

SZAKDOLGOZAT

Budai Gábor

2023



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Szent István Campus

Műszaki Intézet

Gépészmérnöki alapképzési szak

**Irodaház energetikai korszerűsítési lehetőségének vizsgálata -
hőszivattyús rendszer beépítése**

Belső konzulens: Dr. Szabó Márta
egyetemi docens

Belső konzulens intézete/tanszéke:
Műszaki Intézet
Épületgépészeti és Energetikai
Tanszék

Külső konzulens: Varga Balázs
G-01-11599
MEVAPLAN TEAM Mérnökiroda Kft.

Készítette: Budai Gábor

Gödöllő

MŰSZAKI INTÉZET
GÉPÉSZMÉRNÖK ALAPSZAK
ÉPÜLETGÉPÉSZ specializáció

SAKDOJGOZAT

feladatlap

Budai Gábor (10Q34D)

részére

A szakdolgozat címe:

Irodaház energetikai korszerűsítési lehetőségének vizsgálata

Feladatkiírás:

A szakdolgozatban tárgyalt irodaház üzemeltetése során kialakult igények alapján elvégzendő az épület energetikai ellenőrzése, az épületgépészeti korszerűsítési lehetőségek feltárása és összehasonlítása, valamint ezek alapján javaslatétel a fejlesztés irányának meghatározására, tervek elkészítésével.

Közreműködő tanszék: Épületgépészeti és Energetikai Tanszék, Gödöllő

Külső konzulens: Varga Balázs okleveles gépészmérnök, MEVAPLAN TEAM Mérnökiroda Kft. 1113 Budapest Villányi út 20/B 3. em. 1

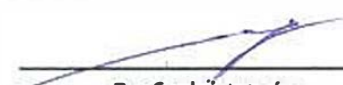
Belső konzulens: Dr. Szabó Márta egyetemi docens, MATE, Műszaki Intézet

A dolgozat beadási határideje: 2023 év november hó 6 nap


Kelt: Budapest, 2023 év szeptember hó 13 nap

Jóváhagyom


Dr. Schrempf Norbert Attila
(tanszékvezető)


Dr. Szabó István
(szakfelelős)

Átvettem


Budai Gábor
(hallgató)

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

Kelt: Budapest, 2023 év11.....hó11...nap



Varga Balázs
(külső konzulens)

Tartalom

1.	Bevezetés, célkitűzés	6
2.	Szakirodalmi áttekintés.....	7
2.1.	Irodák története röviden	7
2.2.	Irodaépületek energiafogyasztása	11
2.3.	Energiaválság, kihívások napjainkban	15
2.4.	Jellemző energetikai rendszerek.....	18
2.4.1.	Gázkészülékek.....	19
2.4.2.	Hőszivattyúk.....	22
2.4.2.1.	Jellegzetes értékek hőszivattyúknál.....	23
2.4.2.2.	Víz-Víz hőszivattyúk.....	25
2.4.2.3.	Levegő-víz hőszivattyúk.....	29
2.4.3.	Hőszivattyú üzemmódjai	29
2.4.4.	Egyéb hőenergiatermelő rendszerek	32
2.5.	Irodalomelemzés konklúziói	33
3.	Elvégzendő feladatok, alkalmazott módszerek.....	34
3.1.	Az irodaépület gépészeti rendszerei	34
3.1.1.	Az irodaépület hőellátása és fűtési rendszere.....	34
3.1.2.	Használati melegvíz rendszer.....	43
3.1.3.	Szellőző rendszer.....	47
3.1.4.	Hűtési rendszer	48
3.1.5.	Az épület hűtési és fűtési rendszerének működési leírása	48
4.	Energetikai elemzés	51
4.1.	Földgázfogyasztás.....	51
4.2.	A kiinduló állapot órás gázfogyasztása.....	52
4.3.	Villamos energia fogyasztás.....	53

4.4.	Összesített energiafogyasztás.....	54
4.4.1.	Energiaköltségek	54
4.5.	A tervezett állapot.....	56
4.5.1.	Energiafogyasztás a tervezett állapotban	57
4.6.	Korszerűsítés utáni állapot vizsgálata	58
4.6.1.	Energiafogyasztás.....	58
4.6.2.	Energiaköltség.....	58
4.6.3.	CO ₂ kibocsátás.....	58
4.7.	A megvalósult fejlesztés hatására jelentkező megtakarítások.....	58
4.8.	Az energiafogyasztás és az energiamegtakarítás a megvalósult fejlesztéssel	59
5.	Eredmények értékelése	60
6.	Összefoglalás	61
7.	Summary	63
8.	Irodalomjegyzék	67
9.	Mellékletek.....	68

1. Bevezetés, célkitűzés

A szakdolgozat témája egy budapesti irodaház energetikai korszerűsítése, hőszivattyús rendszer hozzáadása fűtési-, hűtési rendszerhez, mely együtt dolgozik a meglévő folyadékhűtőkkel és a kazánokkal.

A megrendelő, a MEVAPLAN TEAM Mérnökiroda Kft.-t bízta meg az fejlesztés lehetőségeinek megvizsgálásával, mely folyamat Varga Balázs G-01-11599 okleveles gépészmérnök közreműködésével zajlik, én gyakornokként segítettem a munkát.



1. ábra Az irodaépület homlokzati képe (2023)

Az épület egy hat szintes irodaház, mélygarázs, földszint, három emelet, tetőtérrel. A fejlesztési irányt a megvalósult napelemes beruházás adta meg, mivel az így előállított energia kiválthatja részben, vagy egészben, a meglévő földgáz üzemű kazánokat. A meglévő rendszer adatai és a tulajdonosi igények alapján egy előzetes tanulmány készült a fejlesztéshez.

Az irodaház 2003-ban épült, a fűtési igényt három darab 110 kW teljesítményű gázkazán biztosítja. A hűtési igényt két darab 140 kW teljesítményű légszűrő nélküli folyadékhűtő elégíti ki. A gépészet a tetőtérben helyezkedik el. Az irodák fűtését és hűtését négy csöves fan-coil hálózat biztosítja, mely lehetővé teszi az épületen belül egyidejűleg a hűtést és a fűtést.

Elvégzendő feladatok:

- épület energetikai felmérése, ellenőrzése,
- üzemeltetési költségcsökkentés lehetőségének vizsgálata,
- a korszerűsítés során tervezett berendezések kiválasztása, méretezése,
- megvalósítás gazdasági számítása.

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1. Irodák története röviden

Az irodák kialakulása, mint sok más napjainkban is elterjedt és máig használatos fogalom, a római birodalomhoz köthető. Az írás elterjedésével kialakult az igény olyan helyiségek kialakítására, ahol megfelelő körülmények között végezheték a feljegyzéseket, összeírásokat, egyéb ügykezeléseket, létrejött tartalom tárolását. Ezek a helyiségek kezdetben templomok vagy paloták leválasztott részei voltak. A Római birodalom bukását követően keleten Bizáncban és az arab birodalmakban éltek tovább az adminisztráció hagyományai, míg Nyugaton később, a sötét középkorban kezdett kialakulni a kancellária intézménye, ahol a kormányzati iratokat kezelték. Az angol office kifejezést a 13. században írták le először, a mai értelemben vett fogalomként használva. A reneszánsz idején felvirágzott kereskedelem, a városiasodás, és a lakosság növekedésének következtében a különböző szakemberek, szakmák kialakulása hozta magával, hogy az irodai tevékenység önálló épületekben kapott helyet. Ezek az épületek rendszerint a tulajdonos saját tulajdonában álltak, míg a 16. században olasz bankok már önálló irodaépületeket építettek.



2. ábra Iroda 1920 körül

A 18. és a 19. században, az ipari forradalom idején a megnövekedett gazdasági, kereskedelmi és ipari forgalom még inkább emelte az irodák érték, mivel egyre több tevékenységet, munkafolyamatot kellett összefogni. A maihoz hasonló irodák a 19. század végre alakultak ki. Az 1920-as években kezdték el tudatosan szervezni az irodák kialakítását és eszközeit. 1950 környékén kezdődött meg a rutin-folyamatok automatizálására elektronikus adatfeldolgozó gépek segítségével. Az irodaépületek központi elhelyezkedésük miatt

közvetlen hatással voltak az ingatlanpiacra, valamint a közvetlen környezetükre úgy az energiafogyasztásuk miatt, mint a környező kiszolgáló egységek miatt is. Ezek a tényezők együttes hatása eredményezte a többszintes irodaépületek létrejöttét. Az építőanyagok fejlődése és az olyan találmányok, mint Otis által tervezett modern lift (1852) következtében 1899-ben 30, 1904-ben 40, 1913-ban eljutottak a 60 emeletes épületig az USA-ban.

Belső elrendezésüket tekintve az első egyterű irodák inkább hasonlítottak gépsorokhoz, ahol a mai igényeket messze nem kielégítő módon végeztették a monoton munkát zsúfolt és hosszú asztalsorok mellett. A hatvanas években a polgári mozgalmak hatása az irodák világát is érintette, ennek következménye volt az alaprajzok, a bútorzat és a komplett irodai környezet megújulása. Ekkor már felismerték az összefüggést a munkaerő motiváltsága, teljesítménye és a munkakörnyezet között. Évtizedekig meghatározóvá vált Hermann Miller által kifejlesztett bokszerű rendszer, ami bár a nagy terekben maradt, de paravánokkal jól elhatárolt dolgozó egységek a saját iroda és privát környezet érzetét biztosította. Ez a koncepció az 1990-es évekig számított korszerűnek, amikor az X-generáció már inkább tekintette börtöncellának a leválasztott asztalokat, mint a privát-szféra megtestesülésének. Ekkor jött a felismerés, hogy a dolgozók kreativitásának csökkenése mellett a bezártságérzet több kárt okozott, mint amennyi haszna volt.

Az 1990-es évek robbanásszerű technológiai fejlődése alapjaiban határozta meg az irodák fejlődési irányát. A számítógép, az internet, a hálózatok, a mobil technológiák következtében előtérbe került a projekt-rendszerű munkavégzés, a csapatmunka és az egymás közötti kommunikáció. Mivel a munkavégzés már nem volt helyhez kötött, az iroda már inkább alakult át közösségi téré, az információcsere helyszínévé és nőtt a tárgyalók, valamint a pihenő részek aránya. A kilencvenes évektől ismét a klasszikus nyitott iroda típus került előtérbe, de már a környezetkímélő, emberi egészségre nem káros anyagok felhasználásával.



3. ábra Box-elrendezés 1990 környéke

Napjainkban már a tevékenység határozza meg az iroda elrendezését, példaként míg az ügyvédek mai napig cellás irodát kapnak, addig a kommunikációs, kreatív, interaktív vállalatok ma is az egyterű, közös munkaterületet részesítik előnyben. Ezen belül az egy csapatban, vagy hasonló tevékenységeket végzőket szervezik egy-egy asztal-csoport köré. A rugalmas munkavégzés, a gyors információcsere az irodák kialakítása szerint is előnyös, mivel költséghatékony a megvalósításuk.

A korábbiakban bemutatott fejlődés eredménye a zöld és környezettudatos megoldások alkalmazása, mely nem csupán jogszabályi előírás, hanem társadalmi elvárás is egyben. Energetikai szempontból az energiafelhasználás, a hűtő-fűtő rendszerek, a szellőzés, a komfort környezet kialakítása hatékonyan megvalósíthatók.



4. ábra Egy légtérű iroda napjainkban

A munkavégzést érintő egészségügyi hatások vizsgálatának tekintetében is nagy fejlődés történt, aminek része egy új tudományterület, az ergonómia kialakulása. Ez a tudományág foglalkozik a dolgozók és a munkakörülményeik kapcsolatával, figyelembe véve a kialakult statikus ülő tevékenységek hatásait, a monitor előtt töltött időt, a zaj és rezgés hatásokat, a közös légtér fény és levegő hatásait. (LÁNCOS, 2014)

A komfortelmélet az a terület az épületgépészetben, amely a zárt térben tartózkodó emberek szubjektív komfortérzetét vizsgálja, az azt befolyásoló és közvetlenül mérhető tényezők segítségével. Ilyen leíró mennyiségek a hőmérséklet, a levegő nyomása és nedvességtartalma, a légmozgás, a zaj, a rezgés, a megvilágítás, a különböző sugárzások a zárt térben. A szubjektív érzés kialakulását alapvetően hat paraméter befolyásolja:

- a levegő hőmérséklete, annak térbeli és időbeli eloszlása, változása

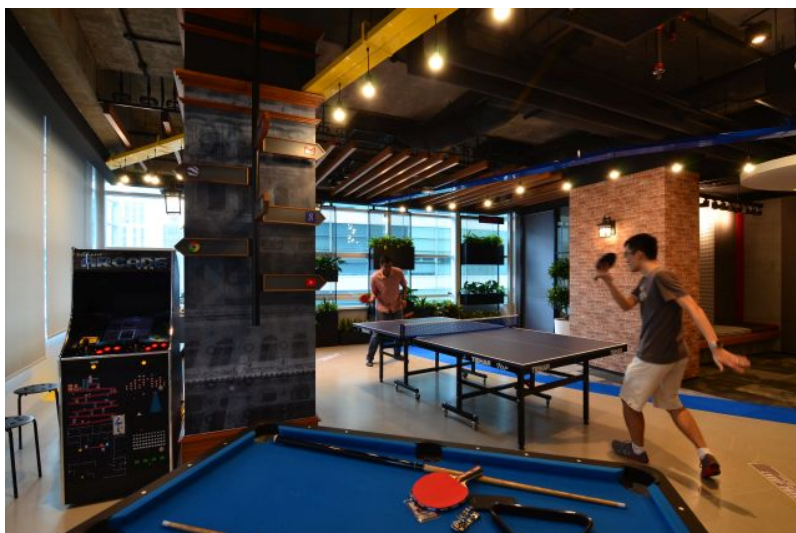
- a levegő relatív nedvességtartalma, a levegőben lévő vízgőz parciális nyomása
- a levegő sebessége, illetve annak térbeli eloszlása
- a környező felületek közepes sugárzási hőmérséklete,
- az emberi test hőtermelése, hőleadása, hőszabályozása,
- a ruházat hőszigetelő képessége és a párolgást befolyásoló hatása.

A hat paraméter közül az első négy egyszerű, jól mérhető fizikai jellemző, az utolsó kettő az emberi szervezet alkalmazkodóképességével függ össze. Az emberi szervezet hőegyensúlya szempontjából az első főtétel szerint alapvető tényezők:

- az emberi test hőtermelése, ami elsősorban a végzett tevékenység függvénye, de bizonyos mértékig befolyásolhat a kor, a nem és egyéb biológiai jellemzők,
- az emberi test hőleadása, ami nagymértékben függ az előzőekben említett négy fizikai paramétertől, valamint a ruházattól. (SCHIFTER és TOLVAJ, 2011)

Az irodában eltöltött idő vizsgálata során nagy hangsúlyt kaptak az ideális környezeti követelmények, úgy, mint a természet érzékelése. Azok a dolgozók, akik az ablakon kinézve a természetet látják, kevésbé feszültek, frusztráltak, valamint türelmesebbek, mint az olyan dolgozók, akik ablaktalan irodában végzik munkájukat. Ennek fiziológiai okai vannak, a természettel való kapcsolat jótékony hatással van a szívverésre és a vérnyomásra, amelyek együttes hatása előnyös a termelékenységre, a munkabíráásra és a koncentrációra.

Az egyterű irodák rejtenek egészségügyi kockázatokat is, ilyen kivételesen erős hatás jött felszínre a covid járvány során is. A vállalatok a megelőzésben és a munkaszervezésben tettek erőfeszítéseket annak érdekében, hogy munkavállalóik munkaképesek maradjanak. A home office, vagyis az otthoni munkavégzés megerősödött, majd a járvány lecsengésével beépült a munkáltatói és munkavállalói lehetőségek közé, mint alternatíva, még olyan munkakörökben is, ahol korábban ellenezték, vagy elképzelhetetlennek tartottak ezt a munkavégzési formát. Másik bevett gyakorlat a dolgozók forgatása, vagyis, hogy ugyanazon dolgozók csoportja ne legyen egy időben az irodában a többi csoporttal. Ezt hetes váltással, vagy kijelölt napokkal vitték véghez, míg a fennmaradó munkaidőt a munkavállaló otthoni munkavégzésben teljesítette.



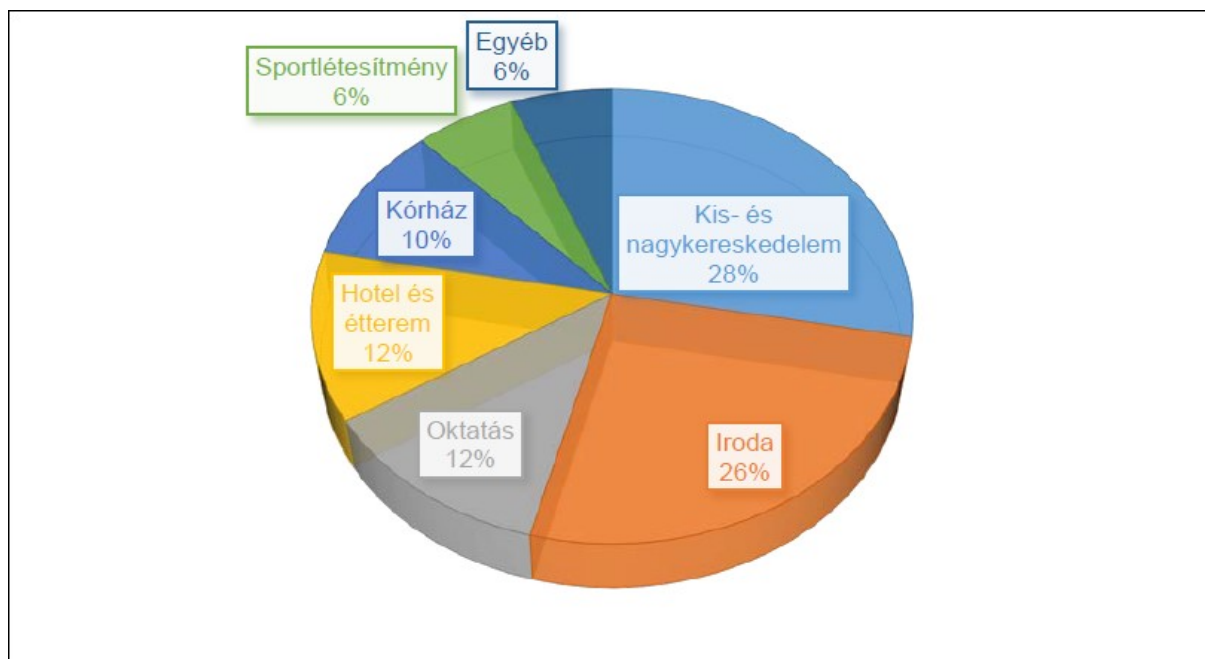
5. ábra Rekreációs helyiség irodaépületben

A növekvő kapacitási igények kihívás elé állítják a tervezőket, mivel az egységnyi területen foglalkoztatottak száma magas, ezzel együtt a frisslevegőigény, hozzá kapcsolódóan az irodaépületekben légkezelés zónái nehezen alakíthatóak ki minden munkavállaló számára megfelelő módon, valamint külön probléma kör ezek szabályzása.

Előremutató tendencia mutatkozik abban, hogy a vállalatok egyre több jóléti szolgáltatással igyekeznek megnyerni és megtartani a dolgozóikat. A mai tervezési irányoknak megfelelően már nem ritkák a pihenő helyiségek, az úgynevezett dühöngők, ahol szünetben vagy akár munkaidőn túli tevékenységekkel is csábítják a dolgozókat pingpong, csocsó, darts, biliárd, és edző termi szolgáltatásokkal, kerékpártárolóval és zuhanyzó, öltöző lehetőséggel. (LÁNCOS, 2014)

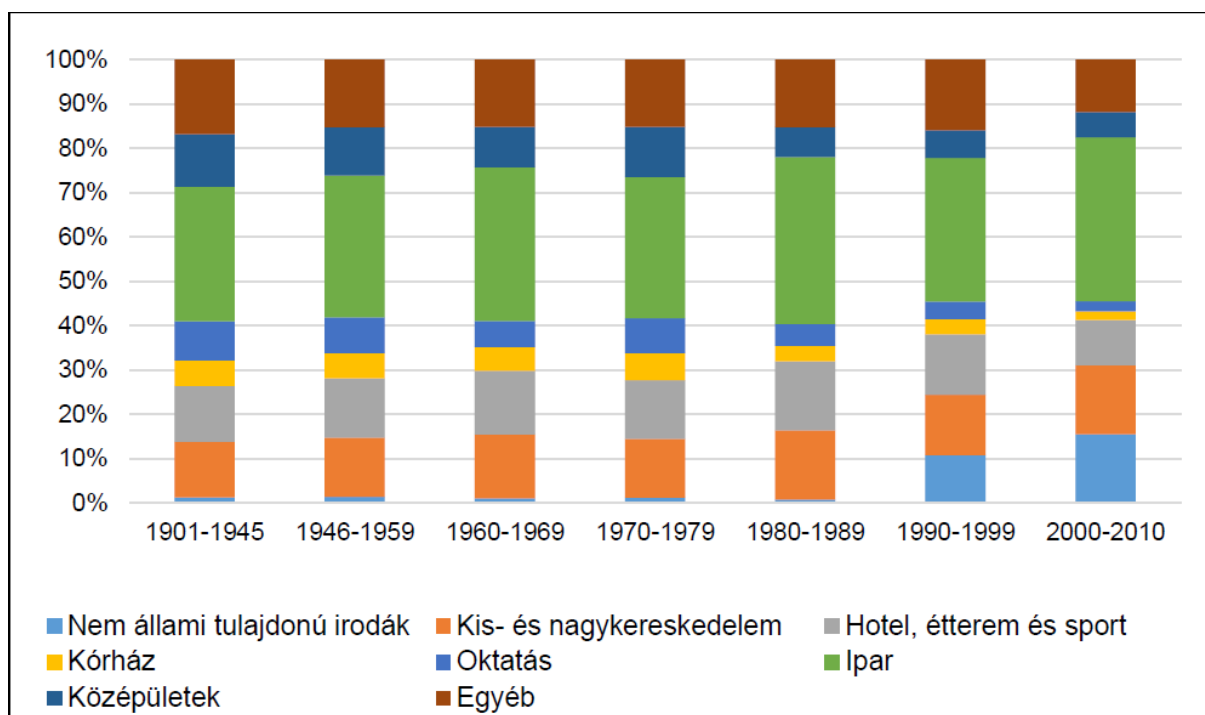
2.2. Irodaépületek energiafogyasztása

Európában az összes épülettípus összevetésében a kereskedelmi épületeket szorosan követve az irodaépületek energiafogyasztása a legmagasabb a mástípusú épületek fogyasztásához mérten. Az átlagos fogyasztás 100-1 000 kWh négyzetméterenként, éves összevetésben, mely sok tényezőtől függ; úgy, mint a tájolás, földrajzi elhelyezkedés, épületszerkezet, felhasználás, üzemeltetés. Ezek mellett alapvetően meghatározza az épület energetikáját a HVAC rendszer (Heating, Ventilation, Air Conditioning – azaz fűtés, szellőzés, légkondicionálás), valamint a világítás típusa. (BOYANO et al. 2013)



6. ábra: Nem lakáscélú épületek energiafelhasználása (Boldizsár, 2018)

Napjainkban Magyarországon működő irodaépületek jellemzően az elmúlt húsz évben épültek, mivel a jelentős irodaterületet igénylő magáncégek a rendszerváltozás előtt nem játszottak jelentős szerepet az országban. A 7. ábrán látható a hazai nem lakáscélú épületállomány alapterület szerinti százalékos megoszlása, ahol megfigyelhető, hogy az 1900-1989 időszakban meghatározó változás nem történt, míg azt követően jelentős növekedésnek indult az irodaépületek aránya.



7. ábra: Nem lakáscélú épületek megoszlása alapterület szerint (Boldizsár, 2018)

Egy irodaépület felújítása, korszerűsítése meglehetősen összetett feladat, amely döntési folyamat során a tulajdonosok az adott létesítménygazdálkodó szervezet adataira és tapasztalataira hagyatkozva hozhatnak döntést a beruházás mértékét és műszaki tartalmát illetően. Egy ilyen léptékű beruházás kizárólag hosszútávú stratégia alapján jöhet létre, melyben a hangsúly az egy tulajdonossal rendelkező épületek esetében egészen máshova kerül, mint a komplett ingatlan portfólióval rendelkező csoportok esetén. Ez a kettősség ugyanúgy megfigyelhető a létesítménygazdálkodásban és az ingatlankezelésben, hiszen ahol erre nincs szakmai vagy anyagi kapacitás, ott a karbantartás és felújítások fontossági sorrendje is eltérő.

„Minden épületnek van egy életgörbéje, de alapvetően 10-15 év használat után javasolt egy nagyfelújítás, 25-35 év után pedig egy teljes felújítás. Ekkor több szempontot is figyelembe kell venni: első körben nyilvánvalóan azt, hogy mi a tulajdonos célja az épülettel, mennyit szeretne ráköltetni, mi az ingatlan stratégiája. Így például szeretné-e, ha „A” kategóriás épület maradna, mert akkor többet kell költenie; vagy kevesebbet költ az épületre, de így „B” kategóriás épületként tudja használni, vagyis kevesebb bérleti díjat tud felszámítani érte. Ezek alapján el lehet készíteni egy felújítási javaslatot, stratégiát, melynek részletes megtárgyalása lehet a beruházási terv bázisa”. (TORONYI és ROMANSZKY, 2015)

„Egyre több esetben bevonják és igénylik a létesítménygazdálkodó cég véleményét, ezek elsősorban műszaki modernizációra és nagy-felújításokra tett javaslatok lesznek, amelyben az FM (Facility Management – Létesítménygazdálkodás) cég és szakemberei egyértelműen kompetensek. Egyre gyakrabban hallunk és találkozunk tulajdonosokkal és vagyongazdálkodókkal (AM), akik messzebbre látnak az előcsarnok felújításnál vagy egyéb kozmetikai lépéseknél. A Property Managerek által alkotott szakmai koncepciókban, CapEx tervekben mindig jelentős részt tesznek ki a műszaki rekonstrukciók, modernizációk, de végül a megvalósításnál mégis gyakran háttérbe szorulnak” (TORONYI és ROMANSZKY, 2015)

Az irodaépületek szegmensében is meghatározó a tulajdonosok számára egy adott beruházás megtérülése, valamint a zavartalan üzem a felújítások alatt is, amely szervezése és a kimutatások készítése az ingatlanüzemeltetők feladata. Amikor egy épület életciklusában elérkezett az idő, hogy be kell avatkozni, akkor az első dolog az ingatlan jelenlegi állapotának, rendszerei működésének pontos felmérése, feltárása. A felmérés folyamata során fel kell térképezni az épületszerkezetet, a hőszigeteléseket, át kell tekinteni a meglévő berendezéseket és rendszereket, azok múltbéli karbantartását és hiba-történetét, valamint

meg kell vizsgálni az esetleges tervezési, vagy rejtett hibák előfordulását. Egy ilyen összetett folyamat során szüksége s a megfelelő adatok összegyűjtése és természetesen fizikai bejárások is, valamint pontos és részletes dokumentáció készítése. Mindezekhez nyújtanak háttérrel és segítséget az épületfelügyeleti rendszerek és hozzájuk kapcsolódó szoftverek, amelyek biztosítják a megfelelő mennyiségű adatot, vagy akár rá is mutatnak gyenge pontokra az elemzések során. Ezek után kezdődhet meg a fejlesztési irány meghatározása, amely a hatékonyságot, a bérlelői elégedettséget és komfortérzetet, valamint a környezeti lábnyom csökkentését hivatott kielégíteni.

„Rövid távon érdemes először szakemberekkel átvilágítani az ingatlan aktuális működési rendjét, felülvizsgálni a gépészeti rendszerek működési, szabályozási hatékonyságát. Az üzemeltetési paraméterek, illetve a rendszerbeállítások átprogramozása gyors eredményeket hozhat kevés anyagi ráfordítással. Középtávú korszerűsítéseknel a belső közösségi terek felújítása mellett egy korszerű épületfelügyeleti rendszer kiépítése is javasolt. Az ingatlan megújulása mellett az energiafelhasználást és üzemeltetést optimalizáló rendszer a bérleti díjak kedvező alakulását eredményezi. Hosszú távon érdemes a nagy gépészeti rendszerek modernizációját is megtervezni. A fűtési-hűtési, az elektromos rendszerek és világítás korszerűsítése mellett az ingatlan hőszigetelése és a nyílászárók felújítása is elősegíti a B kategóriás irodaházak versenyképességének növekedését”. (TORONYI és ROMANSZKY, 2015)

Egy több, mint tíz évvel korábban épült irodaháznak még teljes gépészeti rekonstrukcióval is szinte lehetetlen elérni a modern „A” vagy „A+” besorolású épületek színvonalát, azonban számos műszaki megoldással javítható az energiahatékonyság, környezettudatos megoldásokkal csökkenthetők a költségek, és nem utolsósorban az esztétikai élmény is növelhető.

„A 10-15 éves irodai funkcióra épített épületek esetén a fő hangsúly a már meglévő és elhasználódott géppark (hűtés, szellőztetés, liftek stb.) folyamatos üzemen tartása, felfrissítése, cseréje. Az üzemeltetésnek rendszeres felülvizsgálatokon kell feltárni az elhasználódás mértékét és a várható nagyobb beavatkozások szükségét. Jól felkészült szakemberek segítségével a hibajavításokra való előzetes felkészüléssel kell a folyamatos üzemeltetést biztosítani. Az újonnan beépítésre kerülő gépek már egy magasabb környezettudatosságot (pl. szivattyúk) és intelligensebb vezérlést, távirányítást hordoznak, amihez az épület többi kiegészítő egységeit (pl. épületfelügyeletet) is adoptálni kell. A századfordulós épületek esetén a fentiekén túlmenően külön hangsúlyt kapnak a speciális

szakterületek, mint például stukkójavító, díszbádogos, épületasztalos, műköves teradzó készítő, akiknek a munkája hozzájárul az épület szinten tartásához és a versenyképesség megőrzéséhez”. (TORONYI és ROMANSZKY, 2015)

Épületek energiahatékonyságának vizsgálata során Pacheo és szerzőtársai 2012-ben készített tanulmányuk eredményét az alábbi felsorolásban összegezték:

- Az épületek fenntartható kialakítása csökkenti a fűtési és hűtési energiaigényt.
- Az energiahatékony épületszerkezet előnyeit és hátrányait az épület teljes életciklusára vonatkozólag kell értékelni.
- A végső energiaigényre legnagyobb hatással az épület tájolása, alakja, külső felülete, valamint az épület felület-térfogataránya van.
- Az energiahatékonyabb épületszerkezet nem feltétlenül esik egybe a gazdaságosabb és környezetkímélőbb tervekkel.
- A mobil árnyékoló eszközök alkalmazása több előnnyel jár, mint a rögzített árnyékoló eszközök.
- A napsugárzás becslésének hagyományos módszerei elveszítik hatékonyságukat, mivel egyre sűrűbbé válnak városi területek. Ezért több kutatásra van szükség az ilyen területeken érkező napfény vagy szórt sugárzás szintjének meghatározásához.
- Az olyan üvegezés használata, amely korlátozza a sugárzás épületbe jutását, nem befolyásolja a belső megvilágítás vagy fényerő minőségét. (PACHEO et al. 2012)

2.3. Energiaválság, kihívások napjainkban

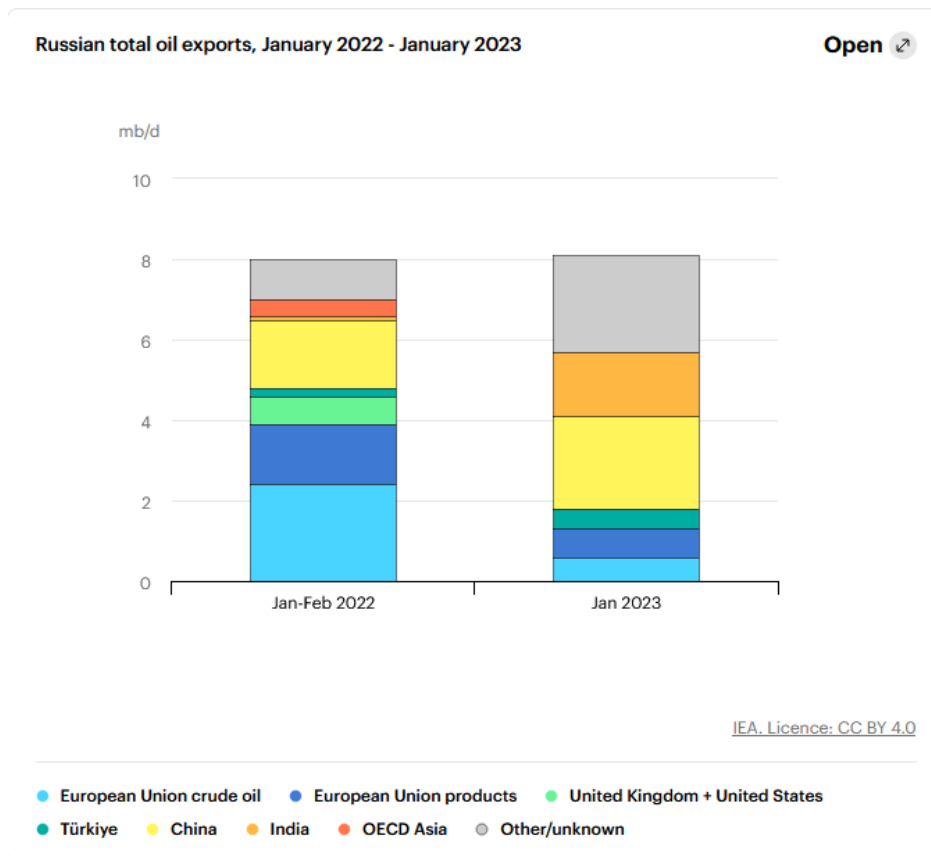
Az energiapiacok 2021-re igen szűkössé váltak, miután a covid világjárványt követően a gazdasági fellendülés rendkívül gyors ütemben indult fejlődésnek. Ennek drámai következménye a globális energiaválság lett, miután Oroszország fegyveres konfliktust robbantott ki Ukrajnával. Oroszország, mint jelentős nyersanyag kitermelő ország és Ukrajna, mint Európa megkerülhetetlen energiátranzit, valamint kiemelkedő mezőgazdasági termelő és beszállító országának háborújának közvetlen következménye a földgáz, a villamosenergia, és a kőolaj származékok ára rekordmagasságokba szökött. A megnövekedett energiaárak következtében az infláció mértéke is többszörösére változott, amely a lakosság számára komoly megszorításokat eredményezett, míg a gyárak termelés csökkentésre kényszerültek. A konfliktus felszínre hozta Európa energiafüggését az orosz gáz-, és kőolajtermékekkel

kapcsolatban. Bár az előállt helyzet több ponton is hasonlóságot mutat az 1970-es évek olajválságával, ott valóban jellemzően az olajra korlátozódott az árrobbanás, kevésbé függött a földgáztól. Az ötven évvel ezelőtti események kevésbé érintették a globális gazdaságot, így a jelenlegi helyzetet nevezhetjük az első globális energiaválságnak.



8. ábra Globális földgázárak alakulása régióként, 2021. június – 2022. október (IEA.org, 2023)

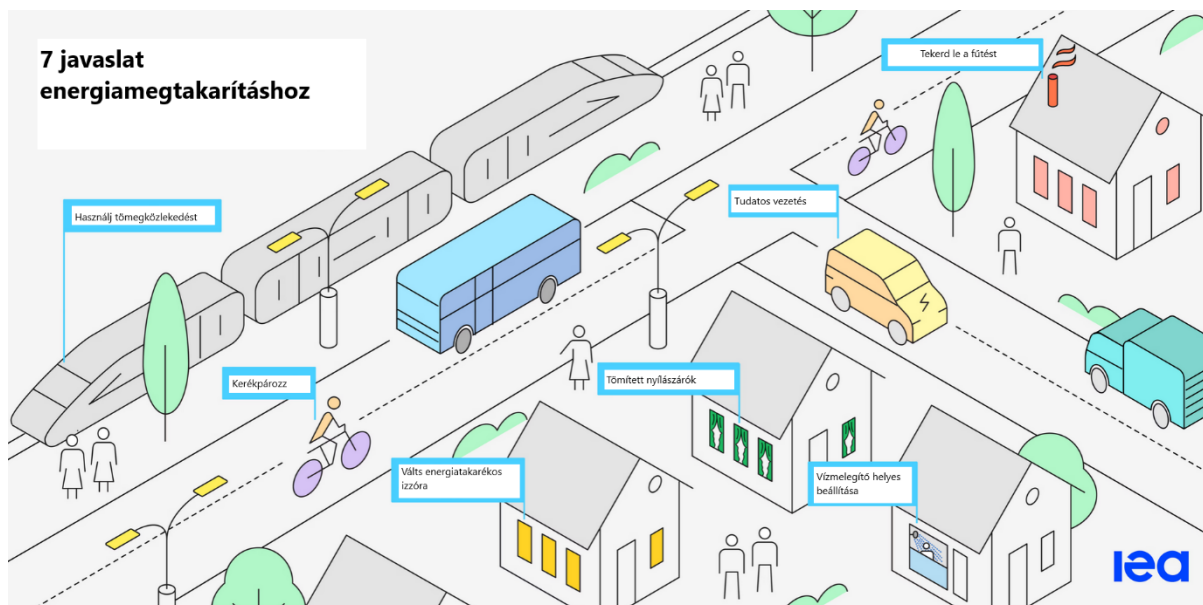
Európában a nagy gázfelhasználású üzemek csökkentették a termelést, vagy le is állították a gyártást, mivel nem tudták gazdaságosan fenntartani az üzemet. Az emelkedő árak még a fejlett gazdaságokban is kihatottak a sérülékeny háztartásokra, és jelentős gazdasági, társadalmi és politikai feszültséget okoztak. A feltörekvő és fejlődő gazdaságokban, ahol a háztartások költségvetésének energiára és élelmiszerre fordított aránya már eddig is nagy volt, a magasabb energiaszámlák növelték a mélyszegénységet, és visszavetették az egyetemes és megfizethető energia-hozzáférés elérése felé tett előrehaladást. Egyes vélemények szerint a zöld energiát támogató irányzatok okolhatók a kialakult helyzetért, valójában azonban a tiszta energiaforrások és technológiák szélesebb felhasználása védelmet jelentett volna a fogyasztóknak és mérsékelte volna az üzemanyagok áremelkedését.



9. ábra Oroszország olajexportjának megoszlása (IEA.org, 2023)

Az energiaárak emelkedése olyan események együttes hatása, mint a covid világjárvány utáni gyors gazdasági fellendülés, a járvány miatt elhalasztott karbantartási munkák aktuálissá válása, az exportáló országok vállalt kitermelés csökkentése, egyes helyeken különleges időjárási viszonyok. Oroszország már az ukrajnai invázió előtt csökkentette a gázzállítás mértékét, amelyet tovább súlyosbított, hogy annak következményeként az USA és az EU egy sor szankciót vezetett be az orosz energiahordozók beszállítására, annak ellenére is, hogy az EU-ban elfogyasztott energia negyede onnan származott.

A jelenlegi válság felgyorsíthatja a tisztább, fenntartható megújuló energiák, például a szél- és a napenergia elterjedését, ahogyan az 1970-es évek olajsokkjai is jelentős előrelépéseket tettek az energiahatékonyság, valamint az atom-, nap-, és szélenergia terén. A válság arra is rávilágított, hogy fontos a robusztus gáz-, és villamosenergia-hálózati infrastruktúrába való befektetés a regionális piacok jobb integrációja érdekében. Az EU 2022 májusában bemutatott RePowerEU és az Egyesült Államok 2022 augusztusában elfogadott inflációcsökkentési törvénye egyaránt jelentős kezdeményezéseket tartalmaz az energiahatékonyság fejlesztésére és a megújuló energiák előmozdítására.



10. ábra Energiamegtakarítás hét lépésben (IEA.org, 2023)

A Nemzetközi Energiaügynökség (IEA) javaslatai az energiamegtakarítás céljából:

- Fűtési igény:

A termosztáton a hőmérséklet mindösszesen 1°C-kal történő csökkentésével, a fűtési energiának körülbelül 7%-át lehet megtakarítani, évi 50-70 euróval csökkenthető az átlagos gázzámla.

- Vízmelegítő megfelelő beállítása

A vízmelegítők alapértelmezett beállításai gyakran magasabb hőmérsékletűek a szükségesnél. A melegvíz hőmérséklet csökkentésével a fűtési energiának 8%-a takarítható meg, és 100 euróval csökkenthető az átlagos számla. Ezek mellett a kevesebb vízkőlerakódás miatt növekszik a készülék élettartama.

- Megfelelő nyílászárók

A jól szigetelő nyílászárókkal huzatmentes lakótér alakítható ki, a meleg levegő pedig bent marad. (IEA.org, 2023)

2.4. Jellemző energetikai rendszerek

Az irodaépületekben és a számítási feladatban a jellemző energetikai rendszerek a gázkészülékek és a hőszivattyúk. Míg az irodaházak gázkészülékkel, vagy távhővel való fűtése sok évtizedes múltra tekint vissza, addig a hőszivattyús rendszerek, melyek a hőigény kielégítése mellett alkalmasak a hűtési igény kielégítésére is, csak az elmúlt időszakban kezdtek széles körben elterjedni.

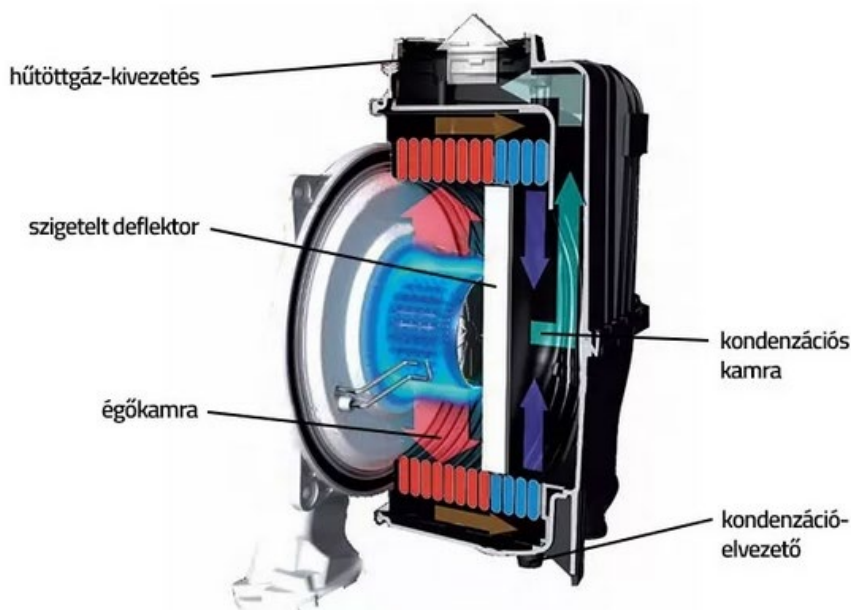
2.4.1. Gázkészülékek

A hagyományos B típusú – atmoszférikus gázégőjű gázkészülékek a telepítésük szerint az beltérből vonják el az égéshez szükséges levegő mennyiséget és az égéstermék elvezetése hagyományos kéményen keresztül történik. A korabeli fűtési rendszerek előremenő hőmérséklete, valamint a kívánt kéményhuzat elérése érdekében magas a távozó égéstermék hőmérséklete. A régi gázkészülékek jellemzően szabályozatlanul működtek, így jelentősen, akár harminc-negyven százalékkal is túl voltak méretezve, ráadásul ezen a túlbiztosított tervezési gyakorlat sem segített. Az elavult berendezések cseréje a mai technológiai fejlődés és az energiaárak arányaiban is jelentős növekedése sem egyszerű és olcsó feladat, a beszerzési, a szakmunka és a szabályozásnak való megfelelés miatt.

Napjainkban már kizárólag kondenzációs – C típusú gázkazánok építhetők be új épületekbe, míg az egyszerűsített kazáncsere keretében mai napig lehetőség van az adott esetben elavult és pazarló rendszerek életben tartására, ami rövid távon a felhasználó érdekeit támogatja, azonban hosszútávon sem anyagilag, sem környezetvédelmi szempontok alapján nem megfelelő irány az épületenergetikában.

„A moduláló gázégők jelentős előrelépést jelentenek a modern gázkészülékek terén, forradalmasítva a lángszabályozás módját. A hagyományos égőkkel ellentétben, amelyek rögzített teljesítményszinteken működnek, a moduláló égők folyamatos és fokozatmentes lángszabályozást biztosítanak. Ez azt jelenti, hogy az égő a pontos fűtési igényhez igazítja a teljesítményét, állandó hőmérsékletet biztosítva hirtelen bekapcsolási ciklusok nélkül. A kiváló szabályozási pontosságuk kényelmesebb és stabilabb fűtési élményt eredményez. Legyen szó akár lakossági fűtési rendszerről, akár ipari alkalmazásról, a moduláló égők állandó meleget biztosítanak minimális hőmérséklet-ingadozással. Azáltal, hogy a moduláló égő a szükséges teljesítményszinten működik, optimalizálja az energiafelhasználást, ami jelentős megtakarítást eredményez a gázfogyasztásban. Ez nemcsak a lakástulajdonosok számára jelent előnyöket a közüzemi számlák csökkenésével, hanem a károsanyag-kibocsátás csökkentésével a környezetvédelemhez is hozzájárul.” (energiamegujitas.hu 2023)

A hőcserélők tekintetében releváns átalakuláson ment át a kazánok működése és szerkezete. Ma már használatosak a rozsdamentes, de az alumínium-szilikát hőcserélők is, kialakításuk szerint a Giannoni-hőcserélők, nagy vízjáratú hőcserélők, spirál hőcserélők, amelyek az adott gyártófilozófia mentén változhat, tekintettel a berendezés többi egyégére.



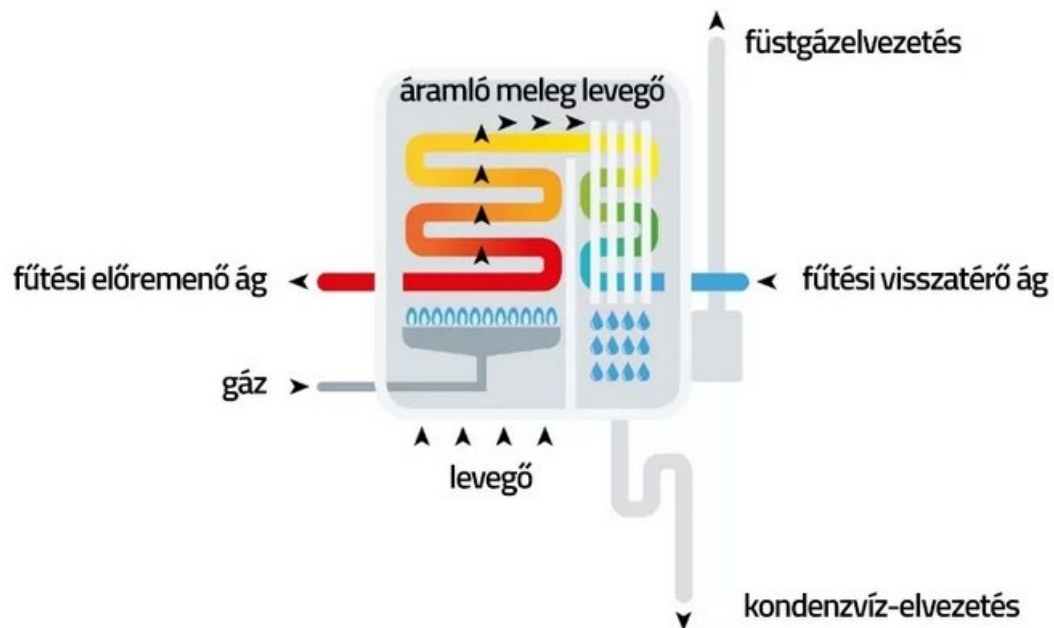
11. ábra Giannoni hőcserélő működési elve (Lantos, 2020)

Magyarországon a nagy áttörést, a további rövid életű irányzatoktól eltekintve, a kondenzációs kazánok megjelenése hozott. Míg egy hagyományos készülék csak teljes terhelésen tudta elérni a 88-92% hatásfokot, ami az üzemeltetés tekintetében a legritkábban fordult elő, addig a korszerű kialakítású égőtérrel részterhelésen is hasonló értékek érhetőek el. A kondenzációs kazánok a megfelelő működés érdekében jól megtervezett fűtési rendszer kialakítását igényli. A fűtési előremenő hőmérséklet, a kondenzációs hőmérséklet miatt, legfeljebb 50°C-os lehet, míg a régi rendszerek hőfoklépcsője jellemzően 90/70°C volt, így átalakítás nélkül nem is hatékony ezekre új kazánt telepíteni. A kondenzációs kazánok hőfoklépcsője már közelebb áll a hőszivattyús rendszerek hőmérséklet értékeihez, amely akár a két készülék együttműködését, közös üzemét teszi lehetővé.

Az új típusú gázkészülékek kialakítása és pontos gyártása miatt érzékenyebbek a karbantartásra és a kiszolgált fűtési rendszer állapotára. A korszerű fűtési berendezések esetén olyan értékeket kell figyelni, és beállítani, mint vízminőség, vízkeménység, pH-érték, vezetőképesség, elektrokémiai potenciál.

Ezek mellett az elektromos oldal és a vezérlés is sokat fejlődött, ma már az időjáráshoz igazodó vezérlések, valamint a távoli eléréssel irányított készülékek sem ritkák. A hőigény fellépésekor a vezérlés indítja a kazánt, a helyiség-hőmérséklet változásával, folyamatos feszültségváltozás segítségével, modulációra, azaz teljesítményszabályozásra készíti a

készüléket, így a hagyományos kazánokhoz képest nem szükséges a ki-be kapcsolás, ehelyett 20-100% közötti teljesítményszabályzásra van lehetőség.

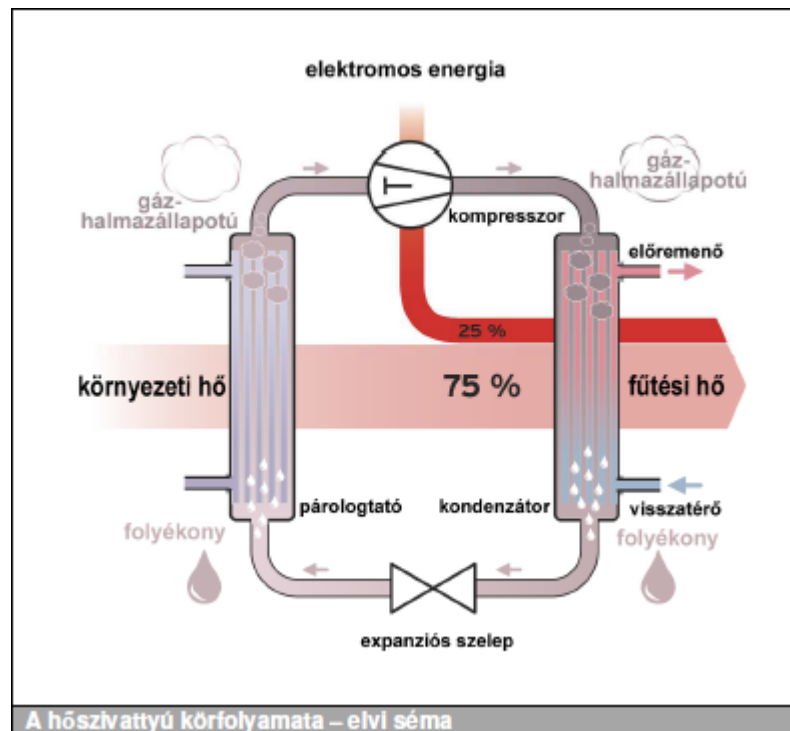


12. ábra Kondenzációs tüzelőberendezés működési elve (Lantos, 2020)

„Az Európai Unióban végzett felmérések alapján a gázkészülékek javarészt 15–20 évesek. Ez alól Magyarország sem kivétel, sőt inkább az elhanyagoltság, a karbantartás elmaradása a jellemző, elsősorban az anyagi források hiánya miatt. A műszaki színvonal a '80-as évek végén, a '90-es évek elején megjelenő, Németországból és Olaszországból importált gázkészülékeknek megfelelő. A megújítás tehát elodázhatatlan a gázkészülékek területén is, hiszen a szűkösen rendelkezésre álló és egyre dráguló energiaforrásokat optimálisan kell tudnunk a jövőben felhasználni. A készülékeket sok esetben olyan lakásokban, épületekben telepítették, amelyek hőszigetelése rossz, vagy folyamatosan romlik. Azt is tudomásul kell venni, hogy az ilyen helyiségekbe hiába építünk be korszerűnek mondott, az ErP minden direktívájának megfelelő készülékeket, az energiahatékonyság nem fog jelentkezni, a fogyasztás csökkenése nem lesz megfelelő ütemű. Ennek fordítottja is igaz, egy házat, lakást hiába szigetelünk megfelelően, látunk el jó minőségű nyílászárókkal, ha a gépészet nem újul meg, nem történt átfogó változás az energetikai fogyasztások mérséklésére. Sőt, az épületek teljes szigetelésével és egy gravitációs kazánnal még életveszélyes kockázatokat is magára vállal az építető. Egyszóval párhuzamos korszerűsítésekre lesz szükség már akár rövidtávon is.” (Lantos, 2020.03.)

2.4.2. Hőszivattyúk

A hőszivattyú termodinamikai értelemben a hűtőgéppel azonos elven működő berendezés. A Hőszivattyú a környezet energiáját hasznosítja hűtéshez, fűtéshez, vagy HMV (használati melegvíz) előállításához. A bevitt elektromos energiát a kompresszoros hűtőkörfolyamat alakítja hővé, ezzel létrehozva alacsonyabb, vagy magasabb energiaszintet, annak függvényében, hogy hűtési vagy fűtési hőenergiára van szükségünk. A hőszivattyús rendszerekben általában víz, vagy víz-glikol keveréket keringtet egy erre méretezett szivattyú, így szállítva a hőenergiát. Jellemzően alacsony fűtési hőmérsékletek mellett gazdaságos az ilyen berendezések használata, mivel ilyenkor tudnak jó hatásfokkal üzemelni. Ez az oka annak, hogy felületfűtésekkel építhetők egy rendszerbe, padló-, fal-, vagy mennyezetfűtéssel, valamint kényszeráramoltatott konvekciós berendezéssel (fan-coil, ahol megfelel a maximum 35°C előremenő hőmérséklet).



13. ábra Hőszivattyú körfolyamata (Vaillant, 2020)

A hőszivattyúkat többféleképpen lehet csoportosítani, mint például kialakításuk szerint a monoblokkos vagy kompakt, és split, azaz osztott elrendezésű, de leggyakrabban a hőforrás szerint különböztetjük meg ezeket a berendezéseket.

2.4.2.1. Jellegzetes értékek hőszivattyúknál

Hőszivattyúk esetén a hatásfok számítása nem olyan egyszerűen átgondolható, mint villamos gépeknél, vagy gázkészülékek esetén. Ennek oka, hogy a befektetett kompresszor teljesítményt hasonlítjuk a fűtési teljesítménnyel. Ez valójában egy teljesítmény jósági tényező. Az ε teljesítmény-jelzőszám, amit az angolszász irodalomból COP (Coefficient of Performance – Teljesítmény tényező) értékek is neveznek, a hőszivattyúk esetén ez az érték ad tájékoztatást a berendezés a hatásfokáról. A teljesítmény-jelzőszám a hasznos fűtési teljesítmény és a kompresszor által felvett elektromos teljesítmény arányát mutatja meg. Annak érdekében, hogy a hőszivattyú minél magasabb energiahatékonyságot érjen el, a hőszivattyú kialakításánál arra kell törekedni, hogy a hőforrás hőmérséklete a lehetőségek szerint minél magasabb, a hőhasznosító berendezés hőfoka pedig minél alacsonyabb legyen.

A COP érték tehát az alábbi képlettel számítható:

$$\varepsilon = \frac{Q_H}{P_V}$$

Ahol:

- Q_H - a hőszivattyú fűtési teljesítménye [kW]
- P_V - a hőszivattyú kompresszor villamos teljesítmény felvétele [kW].

Az SCOP (Seasonal Coefficient of Performance – Szezonális teljesítmény tényező) olyan mérőszám, amely a hőszivattyú energiahatékonyságát méri a teljes fűtési szezonban. Ellentétben a COP értékkel, amely pillanatképet ad a hőszivattyú hatásfokáról egy adott időjárási és üzemeltetési helyzetben, a SCOP figyelembe veszi a változó külső hőmérsékleteket és működési feltételeket a szezon során, így átfogóbb képet ad a hőszivattyú általános teljesítményéről, energiamegtakarítási lehetőségéről. Ez az információ hasznos információval szolgál különböző hőszivattyú modellek összehasonlításánál.

Az SCOP érték tehát az alábbi képlettel számítható:

$$SCOP = \frac{Q_{He}}{Q_{HE}}$$

Ahol:

- Q_{He} - az éves fűtési energiaigény [kW]
- Q_{HE} - az éves fűtési energiafogyasztás [kW].

Hűtés esetén, hasonlóan a COP értékhez, meghatározható egy energiahatékonysági érték, ezt EER (Energy-Efficiency-Ratio – Energia hatékonysági arány) számnak nevezzük. Az EER-érték a kompresszor által felvett villamos teljesítmény és a berendezés által leadott hűtési teljesítmény viszonyát adja meg.

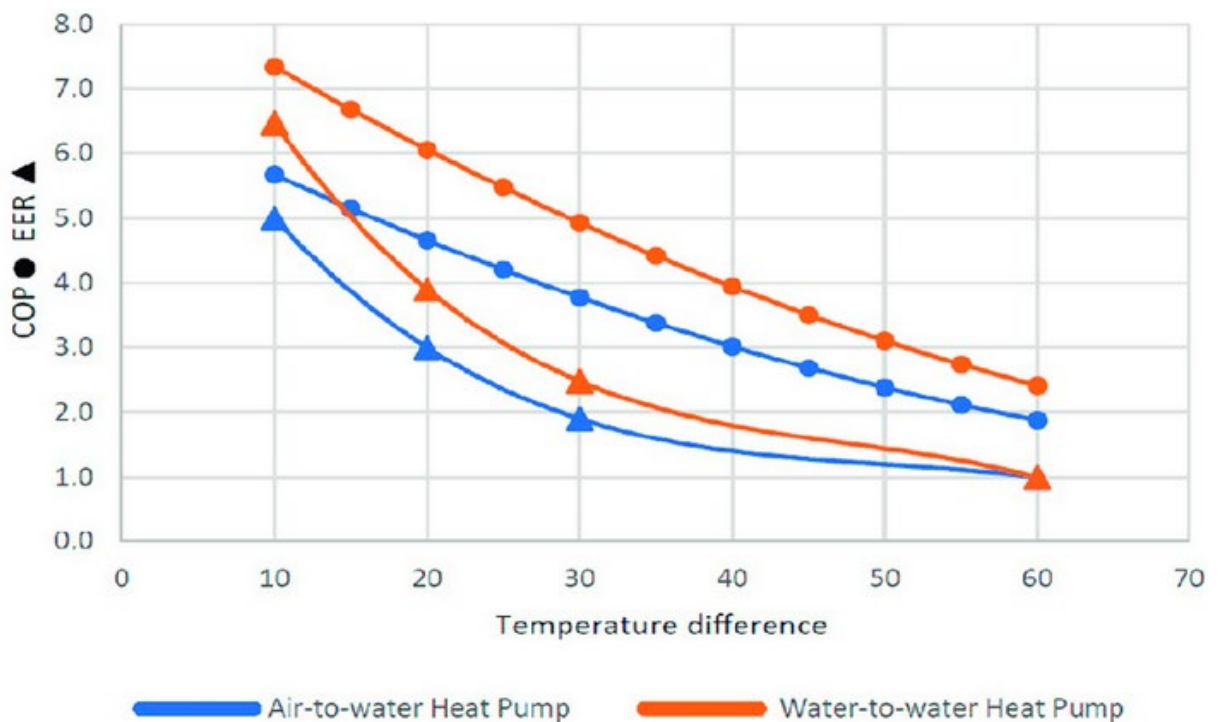
Az EER érték tehát az alábbi képlettel számítható:

$$EER = \frac{Q_H}{P_{komp}}$$

Ahol:

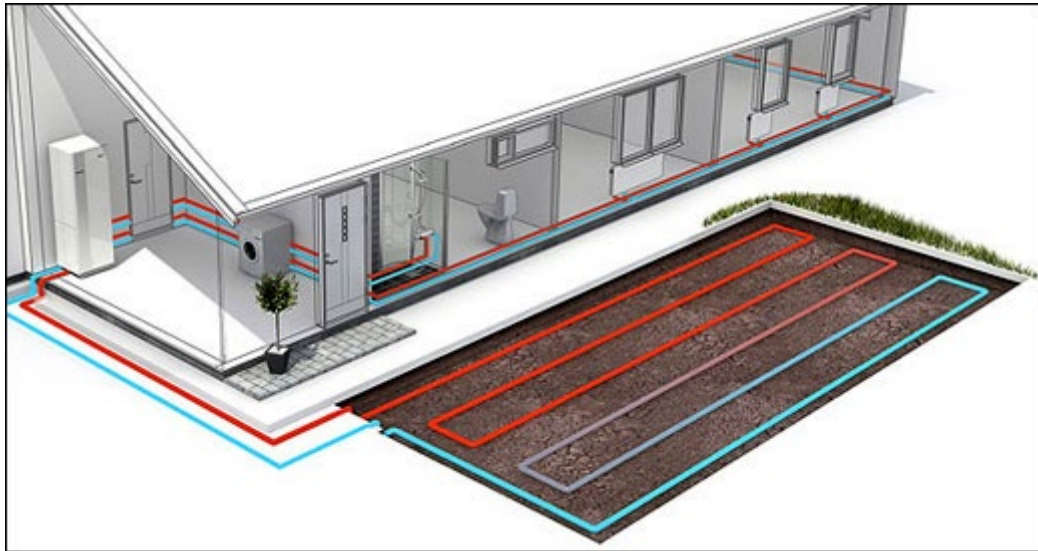
- Q_H - a hőszivattyú hűtési teljesítménye [kW]
- P_{komp} - a hőszivattyú kompresszor villamos teljesítmény felvétele [kW].

Hűtési üzemben az SCOP értékhez hasonlóan, értelmezünk SEER (Seasonal Energy-Efficiency-Ratio – Szezonális energia hatásossági arány) mutatószámot, amely az éves hűtési fogyasztást jellemzi.



14. ábra COP és EER trendek levegő-víz és víz-víz hőszivattyúk esetén, a hőmérsékletkülönbség függvényében (www.researchgate.net, 2023)

2.4.2.2. Víz-Víz hőszivattyúk

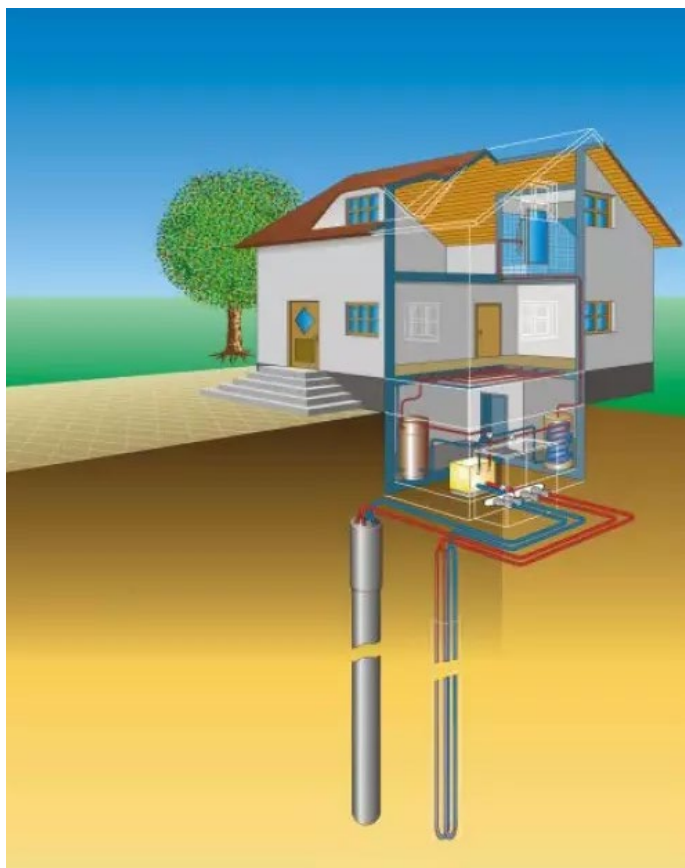


15. ábra Talajkollektoros hőszivattyú

(<http://energiapedia.hu/talajkollektor>; 2023.10.25.)

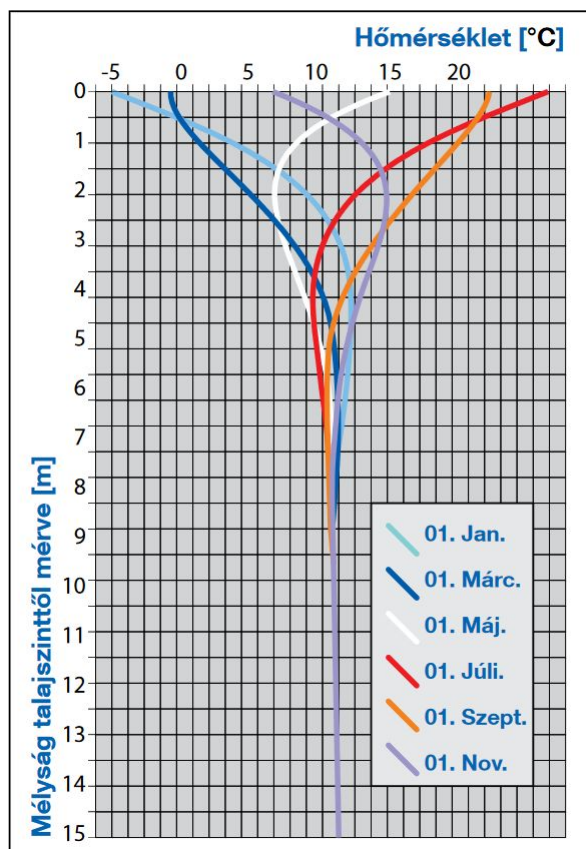
A talajkollektoros rendszer jellemzője, hogy a hosszú csővezetéseket fektetnek rendezetten a föld felszíne alá 1,5-2 méterre. Ez jelentős földmunkaigénnyel jár és a leásott kollektor köröket hidraulikai méretezéssel kell megtervezni. A lefektetett csövekben áramló közeg felveszi, vagy leadja a hőt a talajnak, így tudja azt a hőszivattyúban hasznosítani a kívánt hőmennyiség kielégítésére. A talaj azonban nem terhelhető végtelen határok között, fennáll a kimerülés veszélye. Az így kinyerhető energia olyan tényezőktől függ, mint a talaj típusa, összetétele, és a talajvíz, de jellemzően négyzetméterenként 20-30 Watt hőenergia termelhető ki. A talajszondák fúrásánál olcsóbb technológia, de nagy a terület igénye, a hosszú vezetékben jelentős nyomásvesztés lép fel és a változó talajhőmérséklet erősen befolyásolja a rendszer hatásfokát.

A talajkéreg hőmérsékletének évszakfüggő ingadozásai az emelkedő mélységgel csökken.



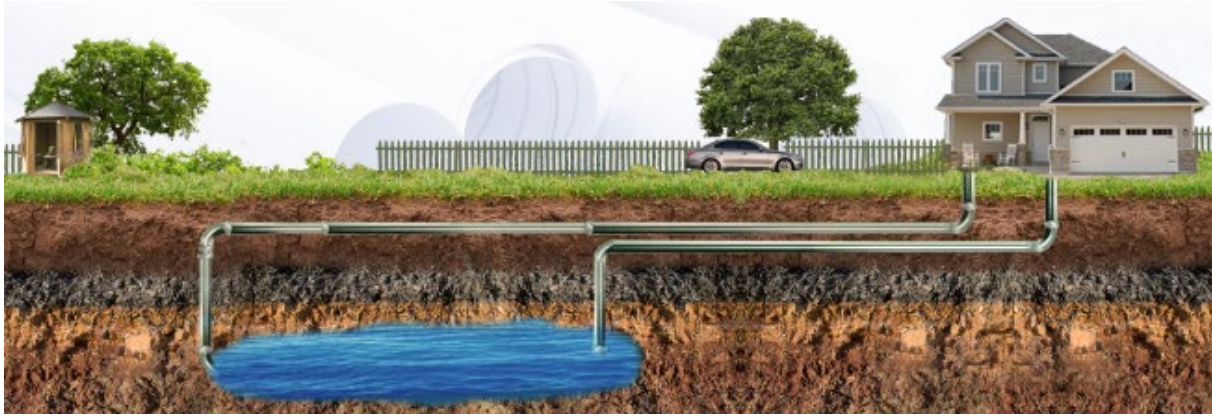
16. ábra Talajszondás hőszivattyú (<https://geovizkutfuras.hu/geotermikus-szondafuras/>;
2023.10.25.)

A talajszondás technológia a talajkollektorossal ellentétben nem horizontálisan helyezkedik el a talajban, hanem jellemzően vertikálisan, nagyobb mélységben, 30-150 méteres furatokban kerülnek elhelyezésre a szondák. Itt már a környezeti levegő és a napsugárzás nincs hatással a hőmérsékletre, így közel állandó referenciának tekinthető a föld alatti hőmérséklet. Magyarország geotermikus energiában gazdag terület, átlagosan 50-60°C emelkedik a hőmérséklet kilométerenként. A talaj szerkezete, a rétegződés és a rétegvizek ennél a technológiánál is befolyásoló tényezők, a teljesítmény maximum 50 Wattal számolható méterenként. A talaj kimerülése ebben az esetben is veszélyt rejt magában, de visszatáplálással, ami nyári hűtés során elvont hőt jelenti, ellensúlyozható. Magas a telepítési költség és bonyolultabb az engedélyezési eljárás, mivel a bányajogi törvény hatálya alá tartozik.



17. ábra Talajhőmérséklet éves lefutása (energiatudatosotthon.hu, 2021.01.18)

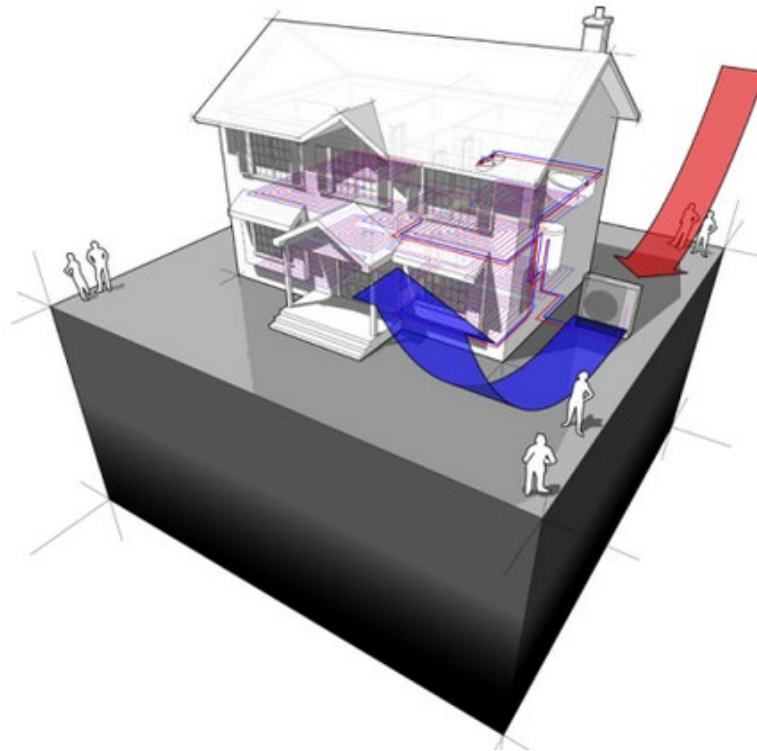
A fenti ábrán látható diagram a hőmérséklet lefutását ábrázolja a földkéregben, mely a talajba fúrt vagy fektetett rendszerek esetén fontos támpontot ad a tervezés, a szabályzás, az üzemeltetés, és a működés szempontjából. Megfigyelhető, hogy minél mélyebb rétegbe megyünk a talajszondával, annál kisebb az éves hőmérsékletváltozás az hónapok összehasonlításában. Hőelvonás esetén, tíz-tizenöt méter alatt, már nem képes önállóan visszamelegedni, feltöltődni a talaj. Ennek a problémának megoldása lehet, ha áramló talajvíz van a környezetében, vagy ha az éves használat során a nyári időszakban az épület hűtésével hőt juttatunk a talajba. Talaj szerkezettől, tájolástól, árnyékoltságtól, stb. függően elmondható, hogy tíz méter mélységig a kimerülés kockázata nélkül hosszútávon üzemeltethetők a talajkollektorok. Az ennél mélyebben telepített szondák visszatáplálással használhatók probléma nélkül. Minél mélyebb rétegbe tett a szonda, annál kevésbé töltődik vissza természetes módon, így annál érzékenyebb a visszatáplálásra. Az kimerülés már a használatbavételtől számított 5-10 éven belül jelentkezhet. (energiatudatosotthon.hu, 2021.01.18)



18. ábra Talajvizes hőszivattyú (<https://www.magro.hu/agrarhirek/talajvizes-hoszivattyu-beepitesevel-futesi-koltseget-70-ban-tudja-csokkenteni-promo/>; 2023.10.25)

A talajvizes rendszer esetében a talajban lévő rétegvíz, vagy a fúrt kút vízének hőenergiáját használjuk fel hőszivattyúzásra. Az energiaigény szerint ez lehet egy, vagy akár több kút is. A talajvíz a talajban rejlő földhőt veszi át, de mint közeg lényegesen jobb hőtani tulajdonságokkal bír. A folyamat során a felhasznált vizet egy másik kútba, befogadóba juttatjuk, így jut vissza körforgásba a közeg és veszi fel újra a hőt a talajtól. A talajvizes rendszerek tervezése összetett feladat, mivel fel kell mérni a felhasználható vízkészletet, kutat kell fúrni, hőcserélővel akár többszörösen le kell választani a rendszert, folyamatos ellenőrzést igényel a megbízható vízhozam ellenőrzése. Az engedélyeztetés itt is komoly feladat, mivel a vízkészlet használata szigorúan szabályozott kereteken belül lehetséges. Jellemzően 4-6 kW hőenergia nyerhető ki egy m³ vízből. A technológia nem érzékeny a külső hőmérsékletre, vagy a napsugárzásra, jó hatásfokkal üzemeltethető az állandó hőmérséklet miatt. Bonyolult a kialakítása próbafúrásokkal, költséges a kivitelezés, jelentős a szivattyúzási munka. A talajmechanikai változások hatására, akár gyorsan változhat a kutak vízadó és vízbefogadó képessége.

2.4.2.3. Levegő-víz hőszivattyúk



19. ábra Levegős hőszivattyú (<https://ecodan24.hu/a-levego-viz-hoszivattyu-elonyei/>;
2023.10.25.)

A hőszivattyúzás kifejezés miatt a legtöbb esetben feltételezik valamelyik korábban bemutatott földhőhöz kötött technológia meglétét, ám a technológia fejlődésével már széles hőmérsékleti skálán, kimagasló hatásfok értékek mellett alkalmazható a levegőből nyert hőenergiát hasznosító hőszivattyús rendszer. A készülék elhelyezése kevésbé helyhez kötött, a kültéri egység kerülhet tetőre, falra, az épület mellé megfelelő keretre. Kis helyre telepíthető, nem bonyolult a kivitelezése, nem igényel talajmunkát vagy fúrást és ezekhez kapcsolódó engedélyezési eljárást. A hazánkban előírt tervezési hőmérsékleteken belül kiegyensúlyozottan használható készülékek, és elektromos rásegítéssel ezek alatt is üzemeltethetők, akár -28°C -ig. Karbantartásuk és üzemeltetésük egyszerűbb és olcsóbb a korábban bemutatott kialakításoknál, valamint a beruházási költség is kedvezőbb. (Mevaplan, 2023)

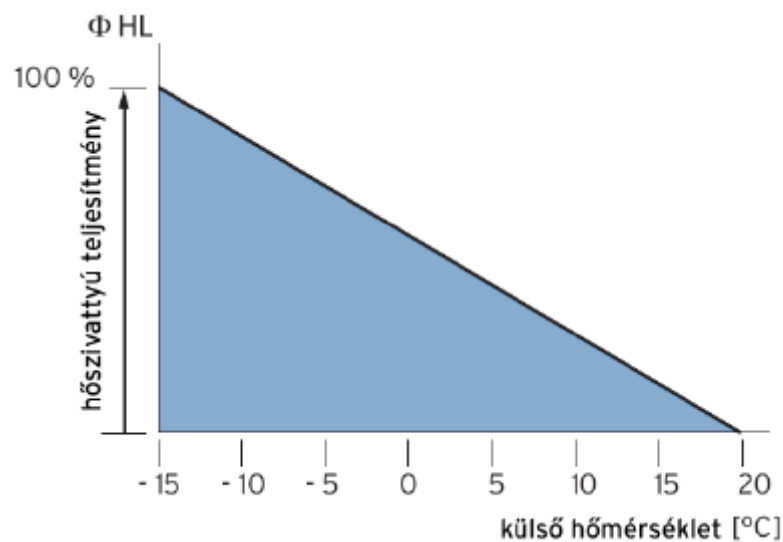
2.4.3. Hőszivattyú üzemmódjai

A hőszivattyúk önállóan, vagy más hőtermelő berendezéssel együttműködve használhatók, amelyek általában elektromos, vagy gáz készülékek. Az ideális kialakítás és szabályzás mellett kiaknázzhatók az egyes hőtermelő típusok előnyös tulajdonságai, az

elérhető legjobb hatásfok környékén üzemeltethetőek. Üzem módjuk alapján a hőszivattyúk esetén négy csoportot különböztethetünk meg.

Monovalens üzem mód

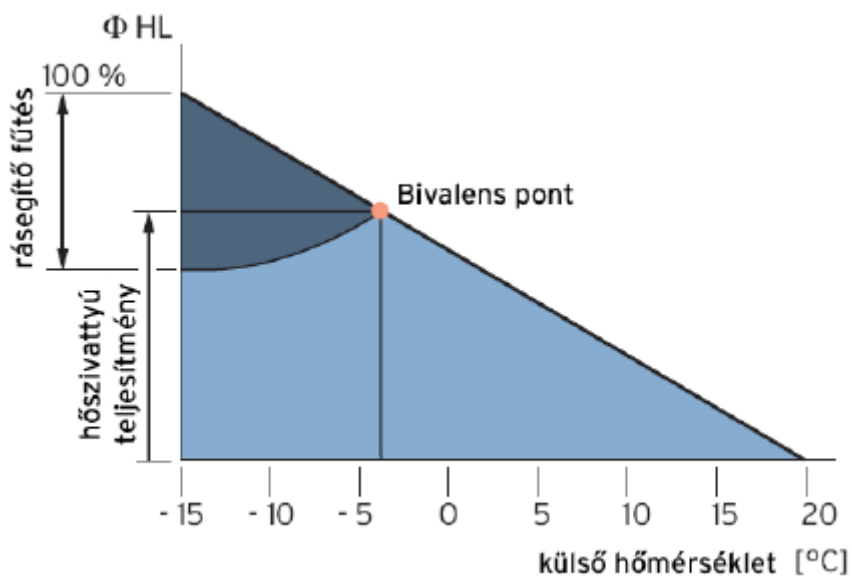
Ebben az üzem módban a mono kifejezés arra utal, hogy a hőszivattyú az egyedüli hőforrás a rendszerben, nincs szükség kiegészítő, rásegítő berendezésre. Itt említhető meg a monoenergikus üzem mód is, amely bár már működési elv szerint bivalens rendszer, de itt a hangsúly az azonos energiaforráson van, tehát szükség szerint a hőszivattyú nem egy másik berendezéssel dolgozik együtt, hanem a beépített villamos kiegészítő fűtés segítségével hidalja át a csúcsterhelések környékén a szükséges hőenergia igényét, amelyet a hőszivattyú saját vezérlése szabályoz.



20. ábra Monovalens üzem mód (Vaillant, 2020)

Bivalens párhuzamos üzem mód

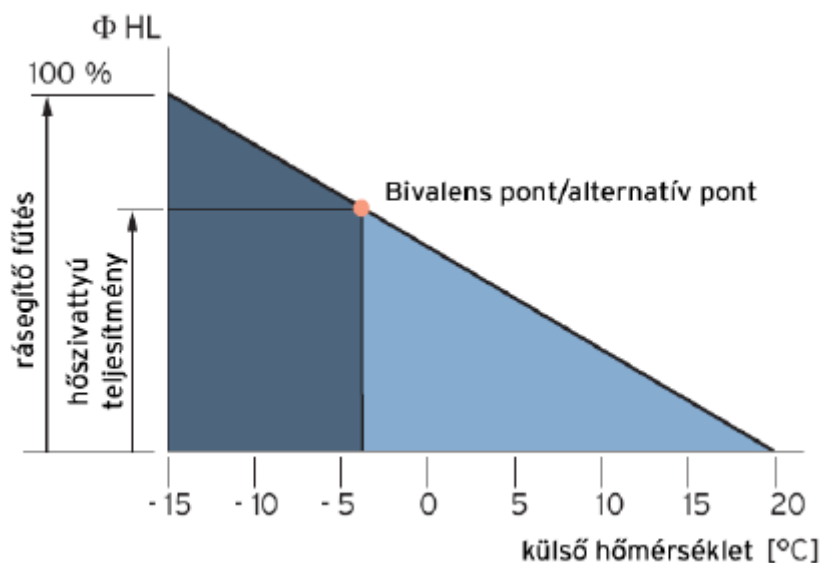
Ebben az összeállításban két hőtermelő dolgozik együtt, amelyek különböző energiaforrásból nyerik az energiát. Az együttműködés alapja a hőigény, közvetve a külső hőmérséklet. A hőszivattyú egy adott pontig tudja kielégíteni a hőigényt megfelelő hatásfokkal, majd ez után, jellemzően a beállított hőmérsékleten kapcsolódik be a másik hőtermelő, míg a hőszivattyú is üzemben marad.



21. ábra Bivalens párhuzamos üzem mód (Vaillant, 2020)

Bivalens alternatív üzem mód

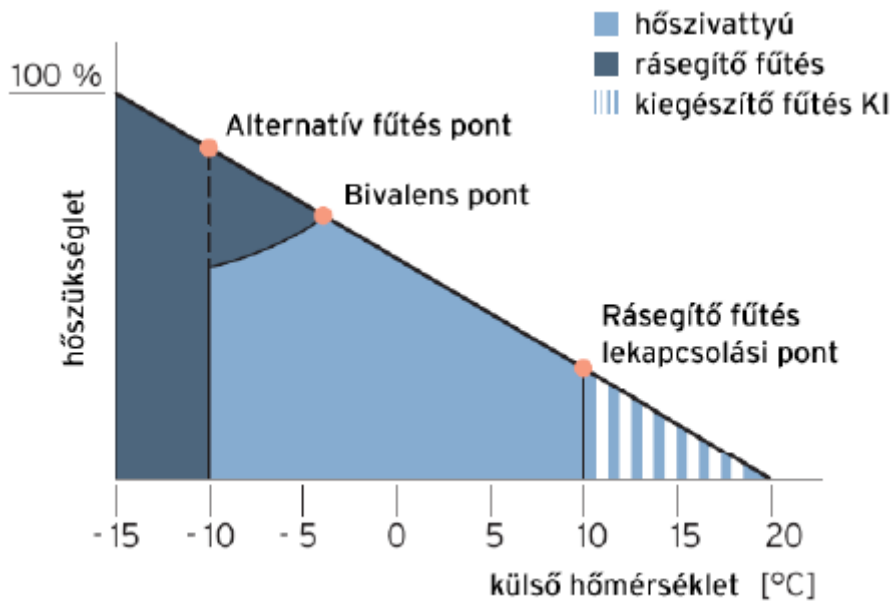
Ennél az üzem módnál is két hőtermelő dolgozik együtt, amelyek különböző energiahordozókkal üzemelnek. Az előbbieken bemutatott megoldáshoz képest annyi az eltérés, hogy az úgynevezett bivalencia pont elérésekor belép a másik hőtermelő berendezés, azonban a hőszivattyú innentől nem dolgozik tovább. Ezt az üzem módot jellemzően olyan területeken használjuk, ahol magas az előremenő hőmérséklet-igény és a hőszivattyú az úgynevezett átmeneti időszakokban üzemel, ezzel lefedti az éves fűtési szezon akár 60-70°-át.



22. ábra Bivalens alternatív üzem mód (Vaillant, 2020)

Bivalens, részben párhuzamos üzemmód

A korábban bemutatott két bivalens üzemmódhoz hasonlóan a hőszivattyú egy bizonyos pontig biztosítja önállóan a fűtéshez szükséges előremenő hőmérsékletet. Ezzel a kialakítással azonban biztosított egy átmeneti állapot, amikor a hőszivattyú még termel, és már üzemel a másik hőtermelő, de még nem elegendő az előremenő hőmérséklet. Amint eléri a rendszerben a közeg a megfelelő hőmérsékletet, a hőszivattyú lekapcsol, és teljes egészében a másik hőtermelő veszi át a teljes hőellátást.



23. ábra Bivalens részben párhuzamos üzemmód (Vaillant, 2020)

2.4.4. Egyéb hőenergiatermelő rendszerek

Budapest távhőellátása 1899-1900-ban indult az első épülettel, ami az Országház volt, igazából azonban csak az 1960-es években terjedt el az állami lakásépítési programok indulásával.

Kapcsolt energiatermelésnek nevezzük, amikor az olyan villamos-, és hőenergia termelést, amikor mindkét energiát hasznosítjuk. 2010-ben a budapesti távhő 67 %-a származott ilyen kapcsolt termelésből. Budapest távhőtermelésében a hőmennyiség 96 %-a származik földgáz felhasználásból, 4 % pedig kommunális hulladék hőhasznosításából kerül előállításra.

A hálózat az erőmű és a felhasználó között szolgáltatói hőközponton keresztül terjedő gerinc-, elosztó- és bekötővezetéken halad és az ezekben a vezetékekben keringtetett víz

szállítja és adja le a hőt a végfelhasználónál. A budapesti hálózat teljes hossza meghaladja az 500 km-t.

Az erőművi összkapacitás 2344 MW, amelynek a 31 %-a (728 MW) villamosenergia-termeléssel kapcsolt, a beépített kapcsolt villamos teljesítmény összesen 653 MW. A jelenlegi tényleges csúcsteljesítmény-igény -13°C külső hőmérsékletnél mindössze kb. 1317 MW, jól látható tehát, hogy a beépített erőművi összkapacitás majdnem 80 %-kal felülmúlja a valós igényt. A távhőigény csökkenése magyarázható a fokozatosan emelkedő átlagos külső hőmérséklettel, valamint a fűtéskorszerűsítési programok eredményességével.

A vizsgált irodaépület esetében nem áll rendelkezésre a távhőszolgáltatás, így ennek kidolgozása nem képezte a feladat részét. (<https://www.bvh.budapest.hu/fotav>, 2023)

Szilárd tüzelésű berendezés beépítése az irodaház meglévő fűtési rendszerének szempontjából nem optimális, mivel az a padlástérben van. Ezen kívül az épület egy természetvédelmi terület határán, völgyben helyezkedik el, ráadásul lakóépületekkel sűrűn beépített városrészrel szomszédos. Ezek alapján nem állnak fenn azok a körülmények, ami miatt felmerülne a szilárd tüzelésű kazán beépíthetőségének lehetősége.

2.5. Irodalomelemzés konklúziói

Az irodalomelemzésben bemutattam az irodaépületek kialakulását, fejlődésüket, a napjainkban jellemző elrendezésüket, valamint ehhez kapcsolódóan a jellemző energiafogyasztásukat. Az irodaházak fenntartásával, üzemeltetésével és lehetséges korszerűsítésükkel kapcsolatban feldolgoztam a szakma képviselőinek álláspontját a jelenlegi kihívások megnevezésével.

Az energiafelhasználás tárgyalásánál elengedhetetlen a kitekintés a globális energiahelyzet áttekintése, melynek keretében kitértem a jelenlegi energiaváltságra, valamint érintettem a fenntarthatóság érdekében szükséges egységes európai irányokat és javaslatokat.

Az épületgépészeti anyagok feldolgozásában kitértem a lehetséges hőtermelő rendszerekre, úgy, mint a gáztüzelésű, a hőszivattyús, a távhővel működő, valamint a szilárd tüzelésű hőtermelőkre. A dolgozat tárgyát képező fejlesztés tekintetében részleteztem a jelenleg korszerű hőtermelő berendezések jellemző kialakítását, illeszthetőségét és üzemmódokat.

3. Elvégzendő feladatok, alkalmazott módszerek

A budapesti irodaépület fűtési, hűtési és HMV (használati melegvíz) termelési rendszerének vizsgálata és korszerűsítése volt a feladat. Az irodaház és a fejlesztéssel érintett gépészeti berendezések, gázkazánok és folyadékhűtők, 2003-ban kerültek használatba vételre, beüzemelésre. A meglévő berendezések jó műszaki állapotban vannak. A tervezett fejlesztés során beszerelésre kerülő hőszivattyúk várhatóan a fűtési időszak nagy részében kielégítik a fűtési hőigényeket, valamint a teljes használati melegvíz igényt, emellett fedezik a hűtési igényt.

A korszerűsítés részeként feladatom volt a hőszivattyúk kiválasztása, a hőcserélők méretezése, valamint a HMV termelés átalakítása volt.

3.1. Az irodaépület gépészeti rendszerei

3.1.1. Az irodaépület hőellátása és fűtési rendszere

Az épület fűtési és használati melegvíz igényeit 3 db BUDERUS Logano 334 típusú alacsony hőmérsékletű gázkazán látta el. A kazánok egységteljesítménye 110 kW, a három kazán teljesítménye mindösszesen 330 kW. A kazán éves hatásfoka a kazán műszaki adatlapja alapján $\eta = 93\%$. Üzemeltetői tapasztalatok alapján két kazán (összesen 220 kW) ellátja az épület szükséges hőigényeket. A gázkazánok élettartama még nem járt le, a tervek szerint tartalékként és az esetleges csúcs hőigények kielégítésére megmaradnak, ezért a fűtési és HMV termelési energiamegtakarítás számításához a kiinduló állapotnak a korszerűsítés előtti állapot szolgált alapul.



24. ábra Buderus Logano 334 tip. 110 kW-os gázkazán (2023)

A rendelkezésre álló épületgépész tervek szerint a kazános rendszer tervezett fűtési hőfoklépcsője 80/60°C, de a gyakorlatban ennél alacsonyabb fűtési hőfoklépcsők jellemzőek. A fűtési hőleadók 4 csöves fan-coilok, melyek „2 csövesként” üzemelnek, tehát vagy fűtenek vagy hűtenek, mert nincs egyidejű fűtési és hűtési igény az épületben. Ez lehetőséget teremt a fan-coilok-ban a fűtési kalorifernél jelentősen nagyobb felületű hűtési kalorifer fűtési üzem közben történő használatára, mely által a fan-coil kör fűtési hőfoklépcsője jelentősen csökkenthető illeszkedve a vizsgált levegő-víz hőszivattyús hőellátáshoz. A fan-coil rendszer mellett egyes helyiségekben radiátorok is megtalálhatók.

Az épület fűtési hőigényét egy 2018-ban elkészült szakértői vélemény szolgáltatta, ami alapján:

- irodaépület fűtési rendszere: 155 kW
- légkezelő fűtése: 82 kW
- HMV termelés: 52 kW (a meglévő tároló adatlapja alapján)

Az átalakítás nem érintette a fűtési hálózatot, kizárólag a hőtermelői oldalt. Az ingatlan adottságai, valamint a kazánház padlástérben lévő elhelyezkedése miatt a hőszivattyúkat az épület tetején, egyedi tartószerkezeten, hóhatár fölé emelve, rezgéscsillapított talpakon a gyártói előírásoknak megfelelően kerültek betervezésre.



25. ábra Mitsubishi i-BX-N/035T hőszivattyúk

Nyolc darab monoblokk rendszerű választottam ki, ezek a levegő-víz hőszivattyúk két darab négyes csoportot alkotnak, amely elrendezés előnyös a részterhelések kielégítésére, valamint vezérlés és karbantartás szempontjából is. A betervezett berendezések típusa: Climaveneta i-BX-N/035T ($Q_{fűt}=27,10$ kW; $Q_{hűt}=34,18$ kW; $P_{el}=15,7$ kW; $L_w=77$ dB(A); 3 f; 400 V; 50 Hz; R410a). A kiválasztást gyártói programmal végeztem, a megadott kiindulási adatok alapján. A kiválasztott típus adatlapja a 3. számú mellékletben látható.

Az i-BX-N/035T hőszivattyú névleges hűtési teljesítménye 35 kW, névleges fűtési teljesítménye 38 kW. A hőszivattyú fűtési teljesítménye 24,2 kW a fűtési méretezési állapotban -13°C külső hőmérsékleten. A hőszivattyú hűtési teljesítménye 34,2 kW a hűtési méretezési állapotban +35°C külső hőmérsékleten. A 8 db hőszivattyú teljesítménye mindösszesen a méretezési állapotban:

- téli méretezési állapot: 193,6 kW
- nyári méretezési állapot: 273,6 kW.

A beépített hőszivattyú teljesítmény az épület fűtési és hűtési teljesítmény igényét fedezi. A hűtés esetén méretezési állapotban ugyanúgy 7/12°C hőfoklépcsővel fognak üzemelni a hőszivattyúk, mint a meglévő folyadékűtők, az éves hűtési hőmennyiséget 100 %-ban fedezik a hőszivattyúk. A fűtési rendszer esetén is azt vettem figyelembe, hogy a hőszivattyúk 100%-ban képesek fedezni a fűtési hőmennyiséget. A fan-coil és a légkezelő kör ugyanis 80/60°C fűtési hőfoklépcsőre van méretezve, de mivel nincs egyidejű fűtési és hűtési igény az épületben, ezért a fan-coilokban és a légkezelőben a jelentősen nagyobb felületű hűtési kalorifer fűtési üzem közben történő használatát a kivitelezés során megoldották, mely által a fűtési hőfoklépcső jelentősen csökkenthető illeszkedve a vizsgált levegő-víz hőszivattyús hőellátáshoz. A vizsgált fűtési-hűtési hőszivattyúk szezonális teljesítménytényezője az átadási dokumentációban szereplő gépkönyvi adatok alapján:

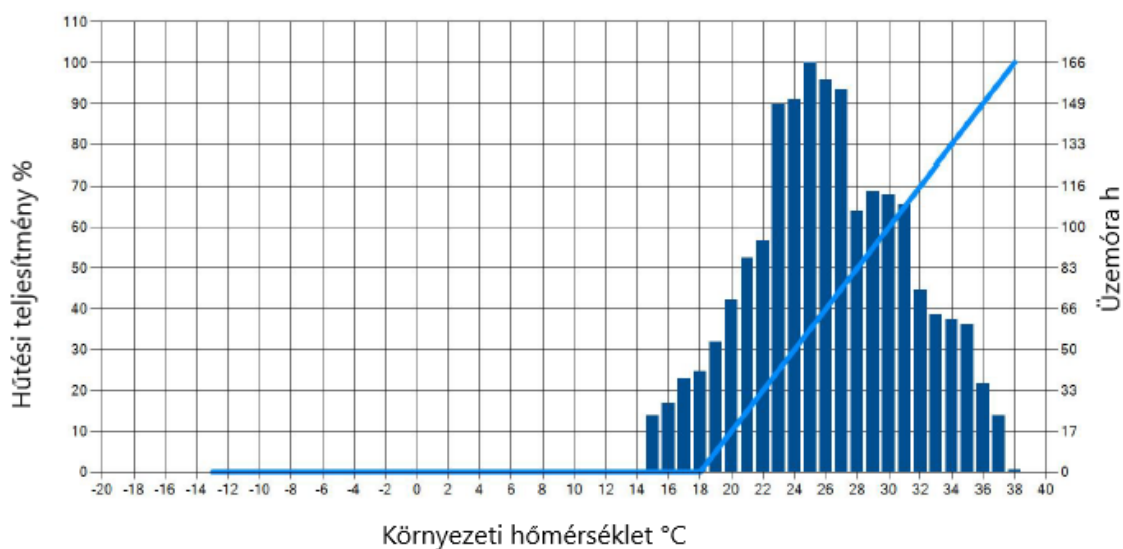
Fűtés-hűtés Mitsubishi i-BX-N/035T hőszivattyúkkal:

- SCOP: 3,01
- SEER: 3,93.

A levegő-víz hőszivattyúk várható élettartama 15 év.

A hűtési teljesítmény-igény kielégítését, a terhelés felfutását a hőmérséklet függvényében a 26. számú ábrán ábrázoltam. Látható, hogy a hőmérséklet emelkedésével nő a hűtési teljesítmény igény, melyet a hőszivattyúk beléptetésével gyakorlatilag lineárisan ki tudnak elégíteni a gépcsoportok a teljes terhelésig, 18-38 °C között. Kiolvasható továbbá, hogy az üzemidőt tekintve jellemzően részterhelésen működik a rendszer, ami pontos szabályzást tesz lehetővé, amellet, hogy a gépüzem szempontjából a léptetéssel kímélni tudja a hőszivattyúkat, ami kedvező hatással van a teljes üzemidejükre és a meghibásodások gyakoriságára.

Hűtési terhelés görbe



26. ábra Hűtési teljesítmény – hőmérséklet- üzemidő (2023)

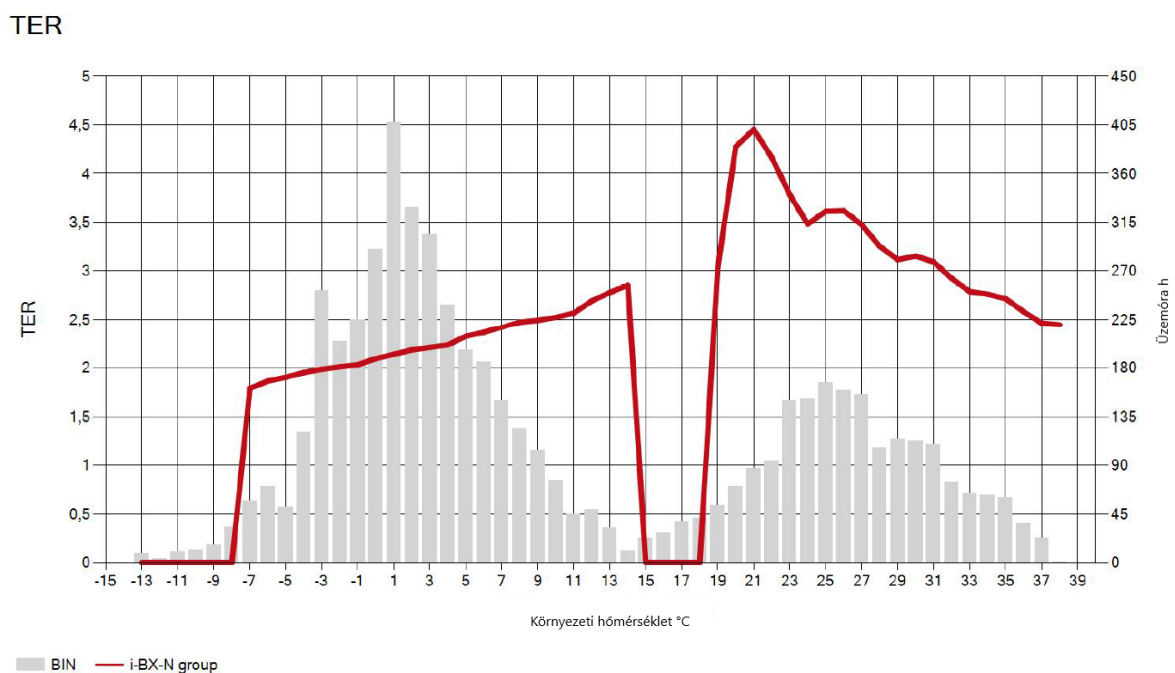
A fűtési teljesítmény-igény kielégítését, a terhelés felfutását a hőmérséklet függvényében a 27. számú ábrán ábrázoltam. Látható, hogy a hőmérséklet csökkenésével nő a fűtési teljesítmény igény, melyet a hőszivattyúk beléptetésével gyakorlatilag lineárisan ki tudnak elégíteni a gépcsoportok, -8-20 °C között, alacsonyabb hőmérsékleten pedig már gázkazánok elégítik ki a szüksége hőteljesítményt. Az üzemidő-hőmérséklet oszlopokat tekintve látszik, hogy jellemzően részterhelésen működik a rendszer, ami pontos szabályzást tesz lehetővé, ezzel jól illeszkedik a meglévő fűtési rendszerhez, amely igény esetén a -8 °C bivalencia pontnál bekapcsolódik a hőtermelésbe.

Fűtési terhelés görbe



27. ábra Hűtési teljesítmény – hőmérséklet- üzemidő (2023)

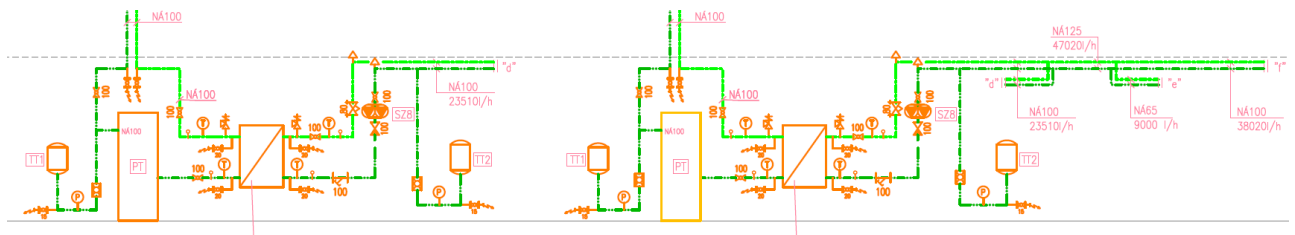
A hűtő és fűtő berendezések egész éves működésének valós, teljes energiafogyasztásának bemutatására az európai használatban az SEER (Seasonal Energy-Efficiency-Ratio – Szezonális energia hatékonysági arány) és az SCOP (Seasonal Coefficient of Performance – Szezonális teljesítmény tényező) mutatók terjedtek el, valamint szabályozott azok minimum értéke. Azonban sem a SEER, sem a SCOP nem igazán alkalmas egy másik típusú egységhez, ahhoz, hogy univerzális többértékű egységet fejezzenek ki. A többértékű tényezőket folyadékűtőknél és hőszivattyúknál is értelmezhetjük, így rugalmasak és sokféle felhasználáshoz alkalmazhatók. Ennek a problémának az áthidalására került megalkotásra egy új energiahatékonysági mutató a TER (Total Efficiency Ratio - Teljes hatékonysági arány), amely egyaránt fűtésre és hűtésre termelt teljes energia és a berendezés által felhasznált elektromos energia hányadosa. Ahogyan az EER és a COP, úgy a TER is elméleti mutató. A másik két mutatóhoz hasonlóan értelmezhető az STER (Seasonal Total Efficiency Ratio – Szezonális teljes hatékonysági arány), mely így az egész éves körülményekre ad mutatószámot.



28. ábra TER – hőmérséklet- üzemidő (2023)

A hőszivattyú gépcsoport energiaanalízisét gyártói szoftver segítségével végeztem el, amelyben a teljes éves működés bemutatására a 28. számú ábra szolgál. A bivalencia pont meghatározását jól szemlélteti a gépcsoport üzemgörbéje, amin látható, hogy (-8) - (-7) °C környékén a hatásossági mutató meredekbe beesik és gyakorlatilag a nulla tengelyhez simul.

Ennek oka, hogy itt már a hőszivattyúzás folyamata már nem megy végbe, így ez alatt nem gazdaságos a berendezések használata. Megfigyelhető, hogy a hőmérséklet változása hogyan befolyásolja a hatásosságot, akár fűtési, akár hűtési üzemben. A közepső részen a nulla TER értéken lévő „vályú” azt az átmeneti időszakot jelenti, amikor sem fűtésre, sem hűtésre nem használjuk a berendezéseket, az az úgynevezett átmeneti, vagy üzemváltás időszak. Az is kiolvasható a két üzemállapot üzemóráit megjelenítő oszlopsereg segítségével, hogy a jellemzően előforduló hőmérséklettartományokat milyen jól fedi részterhelésen működtette a gépcsoport.



29. ábra HSZ-HCS kapcsolás

Az újonnan kialakított primer kör csővezetékeinek kiválasztásakor acél csöveket terveztem beépíteni. A kiválasztás során figyelembe vettem hőszivattyúk csonkozását, a gyári előírás szerinti minimum rendszertérfogatot, valamint a berendezések belső hőcserélőjében előírt minimum és maximum áramlási sebességet. A kiválasztás során az IMI Hydronic Engineering HyTools alkalmazást használtam. A csővezetékeket ezután számításokkal ellenőriztem. A csőátmérőket az alábbi képlet szerint számoltam ki a térfogatáramból:

$$V = Q = A * v = \frac{d^2 * \pi}{4} * v, \text{ ebből az átmérő: } d = \sqrt{\frac{Q * 4}{\pi * v}} \quad (1)$$

, ahol:

- $V = Q$ - Térfogatáram [m^3/s]
- A - Keresztmetszet [m^2]
- v - Áramlási sebesség [m/s]

Az átmérőket szabványos értékre kerekítve választottam ki, majd az alábbi összefüggés segítségével ellenőriztem vissza az áramlási sebességet:

$$v = \frac{Q * 4}{d^2 * \pi} \quad (2)$$

A különböző beépített berendezések és szerelvények ellenállása, valamint a csővezetékek alak ellenállása mellett, figyelembe vettem a geodetikus magasságkülönbséget, melyet a legnagyobb szintbeli eltérés vizsgálatával vettem figyelembe. A legnagyobb

magasságkülönbség a hőszivattyúk felső csonkja és a hőcserélők alsó csonkja között volt, mértéke 3,2 m.

A veszteséget az alábbi képlet segítségével határoztam meg:

$$\Delta p_m = \delta * h * g \text{ [bar]} \quad (3)$$

, ahol:

- δ - A víz sűrűsége [kg/m³]
- h - Legnagyobb magasság eltérés [m]
- g - Gyorsulás [m/s²]

A súrlódási veszteségeket az alábbi összefüggések alapján vettem figyelembe:

Súrlódási veszteség:

$$\Delta p_s = k * B * V^2 * l \text{ [bar]} \quad (4)$$

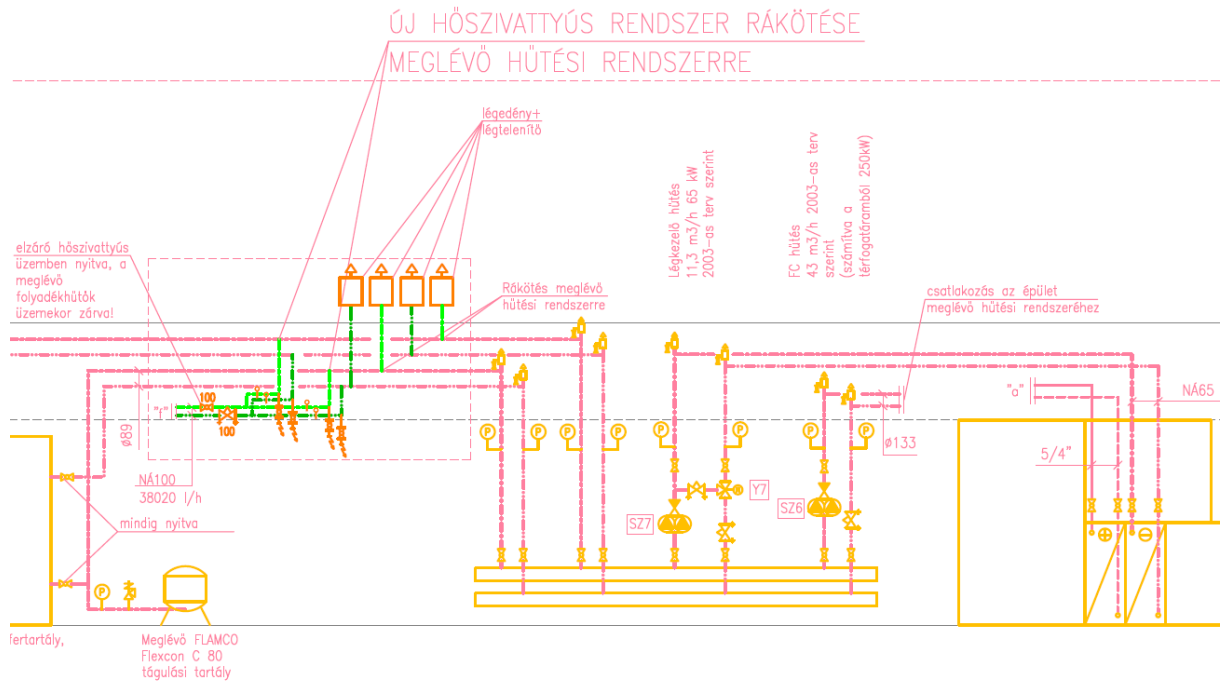
Alaki ellenállás:

$$\Delta p_a = \Sigma \zeta * \frac{\rho}{2} * v^2 \text{ [bar]} \quad (5)$$

Összes ellenállás:

$$\Delta p_{\text{összes}} = \Delta p_m + \Delta p_s + \Delta p_a \text{ [bar]} \quad (6)$$

A hőszivattyús gépcsoportok hőcserélőkön keresztül kapcsolódnak a meglévő fűtési rendszerhez. A hőszivattyúk monoblokk rendszerűek, egyedi tartószerkezeten a tetőn kerültek elhelyezésre. A fagyveszélyre való tekintettel a primer körű rendszert 30 % etilén-glikol tartalmú bekevert vízzel terveztem üzemeltetni. A primer rendszerbe továbbá a két gépcsoporthoz kapcsolódóan egy-egy 300 literes puffertárolót (Fiorini VKG-HC 300) (4. számú melléklet) terveztem beépíteni, hogy a hőszivattyúk gyártói előírásának megfelelően a szükséges rendszertérfogat biztosított legyen. A primer rendszert lemezes leválasztó hőcserélőn keresztül terveztem csatlakoztatni a meglévő fűtési-hűtési hálózatra. A hőcserélők kiválasztását gyártói méretező programmal végeztem el. A fűtési hőfoklépcső a primer oldalon 45/40 °C, szekunder oldalon 43/38 °C. A hőcserélőkből kilépve a szekunder hálózat egyesül és az 1.-2. számú mellékletekben látható terveknek megfelelően csatlakozik az épület meglévő fűtési és hűtési hálózatára egyaránt.



30. ábra Hőszivattyús rendszer csatlakozása a meglévő hálózathoz

A hőszivattyúk két gépcsoportra való szétosztása többek között azért is indokolt volt, mivel így lehetett megoldani a hőcserélős leválasztást. A hőszivattyúk rendelkeznek gyárilag beépített szivattyúval, amelyek a méretezési térfogatáramon maximum 60 kPa nyomásesést képesek áthidalni, melyből kb. 40 kPa fordítható a hőcserélő ellenállásának leküzdésére. Az összes gép által termelt maximum hőmennyiségre méretezett hőcserélő ellenállása olyan nagy lenne, amit a beépített szivattyúk nem képesek legyőzni. A hőcserélő kiválasztásnál azt is figyelembe kellett venni, hogy részterhelésen a négy tagból álló gépcsoportból mindössze egy gép üzemel és a hőcserélőn ilyen esetben felmerülő kis térfogatáram mellett is le kell tudnia adni a kívánt hőmennyiséget. Továbbá megfontolást igényelt a glikollal kevert primer rendszer is, aminek a vízhez képest eltérőek a fizikai tulajdonságai, így például viszkozitása nagyobb, ami miatt megváltoznak az áramlási tulajdonságok, nagyobb a nyomásesés, tehát a szivattyúk terhelése is nagyobb. A hőcserélő kiválasztását a korábbiak értelmében elvégeztem minimum hűtési igényre, maximum hűtési igényre, valamint ellenőriztem fűtésre is. A kiválasztás részletes dokumentumai, a konstrukciós adatlappal együtt a 8.-11. számú mellékletben találhatók.

A rendszer tervezésekor figyelembe vettem a folyadékok tágulását, ami miatt tágulási tartályokat terveztem beépíteni. A tágulási tartályok, amellett, hogy felveszik a hőmérséklet-különbségből adódó térfogatváltozást, elősegítik, hogy rendszerben minden üzemállapotban megfelelőek legyenek a nyomásviszonyok. A kapcsolási rajzon látható, hogy az úgynevezett primer körben gépcsoportonként két-két tágulási tartályt helyeztem el. Mivel a rendszerek hőcserélővel vannak elválasztva, ezért a tágulási tartályokat a hőcserélők elé és után kellett betervezni, hiszen azok mindkét oldalán létrejön a hőmérséklet-különbség. A hőcserélő két oldalán eltérő rendszertérfogatok vannak, ezért különböző méretű tartályok adódnak. A közvetítő közeg glikol-víz 30/70 % keverék, aminek a víztől eltérő, 1,65 százalékos hőtágulási együtthatóját vettem figyelembe. A hőmérséklet különbség 10 °C fok, a méretezési adatok alapján. A fűtési rendszer kapcsolási rajzán TT1 jelű tágulási tartálynak Reflex NG 12/6 típusú (12. számú melléklet) 12 literes fűtési tágulási tartályt, míg a TT2 jelű tágulási tartály esetén Reflex NG 25/6 típusú (13. számú melléklet) 25 literes fűtési tágulási tartályt terveztem beépíteni. A hőcserélő előtt a rendszertérfogat kb. 460 literre adódott, ami az 1,65-ös tágulás miatt 10 °C fok különbségnél 759 literre adódik. A légoldali előnyomás 1,5 bar, a maximális üzemi nyomás 6 bar.

Ellenőrzés céljából az alábbi számításokat végeztem el:

$$Tágulási\ térfogat = \frac{360 * 1,65}{100} = 5,94 [l]$$

$$Tartalék\ 25\% = 5,94 * 1,25 = 7,42 [l]$$

$$Hatásfok = \frac{(6 + 1,5) - (0,5 + 1,5)}{(6 + 1,5)} = 0,73$$

$$Tartály\ térfogat = \frac{7,42}{0,73} = 10,16 [l].$$

Ennek megfelelően a tervezés során kiválasztott típus a méretsorban a következő, tehát 12 literes.

$$Tágulási\ térfogat = \frac{680 * 1,65}{100} = 11,22 [l]$$

$$Tartalék\ 25\% = 11,22 * 1,25 = 14,25 [l]$$

$$Hatásfok = \frac{(6 + 1,5) - (0,5 + 1,5)}{(6 + 1,5)} = 0,73$$

$$Tartály\ térfogat = \frac{14,25}{0,73} = 19,52 [l].$$

Ennek megfelelően a tervezés során kiválasztott típus a méretségben a következő, tehát 25 literes.

A fűtési rendszer hőleadói jellemzően fan-coil-ok, melyek mellett néhol megtalálhatók radiátorok is. A korszerűsítés tervezése során a megrendelői igényeknek megfelelően nem módosul a meglévő fan-coil rendszer. A hőigény leadásának ellenőrzésekor megvizsgáltam ezeket a hőleadókat, típusuk CIAT Major2 CH 41 D 430N négy csöves parapet fan-coil-ok, amelyek alkalmasak hűtésre és fűtésre egyaránt. A négy csöves fan-coil-ok esetében a fűtési csőkígyó mindig jóval kisebb a hűtésinél. A tárgyalt irodaépület fűtési rendszerének átalakításánál sikerült kihasználni ezt a tulajdonságot. Mivel a gázkazán a magas előremenő hőmérséklettel üzemel, a rendszerben lévő néhány radiátor, valamint a parapetes fan-coilok a fűtési csőkígyón keresztül alkalmasak voltak a megfelelő hőmennyiség leadására. A korszerűsítés során beépített hőszivattyúk a gázkészülékhez képest alacsonyabb előremenő hőmérsékletet állítanak elő, de mivel ezeket úgy terveztem be, hogy csatlakoznak a hűtési körhöz, így a fan-coil-ok hűtési csőkígyóit is tudják használni fűtési célra, tehát megnövelt felülettel képesek biztosítani a kívánt hőmérsékletet az épület légterében. Az előbbieken leírtak alapján tehát a rendszer képes arra bivalens üzemben, hogy akár egyszerre fűtse a fan-coil-ok fűtési és hűtési tekercseit úgy, hogy a gázkazánok az előbbieken, a hőszivattyús rendszer pedig az utóbbiakon keresztül adja le az előállított hőmennyiséget.

3.1.2. Használati melegvíz rendszer

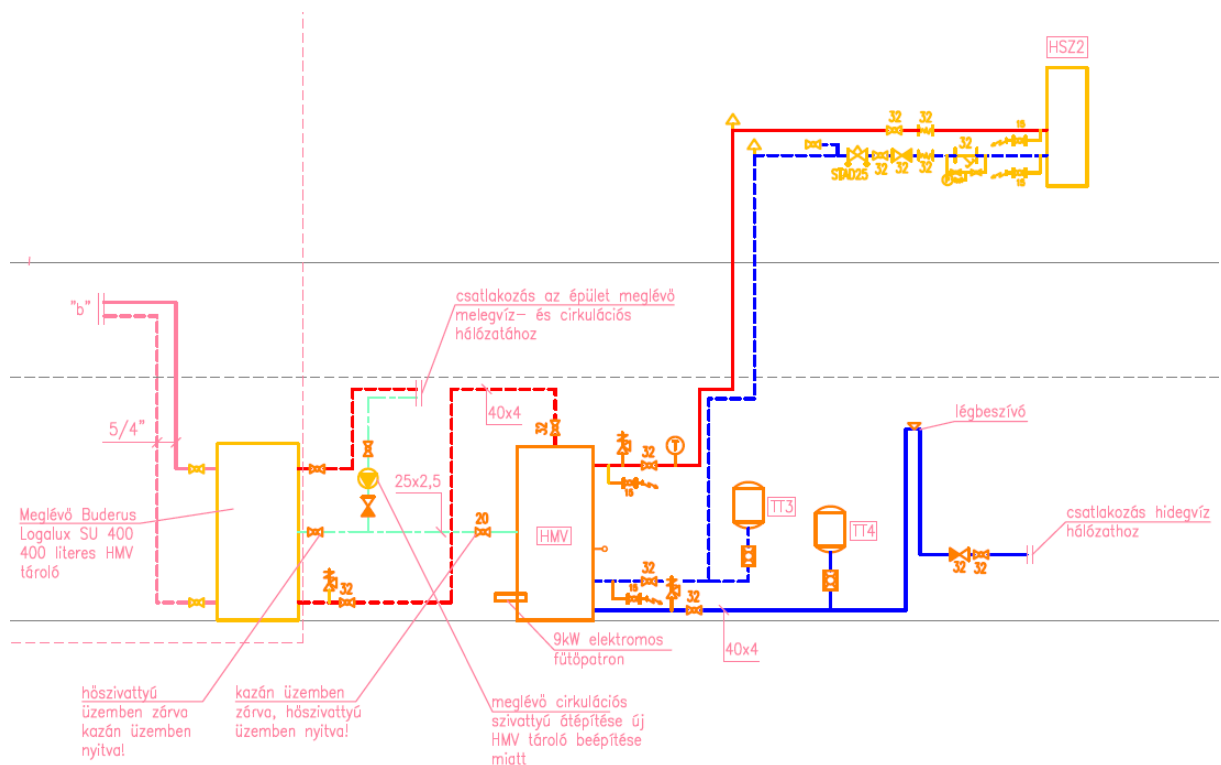
Az épület szociális helyiségeinek használati melegvíz (HMV) ellátása a hőközpontban elhelyezett indirekt fűtésű használati melegvíz tárolóval történik. A HMV tároló felfűtése a fűtési osztó-gyűjtőre csatlakozó HMV fűtési körrel történik a gázkazánok által.



30. ábra Indirekt fűtésű HMV tároló (2023)

A korszerűsítés során felmerült igények alapján a HMV termelés átalakítása volt a feladatom, amelyet hőszivattyú beépítésével oldottam meg. A meglévő indirekt tároló nem felel meg önmagában ehhez a konstrukcióhoz, mivel a gáztüzelésű hőtermeléshez képest a hőszivattyús rendszerben az előremenő hőmérséklet alacsonyabb. Mivel a meglévő HMV tároló cseréje nem indokolt, így a kazánházba mellé terveztem telepíteni egy új, emelt csőkégyővel szerelt tárolót.

A HMV igény meghatározását a valós, tapasztalati vízigény felhasználásával végeztem el, melyhez a szükséges adatokat az üzemeltetővel közösen leolvasott fogyasztásmérő értékei adták. A vizsgált időszakban a tíz napos átlag 450 liter/nap, míg kizárólag a munkanapokat nézve 542 liter/nap volt, ami megfelelt a korábbi üzemeltetési tapasztalatoknak. A HMV termelés hőigénye kb. 52 kW a meglévő tároló adatlapja alapján.



31. ábra HMV kapcsolás a meglévő rendszerre

A kiindulási állapotban az irodaépület melegvíz ellátását a gázkazánok által fűtött Buderus Logalux SU 400 típusú, 400 literes HMV tároló biztosítja. Az korszerűsítés során Climaveneta i-BX-N/008M típusú (5. számú melléklet) hőszivattyút terveztem be, amely egy Fiorini SMART HP típusú (6. számú melléklet), 500 literes melegvíz tároló segítségével állítja elő a használati melegvizet. A HMV rendszer új része itt kapcsolódik a meglévő rendszerhez, vagyis a betervezett tárolót elhagyva visszakötésre került a meglévő HMV tartályba. Az új tartályba egy

9 kW teljesítményű elektromos fűtőpatron beépítését is terveztem kiegészítésként, melynek rendeltetése elsősorban a legionella baktérium elleni fertőtlenítés miatti magasabb hőmérsékletre történő felfűtés, de egy esetleges hosszabb idejű leállást követően a tároló gyorsabb felfűtése is biztosítható ezzel.

Azzal, hogy a meglévő rendszerbe a jelenlegi tartály elé került betervezésre a hőszivattyús HMV rendszer, alkalmas maradt arra, hogy gáztüzelés mellett is üzemelhessen, ráadásul a víz előfűthető a hőszivattyúval.



32. ábra Mitsubishi i-BXN/008M hőszivattyú HMV igény kiszolgálására

Az újonnan kialakított rendszerbe többretegű műanyag csöveket terveztem préseléses kötéstechológiával, hőszigeteléssel, a tároló elé biztonsági lefúvató szelepet, szűrőt, elzáró gömbcsapokat, töltő-ürítő szerelvényt írtam elő.

A meglévő cirkulációs rendszerre úgy csatlakoztattam az újonnan kialakított tárolót, hogy a cirkulációs szivattyú mindkét tartályt ellássa. Az üzemviszonyoknak megfelelően gömbcsapokkal váltható a gázkazán és a hőszivattyú termeléses üzem között a cirkuláció iránya a tartályok felé.

A HMV tároló megfelelő kiválasztásához szükséges meghatározni a kellő vízmennyiséget. A melegvizet 45 °C-ra melegíti fel a hőszivattyú és az ivóvíz 5 °C-os hőmérsékleten érkezik az épületbe. A víz fajhője pedig 45 °C-on 4,176 kJ/kg*K.

$$V_{HMV} = \frac{Q_{ez}}{c * \Delta t} = \frac{5200}{\frac{4,176}{3,6} * (45 - 5)} = 112,07 [kg] \cong 112 [l]$$

Jól látszik, hogy a számítás alapján elegendő lenne egy 120 literes HMV tartályt beépíteni, azonban figyelembe vettem néhány jellegzetes körülményt. Az irodaházak esetében jellemzően a nappali munkavégzés során merül fel HMV igény. A munkaidő kezdetén az érkező bérlők, dolgozók egy rövid időablakban érkeznek a munkahelyükre, amikor a higiénia igények

miatt kiugróan magas igény jelentkezik, amihez hozzáadódik a kerékpárral vagy egyéb sporteszközzel közlekedők zuhanyzási igénye. Ez az első felhasználási időszak jellemzően reggel hét és kilenc óra közé tehető. A következő nagy hullám ebédidőben, vagyis 12-13 óra környékén jelentkezik, tisztálkodás, konyhai tevékenység miatt. A napi harmadik csúcs a munkaidő végén van, délután 16-18 óra között. Jól látható, hogy az egyidejűség jelentős, és mivel a hőszivattyús HMV előállítás alacsonyabb hőmérsékleten történik, mint a villany, vagy gázkészülékes, így a nagyobb tároló indokolt. A másik megfontolás a nagyobb HMV tároló kiválasztására a hőszivattyú gyártói kiválasztó programja, amely a kis hőfoklépcső és a rendszer nagyobb rugalmassága miatt ajánlja a kiválasztott HMV tartályt a hőszivattyú teljesítményéhez. Ezek alapján a megfontolások alapján terveztem be a gyár által ajánlott HMV tárolót, amely az ellenőrzés szerint kielégíti az irodaépület melegvíz igényét.

A HMV rendszer tervezésekor figyelembe vettem a folyadék tágulását, ami miatt tágulási tartályt terveztem beépíteni. A tágulási tartály, amellet, hogy felveszi a hőmérséklet-különbségből adódó térfogatváltozást, elősegíti, hogy rendszerben minden üzemállapotban megfelelő legyen a nyomás. A HMV rendszer hőszivattyú oldalán a TT3 tágulási tartályt terveztem be, ellenőrzése során a TT2 jelű tartállyal megegyező típus adódott. A HMV tágulási tartályt a kapcsolási rajzon látható módon helyeztem el. A víz 0,79 százalék hőtágulási együtthatóját vettem figyelembe. A hőmérséklet különbség 10 °C fok, a méretezési adatok alapján. A fűtési rendszer kapcsolási rajzán TT4 jelű tágulási tartálynak Flamco Fofix 25 típusú (7. számú melléklet) 25 literes fűtési tágulási tartályt terveztem beépíteni. A két tartállyal a rendszertérfogat kb. 960 literre adódott. A légoldali előnyomás 1,5 bar, a maximális üzemi nyomás 6 bar.

Ellenőrzés céljából az alábbi számításokat végeztem el:

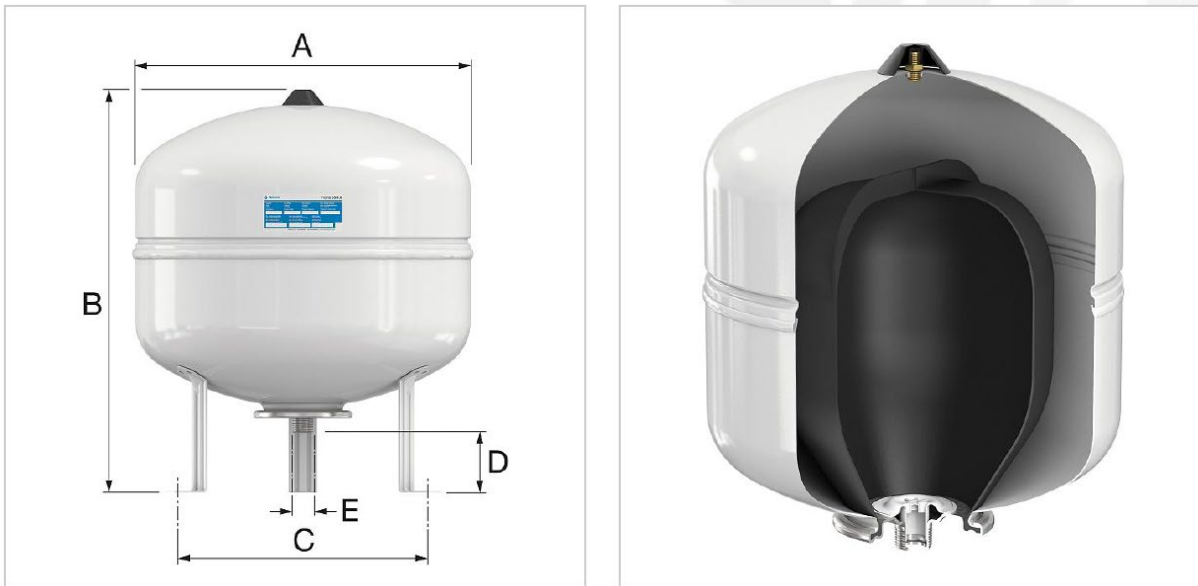
$$Tágulási\ térfogat = \frac{960 * 0,79}{100} = 7,58 [l]$$

$$Tartalék\ 25\% = 7,58 * 1,25 = 9,48 [l]$$

$$Hatásfok = \frac{(10 + 4) - (0,5 + 4)}{(10 + 4)} = 0,68$$

$$Tartály\ térfogat = \frac{7,58}{0,68} = 13,94 [l].$$

Ennek megfelelően a tervezés során egy nagyobb típust választottam ki a méretsorban, amely 25 literes.



33. ábra A kiválasztott ivóvizés Flamco Flofix 25 tágulási tartály

3.1.3. Szellőző rendszer

Az épületben az irodák friss levegő ellátására hővisszanyerős légkezelő berendezést telepítettek. A CLIMACIAT GI 150 típusú légkezelő tervezett friss levegő térfogatárama a rendelkezésre álló épületgépész tervek alapján 15 000 m³/h. A légkezelő 63% hatásfokú hővisszanyerővel, fűtési kaloriferrel, hűtési kaloriferrel és nedvesítővel rendelkezik. A telepítés után néhány évvel frekvenciaváltós szabályozást szereltek fel a légkezelőre. Mivel nincs egyidejű fűtési és hűtési, illetve jelentős légszárítási igény az épületben, ezért lehetőség van a légkezelőben a jelentősen nagyobb felületű hűtési kalorifer fűtési üzem közben történő használatára, mely által a légkezelő kör fűtési hőfoklépcsője jelentősen csökkenthető illeszkedve a vizsgált levegő-víz hőszivattyús hőellátáshoz.



34. ábra CLIMACIAT GI 150 típusú légkezelő berendezés (2023)

Az irodák a helyben kialakult üzemeltetési szokásoknak megfelelően - jellemzően ablaknyitással is szellőztethetők, ezért a légkezelőt elsősorban csak a fűtési időszakban 0°C alatti külső hőmérsékletnél üzemeltetik. Átmeneti állapotban és nyáron jellemzően nem üzemel a légkezelő.

3.1.4. Hűtési rendszer

Az épületben a hűtési igényt 2 db CIAT gyártmányú CIATCOOLER LJA 600Z típusú, egyenként 140 kW hűtési teljesítményű folyadékűtő szolgálja ki. A hűtési rendszer a fan-coil hűtési köröket és az irodák friss levegő igényét biztosító légkezelőt látja el hűtési energiával, de a légkezelő berendezést a gyakorlatban jellemzően nem használják nyáron.



35. ábra CIATCOOLER LJA 600Z típusú folyadékűtő

A folyadékűtők jó állapotban vannak és a tervek szerint tartalékként megmaradnak, ezért a hőszivattyús fejlesztés által elérhető éves energiamegtakarítást a kiinduló állapothoz viszonyítjuk.

3.1.5. Az épület hűtési és fűtési rendszerének működési leírása

Az irodaépületben a korszerűsítést megelőzően 3 db Buderus Logano G 334 típusú, egyenként 110 kW fűtési teljesítményű gázkazánról üzemelő melegvízes fűtési rendszer látta el a fűtési és a HMV igény kielégítését. Kazánház az épület padlasterében helyezkedik el, ahol a gázkészülékek egy hidraulikai váltón keresztül csatlakoznak egy osztó-gyűjtő párra, amelyeken háromfűtési kör van kialakítva, amelyek a fűtési, a HMV, és a légkezelő fűtési körei. Az eredeti rendszer 80/60 °C hőfoklépsőre lett méretezve, melynek okai a gázfűtés és a részben radiátoros hőleadó rendszer. A HMV rendszer kiegészül Buderus Logolux SU 400 típusú, 400 literes indirekt tárolóval.

Az irodaház fűtési hálózata nem része a tervezett korszerűsítésnek, így az változatlan maradt, a hőtermelő oldal változott meg azzal, hogy nyolc darab Climaveneta i-BX-N/035T típusú hőszivattyú került telepítésre a fűtési igény, míg egy darab Climaveneta i-BX-N/008M típusú hőszivattyú a HMV termelés előállítására. A nyolc hőszivattyú két darab, egyenként négy gépből álló csoportot alkot, melyek Tichelmann kötésben kapcsolódnak egymáshoz. A vezetékpárokra zárt cellás hőszigetelést terveztem, a tetősíkon kívül bádoggal borítással a mechanikai védelem érdekében. A rendszer 30-70 % etilén-glikol és víz keverékével töltött. A gépek gyári előírásai alapján biztosítani kellett a minimális rendszertérfogatot, ennek érdekében gépcsoportonként egy, azaz összesen kettő darab háromszáz literes puffertárolót terveztem beépíteni. A tárolók után az új rendszert hőcserélőkön keresztül adja le a hőt, majd a két gépcsoport hőtermelése egymáshoz csatlakozva kapcsolódik a meglévő fűtési hálózathoz. A fűtési hőfoklépcső a primer oldalon 45/40 °C, szekunder oldalon 43/38 °C.

A meglévő és az újonnan betervezett hálózat részek a meglévő fűtési hidraulikai váltó és fűtési osztó közé, másrészt a hűtési puffer és hűtési osztó-gyűjtő közé csatlakoznak. A hőtermelési üzemiállapotok közötti váltást, valamint a kiszakaszolást a megrendelői igényeknek megfelelően, a kapcsolási rajzon látható elzárókkal terveztem lehetővé tenni. A meglévő fűtési hidraulikai váltó és hűtési puffer kiegyenlítő szerepet tölt be a hőszivattyús rendszer működése közben is, ezért ezek a berendezéseket hőszivattyús üzemi esetén sem zárhatóak ki a rendszerből.

A hőleadói oldalon a radiátorok mellett CIAT Major2 CH 41 D 430N négy csöves parapet fan-coil-ok alkotják többségében a rendszert, amelyek alkalmasak hűtésre és fűtésre egyaránt. A négy csöves fan-coil-ok esetében a fűtési csőháló mindig jóval kisebb a hűtésinél, mivel fűtés esetén a környezeti levegő és a hűtőközeg közötti hőmérsékletkülönbség nagyobb, mint a hűtési esetben, amely tulajdonságot az irodaépület fűtési rendszerének korszerűsítésénél fel tudtam használni. Az átalakítás során beépített hőszivattyúk a gázkészülékhez képest alacsonyabb előremenő hőmérsékletet állítanak elő, de mivel ezeket úgy terveztem be, hogy csatlakoznak a hűtési körhöz, így a fan-coil-ok hűtési tekercseit is tudják használni fűtési célra, tehát megnövelt felülettel képesek biztosítani a kívánt hőmérsékletet az épület légtérben. A fan-coil-ok korábban bemutatott működésének eléréséhez a berendezések vezérlését szükséges volt úgy átalakítani, hogy fűtési igény esetén az fan-coil berendezés hűtési hőcserélője elé épített szelep is nyisson, míg hűtési üzemi is mindkét szelep nyitott állapotban legyen, ezért hűtési üzemi a fűtési keringető szivattyút tiltani kell. Ennek az

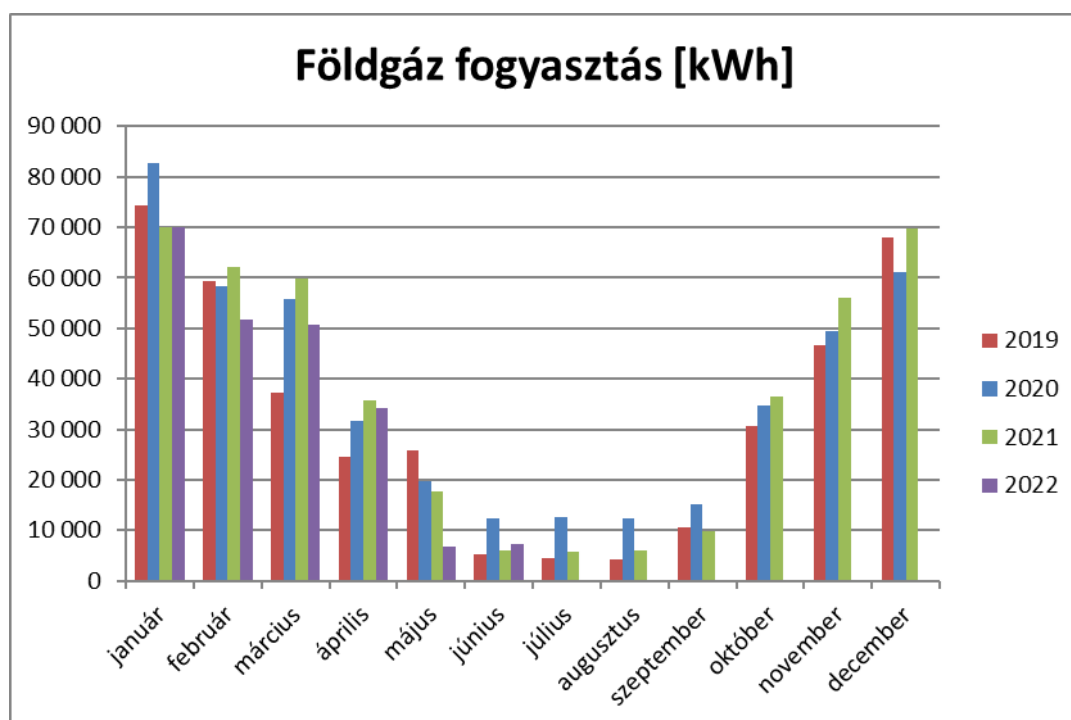
átalakításnak köszönhetően tulajdonképpen az épületben a meglévő 4 csöves fan-coilos rendszert 2 csöves rendszerré alakítottam át. Az átalakításnak köszönhetően a hőszivattyús rendszer akár -5°C külső hőmérséklet alatt is működtethető maradt. A tervezett átalakítással a meglévő gázkazános rendszer tartalékként megmaradt, szükség esetén, szélsőséges időjárási körülmények között, vagy az energiaárak alakulásának eredményeképpen továbbra is hasznosítható az épület hőigényének biztosítására.

4. Energetikai elemzés

A korszerűsítés tervezésének részeként elvégeztem a beruházáshoz kapcsolódóan az energetikai rendszer vizsgálatát. Az energetikai vizsgálat során a 2019-2021. évek, azaz 3 teljes naptári év földgáz és villamos energia fogyasztás adatait vizsgáltam, valamint a rendelkezésre álló 2022. évi adatokat.

4.1. Földgázfogyasztás

Az alábbi diagramon látható a földgáz fogyasztás változása a vizsgált időszakban, havi bontásban.



36. ábra Földgázfogyasztás havi eloszlásban

A földgáz fogyasztás az elmúlt 3 évben:

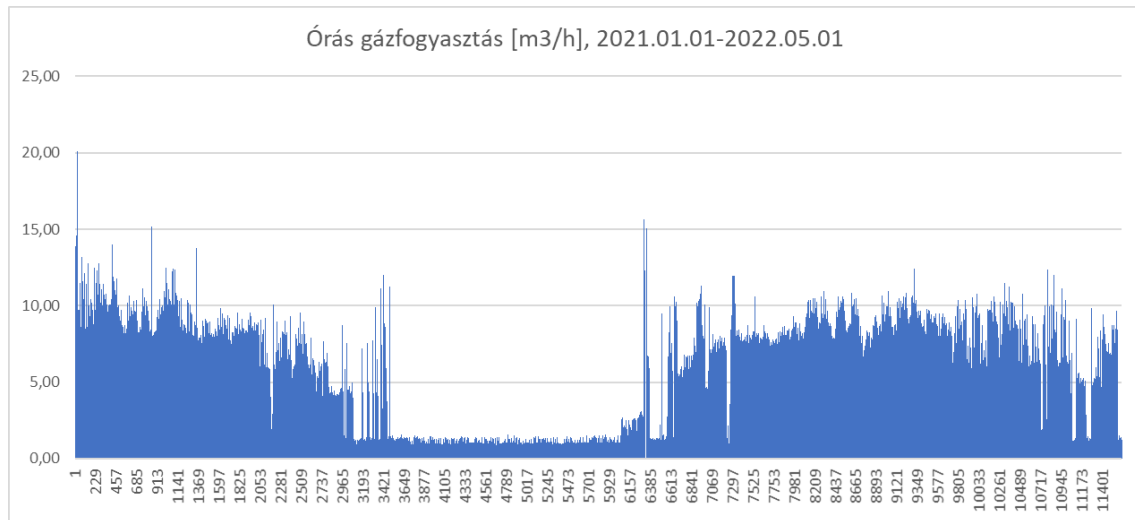
- 2019: 391 681 kWh
- 2020: 446 163 kWh
- 2021: 435 242 kWh

Az irodaház földgáz fogyasztását a külső és a belső hőmérséklet és az épületgépészeti rendszerek üzemeltetési programja befolyásolja. A gázfogyasztás bázis értékének a 2021. évi gázfogyasztást vettem figyelembe, mely 435 242 kWh. A nyári hónapok átlagos gázfogyasztása 5898 kWh/hó, mellyel az éves használati melegvíz termelés gázfogyasztása 70 780 kWh/év, a fűtési célú gázfogyasztás pedig 364 462 kWh/év. A kazánok műszaki adatlapján megadott 93

%-os éves kazánhatásfokot figyelembe véve a használati melegvíz termelés hőmennyiség igénye 65 826 kWh/év, az épület fűtési célú hőmennyiség igénye 338 950 kWh.

4.2. A kiinduló állapot órás gázfogyasztása

Az órás gázfogyasztást az üzemeltető rendelkezésre bocsátotta a 2022.01.01 és 2022.05.01 közötti időszakra, mely az alábbi ábrán látható:



37. ábra Órás gázfogyasztás

A maximális órás gázfogyasztás 20,14 m³/h volt 2021. január 2-án reggel 8 órakor, ami egy kiugró órás adat volt, mert a következő órában, reggel 9 órakor már csak 10,8 m³/h volt a gázfogyasztás és azt követően egész nap 10 m³/h alatt volt az órás gázfogyasztás. A 10,8 m³/h gázfogyasztás 2021. január 2-án 9 órakor volt, amikor a külső hőmérséklet 0°C volt (www.wunderground.com), mellyel a méretezési állapotra (-13°C külső hőmérséklet) számított gázfogyasztás 16,4 m³/h, mely 162 kW teljesítménynek felel meg. Ellenőrzésképpen megvizsgáltam a méretezési állapothoz közeli külső hőmérsékleteknél jelentkező gázfogyasztást a korábbi években és a fent bemutatott időszakban is:

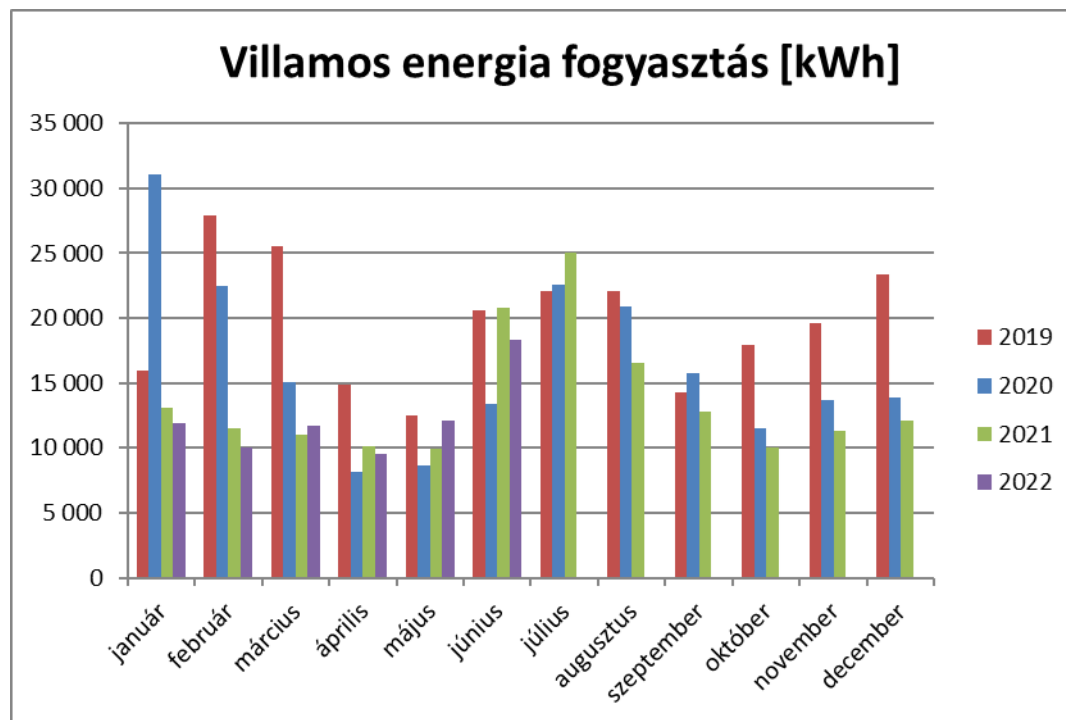
- 2017. december 5-én 9 órakor a külső hőmérséklet 1°C és az órás gázfogyasztás 11,5 m³/h volt, mellyel a méretezési állapotra (-13°C külső hőmérséklet) számított gázfogyasztás 19,2 m³/h, mely 189 kW teljesítménynek felel meg.
- 2018. február 28-án 13 órakor a külső hőmérséklet -6°C és az órás gázfogyasztás 11,9 m³/h volt, mellyel a méretezési állapotra (-13°C külső hőmérséklet) számított gázfogyasztás 14,9 m³/h, mely 147 kW teljesítménynek felel meg.

- 2021. február 2-án 8 órakor a külső hőmérséklet -8°C és az órás gázfogyasztás $11,15\text{ m}^3/\text{h}$ volt, mellyel a méretezési állapotra (-13°C külső hőmérséklet) számított gázfogyasztás $13\text{ m}^3/\text{h}$, mely 128 kW teljesítménynek felel meg.

Az órás gázfogyasztás függ a külső és a belső hőmérséklettől, a HVM termeléstől és a légkezelő működtetésétől. A tényleges egyidejű fűtési hőteljesítmény igény az órás gázfogyasztási adatok alapján és az elmúlt évekhez azonos üzemeltetési menetrendet figyelembe véve kb. $160\text{-}200\text{ kW}$.

4.3. Villamos energia fogyasztás

Az alábbi diagramon látható a villamos energia fogyasztás a vizsgált időszakban, havi bontásban.



38. ábra Villamos energia fogyasztás

A villamos energia fogyasztás az elmúlt 3 évben:

- 2019: $236\,820\text{ kWh}$
- 2020: $197\,053\text{ kWh}$
- 2021: $164\,181\text{ kWh}$

A villamos energiafogyasztás havi adatait tekintve látható, hogy 2019-ben a téli hónapokban, valamint 2020-ban január, február és márciusban magasabb volt a havi villamos energiafogyasztás, mint nyáron. Az üzemeltető elmondása szerint ennek az lehet az oka, hogy sokan helyi villamos fűtőkészüléket használtak a fűtési időszakban az irodákban a

hőkomfortjuk emelése érdekében. 2020. áprilistól a COVID járvány kezdete után ez megszűnt, mert sokan home office-ra álltak át. A 2021-es és a 2022-es évben sem jelentkezett az intenzívebb téli villamos energiahasználat. A hűtési célú villamos energiafogyasztást 2021. év májustól szeptember végéig tartó hűtési időszak villamos energiafogyasztásából számítottam ki. Az alapfogyasztás (világítás, lift, irodai eszközök, stb.) számításához a 2020., 2021. és 2022. évek április havi villamos energia fogyasztás adatait vettük figyelembe, ami átmeneti időszak, amikor a fűtési igény már minimális, hűteni pedig még nem szükséges. Az átlagos havi alapfogyasztás (világítás, lift, irodai eszközök, stb.) 9 277 kWh/hó. A 2021. év május-szeptember időszak villamos energiafogyasztása összesen 85 101 kWh, melyből az alapfogyasztást levonva a hűtési célú villamos energiafogyasztás 38 717 kWh/év. A meglévő hűtőgép nyári méretezési állapotra megadott teljesítménytényezője EER=2,59. A meglévő hűtőgép gyártásakor a szezonális teljesítménytényezőt még nem kellett feltüntetnie a gyártóknak, ezért a szezonális teljesítménytényezőt (SEER) becsléssel határoztam meg, melynek értéke SEER = 3,6. Az épület hűtési energiaigénye $38\,717 \cdot 3,6 = 139\,381$ kWh/év.

4.4. Összesített energiafogyasztás

A kiinduló állapotban a tervezett fejlesztéssel érintett műszaki rendszereken az éves energiafogyasztás:

Fűtés és HMV ellátás gázfogyasztása: 435 242 kWh/év.

Hűtési rendszer villamos energiafogyasztása: 38 717 kWh/év.

4.4.1. Energiaköltségek

Az aktuális földgáz díjszabást az alábbi táblázat tartalmazza.

Szolgáltató:	EON Energiamegoldások Kft.	
	Nettó egységár	
Gázdíj	8,60	Ft/kWh
Jövedéki adó	0,3492	Ft/kWh
Biztonsági készletezési díj	0,17995	Ft/kWh
Forgalomarányos díjtételek összesen	9,1	Ft/kWh
	Nettó egységár	
Alapdíj	26 226,00	Ft/ m ³ /h/ év
Mérő kapacitása	25	m ³ /h
Alapdíj	655 650	Ft/év

39. ábra Földgáz energiaköltségek táblázat

Az energetikai felméréshez a megrendelő rendelkezésemre bocsátotta a 2022. október 1-től esedékes szerződéses gázdíjat, amely alapján a havi földgáz molekuladíj a napi tőzsdei árak átlagából fog állni. Mivel a tőzsdei gázár az aktuális, fent bemutatott gázdíjnak a többszöröse, ezért a vizsgálat során a földgáz költségeket a tőzsdei árat figyelembe véve kalkuláltam. A gáz tőzsdei ára 200 EUR/MWh, azaz kb. 80 Ft/kWh, a jövedéki adót és a biztonsági készletezési díjat hozzáadva végeredményben itt 80,5 Ft/kWh a gáz forgalomarányos nettó egységára.

Az aktuális villamos energia díjszabást az alábbi táblázat tartalmazza.

Szolgáltató:	AUDAX Renewables Kft.	
	Nettó egységár	
Energia díj	53,9000	Ft/kWh
Energia adó	0,3585	Ft/kWh
VET 147, ellátástámogatás	0,0800	Ft/kWh
VET 147, kapcs. term. átal. tám.	1,4500	Ft/kWh
Átviteli díj	9,8000	Ft/kWh
Elosztói forgalmi díj	7,9200	Ft/kWh
Forgalomarányos díjtételek összesen:	73,5	Ft/kWh
Elosztói alapidíj egységár	55 320	Ft/év
Elosztói alapidíj	1	db
Elosztói alapidíj	55 320	Ft/év
Elosztói teljesítménydíj egységár	12 444	Ft/kW év
Lekötött teljesítmény	196	kW
Elosztói teljesítménydíj	2 439 024	Ft/év

40. ábra Villamos energiaköltségek táblázat

A villamos energia díjszabása 2023. évben 33 Ft/kWh lesz a megrendelő érvényben lévő szerződése szerint, ami a jelenlegi piaci helyzetben szinte példátlanul kedvező díjszabás. A tőzsdén jelenleg sokkal magasabb árak vannak, így a hosszútávú megtakarítást nem a 2023. évre esedékes villamos energia díjjal, hanem a tőzsdei árral kalkuláltam. A villamos energia tőzsdei ára kb. 500 EUR/MWh, azaz kb. 200 Ft/kWh, melyhez az energiaadót és egyéb forgalomarányos díjtételeket (ld. fenti táblázat) hozzáadva végeredményben 219,6 Ft/kWh a villamos energia forgalomarányos nettó egységára.

A kiinduló állapotban a vizsgált rendszer éves energiaköltsége (nettó):

Fűtés és HMV ellátás gázfogyasztása: 35 705 357 Ft/év

Hűtési rendszer villamos energiafogyasztása: 8 502 582 Ft/év

Mindösszesen: 44 207 939 Ft/év

4.4.2. CO₂ kibocsátás

A kiinduló állapotban a vizsgált fűtési, HMV és hűtési rendszer üzemeltetésekor jelentkező

CO₂ kibocsátás:

földgáz:

$435\,242\text{ kWh} * 203\text{ g/kWh} = 88\,354\,126\text{ g /év} = 88,4\text{ t/év.}$

villamos energia:

$38\,717\text{ kWh} * 365\text{ g/kWh} = 14\,131\,705\text{ g /év} = 14,1\text{ t/év.}$

4.5. A tervezett állapot

A fejlesztés során hőszivattyúkat terveztek beépíteni, mellyel a fűtési, hűtési és a használati melegvíz termelési energiafogyasztás jelentősen csökkenthető.

A fűtési és a hűtési igények kielégítése céljából 8 db kaszkád rendszerben működő Mitsubishi i-BX-N /035T típusú levegő-víz hőszivattyút terveztem beépíteni. A hőszivattyú névleges hűtési teljesítménye 35 kW, névleges fűtési teljesítménye 38 kW.

A hőszivattyú fűtési teljesítménye 24,2 kW a fűtési méretezési állapotban -13°C külső hőmérsékleten. A hőszivattyú hűtési teljesítménye 34,2 kW a hűtési méretezési állapotban +35°C külső hőmérsékleten. A 8 db hőszivattyú teljesítménye mindösszesen a méretezési állapotban:

- téli méretezési állapot: 193,6 kW
- nyári méretezési állapot: 273,6 kW.

A beépített hőszivattyú teljesítmény az épület fűtési és hűtési teljesítmény igényét fedezi. A hűtés esetén ugyanúgy 7/12°C hőfoklépcsővel fognak üzemelni a hőszivattyúk, mint a meglévő folyadékhűtők, ezért az éves hűtési hőmennyiséget várhatóan 100%-ban fedezik a hőszivattyúk, míg a fűtési rendszer esetén úgy vettem figyelembe, hogy a hőszivattyúk 75%-ban képesek fedezni a fűtési hőmennyiséget. Ennek oka, hogy mind a fan-coil mind a légkezelő kör 80/60°C fűtési hőfoklépcsőre van méretezve. Mivel azonban nincs egyidejű fűtési és hűtési

igény az épületben, ezért lehetőség van a fan-coilok-ban és a légkezelőben a jelentősen nagyobb felületű hűtési kalorifer fűtési üzem közben történő használatára, mely által a fűtési hőfoklépcső jelentősen csökkenthető illeszkedve a vizsgált levegő-víz hőszivattyús hőellátáshoz. A vizsgált fűtési-hűtési hőszivattyúk szezonális teljesítménytényezője:

- SCOP: 2,97
- SEER: 3,93

A használati melegvíz igények kielégítése céljából 1 db Mitsubishi i-BXN/008M típusú levegő-víz hőszivattyús HMV tárolót terveznek beépíteni. A tervezett HMV hőszivattyú szezonális teljesítménytényezője:

- SCOP: 3,1

A levegő-víz hőszivattyúk várható élettartama: 15 év.

4.5.1. Energiafogyasztás a tervezett állapotban

A fűtési, a hűtési és a HMV rendszer tervezett állapotban várható éves energiafogyasztását kiszámítottam, bivalens párhuzamos üzemmód szerint, bivalencia pont -8°C.

Fűtés

Hőszivattyús fűtés (75%):	254 212 kWh/év
Hőszivattyú fűtési célú villamos energia fogyasztás:	85 593 kWh/év
Gázkazános fűtés (25%):	84 737 kWh/év
Gázkazán fűtési célú gázfogyasztása:	91 116 kWh/év.

Hűtés

Hőszivattyús hűtés:	139 381 kWh/év
Hőszivattyú hűtési célú villamos energia fogyasztása:	35 466 kWh/év.

Használati melegvíz (HMV) termelés

Hőszivattyús HMV termelés:	65 826 kWh/év
Hőszivattyú HMV villamos energia fogyasztás:	21 234 kWh/év.

A tervezett állapotban a fejlesztéssel érintett fűtési, használati melegvíz termelési és hűtési rendszer éves energiafogyasztása mindösszesen:

Gázfogyasztás:	91 116 kWh/év.
Villamos energia fogyasztás:	142 293 kWh/év.

4.6. Korszerűsítés utáni állapot vizsgálata

4.6.1. Energiafogyasztás

A fűtési, a hűtési és a HMV rendszer megvalósult állapotra vonatkozó éves energiafogyasztását kiszámítottam.

A kivitelezés során beépített hőszivattyúk számított energiafogyasztása az alábbi:

Fűtés és HMV ellátás villamos energia fogyasztása: 132 987 kWh/év

Hűtési rendszer villamos energiafogyasztása: 35 467 kWh/év

Mindösszesen: 168 454 kWh/év

4.6.2. Energiaköltség

A megvalósult állapotban a fűtési, HMV és hűtési rendszert ellátó levegő-víz hőszivattyúk éves energiaköltsége a 4.4.1. fejezetben bemutatott 39 Ft/kWh földgáz és 62,7 Ft/kWh villamos energia forgalomarányos egységárat figyelembe véve:

Fűtés és HMV ellátás villamos energia fogyasztása: 8 342 099 Ft/év

Hűtési rendszer villamos energiafogyasztása: 2 224 764 Ft/év

Mindösszesen: 10 566 863 Ft/év

4.6.3. CO₂ kibocsátás

A kivitelezés során beépített hőszivattyúk számított CO₂ kibocsátása:

Villamos energia:

$168\,454\text{ kWh} \cdot 365\text{ g/kWh} = 61\,485\,710\text{ g/év} = 61,5\text{ t/év}.$

4.7. A megvalósult fejlesztés hatására jelentkező megtakarítások

A fejlesztés hatására jelentkező megtakarításokat kiszámítottam a fejlesztés előtti állapothoz képest.

A fejlesztés előtti állapothoz képest jelentkező megtakarítások:

Földgáz megtakarítás: 435 242 kWh/év = 1 567 GJ/év

Villamos energia megtakarítás: -129 736 kWh/év = - 467 GJ/év

Energiamegtakarítás mindösszesen 305 506 kWh/év = 1100 GJ/év

Energiaköltség megtakarítás: 9 844 832 Ft/év

CO₂ kibocsátás megtakarítás: 41 tCO₂/év.

A beruházás előtti energetikai besoroláshoz képest a következő szint követelményének megfelel a kivitelezett hőszivattyús rendszer, amely esetén számított megtakarítások:

Villamos energia megtakarítás: 14 204 kWh/év = 51 GJ/év

Energiaköltség megtakarítás: 890 978 Ft/év

CO2 kibocsátás megtakarítás: 5,2 tCO₂/év.

4.8. Az energiafogyasztás és az energiamegtakarítás a megvalósult fejlesztéssel

Az energiamegtakarítást a fejlesztés előtti és a megvalósult állapot energiafogyasztási adataiból számítottam. Az éves villamos energiafogyasztás az elmúlt 2 évben (2021, 2022) közel azonos volt. A hőszivattyú kiváltja a gázfogyasztást, a villamos energiafogyasztást az energetikai számításnak megfelelő mértékben (+129 736 kWh/év) pedig megnöveli a fejlesztés előtti állapothoz képest, ami az elszámolási villamos energia mérő segítségével nyomon követhető. A tényleges energiamegtakarítás az energetikai vizsgálatban bemutatott fejlesztés előtti állapot energiafogyasztása és a megvalósult rendszer energia fogyasztásának a különbsége.

5. Eredmények értékelése

A vizsgált irodaház energetikai korszerűsítése 1100 GJ/év energiamegtakarítást eredményezett, amely jelentős előrelépés egy húsz éves épület esetén. A megrendelő ráadásul a beruházás költségeinek mértékét csökkenteni tudta azzal, hogy megfelelt TAO (1996. évi LXXXI. törvény a társasági adóról és az osztalékadóról) kedvezmény felhasználásának követelményeinek. Ez a törvény lehetőséget ad a vállalkozások számára, hogy energetikai célú beruházásra fordítsanak a társasági adójuk legfeljebb hetven százalékának megfelelő összeget, adókedvezmény formájában. A törvény az elszámolható költségek között sorolja a megújuló energiaforrásból, saját hűtési és fűtési igényt kielégítő, levegő-levegő hőszivattyút és a hozzá kapcsolódó beruházást. Ennek eredményeképpen magasabb energiahatékonysági szintnek felel meg az épület, amely a beruházó célkitűzése volt, hogy ezzel jobb energetikai besorolású legyen az épület.

Egy ilyen nagy beruházás nem csak az anyagi megtérülés miatt jelentős, hanem a kibocsátás és a környezeti lábnyom csökkenése miatt is, amely nem csak az ott dolgozók, hanem az épület közvetlen és tágabb környezete számára is fontos.

A műszaki fejlesztés során az újonnan telepített hőszivattyúk és a beépítés következtében szükséges átalakítások, további berendezések, jól illeszkednek a korábban meglévő épületgépészeti rendszerbe, pontosabb szabályozhatóságot és nagyobb üzembiztonságot eredményeztek. A fűtési igény kielégítését kiszolgáló fan-coil rendszer négy-csöves kialakítása és vezérlése lehetővé tette, hogy megnövekedett hőigény esetén ne csak a fan-coil fűtési oldalát hasznosítsuk. A bivalencia pont elérésekor a gázkazán a Fan-coil fűtési oldalán adja le a termelt hőt, emellett a hőszivattyús rendszer a fan-coil hűtési oldalára dolgozik rá, így jelentősen növelve a hőleadást, valamint a rugalmas, biztonságos üzemet.

A hőszivattyús rendszer azért jól szabályozható és rugalmas, mivel a nyolc berendezés két darab négyes kaszkád rendszert alkot, amelyek az épületfelügyeleti rendszer szabályzásának megfelelően lépnek be az üzembe. A hőszivattyúk inverteres kompresszorral rendelkeznek, aminek köszönhetően a teljesítményük 20-100% között állítható.

6. Összefoglalás

Dolgozatom célkitűzése egy irodaház energetikai korszerűsítésének vizsgálata, az épület energetikai felmérése, ellenőrzése, az üzemeltetési költségcsökkentés lehetőségének vizsgálata, a korszerűsítés során tervezett berendezések kiválasztása, méretezése, valamint a megvalósítás gazdasági számításának elvégzése volt.

A beruházás elsősorban az irodaépület hőtermelő rendszerét érintette, így az irodalomkutatásban ezt a részt vizsgáltam meg hangsúlyosan, tekintettel a jelenlegi világgazdasági környezetre és energiaváltságra. A jellemző fűtési rendszereket taglalva ismertettem a kondenzációs gázkazán működését és tulajdonságait, mivel az ilyen rendeltetésű épületekben manapság ez a legelterjedtebb hőtermelő. A korszerű fűtési rendszerek vizsgálata során elengedhetetlen a hőszivattyús rendszerek bemutatása, ezért az elemzésben bemutattam a jellegzetes elrendezési típusokat, működési elveket. Amikor lehetőség adódik több energiatípus használatára, akkor a gazdasági vagy környezeti körülmények indokolhatják ezek választható, váltott vagy akár együttes felhasználását. Ennek ismertetése során rávilágítottam a monovalens, és bivalens működési típusok elvére, sajátosságaira.

A szakirodalom elemzését követően az épület hőtermelő rendszereinek bemutatásával, vizsgálatával folytattam a dolgozatomat, melyben az egyes részeknél részleteztem, hogy mely rendszerbe milyen berendezéseket terveztem beépíteni. A kiválasztásokat az üzemeltetői és a meglévő rendszer alapadatainak ismeretében végeztem el, a berendezések meghatározásához gyártói szoftvereket használtam, majd számítással ellenőrzéseket végeztem. A fűtési rendszerben három gázkészülék látta el a hőtermelést, melynek kiváltására hőszivattyús rendszert terveztem telepíteni. Az ingatlan adottságai, valamint a kazánház padlástérben lévő elhelyezkedése miatt, a hőszivattyúkat az épület tetején, egyedi tartószerkezeten terveztem beépíteni, úgy, hogy a nyolc darab monoblokk rendszerű levegő-víz hőszivattyúk két darab négyes csoportot alkosson. Ez az elrendezés előnyös vezérlés szempontjából, valamint a részterhelések kielégítésének megvalósításakor. A primer kör elkülönítésére leválasztó hőcserélőket terveztem be, mivel az épületen kívül eső szakaszok fagyveszélynek vannak kitéve. A puffertárolók kiválasztását gyártói előírások alapján végeztem el a minimum rendszertérfogat ismeretében. A rendszerben keringő víz és glikol-víz keverékek a hőtermelés során tágulnak, ezért tágulási tartályok beépítésével biztosítottam a

rendszer rugalmasságát. Bár a hőleadói oldalt nem érintette a korszerűsítés, a meglévő négycsöves fan-coil-ok sajátosságát kihasználva olyan kapcsolással terveztem rákötni az új hőtermelői oldalt a rendszerre, hogy a fan-coil-ok fűtési és hűtési csőkiágójának egyidejű használatával adható le a kívánt hőmennyiség a helyiségekben. A HMV termelés céljából egy külön hőszivattyút terveztem be, ami egy kiegészítő fűtéssel ellátott HMV tárolón keresztül, sorosan kapcsolódik a meglévő vízellátási rendszerhez. Számításaim szerint a hőszivattyúk a teljes évi energia-igényt képesek biztosítani a hűtés-fűtés, valamint a HMV termelésre való tekintettel is.

Az üzemeltetőtől kapott fogyasztási adatok alapján elvégeztem az épület energiafelhasználásának elemzését. A beruházás előtti energetikai besoroláshoz képest a következő szint követelményének megfelel a kivitelezett hőszivattyús rendszer, amely a számított eredmények alapján jelentős megtakarítást eredményez.

7. Summery

The objective of my thesis was to examine the modernization of an office building to improve energy efficiency. This included the assessment of the building's energy efficiency and control, the examination of the possibility of reducing operating costs, the selection and sizing of the equipment planned during the modernization, as well as the economic calculation of the implementation.

The investment mainly affected the heat generation system of the office building, so in the literature research I focused on this part, taking into account the current global economic environment and energy crisis. Discussing the typical heating systems, I explained the operation and properties of the condensing gas boiler since it is the most common heat generator nowadays in buildings with this purpose. During the examination of modern heating systems, it is essential to discuss heat pump systems. Therefore, in the analysis I presented the typical layout types of such systems and their operating principles. In cases when several types of energy are available, economic or environmental conditions may justify their optional, alternating or even combined use. To explain this, I highlighted the principle and characteristics of monovalent and bivalent operating types.

After analyzing the literature, I continued my thesis with the presentation and examination of the building's heat-generating systems, in which I detailed the equipment I planned to install in each part of the system. My choices were based on data regarding the operator and the existing system. I used the manufacturer's software to determine the equipment, and then verified the selection with calculations.

In the heating system, three gas appliances provided heat production. To replace these, I planned to install a heat pump system. Due to idiosyncrasies of the property and the location of the stokehole in the attic, I planned to install the heat pumps on the roof of the building, on a unique support frame, so that the eight monoblock system air-water heat pumps form two groups of four. This arrangement is advantageous from a control point of view, as well as to account for partial loads.

I have designed separating heat exchangers to separate the primary circle because some sections outside the building are exposed to the risk of frost. I selected the buffer tanks based on the manufacturer's specifications, knowing the minimum system volume. The water and glycol-water mixture that circulates in the system expands during heat production, so I

ensured the flexibility of the system by installing expansion tanks. The heat emitter side was not affected by the modernization project. I planned to use the characteristics of the existing four-pipe fan coils to connect the new heat generator side to the system in such a way that the desired amount of heat can be emitted in the rooms by simultaneously using the heating and cooling coils of the fan coils.

For the purpose of DHW production, I designed a separate heat pump, which is connected in series to the existing water supply system through a DHW storage tank with additional heating. According to my calculations, heat pumps can satisfy the total annual energy demand for cooling and heating as well as DHW production.

Based on consumption data received from the operator, I performed an analysis of the building's energy consumption. Compared to the pre-investment energy rating, the next-level requirement is met by the implemented heat pump system. Based on the calculated results, this leads to significant savings.

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Budai Gábor
A Hallgató Neptun kódja: JOQ34D
A dolgozat címe: Irodaház energetikai korszerűsítési lehetőségének vizsgálata
A megjelenés éve: 2023
A konzulens intézetének neve: Műszaki Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Épületgépészeti és Energetikai Tanszék

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

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

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

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

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

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelté után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: 2023 év november hó 11 nap



Hallgató aláírása

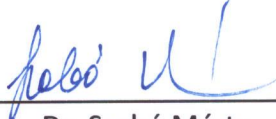
NYILATKOZAT

Budai Gábor (hallgató Neptun azonosítója: JOQ34D) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom¹.

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

Kelt: 2023 év november hó 10. nap


Dr. Szabó Márta
belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendó.

² A megfelelő aláhúzendó.

8. Irodalomjegyzék

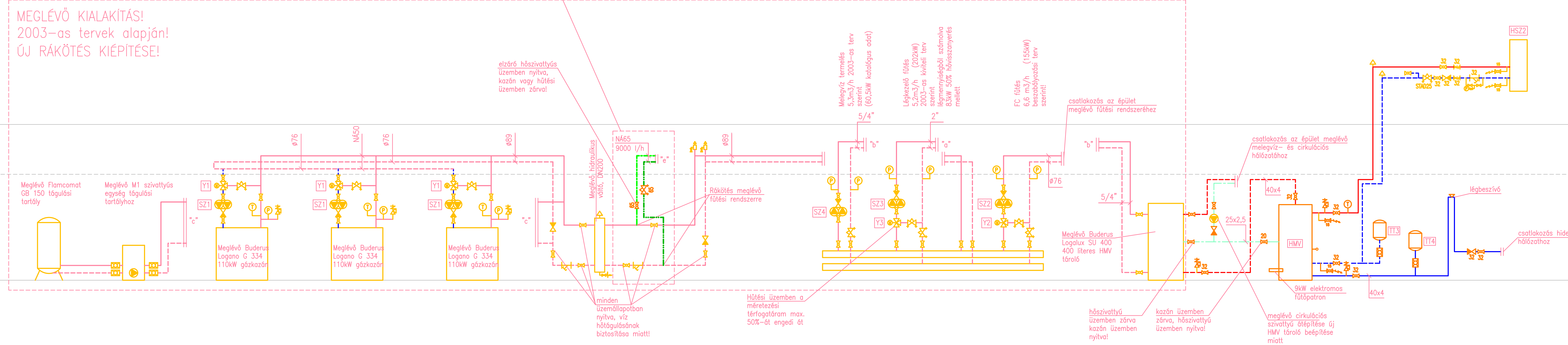
- [1] LÁNCOS, Á.: Az egyterű irodák világa, a munkakultúrák fejlődése. Ingatlan Évkönyv 2013/2014, Iroda.hu Kft. pp. 38-42.
- [2] SCHIFTER, F. és TOLVAJ, B.: Épületenergetika. Elektronikus jegyzet, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2011.
- [3] BOYANO, A., HERNANDEZ, P. és WOLF, O.: Energy demands and potential savings in European office buildings: Case studies based on EnergyPlus simulations. Energy and Buildings, Volume 65, 2013, pp. 19-28.
- [4] Boldizsár, Cs.: Termelő vállalat irodaépületének modernizálása. 2018
- [5] TORONYI, A. és ROMANSZKY, P.: Hogyan újítsunk fel irodaházakat hatékonyan? Ingatlan évkönyv 2015/2016, ingatlan.com Zrt.
- [6] PACHEO, R., ORDÓNEZ, J. és MARTÍNEZ, G.: Energy efficient design of building: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews 16 (2012), pp. 3559– 3573.
- [7] <https://www.iea.org/topics/global-energy-crisis> (2023.03.20)
- [8] Lantos, T. (2020) <https://www.vgfszaklap.hu/lapszamok/2020/marcius/5853-kazanok-fejlodestortenete-2020/03>
- [9] <https://energiamegujitas.hu/modulacios-gazego> (2023.10.15)
- [10] <https://mevaplan.hu/megujulo/hoszivattyu> (2023.10.15.)
- [11] Vaillant, Hőszivattyú tervezési segédlet (2020)
- [12] <https://www.bvh.budapest.hu/fotav> (2023.10.15)
- [13] <https://energiatudatosotthon.hu/geotermikus-talajszonda-homersekletvaltozas-a-talajban/> (2021.01.18)
- [14] https://www.researchgate.net/figure/COP-and-EER-reference-trends-as-a-function-of-temperature-difference-between-sources_fig1_360580832 (2023.10.15.)
- [15] <https://www.melcohit.com/en>, (2023.10.15.)
- [16] <https://www.fiorini-industries.com/en/vkg-hc-hot-and-cold/> (2023.10.15.)
- [17] <https://www.fiorini-industries.com/en/smart-1/> (2023.10.15.)
- [18] <https://flamco.aalberts-hfc.com/hu/catalog/ivoviz-termekek/tagulasi-tartalyok-ivoviz/flofix/> (2023.10.15.)
- [19] <https://www.fiorini-industries.com/en/heat-exchangers/> (2023.10.15.)
- [20] <https://reflex.de/hu/termekek/Expansion%20vessels> (2023.10.15.)

9. Mellékletek

- [1] Kazánház meglévő kapcsolási rajz
- [2] Kazánház tervezett kapcsolási rajz
- [3] Hőszivattyú gépadatlap (<https://www.melcohit.com/en>, 2023)
- [4] Hőszivattyús rendszer puffer tartály (<https://www.fiorini-industries.com>, 2023)
- [5] HMV hőszivattyú gépadatlap (<https://www.melcohit.com/en>, 2023)
- [6] HMV puffer tartály (<https://www.fiorini-industries.com/en/smart-1/>, 2023)
- [7] HMV tágulási tartály TT4 (<https://flamco.aalberts-hfc.com/hu>, 2023)
- [8] Hőcserélő hűtés minimum (<https://www.fiorini-industries.com>, 2023)
- [9] Hőcserélő hűtés maximum (<https://www.fiorini-industries.com>, 2023)
- [10] Hőcserélő fűtés (<https://www.fiorini-industries.com>, 2023)
- [11] Hőcserélő konstrukciós lap (<https://www.fiorini-industries.com>, 2023)
- [12] Fűtési tágulási tartály TT1 (<https://reflex.de/>, 2023)
- [13] Fűtési tágulási tartály TT2 (megegyező TT3) (<https://reflex.de/>, 2023)

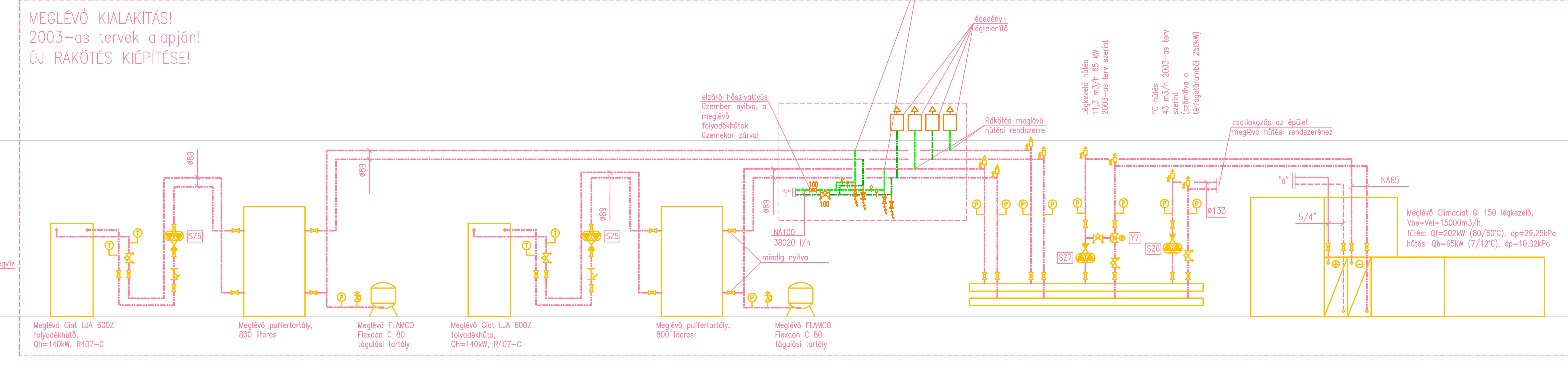
**ÚJ HŐSZIVATTYÚS RENDSZER RÁKÖTÉSE
MEGLÉVŐ FŰTÉSI RENDSZERRE**

MEGLÉVŐ KIALAKÍTÁS!
2003-as tervek alapján!
ÚJ RÁKÖTÉS KIÉPÍTÉSE!



**ÚJ HŐSZIVATTYÚS RENDSZER RÁKÖTÉSE
MEGLÉVŐ HŰTÉSI RENDSZERRE**

MEGLÉVŐ KIALAKÍTÁS!
2003-as tervek alapján!
ÚJ RÁKÖTÉS KIÉPÍTÉSE!



JELMAGYARZAT:

- Fűtési előremenő vezeték
- Fűtési visszatérő vezeték
- Hűtésvezetés előmenő/hűtés előmenő vezeték
- Hűtésvezetés visszatérő/hűtés visszatérő vezeték
- Hűtővíz vezeték
- Melegvíz vezeték
- Cirkulációs vezeték
- Csurgóvíz vezeték

- Előző szelelvény gömbcsap, pillangós szelep
- Becsapós szelep
- Visszacsapós szelep
- Motoros keverő szelep
- Avatlatlan előadás ellen védett előadó
- Hőmérő
- Nyomdaemelő
- Szivattyú
- Biztonsági szelep
- Szennyfogó szűrő
- Automata légtelenítő
- Hőmérővel ellátott érzékelő mérőkövető
- Áramláskapcsoló

HSZ1 Climaveneta i-BX-N/035TH
levegő-víz hőszivattyú fűtésre-hűtésre
Qf=27,10kW, Qh=34,18kW, Qel=15,7kW,
Qf=77dB(A), 3f, 400V, 50Hz,
1700x650x1700mm, m=325kg,
belső/fejelt szivattyúval, biztonsági
szeleppel és táplálási tartállyal
hőhatár felé emelve (min. 40cm),
tartószerkezeten elhelyezve

HSZ2 Climaveneta i-BX-N/008M
levegő-víz hőszivattyú HMV termelésre
Qf=6,73kW, Qel=2,72kW,
Lw=66dB(A), 1f, 230V, 50Hz,
900x420x1240mm, m=100kg,
belső/fejelt szivattyúval, biztonsági
szeleppel és táplálási tartállyal
hőhatár felé emelve (min. 40cm),
tartószerkezeten elhelyezve

PT Fiorini WG-HC 300
300 literes hűtésre puffertartó
hőszigeteléssel
D=610mm, H=1680mm,
m=60+300kg

HMV Fiorini SMART HP 500
500 literes HMV tároló,
9kW elektromos fűtőpatronnal,
D=800mm, H=1821mm,
m=201+500kg

TT1 Reflex N12 táplálási tartály (12 literes)
D=272mm, H=317mm, m=2,75kg

TT2 Reflex N35 táplálási tartály (35 literes)
D=376mm, H=466mm, m=5,60kg

TT3 Reflex N12 táplálási tartály (12 literes)
D=272mm, H=317mm, m=2,75kg

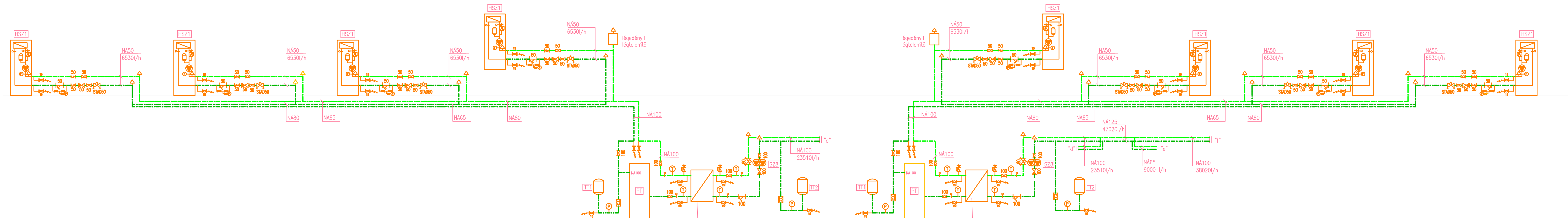
TT4 Flanco Flofix 25 (25 literes)
D=290mm, H=479mm, m=5,8kg

Cső névleges átmérője	Csőméret (átmérő x vastagság)
N450	60 x 2,9
N465	76 x 2,9
N480	89 x 3,2
N4100	108 x 3,6
N4125	133 x 4,0

MEGJEGYZÉSEK:

- Szereléskor a helyszíni adottságokat figyelembe kell venni.
- A méretek és a berendezések pontos helye a helyszínen ellenőrizendő.
- A gépek csatlakozásait a gépnyelvek és a helyszíni adottságok figyelembe vételével kell kialakítani.
- A szerelés a többi szakéggal történt egyeztetés után kezdhető meg!
- A fűtési/hűtési vezetékek anyaga horganyzott acélcső.
- A fűtési/hűtési vezetékeket párazáró szigeteléssel kell ellátni.
- A hőszivattyús fűtés/hűtés rendszer primer köre 30%-os előlém-glikollal kevert fűtővízzel üzemel.
- A HMV termelési biztosító hőszivattyús rendszer 35%-os propilén glikollal kevert vízzel töltendő fel!

tervrajz: Fűtés-hűtés; Melegvíz kapcsolási terv	
HŐSZIVATTYÚ BEÉPÍTÉS 1037 Budapest, Montevideo utca	
tervfajta: KIVITELI TERV	tervező:
dátum: 2023.01.	
lépték: 1:50	
Építésképez tervező: Varga Balázs G-01-11599	
munkatárs: Budai Gábor	
megbízó: MATE	
GFH-00	



Fiorini F 2016-117-1-NH típusú lemezes hőcserélő
 Fűtés: Q=108 kW
 primer oldal: 24,83 m³/h, 45/41°C, 17,38 kPa, 30% etilén-glikol
 szekunder oldal: 23,51 m³/h, 43/39°C, 13,63 kPa, víz
 Hűtés: Q=137 kW
 primer oldal: 25,21 m³/h, 7/12°C, 28,35 kPa, 30% etilén-glikol
 szekunder oldal: 23,51 m³/h, 9/14°C, 20,98 kPa, víz
 933x310x838 mm, 253 kg

Fiorini F 2016-117-1-NH típusú lemezes hőcserélő
 Fűtés: Q=108 kW
 primer oldal: 24,83 m³/h, 45/41°C, 17,38 kPa, 30% etilén-glikol
 szekunder oldal: 23,51 m³/h, 43/39°C, 13,63 kPa, víz
 Hűtés: Q=137 kW
 primer oldal: 25,21 m³/h, 7/12°C, 28,35 kPa, 30% etilén-glikol
 szekunder oldal: 23,51 m³/h, 9/14°C, 20,98 kPa, víz
 933x310x838 mm, 253 kg

JELMAGYARÁZAT:

- Fűtési előremenő vezeték
- Fűtési visszatérő vezeték
- Hőszivattyús fűtés/hűtés előremenő vezeték
- Hőszivattyús fűtés/hűtés visszatérő vezeték
- Hűdegvíz vezeték
- Melegvíz vezeték
- Cirkulációs vezeték
- Csurgalékvíz vezeték
- Elzáró szerelvény gömbcsap, pillangós szelep
- Beszabályozó szelep
- Visszacsapó szelep
- Motoros keverő szelep
- Ávatatlan elzárás ellen védett elzáró
- Hőmérő
- Nyomásmérő
- Szivattyú
- Biztonsági szelep
- Szennyfogó szűrő
- Automata légtelenítő
- Hőmérséklet érzékelő merülőküvelyes
- Áramfőkapszoló

HSZ1 Climaveneta i-BX-N/035TH
 levegő-víz hőszivattyú fűtésre-hűtésre
 Qf=27,10kW, Qh=34,18kW, Qel=15,7kW,
 Lw=77dB(A), 3f, 400V, 50Hz,
 1700x650x1700mm, m=325kg,
 beépített szivattyúval, biztonsági
 szeleppel és tégulási tartállyal
 hőhatár felé emelve (min. 40cm),
 tartószerkezeten elhelyezve

HSZ2 Climaveneta i-BX-N/008M
 levegő-víz hőszivattyú HMV termelésre
 Qf=6,73kW, Qel=2,72kW,
 Lw=66dB(A), 1f, 230V, 50Hz,
 900x420x1240mm, m=100kg,
 beépített szivattyúval, biztonsági
 szeleppel és tégulási tartállyal
 hőhatár felé emelve (min. 40cm),
 tartószerkezeten elhelyezve

PT Fiorini VKG-HC 300
 300 literes hűtési puffertároló
 hőszigeteléssel
 D=610mm, H=1680mm,
 m=60+300kg

HMV Fiorini SMART HP 500
 500 literes HMV tároló,
 9kW elektromos fűtőpatronnal,
 D=800mm, H=1821mm,
 m=201+500kg

TT1 Reflex N12 tégulási tartály (12 literes)
 D=272mm, H=317mm, m=2,75kg

TT2 Reflex N35 tégulási tartály (35 literes)
 D=376mm, H=466mm, m=5,60kg

TT3 Reflex N12 tégulási tartály (12 literes)
 D=272mm, H=317mm, m=2,75kg

TT4 Flamco Flofix 25 (25 literes)
 D=290mm, H=479mm, m=5,8kg

Cső névleges átmérője	Csőméret (átmérő x vastagság)
NÁ50	60 x 2,9
NÁ65	76 x 2,9
NÁ80	89 x 3,2
NÁ100	108 x 3,6
NÁ125	133 x 4,0

MEGJEGYZÉSEK:

- Szereléskor a helyszíni adottságokat figyelembe kell venni.
- A méretek és a berendezések pontos helye a helyszínen ellenőrizendő.
- A gépek csatlakozásait a gépönyvek és a helyszíni adottságok figyelembe vételével kell kialakítani.
- A szerelés a többi szakcsoporttal történt egyeztetés után kezdhető meg!
- A fűtési/hűtési vezeték anyaga horganyzott acélcső.
- A fűtési/hűtési vezetékkel párhuzamosan szigeteléssel kell ellátni.
- A hőszivattyús fűtési/hűtési rendszer primer köre 30%-os etilén-glikollal kevert fűtővízzel üzemel.
- A HMV termelést biztosító hőszivattyús rendszer 35%-os propilén glikollal kevert vízzel töltendő fel!

tervlap: Fűtés-hűtés; Kapcsolási terv		GFH-01
HŐSZIVATTYÚ BEÉPÍTÉS 1037 Budapest, Montevideo utca		
tervfajta:	KIVITELI TERV	
dátum:	2023.01.	
lépték:	1:50	
Épületgépész tervező: Varga Balázs G-01-11599 munkatárs: Budai Gábor		
megbízó: MATE		

TECHNICAL SELECTION

Software version: ELCA World v. 1.7.4.0
User: Gabor Budai
Database version: 1.8.4.0
Print data: 10. 11. 2023 09:59



TECHNICAL SELECTION

i-BX-N /035T

Reversible heat pump, air source for outdoor installation



Code		i-BX-N /035T
Version		-
Size		035T
Power supply	V/ph/Hz	400/3+N/50

1	UNIT DESCRIPTION	pg.3
1.1	Versions	pg.3
1.2	Configurations	pg.3
1.3	Electronic controller	pg.3
2	TECHNICAL SELECTION	pg.4
2.1	Performance at design conditions	pg.4
2.2	Efficiencies	pg.5
2.3	Exchangers	pg.6
2.4	Fans	pg.6
2.5	Compressors	pg.7
2.6	Noise data	pg.7
2.7	Operating limits	pg.9
2.8	Electrical data	pg.10
2.9	Accessories	pg.10
2.10	Weight & dimensions	pg.11

2 TECHNICAL SELECTION

Software version: ELCA World v. 1.7.4.0
 Database version: 1.8.4.0
 User: Gabor Budai
 Print data: 10.11.2023 09:59
 Calculation type: EUROPEAN GROSS



AXIAL

R HFC R-410A

i-BX-N /035T

COOLING

SCROLL

HEATING

2.1 PERFORMANCE AT DESIGN CONDITIONS

RUNNING CONDITIONS

COOLING

HEAT EXCHANGER USER SIDE

Fluid type		ETHYLENE GLYCOL
Glycol	%	30
Fouling factor	m ² K/kW	0,000
Fluid inlet temperature (cooling mode)	°C	12,00
Fluid outlet temperature (cooling mode)	°C	7,00
Water flow	l/s	1,814
Pressure drop at the heat exchanger	kPa	33,0
Available unit head	kPa	56,0

OUTDOOR CONDITION

Air temperature (cooling mode)	°C	35,0
--------------------------------	----	------

HEATING

HEAT EXCHANGER USER SIDE

Fluid type		ETHYLENE GLYCOL
Glycol	%	30
Fouling factor	m ² K/kW	0,000
Fluid inlet temperature (heating mode)	°C	40,00
Fluid outlet temperature (heating mode)	°C	45,00
Water flow	l/s	1,383
Pressure drop at the heat exchanger	kPa	19,2
Available unit head	kPa	88,9

OUTDOOR CONDITION

Air temperature (heating mode)	°C	-8,0
--------------------------------	----	------

COOLING (Gross value)

Cooling capacity	kW	34,18
Compressor power input	kW	11,53
Fans power input (cooling mode)	kW	1,10
Total power input	kW	12,63
EER	kW/kW	2,714
ESEER CALCULATED	kW/kW	3,930

HEATING

Total heating capacity	kW	26,57
Compressors power input (heating mode)	kW	11,02
Fan power input (heating mode)	kW	1,10
Total power input	kW	12,12
COP	kW/kW	2,198

SCOP

The performance shown are obtained from theoretical calculations and tolerances will apply. Rpt.version:1.0.6.0

TECHNICAL SELECTION

Software version: ELCA World v. 1.7.4.0
Database version: 1.8.4.0
User: Gabor Budai
Print data: 10.11.2023 09:59
Calculation type: EUROPEAN GROSS



AXIAL

R HFC R-410A

COOLING

SCROLL

HEATING

i-BX-N /035T

SCOP Official (Reg. 813/2013 EU)

LOW TEMPERATURE

Type climate		Average
Temperature application	°C	35
Type flow		Fixed
Type Temperature		Variable
Bivalent temperature	°C	-7,0
PDesign	kW	28,1
Qhe	kWh	15659
SCOP		3,70
Performance η_s	%	145
Seasonal efficiency class		A+

MEDIUM TEMPERATURE

Type climate		Average
Temperature application	°C	55
Type flow		Fixed
Type Temperature		Variable
Bivalent temperature	°C	-7,0
PDesign	kW	32,0
Qhe	kWh	21946
SCOP		3,01
Performance η_s	%	117
Seasonal efficiency class		A+

2.2 EFFICIENCIES

ESEER (GROSS VALUE)

Load	%	100	75	50	25
Outdoor air temperature	°C	35,0	30,0	25,0	20,0
Temp. evaporator inlet	°C	12,00	10,75	9,50	8,30
Temp. evaporator outlet	°C	7,00	7,00	7,00	7,00
Evaporator water flow	l/s	1,679	1,678	1,679	1,678
Cooling capacity	kW	35,10	26,30	17,50	8,770
Total power input	kW	12,70	7,190	3,960	2,430
EER	kW/kW	2,760	3,660	4,410	3,600
ESEER CALCULATED	kW/kW			3,930	

The performance shown are obtained from theoretical calculations and tolerances will apply. Rpt.version:1.0.6.0

TECHNICAL SELECTION

Software version: ELCA World v. 1.7.4.0
 Database version: 1.8.4.0
 User: Gabor Budai
 Print data: 10.11.2023 09:59
 Calculation type: EUROPEAN GROSS



AXIAL

R HFC R-410A

COOLING

SCROLL

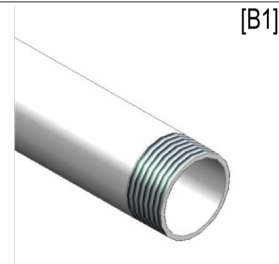
HEATING

i-BX-N /035T

2.3 EXCHANGERS

HEAT EXCHANGER USER SIDE

Typology		PLATE
Quantity	N°	1
Type of connections		[B1] - Male threaded pipe (EN 10226 - R: external taper thread)
Diameter of connections		1"1/2
Min flow	l/s	0,933
Max flow	l/s	2,803
Heat exchanger water content	l	4,90
Minimum water content admitted in the plant	l	337



2.4 FANS

Fans type		AXIAL AC
Quantity	N°	2
Total fans power input	kW	1,10
F.L.I.	kW	2x0.52
F.L.A.	A	2x2.62

COOLING

Total fans power input	kW	1,10
Air flow	m ³ /s	4,93
Available static pressure	Pa	0

HEATING

Total fans power input	kW	1,10
Air flow	m ³ /s	4,65
Fan available static pressure	Pa	0

The performance shown are obtained from theoretical calculations and tolerances will apply. Rpt.version:1.0.6.0

TECHNICAL SELECTION

Software version: ELCA World v. 1.7.4.0
 Database version: 1.8.4.0
 User: Gabor Budai
 Print data: 10_11_2023 09:59
 Calculation type: EUROPEAN GROSS



AXIAL

R HFC R-410A

i-BX-N /035T

COOLING

SCROLL

HEATING

2.5 COMPRESSORS

COMPRESSORS

Compressor type		SCROLL
Compressors nr.	N°	1
No. Circuits	N°	1
Number of capacity steps	N°	0
Min. capacity step	%	25
Regulation		STEPLESS
Oil charge	kg	2,30
F.L.I. - Max absorbed power	kW	1x14.5
F.L.A. - Max absorbed current	A	1x32.4
L.R.A. - Locked rotor amperes for single compressor	A	-

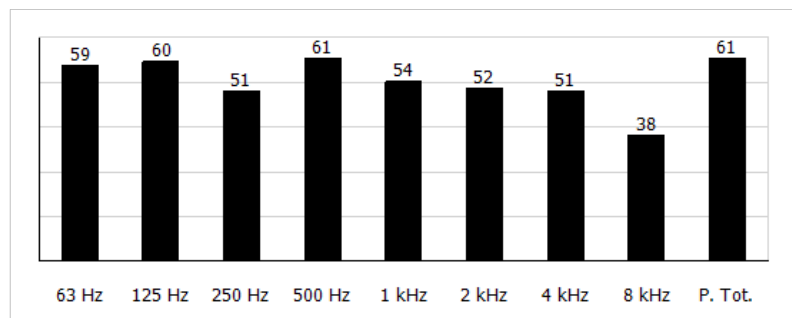
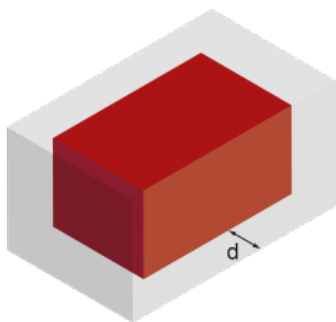
REFRIGERANT

Refrigerant		R410A
Theoretical refrigerant charge	kg	11,0
GWP100 value (from IPCC AR5)		1924
CO2 equivalent	t	21,2

2.6 NOISE DATA

SOUND DATA COLD

Frequencies	Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Sound power (spectrum)	dB	75	76	67	77	70	68	67	54
Total sound power level in cooling	dB(A)	77							
Sound pressure level (spectrum)	dB	59	60	51	61	54	52	51	38
Total sound Pressure	dB(A)	61							



SOUND DATA OUTDOOR HOT

Total sound power level in heating	dB(A)	77
------------------------------------	-------	----

The performance shown are obtained from theoretical calculations and tolerances will apply. Rpt.version:1.0.6.0

TECHNICAL SELECTION

Software version: ELCA World v. 1.7.4.0
 Database version: 1.8.4.0
 User: Gabor Budai
 Print data: 10. 11. 2023 09:59
 Calculation type: EUROPEAN GROSS



AXIAL

R HFC R-410A

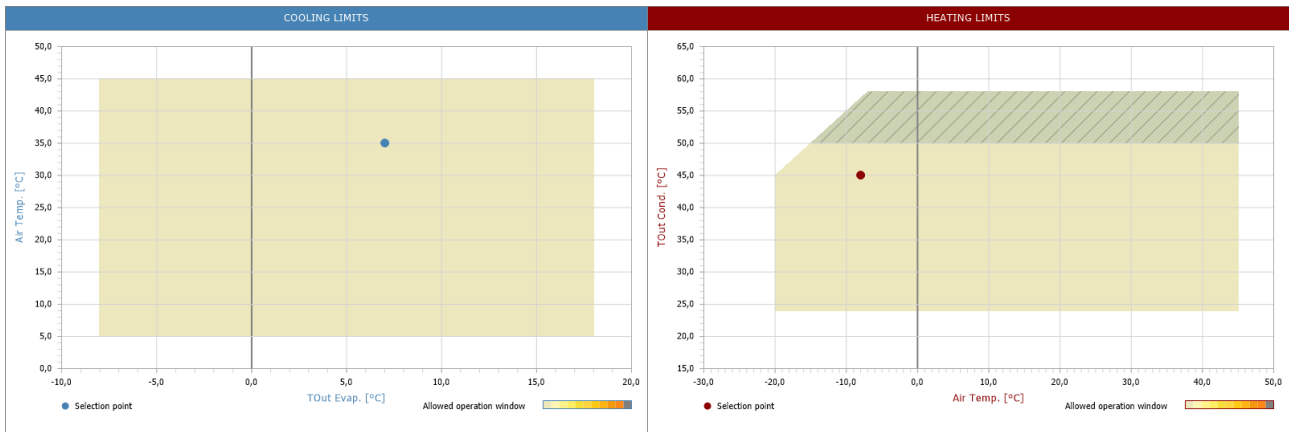
i-BX-N /035T

COOLING

SCROLL

HEATING

2.7 OPERATING LIMITS



COOLING LIMITS	HEATING LIMITS
	<div style="background-color: #808080; width: 20px; height: 15px; display: inline-block; margin-right: 5px;"></div> --Maximum water inlet temperature at plate heat exchanger +50°C

The performance shown are obtained from theoretical calculations and tolerances will apply. Rpt.version: 1.0.6.0

TECHNICAL SELECTION

Software version: ELCA World v. 1.7.4.0
 Database version: 1.8.4.0
 User: Gabor Budai
 Print data: 10.11.2023 09:59
 Calculation type: EUROPEAN GROSS



AXIAL

R HFC R-410A

i-BX-N /035T

COOLING

SCROLL

HEATING

2.8 ELECTRICAL DATA

Power supply	V/ph/Hz	400/3+N/50
F.L.I. - Max absorbed power	kW	16,00
F.L.A. - Max absorbed current	A	39
S.A. - Inrush current	A	-

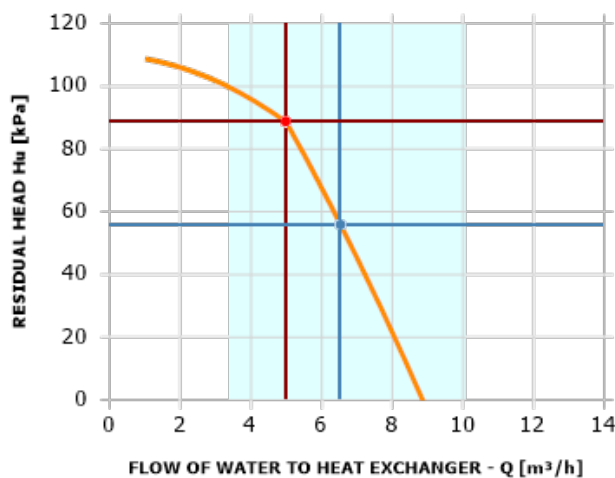
2.9 ACCESSORIES

HYDRONIC GROUPS

HEAT EXCHANGER USER SIDE

Accessory code		STD1
Accessory description		
Min flow	l/s	0,933
Max flow	l/s	2,803
COOLING		
Water flow	l/s	1,814
Available unit head	kPa	56,0
HEATING		
Water flow	l/s	1,383
Available unit head	kPa	88,9

GRAPH OF RESIDUAL PRESSURE HEAD



DIMENSION AND ELECTRIC DATA VARIATION

FLA hydronic group	A	1
FLI hydronic group	kW	0,305
Additional weight	kg	0
Additional length	mm	0
Additional width	mm	0
Additional height	mm	0
Additional Sound pwr.	dB(A)	0,0
Buffer tank	l	0,00

The performance shown are obtained from theoretical calculations and tolerances will apply. Rpt.version:1.0.6.0

TECHNICAL SELECTION

Software version: ELCA World v. 1.7.4.0
Database version: 1.8.4.0
User: Gabor Budai
Print data: 10. 11. 2023 09:59
Calculation type: EUROPEAN GROSS



AXIAL

R HFC R-410A

COOLING

SCROLL

HEATING

i-BX-N /035T

2.10 WEIGHT & DIMENSIONS

A	mm	1700
B	mm	650
H	mm	1700
Operating weight	kg	325
R1	mm	400
R2	mm	900
R3	mm	600
R4	mm	400

The performance shown are obtained from theoretical calculations and tolerances will apply. Rpt.version:1.0.6.0

Cold Water Storage Tanks

VKG-HC, VKGE-HC series (Hot & Cold)

The VKG-HC series contains insulated tanks for "HOT & COLD" applications, which are usually used to increase thermal inertia of the device. Suitable for heat pumps to avoid compressor/generator restarts. VKG-HC have two additional couplings dedicated for an optional additional source.

Material: carbon steel

External covering

Model	Type	Usage
VKG-HC	coloured PVC	indoor
VKGE-HC	embossed aluminium sheet	outdoor

1
2

Insulation

Capacity (l)	Type
from 100 to 1000	High density rigid polyurethane foam
from 1500	Closed cell polyethylene foam + Polyester Fiber

Operational limits

Min temperature	Max temperature	Max pressure
-10 °C	90 °C	6 bar

 **Standard Accessories:** see pag. 128

 **Special versions:** see pag. 129



TESTED

Capacity l	VKG-HC vertical, coloured PVC		VKGE-HC vertical, embossed al. sheet		Energy label	With packaging, vertical	
	Code	Price	Code	Price		Dimensions cm	Weight kg
100	817010285X		817010293H8X		B	49x49x107	23
200	817010286X		817010294H8X		C	54x54x146	34
300	817010287X		817010295H8X		B	64x64x180	56
500	817010288X		817010296H8X		C	74x74x184	88
750	817010289X		817010297H8X		C	95x95x178	115
1000	817010290X		817010298H8X		C	105x105x209	133
1500	817010291X				C	130x130x238	222
2000	817010292X				C	140x140x270	314
2500	817010336X					150x150x249	331
3000	817010337X					150x150x299	389
4000	817010338X					170x170x306	557
5000	817010339X					190x190x310	645

Cold Water Storage Tanks: Dimensions

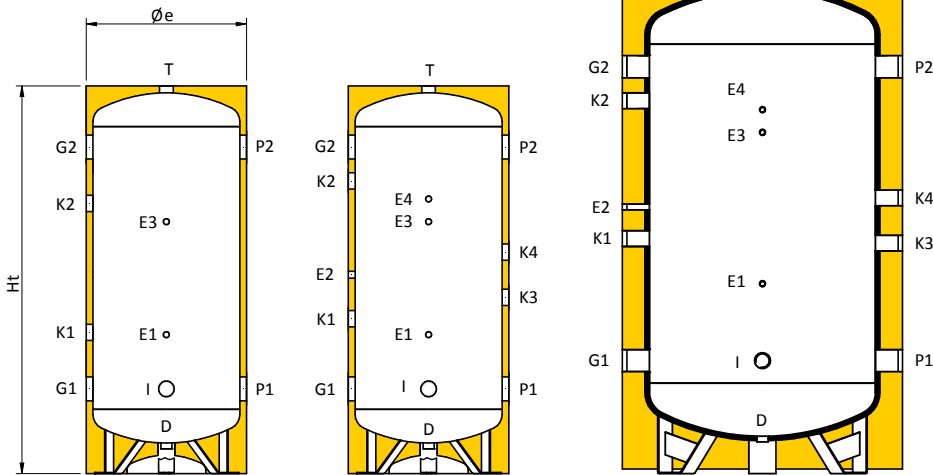
VKG-HC, VKGE-HC series

100 ≤ cap. ≤ 200

300 ≤ cap. ≤ 1000

1.500 ≤ cap. ≤ 5.000

Couplings legend



D	Drain
E1	Probe / Thermometer
E2	Probe / Thermometer
E3	Probe / Thermometer
E4	Probe / Thermometer
G1	From plant
G2	To plant
I	Electrical resistor
K1	Auxiliary
K2	Auxiliary
K3	Auxiliary
K4	Auxiliary
P1	To energy source
P2	From energy source
T	Vent

Couplings chart

Cap. l	D inch	E1 inch	E2 inch	E3 inch	E4 inch	G1 inch	G2 inch	I inch	K1 inch	K2 inch	K3 inch	K4 inch	P1 inch	P2 inch	T inch
100	1 1/4	1/2	-	1/2	-	1 1/2	1 1/2	2	1 1/2	1 1/2	-	-	1 1/2	1 1/2	1 1/4
200	1 1/4	1/2	-	1/2	-	1 1/2	1 1/2	2	1 1/2	1 1/2	-	-	1 1/2	1 1/2	1 1/4
300	1 1/4	1/2	1/2	1/2	1/2	2	2	2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	2	2	1 1/4
500	1 1/4	1/2	1/2	1/2	1/2	3	3	2	2	2	2	2	3	3	1 1/4
750	1 1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	3	3	2	2	2	2	2	3	3	1 1/2
1000	1 1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	3	3	2	2	2	2	2	3	3	1 1/2
1500	2	1/2	1/2	1/2	1/2	3	3	2	2	2	2	2	3	3	2
2000	2	1/2	1/2	1/2	1/2	3	3	2	2	2	2	2	3	3	2
2500	2	1/2	1/2	1/2	1/2	4	4	2	2	2	2	2	4	4	2
3000	2	1/2	1/2	1/2	1/2	4	4	2	2	2	2	2	4	4	2
4000	2	1/2	1/2	1/2	1/2	4	4	2	2	2	2	2	4	4	2
5000	2	1/2	1/2	1/2	1/2	4	4	2	2	2	2	2	4	4	2

Size chart

Cap. l	Øe mm	Ht mm	R* mm	D mm	E1 mm	E2 mm	E3 mm	E4 mm	G1 mm	G2 mm	I mm	K1 mm	K2 mm	K3 mm	K4 mm	P1 mm	P2 mm
100	460	950	1060	125	395	-	655	-	285	765	285	445	605	-	-	285	765
200	510	1335	1430	125	520	-	920	-	320	1120	320	580	850	-	-	320	1120
300	610	1680	1790	130	555	895	1055	1155	355	1405	355	645	1255	780	980	355	1405
500	760	1735	1895	140	620	885	1120	1220	380	1450	380	690	1300	785	985	380	1450
750	910	1765	1990	125	685	885	1145	1245	395	1445	395	685	1295	820	1020	395	1445
1000	1010	2075	2310	125	755	1095	1405	1505	415	1715	415	955	1565	955	1155	415	1715
1500	1220	2245	2560	165	840	1180	1510	1610	500	1800	500	1040	1650	1020	1220	500	1800
2000	1320	2565	2885	155	885	1450	1815	1915	505	2105	505	1345	1955	1180	1380	505	2105
2500	1470	2360	2785	180	1015	1255	1515	1665	565	1865	565	1005	1615	1115	1315	565	1865
3000	1470	2860	3220	180	1315	1755	1815	1965	565	2365	565	1505	2115	1365	1565	565	2365
4000	1620	2930	3350	160	1340	1780	1840	1990	590	2390	590	1530	2140	1390	1590	590	2390
5000	1820	2970	3485	140	1350	1790	1850	2000	600	2400	600	1540	2150	1400	1600	600	2400

R*: Reversal quota

TECHNICAL SELECTION

Software version: ELCA World v. 1.7.3.0
User: Gabor Budai
Database version: 1.8.3.0
Print data: 22. 09. 2022 14:34



TECHNICAL SELECTION

i-BX-N /008M

Reversible heat pump, air source for outdoor installation



Code		i-BX-N /008M
Version		-
Size		008M
Power supply	V/ph/Hz	230/1/50

1	INCIPIT	pg.3
2	PRODUCT PRESENTATION	pg.4
2.1	Unit description	pg.4
2.2	Key features	pg.4
3	UNIT DESCRIPTION	pg.5
3.1	Versions	pg.5
3.2	Configurations	pg.5
3.3	Electronic controller	pg.5
4	OPTIONS	pg.6
4.1	Options	pg.6
5	TECHNICAL SELECTION	pg.8
5.1	Performance at design conditions	pg.8
5.2	Efficiencies	pg.10
5.3	Part load data	pg.10
5.4	Exchangers	pg.11
5.5	Fans	pg.11
5.6	Compressors	pg.12
5.7	Noise data	pg.12
5.8	Operating limits	pg.14
5.9	Electrical data	pg.15
5.10	Accessories	pg.15
5.11	Weight & dimensions	pg.16
5.12	Technical documentation - regulation (eu) no 813/2013 - heat pumps for space heating	pg.17
5.13	Product fiche	pg.19

5 TECHNICAL SELECTION

Software version: ELCA World v. 1.7.3.0
 Database version: 1.8.3.0
 User: Gabor Budai
 Print data: 22. 09. 2022 14:34
 Calculation type: EUROPEAN GROSS



AXIAL

R HFC R-410A

COOLING

SCROLL

HEATING

i-BX-N /008M

5.1 PERFORMANCE AT DESIGN CONDITIONS

RUNNING CONDITIONS

COOLING

HEAT EXCHANGER USER SIDE

Fluid type		WATER
Glycol	%	0
Fouling factor	m ² K/kW	0,000
Fluid inlet temperature (cooling mode)	°C	12,00
Fluid outlet temperature (cooling mode)	°C	7,00
Water flow	l/s	0,359
Pressure drop at the heat exchanger	kPa	12,5
Available unit head	kPa	66,5

OUTDOOR CONDITION

Air temperature (cooling mode)	°C	35,0
--------------------------------	----	------

HEATING

HEAT EXCHANGER USER SIDE

Fluid type		WATER
Glycol	%	0
Fouling factor	m ² K/kW	0,000
Fluid inlet temperature (heating mode)	°C	40,00
Fluid outlet temperature (heating mode)	°C	45,00
Water flow	l/s	0,325
Pressure drop at the heat exchanger	kPa	10,3
Available unit head	kPa	69,7

OUTDOOR CONDITION

Air temperature (heating mode)	°C	-15,0
--------------------------------	----	-------

COOLING (Gross value)

Cooling capacity	kW	7,500
Compressor power input	kW	2,600
Fans power input (cooling mode)	kW	0,12
Total power input	kW	2,720
EER	kW/kW	2,757
ESEER CALCULATED	kW/kW	4,450

HEATING

Total heating capacity	kW	6,729
Compressors power input (heating mode)	kW	2,184
Fan power input (heating mode)	kW	0,12
Total power input	kW	2,304
COP	kW/kW	2,926

SCOP

The performance shown are obtained from theoretical calculations and tolerances will apply. Rpt.version:1.0.6.0

TECHNICAL SELECTION

Software version: ELCA World v. 1.7.3.0
 Database version: 1.8.3.0
 User: Gabor Budai
 Print data: 22. 09. 2022 14:34
 Calculation type: EUROPEAN GROSS



i-BX-N /008M

AXIAL R HFC R-410A SCROLL COOLING HEATING

SCOP Official (Reg. 813/2013 EU)

LOW TEMPERATURE

Type climate		Average
Temperature application	°C	35
Type flow		Fixed
Type Temperature		Variable
Bivalent temperature	°C	-7,0
PDesign	kW	6,02
Qhe	kWh	2997
SCOP		4,15
Performance ηs	%	163
Seasonal efficiency class		A++

MEDIUM TEMPERATURE

Type climate		Average
Temperature application	°C	55
Type flow		Fixed
Type Temperature		Variable
Bivalent temperature	°C	-7,0
PDesign	kW	7,02
Qhe	kWh	4496
SCOP		3,23
Performance ηs	%	126
Seasonal efficiency class		A++

SCOP Editable (EN 14825)

LOW TEMPERATURE

Type climate		Colder	Average	Warmer
Temperature application	°C	0,00	35,00	0,00
Type flow		-	Fixed	-
Type Temperature		-	Variable	-
Bivalent temperature	°C	0,0	-7,0	0,0
PDesign	kW	0,00	7,09	0,00
Qhe	kWh	0	3385	0
SCOP		0,00	4,33	0,00
Performance ηs	%	0	170	0
Seasonal efficiency class		-	A++	-

MEDIUM TEMPERATURE

Type climate		Colder	Average	Warmer
Temperature application	°C	0,00	55,00	0,00
Type flow		-	Fixed	-
Type Temperature		-	Variable	-
Bivalent temperature	°C	0,0	-7,0	0,0
PDesign	kW	0,00	7,02	0,00
Qhe	kWh	0	4496	0
SCOP		0,00	3,23	0,00
Performance ηs	%	0	126	0
Seasonal efficiency class		-	A++	-

The performance shown are obtained from theoretical calculations and tolerances will apply. Rpt.version:1.0.6.0

TECHNICAL SELECTION

Software version: ELCA World v. 1.7.3.0
 Database version: 1.8.3.0
 User: Gabor Budai
 Print data: 22. 09. 2022 14:34
 Calculation type: EUROPEAN GROSS



AXIAL

R HFC R-410A

COOLING

SCROLL

HEATING

i-BX-N /008M

Note

Any SCOP values different from what is reported in commercial documentations are due to the different configuration of the unit and/or different calculation parameters input by the user.

5.2 EFFICIENCIES

ESEER (GROSS VALUE)

Load	%	100	75	50	25
Outdoor air temperature	°C	35,0	30,0	25,0	20,0
Temp. evaporator inlet	°C	12,00	10,75	9,49	8,26
Temp. evaporator outlet	°C	7,00	7,00	7,00	7,00
Evaporator water flow	l/s	0,359	0,358	0,359	0,359
Cooling capacity	kW	7,500	5,620	3,750	1,880
Total power input	kW	2,720	1,520	0,780	0,360
EER	kW/kW	2,760	3,710	4,780	5,150
ESEER CALCULATED	kW/kW			4,450	

5.3 PART LOAD DATA

COOLING PARTIAL LOADS

Load	%	100,0	90,0	80,0	70,0	60,0	50,0	40,0	30,0	20,0	<i>10,0</i>	
Outdoor air temperature	°C	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	<i>35,0</i>	
Cooling load	kWh	8	7	6	5	5	4	3	2	2	<i>1</i>	
Fans power input (cooling mode)	kW	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	<i>0,07</i>	
Total power input	kW	2,720	2,360	2,010	1,650	1,350	1,090	0,830	0,640	0,440	<i>0,240</i>	
Temp. evaporator inlet	°C	12,00	11,50	11,00	10,51	10,01	9,50	9,00	8,50	7,99	<i>7,91</i>	
Temp. evaporator outlet	°C	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	<i>7,00</i>	
Evaporator water flow	l/s	0,359	0,359	0,358	0,358	0,358	0,359	0,359	0,359	0,360	<i>0,360</i>	
EER	kW/kW	2,760	2,850	2,990	3,170	3,340	3,440	3,590	3,520	3,380	<i>3,090</i>	
Note		Note: italics texts mean integrated values under minimum step										

HEATING PART LOAD

Load	%	100,0	90,0	80,0	70,0	60,0	50,0	40,0	30,0	<i>20,0</i>	<i>10,0</i>	
Outdoor air temp.	°C	-15,0	-15,0	-15,0	-15,0	-15,0	-15,0	-15,0	-15,0	<i>-15,0</i>	<i>-15,0</i>	
Heating load	kWh	7	6	5	5	4	3	3	2	<i>1</i>	<i>1</i>	
Total power input	kW	2,300	2,240	2,170	2,110	2,050	1,980	1,920	1,860	<i>1,400</i>	<i>0,790</i>	
Condenser input temperature	°C	40,00	40,50	41,01	41,50	42,00	42,51	43,01	43,50	<i>43,64</i>	<i>43,64</i>	
Condenser output temperature	°C	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	<i>45,00</i>	<i>45,00</i>	
Condenser fluid flow	l/s	0,325	0,325	0,325	0,325	0,326	0,326	0,326	0,326	<i>0,326</i>	<i>0,326</i>	
COP	kW/kW	2,930	2,710	2,480	2,230	1,970	1,690	1,400	1,090	<i>0,960</i>	<i>0,850</i>	
Note		Note: italics texts mean integrated values under minimum step										

The performance shown are obtained from theoretical calculations and tolerances will apply. Rpt.version:1.0.6.0

TECHNICAL SELECTION

Software version: ELCA World v. 1.7.3.0
 Database version: 1.8.3.0
 User: Gabor Budai
 Print data: 22. 09. 2022 14:34
 Calculation type: EUROPEAN GROSS



AXIAL

R HFC R-410A

COOLING

SCROLL

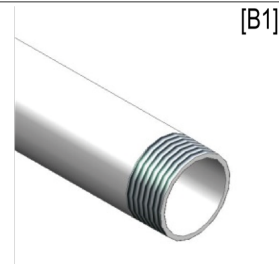
HEATING

i-BX-N /008M

5.4 EXCHANGERS

HEAT EXCHANGER USER SIDE

Typology		PLATE
Quantity	N°	1
Type of connections		[B1] - Male threaded pipe (EN 10226 - R: external taper thread)
Diameter of connections		1"
Min flow	l/s	0,239
Max flow	l/s	0,636
Heat exchanger water content	l	1,50
Minimum water content admitted in the plant	l	19,0



5.5 FANS

Fans type		AXIAL AC
Quantity	N°	1
Total fans power input	kW	0,12
F.L.I.	kW	1x0.12
F.L.A.	A	1x0.55

COOLING

Total fans power input	kW	0,12
Air flow	m ³ /s	0,99
Available static pressure	Pa	0

HEATING

Total fans power input	kW	0,12
Air flow	m ³ /s	0,99
Fan available static pressure	Pa	0

The performance shown are obtained from theoretical calculations and tolerances will apply. Rpt.version:1.0.6.0

TECHNICAL SELECTION

Software version: ELCA World v. 1.7.3.0
 Database version: 1.8.3.0
 User: Gabor Budai
 Print data: 22. 09. 2022 14:34
 Calculation type: EUROPEAN GROSS



AXIAL

R HFC R-410A

COOLING

SCROLL

HEATING

i-BX-N /008M

5.6 COMPRESSORS

COMPRESSORS

Compressor type		SCROLL
Compressors nr.	N°	1
No. Circuits	N°	1
Number of capacity steps	N°	0
Min. capacity step	%	25
Regulation		STEPLESS
Oil charge	kg	0,40
F.L.I. - Max absorbed power	kW	1x3.6
F.L.A. - Max absorbed current	A	1x15.4
L.R.A. - Locked rotor amperes for single compressor	A	-

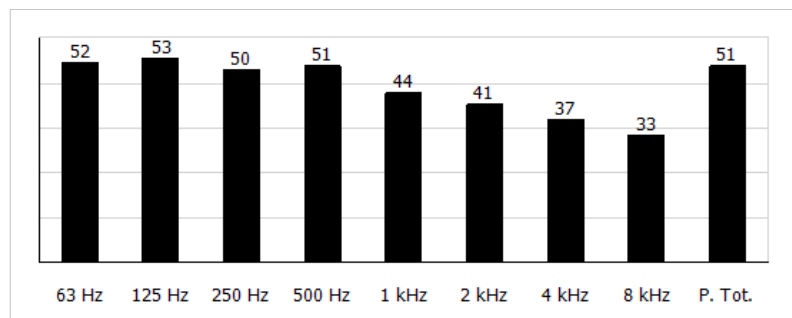
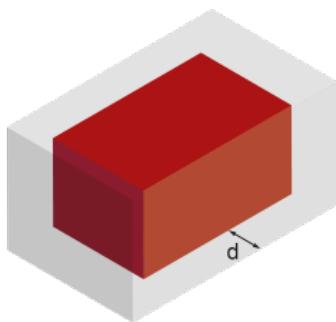
REFRIGERANT

Refrigerant		R410A
Theoretical refrigerant charge	kg	3,70
GWP100 value (from IPCC AR5)		1924
CO2 equivalent	t	7,12

5.7 NOISE DATA

SOUND DATA COLD

Frequencies	Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Sound power (spectrum)	dB	67	68	65	66	59	56	52	48
Total sound power level in cooling	dB(A)	66							
Sound pressure level (spectrum)	dB	52	53	50	51	44	41	37	33
Total sound Pressure	dB(A)	51							



SOUND DATA OUTDOOR HOT

Total sound power level in heating	dB(A)	66
------------------------------------	-------	----

The performance shown are obtained from theoretical calculations and tolerances will apply. Rpt.version:1.0.6.0

TECHNICAL SELECTION

Software version: ELCA World v. 1.7.3.0
 Database version: 1.8.3.0
 User: Gabor Budai
 Print data: 22. 09. 2022 14:34
 Calculation type: EUROPEAN GROSS



AXIAL

R HFC R-410A

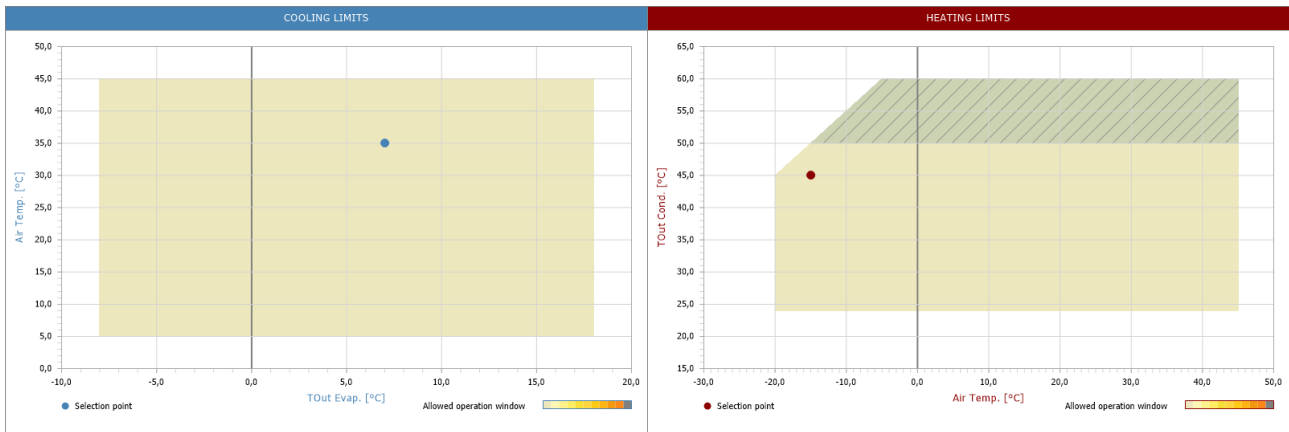
COOLING

SCROLL

HEATING

i-BX-N /008M

5.8 OPERATING LIMITS



COOLING LIMITS	HEATING LIMITS
	<div style="background-color: #c0c0c0; width: 20px; height: 10px; display: inline-block; margin-right: 5px;"></div> --Maximum water inlet temperature at plate heat exchanger +50°C

The performance shown are obtained from theoretical calculations and tolerances will apply. Rpt.version: 1.0.6.0

TECHNICAL SELECTION

Software version: ELCA World v. 1.7.3.0
 Database version: 1.8.3.0
 User: Gabor Budai
 Print data: 22. 09. 2022 14:34
 Calculation type: EUROPEAN GROSS



AXIAL

R HFC R-410A

COOLING

SCROLL

HEATING

i-BX-N /008M

5.9 ELECTRICAL DATA

Power supply	V/ph/Hz	230/1/50
F.L.I. - Max absorbed power	kW	3,675
F.L.A. - Max absorbed current	A	16
S.A. - Inrush current	A	-

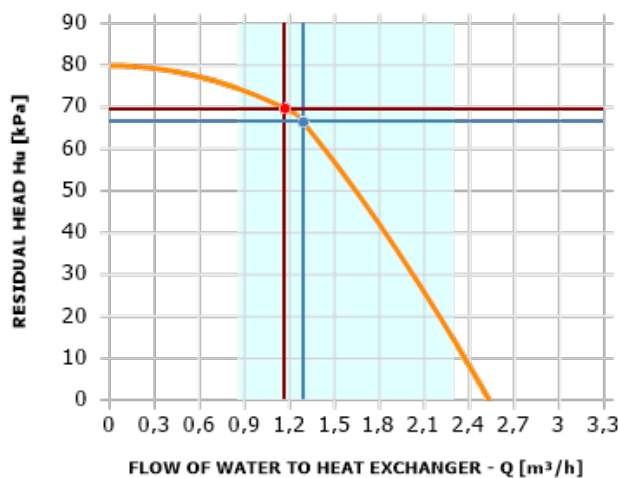
5.10 ACCESSORIES

HYDRONIC GROUPS

HEAT EXCHANGER USER SIDE

Accessory code		STD1
Accessory description		
Min flow	l/s	0,239
Max flow	l/s	0,636
COOLING		
Water flow	l/s	0,359
Available unit head	kPa	66,5
HEATING		
Water flow	l/s	0,325
Available unit head	kPa	69,7

GRAPH OF RESIDUAL PRESSURE HEAD



DIMENSION AND ELECTRIC DATA VARIATION

FLA hydronic group	A	0
FLI hydronic group	kW	0,075
Additional weight	kg	0
Additional length	mm	0
Additional width	mm	0
Additional height	mm	0
Additional Sound pwr.	dB(A)	0,0
Buffer tank	l	0,00

The performance shown are obtained from theoretical calculations and tolerances will apply. Rpt.version:1.0.6.0

TECHNICAL SELECTION

Software version: ELCA World v. 1.7.3.0
Database version: 1.8.3.0
User: Gabor Budai
Print data: 22. 09. 2022 14:34
Calculation type: EUROPEAN GROSS



AXIAL

R HFC R-410A

COOLING

SCROLL

HEATING

i-BX-N /008M

5.11 WEIGHT & DIMENSIONS

A	mm	900
B	mm	420
H	mm	1240
Operating weight	kg	100
R1	mm	400
R2	mm	900
R3	mm	600
R4	mm	400

The performance shown are obtained from theoretical calculations and tolerances will apply. Rpt.version:1.0.6.0

Glass lined water heater with a fixed heat exchanger for Heat pumps – SMART HP

The HP range consists of water heaters for the production of domestic hot water with a double spiral single heat exchanger with a large surface, to be connected with a heat pump. The heaters are available in several capacities, from 300 to 1000 l and are insulated with very thick high density rigid polyurethane, externally covered with PVC and provided with a magnesium anode to protect against galvanic currents and an inspection flange for easy access during the inspection and maintenance phase.

Material: S 235 JR carbon steel

Treatment for internal protection: Food grade inorganic glass lining according to DIN 4753.3

Insulation

Capacity (l)	Type
from 300 to 1000	Highly rigid polyurethane foam

Operational limits

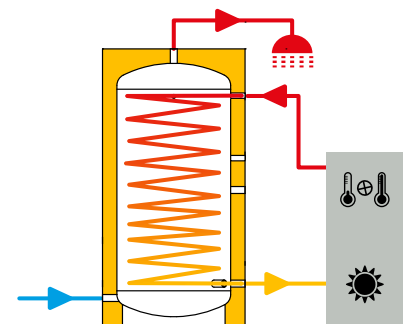
Cap. l	Storage		Primary circuit	
	max. temperature	max. pressure	max. temperature	max. pressure
from 300 to 1000	95°C	10 bar	110°C	12 bar

 **Supplied accessories:** Safety valve and thermometer, magnesium sacrificial anode.

 **Standard accessories:** see pag 284

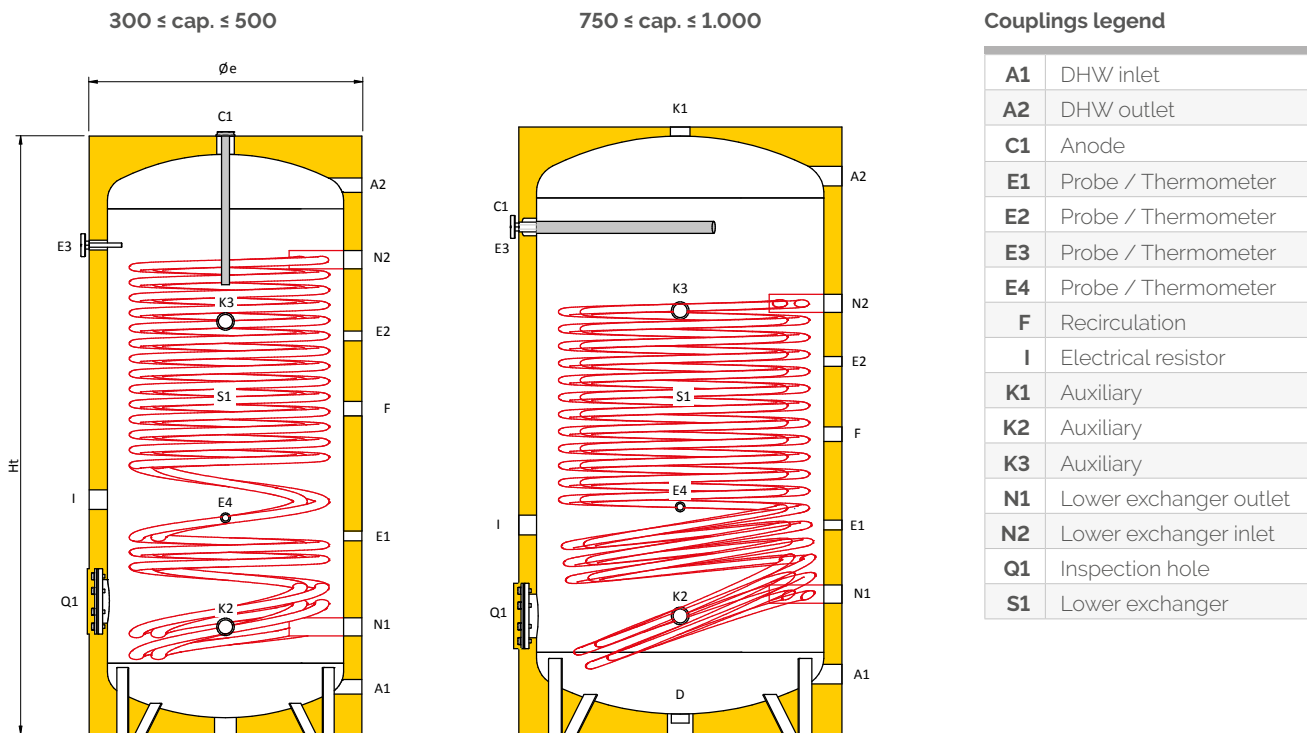


TESTED



Capacity l	Code	Price	Energy label	With vertical packaging	
				Dimensions cm	Weight kg
300	819060303X		B	70X70X155	128
500	819060304X		B	80x80x180	179
750	819060305X		C	95x95x185	252
1000	819060306X		C	105X105X210	291

Glass lined water heater with a fixed heat exchanger for Heat pumps – SMART HP



Couplings chart

Cap. l	A1 inch	A2 inch	C1 mm	E1 inch	E2 mm	E3 inch	E4 mm	F inch	I inch	K1 inch	K2 mm	K3 inch	N1 inch	N2 inch	Q1 (Øext/Øint) mm
300	1"	1"	1 1/4	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1"	1 1/2	-	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	Ø180/Ø120
500	1"	1"	1 1/4	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1"	1 1/2	-	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	Ø180/Ø120
750	1 1/2	1 1/2	1 1/4	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1"	1 1/2	1 1/2	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	Ø180/Ø120
1000	1 1/2	1 1/2	1 1/4	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1"	1 1/2	1 1/2	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	Ø180/Ø120

Size chart

Cap. l	Øe mm	Ht mm	R* mm	A1 mm	A2 mm	C1 mm	E1 mm	E2 mm	E3 mm	E4 mm	F mm	I mm	K1 mm	K2 mm	K3 mm	N1 mm	N2 mm	Q1** mm
300	660	1380	1530	130	1260	1380	375	965	1145	545	795	545	-	245	1085	245	1145	335
500	760	1650	1820	135	1515	1650	550	1100	1350	600	900	650	-	300	1140	300	1310	370
750	910	1675	1910	170	1540	1400	580	1030	1400	630	830	580	1675	330	1170	390	1190	330
1000	1010	1965	2210	190	1810	1670	580	1000	1670	650	800	590	1965	350	1190	400	1150	350

R*: reversal quota

Q1**: Height from inspection hole center to the ground

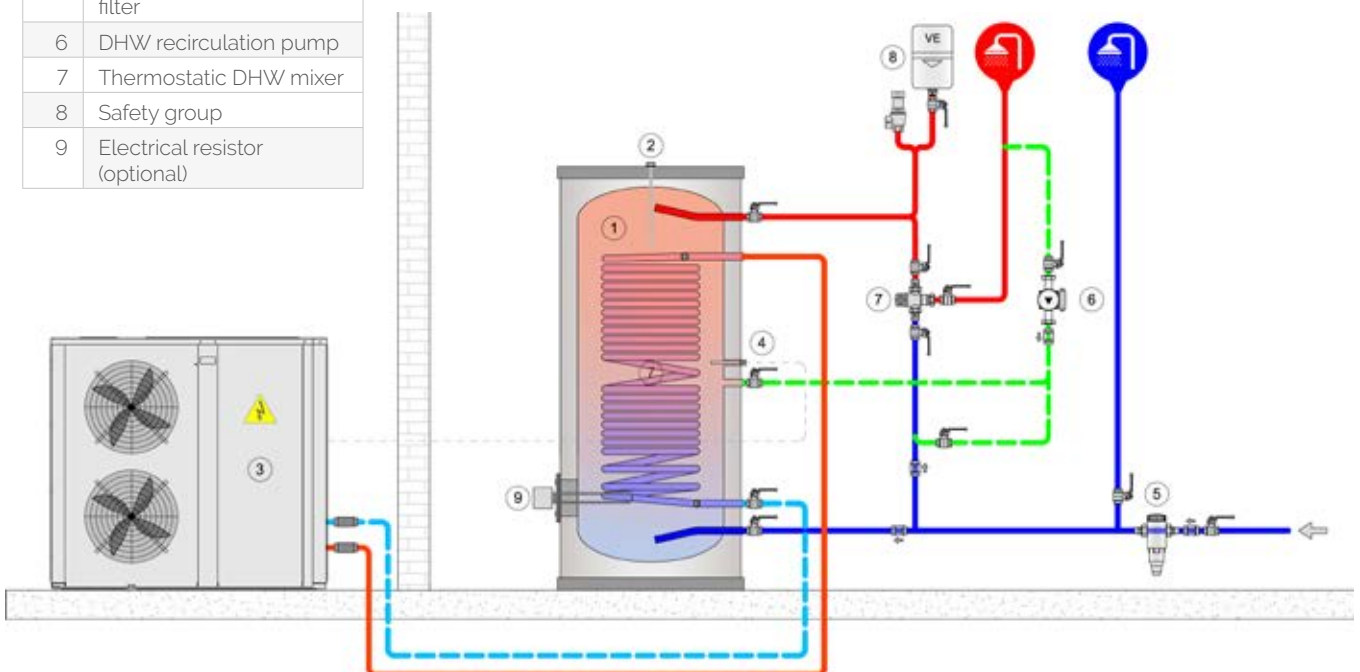
Technical information for SMART HP series

Capacity	Ti	DHW production TiDHW = 10°C			Exchanger	
		TuDHW= 45°C		Ta = 50°C TuDHW = 45°C	Surface area	Nominal flow
		L/h (a)	kW (b)	L/10 min. (e)		
300	50	688	28	433	3,65	4,0
	80	2236	91	691		
500	50	958	39	691	5,2	4,0
	80	2432	99	937		
750	50	982	40	961	6	4,0
	80	3390	138	1362		
1000	50	982	40	1227	6	4,0
	80	3390	138	1628		

- a continuous DHW flow with TuDHW= 45°C
- b power of the exchanger with TuACS=45°C
- e amount of DHW at 45°C in the first 10 min. with a storage temperature of 50°C
- Exchanger capacity: 7.10 Lt/mq

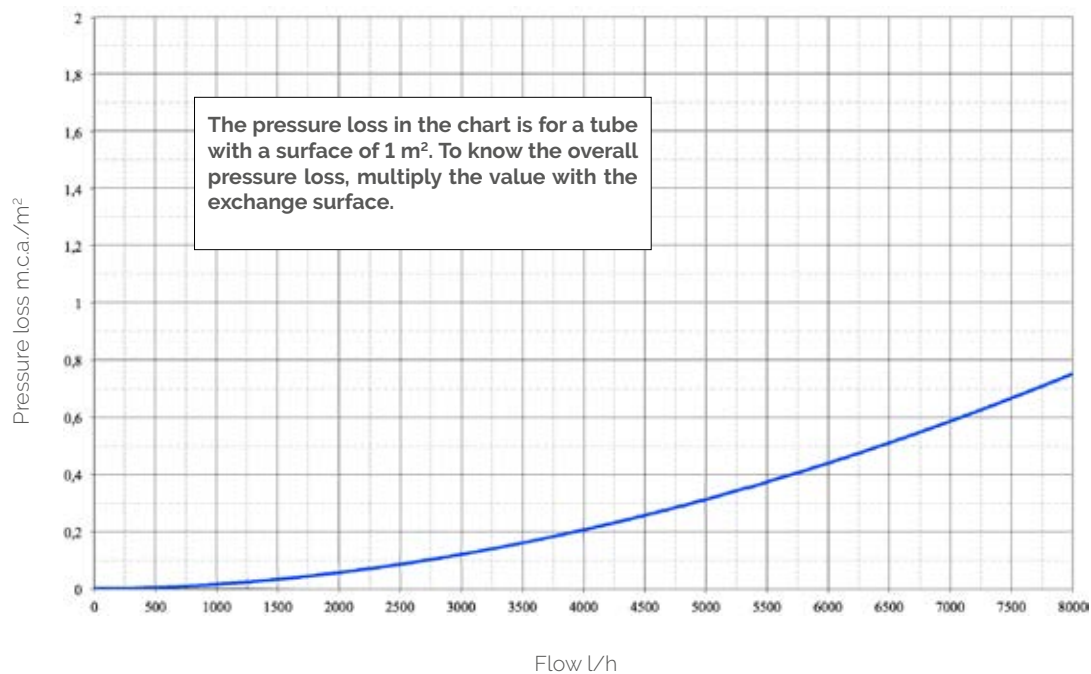
Legend

1	Fiorini DHW storage tank
2	Magnesium anode
3	Heat pump / additional source
4	DHW temperature probe
5	Cold water bacteriostatic filter
6	DHW recirculation pump
7	Thermostatic DHW mixer
8	Safety group
9	Electrical resistor (optional)



Technical information for SMART HP series

Pressure loss fixed heat exchanger

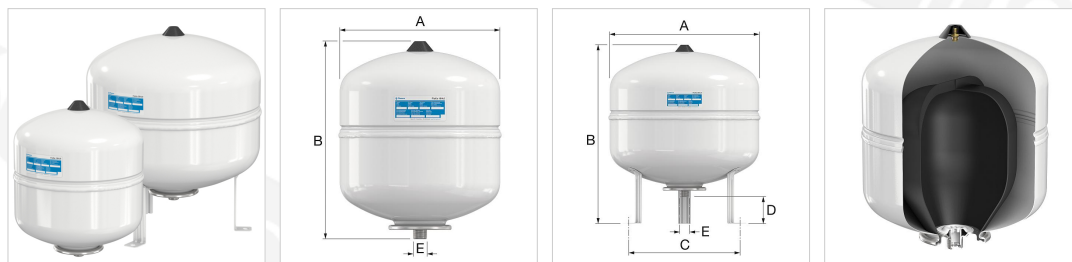


Adatlap (2020-06-25)

Flofix 8 - 80

Ivóvíz-tágulási tartályok zárt háztartási és ipari hűtött- és forróvízes rendszerekhez.

Ha a rendszer hőmérséklete emelkedik, a rendszerben lévő víz tágul. A 'táguláskor keletkező többletvíz' átmenetileg a tágulási tartályban tárolódik, hogy a rendszer nyomása továbbra is megfelelő legyen. Minden tartály tesztelésen esik át a gyárban.



Típus	Térfogat [l]	Max. üzemi nyomás [bar]	Előnyomás [bar]	Méretetek				Rendszer csatlakozás (E)	Tömeg [kg]	###	Rendelési Kód
				A [mm]	B [mm]	Ø C [mm]	D [mm]				
Flofix 8	8	10	4,0	235	262			G 3/4" M	2,9	120	25290
Flofix 12	12	10	4,0	235	352			G 3/4" M	3,2	90	25291
Flofix 18	18	10	4,0	290	357			G 3/4" M	4,5	60	25292
Flofix 25	25	10	4,0	290	463			G 3/4" M	5,6	48	25293
Flofix 35	35	10	4,0	390	466	330	70	G 3/4" M	8,9	24	25294
Flofix 50	50	10	4,0	390	590	330	70	G 3/4" M	10,9	15	25295
Flofix 80	80	10	4,0	390	834	330	70	G 3/4" M	13,6	15	25296



Előnyök

- A zsákszerű fix membrán megakadályozza, hogy a víz érintkezésbe kerüljön a tartály fémtiszta acélfalával.
- Nitrogén töltőgáz az előnyomás hosszabb ideig történő fenntartása érdekében.
- Teljesen hegesztett szerkezet.

Általános információk

- Maximális üzemi nyomás: 10 bar.
- A tartályok megfelelnek az EN13831 szabványnak.
- Olyan rendszerekhez alkalmas melyekben a maximális rendszerhőmérséklet 120 °C.
- Maximális hőmérséklet a membránon: 70 °C.
- Alkalmas a glikolbázisú fagyállók hozzáadására 50%-ig.
- A 2014/68/EU Nyomástartó berendezésekről szóló irányelv rendelkezéseinek megfelelően.
- Fehér (RAL 9010) epoxipor-bevonat.
- Flofix 35 - 80: Lábakkal szerelve.
- Rozsdamentes acél perem.



Flamco

Keresse a további információkat az Interneten:

[Kézikönyvek](#)

[Bizonyítványok](#)

[CAD-rajzok](#)

[Műszaki dokumentáció](#)

Flamco Kft

2040 Budaörs, Gyár u. 2

2058, Budaörs Pf.: 73 - hu

T +36 23 880981

F +36 23 880980

E info@flamco.hu

I flamcogroup.com/hu

Specification sheet

Project: Irodaház HSZ

Date: 2023. 11. 07.

Contact: Budai Gábor

Direct Line:

Plate & Frame Heat Exchanger

Version: 1.18.2 (8/3)

Item: Hűtés Minimum	Unit: F 2016-117-1-NH
----------------------------	------------------------------

Technical data per HX

Fluid	Hot side		Cold side	
	Water		Glycol/Water 30/70	
Mass flow rate	[kg/s]	1.62	[kg/s]	1.83
Volume flow rate	[l/h]	5833.386	[m ³ /h]	6.254
Inlet temperature	[°C]	14.00	[°C]	7.00
Outlet temperature	[°C]	9.00	[°C]	12.00
Operating pressure	[barg]	0.00	[barg]	0.00

Physical properties

		In	Out	In	Out
Dynamic viscosity	[cP]	1.138	1.289	3.636	3.064
Density	[kg/m ³]	999.0	1000.	1054	1052.
Specific heat capacity	[kJ/kgK]	4.197	4.202	3.714	3.720
Thermal conductivity	[W/mK]	0.620	0.617	0.470	0.472

P.H.E characteristic values

Heat duty	[kW]		34.00		
Eff. heat transfer area	[m ²]		14.58		
Log./Effective temperature difference	[K]		2.00 / 2.00		
Heat transfer coefficient reqd./act.	[W/m ² .K]		1166 / 2298		
Fouling factor	[m ² .K/W]		0.0004227		
Overdesign	[%]		97.14		
Pressure loss	[kPa]	1.736		[kPa]	2.798
Channel Velocity	[m/s]	0.06 / 0.06		[m/s]	0.07 / 0.07
Connection Velocity	[m/s]	0.73		[m/s]	0.78
No. of passes in series		1			1
No. of plates total			117		
Mix of Channeltyp			58*HH		

Construction

Weight Dry/Wet	[kg]		approx. 221/253		
Volume	[dm ³]	15.740			15.740
Design pressure	[barg]		10.0		
Max. working temperature	[°C]		110.00		
Material		DIN			
Plates		1.4404 (0.50 mm)			
Gaskets		NBR HT			
Frame		S 355 J2+N (Pressure Plates), max. no. of plates: 120, Extensibility 3%			
Painting		Standard, RAL 5002, <= 150°C,			
Connection					
Hot side		F1 => F4 :			
		Threaded pipe, male,			
		DN 50, Stainless steel, G 2"			
Cold side		F3 => F2 :			
		Threaded pipe, male,			
		DN 50, Stainless steel, G 2"			
Design Code:		AD-2000			
Inspection Code:		PED 2014/68/EU			

Remark

--

Specification sheet

Project: Irodaház HSZ

Date: 2023. 11. 07.

Contact: Budai Gábor

Direct Line:

Plate & Frame Heat Exchanger

Version: 1.18.2 (8/3)

Item: Hűtés Maximum	Unit: F 2016-117-1-NH
----------------------------	------------------------------

Technical data per HX

Fluid	Hot side		Cold side	
	Water		Glycol/Water 30/70	
Mass flow rate	[kg/s]	6.53	[kg/s]	7.37
Volume flow rate	[l/h]	23505.116	[m ³ /h]	25.202
Inlet temperature	[°C]	14.00	[°C]	7.00
Outlet temperature	[°C]	9.00	[°C]	12.00
Operating pressure	[barg]	0.00	[barg]	0.00

Physical properties

		In	Out	In	Out
Dynamic viscosity	[cP]	1.138	1.289	3.636	3.064
Density	[kg/m ³]	999.0	1000.	1054	1052.
Specific heat capacity	[kJ/kgK]	4.197	4.202	3.714	3.720
Thermal conductivity	[W/mK]	0.620	0.617	0.470	0.472

P.H.E characteristic values

Heat duty	[kW]		137.00		
Eff. heat transfer area	[m ²]		14.58		
Log./Effective temperature difference	[K]		2.00 / 2.00		
Heat transfer coefficient reqd./act.	[W/m ² .K]		4697 / 5328		
Fouling factor	[m ² .K/W]		0.0000252		
Overdesign	[%]		13.43		
Pressure loss	[kPa]	22.615		[kPa]	30.672
Channel Velocity	[m/s]	0.24 / 0.24		[m/s]	0.26 / 0.26
Connection Velocity	[m/s]	2.95		[m/s]	3.16
No. of passes in series		1			1
No. of plates total			117		
Mix of Channeltyp			58*HH		

Construction

Weight Dry/Wet	[kg]		approx. 221/253		
Volume	[dm ³]	15.740			15.740
Design pressure	[barg]		10.0		
Max. working temperature	[°C]		110.00		
Material		DIN			
Plates		1.4404 (0.50 mm)			
Gaskets		NBR HT			
Frame		S 355 J2+N (Pressure Plates), max. no. of plates: 120, Extensibility 3%			
Painting		Standard, RAL 5002, <= 150°C,			
Connection					
Hot side		F1 => F4 :			
		Threaded pipe, male,			
		DN 50, Stainless steel, G 2"			
Cold side		F3 => F2 :			
		Threaded pipe, male,			
		DN 50, Stainless steel, G 2"			
Design Code:		AD-2000			
Inspection Code:		PED 2014/68/EU			

Remark

--

Specification sheet

Project: Irodaház HSZ

Date: 2023. 11. 07.

Contact: Budai Gábor

Direct Line:

Plate & Frame Heat Exchanger

Version: 1.18.2 (8/3)

Item: Fűtés Maximum	Unit: F 2016-117-1-NH
----------------------------	------------------------------

Technical data per HX

Hot side

Cold side

Fluid

Glycol/Water 30/70

Water

Mass flow rate	[kg/s]	5.73		[kg/s]	5.17
Volume flow rate	[l/h]	19854.852		[m ³ /h]	18.804
Inlet temperature	[°C]	45.00		[°C]	38.00
Outlet temperature	[°C]	40.00		[°C]	43.00
Operating pressure	[barg]	0.00		[barg]	0.00

Physical properties

In

Out

In

Out

Dynamic viscosity	[cP]	1.259	1.408	0.680	0.620
Density	[kg/m ³]	1038.	1041	991.0	989.0
Specific heat capacity	[kJ/kgK]	3.771	3.763	4.178	4.176
Thermal conductivity	[W/mK]	0.484	0.482	0.634	0.637

P.H.E characteristic values

Heat duty	[kW]		108.00		
Eff. heat transfer area	[m ²]		14.58		
Log./Effective temperature difference	[K]		2.00 / 2.00		
Heat transfer coefficient reqd./act.	[W/m ² .K]		3703 / 6003		
Fouling factor	[m ² .K/W]		0.0001035		
Overdesign	[%]		62.13		
Pressure loss	[kPa]	17.373		[kPa]	13.624
Channel Velocity	[m/s]	0.21 / 0.21		[m/s]	0.20 / 0.20
Connection Velocity	[m/s]	2.49		[m/s]	2.36
No. of passes in series		1			1
No. of plates total			117		
Mix of Channeltyp			58*HH		

Construction

Weight Dry/Wet	[kg]		approx. 221/253		
Volume	[dm ³]	15.740			15.740
Design pressure	[barg]		10.0		
Max. working temperature	[°C]		110.00		
Material		DIN			
Plates		1.4404 (0.50 mm)			
Gaskets		NBR HT			
Frame		S 355 J2+N (Pressure Plates), max. no. of plates: 120, Extensibility 3%			
Painting		Standard, RAL 5002, <= 150°C,			
Connection					
Hot side		F1 => F4 :			
		Threaded pipe, male,			
		DN 50, Stainless steel, G 2"			
Cold side		F3 => F2 :			
		Threaded pipe, male,			
		DN 50, Stainless steel, G 2"			
Design Code:		AD-2000			
Inspection Code:		PED 2014/68/EU			

Remark

--

Construction sheet

Project: Irodaház HSZ

Date: 2023. 11. 07.

Contact: Budai Gábor

Direct Line:

Plate & Frame Heat Exchanger

Version: 1.18.2 (8/3)

Item:

Unit: F 2016-117-1-NH

Dimensional sketch - not Certified

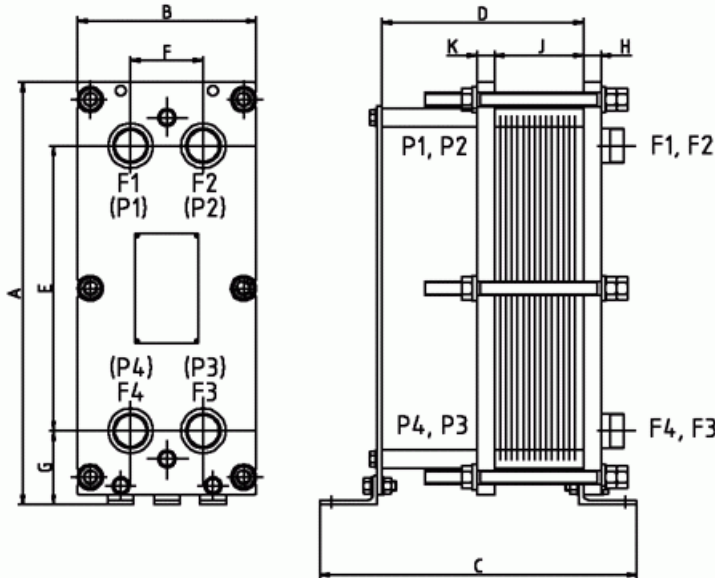


table of masses [appr. mm, inch], max. no. of plates 120

	:mm	:inch
A: Total height	:932.5	:36.7
B: Total width	:310	:12.2
C: Total length	:838	:33.0
D: Length of carrier bar	:748	:29.4
E: Distance between nozzles, vertical	:694	:27.3
F: Distance between nozzles, horizontal	:126	:5.0
G: midpoint of nozzle from the ground	:128	:5.0
H: Thickness of frame plate	:20	:0.8
K: Thickness of pressure plate	:20	:0.8
J: Length of the plate-package	:339.3	:13.4

Connections

Hot side: F1 => F4 :
Threaded pipe, male,
DN 50, Stainless steel, G 2"

Cold side: F3 => F2 :
Threaded pipe, male,
DN 50, Stainless steel, G 2"

Subject to change

Reflex Reflex NG 12, welded diaphragm expansion vessel, grey, 6/1,5 bar

Article number: 8240100

reflex

Thinking solutions.



Features

Type	NG 12
Colour	grey
Diaphragm material	SBR Butyl
Nominal volume	12 l
Max. useful volume	10,8 l
Max. permissible system temperature	120 °C
Min. perm. operating temperature	-10 °C
Max. perm. operating temperature	70 °C
Max. perm. operating pressure	6 bar
Factory provided gas supply pressure	1,5 bar
Connection	R 3/4"
Diameter	280 mm
Height	275 mm
Tilt dimension approx.	392 mm
Weight	2,26 kg

Description

Reflex Reflex NG 12

Diaphragm expansion tank for sealed heating and cooling water systems. Vessels are fitted according to Reflex company standard CS-004 based on DIN EN 13831. Approval according to Pressure Equipment Directive 2014/68/EC.

- Durable epoxy resin coating
- Welded design
- Non-replaceable diaphragm according to DIN EN 13831
- 35 litres and above upright
- For antifreeze additive of at least 25 – 50 %
- With threaded connections
- max. permissible system temperature 120 °C
- Max. operating temperature 70 °C



Reflex Reflex NG 25, welded diaphragm expansion vessel, grey, 6/1,5 bar

Article number: 8260100



Thinking solutions.



Features

Type	NG 25
Colour	grey
Diaphragm material	SBR Butyl
Nominal volume	25 l
Max. useful volume	19 l
Max. permissible system temperature	120 °C
Min. perm. operating temperature	-10 °C
Max. perm. operating temperature	70 °C
Max. perm. operating pressure	6 bar
Factory provided gas supply pressure	1,5 bar
Connection	R 3/4"
Diameter	280 mm
Height	494 mm
Tilt dimension approx.	568 mm
Weight	3,62 kg

Description

Reflex Reflex NG 25

Diaphragm expansion tank for sealed heating and cooling water systems. Vessels are fitted according to Reflex company standard CS-004 based on DIN EN 13831. Approval according to Pressure Equipment Directive 2014/68/EC.

- Durable epoxy resin coating
- Welded design
- Non-replaceable diaphragm according to DIN EN 13831
- 35 litres and above upright
- For antifreeze additive of at least 25 – 50 %
- With threaded connections
- max. permissible system temperature 120 °C
- Max. operating temperature 70 °C

