

SZAKDOLGOZAT

DANI-MIKITA VIKTOR

Létesítményenergetikai szakmérnök

Gödöllő

2023

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Gödöllői Campus
Létesítményenergetikai Szakmérnök Szak

**Kompresszor hulladékhő hasznosítás lehetőségei ipari
létesítményben**

Belső konzulens: Dr. Szabó Márta
egyetemi docens

Külső konzulens: Reichardt Tamás
facility manager

Készítette: **Dani-Mikita Viktor**
MRH9H2
levelező

**Intézet/Tanszék: Műszaki Intézet,
Épületgépészeti és Energetikai Tanszék**

Gödöllő

2023

Tartalom

1. Bevezetés.....	4
1.1. Célkitűzés	4
1.2. Vállalat bemutatása	4
1.3. Létesítmény.....	4
2. Energiamegtakarítási lehetőségek	6
2.1. Napenergia	6
2.2. Korszerű világítástechnika	8
2.3. Hőtermelő rendszerek	11
2.4. Hővesztések felhasználása.....	13
3. A vállalat energiafelhasználása és -megtakarítása	17
3.1. Napenergia	17
3.2. Világító testek cseréje	18
3.3. Gázfelhasználás csökkentésének lehetőségei.....	19
4. Projekt megvalósítás	19
4.1. Gyártócsarnok	19
4.2. Logisztikai központ.....	24
4.3. Energetikai számítások.....	26
4.3.1. 1. számú számú gépház	26
4.3.2. 2. számú gépház	31
4.4. Gyakorlati megvalósítás.....	34
5. Összefoglaló.....	37
6. Summary	37
7. Nyilatkozat	38
8. Irodalomjegyzék.....	39
9. Mellékletek.....	40

1. Bevezetés

1.1. Célkitűzés

Szakdolgozatom témája egy magyarországi autóiipari beszállító létesítményében felmerülő energetikai célú korszerűsítések bemutatása és ezekből egy jelentős energia- és anyagi megtakarítást eredményező fejlesztés kidolgozása. A vállalat célul tűzte ki, hogy 2050-re karbonsemlegessé válik a gyártás és létesítményüzemeltetés, ami fontossá teszi energetikai célú fejlesztések végrehajtását. A törekvés háttérében az Európai Parlament 2021. június 24-én elfogadott új uniós klímarendeletet áll, amely jogilag kötelezővé teszi a kibocsátás 55%-os csökkentését 2030-ig, és klímasemlegességet 2050-ig. [1]

1.2. Vállalat bemutatása

A Valeo független ipari csoport, amelynek tevékenységi köre teljes egészében az autó- és haszongépjármű iparra koncentrálódik. Autóiipari beszállítóként valamennyi autógyár partnere világszerte. A csoport a gépjárművek legkülönbözőbb kategóriáihoz tervezi, gyártja és értékesíti termékeit, és mára az észak-amerikai, európai és ázsiai piacok domináns autógyártóinak partnereként a világ legnagyobb autóiipari beszállítóinak egyikévé vált. Mint technológiai vállalat, innovatív termékeket és rendszereket kínál, amelyek hozzájárulnak a szén-dioxid kibocsátás csökkentéséhez és az intuitív vezetés fejlesztéséhez. A Valeo világszerte 184 telephellyel, 20 kutatási, 35 fejlesztési, 15 elosztó központtal rendelkezik, és 33 országban 111.600 munkavállalót foglalkoztat. A Valeo magyarországi gyára Veszprémben található, ahol közel 2700 munkatársat foglalkoztat. Telephelyükön személy- és tehergépjárművek elektronikai alkatrészeinek és rendszereinek tervezésére és gyártására specializálódtak. Prémium kategóriás kapcsolók, szenzorok, elektronikai vezérlőegységek, okos kulcsok és kameravezérlők széles skáláját gyártja személygépjárművek, teherautók és haszongépjárművek számára.

1.3. Létesítmény

A vállalat két csarnoképületben helyezkedik el (1. ábra). 2006-ban egy 1100 m²-es kutatás és fejlesztési részleg került átadásra. 2018-ban folytatódott az épületfejlesztési projekt. A beruházás - mely raktár technológia fejlesztést és új termékek gyártásának bevezetését is magába foglalja - 2016. júliusában indult el. Az új épületrész egy több mint 14.000 m² alapterületű új logisztikai központtal, 1.500 m²-es gyártóterülettel, 1.000 m²-es oktatóközponttal és további 4.000 m² kiszolgáló - és szociális létesítménnyel lényegében megduplázza a Valeo telephelyének méretét és ezzel a város egyik legnagyobb ipari

létesítményévé válik. A gyártócsarnok és a logisztikai központ egy folyosóval kapcsolódik egymáshoz.



1. ábra Létesítmény épületrészeinek elhelyezkedése

A csarnokok villamosenergia ellátása két betáplálási ponton keresztül történik. A létesítmény villamosenergia felhasználása közel 6,5 millió kWh/év. A felhasználás egy része a létesítmény üzemeltetésére, a szociális helyiségek, irodák és munkahelyek megvilágítására, klimatizálására; másik jelentős része a termelésben található gyártógépek működtetésére és technológiai sűrített levegő előállítására fordítódik.

A földgázellátás egy mérési ponton keresztül történik, a földgázt a csarnokok fűtésére és a használati melegvíz termelésére fordítják. A csarnokok saját, egymástól elkülönített kazánházakkal rendelkeznek, amelyekben kondenzációs gázkazánok üzemelnek. A földgáz éves felhasznált mennyisége körülbelül 26 millió MJ/év.

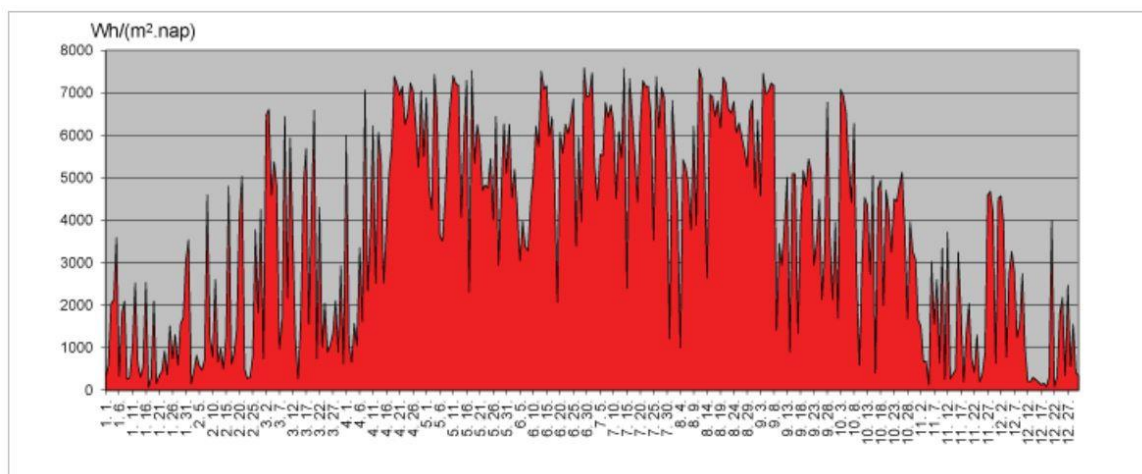
A létesítményre a 7/2006. (V. 24.), az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról szóló TNM rendelet vonatkozik. A rendelet tartalmazza a határoló szerkezetekre és az épülettechnikai rendszerekre és a helyiségek kialakítására és komforttechnikájára vonatkozó előírásokat.

2. Energiamegtakarítási lehetőségek

Az hazai ipari létesítmények esetében az épületre jellemző energiafogyasztás 20-25%-kal csökkenthető az energiahatékonyság javításával a meglévő berendezéseknél, és 50-90%-kal új berendezések alkalmazásánál. Ebben a fejezetben az általam leginkább alkalmasnak vélt energetikai fejlesztési- és megtakarítási lehetőségeket tekintem át.

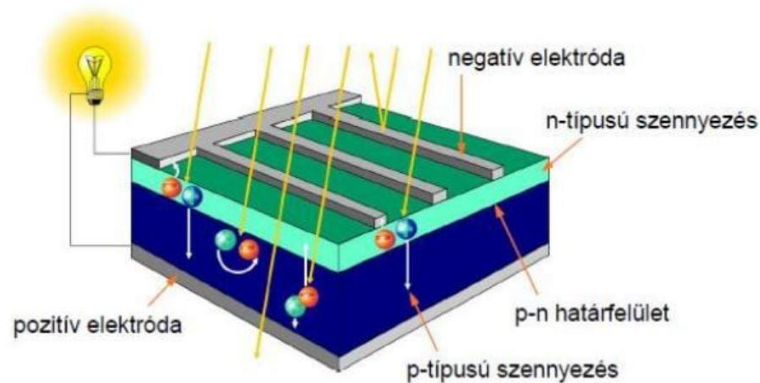
2.1. Napenergia

A napenergia primer megújuló energia, mert átalakítás nélkül felhasználható. Magyarországon évente átlagosan 1200-1300 kWh/m² napenergia lenne hasznosítható [2]. Ez az érték a nyári-téli időszakban hozzávetőleg 2/3-1/3 arányban oszlik meg, tehát a nyári időszakra 8000 Wh, míg a téli időszakra 4000 Wh teljesítmény jut. A 2013. évi napsugárzási adatokat a 2. ábra szemlélteti. A hazai viszonyokkal 1000-1200 Kwh/kWp napelemmel hasznosítható teljesítmény nyerhető.



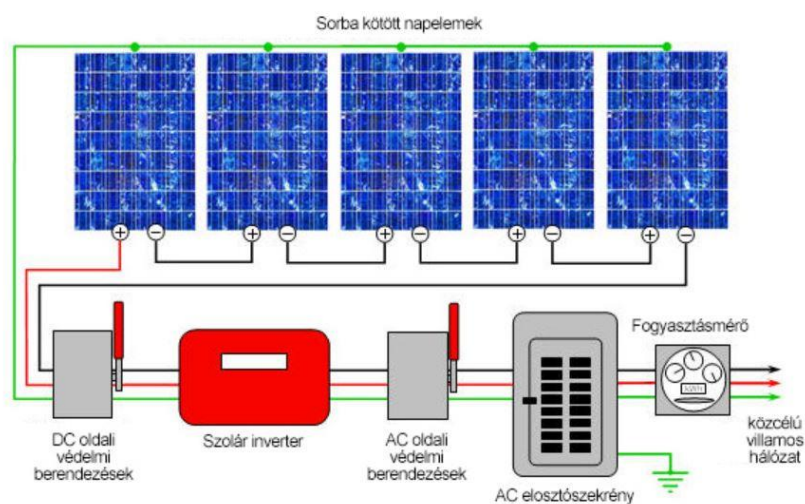
2. ábra 2013. évi napsugárzási adatok (Naplopo.hu)

A napenergia hasznosítása épületgépészeti rendszerekkel két módon valósulhat meg. Villamosenergia termelésre a napelem használható, míg használati melegvíz termelésre a napkollektor. A 3. ábrán látható napelem vagy fotovillamos elem, olyan szilárdtest eszköz, amely az elektromágneses sugárzást (fotonbefogást) közvetlenül villamos energiává alakítja. Az energiaátalakítás alapja, hogy a sugárzás elnyelődésekor mozgásképes töltött részecskéket generál, amiket az eszközben az elektrokémiai potenciálok, illetve a beépített elektromos tér rendezett mozgásra kényszerít, vagyis elektromos áram jön létre. Ez a jelenség bármilyen megfelelő fényspektrummal rendelkező fényforrás esetén is lezajlik, nem szükséges kizárólagosan napfény [3].



3. ábra A napelem működési elve

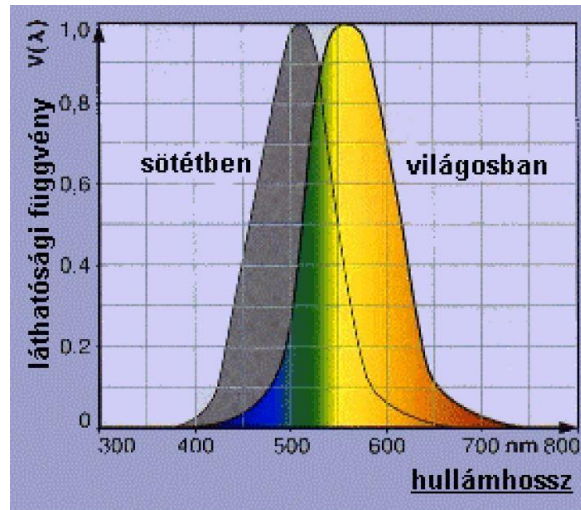
A napelem cellákból áll, melyek lehetnek monokristályos vagy polikristályos felépítésűek. A cellák modulokká egyesülnek, a modulok pedig mezőkké, ami a napelem valós méretét adja, több szabványméret létezik, a 60 cellástól a 72 cellásig. Jelenleg a piacon lévő napelemek teljesítménye a 400 Wp-660 Wp körüli tartományba esik. A napelemes rendszer (4. ábra) további elemei a DC oldali védelmi berendezés, fontos berendezés a tűzeseti lekapcsoló, utána következik a DC-AC inverter. A fogyasztók után a fogyasztásmérő van bekötve a rendszerbe, ami a hálózat és a termelő közti villamosáram forgalmat méri.



4. ábra Napelemes rendszer felépítése

2.2. Korszerű világítástechnika

Az emberi szem az elektromágneses sugárzás 380 és 780 nm közötti hullámhosszúságú tartományát érzékeli látható fényként. Szemünk különböző mértékben érzékeny a különféle hullámhosszú sugárzásokra, az 5. ábrán látható a szem érzékenységének elfogadott szabványosított görbéje, amelyet a Nemzetközi Világítástechnikai Bizottság állapított meg. Más-más görbe vonatkozik a világosban és a sötétben való látásra, a világítástechnikában általában a világosra adaptált szem érzékenységi görbéjével számolnak. [4]



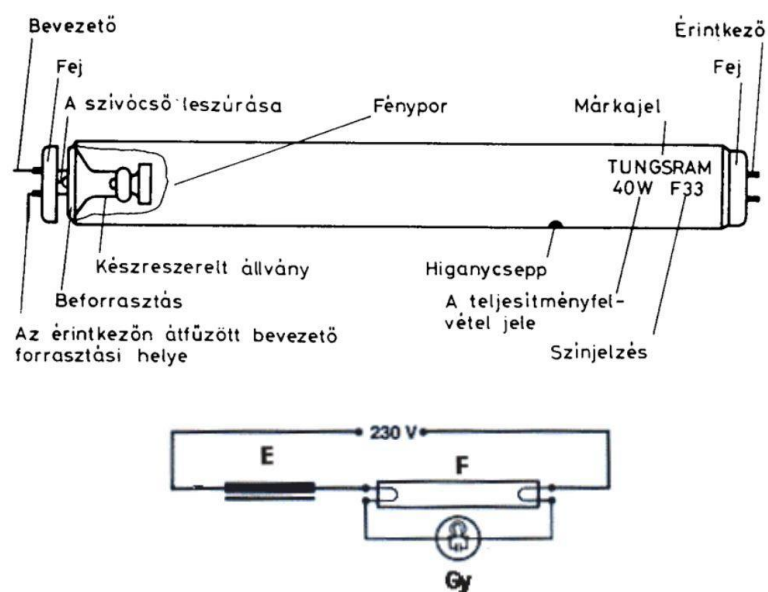
5. ábra Láthatósági függvény

A mesterséges fényforrások által keltett fényérzetre jellemző szám a láthatósági tényező és a sugárzott fizikai teljesítmény szorzata. Ezeket a szorzatokat összegezzük az egész színképtartományban, a sugárzott fizikai teljesítmény által keltett fényérzetre jellemző számot kapjuk. Ezt nevezzük fényáramnak, amelynek a jelölése Φ , egysége: lumen [lm].

$$\Phi = K_m \int \Phi_\lambda V(\lambda) d\lambda$$

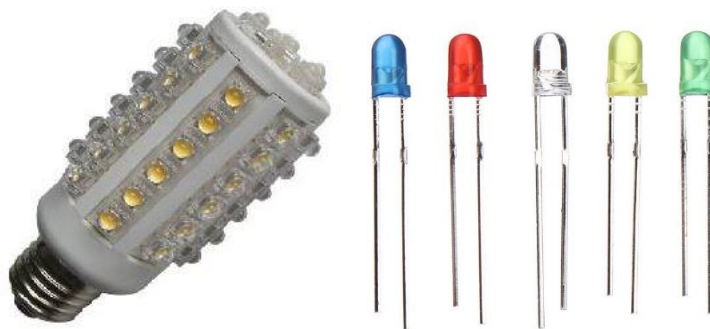
A képletben a K_m arányossági tényező értéke 680 lm/W, a $\Phi(\lambda)$ pedig a sugárzott teljesítmény a hullámhossz függvényében Wattban megadva, illetve a λ a hullámhossz. A fényforrások legfontosabb világítástechnikai jellemzője a fényáram. A fényforrás fényáramának és az általa felvett villamos teljesítmény értékének hányadosát nevezzük fényhasznosításnak, melynek mértékegysége a [lm/W]. A fényhasznosítás fontos energetikai jellemző, a fényforrások fejlesztésének egyik elsődleges célja a lumen/Watt arány növelése. A fényhasznosítás legnagyobb értékét akkor kaphatnánk meg, ha a láthatósági görbe maximumának megfelelő hullámhosszú sugárzást kibocsájtani tudó fényforrást hoznánk létre. Ez a maximum a 680 lm/W érték lenne, ám a jelenlegi fényforrásaink a teljes spektrumban sugároznak, tehát olyan hullámhosszon is, amit az emberi szem kevésbé érzékel.

Napjainkban elterjedten alkalmazzák a fénycsöveket közintézményekben, ipari létesítményekben, irodaházakban. A fénycsövek (6. ábra) olyan higanygőz-argongáz keverékével töltött, fénypor bevonattal ellátott, két végén elektródokat tartalmazó kisülőcsövek, amelyekben a villamos kisülést használják fel fénykeltésre. Az elektródok közötti kisülőtérben az elektronok mozgásuk közben a higanyatomoknak ütköznek és gerjesztik őket. A higany atomok az ütközés során felvett energia zömét a gerjesztett állapotból az alapállapotba való visszatéréskor ultraibolya sugárzás formájában adják le. Ezt az ultraibolya sugárzást a fénycső belső falára felvitt fényporréteg alakítja át látható fénné. A fénycsövek fényhasznosítási hatásfoka $\eta^*=75-80 \text{ lm/W}$. [5]



6. ábra: Fénycső általános felépítése

Napjainkban rendkívül elterjedt és számos felhasználási területen alkalmazhatóak a LED (Light Emitting Diode) fényforrások (7. ábra). Félvezető alapú fényforrás, működési elve abban áll, hogy egy p-n átmenetre nyitóirányú feszültséget kapcsolnak, mire mind az elektronok, mind a lyukak az érintkezési felület felé mozognak és ott rekombinálódnak. A rekombináció alkalmával a felszabaduló energiát sugározza ki. A kibocsátott monokromatikus sugárzás hullámhossza a dióda anyagi minőségétől függ. A ledekeket elterjedten alkalmazzák kijelzőkben, autóiparban és a világítástechnikában. Fényhasznosítási indexük $50-180 \text{ lm/W}$ közt van.



7. ábra LED fényforrások

Az ipari világításnál a technológiai folyamatok függvényében rendkívül sokféle szempontot kell figyelembe venni. A különböző iparágak világítási igényeit MSZ EN 12464-1 szabvány tartalmazza, foglalja össze. A belsőtéri munkahelyek mesterséges világításával kapcsolatos követelményeket a fent említett szabvány tartalmazza részletesen. Az 1. táblázat a teljesség igénye nélkül a leggyakoribb világítási feladatok legkisebb előírt értékeit foglalja össze.

1. táblázat: DIN EN 12464-1 szabvány szerinti értékek

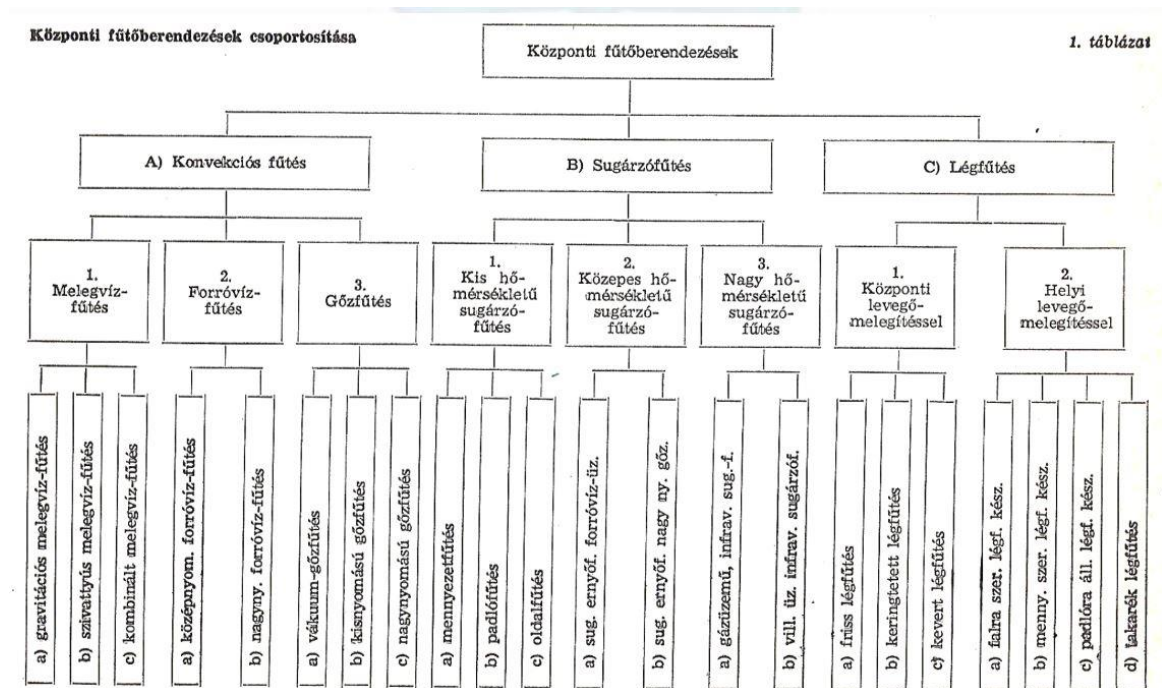
Helyiség	Megvilágítás, lx	Színvisszaadás, R_a	Káprázás, UGR	Megjegyzés
Előcsarnok	100	60	22	
Folyosó	100	40	28	
Lépcső	150	40	25	
Mosdó	100	80	22	
Iroda	500	80	19	Számítógépes munkahelyre külön előírások vonatkoznak
Tárgyaló	300	80	19	

Beltéri mesterséges világítás tervezésére használható a hatásfok módszer. Első lépésként a világítás módját szükséges kiválasztani, jelölése az η^* , értéke a 0,1-0,5-ig terjedő intervallum, attól függően, hogy közvetett, szórt vagy közvetlen a világítás módja. Második lépésként a beépíteni kívánt fényáramot kell meghatározni, melynek egyenlete a következő:

$\Phi = k \cdot E \cdot A / \eta$ [lm], ahol k a környezeti tényező, E az előírt megvilágítási érték, A a vonatkoztatási felület területe és η a világításmód hatásfoka. Végül a beépítendő villamos teljesítményt szükséges meghatározni a $P = \Phi / \eta^*$ [W], ahol a η^* a fényforrás hasznosítási indexe.

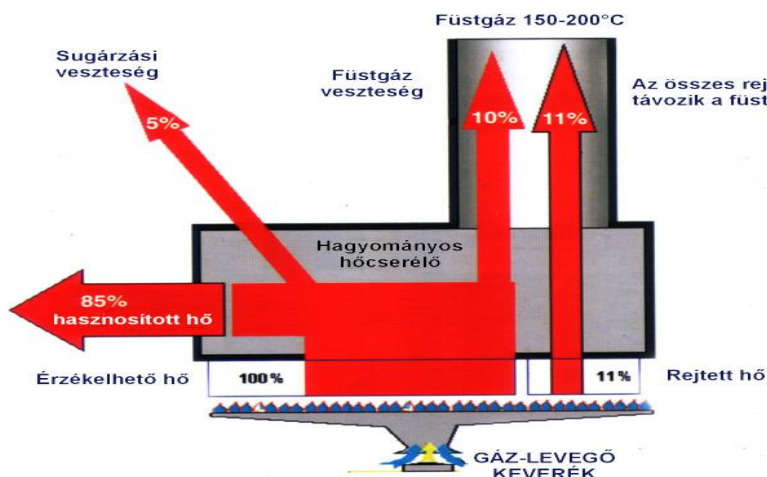
2.3. Hőtermelő rendszerek

Hőtermelő egységek legelterjedtebb fajtáit tekintve vannak földgáz vagy fűtőolaj elégetésével hőt termelő kazánok, villamosáramot felhasználó kazánok, biomassza elégetésével működő kazánok, illetve villamos árammal működő hőszivattyús rendszerek, amelyek például a levegőt vagy a föld hőjét használják fel. A fűtőberendezések csoportosítását az 8. ábra szemlélteti.



8. ábra Fűtőberendezések csoportosítása

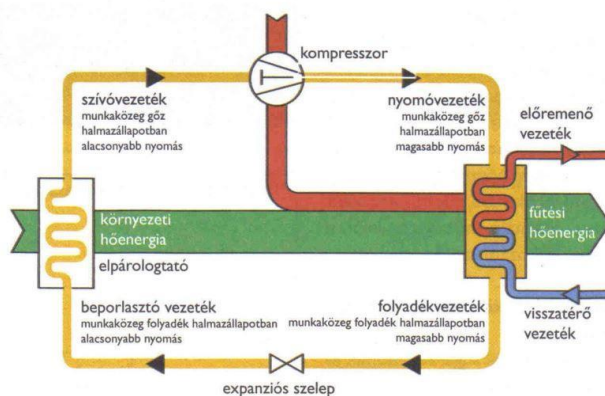
A vállalatnál a már korábban említett kondenzációs gázkészülékek üzemelnek. Hazánkban többnyire „H” jelű gázzal történik a fűtés. Ennek a típusú gáznak a fűtőértéke hozzávetőleg 36 MJ/m^3 . A kondenzációs gázkészülékek a tüzelőanyagban lévő látens hőt is hasznosítják, ez földgáz esetében 11%. A kondenzációs gázkazánok esetében a minél magasabb metántartalom játszik fontos szerepet, mert a metánt alkotó hidrogén az égési folyamat során a levegő oxigénjével vízgőzt alkot és ebben a vízgőzben eltárolt hőt adja át kondenzáció folyamán. (9. ábra)



9. ábra Kondenzációs gázkazán hőáramai

A másik, az iparban elterjedt fűtési rendszer a hőszivattyú. A hőszivattyúk típusait tekintve több különböző tulajdonság szerinti is létezik, körfolyamat működési elve szerint, hőforrás szerint, hőhordozó szerint és üzemmód szerint. A működési elv szerint legelterjedtebb a kompresszoros vagy a szorpciós, míg hőforrás szerint a külső környezeti levegő vagy földhőt hasznosító típusok. Hőhordozók szerint a víz vagy levegő jön szóba, a kültéri egység a beltéri egységtől egy hőcserélőn keresztül válik el, a kültéri rendszerben glikol töltettel a fagyveszély miatt. Hőszivattyú főbb elemei az elpárolgató, kompresszor, kondenzátor és az expanziós szelep (10. ábra).

A hőszivattyú hűtőkörének elvi ábrája

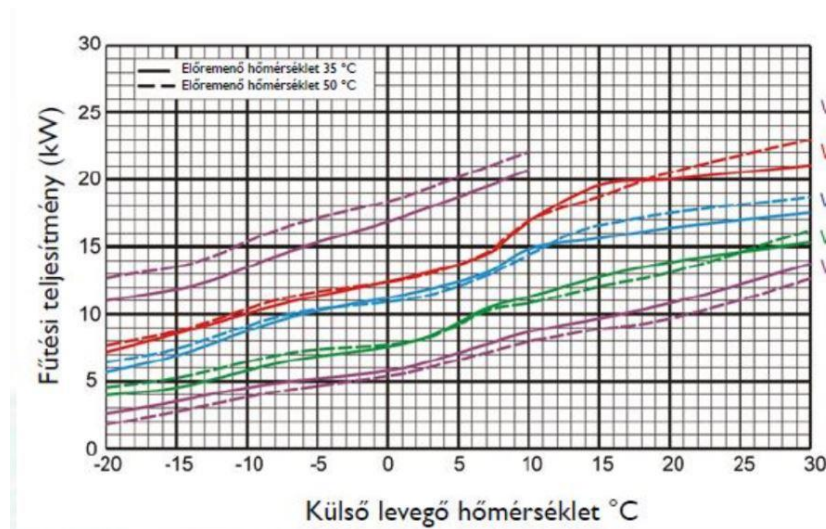


10. ábra: Hőszivattyú részei

A hőszivattyúk legfontosabb tulajdonsága és hatásfokának mérőszáma a COP, ami a fűtési teljesítménytényező. A hasznos fűtőteljesítmény és az előállításához szükséges gépi effektív teljesítményfelvétel hányadosa, amikor a gép teljes (100 %) terhelésén, szabványosított paraméterek, hőmérsékletek mellett üzemel, jele az ϵ .

$$COP = \varepsilon = \frac{\dot{Q}_{leadott}}{P_{elektromos}}$$

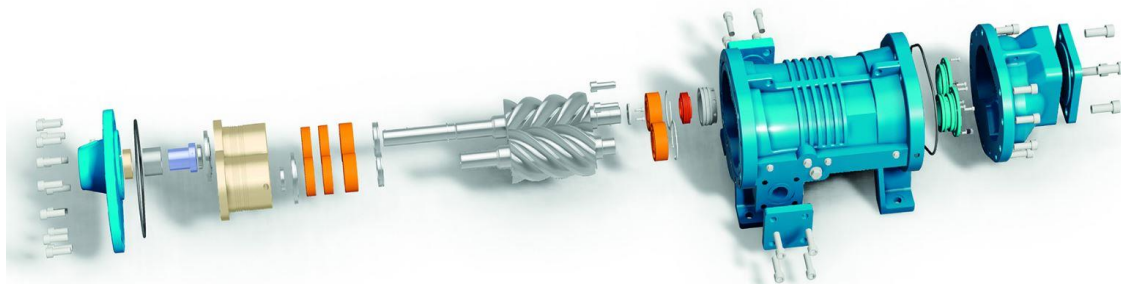
Tehát egy hőszivattyú annál hatékonyabb és gazdaságosabb, minél magasabb a COP értéke. A COP értékét szabványosított körülmények közt mérve adják meg a gyártók, ami azt jelentheti, hogy a valós körülmények közt üzemeltetett hőszivattyú a gyártó által megadott értéknél alacsonyabb értéken üzemel. Ha az $\varepsilon < 3$ értékű, akkor a hőszivattyú hőteljesítménye rosszabb, mintha ugyanazt a hőteljesítményt földgáz elégetésével állítottuk volna elő. További problémát jelenthet üzemeltetési oldalról a kültéri egység lefagyása tartósan 0°C alatti külső hőmérséklet esetén, ilyenkor segédberendezések alkalmazása szükséges fagymentesítésre. A hőszivattyúk fűtési teljesítménye és a külső hőmérséklet közti összefüggést a 11. ábra szemlélteti [6].



11. ábra Levegő-víz hőszivattyú teljesítménygörbéi

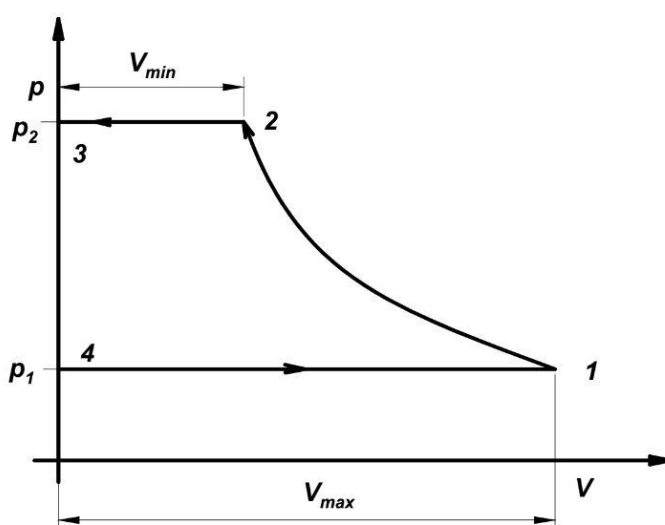
2.4. Hővesztések felhasználása

A hővesztések minden termodinamikai körfolyamatban jelen vannak. A keletkező hő származhat például mechanikai munkából vagy kémiai folyamatból. A létesítményben legszembetűnőbb hővesztés a technológiai levegőt előállító kompresszoroknál figyelhető meg. A csavarkompresszorok jellemzően két forgórészrel rendelkező axiális áramlású, a térfogat kiszorítás elvén működő munkagép. A gép fő elemei a rotorok, melyekből az egyik konvex, a másik pedig konkáv profil kialakítású. Spirális meneteikkel jól illeszkedő tengelypárt alkotnak (12. ábra)



12. ábra: Csavarkompresszor felépítése

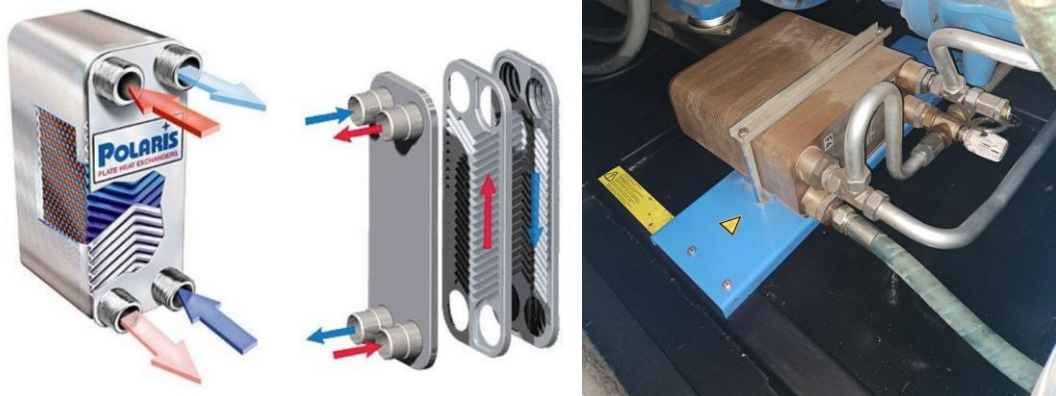
Az említett térfogatkiszorításhoz szükséges tér a rotorok menetei és a ház között alakul ki. A közeg a zárt térrel együtt a rotorok forgásának hatására a gép egyik végéből a másik vége felé áramlik miközben létrejön a sűrítés. Beszíváskor a kifelé forgó rotorok menetei szétnyílnak, így helyet hagyva a közegnek, hogy az a keletkező nyíláson beáramolhasson a kialakult térbe. A beszívás addig tart, amíg a rotor menete el nem éri a beömlőnyílás szélét. Ebben a helyzetben a beáramlott közeg térfogata maximális, nyomása a szívóoldalnál lévő nyomással közel azonos. A menetpár tovább forgásával a közeg által kitöltött tér a rotorok meneteinek egymásba fordulásával megkezdődik a kompresszió. A kompresszió egészen addig tart amíg a közeg el nem éri a kiömlőnyílást. A többi menetbe szorult közeg a fordulatszámnak és a méreteknek megfelelő időközönként követik az előzőt és a relatív nagy fordulatszám miatt a közegszállítás egyenletes. A gép kialakításából adódik, hogy nincs károstér, amellyel számolni kellene. A beömlési- és kiáramlási térfogat aránya a térfogatviszony, amelyhez tartozik egy üzemi nyomásviszony is. A fentieknek megfelelően a következő ábra a gépre jellemző indikátordiagram a 13. ábrán látható. [7] [8] [9]



13. ábra: Kompresszor körfolyamat (Gausz-Hargitai, 79.o.)

A gép kialakításából eredően a rotorok közti súrlódás, illetve a komprimálódó közeg hőmérsékletemelkedése miatt a bevitt munka nagy része hőként jelentkezik, ami hőveszteségként a környezetbe távozik. Alapvetően minden kompresszor rendszer hulladékhőjét gazdaságosan lehet használni. A hővisszanyerés olajbefecskendezéses csavarkompresszoroknál egyszerű, ugyanis a kenőolaj rendszerbe épített hőcserélővel megoldható. Egy kompresszor sűrítési hője mennyiségileg megközelítőleg 70%-a a motor teljesítményfelvételének [10][11] . Ezt a hőt kell elvezetni. A kompresszornak a megengedett hőmérséklettartományban, magas hatásfokkal kell dolgozni, a sűrített levegőnek viszont hidegnek és száraznak kell lennie. A levegő vagy víz hűtőközegben tárolt energiát használjuk fel használati melegvíz termelésre vagy fűtési időszakban épületfűtésre.

A kompresszorokban felmelegedő olaj hőjét hőcserélővel tudjuk kinyerni. A hőcserélők olyan berendezések, amelyek két, egymástól térben vagy időben elválasztott, különböző minőségű és állapotú közeg közötti hőátadás technikai megvalósítására szolgálnak. A hőátadási folyamat eredményeként a hőhordozó közegek hőmérséklete megváltozik. Ha a hőátadási folyamat során a hőhordozók egymástól egy szilárd fallal térben elválasztva áramolnak, a készüléket rekuperátornak, azaz felületi hőcserélőnek nevezzük. A fűtési időszakban fűtővíz felmelegítésére, illetve használati melegvíz termelésre ellenáramú lemezes hőcserélőt alkalmazunk. Lemezes hőcserélőknél (14. ábra) a hőveszteségek elhanyagolhatók, a készülék hőátadó felülete a berakott lemezek számával precízen változtatható. Bármilyen fémes szerkezeti anyagból, például titán, alumínium, nemesacél, készíthető. Az elérhető hőátbocsátási tényezők legalább 50%-kal nagyobbak, mint a csőköteges hőcserélőknél. A készülék kialakításánál fogva kompakt, fajlagosan kis helyigényű, a közegekkel töltött térfogat az időegység alatt átáramló térfogathoz képest kicsi, így a közeg a hőcserélőben töltött ideje is kicsi.



14. ábra: Lemezes hőcserélők

Fűtési időszakon kívül, illetve a megszokottnál melegebb nyári időszakban a kompresszorok hatásfokának javítására és problémamentes üzemük biztosítása érdekében a keletkező hőt el kell vezetni, mivel épületfűtésre nem tudjuk felhasználni. Erre a feladatra a bordáscsöves hőcserélők (15. ábra) alkalmasak. A legáltalánosabban alkalmazott bordáscsöves hőcserélők a közvetlen léghűtők. A készülék lábakon áll a szabadban. A lábakra van építve a keresztbordás csöveket tartó keret. A csövek itt is csőkötegfalba vannak erősítve. A csőkötegfalhoz csatlakozik a csövön belül áramló meleg közeg elosztó és fordulókamrája. A hűtőközeget, a levegőt axiál-ventilátor szívja át a csövek között. A ventilátort a csövek alatt is el lehet helyezni. A levegő, mint hűtő és kondenzáló közeg rendszerint a vízhűtést pótolja a vegyiparban. Előnye, hogy a technológiai folyamatban részt vevő közeg kilépő hőmérséklete korlátozás nélkül szabályozható az átszívott levegő mennyiségének változtatásával.



15. ábra: Bordáscsöves hőcserélő

3. A vállalat energiafelhasználása és -megtakarítása

3.1. Napenergia

Ha az éves felhasználás egy részét napenergiával, napelemek telepítéséből valósítanánk meg, a gyáregység területén a helykihasználás miatt az épületek tetőszerkezete kerülhet szóba. A vállalat két csarnoképülete lapostetővel rendelkezik. A két épület tetőszerkezetének együttesen 30.000 m^2 a hasznos területe. A csarnokok elhelyezkedése lehetővé teszi a panelek déli tájolását, ami hatékonyság szempontjából a legjobb. A kiválasztott panel $1754 \times 1096 \times 30 \text{ mm}$ befoglaló méretekkel rendelkezik és teljesítménye 400 Wp . Egy panel területe $A_{\text{panel}} = 1,7 \cdot 1,09 = 1,853 \text{ m}^2$. A tetőn elhelyezhető panelek száma $n_{\text{panel}} = \frac{A_{\text{tető}}}{A_{\text{panel}}} = \frac{30000}{1,853} = 16189 \text{ db}$.

Az elérhető villamos teljesítmény $P_{\text{villamos}} = 16189 \cdot 0,4 = 6475 \text{ kWh}$. A létesítmény villamosenergia felhasználása $16,5$ millió kWh évente, ami egy napra vetítve 45205 kWh . A becsült elméleti számításból látható, hogy $1/7$ -ed részét lehetne naponta napelemből származó villamosenergiára váltani.

3.2. Világító testek cseréje

A létesítmény régebbi épületében a termelési területen és az irodákban is a világítást hagyományos fénycsőekkel biztosítják. A villamosenergia felhasználás csökkentése érdekében korszerűsíteni szükséges a világítótesteket. A cserére különböző kialakítású és foglalatú LED fényforrásokat alkalmaznának. A hatásfok módszerrel megbecsülhető egy előzetes villamosenergia igény. A világítás módját főleg közvetlennek tekintem, ezért az $\eta=0,4$ értéket veszem figyelembe. A beépítendő fényáram kiszámításához a k értékét 1,35-re becsülöm, mivel a tiszta tereken kívül a gyártás és logisztikai helyiségekben porosabb környezet van. Az előírt megvilágítási értéket $E=500$ lux-nak veszem. Ez az érték az irodában az MSZ EN 12464-1 szabvány szerinti. A vonatkoztatási terület nagysága, $A=15.000 \text{ m}^2$, mivel a logisztikai központban már LED világítótestek vannak felszerelve, így nem a 30.000 m^2 teljes létesítmény alapterületet kell figyelembe venni. Az előző értékekből a beépítendő fényáram:

$$\Phi = k \cdot E \cdot A / \eta = 1,35 \cdot 500 \cdot 15000 / 0,4 = 25.312.500 \text{ [lm]}$$

A LED fényforrások fényhasznosítási indexe világítástechnikai kivitelek esetében $\eta^*=160$ lm/W körül van. Ebből a szükséges beépítendő teljesítmény a következőképpen alakul:

$$P = \Phi / \eta^* = \frac{25.312.500}{160} = 158.203 \text{ W} = 158,2 \text{ kW}$$

A jelenleg használt fénycsővek fényhasznosítási indexe átlagosan $\eta^*=60$ értékű. Így a jelenleg használatos világítótestek teljesítményigénye:

$$P_{\text{jelenlegi}} = \Phi / \eta^* = \frac{25.312.500}{60} = 421.875 \text{ W} = 421,9 \text{ kW}$$

Látható, hogy a becsült teljesítmény a jelenlegi világítástechnikai elemek cseréjével nagyjából 2/3-val csökkenthető lenne.

3.3. Gázfelhasználás csökkentésének lehetőségei

A fűtés és használati melegvíz termelés kondenzációs gázkazánok használatával valósul meg. Hőszivattyús rendszer telepítését elvetettem, mivel a létesítmény fűtéséhez szükséges fűtőtéljesítményt és a HMV termeléshez szükséges energiát előállítani csak bonyolult és költséges rendszerekkel lehetne, számtalan átalakítást kellene végrehajtani. A kazánházakat és a kompresszorházakat megvizsgálva gazdaságosabb és egyszerűbben megvalósítható megoldást nyújtana, ha a kompresszorokból származó hulladékhőt használnánk fel.

4. Projekt megvalósítás

A beruházás részletesebb bemutatása és kompresszor hulladékhő felhasználását célzó számítások elvégzése és az átalakítás gyakorlati megvalósítása ebben a fejezetben kerül leírásra.

4.1. Gyártócsarnok

A gyártócsarnokban a jelenlegi kazánházi kialakítás nem teszi lehetővé az összes üzemelő kompresszor veszteség hőjének hasznosítását. A megvalósítás érdekében a gépház (16. ábra) és kazánház átalakítása lesz szükséges. A gépházban jelenleg 5 kompresszor üzemel, mindegyik típus saját hőcserélő rendszerrel rendelkezik. A kompresszorok egy gyűjtőtartályba termelnek, ahonnan hűtveszáritón keresztül kerül felhasználásra a sűrített levegő a termelési területen. Jelenleg két kompresszor által termelt hő már felhasználásra kerül a fűtési rendszerben a visszatérő ágba kötésével. A fűtési időszakon kívül, illetve a fűtési rendszerbe be nem kapcsolt kompresszorok üzemi hőjét ventilátoros hűtéssel a szabadba vezetik. A gépek elrendezése az alábbi képen látható.



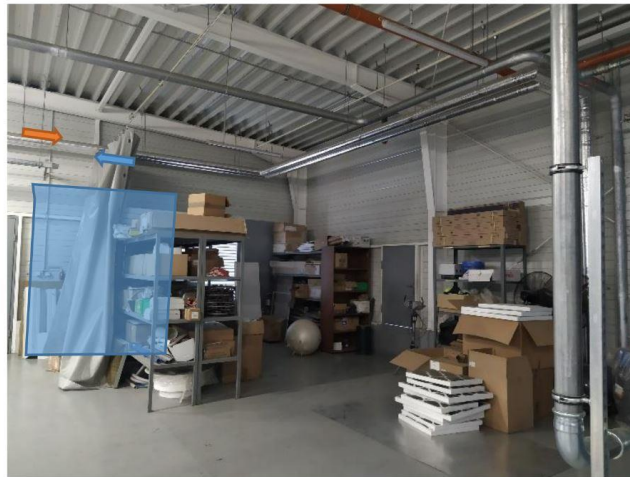
16. ábra: 1. számú kompresszor gépház

Az I. számú kompresszor gépházban a 2. táblázatban szereplő kompresszorok üzemelnek.

2. táblázat: 1. sz. gépház berendezései

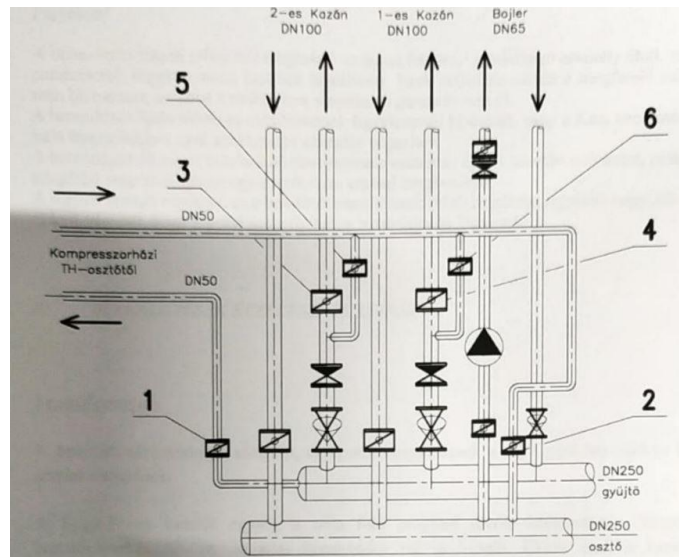
Berendezés	Vill. teljesítmény [kW]	Légszállítás [m ³ /min]
BOGE SF 150	110	18
BOGE S 100-2	75	12
BOGE S 100	75	12
BOGE S 100	75	12
BOGE S 160-4	160	28

Jelenleg üzemel már meglévő, korábban kiépítésre került két hővisszanyerő rendszer az SF150 és az S 100-2 kompresszorokon. A kompresszorok fűtési rendszerhez csatlakoztatott gyűjtő-osztója a gépházban került kiépítésre, az elrendezés jelenlegi állapota és a szükséges átalakítás helye a 17. ábrán látható.



17. ábra: Bal ábra: bekötés a fűtési rendszerbe, jobb ábra: lehetséges átalakítás helye

A két meglévő kompresszor bekötés hidraulikus váltója látható a bal oldali képen, és a szekunder oldal keringető szivattyúja, ami a kazánház felé továbbítja a közeget. A jobb oldali képen látható a mennyezet alatt vezetett szigetelt csőpár és a két téglalappal jelölt terület, ahol az új hőközpont kialakítható. A szabadhűtő felé vezető csőpárt itt lehet kivezetni a homlokzaton. Mindkét kompresszor hővisszanyerő rendszerének meglévő csatlakozásait át kell alakítani az új fűtési- és használati melegvíz rendszerhez történő csatlakozáshoz. A másik három kompresszornál korábban nem volt hasznosítva a hulladékhő, ezért a két darab S 100-as típushoz külső hőcserélő kerül csatlakoztatásra, míg az S 160-as típusban már meglévő integrált hőcserélővel történik a hulladékhő hasznosítása. A lenti 18. ábra a kazánházba érkező csövek elrendezését mutatja.

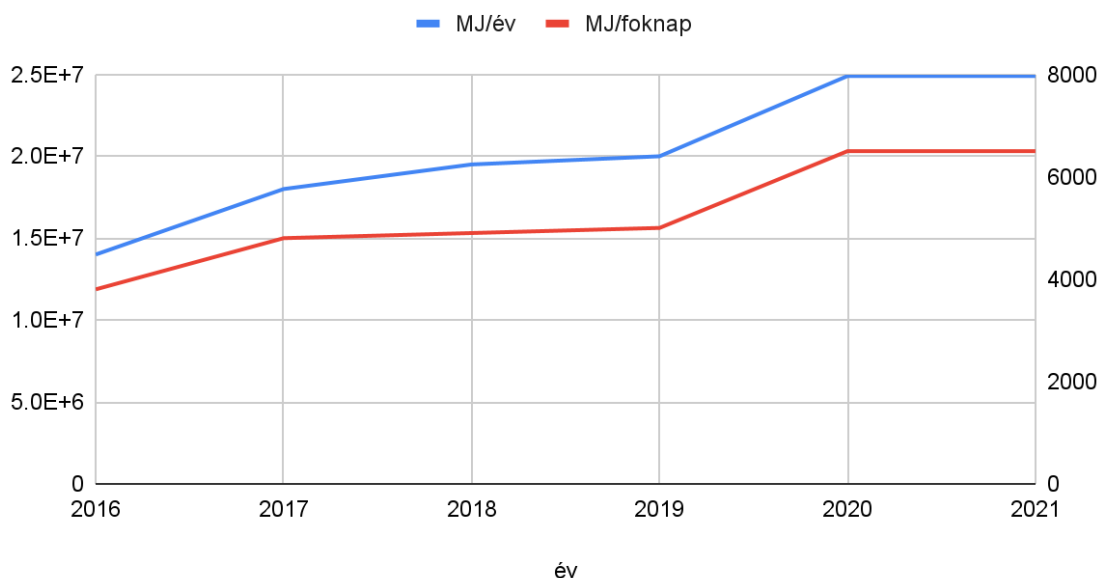


18. ábra: Csatlakozás a fűtési rendszerre

Az eredeti elképzelés szerint fűtési időszakban a kompresszorházból érkező melegvíz áram az 5 vagy 6 jelű szelepek nyitásával és a 2-es zárásával a kazán felé menő „hidegebb” áramba lép be ezzel mintegy előmelegítve azt. A probléma abból fakad, hogy a kompresszortól érkező közeg hőmérséklete 65-70°C, míg a kazánházi gyűjtő vezeték hőmérséklete minimum 70°C, így nem tud a kompresszor hűtővíze rásegíteni a fűtésre és ráadásul le sem tud hűlni, mert gyűjtő hőmérséklete min. 70°C. Nyári időszakban működőképes lehetne a kapcsolás, mert az 5 és a 6 jelű szelepek zárásával és a 2-s nyitásával a kompresszorok köre az osztóra termel, így kiválthatná a kazán működését. Itt abból ered a probléma, hogy a rendelkezésre álló veszteség hő mennyisége - a nyári időszakban - mindössze 1000 órán át tudja biztosítani a hőigényt és amint a kazánnak be kell kapcsolnia, a kompresszor hő veszteség hő hasznosítása a hőmérsékletek miatt ellehetetlenül.

A vállalat egy elszámolási mérővel rendelkezik, azért a rendelkezésre álló fogyasztási adatok a két kazánház együttes energiaigényét mutatják. Mivel a két csarnokot ellátó kazán- és kompresszor gépházat külön kell kezelnünk, ezért az elmúlt évek gázigényének vizsgálatával igyekeztem meghatározni a két csarnok fogyasztási részarányát, ami a 19. ábrán látható.

Földgáz fogyasztás alakulása

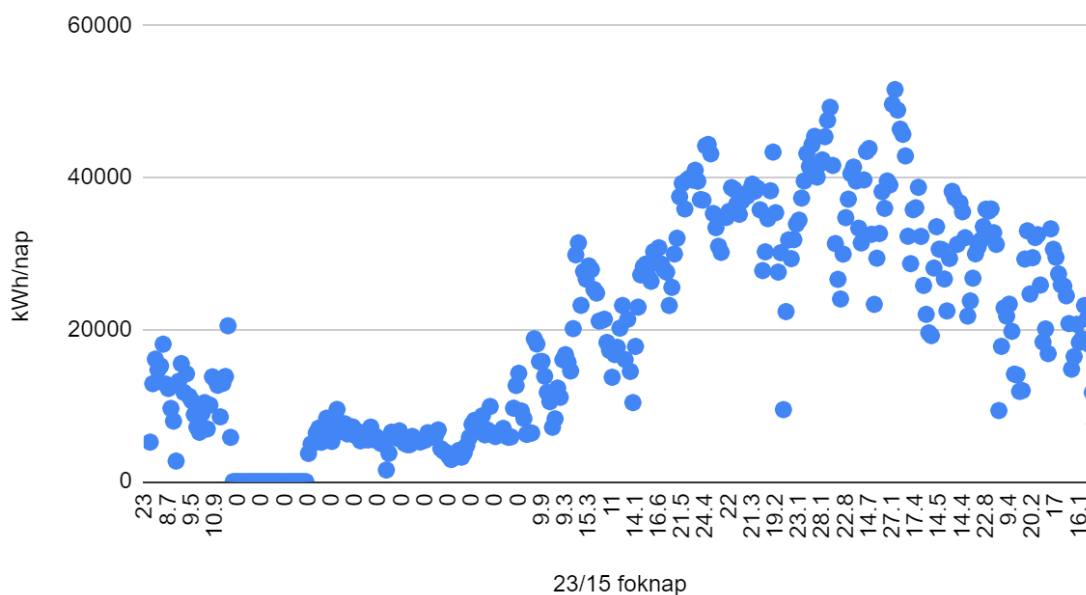


19. ábra Földgázfogyasztás

A 2019-2020 közötti megugrás az új csarnok használatbavételét mutatja. A fajlagos gázfogyasztás 4500-ról 6500 MJ/foknap értékre emelkedett. Ez alapján a két csarnok közötti hőigény megoszlás 70-30%. A gyártócsarnok kazánházának energiaigényét az alapján határoztam meg, hogy a leghidegebb napokon 100% a két kazán kihasználtsága. Az ezen energiafogyasztás feletti részarány a többi, gázkazánon kívüli fogyasztóé, amely nem váltható ki a hasznosított hővel.

Az elszámolási mérő által gyűjtött adatokból tudom meghatározni egy évben napra lebontva a gázfelhasználást és teljesítményigényt. A gázigény [kWh] adatokból egy 1 éves intervallumot kiértékeltem, ahol a napi gázigényt az 1. számú mellékletből számolva a 20. ábra mutatja.

Napi gázfogyasztás a fűtési igény függvényében



20. ábra Napi gázfogyasztás

4.2. Logisztikai központ

A logisztikai központ sűrített levegő igényét két kompresszor elégíti ki (3. táblázat). A két kompresszor közül az egyik teljes teljesítményen üzemel, a másik frekvenciaváltóval ellátva az ingadozásokat simítja ki. A kompresszorok közül az SLF 40-3 berendezés folyamatosan üzemel, ezért az ennél keletkező hulladékhő alkalmas további felhasználásra. Az S 40-3 típusú berendezés napi üzemideje nem éri el az 1 órát, ezért azt kihagyom a számításokból. A gépház elrendezése az alábbi képen látható.



21. ábra: Logisztikai központ gépháza

3. táblázat: Logisztikai központ kompresszorai

Berendezés	Vill. teljesítmény [kW]	Légszállítás [m ³ /min]
BOGE SLF 40-3	30,75	4,75
BOGE S 40-3	30,75	4,77

4.3. Energetikai számítások

4.3.1. 1. számú számú gépház

A kompresszorok központi vezérlőjéből és az egyes adatgyűjtőkből (22. ábra) kinyert mérési adatokból egy 24 órára vonatkoztatott maximális és átlag térfogatáramot határoztam meg. Az adatrögzítés 2 percenként történt a hét minden napján. A mérési adatokat januártól áprilisig terjedő időszakban vizsgáltam. A következő táblázat a mérési adatok egy részét mutatja (4. táblázat).

4. táblázat: Légtermelési adatok

	Hét napja	Óra	Műszak	Flow(m ³ /min)
2023/01/07 09:04:00	4	9	1	47.1
2023/01/07 09:06:01	4	9	1	46
2023/01/07 09:08:02	4	9	1	45.9
2023/01/07 09:10:03	4	9	1	47.3
2023/01/07 09:12:04	4	9	1	50.2
2023/01/07 09:14:05	4	9	1	46.8
2023/01/07 09:16:06	4	9	1	46
...				
2023/04/09 04:32:08	5	4	3	43.2
2023/04/09 04:34:09	5	4	3	45.2
2023/04/09 04:36:10	5	4	3	43
2023/04/09 04:38:11	5	4	3	41.6
2023/04/09 04:40:12	5	4	3	42.5
2023/04/09 04:42:13	5	4	3	8.28
2023/04/09 04:44:14	5	4	3	8.26

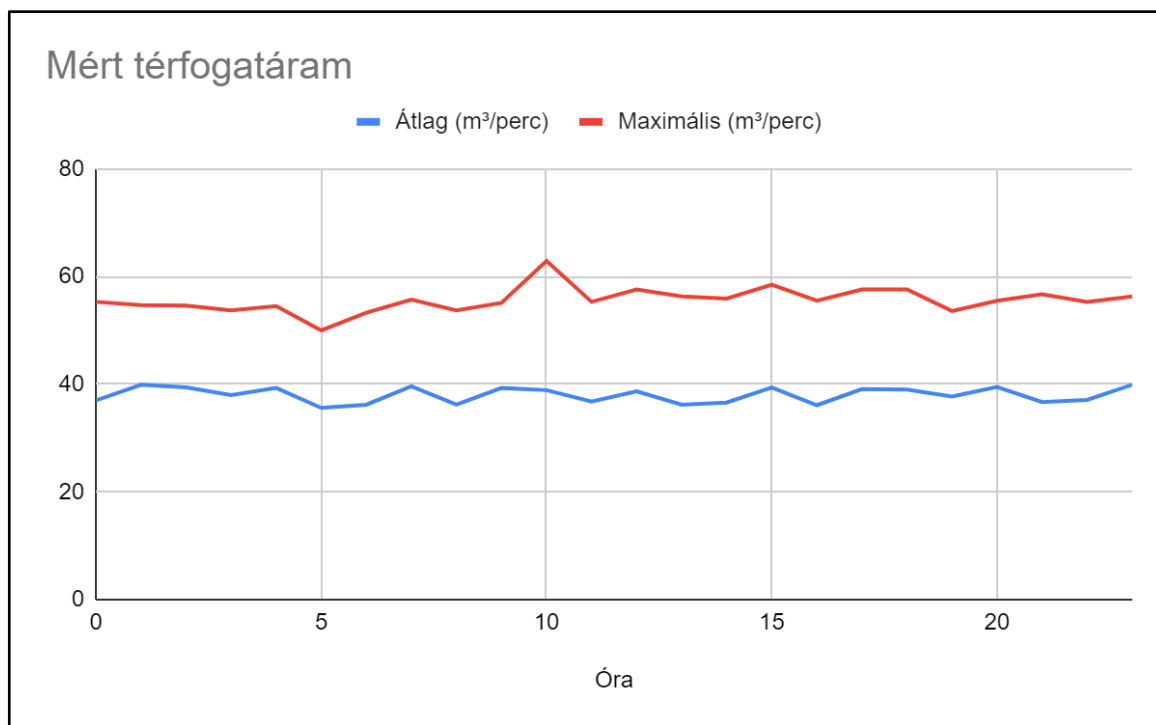


22. ábra: Adatgyűjtő

Az adatokból mindig az adott órához tartozó értékeket átlagoltam, illetve abban az órában megjelenő maximumot is megkerestem. A 24 órás átlag térfogatáramokat az adathalmazból kiszámítva a következő értékeket kaptam (5. táblázat). Az értékeket diagramon is ábrázoltam (23. ábra).

5. táblázat: 24 órás légtermelési adatok

Óra	Átlag (m ³ /perc)	Maximális (m ³ /perc)
0	37.0	55.3
1	39.9	54.7
2	39.4	54.6
3	38.0	53.7
4	39.3	54.5
5	35.6	50.0
6	36.2	53.3
7	39.6	55.7
8	36.2	53.7
9	39.3	55.1
10	38.9	62.9
11	36.8	55.3
12	38.7	57.6
13	36.2	56.3
14	36.6	55.9
15	39.4	58.5
16	36.1	55.5
17	39.1	57.6
18	39.0	57.6
19	37.7	53.6
20	39.5	55.5
21	36.7	56.7
22	37.1	55.3
23	39.9	56.3
Átlag (m ³ /min)	38.0	62.9
Átlag (m ³ /h)	2280.1	3774.0



23. ábra 24 órára vetített térfogatáram

Az 1. számú kompresszorházban lévő kompresszorok üzemi tulajdonságait a 6. táblázat tartalmazza.

6. táblázat: 1. sz. gépház üzemi tulajdonságai

1. sz. kompresszor gépház	Teljesítmény		Kapacitás		kW/m³/perc	kWh/m³
BOGE SF 150	110	kW	18.4	m³/perc	5.98	0.09964
BOGE S 100-2	75	kW	12.3	m³/perc	6.10	0.10163
BOGE S 100	75	kW	12.3	m³/perc	6.10	0.10163
BOGE S 100	75	kW	12.3	m³/perc	6.10	0.10163
BOGE S 160-4	160	kW	27.6	m³/perc	5.80	0.09662
Átlag					6.01	0.10023

A felhasználható veszteségűt a 5. táblázat és a 6. táblázat adataiból az alábbi értékeket kivéve számoltam ki (7. táblázat).

7. táblázat: Veszteségű meghatározásához kiemelt adatok

Maximális térfogatáram	62.9	m³/perc
Jellemző térfogatáram	38.00	m³/perc
Fajlagos teljesítményigény	6.01	kW/m³/perc

A maximális teljesítményigény meghatározása:

$$P_{max} = 62,9[m^3/perc] \cdot 6,01[kW/m^3/perc] = 378,26 kW$$

A jellemző teljesítményigény meghatározása:

$$P_{atl.} = 38[m^3/perc] \cdot 6,01[kW/m^3/perc] = 228,52 kW$$

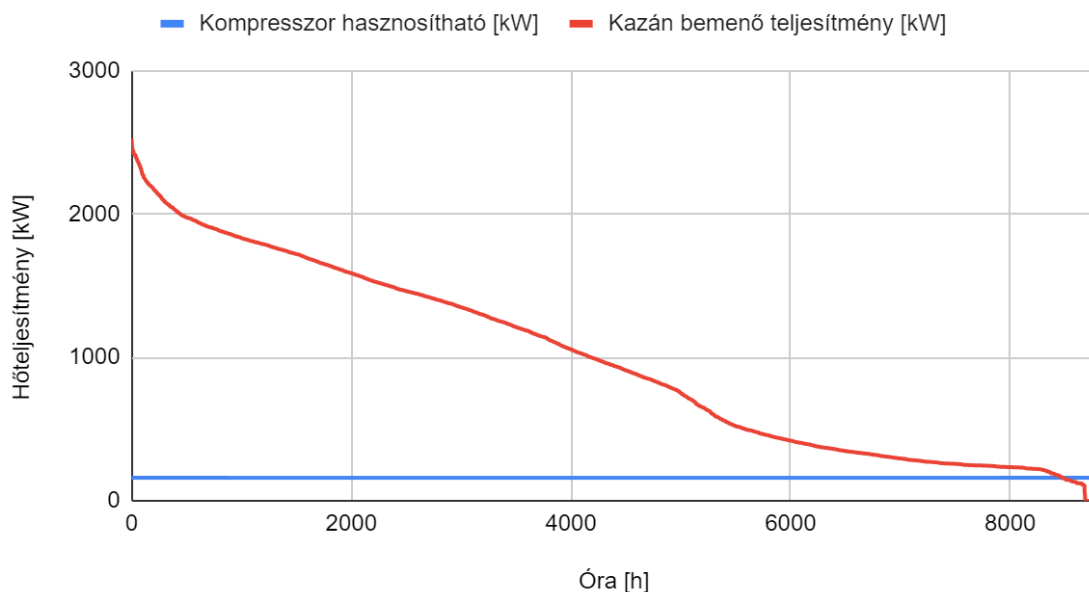
Az felhasználható veszteségű maximális értékének meghatározásakor a mért átlagos, jellemző teljesítményigény 70%-át vettem figyelembe.

Hasznosítható hőteljesítmény:

$$P_{\text{hasznosítható}} = 0,7 \times 228,52 [\text{kW}] = 159,97 \text{ kW}$$

A kompresszorok által termelt hasznosítható hőteljesítmény és a fűtéshez szükséges kazán bemenő teljesítmény adatokból kirajzolt teljesítménygyakorisági diagram (24. ábra). A diagramot a mellékletekben található 2. számú melléklet táblázatában szereplő adatokból ábrázoltam.

Teljesítménygyakoriság

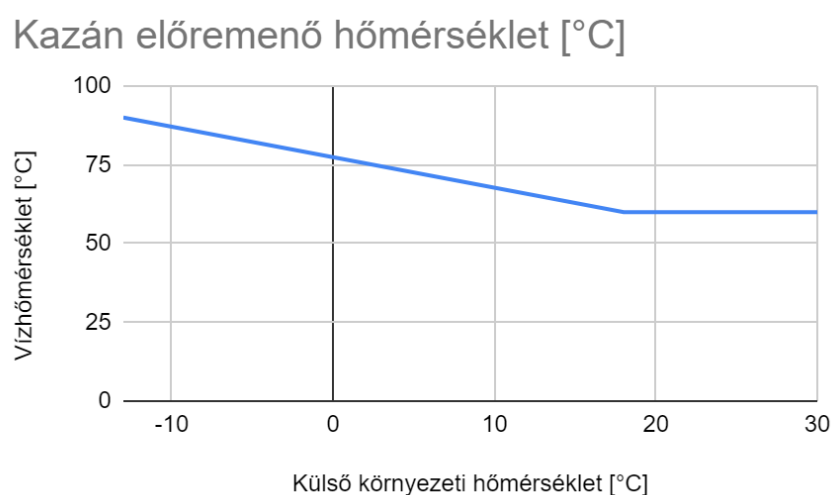


24. ábra Hőteljesítmények

A grafikont felülről határoló piros görbe azt mutatja, hogy a kazánházban hány órán keresztül van szükség az adott értéknél nagyobb kiadott teljesítményre. Például legalább 2000 órán keresztül ad ki 1000 kW hőteljesítményt. A 5500 óránál látható letörés a fűtési időszak végét mutatja. A vízszintes kék vonal mutatja a kompresszor gépházban kinyerhető jellemző hőteljesítményt. Az ez alatti terület a teljes hasznosítható hőmennyiség ($Q_{\text{hasznosuló}}$) [kWh]-ban. A piros görbe és a kék egyenes között fennmaradó rész ($Q_{\text{kazán}}$) az, amit a továbbiakban is a kazánnal kell biztosítani. A grafikon jobb szélén létrejött, a kék görbe alatti terület, amelyet balról a piros görbe határol a kompresszorokból származó hőt jelöli ($Q_{\text{hűtő}}$), amit el kell hűteni, illetve a fűtési időszak azon szakasza, amikor a keletkező hőt nem tudjuk a fűtővíz melegítésére használni, mert az előremenő vagy a visszatérő víz hőmérséklete meghaladja a kompresszorok által előállított melegvíz hőmérsékletét. Az

ekkor a kompresszoroknál keletkező hőt az erre a feladatra alkalmas bordácsöves hőcserélő beépítésével tehetjük meg. További előnye lenne a kültéri hőcserélőnek, hogy a kompresszorok üzembiztosságát javítaná egész évre tekintve. Jelenleg a kompresszorok üzemi hőfokának szinten tartását a saját légűtésük biztosítja, ami a megváltozott éghajlat miatt egyre kevésbé alkalmas erre a feladatra, továbbá a hulladékhő felhasználás miatti átalakítás szükségessé tenné alkalmazását.

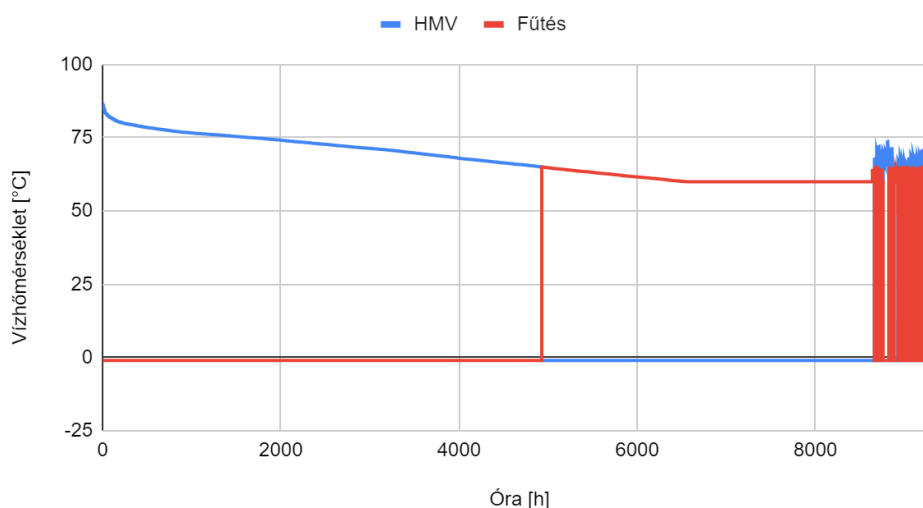
A hőhasznosítóból kinyerhető hőmennyiség felső hőmérséklet határa 65-70°C. Ezt a kompresszor védelme határozza meg. A kazánok jelenleg 90-70°C-os hőlépcsővel működnek, ami nem teszi lehetővé a kompresszoroktól érkező hő egész évben fűtésre történő hasznosítását. Az alább látható 25. ábra az előremenő fűtővíz hőmérsékletét mutatja a külső környezeti hőmérséklet függvényében.



25. ábra Előremenő fűtővíz hőmérséklet

A fenti 25. ábrán látható görbe alapján meghatároztam, hogy az év során időjáráskövető szabályozás esetén hogyan alakul a fűtési rendszer előremenő víz hőmérséklet:

Hőmérséklet gyakorisági diagram



26. ábra Előremenő víz hőmérséklet 1 évre vetítve

A grafikonon (26. ábra) kék vonal mutatja a 65°C-nél magasabb igényű időszakot, a piros vonalszakasz, pedig az annál alacsonyabbat, amikor a kompresszorok hőhasznosítója közvetlenül a melegvíz osztóra termelhet. Évente ~5000 órán keresztül csak a HMV tartály fűtésére tudjuk használni, azonban ezen időszak jelentős részében ekkor is teljes mértékben hasznosul.

4.3.2. 2. számú gépház

A logisztikai központban elhelyezkedő gépházban lévő kompresszorok üzemi jellemzőit az alábbi 8. táblázat tartalmazza. A gépházi elrendezés a 27. ábrán látható, közvetlen a kompresszorok mellett helyezkedik el a használati melegvíz tároló.

8. táblázat: 2. sz. gépház berendezései

		Kapacitás		Fajl. fogy.
2. sz. kompresszor gépház	Teljesítmény [kW]	[m ³ /perc]	[m ³ /óra]	[kWh/m ³]
BOGE SLF 40-3	30.75	4.75	285	0.1078947368
BOGE S 40-3	30.75	4.77	286.2	0.107442348



27. ábra: 2. sz. gépház kompresszorai

A kompresszorok adatgyűjtőjéből kivett adatok alapján, a 4. számú melléklet szerint csak az egyik kompresszort érdemes hulladékhő hasznosítás szempontjából figyelembe venni, mert a második kompresszor csak alkalmanként, kis időtartamra segít rá a levegőtermelésre.

A jellemző üzemidő 23 óra/nap, ami évente 8432 órát jelent. A kompresszor jellemző terhelése 64 % körüli. Így a jellemző teljesítményfelvétel:

$$P_{jell.} = 30,75[kW] \cdot 64[\%] = 19,68 [kW] \sim 20[kW]$$

Az éves üzemidőből és a jellemző teljesítményfelvételtől meghatározom az éves villamosenergia felhasználást:

$$W_{\text{éves}} = 20[\text{kW}] \cdot 8432[\text{óra}] = 165.932 [\text{kWh}]$$

Az éves villamosenergia fogyasztás 70%-a felhasználható hulladékhő formájában. A kinyerhető éves hőmennyiség:

$$Q_{\text{éves}} = 165.932[\text{kWh}] \cdot 70[\%] \cdot 3,6 = 418.148 \left[\frac{\text{MJ}}{\text{év}} \right]$$

A logisztikai központ HMV igényét az alábbi táblázat tartalmazza.

2. táblázat: Használati melegvíz fogyasztás

A használati melegvíz fogyasztás	2 [m ³ /nap]
	767 [m ³ /év]

Az előremenő melegvíz szükséges hőmérséklete, $T_e = 50^\circ\text{C}$. A hálózati hidegvíz hőmérséklete $T_{\text{hálózati}} = 10^\circ\text{C}$.

A víz felfűtéséhez szükséges éves hőmennyiség:

$$\begin{aligned} Q_{\text{szükséges}} &= c \cdot m \cdot \Delta T = 4,2 \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kgK}} \right] \cdot 767.000[\text{kg}] \cdot (50[^\circ\text{C}] - 10[^\circ\text{C}]) \\ &= 128.856.000 \left[\frac{\text{J}}{\text{év}} \right] \end{aligned}$$

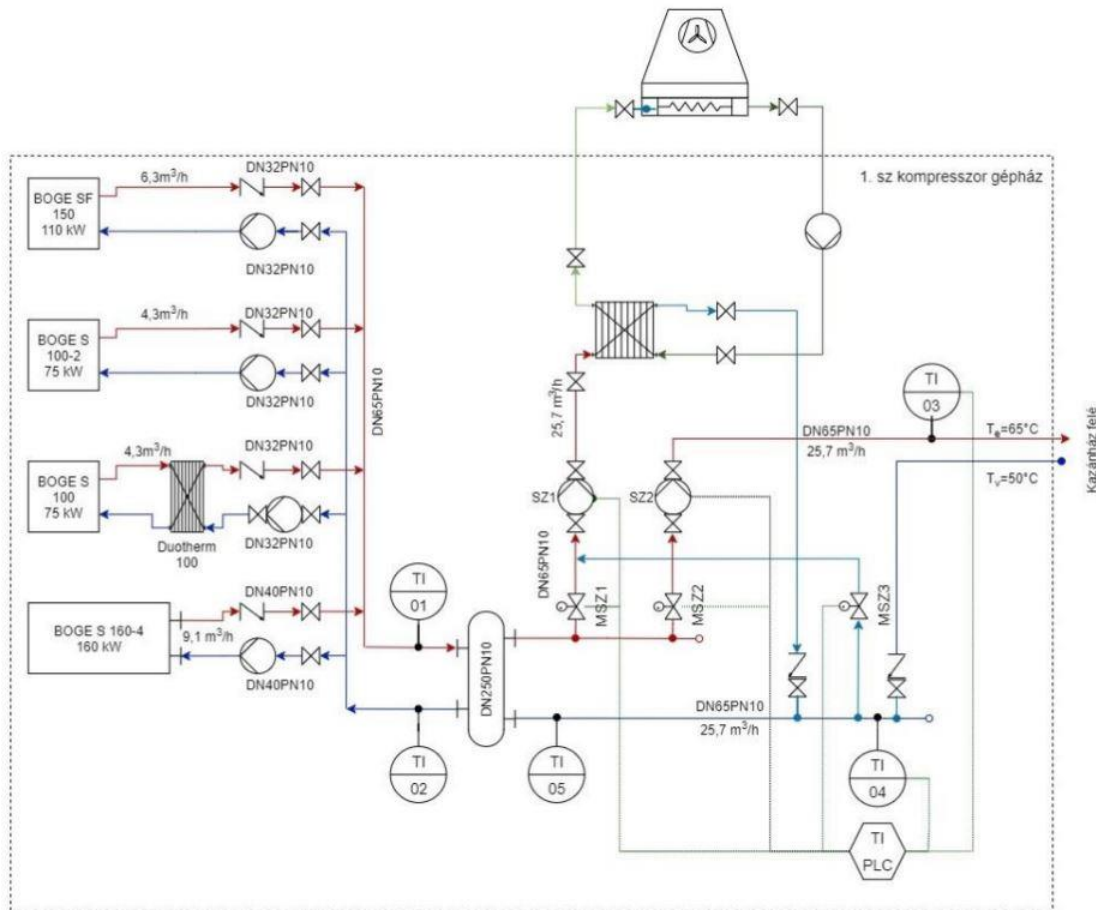
$$Q_{\text{szükséges}} = 128.856.000 \left[\frac{\text{J}}{\text{év}} \right] = 128.856 \left[\frac{\text{MJ}}{\text{év}} \right]$$

A kompresszorból származó hulladékhő mennyisége teljes mértékben fedezi a használati melegvíz teljes hőigényét.

$$Q_{\text{éves}} \gg Q_{\text{szükséges}}$$

4.4. Gyakorlati megvalósítás

Az 1. számú gépház átalakítása szükséges a hőcserélők rendszerbe kapcsolása, illetve a kültéri kényszerhűtő rendszerbe történő kapcsolása miatt. A lehetséges átalakítást a következő kapcsolási rajz szemlélteti (28. ábra):



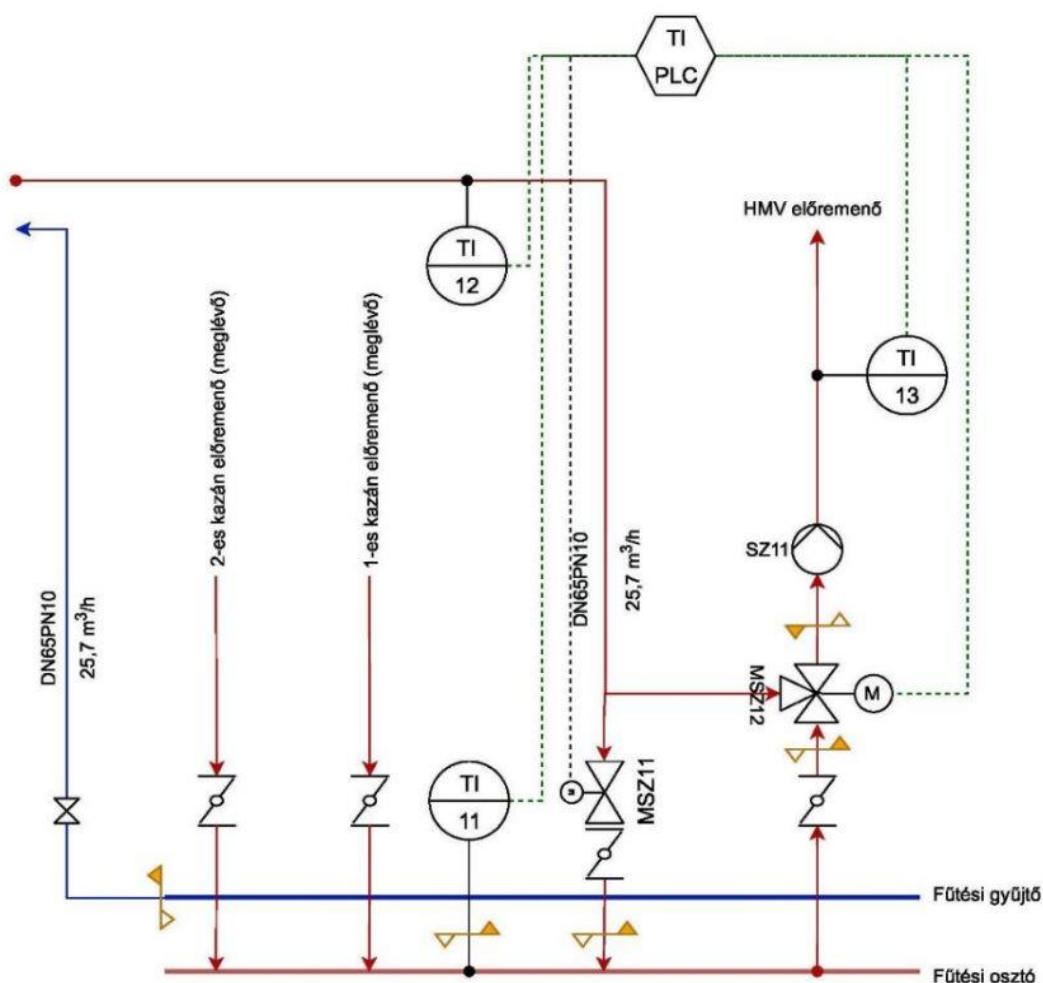
28. ábra: Lehetséges rendszer átalakítás

Az egyes kompresszorok hűtőköréi egy-egy önálló keringető szivattyúval ellátva a közös gerincvezetékre csatlakoznak, amelyet hidraulikus váltó köt össze a szekunder körrel. A szekunder kör kialakítása alkalmas a direkt elhűtésre: MSZ2, MSZ3 zár, SZ2 nem működik; SZ1 jár, MSZ1 nyitva; és a hőkiadásra, szükség esetén utánhűtéssel: MSZ1 zár, MSZ2, MSZ3 nyit, SZ2 szabályozottan működik (tartja a 65-70°C-os előremenő TI03 hőmérsékletet) SZ1 szabályozottan működik (magas visszatérő TI04 hőmérséklet esetén az MSZ3 szerelvényen keresztül a hűtőtorony felé áramoltatja a szükséges térfogatáramot). A kazánház felé állandó hőmérsékletű, változó térfogatáramú közeg távozik. A kültéren

elhelyezett kényszerhűtőt lemezes hőcserélő választja el a belső rendszertől, mert ott a fagyveszély miatt -30°C -os fagyáspontú glikol-víz keverék kering.

A kazánház átalakítása is szükségessé vált. A kazánház szükséges átalakítását az alábbi 29. ábra mutatja. Az átalakítás csak az osztóvezetékét érinti, így a lehető legkisebb mértékben kell a kazánházi vezetékeket módosítani. A tervezett módosítással két működési állapot valósítható meg:

- Abban az időszakban (~ 5000 óra/év), amikor a kompresszoroktól érkező 65°C -os hőmérsékletnél a kazán időjáráskövető szabályozása magasabb fűtési előremenő hőmérséklet igényel ($T_{II1} > T_{II2}$), a veszteség hő HMV előállításra használható fel: MSZ11 zár, MSZ12 nyit. MSZ12 szükség esetén alkalmas az osztóvezetékéről érkező magasabb hőmérsékletű vízből rákeverni a HMV bojler felé menő ágra.
- Amennyiben a kompresszor hőhasznosító köréről érkező hőmérséklet magasabb a kazán előremenő hőmérsékletnél (3801 óra/év), akkor az MSZ12 ebből az irányból zár, és az MSZ11 nyit, így a hőhasznosító kör az osztóra táplál.



29. ábra: Kazánházoldali átalakítás

Az 1. számú gépház maximális teljesítményigénye 378,26 kW. A meghatározott elhűtendő hőmennyiség alapján 450 kW effektív hűtőteljesítményt tekintettem szükségesnek. Az EVAPCO gyártó által közzé adott katalógusadatok alapján egy V elrendezésű szárazhűtőt választottam. Az adiabatikus (a hűtőteljesítményt víz elpárologtatásával növelő) típust az üzembiztonság okán és a nyári legmagasabb hőmérséklet esetén is rendelkezésre álló $\delta T=10-15^{\circ}\text{C}$ miatt elvetettem. A V elrendezést viszonylag alacsony fajlagos helyigény miatt választottam (3. sz. melléklet). A berendezés elhelyezése a kazánháztól nem messze a telephely udvarán történik. A vezetékeket csak a talajban elvezetve van lehetőség bekötni a rendszerbe.

A hulladékhő felhasználása fűtésre és használati melegvíz termelésre a 9. táblázatban szereplő gázmennyiség és CO₂ mennyiség megtakarítását eredményezheti.

9. táblázat: Földgázból származó anyagi és szén-dioxid megtakarítás

	Üzemcsarnok	Logisztika	Összes	
Hővisszanyerő teljesítménye	160	20	180	kW
Hasznosítható hőmennyiség	1,347,307	116,152	1 463 459	kWh/év
Jelenlegi földgázigény	17,375,232	7,446,528	24 821 760	MJ/év
	44,133,090	18,914,182	63 047 272	Ft/év
Kiváltható földgáz	4,912,241	454,509	5 366 750	MJ/év
	12,477,093	1,154,453	13 631 546	Ft/év
	28%	6%		-
Megmaradó földgáz igény	12,462,991	6,992,019	19 455 010	MJ/év
	31,655,997	17,759,728	49 415 725	Ft/év
	72%	94%		-
Kiváltható CO ₂ kibocsátás	309	29	338	tonna/év

5. Összefoglaló

A vállalat energiafelhasználás és CO₂ kibocsátás csökkentése céljából energetikai beruházásokat hajt végre. A kompresszorok villamosenergia felhasználásának 70%-a hőként jelentkezik, ami tovább hasznosítható. A kompresszor- és kazánházának átalakítása elkerülhetetlen az energiamegtakarítást célzó beruházás megvalósításához. A kompresszorok saját, illetve külső hőcserélőivel a fűtési- és használati melegvízrendszere történő rákötés megvalósítható. A beruházás nem igényel nagy átalakításokat és földgáz felhasználás csökkentésével 13,6 millió forint és 338 tonna CO₂ takarítható meg évente.

6. Summary

The company would like to be carbon neutral to 2050. To reach this target have to execute some investments with reduce gas and electricity consumption. One of this investments is the compressor heat recovery. In order to produce compressed air, approximately 10-30% of electricity transferred to compressor is used, the rest is lost due to lack of tightness and heat losses. This heat can be use in the central heating system and in the domestic hot water (DHW) system. For this possibility it has to modify the compressor room and the boiler room to attach together. With this investment the company can be save 13,6 million Forint/year and 338 tons of CO₂.

7. Nyilatkozat



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

4. sz. függelék – Hallgatói és konzulensi nyilatkozat minta

NYILATKOZAT

Alulírott DANI-MÉRTA VIKTOR, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, GÖDÖLLŐ Campus, ÉPÍTÉSMENYENERGETIKAI SZAKHÉRSZAK nappali/levelező* tagozat végzős hallgatója nyilatkozom, hogy a dolgozat saját munkám, melynek elkészítése során a felhasznált irodalmat korrekt módon, a jogi és etikai szabályok betartásával kezeltem. Hozzájárulok ahhoz, hogy Záródolgozatom/Szakdolgozatom/Diplomadolgozatom egyoldalas összefoglalója felkerüljön az Egyetem honlapjára és hogy a digitális verzióban (pdf formátumban) leadott dolgozatom elérhető legyen a témát vezető Tanszéken/Intézetben, illetve az Egyetem központi nyilvántartásában, a jogi és etikai szabályok teljes körű betartása mellett.

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

Kelt: 2023 év 05 hó 05 nap

Hallgató

NYILATKOZAT

A dolgozat készítőjének konzulense nyilatkozom arról, hogy a Záródolgozatot/Szakdolgozatot/Diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A Záródolgozatot/Szakdolgozatot/Diplomadolgozatot záróvizsgán történő védelemre javaslom / nem javaslom*.

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

Kelt: 2023 év június hó 5 nap

Belső konzulens

*Kérjük a megfelelőt aláhúzni!

8. Irodalomjegyzék

[1]

<https://www.europarl.europa.eu/news/hu/headlines/society/20200618STO81513/europai-zold-megallapodas-uton-egy-klimasemleges-es-fenntarthato-eu-fele>

[2] Naplopo Kft. – Varga Pál (Gödöllő, 2022)

[3] Dr. Rácz Ervin - Napelemek fizikai alapjai (Budapest, 2017)

[4] Arató András – Világítástechnika (Budapest, 2003)

[5] Dodog Zoltán – Világítástechnika (Gödöllő, 2023)

[6] Gergely Dániel Zoltán – Fűtéstechnika alapjai előadás jegyzet (Gödöllő, 2023)

[7] Dr. Péter Szabó István – Vecseri András: Alkalmazott műszaki hőtan (Szeged, 2019)

[8] Dr. Beke János – Műszaki hőtan mérnököknek (Budapest, 2000)

[9] Gausz T. – Hargitai L. Cs. - Járművek hő- és áramlástechnikai berendezései II. (Budapest, 2011)

[10] M. Broniszewski1 – S. Werle - The study on the heat recovery from air compressors (E3S Web of Conferences, 2018)

[11] Office of Industrial Technologies - Heat Recovery with Compressed Air Systems (1999)

9. Mellékletek

1. melléklet: Napi gázigény

	Napi gázigény	Napi átlag hőm.	Foknap 23/15
	kWh	°C	foknap
			23
			15
5/1/2020	5,202.2	14	9
5/2/2020	12,894.4	14	9
5/3/2020	16,131.1	11.8	11.2
5/4/2020	14,725.4	12.4	10.6
5/5/2020	15,226.4	11.9	11.1
5/6/2020	18,097.0	9.7	13.3
5/7/2020	12,840.9	13.7	9.3
5/8/2020	12,258.5	14.3	8.7
5/9/2020	9,637.7	17.5	0
5/10/2020	7,969.4	17.7	0
5/11/2020	2,706.9	18.6	0
5/12/2020	13,206.0	9.2	13.8
5/13/2020	15,536.2	11.5	11.5
5/14/2020	11,756.3	13.3	9.7
5/15/2020	14,201.9	11.6	11.4
5/16/2020	11,242.2	13.1	9.9
5/17/2020	10,660.1	13.5	9.5
5/18/2020	8,827.3	17.4	0
5/19/2020	7,179.9	17.2	0
5/20/2020	6,500.2	16.5	0
5/21/2020	8,994.1	14.4	8.6
5/22/2020	10,400.8	14.4	8.6
5/23/2020	6,941.4	15.4	0

5/24/2020	10,073.8	14.4	8.6
5/25/2020	13,801.6	11.9	11.1
5/26/2020	13,451.0	12.1	10.9
5/27/2020	12,686.1	14.4	8.6
5/28/2020	8,529.9	15.2	0
5/29/2020	12,944.2	13.8	9.2
5/30/2020	13,842.4	13.4	9.6
5/31/2020	20,516.4	10.5	12.5
6/1/2020	5,826.4	15.8	0
6/2/2020	0.0	15.6	0
6/3/2020	0.0	16.5	0
6/4/2020	0.0	18.3	0
6/5/2020	0.0	16.6	0
6/6/2020	0.0	18.4	0
6/7/2020	0.0	21.2	0
6/8/2020	0.0	16.2	0
6/9/2020	0.0	17.2	0
6/10/2020	0.0	17.6	0
6/11/2020	0.0	18.5	0
6/12/2020	0.0	20.4	0
6/13/2020	0.0	22.3	0
6/14/2020	0.0	20.4	0
6/15/2020	0.0	18.8	0
6/16/2020	0.0	17.8	0
6/17/2020	0.0	19.1	0
6/18/2020	0.0	18.3	0
6/19/2020	0.0	19.4	0
6/20/2020	0.0	16.5	0
6/21/2020	0.0	15.4	0
6/22/2020	0.0	18.6	0

6/23/2020	0.0	20.2	0
6/24/2020	0.0	18.7	0
6/25/2020	0.0	19.5	0
6/26/2020	0.0	21.4	0
6/27/2020	0.0	23.3	0
6/28/2020	0.0	25	0
6/29/2020	0.0	21.7	0
6/30/2020	0.0	20.5	0
7/1/2020	3,715.4	23.9	0
7/2/2020	4,952.5	24	0
7/3/2020	5,069.9	21.2	0
7/4/2020	6,399.9	21.5	0
7/5/2020	7,045.8	22.9	0
7/6/2020	5,189.0	24.9	0
7/7/2020	7,130.9	17.1	0
7/8/2020	8,351.6	18.8	0
7/9/2020	5,650.0	22	0
7/10/2020	5,291.1	24.9	0
7/11/2020	6,261.7	21.5	0
7/12/2020	9,506.2	16.2	0
7/13/2020	7,600.0	17.4	0
7/14/2020	7,643.0	17	0
7/15/2020	7,615.2	18.9	0
7/16/2020	6,284.4	19.8	0
7/17/2020	7,075.5	16.7	0
7/18/2020	7,205.0	16.1	0
7/19/2020	6,065.6	17.8	0
7/20/2020	6,616.9	20.9	0
7/21/2020	5,375.6	23.3	0
7/22/2020	5,478.9	22.9	0

7/23/2020	5,646.4	21.7	0
7/24/2020	5,492.1	21.2	0
7/25/2020	7,178.1	18.4	0
7/26/2020	5,520.8	21.9	0
7/27/2020	5,937.4	22.5	0
7/28/2020	5,395.2	24.7	0
7/29/2020	4,998.4	25.5	0
7/30/2020	4,997.5	25.5	0
7/31/2020	1,535.6	25.2	0
8/1/2020	3,726.1	23.5	0
8/2/2020	6,514.5	21.6	0
8/3/2020	5,927.3	21.8	0
8/4/2020	5,730.4	19.6	0
8/5/2020	6,687.2	17.2	0
8/6/2020	5,619.2	21.6	0
8/7/2020	5,059.6	24.3	0
8/8/2020	4,877.8	25.6	0
8/9/2020	4,868.6	26.2	0
8/10/2020	5,954.4	24.2	0
8/11/2020	5,294.9	21.3	0
8/12/2020	5,342.7	23.2	0
8/13/2020	5,217.5	21.2	0
8/14/2020	5,359.4	21.4	0
8/15/2020	5,469.8	21	0
8/16/2020	6,442.7	21.3	0
8/17/2020	6,128.7	19.9	0
8/18/2020	5,859.6	20.8	0
8/19/2020	6,089.8	21.8	0
8/20/2020	6,812.1	22.7	0
8/21/2020	4,350.5	23.9	0

8/22/2020	4,036.4	21.7	0
8/23/2020	3,846.2	20.8	0
8/24/2020	3,379.0	20.6	0
8/25/2020	2,914.9	21.8	0
8/26/2020	3,140.9	22.2	0
8/27/2020	3,798.1	21.5	0
8/28/2020	4,123.2	25	0
8/29/2020	3,224.3	25.2	0
8/30/2020	3,790.6	18.2	0
8/31/2020	4,772.0	14.7	8.3
9/1/2020	5,824.8	15.2	0
9/2/2020	7,528.8	15.7	0
9/3/2020	8,063.9	18.5	0
9/4/2020	7,603.6	20.6	0
9/5/2020	7,008.9	20.1	0
9/6/2020	8,667.0	18.2	0
9/7/2020	6,159.0	18	0
9/8/2020	6,797.0	18.5	0
9/9/2020	9,895.5	20.5	0
9/10/2020	6,364.5	20.2	0
9/11/2020	5,934.4	21	0
9/12/2020	6,320.9	22.3	0
9/13/2020	6,551.5	22.2	0
9/14/2020	7,008.4	22.3	0
9/15/2020	6,011.0	22	0
9/16/2020	5,840.7	21.2	0
9/17/2020	5,894.0	15.5	0
9/18/2020	9,670.5	14.5	8.5
9/19/2020	12,655.8	15.9	0
9/20/2020	14,265.2	17.7	0

9/21/2020	9,306.0	17.8	0
9/22/2020	8,308.5	19.4	0
9/23/2020	6,230.8	19	0
9/24/2020	6,320.6	17.9	0
9/25/2020	6,401.0	10.5	12.5
9/26/2020	18,805.9	11.2	11.8
9/27/2020	18,121.4	12	11
9/28/2020	15,795.1	12	11
9/29/2020	15,821.9	13.1	9.9
9/30/2020	13,877.9	13.6	9.4
10/1/2020	11,751.2	14.8	8.2
10/2/2020	10,530.6	19.4	0
10/3/2020	7,161.4	16.8	0
10/4/2020	8,269.0	13.9	9.1
10/5/2020	12,320.2	14.8	8.2
10/6/2020	11,103.2	12.2	10.8
10/7/2020	16,049.6	12.9	10.1
10/8/2020	16,712.7	13.7	9.3
10/9/2020	15,716.9	13.7	9.3
10/10/2020	14,569.0	11.2	11.8
10/11/2020	20,141.4	6.6	16.4
10/12/2020	29,852.7	5.8	17.2
10/13/2020	31,436.4	8.9	14.1
10/14/2020	23,206.9	6.8	16.2
10/15/2020	27,670.4	7.5	15.5
10/16/2020	26,651.9	6.9	16.1
10/17/2020	28,402.0	7.7	15.3
10/18/2020	27,923.0	8.5	14.5
10/19/2020	25,289.6	8.3	14.7
10/20/2020	24,823.0	11.5	11.5

10/21/2020	21,135.0	9.9	13.1
10/22/2020	21,214.2	11	12
10/23/2020	21,379.2	11.8	11.2
10/24/2020	18,320.0	11.8	11.2
10/25/2020	17,268.5	13.3	9.7
10/26/2020	13,741.4	12	11
10/27/2020	16,729.8	10.8	12.2
10/28/2020	17,682.3	10.3	12.7
10/29/2020	20,206.5	9.8	13.2
10/30/2020	23,188.9	12.6	10.4
10/31/2020	16,069.8	10.6	12.4
11/1/2020	21,372.5	12.6	10.4
11/2/2020	14,508.6	13.7	9.3
11/3/2020	10,407.3	11.2	11.8
11/4/2020	17,801.0	8.9	14.1
11/5/2020	22,970.5	6.6	16.4
11/6/2020	27,218.4	6.1	16.9
11/7/2020	28,295.6	3.9	19.1
11/8/2020	28,642.0	6.4	16.6
11/9/2020	26,943.0	6.4	16.6
11/10/2020	26,374.2	4.8	18.2
11/11/2020	30,279.0	5.6	17.4
11/12/2020	28,820.6	4.7	18.3
11/13/2020	30,787.2	6.4	16.6
11/14/2020	28,637.6	7.2	15.8
11/15/2020	27,902.0	6.4	16.6
11/16/2020	27,579.1	8.9	14.1
11/17/2020	23,187.6	8.1	14.9
11/18/2020	25,573.1	6	17
11/19/2020	29,968.4	6	17

11/20/2020	32,042.1	1.2	21.8
11/21/2020	37,505.9	-0.1	23.1
11/22/2020	39,259.6	1.5	21.5
11/23/2020	35,895.0	0.8	22.2
11/24/2020	39,745.2	1.1	21.9
11/25/2020	39,997.2	1.2	21.8
11/26/2020	39,703.9	0.2	22.8
11/27/2020	40,991.7	-0.3	23.3
11/28/2020	39,547.5	0.8	22.2
11/29/2020	37,121.4	1.8	21.2
11/30/2020	37,058.8	-1.3	24.3
12/1/2020	44,201.4	-1.4	24.4
12/2/2020	44,387.1	0.6	22.4
12/3/2020	43,153.2	3.1	19.9
12/4/2020	35,294.6	6.3	16.7
12/5/2020	33,431.6	8.2	14.8
12/6/2020	30,977.9	6.6	16.4
12/7/2020	30,177.3	3.5	19.5
12/8/2020	34,878.7	3	20
12/9/2020	34,782.9	2.6	20.4
12/10/2020	35,565.6	1	22
12/11/2020	38,706.0	1.6	21.4
12/12/2020	38,467.3	2.6	20.4
12/13/2020	36,527.4	3.4	19.6
12/14/2020	35,197.4	1.7	21.3
12/15/2020	36,952.3	1.5	21.5
12/16/2020	37,727.6	2.2	20.8
12/17/2020	37,569.4	1.8	21.2
12/18/2020	38,309.6	1	22
12/19/2020	39,164.8	1.7	21.3

12/20/2020	38,226.9	2.2	20.8
12/21/2020	38,634.9	3.5	19.5
12/22/2020	35,783.6	7.9	15.1
12/23/2020	27,782.1	7.7	15.3
12/24/2020	30,250.5	4.4	18.6
12/25/2020	34,617.2	1.1	21.9
12/26/2020	38,289.5	-2.8	25.8
12/27/2020	43,381.7	4.5	18.5
12/28/2020	35,400.3		23
12/29/2020	27,583.0	3.3	19.7
12/30/2020	30,135.1	1.8	21.2
12/31/2020	9,480.3	1.9	21.1
1/1/2021	22,385.1	3.4	19.6
1/2/2021	31,822.9	3.5	19.5
1/3/2021	29,353.7	3.3	19.7
1/4/2021	31,855.8	2.5	20.5
1/5/2021	33,910.9	1.4	21.6
1/6/2021	34,424.9	-0.1	23.1
1/7/2021	37,326.9	-1.1	24.1
1/8/2021	39,581.3	-2.2	25.2
1/9/2021	43,194.9	-2.4	25.4
1/10/2021	41,489.3	-2.6	25.6
1/11/2021	44,356.8	0.9	22.1
1/12/2021	45,451.3	-0.2	23.2
1/13/2021	40,089.5	-0.8	23.8
1/14/2021	41,805.8	-3.1	26.1
1/15/2021	42,357.8	-5.1	28.1
1/16/2021	45,405.5	-4.5	27.5
1/17/2021	47,561.7	0.3	22.7
1/18/2021	49,279.5	5.2	17.8

1/19/2021	41,627.2	8.4	14.6
1/20/2021	31,340.6	9.7	13.3
1/21/2021	26,633.0	6.8	16.2
1/22/2021	24,040.4	3.9	19.1
1/23/2021	29,955.0	2.1	20.9
1/24/2021	34,750.7	0.2	22.8
1/25/2021	37,182.4	0.1	22.9
1/26/2021	40,529.4	0.8	22.2
1/27/2021	41,408.5	4.3	18.7
1/28/2021	39,570.4	5.4	17.6
1/29/2021	33,362.0	-0.9	23.9
1/30/2021	31,423.4	-1.4	24.4
1/31/2021	39,723.3	-0.9	23.9
2/1/2021	43,470.4	7.2	15.8
2/2/2021	43,855.8	8.3	14.7
2/3/2021	32,563.6	5.8	17.2
2/4/2021	23,339.9	3.8	19.2
2/5/2021	29,413.6	1.5	21.5
2/6/2021	32,669.2	2.1	20.9
2/7/2021	38,176.9	0.8	22.2
2/8/2021	35,972.6	0.5	22.5
2/9/2021	39,573.4	-1.8	24.8
2/10/2021	39,054.4		23
2/11/2021	49,672.1	-4.1	27.1
2/12/2021	51,610.8	-3.3	26.3
2/13/2021	48,905.5	-2.3	25.3
2/14/2021	46,396.2	-1	24
2/15/2021	45,719.8	4.7	18.3
2/16/2021	42,873.9	5.4	17.6
2/17/2021	32,299.5	0.7	22.3

2/18/2021	28,696.6		23
2/19/2021	35,801.0	3.5	19.5
2/20/2021	36,049.0	5.6	17.4
2/21/2021	38,742.2	7.9	15.1
2/22/2021	32,282.9	10.8	12.2
2/23/2021	25,828.5	10.8	12.2
2/24/2021	22,021.9	11.1	11.9
2/25/2021	19,590.1	5.2	17.8
2/26/2021	19,222.4	4.1	18.9
2/27/2021	28,114.8	5.1	17.9
2/28/2021	33,556.9	6	17
3/1/2021	30,598.7	8.5	14.5
3/2/2021	30,558.0	10	13
3/3/2021	26,676.2	4.2	18.8
3/4/2021	22,471.4	1.1	21.9
3/5/2021	29,377.1	1.6	21.4
3/6/2021	38,217.9	3.1	19.9
3/7/2021	37,363.6	0.4	22.6
3/8/2021	31,234.4	1.6	21.4
3/9/2021	36,699.6	2.7	20.3
3/10/2021	35,522.4	8.6	14.4
3/11/2021	32,112.7	7.8	15.2
3/12/2021	21,797.5	6.8	16.2
3/13/2021	23,790.6	5.3	17.7
3/14/2021	26,781.4	4.8	18.2
3/15/2021	29,989.6	4	19
3/16/2021	30,898.5	2.9	20.1
3/17/2021	31,767.4	1	22
3/18/2021	33,560.8	0.6	22.4
3/19/2021	35,868.4	0.2	22.8

3/20/2021	35,605.4	3.1	19.9
3/21/2021	35,893.6	4.1	18.9
3/22/2021	32,769.0	5.6	17.4
3/23/2021	31,232.4	5.8	17.2
3/24/2021	9,358.8	9.2	13.8
3/25/2021	17,806.7	10.6	12.4
3/26/2021	22,860.8	8.7	14.3
3/27/2021	21,789.9	10.7	12.3
3/28/2021	23,363.8	13.6	9.4
3/29/2021	19,788.1	14.2	8.8
3/30/2021	14,152.6	16.6	0
3/31/2021	14,033.4	13.6	9.4
4/1/2021	11,877.3	7.1	15.9
4/2/2021	11,990.5	4.8	18.2
4/3/2021	29,303.0	7.5	15.5
4/4/2021	33,016.2	3	20
4/5/2021	24,700.2	1.8	21.2
4/6/2021	29,479.7	2.8	20.2
4/7/2021	32,131.6	6.7	16.3
4/8/2021	32,509.2	10.3	12.7
4/9/2021	25,879.4	10.9	12.1
4/10/2021	18,379.9	11.5	11.5
4/11/2021	20,102.0	2.2	20.8
4/12/2021	16,851.3	3.5	19.5
4/13/2021	33,278.4	4.1	18.9
4/14/2021	30,586.7	4.6	18.4
4/15/2021	29,529.9	6	17
4/16/2021	27,339.9	6.5	16.5
4/17/2021	25,912.6	6.9	16.1
4/18/2021	25,739.8	8.1	14.9

4/19/2021	24,462.0	11.4	11.6
4/20/2021	20,810.2	11.1	11.9
4/21/2021	14,808.2	9.1	13.9
4/22/2021	16,463.1	9.2	13.8
4/23/2021	20,708.0	10.9	12.1
4/24/2021	18,327.9	6.9	16.1
4/25/2021	18,802.1	7.8	15.2
4/26/2021	23,179.4	9.5	13.5
4/27/2021	21,442.3	14.8	8.2
4/28/2021	18,029.1	16.1	0
4/29/2021	11,720.7	18	0
4/30/2021	7,623.0	13.6	9.4

2. melléklet: Hőteljesítmények

Idő	Kazán bemenő teljesítmény	Össz. hőigény	Kazánházi hőigény	Kompressz or hőhasznosí tó telj.	Hőhasznosít óból hasznosuló	Kazánban termelt	Elhűtendő
óra	kW	kW	kW	kW	kWh	kWh	kWh
0	2528.062	1574.9826 26	1058	159.97	159.97	898.03	0
1	2495.494	1554.6927 62	1044.37021 4	159.97	159.97	884.4002 14	0
2	2494.074	1553.8081 02	1043.77594 1	159.97	159.97	883.8059 406	0
3	2478.037	1543.8170	1037.06441	159.97	159.97	877.0944	0

		51	8			177	
4	2467.103	1537.0051 69	1032.48851 3	159.97	159.97	872.5185 125	0
5	2459.038	1531.9806 74	1029.11329 1	159.97	159.97	869.1432 907	0
6	2449.83	1526.2440 9	1025.25972 1	159.97	159.97	865.2897 207	0
7	2448	1525.104	1024.49386 1	159.97	159.97	864.5238 613	0
8	2447.991	1525.0983 93	1024.49009 5	159.97	159.97	864.5200 948	0
9	2447.634	1524.8759 82	1024.34068 9	159.97	159.97	864.3706 894	0
10	2446.762	1524.3327 26	1023.97575 5	159.97	159.97	864.0057 553	0
11	2444.704	1523.0505 92	1023.11447 7	159.97	159.97	863.1444 774	0

....

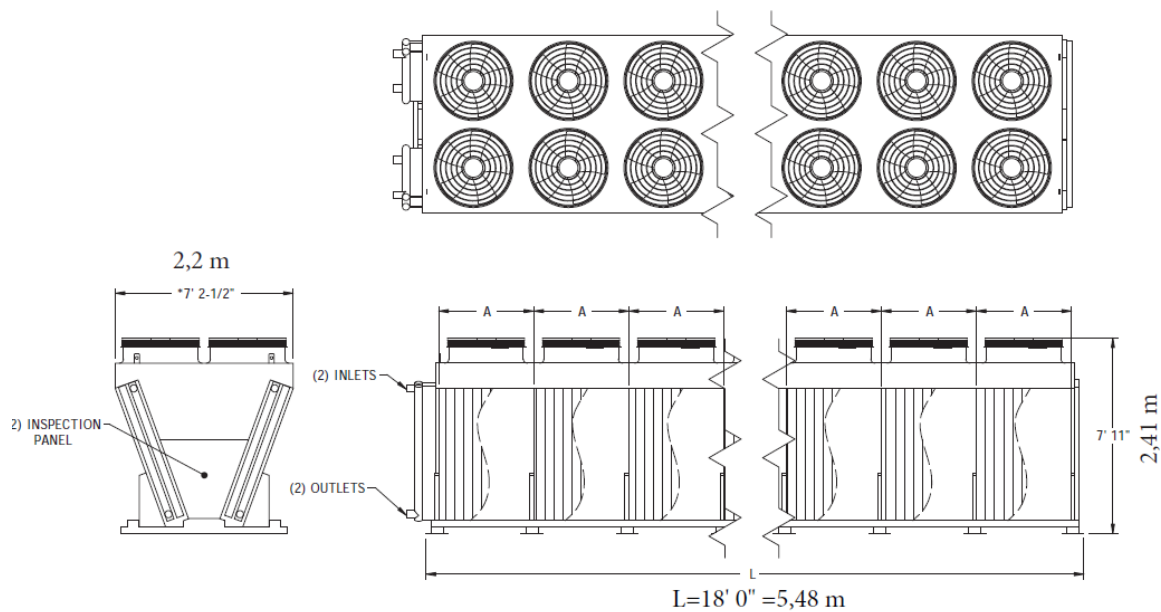
7277	270.623	168.59812 9	160.168222 6	159.97	159.97	0.198222 55	0
7278	270.621	168.59688 3	160.167038 9	159.97	159.97	0.197038 85	0
7279	270.443	168.48598 9	160.061689 6	159.97	159.97	0.091689 55	0
7280	270.396	168.45670 8	160.033872 6	159.97	159.97	0.063872 6	0
7281	270.365	168.43739 5	160.015525 3	159.97	159.97	0.045525 25	0
7282	270.242	168.36076 6	159.942727 7	159.97	159.9427277	0	0.0272723
7283	270.176	168.31964 8	159.903665 6	159.97	159.9036656	0	0.0663344
7284	270.095	168.26918 5	159.855725 8	159.97	159.8557258	0	0.1142742 5
7285	269.916	168.15766 8	159.749784 6	159.97	159.7497846	0	0.2202154
7286	269.898	168.14645 4	159.739131 3	159.97	159.7391313	0	0.2308687
7287	269.878	168.13399 4	159.727294 3	159.97	159.7272943	0	0.2427057

....

8777	0	0	0	159.97	0	0	159.97
8778	0	0	0	159.97	0	0	159.97

8779	0	0	0	159.97	0	0	159.97
8780	0	0	0	159.97	0	0	159.97
8781	0	0	0	159.97	0	0	159.97
8782	0	0	0	159.97	0	0	159.97
8783	0	0	0	159.97	0	0	159.97

10. melléklet: EVAPCO hűtő



11. melléklet: 2. sz. gépház kompresszor üzemidők

BOGE SLF 40-3			BOGE S 40-3		
Dátum	óraállás	óra/nap	Dátum	óraállás	óra/nap
3/2/2019	2828		3/2/2019	231	
4/1/2019	3286	15.3	4/1/2019	334	3.4
5/2/2019	4005	23.2	5/2/2019	335	0.0
6/2/2019	4797	25.5	6/2/2019	347	0.4
7/2/2019	5468	22.4	7/2/2019	368	0.7
8/7/2019	6308	23.3	8/7/2019	381	0.4

1/1/2020	9420	21.2	2/3/2020	821	2.4
2/3/2020	10018	18.1	3/4/2020	825	0.1
3/4/2020	11057	34.6	5/8/2020	826	0.0
5/8/2020	12011	14.7	6/2/2020	827	0.0
6/2/2020	12775	30.6	7/1/2020	856	1.0
7/1/2020	13474	24.1	4/1/2021	1249	1.4
3/19/2021	19370	22.6			
4/1/2021	19681	23.9			
5/19/2021	20797	23.3			
		23.1			

