



# SZAKDOLGOZAT

**Kisfeszültségű berendezések melegedésének számítása, és  
azok hűtése különböző esetekre nézve**

ÓE-KVK

Hallgató neve:

Bajári Tamás

2022.

Hallgató törzskönyvi száma:

T007918/FI12904/K



ÓBUDAI EGYETEM  
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem  
Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar  
Villamosenergetikai Intézet

### SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Bajári Tamás  
Szakdolgozat száma: SZD21090213459039  
Törzskönyvi száma: T007918/F112904/K

Neptun kódja: XXXXXXXXXX

Szak: villamosmérnöki (magyar nyelven)  
Specializáció: Villamosenergetikai specializáció

**A dolgozat címe:** Kisfeszültségű berendezések melegedésének számítása, és azok hűtése különböző esetekre nézve

**A dolgozat címe angolul:** Heat dissipation calculation of low-voltage electrical devices, and their cooling in different cases

**A feladat részletezése:** 1. KIF elosztó szekrény tervezése  
2. Melegedés vizsgálat különböző beépítési környezetek esetén  
3. Melegedés vizsgálat különböző beépítési környezetek és különböző hűtési rendszerek alkalmazása esetén.

**Intézményi konzulens neve:** Mitrik Zsolt József

**Külső konzulens neve:** Lenhardt László  
**Munkahelye:**

**A kiadott téma elévülési határideje:** -

**Beadási határidő:** 2022. 05. 15.

**A szakdolgozat:** Nem titkos.

Kiadva: Budapest, 2022. 05. 03.

P.H

Intézetigazgató

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találom:

belső konzulens

külső konzulens



## HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott hallgató kijelentem, hogy a szakdolgozat saját munkám eredménye, a felhasznált szakirodalmat és eszközöket azonosíthatóan közöltem. Az elkészült szakdolgozatban található eredményeket az egyetem és a feladatot kiíró intézmény saját céljára térítés nélkül felhasználhatja, a titkosításra vonatkozó esetleges megkötések mellett.

Budapest, 2022. 05. 12. ....

*Bajári Tamás*  
.....  
hallgató aláírása

## **Köszönetnyilvánítás**

Szeretnék köszönetet mondani Lenhardt Lászlónak, aki külsős konzulensemként, tudásának legjavával és tapasztalatait átadva a szekrények klimatizálása terén, segített szakdolgozatom megalkotásában.

Szeretnék köszönetet mondani Mitrik Zsoltnak, egyetemi tanáromnak és belső konzulensemnek, hogy tudásával és idejét nem sajnálva segített szakdolgozatom megvalósulásában.

Továbbá szeretném megköszönni barátaimnak és családomnak, hogy folyamatosan támogattak és ösztönöztek ezen a hosszú úton, hogy eljuthassak eddig a pontig.

# Tartalomjegyzék

|                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>BEVEZETÉS</b> .....                                                    | 5  |
| <b>1. VILLAMOS SZEKRÉNYEK ALKALMAZÁSA ÉS KÖRNYEZETE</b> .....             | 6  |
| 1.1. MELEGEDÉS HATÁSA A VILLAMOS BERENDEZÉSEINKRE ÉS KÉSZÜLÉKEINKRE ..... | 6  |
| 1.2. HARMATPONT .....                                                     | 8  |
| 1.3. IP VÉDETTség .....                                                   | 8  |
| <b>2. VILLAMOS SZEKRÉNY HŰTÉSE ÉS FŰTÉSE</b> .....                        | 10 |
| 2.1. FOGALMAK.....                                                        | 10 |
| 2.1.1. Hőátadási módok .....                                              | 10 |
| 2.1.2. Hasznos felületek kiszámítása, hőátadási szempontból .....         | 11 |
| 2.1.3. Hőátadási/ hőátbocsátási tényező.....                              | 12 |
| 2.1.4. Villamos szekrény falainak hőátadási képességének számítása .....  | 13 |
| 2.2. HŰTÉSI MEGOLDÁSOK .....                                              | 14 |
| 2.2.1. Ventilátoros hűtés .....                                           | 14 |
| 2.2.2. Léghőkondicionáló hűtés.....                                       | 17 |
| 2.2.3. Léghőkondicionálók telepítési megoldásai .....                     | 19 |
| 2.2.4. Heat-pipe (hőcsöves) hűtés .....                                   | 21 |
| 2.3. FŰTÉS.....                                                           | 23 |
| <b>3. RITHERM HŰTÉS MÉRTEZŐ SZOFTVER ISMERTETÉSE</b> .....                | 24 |
| 3.1. A PROGRAMRÓL .....                                                   | 24 |
| 3.2. A PROGRAM HASZNÁLATA .....                                           | 24 |
| <b>4. VILLAMOS SZEKRÉNYEK MEGTERVEZÉSE</b> .....                          | 31 |
| 4.1. VILLAMOSTERVEZÉS .....                                               | 31 |
| 4.2. KAPCSOLÓSZEKRÉNYEKBE VALÓ BEÉPÍTÉS MEGTERVEZÉSE .....                | 33 |
| <b>5. MELEGEDÉS SZÁMÍTÁSA ÉS HŰTÉSI MEGOLDÁSOK</b> .....                  | 36 |
| 5.1. AZ ELHELYEZÉSI ESETEK.....                                           | 36 |
| 5.2. JEGYZŐKÖNYVEK ÉRTELMEZÉSE .....                                      | 37 |
| 5.2.1. RiTherm jegyzőkönyv.....                                           | 39 |
| 5.3. A JEGYZŐKÖNYVEKBŐL ÖSSZEÁLLÍTOTT ÖSSZEGZŐ TÁBLÁZATOK .....           | 43 |
| 5.4. KIÉRTÉKELÉSEK .....                                                  | 45 |
| 5.4.1. Első eset elemzése.....                                            | 45 |
| 5.4.2. Második eset elemzése .....                                        | 47 |
| 5.4.3. Harmadik eset elemzése.....                                        | 49 |
| 5.4.4. Negyedik eset elemzése .....                                       | 50 |
| 5.4.5. Ötödik eset elemzése .....                                         | 52 |
| 5.4.6. Ötödik eset elemzése módosítások után .....                        | 54 |
| 5.5. ÖSSZEGZÉS.....                                                       | 56 |
| <b>ÖSSZEFOGLALÓ</b> .....                                                 | 58 |
| <b>SUMMARY</b> .....                                                      | 59 |
| <b>IRODALOMJEGYZÉK</b> .....                                              | 60 |
| <b>ÁBRAJEGYZÉK</b> .....                                                  | 61 |
| <b>MELLÉKLETEK</b> .....                                                  | 62 |

## **BEVEZETÉS**

Ezen szakdolgozatomban szeretném bemutatni az – elége elhanyagolt, de jelentősen meghatározó – villamos szekrényekben lezajló hatásokat, kialakításokat – léginkább a hőmérséklet terén – amik egy tervezőnek észben kell tartania hűtés tervezésekor. Ezen kereten belül bemutatásra kerülnek a szekrényeket érő környezeti hatások. A hőátadás módjairól ejtek párszót. Ismertetve lesznek különböző hűtési megoldások, azok felépítései és alkalmazásai. Ezek mellett a szekrények fűtéséről is fogok beszélni. Illetve a szekrények belső kialakításáról lesz szó hűtési szempontból.

Végezetül pedig egy gyakorlati példában megtervezek egy villamos vezérlést, és annak beépítési rajzát. Ezeket pedig később különböző esetekben megvizsgálom melegedés és hűtési számításokon keresztül.

# **1. VILLAMOS SZEKRÉNYEK ALKALMAZÁSA ÉS KÖRNYEZETE**

A villamos szekrények feladata, hogy a villamos energia elosztásában résztvevő készülékeket, illetve a folyamatok vezérlésében, szabályozásában résztvevő egységeket magába foglalja. Ezzel megkönnyítve rendezettséget és az átláthatóságot a felhasználók számára, illetve az esetleges javítások is egyszerűbben elvégezhetőek. Az előbbieket összefoglalva az elsődleges feladata, hogy mechanikai megtartást biztosítson a bennük lévő eszközöknek.

Azon kívül fontos célja az is, hogy érintésvédelem és balesett szempontjából óvja az embereket és az állatokat. Így sokkal kisebb a balesetek bekövetkezésének az esélye.

Másik fő feladata, hogy magában a szekrényben elhelyezett készülékeket, berendezéseket védje a környezeti behatásoktól. Itt arra kell gondolni, hogy a szekrény olyan helyen helyezkedik el, ahol olyan anyagok juthatnak be, amik a megfelelő működést gátolják és ezzel növelve a baleseteket vagy a meghibásodások kockázatát. Ezért kell figyelemmel lenni a megfelelő szekrény kiválasztásánál, hogy milyen környezetbe szánjuk azt telepíteni. Ebben van számunkra nagy segítséggel az IP védettségi jelölés – a későbbiekben ezt hosszabban tárgyalom majd ki – ami a berendezések és készülékek burkolatának a környezeti hatásokkal szembeni védettségét jelzi.

## **1.1. Melegedés hatása a villamos berendezéseinkre és készülékeinkre**

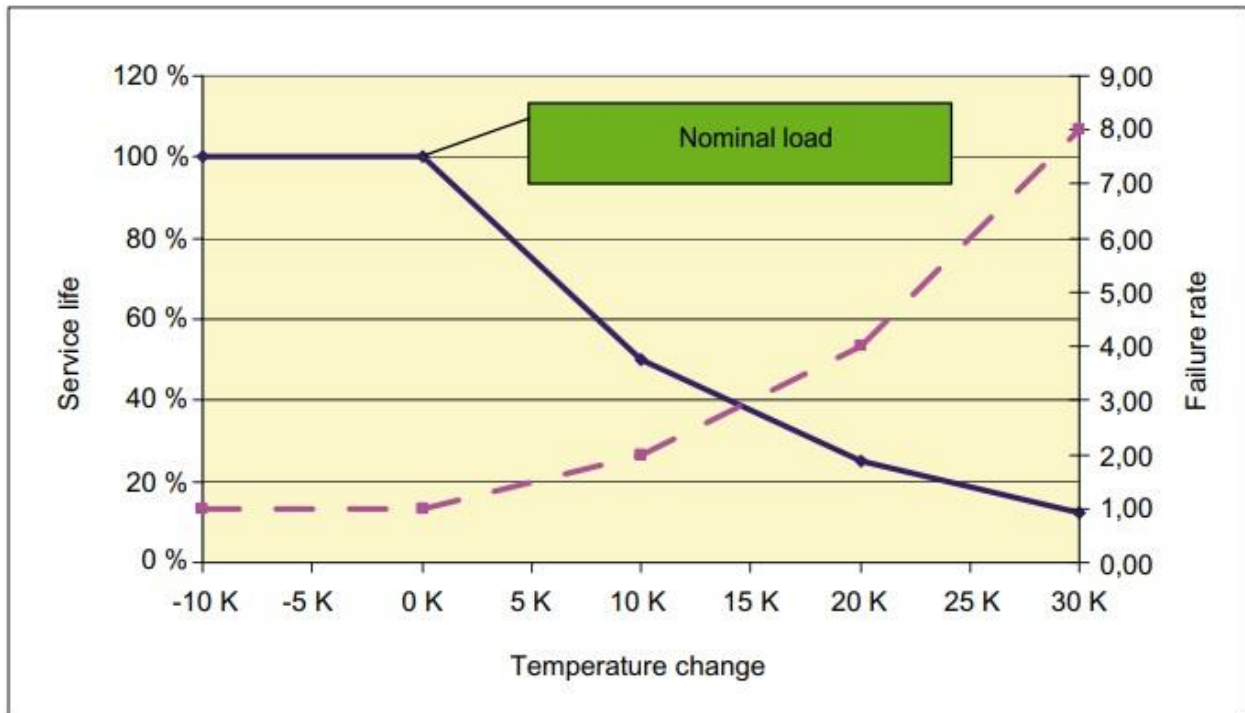
Az előbbi részben megemlített működésre káros hatásokon kívül, van még egy jelentősen befolyásoló elem, ami mind közül talán az egyik legkárosabb a szekrényben található berendezéseinkre és készülékeinkre. Ez pedig nem más, mint a melegedés.

Minden olyan eszköz, amelyen működése közben áram folyik keresztül, az melegedni fog. Ezt másnéven veszteség hőnek nevezzük – nem tévesztendő össze a hővesztességgel.

Az eszköz hőmérséklete addig fog nőni, ameddig a hőleadás (ill. a környezet hőfelvétele) nem lesz azonos a hőtermeléssel. Ez azonban csak akkor fog teljesülni, ha a környezet hőmérséklete kisebb, mint a hőt leadó eszköznek.[1]

Ha nem vagyunk elég figyelmesek a készülékeinkkel és berendezéseinkkel kapcsolatban, és nem törekszünk azok hűtésére, akkor jelentősen tudjuk rontani azok állapotát. Egy kutatás kimutatta, hogy ha a berendezésünk működési hőmérséklete megnő 10 K fokkal a maximális

működéshőmérsékletéhez képest, akkor az élettartama a felére csökken, a meghibásodásának az esélye pedig megduplázódik. Ezek tükrében, ha szeretnénk, hogy megtérüljön egy-egy hosszabb távra szóló beruházásunk, akkor érdemes gondoskodni valamilyen formában eszközeink hűtéséről. [2, 3]



1-1. ábra  
Élettartam és meghibásodási esély hőmérsékletváltozás esetén  
Service life = élettartam; Failure rate = meghibásodási esély [2, 6.oldal]

Másik fontos hatása a melegedésnek, hogy berendezéseink vagy készülékeink névleges értékei a hőmérséklet megnövekedésével csökkenni fognak. Vagyis, ha egy megszakító névleges értéke 25 A -üzemi körülmények között (30 °C) – de megnő a hőmérséklet 60 °C-ra, akkor a megszakító már 20,6 A-nál megszólal (1-2. ábra). Ami már nem kívánt működést eredményezhet.

Azonban nem csak megszakítók esetében okoz gondot, hanem a frekvencia váltóknál is, ahol a bizonyos frekvenciákon lecsökkenhet a névlegesteljesítményük. Ezeket pedig leértékelési-görbékben ábrázolják.

| Temperature(C°)<br>ln(A) | -30  | -20  | -10  | 0    | 10   | 20   | 30 | 40   | 50   | 60   | 70   |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|----|------|------|------|------|
| 6                        | 7.2  | 7.09 | 6.91 | 6.73 | 6.54 | 6.31 | 6  | 5.66 | 5.33 | 4.94 | 4.5  |
| 10                       | 12   | 11.8 | 11.5 | 11.2 | 10.9 | 10.5 | 10 | 9.44 | 8.89 | 8.23 | 7.5  |
| 13                       | 15.6 | 15.4 | 14.9 | 14.5 | 14.1 | 13.6 | 13 | 12.2 | 11.5 | 10.7 | 9.75 |
| 16                       | 19.2 | 18.9 | 18.4 | 17.9 | 17.4 | 16.8 | 16 | 15.1 | 14.2 | 13.2 | 12   |
| 20                       | 24   | 23.6 | 23   | 22.4 | 21.8 | 21   | 20 | 18.8 | 17.7 | 16.5 | 15   |
| 25                       | 30   | 29.5 | 28.8 | 28   | 27.2 | 26.3 | 25 | 23.6 | 22.2 | 20.6 | 18.8 |
| 32                       | 38.4 | 37.8 | 36.9 | 35.9 | 34.9 | 33.6 | 32 | 30.2 | 28.4 | 26.3 | 24   |

1-2. ábra  
Kismegszakítók névleges áramának a változása különböző környezeti hőmérsékleteknél/

## 1.2. Harmatpont

Harmatponton azt értjük, amikor egy adott hőmérsékletű és nyomású levegő már nem képes magában tartani a vízpárát, ezért az kondenzátumként kicsapódik. Minél alacsonyabb a levegő hőmérséklete, annál kevesebb vízpárát tud magában tartani. Ezért is van az, hogy ha télen nagy hidegben kimegyünk, érezzük, hogy a beszívott levegő száraz. Illetve, hogy télen emiatt szoktak párasítót használni a lakásokban.

Azért fontos felhozni a szakdolgozatomban ezt a jelenséget, mert nem csak a meleg lehet káros a berendezésekre, hanem a hideg is. Mivel, ha kint van elhelyezve valamilyen berendezésünk vagy készülékünk, és mínusz fokok is előfordulhatnak, akkor a nagy pártartalmú levegő lehűlésekor a víz kicsapódik a berendezésre – esetleg ráfagy. Ha belegondolunk a víz semmilyen formában nem jó, ha bejut az elektromos vagy villamos eszközeinkbe. Ezért fontos, hogy ezeket valamilyen úton elkerüljük, aminek legegyszerűbb módja a fűtés – erről a későbbiekben alaposan kitérek.

## 1.3. IP védettség

A villamos berendezéseinket és készülékeinket bizonyos burkolatokkal védjük a külső környezeti behatásokkal szemben. Ezeknek a védelmeknek a fokozatát az IP (Interntional Protection) védettség kódrendszere osztályozza. Maga a kód kettő darab számjegyből áll, amik közül az első a szilárdtestekkel szembeni védelmet, míg a második a víz behatolásával szembeni védelmet határozza meg. Az előbbi 0-tól 6-ig, míg az utóbbi 0-tól 9-ig terjedhet. Ha nem tudjuk a védelmet meghatározni, akkor egy „X” betűvel kell jelölni a helyén. [4, 5]

| Védelem | Szilárdtestekkel szembeni védetség                           | Védelem | Víz behatolásával szembeni védelem                        |
|---------|--------------------------------------------------------------|---------|-----------------------------------------------------------|
| IP 0X   | nincs védelem                                                | IP X0   | nincs védelem                                             |
| IP 1X   | 50 mm-nél nagyobb átmérőjű szilárdtestekkel szemben védett   | IP X1   | függőlegesen csepegő víz ellen védett                     |
| IP 2X   | 12,5 mm-nél nagyobb átmérőjű szilárdtestekkel szemben védett | IP X2   | függőlegesen csepegő víz ellen védett 15°-os dőlésszögben |
| IP 3X   | 2,5 mm-nél nagyobb átmérőjű szilárdtestekkel szemben védett  | IP X3   | permetező víz ellen védett 60°-os dőlésszögben            |
| IP 4X   | 1 mm-nél nagyobb átmérőjű szilárdtestekkel szemben védett    | IP X4   | fröccsenő víz ellen védett bármilyen irányból             |
| IP 5X   | porral szemben korlátozottan védett                          | IP X5   | Vízugarak ellen védett                                    |
| IP 6X   | porral szemben védett                                        | IP X6   | erős vízugár ellen védett                                 |
|         |                                                              | IP X7   | vízbe merítés ellen védett                                |
|         |                                                              | IP X8   | tartós vízbe merítés ellen védett                         |
|         |                                                              | IP X9   | magasnyomású és magas hőmérsékletű vízugár ellen védett   |

1-1. táblázat  
IP védetség jelölések jelentése [4,5]

## **2. VILLAMOS SZEKRÉNY HÚTÉSE ÉS FÚTÉSE**

### **2.1. Fogalmak**

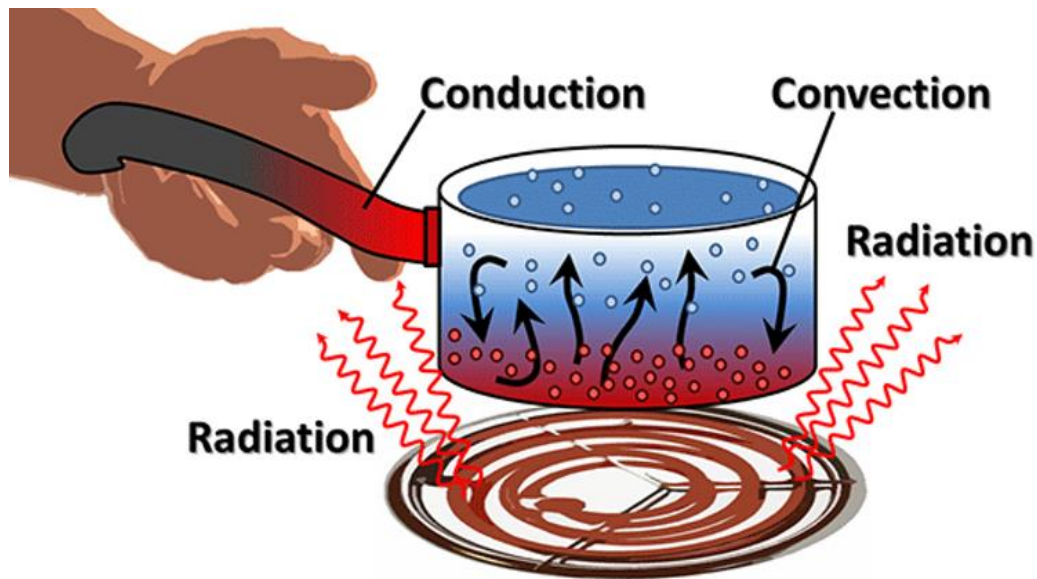
#### **2.1.1. Hőátadási módok**

Először is meg kell említeni, hogy a hő átvitelének három fajtáját ismerjük. Ezek közül az egyik a hővezetés - más néven kondukció - ami leginkább szilárd anyagoknál jellemző. A hőátvitel anyagon belül történik, és csak a testek egymással érintkező részeik adják át egymásnak a hőt. A folyamat során a test részecskéi nem mozdulnak el a helyükről. Itt is mint, általában a fizikában az energia mindig a nagyobb irányából halad a kisebb felé, amíg azok ki nem egyenlítődnek, vagyis a melegebb test ad át hőt a hidegebb test számára.

Második átviteli fajta a hőáramlás, amit konvekciónak is hívnak. Ez egy összetett folyamat, ami két részből áll. Először konduktív hőátadás valósul meg, ami hatására a közegünk áramlani kezd, és ennek hatására hőátadás történik. [6]

Rövideben: képzeljük el, hogy van egy serpenyőnyi vizünk – tudjuk, hogy a víz részecskéi nem fix helyen helyezkednek el, hanem mozgásban vannak a maguk módján. Ha ezt a serpenyő vizet elkezdjük melegíteni a tűzhelyen, a serpenyő felmelegszik és konduktív módon elkezd átadni hőenergiát a víz részecskéknél. A hő a víz áramlása közben terjed a hidegebb és a melegebb rétegek sűrűség-különbsége következtében. Ez a folyamat leginkább folyadékoknál és gázoknál szokott megtörténni.

A legutolsó módja a hőátadásnak, a sugárzás (radiáció). Ebben az esetben a hőátadás elektromágneses hullámokkal történik. Itt nem írok többet erről, mivel a szakdolgozatomban vizsgált esetekben szereplő szekrények nagyrészt fedett csarnokokban (árnyékban) lesznek felállítva és nincs a környezetében egyéb hőt sugárzó berendezés (pl. kemence). [3, 6]



2-1. ábra  
Hőátadási módok szemléltetése

### 2.1.2. Hasznos felületek kiszámítása, hőátadási szempontból

Egy villamos szekrény esetében a falain keresztül tudja elvezetni a környezete felé a belé építette eszközök, berendezések össz. disszipációját – azt a felesleges hőt, amitől megszeretnénk szabadulni. Ezért nagyon figyelniünk kell arra, hogy milyen felállítási módot kell alkalmazni az adott helyszínen. Ez azért fontos számunkra, mert jelentősen befolyásolja egy szekrény hőelvezetési képességét, hogy hogyan van felállítva. Mivel, ha egyes oldalakat vagy oldalfal szakaszokat elfedünk (pl. falhoz állítjuk), akkor csökkentjük a hőelvezetésben részvevő felületek nagyságát.

illetve azt is meg kell említeni, hogy a szekrényeknél nem egyenletesen oszlik el a hő – mivel a meleg levegő felfelé áramlik. Ezért lehetséges az, hogy a tető például több hőt tud átadni, mint az oldalfalak: Számításoknál az előbbit figyelembe kell venni, és az alábbi elhelyezések szerint kell számolni [3]:

| Elhelyezés                                | Hasznos felület számítása [mm <sup>2</sup> ]                       |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Szabadon álló önálló ház                  | $A = 1,8 \cdot H \cdot (W + D) + 1,4 \cdot W \cdot D$<br>(1)       |
| Falhoz állított önálló ház                | $A = 1,4 \cdot W \cdot (H + D) + 1,8 \cdot H \cdot D$<br>(2)       |
| Első vagy utolsó szabadon álló önálló ház | $A = 1,4 \cdot D \cdot (W + H) + 1,8 \cdot W \cdot H$<br>(3)       |
| Első vagy utolsó falnál álló ház          | $A = 1,4 \cdot H \cdot (W + D) + 1,4 \cdot W \cdot D$<br>(4)       |
| Középső szabadon álló ház                 | $A = 1,8 \cdot W \cdot H + 1,4 \cdot W \cdot D + H \cdot D$<br>(5) |
| Falnál álló középső ház                   | $A = 1,4 \cdot W \cdot (H + D) + H \cdot D$<br>(6)                 |
| Falba épített középső ház                 | $A = 1,4 \cdot W \cdot H + 0,7 \cdot W \cdot D + H \cdot D$<br>(7) |

2-1. táblázat

Villamos szekrény hasznos felületének számítása különböző felállítási módokon [3, 24.oldal]

A = Hasznos felület [m<sup>2</sup>]

W = Szekrény szélessége [m]

H = Szekrény magassága [m]

D = Szekrény mélysége [m]

### 2.1.3. Hőátadási/ hőátbocsátási tényező

A hőátadási/ hőátbocsátási tényező röviden azt fedi, hogy egy fal egységnyi nagyságú felületén, egységnyi idő alatt mekkora hő tud áramolni a melegebb oldal felől a hidegebb oldal felé. [7]

jele:  $\alpha$  vagy  $k$

mértékegysége:  $\frac{W}{m^2 \cdot K}$

Ezzel a tényezővel leginkább az épületek energetikai vizsgálatánál találkozhatunk, ahol az épületek szigetelésénél van nagy szerepe. Ez alapján tudják kikalkulálni, hogy például egy ház télen mennyi fűtési energiát veszít – ezzel csökkenve az energiahatékonysága a háznak.

A mi esetünkben most azonban nagyon fontos, hogy mennyi hőt tudunk elvezetni a szekrényből – azonban megjegyezném, hogy bizonyos esetekben már számunkra is lehet túl káros, mert megfordulhat ez a folyamat.

#### 2.1.4. Villamos szekrény falainak hőátadási képességének számítása

Először azt kell megvizsgálni, hogy a kiválasztott szekrényünk a benne elhelyezni kívánt készülékek és berendezések össz. disszipációjának mekkora részét tudja elvezetni a környezetbe. Ez egy jó kiindulási pont egy szekrényhűtés megtervezésénél, mert ezt figyelembe véve kisebb költségen meglehet oldani a hűtést, nem kell jóval nagyobb hűtési megoldást kialakítani. De illik itt megemlíteni, hogy valamennyi hőtartálékot (további hőmérséklet emelkedését még tudja kezelni a rendszer) ajánlott bele tervezni.

A szekrényen belül kialakult veszteség hő a szekrényfalain keresztül való elvezetése függ a külső környezet hőmérséklet ( $T_{\text{külső}}$ ), illetve a szekrényben megengedett legnagyobb hőmérséklet ( $T_{\text{belső}}$ ) különbségétől. Ezt az összefüggést az alábbi képlet jól leírja [3]:

$$(T_{\text{Belső}} - T_{\text{Külső}}) = \frac{\dot{Q}_{\text{veszteség}}}{\alpha \cdot A} \quad (8)$$

Ahol:

$T_{\text{belső}} = a$  szekrény maximum belső hőmérséklete [K]

$T_{\text{külső}} = a$  környezet maximum hőmérséklete [K]

$\dot{Q}_{\text{veszteség}} = a$  berendezések által eldisszipált teljesítmény [W]

$A = a$  szekrény hővezetésre alkalmas felülete [ $m^2$ ]

$\alpha = k =$  átlagos hőátadási tényező  $\left[ \frac{W}{m^2 \cdot K} \right]$  (vaslemezes szekrényeknél  $\alpha = 5,5 \frac{W}{m^2 \cdot K}$ )

Elengedhetetlen értékek számításoknál [3]:

$\dot{Q}_{\text{veszteség}}$

$\dot{Q}_{\text{szekrény}} = \alpha \cdot A \cdot \Delta T(9) =$  szekrény felületein elvezetett hőteljesítmény [W]

$\dot{Q}_{\text{szükséges}} = \dot{Q}_{\text{veszteség}} - \dot{Q}_{\text{szekrény}}(10) =$  elvezetendő hőteljesítmény [W]

$$\Delta T = T_{belső} - T_{külső} \text{ [K]} \quad (11)$$

## 2.2. Hűtési megoldások

### 2.2.1. Ventilátoros hűtés

Az alábbi hűtési megoldás az előzőekben tárgyat hőátadási módszerek közül a konvekciót használja fel, mely során a levegőt áramoltatja a szekrényen keresztül, így hűtve a berendezéseinket. A ventilátor mellé szűrőpaplant kell alkalmazni, hogy a szennyező anyagok nagy része ne juthasson be a szekrénybe, így kárt téve a benne lévő eszközökben.

Azért, hogy megértsük a levegő áramoltatásával kapcsolatban hogyan tudjuk hűteni az alábbi képletet kell megismernünk [8]:

$$\dot{V} = \frac{\dot{Q}_{veszteség} \cdot 3600}{cp \cdot \rho \cdot \Delta T} \quad (12)$$

ahol:

$$\dot{V} = \text{térfogat áram} \left[ \frac{m^3}{h} \right]$$

$$\dot{Q}_{veszteség} = \text{a berendezések által eldiszipált teljesítmény [kW]}$$

$$T_{belső} = \text{a szekrény maximum belső hőmérséklete [°C]}$$

$$T_{külső} = \text{a környezet maximum hőmérséklete [°C]}$$

$$\Delta T = T_{belső} - T_{külső} \text{ [K]}$$

$$cp = \text{levegő állandó nyomáson mért fajhője} \left[ \frac{kJ}{kg \cdot K} \right]$$

$$\rho = \text{légsűrűség [kg/m}^3\text{]}$$

A légsűrűség és a levegő állandó nyomáson mért fajhője a tengerszinttől mért magasságokban eltérő értékűek. Ezért figyelembe kell venni, hogy a kiépítés helyszíne milyen magasságban van a tengerszinttől. Az alábbi táblázat prezentálja ezen kapcsolatokat:

| Tenger szint feletti magasság [m] | $c_p[\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})]$ | $\rho[\text{kg}/\text{m}^3]$ |
|-----------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------|
| 0                                 | 0,9480                                    | 1,225                        |
| 500                               | 0,9348                                    | 1,167                        |
| 1000                              | 0,9250                                    | 1,112                        |
| 1500                              | 0,8954                                    | 1,058                        |
| 2000                              | 0,8728                                    | 1,006                        |
| 2500                              | 0,8551                                    | 0,9568                       |
| 3000                              | 0,8302                                    | 0,9091                       |

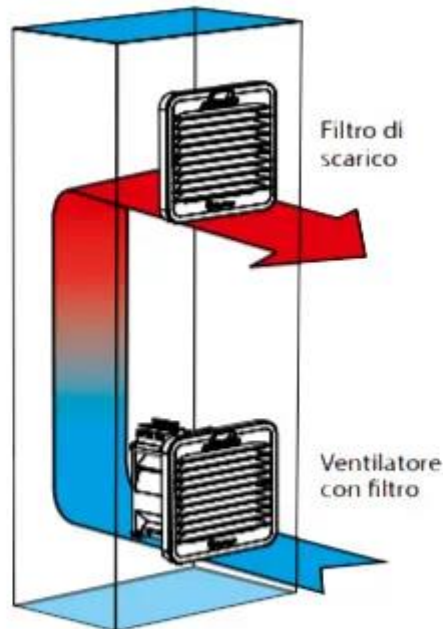
2-2. táblázat  
*Levegő fajhője és sűrűsége tengerszinttől mért magasságokban [3, 35.oldal]*

A képletből megtudjuk, hogy egy egységnyi idő alatt, mekkora térfogatú levegőt tud felmelegíteni az adott veszteség. Szóval a beépíteni szánt ventilátorunknak ennek kell majd megfelelnie, egységnyi idő alatt mekkora térfogatnyi levegőt kell megmozgatnia ahhoz, hogy a szekrényben a kívánt hőmérsékletet fent tudjuk tartani.

A megfelelő levegő bejuttatása mellett arra is figyelniünk kell, hogy hogyan alakítjuk ki a ventilátoros hűtést a szekrényben. Vannak olyan megkötések, amit mindenképpen be kell tartani. Például a levegő keringtetésekor a hűtőlevegőnek mindig alulról kell érkeznie a berendezésekre. Azért kell a hideg levegőnek alulról érkeznie, hogy ne keveredjen az eszközökről felszálló meleg levegővel. Az eszközöket pedig szintén alulról érdemes hideg levegővel megtámadni, mivel így az eszköz környezetében felmelegedett és a felfelé mozgó levegő helyére, friss hideg levegő tudjon jutni. Ezt az áramlást segíti a tokozat kialakítása. [2] Azonban, ha a hűtő levegőközegünk nem jut el oda, akkor nincs biztosítva az a teljesítmény amire méreteztük hűtésünket. Ezek miatt érdemes, ha alulra helyezzük el a befűvő részt vagy úgy alakítjuk ki azt, hogy alulra vezetjük a bejövő levegőt.[2]

Ajánlatos még figyelni arra is, hogy a be és kiáramló nyílásaink ne helyezkedjenek el nagyon közel egymáshoz, és a beáramló levegő érje a berendezés alját, mert ha nem így van, azzal légtechnikai rövidzárlatot alakítunk ki. [2][9] Ez azt eredményezi, hogy a keringtetett levegő

semmilyen hasznos feladatott nem látt el a veszteség hő elvezetésében. Ezért az alábbi ábra egy hasznos megoldást mutat be, hogy hogyan kell kialakítani a ventilátor elhelyezését:



2-2. ábra  
*Ventilátoros hűtés levegő áramoltatása*

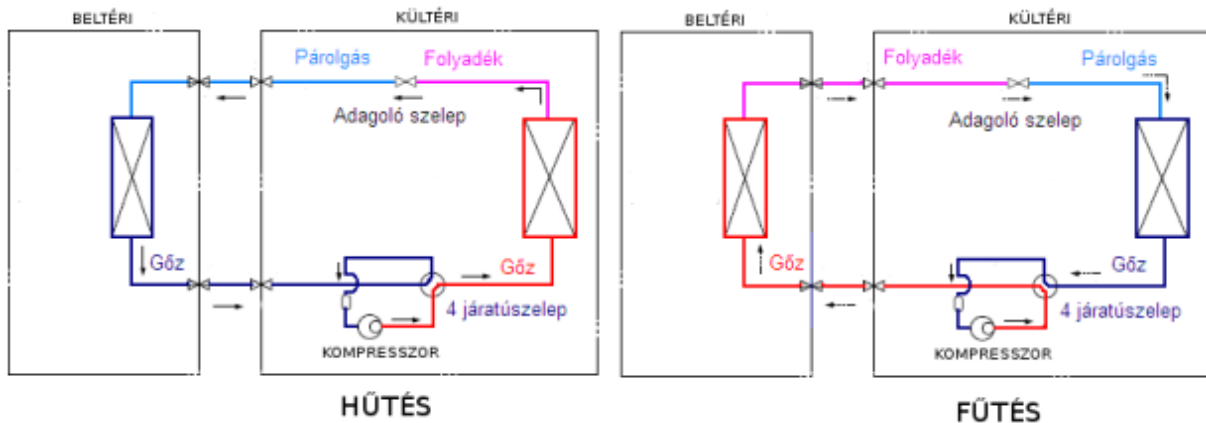
Ventilátorokat háromféleképpen szokták alkalmazni. Az egyik megoldásnál a ventilátor a kivezető nyílásnál helyezkedik el és a levegő a vákuum hatására áramlik be a beáramló nyíláson keresztül. A másik megoldásnál a levegőt befűjük a szekrénybe - ezzel egy kis túlnyomást hozunk létre (ezt szemlélteti a fenti ábra is). Így a konvekción kívül még más hasznos dolgot is elérünk. Ez pedig nem más, mint, hogy a szekrény kis résein keresztül nem tud beáramlani szennyező anyag, mert a kiáramló nyomás kint tarja azt. A harmadik megoldás, amikor be és kimeneti oldalra is ventilátor kerül. Ekkor a ventilátor szabadlégbefűvások teljesítményével számolhatunk.

Ezt a hűtési megoldást addig lehet használni, amíg a környezet hőmérséklete kisebb, mint az elérni kívánt belső hőmérséklet. Ha ez a feltétel nem teljesül, akkor kell váltanunk a következőkben tárgyalt egyik megoldásra.

### 2.2.2. Légh kondicionálás hűtés

Először is hadd írjam le, hogy a villamos szekrényekben maximálisan megengedett hőmérséklet nagy általánosságban 35 °C. [2, 3] Így, ha ezt az értéket meghaladja, akkor már az előzőekben tárgyalt megoldás nem alkalmazható. Ekkor kerülnek előtérbe a levegő-víz hőcserélők, illetve légh kondicionálók(klímák). Jelen esetben most csak az utóbbival foglalkozok.

A légh kondicionáló felépítését az alábbi kép jól bemutatja:



2-3. ábra  
Légh kondicionáló felépítése

A légh kondicionáló négy fő részre osztható:

- Kompresszor
- Kondenzátor
- Párolgató
- Expanziós szelep/fojtó szelep

Annyit tudnunk kell, hogy a kialakítás maga egy zártkör. Ebben a zártkörben a keringtetünk egy közeget, ami a hőenergiát fogja szállítani. Ez a közeg egy olyan vegyi anyag, aminek a forrás pontja (~-30°C) jóval alacsonyabban, mint a vízé. A folyamat a termodinamikai állapot változások által megismert, hatásokat hasznosítja.

A rendszerben nyugalmi állapotban mindenhol állandó a nyomás. A kompresszor bekapcsolásakor ez az állapot megváltozik, és két eltérő nyomású tér alakul ki. A kondenzátor oldali térben megnő a nyomás, és a kondenzátornál a gáz halmazállapotú hűtőközeg hőt ad át a környezetnek (lehűl), aminek hatására lecsapódik és cseppfolyóssá alakul. Ez azért lehetséges,

mert energiát közöl a környezetével, illetve a hőmérsékletének csökkenése miatt (a harmatpont alá hűl) nem tud gázhalmazállapotban maradni.

A kicsapódott folyadékunk kondenzátoron áthaladva egy expanziós szelephez (fojtó szelep) ér, ahol csak nagyon lassan jut át a párologtató ágba. Amint a folyadék átért, a kis nyomás miatt hamar kitágul és hőt kezd el elvonni a környezetétől a párologtatón keresztül, így visszaalakul gáz halmazállapotúvá. Ez után visszaérkezik a kompresszorba, ahol újra kezdődik az előzőekben leírt folyamat.

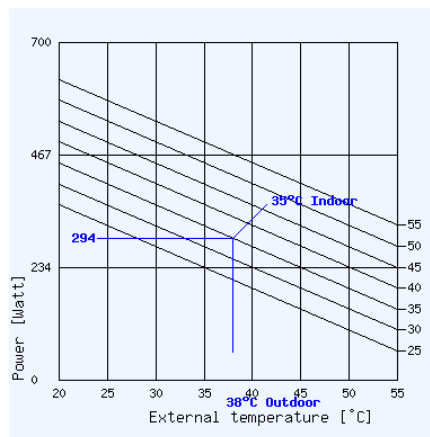
Azért, hogy a kisebb kialakításban megvalósítható legyen, a párologtatónál és a kondenzátornál ventilátorokat helyeznek el, amik áramoltatják körülöttük a levegőt. A párologtató felel a hűtési részig, míg a kondenzátor megszabadul a felvett hőtől.[9]

A párologtató esetében figyelni kell arra, hogy a folyamat során levegőből a pára víz formájában kicsapódhat rá. Ezt a vizet kötelezően ki kell vezetni az eszközünkből.

Szekrények tervezésénél, ha légkondicionálót használunk javasolt beleépíteni kondenzvíz elvezetőt és ajtó kapcsolót.

A kondenzvíz elvezetőt azért javasolt, mert a klíma kivezeti a kondenzvizet, de nem mindegy, hogy hova folyik ez a víz. Ezért el kell vezetnünk egy olyan helyre, ahol nem okozhat baleset veszélyt – pl. csúszás- ha az egy közlekedési vonalon helyezkedik el, vagy nem folyik ré egy másik berendezésre. Azonban a nagyobb hűtési teljesítményű klímákban, már vannak beépített kondenzvíz elpárologtató eszközök. Legutolsó sorban pedig az ajtókapcsolót azért illik beépíteni, mert ha egy karbantartásnál vagy szerelésnél nyitva van, akkor feleslegesen ne menjen a klímaberendezés.

A klímák magasabb környezeti hőmérsékleten való működése korlátozott. Ahogy nő a környezet hőmérséklete, úgy csökken a klíma hűtésiteljesítménye. Ez azért van, mert a szekrényből kivont hőenergiát adjuk át a környezet számára. De ha környezet hőenergiája is nő, annál kevesebbet tudunk átadni feléje. Egy klíma hűtésiteljesítményének és a környezeti hőmérséklet közötti kapcsolatot az alábbi ábra jól szemlélteti:



2-4. ábra

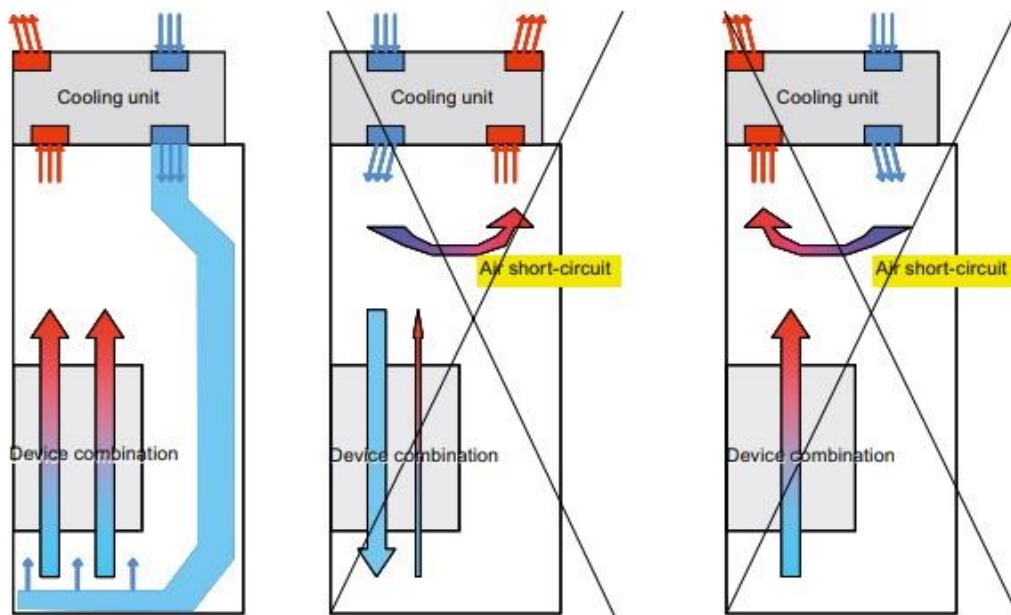
*Klímaberendezés hűtési teljesítményének alakulása a környezeti hőmérséklet függvényében*

A fenti ábráról leolvashatjuk, hogy egy adott szekrény belső hőmérséklete esetén, egy egyenesen görbén mozog a klíma hűtésiteljesítménye a külső hőmérséklettel arányosan.

Összesítve egy klímaberendezéssel, képesek vagyunk magasabb környezeti hőmérséklet esetén is stabilan tartani a belső hőmérsékletet, de figyelembe kell venni az adott berendezés paramétereit. Ezen kívül a működése miatt - mivel csak a belső levegőt keringteti – nincs kapcsolatban a külső levegővel, a szekrényünk védve van a környezetből érkező szennyeződésekkel szemben.

### 2.2.3. Léghőszigetelési telepítési megoldásai

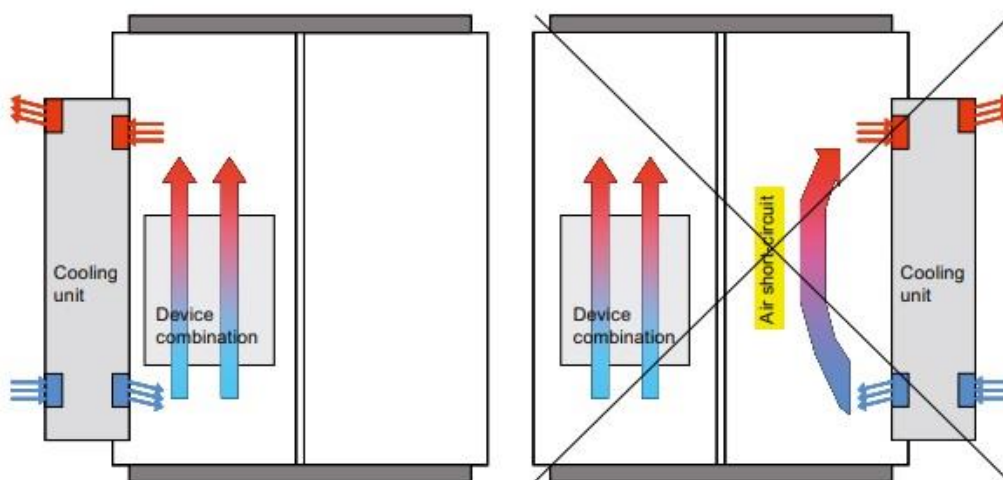
A klímáknál hasonlóan oda kell figyelni az elhelyezésükre, mint a ventilátoros megoldásoknál. Itt is az a főcélunk, hogy a hideg levegőt pótoljuk a készülékek számára, illetve a meleg levegőtől megszabadítsuk azokat. Ezért az alábbi esetekben olyan példákat mutatok be, amikre oda kell figyelni, amikor a klímát elhelyezzük a szekrényeken.



2-5. ábra  
Jó és rossz megoldások levegő áramoltására: Tetőklíma. [2, 17.oldal]

A fenti ábrán egy tetőklímát láthatunk, ahol az első esetben egy teljesen jó kialakítási megoldást mutat be. Ha megnézzük a képen be van rajzolva, hogy a klíma által befűjt hideg levegőt egy csövön keresztül vezetjük el a készülékek alá, ez által megadva a megfelelő hideg levegőt a működésükhöz. A felfelé áramló meleg levegőt meg eltudja szívni egyúttal, így kialakul egy teljesen jó hűtő közeg áramlás.

A másik két hibás esetben láthatjuk, hogy a hideg levegő nem jut el berendezésekhez, és csak felül keringtet a levegőt a klíma. Így egy légtechnikai rövid zár alakul ki felül, és az általunk kívánt hűtési teljesítmény nem fogja azt a hatást kiváltani, mint amit szerettünk volna. Ezért figyeljünk oda, hogy jó kialakítást valósítsunk meg.



2-6. ábra  
Jó és rossz megoldások levegő áramoltatásra: Fali klíma [2, 18.oldal]

A 2-6. ábra már egy falra szerelhető klíma elrendezését láthatjuk. Az első esetben - mint az előbbi tárgyalásban is - a hideg levegőt alulra vezetjük be, hogy az pótolja a készülékeink és berendezéseink hűtéséhez szükséges hűtőközeget, és felül pedig a meleg levegőt szállítjuk el. A második kialakítási módban ott van az a hiba, hogy a berendezések messze helyezkednek el a hűtésünktől, így a levegő nem tud keresztüláramlani rajtuk, és mint látjuk megint egy légtechnikai rövidzár alakul ki. Ezért azt is figyelembe kell venni, hogy hogyan vannak elhelyezve a szekrényen belül az elemek. Ha a szekrénybe egy nagy hődisszipációval rendelkező berendezés kerül, akkor az lehetőleg a legközelebb essen a klíma által áramoltatott levegőhöz.

Használati szempontból nagyon előnyös a tetőklímák alkalmazása, mert nem tud megrekedni a meleg levegő a szekrény tetején, mint ha egy falra szereltet nézzünk. Azonban meg is van az a hátrányuk, hogy az általa befűjt hideg levegőt el kell juttatni alulra. A vezető csőben, sajnos az fog ki alakulni, hogy bizonyos nagyság után jelentősen csökken az áramoltatott levegő sebessége, így csökkentve a hatásos hűtést. Ezért inkább sokan a falra szerelhető klímákat preferálják hűtések esetén.

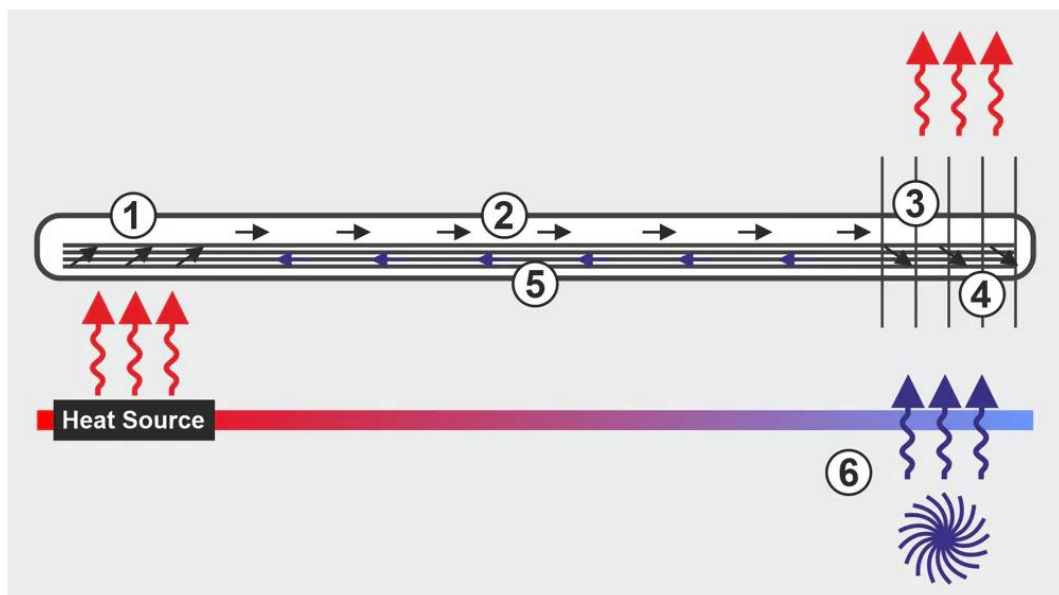
#### 2.2.4. Heat-pipe (hőcsöves) hűtés

Ezt a megoldást azért szeretném bemutatni, mert a későbbiekben alkalmazott egyik klímaberendezés család, már rendelkezik ezzel a megoldással. Fizikai elve közel azonos a klímákéval, azonban van praktikus része, ami a mostani energia hatékony felhasználásának a korában nagyon előnyösé tette, hogy bele kerüljön ez a megoldás.

Mi is maga a heat-pipe - másnéven hőcső - megoldás? Egy nagy hatásfokkal rendelkező kétfázisú eszköz. A felépítése nagyon egyszerű, mert szinte csak egy cső, amiben klímákban hasonlóan található munkaközeg van. Ez a közeg ugyanúgy viselkedik, mint a klímáké csak nem használnak kompresszort a keringtetéséhez, hanem szabadon hagyják és más megoldásokkal valósítják meg a körfolyamatot.

A cső egyik végében még kondenzátumként van jelen a munkaközegünk. Azonban ahogy párolog és hőenergiát vesz fel, a cső másik végébe áramlik, ahol a környezet számára átadja a hőenergiát, és lecsapódik. A csapadékot viszont vissza kell vezetni. Erre van a két megoldás, ezek közül az egyik a gravitációs csöves, ahol a kondenzátumot a gravitációs erő segítségével juttatják vissza – vagyis simán visszafolytatják. A másik megoldási mód a kapilláris elven működő cső, ahol a kapilláris hatást – minél kisebb keresztmetszetű egy cső, annál magasabbra jut a folyadék benne - veszik igénybe a csapadék visszajuttatásához. Azonban, hogy az egész folyamat működjön, a csőben ki kell alakítani egy nyomást, amit a feladathoz kell igazítani [10].

Az alábbi ábra a működését mutatja be:



2-7. ábra  
Heat-Pipe működési felépítése

1. A munkaközeg hőt vesz fel egyúttal elpárolog
2. Ez a gőz a cső másik végébe áramlik

3. A gőz a felvett hőenergiát átadja környezetének, és lecsapódik
4. A gőz lecsapódik kondenzátumként és összegyűlik
5. Majd a csapadék visszafolyik a magasabb hőmérsékletű részbe
6. A környezeti levegő szabadon vagy áramoltatva elvezeti a hőt

Mint látható a fizikai elve nem különbözik egy klímától. Ezért jöhetett, azaz ötlet az egyes gyártóktól, hogy ez klímákban is megvalósíthatóak, és a kompresszor kikapcsolásával, még hatékony hűtést lehet megvalósítani, illetve energiát is meg lehet így spórolni.

### **2.3. Fűtés**

Nem is gondolná az ember, de nem csak hűteni kell a szekrényeket, hanem fűteni is. Ennek szükségességéről a harmatpontnál eset szó. Ha olyan helyre kerül a villamos szekrény, ahol alacsony hőmérséklet is előfordulhat, akkor fűtést kell elhelyezni benne. Ez azt a célt szolgálja, hogy a szekrényen belül a levegőben lévő pára ne csapódjon ki, ezzel elkerülve a berendezésekre káros hatásokat.

Ha a szekrényben levő berendezések és készülékek nem üzemelnek és bekapcsolnánk őket, akkor előtte a fűtőtestet kell elindítani, ha az előírtaknál alacsonyabb a belső hőmérséklet. Ha sikerült felmelegíteni belsőterét a szekrénynek, csak utána szabad bekapcsolni mindent.

Hogy kitudjuk számolni mekkora fűtési teljesítményt kell használni a szekrényben ahhoz, hogy működéséi hőmérsékletet elérjük, csak alkalmaznunk kell a „Villamos szekrény falainak hőátadási képességének számítása” részben található (9)-es képletet. Annyi különbséggel, hogy a maximum belső hőmérséklet helyet a minimumot helyettesítjük be.

A fűtés elhelyezését úgy kell megtervezni, hogy a szekrény belsőt egyenletesen melegítse fel. Ezért ajánlatos alul elhelyezni, hogy alulról indulva járja át a meleg levegő a szekrényt. Ezzel elkerülve azt, hogy alul megrekedjen a hideg levegő.

### **3. RITHERM HŰTÉS MÉRETEZŐ SZOFTVER ISMERTETÉSE**

A későbbi példáink megoldása során a Rittal cég RiTherm online méretező programját fogom majd használni, ami megkönnyítette a különböző klimatizálási számítások elvégzését, ezzel meggyorsítva a munkámat. Ezért szeretném ezt a szoftvert részletesebben is bemutatni.

#### **3.1. A programról**

Ez a Rittal által kifejlesztett teljesen ingyenesen használható online program, kimondottan szekrények hűtésének tervezéséhez lett kifejlesztve. A használatához annyira van szükségünk, hogy beregisztrálunk az oldalra. A regisztráció után, már semmi mást nem kell tennünk, csak belépünk és elkezdni a méretezéseket.

Az online használatnak azért van nagy előnye, mert nem kell feleslegesen program telepítéssel töltenünk az időt, és az esetleges ezzel járó bonyodalmakat is elkerüljük. Másik hasznosság jön ezzel a kialakítással, hogy az általunk szerkesztett méretezéseket, elmenti a saját felhőjébe. Így bárhol, bármilyen gépről eltudjuk érni munkáinkat és tudjuk azt szerkeszteni, csak egy internet hozzáférés kell ehhez.

A programban jó pár lehetőséget találhatunk, amik egy szekrény tervezésénél meghatározóak, mint például a szekrény falain keresztül leadható hők, harmatpont számítás...stb., illetve ajánlásokat is tesz a hűtésekre, hogy milyen terméket használhatunk. Ezeket a számításokat végezetül jegyzőkönyvek formájában le is tudjuk menteni vagy kinyomtatni azt.

#### **3.2. A program használata**

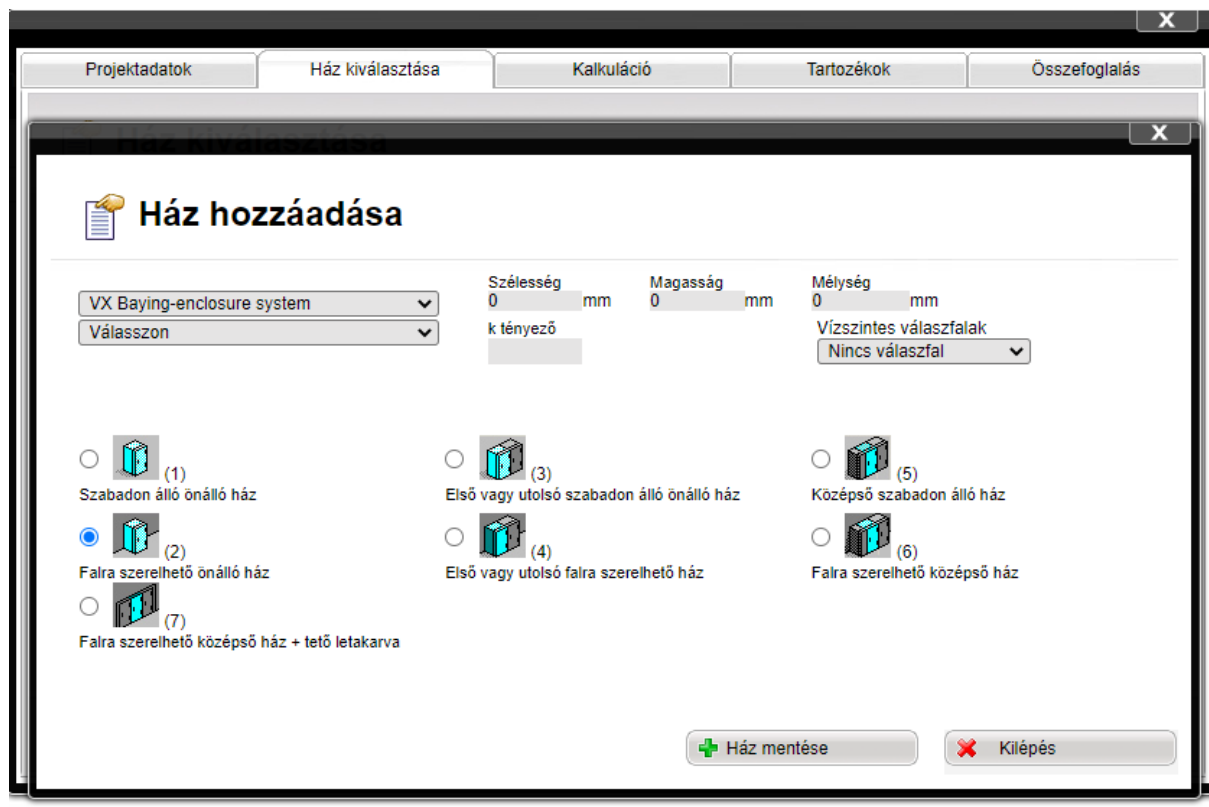
A bejelentkezés után három lehetőség közül tudunk választani, hogy milyen tervezést akarunk megvalósítani. Ezek az alábbiak:

- Kapcsolószekrény-klíma kiszámítása
- Hűtő konfigurátor
- IT hűtés kalkulátor

Mi ezek közül a legelső lehetőségben fogunk dolgozni. Ezért a többi opcióról nem fogok szót ejteni.

Ahogy tovább haladunk, lehet azt választani, hogy a korábbi munkánkat nyitjuk meg, és azt folytatjuk vagy egy teljesen új projektet nyitunk. Az új projekt megkezdésekor elsőként olyan adatokat töltünk ki, amik a méretező személy és a megrendelő adatait tünteti fel.

A következő lépésben már a maga szekrény-rendszer kialakítását tudjuk beállítani a programban. Az alábbi képen ezt meg is tekinthetjük:



3-1. ábra  
RiTherm: Szekrény paramétereinek a beállítása

Mint láthatjuk a ház paramétereit tudjuk beállítani itt. Ha szerencsénk van, akkor a programban megtalálható lesz az általunk választott szekrény típus, és akkor csak ki kell keresnünk azt. A kiválasztás után pedig a gép kitölti az adatokat. De nem kell aggódnunk, ha nem találjuk a listában, mert akkor saját magunk is megadhatjuk az értékeit. Ezek az adatok a szekrény magassága, a szélessége, a mélysége és a hőátadási/hőátbocsátás tényezője, amiket fontos megadnunk.

Utolsóként pedig a szekrény elhelyezését kell kiválasztani, ami alapján a számításokat el tudja végezni a szoftver. Ezekről az elrendezésekről az előbbieken már írtam, ezért tudjuk, hogy milyen értékekkel fog dolgozni, illetve hogyan fog kalkulálni.

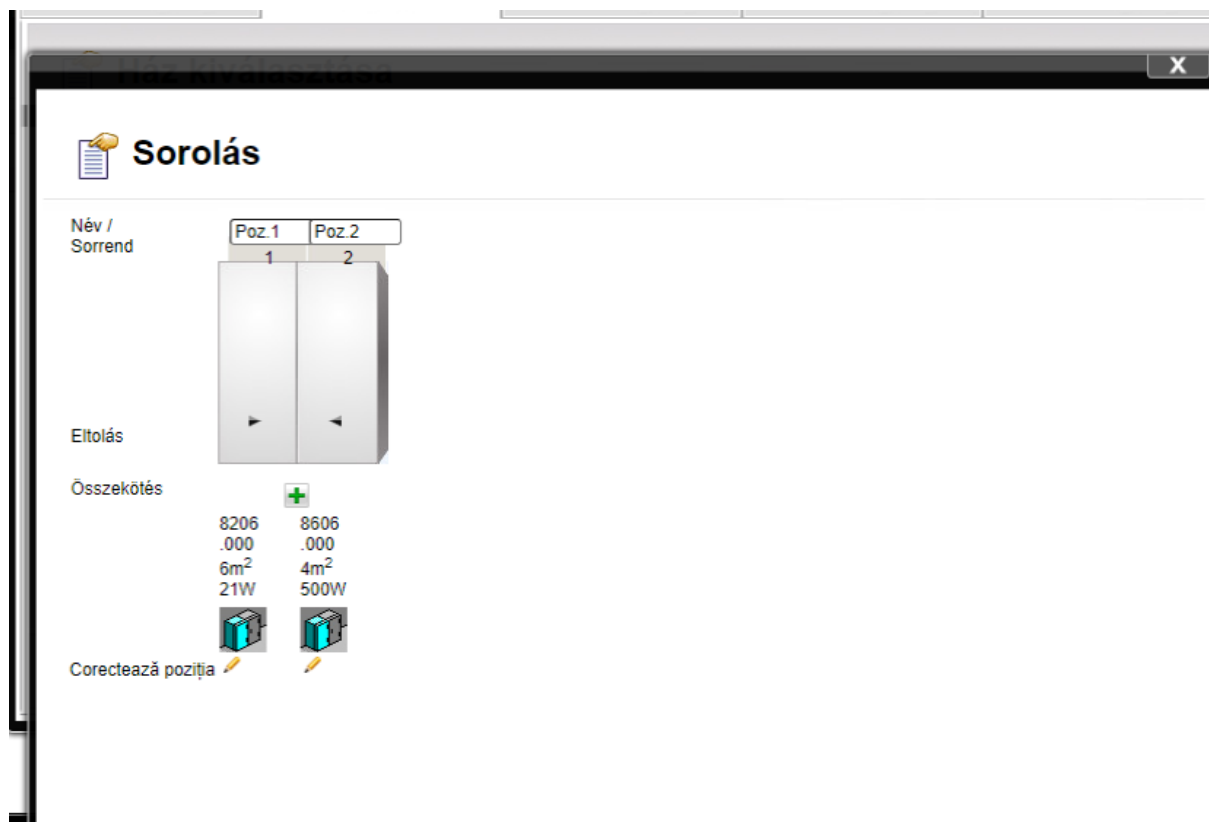
Ezen beállítások után következik, hogy megadjuk a program számára a beépített hőveszteségeket. Szintén van arra lehetőségünk, hogy mi magunk válasszuk ki a beépített elemeket. Azonban meg kell jegyeznem, nem rendelkezik az összes gyártó termék katalógusával a program. Ezért bizonyos esetekben magunknak kell utána járnunk egyes készülékek disszipációjának. De szerencsére itt is magunk is közvetlenül megtudjuk adni az össz. hőveszteséget, amit beépíteni szánunk a villamos szekrénybe.

3-2. ábra  
RiTherm: Szekrénybe beépíteni kívánt elemek kiválasztása és teljesítmény veszteségei

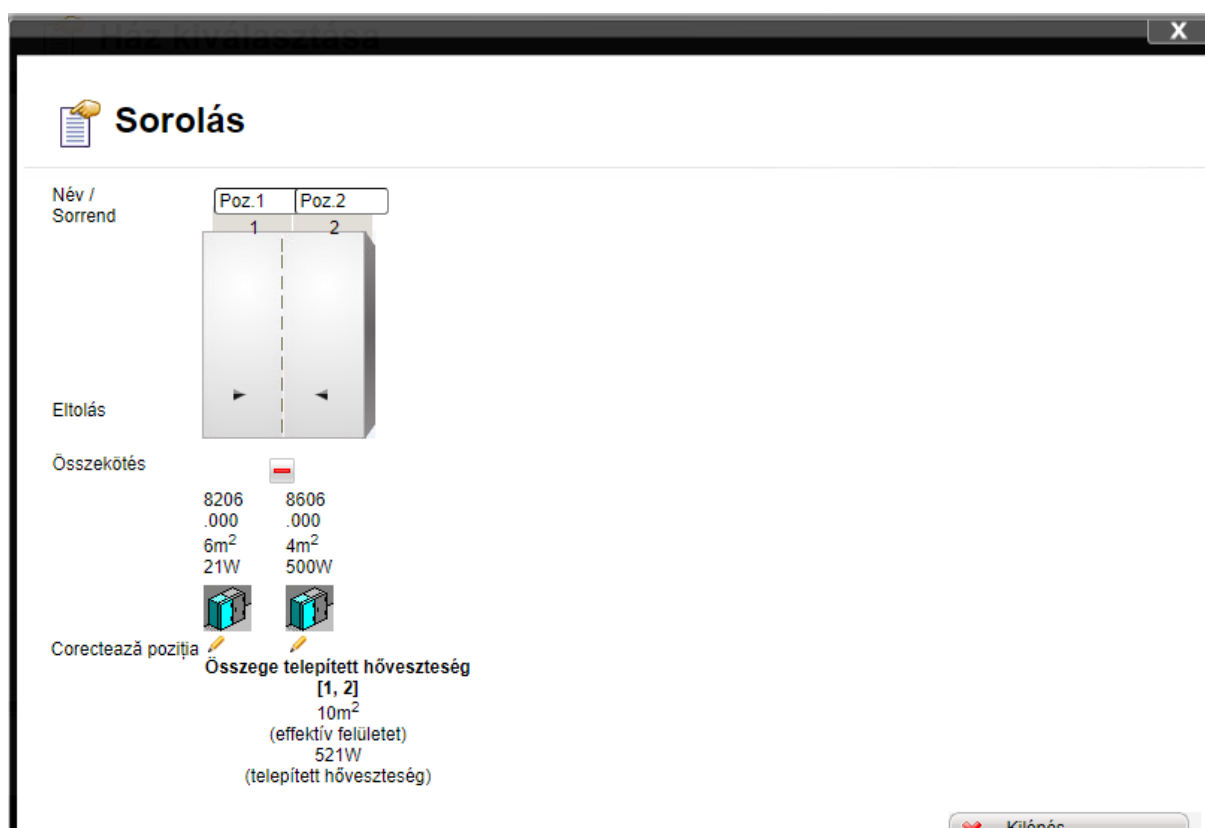
A fentebeli ábrán észrevehetjük, hogy található egy „Egyidejűségi tényező”, amit százalékosan lehet beállítani. Ezzel azt tudjuk megadni, hogy a szekrényben található készülékek és berendezések, maximális teljesítményükhöz képest mekkora hatással működnek. Másképp fogalmazva: Ezzel azt tudjuk beállítani, hogy mennyire vannak kihasználva működési szempontból az elemek a szekrényben. Például, ha 10 egyforma frekvencia váltóból, csak 4 darab működik egyszerre a maradék 6 darab pedig nem, akkor az egyidejűségi tényező 40 % lesz. Ezért az össz. beépített disszipációs teljesítménynek is csak a 40%-a fogja melegíteni a szekrény belsejét.

Ezek után, ha több villamos szekrényből fog állni a kiépített rendszerünk, akkor a többinél is hasonlóan kell eljárunk, mint az előbbieken tettük.

Ha mindent adatott sikeresen megadtunk, akkor van olyan lehetőségünk a programban, hogy betudjuk azt állítani, hogy a házakat egymáshoz soroljuk. Ez azt takarja, hogy alap esetben minden szekrény egy külön légtérrel rendelkező eleme a nagy rendszernek, és úgy számolunk vele. De sorolás lévén ezeket össze tudjuk nyitni, és a RiTherm ehhez fogja igazítani a kalkulációit. Ennek azért van haszna, mert ezzel tudjuk növelni a hűtő felületet.



3-3. ábra  
*RiTherm: Szekrények sorolásának beállítása*



3-4. ábra  
RiTherm: Szekrények összesorolása

Felül láthatjuk is, hogy az összesorolás hatására a hasznos hővezetésben résztvevő felületek összeadódtak. Emiatt a kisebb teljesítményt tartalmazó szekrény, még a maradék hűtésre fordítható kapacitását a nagyobb teljesítményű berendezésre vagy készülékre tudja fordítani.

Tovább haladva a tervezéssel a „Kalkuláció” ablakban a kiszámított értékeket találjuk. Itt megmutatja, hogy mekkora lenne a szekrény belső hőmérséklete az adott környezeti hőmérséklet tekintetében, ha semmilyen hűtési megoldást nem használnánk. Ezenkívül megjelenik a hatásos felület nagyságának az értéke, amiből számítás útján megkapjuk a kialakításunknak a leadni képes hőteli teljesítményét. A program még feltünteti a szekrénybe beépített teljesítmények összegét, illetve a „Teljes teljesítményveszteség”-et, ami azt mutatja meg, hogy még mennyi hőt kell elvezetnünk a feltételnek megadott belső hőmérséklet fenntartásához – ezt a beépített és a leadni képes teljesítmény különbségéből kapjuk meg. Azonban ezek a maximális külső hőmérséklet változtatásával – alul: „Max. külső hőmérséklet” – módosulni fognak.



Ha a kalkulációkkal, a hűtési megoldásokkal, illetve ki is választottuk a berendezéseket, akkor a tartozékokat tudjuk összeállítani. Ezek olyan elemek, amiknek alkalmazásukkal tovább tudjuk növelni a hűtésünk hatékonyságát vagy a kiépítésekben jelentenek nagy segítséget.

Végezetül a program az összes meghatározó eredményt felsorolja, külön bontva a szekrényekre nézve. Ez mellett feltünteti a hűtés, illetve a klímaberendezések alkalmazásának szükségességét az adott elemre. Tartalmazza a kiválasztott berendezéseinket hűtési teljesítményével együtt, és az azokhoz választott kiegészítőket.

Legvégén pedig a méretezésről készült jegyzőkönyvet lehet kinyomtatni vagy valamilyen szöveges fájlban letölteni.

## **4. VILLAMOS SZEKRÉNYEK MEGTERVEZÉSE**

Szeretném a kedves olvasóval tudatni, hogy a feladatom lényegi része a kapcsolószekrények melegeedésével és azok hűtési megoldásaival foglalkozik. Ezért a beléjük tervezett villamos vezérlésrendszer csak azt a célt szolgálja, hogy egy valóságos helyzetben milyen körülményekkel kell szembenéznünk hűtés méretezésénél. Ezért a most következőkben bemutatott tervezés, nem lett akkora részletességgel kidolgozva. Csak azoknál a részeknél fogok jobban belemenni a kialakításokba, ahol a témámhoz kötődően fontos az odafigyelés.

A példában egy festőüzemben kialakított víz- és szennyvízkezelő létesítmény működésének egy részéért felelős vezérlése lesz az alapja. Mivel a gyártás során felhasznált vizet vissza lehessen engedni a környezetbe, számos olyan törvényekben meghatározott értéknek kell megfelelniük, hogy ezt csak automatizálva lehet megvalósítani. Ebben pedig nagyon nagy szerepet kapnak a szivattyúk. Velük tudjuk a leggyorsabban és leghatékonyabban szállítani a felhasznált folyadékokat egyik tartályból a másikba. Ezért elég sok található belőlük egy ilyen rendszerben.

Ahhoz, hogy minden kezelési pontnál az arányok, illetve értékek stabil határokon belül mozogjanak. Elengedhetetlenek a finom szabályozások, melyeknek végrehajtó egységei a frekvencia váltók. Amik a szivattyúk motorjainak a fordulatszámát vezérelve tudják kontrolálni az egyes tartályokba beáramló mennyiségek nagyságát és sebességét.

A frekvencia váltók az egyik legjobban melegedő berendezések - egyúttal nagyon érzékenyek is a melegre. Emiatt fontos, hogy biztosítsuk számukra az ideális hőmérsékletet. Ezért jutottam arra a döntésre, hogy egy ilyen berendezéseket tartalmazó példán keresztül próbálom bemutatni a kapcsolószekrények melegeedését és hűtését.

### **4.1. Villamostervezés**

Az általam elképzelt rendszer összesen 10 szivattyúmotor vezérlésből épül fel. Ezekből kettő darab nagy teljesítményű (45 kW és 30 kW), melyek a tartályok gyors fel és leeresztésében vállalnak szerepet. A maradék nyolc kisebb egység (4 kW, 3 kW, 2,2 kW és 0,75 kW) pedig a kezeléshez szükséges anyagok adagolásával és az előírt értékek stabilan tartásával foglalkozik. Ezek együttes áramfelvétele közel 260 amper, azonban egy későbbiekben való kapacitás

növelés miatt 630 amperre is megnőhet – ezért a sínek esetében ezzel az értékkel fogok számolni a későbbiekben.

A tervezet vezérlési rendszernek az elemeit az 4.mellékletben megtalálható táblázat formájában.

A továbbiakban a villamos tervezésemet az 1.mellékletben található tervrajzon vizuálisan is nyomon tudják követni.

A rendszer betáplálása 2 db 4 x 240mm<sup>2</sup> nagyságú kábelon történik, melyek közül a 3 fázisú vezetékek a „-CB\_01” jelű megszakítóba csatlakoznak be, amíg a PEN vezetőt a szekrénybe érkezése után földeljük majd szétválasztjuk védővezetőre (PE) és nullavezetőre (N). A megszakítóból tovább haladva laminált vezetősínnel csatlakozik a főgyűjtősínre, ami az energia elosztásért fog felelni. Azonban mielőtt felcsatlakozunk a főgyűjtősínre, áramváltókat (-CT\_1) helyezünk el a laminált sínekre, amikkel az energia fogyasztást tudjuk mérni és figyelni (itt megjegyezném érdekességként: manapság egyre több helyen az energiahatékonyság, illetve az ISO 500001 miatt, monitorozzák a nagyfogyasztású elosztószekrényeket).

A főgyűjtősínre összesen 12 darab leágazás csatlakozik. Ebből 10 darab a frekvenciaváltókhoz (-VFD\_01...-VFD\_10) csatlakoznak, míg a maradék kettő a vezérléshez ágazik le. Az előbbiek leágazásának a kialakítása úgy valósul meg, hogy először a megszakítóba (-CB\_02...-CB11) csatlakoznak, melyek az utánuk található berendezéseket védik a túláramtól. A megszakítót pedig egy egyenárammal vezérelt mágneskapcsoló követi, ami az utána lévő frekvenciaváltót vezérli ki- és bekapcsolás útján.

A maradék leágazás, magához a PLC-s (Programmable Logic Controller = programozható logikai vezérlő) vezérléshez ágazik le. Itt azért lett a két leágazás külön áramvédőkapcsoló és kismegszakító párossal kialakítva, hogy az egyik tápegység meghibásodása estén a PLC még minimálisan tudjon működni, illetve jelezni tudja a kezelő személyzet számára a problémát.

Mivel a PLC kicsi áramkimenettel rendelkezik, nem tudja behúzni egyidejűleg a mágneskapcsolókat, és egyúttal azok állapotát sem tudja fenntartani huzamosabb ideig. Ezért a kimenetei DC reléket (-KF\_01...-KF\_10) vezérelnek, amik a plusz tápegység miatt képesek megfelelően meghajtani a mágneskapcsolók behúzótekerceit.

A programozható logikai vezérlőnek azért van nagy szerepe, mert ő felel az egész szennyvízkezelő stabil működésének az irányításáért. A gép figyeli a tartályokban lévő folyadékok szintjét, azokban a koncentráció tartalmat, illetve parancsokat tud kiadni a

végrehajtó szerveknek (frekvenciaváltók jelen esetben) vagy a nagyobb problémák esetén jelzést ad a kezelők számára.

## 4.2. Kapcsolószekrényekbe való beépítés megtervezése

2.mellékletben megtalálható a rajz róla.

Ahhoz, hogy az előbbiekben tárgyalt vezérlési terv megvalósuljon, az öt felépítő berendezéseket és készülékeket valamilyen formában egységesen kellett elhelyeznem. Ezért az általam kiválasztott elemek (5.táblázat) ismeretében, 4 darab kapcsolószekrényből álló elrendezést választottam. Minden szekrénybe egy elv mentén – amit a későbbiekben ismertetek - lettek beépítve az elemek.

A választott szekrények a Rittal által gyártott VX 25 elnevezésű acéllemez, sorolható kapcsolószekrény családból kerültek ki. Ezek egyszerű alapkivitelűek, amiken semmilyen szigetelés nincs kialakítva.

| Szekrény jelölése               |            | +01       | +02      | +03      | +04      |
|---------------------------------|------------|-----------|----------|----------|----------|
| Modell szám                     |            | 8606.000  | 8806.000 | 8206.000 | 8806.000 |
| Alapanyag                       |            | Acéllemez |          |          |          |
| IP védettség IEC 60 529 szerint |            | IP 55     |          |          |          |
| Méret                           | Szélesség: | 600 mm    | 800 mm   | 1200 mm  | 800 mm   |
|                                 | Magasság:  | 2000 mm   |          |          |          |
|                                 | Mélység:   | 600 mm    |          |          |          |
| Szerelőlap:                     | Szélesség: | 499 mm    | 699 mm   | 1099 mm  | 699 mm   |
|                                 | Magasság:  | 1896 mm   |          |          |          |

4-1. táblázat

Alkalmazott szekrények adatai

(forrás: [https://www.rittal.com/hu-](https://www.rittal.com/hu-hu/product/list/variations.action?categoryPath=/PGRP21063SCHRANK1&productID=PRO70035)

[hu/product/list/variations.action?categoryPath=/PGRP21063SCHRANK1&productID=PRO70035](https://www.rittal.com/hu-hu/product/list/variations.action?categoryPath=/PGRP21063SCHRANK1&productID=PRO70035) )

A kapcsolószekrény legelső eleme maga a betáplálásért szolgáló részeket tartalmazza, melybe a kábel becsatlakozás, a főmegszakító, áramváltók és főgyűjtősin került bele. Ebben az esetben a termék családból a legkisebb szélességű szekrényt (+01) választottam, mert ha megnézzük bele került elemeket, nem nagyon foglalnak helyet. A következő szekrényekbe (+02) helyeztem

el a nagyobb teljesítményű frekvenciaváltókat a védelmeikkel, és a hozzájuk tartozó mágneskapcsolókkal. A következőben a legnagyobb kapcsolószekrénybe (+03) lettek belehelyezve a 8 kisteljesítményű frekvenciaváltó és a működtetésükben résztvevő készülékek. Végezetül a legutolsóba (+04) tettem a PLC-s vezérlést.

Ha az olvasó megfigyeli, a szekrények olyan sorrendben következnek, hogy a legnagyobb teljesítmény esik a legközelebb a betápláláshoz, és egyre jobban távolodva a kisebb fogyasztású eszközök esnek. Azért döntöttem úgy, hogy így tervezem meg az elrendezést, mert ezzel csökkenteni tudom a disszipációs teljesítményeket a szekrényekben. Ennek az ötletemnek az adta a magját, hogy a villamoságtan órákon az alábbi tanult alapösszefüggéseket vettem elő:

$$P = U \cdot I \quad (13)$$

Mivel egy fogyasztón eső teljesítmény függ a fogyasztó kivezetései között mért feszültség (U), és rajta átfolyó áram(I) szorzatától. Azonban tudjuk azt is, hogy a feszültség függ az ellenállás és az áram szorzatától

$$U = I \cdot R \quad (14)$$

vissza helyettesítve az alábbi képletet kapjuk:

$$P = (I \cdot R) \cdot I = I^2 \cdot R \quad (15)$$

Így láthatjuk, hogy a fogyasztón eső teljesítményt az áram négyzetének és a fogyasztó ellenállásának (R) a szorzata is meghatározza.

A mi esetünkben a fővezetősínünknek az alább képlettel ki tudjuk számolni az ellenállását:

$$R = \rho \cdot \frac{l}{A} \quad (16)$$

és ha visszahelyettesítjük a (15) képletbe, akkor az alábbi képletet kapjuk

$$P = I^2 \cdot \rho \cdot \frac{l}{A} \quad (17).$$

Az áramot (I) állandónak vesszük, egyúttal tudjuk azt is, hogy a gyűjtősínünk fajlagos ellenállása ( $\rho$ ) is állandó, ugyan így a keresztmetszete (A) sem változik. Így a három állandónak vett mennyiség mellett csak a hosszúsággal(l) tudjuk csökkenteni a gyűjtősíneken fellépő teljesítményt. Vagyis minél közelebb esik egy nagyáramú leágazás a betápláláshoz, annál kisebb teljesítményfogy esni a gyűjtősínen.

A gyűjtősínre eső teljesítményt csak hővé tudja alakítani, ezért az előbbiekben levezetett gondolatmenet miatt, a teljesítmény kisebb mértékben fogja belülről melegíteni a villamos szekrényeink.

A leágazások a Rittal által gyártott sín-adapterekről történnek, amiken még magukat a megszakítók is el tudjuk helyezni. Ezzel a megoldással több helyett tudtam felszabadítani a szekrényben, mert a gyűjtősínnek által „elvett” szerelőlap részt is fel tudtam használni az beépítésnél.

Hűtés szempontjából próbáltam olyan elrendezéseket kialakítani, hogy az áramló levegő képes legyen elszállítani a meleget az aktív elemektől, vagyis megfelelően tudjon áramolni belül. Ezért a kapcsolószekrények aljától 30 centiméternél magasabban kezdtem el felhelyezni a frekvenciaváltókat a szerelőlapra, hogy a beléjük épített hűtéséért felelős ventilátorok a megfelelő mennyiségű hideg levegőt tudjanak átfújni majd rajtuk keresztül. A gyártójuk általi ajánlásokat is figyelembe vettem, mikor az elhelyezésüket terveztem, mert az egymás mellé való sorolásuk tokozásuktól és teljesítményüktől függően más mértékben engedi. Ezek be nem tartásából adódna az a hiba, hogy egymást melegítenék. Ezért a mostani esetben minimális 10 centiméteres távolságnál nagyobb közt hagytam a frekvenciaváltók között. [11] Azonkívül a belőlük felfelé áramló meleglevegő miatt, próbáltam úgy elhelyezni a fentebb lévő frekvenciaváltókat, hogy ne legyenek fedésbe. Ez azért volt fontos, mert a felső az alsó által kibocsátott meleglevegőt is beszívna hűtés céljából, ami a hűtés hatásfokát rontaná.

Az első és a második szekrények esetében, nem valósítottam meg sorolást, hanem csak az utolsó két esetben tettem azt. A sorolás azt jelenti, hogy két vagy több önmagában független szerkezetet alkotó kapcsolószekrény belső terét összenyitjuk a mellette közvetlenül álló kapcsolószekrényével. Így a (+03) és (+04) szekrényt egyetlen szekrényként tudom számolni, illetve a vezérlés kevés térigénye miatt csökkenteni tudjuk a harmadik szekrényben fellépő hőt.

A villamos rajzot és a szekrény beépítési rajzát a mellékletben megtalálhatóak.

## 5. MELEGEDÉS SZÁMÍTÁSA ÉS HŰTÉSI MEGOLDÁSOK

Az előbbiekben megalkottam a méretezés tárgyát képező villamos szekrény rendszert, amik a szennyvízkezelő vezérléséért felelnek. Most következőkben erre a kialakításra végzem el a melegedési és hűtési méretezést.

Öt darab esetet határoztam meg, amikben megvizsgáltam az összeállított kapcsolószekrény kialakításom melegedését, egyúttal a mellé választott hűtési megoldásokat is. Ehhez pedig a már előbbiekben megismert RiTherm hűtés méretező programot használtam. Ezzel meggyorsítva a munkámat. (Az elkészült jegyzőkönyvek a mellékletben)

Az esetek különböző elhelyezési lehetőségeket mutat be egy festőüzemben. Az üzem csarnokában festékbeégető kemencék találhatók, emiatt próbáltam a szennyvízkezelő vezérlőjét a legideálisabb helyre elhelyezni a csarnokban. Minden esetben a szekrények falhoz vannak állítva, hogy ne akadályozzák az útvonalakat így a közlekedést. Illetve a bennük található berendezések egyidejűségítényezőjét is 100 %-ra vettem, hogy a teljes kihasználtságra legyenek méretezve. Ezt azért választottam így, mert egy rendszer a saját felfogásomban inkább legyen túlméretezve, mint alul.

A szekrényekben a megengedett maximális belső hőmérsékletnek 35 °C-ban van meghatározva. Erről már a szakdolgozatom legelején írtam, hogy ennél a hőmérsékletnél még a berendezéseink és készülékeink is megfelelően képesek működni.

### 5.1. Az elhelyezési esetek

1.) A villamos szekrény a festőüzem csarnokához képest egy szomszédos csarnokban helyezkedik el, messze a kemencéktől. Itt a hőmérséklet átlagos, mint egy rendes csarnokban és maximum 20 °C-ig melegedhet fel, illetve minimum 15 °C-ig hűlhet le. Ebben az esetben a kialakítást semmilyen hűtéssel nem láttam el – remélve abban, hogy a környezet képes megfelelően fenntartani a belsőhőmérsékletet.

2.) Itt az elhelyezés egy az egyben ugyan ott történik, mint az elsőben. Azonban itt már ventilátoros hűtést terveztem rá.

3.) Ebben az esetben a kapcsolószekrények egy csarnokba kerülnek a kemencékkel, de a másik végébe. A helyen tapasztalható maximális külső hőmérséklet már elérheti a 35 °C-ot is. Télen

pedig amikor a kemencék nem üzemelnek, akkor abban az időszakában akár 15 °C is lehet itt. Erre az esetre már klíma választása volt szükséges.

4.) Itt már közelebb kerültek a villamos szekrények a kemencékhez - de nem annyira, hogy a kemence sugárzóhője közvetve érintené őket - így a maximális hőmérséklet elérheti a 40°C-ot. Azonban télen itt is, ha kemencék nem működnek akkor minimum 15 °C-ra hűl a környezet. Ebben az esetben is klíma lesz a célszerű hűtési mód.

5.) A villamos szekrényeket a csarnokon kívül helyezik el, mivel a szennyvíz kezelés is kikerült kívülre. A szekrények a csarnok északi oldalán találhatóak, amik egy három oldalú, tetővel ellátott építmény alatt helyezkednek el. A maximális környezeti hőmérséklet 40 °C lehet, míg a legalacsonyabb – 10 °C is. Mivel kint vannak elhelyezve nem csak hűtésükről kell gondolkodnunk, hanem már fűtéséről is.

| <b>Esetszám</b> | <b>T<sub>in</sub>(belső cél)</b> | <b>T<sub>out</sub>(külső)</b> | <b>T<sub>out</sub>(min)</b> | <b>IP védelem</b> | <b>Beépítési pozíció</b> | <b>Hűtési/fűtési módok</b> |
|-----------------|----------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-------------------|--------------------------|----------------------------|
| 1.              | 35 °C                            | 20 °C                         | 15 °C                       | IP 55             | Fal                      | semmi                      |
| 2.              | 35 °C                            | 20 °C                         | 15 °C                       | IP 54             | Fal                      | Normál ventilátor          |
| 3.              | 35 °C                            | 35 °C                         | 15 °C                       | IP 54             | Fal                      | Klíma                      |
| 4.              | 35 °C                            | 40 °C                         | 15 °C                       | IP 54             | Fal                      | Klíma                      |
| 5.              | 35 °C                            | 35 °C                         | -10 °C                      | IP 54             | Fal                      | Klíma + fűtés              |

5-1. táblázat  
Esetek és a hozzájuk tartozó feltétel értékek, és hűtési/fűtési módok

## 5.2. Jegyzőkönyvek értelmezése

Mielőtt az összes esetet megvizsgálnánk szeretném az 1.eset jegyzőkönyvén keresztül bemutatni, hogy a RiTherm program által legenerált jegyzőkönyveket, hogyan kell értelmezni, milyen hasznos információkkal tud ellátni minket, ha egy ilyen a kezünkbe kerül.

A környezeti paraméterek között található, a kapcsolószekrények belső hőmérséklete (T<sub>in</sub>), amit fixen 35 °C-ra van meghatározva bármilyen esetet is nézünk. Ezen kívül feltüntetve van a kapcsolószekrény környezetének a hőmérséklete (T<sub>out</sub>) is. Rajtuk kívül még a tengerszint feletti magasságban való elhelyezését is mutatja, ami a ventilátoros hűtéseknel bír nagy jelentőséggel.

Következőekben már a számítások a kapcsolós szekrényekre külön-külön vannak feltüntetve. Itt láthatjuk, hogy az első villamos szekrény (+01) számítása következik. Leírja a szekrény típusát, annak méretbeli paramétereit, illetve a falainak a hőátadási/hőátbocsátási tényezőjét(k). Majd a felállítási módját adja meg, hogy milyen helyzetben áll. Ezek után következik, hogy megadja a szekrényre, hogy mekkora a hatásos felülete – ezt a számítást az olvasó is megtudja tenni, ha megnézi az 1.táblázat számolásait, az adott elhelyezésre.

A következők sorban megkapjuk, hogy a szekrény belső hőmérséklete mekkora lenne, ha semmilyen hűtést nem alkalmaznánk. Utána pedig a szoftver jelzi, hogy szükséges-e klimatizálni (valamilyen hűtési megoldást alkalmazni). Ez úgy van meghatározva, hogy ha a villamos szekrény belső középhőmérséklete kisebb, mint a megadott cél középhőmérséklet ( $35^{\circ}\text{C}$ ), akkor nem szükséges. Azonban, ha megegyezik vele vagy nagyobb annál, akkor szükséges klimatizálást használnunk a szekrényben.

A hűtőberendezésre vonatkozóan is hasonló feltételek mellett jelzi a klíma használatát, csak ilyenkor a belső cél középhőmérsékletet ( $T_{\text{in}}$ ) a külső hőmérséklettel ( $T_{\text{out}}$ ) hasonlítja össze, és ha egyenlő vagy nagyobb nála a külső hőmérséklet, akkor szükségessé teszi a klíma használatát.

Ezt követi, hogy egy listaként felsorolja, hogy milyen berendezések és készülékek kerültek bele, és hogy mekkora az általuk leadott hődisszipáció. Ezeket végül összegzi beépített teljesítményvesztésként.

Utána a villamos szekrény felületein keresztül elvezetni képes hőtéljesítményét mutatja, amit (9)-es képlet alapján számol ki a program.

Végezetül megkapjuk, hogy mekkora disszipált hőt kell elvezetnünk ahhoz, hogy a szekrény belső cél hőmérsékletét ne haladjuk meg. Ezt az (10.) képlet alapján számolja ki a program, ahol a beépített teljesítményből kivonjuk a felületen keresztül leadható teljesítményt. Ha nulla vagy annál kisebb értéket kapunk, akkor nem szükséges klimatizálást végrehajtanunk, mert a szekrény képes a benne lévő hőtéljesítményt a környezetének átadni.

Az „Intézkedések a hőmérséklet fenntartásához” résznél fognak szerepelni azok a hűtőberendezések, amiket méretezésnél kiválasztottunk. Mellettük pedig fel lesz tüntetve az aktuális hűtési teljesítményük, illetve még hűtéshez szükséges teljesítmény.

Utána a többi villamos szekrény esetében is megtörténnek az előbbiekben elmagyarázott számítások és összeállítások. Legvégezetül pedig a jegyzőkönyv végén, egy táblázatban

megtaláljuk azokat a választott kiegészítőket a hűtésekhez, amik szükségesek azok rendes működéséhez.

### 5.2.1. RiTherm jegyzőkönyv

#### Klímaszámítások: Therm 6.6

##### Projekt: Szakdolgozat\_1-es eset

Cégnév: Óbudai Egyetem

Kapcsolattartó: Bajári Tamás

Gyártó: NA/NA

Telefon / fax: 704266911

##### Környezeti paraméterek

|                                                              |       |       |
|--------------------------------------------------------------|-------|-------|
| maximális hőmérséklet a kapcsolószekrényen belül $T_{in}$ :  | 35 °C | 35 °C |
| maximális hőmérséklet a kapcsolószekrényen kívül $T_{out}$ : | 20 °C | 15 °C |
| tengerszint feletti magasság h: 250-499 m                    |       |       |
| Hálózati feszültség: 400 V legfeljebb 230 V                  |       |       |
| Frekvencia: 50 Hz                                            |       |       |

---

##### Klímaszámítás

Kapcsolószekrény elem sz. 1

VX 8606.000

Szélesség x Magasság x Mélység: 600 x 2000 x 600 mm

A szekrény k tényezője: 5,5

Felállítás módja: Falnál álló első vagy utolsó ház

|                  |                    |                    |
|------------------|--------------------|--------------------|
| Hatásos felület: | 3,9 m <sup>2</sup> | 3,9 m <sup>2</sup> |
|------------------|--------------------|--------------------|

|                                       |       |       |
|---------------------------------------|-------|-------|
| Középhőmérséklet klimatizálás nélkül: | 30 °C | 25 °C |
|---------------------------------------|-------|-------|

|                         |     |     |
|-------------------------|-----|-----|
| Szükséges klimatizálás: | Nem | Nem |
|-------------------------|-----|-----|

|                           |     |     |
|---------------------------|-----|-----|
| Hűtőberendezés szükséges: | Nem | Nem |
|---------------------------|-----|-----|

|                                              |      |      |
|----------------------------------------------|------|------|
| 2 x 4 x 240 mm <sup>2</sup> kábel: 1m; 630 A | 52 W | 52 W |
|----------------------------------------------|------|------|

|                                      |         |         |
|--------------------------------------|---------|---------|
| 1 x Schneider ComPacT NSX630N: 630 A | 39,69 W | 39,69 W |
|--------------------------------------|---------|---------|

|                                                        |         |         |
|--------------------------------------------------------|---------|---------|
| 1 x Lamellált gyűjtősín: 820 mm x 32 mm x 10 mm; 630 A | 68,33 W | 68,33 W |
|--------------------------------------------------------|---------|---------|

|                                              |               |               |
|----------------------------------------------|---------------|---------------|
| 1 x Gyűjtősín: 550 mm x 30 mm x 10 mm; 630 A | 45,83 W       | 45,83 W       |
| Beépített teljesítményveszteség:             | ~205 W        | ~205 W        |
| <b>Felületen keresztül leadott hő:</b>       | <b>318 W</b>  | <b>425 W</b>  |
| <b>Elvezetendő disszipált hő:</b>            | <b>-113 W</b> | <b>-219 W</b> |

#### Intézkedések a hőmérséklet fenntartásához

Falra szerelhető berendezés

1. Szűrős szellőztető
  2. Hőcserélő
  3. Hűtőberendezések
  4. Levegő/víz hőcserélők
  5. Fűtések
- Dupla fűtési teljesítmény a kültéri felállítás miatt
6. Klímaajtók
- Az 1-4 cikkszoport alternatívaként használandó

#### Klímaszámítás

Kapcsolószekrény elem sz. 2

VX 8806.000

Szélesség x Magasság x Mélység: 800 x 2000 x 600 mm

A szekrény k tényezője: 5,5

Felállítás módja: Falnál álló középső ház

|                  |                    |                    |
|------------------|--------------------|--------------------|
| Hatásos felület: | 4,1 m <sup>2</sup> | 4,1 m <sup>2</sup> |
|------------------|--------------------|--------------------|

|                                       |        |       |
|---------------------------------------|--------|-------|
| Középhőmérséklet klimatizálás nélkül: | 108 °C | 103°C |
|---------------------------------------|--------|-------|

|                         |      |      |
|-------------------------|------|------|
| Szükséges klimatizálás: | Igen | Igen |
|-------------------------|------|------|

|                           |     |     |
|---------------------------|-----|-----|
| Hűtőberendezés szükséges: | Nem | Nem |
|---------------------------|-----|-----|

|                                        |         |         |
|----------------------------------------|---------|---------|
| 1 x Gyűjtősín: 800 x 30 x 10 mm; 630 A | 65,56 W | 65,56 W |
|----------------------------------------|---------|---------|

|                                                      |       |       |
|------------------------------------------------------|-------|-------|
| 1 x Megszakító: ComPact NSX100N MA: 50 kA 415; 100 A | 5,2 W | 5,2 W |
|------------------------------------------------------|-------|-------|

|                                                           |        |        |
|-----------------------------------------------------------|--------|--------|
| 1 x Motorvédő termikus mágneses: Schneider GVP4PE80: 80 A | 10,8 W | 10,8 W |
|-----------------------------------------------------------|--------|--------|

|                                              |        |        |
|----------------------------------------------|--------|--------|
| 1 x Mágneskapcsoló: LC1D115BD: DC; 55kW/115A | 23,7 W | 23,7 W |
|----------------------------------------------|--------|--------|

|                                            |        |        |
|--------------------------------------------|--------|--------|
| 1 x Mágneskapcsoló: LC1D80BD: DC; 37kW/80A | 15,3 W | 15,3 W |
|--------------------------------------------|--------|--------|

|                                                         |        |        |
|---------------------------------------------------------|--------|--------|
| 1 x Frekvenciaváltó: Easy Altivar 610: 3f, 400 V; 45 kW | 1121 W | 1121 W |
|---------------------------------------------------------|--------|--------|

|                                                         |       |       |
|---------------------------------------------------------|-------|-------|
| 1 x Frekvenciaváltó: Easy Altivar 610: 3f, 400 V; 30 kW | 740 W | 740 W |
|---------------------------------------------------------|-------|-------|

|                                  |         |         |
|----------------------------------|---------|---------|
| Beépített teljesítményveszteség: | ~1982 W | ~1982 W |
|----------------------------------|---------|---------|

|                                        |              |              |
|----------------------------------------|--------------|--------------|
| <b>Felületen keresztül leadott hő:</b> | <b>339 W</b> | <b>452 W</b> |
|----------------------------------------|--------------|--------------|

|                                   |               |               |
|-----------------------------------|---------------|---------------|
| <b>Elvezetendő disszipált hő:</b> | <b>1642 W</b> | <b>1529 W</b> |
|-----------------------------------|---------------|---------------|

#### Intézkedések a hőmérséklet fenntartásához

## Falra szerelhető berendezés

1. Szűrős szellőztető
  2. Hőcserélő
  3. Hűtőberendezések
  4. Levegő/víz hőcserélők
  5. Fűtések
- Dupla fűtési teljesítmény a kültéri felállítás miatt
6. Klímaajtók
- Az 1-4 cikkcsoport alternatívaként használandó
- 

### Klímaszámítás (Sorolt szekrények)

Kapcsolószekrény elem sz. 3

VX 8206.000

Szélesség x Magasság x Mélység: 1200 x 2000 x 600 mm

A szekrény k tényezője: 5,5

Felállítás módja: Falnál álló középső ház

Kapcsolószekrény elem sz. 4

VX 8806.000

Szélesség x Magasság x Mélység: 800 x 2000 x 600 mm

A szekrény k tényezője: 5,5

Felállítás módja: Falnál álló első vagy utolsó ház

|                                                           |                     |                     |
|-----------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|
| Hatásos felület:                                          | 10,2 m <sup>2</sup> | 10,2 m <sup>2</sup> |
| Középhőmérséklet klimatizálás nélkül:                     | 40 °C               | 35 °C               |
| Szükséges klimatizálás:                                   | Igen                | Nem                 |
| Hűtőberendezés szükséges:                                 | Nem                 | Nem                 |
| 1 x Gyűjtősín: 1200 x 30 x 10; 630 A                      | 99,99 W             | 99,99 W             |
| 2 x Motorvédő kapcsoló: 4 A                               | 21,6 W              | 21,6 W              |
| 2 x Motorvédő kapcsoló: 10 A                              | 21,6 W              | 21,6 W              |
| 4 x Motorvédő kapcsoló: 14 A                              | 43,2 W              | 43,2 W              |
| 4x Mágneskapcsoló: Schneider LC1D09BD: DC; 4 kW/9 A       | 2,4 W               | 2,4 W               |
| 4 x Mágneskapcsoló: Schneider LC1D25BD: DC; 11 kW/ 25 A   | 15 W                | 15 W                |
| 2 x Frekvenciaváltó: Easy Altivar 610: 3f, 400 V; 0,75 kW | 84 W                | 84 W                |
| 2 x Frekvenciaváltó: Easy Altivar 610: 3f, 400 V; 2,2 kW  | 162 W               | 162 W               |
| 2 x Frekvenciaváltó: Easy Altivar 610: 3f, 400 V; 3 kW    | 206 W               | 206 W               |
| 2 x Frekvenciaváltó: Easy Altivar 610: 3f, 400 V; 4 kW    | 320 W               | 320 W               |
| 1 x Gyűjtősín: 800 x 30 x 10 mm; 630 A                    | 57,36 W             | 57,36 W             |
| 1 x Tápegység: Schneider Modicon Optimized: DC 24 V, 10 A | 36 W                | 36 W                |
| Siemens:                                                  |                     |                     |
| 1 x Tápegység: S7-1200 PM1207: DC 24 V, 2,5 A             | 12 W                | 12 W                |
| 1 x PLC: S7-1200 CPU 1214C DC/DC/DC:                      | 12 W                | 12 W                |

|                                                                 |              |               |
|-----------------------------------------------------------------|--------------|---------------|
| 1 x Analóg bemeneti modul: S7-1200 SM 1231 8AI TC 16BIT:        | 1 W          | 1 W           |
| 1 x Analóg kimeneti modul: S7-1200 SM 1232 2AQ 13BIT:           | 1 W          | 1W            |
| 1 x Digitális be- és kimeneti modul: S7-1200 SM 1223 16DI/16DQ: | 4 W          | 4W            |
| Beépített teljesítményvesztés:                                  | ~1099 W      | ~1099 W       |
| <b>Felületen keresztül leadott hő:</b>                          | <b>839 W</b> | <b>1118 W</b> |
| <b>Elvezetendő disszipált hő:</b>                               | <b>261 W</b> | <b>-19 W</b>  |

**Intézkedések a hőmérséklet fenntartásához**  
(Sorolás Kapcsolószekrény elem sz. 3-4)

Falra szerelhető berendezés

1. Szűrős szellőztető
  2. Hőcserélő
  3. Hűtőberendezések
  4. Levegő/víz hőcserélők
  5. Fűtések
- Dupla fűtési teljesítmény a kültéri felállítás miatt
6. Klímaajtók
- Az 1-4 cikkcsoport alternatívaként használandó

**Tartozékok**

| Fő cikkek / tartozékok | Tartozék megnevezése | Mennyiség |
|------------------------|----------------------|-----------|
|                        |                      |           |
|                        |                      |           |
|                        |                      |           |

### 5.3. A jegyzőkönyvekből összeállított összegző táblázatok

| Mező  |                                             | Az 1-3-4-5 esetek során felvett és kapott értékek |      |      |      |      |      |      |
|-------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| k     | T <sub>out</sub> [°C]                       | 15                                                | 20   | 35   | 38   | 39   | 40   | 42   |
| 1.    | T <sub>in1</sub> ' [°C]                     | 25                                                | 30   | 45   | 48   | 49   | 50   | 52   |
|       | P <sub>vesz</sub> =Q <sub>vesz</sub><br>[W] | 205                                               | 205  | 205  | 205  | 205  | 205  | 205  |
|       | Q <sub>szekevény</sub> [W]                  | 425                                               | 318  | 0    | -64  | -85  | -106 | -149 |
|       | Q <sub>elvezetendő</sub><br>[W]             | -219                                              | -113 | 205  | 269  | 290  | 311  | 354  |
| 2.    | T <sub>in1</sub> ' [°C]                     | 103                                               | 108  | 123  | 126  | 127  | 128  | 130  |
|       | P <sub>vesz</sub> =Q <sub>vesz</sub><br>[W] | 1982                                              | 1982 | 1982 | 1982 | 1982 | 1982 | 1982 |
|       | Q <sub>szekevény</sub> [W]                  | 452                                               | 339  | 0    | -68  | -90  | -113 | -158 |
|       | Q <sub>elvezetendő</sub><br>[W]             | 1529                                              | 1642 | 1982 | 2049 | 2072 | 2095 | 2140 |
| 3.-4. | T <sub>in1</sub> ' [°C]                     | 35                                                | 40   | 55   | 58   | 59   | 60   | 62   |
|       | P <sub>vesz</sub> =Q <sub>vesz</sub><br>[W] | 1099                                              | 1099 | 1099 | 1099 | 1099 | 1099 | 1099 |
|       | Q <sub>szekevény</sub> [W]                  | 1118                                              | 839  | 0    | -168 | -224 | -279 | -391 |
|       | Q <sub>elvezetendő</sub><br>[W]             | -19                                               | 261  | 1099 | 1267 | 1323 | 1379 | 1490 |

5-2. táblázat  
Összesítő táblázat 1-3-4-5.esetekre

| Mezők |                                            | Az 2.eset során felvett és kapott értékek |      |
|-------|--------------------------------------------|-------------------------------------------|------|
|       | T <sub>out</sub> [°C]                      | 20                                        | 22   |
| 1.    | T <sub>in1'</sub> [°C]                     | 30                                        | 32   |
|       | P <sub>vesz</sub> =Q <sub>vesz</sub> [W]   | 205                                       | 205  |
|       | Q <sub>szekevény</sub> [W]                 | 318                                       | 276  |
|       | Q <sub>elvezetendő</sub> [W]               | -113                                      | -71  |
|       | V <sub>szükséges</sub> [m <sup>3</sup> /h] | -                                         | -    |
| 2.    | T <sub>in1'</sub> [°C]                     | 108                                       | 110  |
|       | P <sub>vesz</sub> =Q <sub>vesz</sub> [W]   | 1982                                      | 1982 |
|       | Q <sub>szekevény</sub> [W]                 | 339                                       | 294  |
|       | Q <sub>elvezetendő</sub> [W]               | 1642                                      | 1688 |
|       | V <sub>szükséges</sub> [m <sup>3</sup> /h] | 361                                       | 428  |
| 3.    | T <sub>in1'</sub> [°C]                     | 52                                        | 54   |
|       | P <sub>vesz</sub> =Q <sub>vesz</sub> [W]   | 976                                       | 976  |
|       | Q <sub>szekevény</sub> [W]                 | 460                                       | 398  |
|       | Q <sub>elvezetendő</sub> [W]               | 516                                       | 578  |
|       | V <sub>szükséges</sub> [m <sup>3</sup> /h] | 114                                       | 147  |
| 4.    | T <sub>in1'</sub> [°C]                     | 25                                        | 27   |
|       | P <sub>vesz</sub> =Q <sub>vesz</sub> [W]   | 123                                       | 123  |
|       | Q <sub>szekevény</sub> [W]                 | 379                                       | 328  |
|       | Q <sub>elvezetendő</sub> [W]               | -255                                      | -205 |
|       | V <sub>szükséges</sub> [m <sup>3</sup> /h] | -                                         | -    |

5-3. táblázat  
Összesítő táblázat 2.esetre

| Mezők |                         | 5. eset során felvett és kapott értékek, módosítás után |      |
|-------|-------------------------|---------------------------------------------------------|------|
|       | $T_{out}$ [°C]          | 35                                                      | 41   |
| 1.    | $T_{in1}$ [°C]          | 45                                                      | 51   |
|       | $P_{vesz}=Q_{vesz}$ [W] | 205                                                     | 205  |
|       | $Q_{szekrény}$ [W]      | 0                                                       | -127 |
|       | $Q_{elvezetendő}$ [W]   | 205                                                     | 333  |
| 2.    | $T_{in1}$ [°C]          | 110                                                     | 116  |
|       | $P_{vesz}=Q_{vesz}$ [W] | 2308                                                    | 2308 |
|       | $Q_{szekrény}$ [W]      | 0                                                       | -184 |
|       | $Q_{elvezetendő}$ [W]   | 2308                                                    | 2492 |
| 3.-4. | $T_{in1}$ [°C]          | 52                                                      | 59   |
|       | $P_{vesz}=Q_{vesz}$ [W] | 763                                                     | 763  |
|       | $Q_{szekrény}$ [W]      | 0                                                       | -287 |
|       | $Q_{elvezetendő}$ [W]   | 763                                                     | 1051 |

5-4. táblázat  
Összessítő táblázat 5.eset, módosított kialakításra nézve

## 5.4. Kiértékelések

Számunkra a fentebbi táblázatokban található értékek a legfontosabbak. Mint látja a kedves olvasó a táblázatokban „mezők” szerepelnek, ezek a szekrényeket jelentik jelen esetben. A későbbiekben ezt az elnevezés fogom használni, amikor az elrendezés sorrendjét nézem.

### 5.4.1. Első eset elemzése

Ha visszaolvassunk az elhelyezési esetekhez. Tudjuk, hogy a maximális környezeti hőmérséklet 20 °C, míg a legalacsonyabb az 15 °C. A hozzájuk tartozó adatokat a 5-2. táblázatból tudjuk kiolvasni, minden egyes mezőre nézve.

**1.mező:**  $T_{out\_max}=20$  °C

A belsőhőmérséklete még nem éri el a célhőmérsékletet, így nincs szükség a szekrény klimatizálására. Ha összehasonlítjuk a környezeti hőmérsékletet és belső cél hőmérsékletet, akkor még az is kiderül, hogy klímát sem kell alkalmaznunk. Tovább nézve a táblázatot a szekrény falain leadható hőteltjesítmény ilyenkor ( $Q_{szekrény}$ ) 318 W, ami a beépített ( $Q_{vesz}$ ) 205 W disszipációhoz képest jóval nagyobb. Végezetül, ha az utóbbi teljesítmény értékéből kivonjuk

az előbbi, akkor ( $Q_{\text{elvezetendő}} =$ ) -113 W-t kapunk, amit el kellene vezetni a szekrényből. Mivel mínusz előjeles, ezért még a szekrény felülete 113 W hőteljesítményt képes a környezetének átadni biztosan, így nem kell hűtést alkalmazni.

**1.mező:**  $T_{\text{out\_max}} = 15\text{ °C}$

Hasonló eredményeket kapunk, mint 20°C-nál. De a szekrényünk falai már jóval nagyobb teljesítményt is képes leadni a külső környezete felé, így még 219 W teljesítmény biztosan beleépíthető ezen a hőmérsékleten.

**2.mező:**  $T_{\text{out\_max}} = 20\text{ °C}$

Ennél az mezőnél már azt láthatjuk, hogy a belső hőmérséklet már jóval meghaladja a célnak szánt 35°C-t. Ezért ebből adódik, hogy szükséges a klimatizálás kialakítása a szekrényben, de a klíma használata még nem, mert például a ventilátoros hűtés még képes kezelni ezt a helyzetet. Tovább nézve az adatokat, a szekrény elvezetni képes hőteljesítménye jóval kisebb, mint a beépített teljesítményveszteség. Ha hagyatkozunk is szekrény falainak hőelvezetési képességeire, akkor is még 1642 W-ot kell valamilyen módon elvezetnünk, hogy a cél hőmérsékletet el tudjuk érni a szekrényben.

**2.mező:**  $T_{\text{out\_max}} = 15\text{ °C}$

A 20 °C-os esetben hasonlóan, még mindig kevés a szekrény falainak a hőteljesítményt elvezető értéke ahhoz képest, hogy már 452 W-ot tudna a külső környezetbe továbbítani. De még mindig marad 1529 W, amivel valamit kezdeni kell.

**3-4.mező:**  $T_{\text{out\_max}} = 20\text{ °C}$

Mivel sorolva vannak a szekrények így együttesen kell nézni őket hőleadásban, így a hőleadó felületük összeadódik. A belső hőmérséklet meghaladja a cél hőmérsékletet 5°C-val, ezért itt is szükségünk lesz klimatizálásra. Azonban jóval kevesebb teljesítményt kell elvezetnünk, mint a 2.mezőnél kell.

**3-4.mező:**  $T_{\text{out\_max}} = 15\text{ °C}$

Itt azt a meglepő dolgot láthatjuk, hogy belső célhőmérséklet egyenlő a hűtés nélküli belső hőmérséklettel ( $T_{\text{in1}}$ ), és nem szükséges a klimatizás kiépítése. Tovább nézve meg is találhatjuk ennek az okát, a villamos szekrény falain elvezethető hőteljesítmény nagyobb, mint a beépített teljesítményveszteség benne. Szóval ennél az esetről a hőmérséklet csökkenése, pozitív irányba

billentette át a hűtési folyamatokat, mivel így nem kellene klimatizálás bele, ha 15 °C lenne a maximális környezeti hőmérséklet.

Összességében nézve a négy mezőre az elhelyezést és kialakítást - hogy semmilyen hűtést nem alkalmazunk – az 1.mezőn kívül az összes többiben a berendezések és készülékek nagyon rövid élettartamúak lennének. Ezzel akkora kár keletkezne, ami anyagiakban mérve nagyon sokba kerülne egy cégnek. Ezért szükséges lesz a 2.esetben vizsgált ventilátoros klimatizálás alkalmazása.

#### 5.4.2. Második eset elemzése

Az alap körülmények teljesen ugyan azok, mint az 1.esetben. Annyi eltérés történt csak, hogy a ventilátoros hűtés érdekében a 3.mezőt és a 4.mezőt szétválasztottam belső légtér szempontjából, és külön vannak vizsgálva. Ezért a 5-3. táblázatban találjuk a számítási eredményeket, illetve a hűtéssel foglalkozó adatokat az alábbi 5-5. táblázat tartalmazza.

| Mező | Megnevezés                       | Típus                          | T <sub>out</sub><br>[°C] | Térfogatáram<br>[m <sup>3</sup> /h] |
|------|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| 1.   | -                                |                                | 20                       | -                                   |
|      |                                  |                                | 22                       | -                                   |
| 2.   | Ventilátor és szűrős szellőztető | SK3243.100 +<br>SK3243.200     | 20                       | 465                                 |
|      |                                  |                                | 22                       | 465                                 |
| 3.   | Ventilátor és szűrős szellőztető | SK3240.100 + 2 x<br>SK3240.200 | 20                       | 165                                 |
|      |                                  |                                | 22                       | 165                                 |
| 4.   | -                                | -                              | 20                       | -                                   |
|      |                                  |                                | 22                       | -                                   |

5-5. táblázat  
Hűtési összeállítás és adatok 2.esetre nézve

15 °C fokra nem vizsgáltam meg, hanem csak a maximális külsőhőmérsékletnél, és még annál a külső hőmérsékletnél, ahol a hűtésben résztvevő ventilátor kialakításom minden eleme még képes volt ellátni feladatát. Az adatokat pedig ennél a hőmérsékleti értéknél lettek a jegyzőkönyvben lejegyezve. Így a hűtési rendszerem 22 °C-ig tökéletesen működik, szóval még van 2 °C hőtartalék benne

**1.mező:**

Az első elhelyezési esethez képest nagy változások nem történtek a villamos szekrénynél. Maximum annyi történt, hogy 22°C külső hőmérsékletnél megnőtt a hűtés nélküli belsőhőmérséklet (30 °C → 32 °C) és csökkent a szekrénynél a falain keresztül leadható hőteljesítmény nagysága (318 W → 71 W).

## **2.mező:**

Mint a legelső vizsgált esetben 20 °C-os külső hőmérsékletnél itt is ugyanazok az értékek, azonban mivel ventilátort alkalmaztam, már ki tudtam alakítani a megfelelő klimatizációt benne. A ventilátor miatt megjelenik a szükséges térfogatáram ( $\dot{V}_{szükséges}$ ) értéke a jegyzőkönyvben – amit a 5-5. táblázatban is megtalálunk - ami a ventilátoros hűtéseknel már ismertettem. Az esetünkben a szükséges térfogatáramnak 361 m<sup>3</sup>/h kell lennie minimum a belső célhőmérséklet fenntartásához. Az általam választott ventilátor (10.táblázat) pedig 465 m<sup>3</sup>/h képes szállítani, vagyis bőven alkalmas erre a légszállítási teljesítményre.

A +2 °C-os hőmérséklet emelkedésnél a ventilátor általi 465 m<sup>3</sup>/h légszállítási teljesítmény még alkalmas az új szükséges térfogat áramhoz (428 m<sup>3</sup>/h). Ennél nagyobb hőmérséklet emelkedéssel járó változást már nem tud kiszolgálni.

## **3.mező:**

Mivel külön választottam a 4.mezőtől, ezért most külön lett megvizsgálva. A 5-3. táblázatot nézve láthatjuk, hogy a sorolást elhagyva nagyobb hőmérséklet (52°C) lépet fel benne. A belső célhőmérsékletet meghaladja, ezért klimatizálást kell nála is alkalmazni. Az ehhez szükséges légszállítási teljesítménynek pedig minimum 114 m<sup>3</sup>/h-nek (5-5. táblázat) kell lennie 20 °C környezeti hőmérséklet esetén. A választott ventilátor (5-5. táblázat) pedig 165 m<sup>3</sup>/h légszállításra képes.

+2 °C hőmérséklet emelkedésre a szükséges térfogatáram 147 m<sup>3</sup>/h, amit még a ventilátor ki tud szolgálni. Egy esetleges hőmérséklet emelkedéssel járó változáshoz már nem alkalmas az általa biztosított légszállítási teljesítmény.

## **4.mező**

A 3.mezőtől való elválasztás által a szekrénynél a kicsi beépített teljesítmények miatt nem szükséges klimatizálást kialakítani benne. Ez azért történhet meg, mert a szekrénnyel felületén leadott hőteljesítmény (5-3. táblázat) sokkal nagyobb a beépítetténél.

### 5.4.3. Harmadik eset elemzése

Minden mezőt az első esetben vett kialakítás szerint vizsgáltam, vagyis a 3. és 4. mező újra össze lettek sorolva. Az adatok pedig a 5-2. táblázatban találhatóak, illetve a hűtésnél használt klímák adatai az alábbi 5-6. táblázatban találhatóak.

| Mező  | Megnevezés | Típus             | T <sub>out</sub> [°C] | Hűtési teljesítmény [W] |
|-------|------------|-------------------|-----------------------|-------------------------|
| 1.    | Fali klíma | SK3302.100        | 35                    | 320                     |
|       |            |                   | 38                    | 294                     |
| 2.    | Fali klíma | SK3329.540 Blue e | 35                    | 2550                    |
|       |            |                   | 38                    | 2430                    |
| 3.-4. | Fali klíma | SK3366.540 Blue e | 35                    | 1600                    |
|       |            |                   | 38                    | 1496                    |

5-6. táblázat  
Klíma adatok 3.esetnél

A vizsgálatokat hasonlóan csináltam, mint a 2.esetben. Az együttes hűtési kialakításnál addig növeltem a külsőhőmérsékletet értéket (jelen esetben 38 °C lett), amíg az egyik berendezés ki nem esett hűtési szempontból.

A mostani esetben már klímákat használtam, mert a feltételként megadott maximális környezeti hőmérséklet (35°C) már ezt követeli meg.

#### 1.mező

Most már nem csak klimitazálás szükséges, hanem klímákat is alkalmazni kell. Erre pedig fel is hívta a RiTherm a figyelmemet.

Ha megnézzük 5-2. táblázat T<sub>out</sub>= 35 °C oszlopát láthatjuk, hogy amikor a környezeti hőmérséklet eléri a szekrény belső célhőmérsékletét (35 °C), akkor a szekrény falai nem tudnak hőteljesítményt átvinni a külső környezetbe. Erre jó a magyarázatott ad a (9.)-es képlet, amiben a belső és a külső hőmérséklet különbségének a szorzata meghatározó a szekrény felületének hőátadási teljesítményénél.

Mivel nem tudjuk elvezetni a szekrény falain keresztül a belül lévő disszipációs teljesítményt, ezért azt teljes egészében klímával kell elvégezni. A választott klíma (5-6. táblázat) 35 °C fok esetén 320 W hűtési teljesítménnyel rendelkezik, ami alkalmas az elvezetendő hőteljesítmény (205 W) elszállítására.

Tovább növelve a külsőhőmérsékletet 38 °C-ra, azt tapasztaltam, hogy a villamos szekrény falainak a hőteljesítményt leadó képessége mínusz előjelet vett fel, és a hozzáadódott a beépített teljesítmény veszteséghez. Hogy megértsük ezt, a (9) és a (10) képletet kell megnéznünk. Mivel a belső hőmérséklet és a külső környezeti hőmérséklet különbsége negatív előjelű lesz, így megfordul az egész folyamat és a környezet felől kezd el hőteljesítményt bevezetni a fal a kapcsolószekrénybe. Ezért nem csak a beépített teljesítményveszteségtől kell megszabadítani a villamos szekrényt, hanem a környezet által közölttől is. Szerencsére még a klíma el tud bánni ezzel az új 269 W-val. Azonban a klímáknál tárgyalt részből tudom, hogy a hőmérséklet emelkedésével csökkenni fog a klímánk hűtési teljesítménye, ami erre az estre 294 W-ra csökkent. Tovább növelve a környezeti hőmérsékletet pedig a választott klímánk, a kívánnál kisebb hűtési teljesítménnyel fog rendelkezni.

## **2.mező**

Itt is hasonló hatások történnek, mint az 1.mezőnél. Azonban itt jóval nagyobb teljesítményt kell elszállítani (1982 W) a szekrényből a belső célhőmérséklet fenntartásához. A választott klíma pedig ezt még túl is teljesíti (2550 W). Így, ha 38 °C-ig is nőne, az elszállítandó teljesítményt (2049 W) ebben a helyzetben is képes lenne kezelni (2430 W).

## **3.-4.mező**

Ezeknél a mezőknél is hasonlóan alakulnak az értékek, illetve a klimatizálás mellett elengedhetetlen a klímák alkalmazása is. Azonban az itt alkalmazott klíma (5-6. táblázat) nagyobb, hőtartalékkal rendelkezik, mint az 1.mezőnél használt.

### **5.4.4. Negyedik eset elemzése**

Az adatokat itt is a 5-2. táblázatban találjuk. Alul pedig a klíma kialakításhoz kapcsolódó táblázatott (5-7. táblázat) találjuk.

| Mező  | Megnevezés | Típus                | T <sub>out</sub> [°C] | Hűtési teljesítmény [W] |
|-------|------------|----------------------|-----------------------|-------------------------|
| 1.    | Fali klíma | SK3179.800 Blue e+ S | 40                    | 453                     |
|       |            |                      | 42                    | 427                     |
| 2.    | Fali klíma | SK3187.930 Blue e +  | 40                    | 2317                    |
|       |            |                      | 42                    | 2203                    |
| 3.-4. | Fali klíma | SK3187.930 Blue e +  | 40                    | 2317                    |
|       |            |                      | 42                    | 2203                    |

5-7. táblázat  
Klíma adatok 4.esetnél

A megadott maximális külső hőmérséklet (40°C) meghaladja a belső célhőmérsékletet (35°C), ezért itt is minden mezőnél, a beléjük beépített teljesítmény veszteségeknél jóval nagyobb teljesítményeket kell elvezetnünk.

A 4.esetben való számításnál során a kiépített klíma rendszer +2°C tartalékkal rendelkezik. Ez alapján az erre tervezett hűtési kialakítások 44 °C-ig képesek ellátni feladatukat.

### 1.mező

40°C esetén a szekrényt összesen 311 W hőteljesítménytől kell megszabadítani. Ezt tökéletesen ellátja a hozzá választott klíma, ami ezen a hőmérsékleten 453 W hűtőteljesítménnyel rendelkezik. Ha 42 °C-ig emelkedne a hőmérséklet, akkor a szekrényből már 354 W teljesítményről kell gondoskodni a klímának, amit a 427 W hűtőteljesítményével sikeresen tud is kezelni.

### 2.mező

A maximum környezeti hőmérsékletnél a Villamos szekrényből 2095 W hőteljesítményt kell elvezetni, a belső célhőmérséklet fenntartásához. A választott klíma pedig ezen a hőmérsékleten 2317 W-t képes elszállítani. 42°C foknál pedig a belülről eltávolítani kívánt teljesítmény 2140 W, még ezt is sikeresen tudja kezelni a klímánk (2203 W). De ha még +1°C-val megemelnénk a hőmérsékletet, akkor már egy másik klímát kellene alkalmazni.

### 3.-4.mező

Itt is a két mért külső hőmérséklet a 40°C és a 42°C fok. Az előbbi esetén 1379 W hőteljesítményt kell elvezetni, amit a választott klíma a saját 2317 hűtőteljesítményével képes elszállítani. Az utóbbi esetben is még bőven tudja azt a hűtőteljesítményt, mert ugyan az a

típus, mint a 2.mezőnél használt klíma (2203 W). Ekkora mértékig meg az elvezetni kívánt hőtéljesítmény (1490 W) nem nő +2°C-val olyan nagyot, hogy nem bírná azt kiszolgálni.

A kiválasztott klímákról – a hűtésiteljesítményükön kívül – annyit érdemes tudni, hogy a sima légkondicionáló működés mellett, képes hőcsöves (Heat Pipe) működésre is. Ez azért egy nagyon előnyös tulajdonsága, mert a hőcsöves állapotában a kompresszor nem megy, de egy nagyon hasonló fizikai elv szerint tud üzemelni, aminek hála nagyon jó hatásfoka van. Ezzel energiahatékonysági szempontból nagyon kedvező a választása.

#### 5.4.5. Ötödik eset elemzése

Ennél az esetben, a méretezési értékek teljesen megegyeznek a 3.esetben tárgyaltakkal, annyi különbséggel, hogy itt a hűtéseknel olyan klímák lettek kiválasztva, amik épületen kívüli működésre lettek tervezve (5-8. táblázat). Illetve megnéztem, hogy a kint előforduló -10°C alkalmával, milyen fűtést kell alkalmaznom a szekrényekben, hogy elérjük a minimálisan megengedett belső hőmérsékletet a 10°C-ot.

| Mező  | Megnevezés | Típus                          | T <sub>out</sub> [°C] | Hűtési teljesítmény [W] |
|-------|------------|--------------------------------|-----------------------|-------------------------|
| 1.    | Klíma      | SK3303.508 UL Type 3R/4 Blue e | 35                    | 483                     |
|       |            |                                | 39                    | 435                     |
| 2.    | Klíma      | SK3329.548 UL Type 3R/4 Blue e | 35                    | 2550                    |
|       |            |                                | 39                    | 2390                    |
| 3.-4. | Klíma      | SK3305.548 UL Type 3R/4 Blue e | 35                    | 1490                    |
|       |            |                                | 39                    | 1370                    |

5-8. táblázat  
Klíma adatok 5.esetnél

| Mező  | Megnevezés | Típus                     | T <sub>belső_min</sub><br>[°C] | Minimum fűtési<br>teljesítmény [W] | Fűtési<br>teljesítmény<br>[W] |
|-------|------------|---------------------------|--------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| 1.    | Fűtőtest   | 2 x SK3105.380<br>(250 W) | 10                             | 425                                | 500                           |
|       |            |                           | 11                             | 446                                | 500                           |
| 2.    | Fűtőtest   | 2 x SK3105.380<br>(250 W) | 10                             | 452                                | 500                           |
|       |            |                           | 11                             | 475                                | 500                           |
| 3.-4. | Fűtőtest   | 3 x SK3105.390<br>(400 W) | 10                             | 1118                               | 1200                          |
|       |            |                           | 11                             | 1173                               | 1200                          |

5-9. táblázat  
Fűtésre vonatkozó adatok 5.esetnél

A feltételben megadott maximális környezeti hőmérsékletre (35°) nem fogom elemezni. hanem arra a hőmérsékletre fogom csak megnézni őket, aminél már az egyik hűtés kiesik. Ez a mostani kialakításra nézve 39°C.

#### 1.mező:

39 °C foknál az elvezetendő teljesítmény – a 5-2. táblázatból nézve- 290 W lesz. A szekrényhez választott klíma hűtési teljesítménye pedig 435 W ezen a hőmérsékleten. Szóval lehet rá mondani, hogy hőtartalékkal bőven rendelkezik.

A szekrény fűtésénél, hogy -10 °C-ról 10°C fokra tudjuk felmelegíteni a szekrény belsejét, ahhoz 425 W fűtésiteljesítményre van szükség. Erre a célra kettő darab 250 W-os fűtőteste választottam ki, amik így összesen 500 W fűtőteljesítménnyel rendelkeznek. Ez kialakítás még az előírt minimális belső hőmérsékletnél is jobban fel tudja fűteni szekrényt, ami ebben az esetben még jó is.

#### 2.mező

A szekrélynél 39°C esetében 2072 W hőteljesítménytől kell megszabadítani, hogy a belső célhőmérsékletet fent tudjam tartani. Az általam választott klíma 2390 W hűtőteljesítményt tud biztosítani ebben az esetben, és még további hőmérséklet emelkedésnél is rendelkezik hőtartalékkal.

A 13.táblázatból kiolvasva látható, hogy a szekrény belső részét felfűtsem a minimális külső környezeti hőmérsékletre a minimális belső hőmérsékletre, ahhoz 452 W szükséges. A választott fűtések ugyan azzal a kialakítással kerültek bele, mint az 1.mezőnél volt. Ezért ugyan

úgy 500 W fűtőteljesítményt használunk, amivel jócskán a minimális hőmérséklet fölé tudja fűteni a szekrényt.

### **3.-4.mező:**

Itt a szekrényekből összesen 1323 W hőteljesítményt kell elszállítani a belső cél hőmérséklet fenntartásához. A hozzájuk választott klíma pedig 1370 W hűtő teljesítménnyel rendelkezik ezen körülmények között. A berendezésünk még jól tud működni ezen hőmérsékleten, de már egy további hőmérséklet emelkedésnél már nem fogja tudni ellátni a feladatát.

Fűtésnél a szekrényekbe minimum 1118 W fűtő teljesítményt kell helyezni, hogy a minimális belső hőmérséklet kialakuljon benne. Az általam választott fűtőberendezések össz. fűtési teljesítménye 1200 W, ami teljesíti a minimális követelést, és még egy kicsivel meg is haladja azt.

### **5.4.6. Ötödik eset elemzése módosítások után**

Itt tudatnom kell az olvasóval, hogy az előbbieken kiválasztott klímák 0°C alatt nem képesek működni - ami utólag derült ki - de a 2.mező esetében ezen hőmérséklet alatt is hűteni kell a szekrényt sajnos. Ezért módosítanom kellett a szekrény kialakítást, hogy az ezen a hőmérséklet alatt is üzemelő klímák elhelyezhetőek legyenek, mivel a 2.mező hűtésére szánt berendezések párban használatosak és két ajtós szekrényekre tehetőek fel így. Emiatt egy újabb méretezési jegyzőkönyvet kellett készítenem.

Az +01 és a +04 jelölésű szekrények semmit sem változtak beépítésileg, és elhelyezkedésben. Csak a +02 és a +03 jelölésű szekrényeket cseréltem fel, illetve a bennük elhelyezett berendezések és készülékek más elrendezésbe kerültek. Erre azért volt szükség, mert korlátozott hely áll a telepítési helyszínen, illetve költséghatékonyak kell lenni.

A módosított szekrény beépítési rajzot megtalálják a 3.mellékletben „Beépítési rajz 2” néven. Ahol azt lehet látni, hogy a két nagy teljesítményű frekvenciaváltó mezőjébe bekerült két kisebb is. Hogy helyet spóroljak, a kisebb frekvencia váltók felső burkolatát eltávolítottam – gyártói ajánlására [11] - ami által jobban át tudja járni a levegő azokat, és így szorosan egymás mellé lehet rakni őket.

A kiértékelésnél a 5-4. táblázatból vannak leolvasva az adatok.

| Mező  | Megnevezés | Típus                                  | T <sub>out</sub><br>[°C] | Hűtési<br>teljesítmény [W] |
|-------|------------|----------------------------------------|--------------------------|----------------------------|
| 1.    | Klíma      | SK3303.508 UL Type 3R/4 Blue e         | 35                       | 483                        |
|       |            |                                        | 41                       | 411                        |
| 2.    | Klíma      | (2 db) SK3185.330 UL Type 3R/4 Blue e+ | 35                       | 3000                       |
|       |            |                                        | 41                       | 2704                       |
| 3.-4. | Klíma      | SK3304.548 UL Type 3R/4 Blue e         | 35                       | 1161                       |
|       |            |                                        | 41                       | 1083                       |

5-10. táblázat  
Klíma adatok 5.esetnél, módosítás után

| Mező  | Megnevezés | Típus                     | T <sub>megemelt</sub><br>[°C] | Minimum fűtési<br>teljesítmény [W] | Fűtési<br>teljesítmény [W] |
|-------|------------|---------------------------|-------------------------------|------------------------------------|----------------------------|
| 1.    | Fűtőtest   | 2 x SK3105.380<br>(250 W) | 10                            | 425                                | 500                        |
|       |            |                           | 11                            | 446                                | 500                        |
| 2.    | Fűtőtest   | 1 x SK3105.380<br>(250 W) | 10                            | 613                                | 650                        |
|       |            | 1 x SK3105.380<br>(400 W) | 11                            | 643                                | 650                        |
| 3.-4. | Fűtőtest   | 1 x SK3105.400<br>(800 W) | 10                            | 877                                | 150                        |
|       |            | SK3105.380<br>(250 W)     | 11                            | 921                                | 1050                       |

5-11. táblázat  
Fűtésre vonatkozó adatok 5.esetnél, módosítások után

#### 1.mező:

Itt egy az egyben ugyan az a kivitel. Azonban sokkal nagyobb hőtartalékkal rendelkeznek a klímák összessége, mint az előzőben. Ezért 41°C-s külső környezeti hőmérsékletre megnézem, azonban fűtésre nem.

41 °C-nál a szekrényből elvezetendő hőteljesítmény az 333 W. A választott klíma pedig ezen a hőmérsékleten 411 W hűtési teljesítménnyel rendelkezik, ami még bőven jó hűtés szempontjából

## **2.mező:**

Ennél a kialakításnál van, hogy kettő klímából állítottam össze a hűtési rendszert a szekrényre. Ezeknek össz. hűtési teljesítményük 35°C-ra nézve 3000W. Ha összehasonlítom az elvezetendő hőteljesítmény 2308 W értékével, meggyőződhetünk arról, hogy biztosan el tudja látni feladatát.

41°C környezeti hőmérsékletnél az elvezetendő hőteljesítmény 2492 W. A klímának a hűtési teljesítménye ilyenkor 2704 W. Ebben az állapotban is képes hűteni szekrényt.

A választott fűtőtestek összesen 650 W fűtőteljesítménnyel rendelkeznek. Ahhoz, hogy -10°C-os környezeti hőmérséklet mellett elérjem a 10°C-os minimális belső hőmérsékletet 613 W-ra van szükségem. Ha pedig még egy fokkal szeretném növelni a hőmérsékletet, akkor 643 W kell annak eléréséhez. Vagyis a választott fűtés kialakításom megfelelő a célra.

## **3.-4.mező:**

35°C esetében az elvezetendő hőteljesítmény megegyezik a beépített teljesítményveszteséggel, ami jelen esetben 763 W. A választott klíma pedig 1161 W hűtési teljesítményt képes biztosítani, ami remek a szekrény számára.

41°C-ra felemelkedve a környezeti hőmérséklet, hatására a szekrényből elvezetni kívánt hőteljesítmény is megnő 1051 W-ra. Ezt összehasonlítva klíma ezen hőmérsékleten biztosított hűtési teljesítményével (1083W), még éppen el tudja szállítani a választott klímaberendezés.

Fűtést tekintve 1200 W fűtőteljesítmény van rászánva szekrény belsőjének a minimum 10°C-ra való melegítésére. Míg a minimális megkívánt fűtőteljesítmény ehhez 877 W. Ezért a fűtőtestek jóval melegebbé tudják tenni a szekrény belsejét.

## **5.5. Összegzés**

Összesen hat különböző esetet vizsgáltam meg, amikből az alábbi részben bemutatott következtetéseket vontam le. Szeretném megjegyezni, hogy az esetekből kettőnél voltak ugyan azok a környezeti értékek, ami alapján számoltam. Azonban maga szekrényrendszer kialakítás eltértnek egymástól.

Ha egységesen nézem, akkor azt tapasztaltam, hogy a külső környezet a szekrény falain keresztül való hűtésében addig tud részt venni, ameddig annak hőmérséklete el nem éri a belső cél hőmérsékletét. Ha ezt eléri, akkor a környezet hőenergiát már nem tud felvenni a falakon keresztül. Ennek hőmérsékletnek a meghaladása pedig már azt eredményezi, hogy a szekrény a környezet irányából is hőteljesítményt kap, ami együttesen a beépített teljesítményvesztésekkel tovább emeli a belső hőmérsékletet. Ezért, ha a belső célhőmérsékletünket eléri a külső környezeti hőmérséklet, akkor mindenképpen klímás hűtést kell használni – vagy hasonló hűtési módot, ami nagyobb külső hőmérséklet mellett is működik - mert a ventilátoros megoldás nem alkalmas már ilyen helyzetekben.

Amit még fontos megjegyezni, hogy hűtő berendezés kiválasztásakor mindig olyant válasszunk, ami a várt maximum környezeti külső hőmérséklettől még pár fokos emelkedés esetén is képes ellátni a hűtési feladatát. Ezt hívják hőtartaléknak. Erről azért kell gondoskodni, mert előfordulhat az, hogy a telepítés helyén a várható maximális hőmérsékletnél bizonyos esetekben nagyobb érték is előfordulhat.

Végezetül a hat vizsgált eset közül, amit a legjobbnak vélek az a 2.eset volt. A szekrények épületen belül helyezkednek el, a környezet hőmérséklete se haladj meg a belső célhőmérsékletet, így a szekrényfalak is valamennyire kiveszik a hűtésből a szerepüket. Ezeken kívül a ventilátorok alkalmazása se jár nagy fogyasztással, ezért energiahatékony is. Maximum annyi hátránya lehet, hogy a szekrény által nyújtott IP védelem leromlik, illetve célkörnyezethez való szűrőket használjunk.

## ÖSSZEFOGLALÓ

Ebben a szakdolgozatomban elméleti részen keresztül megismertem, hogy a villamos szekrények hűtésének tervezésekor mire kell odafigyelni. Milyen összefüggések vannak bizonyos kialakítások között.

Különböző hűtési megoldásokról és azok működési elveikről szereztem tudást. Azon kívül ismereteket szereztem fizikai felépítésükről, alkalmazásukról, elhelyezési módjaikról. Amellett rájöttem mekkora jelentősége van annak, hogy a villamos szekrényben hogyan tervezem és helyezem el a készülékeket és a berendezéseket, mert a beépített hűtésünk teljesítménye múlhat rajta.

Ezek mellet bemutattam a RiTherm méretező programot, hogy annak használta milyen előnyökkel jár. Ábrákon keresztül ismertette maga a program kezelése. Illetve az általa készített jegyzőkönyvek értelmezéséről is ejtettem pár szót.

Végezetül egy gyakorlati példán keresztül, egy festő üzem szennyvízkezelőjének a vezérlését terveztem meg. Kialakítottam a vezérlésben résztvevő berendezések és készülékek beépítési rajzát a villamos szekrényekbe. Majd végezetül hat különböző elhelyezési környezetben vizsgáltam meg őket.

Sajnos ebben a témában magyar irodalmat nem találtam, ezért csak angol nyelvűekre tudtam hagyatkozni. Remélem a későbbiekben lesznek olyan személyek, akik felkarolják a témát és magyar nyelven ismertetik, a villamos szekrények hűtésének fontosságát és tervezését.

## SUMMARY

Through this theoretical part of my dissertation, I learned what to look for when planning the cooling system of electrical cabinets and what are the connections between certain designs.

I gained knowledge about different cooling solutions and their operating principles. In addition, I gained knowledge about their physical structure, application, and placement methods. Also, I realized how important it is to design and place appliances and equipment in the electrical cabinet, because the performance of our built-in cooling can depend on it.

In addition, I presented the benefits of using the RiTherm sizing program. The operation of the program itself is described through diagrams. I also said a few words about the interpretation of the measurement documents it has made.

Finally, through a practical example, I designed the control of a wastewater treatment plant in a painting factory. I created the installation drawing of the equipment and devices involved in the control in the electrical cabinets. Finally, I examined them in six different placement environments.

Unfortunately, I could not find any Hungarian literature on this topic, so I could only rely on English ones. I hope that in the future there will be people who will embrace the topic and explain in Hungarian the importance and planning of cooling electrical cabinets.

## IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Ádám Zoltán (2009), Villamos rendszerelmélet VII. – Túláramvédelmi rendszer [on-line], [www.villanylap.hu](http://www.villanylap.hu), Elérhetőség: <https://www.villanylap.hu/lapszamok/2009/december/1227-villamos-szakmai-rendszerszemlelet-vii> (olvasva: 2022.04.25.)
- [2] Siemens AG (2007): Cabinet integration [Szekrény beépítése] SINAMICS S120 Booksize / SIMODRIVE - System Manual 09/2007
- [3] Rittal GmbH & Co. KG Herborn, September 2013: Enclosure and process cooling [Vezérlőszekrény és hűtésifolyamat] – The Rittal technology library 2014 vol.2
- [4.] Hogy is van ez? Mit is jelent az IP védelem? Luminis, 2022. április 5.  
<https://www.luminis.hu/2022/04/ipvedettseg?v=35b5282113b8> (olvasva: 2022.04.20.)
- [5.] Mit jelent az IP védettség? GOLED, 2018.05.30.  
<https://www.goled.hu/blog/ip-vedettseg> (olvasva: 2022.04.20.)
- [6] Pécsi Tudomány Egyetem, Gyógyszertechnológiai Intézet, [on-line], Elérhetőség: <https://docplayer.hu/105808324-Hoatadas-hoatvitel-hocsere-pecsi-tudomanyegyetem-gyogyszertechnologiai-intezet.html> (olvasva: 2022.04.25.)
- [7.] <https://www.dalostuzep.hu/blog/mit-jelent-a-hoatbocsatasi-tenyezo/>
- [8] Helios főkatalógus 2005-2006, Elérhetőség: <https://helios.hu/letoltesek/>
- [9] Rittal GmbH & Co.KG (2004) : Practical tips for enclosure climate control and machine colling [Célszerű tanácsok vezérlőszekrény klíma vezérléséhez és készülék hűtéshez]
- [10] Hőcsövek (heat pipe) a Wakefield Thermal cégtől; TME, 2020.11.26.  
<https://www.tme.eu/hu/news/library-articles/page/42621/Hocsovek-heat-pipe-a-Wakefield-Vette-cegtol/> (olvasva: 2022.04.22)
- [11] Schneider Electric Hungária Villamossági Zrt (2015/11): Altivar Process Frekvencia váltók ATV630, ATV650 Telepítési kézikönyv

## ÁBRAJEGYZÉK

1-1. ábra: [2, 6. oldal]

1-2. ábra: <https://www.italclem.com/en/derating-of-rated-current-according-to-ambient-temperature-mcbs/>

2-1. ábra: <https://www.machinedesign.com/learning-resources/whats-the-difference-between/document/21834474/whats-the-difference-between-conduction-convection-and-radiation>

2-2. ábra: <https://www.findernet.com/en/worldwide/news/filter-fans-for-electrical-cabinets-and-enclosures/>

2-3. ábra: <https://www.szegedklima.hu/hogyan-mukodik-a-klima.php>

2-4. ábra: RiTherm kivágott részlet

2-5. ábra: [2, 17. oldal] kivágott részlet

2-6. ábra: [2, 18. oldal] kivágott részlet

2-6. ábra: <https://www.tme.eu/hu/news/library-articles/page/42621/Hocsovek-heat-pipe-a-Wakefield-Vette-cegtol/>

3-1. ábra: RiTherm kivágott részlet

3-2. ábra: RiTherm kivágott részlet

3-3. ábra: RiTherm kivágott részlet

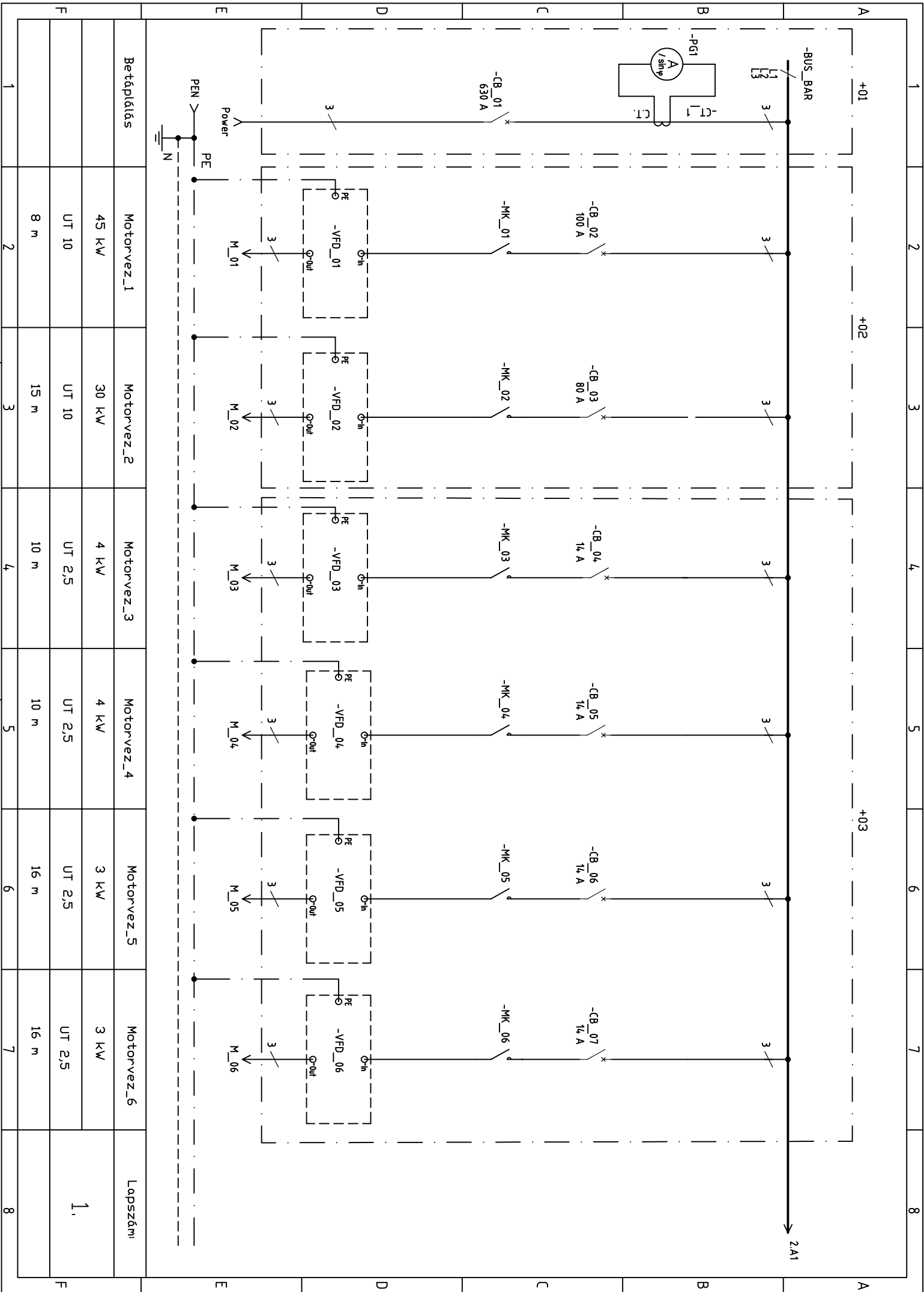
3-4. ábra: RiTherm kivágott részlet

3-5. ábra: RiTherm kivágott részlet

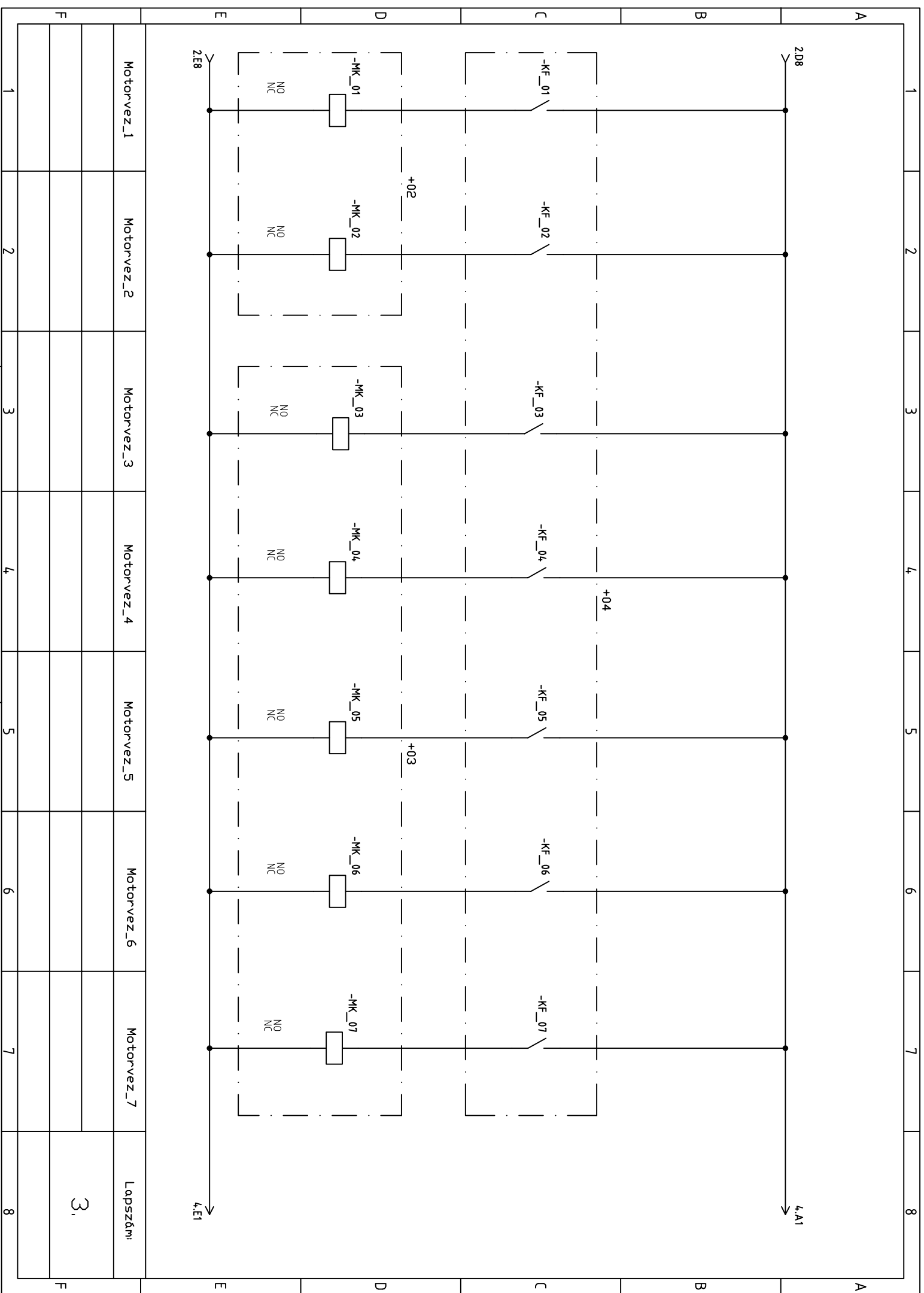
## MELLÉKLETEK

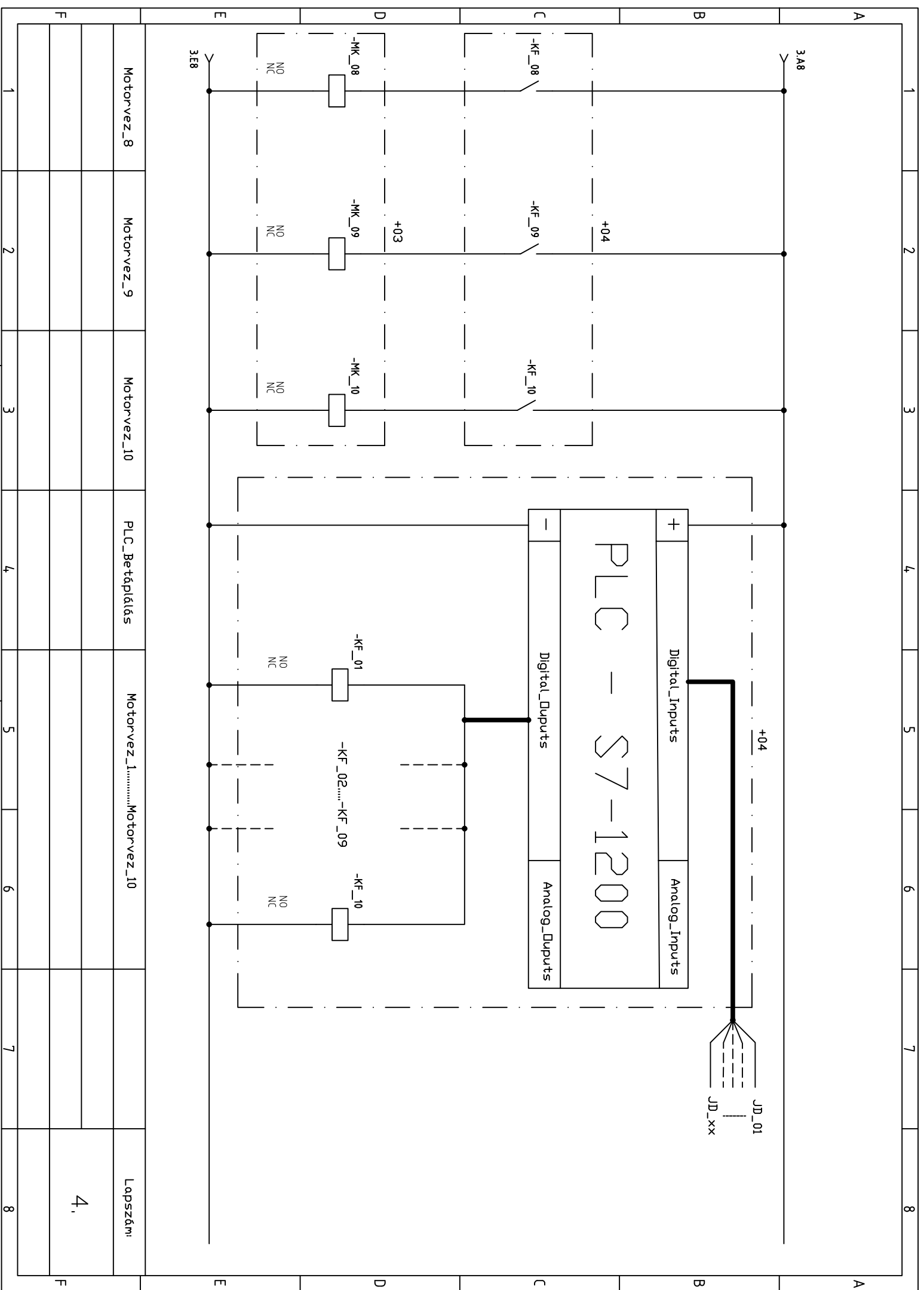
**1.számú melléklet: Villamos tervrajz**

Forrás: AutoCAD 2021









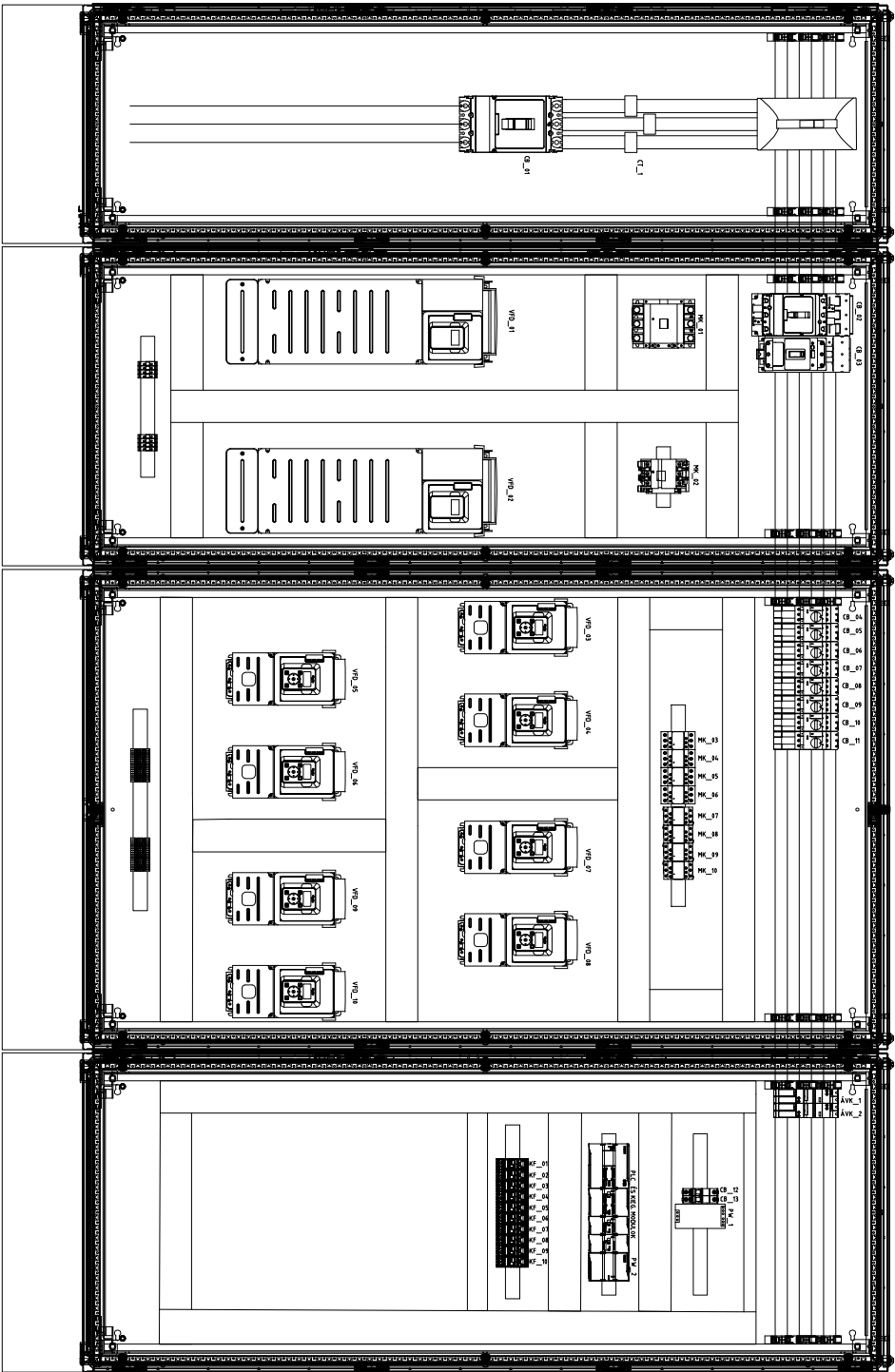
**2.számú melléklet: Szekrény beépítési rajza**

Forrás: AutoCAD 2021

**3.számú melléklet: Szekrény módosított beépítési rajza**

Forrás: AutoCAD 2021

|               |                   |       |         |                 |
|---------------|-------------------|-------|---------|-----------------|
| Verzi<br>szám | Átdolgozási megj. | Dátum | Aláírás | Ellenőri<br>zve |
|---------------|-------------------|-------|---------|-----------------|



|            |            |     |        |
|------------|------------|-----|--------|
| FÁJLNÉV    | FSCM SZ    | LAP | LÉPTÉK |
| MÉRET A3   |            | 1   | 1:12   |
| RAJZOLTA   |            |     |        |
| ELLENŐRZÉS | 2022.05.09 |     |        |
| JÓVÁH      |            |     |        |
| KIADVA     |            |     |        |
| VER        |            |     |        |
| SZERZŐS SZ |            |     |        |

Béépítési rajz 1



#### 4.számú melléklet: Szekrénybe beépített berendezések és készülékek listája

| Jelölés                 | Megnevezés                              | Gyártó    | Típus                                    | disszipáció<br>[W] |
|-------------------------|-----------------------------------------|-----------|------------------------------------------|--------------------|
| -CT_1                   | Áramváltó                               | MBS AG    | ASK 41.3: 800 A/ 5 A                     | -                  |
| -                       | Kábel (a szekrényben lévő szakasz csak) | -         | 4 x 240 mm <sup>2</sup> ; 1m             | 26                 |
| BUS_BAR                 | Gyűjtősín                               | Rittal    | -                                        | 337,07             |
| -PG1                    | Ampermérő                               | -         | -                                        | -                  |
| -VFD_01                 | Frekvencia váltó                        | Schneider | Easy Altivar 610: 45 kW                  | 1121               |
| -VFD_02                 | Frekvencia váltó                        | Schneider | Easy Altivar 610: 30 kW                  | 740                |
| -VFD_03...<br>-VFD_04   | Frekvencia váltó                        | Schneider | Easy Altivar 610: 4 kW                   | 160                |
| -VFD_05...<br>-VFD_06   | Frekvencia váltó                        | Schneider | Easy Altivar 610: 3 kW                   | 103                |
| -VFD_07...<br>-VFD_08   | Frekvencia váltó                        | Schneider | Easy Altivar 610: 2,2 kW                 | 81                 |
| -VFD_09...<br>-VFD_10   | Frekvencia váltó                        | Schneider | Easy Altivar 610: 0,75 kW                | 42                 |
| -CB_01                  | Megszakító                              | Schneider | ComPacT NSX630N: 630 A                   | 39,69              |
| -CB_02                  | Megszakító                              | Schneider | ComPacT NSX100N: 100 A                   | 5,2                |
| -CB_03                  | Motorvédő kapcsoló                      | Schneider | GV4PE Multi motorvédő: 80 A              | 10,8               |
| -CB_04...<br>-CB_07     | Motorvédő kapcsoló                      | Schneider | GV2L16: 14 A                             | 10,8               |
| -CB_08...<br>-CB_09     | Motorvédő kapcsoló                      | Schneider | GV2L14: 10 A                             | 10,8               |
| -CB_10...<br>-CB_11     | Motorvédő kapcsoló                      | Schneider | GV2L08: 4 A                              | 10,8               |
| -CB_12...<br>-CB_13     | Kismegszakító                           | Schneider | ACTI9 iC60H: 6A; B                       | -                  |
| -AVK_1...<br>-AVK_2     | Áramvédő kapcsoló                       | Schneider | Acti9 iCV40N C10: 30 mA; A               | -                  |
| -MK_01                  | Mágnescapcsoló                          | Schneider | LC1D115BD: DC; 55kW/115A                 | 23,7               |
| -MK_02                  | Mágnescapcsoló                          | Schneider | LC1D80BD: DC; 37kW/80A                   | 15,3               |
| -MK_03...<br>-MK_06     | Mágnescapcsoló                          | Schneider | LC1D25BD: DC; 11kW/25A                   | 3,75               |
| -MK_07...<br>-MK_10     | Mágnescapcsoló                          | Schneider | LC1D09BD: DC; 4kW/9A                     | 0,6                |
| -KF_01...<br>-KF_10     | Relé                                    | Schneider | Harmony RXM miniatűr relé: 12 A; 24 V DC | -                  |
| -PW_1                   | Tápegység                               | Schneider | Modicon Optimized: DC 24 V, 10 A         | 36                 |
| -PW_2                   | Tápegység                               | Siemens   | S7-1200 PM1207: DC 24 V, 2,5 A           | 12                 |
| PLC és kieg.<br>modulok | PLC                                     | Siemens   | S7-1200 CPU 1214C DC/DC/DC               | 12                 |
|                         | Analóg bemeneti modul                   | Siemens   | S7-1200 SM 1231 8AI TC 16BIT             | 1                  |
|                         | Analóg kimeneti modul                   | Siemens   | S7-1200 SM 1232 2AQ 13BIT                | 1                  |
|                         | Digitális be- és kimeneti modul         | Siemens   | S7-1200 SM 1223 16DI/16DQ:               | 4                  |

**5.számú melléklet: 2.eset jegyzőkönyv**

Forrás: RiTherm

**6.számú melléklet: 3.eset jegyzőkönyv**

Forrás: RiTherm

**7.számú melléklet: 4.eset jegyzőkönyv**

Forrás: RiTherm

**8.számú melléklet: 5.eset jegyzőkönyv**

Forrás: RiTherm

**9.számú melléklet: +5.eset jegyzőkönyv**

Forrás: RiTherm

## Klímaszámítások: Therm 6.6

### Projekt: Szakdolgozat\_2-es eset

Cégnév: Óbudai Egyetem

Kapcsolattartó: Bajári Tamás

Gyártó: NA/NA

Telefon / fax:

### Környezeti paraméterek

|                                                              |       |       |
|--------------------------------------------------------------|-------|-------|
| maximális hőmérséklet a kapcsolószekrényen belül $T_{in}$ :  | 35 °C | 35 °C |
| maximális hőmérséklet a kapcsolószekrényen kívül $T_{out}$ : | 20 °C | 22 °C |
| tengerszint feletti magasság h: 250-499 m                    |       |       |
| Hálózati feszültség: 400 V legfeljebb 230 V                  |       |       |
| Frekvencia: 50 Hz                                            |       |       |

### Klímaszámítás

Kapcsolószekrény elem sz. 1

VX 8606.000

Szélesség x Magasság x Mélység: 600 x 2000 x 600 mm

A szekrény k tényezője: 5,5

Felállítás módja: Falnál álló első vagy utolsó ház

|                  |                    |                    |
|------------------|--------------------|--------------------|
| Hatásos felület: | 3,9 m <sup>2</sup> | 3,9 m <sup>2</sup> |
|------------------|--------------------|--------------------|

|                                       |       |       |
|---------------------------------------|-------|-------|
| Középhőmérséklet klimatizálás nélkül: | 30 °C | 32 °C |
|---------------------------------------|-------|-------|

|                         |     |     |
|-------------------------|-----|-----|
| Szükséges klimatizálás: | Nem | Nem |
|-------------------------|-----|-----|

|                           |     |     |
|---------------------------|-----|-----|
| Hűtőberendezés szükséges: | Nem | Nem |
|---------------------------|-----|-----|

|                                             |      |      |
|---------------------------------------------|------|------|
| 2 x 4 x 240mm <sup>2</sup> kábel: 1m; 630 A | 52 W | 52 W |
|---------------------------------------------|------|------|

|                                                     |         |         |
|-----------------------------------------------------|---------|---------|
| 1 x Schneider ComPacT NSX630N: 50 kA 415 VAC, 630 A | 39,69 W | 39,69 W |
|-----------------------------------------------------|---------|---------|

|                                               |         |         |
|-----------------------------------------------|---------|---------|
| 1 x Lamellált gyűjtősín: 820 x 32 x 10; 630 A | 68,33 W | 68,33 W |
|-----------------------------------------------|---------|---------|

|                                     |         |         |
|-------------------------------------|---------|---------|
| 1 x Gyűjtősín: 550 x 30 x 10; 630 A | 45,83 W | 45,83 W |
|-------------------------------------|---------|---------|

|                                |        |        |
|--------------------------------|--------|--------|
| Beépített teljesítményvesztés: | ~205 W | ~205 W |
|--------------------------------|--------|--------|

|                                 |       |       |
|---------------------------------|-------|-------|
| Felületen keresztül leadott hő: | 318 W | 276 W |
|---------------------------------|-------|-------|

|                            |        |       |
|----------------------------|--------|-------|
| Elvezetendő disszipált hő: | -113 W | -71 W |
|----------------------------|--------|-------|

### Intézkedések a hőmérséklet fenntartásához

Falra szerelhető berendezés

1. Szűrős szellőztető
2. Hőcserélő
3. Hűtőberendezések
4. Levegő/víz hőcserélők
5. Fűtések
- Dupla fűtési teljesítmény a kültéri felállítás miatt
6. Klímaajtók

Az 1-4 cikkcsoport alternatívaként használandó

## Klímaszámítás

Kapcsolószekrény elem sz. 2

VX 8806.000

Szélesség x Magasság x Mélység: 800 x 2000 x 600 mm

A szekrény k tényezője: 5,5

Felállítás módja: Falnál álló középső ház

|                  |                    |                    |
|------------------|--------------------|--------------------|
| Hatásos felület: | 4,1 m <sup>2</sup> | 4,1 m <sup>2</sup> |
|------------------|--------------------|--------------------|

|                                       |        |       |
|---------------------------------------|--------|-------|
| Középhőmérséklet klimatizálás nélkül: | 108 °C | 110°C |
|---------------------------------------|--------|-------|

|                         |      |      |
|-------------------------|------|------|
| Szükséges klimatizálás: | Igen | Igen |
|-------------------------|------|------|

|                           |     |     |
|---------------------------|-----|-----|
| Hűtőberendezés szükséges: | Nem | Nem |
|---------------------------|-----|-----|

|                                        |         |         |
|----------------------------------------|---------|---------|
| 1 x Gyűjtősín: 800 x 30 x 10 mm; 630 A | 65,56 W | 65,56 W |
|----------------------------------------|---------|---------|

|                                                      |       |       |
|------------------------------------------------------|-------|-------|
| 1 x Megszakító: ComPact NSX100N MA: 50 kA 415; 100 A | 5,2 W | 5,2 W |
|------------------------------------------------------|-------|-------|

|                                                           |        |        |
|-----------------------------------------------------------|--------|--------|
| 1 x Motorvédő termikus mágneses: Schneider GVP4PE80: 80 A | 10,8 W | 10,8 W |
|-----------------------------------------------------------|--------|--------|

|                                              |        |        |
|----------------------------------------------|--------|--------|
| 1 x Mágneskapcsoló: LC1D115BD: DC; 55kW/115A | 23,7 W | 23,7 W |
|----------------------------------------------|--------|--------|

|                                            |        |        |
|--------------------------------------------|--------|--------|
| 1 x Mágneskapcsoló: LC1D80BD: DC; 37kW/80A | 15,3 W | 15,3 W |
|--------------------------------------------|--------|--------|

|                                                         |        |        |
|---------------------------------------------------------|--------|--------|
| 1 x Frekvenciaváltó: Easy Altivar 610: 3f, 400 V; 45 kW | 1121 W | 1121 W |
|---------------------------------------------------------|--------|--------|

|                                                         |       |       |
|---------------------------------------------------------|-------|-------|
| 1 x Frekvenciaváltó: Easy Altivar 610: 3f, 400 V; 30 kW | 740 W | 740 W |
|---------------------------------------------------------|-------|-------|

|                                |         |         |
|--------------------------------|---------|---------|
| Beépített teljesítményvesztés: | ~1982 W | ~1982 W |
|--------------------------------|---------|---------|

|                                 |       |       |
|---------------------------------|-------|-------|
| Felületen keresztül leadott hő: | 339 W | 294 W |
|---------------------------------|-------|-------|

|                            |        |        |
|----------------------------|--------|--------|
| Elvezetendő disszipált hő: | 1642 W | 1688 W |
|----------------------------|--------|--------|

## Intézkedések a hőmérséklet fenntartásához

Falra szerelhető berendezés

|                       |                                              |                            |                            |
|-----------------------|----------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 1. Szűrős szellőztető | SK3243.100 + SK3243.200                      | 465 m <sup>3</sup> /h      | 465 m <sup>3</sup> /h      |
|                       | <b>Szükséges légszállítási teljesítmény:</b> | <b>361 m<sup>3</sup>/h</b> | <b>428 m<sup>3</sup>/h</b> |

2. Hőcserélő

3. Hűtőberendezések

4. Levegő/víz hőcserélők

5. Fűtések

Dupla fűtési teljesítmény a kültéri felállítás miatt

6. Klímaajtók

Az 1-4 cikkcsoport alternatívaként használandó

## Klímaszámítás

Kapcsolószekrény elem sz. 3

VX 8206.000

Szélesség x Magasság x Mélység: 1200 x 2000 x 600 mm

A szekrény k tényezője: 5,5

Felállítás módja: Falnál álló közepső ház

|                  |                    |                    |
|------------------|--------------------|--------------------|
| Hatásos felület: | 5,6 m <sup>2</sup> | 5,6 m <sup>2</sup> |
|------------------|--------------------|--------------------|

|                                       |       |      |
|---------------------------------------|-------|------|
| Középhőmérséklet klimatizálás nélkül: | 52 °C | 54°C |
|---------------------------------------|-------|------|

|                         |      |      |
|-------------------------|------|------|
| Szükséges klimatizálás: | Igen | Igen |
|-------------------------|------|------|

|                           |     |     |
|---------------------------|-----|-----|
| Hűtőberendezés szükséges: | Nem | Nem |
|---------------------------|-----|-----|

|                                         |         |         |
|-----------------------------------------|---------|---------|
| 1 x Gyűjtősín: 1200 x 30 x 10 mm; 630 A | 99,99 W | 99,99 W |
|-----------------------------------------|---------|---------|

|                             |        |        |
|-----------------------------|--------|--------|
| 2 x Motorvédő kapcsoló: 4 A | 21,6 W | 21,6 W |
|-----------------------------|--------|--------|

|                              |        |        |
|------------------------------|--------|--------|
| 2 x Motorvédő kapcsoló: 10 A | 21,6 W | 21,6 W |
|------------------------------|--------|--------|

|                              |        |        |
|------------------------------|--------|--------|
| 4 x Motorvédő kapcsoló: 14 A | 43,2 W | 43,2 W |
|------------------------------|--------|--------|

|                                                      |       |       |
|------------------------------------------------------|-------|-------|
| 4 x Mágneskapcsoló: Schneider LC1D09BD: DC; 4 kW/9 A | 2,4 W | 2,4 W |
|------------------------------------------------------|-------|-------|

|                                                         |      |      |
|---------------------------------------------------------|------|------|
| 4 x Mágneskapcsoló: Schneider LC1D25BD: DC; 11 kW/ 25 A | 15 W | 15 W |
|---------------------------------------------------------|------|------|

|                                                           |      |      |
|-----------------------------------------------------------|------|------|
| 2 x Frekvenciaváltó: Easy Altivar 610: 3f, 400 V; 0,75 kW | 84 W | 84 W |
|-----------------------------------------------------------|------|------|

|                                                          |       |       |
|----------------------------------------------------------|-------|-------|
| 2 x Frekvenciaváltó: Easy Altivar 610: 3f, 400 V; 2,2 kW | 162 W | 162 W |
|----------------------------------------------------------|-------|-------|

|                                                        |       |       |
|--------------------------------------------------------|-------|-------|
| 2 x Frekvenciaváltó: Easy Altivar 610: 3f, 400 V; 3 kW | 206 W | 206 W |
|--------------------------------------------------------|-------|-------|

|                                                        |       |       |
|--------------------------------------------------------|-------|-------|
| 2 x Frekvenciaváltó: Easy Altivar 610: 3f, 400 V; 4 kW | 320 W | 320 W |
|--------------------------------------------------------|-------|-------|

|                                |        |        |
|--------------------------------|--------|--------|
| Beépített teljesítményvesztés: | ~976 W | ~976 W |
|--------------------------------|--------|--------|

|                                |       |       |
|--------------------------------|-------|-------|
| Hőcsere a felületen keresztül: | 460 W | 398 W |
|--------------------------------|-------|-------|

|                            |       |       |
|----------------------------|-------|-------|
| Elvezetendő disszipált hő: | 516 W | 578 W |
|----------------------------|-------|-------|

### Intézkedések a hőmérséklet fenntartásához

|                       |                                                            |                       |                       |
|-----------------------|------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1. Szűrős szellőztető | Falra szerelhető berendezés<br>SK3240.100 + 2 x SK3240.200 | 165 m <sup>3</sup> /h | 165 m <sup>3</sup> /h |
|                       | Szükséges légszállítási teljesítmény:                      | 114 m <sup>3</sup> /h | 147 m <sup>3</sup> /h |

2. Hőcserélő

3. Hűtőberendezések

4. Levegő/víz hőcserélők

5. Fűtések

Dupla fűtési teljesítmény a kültéri felállítás miatt

6. Klímaajtók

Az 1-4 cikkcsoport alternatívaként használandó

## Klímaszámítás

Kapcsolószekrény elem sz. 4

VX 8806.000

Szélesség x Magasság x Mélység: 800 x 2000 x 600 mm

A szekrény k tényezője: 5,5

Felállítás módja: Falnál álló első vagy utolsó ház

|                  |                    |                    |
|------------------|--------------------|--------------------|
| Hatásos felület: | 4,6 m <sup>2</sup> | 4,6 m <sup>2</sup> |
|------------------|--------------------|--------------------|

|                                       |       |       |
|---------------------------------------|-------|-------|
| Középhőmérséklet klimatizálás nélkül: | 25 °C | 27 °C |
|---------------------------------------|-------|-------|

|                         |     |     |
|-------------------------|-----|-----|
| Szükséges klimatizálás: | Nem | Nem |
|-------------------------|-----|-----|

|                           |     |     |
|---------------------------|-----|-----|
| Hűtőberendezés szükséges: | Nem | Nem |
|---------------------------|-----|-----|

|                                        |         |         |
|----------------------------------------|---------|---------|
| 1 x Gyűjtősín: 800 x 30 x 10 mm; 630 A | 57.36 W | 57,36 W |
|----------------------------------------|---------|---------|

|                                                           |      |      |
|-----------------------------------------------------------|------|------|
| 1 x Tápegység: Schneider Modicon Optimized: DC 24 V, 10 A | 36 W | 36 W |
|-----------------------------------------------------------|------|------|

Siemens:

|                                               |      |      |
|-----------------------------------------------|------|------|
| 1 x Tápegység: S7-1200 PM1207: DC 24 V, 2,5 A | 12 W | 12 W |
|-----------------------------------------------|------|------|

|                                      |      |      |
|--------------------------------------|------|------|
| 1 x PLC: S7-1200 CPU 1214C DC/DC/DC: | 12 W | 12 W |
|--------------------------------------|------|------|

|                                                          |     |     |
|----------------------------------------------------------|-----|-----|
| 1 x Analóg bemeneti modul: S7-1200 SM 1231 8AI TC 16BIT: | 1 W | 1 W |
|----------------------------------------------------------|-----|-----|

|                                                       |     |    |
|-------------------------------------------------------|-----|----|
| 1 x Analóg kimeneti modul: S7-1200 SM 1232 2AQ 13BIT: | 1 W | 1W |
|-------------------------------------------------------|-----|----|

|                                                                 |     |    |
|-----------------------------------------------------------------|-----|----|
| 1 x Digitális be- és kimeneti modul: S7-1200 SM 1223 16DI/16DQ: | 4 W | 4W |
|-----------------------------------------------------------------|-----|----|

|                                |        |        |
|--------------------------------|--------|--------|
| Beépített teljesítményvesztés: | ~123 W | ~123 W |
|--------------------------------|--------|--------|

|                                 |       |       |
|---------------------------------|-------|-------|
| Felületen keresztül leadott hő: | 379 W | 328 W |
|---------------------------------|-------|-------|

|                            |        |        |
|----------------------------|--------|--------|
| Elvezetendő disszipált hő: | -255 W | -205 W |
|----------------------------|--------|--------|

## Intézkedések a hőmérséklet fenntartásához

Falra szerelhető berendezés

1. Szűrős szellőztető

2. Hőcserélő

3. Hűtőberendezések

4. Levegő/víz hőcserélők

5. Fűtések

Dupla fűtési teljesítmény a kültéri felállítás miatt

6. Klímaajtók

Az 1-4 cikkcsoport alternatívaként használendő

---

**Tartozékok**

| <b>Fő cikkek / tartozékok</b> | <b>Tartozék megnevezése</b>                                   | <b>Mennyiség [db]</b> |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 3243100 / 3110000             | Termosztát<br>Kapcsolószekrény belső<br>hőmérséklet-szabályzó | 1                     |
| 3243100 / 3243200             | Kimeneti szűrő Standard                                       | 1                     |
| 3240100 / 3110000             | Termosztát<br>Kapcsolószekrény belső<br>hőmérséklet-szabályzó | 1                     |
| 3240100 / 3240200             | Kimeneti szűrő Standard                                       | 1                     |
|                               |                                                               |                       |

## Klímaszámítások: Therm 6.6

### Projekt: Szakdolgozat\_3-as eset

Cégnév: Óbudai Egyetem

Kapcsolattartó: Bajári Tamás

Gyártó: NA/NA

Telefon / fax:

### Környezeti paraméterek

|                                                              |       |       |
|--------------------------------------------------------------|-------|-------|
| maximális hőmérséklet a kapcsolószekrényen belül $T_{in}$ :  | 35 °C | 35 °C |
| maximális hőmérséklet a kapcsolószekrényen kívül $T_{out}$ : | 35 °C | 38 °C |
| tengerszint feletti magasság h: 250-499 m                    |       |       |
| Hálózati feszültség: 400 V legfeljebb 230 V                  |       |       |
| Frekvencia: 50 Hz                                            |       |       |

### Klímaszámítás

Kapcsolószekrény elem sz. 1

VX 8606.000

Szélesség x Magasság x Mélység: 600 x 2000 x 600 mm

A szekrény k tényezője: 5,5

Felállítás módja: Falnál álló első vagy utolsó ház

|                  |                    |                    |
|------------------|--------------------|--------------------|
| Hatásos felület: | 3,9 m <sup>2</sup> | 3,9 m <sup>2</sup> |
|------------------|--------------------|--------------------|

|                                       |       |       |
|---------------------------------------|-------|-------|
| Középhőmérséklet klimatizálás nélkül: | 45 °C | 48 °C |
|---------------------------------------|-------|-------|

|                         |      |      |
|-------------------------|------|------|
| Szükséges klimatizálás: | Igen | Igen |
|-------------------------|------|------|

|                           |      |      |
|---------------------------|------|------|
| Hűtőberendezés szükséges: | Igen | Igen |
|---------------------------|------|------|

|                                             |      |      |
|---------------------------------------------|------|------|
| 2 x 4 x 240mm <sup>2</sup> kábel: 1m; 630 A | 52 W | 52 W |
|---------------------------------------------|------|------|

|                                                     |         |         |
|-----------------------------------------------------|---------|---------|
| 1 x Schneider ComPacT NSX630N: 50 kA 415 VAC, 630 A | 39,69 W | 39,69 W |
|-----------------------------------------------------|---------|---------|

|                                               |         |         |
|-----------------------------------------------|---------|---------|
| 1 x Lamellált gyűjtősín: 820 x 32 x 10; 630 A | 68,33 W | 68,33 W |
|-----------------------------------------------|---------|---------|

|                                     |         |         |
|-------------------------------------|---------|---------|
| 1 x Gyűjtősín: 550 x 30 x 10; 630 A | 45,83 W | 45,83 W |
|-------------------------------------|---------|---------|

|                                |        |        |
|--------------------------------|--------|--------|
| Beépített teljesítményvesztés: | ~205 W | ~205 W |
|--------------------------------|--------|--------|

|                                 |     |       |
|---------------------------------|-----|-------|
| Felületen keresztül leadott hő: | 0 W | -64 W |
|---------------------------------|-----|-------|

|                            |       |       |
|----------------------------|-------|-------|
| Elvezetendő disszipált hő: | 205 W | 269 W |
|----------------------------|-------|-------|

### Intézkedések a hőmérséklet fenntartásához

Falra szerelhető berendezés

1. Szűrős szellőztető

2. Hőcserélő

|                     |                |         |         |
|---------------------|----------------|---------|---------|
| 3. Hűtőberendezések | 1 x SK3302.100 | (320 W) | (294 W) |
|---------------------|----------------|---------|---------|

4. Levegő/víz hőcserélők

5. Fűtések

Dupla fűtési teljesítmény a kültéri felállítás miatt

## 6. Klímaajtók

Az 1-4 cikkcsoport alternatívaként használándó

### Klímaszámítás

Kapcsolószekrény elem sz. 2

VX 8806.000

Szélesség x Magasság x Mélység: 800 x 2000 x 600 mm

A szekrény k tényezője: 5,5

Felállítás módja: Falnál álló középső ház

|                  |                    |                    |
|------------------|--------------------|--------------------|
| Hatásos felület: | 4,1 m <sup>2</sup> | 4,1 m <sup>2</sup> |
|------------------|--------------------|--------------------|

|                                       |        |        |
|---------------------------------------|--------|--------|
| Középhőmérséklet klimatizálás nélkül: | 123 °C | 126 °C |
|---------------------------------------|--------|--------|

|                         |      |      |
|-------------------------|------|------|
| Szükséges klimatizálás: | Igen | Igen |
|-------------------------|------|------|

|                           |      |      |
|---------------------------|------|------|
| Hűtőberendezés szükséges: | Igen | Igen |
|---------------------------|------|------|

|                                     |         |         |
|-------------------------------------|---------|---------|
| 1 x Gyűjtősín: 800 x 30 x 10; 630 A | 65,56 W | 65,56 W |
|-------------------------------------|---------|---------|

|                                                      |       |       |
|------------------------------------------------------|-------|-------|
| 1 x Megszakító: ComPact NSX100N MA: 50 kA 415; 100 A | 5,2 W | 5,2 W |
|------------------------------------------------------|-------|-------|

|                                                           |        |        |
|-----------------------------------------------------------|--------|--------|
| 1 x Motorvédő termikus mágneses: Schneider GVP4PE80: 80 A | 10,8 W | 10,8 W |
|-----------------------------------------------------------|--------|--------|

|                                              |        |        |
|----------------------------------------------|--------|--------|
| 1 x Mágneskapcsoló: LC1D115BD: DC; 55kW/115A | 23,7 W | 23,7 W |
|----------------------------------------------|--------|--------|

|                                            |        |        |
|--------------------------------------------|--------|--------|
| 1 x Mágneskapcsoló: LC1D80BD: DC; 37kW/80A | 15,3 W | 15,3 W |
|--------------------------------------------|--------|--------|

|                                                         |        |        |
|---------------------------------------------------------|--------|--------|
| 1 x Frekvenciaváltó: Easy Altivar 610: 3f, 400 V; 45 kW | 1121 W | 1121 W |
|---------------------------------------------------------|--------|--------|

|                                                         |       |       |
|---------------------------------------------------------|-------|-------|
| 1 x Frekvenciaváltó: Easy Altivar 610: 3f, 400 V; 30 kW | 740 W | 740 W |
|---------------------------------------------------------|-------|-------|

|                                |         |         |
|--------------------------------|---------|---------|
| Beépített teljesítményvesztés: | ~1982 W | ~1982 W |
|--------------------------------|---------|---------|

|                                 |     |       |
|---------------------------------|-----|-------|
| Felületen keresztül leadott hő: | 0 W | -68 W |
|---------------------------------|-----|-------|

|                            |        |        |
|----------------------------|--------|--------|
| Elvezetendő disszipált hő: | 1982 W | 2049 W |
|----------------------------|--------|--------|

### Intézkedések a hőmérséklet fenntartásához

Falra szerelhető berendezés

1. Szűrős szellőztető

2. Hőcserélő

|                     |                       |          |          |
|---------------------|-----------------------|----------|----------|
| 3. Hűtőberendezések | 1 x SK3329.540 Blue e | (2550 W) | (2430 W) |
|---------------------|-----------------------|----------|----------|

4. Levegő/víz hőcserélők

5. Fűtések

Dupla fűtési teljesítmény a kültéri felállítás miatt

6. Klímaajtók

Az 1-4 cikkcsoport alternatívaként használándó

## Klímaszámítás (Sorolt szekrények)

Kapcsolószekrény elem sz. 3

VX 8206.000

Szélesség x Magasság x Mélység: 1200 x 2000 x 600 mm

A szekrény k tényezője: 5,5

Felállítás módja: Falnál álló középső ház

Kapcsolószekrény elem sz. 4

VX 8806.000

Szélesség x Magasság x Mélység: 800 x 2000 x 600 mm

A szekrény k tényezője: 5,5

Felállítás módja: Falnál álló első vagy utolsó ház

Hatásos felület: 10,2 m<sup>2</sup> 10,2 m<sup>2</sup>

Középhőmérséklet klimatizálás nélkül: 55 °C 58 °C

Szükséges klimatizálás: Igen Igen

Hűtőberendezés szükséges: Igen Igen

1 x Gyűjtősín: 1200 x 30 x 10; 630 A 99,99 W 99,99 W

2 x Motorvédő kapcsoló: 4 A 21,6 W 21,6 W

2 x Motorvédő kapcsoló: 10 A 21,6 W 21,6 W

4 x Motorvédő kapcsoló: 14 A 43,2 W 43,2 W

4x Mágneskapcsoló: Schneider LC1D09BD: DC; 4 kW/9 A 2,4 W 2,4 W

4 x Mágneskapcsoló: Schneider LC1D25BD: DC; 11 kW/ 25 A 15 W 15 W

2 x Frekvenciaváltó: Easy Altivar 610: 3f, 400 V; 0,75 kW 84 W 84 W

2 x Frekvenciaváltó: Easy Altivar 610: 3f, 400 V; 2,2 kW 162 W 162 W

2 x Frekvenciaváltó: Easy Altivar 610: 3f, 400 V; 3 kW 206 W 206 W

2 x Frekvenciaváltó: Easy Altivar 610: 3f, 400 V; 4 kW 320 W 320 W

1 x Gyűjtősín: 800 x 30 x 10 mm; 630 A 57,36 W 57,36 W

1 x Tápegység: Schneider Modicon Optimized: DC 24 V, 10 A 36 W 36 W

Siemens:

1 x Tápegység: S7-1200 PM1207: DC 24 V, 2,5 A 12 W 12 W

1 x PLC: S7-1200 CPU 1214C DC/DC/DC: 12 W 12 W

1 x Analóg bemeneti modul: S7-1200 SM 1231 8AI TC 16BIT: 1 W 1 W

1 x Analóg kimeneti modul: S7-1200 SM 1232 2AQ 13BIT: 1 W 1W

1 x Digitális be- és kimeneti modul: S7-1200 SM 1223 16DI/16DQ: 4 W 4W

Beépített teljesítményvesztés: ~1099 W ~1099 W

Felületen keresztül leadott hő: 0 W -168 W

Elvezetendő disszipált hő: 1099 W 1267 W

### Intézkedések a hőmérséklet fenntartásához

(Sorolás Kapcsolószekrény elem sz. 3-4)

### Falra szerelhető berendezés

1. Szűrős szellőztető

2. Hőcserélő

3. Hűtőberendezések 1 x SK3366.540 Blue e

**(1600 W)**

**(1496 W)**

4. Levegő/víz hőcserélők

5. Fűtések

Dupla fűtési teljesítmény a kültéri felállítás miatt

6. Klímaajtók

Az 1-4 cikkszoport alternatívaként használandó

### Tartozékok

| Fő cikkek / tartozékok | Tartozék megnevezése                                                  | Mennyiség [db] |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------|
| 3302100 / 3286300      | Szűrőbetétek<br>hűtőberendezésekhez és<br>levegő/levegő hőcserélőkhöz | 1              |
| 3302100 / 3286310      | Kondenzátum elvezető<br>tömlő, 8 x 1,5 x 10 m hosszú                  | 1              |
| 3302100 / 4127010      | Ajtóhelyzet-kapcsoló                                                  | 1              |
| 3329500 / 4127010      | Ajtóhelyzet-kapcsoló                                                  | 1              |
| 3329500 / 3213320      | Légterelő                                                             | 1              |
| 3366540 / 4127010      | Ajtóhelyzet-kapcsoló                                                  | 3              |
| 3366540 / 3286400      | Szűrőbetétek<br>hűtőberendezésekhez és<br>levegő/levegő hőcserélőkhöz | 1              |
| 3302100 / 3301.600     | SK Univerzális kondenzvíz<br>felfogó tartály                          | 1              |
| 3329500 / 3301.600     | SK Univerzális kondenzvíz<br>felfogó tartály                          | 1              |
| 3366540 / 3301.600     | SK Univerzális kondenzvíz<br>felfogó tartály                          | 1              |

## Klímaszámítások: Therm 6.6

### Projekt: Szakdolgozat\_4-es eset

Cégnév: Óbudai Egyetem

Kapcsolattartó: Bajári Tamás

Gyártó: NA/NA

Telefon / fax:

### Környezeti paraméterek

|                                                              |       |       |
|--------------------------------------------------------------|-------|-------|
| maximális hőmérséklet a kapcsolószekrényen belül $T_{in}$ :  | 35 °C | 35 °C |
| maximális hőmérséklet a kapcsolószekrényen kívül $T_{out}$ : | 40 °C | 42 °C |
| tengerszint feletti magasság h: 250-499 m                    |       |       |
| Hálózati feszültség: 400 V legfeljebb 230 V                  |       |       |
| Frekvencia: 50 Hz                                            |       |       |

### Klímaszámítás

Kapcsolószekrény elem sz. 1

VX 8606000

Szélesség x Magasság x Mélység: 600 x 2000 x 600 mm

A szekrény k tényezője: 5,5

Felállítás módja: Falnál álló első vagy utolsó ház

|                  |                    |                    |
|------------------|--------------------|--------------------|
| Hatásos felület: | 3,9 m <sup>2</sup> | 3,9 m <sup>2</sup> |
|------------------|--------------------|--------------------|

|                                       |       |       |
|---------------------------------------|-------|-------|
| Középhőmérséklet klimatizálás nélkül: | 50 °C | 52 °C |
|---------------------------------------|-------|-------|

|                         |      |      |
|-------------------------|------|------|
| Szükséges klimatizálás: | Igen | Igen |
|-------------------------|------|------|

|                           |      |      |
|---------------------------|------|------|
| Hűtőberendezés szükséges: | Igen | Igen |
|---------------------------|------|------|

|                                             |      |      |
|---------------------------------------------|------|------|
| 2 x 4 x 240mm <sup>2</sup> kábel: 1m; 630 A | 52 W | 52 W |
|---------------------------------------------|------|------|

|                                                     |         |         |
|-----------------------------------------------------|---------|---------|
| 1 x Schneider ComPacT NSX630N: 50 kA 415 VAC, 630 A | 39,69 W | 39,69 W |
|-----------------------------------------------------|---------|---------|

|                                                     |         |         |
|-----------------------------------------------------|---------|---------|
| 1 x Lamellált gyűjtősín: 820mm x 32mm x 10mm; 630 A | 68,33 W | 68,33 W |
|-----------------------------------------------------|---------|---------|

|                                           |         |         |
|-------------------------------------------|---------|---------|
| 1 x Gyűjtősín: 550mm x 30mm x 10mm; 630 A | 45,83 W | 45,83 W |
|-------------------------------------------|---------|---------|

|                                |        |        |
|--------------------------------|--------|--------|
| Beépített teljesítményvesztés: | ~205 W | ~205 W |
|--------------------------------|--------|--------|

|                                 |        |        |
|---------------------------------|--------|--------|
| Felületen keresztül leadott hő: | -106 W | -149 W |
|---------------------------------|--------|--------|

|                            |       |       |
|----------------------------|-------|-------|
| Elvezetendő disszipált hő: | 311 W | 354 W |
|----------------------------|-------|-------|

### Intézkedések a hőmérséklet fenntartásához

Falra szerelhető berendezés

1. Szűrős szellőztető

2. Hőcserélő

|                     |                          |         |         |
|---------------------|--------------------------|---------|---------|
| 3. Hűtőberendezések | 1 x SK3179.800 Blue e+ S | (453 W) | (427 W) |
|---------------------|--------------------------|---------|---------|

4. Levegő/víz hőcserélők

5. Fűtések

Dupla fűtési teljesítmény a kültéri felállítás miatt

6. Klímaajtók

Az 1-4 cikkcsoport alternatívaként használandó

## Klímaszámítás

Kapcsolószekrény elem sz. 2

VX 8806000

Szélesség x Magasság x Mélység: 800 x 2000 x 600 mm

A szekrény k tényezője: 5,5

Felállítás módja: Falnál álló középső ház

|                  |                    |                    |
|------------------|--------------------|--------------------|
| Hatásos felület: | 4,1 m <sup>2</sup> | 4,1 m <sup>2</sup> |
|------------------|--------------------|--------------------|

|                                       |        |        |
|---------------------------------------|--------|--------|
| Középhőmérséklet klimatizálás nélkül: | 128 °C | 130 °C |
|---------------------------------------|--------|--------|

|                         |      |      |
|-------------------------|------|------|
| Szükséges klimatizálás: | Igen | Igen |
|-------------------------|------|------|

|                           |      |      |
|---------------------------|------|------|
| Hűtőberendezés szükséges: | Igen | Igen |
|---------------------------|------|------|

|                                           |         |         |
|-------------------------------------------|---------|---------|
| 1 x Gyűjtősín: 800mm x 30mm x 10mm; 630 A | 65,56 W | 65,56 W |
|-------------------------------------------|---------|---------|

|                                                      |       |       |
|------------------------------------------------------|-------|-------|
| 1 x Megszakító: ComPact NSX100N MA: 50 kA 415; 100 A | 5,2 W | 5,2 W |
|------------------------------------------------------|-------|-------|

|                                                           |        |        |
|-----------------------------------------------------------|--------|--------|
| 1 x Motorvédő termikus mágneses: Schneider GVP4PE80: 80 A | 10,8 W | 10,8 W |
|-----------------------------------------------------------|--------|--------|

|                                              |        |        |
|----------------------------------------------|--------|--------|
| 1 x Mágneskapcsoló: LC1D115BD: DC; 55kW/115A | 23,7 W | 23,7 W |
|----------------------------------------------|--------|--------|

|                                            |        |        |
|--------------------------------------------|--------|--------|
| 1 x Mágneskapcsoló: LC1D80BD: DC; 37kW/80A | 15,3 W | 15,3 W |
|--------------------------------------------|--------|--------|

|                                                         |        |        |
|---------------------------------------------------------|--------|--------|
| 1 x Frekvenciaváltó: Easy Altivar 610: 3f, 400 V; 45 kW | 1121 W | 1121 W |
|---------------------------------------------------------|--------|--------|

|                                                         |       |       |
|---------------------------------------------------------|-------|-------|
| 1 x Frekvenciaváltó: Easy Altivar 610: 3f, 400 V; 30 kW | 740 W | 740 W |
|---------------------------------------------------------|-------|-------|

|                                   |         |         |
|-----------------------------------|---------|---------|
| Beépített teljesítményvesztesség: | ~1982 W | ~1982 W |
|-----------------------------------|---------|---------|

|                                 |        |        |
|---------------------------------|--------|--------|
| Felületen keresztül leadott hő: | -113 W | -158 W |
|---------------------------------|--------|--------|

|                            |        |        |
|----------------------------|--------|--------|
| Elvezetendő disszipált hő: | 2095 W | 2140 W |
|----------------------------|--------|--------|

## Intézkedések a hőmérséklet fenntartásához

Falra szerelhető berendezés

1. Szűrős szellőztető

2. Hőcserélő

|                     |                         |          |          |
|---------------------|-------------------------|----------|----------|
| 3. Hűtőberendezések | 1 x SK3187.930 Blue e + | (2317 W) | (2203 W) |
|---------------------|-------------------------|----------|----------|

4. Levegő/víz hőcserélők

5. Fűtések

Dupla fűtési teljesítmény a kültéri felállítás miatt

6. Klímaajtók

Az 1-4 cikkcsoport alternatívaként használandó

## Klímaszámítás (Sorolt szekrények)

Kapcsolószekrény elem sz. 3

VX 8206000

Szélesség x Magasság x Mélység: 1200 x 2000 x 600 mm

A szekrény k tényezője: 5,5

Felállítás módja: Falnál álló középső ház

Kapcsolószekrény elem sz. 4

VX 8806000

Szélesség x Magasság x Mélység: 800 x 2000 x 600 mm

A szekrény k tényezője: 5,5

Felállítás módja: Falnál álló első vagy utolsó ház

Hatásos felület: 10,2 m<sup>2</sup> 10,2 m<sup>2</sup>

Középhőmérséklet klimatizálás nélkül: 60 °C 62 °C

Szükséges klimatizálás: Igen Igen

Hűtőberendezés szükséges: Igen Igen

1 x Gyűjtősín: 1200mm x 30mm x 10mm; 630 A 99,99 W 99,99 W

2 x Motorvédő kapcsoló: 4 A 21,6 W 21,6 W

2 x Motorvédő kapcsoló: 10 A 21,6 W 21,6 W

4 x Motorvédő kapcsoló: 14 A 43,2 W 43,2 W

4x Mágneskapcsoló: Schneider LC1D09BD: DC; 4 kW/9 A 2,4 W 2,4 W

4 x Mágneskapcsoló: Schneider LC1D25BD: DC; 11 kW/ 25 A 15 W 15 W

2 x Frekvenciaváltó: Easy Altivar 610: 3f, 400 V; 0,75 kW 84 W 84 W

2 x Frekvenciaváltó: Easy Altivar 610: 3f, 400 V; 2,2 kW 162 W 162 W

2 x Frekvenciaváltó: Easy Altivar 610: 3f, 400 V; 3 kW 206 W 206 W

2 x Frekvenciaváltó: Easy Altivar 610: 3f, 400 V; 4 kW 320 W 320 W

1 x Gyűjtősín: 800mm x 30 mm x 10 mm; 630 A 57,36 W 57,36 W

1 x Tápegység: Schneider Modicon Optimized: DC 24 V, 10 A 36 W 36 W

Siemens:

1 x Tápegység: S7-1200 PM1207: DC 24 V, 2,5 A 12 W 12 W

1 x PLC: S7-1200 CPU 1214C DC/DC/DC: 12 W 12 W

1 x Analóg bemeneti modul: S7-1200 SM 1231 8AI TC 16BIT: 1 W 1 W

1 x Analóg kimeneti modul: S7-1200 SM 1232 2AQ 13BIT: 1 W 1W

1 x Digitális be- és kimeneti modul: S7-1200 SM 1223 16DI/16DQ: 4 W 4W

---

Beépített teljesítményvesztés: ~1099 W ~1099 W

Felületen keresztül leadott hő: -279 W -391 W

Elvezetendő disszipált hő: 1379 W 1490 W

### Intézkedések a hőmérséklet fenntartásához

(Sorolás Kapcsolószekrény elem sz. 3-4)

## Falra szerelhető berendezés

1. Szűrős szellőztető

2. Hőcserélő

3. Hűtőberendezések 1 x SK3187.930 Blue e +

(2317 W)

(2203 W)

4. Levegő/víz hőcserélők

5. Fűtések

Dupla fűtési teljesítmény a kültéri felállítás miatt

6. Klímaajtók

Az 1-4 cikkszoport alternatívaként használandó

## Tartozékok

| Fő cikkek / tartozékok | Tartozék megnevezése                      | Mennyiség [db] |
|------------------------|-------------------------------------------|----------------|
| 3179.800 / 4127.010    | Ajtóhelyzet-kapcsoló                      | 1              |
| 3179.800 / 3301.608    | Kondenzvízvezeték<br>Ø8x1,5mm, 10m        | 1              |
| 3179.800 / 3301.600    | Univerzális kondenzvíz<br>felfogó tartály | 1              |
| 3187.930 / 4127.010    | Ajtóhelyzet-kapcsoló                      | 4              |
| 3187.930 / 3301.612    | Kondenzvízvezeték<br>Ø12x2mm, 10m         | 2              |
| 3187.930 / 3301.600    | Univerzális kondenzvíz<br>felfogó tartály | 2              |

## Klímaszámítások: Therm 6.6

### Projekt: Szakdolgozat\_5-ös eset

Cégnév: Óbudai Egyetem

Kapcsolattartó: Bajári Tamás

Gyártó: NA/NA

Telefon / fax:

### Környezeti paraméterek

|                                                              |       |       |
|--------------------------------------------------------------|-------|-------|
| maximális hőmérséklet a kapcsolószekrényen belül $T_{in}$ :  | 35 °C | 35 °C |
| maximális hőmérséklet a kapcsolószekrényen kívül $T_{out}$ : | 35 °C | 39 °C |
| tengerszint feletti magasság h: 250-499 m                    |       |       |
| Hálózati feszültség: 400 V legfeljebb 230 V                  |       |       |
| Frekvencia: 50 Hz                                            |       |       |

### Klímaszámítás

Kapcsolószekrény elem sz. 1

VX 8606.000

Szélesség x Magasság x Mélység: 600 x 2000 x 600 mm

A szekrény k tényezője: 5,5

Felállítás módja: Falnál álló első vagy utolsó ház

|                  |                    |                    |
|------------------|--------------------|--------------------|
| Hatásos felület: | 3,9 m <sup>2</sup> | 3,9 m <sup>2</sup> |
|------------------|--------------------|--------------------|

|                                       |       |       |
|---------------------------------------|-------|-------|
| Középhőmérséklet klimatizálás nélkül: | 45 °C | 49 °C |
|---------------------------------------|-------|-------|

|                         |      |      |
|-------------------------|------|------|
| Szükséges klimatizálás: | Igen | Igen |
|-------------------------|------|------|

|                           |      |      |
|---------------------------|------|------|
| Hűtőberendezés szükséges: | Igen | Igen |
|---------------------------|------|------|

|                                             |      |      |
|---------------------------------------------|------|------|
| 2 x 4 x 240mm <sup>2</sup> kábel: 1m; 630 A | 52 W | 52 W |
|---------------------------------------------|------|------|

|                                                     |         |         |
|-----------------------------------------------------|---------|---------|
| 1 x Schneider ComPacT NSX630N: 50 kA 415 VAC, 630 A | 39,69 W | 39,69 W |
|-----------------------------------------------------|---------|---------|

|                                                     |         |         |
|-----------------------------------------------------|---------|---------|
| 1 x Lamellált gyűjtősín: 820mm x 32mm x 10mm; 630 A | 68,33 W | 68,33 W |
|-----------------------------------------------------|---------|---------|

|                                           |         |         |
|-------------------------------------------|---------|---------|
| 1 x Gyűjtősín: 550mm x 30mm x 10mm; 630 A | 45,83 W | 45,83 W |
|-------------------------------------------|---------|---------|

|                                |        |        |
|--------------------------------|--------|--------|
| Beépített teljesítményvesztés: | ~205 W | ~205 W |
|--------------------------------|--------|--------|

|                                 |     |       |
|---------------------------------|-----|-------|
| Felületen keresztül leadott hő: | 0 W | -85 W |
|---------------------------------|-----|-------|

|                            |       |       |
|----------------------------|-------|-------|
| Elvezetendő disszipált hő: | 205 W | 290 W |
|----------------------------|-------|-------|

### Intézkedések a hőmérséklet fenntartásához

Falra szerelhető berendezés

1. Szűrős szellőztető

2. Hőcserélő

|                     |                                    |         |         |
|---------------------|------------------------------------|---------|---------|
| 3. Hűtőberendezések | 1 x SK3303.508 UL Type 3R/4 Blue e | (483 W) | (435 W) |
|---------------------|------------------------------------|---------|---------|

4. Levegő/víz hőcserélők

5. Fűtések

|                                           |       |       |
|-------------------------------------------|-------|-------|
| Előírt belső hőmérséklet: $T_{in\_cél}$ : | 10 °C | 11 °C |
|-------------------------------------------|-------|-------|

|                                              |        |        |
|----------------------------------------------|--------|--------|
| Minimális külső hőmérséklet $T_{out\_min}$ : | -10 °C | -10 °C |
|----------------------------------------------|--------|--------|

|                                       |                |                |
|---------------------------------------|----------------|----------------|
| <b>Szükséges fűtési teljesítmény:</b> | <b>425 W</b>   | <b>446 W</b>   |
| Fűtés                                 | <b>(500 W)</b> | <b>(500 W)</b> |

## 6. Klímaajtók

Az 1-4 cikkesoport alternatívaként használandó

## Klímaszámítás

Kapcsolószekrény elem sz. 2

VX 8806.000

Szélesség x Magasság x Mélység: 800 x 2000 x 600 mm

A szekrény k tényezője: 5,5

Felállítás módja: Falnál álló középső ház

|                  |                    |                    |
|------------------|--------------------|--------------------|
| Hatásos felület: | 4,1 m <sup>2</sup> | 4,1 m <sup>2</sup> |
|------------------|--------------------|--------------------|

|                                       |        |        |
|---------------------------------------|--------|--------|
| Középhőmérséklet klimatizálás nélkül: | 123 °C | 127 °C |
|---------------------------------------|--------|--------|

|                         |      |      |
|-------------------------|------|------|
| Szükséges klimatizálás: | Igen | Igen |
|-------------------------|------|------|

|                           |      |      |
|---------------------------|------|------|
| Hűtőberendezés szükséges: | Igen | Igen |
|---------------------------|------|------|

|                                           |         |         |
|-------------------------------------------|---------|---------|
| 1 x Gyűjtősin: 800mm x 30mm x 10mm; 630 A | 65,56 W | 65,56 W |
|-------------------------------------------|---------|---------|

|                                                      |       |       |
|------------------------------------------------------|-------|-------|
| 1 x Megszakító: ComPact NSX100N MA: 50 kA 415; 100 A | 5,2 W | 5,2 W |
|------------------------------------------------------|-------|-------|

|                                                           |        |        |
|-----------------------------------------------------------|--------|--------|
| 1 x Motorvédő termikus mágneses: Schneider GVP4PE80: 80 A | 10,8 W | 10,8 W |
|-----------------------------------------------------------|--------|--------|

|                                              |        |        |
|----------------------------------------------|--------|--------|
| 1 x Mágneskapcsoló: LC1D115BD: DC; 55kW/115A | 23,7 W | 23,7 W |
|----------------------------------------------|--------|--------|

|                                            |        |        |
|--------------------------------------------|--------|--------|
| 1 x Mágneskapcsoló: LC1D80BD: DC; 37kW/80A | 15,3 W | 15,3 W |
|--------------------------------------------|--------|--------|

|                                                         |        |        |
|---------------------------------------------------------|--------|--------|
| 1 x Frekvenciaváltó: Easy Altivar 610: 3f, 400 V; 45 kW | 1121 W | 1121 W |
|---------------------------------------------------------|--------|--------|

|                                                         |       |       |
|---------------------------------------------------------|-------|-------|
| 1 x Frekvenciaváltó: Easy Altivar 610: 3f, 400 V; 30 kW | 740 W | 740 W |
|---------------------------------------------------------|-------|-------|

|                                |         |         |
|--------------------------------|---------|---------|
| Beépített teljesítményvesztés: | ~1982 W | ~1982 W |
|--------------------------------|---------|---------|

|                                 |     |       |
|---------------------------------|-----|-------|
| Felületen keresztül leadott hő: | 0 W | -90 W |
|---------------------------------|-----|-------|

|                            |        |        |
|----------------------------|--------|--------|
| Elvezetendő disszipált hő: | 1982 W | 2072 W |
|----------------------------|--------|--------|

## Intézkedések a hőmérséklet fenntartásához

Falra szerelhető berendezés

1. Szűrős szellőztető

2. Hőcserélő

|                     |                                    |          |          |
|---------------------|------------------------------------|----------|----------|
| 3. Hűtőberendezések | 1 x SK3329.548 UL Type 3R/4 Blue e | (2550 W) | (2390 W) |
|---------------------|------------------------------------|----------|----------|

4. Levegő/víz hőcserélők

5. Fűtések

|                                                    |       |       |
|----------------------------------------------------|-------|-------|
| Előírt belső hőmérséklet: T <sub>in_eloirt</sub> : | 10 °C | 11 °C |
|----------------------------------------------------|-------|-------|

|                                                    |        |        |
|----------------------------------------------------|--------|--------|
| Minimális külső hőmérséklet T <sub>out_min</sub> : | -10 °C | -10 °C |
|----------------------------------------------------|--------|--------|

|                                       |              |              |
|---------------------------------------|--------------|--------------|
| <b>Szükséges fűtési teljesítmény:</b> | <b>452 W</b> | <b>475 W</b> |
|---------------------------------------|--------------|--------------|

|       |                        |         |         |
|-------|------------------------|---------|---------|
| Fűtés | 2 x SK3105.380 (250 W) | (500 W) | (500 W) |
|-------|------------------------|---------|---------|

## 6. Klímaajtók

Az 1-4 cikkesoport alternatívaként használandó

## Klímaszámítás (Sorolt szekrények)

Kapcsolószekrény elem sz. 3

VX 8206.000

Szélesség x Magasság x Mélység: 1200 x 2000 x 600 mm

A szekrény k tényezője: 5,5

Felállítás módja: Falnál álló középső ház

Kapcsolószekrény elem sz. 4

VX 8806.000

Szélesség x Magasság x Mélység: 800 x 2000 x 600 mm

A szekrény k tényezője: 5,5

Felállítás módja: Falnál álló első vagy utolsó ház

Hatásos felület: 10,2 m<sup>2</sup> 10,2 m<sup>2</sup>

Középhőmérséklet klimatizálás nélkül: 55 °C 59 °C

Szükséges klimatizálás: Igen Igen

Hűtőberendezés szükséges: Igen Igen

1 x Gyűjtősín: 1200mm x 30mm x 10mm; 630 A 99,99 W 99,99 W

2 x Motorvédő kapcsoló: 4 A 21,6 W 21,6 W

2 x Motorvédő kapcsoló: 10 A 21,6 W 21,6 W

4 x Motorvédő kapcsoló: 14 A 43,2 W 43,2 W

4x Mágneskapcsoló: Schneider LC1D09BD: DC; 4 kW/9 A 2,4 W 2,4 W

4 x Mágneskapcsoló: Schneider LC1D25BD: DC; 11 kW/ 25 A 15 W 15 W

2 x Frekvenciaváltó: Easy Altivar 610: 3f, 400 V; 0,75 kW 84 W 84 W

2 x Frekvenciaváltó: Easy Altivar 610: 3f, 400 V; 2,2 kW 162 W 162 W

2 x Frekvenciaváltó: Easy Altivar 610: 3f, 400 V; 3 kW 206 W 206 W

2 x Frekvenciaváltó: Easy Altivar 610: 3f, 400 V; 4 kW 320 W 320 W

1 x Gyűjtősín: 800 mm x 30 mm x 10 mm; 630 A 57,36 W 57,36 W

1 x Tápegység: Schneider Modicon Optimized: DC 24 V, 10 A 36 W 36 W

Siemens:

1 x Tápegység: S7-1200 PM1207: DC 24 V, 2,5 A 12 W 12 W

1 x PLC: S7-1200 CPU 1214C DC/DC/DC: 12 W 12 W

1 x Analóg bemeneti modul: S7-1200 SM 1231 8AI TC 16BIT: 1 W 1 W

1 x Analóg kimeneti modul: S7-1200 SM 1232 2AQ 13BIT: 1 W 1W

1 x Digitális be- és kimeneti modul: S7-1200 SM 1223 16DI/16DQ: 4 W 4W

---

Beépített teljesítményvesztés: ~1099 W ~1099 W

Felületen keresztül leadott hő: 0 W -224 W

Elvezetendő disszipált hő: 1099 W 1323 W

### Intézkedések a hőmérséklet fenntartásához

(Sorolás Kapcsolószekrény elem sz. 3-4)

Falra szerelhető berendezés

1. Szűrős szellőztető

2. Hőcserélő
3. Hűtőberendezések 1 x SK3305.548 UL Type 3R/4 Blue e **(1490 W)** **(1370 W)**
4. Levegő/víz hőcserélők
5. Fűtések
- Előírt belső hőmérséklet:  $T_{in\_előirt}$ : 10 °C 11 °C
- Minimális külső hőmérséklet  $T_{out\_min}$ : -10 °C -10 °C
- Szükséges fűtési teljesítmény:** 1118 W 1173 W
- Fűtés: 3 x SK3105.390 (400 W) **(1200 W)** **(1200 W)**
6. Klímaajtók
- Az 1-4 cikkszoport alternatívaként használándó

## Tartozékok

| Fő cikkek / tartozékok | Tartozék megnevezése                                          | Mennyiség [db] |
|------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------|
| 3105.380 / 3110.000    | Termosztát<br>Kapcsolószekrény belső<br>hőmérséklet-szabályzó | 2              |
| 3105.380 / 3118.000    | Higrosztát                                                    | 2              |
| 3105.390 / 3110.000    | Termosztát<br>Kapcsolószekrény belső<br>hőmérséklet-szabályzó | 3              |
| 3105.390 / 311.8000    | Higrosztát                                                    | 3              |
| 3303.508 / 4127.010    | Ajtóhelyzet-kapcsoló                                          | 1              |
| 3329.548 / 4127.010    | Ajtóhelyzet-kapcsoló                                          | 1              |
| 3305.548 / 4127.010    | Ajtóhelyzet-kapcsoló                                          | 3              |
| 3303.508 / 3301.600    | SK Univerzális kondenzvíz<br>felfogó tartály                  | 1              |
| 3329.548 / 3301.600    | SK Univerzális kondenzvíz<br>felfogó tartály                  | 1              |
| 3305.548 / 3301.600    | SK Univerzális kondenzvíz<br>felfogó tartály                  | 1              |
|                        |                                                               |                |

## Klímaszámítások: Therm 6.6

### Projekt: Szakdolgozat\_+5-ös eset

Cégnév: Óbudai Egyetem

Kapcsolattartó: Bajári Tamás

Gyártó: NA/NA

Telefon / fax:

### Környezeti paraméterek

|                                                              |       |       |
|--------------------------------------------------------------|-------|-------|
| maximális hőmérséklet a kapcsolószekrényen belül $T_{in}$ :  | 35 °C | 35 °C |
| maximális hőmérséklet a kapcsolószekrényen kívül $T_{out}$ : | 35 °C | 41 °C |
| tengerszint feletti magasság h: 250-499 m                    |       |       |
| Hálózati feszültség: 400 V legfeljebb 230 V                  |       |       |
| Frekvencia: 50 Hz                                            |       |       |

### Klímaszámítás

Kapcsolószekrény elem sz. 1

VX 8606.000

Szélesség x Magasság x Mélység: 600 x 2000 x 600 mm

A szekrény k tényezője: 5,5

Felállítás módja: Falnál álló első vagy utolsó ház

|                  |                    |                    |
|------------------|--------------------|--------------------|
| Hatásos felület: | 3,9 m <sup>2</sup> | 3,9 m <sup>2</sup> |
|------------------|--------------------|--------------------|

|                                       |       |       |
|---------------------------------------|-------|-------|
| Középhőmérséklet klimatizálás nélkül: | 45 °C | 51 °C |
|---------------------------------------|-------|-------|

|                         |      |      |
|-------------------------|------|------|
| Szükséges klimatizálás: | Igen | Igen |
|-------------------------|------|------|

|                           |      |      |
|---------------------------|------|------|
| Hűtőberendezés szükséges: | Igen | Igen |
|---------------------------|------|------|

|                                             |      |      |
|---------------------------------------------|------|------|
| 2 x 4 x 240mm <sup>2</sup> kábel: 1m; 630 A | 52 W | 52 W |
|---------------------------------------------|------|------|

|                                                     |         |         |
|-----------------------------------------------------|---------|---------|
| 1 x Schneider ComPacT NSX630N: 50 kA 415 VAC, 630 A | 39,69 W | 39,69 W |
|-----------------------------------------------------|---------|---------|

|                                                     |         |         |
|-----------------------------------------------------|---------|---------|
| 1 x Lamellált gyűjtősín: 820mm x 32mm x 10mm; 630 A | 68,33 W | 68,33 W |
|-----------------------------------------------------|---------|---------|

|                                           |         |         |
|-------------------------------------------|---------|---------|
| 1 x Gyűjtősín: 550mm x 30mm x 10mm; 630 A | 45,83 W | 45,83 W |
|-------------------------------------------|---------|---------|

|                                |        |        |
|--------------------------------|--------|--------|
| Beépített teljesítményvesztés: | ~205 W | ~205 W |
|--------------------------------|--------|--------|

|                                 |     |        |
|---------------------------------|-----|--------|
| Felületen keresztül leadott hő: | 0 W | -127 W |
|---------------------------------|-----|--------|

|                            |       |       |
|----------------------------|-------|-------|
| Elvezetendő disszipált hő: | 205 W | 333 W |
|----------------------------|-------|-------|

### Intézkedések a hőmérséklet fenntartásához

Falra szerelhető berendezés

1. Szűrős szellőztető

2. Hőcserélő

|                     |                                    |         |         |
|---------------------|------------------------------------|---------|---------|
| 3. Hűtőberendezések | 1 x SK3303.508 UL Type 3R/4 Blue e | (483 W) | (411 W) |
|---------------------|------------------------------------|---------|---------|

4. Levegő/víz hőcserélők

5. Fűtések

|                                           |       |       |
|-------------------------------------------|-------|-------|
| Előírt belső hőmérséklet: $T_{in\_cél}$ : | 10 °C | 11 °C |
|-------------------------------------------|-------|-------|

|                                              |        |        |
|----------------------------------------------|--------|--------|
| Minimális külső hőmérséklet $T_{out\_min}$ : | -10 °C | -10 °C |
|----------------------------------------------|--------|--------|

|                                       |                |                |
|---------------------------------------|----------------|----------------|
| <b>Szükséges fűtési teljesítmény:</b> | <b>425 W</b>   | <b>446 W</b>   |
| Fűtés                                 | <b>(500 W)</b> | <b>(500 W)</b> |

2 x SK3105.380 (250 W)

## 6. Klímaajtók

Az 1-4 cikkesoport alternatívaként használandó

## Klímaszámítás

Kapcsolószekrény elem sz. 2

VX 8206.000

Szélesség x Magasság x Mélység: 1200 x 2000 x 600 mm

A szekrény k tényezője: 5,5

Felállítás módja: Falnál álló középső ház

|                  |                    |                    |
|------------------|--------------------|--------------------|
| Hatásos felület: | 5,6 m <sup>2</sup> | 5,6 m <sup>2</sup> |
|------------------|--------------------|--------------------|

|                                       |        |               |
|---------------------------------------|--------|---------------|
| Középhőmérséklet klimatizálás nélkül: | 110 °C | <b>116 °C</b> |
|---------------------------------------|--------|---------------|

|                         |      |      |
|-------------------------|------|------|
| Szükséges klimatizálás: | Igen | Igen |
|-------------------------|------|------|

|                           |      |      |
|---------------------------|------|------|
| Hűtőberendezés szükséges: | Igen | Igen |
|---------------------------|------|------|

|                                            |         |         |
|--------------------------------------------|---------|---------|
| 1 x Gyűjtősín: 1200mm x 30mm x 10mm; 630 A | 99,99 W | 99,99 W |
|--------------------------------------------|---------|---------|

|                                                      |       |       |
|------------------------------------------------------|-------|-------|
| 1 x Megszakító: ComPact NSX100N MA: 50 kA 415; 100 A | 5,2 W | 5,2 W |
|------------------------------------------------------|-------|-------|

|                                                           |        |        |
|-----------------------------------------------------------|--------|--------|
| 1 x Motorvédő termikus mágneses: Schneider GVP4PE80: 80 A | 10,8 W | 10,8 W |
|-----------------------------------------------------------|--------|--------|

|                              |        |        |
|------------------------------|--------|--------|
| 2 x Motorvédő kapcsoló: 14 A | 21,6 W | 21,6 W |
|------------------------------|--------|--------|

|                                              |        |        |
|----------------------------------------------|--------|--------|
| 1 x Mágneskapcsoló: LC1D115BD: DC; 55kW/115A | 23,7 W | 23,7 W |
|----------------------------------------------|--------|--------|

|                                            |        |        |
|--------------------------------------------|--------|--------|
| 1 x Mágneskapcsoló: LC1D80BD: DC; 37kW/80A | 15,3 W | 15,3 W |
|--------------------------------------------|--------|--------|

|                                                         |       |       |
|---------------------------------------------------------|-------|-------|
| 2 x Mágneskapcsoló: Schneider LC1D25BD: DC; 11 kW/ 25 A | 7,5 W | 7,5 W |
|---------------------------------------------------------|-------|-------|

|                                                         |        |        |
|---------------------------------------------------------|--------|--------|
| 1 x Frekvenciaváltó: Easy Altivar 610: 3f, 400 V; 45 kW | 1121 W | 1121 W |
|---------------------------------------------------------|--------|--------|

|                                                         |       |       |
|---------------------------------------------------------|-------|-------|
| 1 x Frekvenciaváltó: Easy Altivar 610: 3f, 400 V; 30 kW | 740 W | 740 W |
|---------------------------------------------------------|-------|-------|

|                                                        |       |       |
|--------------------------------------------------------|-------|-------|
| 1 x Frekvenciaváltó: Easy Altivar 610: 3f, 400 V; 4 kW | 160 W | 160 W |
|--------------------------------------------------------|-------|-------|

|                                                        |       |       |
|--------------------------------------------------------|-------|-------|
| 1 x Frekvenciaváltó: Easy Altivar 610: 3f, 400 V; 3 kW | 103 W | 103 W |
|--------------------------------------------------------|-------|-------|

|                                   |                |                |
|-----------------------------------|----------------|----------------|
| Beépített teljesítményvesztesség: | <b>~2308 W</b> | <b>~2308 W</b> |
|-----------------------------------|----------------|----------------|

|                                        |            |               |
|----------------------------------------|------------|---------------|
| <b>Felületen keresztül leadott hő:</b> | <b>0 W</b> | <b>-184 W</b> |
|----------------------------------------|------------|---------------|

|                                   |               |               |
|-----------------------------------|---------------|---------------|
| <b>Elvezetendő disszipált hő:</b> | <b>2308 W</b> | <b>2492 W</b> |
|-----------------------------------|---------------|---------------|

## Intézkedések a hőmérséklet fenntartásához

Falra szerelhető berendezés

1. Szűrős szellőztető

2. Hőcserélő

|                     |                                     |               |               |
|---------------------|-------------------------------------|---------------|---------------|
| 3. Hűtőberendezések | 2 x SK3185.330 UL Type 3R/4 Blue e+ | <b>3000 W</b> | <b>2704 W</b> |
|---------------------|-------------------------------------|---------------|---------------|

4. Levegő/víz hőcserélők

5. Fűtések

|                                                    |       |              |
|----------------------------------------------------|-------|--------------|
| Előírt belső hőmérséklet: T <sub>in_eloirt</sub> : | 10 °C | <b>11 °C</b> |
|----------------------------------------------------|-------|--------------|

|                                                    |        |        |
|----------------------------------------------------|--------|--------|
| Minimális külső hőmérséklet T <sub>out_min</sub> : | -10 °C | -10 °C |
|----------------------------------------------------|--------|--------|

|                                       |              |              |
|---------------------------------------|--------------|--------------|
| <b>Szükséges fűtési teljesítmény:</b> | <b>613 W</b> | <b>643 W</b> |
|---------------------------------------|--------------|--------------|

|       |                                             |              |              |
|-------|---------------------------------------------|--------------|--------------|
| Fűtés | 1 x SK3105.380 (250 W) + SK3105.380 (400 W) | <b>650 W</b> | <b>650 W</b> |
|-------|---------------------------------------------|--------------|--------------|

## 6. Klímaajtók

Az 1-4 cikkesoport alternatívaként használandó

### Klímaszámítás (Sorolt szekrények)

Kapcsolószekrény elem sz. 3

VX 8806.000

Szélesség x Magasság x Mélység: 800 x 2000 x 600 mm

A szekrény k tényezője: 5,5

Felállítás módja: Falnál álló középső ház

Kapcsolószekrény elem sz. 4

VX 8806.000

Szélesség x Magasság x Mélység: 800 x 2000 x 600 mm

A szekrény k tényezője: 5,5

Felállítás módja: Falnál álló első vagy utolsó ház

Hatásos felület:

8 m<sup>2</sup>

8 m<sup>2</sup>

Középhőmérséklet klimatizálás nélkül:

52 °C

59 °C

Szükséges klimatizálás:

Igen

Igen

Hűtőberendezés szükséges:

Igen

Igen

1 x Gyűjtősín: 1200mm x 30mm x 10mm; 630 A

57,36 W

57,36 W

2 x Motorvédő kapcsoló: 4 A

21,6 W

21,6 W

2 x Motorvédő kapcsoló: 10 A

21,6 W

21,6 W

2 x Motorvédő kapcsoló: 14 A

21,6 W

21,6 W

4x Mágneskapcsoló: Schneider LC1D09BD: DC; 4 kW/9 A

2,4 W

2,4 W

2 x Mágneskapcsoló: Schneider LC1D25BD: DC; 11 kW/ 25 A

7,5 W

7,5 W

2 x Frekvenciaváltó: Easy Altivar 610: 3f, 400 V; 0,75 kW

84 W

84 W

2 x Frekvenciaváltó: Easy Altivar 610: 3f, 400 V; 2,2 kW

162 W

162 W

1 x Frekvenciaváltó: Easy Altivar 610: 3f, 400 V; 3 kW

103 W

103 W

1 x Frekvenciaváltó: Easy Altivar 610: 3f, 400 V; 4 kW

160 W

160 W

1 x Gyűjtősín: 800 mm x 30 mm x 10 mm; 630 A

57,36 W

57,36 W

1 x Tápegység: Schneider Modicon Optimized: DC 24 V, 10 A

36 W

36 W

Siemens:

1 x Tápegység: S7-1200 PM1207: DC 24 V, 2,5 A

12 W

12 W

1 x PLC: S7-1200 CPU 1214C DC/DC/DC:

12 W

12 W

1 x Analóg bemeneti modul: S7-1200 SM 1231 8AI TC 16BIT:

1 W

1 W

1 x Analóg kimeneti modul: S7-1200 SM 1232 2AQ 13BIT:

1 W

1 W

1 x Digitális be- és kimeneti modul: S7-1200 SM 1223 16DI/16DQ:

4 W

4 W

Beépített teljesítményvesztés:

~763 W

~763 W

Felületen keresztül leadott hő:

0 W

-287 W

Elvezetendő disszipált hő:

763 W

1051 W

## Intézkedések a hőmérséklet fenntartásához

(Sorolás Kapcsolószekrény elem sz. 3-4)

### Falra szerelhető berendezés

1. Szűrős szellőztető

2. Hőcserélő

3. Hűtőberendezések 1 x SK3304.548 UL Type 3R/4 Blue e **1161 W** **1083 W**

4. Levegő/víz hőcserélők

5. Fűtések

Előírt belső hőmérséklet:  $T_{in\_eloirt}$ : 10 °C 11 °C

Minimális külső hőmérséklet  $T_{out\_min}$ : -10 °C -10 °C

**Szükséges fűtési teljesítmény:** **877 W** **921 W**

Fűtés: 1 x SK3105.400 (800 W) + SK3105.380 (250 W) **(1050 W)** **(1050 W)**

6. Klímaajtók

Az 1-4 cikkszoport alternatívaként használandó

### Tartozékok

| Fő cikkek / tartozékok | Tartozék megnevezése                                          | Mennyiség [db] |
|------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------|
| 3105.380 / 3110.000    | Termosztát<br>Kapcsolószekrény belső<br>hőmérséklet-szabályzó | 2              |
| 3105.380 / 3118.000    | Higrosztát                                                    | 2              |
| 3105.390 / 3110.000    | Termosztát<br>Kapcsolószekrény belső<br>hőmérséklet-szabályzó | 3              |
| 3105.390 / 311.8000    | Higrosztát                                                    | 3              |
| 3303.508 / 4127.010    | Ajtóhelyzet-kapcsoló                                          | 1              |
| 3185.330 / 4127.010    | Ajtóhelyzet-kapcsoló                                          | 2              |
| 3304.548 / 4127.010    | Ajtóhelyzet-kapcsoló                                          | 2              |
| 3303.508 / 3301.600    | SK Univerzális kondenzvíz<br>felfogó tartály                  | 1              |
| 3185.330 / 3301.600    | SK Univerzális kondenzvíz<br>felfogó tartály                  | 1              |
| 3304.548 / 3301.600    | SK Univerzális kondenzvíz<br>felfogó tartály                  | 1              |
|                        |                                                               |                |

**10.számú melléklet: Hűtési berendezések és jelölésük**

| <b>Eset száma</b> | <b>Jelölés</b> | <b>Megnevezés</b> | <b>Típus</b>                       |
|-------------------|----------------|-------------------|------------------------------------|
| 2.eset            | Ventilator_1   | Ventilátor        | SK3243.100                         |
|                   | Ventilator_2   | Ventilátor        | SK3240.100                         |
|                   | Szuro_1        | Szűrő             | SK3243.200                         |
|                   | Szuro_1        | Szűrő             | SK3240.200                         |
|                   | Szuro_1        | Szűrő             | SK3240.200                         |
| 3.eset            | Klima_3.1      | Fali klíma        | SK3302.100                         |
|                   | Klima_3.2      | Fali klíma        | SK3329.540 Blue e                  |
|                   | Klima_3.3      | Fali klíma        | SK3366.540 Blue e                  |
| 4.eset            | Klima_4.1      | Fali klíma        | SK3179.800 Blue e+ S               |
|                   | Klima_4.2      | Fali klíma        | SK3187.930 Blue e +                |
|                   | Klima_4.3      | Fali klíma        | SK3187.930 Blue e +                |
| 5.eset            | Klima_5.1      | Fali klíma        | SK3303.508 UL Type 3R/4<br>Blue e  |
|                   | Klima_5.2      | Fali klíma        | SK3329.548 UL Type 3R/4<br>Blue e  |
|                   | Klima_5.3      | Fali klíma        | SK3305.548 UL Type 3R/4<br>Blue e  |
| +5.eset           | Klima_+5.1     | Fali klíma        | SK3303.508 UL Type 3R/4<br>Blue e  |
|                   | Klima_+5.2     | Fali klíma        | SK3185.330 UL Type 3R/4<br>Blue e+ |
|                   | Klima_+5.3     | Fali klíma        | SK3185.330 UL Type 3R/4<br>Blue e+ |
|                   | Klima_+5.4     | Fali klíma        | SK3304.548 UL Type 3R/4<br>Blue e  |

**11.számú melléklet: 2.eset Hűtési kialakítás**

Forrás: AutoCAD 2021

**12.számú melléklet: 3.eset Hűtési kialakítás**

Forrás: AutoCAD 2021

**13.számú melléklet: 4.eset Hűtési kialakítás**

Forrás: AutoCAD 2021

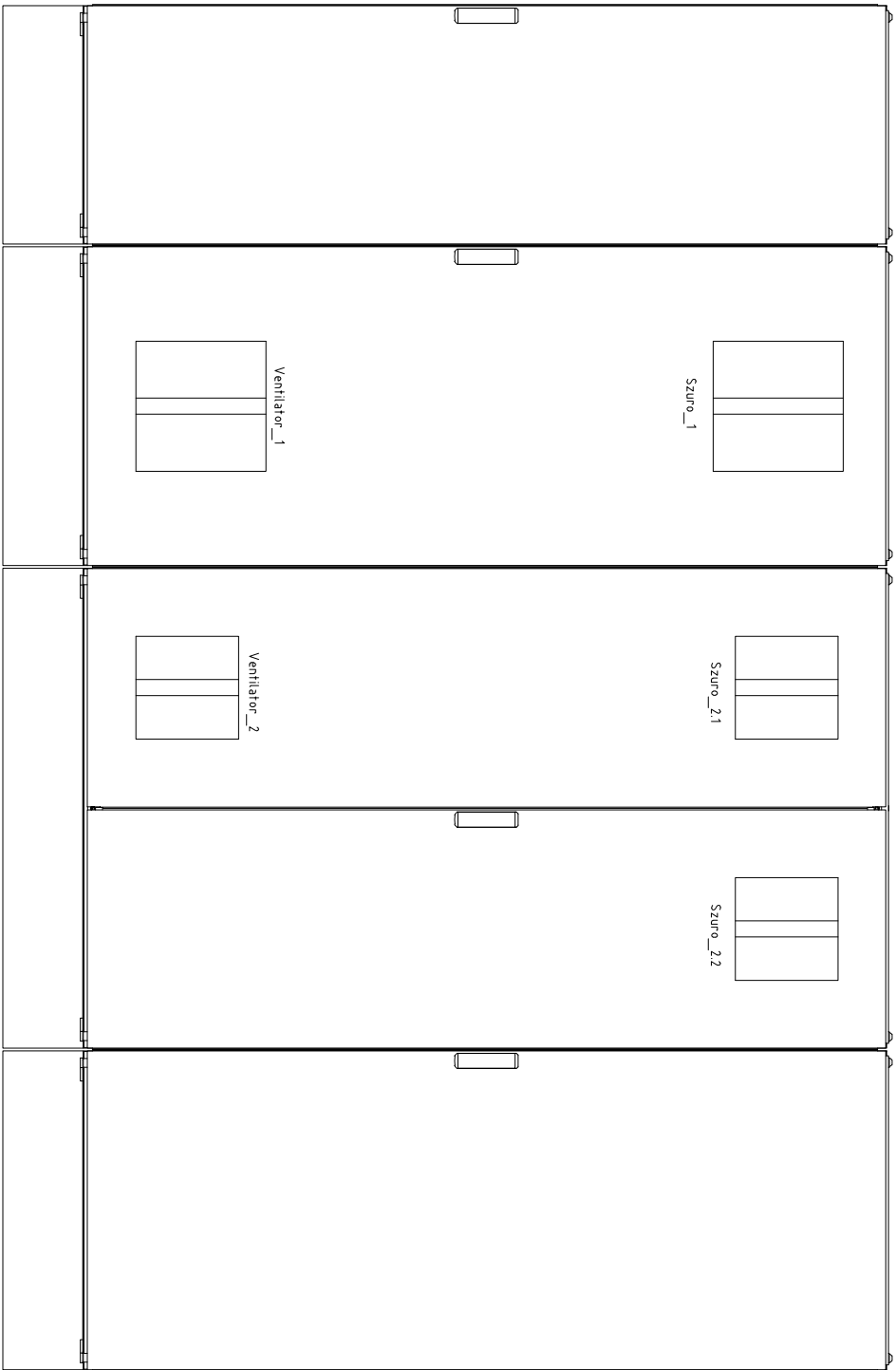
**14.számú melléklet: 5.eset Hűtési kialakítás**

Forrás: AutoCAD 2021

**15.számú melléklet: +5.eset Hűtési kialakítás**

Forrás: AutoCAD 2021

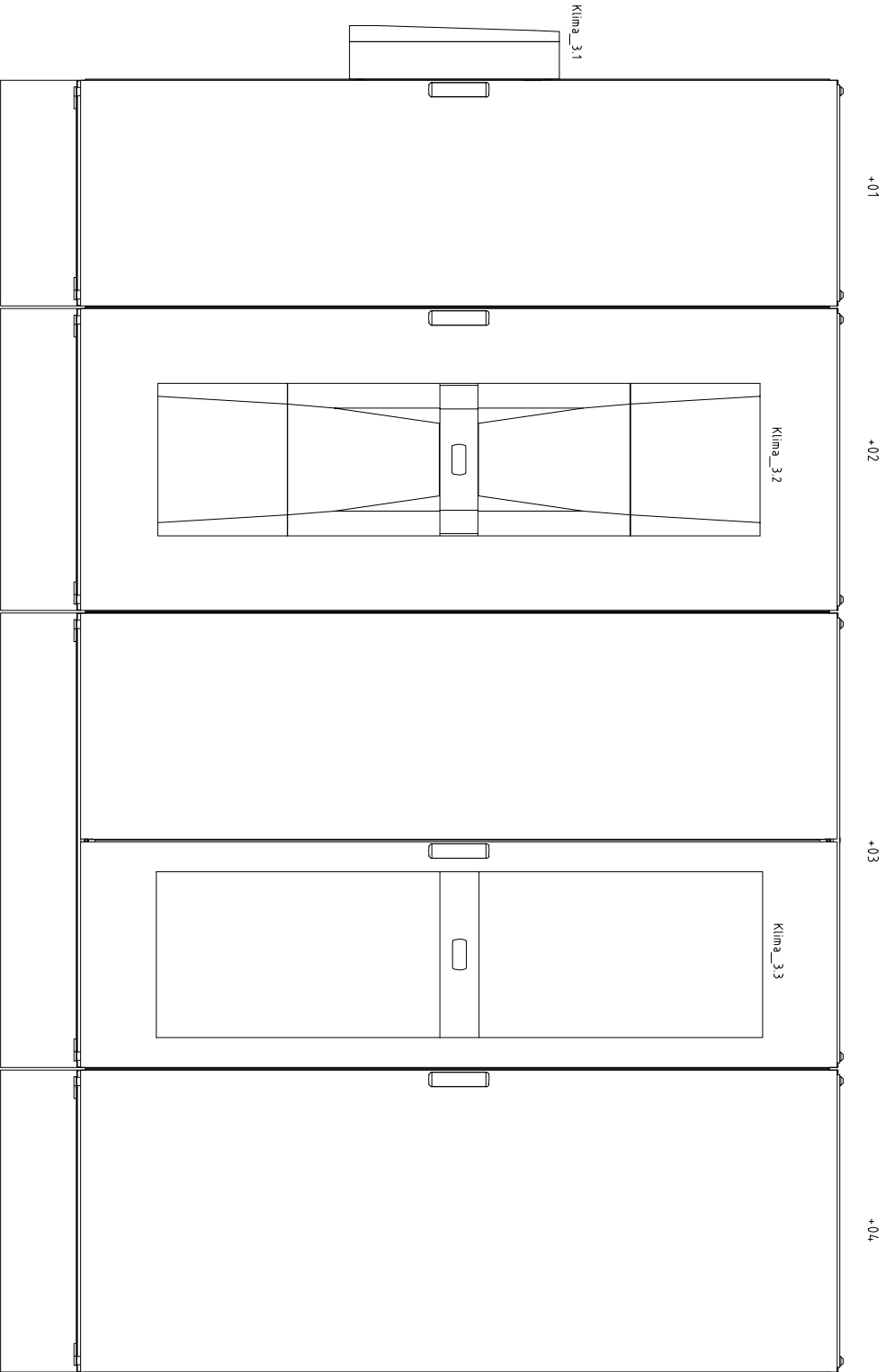
|               |                   |       |         |                 |
|---------------|-------------------|-------|---------|-----------------|
| Verzi<br>szám | Átdolgozási megj. | Dátum | Aláírás | Ellenőri<br>zve |
|---------------|-------------------|-------|---------|-----------------|



|            |                    |     |        |
|------------|--------------------|-----|--------|
| FÁJLNÉV    | FSCM SZ            | LAP | LÉPTÉK |
| MÉRET      | A3                 | 1   | 1:12   |
| RAJZOLTA   | Hútes elrendezés 2 |     |        |
| ELLENŐRZÉS |                    |     |        |
| JÓVÁH.     |                    |     |        |
| KIADVA     |                    |     |        |
| VER        |                    |     |        |
| SZERZŐS SZ | DWG NO             |     |        |

Hutes elrendezes 2

|               |                   |       |         |                 |
|---------------|-------------------|-------|---------|-----------------|
| Verzi<br>szám | Átdolgozási megj. | Dátum | Aláírás | Ellenőri<br>zve |
|---------------|-------------------|-------|---------|-----------------|

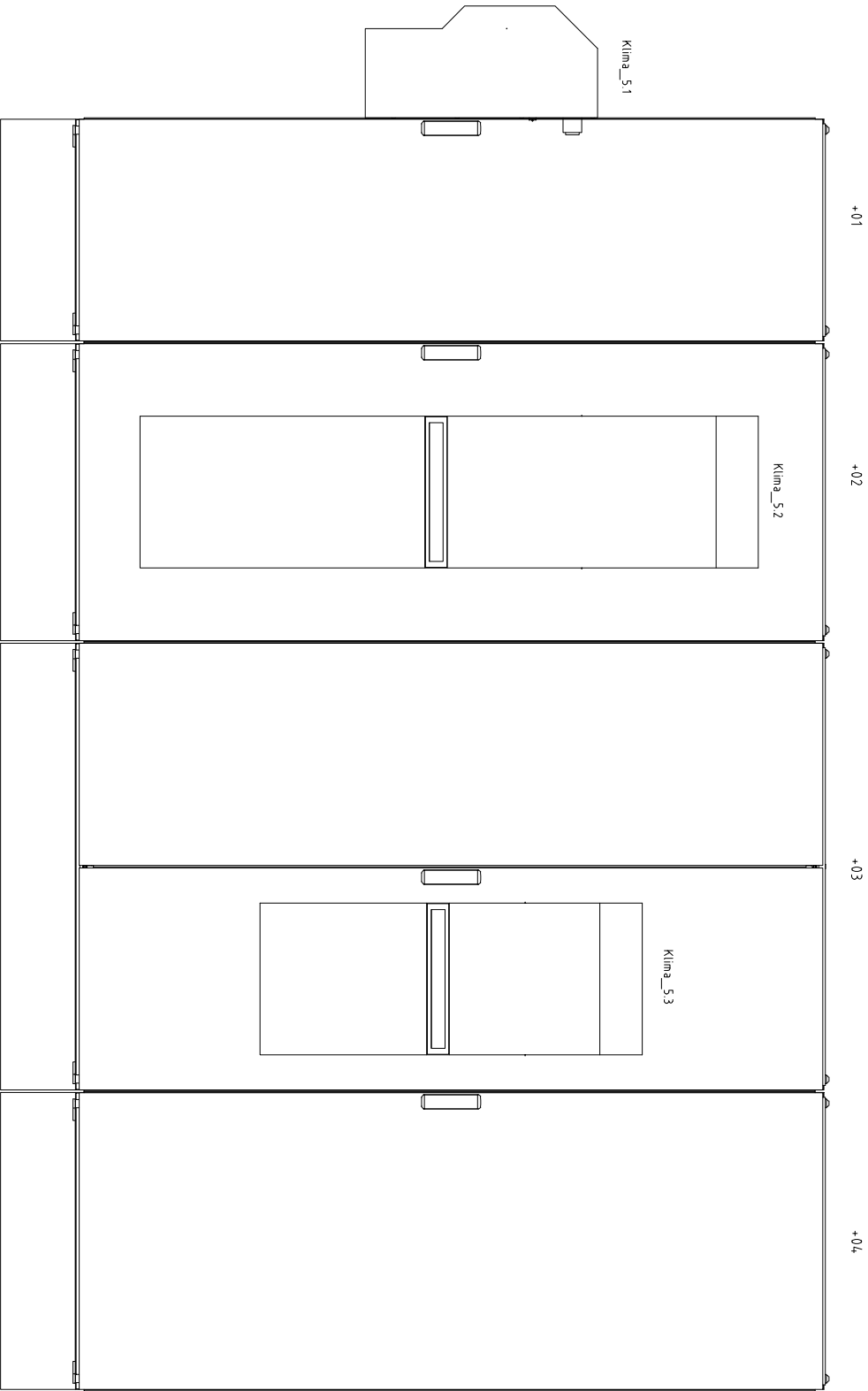


|             |            |     |        |
|-------------|------------|-----|--------|
| FÁJLNÉV     | FSCM SZ    | LAP | LÉPTÉK |
| MÉRET A3    |            | 1   | 1:12   |
| RAJZOLTA    |            |     |        |
| ELLENŐRZÉS  | 2022.05.09 |     |        |
| JÓVÁH       |            |     |        |
| KIADVA      |            |     |        |
| VER         |            |     |        |
| SZERZŐS SZ. |            |     |        |

Hutes elrendezés 3



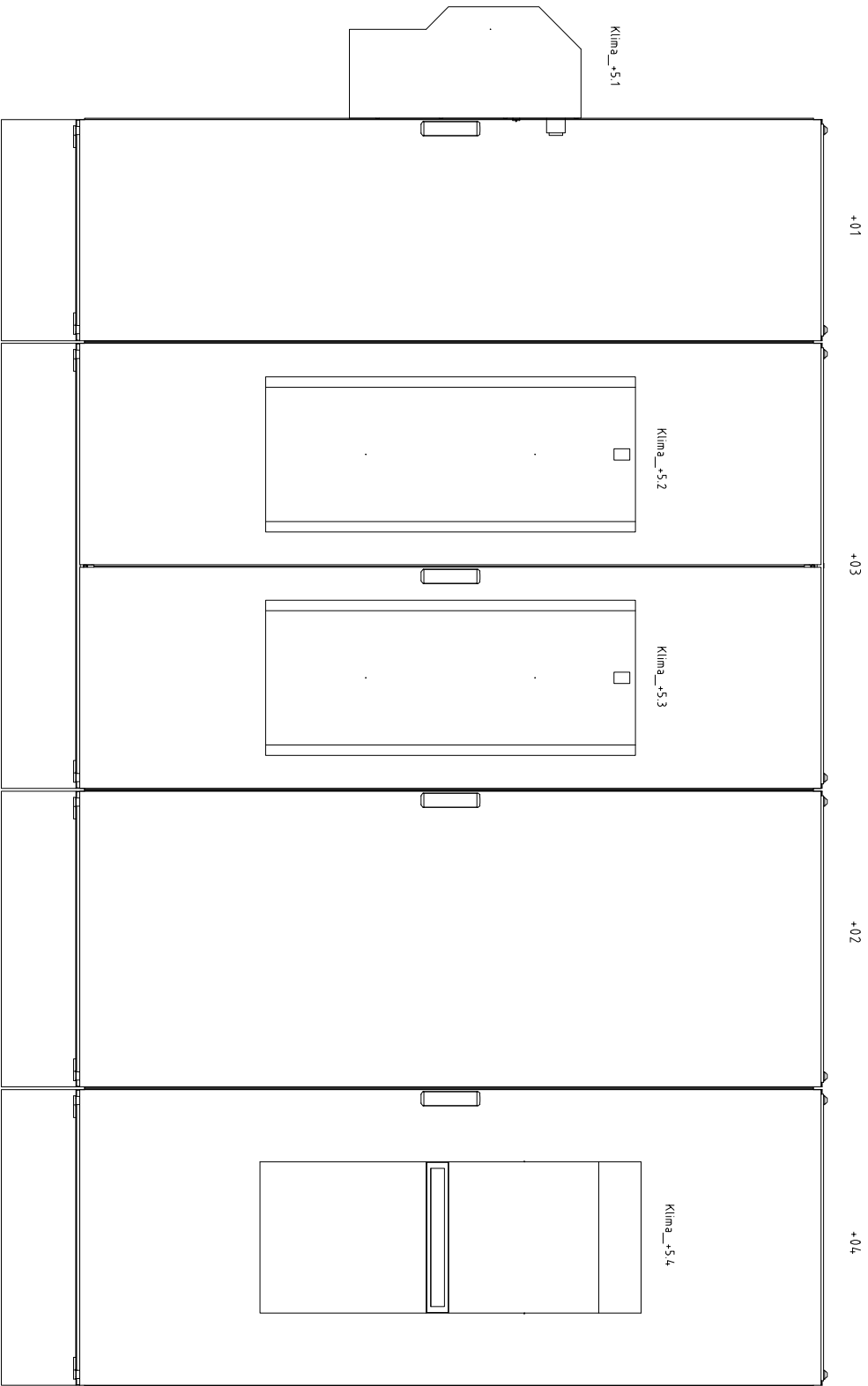
|               |                   |       |         |                 |
|---------------|-------------------|-------|---------|-----------------|
| Verzi<br>szám | Átdolgozási megj. | Dátum | Aláírás | Ellenőri<br>zve |
|---------------|-------------------|-------|---------|-----------------|



|            |            |     |        |
|------------|------------|-----|--------|
| FÁJLNÉV    | FSCM SZ    | LAP | LÉPTÉK |
| MÉRET      | A3         | 1   | 1:12   |
| RAJZOLTA   |            |     |        |
| ELLENŐRZÉS | 2022.05.09 |     |        |
| JÓVÁH      |            |     |        |
| KIADVA     |            |     |        |
| VER        |            |     |        |
| SZERZŐS SZ |            |     |        |

Hutes elrendezés 5

|               |                   |       |         |                 |
|---------------|-------------------|-------|---------|-----------------|
| Verzi<br>szám | Átdolgozási megj. | Dátum | Aláírás | Ellenőri<br>zve |
|---------------|-------------------|-------|---------|-----------------|



|            |            |     |        |
|------------|------------|-----|--------|
| FÁJLNÉV    | FSCM SZ    | LAP | LÉPTÉK |
| MÉRET A3   |            | 1   | 1:12   |
| RAJZOLTA   |            |     |        |
| ELLENŐRZÉS | 2022.05.09 |     |        |
| JÓVÁH      |            |     |        |
| KIADVA     |            |     |        |
| VER        |            |     |        |
| SZERZŐS SZ |            |     |        |

Hutes elrendezés 5+

DWG NO