendszer alkalmatlan a beszabályozásra. A fojtószelepes statikus beszabályozás sikerének a feltétele, hogy valamennyi szükséges szabályozóelem meggondolt helyre való beépítése mellett a műszeres beszabályozást is elvégezzék.

#### **A beszabályozás végrehajtása**

A beszabályozásról ma már elengedhetetlen a tervező által készített beszabályozási terv. Csak abban az esetben tudjuk a beszabályozást elvégezni, ha a tervezett szabályozó szerelvények a kivitelezés során beépítésre kerülnek.

A beszabályozási terv tartalmazza

- áramkörök vázlattevé, a mérési helyek megjelölésével
- szabályozási értékek, (nyomás, térfogatáram) az adott mérőpontokon

A tömegáramegyensúlyt az előbbiekben már említett kézi beállítás alternatívájaként dinamikus, az előbeállítás után automatikusan önbeálló szerelvényekkel is meg lehet valósítani. A dinamikus rendszerrel a szabályozók önbeálló jellege miatt, az előbeállítást követően az előirányzott paraméterek állandó értékre állnak be.

Ehhez egy olyan tervezett kialakítás kell, amelynél a szükséges csőkeresztmetszet és a szivattyúparaméterek is rendelkezésre állnak. A mai jól tervezett és kiépített rendszereknél már a dinamikus szabályozással kell foglalkozni, amelynél a beavatkozó-szervek a fojtószelepektől eltérőek.

Az épületgépészeti rendszer beállításai jegyzőkönyv a következő adatokat tartalmazza:

- a mérés helye,
- a mérés ideje (év, hó, nap, órától - óráig),
- a mérést végzők neve és tevékenysége a mérés folyamán,
- a mérőműszerek jellemző adatai,
- a mért berendezés elvi vázlata a mérőhelyekkel,
- a mérési helyek darabjegyzéke a tervezett és mért adatokkal
- a ventilátorok szivattyúk méréssel meghatározott munkapontja
- a környezetben keltett zaj nagysága.

A mérés során tapasztalt minden egyéb jelenséget is rögzíteni kell a jegyzőkönyvben. A mért eredményeket értékelni kell. Szabályozás utáni eltérés esetén meg kell jelölni a szükséges módosításokat.

### **Üzembe helyezési folyamat dokumentálása**

A beállított épületgépészeti rendszerek hosszú távú tervszerű üzemeltetésének szükséges előfeltételei a próbaüzem megtartása, az üzembe helyezéskor készített jegyzőkönyv, mely a műszaki átadási dokumentáció része.

Az üzembe helyezési napló tartalmazza:

- az üzembe helyezés és beállítás során elvégzett legfontosabb műveleteket és azok eredményét,
- hidraulikai beállításai jegyzőkönyvet
- a rendszer elemek minősítő iratanyagait, gépkönyveket
- az üzemeltetőnek átadott számszámok, anyagok és alkatrészek jegyzékét.

#### **1.1.9. Átadás-átvételi eljárás**

Az átadáson a megjelölteknek a műszaki ellenőr röviden ismerteti a beruházás műszaki tartalmát és bemutatja az elkészült létesítményt. A bejárást követően minden meghívott nyilatkozatát írásban összefoglalja, mely nyilatkozatok a műszaki átadás-átvételi jegyzőkönyv szerves mellékletét képezik.

### **Műszaki átadás:**

A műszaki ellenőr által összehívott bejárás és ellenőrzés. Ezt megelőzi a kivitelezők készre jelentési nyilatkozata. A meghívót a kitűzött dátum előtt 15 nappal kell kiküldeni

Mindenkit meg kell hívni, aki részt vett az engedélyezésben:

- Építési hatóság
- Közegészségügyi, környezetvédelmi hatóság
- Tűzvédelmi hatóság

A beruházás képviselői:

- Műszaki ellenőr
- A projekt pénzügyi finanszírozói

Tervezők, szakági tervezők

A kivitelező képviselői:

- Műszaki vezető
- Szakági vezető

### **Műszaki átadás-átvétel menete:**

- közös bejárás
- a kivitelezés minőségi és mennyiségi ellenőrzése
- a működés ellenőrzése
- munkavédelmi és üzemelési jelek ellenőrzése
- felületkezelés, festés ellenőrzése
- a környezet helyreállításának ellenőrzése.

A műszaki átadásra a rendszert a szükséges és megfelelő funkcionális táblákkal, a megvalósulási terv kapcsolási sémájával és a rendszerre vonatkozó kezelési és karbantartási utasításokkal el kell látni. A kivitelező az eljárás során átadja az épületgépészeti rendszer megvalósulási tervét, a hozzátartozó nyilatkozatokkal és gépkönyvekkel stb. Ezeket 8 napon belül ellenőrizve nyilatkozik, és veszi át a gépész műszaki ellenőr a dokumentációt.

### **Műszaki átadás-átvételi eljárás és hiánypótlási kötelezettség**

A műszaki átadás-átvételi eljárás célja annak megállapítása, hogy az építési-szerelési munka vagy a technológiai szerelés megvalósult-e a tervdokumentációban meghatározott mennyiségben és minőségben, valamint a teljesítés megfelel-e a tervezett műszaki jellemzőknek.

Az átadás-átvételi eljárásról jegyzőkönyv készül, amely tartalmazza az eljárás kezdetének és befejezésének időpontját, az észrevételeket, a jogszabályokban előírt nyilatkozatokat, valamint a megrendelő (építtető) döntését arról, hogy a létesítményt átveszi-e vagy sem, továbbá igényt tart-e a hibák kijavítására vagy árendeményt kér.

Nem tagadható meg az átvétel a szolgáltatás olyan jelentéktelen hibái, hiányai miatt, amelyek más hibákkal, hiányokkal összefüggésben, illetve a kijavításukkal, pótlásukkal járó munkák folytán sem akadályozzák a rendeltetésszerű használatot.

A mennyiségi és minőségi hibák, hiányok megnevezése, összecszerúsége, a kijavítás határideje, a kijavításért és az átvételért felelős személy megnevezése szerepelhet az átadás-átvételi eljárásról készült jegyzőkönyvben, de jelentősebb tételszám esetén külön hiánypótlási jegyzőkönyv vagy hibajegyzék (hiányjegyzék) is készíthető.

Meg kell vizsgálni, hogy az összes anyag és berendezés a kiviteli terveknek megfelelően beépítésre került-e, továbbá a tartalék anyagok, berendezések a szerződésben foglaltaknak megfelelően rendelkezésre állnak-e. Az átadásra kerülő létesítmény (berendezés, technológiai szerelés) tényadatainak a költségvetéssel történő egybevetése, különbsége mutatja meg azokat a hiányokat, amelyeket a vállalkozónak pótolnia kell.

Az igények és a klímaberendezések folyamatos fejlődése következtében a kialakításra kerülő rendszerek minden szempontból egyre bonyolultabbá válnak, melynek következménye, hogy az elkövetett hibákat vagy mulasztásokat lényegesen nehezebb kijavítani vagy kiküszöbölni a beüzemelés és üzemeltetés során.

### **Hiánypótlás:**

- eredményes a hiánypótlás, ha a jegyzőkönyvi hiányosságokat a kivitelező a kitűzött határidőre megszüntette.
- nem sikerült a hiányok pótlása jegyzőkönyv készül a hiányosságok tételes felsorolásával, és a kijavítás új határidejével

A hiánypótlás teljes befejezéséig a megbízó a számlaösszeg arányos részét visszatarthatja.

### **Az átadás – átvételi eljárás dokumentálása**



A vállalkozó a szerződésben nem csak meghatározott mennyiségű munka elvégzésére kötelezi magát, hanem felelőssége kiterjed a vállalt eredmény teljesítésére, azaz a létesített berendezés működőképességére is.

A vállalkozó a munka befejezése után a munkát megrendelőjének írásban készre jelenti, és egyben kitűzi az átadás – átvételi eljárás időpontját.

Az átadás – átvételi eljárás során a megrendelőnek meg kell vizsgálnia, hogy az elkészült kivitelezett rendszer a szerződésben meghatározott feltételeknek, megfelel-e. Erről a vállalkozóval jegyzőkönyvet kell felvennie, amelyben rögzíteni kell az esetleges hiányosságokat, a megrendelő esetleges szavatossági, vagy jótállási igényeit, ezek elhárításának határidejét.

#### **1.1.10. Kivitelezési munkák lezárása, dokumentációk megőrzése**

Gazdasági elemzés összehasonlítja a beruházási programterv adatait, tervezői program és költségvetéssel az elkészült beruházás tényadataival.

#### **Projekt értékelése:**

Összefoglaló értékelés a projekt megvalósulásáról a különböző forrásokkal elszámolás (EU-s támogatás; önkormányzati támogatás; saját források)

**Dokumentumok archiválása:** minden okmányt, jegyzőkönyvet, naplót irattárban 5 évig meg kell őrizni.

### **1.2. Balesetmentes munkavégzés feltételei**

#### **1.2.1. Munkaterület általános tűz-, baleset-, környezetvédelmi előírásai**

**Megjegyzés:** a jegyzet terjedelmi korlátai miatt ezzel a tananyagegységgel a jegyzet nem foglalkozik részletesen, az ajánlott irodalomjegyzékben található szakirodalmakban a szükséges ismeretek megtalálhatóak.

#### **1.2.2. Hűtőközegek és hűtőgépolajok kezelésének biztonságtechnikai előírásai**

A halogénezett szénhidrogén hűtőközegekkel és az azokhoz megfelelő hűtőgépolajokkal foglalkozó hűtőgépszerelők figyelmét a környezetvédelmi és biztonságtechnikai előírások kellő ismeretein túlmenően fel kell hívni az egészségvédelmi szempontokra is.

Az MSZ-EN 378-1 szabvány, amely a hűtőberendezések és hőszivattyúk biztonságtechnikai és környezetvédelmi követelményrendszerét tárgyalja, közli a leggyakrabban használt hűtőközegek mérgezőségi és gyúlékonysági besorolását.

Nem tárgyalja azonban a munkavégzés egészségügyi feltételeit, amelyek betartása a hűtőgépszerelő saját egészségének védelmét szolgálja.

E tekintetben a „Munkahelyek kémiai biztonságáról” szóló, 25/2000. (IX. 30.) EÜM rendelet előírásai a meghatározóak. A rendelet a különböző vegyi anyagokon (oldószerek, mosószerek, olajok stb.) túlmérolag foglalkozik a hűtőközegekkel is, azok megengedhető, légszennyező koncentrációjával. Nem foglalkozik azonban az egyes közegek használata során betartandó munkavédelmi előírásokkal, védőeszközökkel, balesetelhárító intézkedésekkel.

Ezért szükségszerű, hogy a hűtőgépszerelők beszerezzék azoknak a hűtőközegeknek a „Biztonsági adatlap”-ját, amelyekkel bármilyen munkát végeznek. A „Biztonsági adatlap” fogalmát a „2000. évi XXV. törvény a kémiai biztonságról” törvény 1.§ t) bekezdése határozza meg, és a 22.§ írja le használatát. Ez az adatlap tartalmazza az egészség és a környezet védelméhez tartozó információkat, felhívja a figyelmet:

- a közegek által okozott egészségügyi veszélyeztetésekre,
- az elsősegély-nyújtási intézkedésekre,
- tűzvédelmi, tűzoltási szempontokra,
- munkaegészségügyi határértékekre,
- hulladékkezelési intézkedésekre stb.

A hűtőgépszerelőnek mindazon hűtőközegek adatlapjával rendelkezniük kell, amelyekkel foglalkoznak és ezeket a műhelyben és ki kell függeszteni. A munkavégzés csak az adatlap birtokában kezdhető meg és csak az adatlapban előírtak szerint végezhető. A közeg forgalmazója a felhasználót a termék első vásárlásakor kötelezően ellátja az adattal, az átvevőről nyilvántartást kötelező vezetnie. Később már csak kérésre kell átadnia írásban vagy elektronikusan az adattalapot. Szintén mérgező hatásnak van kitéve a szerelő, ha bizonyos vegyszerek (ragasztók, oldószerek stb., pl. a szigetelés ragasztása során) gőzeit szívja be. Ezen anyagok csomagolásán feltüntetett egészségvédelmi, tűzvédelmi és biztonságtechnika előírásokat szigorúan be kell tartani! Az ártalmatlannak tűnő hűtőgépolajok szintén egészségre ártalmas hatásúak lehetnek. A bőrfelületre jutva ekcémát okoznak. Különösen áll ez az észterolaj-féleségekre, amelyek nagy nedvszívó képességgel rendelkeznek. Sajnos elkerülhetetlen, hogy a szerelő keze ne legyen a munkavégzés során bizonyos mértékig olajos szennyezésű, azonban kézkímélő mosószerekkel való alapos mosással kézvédő krém alkalmazásával az ekcémás bőrbetegség kialakulása megakadályozható. A hűtőberendezések javítása során a hűtőközeg leszívásakor a megbontandó rendszerben, illetve rendszerszakaszban általában 0,2 ÷ 0,3 bar nyomású maradék hűtőközeg gáz is

okoz-hat mérgező reakció terméket, ha a forrasztáskor szétbontás előtt nem szellőztetjük ki gondosan a berendezést. Ügyeljünk arra is, hogy a csatlakozások szétforrasztásakor a belső felületek olajosak, és az ott elégő olaj gőzei szintén mérgezőek, rákkeltő hatásúak. A forrasztásos csőcsatlakozások készítésekor foszlás-mentes ronggyal mind kívülről, mind belülről töröljük „szárazra” a csővégeket. Ez az egészségvédelmi szempontokon túlmenően kedvező befolyással van a forrasztás minőségére is. A munkaterületet, ha a levegőbe bizonyos mérvű hűtőközeg szennyeződés került, gondosan szellőztessük át, a lánggal végzett munkák során képződő, mérgező hatású reakció termékek elkerülése céljából.

### **1.2.3. A hűtőközeg kezelése**

A begyűjtő palackot csak a rajta megadott töltetmennyiségre vagy annak hiányában acél palacknál legfeljebb úrtartalmára vonatkozó 0,75 kg/dm<sup>3</sup> töltési arányban szabad tölteni.

A hűtőközeg palackokat napsugárzástól védetten, hőforrásoktól elhatárolva tároljuk. A megkülönböztető jelzésű begyűjtő palackok hűtőközeg töltését kalibrált mérleggel kell ellenőrizni.

A folyadékállapotú lefejtés (és töltés) során a tömlővezetékben maradhat folyadék állapotú közeg, amelyet a lefejtés befejezését követő önvákuumoláskor a begyűjtő palackba kell szívítani. Különösen fontos ez az elzáró szelepes végű tömlővezetéseknél. (A bezárt folyadék miatt felrobbanhat a tömlő.)

Palackból palackba való átfajtásnál, ha leürítendő palack nagyon lehűl, melegíteni csak legfeljebb 45°C-ra szabad. (pl. meleg vizes edénybe állítani vagy hőmérséklet határolt, ún. biztonsági „fűtőövet” használni, amelyet erre a célra gyártanak..) Mindenféle hűtőközeg kezelésnél (lefejtés, töltés, átfajtás, palackok közötti átfajtás) védőszemüveg és védőkesztyű használata kötelező, védőruha viselése ajánlott.

### **1.2.4. A hűtőközeg lefejtéskor betartandó szempontok**

A szennyezett hűtőközeg begyűjtésére csak olyan palackot szabad alkalmazni, amely megkülönböztető jelzéssel van ellátva, hitelesítve van az adott hűtőközegre és a maximális töltetmennyiségre. A megengedett töltési tényező 0,75 kg/dm<sup>3</sup> amennyiben a hűtőközeg palackon nincs feltüntetve az adott hűtőközezből betöltendő mennyiség. A leszívás során a lefejtett mennyiség folyamatos ellenőrzése méréssel, és annak befejeztével az ellenőrző mérés. A túltöltés megakadályozása végett a palack töltését hitelesített mérleggel kell ellenőrizni! Automatikus lekapcsolóval ellátott mérleg használata ajánlott.

A begyűjtött hűtőközeg tárolására vonatkozó előírásokat maradéktalanul be kell tartani. A palackok kezelését az MSZ 6292 Gázpalackok szállítása, tárolása és

kezelése c. szabvány szerint kell végezni. A lefejtett hűtőközeget másik hűtőközeggel nem szabad keverni, mert „újrahasznosítása” lehetetlenné válik.

A lefejtés befejezését követően a hűtőberendezést száraz N<sub>2</sub>-vel 0,3 - 0,5 bar túlnyomásra kell tölteni. Ezzel kizárható a környező levegő bejutása a berendezésbe. A hűtőközeg leszívása csak akkor tekinthető befejezettnek, ha a leszívató készülék leállítása után a leszívott berendezésben vagy szakaszban a nyomás nem emelkedik.

Ha a berendezésnél előzetesen töltethiány (gázszökés) állapítható meg, észlelt tömítetlenség esetén a berendezés, illetve a megbontandó rendszerszakasz leszívásakor nem szabad a légköri nyomás alá menni, nehogy a környező levegő a tömítetlenségi helyen bejusson a rendszerbe és elszennyezze azt. Ilyenkor arra kell ügyelni, hogy a légkörinél 0,1- 0,2 barral nagyobb nyomású benmaradt közeg tiszta gőzállapotú legyen.

Ezután száraz nitrogénnel kell rácsatlakoztatni és a maradék hűtőközeget kiöblíteni. (Ezt a környezetszennyezést megengedik a szabályok, hiszen erre az esetre más eljárás nincs.) Megbontás után az azonnal vissza nem szerelhető csatlakozásokat/csővégeket le kell dugózni a külső levegő és nedvesség bejutása ellen.

### **1.3. Anyagszükséglet meghatározása**

Az anyagszükségletben szerepelnek:

- csőhálózat anyagai idomai
- épületgépészeti szerelvények
- épületgépészeti berendezések
- kiegészítő szakipari munkák,

A tervben szereplő összes felhasznált anyagra anyagárat kell kidolgozni. (pl. a munka elvégzéséhez szükséges rezsi-anyagok hegesztési anyagok, forrasanyagok, folyasztószerek, tömítések, bilincsek stb.)

A tervdokumentáció tartalmazza a berendezések, szerelvények típusát, műszaki jellemzőit, ami meghatározza az árszintet is. Ezeket a berendezéseket lehet helyettesíteni, de a helyettesítésre javasolt anyag, berendezés csak az eredeti tervben szereplő berendezéssel műszakilag egyenértékű lehet. A módosítást csak tervezői jóváhagyással és a megrendelő beegyezésével lehet elvégezni.

#### **1.3.1. Költségkalkuláció, árképzés**

Valós piaci viszonyok között az árra vonatkozó megegyezés a vevő és az eladó közötti alku tárgya, elfogadása pedig a két üzleti partner közös megegyezésén alapul. Az árnak egyetlen valós normája van, az áru és a szolgáltatás, a vevő részére az adott áron, tisztességes üzleti körülmények között elfogadható legyen.

A fő szabály az árban való megegyezést a két üzlet fél magánügyének tekinti, amely már semmiféle állami, kormányzati, vagy hatósági beavatkozást nem igényel.

A kivitelezési munkák megkezdése előtt ajánlatot kell adni a megrendelő felé, melynek elfogadásával lép életbe a megbízási jogviszony. Az ajánlatok alapja az építés-szerelési munkákhoz készített költségvetés. A korrekt, a jól elkészített költségvetés sokat segíthet az adott munka elnyeréséhez.

Amennyiben megalapozatlanul magas árat állapítunk meg a munkára, akkor azt esetleg más fogja megkapni, ha pedig alacsonyabbat, mint a felmerülő költségeink akkor ráfizetünk az üzletre mely a vállalkozásunk tönkremenetelét eredményezheti.

A költségkalkulációban, az adott munkához szükséges időt költségvetési kiadványok normaidő javaslati alapján lehet kialakítani. Az adott munkadíj, a rezsioradíj és a ráfordított idő szorzatával számítható ki. A rezsioradíjat, az előző év tényadataiból a vállalkozás gazdasági vezetője számítja ki.

### **1.3.2. Költségvetés készítés**

Olyan jogszabály nincs, amely a részletes számítások és a költségvetés elkészítését kötelező jelleggel előírja. A vállalkozónak azonban saját érdekében áll az, hogy az ajánlatában szereplő erőforrásoknak és ráfordításoknak a számításba vételét pontosan, körültekintően határozza meg és azt írásban is dokumentálja.

A költségvetés elkészítése a hagyományos, kézi módszerrel - több anyagot tartalmazó tétel esetén - időigényes, mivel minden egyes összetevő vonatkozásában az anyagárat a normaértékkel szorozni kell, melyek összege adja ki az egységre jutó anyagköltséget. A munkadíj kiszámítása is külön műveleti lépéseket igényel.

### **Kiindulási alapok**

A beárazott és a megrendelő által elfogadott költségvetés a megkötött szerződés elengedhetetlenül szükséges és lényeges része lesz. A kalkuláció további fontos szerepe az is, hogy a munka elvégzése során a vállalkozónak összehasonlítási alapot ad a tervezett és a tényleges mennyiségek felhasználásáról.

Az ellenőrzések során nemcsak az eltérések megállapítására van szükség, hanem az eltérések okait is fel kell deríteni. (miért került indokolatlanul több anyag felhasználásra, miért húzódott el a munkavégzés, miért került sor többletkiadásokra, stb.?). A költségvetés elkészítése a megalapozott vállalkozás nélkülözhetetlen eleme, e nélkül felelőtlenség, adott esetben "életveszélyes" vállalkozni. A költségvetés elkészítéséhez a tervdokumentáción (tervek, műszaki leírás) túlmenően sok esetben elengedhetetlen szükség van a helyszíni bejárásra, a terület és a munka feltételeinek előzetes, alapos megismerésére. A tervekből, a helyszíni felmérésből kiszámolható az elvégzendő munkafolyamatok mennyisége és azok időigénye kigyűjthető.

## **Költségvetési normagyűjtemény**

A szabad árforma jellegéből adódóan normagyűjtemények kötelező jellegű használatára vonatkozóan semminemű előírás nem vonatkozik. Időrendi sorrendben utoljára 1994-ben a TERC Kft. kiadásában jelent meg nyomtatott formában az Egységes Építőipari Normarendszer (ÉN), valamint ennek Kisüzemi változata (ÉNK).

## **Anyagadattárak**

Az egységárgyűjteményekhez szervesen kapcsolódnak az anyagadattárak, melyek az anyagok megnevezését, mértékegységét, és az átlagos kiskereskedelmi beszerzési árak egyedi cikkszámát, valamint az adott anyagjellemző ÉN-ÉNK normagyűjteményhez kapcsolódó tételazonosító számát tartalmazza.

## **Költségvetés készítésének menete**

A műszaki tervdokumentáció, a helyszíni felmérés, vagy mindkettő felhasználásával kiszámításra kerül az elvégezendő munkaműveletek mennyisége. Ezt követően a költségvetés-kiíró szakkönyvek (normagyűjtemények, egységárgyűjtemények), segítségével kiírhatók a tételek szövegei, valamint a beazonosítás érdekében azok tételszáma. A szakkönyvek tartalmazzák a normaidő szükségletet, valamint az egységnyi munka elvégzéséhez szükséges anyag és gépnormákat. A korábban kiszámított rezióradíj felhasználásával a díj az elvégzendő munka mértékének megfelelően szorzással kiszámítható. Ma már szinte kizárólagosan számítástechnikai programrendszerek segítségével készítjük a költségvetéseket.

## **2. Hűtő- és hőszivattyú rendszer és berendezés-szerelő feladatok 089-12**

### **2.1.A hűtéstechnikai szerelés alapjai**

**2.1.1. Szerelési technológiák, rendeletek, szabályzatok előírásai, általános követelmények, személyi követelmények.**

**2.1.2. Helyszíni szerelésre vonatkozó biztonságtechnikai előírások.**

**2.1.3. Gépkönyvek, műszaki leírások,**

**Megjegyzés:** a jegyzet terjedelmi korlátai miatt 2.1.1 -2.1.3 tananyagegységekkel nem foglalkozik részletesen, az ajánlott irodalomjegyzékben található szakirodalmakban a szükséges ismeretek megtalálhatóak.

## **2.2.Szerelési feladat előkészítése**

**2.2.1. Kiviteli tervek értelmezése, műszaki leírásokban közölt utasítások alkalmazása.**

**2.2.2. Helyszíni vázlatok készítése (tartószerkezetek, tartóállványok).**

**2.2.3. Dokumentációk alapján történő berendezés beazonosítás.**

**2.2.4. Csőszerelési nyomvonalak, faláttörési, falvésési és szerelő-kőműves munkák a helyszíni szerelés előkészítésénél, tartószerkezetek, állványok helyének meghatározása, vagy kijelölése dokumentációk alapján.**

**2.2.5. A munkavégzésre vonatkozó szabályok (Szerelési Biztonsági Szabályzat)**

**Megjegyzés:** a jegyzet terjedelmi korlátai miatt a 2.2.1- 2.2.5 tananyagegységekkel nem foglalkozik részletesen, az ajánlott irodalomjegyzékben található szakirodalmakban a szükséges ismeretek megtalálhatóak.

## **2.3.Hűtéstechnikai rendszerek elemeinek, részegységeinek szerelése, ellenőrzése, átadása**

A környezet veszélyeztetésének felismerése, az ózonkárosító közegek szabályozás alá vonásával ez a hűtőközeg környezetbe juttatása tiltott tevékenységgé vált. A szervizeknek fel kellett készülniük olyan technológiák alkalmazására, amelyek a lehető legkisebb hűtőközeg kibocsátással járnak. Az egész üzembe helyezési technológiát úgy kellett megváltoztatni, hogy a hűtőközeg használatának kizárása ne menjen a berendezés üzembiztonságának rovására. Olyan eljárást alakítottak ki, ami még hatékonyabban segíti elő a berendezések gáztömörségét. A hermetikus és félhermetikus rendszerek zártrendszerű javítási technológiája olyan munkamódszer, amely a minimálisra csökkenti a hűtőközeg szabadba való kijutását, ugyanakkor maximálisan biztosítja a hermetikus rendszereknél elvárt belső tisztaságot, nedvességmentességet.

### **2.3.1. Hűtéstechnikai csővezetékek (hűtőközegek szállítására)**

A hűtőberendezés belső tisztasági követelményei lényegesen szigorúbbak, mint a fűtés, vagy a vízvezeték rézcső szerelésénél. A hűtőkörben használt fokozott tisztaságú vörösréz csövek megmunkálása, alakítása a rendszer helyes működésének alapfeltétele, ezért fontos betartani a szereléssel kapcsolatos alapvető előírásokat.

Tekercsből történő levágás esetén a vágási hely tekercs felőli oldalán speciális fogóval (elnyomófogó) három éles benyomódást készítünk, így levágás után nem marad nyitva és nem szennyeződik a tekercs maradék csőmennyisége.

#### **A rézcső hajlítása**

Kisebb, vagy közepes átmérőjű rézcsöveket hidegen lehet hajlítani, hajlítással a csövek irányváltozását idomok nélkül lehet megoldani.

A hideghajlítás alkalmazható valamennyi lágy, valamint félkemény csőnél 28 mm külső átmérőig. Lágy rézcsöveknél, ha kisebb ívű a hajlítás, mint  $r = 6 \times d_k$  ( $d_k$  a cső külső átmérője), hajlítószerszámot használnak. Természetesen hajlítószerszámmal sem lehet tetszőlegesen kis ívet készíteni. A repedésre hajlamos félkemény csöveket a peremezés előtt ki kell lágyítani. A forrasztást a belső oxidáció, és levegőszennyeződés elkerülésére, ha technikailag lehetséges nitrogénöblítéssel kell végezni. A nitrogén áramlás beállítását a nyitott csővégehez tartott tenyerünkkel ellenőrizhetjük (alig érezhető enyhe fuvallat megfelelő).

A perem kialakítás megfelelő minőségű, ha szimmetrikus, és repedésmentes. A hibátlan peremen a kúpos anyának akadálytalanul át kell csúszni.

#### **Rézcsövek keményforrasztása**

Hűtőközeg vezetékeknél csak keményforrasztást lehet alkalmazni. A csővégek között többféleképpen teremthetünk kapcsolatot:

- tokos kötéssel
- toldó idommal,
- T-elágazással, és
- ívidomok segítségével

A forrasztás során a cső és az idom közti megfelelő méretű rés kapilláris hatását használjuk ki a forrasztóanyag bejuttatására.

A csövet és az idomok összetolva, olyan hőmérsékletűre hevítjük mindkettőt, hogy a forrasztóanyag szét tudjon futni a cső felületén, illetve be tudjon hatolni a toldat és a cső közti résbe. Akkor töltötte ki nagy valószínűséggel a rés teljes keresztmetszetét, amikor az anyag megjelenik az idom karimája felett is. Amennyiben hamarabb hűlt le a cső, minthogy a forrasztó ki tudta volna tölteni a rést, újrahevíttéssel javíthatjuk ki a hibát.



## **Forraszanyag és folyósító szer keményforrasztáshoz**

Keményforraszként leggyakrabban a CP 105 (L-Ag2P) réz-ezüst-foszfor forraszt és a CP 203 (L-CuP6) réz-foszfor forraszanyagot használják. A foszfortartalmú keményforraszokon kívül létezik még réz-ezüst keményforrasztóanyag, vagy ón nélkül.

Ugyanazon okokból, mint a lágyforrasztásnál, a keményforrasztásnál is folyósító szert használunk. Folyósító szerként keményforrasztáshoz az FH 10 típust alkalmazzuk.

## **Speciális követelmények hűtőrendszeri csővezetékrendszer kialakításánál**

A csőszerelés szakszerűtlen kialakítása miatt komoly károk keletkezhetnek, a hermetikus motorkompresszorok néhány év működés után tönkremennek. A meghibásodások elsődleges oka a hűtési csővezetékek hibás nyomvonal-vezetése.

A hűtőkörökben az hűtőközeg és a hűtőközegben oldott olaj együtt kering az összes elemben, ezt az áramlást kell folyamatosan fenntartani. A hermetikus motorkompresszorok megfelelő olajozását az olaj-visszáramlás biztosítja. Az áramlást a kompresszor által létesített nyomáskülönbség tartja fenn, a folyadékcsőben nyomott, a gőzcsőben szívott üzemben. Ebből következik, hogy minél hosszabb a két cső, annál nagyobb az ellenállás is. Ellenállást okoz továbbá a csövek iránytörése (alaki ellenállás), valamint a függőleges távolság is. Ha a megfelelő működés feltételeit akarjuk biztosítani, a teljes áramlási kört kell méretezni. Split rendszerek hűtővezetékeinél a gyakorlatban a gyártók a csőátmérő egyidejű meghatározásával előírják, hogy mi az a maximális csőhossz, amivel a berendezéseket szerelni lehet. Kisebb teljesítményeknél 5-15 m a szokásos határ, a függőleges nyomvonal külön szabályozásával.

Nagyobb hűtőteliességű telepitett hűtőrendszereknél a belső áramlási körülményeket a következő tényezők befolyásolják:

- az alkalmazott hűtőközeg típusa
- a berendezésben alkalmazott hűtőgépolaj típusa (ásványolaj, észterolaj stb.),
- a csővezeték nyomvonalának geometriai mérete hosszúsága
- a két egység (elpárologtató- kompresszor, kondenzátor) közötti függőleges távolság,
- a hűtőközeg áramlási sebessége,
- a hűtőközeg tömege,
- a berendezés típusa, hűtési tartománya

Tapasztalatok szerint a legtöbb probléma a csővezeték függőleges nyomvonalának vezetéséből adódik. A belső áramlási viszonyokat lényegesen meghatározza az úgynevezett öntisztító sebesség. Ez azt jelenti, hogy a kör keresztmetszetű csőben csak egy bizonyos, szűk sebességhatár között lesz egy olyan állapot, amikor az áramló hűtőközeg és az olaj oldat formájában együtt fog keringeni.

Ha ennél kisebb a sebesség, akkor a berendezés, „elhagyja” az olajat, de elhagyja akkor is, ha a sebesség a határ fölé kerül.

A másik nagyon fontos tényező, hogy a kompresszorok nem szívhatnak be folyadékot a szívóvezetéken, mert ez a dugattyús kompresszorokba szeleptörést okozhat, és az egész kompresszor tönkremegy.

A hűtőközeg folyadékállapotban való beszívását meg kell akadályozni. (megfelelő túlhevítés beállítás, és gondos hőszigetelése a szívócsövön)

Az olajvisszahordás szempontjából ajánlott sebességek:

Gőzcső (szívóvezeték, nyomóvezeték)

A minimális áramlási sebesség vízszintes csőszakaszokon a	3,5 m/s,
függőleges szakaszokon	7,5 m/s;

Folyadékcső (folyadékvezeték, adagolóvezeték)

a maximális áramlási sebesség	1,25 m/s.
-------------------------------	-----------

Ezek alapján a hűtőközeg térfogatáram figyelembevételével kell a szükséges csőméretet pontos méretezéssel meghatározni. A lejtés a vízszintes csőszakaszokon 4% legyen.

### **Kettős felszálló vezeték kialakítása**

Kompresszorcsoportról, vagy inverteres szabályozással működő nagyobb teljesítményű hűtőrendszereknél kell (a tartósan alacsony részterhelésen működő elpárologtató után) a felfelé haladó gőzvezetékénél kell kettős szívóvezeték megoldást kialakítani. Alacsony részterhelés esetén a szívóvezetékben áramló jelentősen kisebb térfogatáramú hűtőközeg-gőz kis áramlási sebessége következtében az olaj a cső falán kiválik, és az olajcsapdát feltölti. Az így létrejött „olajdugó” a hűtőközeget arra kényszeríti, hogy a kisebbik keresztmetszetű csövön keresztül áramoljon. A kis keresztmetszeten nagyobb sebességgel áramló hűtőközeg képes az olajcseppeket lebegésben tartani és a kompresszorba visszashállítani. Ha növekszik a berendezés terhelése, az „olajdugót” a két oldalán fellépő nyomáskülönbség függőleges vezetéken keresztül az olajcsapdából kilöki, és a hűtőközeg útját ezzel ismét szabaddá teszi a nagyobb keresztmetszetű vezetékben.

### **A csővezeték rögzítése**

Minden hűtőköri rézvezeték a rezgések, deformációk elkerülésére gondosan rugalmas gumibetétes csőbilincsel kell rögzíteni. A bilincsezés távolsága az adott lehetőségek és csőátmérő függvényében 50 cm és 1,5 méter legyen. Szakaszozó szerelvény előtt és után feltétlen szükséges bilincsezni.

### **Csővezeték rezgéscsillapítása a kompresszor környezetében**

A dugattyús kompresszor leállításánál vagy indításakor a kiegyensúlyozatlan tömegek erős lengést okoznak. Merev csővezetékek esetén, különösen a közepes és nagy kompresszoroknál a peremes csatlakozásoknál és a forrasztási helyeken repedés illetve szélsőséges esetben akár csőtörés is előfordulhat. Ennek elkerülése érdekében a csőcsatlakozást csőlírával vagy rezgéscsillapítón keresztül kell a kompresszornál kialakítani. A beépítés iránya legyen párhuzamos a kompresszor tengelyével.

#### **2.3.2. Csővezetékek szigetelése**

Nyílt szerkezetű szálás szigetelőanyagok esetében a levegő és a pára akadálytalanul jut keresztül a szigetelőanyagon. Az elemi szálak közötti levegőmozgás következtében a szigetelőanyag belsejében a levegő hőmérséklete lecsökken, a benne lévő vízpára kicsapódik, a szigetelés rövid idő alatt átnedvesedik.

A hidegszigetelésnél – hogy a páralecsapódást tartósan meg tudjuk akadályozni – a szigetelőrétegnek is párazárónak kell lennie. Amennyiben azonban a párazárást csak egy vékony réteg biztosítja a szigetelőanyag felületén, annak esetleges sérülésekor (pl. fóliaszakadás) a nedves levegő szabadon beáramolhat a nyitott cellákba, és a harmatponti hőmérséklet elérésekor kicsapódó víz jelentősen lerontja a szigetelőanyag hőszigetelő-képességét. Ezért lényeges a hűtéstechnikában a zártcellás anyagok alkalmazása.

Az hogy mennyi nedvesség kerül a hőszigetelő anyagba a páradiffúzió hatására az anyag páradiffúziós ellenállás tényezőjétől függ. A magas páradiffúziós ellenállásérték biztosítja, hogy minél kevesebb vízgőz diffundáljon be használati élettartalma folyamán a szigetelőanyag belsejébe. Az alacsony hővezetési tényező biztosítja a megfelelő szigetelőképeséget bizonyos mennyiségű víz felvétele esetében is. Elterjedt szigetelőanyag az Armaflex csőhéj.

A csőhéjak és lapok illesztése leggyakrabban ragasztással történik. A ragasztás felületén egy hideghegedési kémiai folyamat után homogén hegyvarrat alakul ki (kohéziós kapcsolat), amely fizikai tulajdonságait tekintve egyenértékű a környező anyaggal.

### **2.3.3. Hűtőkompresszorok (beazonosítás, szerkezeti felépítés, csatlakozások, szerelés)**

### **2.3.4. Aggregátok, csoport-aggregátok (beazonosítás, szerkezeti felépítés, csatlakozások, szerelés)**

**Megjegyzés:** a jegyzet terjedelmi korlátai miatt a 2.3.3 és a 2.3.4 tananyagegységekkel nem foglalkozik részletesen, az ajánlott irodalomjegyzékben található szakirodalmakban a szükséges ismeretek megtalálhatóak.

### **2.3.5. Elpárologtatók (beazonosítás, működés, szerkezeti felépítés, csatlakozások, szerelés)**

#### **Több részre osztott elpárologtatók hűtőközeg elosztása**

Nagy áramlási ellenállású elpárologtatóknál a külső nyomáskiegyenlítésű szeleppel az elpárologtató megfelelő kihasználtságát elérjük ugyan, de az alacsonyabb szívóoldali nyomás miatt a kompresszor hűtőteljesítménye változatlanul kisebb marad. A probléma megoldható az elpárologtató párhuzamos szakaszokra való bontásával.

A párhuzamos szakaszokra bontott elpárologtató megfelelő üzemének alapvető feltétele, hogy:

- az egyes elpárologtató szakaszokba beadagolt hűtőközeg-mennyiség azonos legyen,
- az egyes szakaszokba beadagolt hűtőközeg-mennyiségen belül a folyadék és a gőzállapot részaránya azonos legyen,
- a párhuzamos elpárologtató szakaszok hőterhelése azonos legyen.

A korszerű lamellás léghűtő elpárologtatók túlnyomórészt többjáratúak. Emiatt közvetlenül az adagolószelep után egy olyan folyadékelosztót kell felszerelni, amelynek a járatszámnak megfelelő kimenete van. Ezekből a kimeneti nyílásokból azonos hosszúságú és ellenállású befecskenedező vezetékszakaszok szállítják a hűtőközeget elpárologtató egyes járataiba.

A **CAL osztó** tartályrészében kialakuló egyenletes hűtőfolyadék szint a kivezető csövek oldalhasítékain egyenletesen oszlik el és áramlik az elpárologtató szektorokhoz.

## **Déreltávolítási eljárások**

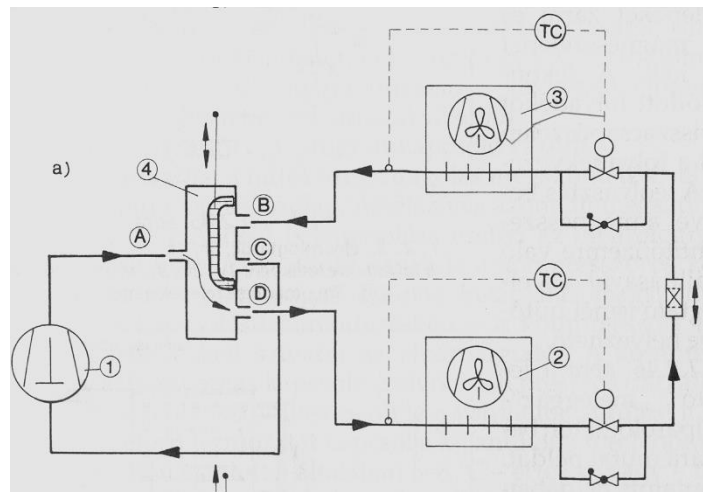
Fagypont alatti (0°C alatti) hőmérsékleten üzemelő léghűtőkben a levegő páratartalmából dér csapódik ki a hűtőfelületen, és ez a dérréteg - ha nem gondoskodunk az eltávolításáról - fokozatosan növekszik. A dér rossz hővezető, tehát hőszigetelő anyag, ezért a hőcserét már vékony rétegben is gátolja, nagyobb vastagságban pedig gyakorlatilag meg is akadályozhatja.

Legkisebb a dér káros hatása a simacsöves, csendes hűtésű elpárologtatókban, ahol 10 mm, sőt esetleg 15 mm-es rétegben is még elviselhető mértékű a dér hőcserét rontó hatása. Légcirkulációs elpárologtatókban már jóval kisebb dérréteg is igen káros lehet; sima csövek esetén ezért max. 5-6 mm-ig mehet fel a dérvastagság, bordás battériáknál pedig 1-2 mm-nél már dérteleníteni kell.

Bordázott cső esetén a bordatávolságnak van nagy szerepe: minél sűrűbben vannak a bordák, annál kisebb lehet a megengedhető rétegvastagság. Ennek oka az, hogy a dérréteg nemcsak a megnövekvő vezetési ellenállás révén rontja a hőátadási viszonyokat, hanem azáltal is, hogy a levegőáram részére rendelkezésre álló tér a dér vastagodásával rohamosan csökken, ezáltal a cirkuláltatott légmennyiség is szükségszerűen, csökken. Bordázott csövek esetén a dér megengedhető rétegvastagságát a bordák közötti szabad távolság 15%-ára szokás felvenni.

## **Meleg gázos leolvasztás**

Egyetlen elpárologtatóval kialakított berendezésben a hűtőközeg áramlási irányának megfordításával, az elpárologtatót kondenzátorként, a kondenzátort elpárologtatóként üzemeltetve oldható meg a meleg gázos leolvasztás. A kompresszorból kilépő nagynyomású, túlhevített-gőz állapotú a környezettől melegebb, hűtőközeg-áramot, illetve annak megfelelő hányadát a leolvasztandó elpárologtatóba vezetve külön energiahordozó és energiaáram nélkül oldható meg a leolvasztás. A módszer csak nagyobb, több elpárologtatóval működő hűtőberendezéseknél, igazán gazdaságos. A leolvasztáskor meg kell szüntetni a hűtőközeg adagolását. Az elpárologtató szívóoldali csatlakozását zárni kell.



1 kompresszor, 2 léghűtésű kondenzátor, 3 elpárolgató 4. négyutú szelep  
2. ábra Meleg gázos leolvasztás elvi kapcsolása<sup>1</sup>

A berendezést egy 4 jelű négyutú szelep egészíti ki. A szelep **A** csonkja a kompresszor, nyomó, **C** csonkja a szívó oldalára kapcsolt. A **C** csonk az elpárolgatóhoz, **D** csonk a kondenzátorhoz csatlakozik. Normál üzemben, a háromutú szelep, felső állásban a **B-C** csonkot köti össze, Leolvasztáskor a 4 jelű szelep –alsó állásban, a **C-D** csonkot köti össze.

Ebben az állásban - a kompresszor az elpárolgatóként üzemelő, a természetes hűtőközezből (levegőből) hőt elvonó kondenzátorból szív.

A komprimált hűtőközeget a kondenzátorként üzemelő (leolvasztás alatt álló) elpárolgatóba nyomja. A berendezés a megfordítható működés miatt két adagolószeleppel (TC) van ellátva. Hűtő üzemmódban a kondenzátor adagolója zárt helyzetben van, a kondenzátum a megkerülő ágban lévő visszacsapó-szelepen át távozik. Leolvasztó üzemmódban az elpárolgató adagolószelepe van zárt helyzetben; a kondenzátum, a megkerülő ág visszacsapó szelepeén áramlik át.

---

<sup>1</sup> forrás: Dr. Jakab Zoltán Kompresszoros hűtés 1.2.47. ábra.

### **2.3.6. Kondenzátorok (beazonosítás, működés, szerkezeti felépítés, csatlakozások, szerelés)**

#### **Kondenzátorok**

A kondenzátor (magyarul cseppfolyósító) a hűtőtérből a hűtőközeggel elvont hőt valamilyen atmoszferikus (természetes) hűtőközegnek (víznek vagy levegőnek) adja át. A kompresszorból a hűtőközeg-gőz mindig nagy nyomáson, magas hőmérsékleten (kompresszió vég hőmérsékleten), túlhevített állapotban érkezik a kondenzátorba. Először a túlhevítési hőt kell elvonni, majd amikor a nyomásnak megfelelő telítési hőmérsékletet eléri a gőz, megkezdődik a kondenzáció.

A kondenzáció befejezésével a hűtőközeg egészében folyadékká alakul vissza, és ezután még valamelyes utóhűtést is kap, hőmérséklete alacsonyabb lesz, mint a kondenzációs nyomáshoz tartozó telítési hőmérséklet.

### **2.3.7. Adagolók (beazonosítás, működés, szerkezeti felépítés, csatlakozások, szerelés)**

#### **Hűtőközeg adagolók**

Az adagoló a választóvonal a hűtőkör magas nyomású és alacsony nyomású területei között. Tulajdonképpen a kompresszor ellentétét képviseli, mely a kompresszióhoz gőz halmazállapotúvá teszi a hűtőközeget. Az elveket tekintve az expanziós szelep fojtószelep, melynek bonyolult felépítése és működése automatikus szabályzást tesz lehetővé.

#### **A kapillár-csőves adagoló**

A kapillár-csőves rendszerben nincsenek szelepek, a készülék kikapcsolt állapotában (zárás helyett) nyomáskiegyenlítődést tapasztalhatunk a magas és alacsony nyomású szakaszok között. Ma a háztartási hűtők kizárólagosan alkalmazott fojtószerve, de komfort hűtőberendezésekben is alkalmazzák őket.

#### **Automatikus adagolószelep**

Hátránya, hogy jóllehet van bizonyos szabályozóképessége, csak szűkebb teljesítmény tartományban tudja ellátni ezt a feladatot, mint pl. a termostatikus adagolószelep.

Az automatikus expanziós szelep az elpárologtatóba áramló hűtőközeg tömeget a szívónyomástól függően szabályozza, és a szívónyomást automatikusan állandó értéken tartja a berendezés hőmérséklet-viszonyaitól függetlenül.

Csak kis hűtőberendezéseknél alkalmazzák, mint például, ahol állandó elpárolgási nyomást kell biztosítani: folyadékűtők, klímaberendezések és jégkészítők esetében.

### **A termostatikus expanziós szelep**

A termostatikus expanziós szelep az automatikustól leginkább abban különbözik, hogy a rugónyomást a membrán felett érzékelő patronba zárt hőre jól táguló közeg helyettesíti, amely az elpárolgató utáni hőmérsékletre, vagyis a túlhevítési érték változására szabályozza az adagolandó hűtőközeg mennyiségét.

### **A termostatikus expanziós szelep külső nyomáskiegyenlítéssel**

Nagyobb berendezések estén az elpárolgatóban a hűtőközeg áramlási veszteségei miatt a nagyobb a nyomásesés, azaz az elpárolgató elején mérhető és az elpárolgató végén mérhető nyomás közötti különbség nagyobb lesz. Ez a nyomáskülönbség a elpárolgási hőmérsékletének csökkenését okozza. Így már gazdaságtalan lenne a termostatikus adagoló szelep működtetése, de ha a túlhevítési tartományból visszavezetjük a nyomást az adagoló szelephez egy nyomástovábbító vezetékkel már megfelelően tud adagolni a berendezés.

### **Elektronikus működtetésű termostatikus adagoló szelepek**

Az elektronikus működtetésű termostatikus adagoló szelepek, különböző nyomás és hőmérséklet adatok alapján a szükséges adagmennyiséget juttatják az elpárolgatóba. Az elektronikus adagolók kiváló szabályozási tulajdonságaik révén előnyösebbnek a hagyományos termostatikus adagolóknál.

## **2.3.8. Szerelvények, segéd szerelvények (beazonosítás, működés, felépítés, csatlakozások, szerelés)**

### **Mágnesszelepek**

Mágnes szelepeket a hűtő-körfolyamatokban többféle célra alkalmazhatunk. A leggyakoribb alkalmazás a folyadékkel záró szelepként történő alkalmazás, leszívató rendszer esetén, melyek rendelkeznek folyadékgyűjtő tartállyal.

Ilyen esetben a hőfokszabályzó (legyen az DX-es vagy folyadékűtő berendezés) nem közvetlenül a kompresszort kapcsolja, hanem a folyadék-mágnesszelepet zárja. A kompresszor forog tovább, és a mágnesszelep utáni terekből kiszívja a



hűtőközeget. A mágnes szelepekben a közegáramlás iránya általában kitüntetett irány, amit a helyes működés érdekében felszereléskor biztosítani kell.

### **Visszacsapó szelepek**

A visszacsapó szelepek egyenes, illetve 90°-os kivitelben kaphatók. Visszacsapó szelepeket a hűtőrendszerekben a nem kívánt hűtőközeg-visszaáramlások megakadályozása érdekében alkalmazzuk.

Például kültérbe telepített léghűtéses kondenzátor és beltérbe telepített folyadékűtő elrendezés esetén, ha a környezeti hőmérséklet nagyon alacsony, a relatíve meleg folyadékgyűjtőből kipárologna a hűtőközeg a hideg kondenzátorba, és induláskor a gyűjtőben nem lenne elég folyadék a rendszer biztonságos elindulásához.

A nézőüveg a hűtőgépszerelő nélkülözhetetlen segítőeszköze a folyadék hűtőközegben a gőzbuborékok detektálásához. Célszerűen, a folyadékvezetékbe, közvetlenül a fojtószerelvél kerül beépítésre. A buborékmentes hűtőközeg folyadék az expanziós szelep kifogástalan működésének előfeltétele. A hűtőberendezésben elsődleges vagy másodlagos hűtőközeg hiány vezethet gőzbuborék képződéshez. Elsődleges hűtőközeg hiány esetén a hűtőberendezés hűtőközeg töltete nem megfelelő.

Másodlagos (látszólagos) hűtőközeg hiánya következő okokból léphet fel:

- Túlságosan nagy nyomásesések hosszú csővezetékek, elzáró szerkezetek,
- szárító szűrő és egyéb hűtőköri elemek miatt, különösen akkor, ha kicsi az utóhűtés, vagy egyáltalán nincs is.
- A folyadékvezetékét érő nagy hőszugárzás, mely a hűtőközeget elgőzölögteti.
- Túl nagy emelkedési magasság a kondenzátor és az elpárologtató között (nagy nyomásesés),
- Hűtőközeg felgyülemelés (pl. az elpárologtatóban, erős jegesedés következményeként)

A nézőablak közepében színes jelzőfolt található. Ez egy olyan vegyület (fémsó), amely a hűtőközeg víztartalmából vesz fel nedvességet, és meghatározott nedvességtartalom elérésénél színét változtatja.

Minden hermetikus és félhermetikus hűtőberendezéshez nedvességindikátoros néző üveget kell beépíteni.

### **Folyadékszűrők**

A hűtőrendszerbe szerelt szűrők feladata a kondenzált hűtőközezből kiszűrni a szilárd szennyeződéseket, megkötni a savgyantát és a nedvességet, ezzel biztosítva a hűtőrendszerre előírt tisztasági fokot.

A szárító szűrők kúpos vagy rezegett acél csatlakozással rendelhetők. A szárító szűrők gyorsan és hatékonyan köti meg a nedvességet és a szerves és szervetlen savakat, a következő jelölésekkel kerül forgalomba:

A szűrőbetét összetétele: „A” típusú molekuláris szűrő szilikagél, és aktivált alumínium-oxid granulátum. A molekuláris szűrő és a szilikagél a nedvesség megkötésében játszik szerepet, míg az aktivált alumínium-oxid granulátum a nedvesség mellett a keletkező savasság megkötésére alkalmas. A szűrőbetét teljes keresztmetszetében egyenletes az áramlás, ami jelentősen javítja a szűrőképességet. Észterolajokhoz nem használhatók.

A szűrők véglegesen beépítve maradhatnak a rendszerben, de a nyomásesést, a beüzemelés időszakában figyelni kell, és ha a szűrő telítődött szennyeződéssel, ki kell cserélni. A csatlakozó méretek menetes csatlakozás esetén 1/4"-tól 3/4"-ig, forrasztható csatlakozás esetén 6mm-től 28 mm-ig terjednek. A kapillárisöves háztartási hűtőberendezésekhez azt a konstrukciót részesítik előnyben, amely a belépőoldalon a kondenzátorból érkező folyadékvezetéknek, kilépőoldalon a kapilláris adagolócsőnek megfelelően leszűkített.

### **2.3.9. Hőszivattyús berendezések alkalmazása**

#### **A hőszivattyú működése**

A hőszivattyú azt használja ki, hogy a folyadékok és gőzeik a rendszerben uralkodó nyomástól függően más-más hőmérsékleten párolognak el, illetve csapódnak (kondenzálódnak) le.

A folyadék-gőz elegyben addig, amíg teljes egészében el nem párologt (vagy le nem csapódott) állandó hőmérséklet uralkodik. Például ha egy jól kiválasztott folyadéknak például 25 bar nyomás esetében a telítési hőmérséklete 60 °C, akkor a folyadék gőzével (míg az teljesen le nem csapódott) egy hőcserélőben 50 °C hőmérsékletre lehet a fűtővizet melegíteni.

Ugyanez a folyadék, ha pl. 2 bar nyomáson -25°C telítési hőmérséklettel bír, a -15° C hőmérsékletű, nála melegebb külső levegővel elpárologtatható, azaz a rendszerbe a környezetből befelé fog a hó áramolni, mert a rendszer belső hőmérséklete alacsonyabb, mint a környezeté.

A hőszivattyú rendszer egy körfolyamat, amelynek részei hőcserélők, a kompresszor, a fojtó (expanziós) szelep és az ezeket összekötő csővezetékek, melyekben a munkaközeg kering (a vékony vonalak a munkaközeg és a fűtési vízkör tényleges csővezetékei, a vastag, feliratos vonalak pedig a szimbolikus energiaáramot mutatják). A fojtószelep által lecsökkentett nyomású folyadék az hőcserélőbe jut, ahol a példa szerinti 2 bar nyomáson a telítési hőmérséklete  $-25^{\circ}\text{C}$ . A hőcserélőn az ennél magasabb ( $-15^{\circ}\text{C}$ ) hőmérsékletű környezeti levegő hőt ad át a folyadéknak, ami elpárolog. Az elpárolgott, most már gőz halmazállapotú közegei a kompresszor 25 bar nyomásra sűríti. Ennek következtében a gőznek nem csak a nyomása, hanem a hőmérséklete is megemelkedik a példa szerinti  $60^{\circ}\text{C}$ -ra. A megemelt hőmérsékletű és nyomású gőz a kompresszorból a hőcserélőbe jut, ahol a nála hidegebb (pl. visszamenő =  $40^{\circ}\text{C}$ , előremenő =  $50^{\circ}\text{C}$ ) fűtővízzel találkozáva annak párolgáshőjét leadja, azaz lecsapódik. A kb.  $60^{\circ}\text{C}$  hőmérsékletű folyadék a hőcserélőből kilépve a fojtószelepen halad át, ahol nyomása ismét 2 bar-ra csökken, hőmérséklete pedig az adott nyomáshoz tartozó  $-25^{\circ}\text{C}$ -ra, és a folyamat kezdődik előlről. A munkaközeg körfolyamatban való mozgását a kompresszor végzi, ami nem csak a gőz sűrítését, hanem a munkaközeg folyamatos áramlását is biztosítja. Ebből következik, hogy a hőenergia hidegebb helyről melegebb helyre való beáramoltatása nem ingyenes, ehhez külső energiát (a kompresszort hajtó energiát) kell igénybe venni.

A hőszivattyú hasznos hője két fonásból származik, az egyik a környezetből az hőcserélőn kinyert hő, a másik a kompresszor hajtásába befektetett mechanikus munka, ami a kompresszor veszteségein keresztül szintén hővé alakul, azaz a hőcserélőben fűtésre hasznosítható. A kompresszor hajtása történhet elektromos motorral, de történhet gázmotorral vagy akár gőz-, illetve gázturbinával is. Az elektromos hajtás előnye az elektromotor kis méretéből adódó kis helyigényű, kompakt kialakítás, valamint az elektromotorral felszerelt gép olcsósága miatt a kis beruházási költség.

A hőszivattyúk típusai az 1976-ban megkezdett, a bekötésre előkészített, elektromos üzemű kompresszorral működő hőszivattyúkra vonatkozó szabványosítás, a DIN 8900, jelenleg az Európai Szabványtervezet szerint készül DIN EN 255. Mindkét szabvány rögzíti a hőforrások/hasznos hőhordozók elnevezését. Így a következő típusokat különböztetik meg:

Meleg vizes fűtésnél:

- levegő/folyadék hőszivattyú
- folyadék/folyadék hőszivattyú

Meleg levegős fűtésnél:

- levegő/levegő hőszivattyú
- folyadék/levegő hőszivattyú

Annak függvényében, hogy milyen a kollektor oldal, beszélhetünk termálvizes, levegős, vagy geotermikus stb. hőszivattyúkról. Felhasználói oldalról megkülönböztethetünk komfort, hűtő és fűtő hőszivattyúkat, és csak fűtő hőszivattyúkat. Mindenből nyerhetünk energiát. Napjainkra a fűtés nem csak energia-, hanem egyben környezetvédelmi kérdéssé is változott, és a két feladat összehangolt megoldása érdekében született a hőszivattyú-technika. A hőszivattyús fűtőgépek a levegőből, vízből vagy talajból nyernek ki energiát, amit magasabb hőmérsékletre emelve állítanak elő fűtővizet.

### **Hőforrások**

A hatékony és tartós üzemhez a hőszivattyúnak egy olyan hőforrásra van szüksége, mely a hőt megfelelő mennyiségben és hőmérsékletszinten bocsátja rendelkezésre. Minél magasabb a hőforrás hőmérséklete (max. 25 °C), annál magasabb a fűtőtéljesítmény és annál hatékonyabban működik a hőszivattyú fűtés esetén. Hűtés esetén a hőleadó hőmérséklete legyen alacsony. Lakóépületeknél lényegében mindhárom hőforrás alkalmazható talaj, víz vagy levegő. Mindhárom hőforrásnak megvan a jogosultsága, a kiválasztásnál pontosan tekintetbe kell venni a hőszivattyú helyszínét, hozzáférhetőségét és követelményeit.

#### **Talaj**

A talaj nagy mennyiségben képes napenergiát tárolni. Ezt az energiát a talaj a közvetlen napsugárzásból nyeli el, vagy esőből illetve a levegőből veszi fel. A talajban tárolt energia talajkollektorral, talajszondával vagy energiacölöpökkel nyerhető ki és vezethető a hőszivattyúhoz (fűtési üzemben). Ez egy zárt csőrendszer, melyben a hőhordozó közeg az ún. sósó (víz és fagyásgátló szer keveréke) kering. Fűtési üzem alatt a sósó hőt vesz fel a talajból és leadja a hőszivattyú elpárologtatójának.

Geotermikus szonda előnyei: kedvező adottságok a Kárpát medencében, üzembiztos és jól tervezhető. Hátrányai: magas költségek, engedélykötelesség, bárhol nem kivitelezhető, geológia tudásigényes

Talajkollektor előnyei: alacsonyabb kivitelezési költség, nincs szükség engedélyezésre. Hátrányai: nagy helyigényű, légtelenítési problémák, területrendezési-kertészeti kérdések

## Víz

A talajvíz a magas és állandó hőmérsékletének köszönhetően megfelelő hőforrás a hőszivattyú számára. A termelő kútból kiszivattyúzott talajvíz a hőszivattyúhoz jut, és ott leadja a hőenergia egy részét. Ezután a lehűlt (fűtési üzemben) talajvizet egy ún. visszasajtoló kút visszavezeti a talajba. Mivel a talajvíz összetétele területről-területre nagyon különbözhet, vízelemzést kell végezni a hőszivattyú meghibásodásának, ill. a kút funkció romlásának elkerüléséhez. Ezen kívül tekintettel kell lenni arra, hogy a talajvíz elegendő mennyiségben és megfelelő hőmérsékletszinten álljon rendelkezésre a hőszivattyú energiagényének ésszerű fedezéséhez. Kútpáras rendszer előnyei: egész évben magas, állandó hőmérsékletű hőforrás, olcsó kivitelezés. Hátrányai: kút elnyelő képessége, a kút szivattyú villamos teljesítményfelvétele leronthatja a rendszer COP értékét, vízkémia, vízbiztonság, bonyolult engedélyeztetés

## Levegő

A levegő mindenütt elegendő mennyiségben áll rendelkezésre. Ezért kézenfekvő, hogy hőszivattyúkhöz hőforrásként használható. A hőszivattyú egy ventilátor segítségével beszívja a külső levegőt. Az elpárologtatón a külső levegő a hő egy részét leadja a hűtőközegnek és eközben lehűl. A helyszíntől függően a külső levegő nagy hőmérséklet-ingadozásnak van kitéve, ezek az ingadozások befolyásolják a hőszivattyú fűtőteljesítményét is, melyet a méretezésnél figyelembe kell venni.

## **A hőszivattyú feladata**

Elsősorban a hőtermelés. Ez a szereléstől és az alkalmazástól függően használható fűtő- vagy használati víz melegítésére. A kiválasztott hőszivattyú típusától, ill. a rendszer részegységeinek hidraulikus bekötésétől függően a hőszivattyúval hűteni is lehet. Magától értetődő, hogy a berendezés tulajdonképpen egy hűtő-körfolyamatot magába foglaló egység. Ha a hőleadó és hőfelvevő oldalt megfordítjuk, vagy felcseréljük akkor igénytől függően fűtésre vagy hűtésre is használhatjuk. A hőszivattyúknál a COP és egyéb energiahatékonysági számok nagyban függenek a hőforrás hőmérsékletétől, illetve az előremenő víz hőmérsékletétől. Ez a két hőmérséklet minél távolabb áll egymástól, annál kisebb a COP szám, ugyanis minél nagyobb hőmérséklet különbséget kell leküzdenünk,

annál nagyobb nyomásviszonyt kell a kompresszornak előállítania, vagyis nő a kompresszor felvett elektromos teljesítménye.

### **Eurovent energetikai besorolásai a folyadékűtőknek és hőszivattyúknak a hatékonyság szerint (EER).**

Az értékek teljes terhelésen, a teljes leadott teljesítmény és az összes elektromos felvétel (beleértve a szivattyúk, ventilátorok stb. is) hányadosaként értendő.

### **A hőszivattyúkat csak és kizárólag azonos hőmérséklet viszonyok mellett lehet COP szám alapján összehasonlítani.**

### **A hőszivattyú kiválasztásához szükséges alapadatok**

Az összes teljesítményszükséglet

- Az épület hőszükséglete
- HMV teljesítmény igény (0,25kW/fő)
- Különleges berendezések teljesítményigénye (pl. úszómedence)

Előremenő víz hőmérséklet az elosztóhálózatban

Hőforrás kiválasztása (levegő vagy talaj)

Hőszivattyú működési jellege

- monovalens
- monoenergetikus
- bivalens
- bivalens-alternatív

### **2.3.10. Szabályozó, vezérlő és védelmi berendezések (beazonosítás, működés, felépítés, csatlakozások, szerelés)**

#### **Másodlagos szabályzók**

Az expanziós szelep a hűtőgépekben nélkülözhetetlen alkatrész: mégpedig elsődleges szabályzó. A hűtőkör többi szabályzó szerkezetét másodlagos szabályzóknak nevezzük, ezek a következők.

#### **Az elpárolgató nyomásszabályzója**

Az elpárolgási nyomás és az attól erősen függő elpárolgási hőmérséklet alapvetően az elpárolgató és a kompresszor egymáshoz igazított teljesítményétől függ. Az elpárolgató teljesítményét közvetlenül befolyásolja a hűtőközeg hőmérséklete és az elpárolgási hőmérséklet közötti különbség.

Ha az elpárolgási nyomást - és vele együtt az elpárolgási hőmérsékletet mesterségesen magasán tartjuk, akkor az elpárolgási teljesítmény jelentősen csökken. Egy szabályzó által, mely a szívóvezetékeknek az elpárolgató felőli szakaszába csatlakozik, az elpárolgási hőmérsékletet lekorlátozhatjuk. Erre szolgál az elpárolgató nyomásszabályzója, elvét tekintve nyomástartó szelep.

### **Az indításszabályzó**

Mint ahogy az elpárolgató nyomásszabályzója, az indításszabályzó is állandó nyomású szelep. A kompresszor szívónyomását felülről korlátozza. Ha például egy fagyasztókészülék  $-35^{\circ}\text{C}$  elpárolgási hőmérséklettel üzemel, hűtőteljesítménye 10 kW. Amikor az elpárolgási hőmérséklet  $-20^{\circ}\text{C}$  - ra növekszik, teljesítménye a kétszeresére nő, melyet a kompresszor motorjának és a kondenzátornak kell ledolgoznia. Amikor a készülék leolvasztás után újraindul, az expanziós szelep akár annyira is kinyílnak, hogy az elpárolgási hőmérséklet túlzottan magas értéket vesz fel, ezzel a következők történhetnek:

- ha a készülék erre nincs felkészítve, akkor a biztonsági lánc elemein keresztül kikapcsol.
- a szívóvezetékbe beépített indításszabályzó azonban megfelelő mértékben fojtja le a hűtőközeg anyagáramlását, így a hűtőteljesítmény a szükséges értékre csökken.

Nagy szerepe lehet ennek a szabályzó típusnak folyadékös hűtőgépek esetében, amikor a hűtendő folyadékok nagyon magas hőmérséklettel érkeznek a rendszerbe. Ilyen esetekben az indításszabályzó hathatós védelmet nyújt.

### **Kondenzációs nyomásszabályozás**

A kondenzátornak a szabadba való telepítése felveti a kondenzációs nyomás szabályozásának kérdését is. Az esetleg bekövetkező alacsony környezeti hőmérséklet (késő ősz, tél, kora tavasz) miatt a kondenzációs nyomás annyira lecsökkenhet, hogy a helyesen megválasztott termo szelep a szükséges hűtőközeg-beadagolást nem tudja biztosítani a kis ( $P - P_0$ ) nyomás különbség miatt.

Egy ún. normál hűtési tartományt kiszolgáló készüléknél ez pl. abban nyilvánul meg, hogy a szokványos  $-10^{\circ}\text{C}$  körüli helyett  $-20^{\circ}\text{C}$ , vagy ez alatti elpárolgási hőmérséklet alakul ki (kicsinek mutatkozik a szelep).

A megoldás ilyenkor nem lehet az, hogy esetleg nagyobb teljesítményű termo szelepet alkalmazunk, mert azzal magas hőmérsékletnél (nyár) lenne probléma. Ugyanis amikor a (P-PO) nyomáskülönbség nagy, akkor a szükségesnél jóval nagyobb teljesítményű szelep a zárási határon dolgozik, instabillá teszi a hűtőközeg-beadagolást.

Az elpárolgási nyomás igen nagymértékben állandóan ingadozik, mivel a szelep nem tudja folyamatosan szabályozni az áteresztést, hanem hol lezár, hol kinyit. Az előzőekből látható, hogy a szabadba kihelyezett léghütéses kondenzátoroknál a kondenzációs nyomás szabályozása a zavartalan üzemvitel miatt szükségzerű.

A szelep kilépőoldalán a folyadékgyűjtőben uralkodó nyomás a szelep működésére hatást nem gyakorol, mivel kiegyenlítő „3” membránnal rendelkezik. A CPR-szelep milyen nagyságú kondenzációs nyomást tartson állandó értéken, azt a beállító orsóval szabályozható 2 rugó ereje szabja meg. Amíg a nyomóoldali nyomás kisebb mint az előirt, a szelepet a rugó zárva tartja. A kondenzátor feltöltődik hűtőközeg-kondenzátummal, csökken a hatásos hőátadó felület, s a nyomóoldali nyomás növekszik. Elérve a tartani kívánt értéket, a szelep megnyit. A továbbiakban csak annyi folyadékállapotú közeget enged át a folyadékgyűjtőbe, hogy a nyomás a nyomóoldalon állandó maradjon. Az adagolószelep előtti, megfelelő mértékű nyomás biztosításához ezt a nyomóoldali nyomást rá kell adni a folyadékgyűjtőre is, amelyet a megkerülő vezetékbe épített CPC-szelep biztosít úgy, hogy kb. 1 bar-ral alacsonyabb nyomásértékre van beszabályozva, mint a CPR által tartott nyomóoldali nyomás.

### **Kondenzációs nyomás szabályozásának egyéb módozatai**

A szabályozási mód túlságosan hideg (0°C alatti) környezeti hőmérséklet esetén már általában nem kielégítő, mivel a kondenzátorban már ventilátor nélkül is (statikusan szellőztetve) nagyon alacsony lehet a nyomás. - Kondenzációs nyomásszabályozási mód lehet léghütéses gépeknél a kondenzátort hűtő levegő hőmérsékletének szabályozása, amely már összefüggésben van akár a gépház szellőztetési rendszerével, akár a kondenzátor frisslevegő-beszívásának szabályozásával, pl. a kondenzációs nyomásról vezérelt mozgatható zsaluzattal.

Az aggregátokon elhelyezett kombinált KP17W magas/alacsony nyomáskapcsolókat (automatikus reset) vagy az "810" speciális kivitel esetén a KP15 (kézi reset) nyomáskapcsolókat üzembe helyezéskor kell beállítani. Figyelni kell arra, hogy magas nyomásnál a kikapcsolási érték semmi esetre sem lépheti át a tartály maximálisan megengedett nyomását.

A magasnyomás-kapcsoló biztosítja azt, hogy a kompresszor a maximálisan megengedett magas nyomás elérése előtt kikapcsoljon. A következő táblázat nyújt információt a maximálisan megengedett nyomásokról. Az alkalmazástól függően a magasnyomás-kapcsolót alacsonyabb értékre is be lehet állítani. A magasnyomás-kapcsolót a biztonsági láncba be kell építeni.



Az alacsonynyomás-kapcsoló megakadályozza, hogy a kompresszor vákuumban túl mélyen üzemeljen, ami a tekerceselés sérülése miatt balesethez vezethetne. Emiatt az alacsony nyomás kapcsolót semmiképpen sem szabad 0,2 bar értéknél kisebbre beállítani.

## Presszosztátok

### Szívóoldali vagy kisnyomású presszosztát

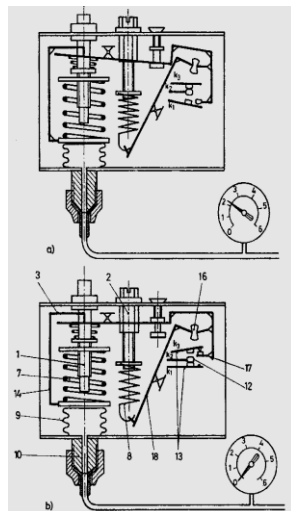
Az automatikusan üzemelő kis-hűtőberendezéseknél szükség van kisnyomású presszosztát alkalmazására.

#### Működése:

A  $k_1$ ,  $k_2$  és  $k_3$  érintkezők helyzetét a 9 membránra ható nyomásból származó erő és a vele szemben ható, az 1 tartománybeállító orsóval beszabályozható 7 rugóerő eredője határozza meg;

Az „a” ábrán levő helyzetben a nyomásból származó erő és a rugóerő eredője felfelé mutat.

Ez a 3 főemelőnél egy, a főemelő forgáspontjára vett, jobbra forgató nyomatékok eredményez, amellyel szemben a 2 differenciaorsóval szabályozható 8 differencia rugóerőnek a 18 differenciaemelőre ható nyomatéka tartja a 16 billegőt egyensúlyban. Nyomáscsökkenéskor a rugóerő és a nyomásból ható erő eredője átbillent, és megszakítja  $k_2$  és  $k_3$  érintkező közötti kapcsolatot.



## 2. ábra KP 1 típusú Danfoss gyártmányú kisnyomású presszosztát<sup>2</sup>

A rendszer esetleges szennyezettsége esetén akár mechanikus szennyezés okozta, akár nedvesség miatt, ún. fagyásos dugulás következtében a hűtőkompresszor tartósan vákuumon járna, ha nem alkalmaznánk biztonsági automatikaként szívóoldali presszosztátot, amely a szívóoldali nyomás meg nem engedhető mértékű lecsökkenésekor kikapcsolja a kompresszort.

De alkalmazhatunk szívóoldali presszosztátot szabályozó automatikaként is. A KP 1 típusú Danfoss gyártmányú kisnyomású presszosztátot egypólusú váltóérintkező-rendszerrel alakították ki. Elektromosan a kompresszor vezérlő áramkörébe kötjük.

### **Beszabályozása:**

Az 1 szabályozó orsó jobbra forgatásával növeljük, a balra forgatásával csökkentjük a bekapcsolási nyomást. A 2 differenciaorsó jobbra forgatásával a különbséget csökkentjük, balra forgatásával növeljük. A kisnyomású presszosztát, mint biztonsági automatika besabályozása a kompresszor szívóoldalára felszerelt manovákuummérő segítségével történik.

Egy jól megfigyelhető lassan változó szívóoldali nyomást a folyadékgyűjtő sarokszelepének megfelelő mérvű zárásával, ill. nyitásával idézünk elő. A várható üzemállapotnak, ill. közepes elpárolgási hőmérsékletnek megfelelően állapítjuk meg a szükséges bekapcsolási nyomást.

A skálán egy nagyobb bekapcsolási értékről kiindulva a nyomásmérő szerint állítjuk be a bekapcsolási nyomást, azaz kapcsoljuk be a kompresszort. A kisnyomású presszosztát szabályozószervként való besabályozása a hűtendő térben elhelyezett hőmérő segítségével történik.

A várható be és kikapcsolási nyomásnál a készülék skáláján egy nagyobb bekapcsolási és megfelelő nagy különbséggel egy kisebb kikapcsolási értéket kell beállítani.

Ha a hűtőgép üzeme során a hűtött tér hőmérséklete a megengedhető alsó értéket elérte, a differenciaorsó jobbra forgatásával (a differencia csökkentésével) kikapcsoljuk a hűtőgépet. A hűtött tér a gép kikapcsolt állapotában melegszik.

Amikor a térhőmérséklet elérte a megengedhető felső határt, a szabályozóorsó balra forgatásával (a bekapcsolási érték csökkentésével) bekapcsoljuk a hűtőgépet. Egy újabb hűtési periódust kivárva a hűtött tér alsó hőmérsékletéhez a különbség további csökkentésével állítjuk be véglegesen a kikapcsolási nyomás szükséges értékét.

---

<sup>2</sup> forrás: Dr. Jakab Zoltán: Kompresszoros hűtés II. 3.2.4. ábra

A kisnyomású- vagy szívóoldali presszosztátokat a hűtőbútoroknál (polcos falihűtők, fagyasztó szigetpultok, jégkészítő gépek stb.) speciálisan hőmérséklet szabályozásra alkalmazzák. A kapcsolómechanizmusuk úgy van kialakítva, hogy a szívónyomás lecsökkenésekor a vezérlőáramkört bontják, míg a szívónyomás emelkedésekor újra zárják.

Kisnyomású presszosztátok csak termostatikus szabályozó (expanziós) szeleppel együtt kerülhetnek alkalmazásra. Csatlakoztatása a kompresszor szívóoldali elzáró szelepén keresztül történik. Kisnyomású presszosztátokat alkalmaznak a hőmérséklet-szabályozáson kívül folyadék hűtőkben a szívónyomás ellenőrzésére. A presszosztát 0 bar túlnyomás alatt lekapcsolja a kompresszort, így megakadályozza, hogy a folyadék bekerüljön a hűtőrendszerbe, ha az elpárologtatóban hűtőközeg-hiány lép fel és a szívónyomás a légköri nyomás alá (vákuum) csökkenne.

### **A nagynyomású (nyomóoldali) presszosztát.**

Nagynyomású presszosztát vagy túlnyomáskapcsoló olyan biztonsági automatika, amely leállítja a kompresszort, ha a nyomóoldali nyomás eléri a meg nem engedhető mértéket.

A KP 5 típusú túlnyomáskapcsoló szerkezeti felépítése, s így működési modellje azonos a KP 1 kisnyomású presszosztáttal, de értelemszerűen a nyomóoldalon előforduló nyomásokhoz illesztett szabályozási és differenciatartománnyal.

A nyomásérzékelőjét közvetlenül a hengerfejben a nyomó-kamrához kell csatlakoztatni. A vezetékben elzáró szerelvény nem lehet, a túlnyomáskapcsoló véletlen kiiktatásának veszélye elkerülése céljából. Kis hűtőkompresszoroknál, ahol a nyomókamrához közvetlen csatlakozási lehetőség nincs, a nyomó főelzáró szelep oldalsó csomójára célszerű csatlakoztatni a túlnyomáskapcsolót, mert így a zárt nyomószeleppel való indulás esetére is véd. A túlnyomáskapcsolónak emelkedő nyomásra kell kikapcsolnia, tehát a kompresszormotor vezérlő áramkörébe az 1, és 2, érintkezőn keresztül kell bekötni.

### **Egyszerű hűtésvezérlők**

**A kereskedelmi hűtőberendezések** szabályozását, vezérlését régebben a hagyományos elektromechanikus termostátokkal, nyomáskapcsolókkal és leolvasztó órákkal oldották meg. Egyre jobban elterjed a kereskedelmi hűtőberendezések területén is az elektronikus szabályozás alkalmazása. Elektronika vezérli a hűtést, a leolvasztást, az elpárologtató és a kondenzátorventilátorokat, a páratartalmat, a csoportaggregátok kompresszorait és az elektronikus expanziós szelepeket, őrzi, védi a kompresszorokat.

Azon túl, hogy kijelzik a berendezés aktuális hőmérsékletét, igen sok információt tudhatunk meg segítségével a berendezésről. A digitális szabályozók sokkal pontosabb szabályozást eredményeznek mechanikus elődeiknél. Maga a hőmérsékletszabályozó eleve tizedes pontossággal állítható be. A kapcsolási differencia (hiszterézis) is hasonló pontossággal szabályozható. Általában PTC vagy NTC szondákat alkalmazunk a hőmérséklet érzékelésére. A szondák bekötő kábelei akár 100 m-re is meghosszabbíthatók, tehát az érzékelő és a kijelző nem kell, hogy közel legyen egymáshoz, egy diszpécsterszobából is lehet információkat szerezni az üzem területén működő hűtőberendezésekről. A berendezésbe különböző LED-diódák vannak beépítve, melyek információt adnak a berendezés aktuális üzemállapotáról. A legegyszerűbb berendezésen is van legalább 10-15 szoftveresen állítható paraméter, melyekkel a szabályozót optimalizálhatjuk az adott hűtőrendszerre.



3. ábra. hűtésvezérlő<sup>3</sup>

### Leszívatószabályozás

Működése:

- a hőérzékelő beállított kikapcsolási hőmérséklet értékénél a termosztát jelére a mágnesszelep lezár,
- a kompresszor szívóhatása következtében a nyomás csökken,
- az alacsony nyomás hatására a az alacsony nyomás presszosztát leállítja a kompresszort.

Ha a hűtött tér hőmérséklete eléri a bekapcsolási értéket,

- a mágnesszelep nyit,
- a nyomás kiegyenlítődik,
- és a kompresszor újra indul

---

<sup>3</sup> forrás: [https://hutesfaktor.hu/vezerlo/dixell/dixell\\_xr\\_02c\\_termosztat](https://hutesfaktor.hu/vezerlo/dixell/dixell_xr_02c_termosztat)

Csak hogy a kompresszoroknál általában meg van adva az óránkénti indulások száma, tehát ha a hőmérséklet nagyon gyorsan megemelkedne, akkor nagyon nagy lenne az óránkénti kapcsolások száma. Ezért a szabályzóban szoftveresen lehet állítani a kompresszor indításkésleltetését, melynek segítségével a kívánt értékre csökkenthetjük az indulások számát. A késleltetés működését általában a kompresszor üzemét (hűtési igényt) jelző LED-dióda villogása jelzi. Egyébként minden üzemben lévő késleltetést az adott LED dióda villogásával tudat velünk a szabályozó.

### **Elpárologtató-ventilátorszabályozás**

Az elpárologtató ventilátornak nem kell folyamatosan üzemelnie, illetve az adott alkalmazás szabja meg az üzemét. HBP-tartományban, ahol természetes (kamralevegős) leolvasztást alkalmazunk folyamatosan, működhet a ventilátor, hiszen a kompresszor állásidejében a relatív magas hőmérsékletű levegő le tudja olvasztani az esetlegesen a párologtatóra rakódott deret. MBP-alkalmazás esetén +3, 4 °C-ig a természetes leolvasztás rásegíthet a villamos vagy meleggázos leolvasztás működésére, ezért relatív kevesebb hőmennyiséget kell bevinni a kamrába leolvasztás közben. LBP-alkalmazásnál természetesen nem tudjuk kihasználni ezt a lehetőséget, de a hőmérsékletretegződés elkerülése érdekében ebben az alkalmazásban is célszerű járítani a párologtató ventilátort a kompresszor állásidejében. Természetesen e két utóbbi alkalmazásnál az effektív leolvasztási időtartam alatt nem működhetnek a párologtató ventilátorok. Speciális alkalmazások esetén, ha az ügyfél kéri, az áru száradásának megelőzése érdekében a kompresszorral együtt is vezéreltethetjük az elpárologtató ventilátort.

### **Leolvasztás-vezérlés**

A szabályozók nagy részénél választhatunk természetes, villamos és meleggázos leolvasztás között. Választhatunk ciklikus, effektív üzemóránkénti ciklusok, illetve az eljegesedett üzemórák mérésén alapuló ciklikus leolvasztás között. Szoftveresen állíthatjuk a leolvasztási ciklusok hosszát. Miután a szabályozók jelentős része rendelkezik lamellahőmérséklet-érzékelővel, lehetőség van a leolvasztási véghőmérséklet mérésén alapuló, leolvasztási idő vége előtti fűtéslekapcsolásra is, amivel energiát takaríthatunk meg. Szükség esetén - ha a leolvasztási időt túl rövidre vagy a leolvasztási hőmérsékletet túl alacsonyra választottuk - lehetőség van cikluson kívüli kézi leolvasztási periódus elindítására is. A karbantartások alkalmával mindig ellenőrizni kell, hogy az elpárologtató tökéletesen tisztára leolvad-e, ellenkező esetben a hűtőberendezés nem fog optimálisan működni. Figyelni kell a leolvasztás-érzékelő szonda helyének pontos meghatározására.

Lehetőleg mindig az elpárologtató leghidegebb pontjához kell rögzíteni a szondát, ha ott is megszűnik a jegesedés, csak akkor kapcsoljon ki a leolvasztás véghőmérséklet-érzékelő. A leolvasztási ciklusidőket és az olvasztási időtartamokat az alkalmazási tartomány és a tárolt áru tulajdonságainak figyelembevételével kell beállítani. Nyilvánvalóan egy normál hőmérsékletű kamrában tárolt csomagolt áru esetében sokkal rövidebben és ritkábban kell indítani a leolvasztást, mint amikor mélyhűtünk csomagolatlan tökehúsokat. A leolvasztás gyakoriságát befolyásolja a gyakori ajtónyitás, valamint a hűtőkamra előterének hőmérséklete és páratartalma is. A legtöbb szabályozón lehetőség van ajtókapcsoló bekötésére is - digitális bemenet -, ha a kamra ajtaja hosszabb ideig nyitva van, például betárolás alkalmával, főleg, hogy működjön a berendezés, hiszen csak a jeget hízalja az elpárologtató. Ilyen esetben vagy csak az elpárologtató ventilátort, vagy az egész berendezést leállíthatjuk az ajtókapcsoló segítségével. Más beállítások esetén az ajtókapcsolót a világítás automatikus be- és kikapcsolására is használhatjuk. Leolvasztási periódus után – hasonlóan az elektromechanikus leolvasztás-vezérlőkhöz, lehetőség van a lecsepegési idő szoftveres beállításához. Tehát egy bizonyos ideig - amíg a megmaradó vízcseppecskék rá nem fagynak a lamellázatra - nem indul el az elpárologtató ventilátor. Lehetőség van a ventilátorok hőmérsékletfüggő indására, leállítására is.

### **2.3.11. Szerelések ellenőrzése tervdokumentáció alapján és szemrevételezéssel**

**Megjegyzés:** a jegyzet terjedelmi korlátai miatt ezzel a tananyagegységgel nem foglalkozik részletesen, az ajánlott irodalomjegyzékben található szakirodalmakban a szükséges ismeretek megtalálhatóak.

### **2.3.12. Hűtőtechnikai rendszer nyomáspróbája és idegengáz eltávolítása és azok dokumentálása**

#### **Nyomáspróba végrehajtása**

Az üzembe helyezés kiemelten fontos részét képezik a nyomáspróbák, amelyeket a vonatkozó MSz EN 378 sz. „Hűtőrendszerek és hőszivattyúk. Biztonsági követelmények.” c. szabvány 2. kötete tartalmazza, teljes részletességgel.

A szilárdsági nyomáspróba annak az igazolására szolgál, hogy az a nyomás, amely a hűtőközeg betöltés után, valamennyi üzemi és környezeti körülményt figyelembe véve a hűtőberendezésben maximálisan kialakulhat, nem okoz mechanikai károsodást (deformálódást, hasadást stb.) a hűtőberendezés szerkezeti elemeiben.

#### **Az előírt tervezési hőmérsékletek**

Környezeti feltételek	≤ 32°C	≤ 43°C
Nagynyomású oldal, léghűtéses kondenzátorral	55°C	63°C
Nagynyomású oldal, vízhűtésű vagy evaporatív kondenzátorral	43°C	43°C
Kisnyomású oldal	32°C	43°C

A szilárdsági próbanyomás értékét az MSZ EN 378-2 szabvány a használt hűtőközeg és a környezeti körülmények függvényében a mértékadó hőmérsékletek meghatározása alapján írja elő.

A berendezés, vagy részeinek megengedett legnagyobb üzemi nyomását ebből a hőmérsékletből, ill. az adott közeg hőmérsékletéhez tartozó telítési nyomásából kell meghatározni a hűtőközeg gőztáblázata alapján. A nagynyomású oldalra előírt hőmérsékleteket az üzemelés során előforduló legnagyobb értéknek kell tekinteni. Ez a hőmérséklet nagyobb, mint ami kompresszor kikapcsolt helyzetében (nyugalmi helyzet) kialakul. A kisnyomású oldalra és/vagy a közbenső nyomású oldalra a nyomás számítását elegendő a kompresszor nyugalmi állapotának időtartama alatt várható hőmérsékletre alapozni. Ezek a legkisebb hőmérsékletek, és ily módon meghatározzák, hogy a berendezést ne tervezzék a hűtőközeg e legkisebb hőmérsékleteknek megfelelő telítési nyomásnál kisebb legnagyobb megengedett nyomásra. Ha az elpárolgatók a nagynyomású oldal nyomásának lehetnek kitéve, például forró gázos leolvasztás vagy hőszivattyú-üzemelés, a nagynyomású oldalra előírt hőmérsékletet kell alkalmazni.

A próbanyomás szükségességét a gyakorlat igazolta, mert a vékonyfalú csövekből készült hő-cserélők csatlakozásainak forrasztási helyénél előfordult, hogy a vezeték a nagy üzemi nyomás hatására „kinyílik”, ami üzem közben nemcsak anyagi veszteséggel, hanem jelentős környezet-szennyezéssel is jár.

Ugyancsak hasonló probléma jelentkezhet „split” folyadékűtők távol telepített kondenzátorához menő nagynyomású vezetékek csökötő idomainak forrasztási helyeinél. Ilyen üzemzavarnál jelentős az anyagi kár és súlyos a környezetszennyezés. A nyomáspróbákat megelőzőleg az egyes forrasztási helyeket gondosan meg kell tisztítani a folyatószer maradványoktól, zsíros olajos szennyeződésektől, mivel ezek a kisebb pórusokon kibújni szándékozó nitrogén molekulával a felületi feszültségük révén egyensúlyt tudnak tartani.

Nagy kiterjedésű rendszereknél a próbanyomás értékét fokozatosan szabad csak növelni, időt hagyva a beengedett száraz nitrogén szétterjedésére, hogy elkerüljük a hirtelen nyomásnövekedés következtében előálló, a berendezést esetleg károsító és egyben balesetveszélyes „nyomáslökéseket”.

## **A nyomáspróba kiértékelése**

- Ha a kezdő és véghőmérséklet azonos, azaz  $t_2 = t_1$ , és ha a műszereket és leolvasásukat hibátlannak tartjuk, akkor a nyomás csökkenése ( $p_2 < p_1$ ) tömörtelenségre utal.
- A nyomás állandósága viszont azt jelenti, hogy a berendezés tömörnek tekinthető.

Nagy rendszereknél a 24 órás nyomáson tartással a környezet és a rendszer belső hőmérséklet a vizsgálat végére megváltozott, a berendezés akkor tekinthető tömörnek, ha a kísérlet végén mért  $p_2$  nyomás az alábbi képlet szerint kiszámított nyomással megegyezik:

$$p_2 = \frac{p_1 \times T_2}{T_1} \text{ [bar]}$$

ahol:  $p_1$  a próbanyomás kezdeti értéke,

$p_2$  a próbanyomás végén mért érték

$T_1$  a nyomáspróba kezdeti hőmérséklete

$T_2$  a nyomáspróba befejezésekor a hőmérséklet

A számításhoz a  $p$  értékeket abszolút nyomásban ( $p$  abs.= mért túlnyomás+1 bar), a hőmérsékletértékeket abszolút hőmérsékletben ( $T$ = mért °C érték + 273) kell behelyettesíteni

### **A gáztömörség vizsgálata**

Kisteljesítményű hűtőberendezések nyomáspróbájakor a jól hozzáférhető csatlakozási helyeinél és nagyobb berendezések leválasztott részeinek vizsgálata esetén a kereskedelemben kapható habképző folyadékkal, vagy közösleges szappanoldattal lehet a tömörtelenséget kimutatni.

Amennyiben a berendezés tartja a nyomást és buborékosodás nem mutatkozik, akkor a vizsgálat igazolta a berendezés ezen ellenőrzés érzékenységevel kimutatható gáztömörségét. Az eljárás hátránya, hogy utána takarítani kell a próbált helyeket, mert a rászáradó hab mocskos foltot hagy és ez a későbbi vizsgálatokat megnehezíti.

### **Idegengáz eltávolítás, vákuumolás**

A kompresszoros hűtőberendezések működéséhez a rendszernek kizárólag hűtőközegre és kenőolajra van szüksége, más gáznemű vagy cseppfolyósítható közeg és egyéb idegen anyag jelenléte felesleges, sőt káros.

Idegengáz eltávolítás, vákuumolás művelete az üzembe helyezést, ill. a hűtőközeg betöltését megelőző munkafázis, amikor a hűtőrendszerből a számára idegen valamennyi gőz- és gázfeleséget lehetőleg minél tökéletesebben eltávolítják.

A vákuumolásnak kettős célja van, az egyik a nem kívánatos idegen gázok eltávolítása. A levegővel bejutott oxigén ( $O_2$ ) például a kenőolaj oxidációját és



gyantásodását segíti elő. Ezenkívül felgyorsítja a halogénezett hűtőközegek bomlását is, különösen vízgőz jelenlétében, magasabb hőmérséklet hatása alatt. A szén-dioxid (CO<sub>2</sub>) és a szén-monoxid (CO) jelenléte olaj-hűtőközeg reakcióra utal. A másik, kiemelt fontosságú célja a vákuumolásnak a rendszerbe került víz vagy vízgőz eltávolítása, a rendszer kiszárítása. A víz a halogénezett hűtőközegekkel kémiai reakcióba lép. E kölcsönhatás eredményeként sósav és hidrogénfluorid keletkezik. Mindkettő támadja a betétmotorok villamos szigetelését, és ennek végső következménye a motor leégése.

A vákuumszivattyú segítségével tehát a rendszert ki kell szárítani. Ismert jelenség, hogy a víz forráspontja a nyomás csökkentésével alacsonyabb lesz. A levegővel vagy más úton a rendszerbe került víz, amely a hűtőközegekkel kémiai reakcióba lépve komoly károkat okozhat, a szivattyú által keltett alacsony nyomás hatására forrni kezd, majd elpárolog.

A keletkezett vízgőzt a vákuumszivattyú a környezetbe szállítja. A szárítási folyamat időtartama annál rövidebb, minél több vízgőzt lehet időegységként eltávolítani, tehát minél nagyobb a vákuumszivattyú szállítóteljesítménye.

Fontos szabály, hogy a rendszer - beleértve szerviz-felszerelésünket is - a vákuumozás megkezdésekor tökéletesen tömör legyen.

A szokásos eljárás: a vákuumszivattyú szívó oldalára egy finom vákuummérőt csatlakoztatunk, aminek csak vákuum skálája van. A vákuumszivattyú bemelegítése (zárt szívó szeleppel) kb. 5 - 10 perc járatással történik.

Amikor a berendezés vákuumozásakor ezt a vákuumértéket a vákuummérőn elértük, az sajnos még nem jelenti azt, hogy a berendezés legtávolabbi pontján is elértük a kívánt 270 Pa idegengáz résznyomást. A közbenső csőszakaszok fojtást jelentenek, ezek a ritka közeg elszívását lassítják.

### **A vákuumolás időtartama**

- Háztartási jellegű kis hűtőberendezéseknél csak szívóoldali vákuumozáskor 30 perc vákuumozás – közbenső N<sub>2</sub> öblítés – 30 perc vákuumozás,
- Kétoldali (szívóoldali és szűrő belépő oldali) vákuumozás esetén 15 perc vákuumozás – közbenső N<sub>2</sub> öblítés – 15 perc vákuumozás már teljes mértékig elegendő.
- Nagy belső térfogatú és kiterjedésű hűtőberendezéseknél feltétlenül két oldalról, szívó- és nyomóoldalról kell vákuumozni.

A szárítás céljából folytatott vákuumolás gyorsítására és hatásosságának növelésére ajánlott a vákuumszivattyú gázballaszt-szelepének kismértékű megnyitása, és a rendszer (száraz) nitrogénes közbenső átöblítése is.

A vákuumszivattyú leállítást követő ún. „vákuumpróba” a rendszer nyomásváltozásának (növekedésének) megfigyelésével tömörségellenőrzésre is szolgál.

A sikeresnek minősült vákuumolás végén a vákuumot a hűtőközeg kis mennyiségének betöltésével kell „megtörni”, minthogy utána a töltési művelet következik.

A hűtőközeg-betöltő rendszer felszerelésével egyidejűleg fel kell készülni arra is, hogy szivárgás észlelése esetén a további töltést megszakítva a hűtőközeget (zárt rendszerben, lefejtő készülékkel) le lehessen üríteni!

Vákuumon tartással is lehet vizsgálni a berendezés tömörségét: ha a rendszer nem „tartja meg” az elért vákuumértéket, akkor szivárgás van – valahol.

### **A vákuumszivattyúk jellemzői**

Ahhoz, hogy az idegengáz résznyomása 270 Pa (2,7 mbar) érték alá csökkenjen a hűtőberendezés minden helyén, a berendezés kiterjedtségétől és térfogatától függő megfelelő végvákuumú és kellően nagy szállítóteljesítményű vákuumszivattyúra van szükség.

Kisebb rendszereknél 10 liter vagy annál kisebb belső térfogatú, kompakt vagy kis kiterjedésű hűtőberendezés esetén legalább 0,3 mbar végvákuumú,  $2 \div 3$  m<sup>3</sup>/h szállító-teljesítményű vákuumszivattyú megfelel. Nagyobb térfogatú és kiterjedésű hűtőberendezésnél legalább 0,05 mbar végvákuumú és 5-6 m<sup>3</sup>/h, igen nagy hűtőberendezéseknél 10 m<sup>3</sup>/h vagy nagyobb szállítóteljesítményű vákuumszivattyú alkalmazása szükséges.

Kiterjedt csőhálózat esetén célszerű egyszerre több vákuumszivattyúval több, egymástól távoli csatlakozáson vákuumozni a csőrendszert.

### **Vákuumszivattyú ellenőrzése**

A vákuumszivattyúk végvákuumának rendszeres ellenőrzése céljából szükség van egy, a vákuum abszolút értékének mérésére alkalmas speciális higanyos kompressziós vákuummérőre. Ezek törékeny eszközök, a helyszíni munkálatok során nem használhatók, ezeket a műszereket csak a műhelyben, a vákuumszivattyú végvákuuma abszolút értékének időszakos ellenőrzésére célszerű alkalmazni.

A halogénezett hűtőközegekkel működő hűtőberendezések üzembe helyezése, karbantartása, javítása során szükséges vákuumozásokhoz olyan vákuumszivattyút kell használni, amely alkalmas legalább 0,05 mbar, de ha lehet, még ennél kisebb nyomás (végvákuum) elérésére is. A gyakorlatban erre a forgólapátos rendszerű vákuumszivattyúk a legalkalmasabbak, különösen a kétfokozatú és gázballaszt-szeleppel is ellátott változatuk. Ezeket a vákuumszivattyúkat jó szívókapesség, mély végvákuum, robusztus kivitel és a vízgőzterhelés jó elviselése jellemzi.

Csaknem rezgésmentesen üzemelnek, mivel a gázt, illetve gőzt szállító alkatrészeik csak forgómozgást végeznek. A vákuumszivattyúnak egy kondenzálódó közegből (gőzből) hűtőközeg-nitrogén keveréket szállítania. A kompresszió-ütem alatt, bizonyos körülmények között a kondenzálódásra képes komponens cseppfolyósodik, kicsapódik a falazatra, illetve bekerül az olajba, azzal keveréket alkotva. A következő szívóütem alatt azonban - legalábbis részben - ismét elpárolog, ezért a vákuumszivattyú végvákuuma leromlik. Az olajba kerülő víz (vagy hűtőközeg-folyadék) ezen kívül rontja az olaj kenőképességét is. A keverék gőztartalmának kondenzációját gázballaszt-szelep használatával lehet elkerülni. A gázballaszt segítségével a gőz résznyomása kisebb mértékben emelkedik, mint nélküle. Mivel a gőz résznyomása nem éri el a lecsapódáshoz szükséges nagyságot, a kondenzáció nem jön létre.

A gázballaszt-szelepet akkor kell elzárni, ha a nyomás mintegy 5 mbar alá csökkent a vákuumszivattyúnál. Egyes olcsóbb vákuumszivattyú típusoknál nincs beépített gázballaszt-szelep, ezeknél a rendszeres olajcserére különösen kell ügyelni. A vízgőzlecsapódás és az ebből származó olajminőség-károsodás megakadályozása érdekében a vákuumozást csak üzem meleg vákuumszivattyúval szabad megkezdeni. A bemelegítést zárt szívó- és kissé nyitott gázballaszt szeleppel kell végrehajtani. Időtartama általában a környezeti hőmérséklettől függően 5-15 perc. Télen, alacsony külső hőmérsékletnél hosszabb ideig tartó bemelegítésre van szükség. A vákuumszivattyúhoz csatlakozó szívóvezeték (vákuumozó csővezeték) méretének meghatározásánál az a szabály, hogy a szívóvezeték minél rövidebb és minél nagyobb keresztmetszetű legyen. Belső átmérője soha ne legyen kisebb, mint a vákuumszivattyú szívónyílásának átmérője. Az is sokat segít, ha a szívócső és a csatlakozók közti szakasz a csatlakozók, szelepek stb. méretéhez képest kibővül. A csatlakozókban levő fojtásokat, például schröder-szelepeket a vákuumozás idejére el kell távolítani. Erre megfelelő szerszám kapható a szaküzletekben. Azt is figyelembe kell venni, hogy a schröder-szelepek általában nem vákuumzárók; vákuum alatti rendszert soha nem szabad csupán schröder-szeleppel lezárva hagyni.

### **2.3.13. Szivárgáskeresés technológiája, eszközei, folyamata, dokumentálása**

A hűtőberendezésekre vonatkozó kötelező szivárgásvizsgálat rendelkezéseit a 517/2014/EU rendelet a fluortartalmú üvegházhatású gázokról és a 842/2006/EK rendelet hatályon kívül helyezéséről rendelet tartalmazza.

Szivárgás ellenőrzése hűtőközeg töltet szerint:

A legalább 5 tonna CO<sub>2</sub>-egyenértéknek megfelelő mennyiségű, nem hab formájában tárolt fluortartalmú üvegházhatású gázokat tartalmazó berendezések üzemeltetőinek gondoskodniuk kell a berendezések szivárgásvizsgálatáról.

Kevesebb, mint 10 tonna CO<sub>2</sub>-egyenértéknek megfelelő fluortartalmú üvegházhatású gázokat tartalmazó hermetikusan zárt berendezések nem tartoznak az e cikk szerinti szivárgásvizsgálat hatálya alá, amennyiben e berendezések hermetikusan lezárt voltát címke igazolja.

Nem tartozik e cikk szerinti szivárgásvizsgálat hatálya alá az elektromos kapcsoló berendezés, amennyiben megfelel a következő feltételek valamelyikének:

- igazolt szivárgási mértéke a gyártó műszaki leírásában foglaltak szerint évente kevesebb, mint 0,1 %, és ennek megfelelően címkéztek fel, nem tartoznak az e cikk szerinti szivárgásvizsgálat hatálya alá.
- egy a nyomást és sűrűséget ellenőrző eszközzel vannak felszerelve, vagy
- 6 kg-nál kevesebb fluortartalmú üvegházhatású gázt tartalmaz.

A fluortartalmú üvegházhatású gázokat tartalmazó alábbi berendezések üzemeltetőire vonatkozik:

- helyhez kötött hűtőberendezések;
- helyhez kötött légkondicionáló berendezések;
- helyhez kötött hőszivattyúk;
- helyhez kötött tűzvédelmi berendezések;
- hűtőkamionok és -pótkocsik hűtőegységei;
- elektromos kapcsolóberendezések;
- szerves Rankine-ciklusok.

A berendezések vonatkozásában a vizsgálatot a előírt szabályoknak megfelelően képesített természetes személy végzi.

A kevesebb, mint 3 kg fluortartalmú üvegházhatású gázt tartalmazó berendezés, vagy a hermetikusan zárt berendezés, amelyet ilyenként címkéztek fel, és kevesebb, mint 6 kg fluortartalmú üvegházhatású gázt tartalmaz, 2016. december 31-ig nem tartozik a szivárgásvizsgálatra vonatkozó követelmény hatálya alá.

A szivárgás vizsgálatokat az alábbiakban meghatározott gyakorisággal kell elvégezni:

- a legalább 5 tonna, de kevesebb, mint 50 tonna CO<sub>2</sub>-egyenértéknek megfelelő mennyiségű fluortartalmú üvegházhatású gázt tartalmazó berendezéseken legalább 12 havonta, illetve amennyiben szivárgásészlelő rendszert szereltek fel, legalább 24 havonta;
- a legalább 50 tonna, de kevesebb, mint 500 tonna CO<sub>2</sub>-egyenértéknek megfelelő mennyiségű fluortartalmú üvegházhatású gázt tartalmazó berendezéseken legalább hathavonta, illetve amennyiben szivárgásészlelő rendszert szereltek fel, legalább 12 havonta;

- a legalább 500 tonna CO<sub>2</sub>-egyenértéknek megfelelő mennyiségű fluortartalmú üvegházhatású gázt tartalmazó berendezéseken legalább háromhavonta, illetve amennyiben szivárgásészlelő rendszert szereltek fel, legalább hathavonta.

A legalább 500 tonna CO<sub>2</sub>-egyenértéknek megfelelő mennyiségű fluortartalmú üvegházhatású gázt tartalmazó, bekezdésének berendezések üzemeltetőinek gondoskodniuk kell arról, hogy a berendezés fel legyen szerelve szivárgásészlelő rendszerrel, amely szivárgás esetén riasztja az üzemeltetőt vagy egy szervizelő vállalkozást.

A legalább 500 tonna CO<sub>2</sub>-egyenértéknek megfelelő mennyiségű fluortartalmú üvegházhatású gázt tartalmazó, a 2017. január 1-jétől telepített berendezések üzemeltetőinek gondoskodniuk kell arról, hogy a berendezés fel legyen szerelve szivárgásészlelő rendszerrel, amely szivárgás esetén riasztja az üzemeltetőt vagy egy szervizelő vállalkozást.

A berendezések üzemeltetőinek gondoskodniuk kell arról, hogy a szivárgásészlelő rendszereket megfelelő működésük biztosítása érdekében legalább tizenkét havonta ellenőrizzék.

A berendezések üzemeltetőinek gondoskodniuk kell arról, hogy a szivárgásészlelő rendszereket megfelelő működésük biztosítása érdekében legalább 6 évente ellenőrizzék.

### **Hűtőkörök nyilvántartása az Nemzeti Klímavédelmi Hatóság rendszerében:**

Szivárgásvizsgálatra kötelezett berendezés rögzítése három lépésből áll:

a szivárgásvizsgálatra kötelezett berendezés tulajdonosa vagy üzemeltetője rögzíti a berendezést a Klímagáz Adatbázisban, majd megbíz egy képesített vállalkozást, amely a képesített foglalkoztatottja útján felviszi a műszaki adatokat, és elkészíti az „Adatmódosító jegyzőkönyv”-et, majd az első „Szivárgásvizsgálati jegyzőkönyv”-et. Ezt követően lesz a berendezés teljes körűen rögzítve. A Nemzeti Klímavédelmi Hatóság felhívja a figyelmét, hogy a berendezés tényleges rögzítését követően számíthat az éves klímavédelmi felügyeleti díj, amelynek összege 30,- Ft tonna CO<sub>2</sub>-egyenérték után, de legalább 2.000,- Ft.

Berendezés-tulajdonos teendői. Amennyiben a berendezés a vonatkozó jogszabályok alapján szivárgásvizsgálatra kötelezett, azaz a benne lévő gáztöltet tömegéből számított CO<sub>2</sub>-egyenérték eléri vagy meghaladja az 5 tonna értéket, ami nem hab formájában van jelen (hermetikusan zárt berendezések esetében ez az érték 10 tonna CO<sub>2</sub>-egyenérték), úgy a Klímagáz Adatbázisban kötelező rögzíteni azt. Képesített vállalkozás feladatai megbízást követően. A berendezés-tulajdonos megbízása alapján a képesített vállalkozás a berendezés műszaki adatainak

feltöltéséért felel, a képesített foglalkoztatott útján. A képesített vállalkozás a berendezés-tulajdonos megbízását elfogadhatja, vagy elutasíthatja. A képesített vállalkozás saját felhasználói felületére belépve, berendezés-tulajdonos általi megbízás esetén megjelenik a „Függő megbízások” gomb. A képesített vállalkozásnak a megbízás elfogadását követően további teendője nincs. A berendezés rögzítését, annak műszaki adatainak megadását a képesített foglalkoztatott végzi el.

Képesített személy feladatai berendezés rögzítésekor. A képesített természetes személy a Klímagáz Adatbázis nyitóoldalon, a „Természetes személyek” fülön létrehozott regisztrációját követően a saját felhasználói felületén, a „Berendezések” menüponton belül láthatja a „Szerződött berendezések” fület.

A megbízott képesítéssel rendelkező alkalmazott a műszaki adatok felvitele és a jegyzőkönyvek elkészítése után a Nemzeti Klímavédelmi Hatóság rendszeréből **berendezés azonosító címkét** nyomtat, melyet a telepítés helyszínén a berendezésen jól látható helyre felragaszt.

NEMZETI KLÍMAVÉDELMI HATÓSÁG			
Megnevezés			
Hűtőkamra 1			
Tulajdonos			
Berendezés Teszt Kft. (Teszt Telephely)			
Klimagáz	Klimagáz töltet	GWP	
HFC-134a	10.0 kg	1430	
Széndioxid egyenérték		Szivárgás észlelő	
14.3t		nincs	
Hermetikusan zárt	COP	TEWI	ODP
nem			0.0000
 5000000066017			

4. ábra. Berendezés azonosító címkéje<sup>4</sup>

<sup>4</sup> forrás: Nemzeti Klímavédelmi Hatóság

**Hűtőközeg betöltési jegyzőkönyv** feltöltésekor a **szerviz célú** betöltést csak akkor válassza, ha pótolni kellett az elszivárgott hűtőközeget. Ebben az esetben a rendszer a műszaki adatoknál megadott töltetmennyiséget változatlanul hagyja és a jegyzőkönyvben szereplő betöltött mennyiséget hozzáadja a szivárgási rátához. Hűtőközeg lefejtési jegyzőkönyvet csak a képesítéssel rendelkező munkatárs kezelheti, megadja a lefejtett mennyiséget és megjelöli, hogy maradt-e hűtőközeg a berendezésben, valamint rögzíti a munkavégzés dátumát. **A berendezés áthelyezése** vagy értékesítése a tulajdonos kompetenciája, új tulajdonosnak csak regisztrált és a partnerek közé felvett céget lehet megadni.

#### **A berendezés üzemen kívül helyezése:**

Kizárólag azt követően lehetséges, hogy a teljes hűtőközeget töltet lefejtésre került és erről jegyzőkönyv készült.

#### **Szivárgásellenőrzés előírásai**

##### **A hűtőközeg-szivárgás káros hatásai:**

Hűtőközeg kiszökése nemcsak gazdaságossági, hanem főleg környezeti szempontokból káros

- A legtöbbjük növeli a légkör üvegházhatását,
- A már tiltott klórtartalmú közegek pedig az ózonpajzsot (is) károsítják.

A nemzetközi törekvések mai legfőbb célja az, hogy a szivárgások jelenlegi mennyiségét egy nagyságrenddel (a jelenlegi tizedrészére) csökkentsék.

Már ezt a célt szolgálta a kötelező szivárgásvizsgálatok elrendelése is.

##### **A hűtőközeg szökés (emisszió) csökkentése:**

- a hűtőberendezést minél tömörebbre, hermetizáltabbra kell kialakítani;
- a hűtőközeg töltet a lehető legkisebb legyen
- a tömörséget rendszeresen ellenőrizni kell;
- rendszeres karbantartásokat kell végeztetni szakemberrel;
- a föllelt hibákat (szivárgásokat) a legrövidebb időn belül ki kell javítani.

A telepített berendezések helyszíni szerelésére vonatkozó biztonságfokozó előírások, (pl. a keményforrasztott csatlakozásokra, rezgéscsillapításokra, csővezeték-kialakításokra stb.) vonatkozó szabályokban szerepelnek.

A tapasztalatok szerint a hűtőberendezések szivárgásos hűtőközeg-vesztésének legnagyobb részét a szerelési fegyelem megsértése és a szakmai ismeretek hiánya okozza.

A szerelési munkákat és a szivárgásvizsgálatot ugyanis a kiváló felkészültségű szakemberek mellett gyakran sajnos kellő szakértelemmel és gyakorlattal nem rendelkező munkatársak végzik.

A szivárgások csökkentése érdekében ezen a téren azt kell elérni, hogy a nem oldható kötésekkel kellő gyakorlattal rendelkező szakemberek készítsék.

Szivárgás vizsgálat az üzembe helyezés után kielégítő pontossággal, a hűtőközeggel feltöltött berendezéseken lehet végrehajtani. A hűtőközeg betöltését követően minden esetben szivárgásellenőrzést kell végezni.

**A következő oldalakon a jegyzőkönyvek formai kivételére közlünk mintákat. Berendezés gépkönyv:**

Tartalmaznia kell a tulajdonos, az üzemeltető és a berendezés adatait.

Berendezés Gépkönyv		1. Berendezés Gépkönyv	
<b>Azonosítók</b>			
Hűtőkör NKVH azonosító		Leltári azonosító	
Hűtőberendezés megnevezése		Költőhely	
<b>Tulajdonos adatai</b>		<b>Üzemeltető adatai</b>	
Név			
Cím			
névadászám-helység			
kapcsolattartó			
telefon			
e-mail			
<b>Telepítés helye</b>			
Cím		épület	
névadászám-helység		helyiség	
kapcsolattartó		szint 1.	
telefon		szint 2.	
e-mail		Tető	
<b>Rendszer jellemzők</b>			
Feladata			
Hűtés módja		indirekt, közvetítő közeg:	
kondenzátor hűtés		víz, hálózati torony, egyéb:	
hőszivattyús üzem	nincs	van, módja:	
hőhasznosítás	nincs	van, módja:	
<b>Eredeti jellemzők</b>			
Készülék gyártó		beüzemelés dátuma	
Típus		gyártás éve	
Gyári szám			
Képesített váll. adatai		Képesített személy	
Cím		NKVH azonosító	
NKVH azonosító			
<b>Hűtőkör jellemzők</b>		<b>Üzemi jellemzők</b>	
<b>Méretadási értékek</b>		<b>Üzemi nyomások</b>	<b>Üzemi hőmérsékletek</b>
hűtőközeg fajtája	R-410A	magas	29 bar
töltet mennyiség	kg	alacsony	7 bar
blaj típus	TEWI	kondenzációs hőm.	49 °C
blaj töltet mennyiség	liter	szek kör	bar
	CO2 egyenérték		
<b>Szivárgás ellenőrzési alapparaméterek</b>			
Megengedett	< 10 kg	3%	0,102 kg/a egy szivárgási helyre max.
hűtőközeg szivárgási	10-100 kg	2%	kg/a vonatkozó hőmérséklet
ráta	> 100 kg	1%	kg/a vonatkozó nyomás
			13,56
<b>Energetikai alapparaméterek</b>			
tervezett élettartam	20	év	névleges teljesítmény felvétel (kW)
átlagos üzemidő	8	óra/nap	névleges hőteljesítmény (kW)
tervezett össz üzemóra	58400	óra	
kihasználtság	60	%	
<b>Erdemi változások, alakítások</b>			
<b>Megjegyzések</b>			
<b>A felvétel helye:</b>		<b>Időpontja:</b>	
Tulajdonos/Üzemeltető aláírása	Szeged	Adattap kitöltő aláírása	
neve:		neve:	

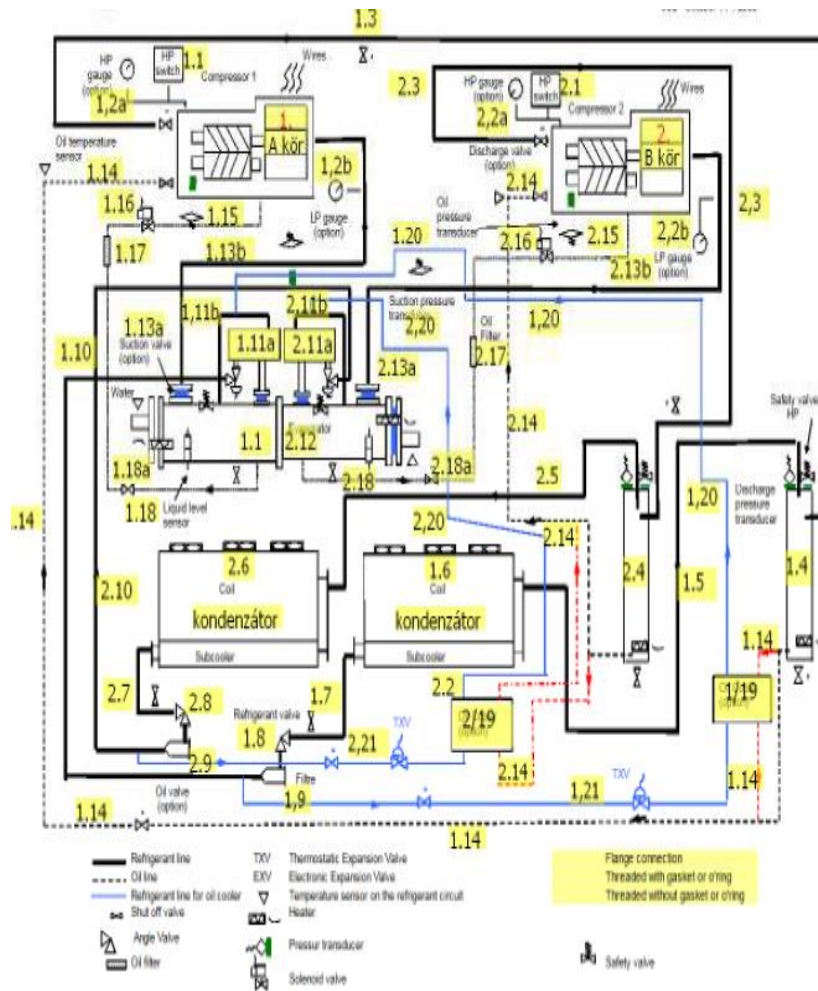
5. ábra Berendezés gépkönyv<sup>5</sup>

<sup>5</sup> forrás: Berendezés gépkönyv NKVH



## Szivárgáskeresési vázlattev:

Tartalmazza a berendezés hűtököri rajzát, a megjelölt vizsgálati szivárgási pontjait.



6. ábra Szivárgáskeresési vázlattev<sup>6</sup>

## Szivárgásvizsgálati terv:

<sup>6</sup> forrás: Szivárgásvizsgálati jegyzőkönyv NKVH

Tartalmazza a berendezés lehetséges szivárgásvizsgálati pontjait.

Szivárgásvizsgálati terv				Felvéve:					
Azonosítók									
Berendezés OMKT azonosító kódja		XXXXXXXXXXXXXXXXXX			Leltári azonosító				
a berendezés megnevezése:		épület hőszivattyú			Költséghely:				
üzemeltető azonosító kódja:		XX/HLH-I/20XX							
ábrajel	megnevezés	típus	jellemző adatok	lehetséges szivárgási hely (db)			össz mérési pont	megjegyzés	
				tömítés	menete	forrasztás	egyéb		
1.	kompreszor	copeland scroll							
1.1	test			1	1	1		3	
1.2	vez csatlakozás					2		2	
1.3	szívó nyom. kapcs.				1	1		2	
1.4	nyomó nyom. kapcs				1	1		2	
1.5	nyomó nyom. kapcs				1	1		2	
1.6	schrader szelep			1	1	1		3	
1.7	dcpx szabályzó		carel	1	1			2	
2.	kondenzátor	levegő	1,2 m2						
2.1	felület								
2.2	osztó	17 ágú				18		18	
2.3	gyűjtő	15 ágú				16		16	
2.4	bekötés					2		2	
3.	adagoló								
3.1	külső nyomáskiegy.					1		1	
3.2	vez.csatlakozás					2		2	
3.3	csavaros csatl			2	2			4	
3.4	nyom. visszvez. cső					1		1	
3.5	nyom. visszvez. cső					1		1	
3.6	schrader szelep			1	1	1		3	
3.7	szártó szűrő					2		2	
3.8	visszacsapó szelep	Danfoss	1 db			2		2	
4.	el párológlató	víz-gáz	lemez swep						szigetelt megbontandó
4.1	lemez felület					1		1	
4.2	bekötés					2		2	
5.	váltószelep	Danfoss							
5.1	bekötés					4		4	
5.2	szeleptest					3		3	
6.	nyomó old.gőzcsővezeték								
6.1	cső forrasztási hely					4		4	
7.	nagynyomású foly. vezeték								
7.1	nyom.visszavez. cső					1		1	
7.2	csővezeték					5		5	
7.3	visszacsapó szelep	Danfoss	2 db			4		4	
7.4	folyadék tartály			1	1	2		4	
8.	szívó oldali gőzcső								szigetelt megbontandó
8.1	cső forrasztási hely					4		4	
8.2	adagoló nyom.visszavez					1		1	
Készítette: Hűvös László		Pécs, 2013.10.24		Szivárgásvizsgálati pontok			101		

7. ábra Szivárgásvizsgálati terv <sup>7</sup>

### Eseménynapló:

Tartalmazza a berendezésen történő javításokat és a szivárgásvizsgálatokat:

<sup>7</sup> forrás: Szivárgásvizsgálati jegyzőkönyv NKVH

Esemény Napló		Berendezés Gépkönyv melléklet MSz EN 378/2 szerint				2. Esemény Napló					
NKVH azonosító	5000000000000	Berendezés megnevezése	hőszelvény	Julajdonos/üzemeltető azonosítója	üzemeltető neve	2000000000000	Minta Péter				
időpontok	külső / belső hőmérséklet °C	hűtőközeg		olajtöltet		értékelés, bejegyzések					
		rátöltés	szivárgás ráta	rátöltés	cseré	üzemelés javasolt	jogosult beavatkozást végző szerele	szerele NKVH azonosító	jogosult beavatkozást végző vállalkozás azonosító	vállalkozás NKVH azonosító	Megjegyzések
		kg	%	kg	kg						
2017.01.16	-3 / 16	0	3	0	0	igen	Tóth Árpád	20000005456	Ememen Kft.	100000016664	Beüzemelés

8. ábra Eseménynapló NKVH<sup>8</sup>

### 2.3.14. A szerelési munka átadásának dokumentálása, alkalmazott eszközök

#### Próbaüzem

A próbaüzem arra szolgál, hogy a hűtőberendezést a rendeltetésszerű terheléssel üzemeltetve is kipróbáljuk. Ezért a hűtőberendezést a lehűtést követően feladatának megfelelően terheljük: pl. áruval, az áruból illetve annak betárolásából és lehűtéséből származó hőterheléssel, folyadékűtésnél a közvetítő közeg feladat szerinti felhasználásával. A próbaüzemmel azt kell bebizonyítani, hogy a rendszer alkalmas lesz a tartós, biztonságos működésre, és megfelel a vele szemben támasztott hűtéstechikai követelményeknek. A sikeres próbaüzem egyik legfontosabb előfeltétele, hogy a megfelelő terhelés biztosítva legyen. Arról, hogy a próbaüzem során a benne érintett egyes feleknek mi lesz a feladata, továbbá hogy a próbaüzem mennyi ideig tartson, és mit kell bizonyítani, ajánlott előzetesen írásban is megállapodni, hogy az esetleges későbbi viták elkerülhetőek legyenek. A próbaüzem alatt folyamatosan ellenőrizni kell a hűtőrendszer működését, és erről részletes próbaüzemi naplót kell vezetni.

#### A gépkönyv (gépnapló)

A gépkönyv tartalmazza egy hűtőberendezés összes jellemző adatát, a telepítés, a beüzemelés követően az üzemeltetés során bekövetkező átalakításokat, alkatrészcsereket, a hűtőközeggel és a hűtőolajjal kapcsolatos szerviztevékenységet. Tartalmazza az időszakos kötelező szivárgásvizsgálat végrehajtásának dokumentumait.

<sup>8</sup> forrás: Eseménynapló NKVH

A gépkönyvben az üzemidőszak végén berendezés esetleges selejtezésének indoklását, a selejtezés módját, a bontás technológiáját is dokumentálni kell. Minden működő hűtőberendezésről gépkönyvet kell vezetni, melynek fontosabb tartalmi követelményei a következők:

- A gépkönyvben az üzemeléssel kapcsolatos minden adatot, beszállítási értéket, alkatrész cserét, átalakítást, hibaelhárítási munkát nyilván kell tartani.
- A rendszeres ellenőrzések alkalmával az esetleges mérések eredményeként készült állapotjelentést a gépkönyv egyéb megjegyzés rovatába célszerű jegyzőkönyvezni.

### **Beüzemelés**

A hidegüzemi próbák keretében azokat a próbákat, beállításokat, és ellenőrzéseket kell elvégezni, amelyekhez nem szükséges, hogy a hűtőberendezés fel legyen töltve hűtőközeggel, illetve hogy a kompresszor is működjön. Ezek közé elsősorban a villamos érintésvédelmi-, jelző-, és világítási rendszerek felülvizsgálata, kipróbálása és ellenőrzése tartozik. De ennek a műveletsornak a keretében kell a különféle villamos működtetésű készülékeket és segédberendezéseket is kipróbálni, továbbá a hidegüzemi próbák kell a szabályozó és védelmi automatika elemeit is a hűtőberendezés üzemszerű működtetésének megfelelő értékekre beállítani. A helyszínen telepített és készre szerelt berendezések első üzembe helyezésével, vagy a berendezés javítását követő újra üzembe helyezésével az MSZ EN 378-2 sz. szabvány 9. szakasza foglalkozik részletesen. Ezeket minden új gépnél, vagy olyan szerelés-javítás után végre kell hajtani, amikor a hűtőközeget ki kellett venni a rendszerből, vagy annak egy részéből.

Ezt a tevékenységet a foglaljuk össze a következő felsorolásban

- A teljes berendezés megegyezik-e a hűtős- és villamos tervekkel?
- A részegységek megegyeznek-e a kiírással?
- Megvannak-e a biztonsági dokumentumok, és a megfelelő készülékek?
- Megfelelnek-e a biztonsági dokumentumok az MSz EN 378 sz. biztonsági szabványnak?
- Megvannak-e a nyomástartó edények és egyéb fő részek műbizonylatai, az azonosító lapok és a nyomáspróba jegyzőkönyvek?
- Megvan-e az MSz EN 378-2 11. fejezete szerinti napló, kezelési könyv és dokumentáció (gépkönyv)?
- Biztosítottak-e a hozzáférési és menekülési utak?
- A gépterem (ha van) szellőzésének ellenőrzése

- Hűtőközeg érzékelő (ha elő van írva) ellenőrzése
- Történtek-e meghibásodások a szállítások és a tárolás során?

Az üzembe helyezés előfeltételei részben adminisztrációs, részben műszaki jellegűek. Ennek a munkafázisnak a keretében ugyanis nemcsak arról kell meggyőződni, hogy a hűtőberendezés a tervek szerint és megfelelő minőségben készült-e el, hanem arról is, hogy megvannak-e a létesítéshez és a működtetéshez szükséges dokumentumok, engedélyek, jogosítványok stb., és hogy a berendezés kivitele a vonatkozó szabványos előírásoknak is megfelel-e.

### **Dokumentálás**

Jegyzőkönyvezés, építési napló, felmérési napló, átadási dokumentáció elkészítése. A dokumentációk átadása a beruházónak, vagy képviselőjének. Ha egy megbontással járó javítás utáni üzembe helyezésről van szó, vagyis ha a hűtőberendezés első üzembe helyezése már korábban szabályszerűen és dokumentáltan megtörtént, az üzembe helyezési előfeltételek tételes ellenőrzése nem szükséges. A hűtőberendezés telepítése során az üzembe helyezés folyamatának előfeltételei között fontos feladat a dokumentumok és a műszaki előírások szerinti feltételek teljesítésének ellenőrzése. (tervek egyeztetése a kivittel, balesetvédelmi feltételek ellenőrzése)

### **A tisztasági követelmények**

A berendezés hosszú üzembiztos működése érdekében szükséges, hogy a hűtőrendszer minden eleme és közege kémiaiilag stabil legyen, azaz savasodási folyamat ne induljon be. Ebből a szempontból a legfontosabb a nedvesség bejutásának megakadályozása, de értelemszerűen a szilárd és a gázállapotú szennyezők mértékét is a hűtőgépszerelők által „hermetikus hűtőberendezések tisztasági követelményei” néven ismert előírásoknak megfelelő alacsony értéken kell tartani.

### **A hűtőberendezések üzembe helyezésének eszközei**

A hűtőberendezések üzembe helyezése alatt azoknak a műveleteknek az összességét értjük, amelyek még szükségesek ahhoz, hogy a már készre összeszerelt, új vagy javított hűtőberendezés rendeltetésszerű működését megkezdhesse. Először ismerjük meg az üzembe helyezéshez használt eszközöket.

### **Fesz mérő csaptelep és szerelvényei**

A „szerviz-csaptelep” néven is ismert készülék a hibabehatárolás, az üzembe helyezés és az ellenőrzés egyes fázisainak irányítására szolgáló, egybeépített szerelvénycsoport. A fémből készült készüléktestre szokásos módon egy kisnyomású ( $p_0$ ) és egy nagynyomású ( $p_c$ ) szerviz-manométer, két elzáró szelep, három (általában 1/4" SAE) menetes tömlőcsatlakozó-csonk és egy áramlásjelző nézőüveg van felszerelve. Az elzáró szelepek megfelelő nyitásával-zárásával átszerelés nélkül, gyorsan létre lehet hozni a szervizmunkáknál szükséges különböző kapcsolatokat. Az elzáró szelepek működtető tárcsái a szívóoldalon rendszerint kékek, a nyomóoldalon pirosak, a készülékhez csatlakoztatható szerviztömlőkhöz hasonlóan.

### **Vákuummérők**

A vákuumozási művelet ellenőrzésére a mai követelmények szerint már csak olyan speciális, kifejezetten erre a célra gyártott műszerek használhatók, amelyek 1 mbar-nál (100 Pa) kisebb abszolút nyomások kijelzésére is alkalmasak. Az analóg kijelzésű, a házi barométerekhez hasonlóan síkmembránnal működő vákuumméterek a teljes üzemi tartományon belül, vagyis 0-1 bar abszolút nyomáshatárok között használhatók, de a végvákuum közelében éppen ezért nem megfelelő pontosságúak. Az 1 mbar körüli nyomástartományban azonban csak az elektronikus műszerek kellő pontosságúak. A vákuummérőket védeni kell a túlterheléstől, azaz az atmoszférikusnál nagyobb nyomásoktól. Ha a túlterhelés-védelem a műszeren belül nincs eleve biztosítva, eléjük egy túlnyomásra nyíló túlfolyószelepet kell a mérővezetékbe beépíteni.

### **Hőmérsékletmérők**

Szervizmunkákhoz azokat a digitális kijelzésű elektronikus hőmérsékletmérő műszereket használják a legsikeresebben, amelyekhez különböző típusú érzékelők (szondák) csatlakoztathatók, attól függően, hogy a feladat egy felület, a levegő vagy valamely folyadék stb. hőmérsékletének megállapítása. Érzékelőjük általában egy kisméretű NTC termisztor, amely egy hőmérsékletnövekedés hatására csökkenő ellenállású elem. Az üzemellenőrzés céljára gyárilag beépített érzékelők többnyire PTC-ellenálláshőmérők, amelyek ellenállása a hőmérséklet növekedésekor nő, megfelelő kijelző, illetve távadó berendezéssel. A precíz hőmérsékletmérésnek különösen nagy szerepe van, amikor minimális hőfokkülönbségek is számítanak, pld. egy adagolószelep túlhevítési értékének beállításánál. A felületi hőmérséklet mérésére leginkább az ún. Tapintóhőmérők alkalmasak, amelyek különböző "tudással", különféle méretben és árban kaphatók.

A kicsi, praktikus műszer rendkívül gyors, mintegy 5 mp-es beállási idejével, nagy méréspontosságával, és billenthető, 180°-ban elforgatható kijelzőjével valóban hasznos társa lehet bármely szerelőnek. Az érzékelő végén egy rugózó hőelem található, ami nem teljesen sík felületen is precíz mérést garantál. Az automatikus kikapcsolás-funkció is, a készülék 10 perc tétlenség után önmagától kikapcsol.

### **Nitrogénpalack reduktorral**

A hűtőkör átöblítéséhez, lefejtés utáni feltöltéséhez, a nyomáspróbához és a vele párhuzamosan végzett szivárgáskereséshez száraz nitrogént használunk. Ezen kívül a villamos- és lángforrasztásoknál is nitrogént (mint védőgázt) átáramoltatva akadályozzuk meg a csövek belsejében az oxidációt, azaz a reveképződést.

Hűtőtechnikai célokra kizárólag a garantáltan tiszta, azaz csak 3 ppm-nél kisebb mennyiségű szennyező anyagot tartalmazó és -50°C-nál kisebb harmatpontú, száraz nitrogént szabad használni. Ezt az ún. 5,0 tisztaságot a zöld színű N2 gázpalackokon két párhuzamos fehér csíkkal jelölik. A nitrogén csak igen nagy nyomáson (> 100 bar) cseppfolyósítható, ezért kizárólag hivatalosan ellenőrzött nyomásálló gázpalackokban szabad forgalomba hozni. A használathoz a palack elzáró szelepére mindig nyomáscsökkentőt (reduktort) kell felszerelni, majd ebből nyomásálló tömlővel kell a megfelelően csökkentett nyomású gázt a felhasználás helyére vezetni. Reduktor nélkül nitrogénpalackot használni életveszélyes és szigorúan tilos! A munka megkezdése előtt a reduktort legfeljebb az elvégzendő műveletnél megengedhető max. nyomásra szabad beállítani, amely nem lehet semmi esetre sem nagyobb a nitrogénnel megnyomatni szándékozott készülék előírt próbanyomásánál.

### **Hűtőközeg palack és palackmérleg**

A hűtőközegeket különböző méretű, általában többször tölthető acél-, illetve alumíniumpalackokban hozzák forgalomba. A legelterjedtebb az 5 kg-os (helyszíni szervizcélokra) és a 65 kg-os (műhelycélokra) méret. A korábban forgalmazott, egyszer használatos, „eldobható” alumínium flakonokat csak környezetbarát hűtőközegek tárolására szabad forgalomba hozni. Nagyon jól használhatók az üzembe helyezési munkáknál a bűvárcsöves kétszelepes palackok. A kettőből az egyik a folyadékszelep, amely a palack fenekéig lenyúló bűvárcsőhöz csatlakozik, és kék színű. A másik, a palack gőzteréhez kapcsolódó szelep piros. A palackból a hűtőberendezésbe töltött vagy a palackba begyűjtött hűtőközeg-mennyiséget leggyakrabban mérlegeléssel ellenőrzik. Erre a célra speciális palackmérlegeket, használnak.

A piezo-elvet alkalmazó, digitális kijelzésű, elmozdulás-mentesen működő elektronikus mérlegeket egy villamos kapcsolóval is kiegészítik, amely a lefejtő berendezés működtető áramkörét egy előre beállított értéknél megszakítja, és ezzel a palack túltöltését megakadályozza. A palackok töltetének ellenőrzésére egyszerű kivitelű, kampóval felakasztható rugós palackmérlegeket is forgalmaznak, amelyeknek szintén tartozékuk lehet egy túltöltés ellen automatikus védelmet nyújtó, beállítható villamos mikrokapcsoló.

### **Feltöltés hűtőközeggel, olajutántöltés**

A hagyományos (kompresszoros) klíma- és hűtőberendezések működése során előfordulnak olyan meghibásodások, szerviz-beavatkozások, melyek a hűtőközeget tartalmazó hűtőkör megbontásához vezetnek. A hűtőrendszer hűtő körfolyamatát érintő hibajavítás vagy szereléssel járó tervszerű karbantartás, átalakítás első lépése a hűtőközeg kivétele a megbontandó gépből, szakaszolhatóság esetén az adott géprészről. Az ilyen jellegű tevékenység a komoly beavatkozások közé tartozik, tehát mindenképpen elvárható, hogy csak megfelelő végzettséggel, felkészültséggel és gyakorlattal rendelkező szakember végezze a javítást.

### **Hűtőközeg-lefejtés**

Amikor a hűtőkörön, annak megbontásával járó javítási vagy karbantartási munkákat kell elvégezni, a hűtőközeg környezetbe jutását megakadályozandó azt zárt rendszerben el kell távolítani. Függetlenül a lefejtendő anyag későbbi sorsától, ezt a munkafolyamatot kiemelt fontosságúként kell kezelni. Az eltávolítandó hűtőközeg későbbi sorsától függően – azt még fel fogjuk használni, vagy sem – két megoldást választhatunk. Az első módszert a kis töltetű rendszereknél alkalmazzuk, amikor is direkt módon távolítjuk el a hűtőközeget a rendszerből. A berendezésből a lefejtő segítségével átszivattyúzzuk a hűtőközeg gőzt vagy folyadékot a szervizpalackba. A második módszer melyet elsősorban a nagy töltetű rendszereknél vagy berendezéseknél alkalmazunk, ez az úgynevezett „Push-Pull” (szívni-nyomni), eljárás, amelynek a lényege, hogy a lefejtővel a szervizpalack gőzterét szívjuk, és a nyomáskülönbség juttatja át a hűtőközeget a rendszerből a begyűjtő palackba folyadékállapotban. A lefejtő készülék nyomóoldali csatlakozására a hűtőberendezés nyomó oldalára (gőzterez) kell csatlakoztatni, a készülékszívó oldalára pedig a gyűjtőpalack gőzterét, a palack gőzoldali szelepét. A lefejtett hűtőközeg nem áramlik át a lefejtő készüléken, így sokkal gyorsabban elvégezhető a hűtőközeg lefejtése. Ennél a módszernél lényeges a nézőüveg alkalmazása a folyamatos folyadékáramlás ellenőrzése miatt. Amikor a folyadék már lefejtésre került a rendszerből, a maradék hűtőközeg gőzt a hagyományos módon tudjuk eltávolítani.



## Hűtőközeg lefejtő/leszívató berendezések

A „zártrendszerű” üzembe helyezési és javítási technológia szükségessé tette a hűtőrendszer megbontásával járó javítás esetén egy megfelelő kapacitással bíró hűtőközeg-lefejtő berendezés alkalmazását. Ahhoz, hogy a szervizszakemberek a tevékenységüknek megfelelő lefejtő kapacitású berendezést a bőséges kínálatból helyesen válasszák ki, fel kell mérniük az általuk szervizelt hűtő- és klímaberendezéseket a hűtőközeg töltetmennyiség szempontjából, hiszen a lefejtő készülék kapacitásának az egyes berendezések töltetéhez kell igazodnia a munkavégzés hatékonysága érdekében. A lefejtő berendezések teljesítményük szerint is csoportosíthatók mivel a különböző feladatokhoz eltérő konstrukciók készülnek. Kisteljesítményű berendezések (háztartási és a teljesen hermetizált kisebb kereskedelmi hűtőegységek) hűtőközegének leürítése csak gőz állapotban lehetséges.

Ilyen esetekben nagyon jól megfelel egy kis hermetikus kompresszorral szerelt leszívató készülék. Ezen kívül lényeges szempont még, hogy a lefejtő készülék viszonylag könnyen hordozható legyen. Az ilyen célra használt lefejtő gépek kis, 10 -12 kg/óra alatti leszívató teljesítményű, könnyen hordozható készülékek. Közepes teljesítményű hűtő- és klímaberendezéseknél, ahol a hűtőközeg töltet több kilogramm, célszerű olyan hűtőközeg leszívató készülék alkalmazása, amely egyaránt lehetővé teszi mind a gőz, mind a folyadékállapotú hűtőközeg lefejtését. 8–10 kg feletti töltetnél ez már nélkülözhetetlen is. A hűtőközeg folyadékállapotú lefejtése ugyanis jelentősen lerövidíti a hűtőközeg leürítés időtartamát.

A folyadék állapotú lefejtéshez a berendezésnek rendelkeznie kell egy rácsatlakozási lehetőséggel a folyadékgyűjtőnél, vagy valahol a folyadékvezetéken. Ha ez az adott berendezésnél nincs meg, akkor a javítás során, a legegyszerűbb módon történő átalakítással azt fel kell szerelni. Ez már azért is fontos, mert lehetővé teszi a javítás utáni újra üzembe helyezéskor a hűtőközeg folyadékállapotú betöltését. A csatlakozást könnyen kezelhető, gáztömör megoldással kell kialakítani.

A közepes, 20 kg alatti lefejtő teljesítményű hordozható készülékek a 100 - 200 kg hűtőközeg töltetű rendszereknél alkalmazhatók. Kompresszoruk már általában olajmentes, 1,0 -1,5 m<sup>3</sup>/h szállítóteljesítményű gép. Nagy teljesítményű hűtő- és klímaberendezéseknél, amelyekben esetleg több 100 kg-os töltet van, nagyteljesítményű, folyadékszivattyús közeglefejtő készülék alkalmazása célszerű. Szivattyús folyadéklefejtés után bizonyos hűtőközeg-gőz mennyiség benne marad a rendszerben. Ennek eltávolítására külön gőzlefejtő egységet (gőz leszívató készülék = kompresszor + kondenzátor) is tartozik a géphez. Ennek alkalmazása a

200 kg feletti hűtőközeg töltetű berendezésekhez javasolt, s értelemszerűen a mozgatása is teherszállító járművel történik. Minden lefejtéskor szigorúan be kell tartani a biztonságtechnikai előírásokat és meg kell akadályozni a hűtőberendezés esetleges elszennyeződését, kizárva az esetleges légbeszívást is.

### **3. Klíma és légtechnikai rendszer és berendezés-szerelő feladatok 090-12**

A "klímatiszálás" elnevezés a klíma (éghajlat) szóból származik, és a képzeletben olyan éghajlathoz, időjáráshoz kapcsolódik, amely emberi tartózkodásra kellemes vagy valamilyen élethelyzetre, tevékenységre a legjobban megfelel. Pontosabban a klímatiszálás egy olyan légállapot-szabályozás, amely egy zárt térben az élőlények vagy ipari folyamatok részére a levegő állapotát folyamatosan egy meghatározott kedvező értéken tartja. Természetesen a légtechnikai berendezések esetében meg kell különböztetnünk a szellőztető és a klímatiszáló berendezéseket egymástól. A jegyzet terjedelmi korlátai miatt az egyes fejezetekben több helyen csak tömören kerülnek ismertetésre az érintett területek. Ahhoz, hogy a speciális technológiai megoldásokhoz eljussunk, néhány alapfogalmat kell tisztáznunk

#### **3.1. Légtechnikai alapismeretek**

##### **3.1.1. A klímatiszálás folyamata,(természetes, mesterséges levegőhűtési módok)**

A szellőzés- és klímatiszálás egyik alapvető célja, hogy az emberek által használt zárt terek levegőjét olyan állapotban tartsa, hogy a bent tartózkodók tevékenységéhez igazodóan a levegő jellemzői optimális értékűek legyenek.

##### **3.1.2. Zárt terek komfortkövetelményei**

A komfortérzés az embernek olyan állapota, amelyben a környezetének bármely változása számára kellemetlenséget okoz.

#### **Kellemes közérzet**

A kellemes közérzet az egyén megítélésén múlik. Annak megítélése, hogy egy klíma kellemes-e vagy nem, az egyén érzetétől, élettani benyomásától függ, vagyis egyénenként változó szubjektív, lélektani megállapítás. Általában kellemesnek mondott az olyan állapot, amelyet az emberek több mint 50 %-a kellemesnek, kényelmesnek tart, a környezetük teljesen észrevétlen számukra, és nem érzik szükségét annak, hogy azon változtassanak. Ha egy klímatiszált helységben az emberek 15%-a nem érzi jól magát, a klímaberendezést felül kell vizsgálni.

Az ember kellemes közérzete attól függ, hogy a szervezete által termelt felesleges hőt és nedvességet milyen körülmények között tudja a környezetének átadni. A közérzetre legjobban a környezet hőmérséklete, nedvessége, légcseréje hat, amely akkor megfelelő, ha az emberi igényekkel egyensúlyban van.

#### **A kényelemérzet (komfortérzet) a következő tényezőkkel írható le:**

léghőmérséklet:  $t_i = 20-26^\circ\text{C}$ ;

relatív nedvesség:  $\varphi_i = 35-60\%$

légsebesség a tartózkodási zónában:  $w_L = 0,1-0,3 \text{ m/s}$

zajszint helyiségfajták szerint:  $L = 30-50 \text{ dB}$ ;

a környező felületek hőmérséklete:  $t_{1\dots n} = 2-4 \text{ }^\circ\text{C}$  különbség a helyiség hőmérsékletéhez viszonyítva.

#### **A komfortérzetet befolyásoló főbb jellemzők:**

- emberi tényezők
- a levegő száraz hőmérséklete
- relatív nedvességtartalma
- tisztasága
- áramlási sebessége

#### **A helyiség hőmérsékletét és a komfortérzetet befolyásoló főbb tényezők:**

- a levegő száraz hőmérséklete
- a közepes sugárzási hőmérséklet
- tartózkodási időtartam
- évszakok hatása
- relatív nedvességtartalom
- légsebesség a tartózkodási zónában
- huzathatás
- légeloszlás
- a légáramlás iránya
- ruházat hatása
- életsajátosságok
- a levegő tisztasági foka
- zajszint
- szagok
- megvilágítás

### 3.1.3. Légkezelő rendszerek

**A légkezelő rendszerek feladata zárt terek levegőjének időszakos vagy folyamatos kicserélése a külső levegővel.**

A működtető erők szempontjából megkülönböztetünk:

- természetes szellőzést
- mesterséges szellőztetést

**Természetes szellőzés estén a levegő áramlását és ezzel a légcserét a hőmérséklet-különbség vagy szélnyomás idézi elő.** A levegőáramlás erőssége és iránya változó, ezért a szellőzés nem megbízható. A természetes szellőzések közé tartozik a zárt nyílászáró szerkezetek melletti természetes szellőzés, az ablakszellőzés és a kürtőszellőzés.

**Mesterséges szellőztetés esetén ventilátor mozgatja a levegőt.** A szellőztetett helyiségbe meghatározott irányban meghatározott nagyságú levegőmennyiséget vezetünk, így legtöbbször kialakítható az előre elképzelt áramlási kép. Ebbe a csoportba tartoznak a tulajdonképpeni szellőző és klímaberendezések.

#### **Természetes szellőztetési módok**

##### A helyiség önszellőzése

A helyiség önszellőzése azt a légcserét jelenti, ami zárt ajtók és ablakok mellett a helyiség határoló szerkezeteinek tömítetlenségein keresztül jön létre.

##### Ablakszellőzés

Az ablakszellőzés az önszellőzéstől csak abban különbözik, hogy a levegőt ki és bebocsátó keresztmetszetek jelentősen nagyobbak. Ennek megfelelően az elérhető légcseré kisebb nyomáskülönbség esetén is nagyobb.

Egy helyiséget rövid idő alatt úgy lehet átszellőztetni, ha az ablakot teljes magasságában kinyitják és a keresztzellőzés is lehetséges. Így elkerülhető a helyiség határoló falainak erőteljes lehűlése is.

##### Kürtőszellőzés

Gyakran alkalmazzák mellékhelyiségek (fürdőszoba, WC, konyha) szellőztetésére a szellőzőkürtőt. Az azonos rendeltetésű helyiségek szellőztetésére gyűjtő szellőző kürtők használhatók. A természetes légcseré mértékét befolyásolja a friss és az

elhasználódott levegő közötti sűrűségkülönbség és az ebből adódó nyomáskülönbség  $\Delta p$ .

$$\Delta p = h \cdot g \cdot (\rho_k - \rho_b)$$

Ahol  $h$  az egymás felett elhelyezkedő szellőzőnyílások közötti magasságkülönbség,  $g$  a gravitációs gyorsulás értéke,  $\rho_k$  a friss levegő,  $\rho_b$  az elhasznált és felmelegedett levegő sűrűsége.

### **Mesterséges szellőztetési módok**

Ebben az esetben már nem a környezeti hatások (hőmérséklet, nyomásviszonyok) befolyásolják a szellőzés mértékét, hanem egy berendezés segítségével tudjuk a kívánt légállapotokat biztosítani. A légbefúvó-légeltávolító mechanikus szellőztetés működésekor az időjárási viszonyoktól független, méretezéssel meghatározott mennyiségű friss levegő áramlik a helyiségbe, és a szennyezett levegő elszívása is rendszerint ventilátorral történik. A helyiség szennyezett levegőjének eltávolítása, tiszta levegővel való pótlása történhet szakaszosan vagy folyamatosan.

#### **3.1.4. A mesterséges szellőztetést ellenőrzött ventilátoros berendezésekkel oldják meg, velük szemben követelmény, hogy ne okozzon huzatot és kellemetlen zajt. Szellőztető rendszerek elvi kialakítása és csoportosítása**

Csoportosításuk több szempont szerint történhet az alábbiakban vázlatosan ismertetjük a lehetséges megoldásokat.

#### **A következő kialakítások lehetségesek:**

**Szellőztető berendezés** feladata: légszennyeződés megengedhetetlen szint alatt tartása, légsere biztosítása.

**Szellőztető-légfűtő berendezés** feladata: a szellőztetés mellett a téli hőveszteség teljes vagy részleges pótlása.

**Szellőztető-léghűtő berendezés** feladata: a szellőztetés mellett a nyári hőterhelés csökkentése

**Szellőztető légfűtő-hűtő berendezés** feladata: a szellőztetés mellett a téli hőveszteség teljes vagy részleges pótlása, illetve a nyári hőterhelés csökkentése.

**Ködtelenítő (légszárító) berendezés** feladata: a párolgó felületeken keletkező köd elterjedésének megakadályozása.

**Klímaberendezés** feladata: a szellőztetés mellett a helyiség hőmérsékletének és páratartalmának bizonyos határok között tartása az egész év folyamán.

**Nyomásviszonyok alapján három csoportra oszthatjuk a rendszereket:**

**Depressziós** ( $p_B < p_K$ ): a helyiségből a szennyezett levegő véletlenszerű kijutásának megakadályozása. A ventilátor berendezés elszívja a helyiség levegőjét, miközben a szomszédos helyiségekből vagy a szabadból nyílásokon át levegő kerül beszívásra. Különösen alkalmas az elhasznált levegő szétterjedésének megakadályozására. A légcserre egyszerű és hatásos megoldása. Keringtetés egy elszívó ventilátorral gyakorlatilag nem oldható meg.

Depressziós szellőztetés alkalmazása:

- fürdők
- uszodák
- ipari csarnokok
- műhelyek
- mellékhelyiségek
- nagykonyhák
- mosodák

**Túlnyomásos** ( $p_B > p_K$ ): a belső levegő megóvása a külső szennyezettől

A ventilátor berendezés a szabadból szív levegőt és a helyiségbe szállítja, miközben a szomszédos helyiségekbe vagy a szabadba nyílásokon át távozik. A nemkívánatos levegő-beáramlás megakadályozására jó megoldást tesz lehetővé. Egy ventilátorral – cirkuláció nélkül – a hővisszanyerés nem megoldható, energetikailag problémás.

Túlnyomásos szellőztetés alkalmazása

- éttermek
- szórakozóhelyek
- laboratóriumok
- tanácskozó és előadótermek
- lakó- és szállodai szobák
- színház- és mozi termek

**Kiegyenlített** ( $p_B = p_K$ ): a helyiség és környezete között a légáramlás nem káros

A szellőztetett térben a nyomás megegyezik a környezet nyomásával. Befűvő-elszívó, úgynevezett kétgépes (ventillátoros) megoldás. A helyiségekben igény szerint enyhe depresszió vagy túlnyomás hozható létre, hővisszanyerésre alkalmas. Előnye, hogy a levegő mindig kezelt állapotban jut a helyiségbe. A klimatechnikai berendezések esetében túlnyomó részben ilyen kialakítású rendszerekkel tudjuk a kívánt követelményeket elérni.

### **3.1.5. A légtechnika rendszer zajforrásai, testhang és léghang**

A hang a rugalmas közeg részecskéinek azon rezgése, amely az emberi fül számára érzékelhető frekvencia tartományban van. Léteznek olyan hanghatások, melyek értelmi és esztétikai hatását az ember negatívan ítéli meg, ezek gyűjtőneve zaj. Ez az ember hangérzete szerint zaj, fizikai jellemzőiben nem mutat eltérést egy másik kevésbé zavaró hanghoz képest. Tehát a zaj elsősorban pszichikai fogalom. Nem véletlen tehát, hogy az akusztikai követelmények mindig a helyiség rendeltetéséhez kapcsolódnak. A hanghullámváltozások túlnyomást vagy negatív nyomást okoznak a légköri nyomáshoz viszonyítva. Ezt a nyomáskülönbséget hangnyomásnak nevezzük. A hang - vagy a légtechnikában zavaró zaj - különböző frekvencia-tartományokban különböző hangnyomászintekből tevődik össze. A klímaberendezés által keltett zaj néha nemcsak kellemetlen, hanem elviselhetetlen is lehet. A megengedett zajszintekre szigorú előírások vannak. A zajszinteket dB(A) határértékek megadásával írják elő. A hangeffektusok erősségére jellemző a rugalmas közegben kialakuló hangnyomás értéke. Ez időben változó, középértékét értelmezik, túl nagy intervallumot ad, ezért bevezették az úgynevezett hangnyomászintet [dB]. A tartózkodási zóna hangeffektusai nem zavarhatják az emberi tevékenységet. A határ- vagy más néven normagörbék zajkibocsátás szempontjából tükrözik az ember hangérzetét. Közelítő műszerrel is mérhető mérőszáma a dB (A) -hangnyomászint.

A légtechnikai rendszerekben a ventillátor által keltett zaj fokozottan nagy problémát jelenthet, amennyiben a megadott tervezési értékeket átlépi. Ez a ventillátor hajtásából (testhang) és a levegő áramlása által létrejövő zajokból (léghang) tevődik össze. Mindkettőt lehet csökkenteni, az elsőt megfelelő rezgés csillapítások, az utóbbit hangcsillapító elemek alkalmazásával.

### **3.1.6. A levegő szűrése, portalanítás**

#### **Levegőszűrők**

Feladatuk megakadályozni, hogy szennyező részecskék kerüljenek be a légtechnikai rendszerbe és megvédeni a légkezelő berendezés belső szerkezeteit a

különböző szennyeződésektől. A szűrő anyaga: szintetikus szál, üvegszál vagy propilén. A keretre szerelt szűrők gyors és egyszerű szűrőcserét tesznek lehetővé. A szűrő elpiszkolódási szintjét a nyomáskülönbség alapján működő nyomá szenzorral lehet kijelezni.

### **Táskás szűrők**

Szűrők klíma és szellőztető berendezésekhez, valamint tisztaterek előszűréséhez. Nagy szűrőfelület, nagy portároló képesség, hosszú élettartam, költségtakarékosság, könnyű és stabil kivitel jellemzi őket.

### **Panelszűrők**

Klíma- és szellőztető berendezésekhez, valamint tisztaterek előszűréséhez alkalmazott szűrőtípus. Nagy szűrőfelület, kis beépítési hossz, hosszú élettartam, könnyű és stabil kivitel.

### **Kompakt szűrők**

Szűrőtípus klíma- és szellőztető berendezésekhez, valamint tisztaterek előszűréséhez. Előnye a nagy szűrőfelület, egyszerű, gyors szerelés, hosszú élettartam, alacsony energiaköltség. Nagy légszárazságnál is alkalmazható.

#### **3.1.7. A nedves levegő állapotváltozásai, a h-x diagram felépítése, felhasználása, a levegő fűtése, hűtése, nedvesítése , szárítása**

A légtechnikában a levegő kezelésével, állapotának megváltoztatásával tudjuk az előírt paraméterekkel rendelkező levegőt kezelni, előállítani, biztosítani az adott feladathoz illeszkedve. Röviden ismertetjük a lehetséges állapotváltozásokat és a h-x diagram alkalmazásának jelentőségét.

A levegő állapotjelzői közül a legfontosabbak:

- Száraz hőmérséklet
- Nedves Hőmérséklet
- Harmatponti hőmérséklet
- Abszolút nedvességtartalom
- Relatív nedvességtartalom
- Entalpia érték

A jegyzet terjedelmi korlátai miatt a fenti állapotjelzőket részletesebben nem ismertetjük, viszont a jellemző állapotváltozásokat az alábbiakban megemlítjük.



## Léghevítés

A h-x diagramban ábrázolva a t tengellyel párhuzamos egyenes mentén tehetjük meg, tehát függőleges irányú az állapotváltozás a diagramban jelölve. Egy példán szemléltetve: Ha a levegő hőmérsékletét  $t_1=20^\circ\text{C}$ -ról  $t_2=40^\circ\text{C}$ -ra melegítjük. A levegő relatív nedvességtartalma a melegítés kezdetekor,  $\varphi=85\%$ . Megállapítható, hogy a levegő abszolút nedvességtartalma  $x$  nem változik, relatív nedvességtartalma viszont  $20\%$  alá csökken. Entalpiája  $h_1=40\text{kJ/kg}$ -ról,  $h_2=59\text{kJ/kg}$ -ra növekszik.

## Léghűtés

A légfűtéshez hasonlóan tudjuk ábrázolni, csak értelem szerűen a hőmérséklet csökkenésének megfelelően felülről lefelé haladunk a függőleges vonal mentén, ha ilyen állapotváltozást szemléltetünk.

## Nedvesítés vízzel

A levegő belső energiataralma, entalpiája (h) nem változik, szárazhőmérséklete (t) csökken, relatív ( $\varphi$ )- és abszolút (x) nedvességtartalma nő. Az entalpia vonal mentén haladunk az ábrázolásakor.

Az adott levegő harmatponti értéke a hőmérsékletétől és a relatív páratartalmától függ. Minél kisebb a páratartalom annál alacsonyabb a harmatponti hőmérséklet és fordítva is igaz. Tehát ha az adott helyiségben megnövekszik a páratartalom, akkor a harmatponti hőmérséklet is emelkedik, amely a felületeken páralecsapódást eredményezhet.

## Nedvesítés gőzzel

A levegő száraz hőmérséklete alig, abszolút és relatív nedvességtartalma valamint entalpiája jelentősen változik, tehát ebben az esetben a t vonal mentén haladunk a diagramban.

Továbbá természetesen az állapotváltozások irányai minden lehetséges változásnak megfelelően alakulhat, de a korábbiakban felsoroltak a jellemzőek a légkezelő berendezések esetében. A különböző állapotú levegők keverési módjairól és a hő visszanyerőkben lejátszódó folyamatokról a terjedelmi korlátok miatt nem ejtünk szót.

## Légállapot diagram

Az előzőekben ismertetett állapotváltozásokat a diagramban tudjuk megfelelően ábrázolni, amely segítségével minden jellemző állapot értéket meg tudunk határozni. A klímaberendezésben lejátszódó nedves levegő állapotváltozásait nehézkes számítani. A Mollier-féle h-x diagramban a nedves levegő állapotváltozások könnyen követhetők, ezért ott a klímaberendezések légállapot változásai, egységeinek méretezése szerkesztéssel könnyen meghatározhatók.

### **3.1.8. A szigetelés alkalmazott anyagai Klímatechnikai (hideg) szigetelő csőhéjak és lapok**

#### **Hideg közegű vezetékek hőszigetelése**

A szigetelés az épületgépészetben egyre növekvő szerepet kap az energia-hordozók árának emelkedése miatt. A szigetelés a csöveken, szerelvényeken, légszűrőn és tartályokon jelentős energia megtakarítást eredményez. Ez lehetővé teszi a hatékony üzemeltetést, adott esetben kisebb teljesítményű, ezáltal olcsóbb gépekkel. A szigetelés további célja a páralecsapódás megakadályozása hideg közegű rendszer felületén, valamint a csövek védelme és a korrózió megakadályozása. Az utóbbi időben mindinkább előtérbe kerül a szigetelések egy másodlagos tulajdonsága is, a hangcsillapítás. A hangcsillapítás révén a szigetelések csökkentik az áramlási és rezonancia zajokat.

### **3.1.9. Hővisszanyerés berendezései, energiaigény csökkentési lehetőségek**

Szellőztető- és klímaberendezések a külső levegő téli felmelegítésére, ill. a nyári lehűtésére jelentős energiát igényelnek. Lényeges energia megtakarítás érhető el a távozó és külső levegőáram közötti hő és nedvességcsere megvalósításával. A friss levegő légkezelésének folyamata energiát igényel. A kidobott levegővel jelentős energia hőmennyiség távozik a rendszerből. A légkezelés során távozó hő jelentősen csökkenti a rendelkezésre álló teljesítményt és jelentős energiaköltséget okoz. A távozó levegőhőtartalmából hővisszanyerő alkalmazásával energiát nyerhetünk vissza.

#### **A hővisszanyerés jelentősebb előnyei:**

- csökkenti a beépítendő fűtési és nedvesítési teljesítményt és ez által a kazán és csővezeték költségét csökkenti,
- csökkenti a hőenergia-szükségletet és ezáltal csökkenti az üzemeltetési költséget,

- csökkenti a beépítendő teljesítményt és ezáltal a hűtőgép, hűtőtorony beruházási költsége csökken,
- csökken a hűtőenergia-felhasználást és ezáltal csökkent az üzemeltetési költség,
- csökkenti az energia átalakításból származó káros anyag emissziót.

### **Hővisszanyerők csoportosítása:**

Rekuperatív hővisszanyerő	– keresztáramú lemeztáskás
– hőcsőves	– Regeneratív
– közvetítőközege	– forgódobos

### **Hőcsőves hővisszanyerő**

Egymás felett, vagy egymás mellett elhelyezett befűvő és elszívó légszűrő esetén használható. A használt levegős légszűrő alul, a friss levegős légszűrő felül helyezkedik el. A hőcsővesben levő töltet a hőmérséklet különbség hatására bekövetkező sűrűségkülönbségből adódóan függőlegesen áramlik. A hőátadás a légáramok között ezáltal lehetővé válik. A függőleges magcsővel rendelkező aprólamellás hőcsőveseket alkohollal, acetonnal, freonnal töltik fel.

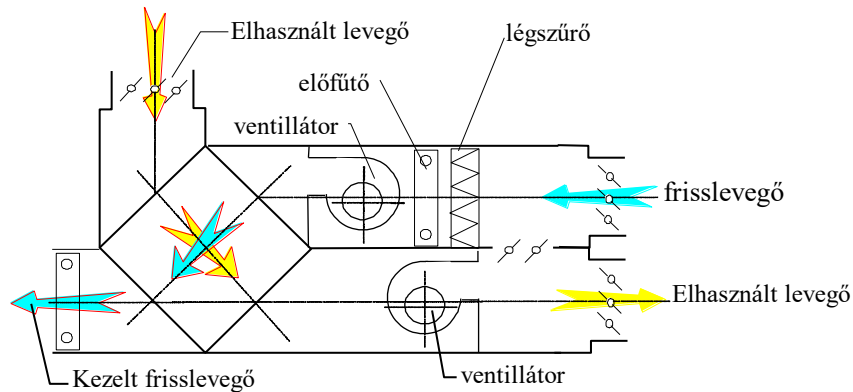
### **Közvetítőközege hővisszanyerő**

Két egymással sorba kapcsolt aprólamellás hőcsővesből áll. A többnyire víz, glikolos fagyálló folyadék keringtetését a hőcsővesön át keringető szivattyú végzi. A légszűrő egymástól távol is elhelyezkedhetnek. A közvetítő közege hővisszanyerő rendszer előnye a befűjt és az elhasznált levegő egységeinek elkülönített beépítése. Ezért nem lehet semmilyen átszivárgás a két légáram között. A közvetítő közege hővisszanyerő rendszert a külső levegő hőmérséklete alapján egy változtatható fordulatszámú keringető szivattyú szabályozza.

### **Rekuperatív, táskás hővisszanyerő**

A lemezes hővisszanyerők rekuperatív készülékként működnek a kereszt- vagy ellenáramú hőcsővesnél, amellyel hozzávetőlegesen 75 %-os hatásfokot lehet elérni. A lamellák alumíniumból készülnek, de külön kérésre bevonhatók epoxigyantával is. A levegő porzennyezettsége esetén nem használható a hővisszanyerő. A lemezes hővisszanyerők háza tűzi horganyzott acéllemezekből készül, magasabb minőségi elvárásoknál festékbevonattal rendelkeznek.

A hővisszanyerő alumínium bordákkal készül, melyek között keresztáramban áramlik a befűvott és az elszívott levegő, egymástól teljesen elválasztva. A hővisszanyerő egy bypass (megkerülő) ággal van ellátva, melyen keresztül a légáram kikerüli a hőcserélőt - például ha nincs szükség energia vissza-nyerésre, vagy ha eljegesedés veszélye áll fenn. A lemezes hővisszanyerő egy csepleváltót és egy cseptálcát is tartalmaz.



9. ábra : Rekuperatív hővisszanyerős légkezelő berendezés<sup>9</sup>

### Regeneratív forgó hővisszanyerő

A szellőzőrendszerek energiafelhasználásának jelentős része a külső levegő fűtésére fordítódik. Az üzemeltetési költségek nagymértékben csökkenthetők a kifűjt levegő hőjének a beszívott hideg levegőnek történő átadásával. A regeneratív forgódobos (rotációs) hővisszanyerő maximális hővisszanyerési szintje a 85%-ot is elérheti. A rotor tároló tömege feltekereselt alumínium hullámlemezéből készül, de higroszkopikus anyagokból is előállítható. A tiszta hőátadás (kondenzációs rotor) mellett a hő-, és nedvességátadás (szorpciós rotor) is megvalósítható, ehhez többféle átmérőjű készülék áll rendelkezésre. Nagyobb berendezéseknél részegységekben szállítják, és a helyszínen szerelik össze. A rotor hajtása egy beépített, változtatható fordulatszámú motorral történik. A lassan forgó hőtárolón egyik irányban a külső, a másik irányban a távozó levegő áramlik át.

A tároló töltete higroszkópos felületű, vékony csövecskékből áll. A hőcserélő töltőanyagától függően nedvességcserére is alkalmas. Az energiacsere a

<sup>9</sup> forrás: Sashalmi György: Szellőzés- és klímaberendezés- szerelő szakmai ismeretek 106.oldal

levegőáramlást biztosító csatornarendszert képező lamellás blokkból készített forgó rotor váltakozó sorrendben való fűtése és hűtése révén megy végbe. A hővisszanyerő egy csapágyazott rotort tartalmaz, melyet egy tartószerkezet tart. A rotor hullámos alumíniumfóliával van megtöltve. A hővisszanyerőben a befűvott és elszívott levegő átáramlási iránya mindig ellenáramú.

## **3.2. Légtechnikai rendszerek elemei**

### **3.2.1. Légkezelő központok felépítése**

#### **Alapkeret**

Az alapkeret feladata a légkezelő szerkezeti elemeinek összefüggő, stabil kapcsolatának és a megfelelő szifonmagasságnak a biztosítása. Az alapkeret és az épület közé elhelyezett gumilemez segítségével megakadályozzuk a gép rezgéseinek az épületre való áttérjedését. Az alapkeret geometriája a légkezelő gép méretétől és a szifon magasságától függ. Az alapkeret anyaga hidegen hajlított felületkezelte idomacél, horganyzott acéllemezprofil, vagy horganyzott zártszelvény lehet.

#### **Kompakt légkezelő gép**

A kompakt légkezelő gépeket úgy fejlesztették ki, hogy a teljes elszívási és befűvési légszállításhoz szükséges eszközöket egy légkezelő gépbe helyezték el. A szellőztetett térből elszívott levegő hőtartalma keresztáramú lemezes, vagy forgódobos hővisszanyerőn keresztül kerül visszanyerésre. Igény szerint a légkezelő gép képes a befűvott levegő hűtésére, vagy fűtésére is. A kompakt légkezelő gépeket teljes körűen kábelezve és szabályozással szerelve szállítják, így a beépítési helyszínen csupán az energia és vízcsatlakozást és a külső hőmérsékleti szenzort kell telepíteni. Optimális rendszer, mely alkalmas a teljes légkezelésre, téli és nyári légállapot esetén. A klímatiszta épületekben gyakran nincs elég hely, vagy drága a légkezelő gépek belső térben való elhelyezése. Ezekben az esetekben a gépek az épületen kívül kapnak helyet. A gépek kültéri elhelyezése rendkívül magas követelményeket támaszt a szállítóval szemben, melyekre a kültérre tervezett gépek a megfelelő megoldást nyújtják.

### **3.2.2. Ventilátorok csoportosítása**

#### **Ventilátorok**

Ventillátornak nevezzük a 30 kPa nyomásértékig terjedően levegő vagy más gáz továbbítására szolgáló áramlástechnikai gépet. Magasabb nyomásértékek létrehozása már kompresszorokkal lehetséges a ventilátorok a levegő (gáz) össznyomását növelik.

### **Axiális ventilátorok („propelleres” ventilátorok)**

Az axiális ventilátorban a motor és a lapátok közös a tengelyen kerülnek rögzítésre. A tengely és a lapátok elfordulása a tengellyel párhuzamos légáramot hoz létre. Alkalmazások széles tartományában használják őket, amelyek a kisméretű elektronikai hűtőventilátoroktól egészen az alagutakban alkalmazott nagyméretű ventilátorokig terjednek.

Jellemzőjük:

- a nagy légszállítás,
- a kis nyomásemelés,
- a sokszor zavaróan zúgó, egytónusú zaj.

A névlegesen 500-630 mm átmérőig gyártott ventilátorok általános célra készül, tipikus kereskedelmi termékek, míg e méret felett általában egyedi igények szerint készülnek, sok választható paraméterrel rendelhetők.

### **Axiális fali, illetve ablakventilátorok**

Ezek az axiális ventilátorok háromféle beépítési átmérővel készülnek, és szellőzőkürtőhöz, vagy falnyílásba szerelhetők. Alacsony zajszintű készülékek, háztartásokban és kereskedelmi egységekben használhatók. Légszállítási tartomány: 400-900 m<sup>3</sup>/h. A ventilátorok műanyagból készülnek, minden méret kettős szigetelésű, egyfázisú, 230 V-os motorok belső termikus védelemmel. Higrosztáttal és időkapcsolóval ellátott modellek. Az utánfutási idő 1-30 perc közötti időtartamra állítható be. A higrosztát beállítási lehetősége: 60-90% relatív páratartalom. A ventilátorok bekapcsoláskor mindig magas fordulaton működnek, és alacsony fordulatra kapcsolnak, ha elérték a kívánt relatív páratartalom értékét.

### **Félaxiális ventilátorok**

A szaknyelv sokszor különbséget tesz félaxiális és „félradiális” (diagonális) ventilátor között. A lényege az, hogy ezek az axiális és radiális típusok közötti átmenetet képezik, átlagosan nagy nyomást létesítenek, átlagosan nagy mennyiséget szállítanak, a főáramlás a ventilátorban határozott, de kismértékű iránytörést szenved.

## **Radiális ventilátorok**

A lapátózashoz itt a tengely irányából érkezik a szívóoldali levegő, de sugárirányban elfordulva halad át a lapátok között. Sokszor centrifugális ventilátornak nevezzük őket. Lehetnek csigaházas kivitelűek, csatorna-, cső- vagy tetőventilátorok, „mókuskerekes” vagy hagyományos járókerékkel szereltek. Ezek nagy nyomást, arányaiban kisebb mennyiséget és stabil, terhelhető jelleggörbét szolgáltatnak. Ezért ezek nagy ellenállású rendszereknél, hosszú csővezetékknél, kürtőknél kerülnek alkalmazásra. Zajuk általában kisebb, széles spektrumú, kevésbé zavaró jellegű. Mechanikai rezgések keltésére azonban szinte mindig számíthatunk, így rögzítésükre külön gondot kell fordítani. A meghajtás egy a motort és a ventilátort közvetlenül összekötő tengellyel történik. Frekvenciaváltó segítségével fokozatmentes fordulatszám-szabályozás valósítható meg. Ipari folyamatoknál gyakran van igény a korrozív; poros, esetleg magas hőmérsékletű levegő illetve egyéb gázok szállítására. Ilyen terület például a cementipar, az acélgyártás, a hőerőművek, a papír- és élelmiszeripar.

## **Radiális csőventillátorok**

A felhasználók igényei miatt kerültek kifejlesztésre a radiális csőventilátorok. A tervezők a gyakorlatban több esetben találtak azzal a problémával, hogy radiális ventilátort nem tudtak helyszűke és egyéb okok miatt beszerezni. Ezért került kifejlesztésre a csőventilátor, mely a légszűrőbe szerelhető. A szellőzés technika nagy sorozatban gyártott géptípusa. DN 100 és DN 315 között, kb. 1500 m<sup>3</sup>/h légszállításig majdnem minden gyártó katalógusában szerepel. Egy-egy gyártmány-méretsor DN 500 mm-ig és kb. 7000 m<sup>3</sup>/h-ig terjed. Sajnos a csőventilátorok áramlástechnikailag rosszul kialakított gépek, mert a járókerékből kilépő, forgó levegő mozgási energiája relatíve nagy veszteségeket szenved. Ennek oka az axiális visszatérés nagymértékű iránytörése, illetve a járókerék mögötti „holt tér” által okozott diffúzor veszteség. Ezek az áramlástechnikai hibák azonban egy igen praktikus, olcsó és egyszerű géphez vezetnek, amelyeket világszerte szeretettel alkalmaznak.

### **3.2.3. Légtechnikai segédberendezések - hőcserélők (kondenzátor, elpárologtató)**

#### **Légtechnikában alkalmazott hőcserélők**

A keresztáramú lemezes hővisszanyerő a legegyszerűbb, de a hatékonyságát tekintve az egyik legjobb megoldás. Hatásfoka 70% feletti is lehet.

Működése rendkívül egyszerű, a keresztben a hőcserélőn áthaladó használt levegő a rá merőlegesen áthaladó friss levegőnek adja át a hőt. Minél nagyobb a hőátadó felület, és kisebb a légsebesség annál jobb a hővisszanyerés hatásfoka. Anyaga általában alumínium, inox (saválló ötvözött acél) vagy műanyag. Az alumínium hőcserélő igény szerint korrózióálló lakkbevonattal is készül. Az átló mérete akár 2400mm a szélessége pedig 2500mm lehet. A keresztáramú lemezes hővisszanyerőnek mindig egyedileg történik a méretezése a megrendelő igénye és a műszaki elvárás szerint.

### **Kaloriferek**

A mesterségesen szellőztetett terek komfortjának biztosítása érdekében lényeges a kezelt levegő légtechnikai paramétereinek szabályozása. Légkezelő gépekben összetett fizikai folyamatok játszódnak le egy időben. A kívánt légállapotot biztosításának érdekében egyidejűleg szükség lehet hűtésre, fűtésre, páratartalom-, és kondenzátum kezelésre és ezek szabályozására. Ezen összetett feladatok biztosítására légkezelő gépek léghűtővel, légfűtővel, kondenzátum kezelésre alkalmas eszközökkel, illetve automatikával vannak ellátva.

#### **Meleg vizes légfűtők**

A légkezelő berendezésekben a meleg vizes fűtésre keresztáramú (légoldalon lamellás, bordás) hőcserélőket alkalmaznak. Ezek a fűtők előfűtő és utófűtő kialakításban kerülhetnek beépítésre funkciójuktól függően. A meleg vizes légfűtők jól szabályozhatók, jól illeszthetők a teljesítményigényekhez.

A levegő melegítésére szolgáló szerkezeti elemet léghevítőnek, más szóval kalorifernek nevezik. A hőhordozó közegük meleg víz, forró víz, kisnyomású-, nagynyomású gőz, füstgáz, stb. Alkalmazható kényszeráramlású hőcserélőként a légtechnika minden olyan területén, ahol a kaloriferekbe közvetlenül belépő fűtendő vagy hűtendő levegő szilárd szennyeződést nem tartalmaz, illetve csak olyan folyékony vagy gáznemű anyagokat tartalmaz, amelyek a kalorifer alkatrészeit nem támadják meg.

A fűtő- vagy hűtőközeg lehet víz, glikól-víz keverék, vízgőz, füstgáz, vagy más magas hőtartalmú közeg, amely nem károsítja a kalorifer csöveit.

A kaloriferes légfűtést és a léghűtést általában nagyobb terek hűtésére, fűtésére használják. Szabadon axiális ventilátorral szerelve, légcsatorna hálózatba kötve vagy légkezelőbe szerelve.

### **Elektromos légfűtők**

További elterjedt, jól szabályozható fűtési eljárás az elektromos légfűtők használata. Felhasználási területe az olcsó, könnyen hozzáférhető elektromos



csatlakozással ellátott helyszínek, illetve ahol a meleg vizes csatlakozás hiányzik. A védőcsöves fűtőszálas kialakításnál a levegő közvetlenül nem találkozik a fűtőszállal, ezért egyszerűbb vezérlés és alacsonyabb légsebesség is alkalmazható. A Készülékek állandó térfogatáramnál fokozatkapcsolt-, változó térfogatáramnál fokozatmentes szabályozással és mindkét esetben túlfűtés-védelemmel (túlfűtési termosztátok, differenciál nyomáskapcsoló) vannak ellátva.

### **Felületi hűtő**

Szerkezeti kialakításuk megegyezik a léghevítőkével, de kisebb (általában) a felületi hőmérsékletük a hűtendő levegő harmatpontjánál. A hideg vizes felületi hűtési eljárással szabályozható legjobban a légűtés. Elsősorban összetett rendszereknél használják, ahol a légkezelő gépek mellett egyéb hűtőberendezések találhatóak. A jellemzően használt hófoklépcső 7 °C / 12 °C víz, téli fagyveszély esetén víz és glikol keveréke. A felület hőmérséklete az esetek többségében harmatpont alatti, ezért kondenzátum képződik, amelynek elvezetéséről gondoskodni kell.

### **Direkt elpárolgású hűtőelemek**

Azokban az esetekben, ha a légkezelési folyamat alacsony felületi hőmérsékletet kíván, akkor egyszerűbb megoldás a direktelpárolgató hűtők alkalmazása, ilyenkor a hűtési kör elpárolgató egysége közvetlenül bekerül a légkezelőgéphez. A hűtőközeg jellemzően R407C, R410A, vagy R134a jellemző elpárolgási hőmérséklet 5 °C és 8 °C között van. A hőelvonást a hűtőközeg párolgási hője biztosítja. Ezeknél a hűtőknél kondenzátum kicsapódás mindig történik, ezért ennek elvezetéséről gondoskodni kell. A légkezelővel egybeépítve, hűtési igény esetén a befűjt levegőt hűti.

## **3.2.4. Légcsatorna hálózat anyagai**

### **Légcsatornák**

A szellőztető berendezés a kezelt levegőt légcsatorna-hálózattal osztja szét, ill. gyűjti össze. A szellőzőlevegő térfogatárama az épületgépészeti hálózatokban áramló közegek közül rendszerint a legnagyobb, 2-120.000 m<sup>3</sup>/h, még így is a viszonylag nagy, 4 - 20 m/s szokásos áramlási sebesség esetén a légcsatornák szükséges keresztmetszete az épületgépészeti csővezetékek között a legnagyobb. Méreteik miatt kialakításuk, elhelyezésük és az épülethatároló-, ill. földémszerkezetén való keresztül-vezetésük igen nagy körülményt kíván.

### **A légszűrő hálózattal szemben támasztott követelmények:**

- Sima belső felület, kis légellenállás
- Könnyű tisztíthatóság
- Anyaga korrózióálló, nem nedvszívó, és a léghangot elnyelő, de kis súlyú, és olcsó legyen.
- Előregyártható, könnyen szerelhető és kis helyszükségletű legyen.
- Alkalmas legyen a meghatározott légmennyiség szállítására, elosztására.

Tekintettel arra, hogy a légszűrőhálózatban közelítőleg a légköri nyomáson kell a levegőt áramoltatni, a belső túlnyomásból a vezetékre jutó igénybevétel elhanyagolható. (400-1600 Pa) A kis belső túlnyomás miatt a légszűrőhálózat tömítettségére - kivéve a mérgező és robbanásveszélyes gázokat szállító vezetékek esetén – nem fordítanak nagy költségeket kismértékű szivárgás esetleg megengedhető.

### **Légszűrő anyagok:**

- acéllemez,
- horganyzott acéllemez,
- horganylemez,
- saválló rozsdamentes acéllemez,
- ötvözött alumínium lemez, műanyaglemez
- PE anyagból készült légszűrőhálózat
- felfújódó (textil) légszűrőhálózat
- polisztirol alu. kasírozott lemez
- épített csatornák.

Keresztmetszetük kör négyzet, vagy téglalap. Újabban készülnek nyolcszögletű, vagy két oldalt domború téglalap keresztmetszetek is. A légszűrőhálózat egyes elemeit, melyek nem egyenes vonalú állandó keresztmetszettel rendelkeznek, idomoknak nevezzük. Különleges anyagból készített légszűrőhálózatára csak akkor van szükség, ha pl. agresszív anyagok jelentős mértékben vannak jelen, ilyen esetben saválló, teflonbevonatú vagy PE anyagból készült légszűrőhálózat használata javasolt. A laboratóriumi és az ahhoz hasonló felhasználásoknál a gerincvezeték, amennyiben ez indokolt, a statikus töltődés miatt földelni szükséges. Savas, maró gőzök szállítására (pl. galvanizáló- kádak elszívó-hálózata, vegyi fülkék elszívó-kürtői) korrózióálló lemez, vagy műanyag légszűrőhálózatát használunk. A légszűrőhálózat falvastagságát az átmérő, ill. az oldalak hosszúságának alapján határozzák meg. Az oldalak horpadása ellen a csatornák oldalát merevíteni kell.

### 3.2.5. Kör vagy négyszög keresztmetszetű légsatorna

Hogy jobb-e a kör keresztmetszetű légsatorna a négyszögnél? Ezt több tényező alapján ítélnél meg. Persze nem mindig tudjuk az összes szempontot figyelembe venni, de mindenképp érdemes végiggondolni az előnyöket és hátrányokat.

**Helyigény, költségek:** A standard kör keresztmetszetnek a következők az előnyei költségek szempontjából:

- kedvezőbb ár
- kevesebb szigetelőanyag, hiszen minden esetben a kör keresztmetszet adja a legkisebb területet,
- kevesebb függesztő, nagyobb légtömorség biztosítható, ami csökkenti az üzemeltetési költségeket,
- a projekt végén a megmaradó elemeket egy új projekten könnyen felhasználhatjuk, hiszen minden elem szabványos.

**Légtömorség:** Talán nem is gondolnánk, milyen fontos szerepet játszik a légtömorség az üzemeltetési költségek alakulásában.

Négyszög keresztmetszet alkalmazásakor sokkal nehezebb megfelelő légtömorséget biztosítani, ami nemcsak a gyártótól függ, hanem a kivitelezők odafigyelésén is múlik. Kör keresztmetszetnél ugyanez könnyedén megoldható gyárilag felhelyezett gumitömítéssel, ami megfelelő kivitelezés esetén megtartja a légtömorséget.

**Akusztika:** Hangcsillapítás szempontjából a négyszög keresztmetszet nagy méreteknél jobban csillapítja a mély frekvenciákat. A hangcsillapítók mély és magas frekvenciákon kevésbé csillapítanak, amit néhány négyszög könyök megfelelő mértékben csillapíthat. Kör keresztmetszetnek akusztikai szempontból a miatt lehet előnye, hogy a standard elemek zajkeltése és csillapítása előre kimérhető, így egy légsatorna-hálózat is pontosabban méretezhető akusztikailag.

**Nyomásvesztés:** Azonos légsebesség mellett a nyomásvesztési értékek szempontjából - azonos légtömorség esetén - a négyszög és kör keresztmetszet között nincs jelentős különbség.

**Tisztíthatóság:** A légsatorna-hálózatok tisztítása, ami nagyon fontos a kórokozók megtelepedése és az allergiát okozó anyagok miatt, a legfontosabb szempont a hozzáférhetőség.

Négyszög keresztmetszetnél éles sarkok találhatók, amik nehezen tisztíthatók. A tisztítandó rendszerekben célszerű minél kevesebb flexibilis légsatornát alkalmazni.

**Végső következtetés:** A légtechnikai rendszereknél kör és négyszög keresztmetszetre is szükség van, de célszerű minél gyakrabban az előbbit, azaz a kört alkalmazni az említett előnyök miatt, utóbbit pedig szellőző gépházban és gerincezetékek kiépítésére, amennyiben nélkülözhetetlen.

### **3.2.6. Légszatórna rendszer szerelvényei**

A befúvószerkezetek a szellőző levegőnek a helyiségbe való bevezetésére, irányítására és elosztására, továbbá a befúvónyílás védelmére szolgálnak. A gyártók a légszatórna rendszer elemeit (terelőlemezek, anemosztátok, terelők, szabályozók) különféle típusjelöléssel és felületkezeléssel hozzák forgalomba. A tervező a megrendelői igényeknek és a környezeti követelményeknek (esztétika, zajkibocsátás stb.) megfelelően válassza ki a gyártmányt és a minőséget.

### **3.2.7. Befúvó és elszívó rácsok (anemosztátok)**

### **3.2.8. Légszelepek, Résbefúvók**

### **3.2.9. A szellőzőrácsok kiválasztása**

### **3.2.10. Szabályozó szerelvények**

**Megjegyzés:** a jegyzet terjedelmi korlátai miatt a felsorolt 3.2.7 – 3.2.10 tananyagegységekkel nem foglalkozik részletesen, az ajánlott irodalomjegyzékben található szakirodalmakban a szükséges ismeretek megtalálhatóak.

### **3.2.11. Tűzvédelmi csappantyúk**

A tűzvédelmi csappantyú anyaga 1,5 mm vastag horganyzott acéllemez. A légszatórna-hálózatához történő csatlakozáshoz 35 mm széles csatlakozási kerettel van ellátva.

A tűzvédelmi csappantyú készülhet még ezen kívül rozsdamentes acélból is. A csappantyúnyelvet - egyedülállóan - lemezburkolattal látják el, mely burkolat meggátolja a csappantyúnyelvről a részecskék leválását, és ezáltal e részecskéknek a szállított levegővel a tartózkodási zónába kerülését. Valószínű, hogy mindenki által ismert, hogy korábban a csappantyú nyelve azbeszt-cement lapból készült. Ma erre a célra a kalcium-szilikát anyagok a legelterjedtebbek. Az átmenő csappantyúnyelv-tengely a becsapódáskor ébredő nyomatékok miatt szükséges, így nem fordulhat elő a csappantyúnyelv esetleges kiszakadása. Az átmenő tengely növeli a csappantyú stabilitását. A tengely egy speciális csapágyazásban ül, mely karbantartást nem igényel.

### **Kiegészítő és működtető berendezések**

A működtetés lehet "kézi", "fél automatikus", illetve "automatikus".

#### **"Kézi" működtetés**

Működtetés szempontjából a legegyszerűbb a mechanikus, azaz "kézi" működtetés. Tűzvédelmi csappantyúk alapkivitelben 72 °C-os olvadó betéttel vannak ellátva, az olvadó betét 72 °C-nál magasabb hőmérséklet esetén kiold, és ez által a csappantyú zár. Meleg levegős rendszereknél lehetőség van 98 °C-os olvadó betétek beépítésére is. A "kézi" működtetésnek tulajdonképpen két nagy hátránya van. Egyrészt az emberek minimum 75%-a nem közvetlenül a tűzben sérül meg, illetve vesztí életét, hanem annak füstjében (füstmérgezés). A füst viszont lehet úgynevezett hidegfüst, azaz a füst hőmérséklete nem éri el a 72 °C-ot. Ebben az esetben a légcsatorna lezárása nem történik meg, tehát a mérgező füst a légcsatornában tovább tud terjedni

### **"Fél automatikus" működtetés**

A füstre történő zárás hiányát a mágneses kioldókkal lehet megoldani. Ebben az esetben a tűzvédelmi csappantyú kioldó mechanizmusa az olvadó betéten kívül úgynevezett kioldó mágnest is tartalmaz, mely lehetővé teszi már egy központi jel (füst- és tűzjelző rendszer) hatására a becsukást. A tűzvédelmi csappantyú kinyitása kézzel történik, zárása pedig központi jelről, ezért nevezzük " fél automatikus" működtetésnek.

### **"Automatikus" működtetés**

Az "automatikus" működtetés esetén a csappantyú újból kinyitása központilag is lehetséges, amennyiben a saját kioldója lehetővé teszi. Erre a célra úgynevezett rugó visszahúzású motorokat alkalmazunk.

## **3.2.12. Akusztika, a légtechnikai rendszerek hangcsillapító berendezései**

### **Légkezelő berendezések zajcsökkentése**

Az irodaépületek, konferenciatermek, áruházak és szállodák légkezelői gyakran éjszaka is üzemelnek. Még a zajcsökkentett kivitelű berendezések is kelhetnek akkorra zajt, hogy környezetüket zavarják. Az ilyen gépek üzemi zajforrásnak számítanak. Kiválasztásuknál lényeges szempont az optimális teljesítmény és zajkibocsátás. Lényeges, hogy elhelyezésüknel zajvédelmi szempontokat is figyelembe vegyenek. Már a tervezésnél érdemes zajcsökkentési szakember véleményét kérni, mert az utólagos zajcsökkentés nagyon költséges lehet. Az előírások szerint az engedélyezési terv részeként zajvédelmi fejezetet kell készíteni. Az építési vagy a környezetvédelmi hatóságnak már az engedélyezési dokumentációban ellenőriznie kell a létesítés tervezett zajkibocsátásának

megfelelőségét. Éjszaka elsősorban a lakószobákat kell védeni a zajtól, ideértve a szállodaiakat és az üdülőkben lévőket is. Az éjszakai zajkibocsátási határértékek sokkal szigorúbbak a nappaliaknál. Az éjszakai megítélési idő a legkedvezőtlenebb, folyamatos fél óra. Ez azt jelenti, ha a zajforrás csupán fél órát üzemel egyfolytában, a megítélése ugyanaz, mintha egész éjjel üzemelne.

A környező lakóházak lakószobaablakai előtt az üzemi zajforrásokból származó megengedett, átlagos zajterhelés a zajtól védendő terület funkciójától függ. Legszigorúbb az üdülő-, illetve egészségügyi területen, éjjel: 35 dB(A). Erre a határértékre nehéz az üzemi zajt lecsökkenteni, mert ennél egy csekély forgalmú utca is zajosabb. Ha a zajforrással egy épületben vannak zajtól védendő helyiségek, akkor a lakószobákban a zajvédelem legszigorúbb határértékének kell teljesülnie, ami 25 dB(A) éjszaka.

### **3.2.13. Hangtompító szerkezetek**

A hangcsillapítók a ventilátor által keltett zaj csillapítására szolgálnak. Szerkezeti kialakítás: a légkezelő egységekben alkalmazott hangcsillapítók hangelnyelő és tűzálló kőzetgyapotból készülnek, horganyzott fémházban elhelyezve. A hangcsillapító burkolólemezeinek felületét fólia borítja, mely megakadályozza, hogy a befűjt levegő a kőzetgyapot szálai közé jusson. A hangcsillapító blokkok 3-7 hangcsillapító kulisszát tartalmaznak

A légtechnikai rendszerben minden hibát, így a keletkező zajt is célszerű megelőzni, ill. a keletkezési helyén csökkenteni. Ám sokszor minden erőfeszítés ellenére sem sikerül ezt olyan mértékben csökkenteni, mint ahogy az szükséges lenne. A gép körüli zaj (a ventilátor környezetének lesugárzott zaja) ellen optimális telepítéssel, esetleg a ventilátornak megfelelő hang-gátló és elnyelő falakkal ellátott helyiségbe való elhelyezésével lehet védekezni. Ha ilyen helyiség nem áll rendelkezésre, akkor a ventilátort hangelnyelő és gátló anyagok felhasználásával készült tokozással kell ellátni, természetesen a ventilátort hajtó villamos motor hűtését, ill. szellőzését biztosítani kell. A légtechnikai csővezetékben terjedő zajt a csővezeték természetes csillapítása csak kismértékben csökkenti. A csővezeték végén kilépő és a szellőztetett térben szétáradó zaj bizonyos hangnyomásszintet hoz létre. Ha ez nagyobb, mint a szellőztetett helyiségre megengedett hangnyomásszint, akkor a csővezetékbe hangtompítót (hangcsillapítót) kell beépíteni. A zajos légszűrőket hangelnyelő betétes (lamellás), 50%-os szabad keresztmetszetű hangtompítókkal lehet hatékonyan csillapítani. Úgy gazdaságos, ha akusztikus szakemberrel méreteztetik. Ha a légkezelőt mégis a tetőre kell telepíteni, szokás azt könnyűszerkezetű, zajárnyékoló paravánnal körülvenni. A paraván nagyméretű, és

szükség és lehetőség szerint zárt. A légkezelő berendezés gyártója rendszerint megadja, mekkora távolságra lehetnek a falak, hogy a szükséges légáramlás biztosítva legyen. Ne növeljék feleslegesen ezt a távolságot, mert akkor a zajárnyékolás hatékonysága csökken. A paraván falai általában ötrétegűek.

A légszűrő-hangcsillapítók általában úgynevezett átlátható kivitelűek. Egy csövet, esetleg párhuzamos csöveket hangelnyelő anyag vesz körül, vagy egy szűrőelemenben találhatók megfelelő hangelnyelő elemek, ún. kulisszák. Ezeknek a hangcsillapító elemeknek, ha a gyártó által ajánlott légsebesség határokat betartjuk, elég csekély az áramlási ellenállásuk. Természetesen a rendszer tervezésekor érdemes figyelembe venni és mérlegelni, hogy a másodlagos zajcsillapításnak milyen „ára” van. Ismeretesen ezen kívül könyök hangcsillapítók is, ahol a könyök természetes csillapítását megfelelő (hang) energiaelnyelő fokozatanyaggal tovább javítják.

### **3.3. Légtechnikai rendszerek telepítési, üzembe helyezési ismeretei**

#### **3.3.1. Családi házak lakások hővisszanyerővel kiegészített szellőztető rendszere**

##### **Lakás belső légszűrő kialakítása**

E rendszerben nincs szükség a nyílászárók vagy a falak rombolására, s a szellőztetés energiaigénye minimális. A rendszer nem csak télen előnyös, hiszen a talaj nyáron képes hűteni, s a hővisszanyerő is csökkenti az épület nemkívánatos felmelegedését. A rendszerhez a gyártó kínálja azokat a szereléstechikai elemeket is, amelyek segítségével a szellőztetés csőhálózata elrejtethető. Fém-, illetve műanyag lapos szűrők, légelosztó dobozok és flexibilis műanyag csövek teszik lehetővé a monolit födémek, az aljzatbetonok, illetve az álmennyezeti terek szellőztetési célú kihasználását. A műanyag belül sima gégecsőből készült, kör keresztmetszetű légvezetékek elhelyezhetők bebetonozva közvetlenül a födémbe. Megoldás lehet meglévő vagy új épületben álmennyezet alatti elhelyezés is, tányérszelepekkel ellátva. A légvezetékek elhelyezhetők még a gipszkarton takarás mögött is a mennyezet sarkaiban, fűvóka rendszerű légbevezető nyílásokkal és hangcsillapítókkal. A megoldás alkalmazható tömbházi lakások felújítása esetében, valamint utólagos telepítés esetén.

#### **3.3.2. Kiegyenlített szellőztető rendszer talajhő-hasznosítással**

A rendszer lényege, hogy kiegyenlített gépi szellőztetést valósítunk meg, amely az emberi tartózkodásra szolgáló terekre vonatkoztatva 0,5-1-szeres óránkénti légcserével dolgozik. Egy hosszú, tömör, állékony, talajba fektetett flexibilis csövön keresztül vesszük a szűrt, friss levegőt, amely így a talaj hőmérséklete felé közelít. Ugyanakkor egy hőcserélő (hővisszanyerő) hasznosítja a távozó levegő hőenergiáját.

A készülékek hangcsillapítottak, megoldott: a

- fagyvédelem, az utófűtés, a fokozatszabályozás, a
- távműködtetés, a légszűrés, a motorvédelem, a
- kondenzátum elvezetése stb.

Maguk a szellőztető-központok jól megközelíthetően, külön gépházban (mosókonyha, garázs stb.), padlástérben vagy álmennyezeti térben helyezhetők el, mert a biztonságos és hosszú távú üzemhez szükség van közvetlenül a karbantartásra.

A szűrők cseréjének, tisztításának elhanyagolása például a szellőztetés kiegyenlített jellegét eltorzíja, amely akár életveszélyhez is vezethet. Ezekre a berendezésekre zsiros elszívást nem javasolt közvetlenül rákötni, mert hosszú távon eltömítik a rendszert, rontják a hőcserélők hatásfokát.

### **Családi házak hővisszanyerővel kiegészített szellőztető rendszere**

Ahogy egyre inkább elszigeteljük magunkat a külső környezettől, úgy feledkezünk meg a belső komfort egyik alapvető eleméről, vagyis a szükséges frisslevegőről. Egy hermetikusan elzárt helyiségben jóval hamarabb dúsul fel a CO<sub>2</sub> -, illetve nő a páratartalom, de még érdemes idesorolni az építőanyagokból, bútorokból kipárolgó vegyületeket, melyek hosszú távon akár egészség-károsodáshoz is vezethetnek.

A szellőztetés problémája a nyílászárók cseréje és utólagos hőszigetelés után merül fel a leggyakrabban. Életünk folyamán rengeteg vízgőzt fejlesztünk. Testünk párolgása és a légzés is önmagában személyenként 1-2 liter vízgőzt jelent naponta, de egyéb tevékenységeinkkel együtt, mosás, szárítás felmosás, tisztálkodás, főzés stb. naponta és személyen-ként 4-5 liter vízgőzfejlesztéssel számolhatunk.

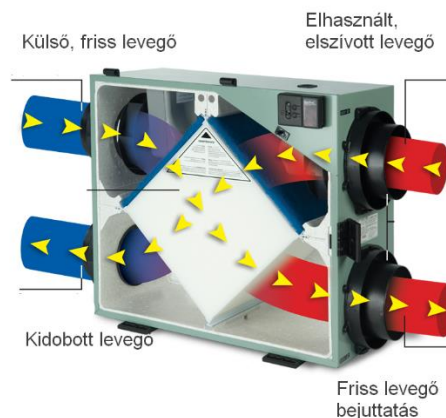
Ha ez zárt térben maradna, már önmagában is egészségtelen lenne, de ráadásul az épületek kisebb hőhídjain fűtési időben heteken belül megjelenik a penész, amely komoly épületkárt okoz. Épületeinkben tehát állandó szellőztetésre van szükség!

Erre a problémára jelent megoldást a rekuperátor.

A berendezés két ventilátorból és egy hőcserélő panelből áll. Az egyik ventilátor friss levegőt fúj be, a másik az elhasznált levegőt távolítja el. Eközben a két légáram



áthalad a hőcserélő panelen anélkül, hogy keveredne egymással. A panel, az elhasznált levegő hőenergiáját átadja a beérkező légáramnak. Eredményképpen friss és meleg levegő áramlik a helyiségbe. A hőcserélő egység hatásfoka 91 % így a beáramló tiszta friss levegő csak minimális „többletfűtést” igényel. A készülék hatásfoka viszonylag magas, így a fűtési költségek csökkennek, a komfortérzet nő. A rekuperátor akár nyáron is eredményesen alkalmazható. Klímatisztált, hűtött helyiségekben alkalmazva visszanyerhető a hűtésre fordított energia egy része.



17. ábra Hőmérsékleti viszonyok a rekuperátorban<sup>10</sup>

Fontos, hogy a levegő-bevezetés és - elvezetés mindig megfelelő mennyiségben történjen, vagy a párának, vagy a jelenlétnek megfelelő mértékben, folyamatosan, az igények szerint.

Ezek a kompakt berendezések 200-1800 m<sup>3</sup>/h légszállítással gyári kivitelben kaphatók, de sikeres megoldásra ismerünk hazai példát modul elemekből összeállított rendszerben is. A szellőztetési intenzitást a használat periódusa szerinti időprogram szerint, jelenlét-érzékelés alapján vagy számos egyéb módon vezérelhetjük és ellenőrizhetjük. Az ilyen berendezéseknél igen fontos a szűrők szerepe, illetve a nemkívánatos elpiszkolódás jelzése.

### **Az optimális megoldás a hővisszanyerővel ellátott szellőztető berendezés.**

A talajkollektorban a szellőző levegő télen előmelegítődik, nyáron pedig kissé lehűl, amely hőigényt már nem kell többlet energiával pótolni-előállítani. A téli üzemben a minimálisra csökkentett hőigény miatt a hővisszanyerő alkalmazásával

<sup>10</sup> forrás: <http://xn--laksszellztetk-xgb21pea.hu/igy-mukoedik-a-lakasszellozteto>

csak minimális energia hozzáadása szükséges az ideális levegőhőmérséklet előállításához. A vízszintesen lefektetett csőrendszerrel a talaj hőtároló képességét kb. 1,5-2,5 m-es mélységben arra használják, hogy a hőmérsékletet nyáron is és télen is egy kellemes szintre melegítse elő, illetve hűtse le. A tapasztalatok szerint egy talaj-levegő hőcserélővel a bevezetett levegő hőmérséklete akár 20°K-nel is előkezelhető. Családi és többlakásos lakóházaknál télen elsődleges törekvés a hővisszanyerő készülék fagymentesen tartása. Ipari, kommunális vagy irodaépületeknél különösen a hűtőhatás áll előtérben. A talaj-levegő hőcserélő alkalmazása révén csökkennek a beruházási és üzemeltetési költségek.

### **3.3.3. Komfort léghűtő rendszerek**

A beltéri egység ventilátora a klímatisztált helyiség levegőjét keringeti egy szűrőn és egy léghűtő-elpárologtatón keresztül, amelyen áthaladva hűl és szárad, majd állítható légterelő-lamellákon át visszatér a helyiségbe. A kültéri egységet a helyiségen kívülre, a szabadba telepítik, ventilátora a kondenzátoron keresztül környezeti (friss) levegőt áramoltat át. Ebben az egységben kap helyet a hűtőberendezés kompresszora is. Az általánosságban elterjedt és a köztudatba kiterjedt "split" elnevezést fogjuk használni, amely alatt az elválasztott kültéri és beltéri egységgel rendelkező, léghűtési (fűtési) feladatot ellátó készüléket értünk.

#### **Osztott ("split") berendezések**

Az osztott ("split") komfort léghűtő-berendezések kültéri és beltéri része önálló egységeket képez, amelyeket a helyszínen kell összekötni.

A splitokról általában elmondható, hogy nem rövidtávra vásárolják őket. Elvárható, hogy több évig problémamentesen üzemeljenek. Több kategória kapható a piacon, az áruházakba általában az olcsóbb készülékek kerülnek be, a márkás készülékeket többnyire szakszervezetek értékesítik, magasabb árszinten. A különbségek egyes gyártmányok közt jelentkezhetnek a megjelenésükben, zajszintjükben, kényelmi szolgáltatásaikban, energiafogyasztásban, élettartamban, kezelhetőségben stb.

A többet tudó készülékek általában többre is kerülnek. Vizsgáljuk meg, melyek a választható többlétszolgáltatások, és hogy egyáltalán szükségünk van-e ezekre. Nagyon elterjedtek a hőszivattyús készülékek, melyek átmeneti időben fűteni is tudnak a belső körfolyamat megfordításával. Ezek a készülékek nem alkalmasak teljes téli időszakban a hagyományos fűtéseket kiváltani, csupán átmeneti időszakban tudnak gazdaságosan fűteni.

A spliték üzemeltetése nem olcsó, az áram meglehetősen sokba kerül. A villanyszámlát csökkenthetjük, ha nagyobb jósági fokkal (COP) rendelkező készüléket választunk, amely azt mutatja meg, hogy egységnyi elektromos energiából mennyi hűtési energiát tud előállítani a készülék. Ez korszerű berendezéseknél hűtéskor 2,7 fölötti érték kell, hogy legyen. Tovább csökkenthetjük a számlánkat inverteres készülék alkalmazásával. Ezek a legmodernebb, legkorszerűbb készülékek. A hűtési igénynek megfelelően változtatják a kompresszor fordulatszámát, ezáltal hagyományos készülékekhez képest, ahol a kompresszor mindig maximális teljesítményen üzemel, akár 30%-nyi elektromos energia is megtakarítható. A belső hőmérséklet pontosabban tartható, és a zajszintek is alacsonyabbak.

Aki csak alkalmanként kapcsolná be a készüléket, jobb, ha a hagyományosnál marad, aki viszont egész nyáron üzemelteti, jobban járhat egy inverteres berendezéssel. Kevesebbe kerülhet egy drágább készülék 2-3 év üzemeltetéssel együtt, mint egy olcsó, de hagyományos, szintén 2-3 évi villanyszámlával számolva. Sok gyártó az alkalmazott légszűrők tulajdonságait domborítja ki. A pollenszűrők a helyiségbe bejutott por- és pollenkoncentrációt csökkentik, amely bizonyos allergiás megbetegedések esetén jó szolgálatot tehet.

Cserébe viszont gyorsan elpiszkolódnak és cserére szorulnak, amely szintén költséges. Aki nem allergiás, inkább a házilag mosható, csere nélkül sokáig felhasználható szűrővel felszerelt készülékeket válassza, mert a gyakorlat szerint a pollenszűrőt általában az első elpiszkolásig használják, a cserére nem áldoznak, a régit kidobják, és utána semmilyen szűrő nincs a készülékben.

### **Inverteres klíma**

A hagyományos klímák (nevezzük őket KI-BE kapcsolós vagy On-OFF-nak is) kompresszorát, ami a hűtőközeget szállítja, ezáltal a hűtést-fűtést megvalósítja, nem lehet szabályozni. Csak két fokozata van vagy megy 100% vagy áll 0%. Ez olyan mintha az autóban vagy csak padló gáz vagy csak leállított motor lenne. Tehát ha klímát bekapcsoljuk +26°C fokra állítva és ennél melegebb akkor a kompresszor beindul és hűt, a maximális teljesítménnyel. A távirányítón van fokozat kapcsolás (Low, Medium, High) akkor azzal csak a ventilátor sebessége változik a kompresszor az pörög vadul ha kell ha nem. Ezekkel szemben egy Inverteres (inverter vezérlésű) klíma tudja változtatni a kompresszor fordulatszámát, ez által a hűtés-fűtés erősségét. Be tud állni egy szükséges teljesítményre nem kapcsolgat ki-be állandóan. A szükséges hűtés-fűtés 1-fokozatában akár 5 - 6 °C fokkal fűj csak ki hidegebbet, mint a helyiség levegőhőmérséklete.

Az inverteres klímák elektronikája már sokkal több paraméter figyel, mint egy ki-be kapcsolás, mert be tud avatkozni (a ki-be nem tudna ezért nem is figyel). Tehát bekapcsoláskor az inverter vezérlés maximális fordulatra pörgeti a rendszert, de ezt ugye nem tudja sokáig tartani. Az inverteres klímánál is, ha már eléri a maximális hőfokot, amit még károsodás nélkül elvisel, akkor visszakapcsol egy fokozatot. Az elektronika figyel a rendszer hőfokát, és ha az a túlmelegedés jeleit mutatja visszavált 1 fokozatot. Ez előfordulhat a karbantartás elmulasztása miatt, vagy, mert a kültérít szakszerűtlenül rosszul szellőzött helyre szerelték, vagy nyitott ajtó-ablak mellet klímáznak és túlterheljük. A hagyományos klímák ilyenkor nem tudnak mit tenni, vagy leállnak hiba üzenettel vagy az utolsó védelmi vonalban lévő klixon állítja le a működésüket.

### **Hőszivattyús spliték**

Általánosságban hőszivattyúsnak nevezzük azokat a gépeket, amelyikében a hűtési körfolyamat megfordítható, így a helyiségünket nemcsak hűteni, de fűteni is tudjuk a berendezéssel. A körfolyamat megfordítása egy 4-utú szeleppel történik, és a gyakorlatban azt jelenti, hogy a beltéri hőcserélőnk, ami korábban, mint elpárologtató a hűtést szolgálta, innentől kezdve kondenzátorként a fűtést fogja végezni. Ezért praktikus csak átmeneti időszakban van értelme az ilyen berendezések komfortfűtési használatának. Ennek oka a használt hűtőközegekben és a berendezések kialakításában kereshető. A berendezések működési logikája mindegyik eredeti gyártó féltett szellemi tulajdona. Természetesen minket, mint szerelőt, üzemeltetőt vagy felhasználót, nem a titkos algoritmusok, hanem a működés általános elvei érdekelnek. Tudni szeretnénk, mi várható a berendezéstől, és amikor gépünk valamit csinál, azt miért teszi?

#### **3.3.4. Roof-top készülékek**

Az ablakklímához hasonló monoblokk felépítésű berendezés, de lényegesen magasabb teljesítmény tartományban. Általában az épületek tetején helyezik el, és szívó-nyomó oldalon légszűrő hálózatra csatlakoznak. Általában meleg víz – elektromos-, olaj- vagy gáztüzelésű kiegészítő fűtőkaloriferrel szerelhetők, energia-visszanyerő készülékekkel, ill. speciális szűrőrendszerekkel egészíthetők ki.

Jellemző teljesítménytartomány: 10 – 400 kW

Előnyei:

- egyszerű, olcsó kivitel
- gyors telepíthetőség
- nincs gépház igény

Hátrányai:

- adott méretek léteznek (nem illeszkedik mindenhová)
- finom szabályozás nehézkes
- kivitele alapján kényes létesítményeknél (tisztaszobák) nem alkalmazható.

Egy kompakt kültéri léghűtéses klímaberendezésnél- legyen ez folyadékűtő vagy roof-top -, a berendezés működése során keletkezett kondenzációs hő ventilátorok segítségével, azaz a levegő, mint természetes hűtőközeg kényszeráramoltatásával átadjuk a környezeti levegőnek. A klímátizálni kívánt helyiségből az elpárologtató által elvont hőt és a kompresszorba bevezetett villamos energiát, azaz a kondenzációs hőt egyszerűen kidobjuk a környezetbe, és nem foglalkozunk a viszonylag alacsony hőmérsékletű hulladékhővel, amit lokálisan lehetne hasznosítani.

Másik esetben pedig a klímátizált zónából elszívott levegőt dobjuk ki a környezetbe hővisszanyerés nélkül (roof-top berendezéseknél). Egy hővisszanyerő egység alkalmazásával annak többlet beruházási költsége nagyon gyorsan megtérül. A hővisszanyeréssel csökkenthetjük villamosenergia-felhasználásunkat mivel a klímátizált zónából kidobott levegő energiátartalmát visszanyerjük, és ezt újrahasznosítjuk. Ezt az energiát tehát nem kell más energiahordozó felhasználásával előállítanunk. Roof-top berendezések esetében a legelterjedtebb hővisszanyerési megoldás egy keresztáramú lemezes hővisszanyerő egység beépítése a kidobott levegő- és a frisslevegő-oldalra.

A visszaszívott levegő egy bizonyos részét kidobjuk a szabadba, másik részét visszakeverve, kondicionálva vezetjük vissza a klímátizált térbe. A kidobott levegőrészt átvezetjük a keresztáramú hővisszanyerőn. A hővisszanyerő másik ágában pedig a bevezetett friss levegőt áramoltatjuk át. A kidobott levegő hőtartalmát visszanyerjük, és a friss levegőt kondicionáljuk vele. A készülék működése és felépítése egyaránt nagyon egyszerű. A hővisszanyerő szabályozását a berendezés szabályozása teljes egészében nyomon követi, és az esetleges nem kívánt állapotoknál a hővisszanyerőbe épített megkerülő (by-pass) szalut nyitja, elkerülve az elfagyást.

A piacon lévő roof-top berendezések csak kis része tud 100% friss levegős üzemben működni, a tárgyalt hővisszanyerő egység pedig annál hatékonyabb és gyorsabban megtérül, minél többet működik a berendezés, és minél közelebb van a 100%-hoz a frisslevegő-arány.

Jellemzően nagyobb terek (áruházak, szerelőcsarnokok klímáztatására alkalmas. A frisslevegő – visszakevert levegő aránya manuálisan, vagy automatikával szabályozható, átmeneti időszakban a külső levegőhűtő hatásával jelentős energia megtakarítás érhető el. Rendkívül hatásos hővisszanyerés érhető el, ha a klímáztatott térből visszaszívott levegőt a kültéri hőcserélőn vezetjük át.

### 3.3.5. VRF rendszerek

A jelen és a jövő klímáztatásának is nevezhetjük ezt az épületklímáztatási módot. A világon szinte minden jelentős klímagyártó kínálja a legújabb generációs klímaberendezések valamilyen formáját, speciális fejlesztésével kiegészítve.

Mivel a változó hűtőközeg-áramú rendszerek a közvetlen elpárologtatású rendszerek között csúcstechnikát képviselnek, ez az árszintjükben is megmutatkozik. Azonban számos olyan középület, irodaház, társasház, luxus családi ház épül, átépül, ahol az energiatakarékos működésű és a magas komfortérzet elvárás zajszint, tökéletes légállapot és esztétika szempontjából is.

A különböző gyártók ezeket a rendszereket különféle elnevezéssel illetik:

**VRF** (Variable Refrigerant Flow),

**VRV** (Variable Refrigerant Volume),

**MMS** (Modular Multi System),

**SMI** (Super Multi Intelligence),

**ECO** (Multi Inverter System).

A VRF rendszerek olyan berendezésként írhatók le, melyek egy kültéri egységgel oldják meg több, egymástól független helyiség hűtését, közvetlen elpárologtatású hűtő-körfolyamat segítségével. A hűtőközeg térfogatárama a pillanatnyi hűtési/fűtési igénynek megfelelően változik.

Főbb előnyei a folyadékűtős és fan-coilos rendszerekhez, illetve a hagyományos split-klímákhoz képest:

- Rugalmasan kialakítható az építészeti és a felhasználói igényeknek megfelelően.
- Kialakítása több ütemben is történhet, a részrendszer is (pl. egy emelet) üzembe helyezhető.
- Jobb hatásfoka miatt alacsonyabbak az üzemeltetési költségek a hagyományos központi rendszerekhez képest. (Nincs veszteség a közeg-hőátadás miatt.)

- Szerelési költsége alacsony, hagyományos klímaberendezési anyagok használhatók, kisebbek a szükséges csőátmérők.
- Karbantartása egyszerű, egy részét helyi kezelőszemélyzet is elvégezheti.
- Intelligens helyi-, csoportos- és központi szabályozással lehet ellátni.
- Magas komfortérzet biztosítható, a felhasználók igényei pontosan követhetők. (Precíz hőmérséklet-tartás.)
- A beltéri egységek teljesítménye folyamatosan, fokozatmentesen szabályozható.
- Külső hőmérséklet szerinti működési tartománya széles (-15 °C - + 43 °C).
- Hővisszanyerős változattal (egy- vagy több beltéri egység hűtenek, miközben mások fűtenek) nagyfokú energia megtakarítás érhető el.
- A hűtött épület esztétikai megjelenése lényegesen nem változik (nincs sok kültéri egység).

Főbb közös jellemzők:

- A teljesítményszabályozás változó hűtőközeg-áram (VRF) megvalósításával történik.
- Egy központi kültéri (csoport) egység van.
- Egy rendszerre a kültéregység-nagyságok függvényében, a gyártók által megadott darabszámban és összeállításban tetszőleges kivitelű beltéri egység (oldalfali, kazettás, légszórós stb.) csatlakoztatható.
- A hűtőközeg sugaras hálózaton jut el a beltéri egységekig, alapvezetéken, elágazásokon, elosztókon, ágvezetéseken keresztül (2 illetve 3 csöves rendszer).
- Nagyszámú beltéri csatlakoztatható egy kültérihez (pl.: 8, 16, 32 vagy akár 40 db is).
- Nagy szintkülönbség lehet a beltéri és a kültéri között (akár 50 m is).
- A kül- és beltéri egységek között hosszú csővezeték alakítható ki (akár 100 m is).
- A beltéri összteljesítménye az egyidejűségi tényező figyelembevételével akár 30-35%-kal meghaladhatja a kültéri egység teljesítményét.

A gyártók igyekeznek berendezéseiket felkészíteni a legkülönbözőbb telepítési és használati helyzetek túlélésére.

A nehézségek forrásai az alábbiak:

- terhelések különbözősége térben és időben,
- nyomvonalvezetés,
- vezérlések együttműködése.

## **Beltéri egységek**

A kültéri egységekből változó mennyiségű hűtőközeg áramlik a beltéri egységek felé. Hűtésnél a beltéri egységekben csak a szükséges teljesítmény jelenik meg, melyet a bejutó hűtőközeg mennyiségével szabályoz a rendszer.

A szabályozás elektronikus adagolószelepekkel történik. Amennyiben a hűtőközeg-szabályozás nem a beltérben történik, hanem egy külön egységben, akkor a hagyományos rendszerben megszokott beltéri egységek használhatóak. Az eddig elterjedt ki-be kapcsolásos hőmérséklettartással szemben a VRF rendszer energiatakarékosabb és sokkal komfortosabb (+/-0,5 °C) működést tesz lehetővé. A beltéri egységek egymástól függetlenül különböző hőmérsékleten üzemelhetnek eltérő igényű helyiségekben.

## **Kültéri egység**

Általában többkompresszoros készülék, mely egy teljesítményszabályozott és egy vagy több állandó fordulatszámú kompresszorból áll. A kompresszorok kombinációja és a szabályozószelepek fokozatmentes teljesítmény-szabályozást tesznek lehetővé. A kompresszor teljesítmény-szabályozását leggyakrabban inverteres fordulatszám-váltással oldják meg.

A keringtetett hűtőközeg mennyiségének a különböző rendszer-üzemállapotokból eredő igényt lekövető változását a vezető típusok inverteres kompresszonnal, a kevésbé fejlett technológiával rendelkezők pedig digital scroll kompresszonnal oldják meg. A scroll-kompresszorok képviselik a 100 kW alatti méretben a jelenlegi kompresszortechnika csúcsát, a folyamatos hűtőközeg-szállítási igény kielégítésére. Nincs holttere, nincs vibrációja, nincs visszaszivárgása, jó a folyadékútés-tűrése. Azonban változó fordulatszámú üzemre még nincs a piacon kiforrott, üzembiztos konstrukció. A jövő mindenképpen az inverteres scroll-kompresszoroké lesz, de a technika jelenlegi szintje mellett azok, akik csak scroll-kompresszort alkalmaznak a kültérjükben, egy szelep segítségével összenyitják a nyomó- és a szívóoldalt, ezzel csökkentve a rendszerbe szállított hűtőközeg mennyiségét. Jelenleg az általánosan alkalmazott inverteres kompresszorok a forgódugattyús kompresszorok, jobb gyártóknál ikerdugattyús kialakításban. Ezek azok, amelyek a fordulatszám-változástól függetlenül jó hatásfokkal sűrítik és szállítják a hűtőközeget. A fordulatszám-változás azért lényeges, mivel a meghajtó villamos motor elektromos teljesítményfelvétele (magyarul fogyasztása) és a fordulatszám között köbös a kapcsolat. Azaz, ha 1/2 akkora a kompresszor fordulatszáma, akkor 1/8 akkora az áramfelvétele. A scroll-



kompresszor előnyei a teljes és folyamatos szállítás mellett mutatkoznak meg, mivel az inverter-áramkörnek is van saját vesztesége, ami akkor is jelentkezne, ha az inverteres kompresszor teljes fordulaton üzemel. A scroll-kompresszorhoz az áram pedig csak egy mágnescapcsolón keresztülhaladva, gyakorlatilag veszteség nélkül jut el. Így megállapíthatjuk, hogy egy jó kompromisszumos megoldás, ha a berendezésünkben van inverteres kompresszor a részterhelésekhez és scroll-kompresszor a folyamatos üzemhez.

A beltéri egységek előtt egy elektronikus expanziós szelep található. Az expanziós szelep az egyik oka annak, hogy a VRF rendszerek a jelenleg elterjedt klímatisztálási megoldások közül a leggazdaságosabban üzemelnek. Ugyanis az elpárolgás – ezzel a hőelvonás - a szelepnél kezdődik. Ez azt jelenti, hogy az egész épületen végig a csővezetékben nagyjából környezeti hőmérsékleten levő közeg kering, ami csak a kívánt helyen és mennyiségben von el hőt. Magyarán, nem az álmennyezetet és a felszálló aknákat hűtjük, hanem a klímatisztált teret. Amennyiben fűtésben is kívánjuk használni a rendszert, akkor a szigetelésnél ezt meg kell gondolni, mivel a forró gőz lehűlése a kültéri egységből való kilépésnél elkezdődik, ott az expanziós szelep nyújtotta előny nem érvényesül. Az expanziós szelep, amely általában 480 lépésben képes szabályozni, gondoskodik a helyi teljesítményszabályozásról. Ehhez bemenő adatokat a hűtőközeg ki- és belépőoldali hőmérsékletérzékelőktől, valamint a levegőhőmérséklet-érzékelőktől kap. Megfelelő működés esetén kb. 120-180 lépés közötti nyitással dolgozik. A szelep dolga a megfelelő hűtőközeg-mennyiség beltéri egységbe jutásának biztosítása, a túlhevítés tartása, és szükség esetén a berendezés kizárása a hűtőközeg-áramból. A túlhevítést a vezérlés általában igyekszik 6-8 °C között tartani. Egy okból: hogy a kompresszorhoz biztosan gázállapotú hűtőközeg jusson vissza.

## **A VRF rendszerek főbb típusai**

**Kétsőves vezetékhálózat:** A hűtési és/vagy a fűtési funkciót a kültéri egység váltja, a rendszer egyszerre csak egy funkciót lát el.

**Csak hűtős rendszer:** A rendszerben a hőterhelésnek megfelelően kapcsolnak be és hűtenek a beltéri egységek.

**Hőszivattyús rendszer:** A rendszerben a hőterhelésnek megfelelően hűt vagy fűt az összes beltéri egység. Általában a hűtés prioritást élvez, tehát ha egyetlen beltérin is hűtési igény van, a rendszer hűtési üzemmódban marad, a több beltéri áll.

## Háromcsöves vezetékhalózat

**Hóvisszanyerős rendszer:** A hűtési és a fűtési funkciót egy köztes elosztódoboz váltja. Egy rendszeren belül egy időben lehetséges a fűtés és a hűtés. Működésének lényege, hogy a hűtésben lévő beltéri egységből távozó felmelegedett hűtőközeg nem a kültéri egységbe, hanem a fűtési funkciót ellátó beltéri egységbe jut vissza, és fordítva. Így a rendszer energiaigénye csak a hűtési és a fűtési teljesítményigények különbsége. A legjobban differenciált (50% fűtés – 50% hűtés) hőterhelésű épületrendszereknél csak a veszteségek fedezésére szolgál a befektetett villamos energia.

## Változó hűtőközeg-áramú (VRF) rendszerek telepítési előírásai

Egy épületben fellépő komfort-hűtési, légkondicionálási igények rendeltetéstől függően különbözők lehetnek, de legtöbbször olyan megoldást kell tervezni, amely nagy, egyidejű hűtési és egyedi kis igényt is gazdaságosan ki tud elégíteni. További kívánalom, hogy minél kevesebb kültéri egység minél kisebb alapterületet foglaljon el, és a beltérben is a rendszerhez tartozó gépészeti berendezések (beltérik, szabályzók, csővezetékek, szerelvények) kis helyigényűek és esztétikusak legyenek. Ezeket figyelembe véve a neves márkák csúcstechnikájú hűtőköri alkatrészeket és megoldásokat alkalmazva az energiahatékonysági tényezőt (COP) tekintve a jelenleg kiváló, 3,5 - 4 feletti értéket érnek el. A hűtőköri megoldásoknál a kültéri egységben általában inverter-technikát vagy impulzusmodulációs mágnesszeleppel szabályozott hűtőközegáramot alkalmaznak, vagy például 3 különböző teljesítményű scroll kompresszor lépcsőkapcsolásos üzemet egészítik ki célnyomás-egyensúlyszabályozással. Az olaj kültéri egységben tartásáról, illetve visszavezetéséről olajválasztó vagy olaj-visszaáramoltató funkció gondoskodik, a függőleges csőszakaszokba nem szükséges olajzsákot szerelni.

A beltéri egységek kiválasztásában a tervező vagy a megrendelő nagy szabadsággal bír, akár 10-12 típus 35-40 modelljéből válogathat 2-17 kW hűtési teljesítményig. Minden beltéri egység tartalmaz hűtőköri szűrőt és expanziós szelepet. Kialakítás szerint lehet oldalfali, parapet, mennyezeti, kazettás, légszatornázható kivitel, amelyekből gyártótól függően akár 15-40 darabot lehet egy kültérihez telepíteni.

- A beltéri egységeket úgy kell kiválasztani, hogy a névleges hűtőtéljesítményük összege a kültéri névleges értékének 50-130%-a közé essen.
- Ez gyakorlatilag azt jelenti, hogy egy 28 kW-os kültéri egység 14-36 kW közötti összes névleges hűtőtéljesítményű beltérrel alkot egy rendszert.

A hűtőközeg-csővezés elágazásaihoz gyári idomokat kell használni. A beltéri egységek egy épület különböző helyiségeiben, különböző emeleten kerülnek elhelyezésre. Az oda vezető csővezésen végighaladó hűtőközeg különböző úthosszakon és akadályokon jut át, míg elér rendeltetési helyére, a beltéri egységek belépő csonkjához.

Mivel a katalógusokban foglalt teljesítményeket akkor tudják leadni a beltéri egységek, ha elegendő elpárologtatni való hűtőközeg áll a rendelkezésükre, ezért a rendszernek áramlási szempontokból méretezettnek kell lennie. A jól méretezett rendszerben az olajvisszahordás is megoldott, mivel az egyes ágvezetékben is megfelelő hűtőközeg-sebességekkel tud üzemelni a rendszer. Fontos üzemi feltétel, hogy mindegyik beltéri egység egyenlő eséllyel jusson hűtőközeghez, de ne teljen meg olajjal, így egy hidraulikusan kiegyenlített rendszert igyekszünk kialakítani.

Természetesen az expanziós szelep tudna kezelni bizonyos mértékű eltéréseket, de nem bármekkora, mivel ha a szelepnak ki kellene kompenzálni a helytelen rendszer-kialakításból eredő nyomáskülönbségeket, akkor a szelep jó eséllyel kívül kerülne a szabályozási tartományán, és a helyiségterhelést nem tudná lekövetni. A beltérből való hőelvonást végző közeg a VRF rendszereknél szinte minden gyártónál az R410A hűtőközeg. Mivel az energiaátadáshoz a hűtőközeg rejtett hőjét használjuk fel (azaz azt a képességet, hogy a folyadékállapotú közeg elpárolgásakor hőt von el a környezetétől, és a gőz állapotú közeg lecsapódásakor hőt ad le a környezetének), ezért minden jelenleg ismert és használt épületgépészeti rendszernél kisebb csőkeresztmetszeteket tudunk alkalmazni.

A beltéri- és a kültéri egységek kommunikálnak egymással. A bel- és kültéri egységek együtt alkotnak egy rendszert. A kültéri egység nem egy „hűts jobban” parancsot kap, hanem információkat az egyes beltéri egységeknél kialakult üzemállapotokról. A beltéri egységek vezérlése is tudja, például milyen kompresszor-fordulatszám, milyen nyomóoldali hőmérséklet van a rendszerben. A VRV rendszer telepítéséhez a gyártók számítógépes méretező programot fejlesztettek, melyek segítségével a csőhálózat és az elosztás tervezhető.

### **3.3.6. Méretezés - A klímakiválasztás elvei**

A komfort léghűtők kiválasztásának alapfeltétele a kiszolgálandó helyiség hő- és nedvességterhelésének minél pontosabb meghatározása. Csak az említett jellemzőknek együttesen megfelelő készülékek kiválasztásával garantálható, hogy a kiszolgált terekben a léghőmérséklet és nedvességtartalom a komfortérzet határain belüli legyen.

A korrekt módszert itt is transzmissziós hő, szellőztetés, benntartózkodók nedvességleadása stb. szakszerű meghatározása és összegzése jelenti, ami szaktervezők közreműködését teszi szükségessé. Szakértelmük elsősorban a „multi-split” rendszereknél, különösen a VRF-rendszereknél nélkülözhetetlen, de természetesen a „mono” készülékeknél is ajánlott az igénybevételük. A méretezés pontos módszereit és a hozzá szükséges meteorológiai, élettani stb. adatokat, valamint a szabvány- előírásokat egyébként a szakirodalom bőségesen taglalja. Ma már rendelkezésre állnak a méretezést elősegítő számítógépes programok is, de ezek helyes használata is alapos szakmai ismereteket és megfelelő gyakorlatot igényel. Vannak egyszerűsített hőterhelés-meghatározási módszerek is.

Tapasztalati adatok alapján tájékoztatásul a split-berendezésekre az alábbi, átlagos viszonyokra vonatkozó fajlagos értékek: (szellőztetés figyelembevétele nélkül)

- lakások: 30 W / m<sup>3</sup>,
- hivatalok: 40 W / m<sup>3</sup>,
- eladóterek: 50 W / m<sup>3</sup>,
- üvegfalú épületek: 200 W / m<sup>3</sup>.

Az „ablakklíma” és a mobil készülékek kiválasztásakor az elsődleges szempontok: a megfelelő hőteljesítmény és az elhelyezési lehetőség. Másodlagos szempontok, de a felhasználó számára igen lényegesek lehetnek: a zajszint, az esztétikai kinézet (alak, szín, felületminőség stb.) és az extra szolgáltatások (szabályozható irányú és intenzitású légáram, távműködtetés, üzemi jellemzők, üzemidő programozhatósága stb.).

A split-készülékek kiválasztásánál a következő szempontokat kell figyelembe venni, illetve mérlegelni. A kivített (fali, mennyezeti stb.) úgy kell megválasztani, hogy a készülék(ek) elhelyezésével egyenletes légeloszlás legyen biztosítható. Nagyobb helyiségekben az egyenletes lég- és hőmérséklet-eloszlást általában csak több beltéri egység felszerelésével lehet elérni. A hűtőközeg-oldali kapcsolás a választott szabályozási rendszernek megfelelő legyen (kapillárcsöves vagy termosztatikus adagolás, cseppleválasztó, folyadékgyűjtő stb.) A másodlagos szempontok itt is ez előzőkhöz hasonlóak. Lényeges szempont a készülék zajszintje is, amely kültéri egység esetében nemcsak a felhasználót, hanem idegeneket is érinthet, és ezzel külön problémákat is okozhat. Minthogy ezeket a készülékeket a szabadban telepítik, lényeges, hogy az alkalmazott szerkezeti anyagok és azok felületvédelme az időjárás viszontagságainak megfelelőek legyenek. A kiválasztás általános és lényeges szempontjai közé tartoznak még természetesen az energiafogyasztás és a bekerülési költség is.

## **A szükséges hűtési teljesítmény**

A hűtési teljesítmény meghatározásánál figyelembe kell venni a tájolásokat, ablakok felületeit, árnyékolásokat, belső hőterhelést, épületszerkezetet stb. Két ugyanakkora helyiség közt akár négyszeres eltérés is lehet csak az égtáj szerinti elhelyezkedésük miatt! A túlméretezett készülék fölöslegesen drága, nagy méreteivel otromba és még zajos is. A túl kis készülék igaz, hogy olcsó, kicsi, de nem hűti le a helyiséget? Egyes gyártók-forgalmazók méretezési táblázatokat javasolnak a teljesítményérték meghatározására.

### **3.3.7. Központi klímarendszerek szabályozása**

A beszabályozatlan légtechnikai rendszerrel rendelkező épület egyik részén melegebb van a tervezettnél és a zárt térben tartózkodó emberek által elvárt légállapotnál, ugyanakkor az épület más részén hideg van, fáznak az emberek. Az energiaköltségek is magasabbak a szükségesnél, hiszen a ventilátor légszállítása nagyobb, így az üzemeltetési költsége is magasabb. A tervezettnél nagyobb légmennyiség következtében a ventilátor gyakran túlságosan zajos, a zárt térben pedig huzathatás léphet fel.

A megnövekedett szellőző levegő miatt a hűtési, illetve a fűtési teljesítmény is nagyobb a tervezettnél. Az épület más részein, ahol a térfogatáram kevesebb, mint a tervezett, a térben feldúsul a szén-dioxid, a levegő túlságosan szárazzá válik, így előidézi a "beteg épület" szindrómát.

A fenti problémákból látható, hogy a légtechnikai beszabályozásra szükség van, az előírt és elvárt komfort paraméterek biztosítása; energiaköltségek csökkentése; a "beteg épület" szindróma megelőzése érdekében.

## **A légtechnikai beszabályozás alapelve**

A beszabályozási módszerek közül a légtechnikai beszabályozásnál az arányos módszert alkalmazzuk. A módszer alapja az arányossági törvény.

Az arányossági törvényt szerint, ha a gerincvezetékben változtatjuk a légmennyiséget, akkor a gerincvezeték által ellátott modulon belül ugyanolyan arányban változik a térfogatáram.

Ez a törvény az elektromosságban is közzismert. A módszer alkalmazása során a légcsatornában mérjük a térfogatáramot, beállítjuk a zsalukat, beszabályozzuk a rendszer különböző részeit, majd az egészet.

### **Első közelítésben a beszabályozás két részből áll:**

Az arányossági törvényt alkalmazva beszabályozzuk az alrendszereket, beállítjuk a zsalukat, anemosztátokat. Ebben a fázisban nem törekszünk a légmennyiség pontos

értékének beállítására, csak a modulon, az adott egységen belül a helyes arányok beállítása, vagyis a beszabályozás a cél. Tapasztalat alapján a modulon belül a helyes arányok pontosan beállíthatók, ha az összes légmennyiség a tervezett érték 70%-a és 130%-a közötti tartományban található.

**A második lépésben** állítjuk be a tényleges térfogatáramot, elvégezzük a modulok beszabályozását egymáshoz képest, majd meghatározzuk a ventilátor szükséges fordulatszámát.

### **A légtechnikai beszabályozás előkészítése**

A légtechnikai beszabályozást akkor tudjuk elkezdni, ha a rendszer szerelése teljesen befejeződött, minden anemosztát, zsalu, szabályozó szerkezet felkerült a helyére, a ventilátor működik. Első lépésben el kell végezni az egyes elemek működési ellenőrzését, melyet jegyzőkönyvben dokumentálunk. Ide tartozik a különböző szabályozó elemek, tűzcsappantyúk helyes működése, a ventilátor forgásiránya, a légsatorna tömörsége.

A légtechnikai beszabályozás előkészítéseként a rendszert modulokra kell bontanunk. A modul nem tartalmazhat aktív elemet, például ventilátort.

A beszabályozást akkor tudjuk elvégezni, ha

- a légsatornában az áramlás turbulens ( $Re > 2310$ );
- az áramlás zavartalan (a mérési hely megfelelően lett kiválasztva);
- a modulban nincs aktív működő elem (ventilátor, nyomáskülönbség-szabályozó).

A beszabályozás előkészítése a következő lépésekből áll:

- az anemosztátok előtti zsaluk nyitott állapotának ellenőrzése;
- a légsatornában lévő zsaluk nyitott állapotának ellenőrzése;
- a tűzcsappantyúk és motoros zsaluk nyitott állapotának ellenőrzése;
- a ventilátor fordulatszámának maximális értékre történő beállítása és rögzítése;
- az anemosztátok terelőlemezeinek terv szerinti beállításának az ellenőrzése.

### **Az anemosztátok beszabályozása**

A légtechnikai beszabályozást mindig az alrendszerénél kell elkezdni. Az alrendszeren belül megmérjük az anemosztátokon keresztül átáramló légmennyiséget, majd meghatározzuk a mért és a tervezett térfogatáramok arányát. A legkisebb értékkel rendelkező anemosztát lesz az úgynevezett "referencia". Ennek a fogyasztónak a zsaluja teljesen nyitott állapotban marad, a többi anemosztát zsaluját fojtással ehhez képest szabályozzuk be.

A következő lépésben a modulon belül a referencia után következő zsalut oly mértékben fojtjuk, hogy a mért és a tervezett térfogatáram aránya mindkét helyen megegyezzen. A módszert alkalmazva a modul beszabályozható.

A helyes arányok beállítása után a továbbiakban csak a főágban lévő zsalunál kell elérnünk a tervezési térfogatáramot, hiszen az arányossági törvény miatt a modulon belül az összes párhuzamos ágba automatikusan megkapjuk a tervezési légáramot. A modul beszabályozása után rögzítjük a zsalu helyzetét, megjelöljük a beszabályozott pozícióhoz tartozó állást. A többi modul beszabályozását ugyanígy végezzük el.

### **A modulok beszabályozása egymáshoz képest**

A modulok egymáshoz képest való beszabályozása is a fenti elvek szerint történik. Először a mértékadó áramkör zsalujánál kell beállítanunk a tervezési térfogatáramot, majd a mért és a tervezett térfogatáram arányának állandó értéken tartása mellett a különböző almodulok beszabályozását kell elvégezni.

A modulok egymáshoz képest való beszabályozása a következők szerint történik. Minden alrendszerrel megmérjük az adott modulhoz tartozó összes térfogatáramot és a statikus nyomást.

Meghatározzuk a referencia modult. A zsalukat az arányossági módszert alkalmazva úgy állítjuk be, hogy minden modulnál megközelítőleg ugyanaz az arány alakuljon ki a mért és a tervezett légáram között.

Rögzítjük a zsalukat és megjelöljük a pozíciójukat.

### **A ventilátor munkapontjának beállítása**

Amikor beszabályoztuk az összes modult egymáshoz képest, a ventilátornál kell beállítanunk a tervezési légáramot. Amennyiben a főágban mért érték 5%-kal tér el a tervezettől, a beszabályozás megfelelő. A ventilátornál a következő adatokat kell mérni, illetve feljegyezni:

- a ventilátor adatai,
- a motor adatai,
- a ventilátor munkapontja,
- a ventilátor fordulatszáma,
- nyomások és nyomáskülönbségek a szívó- és a nyomóoldalon,
- a ventilátor áramfelvétele,
- a tárcsák mérete.

Amennyiben a mért térfogatáram eltérése a tervezettől nagyobb, mint 5% meghatározzuk a tervezési légmennyiséghez tartozó motor-, illetve ventilátor-ékszítárcsa átmérőt.

### **3.3.8. Légtechnikai rendszer vezérlési sémája**

#### **A levegő jellemző állapotjelzőinek érzékelői**

##### **Entalpiaérzékelés**

Az entalpiaérzékelő nem áll másból, mint egy hőmérséklet- és egy páratartalom érzékelőből. A levegő entalpiáját általában h-x diagramban ábrázolják, ahol a hőmérsékleten, az entalpián túl a relatív és abszolút páratartalom is megadásra kerül. Amennyiben a diagramon a 100%-os relatív páratartalom által határolt görbe alá kerül a levegő, akkor pára kicsapódás következik be. Entalpiaérzékelőket alkalmazva tehát megmondható, hogy két különböző hőmérsékletű és páratartalmú levegő keveredésekor lesz-e pára kicsapódás, és ha igen, akkor mekkora mennyiségű pára fog kicsapódni. Ez a különleges kiértékelő egység nagy szerepet játszik a légtechnikai vezérlések területén. Amennyiben például a külső levegő entalpiája alacsonyabb, mint a belső levegőé, akkor ki lehet használni a hőmérsékletkülönbségből adódó természetes hűtést. Ez jelentős hűtési energia-megtakarítást eredményez.

##### **Harmatpont-figyelés**

Az entalpiaérzékelő másik nagy felhasználási területe a szerkezethűtések esetén jelentkezik. Meg kell tudni állapítani ugyanis azt, hogy lesz-e az adott hőmérsékletű hűtővíz esetén pára kicsapódás, esetleges penészesedés. Az érzékelő minden pillanatban meg tudja adni, hogy az adott helyiség esetén mekkora az a legkisebb hőmérsékletű víz, amit ha a csövekben keringtetünk, akkor még nem lesz a csőhéjon pára kicsapódás. Az entalpiaérzékelővel kialakított hűtésre tehát az jellemző, hogy minden időpontban a szoba levegőjéhez képest a maximális hűtést eredményezi, anélkül, hogy pára kicsapódás, penészesedés állna elő. Befűjt levegő hőmérsékletét a D11 és D12 nyomáskülönbség-érzékelő az ABV és a ZUV jelű ventilátorok működését ellenőrzik. Ha a nyomáskülönbség egy bizonyos szint alá csökken, vagy éppen nulla, akkor a ventilátor nem működik: ennek hiba lehet az oka. A T11 az elszívott, a T12 és a T13 a befűjt levegő hőmérsékletét méri. A T12 és a T13 a befűjt levegő hőmérsékletátárolására szolgál. Fontos, hogy ne lehessen túl hideg vagy éppen túl meleg levegőt befűjni.

Tehát ennek a rendszernek a megfelelő működtetéséhez szükségünk van speciális érzékelőkre is (légcsatornába helyezhető hőmérsékletmérő, nyomáskülönbség-



jeladó). A beavatkozáshoz olyan automatika elemek is szükségesek, amelyek be- vagy kikapcsolják a ventilátorokat vagy éppen a keringető szivattyút, beállítják a zsalut vagy a háromjáratú szelepet a megfelelő pozícióba. Ezen túlmenően egy olyan logikai elem sem mellőzhető, ami elvégzi az érzékelők adatainak kiértékelését, és egy előre beállított program szerint vezérli a kimeneteken lévő készülékeket.

### **3.3.9. Légtechnikai rendszerekhez kapcsolódó épületgépészeti rendszerek**

A klíma és légtechnikai berendezések hő, illetve hűtött közeg ellátása meglévő, vagy ehhez tervezett épületgépészeti rendszerekről biztosítható

#### **Hőellátás melegvízkazánról**

Ha a fan-coil rendszer, vagy a központi légkezelő egység fűtési feladatokat is ellát, a fűtővizet a kazánházi hőelosztóból kapjuk. A kazánköri szabályozást a kazán gyártója vagy telepítője biztosítja. Bizonyos esetekben, illetve nagyobb épületeknél azonban előfordulhat, hogy ezt a feladatot is az épületfelügyeleti rendszernek kell megoldania. Ilyenkor két megoldás is kínálkozik. Az egyik az, hogy olyan kazánvezérlőt választunk, amelynek közvetlen KNX/EIB kapcsolata van. A neves kazángyártók rendelkeznek ilyen készülékekkel. A másik megoldás esetében speciális érzékelőkre és beavatkozókra van szükségünk.

#### **Hűtött közeg biztosítása folyadékhűtőről**

A hűtött közeg biztosítására a központi légkezelők kapcsolódhatnak folyadékhűtőkhöz. A legtöbb folyadékhűtő berendezés rendelkezik valamilyen szabványos csatoló felülettel, amin keresztül a KNX/EIB rendszerbe integrálhatjuk azokat. Bizonyos esetekben az épületgépészet egyes részei autonóm módon, sziget szerűen működnek, mindazonáltal a teljes épületfelügyelethez integrálhatók ezeken a szabványos csatolókon keresztül, és ilyen módon megvan a lehetőség a központi felügyeletre és vezérlésre.

### **3.3.10. Nagykonyhák szellőzési rendszerének kialakítása**

A gyakorlatban alkalmazott megoldások sok esetben szöges ellentétben állnak a szigorú egészségügyi előírások követelményeivel, többször a konyhai részben keletkező szagok átszivárognak az étkezői részbe. Sok esetben „takarékosági” megfontolásból a szellőztető egységeket, léghevítőket egyszerűen kikapcsolják –

már amennyiben a szennyeződésekkel rendszerint eltömített berendezések egyáltalán üzemképesek.

Az eredmény: penészszerűen a falakon és a mennyezeten, túl magas hőmérséklet, zsíros gőzlecsapódások a falakon, bepárasodott ablakok, belélegezhetetlen bűzös levegő, a vendégek és a személyzet elégedetlensége. A fent említett problémák leggyakoribb okai a következők:

- a szagelszívó rossz tervezése
- a szennyező forrástól távoli elhelyezés, alulméretezett átfedésekkel;
- alulméretezett teljesítményű elszívás;
- túlságosan zajos berendezés, amelynek következtében a személyzet gyakran üzemen kívül helyezi azt;
- a karbantartás elhanyagolása – eltömődött, soha nem tisztított szűrők;
- hibás tervezés – nem megoldott konyhai frisslevegő-utánpótlás.

#### **Az alapvető kérdés – mennyezeti elszívót vagy helyi szagelszívót telepíteni?**

A döntésnél minden alapvető szempontot figyelembe kell venni – mennyezeti elszívó rendszert több, egymástól távolabb elhelyezett tűzhely esetében alkalmas telepíteni. Jellemzően szinte tökéletesen töltik be szerepüket, műszaki jellemzőik magas színvonalúak. A kisebb konyhákban helyi szagelszívó telepítése célravezetőbb, egy jól meghatározható tűzhelyelhelyezést véve alapul.

#### **Helyi rendszerek – elszívóernyők**

Az elszívóernyők elsősorban kis és közepes konyhák szellőztetésére alkalmasak, ahol a konyhai berendezések kis helyen, ún. szigetben koncentráltan helyezkednek el. Telepítésük a kívánt helyzetnek megfelelően falakon, vagy függesztve a berendezések felett is lehetséges. Ez a megoldás nem teszi lehetővé a konyhai berendezések elhelyezésének későbbi módosítását. A megoldás előnye a kisebb beruházási igény, és a zsírban gazdag aeroszolok rövidebb tartózkodási ideje a konyha légtérben. Alapvető hiányossága viszont, hogy az elszívó ernyő nem minden esetben képes a keletkező párát elszívni, így az üzem közben keletkező, zsírban gazdag pára a szívótorok mellett a mennyezetig jutva azt nagymértékben szennyezheti. További hiányossága, hogy az elszívott levegőt elvezető vezetékek a konyha mennyezete alatt húzódnak, pára- és porlerakódások keletkezhetnek rajtuk, emelve a helyiség szennyezettségét. Az elszívó ernyők méreteit alapvetően az elszívással ellátandó konyhai berendezések mérete határozza meg. Felhasználásuk alapján az elszívók a következő csoportokba oszthatók:

- elszívók,
- elszívók légbevezetéssel,
- elszívók légbevezetéssel és hővisszanyeréssel,
- elszívók ventilátorral,
- nagyfelületű elszívók.

### **Kompakt hővisszanyerő egységek nagykonyhai felhasználásra**

A “levegő-levegő” típusú nagy hatásfokú laphőcserélők többféle kivitelben készülnek, egymástól eltérő méretben, csatlakozással és hatásfokkal. Az összes hőcserélő azonban hermetikusan zárt vékonyfalú hPS műanyag lemezekből áll, melyek korrózióállósága rendkívül magas a -25 °C tól +85 °C tartományban.

A csatlakozócsonkok lehetnek kör vagy négyszög keresztmetszetűek, a rendszerbe azonos áramlási irányban vagy ellenirányban is be lehet csatlakoztatni. Az egységek keretszerkezetűek, hő és hangszigetelő panelekkel, amelyek poliuretánból, kétoldali borítással készülnek. Az elülső oldalon található nyitható ajtó biztosítja jó hozzáférést az összes belső egységhez. Alap kivitelben minden egység tartalmaz egy hővisszanyerő keresztáramú hőcserélőt, melynek hatásfoka megközelíti a 75 %-ot. Tartalmaz továbbá két darab, egymástól független szabályozású ventilátort, cserélhető szűrőket a befűjt és az elszívott levegő részére egyaránt és csatlakozókat. Az egységek bővíthetők elzáró csappantyúkkal, meleg vizes vagy elektromos fűtéssel, hűtővel, a be friss levegő by-pass csappantyújával és komplett digitális vagy erősáramú automatikus szabályzórendszerrel. A hővisszanyerő egységek nagyon szűk helyeken is sikerrel lehet alkalmazni, pl. felújítások esetén, amikor a klasszikus nagyméretű berendezések számításba sem jöhetnek. Az egyes elszívók csappantyúk segítségével egyenként automatikusan kapcsolódnak a rendszerbe, a pillanatnyi szükségletnek megfelelően az egyes elszívó torkok között fellépő hőmérsékletkülönbség függvényében. A rendszerbe bekapcsolt elszívóknak megfelelően automatikusan beszabályozódik a közös elszívó - illetve friss levegőt befűvő, frekvenciaváltós vezérlővel ellátott ventilátor fordulatszámja.

## Felhasznált és ajánlott irodalomjegyzék

Dr. Jakab Zoltán:

Háztartási hűtőbútorok és komfort légűtők

Hűtő- és Klimatechnikai Vállalkozások Szövetsége, Budapest, 2006.

Dr. Jakab Zoltán:

Kompresszoros hűtés I.-II.

Hűtő- és Klimatechnikai Vállalkozások Szövetsége, Budapest, 2006.

Komlós Ferenc, Fodor Zoltán, Kapros Zoltán, Dr. Vajda József, Vaszil Lajos:

Hőszivattyús rendszerek

Magánkiadás, Budapest, 2009.

Rácz László:

Épületgépészeti folyamatok alapelemei

magánkiadás: Rácz László Szeged, 2013

Rácz László:

Épületgépészeti csővezetékek szerelése

magánkiadás: Rácz László Szeged, 2013

Rácz László:

Hűtési rendszerek, hűtőberendezések

magánkiadás: Rácz László Szeged, 2013

Rácz László:

Légtechnika

magánkiadás: Rácz László Szeged, 2013

Rácz László:

Épületgépészeti munka tűz és környezetvédelem

magánkiadás: Rácz László Szeged, 2012

Varga Csaba:

Hőszivattyús rendszerek műszaki dokumentáció, Levegős hőszivattyúk munkapontja

OKTOKLÍMA KFT, műszaki dokumentáció, 2012

Bogos Dezső

Rácz László

Vasáros Zoltán:

2014-es MKIK Mestervizsga Jegyzet