

Gemeri Péter

Szakdolgozat

Gödöllő

2023



MAGYAR AGRÁR- ÉS
ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM

Létesítményenergetikai szakmérnöki szak

Folyadékhűtő fejlesztési terve adatközpontban (berendezés teljes bemutatása, új folyadékhűtő projekt kivitelezése)

Készítette: Gemeri Péter

Belső konzulens: Dr. Szabó Márta, egyetemi docens

Külső konzulens: Kiss Attila, létesítményenergetikai mérnök

Tartalom

1	Bevezetés	4
2	Az adatközpont	5
2.1	Az adatközpontokkal szemben támasztott követelmények.....	6
3	Technológiai hűtési bemutatása.....	9
3.1	Hűtési méretezés	10
4	Körfolyamat bemutatása kompresszoros hűtésnél	14
4.1	Carrier típusú folyadékhűtő bemutatása	16
4.1.1	Kompresszor	16
4.1.2	Kondenzátor.....	18
4.1.3	Adagoló egység	19
4.1.4	Elpárologtató.....	20
4.2	Folyadékhűtő üzemállapotok	22
4.2.1	Kompresszoros hűtési üzem	22
4.2.2	Szabadhűtési üzem.....	26
4.2.3	Local Auto üzem	30
4.2.4	Group auto üzemmód	31
4.2.5	Kézi üzem.....	33
4.3	Folyadékhűtő zajmérés	34
5	Csőrendszer, szivattyúk, hőcserélők.....	37
5.1	Csőrendszer részei.....	37
5.2	Toronyköri (glikol) szivattyúk.....	40
5.3	Szekunder szivattyúk.....	40
5.4	Hőcserélők	42
6	Beltéri egységek.....	45
7	Légkezelő egység	49
8	Új folyadékhűtő bemutatása.....	51
9	Két folyadékhűtő összehasonlítása, konklúzió.....	61
10	Összefoglaló	66
11.	Summary	67
12.	Köszönetnyilvánítás.....	68
13.	Irodalomjegyzék:	69

1 Bevezetés

A szakdolgozatom egy a Budapesten található adatközpontban lévő folyadékhűtők rendszerét fogom kidolgozni.

A folyadékhűtő rendszer teljes bemutatása mellett kitérek a beltéri egységek, szivattyúk, csőhálózat és az új folyadékhűtő bemutatására, összehasonlítására és gazdaságosságára.

Az első részben a kompresszoros hűtést, utána a teljes technológia folyamatot szemléltetem részletesen kitérve az összes komponensre és gépészeti berendezésre.

Több szempont szerint vizsgálom az új és jelenlegi rendszert.

Vizsgálataimban lesznek zajszint mérések, szivattyúk, glikol körű és lamellás hőcserélők hatásfokai is.

Légkezelő rendszer hűtés-fűtés bemutatása.

2 Az adatközpont

Olyan létesítményeket nevezünk adatközpontoknak, amelyek funkciója a bennük elhelyezett számítógépes- és hozzájuk kapcsolódó kiszolgáló rendszerek meghatározott feltételek melletti üzemeltetése. (*Adatközpontok energetikája, 2015*)

A kiszolgáló rendszerek tartalmazzák egyszer a szerverek valamely távközlési hálózathoz csatlakoztatásának eszközeit, a szerverek fizikai védelmét, valamint a számítógépek redundáns áramellátási, oltási és hűtési rendszereit is. Alapkövetelmény a szinte 100%-os rendelkezésre állás az összetettebb létesítményeknek a rendszer kisebb hibák, valamint karbantartások mellett is folyamatos működést kell, hogy biztosítson.

UPS-eket (szünetmentes tápegységeket) és diesel generátorokat alkalmaznak, hogy ezzel a hálózati hibákat kell kiküszöbölni. Egy UPS berendezés még 5 perc feszültség nélkül is zavartalanul ellátja a rendszereket feszültséggel.

PDU (Power Distribution Unit) szekrények megszakítókát és fogyasztásmérőket tartalmaznak amik az energiaellátás utolsó elemei.

Mind a gépészeti, mind az IT berendezések az általuk felvett villamos teljesítményt hővé alakítják át. A felszabadult hő nagysága egyes adatközpontok esetében több MW-os nagyságrendű is lehet, aminek elvezetéséről, azaz a rendszer hűtéséről gondoskodni kell. Ez a hőmennyiség azonban hasznosítható is lehet, a hulladékhő felhasználásával az adatközpont üzemeltetése pedig jóval gazdaságosabbá válhat. Korábbi létesítmények tervezése során kevésbé fontos szerepet kaptak az energetikai szempontok, azonban az energiafelhasználás folyamatos és igen intenzív növekedése miatt manapság már egyre nagyobb hangsúlyt fektetnek az adatközpontok energiahatékonyságára. (*Adatközpontok energetikája, 2015*)

Ez azt jelenti, hogy adatközpontokat akkor létesítettek amikor a számítástechnika korai szakaszban járt még.

Már mai értelemben vett számítógépnek nem nevezhető eszközök is helyiségeket esetlegesen épületeket foglaltak el, amelyekkel együtt járt azok szakszerű üzemeltetése. Ezen korai „számítógépek” is már komoly áramellátást- és hűtést igényeltek, a magas áramfogyasztással pedig egyértelműen együtt járt az esetleges elektromos tüzek kialakulása és kezelése, valamint a magas értékük miatt szükségessé vált azok fizikai védelme valamint felkészült kezelőszemélyzet biztosítása. (*Adatközpontok energetikája, 2015*)

A szó legszorosabb értelmében akkor beszélhetünk amikor megjelentek a komolyabb operációs rendszerek.

2.1 Az adatközpontokkal szemben támasztott követelmények

Problémát okozhat, hogy már az induláskor sem tudja az adatközpont a 100%-os kihasználtságot, és az idő múlásával csak tovább csökkenhet.

Ennek oka az, hogy az adattárolók beépítését érkezési sorrendben, egymásra építve – az IT szakemberek üzemeltetési logikájára alapozva - oldják meg, azonban ezek nem mindig férnek be a soron következő helyre, így sokszor előfordulhat, hogy az adott szekrény már nem képes befogadni egy nagyobb egységet, ezért az új szekrénybe kerül. *(Rittal BITKOM irányelvek, 2016)*

A keletkezett helyek a szerverek között nem lehet kihasználni és fennmarad. A kiemelkedően nagy és sok szervert tartalmazó adatközpontok által képződött hőteljesítmény elérheti a MW-os határt is. Régebben az adatközpontok által termelt hő elment a levegőbe, nem foglalkoztak vele. De napjainkban amikor az energetika és a gazdaságosság a fő szempont így ezekkel nagymértékben foglalkozni kell.

Adatközpontok létesítése során az építési helyszín megválasztása az átlagosnál sokkal alaposabb tervezést igényel. Vizsgálni kell például a vonattállomásoktól, repülőterektől való távolságot a vibrációs hatások felmérésének érdekében, vagy például a környéken észlelhető villámlás gyakoriságát. Korábban ezeket igyekeztek minél inkább északabbra, lehetőleg hűvös éghajlatra elhelyezni, hogy a létesítmények hűtése minél egyszerűbben megoldható legyen a környezet segítségével, ezáltal a PUE érték 1,1-1,2 közé csökkenthető. Valószínű, hogy a jövőben sokkal gyakrabban fog előfordulni, hogy az adatközpontok vagy egy már meglévő hőfelhasználóra, vagy esetlegesen hőfelhasználóval együtt kerülnek megépítésre.

(Rittal BITKOM irányelvek, 2016)

A különböző rendszereknek fejlődésének köszönhetően már a keletkezett hőt amit a szabadba engedtek ki azt fel lehet használni pl.: csőhálózat segítségével a közeli lakóparkot fel lehet fűteni meleg levegő segítségével.

Lehet még költségeket csökkenteni a villamos energia ellátást saját forrásból megújuló energiákat felhasználva viszont a nagy mennyiséget nem tudják előállítani ami szükséges az adatközpontnak.

Két fontos követelmény ami megmutatja, hogy napjainkban az adatközpontok nélkülözhetetlenek és fontosak a társadalom hatására.

Adatközponti energiahatékonyság és rendelkezésre állási biztonság az adatközpontok tervezése során a biztonsági követelményeknek minden esetben prioritást kell élvezniük az

energiahatékonysági kritériumokkal szemben, biztosítani kell a megépült létesítményeknek megbízható, közel 100%-os rendelkezésre állását.

2005-ben az USA szabványügyi hivatala által akkreditált, telekommunikációs iparszövetség által publikált szabványt készítették, ami az épülettől és biztonsági követelményektől függően 4 besorolást tartalmaz (I-II-III-IV) és a TIER nevet kapta. *(Rittal BITKOM irányelvek, 2016)*

A TIER-rendszer 4 besorolást tartalmaz. Magasabb szint eléréséhez megbízhatóbb, nagyobb rendelkezésre állással rendelkező üzemeltetés szükséges.

Leglazább követelményekkel a TIER I. rendelkezik, ezt a minősítést többnyire kisebb szervertermek kapják. Az ilyen típusú létesítmények esetén nincs elvárás a redundanciával szemben, így jellemzően nem rendelkeznek tartalék szünetmentes tápegységgel (UPS). Emiatt egy-egy üzemzavar, vagy karbantartás esetén annak idejére a rendszer leállásával kell számolni. Az éves maximális leállási idő maximum **28,8** óra lehet, az éves rendelkezésre állása pedig minimum **99,671%-os**. *(Rittal BITKOM irányelvek, 2016)*

A TIER II. besorolás különbséget az előző típussal szemben az jelenti, hogy a létesítményben tartalék generátor, valamint tartalék szünetmentes táp is megjelenik, tehát részleges redundanciát írnak elő az energiaellátás és hűtés terén egyaránt, azonban a karbantartás és a kisebb üzemzavarok továbbra is leállással járhatnak. A redundáns infrastruktúra maximális éves leállási ideje **22** óra lehet, az elvárt várható rendelkezésre állásának legalább **99.741%-t** kell elérnie. *(Rittal BITKOM irányelvek, 2016)*

A TIER III. besorolás az ezt teljesítő épületeknek több, egymástól független hálózati kapcsolattal kell rendelkezniük, valamint biztosítaniuk kell, hogy az infrastruktúra karbantartása leállás nélkül kivitelezhető legyen. A redundancia minden esetben legalább N+1-es szintű, maximális éves leállási idő **1,6** óra, az éves rendelkezésre állás pedig legalább **99.982%-os** kell legyen.

A TIER IV. követelményeit kiemelt fontosságú létesítmények esetén alkalmazzák (pl. bank, online kereskedés, egyes állami intézmények). Megvalósításánál szintén követelmény, hogy a karbantartási munkálatok leállás nélkül végezhetőek legyenek, azonban a IV. szint megköveteli a hibátűrő infrastruktúra kivitelezését, ami 2N+1-es redundancia szintet, maximum **26,3** perces éves leállási időt, valamint legalább **99.995%-os** éves rendelkezésre állást jelent. Rövid összefoglalást a TIER szabvány egyes szintjeinek további követelményeiről az 1. táblázat tartalmaz. *(Rittal BITKOM irányelvek, 2016)*

Tulajdonság	Tier I	Tier II	Tier III	Tier IV
Áramellátó és hűtési utak száma	1 aktív	1 aktív	1 aktív 1 passzív	2 aktív
Redundáns komponensek	N	N+1	N+1	2N
Névleges teljesítmény [W/m²]	200-300	400-500	1000-1500	1500+
Hálózati feszültség	208, 480 V	208, 480 V	12-15 kV	12-15 kV
Megépítése idő [hónap]	3	3-6	15-20	15-20
Első építési éve	1965	1970	1985	1995
Becsült építés költség [mFt/m²]	1.1	1.4	2.2	2.7
Éves IT leállás [min]	1727.224	1361.304	94.608	26.28
Rendelkezésre állás	99.671%	99.741%	99.982%	99.995%

1. táblázat Tier fokozatokat mutatja be

Egyes besorolások további követelményei és azok értékei Magyarországon a jelen bekezdésbe taglalt TIER szabvány szerinti kategóriába besorolt adatközpont jelenleg nem létezik, mivel a megvalósított rendszerek között fellépő piaci verseny ezt nem indokolja, valamint a minősítési eljárás magas költségekkel rendelkezik. Ez azonban nem jelenti azt, hogy egyes hazai létesítményeink ne felelnének meg valamelyik szintnek.

A szakdolgozatomban választott adatközpontban 2N+1-es redundancia szintet, maximum 5 perces éves leállási időt, valamint legalább 99.999%-os éves rendelkezésre állást jelent.

A vállalt rendelkezésre állási idő a következő képlet szerint számítható:

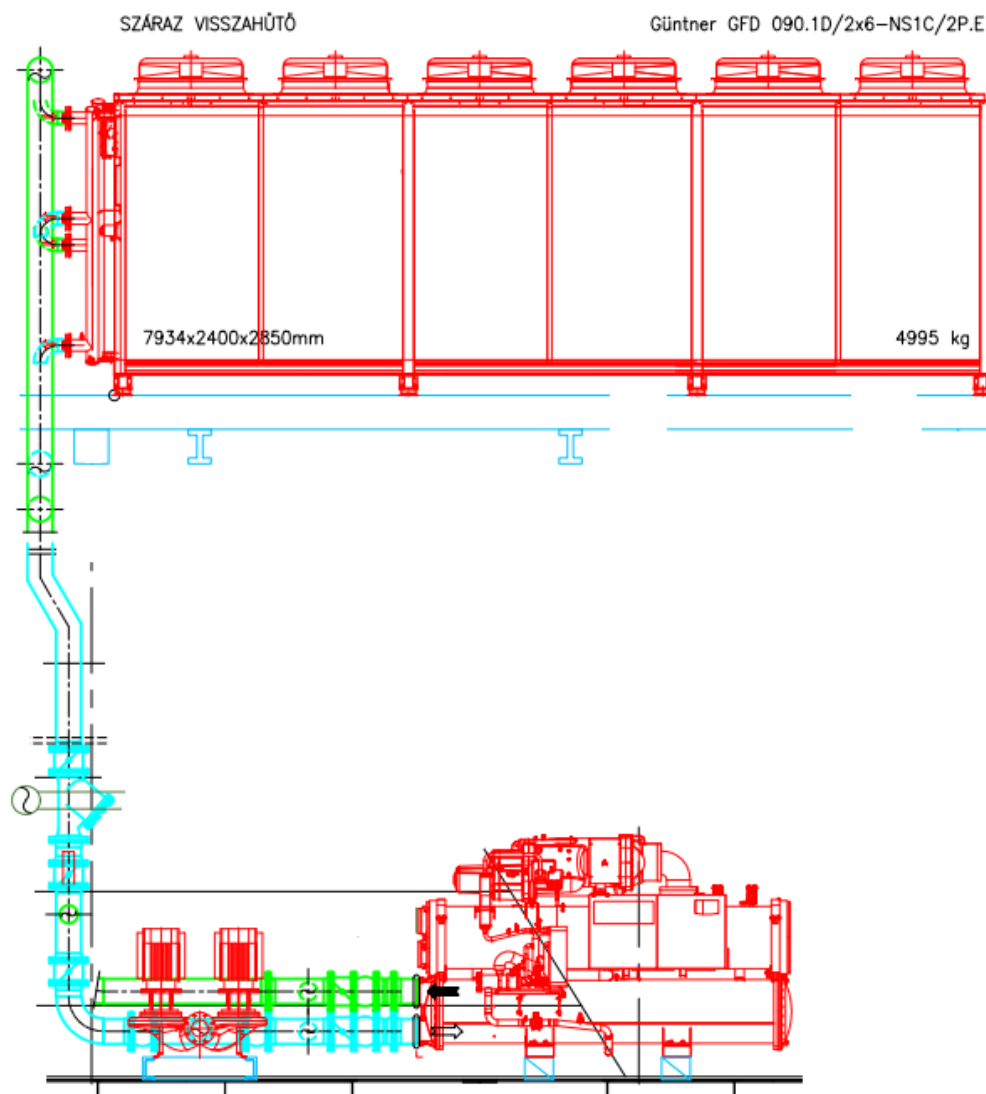
(az SLA-ban rögzített teljes szolgáltatási idő – a szolgáltatás-kiesési periódusok összeje)*100 az SLA-ban rögzített teljes szolgáltatási idő

3 Technológiai hűtési bemutatása

Már a kivitelezés stádiumában nagy hangsúlyt fektetettek arra, hogy az elkészülő tervek egy valóban kivitelezhető és egy, a megrendelő számára legjobb megoldást jelentő rendszert tartalmazzon. A méretezés megfelelőségére és a beépítendő berendezések kiválasztására is nagy hangsúlyt fektettek.

Az eredetileg beépített hűtési rendszer berendezéseinek élettartama, műszaki állapota és energetikai hatásfoka szükségessé teszi azok cseréjét a jövőben. Nyilván ennek gazdasági okai lesznek. Újra kellett tervezni az alapokat mert az adatközpont folyamatosan bővül és a rendszer is öregszik. Az üzemórák meg csak mennek a gépekbe és semmi sem örök.

A jelenlegi rendszer mérethű elhelyezkedése az alábbi képen látható.



1. ábra Folyadékhűtő és a szárashűtő elhelyezkedése

3.1 Hűtési méretezés

- **A berendezéseknek képeseknek kell lenniük:** *(Kéry Tamás, 2013)*

1. Minimum 800 kW hűtési teljesítmény leadására 10/15°C hűtött víz hőmérsékleten.
2. A folyadékhűtő elektromos teljesítményfelvétele nem lehet magasabb, mint 280kW, üzemi áramfelvétele 600A, maximális induló áramfelvétele pedig 1600A jelentős teljesítményvesztés nélkül.
3. 40°C-os külső hőmérséklet esetén folyamatosan le kell tudni adnia az elvart teljesítményt úgy, hogy 45°C-os külső hőmérséklet esetén is tartós üzemre képesnek kell maradnia.

Gazdaságossági szempontok a következők: *(Kovács Gábor IAS automatika, 2015)*

1. Attól függetlenül, hogy a gazdaságosság elsődleges fontosságú, soha nem mehet az üzembiztosság rovására.
2. Kiválasztásnál a berendezések részterheléses hatásfoka az irányadó, a rendszer sajátosságaiból fakadóan 100 %-os üzem, csak berendezés kiesés esetén várható.
3. A szabadhűtéses üzem leválasztó hőcserélőn keresztül valósul meg, emiatt cél egy minél jobb hatásfokú hőcserélő kiválasztása.
4. Kialakítás során lehetőséget kell biztosítani egy esetleges toronyköri hulladék hő hasznosító rendszer kivitelezésének lehetőségét. (Ebben az esetben további megtérülési számítások szükségesek, jelenlegi terhelési adatok alapján a hő hasznosítás nem rentábilis.)
5. Lehetőséget kell biztosítani egy esetleges későbbi beruházás kivitelezhetőségére, amelynek keretén belül installálásra kerülhet egy víz-víz hőszivattyú berendezés. A hőszivattyú az épület szociális és technológiai helységek fűtését, temperálását hivatott ellátni oly módon, hogy a viszonylag magas hőmérsékletű hűtött vízkört szivattyúzza meg jó hatásfokkal. Az így kialakított rendszer egyenszilárdságú és független a kialakított hűtési teleptől, annak üzemébe csupán besegít.

A jelen rendszer kivitelezésénél támasztott szempontok:

1. A folyadékhűtő berendezésnek -20°C esetén is indíthatónak kell lennie. Ez nem feltétel, mert 5°C alatt már szabadhűtést tudunk alkalmazni.

2. A választott egységnek a jelenlegi primerrendszernek leállítása nélkül is illeszthetőnek kell lennie a jelenlegi hűtési rendszerhez.
3. A berendezéseknek épületfelügyeleti csatlakozási ponttal kell rendelkeznie.
4. A berendezésnek „Fast Load” rendszerrel ellátottnak kell, hogy legyen, a maximális hűtési teljesítményt a lehető legrövidebb idő alatt le kell tudni adnia.
5. A folyadékhűtő szabályzó egysége szünetmentes betáplálásról is üzemeltethetőnek kell lennie.
6. A berendezések meg kell felelnie a megfelelő IP védelemnek, mert kültéri használatra készült. *(Kéry Tamás, 2013)*

A tervezés alapjait a korábbi rendszer sajátosságai, az eredeti rendszer üzemeltetése során szerzett tapasztalatok és az aktuális energetikai trendek, az újonnan a piacon elérhető berendezések specifikumai adták.

A tíz évvel ezelőtt kialakított rendszer több szempontból is eltér a mai kivitelektől.

Az adatparki zónák és az UPS helységek hő fejlődése határozza meg a hűtési rendszer nagyságát.

További terhelésként kalkulálandó a nyári időszakban a külső térelválasztó elemeken beáramló hő, valamint a befűjt frisslevegő kívánt hőmérsékletre való hűtése.

Ezekre AHU légkezelő berendezéseket használnak.

Az épület teljes hűtési igényét a 2. táblázat mutatja be.

Adatközpont IT kritikus teljesítmény A+B működés alapján	2100 kW
UPS mért vesztesége maximum	280 kW
Az elosztók hálózat átalakítása kapcsán várható IT többlet	50 kW
UPS veszteség növekménnyel számolva maximum	80 kW
AHU légkezelő berendezés közepes teljesítménnyel számolva	120 kW
Összesített belső hőteher kerekítve	2800 kW
Ventilátorokkal számolva kb.	200 kW
Szekunder szivattyúk	70 kW
Az épület teljes hűtési igénye kerekítve	3200 kW

2. táblázat Épület hűtési igénye

Az épület 5000m^2 felületű tetővel rendelkezik. A rétegrendek fizikai tulajdonságait figyelembe véve a nyári időszakban $14\text{--}17\text{W/m}^2$, nagy melegben pedig $18\text{--}22\text{W/m}^2$ hő beáramlás kalkulálható. A falakon keresztül beáramló hőmennyiség elhanyagolható. A frisslevegő ellátás során hozzávetőlegesen $12\,000\text{m}^3/\text{h}$ kezelt levegő befűvése szükséges, a kívánt hőmérséklet 22°C . (Kéry Tamás, 2013)

Gazdasági és mérnöki döntés a kalkulált hűtési igényt a korábbi gyakorlattal ellentétben 6 db helyett 5 db folyadékhűtő berendezéssel kívánja ellátni úgy, hogy az előírt N+1 redundancia elve ne sérüljön.

A szükséges egységteljesítmény a folyadékhűtők teljesítménye alapján min 800 kW .

Méretezési állapotban, csúcsteljesítménynél a környezetnek átadandó hő mennyisége 1100 kW .

Hibamentes üzem esetén egyidejűleg 5 db berendezés működik átlagosan 80 %-os, optimális kiterheltségi szinten. Amennyiben 1 db berendezés kiesik, 100 %-os teljesítmény mellett a maradék 4 db hibamentes berendezés képes ellátni a szerverek és kiszolgáló rendszerek működéséből fakadó hűtési igényt. (Kéry Tamás, 2013)

Van még 2db tartalék folyadékhűtő is ami nem a tetőn helyezkedik el, hiba vagy gépmegállás esetén azonnal indítható.

A rendszer hűtését ellátó száraz visszahűtőket természetesen a kiválasztott berendezésekhez kell méretezni.

Polikarbonát tetővel van lefedve a gépek közötti száraz visszahűtők hőleadó felületei „V” alakú kialakításának köszönhetően nincsenek a tűző napon, illetve tartalékot nyújt, hogy a folyadékhűtő berendezésekhez hasonlóan a tényleges terhelés a csúcsterhelésnél kisebb.

A hűtési rendszer komponensei a következők:

Folyadékhűtő: Ezt a berendezés külön fejezetben fogom részletesen bemutatni.

Száraz hűtő (lamellás hőcserélő): Külön részben be fogom mutatni. A folyadékhűtők felett, egy új állványszerkezet tetején helyezkednek el. Elrendezése „V” alakú, ez alapján a napsütés nem befolyásolja a hatásfokát. Tetején ventilátorok helyezkednek el amik a csőkígyóban áramoltatott glikol hűtését végzik.

Úgy vannak telepítve, hogy könnyen eltávolíthatóak ha esetleg az alatta lévő folyadékhűtőket ki szeretnénk venni daruval.

Hűtési egységteljesítmény csúcsban	900 kW
Redundancia	N+1
Környezeti külső hőmérséklet csúcsban	40°C
Primer kör előremenő hűtővíz hőfok	8°C -12°C
Primer kör visszatérő hűtővíz hőfok	14°C -16°C
Visszahűtő kör előremenő glikol hőfok csúcsban	55°C
Visszahűtő kör visszatérő glikol hőfok csúcsban	35°C
Visszahűtő körben keringő etilén glikol koncentrációt	35%
Épületben és a primer körben keringő hűtővíz	vízkezelő tisztított víz

3. táblázat Szükséges hűtés

Hőcserélő: Külön részben be fogom mutatni. Előnye az elfogadható tömeg melletti könnyű tisztíthatóságot eredményező szétszerelhető kivitel. Típusa: Alfa-Laval M15-BFM 161PL ALLOY 304 lemezes, szétszerelhető hőcserélő.

Szivattyúk: Külön részben be fogom mutatni. Központi szivattyú felhasználása helyett minden egyes berendezés autonóm primerköri szivattyút kapott. A tervezés során a primerköri keringetés koncepciója megváltozott. Típusa: Grundfos TPED 150-xxx/ száraz tengelyes.

4 Körfolyamat bemutatása kompresszoros hűtésnél

A hűtő körfolyamat a következő lépések egymásutánjából áll:

1. Izotermikus hőfelvétel

Az állandó, alacsony hőmérsékleten lejátszódó folyamat során a munkaközeg elpárolog és hőt von el a környezetétől, a hűtött közegtől.

2. Adiabatikus kompresszió

A gőz állapotú munkaközeg nyomásának, ezáltal hőmérsékletének megnövelése, miközben a rendszer és a környezete között hőátadás nem történik.

3. Izotermikus hőleadás

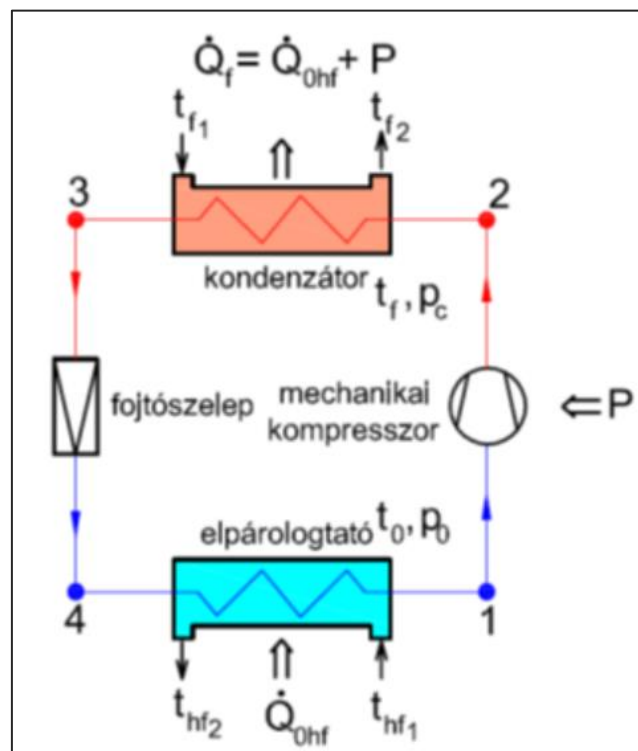
A munkaközeg kondenzációja, állandó magas hőmérsékleten történő cseppfolyósítása.

4. Adiabatikus expanszió.

A folyadék halmazállapotú hűtőközeg nyomásának, ezáltal hőmérsékletének csökkentése hőátadás nélkül.

(Dr Beke János: *Műszaki hőtan mérnököknek 1997*)

Ezt az 1. ábra mutatja be.



2. ábra Kompresszoros hűtő körfolyamat

A gőzközegű kompresszoros hőszivattyú körfolyamat log p-h diagramja a 2. ábrán látható.



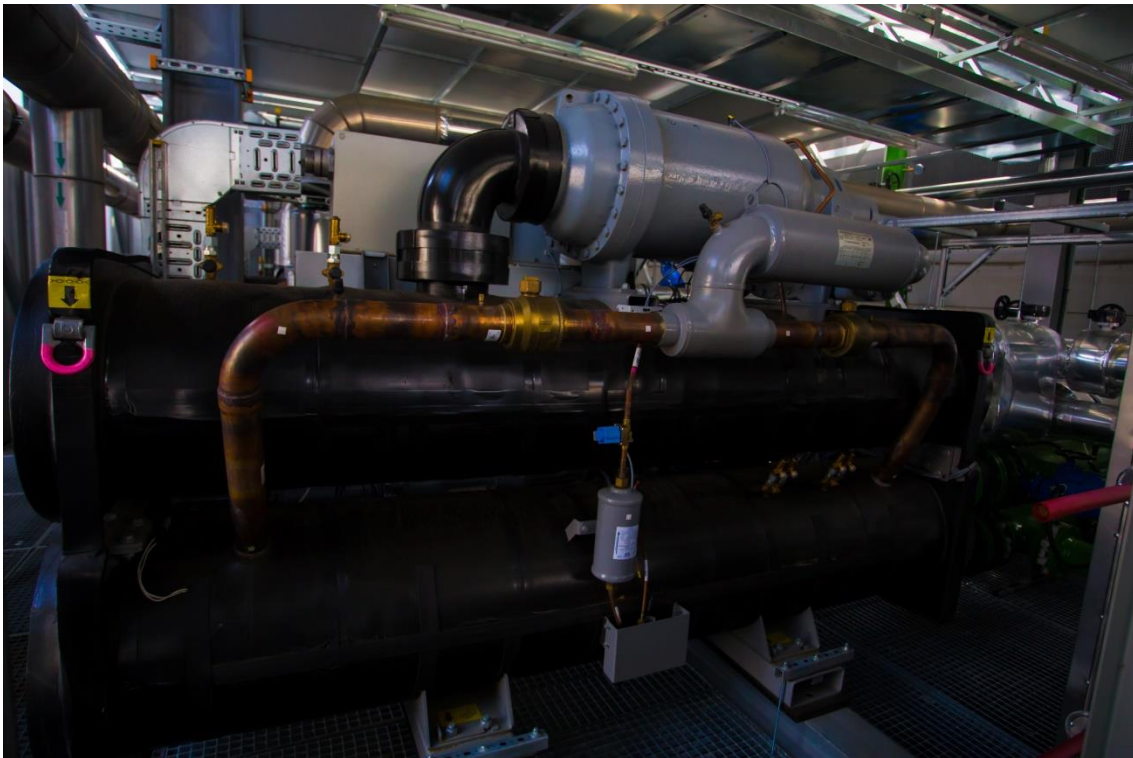
Az elméleti (veszteségmentes) hűtő körfolyamat során a folyamatnak alkalmasnak kell lennie alacsony hőmérsékleten történő hőfelvételre, majd a felvett hő magasabb hőmérsékleten történő leadására. A hűtő körfolyamat egyértelműen irreverzibilis, a folyamatok sorrendje nem megfordítható, illetve felcserélhető. *(Dr Jakab Zoltán: Kompresszoros hűtés 1)*

4.1 Carrier típusú folyadékhűtő bemutatása

A berendezés specifikációját tekintve 1 vagy 2 hűtőkörös, vízhűtéses kondenzátorral ellátott, ikerrotoros csavarkompresszorral felszerelt folyadékhűtő berendezés. A kompresszorok kialakítása lehetővé teszi a fokozatmentes teljesítményszabályzást.

Típusa: Carrier 30XW-P0862 Aquaforce

A berendezés R-134a típusú hűtőközeggel, elárasztásos elven működő csőköteges elpárologtatóval üzemel.



4. ábra Fénykép a folyadékhűtőről

A berendezés hűtőköri felépítését tekintve megegyezik egy klasszikus kompresszoros hűtőkör hűtőköri elemeivel. Az emelt hatásfokú opció beépítése során kerültek a hűtőkörbe további részegységek, amelyeket bemutatok majd a későbbi fejezetben.

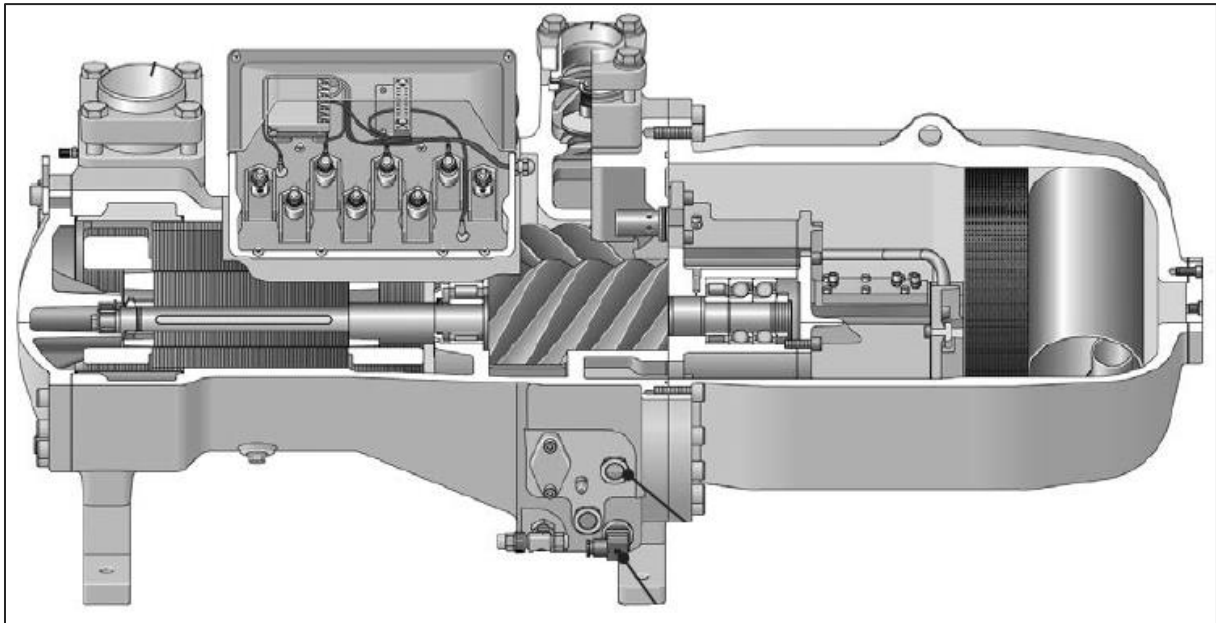
4.1.1 Kompresszor

Típusa: Carlyle Compressor 06T Thunderbolt (5. ábra).

A 06T sorozatot gyártják mind vízhűtéses mind léghűtéses berendezésbe illeszthető kivitelben. Méreteit tekintve több teljesítményszabályozásban elérhető.

Kompresszor felépítését tekintve direkt meghajtású, félhermetikus, ikerrotoros csavarkompresszor fokozatmentes teljesítményszabályozással.

A kompresszorok teljesítményét a gyártó Ton of Refrigeration mértékegységben adja meg 50Hz és 60Hz –es fordulatszám mellett. (CARRIER UNIVERSITY BSS EMEA, 2008)

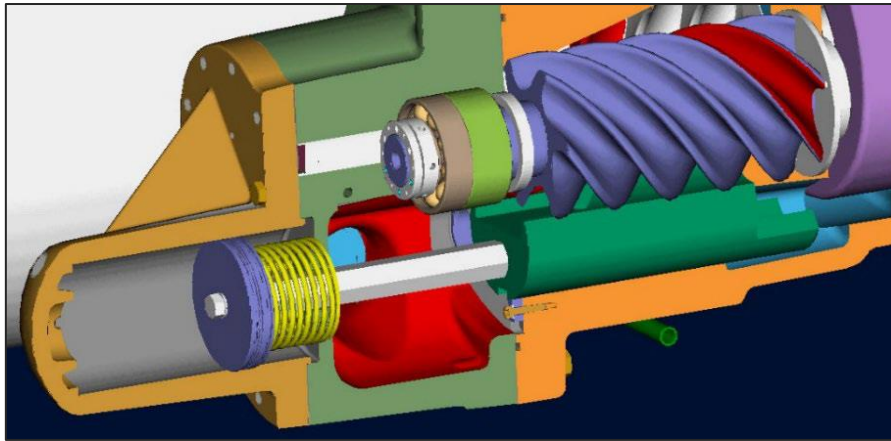


5. ábra Csavarkompresszor metszeti képe

A kompresszort **R-134a** hűtőközeggel üzemelő berendezésekhez fejlesztették. A meghajtásról egy szívógáz hűtésű háromfázisú aszinkronmotor gondoskodik. Ez hajtja meg az 5:6 fogviszonyszámú orsókat, amelyek a hűtőközeg szállításáról, komprimálásáról gondoskodnak.

A kompresszor teljesítményszabályozását egy tolattyú végzi (6. ábra), amelyet a teljesítőképesség növeléséhez az olajnyomás mozdít előre, alaphelyzetbe pedig rugóerő támogatásával tér vissza. Ezzel a megoldással 15% és 100% között a kompresszor fokozatmentesen teljesítőképesség szabályozható. (Kovács Gábor IAS automatika, 2015)

A tolattyú az orsók alatt helyezkedik el, az orsóház szerves részét képezi. Alacsony teljesítményfokozat esetén az orsók csak bizonyos része szállít hűtőközeget így csökkentve a foghézagok közé bezáródó hűtőközeg mennyiségét, míg 100%-os teljesítményfokozat esetén az orsók teljes hossza a hűtőközeg szállítását végzi.



6. ábra Kompresszor teljesítményszabályozó tolattyúja

Bizonyos mértékű hűtőközeg visszaáramlás van az orsók és az orsóház között. Ezen illesztési hézagok csökkentéséről a hűtőgépolaj gondoskodik, továbbá a csapágyak, orsók kenését is biztosítja. (Kovács Gábor IAS automatika, 2015)

Az olaj kompresszorokba és egyéb gépekbe használatos polyol észter bázisú szintetikus hűtőgépolaj.

A kondenzátorból 65°C lehet a maximum víz hőmérséklet.

A 65 °C értéket a berendezés csak úgy tudja biztosítani, hogy a víz hűtéses kondenzátorral szerelt berendezésbe léghűtéses kondenzátorral ellátott kompresszort használ.

4.1.2 Kondenzátor

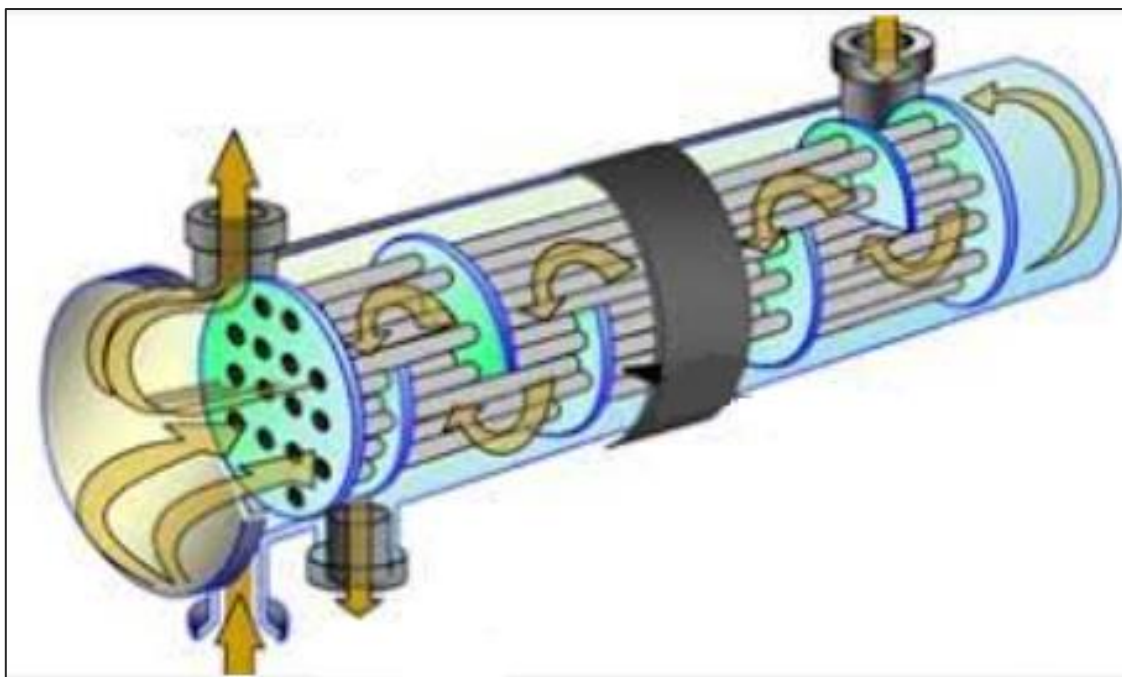
Ez egy kompakt, és olajleválasztót tartalmazó víz hűtéses kondenzátor (7. ábra)

A köpenytérben zajlik a hűtőközeg kondenzációja addig a csövekben áramlik a hűtővíz.

A hőcserélő kondenzátorában áramló víz egyszer vált irányt, az alsó csatlakozási ponton lép be a hűtővíz a kondenzátorba, míg a felső csöcsatlakozáson keresztül.

10 bar a megengedett legmagasabb alkalmazható vízköri nyomás. Felületnövelt csöveket találunk a kondenzátorban.

Hűtőközeg oldalon függőlegesen barázdált, míg vízoldalon a turbulens áramlás kialakulását segítő huzagolt vörösrézcső található.



7. ábra Kondenzátor működési elve

A leválasztóba két oldalról áramlik a gőz halmazállapotú hűtőközeg a jobb kondenzációs és olajleválasztási hatásfok elérése érdekében, amely 1-1 db olajleválasztó hálón keresztül halad át és középen lép be a kondenzátor térbe. *(Kovács Gábor IAS automatika, 2015)*

A kondenzátor alján található folyadéksövön keresztül távozik az Economiser egységbe a folyadék halmazállapotú hűtőközeg.

4.1.3 Adagoló egység

Típus: Danfoss gyártmány, kétpólusú léptető motorral szerelt EXV szelepekkel van egybeszerelve.

EXV szelepek feladata a hűtőkör a hűtőkör működéséhez szükséges nyomáskülönbség fenntartása.

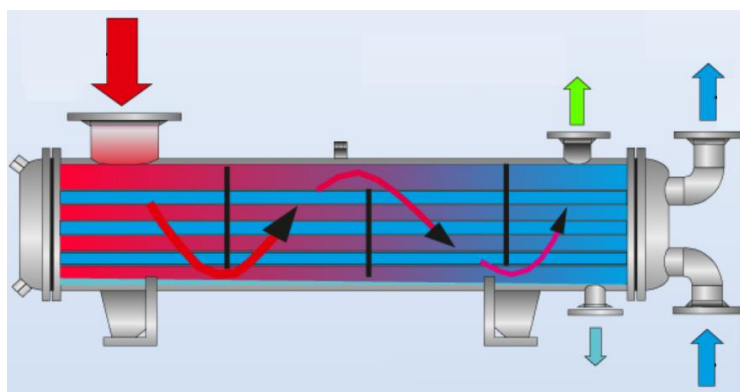
A kondenzátor felső $\frac{3}{4}$ -e még folyadék halmazállapot. Az adagolóba forró hűtőközeg lép be. Előtte egy mechanika szűrő helyezkedik el. Az adagoló felelős a belépő folyadék kondenzációs hőmérsékletéért. Ezt követően elkezd párologni a hűtőközeg, hőelvonás fog keletkezni, valamint ezáltal le tudja hűteni a bejövő melegvizet. Minél alacsonyabb Setpont van beállítva, annál jobban nyit az adagoló szelep. Következésképpen ez szabályozza, hogy milyen hőmérsékletű hűtött vizet szeretnénk kapni. *(Kovács Gábor IAS automatika, 2015)*

Az economiser egység tud utóhűteni a folyadék halmazállapotú hűtőközeget mielőtt elárasztanánk vele az elpárolgatót, továbbá tudjuk vele növelni a hatásfokot, ezen kívül teljesítményt. A kondenzátor felületek hatásfoka optimális, 70% hűtőköri kiterheltség alatt, abban az esetben nem szükséges az economiser használata, azonban 70% kompresszor kiterheltség felett hozzátesz még a teljesítményhez 10-15%-ot.

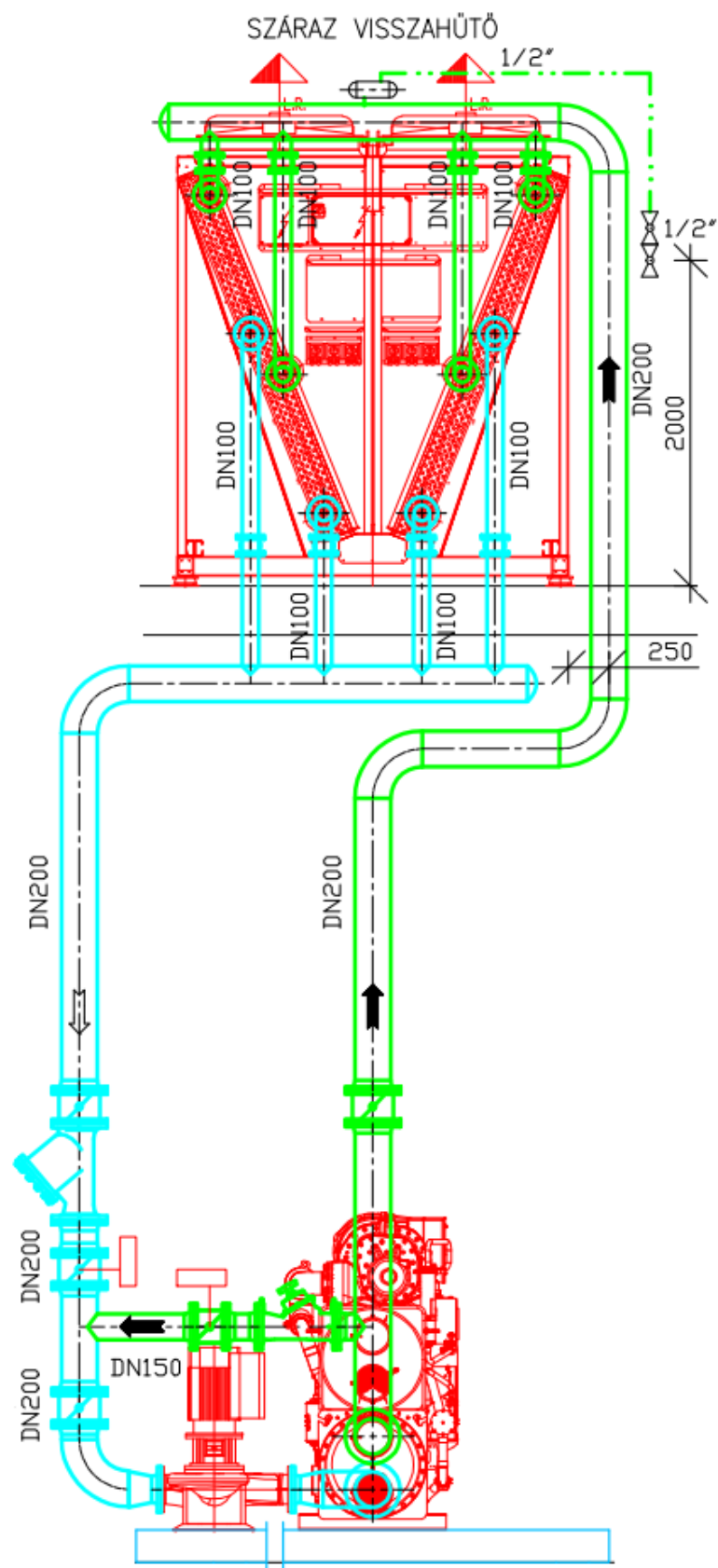
4.1.4 Elpárolgató

Az elpárolgatóban ellentétes folyamat zajlik le, mint a kondenzátorban. A kondenzátorban cseppfolyós halmazállapotúvá váló hűtőközeg, itt párolog el. Energiát vesz fel, így hőt von el a környezetétől. A folyadék halmazállapotú hűtőközegek számára az elpárolgató az a tér, amit a kompresszor alacsony nyomáson tart, így a beáramló folyadék halmazállapotú hűtőközeg maradéktalanul képes elpárologni. (Kéry Tamás, 2013)

A hűtött folyadék a csőkötegben áramlik, még a hűtőközeg a hőelvonást a köpenyben végzi, köpenyben zajlik le az ún. nagyterű forrás, a halmazállapot változás. Az elpárolgató egy elárasztott rendszerű csőköteges hőcserélő. Túlhevítésnek nevezzük azt az értéket, ami az elpárolgatóból kilépő szívócső hőmérséklet, valamint a szívócsőben mérhető elpárolgási nyomáshoz tartozó elpárolgási hőmérséklet különbsége. Az elpárolgató hatásfokának növelése, ezen kívül súlycsökkentése érdekének megfelelően 3/4" átmérőjű felületnövelt csövek találhatóak az elpárolgatóban. A cső belső huzagolása javítja a turbulens áramlás kialakulását, a cső externális felületén lévő függőleges barázdák pedig a hűtőközeg optimális áramlását segítik elő a jobb hőátadási faktor mellett. A felületnövelés következménye képen 20%-al kevesebb cső használata is elegendő és jobb összemelegedési értéket, valamint súlycsökkenést is eredményez. A felületnövelt csövek alkalmazásának hozadéka, hogy optimális nyomáskeresőt eredményez a hőcserélő vízdalán.



8. ábra Elpárolgató elvi sémája



9. ábra A folyadékűtő és szárazűtő elvi vázlata

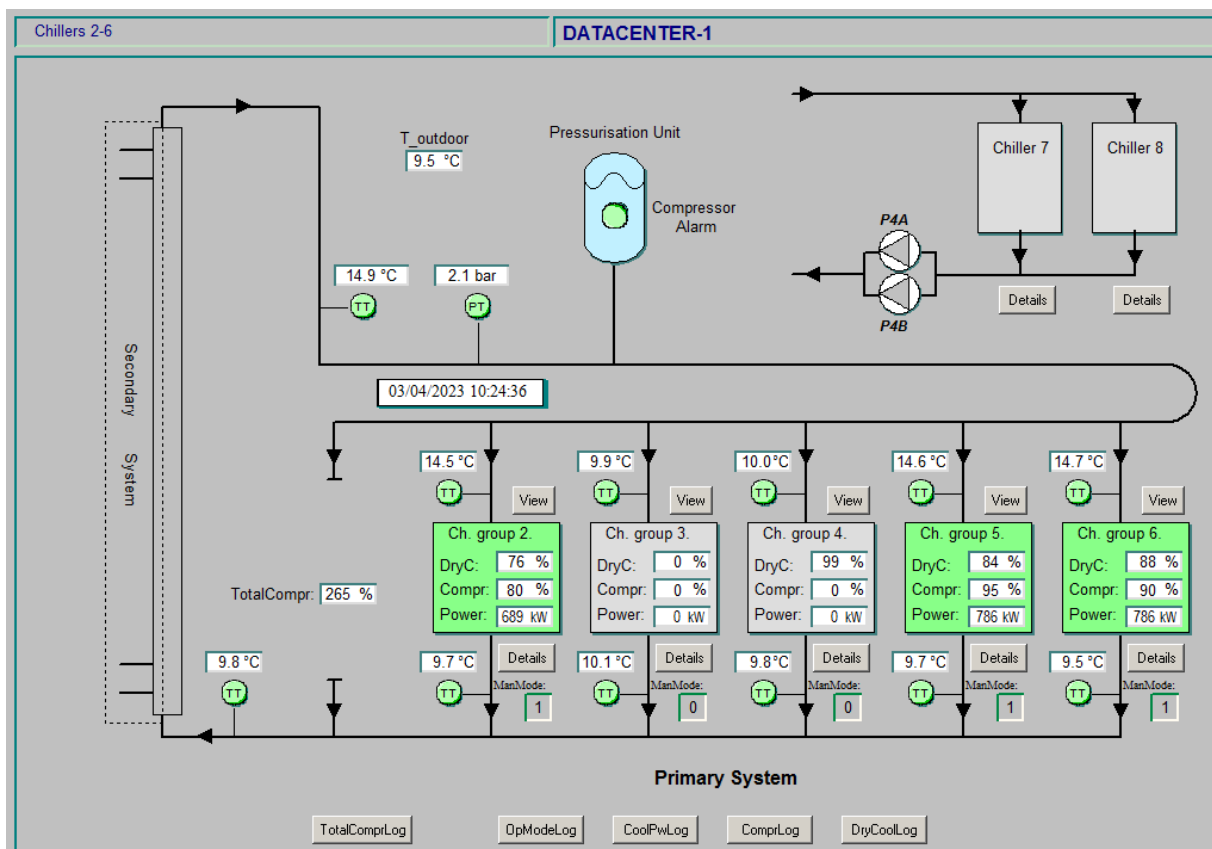
4.2 Folyadékűtő üzemállapotok

Az üzemállapotok amik az üzemeltetők számára a BMS rendszerben kiválaszthatók és távolról irányíthatók az alábbiak:

1. Kompresszoros üzemállapot
2. Szabadhűtés üzemállapot
3. Lokális auto üzemmód
4. Group automata üzemmód
5. Kézi üzem (ezt csak helyileg a gép mellől tudjuk irányítani)

Értelemszerűen a kikapcsolt állapotot nem taglaljuk. A vízkörökbe telepített motoros pillangó szelepek megfelelő működése kiemelt fontosságú, meghibásodásuk esetén az egyes egységek üzemképtelenek. Viszont a hibás gép leállása esetén egy új gépet kapcsol az automatika.

4.2.1 Kompresszoros hűtési üzem



10. ábra BMS felületről vezérelhető kompresszoros hűtés

A (10. ábrán) látható, hogy 3dbfolyadékűtő üzemel 9,5°C külső környezeti hőmérséklet mellett. Az előremenő víz hőmérséklete 9,8°C és a visszatérő víz hőmérséklete pedig 14,9°C, ez tökéletes 5°C különbség.

A kompresszoros hűtési üzem egy egész évben elérhető üzemállapot a szabadhűtéssel ellentétben. Normál üzemi tartománya 5°C fölé tervezett, természetesen előfordulhatnak a hűtési rendszeren olyan, előre nem tervezett üzemállapotok, hogy 5°C külső hőmérséklet alatt is a kompresszoros üzem igénybevétele szükséges. (Kéry Tamás, 2013)

A kompresszor mellett a vezérlőegység a elsődleges vízkör áramlását a folyadékűtőre kapcsolja, ezen kívül egy kétállású elektromos pillangószelep támogatásával lezárja a szabadhűtéses hőcserélőt. A működéshez szükséges elsődleges, továbbá másodlagos szivattyúkat magától értetődő módon szintén az automata vezérlő vezérli.

Előnyös, ha a hűtőkörben a lehető legalacsonyabb nyomáskülönbséggel üzemeltetjük a folyadékűtőt, így a túlűtő kör hőmérséklete a lehető legalacsonyabb, 25°C-os tervezési hőmérséklet mellett. A szárazűtő saját vezérlőegységgel van felszerelve, ahol a nyári üzem alapértéke 25°C. A vezérlőegység 100% fordulatszámon működteti a szárítóűtő ventilátorát, míg el nem éri a kívánt előremenő értéket.

A kívánt érték elérése után a szárazűtő vezérlője csökkenteni kezdi a ventilátorok sebességét, ezen kívül szükség esetében leállítja azokat. Alacsony környezeti hőmérséklet esetében még teljes mértékben leállított ventilátorok mellett is előfordulhat olyan állapot, hogy a szárazűtőből érkező glikol hőmérséklete nem éri el a 25°C-ot. Alacsonyabb hűtőköri hőmérséklet melletti üzemeltetés viszont nem optimális a folyadékűtő berendezés részére. Ez esetben a visszahűtő körbe telepített keverőágban található motoros pillangó szelep lép működésbe.

A szabályzó egység oly módon keveri vissza a kondenzátorból kilépő „meleg vizet”, hogy a kondenzátorba belépő hűtővíz hőmérséklete ne legyen alacsonyabb a korábban beállított 25°C értéknél. A automata vezérlő egység a beállított program szerint, összehangoltan vezérli a szelepek és szivattyúk működését, megfelelő sorrendben kiadja az engedélyező jeleket a berendezésekről érkező állapotjelzések figyelembevételével. (Kéry Tamás, 2013)

A két szivattyú közötti váltásnál figyelembe veszik az üzemidő egyensúlyát, hiba esetén természetesen azonnal kapcsolnak. A szivattyúk fordulatszáma alapjel vezérléssel 50-100%-os fordulatszám tartomány között üzemeltetethetők. A gépészeti leírás ennél szigorúbb, a

toronykörön 80-100% közötti a primer körön pedig 70-100% közötti fordulatszám tartomány megengedett.

A primer oldalon csak az arányos elem van beállítva, amely biztosítja, hogy a szivattyú állandósult állapotban a mérési hiba okozta pontatlanság kivételével azonos fordulatszámon működjön. A visszatérő értéket minden szabályozó maga méri, de az előremenő értékhez minden egység egy közös ágban elhelyezett hőmérséklet-érzékelőtől kapja a szükséges értéket. (Kéry Tamás, 2013)

Kiindulási értéként teljes sebességgel indulunk, majd közelítéssel elérjük az előre beállított hőmérsékletkülönbséget. Egy új gép belépésekor a rendszer egyensúlyi állapota természetesen felborul.

Bármilyen gyors is az indítási periódus, az újonnan beindított vízszivattyú a visszatérő ágban magasabb hőmérsékletű hűtött vizet kever, így az előre.

A két ág közötti ΔT csökkenni fog és a szivattyúk működni fognak, ezért teljesítményük és sebességük csökken. Ez nyilvánvalóan rossz hűtési teljesítményt eredményez. Ennek elkerülése érdekében az összes főköri szivattyút úgy kondicionálták, hogy az új hűtő bevezetésekor 15 percig lefagyjon.

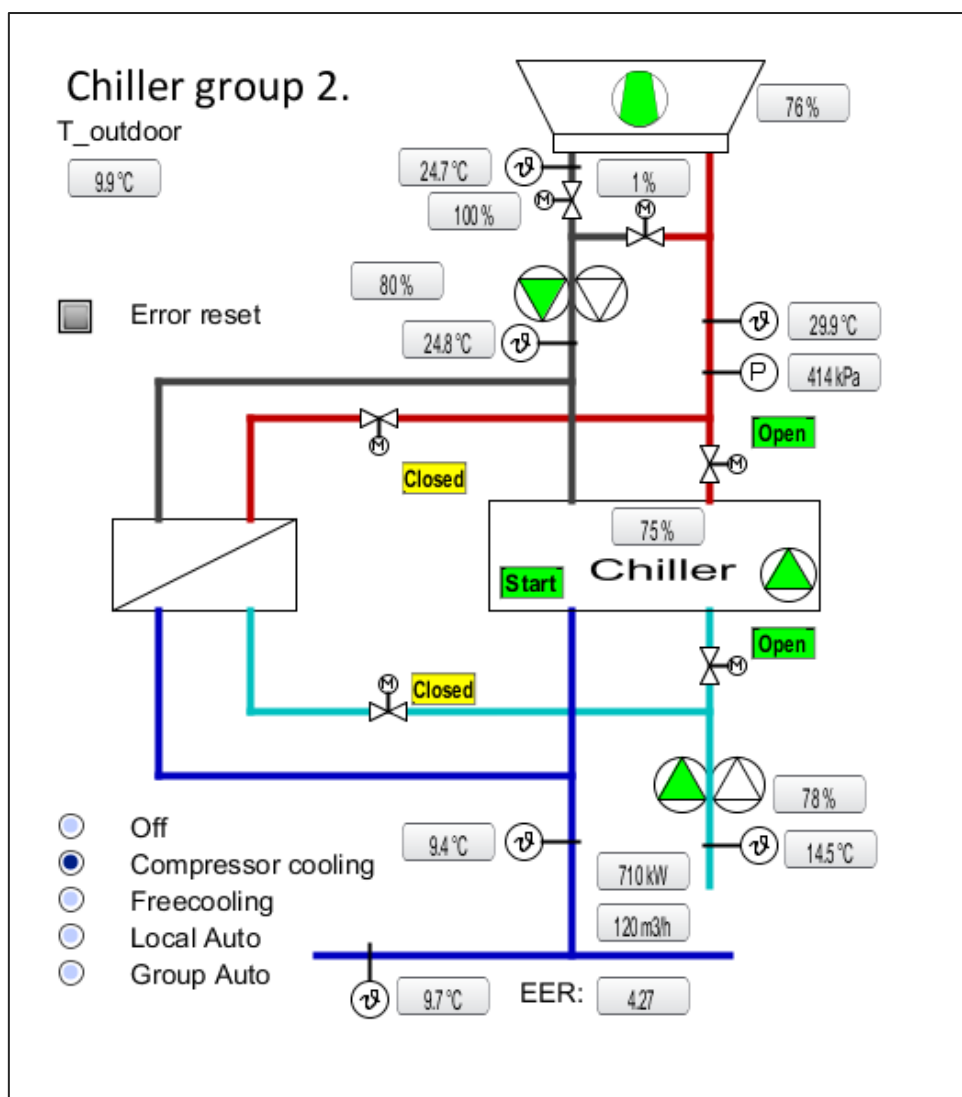
A funkció működésének egyetlen feltétele a megfelelő kommunikáció a cellavezérlők között. Ahhoz, hogy az új folyadékhűtőt be lehessen indítani, az egyik reteszelési feltétel az, hogy az oszlophurok hőmérséklete legalább 13°C legyen.

Ha a toronyköri hőmérséklet alacsony, az épületből visszatérő 15°C-os primer körből a szabadhűtésű hőcserélőn keresztül előmelegíti a toronyköri bypass ág hőmérsékletét, majd az indítás után a hűtőkört a szárazhűtő felé nyitja, beállított értéket figyelembe véve. A folyadékhűtő beállított értéke 10°C.

5°C külső hőmérséklet felett a szabadhűtési üzem nem alkalmazható, az épületben keletkező hűtési igényt tisztán kompresszoros üzemmódban tudjuk csak kiszolgálni.

A 11. ábrán egy elvi vázlat a BMS felületről amin látható, hogy a kompresszoros üzemmód mellett mely szivattyúk üzemelnek, milyen hőmérsékletűek a folyadékok és a szelepek aktuális állását is lehet ellenőrizni rajta.

Illetve a nyomásokat lehet követni a csővezetékben.



11. ábra Kompresszor hűtésnél a szelepek állását figyelhetjük meg

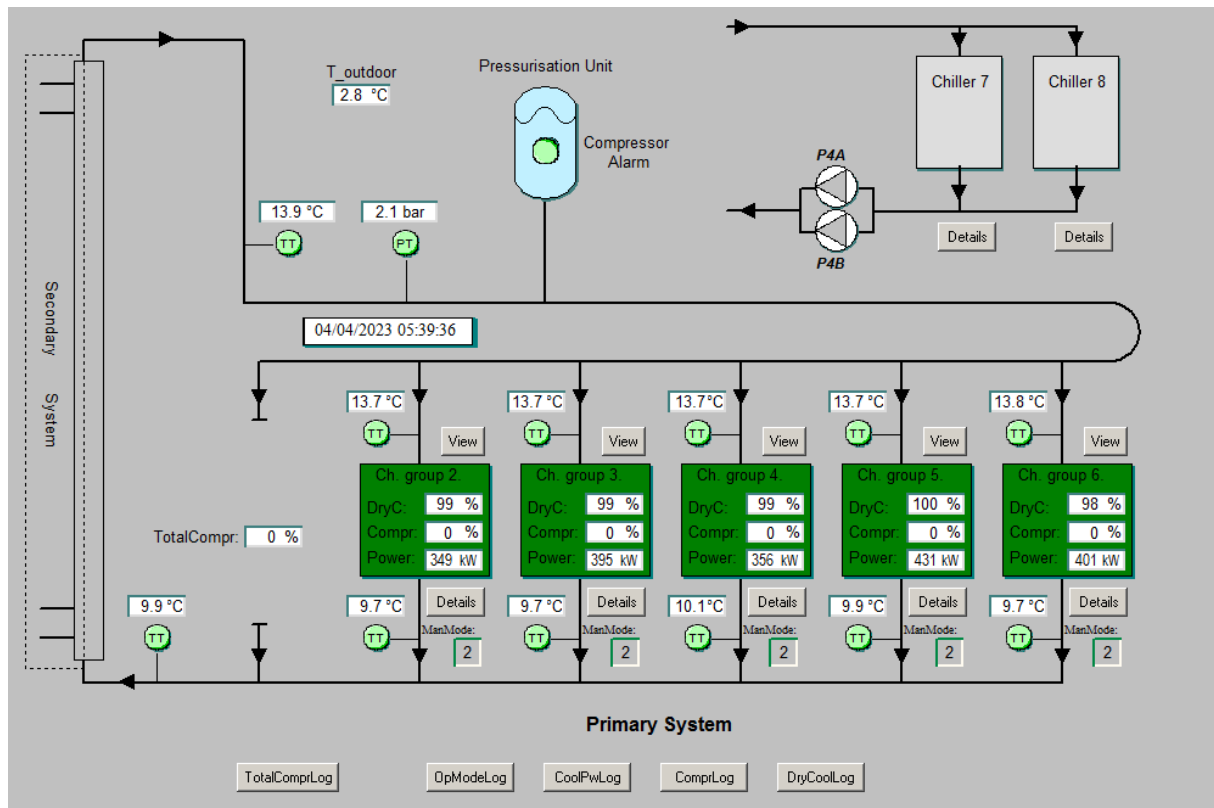
A maximális üzembiztonság mellett a költséghatékony üzemeltetés megteremtése, amelyet a folyadékhűtő berendezések kb. 80%-os kiterheltségi szint mellett éri el. (Kéry Tamás, 2013)

A folyadékhűtők jellemzően ugyanazokkal az elvárásokkal és kiegyensúlyozott terhelési szinttel működnek.

Ez az információ azért fontos, mert a skálázási algoritmusok nem tudják figyelembe venni a cellák különböző terhelési szintjeit. Ha az eszközök kihasználtsági szintjének összege eggyel kevesebb eszköz 80%-ánál kevesebb, akkor az algoritmus eggyel csökkenti a működő eszközök számát.

Kiegészítő felszerelést akkor engednek be, ha a berendezés átlagos kihasználtsága 90% feletti. A léptető algoritmus minden lépés után 15 percet vár, hogy az újonnan kialakult állapot stabilizálódjon.

4.2.2 Szabadhűtési üzem



12. ábra Szabadhűtés a BMS felületen

Güntner GFD 090.1D/2x6-NS1C/2P.E száraz folyadék visszahűtő

Előny:

- Nagy hasznos felület, jó szabadhűtési hatások
- EC motoros, energiatakarékos ventilátorok
- Opcionálisan adiabatikus rásegítés a meleg időszakokban

Hátrány:

- Nagy méret (a méret egyenes arányban áll a hasznos felülettel)
- Nagy tömeg (a tömeg egyenes arányban áll a beépített hasznos anyaggal)

A szabadhűtés ideális alacsony környezeti hőmérsékleten (5°C alatt), mivel nagyobb hatásfokot tesz lehetővé, és ebben az üzemállapotban a folyadékűtő kikerül a hűtőkörből. Szabadhűtéses üzem esetén az elektromos pillangószelep lezárja a folyadékűtőt, a primer kör pedig szabadhűtéses hőcserélőn keresztül csatlakozik a visszahűtő körhöz.

A szabadhűtő elméleti indítási határa 10°C-os külső hőmérsékleten érhető el, de ebben az esetben a névleges teljesítménynek csak körülbelül 20%-a áll rendelkezésre.

Az indítási határértéket 5°C-os külső hőmérsékleten határozzák meg, 0°C-os külső hőmérsékleten már a teljes beépített hűtőteljesítmény szabadon lehül.

Mindenesetre elmondható, hogy a redundáns egységek száma miatt a rendszer akkora teljesítménytartalékkal rendelkezik, hogy 0°C felett is elérhető a szükséges teljesítmény. Szabadhűtés üzemmódban a szárazhűtő az előzőleg beállított 5°C, 10°C alapértékeken működik.

Amíg a hűtőkörben a fagyálló hőmérséklete nem éri el a kívánt alapértéket, addig a ventilátorok teljes fordulatszámon működnek, és a kívánt érték elérésekor a szárazhűtő saját vezérlője csökkenti a ventilátorok fordulatszámát, ill. kapcsolja ki őket. *(Kéry Tamás, 2013)*

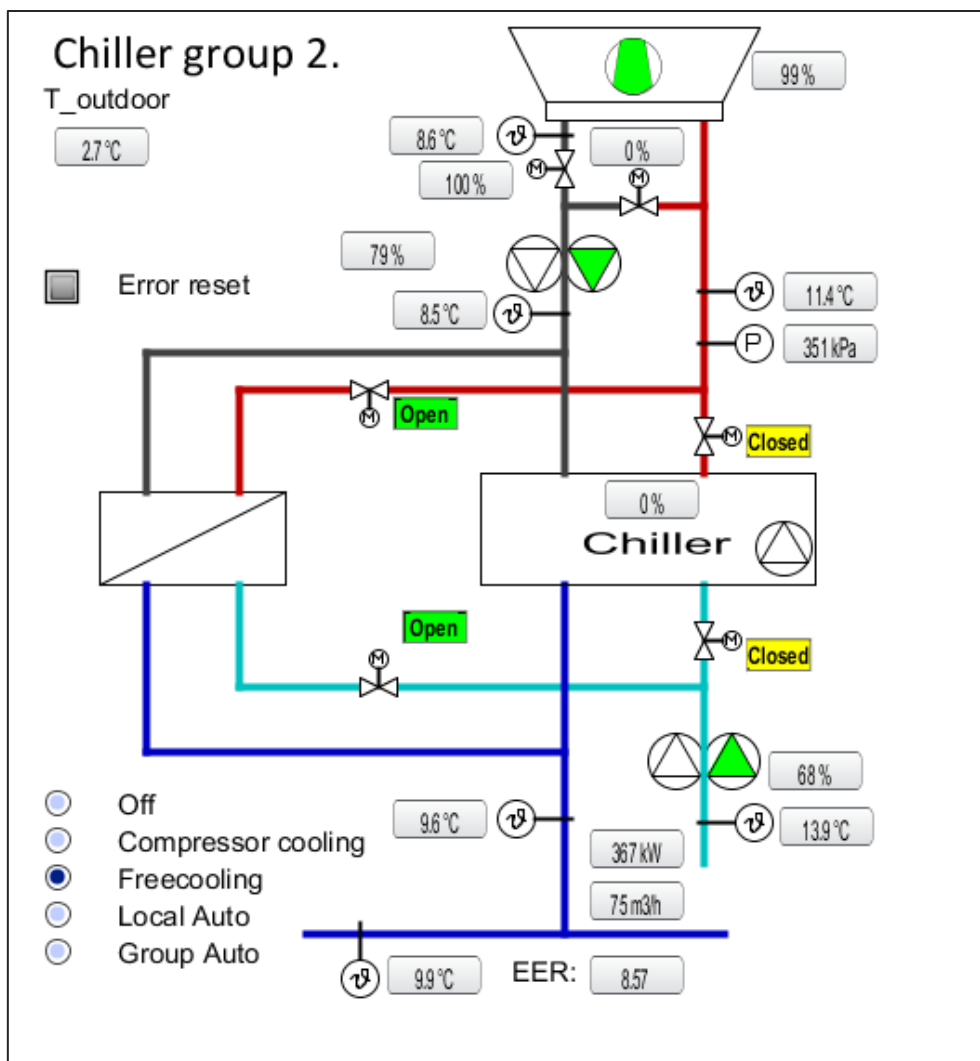
Rendkívül alacsony külső hőmérséklet esetén elképzelhető, hogy az esetleges fagy elkerüléséhez nem elég a ventilátor leállítása, ilyenkor a főág kinyitása mellett a vizet extrém alacsony hőmérsékletre keverik vissza Száraz hűtőkből származó hűtővíz.

A keverőág újbóli üzembe helyezésével elkerültük a szabadhűtéses hőcserélő túlűtését és a hőcserélő fagyás miatti károsodását.

Indításkor a pillangószelep helyes állapota és az alkatrészekről érkező állapotjel retesztelt állapot a kompresszor működése közben tanultak alapján. Az utóhűtő kör és a főköri szivattyúk a Kompresszor üzemmódban leírtak szerint működnek, és a futási idő kompenzáció is aktív.

A visszahűtő kör 100%-os visszakeveréssel indul, ha a visszahűtő kör felforrósodik, a vízkör folyamatos vezérlés mellett megnyílik a szárazhűtő felé. Ha kompresszoros üzembről szabad hűtésre váltunk, akkor káros lesz a hőhűtési kör bekötése az épületre.

Ebben az esetben, ha a ΔT értéke a primer kör visszatérése és az utóhűtő kör között magas, a túlűtő kör előhűtve van, és csak a szabadhűtéses hőcserélőhöz csatlakozik.



13. ábra Szabad hűtésnél a szelepek, a nyomásértékek, és a hőmérsékletek megfigyelhetők

Ha a külső hőmérséklet 5°C alá süllyed, a teljes hűtési energiaigény kielégíthető szabadhűtéssel.

A külső hőmérséklet csökkenésével, kb. 10 Celsius külső hőmérséklettől egyre nagyobb szabadhűtési teljesítmény áll rendelkezésre, amelyet természetesen minél magasabb értékben szeretnénk kihasználni.

A tisztán szabadhűtési üzemmód eléréséhez az üzembiztonság figyelembevétele mellett a határhőmérsékleteket úgy választjuk meg, hogy minden egység folyamatosan átállhasson szabadhűtési üzembe. (Kéry Tamás, 2013)

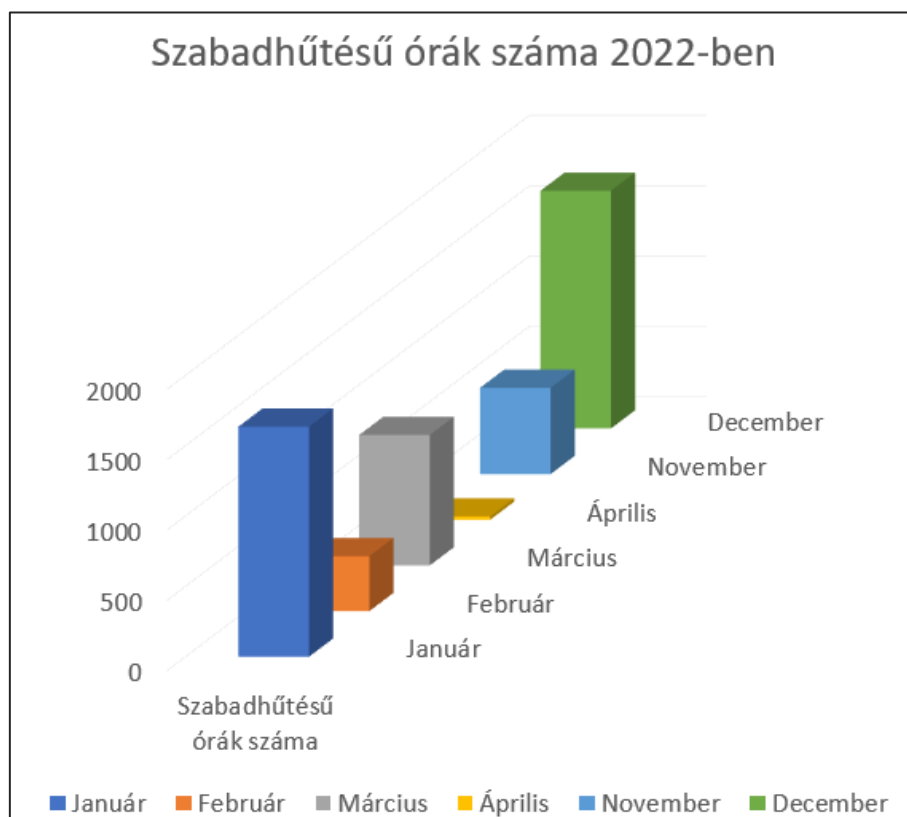
Kellően alacsony környezeti hőmérséklet esetén elképzelhető, hogy ventilátor üzem nélkül is elérhető a kívánt teljesítmény. Extrém alacsony környezeti hőmérséklet esetén pedig elképzelhető olyan üzemállapot, ahol a túlhűtés megakadályozására nem elegendő pusztán a ventilátorok lekapcsolása, hanem gépegység kikapcsolására is szükség van.

A feltétel, hogy az egységek elkezdjenek áttérni szabadhűtési üzemmódba az, hogy az egységek által mért külső hőmérséklet átlagának kevesebb, mint 4,5°C-nak kell lennie több mint 20 percen keresztül.

Tisztán szabad hűtés üzemmódban nem léptetjük az egységeket, hanem egyformán, szinte azonos terhelésen járátjuk őket, mert energetikailag előnyösebb, ha az összes egységet kisebb terhelésen üzemeltetjük.

A fenti elvek miatt ebben az üzemmódban nem beszélhetünk futási idők kiegyenlítéséről, mindenesetre kilépéskor természetesen a legtöbb óraszámú egység áll meg először. Ha a szabadhűtés csoportban egy egység készenléti állapotban van, akkor először az indítási parancsot kapja, és egyszerre legfeljebb 2 egység indítható.

Az egyidejű aktiválás oka, hogy szabadhűtés üzemmódban szinte azonnal elérhető a rendelkezésre álló hűtőtéljesítmény. Ha nincsenek kész egységek, a működő kompresszorral rendelkező egységek száma csökken, és szabadhűtéses üzemmódra kapcsol.



14. ábra Szabadhűtésű órák száma 2022-ben

4.2.3 Local Auto üzem

Ebben az üzemmódban a helyi egység vezérlője automatikusan üzemmódot vált a külső hőmérsékletnek megfelelően. Ha a funkció be van kapcsolva, két üzemmód lehetséges, kompresszoros és szabadhűtés üzemmód.

Ebben az esetben figyelmen kívül hagyjuk a hibafeltételt. A szabadhűtés üzemmód akkor aktiválódik, ha a külső hőmérséklet 5°C alatt van, a kompresszor üzemmód pedig akkor, ha a külső hőmérséklet 6°C felett van. Mivel ugyanaz a szoftver fut minden helyi egység vezérlőn, az összes eszköz egyidejűleg vált üzemmódot adott bemeneti feltételek mellett. Ezt kiküszöbölendő a szoftverben paraméterezésre került egy késleltetés, amely értéke a berendezés sorszáma szerint emelkedik.

A mérési hibát kiküszöbölendő, a külső hőmérséklet értéke a szabályzók által mért értékek átlagában lett meghatározva. Természetesen ezen üzemmódban még nem beszélhetünk csoportvezérlésről. *(Kéry Tamás, 2013)*

A helyi egységvezérlő esetleges meghibásodása esetén fenn kell tartani a hűtőberendezések automatikus működését, öndiagnosztikával és a vészüzemet biztosító beépített vezetékes logikával ellátott vészhelyzeti operációs rendszerrel. Bármilyen szoftver- vagy hardverhiba és áramkimaradás esetén a hibarelé kinyílik, aktiválva a vészüzemet.

Az adatközponti területeken üzemelő folyadékhűtő berendezések elsődleges üzemviteli szempontja a biztonságos és hibamentes működés.

Bármilyen, a rendszereken tapasztalt rendkívüli esemény a kapcsolódó nyilvántartásba kötelezően rögzítendő, továbbá kivétel nélkül értesítendő a gépész csoportvezető is.

A rendszereken tapasztalt meghibásodás vagy meghibásodások esetén a hiba forrásának beazonosítást követően az adott részegység szerződött karbantartó.

Vállalkozója haladéktalanul értesítendő, ezt követően a kivétel nélkül értesítendő a gépész csoportvezető is. A hiba behatárolásának kötelessége és felelőssége a gépész ügyeletes feladata. Ez a jelenlegi protokoll hiba felmerülése esetén.

4.2.4 Group auto üzemmód

A csoportos működés célkitűzése a hűtőtelepi egységek összehangolt működésének biztosítása. A helyi egység szabályzók figyelemmel kísérik a másik egységek állapotát, a beépített algoritmus a kapott állapotjelzések alapján dönt. A csoportvezérlés primer teendője az üzembiztonság fenntartása, természetes módon optimalizált működési állapot mellett. A Group Auto üzemmódba kapcsolt hűtési telepi egységek működését a csoportvezérlés hangolja össze. Ebben az egységben a lokális egység szabályzó a hűtési telepi egységet üzemelteti kompresszoros vagy szabadhűtési üzemben, valamint kikapcsolja azt. A csoportvezérlő funkció legfontosabb feladata meghatározni az üzemeltetendő egységek számát a megfelelő üzemmód kiválasztása mellett.

Minden helyi egység szabályzón ugyanaz a szoftver fut, párhuzamos módon funkcionál. Az azonos adatok használata nélkülözhetetlen a jó csoportszabályzás üzemeltetéséhez, mivel ez biztosítja minden egység szabályzón az azonos döntést. A csoportvezérlő programrész döntése alapján ténylegesen utasítja a helyi üzemért felelős programrészt a döntés végrehajtására, valamint formálisan a többi egység csoportvezérlőjét. Ezen kialakítást az üzembiztonság maximalizálása indokolja, ez biztosítja, hogy logikai csoportvezérlést használunk, ténylegesen minden egység szabályzója fel van szerelve csoportvezérlővel. Az üzemmód váltás döntéséhez szükséges külső hőmérsékletet az azonos döntések biztosítása érdekében a szabályzók által mért hőmérsékletek átlagából származtatjuk.

A működéshez két csoport kialakítására van szükség, az egyik a kompresszor üzemű csoport a másik pedig a szabadhűtő üzemű csoport.

Az üzemelő berendezéseknél az üzemmódjuk alapján egyértelmű a csoporttagság, a Ready berendezéseket pedig mindkét csoporthoz soroljuk. Minden egység szabályzó figyeli a többi szabályzó állapotát, kiolvassa az egységek üzemállapotát és a további üzemmód megállapításhoz szükséges paramétereket. *(Kéry Tamás, 2013)*

A vezérlő szoftver kialakítása alkalmával, azonos elveken alapuló léptetési algoritmus lett kialakítva mind kompresszoros mind pedig szabadhűtéses állapotú gépcsoportok léptetésére. Mindkét algoritmus a berendezések üzemóráját veszi alapul.

A kívánt funkcionáló egységszám a léptető algoritmus bemenő paramétere, amelyet összehasonlít a ténylegesen üzemelő berendezések számával, valamint eltérés esetekor módosítja azt, igény szerint egységet léptet be, esetleg ki. A léptetési algoritmus kialakítása okán szükség van az egységek sorba állítására, amelyet növekvő sorrendben, az egységek sorszáma alapján határozunk meg. Ettől független módon a csoportban nincsen vezérgép,

minden egység egyenértékű. Ha többlet kapacitás igény keletkezik, továbbá újabb egység léptetésére van szükség, abban az esetben a léptetési algoritmus megvizsgálja az elérhető berendezések üzemóráit, valamint a legkisebb üzemóra számú egységet indítja, amennyiben két egység azonos üzemórán áll, abban az esetben pedig az alacsonyabb sorszámú kerül beléptetésre.

A leállítási folyamat hasonló elvek alapján lett meghatározva, leállításkor a legmagasabb üzemóra számmal rendelkező egység kerül leállításra, azonos érték esetekor pedig az alacsonyabb egység számú berendezés. Az algoritmus léptetési igény esetében megvizsgálja az egységek minimális futási-, ezen kívül üzemszünet idejét is. Amennyiben indítási kéréskor a legkisebb üzemóra számú egységnek még nem telt le a minimális állásideje, abban az esetben a sorban második legkisebb üzemóra számmal rendelkező egység kerül beléptetésre, amíg fordítva, kiléptetéskor, amennyiben a legmagasabb üzemóra számmal rendelkező egység még nem érte el a minimális üzemeltetési időt, abban az esetben a sorban második legmagasabb üzemóra számmal rendelkező egység kerül kiléptetésre.

A beállított minimális működési és állásidők a következők:

- **Kompresszoros üzem esetén: minimális üzemidő 30 perc, újraindítás késleltetés 5 perc**
- **Szabadhűtéses üzem esetén: minimális üzemidő 5 perc, újraindítás késleltetés 1 perc**

Ha az egyik üzemelő egység meghibásodik, abban az esetben amennyiben van üzemkész egység, abban az esetben újat léptet be az algoritmus. Amennyiben a hiba okán kilépett berendezés visszatér normál állapotba, üzemképessége ismét fennáll, abban az esetben a léptetési algoritmus nem cseréli vissza az eredeti állapotra, egy felesleges léptetéssel kockáztatva az üzembiztonságot.

A léptetési algoritmus egyetlen lépésben csupán egy egység üzemét változtatja meg a nem kívánt, az üzembiztonságra kedvezőtlen üzemállapotok kialakulásának megakadályozása érdekében, a minimális léptetési idő 1 percben lett meghatározva. Ezt a léptetési időt használjuk például áramszünet után történő újrainduláskor is. Normál üzemi körülmények mellett a használt léptetési idő 15 percben lett meghatározva.

Megszakadt kommunikáció utáni helyreálláskor a szinkronizálási folyamat a ténylegesen működő egységek állapotának figyelése alapján néhány léptetési időszak után fut le teljesen, ezután fut azonos parancssor minden egységen. *(Kéry Tamás, 2013)*

4.2.5 Kézi üzem

Kézi üzem esetében a helyi egység vezérlőt felülvezérelve, az erősáramú kapcsolószekrényen elhelyezett kézi kapcsolókkal vezéreljük a hűtési egységet. A kapcsolók használata csupán vészhelyzet, valamint egyéb indokolt esetben javasolt.

A primer-, valamint másodlagos körű szivattyúk mindegyikéhez tartozik egy háromállású kézi kapcsoló Auto – Ki – Kézi üzemmódokkal. Auto állás esetében a helyi egység vezérlő adja az alapjelet, amíg Kézi állásban a szivattyúk 100% fordulatszám mellett üzemelnek.

A váltószelepek működtetése szintén egy háromállású kapcsolóval Auto – Ki– Kézi üzemmódokkal. A kapcsoló egyszerre az összes pillangó szelep működését vezérli. Auto esetében az üzemmódot természetes módon az egység vezérlő végzi, míg kézi állásban egy további kétállású kapcsoló szolgál a kívánt üzemmód kiválasztására.

A folyadékűtő kapcsolója szintén háromállású kivitelű Auto – Ki – Kézi üzemmódokkal.

A visszahűtő üzemmód váltókapcsolója szintén háromállású, Kézi üzem esetén egy további kétállású kapcsolóval lehet megválasztani a használni kívánt Setpointot. *(Kéry Tamás, 2013)*

Az üzemeltetett rendszerek esetében az alap üzemeltetési koncepciótól eltérő tartós üzemvitel kizárólag az üzemviteli paraméterek előzetes vizsgálatával lehetséges.

Üzemviteli koncepció váltást kizárólag paraméter rögzítési módszertan felállításával lehet kezdeményezni.

Az üzemeltetett rendszerek egységes szempontok és üzemeltetési folyamatok szerinti működtetése elvárt, eltérni vagy egyéni szempontokat alkalmazni kizárólag a gépész csoport szakmai jóváhagyása mellett lehetséges.

A rendszer működési állapotok változtatását követően a változás tényét, időpontját és a beavatkozó személyét és a változtatás kiváltó okát az alábbi útvonalon elérhető dokumentációban és az üzemviteli naplóban rögzíteni kötelező. *(Kéry Tamás, 2013)*

4.3 Folyadékhűtő zajmérés

Mérés leírása: adatközponti hűtőgépek csere előtti üzemi zajkibocsátásának komplex vizsgálata, a meglévő zajvédő fal hatásosságának ellenőrzése.

Folyadékhűtő berendezések akusztikai vizsgálata, ennek keretében a gépcsere során megmaradó zajvédő fal hatásosságának ellenőrzését. A vizsgálatok kiterjedtek az éjszakai időszakban is üzemelő zajforrásainak ellenőrzésére a telephelyhez közeli védendő homlokzatok előtti mérőfelületeken.

A létesítmény gépészeti zajforrásai, a vizsgálat célja

A gépészeti térben lévő 5 db CARRIER típusú technológiai hűtő zajvédő falakkal körbeépítve, valamint a zajvédő fal mögött légkezelő is üzemi zajforrásként veendő figyelembe.

Üzemidő: folyamatos 0-24 óra, a technológiai hűtési igényektől függő teljesítményen.

A környezeti zajvédelmi követelményeket a többször módosított 12/1983 (V. 12) M1. sz. rendelet és a 27/2008. (XII. 03.) KvVM-EüM együttes rendelet tartalmazza. A vizsgált létesítményre a Közép-Duna-Völgyi Környezetvédelmi Felügyelőség a KTVF: 31822-2/2007. sz. határozatában az alábbi zajkibocsátási határértékeket állapította meg :

Mérőfelület		A megállapított zajkibocsátási határérték [dBA]	
		Nappal	Éjjel
1./1	Adatközpont jobb oldalán elhelyezkedő lakóépület védendő homlokzatai előtt 2 m-re	55 dBA	45 dBA
1./2	Adatközpont mögötti. lakóépület védendő homlokzatai előtt 2 m-re	55 dBA	45 dBA
2./1	Adatközpont bal oldalán elhelyezkedő lakóépület védendő homlokzatai előtt 2 m-re	50 dBA	40 dBA
2./2	Adatközpontal szembeni irodaépület védendő homlokzatai előtt 2 m-re	60 dBA	-

4. táblázat Megengedett legnagyobb zajszintek az Adatközpont körül

Tekintettel arra, hogy a telephelyen -jogi értelemben- jelenleg két üzemeltető gépészeti zajforrásai különíthetők el, a vizsgált lakókörnyezetet 2 db üzemi zajforrás csoport zajkibocsátása terheli.

A telephely két üzemeltetőjére, külön-külön megállapítható zajkibocsátási határértékek:

A megítélési idő: -nappal a legkedvezőtlenebb folyamatos 8 óra,
 -éjjel a legnagyobb zajterhelést adó 0,5 óra.

A mérésnél alkalmazott műszerek:

SVANTEK SVAN-959 tip. precíziós integráló zajszintmérő (gy.szám:11254), Hitelesítés: M 567665 (érvényesség:2025.04. 21.)

SVANTEK SV-30A tip. akusztikus kalibrátor (azonosító szám: 10954)A műszerek az MSZ EN 60651:1998. sz. „Hangszintmérők” szabvány szerint megfelelnek a 1. pontossági osztályú, precíz mérőműszerekkel szemben támasztott követelményeknek.

A mérés időpontja: 2023. 04. 10. 22-24 óra között

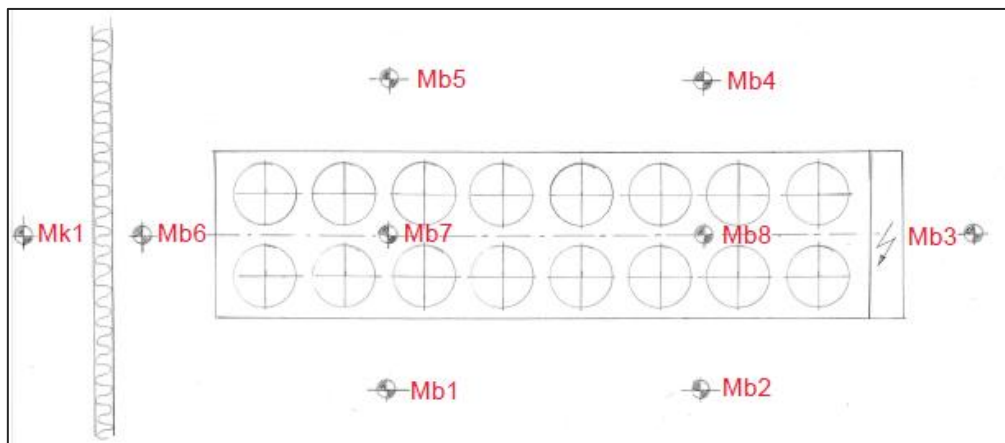
Meteorológiai körülmények: hőmérséklet: 10,6°C - 11,2°C,
 szélsebesség <1,0 m/s, derült ég.

A mérés idején a folyadékhűtők közül a 3db 24 sz. 30XA-1002 tip. gép üzemelt 85-90 % teljesítményen, ez elegendő volt az adatközpont által igényelt hűtési teljesítmény kielégítésére.

Az üzemelő folyadékhűtő közeltéri zajkibocsátásának ellenőrzésére kijelölt mérési pontok:

- a gép körül, a géptől 1 m távolságban, 1,5 m magasságban 6 db mérési pont
- a gép fölött 2 pontban, a ventilátorok fölött 1 m magasságban
- a zajvédő falon kívül, 1 m távolságban, 2 m magasságban.

A mikrofont az alábbi vázlaton feltüntetett mérési pontokban helyeztük el:



15. ábra Zajmérési pontok a gép körül

Mérési eredmények

A CARRIER típusú hűtőgép közelében kijelölt mérési pontokban mért egyenértékű A-hangnyomásszintek:

A géphez közeli pontokban mért zajszintekből kitűnik, hogy a hűtőgép zajkeltése az Mb1-Mb6 pontokban 2 dB-es túrési sávon belül marad, a zajkibocsátás egyenletes.

A gép fölötti pontokban szintén közel azonos a zajkeltés.

Az Mb6 pontbeli érték a zajvédő falon kívüli Mk1 pontban 19 dB (A) mértékben csökken, ami arra utal, hogy a zajvédő fal kellően hatásosan működik.

A hűtőgép körüli 1 m távolságban kijelölt pontokban mért egyenértékű A-hangnyomásszintek átlaga:

$$L_{Aeq\hat{a}tl} = 77,2 \text{ dBA},$$

a hűtőventilátorok fölött 1 m távolságban, a kifúvó hangcsillapító belső légterében mért zajszintek átlaga:

$$L_{Aeq\hat{a}tl} = 81 \text{ dBA}.$$

A zajvédő falon kívüli pontban, a faltól 1 m-re, a tetősík fölött 2 m magasságban mért egyenértékű A-hangnyomásszint:

$$L_{Aeq} = 59,2 \text{ dBA}.$$

A zajvédő fal belső oldalán és a külső pontban mért zajszintekből megállapítható, hogy a zajvédő fal hatásosan működik, a gép által keltett zaj

$$L = 19 \text{ dB (A) mértékben csökken}$$

Az üzemi berendezések (a raktárbázis gépeivel együttesen) zajkibocsátása a védendő lakóépületek homlokzatánál:

A teljes üzemi zajkibocsátás a védendő homlokzatok előtt nem lépi túl az éjszakai 45, ill. 40 dBA határértékeket, ezért a létesítmény zajvédelmi szempontból megfelelőnek minősül.

5 Csőrendszer, szivattyúk, hőcserélők

5.1 Csőrendszer részei

A kivitelezett csőhálózat komponenseit az alábbi elemek alkotják.

Primer kör:

A primer körben található egy mágneses iszapleválasztó, ami biztosítja a teljes csőhálózat vízmennyiségének szűrését. Régebben csak az átkötő szakaszoknál volt, de most már teljesen átszűr mindent.

A géphez tartozó, az épületből visszatérő vízkörön van egy mérőcsonkos beszabályozó szelep ami egyfajta kiindulópontként szolgál a csőhálózaton.

Ezt követően egy elzáró szerelvény, egy szennyfogó szűrő valamit a primerkörüi keringető szivattyú kompenzátora következik. A gépalapra szerelt ikerszivattyú kompenzátorokon keresztül csatlakozik a vízkörre. *(Kéry Tamás, 2013)*

Kétfelé osztódik a szivattyúból kilépő nyomóoldali ág. Külön motoros szelepek vannak beépítve, ha a folyadék nem megfelelő irányban vagy csőszakaszra áramlana be.

Az egyik irány a kompresszorból kilépő víz ami lehűlve jön ki, a másik pedig a lemezes hőcserélővel találkozik, és hőátadás történik.

Hogy gyorsabban megtörténjen a váltás ezért 2db motoros szelep lett beépítve, mert a váltószelepek lassabb működésűek voltak.

Tehát a belépő és a kilépő oldalon is van gumikompenzátor és elzáró szerelvény a biztonság kedvéért. A szerelvények után a hűtött víz találkozik a lemezes hőcserélővel ami a szabadhűtési ágra csatlakozik rá.

Amikor szabadhűtéssel üzemeltetjük a folyadékűtőket akkor a hűtött vízkör a lemezes hőcserélő felé áramlik, nem a folyadékűtő felé.

A már korábban taglalt motoros szelepek után a beépítésre került lemezes hőcserélő gumikompenzátorokon keresztül csatlakozik a hűtöttvízkörhöz. A hőcserélő egy elzáró szerelvényt követően csatlakozik a folyadékűtő kilépő ágába, az épület hűtött vízkörébe. *(Kéry Tamás, 2013)*

A jelenlegi kiépítésben valamennyi hűtőgép párhuzamosan csatlakozik a primer körre beszabályozó és elzáró szerelvényeken keresztül. A szerelvények segítségével az egyes hűtőgépek kiszakaszolhatók, egyben ezek a szerelvények képezik a tervezett átalakítás

határpontjait. A csatlakozásokban automatikus elzáró szelep nem üzemel, így azokon a hűtőgépeken is átáramlik a primer kör hűtővize, melyek épp nem hűtenek. Keveredési hőfokveszteségek jönnek létre, melyek rontják a rendszer termodinamikai hatásfokát

A primer körben 2db, száraz tengelyű szivattyúk keringeti a hűtővizet. A párhuzamosan beépített 2db szivattyúból mindig 1db üzemel, a másik pedig meleg tartalékot képez. A primer szivattyúk teljesítményének besabályozására eredetileg frekvenciaváltók lettek beépítve. Ezekkel be lehet állítani a szivattyúk fordulatszámát, de a tömegáram szabályozása jelenleg nem lehetséges.

A primer kör állandó és a szekunder körök változó tömegárama keveredési hőfokveszteséget eredményez, mely energiafogyasztás többletet jelent. A csőhálózat kültérben, szabadon szerelt. A primer és a szekunder kört egy átkötő szakasz választja le hidraulikailag egymástól, melyben egy lég- és iszapleválasztó üzemel. (Kéry Tamás, 2013)

Glikol kör:

Gumikompenzátorral és motoros elzáró pillangószeleppel csatlakozik a hűtővízkör a folyadékhűtő berendezéshez.

Szintúgy gumikompenzátorral csatlakozik a közös ág a szivattyú szivott ágába, amelyet egy elzáró csappal lehet kiszakaszolni.

Mivel a glikol 35%-os etilén, ezért a kiválasztásnál olyan szivattyú jöhetett szóba ami ennek ellenáll, és betontalpat kellett neki kialakítani, kizsaluzni amelynek tömege meghaladja a szivattyú tömegét. Ez azért fontos, hogy minél stabilabb alappal rendelkezzen a szivattyú talp része. A visszatérő ág ellenállását a visszahűtött oldalon lévő szelep szabályozza.

A nyomó oldali kompenzátor elhagyva került kialakításra a visszakeverő ág, amelybe egy mérőcsonkos besabályozó szelep és egy motoros elzáró szelep került beépítésre.

Az elágazást követően a főág szakaszoló pillangószelep után függőlegesen haladva éri el a folyadékhűtő feletti szinten található száraz visszahűtőt, melyből kilépve a cső visszatérve a folyadékhűtő szintjére, szakaszoló pillangó szelep, szennyfogó szűrő és motoros szabályozó szelep után ismét csatlakoztatva lett a visszakeverő ághoz. (Kéry Tamás, 2013)

A 16. ábra a glikol koncentrációs adatlapját mutatja.

kg

ESZKIMÓ 2001

FAGYÁLLÓ HŰTŐFOLYADÉK KONCENTRÁTUM

Alkalmas: belsőégésű motorokhoz
Keverése más hűtőfolyadékkal nem ajánlott!
Használata: csak hígítva használható!
Hígítási arányok:

ESZKIMÓ 2001	DESZT. VÍZ	FAGYÁS- PONT °C
TÉRFOGAT%	TÉRFOGAT%	
1	1	-35
1	2	-17
1	3	-10

Veszélyes összetevő: mono-étilén-glikol, bórx

Tárolás: sugárzó hőtől távol, hűvös, jól szellőző helyiségben.

Tűzveszélyes

Felhasználhatósági idő: 3 év

Lenyelve ártalmatlan.

Ismétlődő vagy hosszabb expozíció esetén károsíthatja a veséket.

A használatot követően a kezet alaposan meg kell mosni.

LENYELÉS esetén: röszullét esetén azonnal forduljon TOXIKOLÓGIAI KÖZPONTHOZ vagy orvoshoz.

SZEMBE KERÜLÉS esetén: több percig tartó óvatos öblítés vízzel.

Adott esetben a kontaktlencsék eltávolítása, ha könnyen megoldható.

Az öblítés folytatása.



VESZÉLY



Gyártó és forgalmazó:
ELSŐ VEGYI IPARI ZRT.
Bp., XXIII. Könyves utca 132.
Tel.: +36-1-286-0107, trade@evirt.hu

Azonosítószám, lejárati időpontja:



16. ábra A glikol koncentrátum értékei

A minimum 13 °C-os üzemi hőmérséklet szükséges, hogy a gép hibamentesen elinduljon, üzem közben pedig a minimum víz hőmérséklet 18 °C-os.

A visszakeverő ág kiépítésének az oka a folyadék hűtő berendezés hidegindításához és folyamatos téli üzeméhez a kondenzátor oldali működési tartomány biztosítása.

A visszakeverő ágot követően a kevert, közös ág szintén szétválik, egyik ág elzáró szerelvény és gumikompenzátor után Victaulic kötéssel lett csatlakoztatva ismét a folyadék hűtő berendezés kondenzátorához, a másik ág pedig elzáró szerelvény és kompenzátor után a szabadhűtési hőcserélőkhöz. (Kéry Tamás, 2013)

5.2 Toronyköri (glikol) szivattyúk

Típusa: Grundfos TPED 150-xxx/4 száraz tengelyes ikerszivattyú.

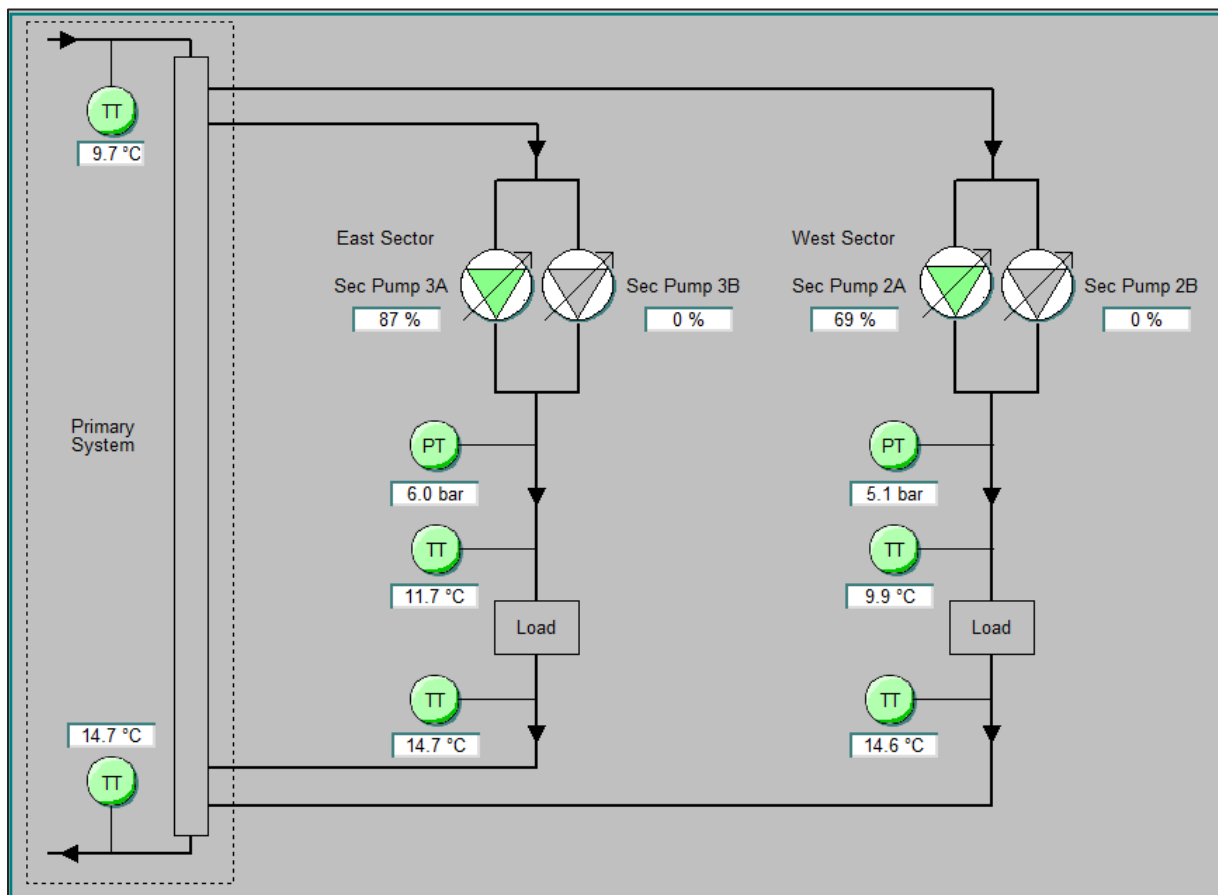
Előnyei a glikol álló kivitel, vízköri megbontás nélkül cserélhető, magas hatásfokú motor. Függőleges tengelye révén inszenzibilisebb a tartószerkezet lengéseire, valamint vezérlő elektronikával rendelkezik, amely lehetővé teszi az épületfelügyelettel történő buszos kommunikációt is. Javításához nem kell leüríteni a hidraulikai rendszert, még járókerék cseréjekor sem.

Járókerék csere esetén nem tudja ellátni az iker másik tagja a szükséges keringetési feladatot, ebben az esetben kiesik a tárgyi berendezés a meghatározott hűtési feladatból. Az üzembiztonság sérülésének elkerülését az N+1 redundancia biztosítja.

Motor teljesítménye: 7,5kW

Bekötés: 400V/3f

5.3 Szekunder szivattyúk



17. ábra Szekunder szivattyúk elhelyezkedése, és az adatok

A 17. ábrán látható, hogy a BMS felületről tudjuk vezérelni a szekunder szivattyúkat és üzemóra szerint tudjuk váltogatni azokat a működésben.

Típusa: Grundfos 150-130 A-F-A BAQE száraz tengelyes

Kapacitása: 205m³/h

n=1450 1/min

Ezek a szivattyúk a felelősek, hogy a folyadékűtő által lehűtött vizet bejutassák az épületbe. A víz hőmérséklete 10 °C, és a csövek el vannak látva szivacs szigeteléssel és csőfűtéssel is. A csőfűtés szükséges mert a téli hideg napokon ahol a hőmérséklet fagypont alatt van akkor az álló gépben a folyadék nem kering és megfagyhat.

Az összes kültéren elhelyezkedő vízcső a szigetelésen kívül bádогоzást is kapott, hogy az időjárási viszonyok és a madarak ne kezdjék meg a szigetelést.

A szigetelés nagyon fontos mind kültéren mind beltéren mert a csőrendszerben keringő folyadék hőt veszít, így a hatásfok nagymértékben romlik.

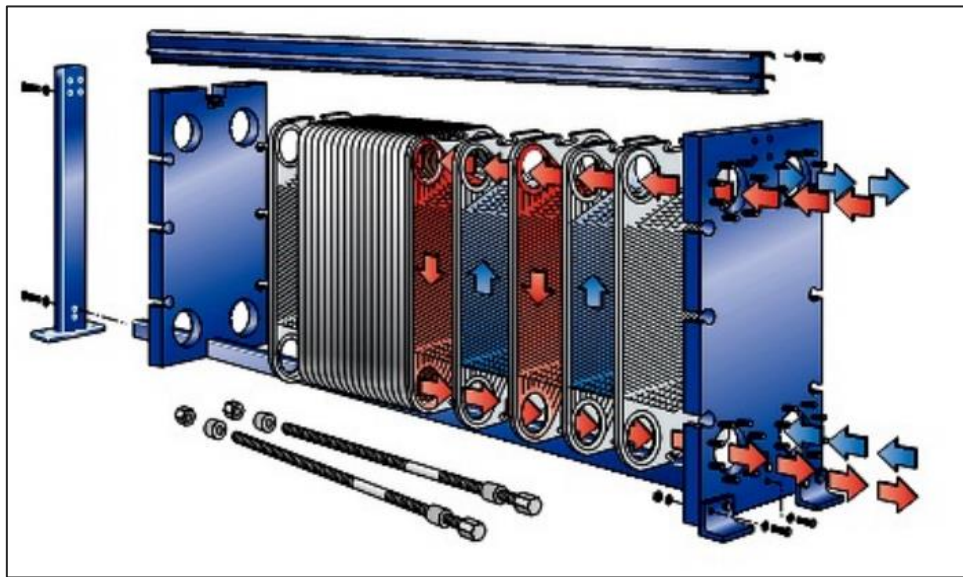


18. ábra Frekvencia váltó képe

Frekvencia váltó szabályozza a szekunder szivattyúk fordulatszámát. 18. ábra

A berendezés szükség szerint szabályozza a fordulatszámot, ezt automatika vezérli.

5.4 Hőcserélők



19. ábra Lemezes hőcserélő robbantott ábrája

A 19. ábrán látható, hogy a lemezek a felületnövelés érdekében bordázottak és egymás mellett úgy helyezkednek el, hogy egyik oldalukon a hőátadó a másik oldalukon a hőfelvevő közeg áramlik. A lemezek a két végfal között helyezkednek el, a hőcserében résztvevő közegek be és kivezetése a végfalakon van és a lemezeket a két végfal csavaros összeszorításával fogják össze. A lemezek közti tömítés biztosítja a rendszer zártságát.

Az egyik oldalon a glikol folyadék a másik oldalon pedig a víz áramlik.

A szabadhűtésnél a szárazhűtőkben lehűtött glikol átadja a hőt a víznek és ezután az épületbe áramlik a 10 °C-os hűtővíz.

A hőcserélőkben a folyadék közegeket külső szivattyúk mozgatják. Ez azért is szükséges, hogy a jó hőátadáshoz szükséges áramlási sebességet biztosítani lehessen. A tömegáramot szabályozott szelepekkel van biztosítva, melyek általában az egyik közeg megkívánt hőmérsékletéről szabályozza a hőátadó közeg mennyiségét.

A hőcserélők be és kimeneti oldalain a hőmérséklet ellenőrzésére hőmérők vannak beépítve. A műszerek leolvasásának rendjét technológiai utasítások tartalmazzák.

Nyomásmérők is be vannak építve, melyek egyrészt figyelmeztetnek az lerakódásra, másrészt mutatják, hogy a berendezés az engedélyezett nyomáson üzemel-e. A hőcserélők legalsó pontján leeresztő szelepek, a legmagasabb pontján pedig légtelenítő szelepek helyezkednek el.



20. ábra Lemezes hőcserélő bebádogozva

A rendszer indulásánál, vagy leállításánál fellépő, a normál üzemi nyomásnál nagyobb hirtelen nyomáscsúcsok (nyomáslökések) súlyosan károsíthatják a hőcserélőket.

A hőcserélő egy bádoggal burkolást kapott, nehogy testi sérüléseket okozzon. Égési sérülés a hőcserélő vagy a berendezés más részeinek érintésekor, vagy nyomás alatti közeg ellenőrizetlen kiengedése, mellyel szintén égési, vagy egyéb sérülés veszélye áll fenn.

A berendezések károsodását okozhatják:

- Külső erőhatások
- Korrózió
- Vegyi hatás
- Vízütés
- Megengedettnél magasabb hőmérséklet
- Fagyás

Hőcserélő típusa: Alfa-Laval M15-BFM 161PL ALLOY 304 lemezes, szétszerelhető hőcserélő.

Üzemeltetéskor az alábbiakra kell figyelni:

- Ha a hőcserélő vízzel, vagy vizet tartalmazó közeggel van feltöltve és nem üzemel, viszont fagypont alatti hőmérsékletnek van, elfagyhat, ami a hőcserélő tönkremenetelét okozhatja.
- Ezt a hőcserélőt csak a víz és glikol etilénnel közegekkel szabad üzemeltetni.
- A melegebb közeg nem áramolhat át a hőcserélőn anélkül, hogy a hideg közeg ne áramolna. Ha hideg közeggel is fel van töltve a hőcserélő, de nem áramlik, előfordulhat, hogy felforr és ez a hőcserélő károsodását okozhatja. Ebben az esetben az automatika közbelép.
- A hirtelen nyomás és hőmérsékletváltozásokat meg kell akadályozni. Ezt az automatika szabályozza.
- Karbantartást, tisztítást csak 40°C alatti hőmérsékleten szabad végezni. Ezt a szakszervíz csinálja, mi csak üzemeltetünk.
- Különösen ügyelni kell arra, ha a berendezést szilárd anyagot nem tartalmazó közegekre tervezték, hogy a berendezés előtt a megfelelő szűrőberendezés be legyen építve. A közegek nyomását és hőmérsékletét ellenőrizni kell, hogy ne legyenek nagyobbak, mint a megengedett. *(Kéry Tamás, 2013)*
- Először hideg, majd a meleg kört kell indítani, ezt az automatika szabályozza.
- Betartandó lépések a primer oldalon:

A rendszert teljesen légteleníteni kell.

A szivattyú és a hőcserélő közti szakaszoló szelepet (tolózárat) el kell zárni.

A hőcserélő visszatérő ágába épített eltérő szerkezetet teljesen ki kell nyitni.

Indítani kell a szivattyút.

A hőcserélő bemeneti oldalán lévő elzáró szerelvényt fokozatosan nyitni kell.

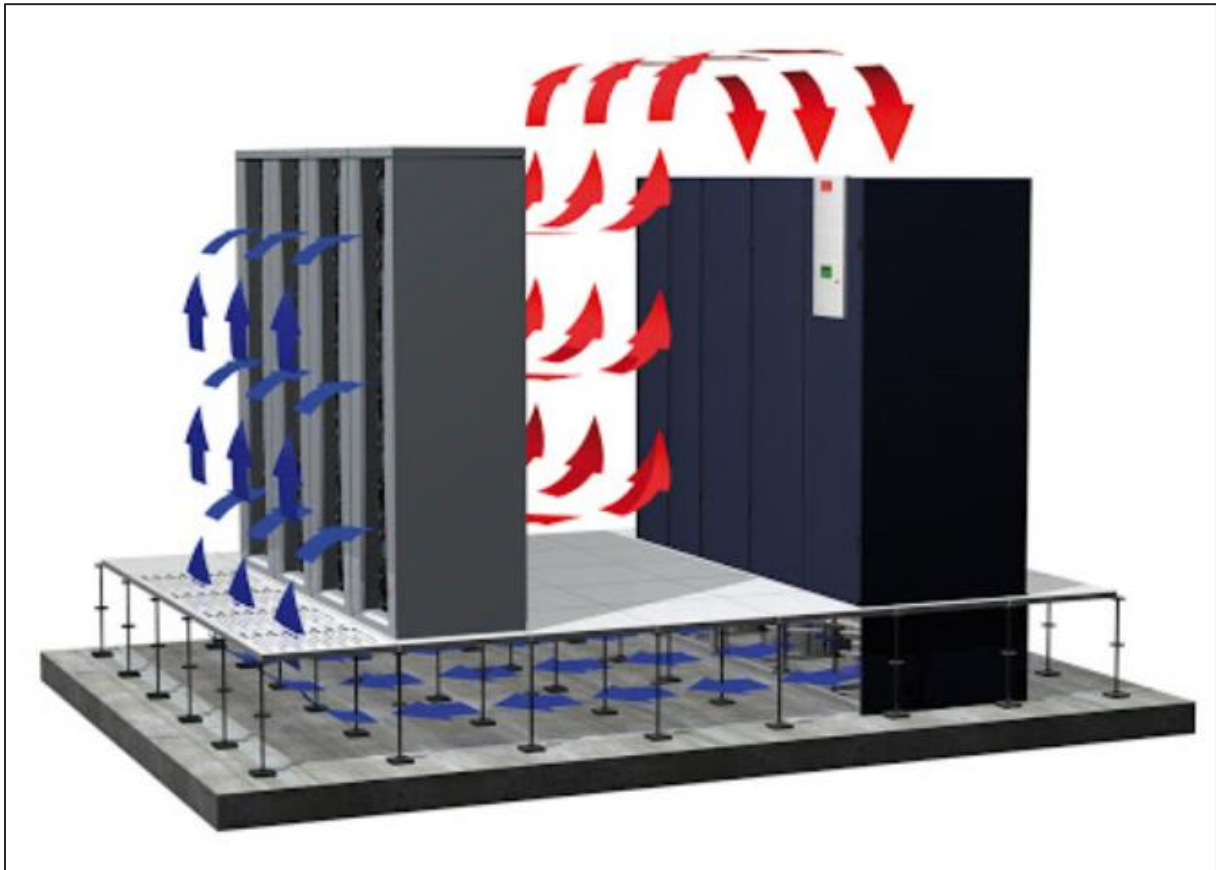
Ha szükséges a rendszert ismét légteleníteni kell.

A szekunder oldalon ugyanezeket a lépéseket kell elvégezni.

Ezek a lépések el lettek végezve beüzemeléskor, így az üzemeltetés során az automatika mindent szabályoz a hőcserélő előtt és után.

Karbantartáskor a hosszú csavarok azért vannak, hogy a hőcserélőt teljesen szét lehet csavarozni, széthúzni a lamellákat és szükség esetén kitakarítani, majd újból összezsavarozni és légteleníteni. *(Kéry Tamás, 2013)*

6 Beltéri egységek



21. ábra Szerverteremi levegő áramlások bemutatása

A 21. ábrán látható a szervertermekben üzemelő beltéri egységek elvi sémája. A folyadékhűtők által 10 °C-os hőmérsékletű vizet az épületbe vezetve a beltéri egységek egy lamellás hőcserélőn keresztül áramoltatják a hideg levegőt, ezáltal lehűtik a szervertermeket. A visszaszívott hőmérséklet a beltéri egységekben 20 °C - 24 °C tartományban kell tartanunk. A szekrényhűtőkben van egy motoros szelep ami szabályozza a csőkiágóba jutó folyadék mennyiségét ezáltal a hőmérsékletet is szabályozza.

A Setpontot mindig középértékre kell beállítani, így a berendezés megfelelően tud működni. A folyadékhűtő előállítja a 10 °C-os hűtővizet, és mire ez a víz eljut az épület összes beltéri egységébe kb 12 °C - 13 °C-ra melegszik fel. Ennyi a veszteség a közel 100m hosszú csőszakaszon is.

A csövek szigeteléssel vannak ellátva, viszont ezzel a kis mértékű veszteséggel mindig számolnunk kell a telepítéskor.

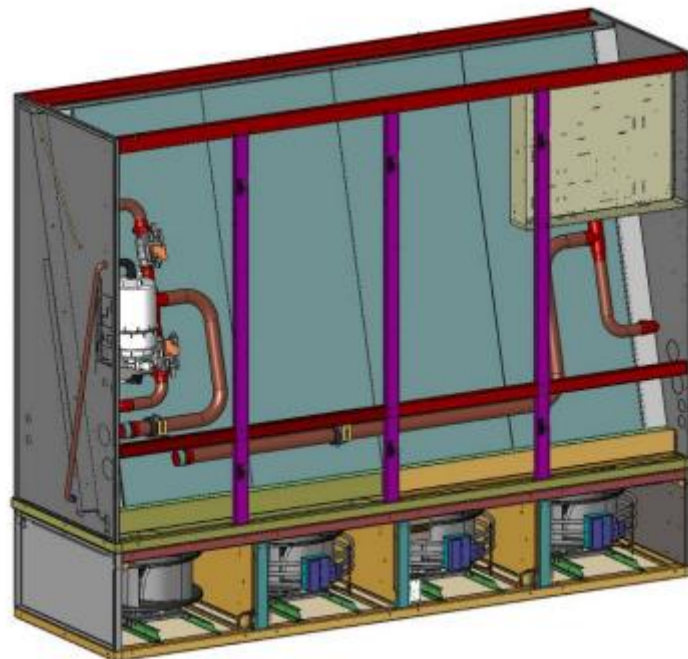
A lamella felületét és formáját egy alumínium szalagból vágják ki, és perforálják. A lamella felülete enyhén bordázott, amely turbulenssé teszi az áramlást, ezáltal megnöveli a hőátadási tényezőt anélkül, hogy légellenállást lényegesen növelné.

Az alumínium alapanyagot tekintve rendkívül jó hőleadó és könnyű a gyártása, megmunkálása és hajlítása is, olcsó. Ez a kialakítás elősegíti a kondenzvíz lefolyását, míg a szennyeződés lerakódás megnehezíti, ezáltal optimális teljesítmény leadást tesz lehetővé.

Lamella kialakítása függ a magcső méretétől és, hogy hány sorban van elhelyezve a csőígyó a lamellák között.

Jelen esetben elég az egy-csöves kivitel. Nincs szükség magasabb teljesítmény elérésére. Magcső az osztót és a gyűjtőt húzott rézcsővel vannak összekötve, amelynek belső felülete nagy tisztaságú és tökéletesen sima, ezáltal a súrlódási tényező minimális értékű.

Lamella test rézcsövekre préselt alumínium lamellákból áll, ahol a kötést és ez által a jó hőátadás a cső és a lamella között a rézcső mechanikus felbővítéssel érik el. A lamellák távolságát a teljesítmény-igény és a légellenállás optimalizálásával állítják be, úgy, hogy a lamellák mélyhúzásával csöves felületet hoznak létre.

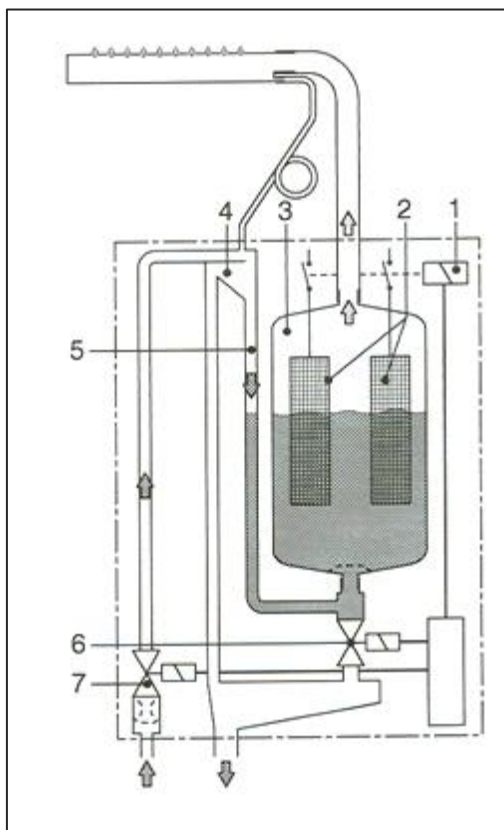


22. ábra Beltéri klíma berendezés rajza

Szervertermekben a párasítás is fontos tényező. A berendezés tartalmaz párasító készüléket, amely a vezetőképesége miatt áram indul meg, mely hőt fejleszt, és a vizet felforralja, gőz képződik.

A vizet lágyítanunk kell, ezt egy vízlágyító berendezés csinálja ami egy külön helyiségben van elhelyezve. A lágyvíz azért is fontos, mert ha csapvizet forralnánk folyamatosan, akkor az abból kicsapódó vízkő hamar tönkretenné a berendezést.

Az elektródák felületén a vízben oldott ásványi anyagok kiválnak, ami a hatásos felületet csökkenti. A gőzfejlesztőben a víz minőségét, vezetőképességét, úgy tartja folyamatosan állandó értéken, hogy a vizet a hengerbe bevezető és az ürítő mágnesszelepeket működteti.



23. ábra Párásító gőzhenger metszeti képe

Gőz-légnedvesítő zárt gőzfejlesztő hengerében lévő vízbe nyúló, feszültség alá helyezett elektromos ellenállásokban áram indul meg. Teljesen megegyezik az elvi felépítése a merülő forralóval. A fűtőellenállásokon keletkező hő forralja fel a vizet és állít elő gőzt. A berendezés elvi felépítését a 23. ábrán láthatjuk.

A víz a mágnesszelepen és a túlfolyón keresztül jut be alulról a hengerbe. A gőz a jelű hőszigetelt, flexibilis csővezetéken jut a perforált gőzosztó csőbe. A vízszintet egy szintszabályzó tartja állandó értéken. Teljesítménye folyamatosan szabályozható.



24. ábra Beltéri klímagépben elhelyezkedő egységek

A metszeti képen az alábbiak láthatók:

- 3db nagyteljesítményű ventilátor, amik a csőkégyön átáramoltatott hidegvizet az álpadló alá beáramoltatják.
- Bal oldalt a párasító henger látható, ami a megfelelő páratartalmat biztosítja.
- Jobb oldalon a vezérlés van és az erősáramú bekötés. A hőmérséklet és a páratartalom érzékelők is itt vannak elhelyezve. A visszaszívott levegőt mérik és ezáltal szabályoznak.
- A háttérben a csőkégyő van, és ezek előtt szűrőpaplanokat szoktak elhelyezni, hogy az esetleges kisebb porszemek is fennakadjanak és megszűrje a levegőt.
- A vízcső réz vezetéken van egy szervomotorral ellátott adagolócsap, ez szabályozza a csőkégyőbe beáramló víz mennyiségét.

7 Légkezelő egység

A folyadékhűtő által lehűtött vizet tudjuk használni nem csak a beltéri egységekben, hanem a tetőn elhelyezkedő légkezelő egységben is. Ha a kinti hőmérséklet 25 felé megy és szeretnénk az épület folyosóit, tárgyalóit, irodáit kellemes 22-23 körülre lehűteni akkor csak elég a légkezelő egységet olyan hőfokra beállítani és a folyadékhűtőből a 10°C-os víz egy csővezetéken keresztül a egy szivattyú segítségével beáramlik a légkezelő lamellás hőcserélőjébe. A légkezelő egy szeleppel tudja adagolni a, hogy mennyi vízre van szüksége a csőkiágban a kért hőmérséklet eléréséhez.

Kapacitás a légkezelőnek: 18000m³/h

Ez azt mutatja, hogy nagyjából egy óra alatt teljesen ellátja friss levegővel a berendezés az adott épületrészt.



25. ábra Lamellás hőcserélő képe

A beáramlott hidegvíz segítségével a ventilátorok befújják a kívánt hőmérsékletű levegőt az épületbe a folyosókba, tárgyalókba és irodákba. A hidegebb téli időszakban pedig fűtőszálak biztosítják a kellemes meleg komfortérzetet.

Szellőzésben a leglényegesebb a hőenergia megtakarítása, az állandó hőmérséklet fenntartása. A hő veszteség dinamikáját befolyásoló tényezők a falak hő védelmétől a fűtőelemekig és a fűtőrendszer minőségéig, a falpanel és az ablak illesztéseinek tömítettségéig, valamint a személyes fogyasztási szokásokig terjednek. A modern épületekben a szellőzés a teljes hőenergia fogyasztás akár 45%-át is igényelheti.

Levegő-hőkezelő berendezések segítségével biztosított, szabályozható légcseré és hő visszanyerés kötelező kellékei a modern házépítésnek. A mesterséges szellőztetés lehetővé teszi a elszívott levegő hőjének akár 90%-os visszanyerését.

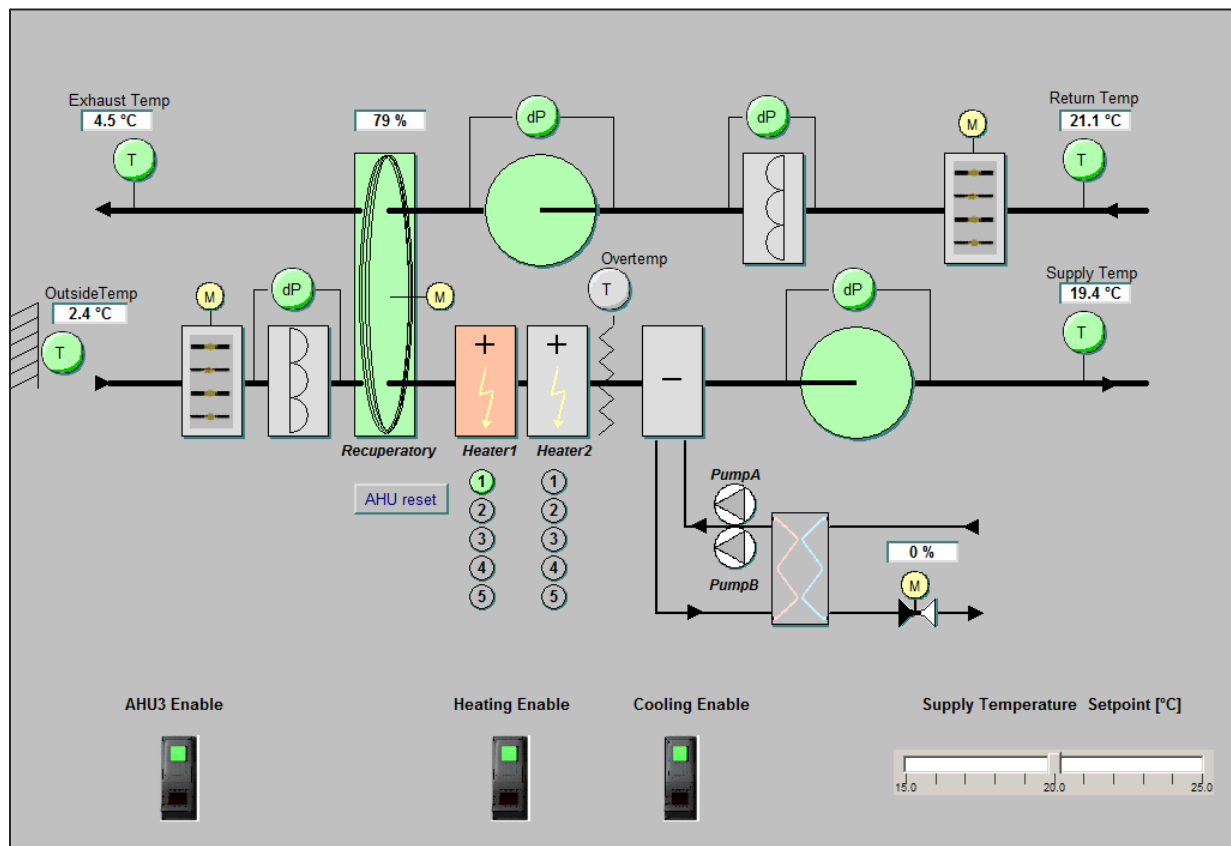
A hő visszanyerő szellőző berendezések és a légkondicionáló rendszerek együttes használata nem csak a helyiség kívánt mikroklímájának létrehozásához vezető leghatékonyabb út, hanem a költségek csökkentéséhez is.

A lemezes, keresztáramú vagy ellenáramú hőcserélő a legegyszerűbb, mivel nem tartalmaz mozgó alkatrészt és elektromos csatlakozásokat teljesen elválasztja a légáramokat nincs további energia- és karbantartásigénye.

A szellőzőrendszerekben a hő visszanyerő berendezések alkalmazása a megtérülési idő lerövidülését és az ilyen rendszerek ökológiai jellemzőinek javulását eredményezi, tekintettel az alacsony energiafogyasztásra, a hőenergia előállítására és elosztására fordított alacsony befektetési költségre, a környezet iránt tanúsított gondos hozzáállásra.

A kompakt levegőkezelő berendezések EC (elektronikus vezérlésű) motorokkal felszerelt új szériája 50%-ig terjedő energiafogyasztás csökkenést eredményez a hagyományos aszinkronmotorokhoz képest.

Az üzemelési költségek általában 30%-kal csökkenne. A BMS épületfelügyeleti rendszer segítségével az irodából tudjuk működtetni a berendezést és állítani a kívánt hőmérsékletet. A 26. ábra ezt mutatja be.



26. ábra AHU légkezelő berendezés a BMS felületen

8 Új folyadékhűtő bemutatása

A kialakításra került rendszerrel szemben támasztott követelményeket két csoportba sorolhatjuk, úgymint gazdaságossági és műszaki követelmények csoportja.

Elsődleges szempont természetesen a megfelelő műszaki követelmények felállítása, ettől függetlenül a gazdaságos telepítési- és üzemeltetési költség sem elhanyagolható. Az alábbiakban felsoroljuk, hogy milyen követelményeket állítottak fel a kialakításra került rendszerrel szemben a tervezés során.

Műszaki követelmények:

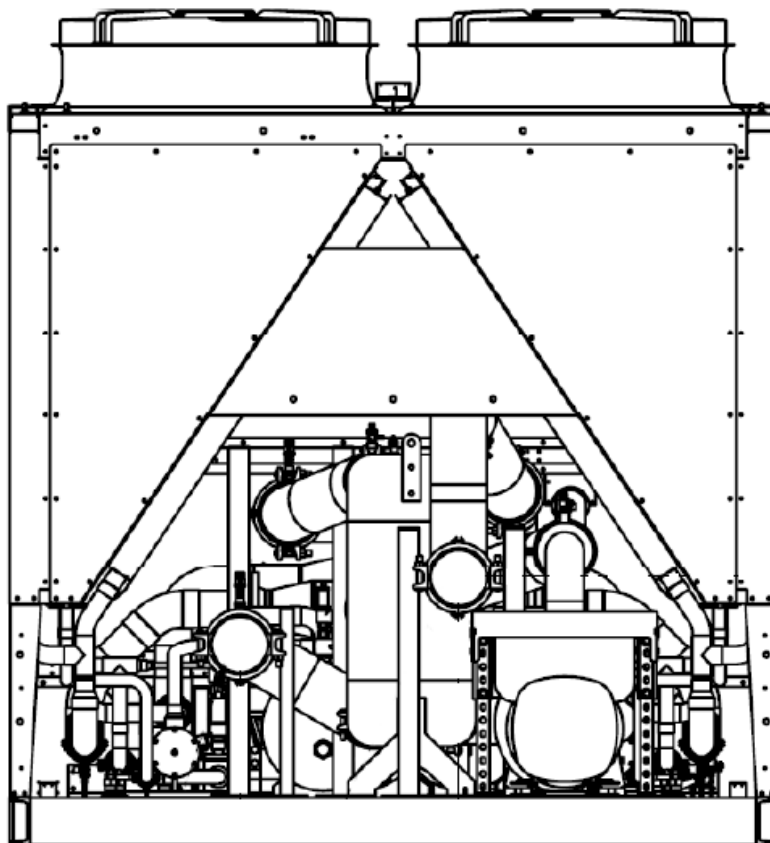
- A rendelkezésre álló hely szűkössége miatt a felhasznált elemeknek kompakt kivitelűeknek kell lenniük, illeszkedniük kell a már meglévő épület sajátosságaihoz
- A kialakított rendszernek megfelelő redundanciával kell rendelkeznie
- A kialakításra került új rendszernek – az adatközpont üzemének megzavarása nélkül – alkalmasnak kell lennie kalorikus, elektromos és automatika oldalon is a bővíthetőségre
- A kialakított rendszer elemeinek kültéri kivitelűnek kell lennie, a kialakított rendszernek és azok elemeinek fagyűrőnek kell lennie, illetve – amennyiben szükséges – fagyvédelemmel ellátottnak
- A kialakított rendszernek alkalmasnak kell lennie extrém alacsony- és magas környezeti hőmérséklet melletti tartós és üzembiztos működésre
- Áramkimaradásokkal szemben ellenálló kivitelűeknek kell lenniük az alkalmazott berendezéseknek.
- Áramszünet után meghatározott időn belül képesnek kell lennie a rendszernek leadni teljesítményének 100%-át
- A kompresszoros- és szabadhűtési üzem közötti váltásnak meghatározott időn belül véghez kell mennie (*Kéry Tamás, 2013*)

Gazdaságossági szempontok:

- A beruházási költség lehetőség szerinti alacsony szinten tartása
- A kialakított rendszerbe lehetőség szerint minél energiahatékonyabb kivitelű részegységek kerüljenek beépítésre

- A kialakított rendszernek nemcsak kompresszoros, hanem szabadhűtéses üzemre is alkalmasnak kell lennie

Természetesen egyértelmű, hogy az összes – a kialakított rendszerrel szemben támasztott – követelményt nem lehetett a projekt alatt maradéktalanul megvalósítani, de a tervezés során törekedtek rá, hogy a lehető legmagasabb színvonalú rendszer kerüljön kialakításra.



27. ábra Kompakt folyadékhűtő képe

A leglényegesebb különbség, hogy ez kompakt gép. Tehát nincs szükség glikol körre ezáltal a szabadhűtés nem a glikol körön megy végbe, hanem a hűtőgázt fogjuk a szabad hideg levegő segítségével lehűteni.

- kapcsolószekrény kialakítása ahol az erősáramú betáp lesz
- vezérlőrendszer és a kapcsolószekrénye automatika telepíté szárazhűtő
- pillangószelepek amiket lehet kézzel vagy motorosan mozgatni
- 2 db motoros vagy kézzel működtetésű pillangószelep ami kiváltja a háromjáratú kondenzátor oldali keverő szelepeket
- hőmérsékletérzékelők, nyomásérzékelők és differenciálynomás érzékelői automata bekötése a BMSrendszerbe

Az automatika egységek a folyadékhűtő mellett helyezkednek el, a kapcsolószekrényben foglalnak helyet különböző bontásokban.

A hűtőgépek több független, de egymással kommunikáló és együttműködő automatika rendszer szabályozza. Az automatika rendszerek azonos hardveres felépítésűek, a szoftver ugyanaz így biztosítva a külön egységek azonos működését.

A vezérlőegységen futó szoftver két részből áll.

- Az első a helyi működés biztosításáért felelős,
- A második pedig a csoportvezérlés működését felelős

A BMS rendszeren az üzemmódok hasonlóak. Az alábbi üzemmódok közül lehet választani:

- Szabadhűtés
- Kompresszoros hűtés
- Group Auto üzemmód
- Kézi üzemmód

A csoportvezérlő kizárólag a Group Auto állásban üzemelő egységeket vezérli, és ezekért felelős.

Vezérli az egyes egységeket Compressor - Free-cooling - OFF üzemállapot szerinti működésre.

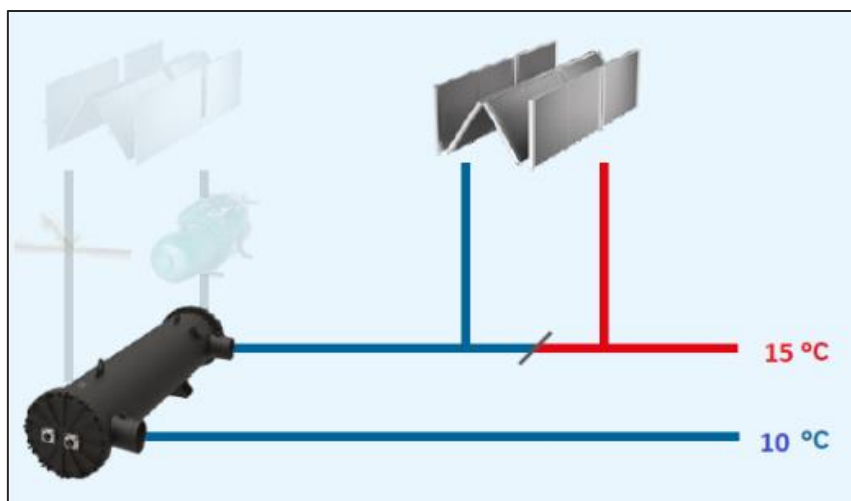
Ha az egységek kommunikációi között zavar lépne fel vagy megszakadna a kapcsolat, akkor csak a helyi, Lokal üzemmódban tudjuk üzemeltetni a folyadékhűtőket amíg a kapcsolat helyre nem áll.

Lehetőség van fő üzemállapotok kényszerített, kézibe átkapcsolva üzemeltetésére.

Szabadhűtés üzem:

Különbség a mostani géphez képest, hogy szabadhűtésnél nincs szükség glikol körre, illetve azok szivattyújára és vezérlésre, mert itt a visszatérő 15°C-os vizet hűtjük le.

Szabadhűtési hőfok: 5°C alatt tud csak megvalósulni.



28. ábra Szabadhűtés elvi sémája

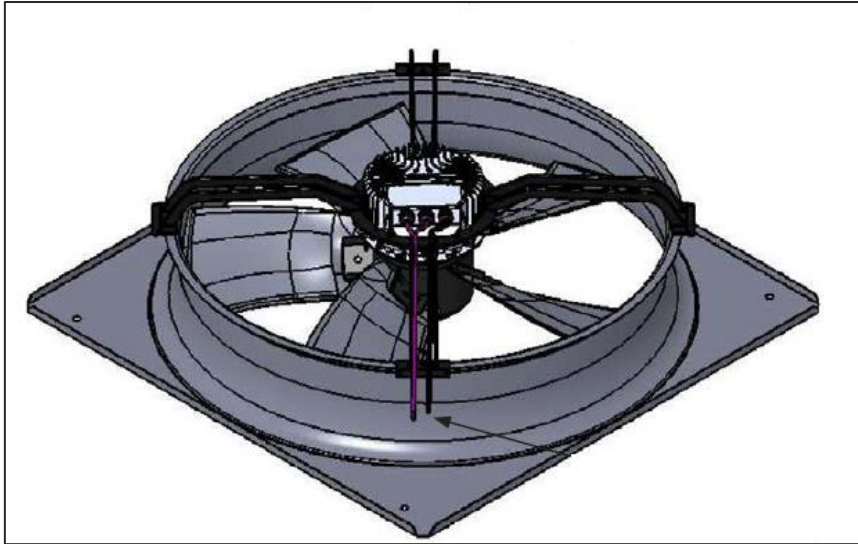
Ilyenkor a kompresszor nem dolgozik csak a lamellás hőcserélőkben áramlik a meleg visszatérő víz.



29. ábra Szabadhűtés, szivattyú és a víz áramlása a beltéri klímasekrényekbe

Az ekkor keletkezett 10°C-os hűtővizet a szekunder szivattyúk segítségével az épületbe és a beltéri klímasekrényekbe juttatjuk, Mint az elvi ábrán is látszódik.

A szabadhűtésért felelős lamellás hőcserélőben a ventilátorok hűtik a kinti hideg levegő segítségével a gőzt. Ezeket a ventilátorokat automatika szabályozza, a fordulatszámukat.



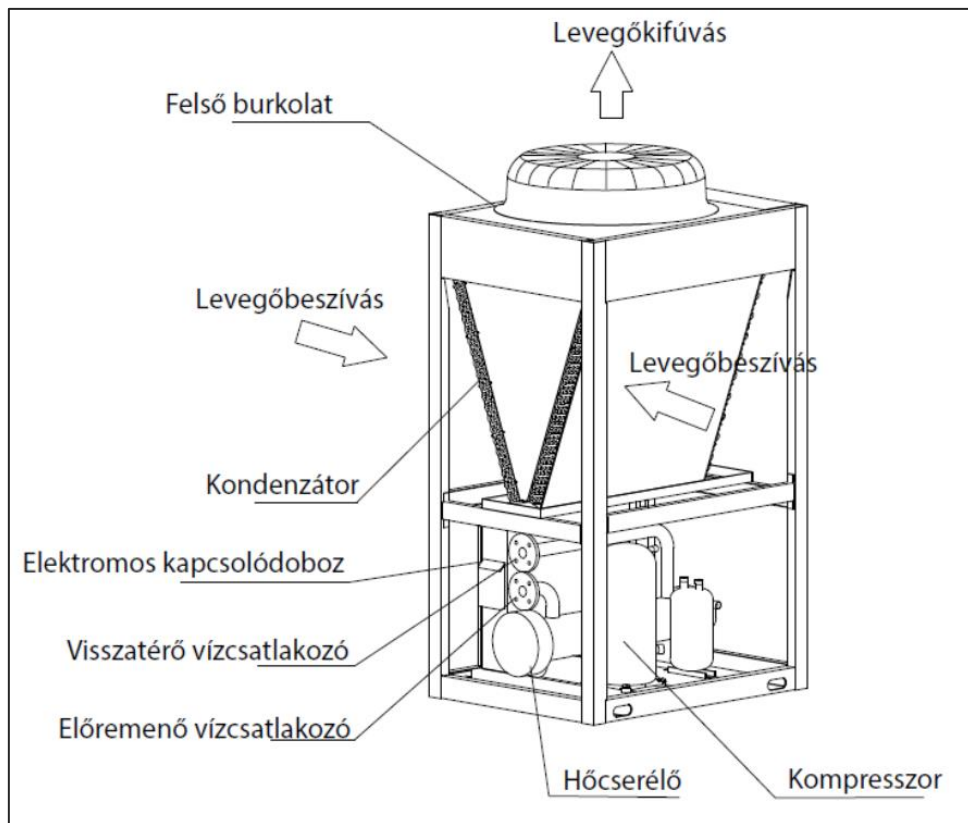
30. ábra Ventilátor 3D rajza

A kívánt hőmérséklet elérése érdekében az automatika szabályozza a fordulatszámot. Ha nagyobb hűtésre van szükség akkor 100%-on járátja a ventilátorokat, ilyenkor a 400-500kW teljesítményt is leadhatnak a szabadhűtők. ha pedig nincs nagy igény a hűtésre, akkor csak 50%-on járnak a ventilátorok.

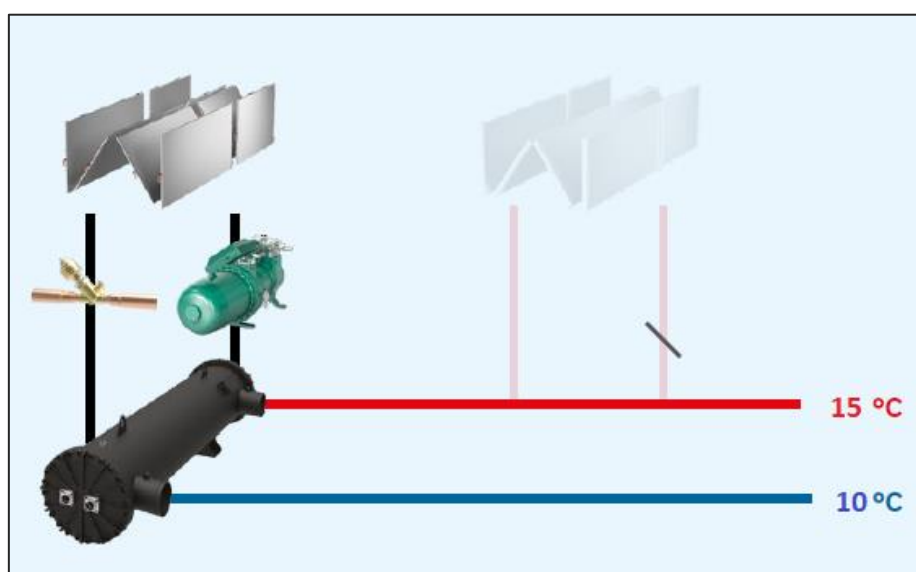
Kompresszoros üzem:

A kompresszoros üzem körfolyamata ugyan az, mint az előbbieken részleteztem csak glikol kör nélkül. Ez az előnye a kompakt folyadékűtőknek.

Egy elvi vázlaton be tudom mutatni a részeit.



31. ábra Kompakt folyadékűtő elvi felépítése



32. ábra Kompresszoros hűtés elvi séma

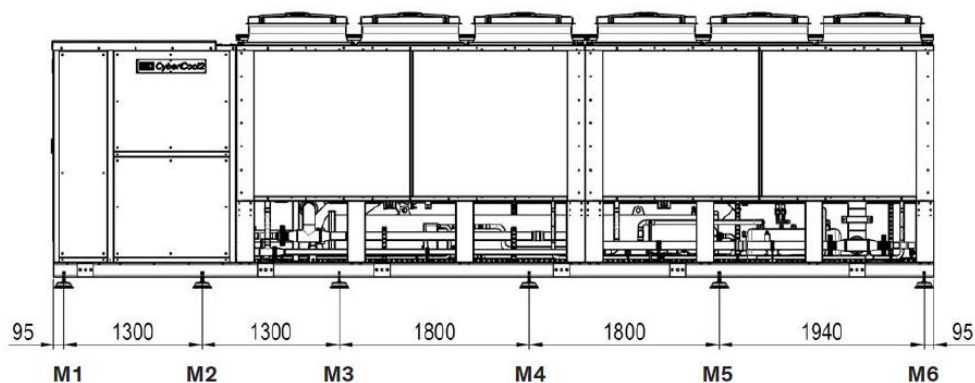
Az elvi ábrán látható ahogy a 10°C - 15°C optimális hőmérséklet arány lejátszódik a folyadékhűtőben.

Főbb műszaki adatok 100% teljesítmény mellett:

Hűtővíz előremenő	10	°C
Hűtővíz visszatérő	15	°C
Glikol	0%	%
Hűtőközeg	R1234ze	-
Kompresszor típusa	csavar	-
Kompresszor darabszáma	2	db
Kompresszoros hűtés teljesítménye	722	kW
Kompresszoros hűtés minimális modulált teljesítménye	200	kW
Kompresszoros hűtés külső hőfok	45	°C
Szabadhűtés teljesítménye	768	kW
Szabadhűtés külső hőfok	+2	°C
EC motoros ventilátor hajtás	igen	i/n
SEPR technológiai hűtés éves hatásfok	7,44	kW
Maximális elektromos teljesítmény felvétel	271	kW
Elektronika független betáplálása UPS-ről	igen	i/n
Maximális üzemi áram	475	A
Maximális indítási áram	639	A
Hossz	9480	mm
Szélesség	2300	mm
Magasság	2670	mm
Üzemi tömeg	12677	kg

33. ábra Teljesítményadatok

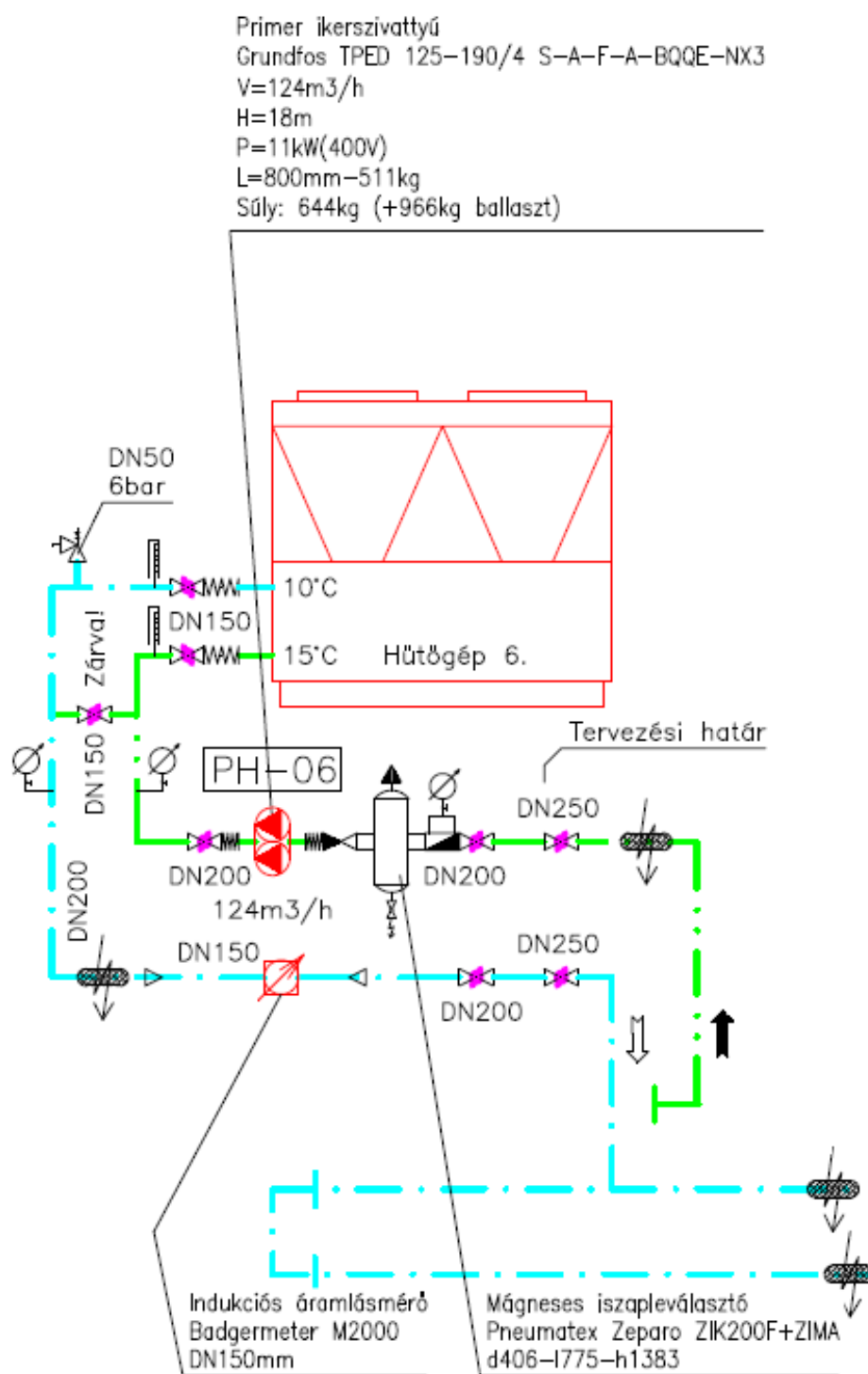
A folyadékhűtő befoglaló méretei és a tömege hasonlónak kell lennie. Ha a méretileg eltér akkor a csövezéssel és a bekötésekkel sok az utómunka, vagy a nagy méret esetén nem férne be a számára előkészített helyre.



34. ábra Kompakt folyadékhűtő befoglaló méretei

Ha nagyobb a tömeg akkor statikai számításokat kell végezni vagy András keresztet kell betenni a tartószerkezetbe a nagyobb teherbírás érdekében.

A gépészeti bekötések terv szerinti rajza. Látható rajta, hogy hol helyezkedik el a szivattyú, a folyadékhűtő, az áramlásmérő, az iszapleválasztó, és a hidegvíz útja az épületbe.



35. ábra Kompakt folyadékűtő gépészeti bekötési rajza

Széles körben kell piackutatás készíteni a lehetséges hűtőgépek meghatározására a kiviteli tervezést megelőzően. Legfőbb szempont, hogy a tervezésnél kiválasztott folyadékhűtőgép típusa a tervezési és a műszaki paramétereket elégítse ki.

Az alábbi fő szempontokat vette figyelembe a megrendelő az új gép beüzemelésével kapcsolatban:

- Maximális hossza a gépnek 9m, mivel nagyobb hely nem áll rendelkezésre és a gépészeti bekötéseknek is van helyigényük. Ez le lett egyeztetve a gyártó céggel
- Maximum 15000 kg lehet a tömege, ahogy már fentebb leírtam a tartószerkezeti I gerendák sűrűbbre rakására és András keresztire lenne szükség
- Mindenképpen el legyen látva fagyvédelemmel, ez a kiválasztásnál fontos szempont
- A legfontosabb a megfelelő külső hőmérséklet alatti szabadhűtés teljesítménye
- Mivel a berendezés a tetőn lesz elhelyezve ezért kültéri, időjárásállónak kell lennie
- N+1 redundanciának mindig teljesülnie kell
- Mivel a folyadékhűtők nem szünetmentes tápról lesznek üzemelve, így a gyors újraindítás alapfeltétel. BMS rendszerről indítást kérvényezve lett az automatika kiépítésénél, ha esetleges fáziskimaradás történne
- Viszont az elektronika és az azt kiszolgáló egységek UPS rendszerrel vannak támogatva.
- Folyadékhűtő maximális zajszintje 90dBA lehet 100%-os kompresszor és ventilátor kiterheltségkor. A hangtompító falak ezt az értéket még határértéken belül tudják tartani.
- A folyadékhűtőket csak úgy lehet kicserélni, ha egyesével cseréljük ki és úgy kötjük be mind gépészeti, mind elektromos oldalról. Az üzemelést nem zavarhatja meg. És így egyesével ki lehet szépen cserélni és elindítani a hűtőgépeket. A megfelelő csőszakaszokat ki kell addig zárni, hogy se a telepítés se az üzemelés ne legyen fennakadásokkal teli.
- 5000kW az összes gép teljesítmény amire maximum szükség lehet.
- Ez gépenként számolva 800kW kompresszor teljesítményt igényel. Külső hőmérséklet maximum 40°C lehet, addig még vissza tudja hűteni.
- 400kW szabadhűtési igény gépenként teljesen megfelelő, és a minimum külső hőmérséklet 5°C amitől lentebb a szabadhűtés optimálisan üzemeltethető.

30XBP 0750A

Air-cooled chiller with fixed-speed screw compressor

Performance Information			
Mode		Cooling	Free Cooling
Cooling Capacity (1)	kW	823	387
Cooling Efficiency (EER) (1)	kW/kW	2.73	16.2
Unit Power Input (1)	kW	302	23.9
Sound Power Level (LwA) (1)	dBA	97	-
Sound Pressure Level at 10.0 m (LpA) (1)	dBA	64	-
Minimum Capacity (2)	kW	124	-
Maximum Capacity	kW	823	-

(1) All performances (except free cooling) are compliant with EN14511 - 3 : 2018. Sound power level according to ISO9614 - 1.
(2) Due to the minimum flow rate allowable, a lower inlet water temperature might have to be specified to achieve this performance.

Operating Conditions			
System element		Cooling	Free Cooling
Evaporator			
Fluid Type		Fresh Water	Fresh Water
Fouling Factor	(sqm-K)/kW	0	0
Leaving Temperature	°C	15.0	15.0
Entering Temperature	°C	20.0	17.4
Fluid Flow	l/s	39.4	39.4
Total Pressure Drop	kPa	48.3	48.7
Condenser			
Entering Air Temperature	°C	45.0	2.0
Altitude	m	0	0

Unit Configuration	
118A	Dx Free Cooling system on two circuits
149B	Modbus over IP and RS485
15	Low noise level
156	Energy Management Module
20A	IP54 control box
23A	Enclosure panels
25C	Low inrush current
266	Welded evaporator connection kit
281	Evaporator with aluminum jacket
41A	Water exchanger frost protection
CS	Commodity Surcharge
EU	Europe Compliance



AQUAFORCE

Non contractual picture

Seasonal Efficiency (3)			
Allowed applications for CE mark:			
Comfort Cooling : T ₂ 2°C*	SEER _{12/7°C} η _p cool	4.61	181
High Temp. Process Cooling : T ₂ 2°C*	SEPR _{12/7°C}	5.81	

* ECODSIGN Compliant per (EU) N°2016/2281

(3) All data related to seasonal efficiency are given for standard units and main options (Brine, pump, energy efficiency...).

Unit Information	
Manufacturing Source	Montluel
Refrigerant Type	R134a
Refrigerant Weight	kg 129
Tonnes CO2 Equivalent	Tonnes 184
Number of Refrigerant Circuit	2
Number Of Passes (Evaporator)	2
Number Of Compressor	2
Number Of Fan	12
Operating / Shipping Weight	kg 5724/5626
Unit Dimensions (LxWxH)	mm 7186x2253x2322

Electric Information		
Unit Voltage	V-Ph-Hz	400-3-50
Standby Power	kW	0.200
Power Factor		0.886
Circuit 1		
Maximum Current	A	502
Start Up Current	A	671
Current at Eurovent Conditions	A	390

Documentation	
---------------	--

36. ábra Kompakt folyadékhűtő gyári adatai

A kompakt folyadékhűtő berendezés adatai és a gyártó által meghatározott értékek.

9 Két folyadékhűtő összehasonlítása, konklúzió

Sok óras munka eredménye és sok energiát belevettem, hogy megfelelően prezentálni tudjam a tapasztalataimat és bemutassam az eredményeket. Lépésről lépésre végig fogom venni az előnyöket és a hátrányokat. Természetesen az fogyasztási és beállítási, technikai adatok a legfontosabb, hogy az adatközpont minél gazdaságosabban üzemeljen.

Szabadhűtés

2023-ban a meteorológiai szolgálat adatai alapján a szabadhűtésű órák száma hozzávetőlegesen 1300 óra lesz, ami azt jelenti, hogy az 5°C alatti hőmérsékletet hasznosítani tudjuk ezáltal.

Ezt alapul véve 1300óra szabadhűtés 6db géppel számítva 7800 óra szabadhűtési kapacitást feltételez a 2023-as évre.

Százalékosan kifejezve $1300/7800 \times 100 = 16,6\%$ kapacitást jelent, éves viszonylatban.

Ebből következik, hogy az év összes óráját nézve 8760 óra és azt 6db géppel számoljuk.

$$8760 \times 6 = 52560$$

Kompresszoros hűtés

Tehát **52560 óra** a kompresszoros hűtés, ami **83,4%-át** teszi ki a teljes hűtésnek. Ez azt bizonyítja, hogy a kompresszor az év nagy részében járni fog ezáltal nem mindegy a fogyasztás.

A **COP (teljesítmény együttható)** és az **EER (energia hatékonysági arány)** a légkondicionáló berendezések, folyadékhűtők fűtési és hűtési hatékonyságát írja le.

Az adott fűtési vagy hűtési teljesítmény generálásához szükséges elektromos energia arányát fejezik ki.

Ha pl: egy légkondicionáló berendezés 5kW hőt termel 1kW elektromos energiából, annak COP értéke **5,0**.

Ha pl: egy SPLIT klíma 5kW hűtőteljesítményt termel 1kW elektromos energiából, annak EER értéke **5,0**.

Minél magasabb a COP és EER érték, annál energiahatékonyabb a berendezés.

Ez ami a legfontosabb tényező az üzemeltetés során, és az üzemeltető kollegáknak a legjobban ezt kell szem előtt tartani az üzembiztonság után.

Jelenlegi kivitel (Carrier 30XW-P0862 Aquaforce)

Kompakt Folyadékhűtő (Carrier 30XBP 0750A)

	30XW-P0862		30XBP 0750A
Áramfelvétel induláskor (A)	580		671
Áramfelvétel üzemközben (A)	320		340
Teljesítmény kompresszoros (kW)	800		830
Teljesítmény szabadhűtés (kW)	400		400
EER kompresszoros üzemben	4,2		2,73
EER szabadhűtésben	12,5		13,5

A táblázatból az alábbiak szűrhetők le:

Habár az áramfelvétel magasabb az új gép esetében, és ezáltal a fogyasztási adatok is magasabbak lesznek, az energia hatékonysági arány még mindig alacsonyabb.

Az indítási árammal nem számolok, mert az csak induláskor magasabb, utána visszacsökken az üzemviteli áramfelvételre.

Nekünk ami fontos az az EER, mert ez mutatja meg a felhasznált energia arányát.

Szóval ezen a téren vannak előnyök és hátrányok mindkét gépet vesszük alapul.

Az energiateljesítmény hatékonysága (PUE) egy olyan mutató, amelyet az energiateljesítmény mérések meghatározására használnak. A PUE-t úgy kell kiszámítani, hogy összehasonlítsa az adatközpont által felhasznált teljes energiát a számítástechnikai eszköznek továbbított tényleges energiával.

The Green Grid nevű konzorcium tagjainak csoportja elsősorban az adatközpontok energiateljesítményére összpontosít.

PUE értéket a következő táblázatban lett meghatározva.

A teljes infrastruktúrateljesítmény az adatközpontba belépő teljes energia, amelyet a közmérő mérnek. Az informatikai berendezések teljes energiája az a teljesítmény, amelyet a létesítményen belüli számítógépes berendezések futtatására használnak. Az adatokat kW-ban kell megadni és mérni.

PUE meghatározásakor a teljes IT fogyasztást mérjük, csak azt ami az ügyfelek felé megy. Semmi mást.

Ez azt jelenti, hogy a 10kV-os betápon mért energia hányadosa!

Jelen estben az első épületrésznel: ~1,5

Az adatok meg lettek határozva a vezetőség és a mérnökség által. Amiről nem volt pontos érték azt tapasztalati úton lett beírva, de a jövőben ezeket az értékeket vesszük alapul.

ENERGETIKAI MAXIMUM SZÁMÍTÁS			2+3 épületrész
Adatparki zóna alapterület 2-es épületrész:	3400	m2	
Kiegészítő területek 2-es épületrész:	2070	m2	
Adatparki zóna alapterület 3-as épületrész:	2000	m2	
Kiegészítő területek 3-as épületrész	2000	m2	
Méretezési külső hőmérséklet:	45	°C	
Zóna belső hőmérséklet:	22	°C	
Hűtővíz hőfok	10/15	°C	
A hűtőgép EER száma a méretezési külső hőmérsékletnél:	2,60	--	
Mértékadó fajlagos IT hőfejlődés:	787	W/m2	
Hűtési teljesítmények:			
1-es (épületrésznek) átadott villamos energia	750	kW	
2+3-as (épületrész) összes IT hőteher	4250	kW	
2-es épületrész UPS hőfejlődés (96% hatásfok):	Előzetesen: 200	350	kW
Kapcsolótér belső hőterhe:		40	kW
Klímaszekrények ventilátorainak villamos fogyasztása (4%):		170	kW
Frisslevegő 2-es (épületrész) (1x légcserre)	16410 m ³ /h	96	kW
Világítás 2-es (épületrész) (10W/m2)		55	kW
számolva			
Épület külső hőterhe 2-es (épületrész)		52	kW
Frisslevegő 3-es (épületrész) (1x légcserre)	12000 m ³ /h	70	kW
Világítás 3-es (épületrész) (15W/m2)		40	kW
Épület külső hőterhe 3-es (épületrész)		52	kW
A hűtési rendszer tervezett kapacitása mértékadó esetben:		5175	kW
Szivattyúk által a rendszerbe bevitt hűtés (60% hatásfok):	885 m ³ /h	82	kW
Összesített hűtési teljesítmény a hűtőgépeknél:		5257	kW
Villamos teljesítmények:			
1-es (épületrész) átadott villamos energia	750	kW	
(2+3)-as (épületrész) Szerverek energiafogyasztása:	4250	kW	
UPS+kapcsolótér villamos vesztesége:	350	kW	
Klímaszekrények ventilátorainak villamos fogyasztása:	170	kW	
A hűtőgépek elméleti villamos teljesítménye:	2022	kW	
Szivattyúk:	82	kW	
Gépészeti villamos energia igény:	2274	kW	
Az adatközpont teljes villamosenergia fogyasztása:	7624	kW	
PUE szám csúcsterhelésnél:	1,52	--	

2022 Árkalkuláció Kompakt Folyadékhűtő (Carrier 30XBP 0750A)

CARRIER 30XBP 0750A típusú PRÉMIUM hatásfokú csavarkompresszoros vízű hűtésű

Folyadékhűtő berendezés	85330	EUR
Magas kondenzációs hőmérséklet opció	6290	EUR
Energia management modul opció (távvezérlés, távfelügyelet)	410	EUR
148B CCN/JBUS konverter opció (épületfelügyelethez csatlakoztatás)	345	EUR
Érintőképernyős vezérlő felület opció	420	EUR
20A IP 54 védettség opció	95	EUR
Elpárologtató fagyvédelmi fűtés opció	2990	EUR
8 30HX-900-052-EE 6" victaulic csatlakozó készlet	850	EUR
Üzembehelyezési díj	845	EUR
Meglévő Carrier 30XW-P0862 Aquaforce berendezések beszámítása	-8600	EUR

Hozzávetőleges géptelepítés költségek: 89000 EUR

Az ajánlatban szereplő árak 1db gép esetén értendők. Több gép esetén ezt a számot meg kell szorozni az igényelt mennyiség darabszámával. Ez jelen esetben 6db folyadékhűtő gép lenne. A jelenlegi csarnokrészt és a jövőbeni új csarnokrészt együtt szeretnék ellátni a technikai hűtéssel.

Energiaigények az adott épületrészre számolva:

Jelenlegi (2022-es) fajlagos teljesítmény:	0,315kW/m ²
Kiadható fajlagos teljesítmény:	0,285kW
Összes beépített működő teljesítmény:	2155kW
Összes jelenlegi (2022-es) nem kritikus teljesítmény:	314kW
Teljes géptermin terület (2022-es) adat:	6355m ²

A jelenlegi és a tervezett folyadékhűtő rendszert tudja teljesíteni a kívánt követelményeket, hűtési igényeket.

Folyadékhűtők mutatóinak összehasonlítását nézve a kompresszoros üzemet jobb EER értékkel az új folyadékhűtő adja. Szabadhűtést nézve viszont a másik, a jelenlegi konstrukció számai a jobbak.

Ez annak is köszönhető, hogy nagyobb a szárazhűtő felülete és a teljesítménye. Viszont éves szinten a kompresszoros üzemmód jóval magasabb számot mutat, mint a szabadhűtés.

Én a 2022-es évet vettem alapul.

Csak szabadhűtésű órák száma: 3170óra

Szabadhűtés és kompresszoros hűtés együtt: 3166óra

Csak kompresszoros hűtés: 3855óra

Tehát az új folyadékhűtő koncepció az gazdaságosabb kivitel lenne.

Viszont az új rendszer és a beépítésének ára nem olcsó, 89.000EUR/gép, és ha úgy számolok, hogy 6db gép elegendő lenne a teljes 2+3 épületrészre akkor ez az összeg 6x89.000EUR lesz, így **534.000EUR**

Egy ilyen beruházás során nem csak magát a gépeket és a kivitelezést kell érteni, hanem az ehhez tartozó épületfelügyeleti rendszerben való átprogramozást is amit nehéz összegben megbecsülni.

Konklúzió:

Habár a jelenlegi folyadékhűtő által biztosított technológiai hűtés magasabb értékeket mutat a kompakt folyadékhűtő által vállalt számoknál, teljesítményben és hatásfokban is, a nagy beruházási összeg sok év múlásával térülne csak meg. És a jövőbeli terveket nem ismerve, 10-15 év múlva lehet, hogy még jobb konstrukció lenne a piacon, ami viszont még ennél is jobb mutatókkal rendelkezik.

Az, hogy a kompakt folyadékhűtőhöz nem kell glikol kör és szivattyúk az már árcsökkentett kivitel.

Zajszintileg a 90dBA maximális működés közben a kompresszor és a ventilátorok a megengedett zajterhelése, de a hangtompító falakat itt is fel lehet használni egy kis átalakítással.

10 Összefoglaló

A kidolgozás első részében bemutatom, hogy az adatközpontal szemben milyen elvárások és követelmények vannak. Mi is az adatközpont, és milyen biztonsági és technikai feltételei vannak a működésének.

Utána bemutatom a hűtési folyamatot kitérve az elméleti kompresszoros hűtésre, részletesen leírom a folyadékhűtő működését, taglalom a részeit és azok üzemvitelét.

Az automatika és vezérlő egységeket leírom és képekkel próbálom érthetővé tenni a működést.

Az üzemállapotok segítenek könnyíteni az üzemeltető kollegák munkáját, hogy az irodából a BMS rendszer segítségével kezeljék és utasítsák a berendezést ahogy ők szeretnék.

A csőrendszer, szivattyúk, glikol körök bemutatása tovább szemlélteti a rendszer bonyolultságát és leírom a légkezelő egység működését is.

Zajmérésekkel bizonyítom, hogy az adatközpont a város közepén is működhet, és a lakókat nem fogja zavarni sem nappal sem éjszaka a gépek működése, mert a zajcsillapító fal a határértéken belül tartja az üzemelésből fakadó hangokat.

A kiviteli és tervezési lépéseket bemutatom, és az új folyadékhűtőt is vizsgálom több szempontból is.

Végül konklúziót vonok le a két gép működése között. Összehasonlítom őket és javaslatokat teszek a műszaki paraméterek értékelése alapján.

11. Summary

In the first part of the elaboration, I present the expectations and requirements for the data center. What is the data center and what are the security and technical conditions for its operation.

Afterwards, I will present the cooling process, focusing on theoretical compressor cooling, describe the operation of the liquid cooler in detail, discuss its parts and operation.

I describe the automation and control units and try to make the operation understandable with pictures.

The operating conditions help facilitate the work of the operating colleagues, so that they can manage and command the equipment as they wish from the office with the help of the BMS system.

The presentation of the pipe system, pumps, and glycol circuits further illustrates the complexity of the system, and I also describe the operation of the air handling unit.

With noise measurements, I prove that the data center can also operate in the middle of the city, and that the residents will not be disturbed by the operation of the machines either day or night, because the sound-absorbing wall keeps the sounds arising from the operation within the limit value.

I present the construction and design steps, and I also examine the new liquid cooler from several points of view.

Finally, I draw a conclusion between the operation of the two machines. I compare them and make recommendations based on the evaluation of the technical parameters.

12. Köszönetnyilvánítás

Szeretnék köszönetet mondani a konzulensemnek, a kollegáimnak, a szakszervízes szerelőknak, és akik tanácsokkal elláttak és támogattak a szakdolgozatom írása közben.

Köszönöm nektek.

Remélem, az épületüzemeltetési kollegák szívesen fogják majd venni a dolgozatomban felhozott problémákat és javaslatokat.

Mivel az üzemeltetésnél dolgozom így szívesen fogadom majd az ők észrevételeiket és tanácsaikat a jövőben is.

13. Irodalomjegyzék:

- Kovács Gábor IAS automatika, 2015
- Dr Beke János: Műszaki hőtan mérnököknek 1997
- Adatközpontok energetikája, 2015
- Kéry Tamás, 2013
- CARRIER UNIVERSITY BSS EMEA, 2008
- Carrier SCS Montluel, France, 2018
- Dr Jakab Zoltán: Kompresszoros hűtés 1
- Dr Jakab Zoltán: Kompresszoros hűtés 2
- Marcsó Sándor Légtechnika I. 2010
- ÉPÜLETTECHNIKAI RENDSZEREK ÉS RENDSZERELEMEK Verbai Zoltán, Kalmár Tünde Csáky Imre, Kalmár Ferenc
- Épülettechnikai rendszerek és rendszerelemek, 2009
- MARCSÓ Sándor: Légtechnika II; Klímaberendezések, 2010
- Rittal BITKOM irányelvek, 2016
- Bogár, 2010
- Rechnagel-Sprenger-Schramek - Fűtés- és klímatechnika 2000 I. kötet