

# **DIPLOMADOLGOZAT**

**Zsigmond Tamás**  
**Létesítménymérnök szak**

**Gödöllő**  
**2023**



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem**  
**Szent István Campus**  
**Létesítménymérnök Szak**

**BOWLINGTEREM ÉS KÁVÉZÓ FŰTÉSI ÉS  
LÉGTECHNIKAI TERVEZÉSE**

**Belső konzulens:** Dr. Szabó Márta  
egyetemi docens

**Külső konzulens:** Ázsóth Tamás  
kivitelezési projektvezető

**Készítette:** **Zsigmond Tamás**  
UKVIS6  
levelező tagozat

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

**Gödöllő**  
**2023**

**MŰSZAKI INTÉZET LÉTESÍTMÉNYMÉRNÖK MESTERSZAK**  
**Épületgépész specializáció**

**DIPLOMADOLGOZAT**

feladatlap

*Zsigmond Tamás*

részére

A diplomadolgozat címe:

**Bowlingterem és kávézó fűtési és légtechnikai tervezése**

**Feladatkiírás:**

- Vendéglátó egység fűtési rendszerének tervezése, alaprajz és függőleges csőterv készítése.
- Fűtési rendszer hidraulikai méretezése.
- Vendéglátó egység légtechnikai rendszerének tervezése, alaprajz készítése.
- Légtechnikai csőhálózat méretezése.

**Közreműködő tanszék:** Épületgépészeti és Energetikai Tanszék

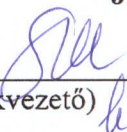
**Külső konzulens:** Ázsóth Tamás műszaki tanácsadó mérnök, Szido Kft., 2700 Cegléd, Külső-Kátai út 35/a.

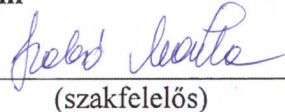
**Belső konzulens:** Dr. Szabó Márta egyetemi docens, MATE, Műszaki Intézet

**Beadási határidő:** 2023. május 2.

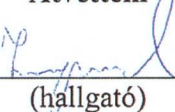
Gödöllő, 2023. 04 hó 21 nap

**Jóváhagyom**

  
(tanszékvezető)

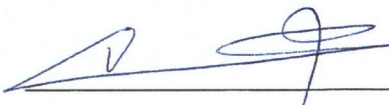
  
(szakfelelős)

**Átvettem**

  
(hallgató)

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

Gödöllő, 2023. 04 hó 21 nap

  
(külső konzulens)

# TARTALOMJEGYZÉK

|       |                                                  |    |
|-------|--------------------------------------------------|----|
| 1     | Bevezetés .....                                  | 6  |
| 2     | Komfortelmélet.....                              | 7  |
| 2.1   | A környezet és ember közötti kapcsolat .....     | 8  |
| 2.2   | A közérzet .....                                 | 9  |
| 2.3   | A hőérzet fogalma .....                          | 10 |
| 2.4   | Emberi test hőtermelése .....                    | 12 |
| 2.5   | Emberi test hőleadása .....                      | 13 |
| 2.5.1 | Konvekcióval történő hőleadás.....               | 13 |
| 2.5.2 | Vezetéssel történő hőleadás .....                | 14 |
| 2.5.3 | Sugárzással történő hőleadás .....               | 14 |
| 2.5.4 | Párolgással történő hőleadás.....                | 15 |
| 2.6   | Hőegyensúlyi egyenlet.....                       | 15 |
| 2.7   | Szubjektív hőérzet meghatározása diagrammal..... | 16 |
| 3     | Fűtéstechika .....                               | 18 |
| 3.1   | Fűtéstechika alapjai.....                        | 18 |
| 3.1.1 | Komfort.....                                     | 19 |
| 3.1.2 | Energiahatékonyság .....                         | 19 |
| 3.1.3 | Környezetvédelem .....                           | 20 |
| 3.2   | Fűtési rendszerek csoportosítása .....           | 20 |
| 3.3   | Hőtermelés forrása .....                         | 21 |
| 3.3.1 | Egyedi fűtés .....                               | 21 |
| 3.3.2 | Távfűtés .....                                   | 21 |
| 3.3.3 | Központi fűtés.....                              | 22 |
| 3.4   | Hőleadók csoportosítása .....                    | 22 |
| 3.4.1 | Konvekciós fűtés .....                           | 23 |

|       |                                                |    |
|-------|------------------------------------------------|----|
| 3.4.2 | Sugárzó fűtés .....                            | 24 |
| 4     | A Belső levegő minősége .....                  | 25 |
| 4.1   | A belső levegő minőség definíciója.....        | 25 |
| 4.2   | Belső levegő minőség minősítése .....          | 26 |
| 4.3   | Beteg épület szindróma.....                    | 27 |
| 4.4   | Élettani és higiéniai alapok .....             | 28 |
| 4.4.1 | Légzés .....                                   | 28 |
| 4.4.2 | Szén-dioxid koncentráció hatása .....          | 28 |
| 4.5   | Olfaktometria .....                            | 29 |
| 4.5.1 | Szagérzékelés.....                             | 29 |
| 4.5.2 | Szag mérése .....                              | 30 |
| 4.6   | Szennyezőanyagok a komforttérben .....         | 30 |
| 4.6.1 | Vízgőz.....                                    | 30 |
| 4.6.2 | Azbeszt .....                                  | 31 |
| 4.6.3 | Aeroszolk.....                                 | 32 |
| 4.6.4 | Radon.....                                     | 32 |
| 4.6.5 | Illékony szerves anyagok.....                  | 33 |
| 4.6.6 | Szén-monoxid.....                              | 33 |
| 4.6.7 | Nitrogén-oxidok.....                           | 34 |
| 4.6.8 | Kén-dioxid .....                               | 34 |
| 4.6.9 | Dohányfüst.....                                | 34 |
| 4.7   | Belső levegő minőség mérése .....              | 35 |
| 4.7.1 | Érzékelhető levegő minőség mérése.....         | 35 |
| 4.7.2 | Szennyezőanyagok koncentrációjának mérése..... | 35 |
| 4.7.3 | Folyamatos mérés .....                         | 36 |
| 4.7.4 | Mintavételezési eljárás.....                   | 36 |

|       |                                                         |    |
|-------|---------------------------------------------------------|----|
| 5     | Épület adatai .....                                     | 37 |
| 6     | Fűtési rendszer tervezése .....                         | 38 |
| 6.1   | Hőszükségletszámítás .....                              | 38 |
| 6.1.1 | Transzmissziós veszteségek.....                         | 38 |
| 6.1.2 | Filtrációs veszteségek .....                            | 39 |
| 6.1.3 | Sugárzási nyereségek.....                               | 39 |
| 6.1.4 | Belső hőnyereségek .....                                | 40 |
| 6.1.5 | Épület hőmérlege .....                                  | 40 |
| 6.2   | Radiátoros fűtési rendszer.....                         | 41 |
| 6.3   | Használati melegvízkészítés .....                       | 43 |
| 6.3.1 | Használati melegvíz igény.....                          | 43 |
| 6.3.2 | Használati melegvíz tároló kiválasztása .....           | 44 |
| 6.4   | Szellőztető rendszer .....                              | 46 |
| 6.4.1 | Frisslevegő mennyisége.....                             | 47 |
| 6.4.2 | Légkezelő berendezés .....                              | 48 |
| 6.5   | Hőtermelő berendezés kiválasztása .....                 | 49 |
| 6.5.1 | Hőtermelő teljesítményének számítása.....               | 50 |
| 6.5.2 | Hőtermelő típusának kiválasztása.....                   | 50 |
| 6.6   | Fűtési rendszer hidraulikai méretezése .....            | 51 |
| 6.6.1 | Hidraulikai méretezés lépései .....                     | 51 |
| 6.6.2 | Hidraulikai méretezés bemutatása példán keresztül ..... | 58 |
| 6.6.3 | Rendszer besabályozása.....                             | 64 |
| 7     | Légtechnikai rendszer tervezése .....                   | 67 |
| 7.1   | Szellőző levegő mennyiségének számítása.....            | 67 |
| 7.1.1 | Frisslevegő-igény meghatározása.....                    | 67 |
| 7.2   | Szellőztető berendezés kiválasztása.....                | 70 |

|       |                                                                   |    |
|-------|-------------------------------------------------------------------|----|
| 7.3   | Szellőző levegő állapotváltozásai .....                           | 71 |
| 7.3.1 | Méretezési adatok .....                                           | 71 |
| 7.3.2 | Téli állapotváltozás .....                                        | 71 |
| 7.3.3 | Nyári állapotváltozás .....                                       | 74 |
| 7.4   | Légvezetési rendszer .....                                        | 76 |
| 7.5   | Légcsatornahálózat méretezése .....                               | 77 |
| 7.5.1 | Légcsatornahálózat méretezésének lépései.....                     | 77 |
| 7.5.2 | Légcsatornahálózat méretezésének bemutatása példán keresztül..... | 82 |
| 8     | Összefoglalás .....                                               | 88 |
| 9     | Summary .....                                                     | 89 |
| 10    | Irodalmi források .....                                           | 90 |
| 11    | Internetes források .....                                         | 92 |
| 12    | Szabványok, rendeletek és irányelvek .....                        | 95 |
| 13    | Rajz mellékletek .....                                            | 96 |
| 14    | Mellékletek .....                                                 | 97 |

# 1 BEVEZETÉS

A létesítményeknek rendkívül sokféle igényt, megrendelők által támasztott elvárásokat, természettudományos törvényeket kell kielégítsenek. Sok esetben ezek a követelmények energia- és anyagtranszport folyamatokkal kapcsolatban állnak.

Az épület és a környezet között lejátszódó transzport folyamatok ésszerű határértéken belül tartása csak a megfelelő épületgépészeti tervezéssel, kivitelezéssel, üzemeltetéssel és karbantartással lehetséges.

Ezek a szempontok igen széleskörűek lehetnek, kezdődően a hőmérséklettől, páratartalomtól, komforttól egészen a belső levegő minőségéig, vagy akár technológiai igények megfelelő kialakításáig.

Az épületgépészeti tervezés egy fontos és összetett feladat, amely a létesítmény paraméterei, adottságai és a tulajdonosi igények alapján történik. Minden épületnél számos megoldást ki lehet alakítani, de valamennyi esetben mérlegelni kell, hogy adott épületnél mi lehet a megfelelő koncepció a bekerülési költség, szerelés és hosszútávú üzemeltetés szempontjából.

A diplomamunkám célja egy komplex, több funkciójú épület esetében megtalálni a megfelelő rendszer kialakítást, illetve elvégezni a létesítmény fűtési és légtechnikai tervezését.

Az épület magában foglal egy bowlingtermet, vetítő helyiséget, kávézót, konyhát, raktárhelyiségeket és az emeleten apartman lakásokat. Ebből is látszik, hogy igen széleskörű igényeket kell kielégíteni.

A tervezés során törekedni fogok a rendszer műszaki megoldásainál az energiagazdaságos működésre, megfelelő műszaki megoldásokra és az ésszerű bekerülési költségű termékek alkalmazására. A rendszert úgy fogom kialakítani, hogy az üzemeltetése és a karbantartása is egyszerű és költséghatékony legyen ezzel segítve a vendéglátó egységet a hosszútávú, jövedelmező és zavartalan működésben.

## 2 KOMFOTELMÉLET

A komfortelmélet egy igen rövid múltra visszatekintő tudományág, ami a mai napig folyamatosan fejlődik. Ebben a témakörben már a XX. század második felében is jelentek meg könyvek-kutatási feljegyzések, mint például (Givoni, 1969), (Gábor-Zöld, 1981), (Fanger, 1982), (Bánhidi, 1976, 1994) és (Bánhidi-Kajtár, 2000). Ezekben az irodalmakban a szerzők különböző szemszögből vizsgálják meg a témát. Vannak kifejezetten embercentrikus és épületcentrikus források, illetve komplexen, méretezési elvek alapján íródott művek.

A komfortelmélet azoknak az emberi követelményeknek az összessége, amelyek az épülettel támasztott objektív és szubjektív igények kielégítésére szolgálnak. Mivel az emberek életük nagy részét (csaknem 90%-át) épületeken belül töltik – munkavégzés, szórakozás vagy pihenés szempontjából – az évek során felmerült az épületgépészet (és építészet) területén belül a komfort szempontok figyelembevételére is.

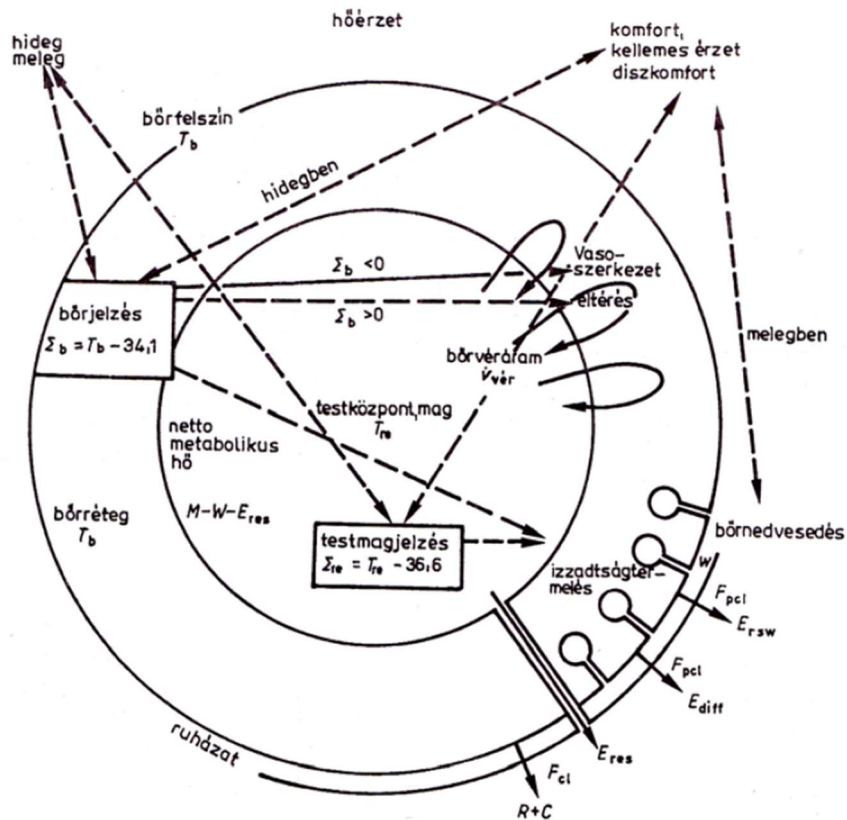
Kalmár (2013) írása alapján a komfortigények terjedése kapcsolatban van a folyamatosan fejlődő energiagazdálkodással. Mivel az épületekkel kapcsolatos irányelvek egyre kisebb hőveszteséget követelnek meg az épületekkel kapcsolatban, a belső terek egyre jobban el vannak szigetelve a külső környezettől. Az épületek hőátbocsátása nagy mértékben csökkent az elmúlt 40-50 év távlatában és a szerkezetek légtömörsége is rengeteget fejlődött.

Ezeknek a jelenségeknek az összessége azt eredményezi, hogy az épületekben vagy akár funkcionalitásukból adódóan helyiségenként is a külső környezettől eltérő mikroklíma alakul ki. A létesítményekben tartózkodó személyeknek – sok esetben egyénenként eltérő – igényeik lehetnek, amelyeket összhangba kell hozni elsősorban az egészségügyi követelményekkel, majd a komfort követelményekkel.

Az épületekben tartózkodó személyeknek a komfort- és közérzete nagyon sok objektív és szubjektív tényezőtől függenek, amelyek meghatározóan hatnak az ember munkavégző- és regenerálódó képességére. Ezen szempontok miatt a komfortelmélet, mint tudományág elsősorban az munkahelyek és szórakoztató egységek kialakításában játszanak nagyobb szerepet. Ennek ellenére a passzív családi házak és a közel nulla energiaigényű épületeknél is gyakran alkalmazhatóak a komfort szempontok. (Bánhidi-Kajtár, 2000), (Kalmár, 2013)

## 2.1 A környezet és ember közötti kapcsolat

Az ember és környezete kapcsolatát legjobban az **1. ábrán** bemutatott „Koncentrikus-héj modell” segítségével lehet szemléltetni, ami a hőérzet-komfort viszonyát és kölcsönhatásait illusztrálja.



1. ábra Koncentrikus-héj modell (Kalmár, 2013)

Az előző fejezetben említettek alapján az ember élete nagy részét épületekben tölti - munkavégzés, szórakozás vagy pihenés szempontjából – ezért az őt érő hatásoknak zárt terekben nagy a jelentőségük. Zárt tereken a létesítményeket és helyiségeiket értjük, viszont az épületek legtöbbször városnegyedeket, városokat alkotnak és ez a komplex, épített környezet van kapcsolatban a természetes környezettel.

Ezekben az épített környezetekben különféle kibocsátások – közlekedés, ipar, szennyvíz, szemét, zaj, világítás, energiafelhasználás stb. – hatnak az emberre és a zárt terekre, épületekre is.

Bánhidi-Kajtár (2000) szerint azon felül, hogy az ember a külső környezettel és azok kibocsátásaival kapcsolatban van, a szűkebb zárt környezetéből is számos hatás éri. Ezek sok esetben mérhetőek, fizikai vagy biológiai paraméterekkel, mint például:

- Belső környezet paraméterei
  - Például levegő összetétel, sugárzások
- Épület és gépészeti elemek paraméterei
  - Például épület, berendezések, csövek, vezetékek paraméterei
- Emberi tevékenység
  - Például épület és berendezés használata
- Külső környezet paraméterei
  - Például meteorológiai jellemzők, külső levegő összetétele

Zárt terekben, a levegőben megtalálható káros anyagok forrásai a következők lehetnek:

- Külső levegő
- Ember és tevékenységei
- Építőanyagok, berendezések
- **Fűtő és szellőztető rendszer**

Ez a négy forrás összessége jellemzi a zárt terek komfortra káros hatásait és ad egy irányelvet, hogy milyen paramétereken szükséges változtatni. Dolgozatomban a fűtő és szellőzőrendszereket fogom vizsgálni. (Bánhidi-Kajtár, 2000)

## 2.2 A közérzet

A közérzetnek többféle megközelítése lehet és nincsen egyetemes definíció, amivel leírható, viszont Bánhidi-Kajtár (2000), Kalmár (2013) és Bajnóczi (2000) forrásában is a következő megfogalmazást alkalmazták:

*„...a közérzet a komplex hatások alapján az egyénekben kialakuló szubjektív érzés...”*

A megfelelő közérzetet úgy tudnám saját szavaimmal leírni, hogy *„az eltérő tudatalatti szubjektív követelmények, amelyek kielégítése szükséges a személyekben lévő jó érzés kialakulásában”*. Ha ez nem teljesül, nem lesz megfelelő az ember közérzete, ami beavatkozást igényel.

Az épületgépészet a korábban említett zárt terekkel foglalkozik, ezért a létesítményekben ható tényezőket vesszük figyelembe, amelyek hatnak a közérzetre. Ezeket a faktorokat a következő szempontok szerint tudjuk csoportosítani:

- **akusztika**
- **szaglás és légzés**
- látás és színhatás
- érintés és tapintás
- **légáram, levegő nedvességtartalma, hőmérséklete**
- biztonsági tényezők
- épület rezgése, mozgása
- előre nem várt hatások
- egyéb hatások

A kiemelt szempontokat épületgépészeti rendszerekkel tudjuk befolyásolni, de ez még nem garantálja a megfelelő közérzet kialakulását. Bajnóczi (2000) szerint az emberi szervezet alkalmazkodása egy komplex folyamat, ahol minden egyes tényező kölcsönhatásban áll a szervezettel, ami az együttes hatásokra reagál.

Zárt tereken belül viszont alkalmazható egy másik szubjektív definíció is, amely a komfortérzet. Az ember komfortérzetét első sorban a következő hatások befolyásolhatják:

- **hőmérséklet**
- **nedvesség**
- **légmozgás**
- fényviszonyok
- zaj

Az első három tényező az, amely az ember hőérzetét befolyásolja, ezért dolgozatomban ezeket a szempontokat fogom megvizsgálni különböző források összehasonlítása alapján.

## **2.3 A hőérzet fogalma**

A korábbi fejezetben leírtak alapján a hőérzet egy olyan szubjektív érzés, amely az ember komfortérzetét és közérzetét befolyásolja.

Bánhidi-Kajtár (2000) szerint az ember hőérzetére elsősorban a következő hat tényező van hatással:

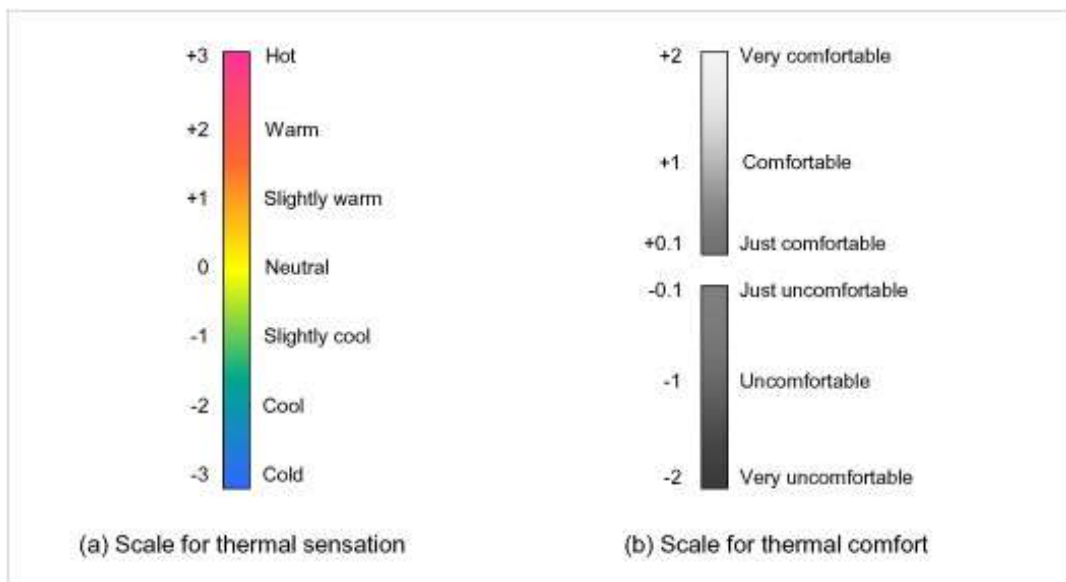
- levegő hőmérséklete és térbeli, időbeli eloszlása, változása
- környező felületek közepes sugárzási hőmérséklete
- levegő relatív nedvességtartalma, vízgőz parciális nyomása
- levegő sebessége
- emberi test hőtermelése, hőleadása, hőszabályozása
- ruházat hőszigetelő képessége és párolgást befolyásoló hatása

Az első négy fizikai paraméter, amelyeknél épületgépészeti rendszerekkel be lehet avatkozni. Az utolsó kettő viszont az emberi szervezet alkalmazkodóképességével van összhangban, ezért az épület és kialakítása nem befolyásolja. Ezek a paraméterek az emberi test hőháztartásának fenntartása érdekében fontosak.

A kellemes hőérzet meghatározása szabványban is szerepel. Az ASHRAE (1981) 55-81 szabvány szerint a következő definícióval írható le:

„...A kellemes hőérzet az a tudati állapot, amely a termikus környezettel kapcsolatos elégedettséget fejez ki...”

Ezt a megfogalmazást pontosan nem lehet számszerűsíteni, de a **2. ábrán** szereplő szubjektív hőérzeti skála segítségünkre van az értékelésre. (Bajnóczi et al., 2000)



2. ábra Scale for thermal sensation and comfort (sciencedirect.com, 2023)

## 2.4 Emberi test hőtermelése

Kalmár (2013) állítása szerint emberek állandó testhőmérsékletű lények, ezért a létezésünkhöz állandó testközpont-hőmérsékletet igényeljük. Ahhoz, hogy minden belső szervünk megfelelően működjön ezt a testhőmérsékletet egy bizonyos határértéken belül kell tartanunk. Amennyiben minimálisan is negatívan vagy pozitívan átlépjük ezt a határértéket, az befolyásolhatja a munkavégző képességünket és a koncentrációt.

A testhő állandó értéken tartása érdekében az emberi test egy központi hőmérséklet szabályzó rendszerrel, akárcsak egy fűtési rendszer. Ez a rendszer a hipotalamusban helyezkedik el és két részből áll. Az egyik a melegérzet-szabályzó, a másik a hidegérzet-szabályzó. Kalmár (2013) írása alapján ezt a hőkarbantartó központot sokszor „emberi termosztátnak” is nevezik, ezzel újabb hasonlóságot mutatva a fűtési rendszerekhez. (Kalmár 2013)

Az emberi testben égési folyamatok mennek végbe, amelyek során energia keletkezik, ami hő formájában szabadul fel és az izommunkában játszik fontos szerepet. Ehhez az égéshez természetesen oxigént kell felvegyen a szervezetnek légzés formájában. Az átlagosan felszabaduló hő nyugalmi állapotban 88 W.

Ez a szám természetesen folyamatosan változik, attól függően, hogy milyen munkavégzés történik adott pillanatban. Leggyakrabban három besorolást szoktak alkalmazni a munka intenzitásokra:

- Könnyű intenzitású munka 0-175 W
- Közepes intenzitású munka 175-350 W
- Nehéz intenzitású munka 350-700 W

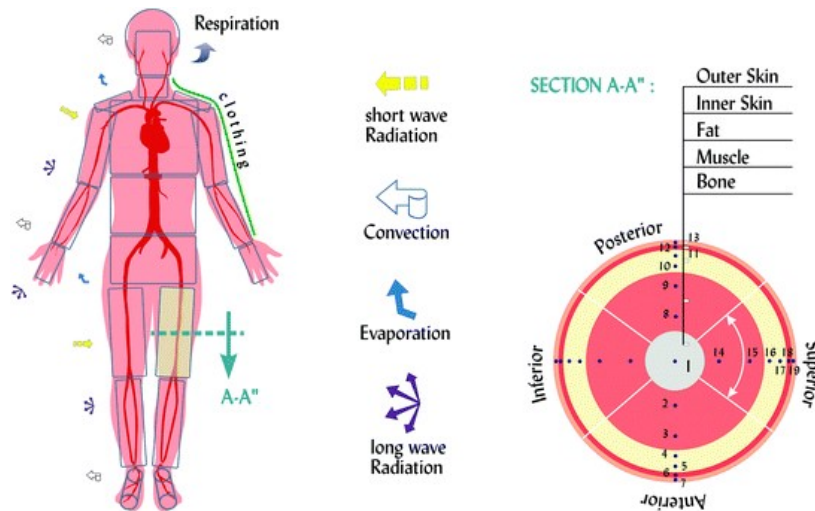
Fanger (1982) szerint a keletkezett metabolikus hő két alkotóból tevődik össze. Ez a két alkotó az emberi test belső hőszükséglete, illetve a külső mechanikai munka, ami az ember általi munkavégzéshez szükséges energia.

A nemzetközi gyakorlatban bevezetésre került egy mértékegység, amely a munkavégzés számszerű hőegyenértéke. Ez a mértékegység a „met”.  $1 \text{ met} = 58 \text{ W/m}^2$ .

## 2.5 Emberi test hőleadása

Az emberi test folyamatosan hőt termel, amit négyféleképpen képes leadni a környezet felé. Ezek a hőleadási módok - amelyeket a **3. ábrán** is bemutatok – a következők:

- konvekció
- sugárzás
- vezetés
- párolgás



3. ábra Human body heat transfer (media.springernature.com, 2023)

Az első három hőleadási mód száraz, az utolsó nedves hőleadásnak minősül. A konvekció és sugárzás lehet pozitív és negatív is egyaránt, viszont a nedves hőleadás minden esetben negatív az ember hőháztartásához képest.

Az előző ábrából az is látszik, hogy a hőleadás legtöbb esetben vegyesen történik, tehát egyszerre adhatunk és vehetünk is fel hőt különböző módokon. (Bajnóczi et al., 2000)

### 2.5.1 Konvekcióval történő hőleadás

A konvekciós hőleadás száraz hőleadásnak minősül. Konvekcióról akkor beszélhetünk, ha az emberi test a termelt hőt az őt körülvevő közegnek adja át. Ez a hőleadási mód nagyjából 35%-a teljes hőleadásnak. (Kalmár, 2013)

Általánosan a következő összefüggés alkalmazható rá:

$$\dot{Q}_k = h * F * \Delta t [W]$$

Ahol:

$\dot{Q}_k$  – konvekciós hőleadás/hőfelvétel [W]

$h$  – konvektív hőleadási tényező [ $W/m^2K$ ]

$F$  – testfelület [ $m^2$ ]

$\Delta t$  – hőmérsékletkülönbség [K]

### 2.5.2 Vezetéssel történő hőleadás

A vezetéssel történő hőleadás száraz hőleadásnak minősül. Akkor beszélhetünk vezetésről, amikor a test szorosan kapcsolódik valamilyen tárggyal. A hőleadás a részecskéken keresztül történik. Mivel ilyen szoros kapcsolatra van szükség, ezért gyakran össze van vonva a konvekciós hőleadással. Ez a hőleadási mód átlagosan 3%-a teljes hőleadásnak. (Kalmár, 2013)

Általánosan a következő összefüggés alkalmazható rá:

$$\dot{Q}_v = \frac{\Delta t}{R} * F [W]$$

Ahol:

$\dot{Q}_v$  – vezetéssel történő hőleadás/hőfelvétel [W]

$R$  – hővezetési ellenállás [ $W/m^2K$ ]

### 2.5.3 Sugárzással történő hőleadás

A hősugárzással történő hőleadás száraz hőleadásnak minősül. A sugárzás két test között alakul ki akkor, ha eltérő a hőmérsékletük. A Stefan–Boltzmann- és a Lambert-törvények alkalmazásával írhatóak fel. Ez a hőleadási mód nagyságrendileg 42%-a teljes hőleadásnak. (Kalmár, 2013)

#### 2.5.4 Párolgással történő hőleadás

A párolgással történő hőleadás nedves hőleadásnak minősül. A folyadék minden hőmérsékleti szinten párolog. Párolgás közben hőt von el a környezettől, hogy a folyamat végbe tudjon menni. Emiatt a verejtékezés a testtől hőt von el. Ez a folyamat értelemszerűen csak negatív előjelű lehet az ember hőháztartására. Ez a hőleadási mód átlagosan 23%-a teljes hőleadásnak. (Kalmár, 2013)

$$\dot{Q}_p = \dot{m} * h_v [W]$$

Ahol:

$\dot{Q}_p$  – párolgással történő hőleadás [W]

$\dot{m}$  – hővezetési ellenállás [kg/s]

$h_v$  – víz párolgási hője adott hőmérsékleten [J/kg]

#### 2.6 Hőegyensúlyi egyenlet

Kalmár (2013) szerint az emberi szervezetben akkor alakul ki a megfelelő hőegyensúly, ha adott munkavégzés mellett is állandó 36-37 °C marad a maghőmérséklete. Ebben az esetben az egyén kellemesnek fogja érzékelni a környezetét. Ez a hőegyensúlyi egyenlet a következőképpen írható fel:

$$H - C - S - C_{res} - E_{res} - E_{rsw} - E_{diff} = 0$$

Ahol:

H – testben keletkező hőmennyiség

C – Konvekcióval leadott hőmennyiség

S – Sugárzással leadott hőmennyiség

$C_{res}$  – Légzés száraz hővesztesége

$E_{res}$  – Légzés nedves hővesztesége

$E_{rsw}$  – Test párolgási hővesztesége

$E_{diff}$  – Test diffúziós hővesztesége

## 2.7 Szubjektív hőérzet meghatározása diagrammal

A korábbi fejezetben bemutatott számítási módszerekkel kiszámolható a hőegyensúlyi egyenlet, viszont a legfontosabb kérdésre a számítás nem ad egyértelmű választ. A kérdés, mégpedig az, hogy az ember hőháztartásának a változása milyen szubjektív hatással van az adott személy komfortérzetére.

Erre a kérdésre keresett *Fanger* válaszokat, amelyeket végül emberekkel közösen dolgozva, mérések segítségével meg is határozott diagrammos formákban. A mai napig szabványok és méretezések ezeket a diagramokat használják.

*Fanger* a korábbi számítási módszert továbbfejlesztette és a segítségével létrehozott egy gyakorlati módszert, ahol a zárt tér ismeretében meghatározható a várható hőérzeti érték. (Kalmár, 2013)

PMV (Predicted Mean Vote): Várható szubjektív hőérzeti érték

PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied): Várhatóan elégedetlenek százalékos aránya

Matematikai felírása az értékeknek a következő:

$$\begin{aligned} PMV = & (0,303e^{-0,036M} + 0,028) * \{(M - V) - 3,05 * 10^{-3} \\ & * [5733 - 6,99 * (M - W) - p_a] - 0,42 * [(M - V) - 58,15] - 1,7 \\ & * 10^{-5} * M * (5867 - p_a) - 0,0014 * M * (34 - t_a) - h_r * 10^{-8} * f_{cl} \\ & * [(t_{cl} + 273)^4 - (\bar{t}_r + 273)^4] - f_{cl} * h_c * (t_{cl} - t_a)\} \end{aligned}$$

Ahol:

M – metabolikus hő [W/m<sup>2</sup>]

W – mechanikai munka [W/m<sup>2</sup>]

f<sub>cl</sub> – ruházattal borított és nem borított felületi arány [-]

t<sub>cl</sub> – ruházat felületi hőmérséklete [°C]

t<sub>a</sub> – léghőmérséklet [°C]

t<sub>r</sub> – közepes sugárzási hőmérséklet [°C]

p<sub>a</sub> – vízgőz parciális nyomása [Pa]

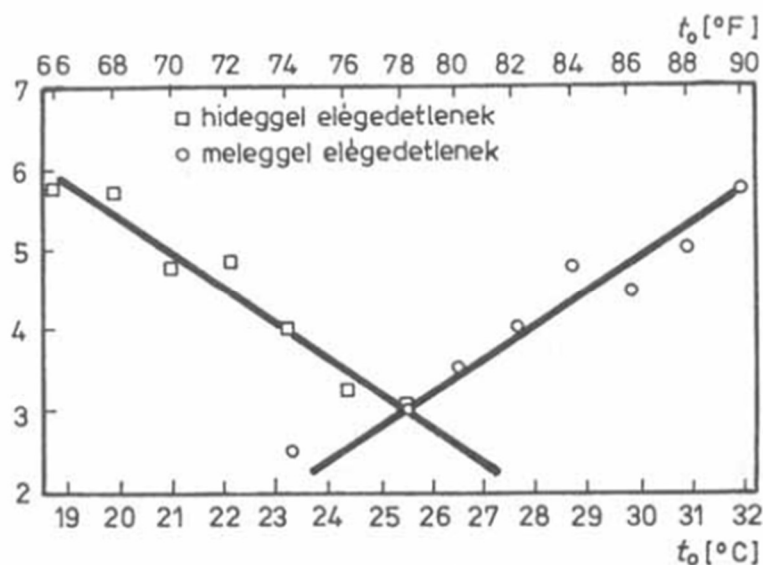
h<sub>c</sub> – konvekciós hőátadási tényező [W/m<sup>2</sup>K]

h<sub>r</sub> – sugárzásos hőátadási tényező [W/m<sup>2</sup>K]

$$PPD = 100 - 95e^{(-0,03353PMV^4 - 0,2179P^2)}$$

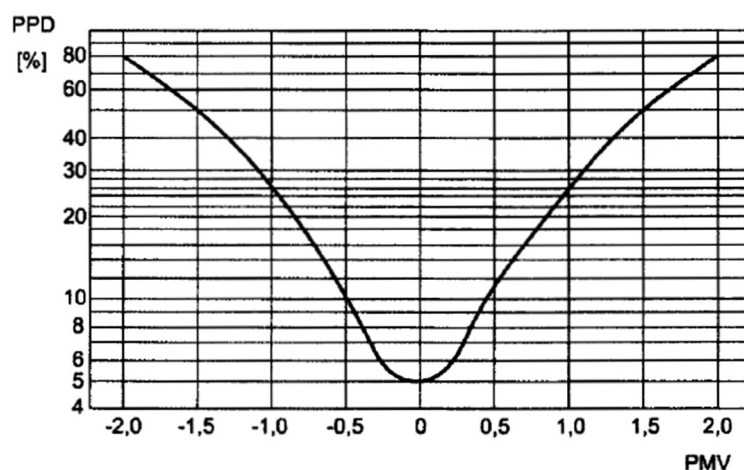
Fanger az elvégzett mérések és a korábbi számítások alapján táblázatos értékeket hozott létre, majd diagramok formájában összefoglalta.

A **4. ábrán** szereplő diagram a hőkönyezettel elégedetlenek arányát szemlélteti hideg és meleg környezeti hőmérséklet alapján.



4. ábra A hőkönyezettel elégedetlenek megoszlása a hőmérséklet függvényében (Fanger, 1982)

Az **5. ábrán** bemutatott diagram a hőkönyezetükkel várhatóan elégedetlenek százalékos arányát mutatja be a PMV érték függvényében.



5. ábra Hőkönyezettel várható elégedetlenek százalékos aránya a PMV érték függvényében (Fanger, 1982)

### **3 FŰTÉSTECHNIKA**

Sajnos a hazai irodalmak nem követik teljes mértékben az aktuális tendenciákat, változásokat, viszont elegendő alapot nyújtanak a dolgozatom feladatának kidolgozásában.

A fűtéstechnika témakörben főként hazai forrásokat vizsgáltam, mivel a feladatom során nem volt szükség komplexebb megoldásokra.

Rengeteg hasznos információt találtam elméleti szempontok alapján (Barna et al., 2001) és (Homonnay-Molnár, 1979) írásaiban.

Ezen kívül megvizsgáltam (Asbóth et al., 2001) és (Cséki-Glós, 2010) könyveit, amelyek gyakorlati szempontok alapján mutatják be a fűtési rendszereket.

A célom az a fűtéstechnikai rendszerek megismerése során, hogy megtaláljam azt a megoldást, amely a legjobban illeszkedik a feladatomhoz elsődlegesen komfort, majd gazdaságossági szempontok alapján.

#### **3.1 Fűtéstechnika alapjai**

A fűtéstechnika elsődleges célja, hogy a helyiségeket, épületeket, létesítményeket emberi tartózkodásra alkalmassá tegyük és évszaktól független elkülönítsük a külső meteorológiai körülményektől. Ennek alapja az éghajlati szempontok figyelembevétele, majd a hőigényszámítás. Az épület hőigényének ismerete után tervezhetővé válik a fűtési rendszer. (Barna et al., 2001)

Az évezredek során a fűtési rendszerek nagy fejlődéseken mentek keresztül. Az első törekvések már az ősemberek korában megvoltak a tűz felfedezése után. Manapság viszont komplett felhőkarcolókat is képes ellátni egy fűtési rendszer.

A fűtéstechnikát a következő három szempontra tudjuk felosztani fontossági sorrend alapján:

- Komfort
- Energiagazdálkodás
- Környezetvédelem

### 3.1.1 Komfort

A fűtési rendszer elsődleges feladata, a fűtendő tér állandó hőmérsékleten tartása. Barna et al. (2001) úgy fogalmazta meg, hogy *„az ember fölös hőjétől kellemes testfelületi hőmérséklet mellett szabaduljon meg”*.

Nem elég, hogy a megfelelő hőmérséklet álljon állandóan rendelkezésre, mivel az ember közérzetét a levegő hőmérséklete és a sugárzó felületek hőmérséklete is befolyásolja. Az épületgépész tervezőnek a legfőbb feladata a létesítmény adottságaihoz a legjobban illeszkedő fűtési rendszer megalkotása, hogy a korábban taglalt követelmények fenntarthatóak legyenek.

A fűtési rendszer számos módon befolyásolhatja a komfortérzetet. Fontos, hogy a fűtött helyiségekben a hőmérséklet időbeli és térbeli változása megfelelő legyen, illetve a függőleges és vízszintes hőmérsékleteloszlás egyenletes legyen.

További elvárások lehetnek a fűtőberendezésekkel kapcsolatban, hogy ne rontsa a levegő összetételét, higiénikusak legyenek, ne legyenek zajforrások, ne okozzanak huzatot vagy zavaró légáramlást, végezetül esztétikusak legyenek. (Barna et al., 2001)

### 3.1.2 Energiahatékonyság

A fűtési rendszer második legfontosabb feladata az energiatakarékos működés. Barna et al. (2001) szerint a hasonló éghajlati és meteorológiai körülmények között lévő országok energiafelhasználásának a 30-40%-át épületek fűtésére és hőellátásra hasznosítják. Az elmúlt években nagyon megugrottak az energiaárak, illetve egyre jobban fogynak az energiaforrások a megnövekedett igények miatt.

Ezen szempontok alapján az épületgépész tervező feladata, hogy a rendelkezésre álló költségvetésből - ami az épület fűtésére van elkülönítve – a legkevésbé energiapazarló, jól szabályozható fűtési rendszert alkossa meg.

Az újonnan épülő létesítményekkel szemben szigorú előírások és követelmények vannak meghatározva, ezzel szabályozva az energiahatékonyságot. (Barótfi, 2008)

### 3.1.3 Környezetvédelem

A harmadik feladata a fűtési rendszereknek a környezet megóvása. Ez leggyakrabban a hőtermelőtől függ.

Manapság a legjobban elterjedt hőtermelő a kazán. Ez a berendezés valamilyen tüzelőanyag – leggyakrabban földgáz, de lehet fa, pellet, olaj stb. – elégetésével termeli az épület számára a hőt. Az égés során füstgáz keletkezik, ami szennyezi a környezetet. A legfontosabb feladat a gyártók számára ennek a károsanyag kibocsátásnak a csökkentése.

Egy ideje már a kazánoknak a legjobban elterjedt változata a kondenzációs gázkazán, amelyek igen jó hatásfokkal és minimális károsanyag kibocsátással üzemelnek. A másik elterjedt hőtermelő a hőszivattyú, ami megújuló energiával üzemel.

## 3.2 Fűtési rendszerek csoportosítása

A fűtési rendszereket számos tulajdonságuk alapján csoportosíthatjuk. Az irodalmak alapján összegyűjtöttem a legfontosabb csoportokat, amelyek segítségemre lesznek a dolgozatomban kiválasztani a létesítményhez legjobban alkalmazkodó rendszert. (Cséki-Glász, 2010/a)

- Energiaforrás
  - Hagyományos tüzelőanyag (például gáz, olaj)
  - Nem hagyományos tüzelőanyag (például biomassza)
  - Megújuló energia
  - Elektromos energia
- Hőtermelés forrása
  - Egyedi fűtés
  - Távhő
  - Központi fűtés
- Fűtőközeg
  - Gőz
  - Légfűtés
  - Folyadék (víz, glikol)

- Hőleadó típusa
  - Konvekciós hőleadó
  - Sugárzó hőleadó
  - Kombinált fűtések

### **3.3 Hőtermelés forrása**

A hőtermelés forrása alatt azt értjük, hogy a hőtermelés és a hőleadók helyzete milyen kapcsolatban van egymással.

#### **3.3.1 Egyedi fűtés**

Ezek a szerkezetek olyan speciális hőtermelők vagy hőcserélők, amelyek tűztere egybe van építve a hőleadó résszel. Ezeket a berendezéseket a fűtendő helyiségben helyezzük el és a felszabaduló hő közvetlenül – vagy valamilyen közvetítő közegen keresztül – a fűtött térbe jut.

Ezek a berendezések komfort, energiagazdálkodás és környezetvédelem szempontjából is rosszabb és elavultabb rendszerek, mivel leggyakrabban szilárd- vagy olaj tüzelésűek, rosszul szabályozhatóak és számos helyiség esetén többet is el kell helyezni belőle. Manapság már nem használatos, csak olyan épületekben, ahol más hőtermelő elhelyezésére nincs lehetőség. (Homonnay–Molnár, 1979)

#### **3.3.2 Távfűtés**

A távhőellátást az energiagazdálkodás, környezetvédelem és az urbanizáció hatására alkották meg. Városok, városrészek, ipari létesítmények, illetve épületcsoportok hőenergia ellátása sokkal gazdaságosabban megvalósulhatott, mint a régen alkalmazott egyedi fűtési rendszerekkel. Csoportosítása főleg két szempont alapján lehetséges: rendeltetése szerint (kommunális, ipari) és hőhordozó szerint (forróvíz, gőz).

Ez a rendszermegoldás sokkal jobb hatásfokkal rendelkezik a korábban említett egyedi fűtésekénél. Gazdaságosabb, kevésbé szennyezi a környezetet és a komfort szempontoknak is eleget tesz.

Mivel a hőhasznosítási pontokon – leggyakrabban hőcserélővel – lekapcsolódik a hálózatról, olyan fűtési rendszer alakítható ki az épületben, amire igény van. Leggyakrabban panellakásokban használatos, manapság kétsőves fűtési rendszereknél.

A távfűtés másik előnye, a kapcsolt energiatermelés lehetősége. Ez alatt azt kell érteni, hogy a hőtermelés alatt keletkezett veszteséget, villamos-energia előállításra és felhasználásra is lehet fordítani. (Homonnay – Molnár, 1979)

### **3.3.3 Központi fűtés**

A központi fűtés olyan rendszermegoldás, ahol egy központi hőtermelő berendezés látja el az egész épület hőtermelését. Itt a hőtermelő nincs egybeépítve a hőleadóval, valamilyen csővezeték köti össze őket, amelyben közvetítőközeg áramlik.

A központi fűtés rendszermegoldás napjainkban a legtöbbet alkalmazott változat. Ezt annak köszönheti, hogy kiválóan szabályozható, legkevésbé energiapazarló és környezetszennyező. A gáz primer energiaforrással üzemelő rendszereknél gázhasználat szabályozás van beépítve a kazánokba, ezzel csökkentve a fölösleges tüzelőanyag használatot. Ezen kívül a Wifi-s rendszerek is folyamatosan egyre nagyobb teret hódítanak. A megújuló energiaforrással üzemelő központi fűtési rendszerek csak elektromos áramot használnak a működéshez, amelyet lehetőség szerint napelemmel kiegészítve 100%-ban megújuló energiaforrássá tehetünk. (Barótfi, 2016), (Cséki – Glósz 2010/a)

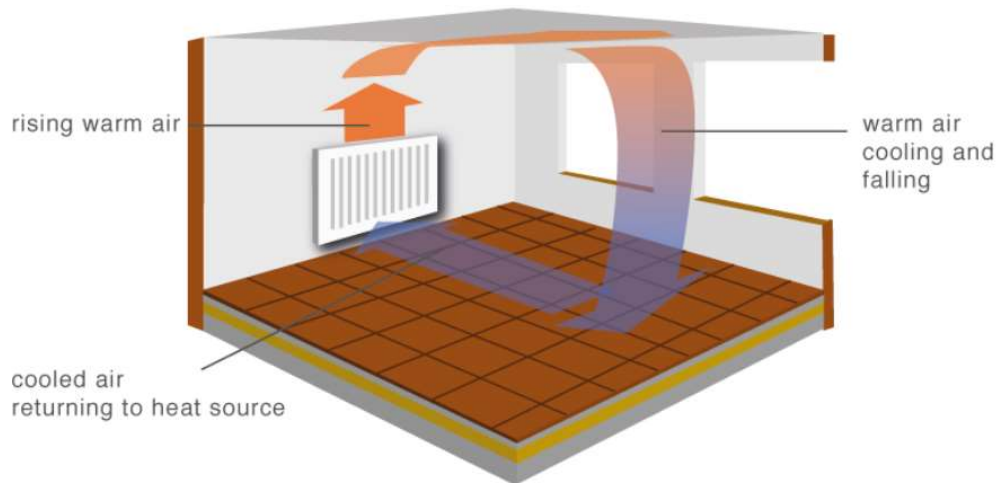
## **3.4 Hőleadók csoportosítása**

Hőleadóknak nevezzük azokat a fűtéstechnikai rendszerelemeket, amelyek a hőtermelőből érkező hőmennyiséget leadják az adott helyiségben, ezzel biztosítva az épület állandó hőegyensúlyát. A hőteljesítmény leadása hőcsere formájában történik. A hőmennyiséget kétféleképpen tudja leadni a hőleadó: sugárzással és konvekcióval. (Homonnay–Molnár, 1979)

Az épületben tartózkodó személyek közérzete és komfortérzete nagy mértékben függ a fűtéstől és a hőleadás módjától. Annak érdekében, hogy ki tudjam választani a dolgozatomban szereplő épület fűtési rendszerének hőleadási módját, részletesen elemezni fogom a két hőleadási formát.

### 3.4.1 Konvekciós fűtés

Döntően konvekciós fűtésről akkor beszélhetünk, ha a hőleadó az őt körülvevő közegnek adja át a hőt és ezáltal fűti fel a helyiséget. A konvekciós fűtések légáramokat hoznak létre a fűtött térben, ahogy a **6. ábrán** is szemléltetve van. Ezek a légáramok a felfűtött közeg sűrűségkülönbsége miatt jön létre. Amint lehűl, ismét a helyiség alján gyűlik össze a nagyobb sűrűségű levegő, ezzel biztosítva a körforgást. (Barna et al., 2001), (Cséki – Glósz, 2010/b)



6. ábra Convection heating (thegreenselfbuilder.co.uk, 2023)

#### *Konvekciós fűtés előnyei*

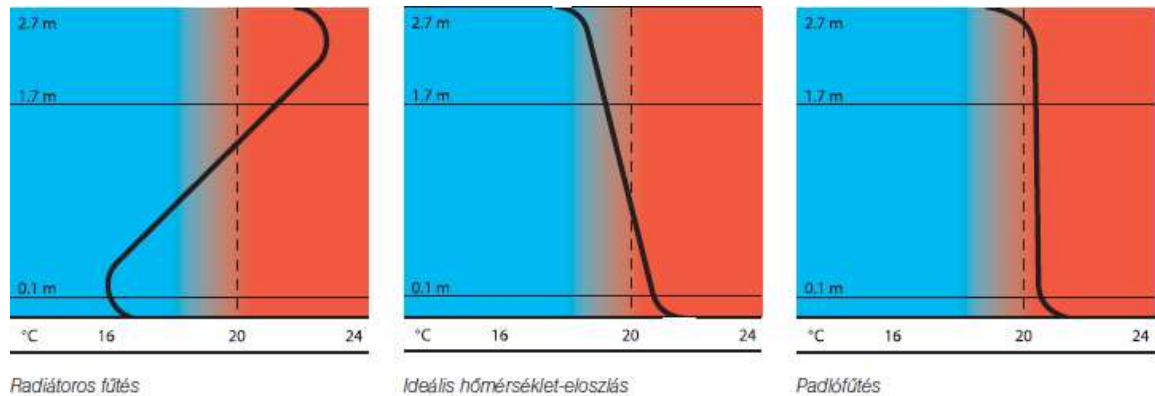
- Gyors reagálású hőleadó.
- Egyszerű a szerelése és alacsony a bekerülési költsége.
- Nagyobb fajlagos hőleadás érhető el a magasabb hőfoklépcsőnek köszönhetően.
- Utólagos csere, átépítés lehetősége egyszerűbb.

#### *Konvekciós fűtés hátrányai*

- Sugárzó fűtésekhez képest rosszabbul szabályozható.
- Nem ideális a hőmérséklet eloszlása. A helyiség felső részében összegyűlik a meleg levegő.
- Megújuló energiaforrással nem lehet jó hatásfokkal kombinálni.

### 3.4.2 Sugárzó fűtés

A sugárzó fűtések a helyiség hőmérsékleténél melegebb felületek, ezáltal hősugárzás útján biztosítják a zárt tér fűtését. A sugárzó fűtések közül a padlófűtés a legelterjedtebb, amelynek a hőmérséklet eloszlása a **7. ábra** alapján közelít az ideálishoz. (Barna et al., 2001), (Cséki – Glósz, 2010/b)



7. ábra Hőmérséklet eloszlás (hgd.hu, 2023)

#### *Sugárzó fűtés előnyei*

- Az ideálishoz közelít a hőmérséklet eloszlása.
- Kisebb hőveszteség a felfűtött felületeknek köszönhetően.
- Fal- és mennyezetfűtést hűtésre is lehet használni hőszivattyúval kombinálva.
- Nagyobb az önszabályzó képessége.

#### *Sugárzó fűtés hátrányai*

- Nagyobb a tehetetlensége, mint a konvekciós fűtésnek.
- Nagy hőveszteségű terekben nem ideális az alacsonyabb fajlagos hőleadása miatt.
- Utólagos változtatása bontással járhat.

## 4 A BELSŐ LEVEGŐ MINŐSÉGE

A belső levegő minőségét Bánhidi-Kajtár (2000) úgy fogalmazták meg, hogy ez a tudományág egy friss és interdiszciplináris szakterület, amelyet az épületgépészekon kívül számos más szakma is műveli, fejleszt.

A témát több hazai és néhány idegen nyelvű forrás alapján is megvizsgáltam, mert egy igen fontos és nélkülözhetetlen ismeretnek tartom a dolgozatomban szereplő légtechnikai tervezésében.

A belső levegő minőségével már 1858-ban *Max von Pettenkofer* is elkezdett foglalkozni, viszont a téma elméleti alapjait *Fanger* fektette le. Az ő írásait dolgozta fel (Bánhidi-Kajtár, 2000), (Bajnóczi et al., 2000) és (Kalmár, 2013). *Kalmár* inkább gyakorlati megközelítéssel vizsgálta a témakört, míg *Bánhidi-Kajtár* és *Bajnóczi et al.* inkább a *Fangertől* átvett elméleti megközelítést tartotta előtérben.

A témához ezen kívül tartoznak szabványok és előírások, mint például az MSZ CR 1752 2000, ami az épületek szellőztetéséhez és komfortjához készült.

### 4.1 A belső levegő minőség definíciója

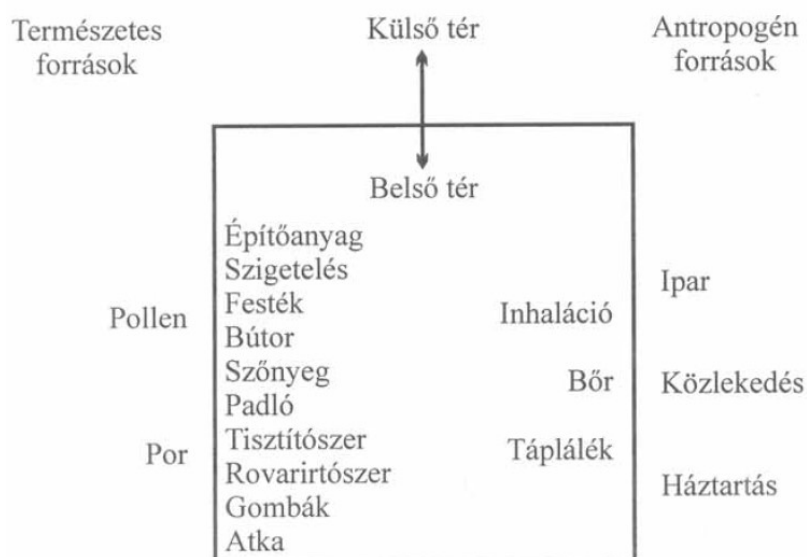
A belső levegő minősége (röviden: BLM) alatt azokat a zárt terekhez kapcsolódó komfort tulajdonságokat értjük, amelyek nem termikus jellemzők és az ember közérzetét befolyásolják.

A belső levegő minőségét a következő szennyezőanyagok módosíthatják:

- gázok, gőzök
- aerosolok
- szaganyagok
- vírusok
- baktériumok és spóráik
- gombák és spóráik

A levegő minőségét két érzékszerv segítségével tudjuk érzékelni. Főként szaglás során az orrunkkal, illetve a szemünk kötőhártyájának segítségével.

A **8. ábrán** látható, hogy a belső terek levegőjének a szennyezése milyen forrásokból következik be. Legnagyobb arányban a külső levegőből kerülnek az épületbe a szennyezőanyagok szellőztetés vagy légtechnikai rendszereken keresztül. Ezen kívül a helyiségben tartózkodó személyek és az építőanyagok, berendezési tárgyak is szennyezőanyag források lehetnek. (Bánhidi-Kajtár, 2000)



8. ábra Belső levegő minőségének szennyezőanyagai és forrásai (Bánhidi-Kajtár, 2000)

## 4.2 Belső levegő minőség minősítése

A levegőszennyező anyagok együttes értékelése nem egyszerű feladat. Külön-külön mérhetőek a komponensek, viszont az együttes hatásuk eltérő lehet.

A zárt térben lévő különböző szennyezőanyagok együttes együtthatását tekintjük az értékelhető belső levegő minőségének. *Fanger* a szennyezőanyag forráserősségének alapjául az embert választotta. A forráserősség ismeretében jellemezhető számszerűsítve a levegő minősége.

A szennyezőanyag forráserősségének a mértékegysége: 1 olf.

Az érzékelhető levegőminőség mértékegysége: 1 decipol

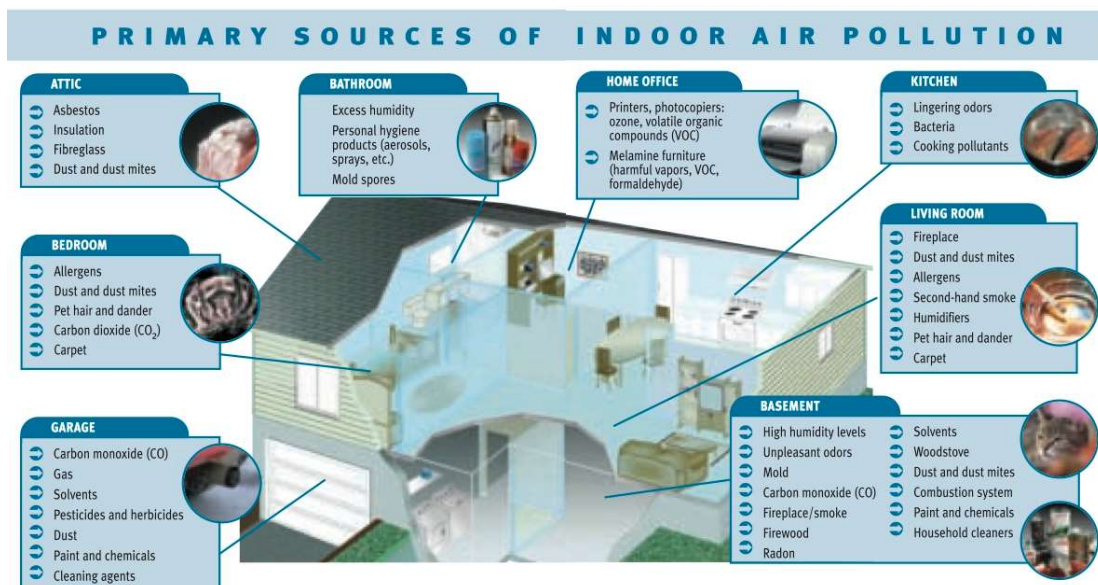
### 4.3 Beteg épület szindróma

Az elmúlt évtizedekben az építészet is rendkívül sok változáson és fejlődésen esett át. Az épületekben egyre jellemzőbbek a nagyobb üvegfelületek, légtömör szerkezetek, amelyekhez a megnövekedett energetikai követelmények miatt jól szigetelő és alacsony hőveszteségű építőanyagok társulnak. Ezeket a változásokat elsősorban az irodaépületek és bevásárlóközpontok ugrásszerű növekedése hozta.

A leírtakból kifolyólag egyre nagyobb szerepet játszanak a klímatechnikai- és légtechnikai rendszerek, ezáltal a belső levegő folyamatos kezelése, tulajdonságainak módosítása. Ahol ezek a rendszerek nincsenek jól üzemeltetve, különböző tünetekkel szembesülhetünk a bent tartózkodó személyek panaszai alapján.

Ezeknek a panaszoknak a gyűjtőneve a „*beteg épület szindróma*” (SBS: *Sick Building Syndrom*). A panaszok a **9. ábra** alapján oszlanak el helyiségenként és főleg a következők lehetnek:

- szárazságérzet
- fáradtság
- huzatérzet
- zajosság
- fejfájás
- levegő minőséggel kapcsolatos panaszok stb.



9. ábra Sick Building Syndrome (sickbuildingsmap.com)

Látható a panaszok közül, hogy a legtöbb a légtechnikai rendszerek nem megfelelő működésével függ össze, ezért tartottam fontosnak a jelenséget kiemelni. (Bánhidi-Kajtár, 2000)

A témában több szakma is végzett felméréseket, többek között épületgépészek és orvosok. A témában kevés hazai irodalmat találtam, Bánhidi-Kajtár (2000) foglalkozott vele röviden. Főként külföldi internetes források alapján lehet bővebben tanulmányozni a jelenséget.

#### **4.4 Élettani és higiéniai alapok**

A komforttértben tartózkodó ember metabolizmusának elsőszámú feltétele a folyamatos oxigénellátás és a szén-dioxid leadás légzés útján. Mivel a kilégzett levegő szén-dioxid tartalma nagyobb, mint a külső levegőé, ezért a zárt tér szén-dioxid koncentrációja folyamatosan növekedni fog.

##### **4.4.1 Légzés**

Egy átlagos ember esetében egy légzés során kb. 500 ml levegőt juttat be a tüdejébe. Percenként átlagosan 14-18 légzés történik. Ebből következik, hogy átlagosan percenként 7-9 liter levegőt veszünk fel.

A tüdőből a vér szállítja az oxigént a szövetekbe, illetve a későbbiekben előállított szén-dioxidot is. A szén-dioxidot a vénás vér szállítja a tüdőbe, ahonnan kilélegezzük. A vérben kémiaiilag kötött formában található. A kilégzett szén-dioxid átlagosan 12-15 liter között alakul. (Bajnóczi et al., 2000)

##### **4.4.2 Szén-dioxid koncentráció hatása**

A XIX. században már voltak törekvések a szén-dioxid hatásainak vizsgálatára a komfortterekben. *Max von Pettenkofer* volt az első, aki a belső levegő minőségét a CO<sub>2</sub> koncentráció alapján értékelte. Kutatása alapján iskolákat, lakásokat és előadótereket vizsgált, ahol kimutatta, hogy a létesítmények CO<sub>2</sub> koncentrációja eltér a külső levegőjétől.

Megállapította, hogy 0,1 tf % (1000 ppm) CO<sub>2</sub> koncentráció, ami még „jó levegőnek” minősül, ezért ezt a határértéket a szakirodalom *Pettenkofer-számnak* nevezte el. (Bajnóczi et al., 2000)

## 4.5 Olfaktometria

A korábban már említettek alapján, a környezeti levegő minőségét az érzékszerveink segítségével tudjuk érzékelni. A különböző levegőszennyező anyagok főleg a szagláson keresztül hatnak az emberre, de érzékelhetjük a szemünkön és a bőrünkön keresztül is a kellemetlen hatásokat. A szagérzékelés és mérésével foglalkozó tudományág az olfaktometria. (Bajnóczi et al., 2000)

### 4.5.1 Szagérzékelés

Egy anyagnak természetesen a kémiai tulajdonságai vannak hatással arra, hogy az anyag jelenlétében, közelében kialakul-e a szagérzet. Viszont, ahhoz, hogy a szag, mint fogalom kialakuljon, mindenképpen szükség kell, hogy legyen egy emberre, aki ezt képes érzékelni. Ebből következik, hogy a szagérzet fiziológiai jelenség, nem pedig anyagjellemző. Még tovább haladva, a szag érzékelése egy érzékszervi észlelő képesség.

A szag az emberekben kellemetlen érzetként nyilvánul meg, amely különböző tüneteket keltve rontja a személy életminőségét, közérzetét. Enyhébb és erőteljesebb tüneteket is okozhat, mint például rosszullet, hányinger, alvászavar, szédülés, koncentrációkészség romlása vagy fejfájás. Sajnos magát a szaghatást nem lehet pontosan számszerűsíteni, ezért más módszert kell találni a mérésére, mint például a személyekben kiváltott ingerek számszerűsítése.

A szaghatást keltő alkotók legtöbbször valamilyen keverékként nyilvánulnak meg, ahol az egyes alkotók koncentrációja növelheti, illetve csökkentheti egyaránt a szaghatást. Emiatt nehéz mérni akár egyben, keverékként, vagy külön-külön alkotókként. Továbbá, ami ezt a fajta mérést tovább nehezíti, hogy az orr néhány szaghatást okozó anyagra jobban vagy kevésbé reagál, ezért a műszerekkel történő mérést nehéz lenne kalibrálni a pontos méréshez.

A levegőminőség és a szagkoncentráció meghatározása az MSZ EN 13725:2003 szabvány alapján történik. A levegőterheltségi szint és a helyhez kötött légszennyező források

kibocsátásának vizsgálatával, ellenőrzésével, értékelésével a 6/2011. (I. 14.) VM rendelet foglalkozik. A méréseket és a mintavételeket csak akkreditált szervezetek végezhetik. (Béres-Ágoston-Lovarityné: Szagvédelmi kézikönyv, 2023)

#### **4.5.2 Szag mérése**

A korábban tárgyalt problémák kiküszöbölésére, a gyakorlatban egy félig műszeres mérési vizsgálatot alkottak meg. A mérés során egy mintát alkotnak gázhígító berendezéssel, melynek a koncentrációját és az intenzitását az emberi orr segítségével értékelik ki. Ebben az esetben az alkotóelemek koncentrációja, illetve a szag összetétele nem kerül meghatározásra, csak a keverék együttes hatása. A mérés egy számszerűsíthető értéket ad a szag mértékére, de a szag forrása nem határozható meg a mérés során és következtetni sem tudunk a kiértékelt eredmények alapján. (Béres-Ágoston-Lovarityné: Szagvédelmi kézikönyv, 2023)

### **4.6 Szennyezőanyagok a komforttérben**

A belső levegő minőségét több száz légszennyező anyag is befolyásolhatja, ezért lehetetlen lenne az összeset bemutatni. A különböző hazai irodalmak feldolgozása során törekedtem a leghétköznapiabb anyagokat kiértékelni, amelyek a mindennapjaink során előfordulhatnak. (Kalmár, 2013) gyakorlatiasabban, akár példákon keresztül mutatta be a legjellemzőbb légszennyező anyagokat, viszont kiegészítésként találtam hasznos információkat (Bánhidi-Kajtár, 2000) és (Bajnóczi et al., 2000) könyveiben is.

#### **4.6.1 Vízgőz**

Az ideális levegő páratartalom zárt terekben 40-60%-ig terjed. Túl száraz levegő esetében a légutak kiszáradhatnak, köhögés léphet fel és növekszik a kockázat a légúti betegségek kialakulására. Ez az eset főleg a komfortérzetre van hatással, illetve kritikus esetben az egészségre is. Magas páratartalom esetén viszont zárt terekben penészgombák jelenhetnek meg és növekszik a poratkák szaporodási aránya. Ennek komoly egészségügyi vonzata is lehet. Míg az emberektől vagy állatoktól származó vírusok és baktériumok a száraz

levegőben hamar elpusztulnak, magas páratartalom esetén akár hónapokig vagy évekig is élhetnek.

Mivel az emberek napjuk legalább 70%-át épületen belül töltik, nagyon fontos a megfelelő páratartalom elérése egészségügyi és komfort szempontokból kifolyólag is. (Kalmár, 2013)

### ***Penészgomba***

A penészgomba leggyakoribb esetben allergiát válthat ki az emberből. Az allergiás folyamatot a gombák által termelt spórák váltják ki. Légzés során a szervezetbe kerülve asztmás és szénanáthás tünetek jelentkezhetnek. A bőrrel érintkezve bőrtünetek keletkezhetnek a bőrfelületen, amelyből megállapítható az allergiás jelenség.

A korábban említettek alapján a penészgombák a magas páratartalmú zárt terekben szaporodnak, ezért a fürdőszobák, mosókonyhák, konyhák és pincék a leggyakoribb lelőhelyük.

### ***Poratka***

Kalmár (2013) szerint a köznyelvben használatos *házipor-allergia* nem a por és a poratkák miatt alakul ki az emberekben, hanem a levegőben szálló atkák ürülékének belégzése miatt. Belégzés vagy érintkezés által jellegzetes allergiás tünetek alakulhatnak ki. A legtöbb légúti allergiás reakciónak a poratkák a kiváltói.

Ahogy korábban említettem ezek az élőlények szintén magas páratartalmú helyiségekben képesek túlélni. A fő táplálékuk az emberekről levált és elhalt hámsejtek, ezért leggyakrabban ágyneműkben, párnákban szövetekben és szőnyegeken találhatóak. Főleg nyáron és tavasszal fordulnak elő a lakásokban a fűtés hiánya miatt. Télen a páratartalom alacsonyabb, ezért sokkal kisebb eséllyel tudják túlélni a körülményeket.

A poratkák szaporodása megfelelő szellőztetési folyamatokkal (akár természetes vagy mesterséges) és páratartalmi feltételekkel csökkenthető.

## **4.6.2 Azbeszt**

Azbeszt a gyűjtőneve a természetes szilikát szálaknak. Ezek a szálak nagyon vékonyak (0,05-1  $\mu\text{m}$ ). Előfordulnak kék, barna és fehér színben.

Régen az épületeknél széles körben alkalmazták, elsősorban a szilárdság- és kopásállósága miatt. Előfordult építőanyagokban, burkoló anyagokban, szigetelésekben, csővezetékben stb.

A levegőbe kerülő azbesztszálak légzés során lerakódhatnak az ember tüdejében, amelynek komoly egészségügyi vonzatai vannak. Hosszabb idő után a lerakódott azbesztszálak tüdőelváltozást, legrosszabb esetben daganatot is okozhatnak.

Ennek az anyagnak a felhasználását már betiltották, kiváltása indokolt. Ennek ellenére még előfordulhatnak létesítmények, ahol jelen van az azbeszt. (Bajnóczi et al., 2000)

#### **4.6.3 Aeroszolok**

Aeroszoloknak nevezzük valamennyi gázközegben eloszott folyékony és szilárd részecskék rendszerét. Az aeroszolok vizsgálata tekintetében a részecskeméret a legfontosabb szempont. A folyadék részecskék általában gömb alakúak, a szilárd részecskék összetett alakkal rendelkeznek.

A  $2,5\text{ }\mu\text{m}$ -nél kisebb részecskéket *finom részecskéknek*, az ennél nagyobbakat *durva részecskéknek* nevezzük.

Az aeroszolok komfort és egészségügyi szempontból leggyakrabban mért tulajdonsága a koncentráció. Minél nagyobb a koncentráció, annál jobban ki vannak téve a komfortterekben tartózkodó személyek a káros következményeknek. A legnagyobb terhelés az emberi szervezetet a légzőrendszeren keresztül éri. A belégzett részecskék által kiváltott kockázat nagyban függ az anyag kémiai összetételétől. (Kalmár, 2013)

#### **4.6.4 Radon**

A radon egy színtelen, szagtalan, keserű ízű és radioaktív nemesgáz. A periódusos rendszer 86. eleme. Főleg az építőanyagokban és a talajban található meg.

A radon a természetben az urán bomlása során alakul ki. A megelőző bomlásterméke a rádium. A radon a talajból és az építőanyagokból juthat be az épületbe a bennük megtalálható radioaktív izotópok bomlása során. A talajban az ivóvíz elnyeli a radon gázt, ezért a vízvezetékeken keresztül is bejuthat az épületbe.

A radon gáz belélegezve nagyon intenzív egészségügyi kockázatokat hordoz magában. A légutak radioaktív besugárzását eredményezik és a hosszan tartó sugárzás rákot, leukémiát és gyermekhalandóságot okozhat. (Bajnóczi et al., 2000)

A radon elleni védekezések a következők lehetnek:

- építőanyagok és alapanyagok gondos megválasztása
- talaj alatti közműbevezetések gondos szigetelése
- falszerkezetekre bevonat képzése (festés, tapéta stb.)
- pinceszint szellőztetése a bejutott gáz miatt
- komfortterek és főként a fürdőszobák szellőztetése a vezetékeken bejuthatott radon miatt.

#### **4.6.5 Illékony szerves anyagok**

A szennyezőanyagok ezen csoportja - a formaldehid kivételével - az összes többi illékony szerves anyag gázokat tartalmazza. A komforttérbe az építőanyagokon, bútorokon, berendezéseken keresztül juthat be, diffúzió, deszorpció és párolgás útján.

Ebbe a csoportba több száz anyag is tartozhat, viszont a közös jellemzőjük, hogy olvadáspontjuk szobahőmérséklet alatt van és forráspontjuk 50-250 °C között.

Elsősorban szaglószerveinken keresztül juttathatjuk be ezeket az anyagokat a szervezetünkbe. A koncentrációjuktól függően gyengébb vagy erősebb bőr- és nyálkahártya gyulladást okozhatnak, illetve stresszt és koncentráció romlást. (Bajnóczi et al., 2000)

#### **4.6.6 Szén-monoxid**

A szén-monoxid (CO) szerves anyagok tökéletlen égéséből keletkező színtelen, szagtalan, íztelen gáz. A tulajdonságaiból kifolyólag emberi érzékszervekkel szinte lehetetlen érzékelni, ezért gyakran úgy okoz mérgezést, hogy az érintettek észre se veszik.

A szén-monoxid azon kívül, hogy magas koncentrációban halált is okozhat, számos krónikus mérgezést is eredményezhet és forrása lehet depresszióknak, tanulási nehézségeknek és emlékezetzavarnak. Nincsenek jellegzetes tünetei a mérkezésnek, csak a vér karbonhemoglobin-tartalmából mutatható ki.

A lakásokban a szén-monoxid leggyakoribb forrásai a gáztűzhelyek, kazánok tökéletlen égése és az épületen belüli dohányzás. (Kalmár, 2013)

#### **4.6.7 Nitrogén-oxidok**

A nitrogén-oxidok főleg a fosszilis tüzelőanyagok égetése során kerülnek a levegőbe.

Leggyakoribb forrása a városokban a gépjárművekből származik. Ezen kívül az ipari termelések során is rendkívül sok nitrogén-oxid kerülhet a levegőbe.

A nitrogén-oxidok mérgező gázok. Kettős hatásuk van az emberi szervezetre. Első sorban a nyálkahártyához kapcsolódva salétromos savvá alakulnak, ezzel károsítva a szöveteket. Másrészt felszívódva bekerül a véráramba és oxidálják a hemoglobinmolekulákat, így a szervezet nem képes oxigént szállítani. (Kalmár, 2013)

#### **4.6.8 Kén-dioxid**

A kén-dioxid egy színtelen, szúrós szagú, vízben oldódó gáz, ami vízzel egyesülve kénessavat, kénsavat alkot.

Leggyakoribb forrása a kéntartalmú tüzelőanyagok elégetése, mint a szén és az olaj. A természetben és az ipari folyamatok során is képződik kén-dioxid.

A kén-dioxid belélegezve ártalmas. A nitrogén-oxidokhoz hasonlóan a nyálkahártyában savas kémhatásúvá alakulhat, illetve a vérben oldódva a hemoglobint szulf-hemoglobinná alakítja, ami gátolja az oxigénfelvételt. (Kalmár, 2013)

#### **4.6.9 Dohányfüst**

A dohányfüst miatt ezernél több szennyezőanyag komponens jut a levegőbe. A legjelentősebbek a szén-dioxid, szén-monoxid, nikotin és hamu részecskék.

A dohányfüst ingerli a szemet, orrot és több betegségnél is rizikó faktor. Vizsgálatok igazolják, hogy növeli a szívinfarktus kialakulásának kockázatát és rákkeltő hatása van.

A dohányzás rendkívüli módon rontja a belső levegő minőségét. Hatásainak csökkentését csak a légcsereszám nagy mértékű növelésével lehet kompenzálni. Külföldi vizsgálati

eredmények alapján cigarettánként 100 m<sup>3</sup> levegőt kell bejuttatni a komforttérbe. (Bajnóczi et al., 2000)

#### **4.7 Belső levegő minőség mérése**

A belső levegő minőségének mérése során két módszer jöhet szóba. Az első az érzékelhető belső levegő minőségre jellemző decipol érték meghatározása. A másik mérés egy bizonyos szennyezőanyag koncentrációjának meghatározása. (Bajnóczi et al., 2000)

##### **4.7.1 Érzékelhető levegő minőség mérése**

A decipol skála értékét az elpárolgatott aceton koncentrációjához rögzítették. Az érzékelhető levegő minőség értéke:

$$c = 0,8 + 0,22 * k \text{ [decipol]}$$

Ahol:

k – aceton koncentrációja [ppm]

A vizsgálat az emberi orr segítségével történik. Különböző erősségű „etanolokat” kell kialakítani 1, 5, 10, 20 decipolnak megfelelően.

Az aceton forrásból kipárolgó aceton gőzzel keveredik, majd a mintavevő tölcseren keresztül kiáramlik. A kiáramló levegőben az aceton koncentráció meghatározásához adott üzemidő után az aceton forrás tömegének csökkenése alapján mérjük az elpárolgott aceton tömegét. A ventilátor légszállítása ismeretében meghatározható az időtartam alatt áramolt levegő és aceton koncentráció.

##### **4.7.2 Szennyezőanyagok koncentrációjának mérése**

A levegőben lévő szennyezőanyagok koncentrációja két mérési folyamattal határozható meg. Az első a folyamatos mérés, a második a mintavételezési eljárás.

### **4.7.3 Folyamatos mérés**

Folyamatos méréseket lehet végezni infravörös- és fotoakusztikus spektroszkópia elvén működő gázmonitorokkal egyaránt. Drága műszerek, ezért olcsóbb alternatívát jelenthetnek az elektrokémiai elven működő műszerek (kevésbé pontosak).

### **4.7.4 Mintavételezési eljárás**

Megkülönböztethetjük a vizsgálócsövekkel és az adszorpciós mintavételezéssel történő eljárásokat.

#### ***Vizsgálócsövek***

A vizsgálócső elválasztja a benne lévő kémiai anyagot a külső levegőtől. A mérés során az üvegcső két végét le kell törni, majd a kézipumpával a vizsgálandó levegőt a csövön át kell áramoltatni. A vizsgálócső elszíneződése alapján leolvashatjuk a koncentráció mértékét.

#### ***Adszorpciós eljárás***

Levegőben kis koncentrációban előforduló szén-hidrogének esetében alkalmazható ez az eljárás. A helyszíni mintavételezést követően a kiértékelés laborban történik gázkromatográfok segítségével.

## 5 ÉPÜLET ADATAI

A meglévő létesítmény egy kb. 70-80 éve épült lakóépület. Jelenleg az épületet nem lakják ezért a lakások átalakításra kerülnek. A létesítményben ki lesz alakítva egy bowlingterem, kávézó, vetítő és négy apartman lakás. A tervezett átépítés szerint az ingatlan nemcsak energetikailag újul meg, hanem funkcionálisan is a mórakalmi turisztikai igények figyelembevételével, vendéglátáshoz kapcsolódó szórakoztató egységgé lesz átalakítva.

A két épület földszinti része és az üres padlásteres lakóépület az átépítés során egyesítve lesz. Az egységes szerkezetet egy szárazkapu bejáró sáv szakítja meg. Az épületen az utcával párhuzamos gerincű faszerkezetű magastető van. A földszinti helyiségek belmagassága 3,2 m, az emeleti apartman lakások belmagassága 2,76 m. A földszinti padlóvonal helyzete kb. +0,20 m a környező járdaszinthez viszonyítva.

Az átalakítás után a lakóépület két részre fog megoszlan. A földszinten lesz kialakítva a vendéglátóegység, amely magában foglalja a kávézót és a bowlingtermet. Az emeleten apartman lakások lesznek kiépítve. Összesen 4 lakás lesz, amiből három lakás 2 szobás, illetve egy lakás 4 szobás.

Az épület közművesített, gázhálózat, használati víz rendelkezésre áll és a csatornahálózatra van csatlakoztatva az épület.

A telek teljes mérete 3091 m<sup>2</sup> és a tervezett épület összesen 855 m<sup>2</sup>, amelyből a földszint 642 m<sup>2</sup> az emelet 213 m<sup>2</sup>. Pinceszint nincsen kialakítva a létesítményben.

A létesítmény befogadóképessége egyidejűleg 66 fő, amelyben állandó 6 fő dolgozó és 60 fő vendég van meghatározva.

Az épület energetikai számítások alapján megfelelő besorolást kapott.

A létesítmény rétegrendje és a WinWatt program alapján kiadott energetikai eredmények az **1. számú mellékletben** találhatóak. Az építész tervrajzokat az **1.-2. számú rajz mellékletekben** helyeztem el.

## 6 FÜTÉSI RENDSZER TERVEZÉSE

A dolgozatomban egy vendéglátó egységnek a fűtési rendszerét tervezem meg. Első lépésben a létesítmény WinWatt programban számított energetikai adatok alapján kiválasztom a helyiségek hőleadóit. Összegzem és az ismert adatok alapján leméretezem a fűtésen kívüli köröket, amelyet szintén a hőtermelő berendezés lát el. Az így kapott értékek alapján kiválasztom a megfelelő hőtermelő berendezést és elvégzem a hidraulikai méretezését a rendszernek.

### 6.1 Hőszükségletszámítás

Az épület hőszükségletének kiszámításához a WinWatt méretező programot alkalmaztam. Ebben a programban meg kell adni az épület határoló szerkezeteit, majd ezen szerkezetek alapján ki kell alakítani a helyiségek programbéli modelljét. A rendszerbe beépített számítások segítségével kiszámoltam minden helyiségnek a paramétereit alapján a hőveszteségüket. Ezeket a számításokat az **1. számú mellékletben** rögzítettem.

A program az *MSZ EN ISO 13370:2017* és a *7/2006. (V. 24.) TNM rendelet* számításait veszi alapul, amelyek a következők.

#### 6.1.1 Transzmissziós veszteségek

A transzmissziós veszteségek azok a hőáramok, amelyek az épület rétegein keresztül távoznak az épületből. A képlet, amivel számoltam a következő értékekből áll.

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \sum \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_e}} \left[ \frac{W}{m^2 K} \right]$$

Ahol:

U Hőátbocsátási tényező [W/m<sup>2</sup>K]

δ Rétegvastagság[m]

λ Hővezetési tényező [W/mK]

α<sub>i</sub> Külső oldali hőátadási tényező [W/m<sup>2</sup>K]

α<sub>e</sub> Belső hőfoktényező [W/m<sup>2</sup>K]

### 6.1.2 Filtrációs veszteségek

A filtrációs veszteségek azok a hőáramok, amelyek szellőztetés során távoznak az épületből. Ez lehet mesterséges és hagyományos úton is egyaránt. A légcsereszámokat a helyiség funkciói alapján választottam ki.

A képlet, amivel számoltam a következő értékekből áll.

$$\dot{Q}_{fil} = V * n * \rho_{lev} * c_{lev} * \Delta t [W]$$

Ahol:

$\dot{Q}_{fil}$  Filtrációs hőveszteség [W]

V Helyiség térfogata [m<sup>3</sup>]

n Légcsereszám [1/h]

$\rho_{lev}$  Levegő sűrűsége [kg/m<sup>3</sup>]

$c_{lev}$  Levegő fajhője [J/kgK]

$\Delta t$  Külső-belső hőmérsékletkülönbség [°C]

### 6.1.3 Sugárzási nyereségek

A sugárzási nyereségek az épület üvegfelületein keresztül érkező direkt nyereségek.

A következő képlettel számíthatóak, viszont a kedvezőtlenebb feltételek számítása érdekében nem alkalmaztam a számítást.

$$\dot{Q}_{sug} = \varepsilon * A_{ü} * I_b * g [W]$$

Ahol:

$\dot{Q}_{sug}$  Sugárzási hőnyereség [W]

$\varepsilon$  Hasznosítási tényező [m<sup>3</sup>]

$A_{ü}$  Üveg felülete [m<sup>2</sup>]

$I_b$  Napsugárzás intenzitása [kg/m<sup>3</sup>]

g Üvegezés összesített sugárzásátbocsátó képessége [-]

#### 6.1.4 Belső hőnyereségek

A belső nyereségek bármilyen háztartási gépből, világításból, számítógépből vagy elektromos hőforrásból keletkezhetnek. Ezt a hőnyereséget nem vettem figyelembe a dolgozatomban, a kedvezőtlenebb feltételek számítása érdekében.

#### 6.1.5 Épület hőmérlege

Az épület teljes hőmérlegét a program segítségével a következő értékekből számítottam ki.

$$\dot{Q} = \sum (\dot{Q}_{tr} + \dot{Q}_{fil} - \dot{Q}_{sug} - \dot{Q}_{bel}) [W]$$

Ahol:

$\dot{Q}$  Épület hővesztesége [W]

$\dot{Q}_{tr}$  Homlokzati fal hőveszteség [W]

$\dot{Q}_{fil}$  Filtrációs hőveszteség [W]

$\dot{Q}_{sug}$  Sugárzási hőnyereség [W]

$\dot{Q}_{bel}$  Belső hőnyereség [W]

Ennek a számításnak az eredményeképp a vendéglátó egység és apartman lakások teljes vesztesége: **78 kW**

Az épület pontos adatai az **10. ábrán** láthatóak.

|                                                                   |                          |                                 |                          |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|
| <b>Bowling és kávézó</b>                                          |                          |                                 |                          |
| <b>Téli hőveszteség:</b>                                          | <b>78.0 kW</b>           |                                 |                          |
| <b>Energetikai számítás</b>                                       |                          | <b>Használat jellege:</b>       | <b>folyamatos</b>        |
| Fűtött térfogatot határoló felület:                               | 2466.4 m <sup>2</sup>    | Fűtött épület(rész) térfogat:   | 3699.7 m <sup>3</sup>    |
| Számított fajlagos veszteség:                                     | 0.175 W/m <sup>3</sup> K | Megengedett fajlagos veszteség: | 0.259 W/m <sup>3</sup> K |
| <b>Az épület(rész) az energetikai számítás alapján MEGFELELŐ.</b> |                          |                                 |                          |

10. ábra Létesítmény energetikai adatai

## 6.2 Radiátoros fűtési rendszer

Az épület mindkét szintjén – földszinti vendéglátó egységekben és emeleti apartman lakásokban – egyaránt radiátoros fűtést választottam ki. Mivel az épület hővesztesége viszonylag magas és teljes mértékben mesterséges szellőztetéssel van megoldva, az épület frisslevegő bejuttatása érdekében, gyors reagálású fűtési rendszert választottam.

A radiátorok kialakítását és méretét az **1. számú mellékletben** szereplő helyiség hőveszteség értékek alapján méreteztem. Ebben segítségemre volt a Vogel & Noot gyártói adatai és méretező programja.

A radiátorok hőteljesítményének számítását a következő képlet segítségével számítottam.

$$Q' = m' \cdot c \cdot \Delta t$$

Ahol:

Q Hőteljesítmény [W]

m' Tömegáram [kg/s]

c Víz fajhője [J/kgK]

$\Delta t$  Hőmérsékletkülönbség [°C]

Az egyenletet átrendezve kiszámoltam a radiátorok teljesítményének leadásához szükséges tömegáramot. Az alkalmazott hőfoklépcsőt 55/45 °C alapján választottam meg, mivel kondenzációs gázkazán fogok hőtermelőnek alkalmazni. A víz fajhője ebben az esetben az 55 °C-hoz tartozó értéket vettem fel.

A **11. ábrán** látható a Vogel&Noot radiátor kiválasztó program azon része, ahol az adatokat lehet felvenni a kiválasztáshoz.



11. ábra Vogel & Noot radiátor kiválasztó program

Először kiválasztottam a radiátorok típusát. Minden esetben szelepes, bordázott acéllemez radiátort választottam. Ezután felvettem a megfelelő hőfoklépcsőt és a helyiség hőmérsékletét, amelynek a radiátorát éppen méreteztem. Beírtam a cél hőteljesítményt és a megfelelő tűréseken belül választottam radiátort az adott helyiségekre.

Abban az esetben, amikor nem csak egy radiátor látja el a helyiség fűtését – több nyílászáró vagy nagy hőveszteség miatt – mindig egyenlő részekre osztottam a szükséges radiátorok hőteljesítményét. Például a közösségi vetítő teremben a helyiség hővesztesége 5295 W-ra adódott és négy ablak került kialakításra, ezért négy 1380 W-os radiátort választottam. Ezzel a módszerrel tűrésen belül maradok és az ablakoknál is azonos méretű radiátorok lesznek elhelyezve, ami esztétikailag is megfelelő.

Miután beírtam az adatokat a program a **12. ábrán** látható módon listázza a megfelelő tűrésen belüli radiátorok listáját.

→ Típus / építési mélység...

22 / 22D / 105

Valamennyi teljesítmény

Teljesítmények a tolerancia határon belül

| Építési magasság (mm)  | 300  | 400  | 500  | 600  | 900  |
|------------------------|------|------|------|------|------|
| Építési hosszúság (mm) |      |      |      |      |      |
| 1120                   | -    | -    | -    | -    | 1297 |
| 1200                   | -    | -    | -    | -    | 1390 |
| 1600                   | -    | -    | -    | 1380 | -    |
| 1800                   | -    | -    | 1405 | -    | -    |
| 2000                   | -    | 1360 | -    | -    | -    |
| 2400                   | 1333 | -    | -    | -    | -    |
| 2600                   | 1444 | -    | -    | -    | -    |

12. ábra Vogel & Noot radiátor teljesítmények a tolerancia határon belül

Ezzel a módszerrel elvégeztem a számítást az összes helyiségre, amelyben szükség van fűtésre. Az eredményeket és a kiválasztott radiátorok megnevezését a **2. számú mellékletben** összesítettem.

A teljes fűtési rendszer az így választott radiátorok hőleadása alapján – földszinti és emeleti kör összesen – 80,64 kW teljesítmény.

### 6.3 Használati melegvízkészítés

A feladatom keretein belül csak a legfontosabb számításokat végeztem el, amely elengedhetetlen a hőtermelő berendezés kiválasztásához, illetve az adott fűtési kör kialakításában és a használati melegvíz készítéshez.

Használati hidegvíz méretezésével és csatornázási méretezéssel nem foglalkoztam a feladatomban, illetve a melegvíz készítést csak az indirekt tárolóig méreteztem hidraulikailag és a szükséges teljesítmény szempontjából.

#### 6.3.1 Használati melegvíz igény

Első lépésben kiszámoltam a méretezendő napi vízfogyasztást. Ezt a számítást két részre osztottam. Először a vendéglátó egységnek a napi melegvíz fogyasztását, majd az apartman lakások fogyasztását számítottam ki.

##### *Vendéglátó egység melegvízfogyasztása*

A vendéglátó egység reggel 10:00-tól 22:00-ig van nyitva és egy vendég átlagosan 2 órát tartózkodik a kávézó/bowling teremben. A maximális befogadó képesség és a dolgozói létszám alapján azt az értéket kaptam, hogy a csúcsfogyasztás 306 főnél 4200 l melegvíz lehet. A melegvízfogyasztás mosogatásból és kézmosásból adódik.

Mivel a felhasznált melegvíz kevert, 40 °C-os és a tárolóban 50 °C-os vizet tárolunk, az értéket csökkenteni kell, amelyet a következő számítással végeztem.

$$V_m = V_k * \frac{t_k - t_h}{t_m - t_h}$$

Ahol:

$V_m$  50 °C-os melegvíz térfogat [l]

$V_k$  40 °C-os melegvíz térfogat [l]

$t_k$  Csapolóból felhasznált víz hőmérséklet [°C]

$t_m$  Tárolóban lévő víz hőmérséklet [°C]

$t_h$  Vízhálózat hőmérséklete [°C]

Az így kapott mennyiséget megszoroztam a tárolóban lévő vízkeveredés miatt 1,4-es szorzóval és illetve megszoroztam 2-vel, hogy a 2 órás fogyasztási csúcsot lefedje az így kapott térfogat. A számítás alapján 882 l-es indirekt tárolóra van szükség, hogy a csúcsfogyasztás alatt is megfelelő melegvíz mennyiség álljon rendelkezésre.

A pontos számítást a **3. számú mellékletben** részletezem.

### ***Apartman lakások melegvízfogyasztása***

A számítás második része az apartman lakásokban keletkező melegvíz fogyasztás számítása.

A módszer hasonlít a vendéglátó egységekben alkalmazotthoz, annyi különbséggel, hogy a melegvízfogyasztás főleg zuhanyzásból, illetve rövidebb időtartamú mosogatásból és kézmosásból adódik.

A négy lakás maximális befogadó képessége 20 fő, ezért ezt a számot vettem alapul a további méretezésben. Az elhasznált vízmennyiséget fejadag alapján kiszámoltam és a korábban részletezett számítással átváltottam 50 °C-os tárolt melegvíz mennyiségre. A számítás eredményeképp megkaptam, hogy 1050 l melegvizet használhat el maximálisan a 20 fő naponta az apartman lakásokban.

Mivel a lakások használata eltér a vendéglátó egységtől, további pontosítást igényel a tárolandó melegvíz mennyisége. Átlagosan a vízfogyasztás 65%-a reggeli és esti csúcsban keletkezik, ezért a kiadott értéket megszoroztam 0,65-tel. Továbbá a két napszak átlagosan 60-40%-ban oszlik meg általában az esti időszak javára a zuhanyzás miatt. A szükséges térfogatot újra megszoroztam 0,6-tal. A számított eredménynél szintén figyelembe vettem a keveredésből adódó 1,4-es szorzót és így 560 l szükséges melegvíz térfogatot kaptam eredményül.

A pontos számítást a **3. számú mellékletben** részletezem.

### **6.3.2 Használati melegvíz tároló kiválasztása**

A korábban számított két eredményt összegeztem és felfele kerekítettem a kereskedelmi forgalomban kapható tároló térfogati értékére.

A választásom így a Flamco Flextherm 1500 l-es típusára esett az **1. táblázat** alapján.

1. táblázat Csúcsidőben szükséges melegvíz mennyiség

| Csúcsidőben egyidejűleg történő vízelvétel |               |
|--------------------------------------------|---------------|
| Bowling és kávézó                          | 882 l         |
| Apartman lakások                           | 560 l         |
| Összesen                                   | <b>1442 l</b> |

Miután kiválasztottam az indirekt tárolót kiszámoltam, hogy mekkora hőenergiára van szükség a belépő hidegvíz felfűtésére. A számítást a következő képlettel számítottam.

$$Q = m * c * \Delta t$$

Ahol:

Q Hőenergia [J]

m Tömeg [kg]

c Vízfajhője [kJ/kgK]

$\Delta t$  Hőmérsékletkülönbség [K]

Az így kapott értéket átalakítottam hőteljesítménybe a 2 órás előfűtési időszakot figyelembe véve. A következő képletet alkalmaztam.

$$Q_{\cdot} = \frac{Q}{\tau}$$

Q<sub>·</sub> Hőteljesítmény [kW]

$\tau$  Idő [s]

Eredményül megkaptam, hogy 35 kW hőteljesítményre van szükség a melegvíz készítéshez 1500 l tárolt vízmennyiség esetén.

Az így kapott értéket visszahelyettesítve a korábbi képletbe némi átalakítással, kiszámoltam a szükséges térfogatáramot, amelyet az adott fűtési körnek teljesítenie szükséges.

$$V. = \frac{Q.}{\rho * c * \Delta t}$$

Ahol:

V.      Térfogatáram [m<sup>3</sup>/h]

ρ      Víz sűrűsége [kg/m<sup>3</sup>]

Eredményül megkaptam, hogy a megfelelő hőmennyiség leadásához 3 m<sup>3</sup>/h térfogatáramot kell a szivattyúnak teljesítenie.

A pontos számítást a **3. számú mellékletben** részletezem.

## 6.4 Szellőztető rendszer

Ennek a fejezetnek a keretein belül csak a legfontosabb számításokat végeztem el, amely elengedhetetlen a hőtermelő berendezés kiválasztásához, illetve az adott fűtési kör kialakításában és szellőztető berendezés fűtő kaloriferének méretezéséhez. A részletes számítást a **7. fejezet** keretein belül mutatom be.

A vendéglátó helyiség és apartman lakások szellőztetését mesterséges, hővisszanyerős légkezelő rendszerrel valósítottam meg, a filtrációs veszteségek csökkentése és a folyamatos frisslevegő ellátás érdekében.

A frisslevegő befűvást a helyiségekbe egy Helios AIR1 7000 központi légkezelő gép látja el, amelyet az épület szellőztetési igénye alapján választottam ki. A berendezés a pult feletti beépítetlen tetőtéri helyiségben helyezkedik el.

A berendezés rendelkezik egy kereszt-ellenáramú hővisszanyerős egységgel, elektromos előfűtővel, majd egy melegvizes utófűtővel és egy hidegvizes hűtő kaloriferrel, ezzel biztosítva a megfelelő hőmérsékletű frisslevegő-ellátást.

#### 6.4.1 Frisslevegő mennyisége

A frisslevegő mennyiségét meghatározhatjuk többféle módszer alapján. A feladatom során a legcsereszám alapján, a helyiség funkciójától függően vettem fel a légcsereszám értékeit. A számításban felvett számokat a **4. számú mellékletben** részletezem.

A szükséges frisslevegő befűvást a következő képlettel számítottam minden helyiségre külön-külön.

$$V_{\text{f}} = V \cdot n$$

Ahol:

$V_{\text{f}}$     Térfogatáram [ $\text{m}^3/\text{h}$ ]

$V$       Helyiség térfogata [ $\text{m}^3$ ]

$n$       Légcsereszám [ $1/\text{h}$ ]

Miután minden helyiségre kiszámoltam a szükséges térfogatáramot, összegeztem és megkaptam a szellőztető berendezés légszállítását. A berendezés ugyanannyi levegőt szív el, mint amennyit befűj a helyiségekbe. A választott légkezelő berendezés a **13. ábrán** látható.



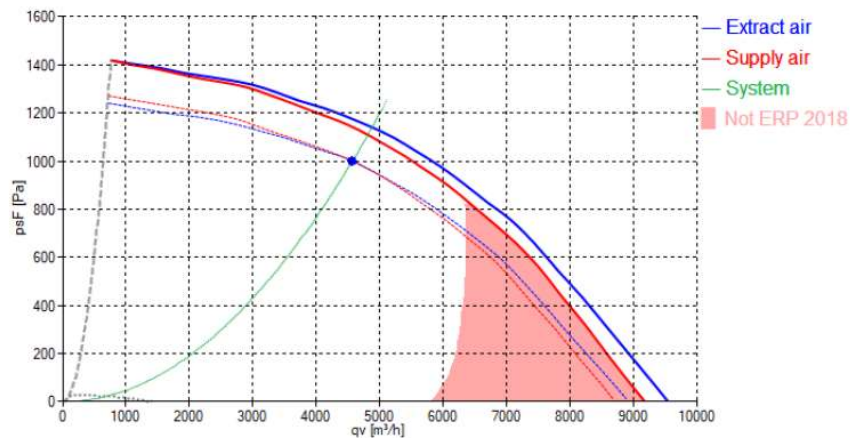
13. ábra Helios AIR1 XH 7000

## 6.4.2 Légkezelő berendezés

Mivel Helios légkezelő berendezést választottam, a gyártó weboldalán tudtam használni a kiválasztó és méretező programot. A rendszer alapján számított értékek az **5. számú mellékletben** találhatóak.

Legelőször beállítottam a számított térfogatáramot, illetve a ventilátor nyomásértékét. Ezután a részletes számítás érdekében beállítottam a telepítési helyet az éghajlati adatok kitöltése érdekében. Megadtam a beltéri nyári és téli adatokat egyaránt, illetve hozzáadtam extra kiegészítőnek a melegvizes utófűtő kalorifert és a hidegvizes hűtő kalorifert.

Miután minden adatot beállítottam a rendszerben, a program megadja a berendezés munkapontját az **14. ábrán** látható diagram szerint.



14. ábra Helios légkezelő munkapont

A feladatom során az utófűtő kalorifer szükséges térfogatáramát méreteztem az adott fűtési körhöz. Miután minden adatot beállítottam a programban a rendszer kiszámította, hogy az utófűtő kalorifer 4,63 kW. A szükséges térfogatáramot a következő képlettel számoltam ki.

$$V. = \frac{Q.}{\rho * c * \Delta t}$$

Ahol:

V.      Térfogatáram [m³/h]

Q.      Hőteljesítmény [kW]

ρ      Víz sűrűsége [kg/m³]

c      Víz fajhője [kJ/kgK]

$\Delta t$     Hőmérsékletkülönbség [K]

Ezzel az összefüggéssel megkaptam, hogy a fűtő kaloriferhez 0,4046 m<sup>3</sup>/h tárfogatáram szükséges, hogy a megfelelő 4,63 kW hőteljesítményt tudja leadni a rendszer.

## 6.5 Hőtermelő berendezés kiválasztása

A feladatom egyik legfontosabb lépése a megfelelő hőtermelő berendezés kiválasztása.

Mivel korszerű épületről van szó, megfelelő szigeteléssel ellátva és mesterséges, hővisszanyerős rendszerrel kiegészítve, vegyes tüzelésű kazán nem bizonyulna jó választásnak. Mindenképpen egy jól szabályozható és biztonságos rendszert kell kialakítani a vendéglátó egységnek.

Hőszivattyús rendszer megállná a helyét az épület paramétereinek alapján, viszont a fűtési rendszerhez nem igazodna jól. Mivel radiátoros fűtés kerül kiépítésre, ezért minden esetben egy gyors reagálású és magasabb hőfoklépcsővel rendelkező hőtermelő berendezésre van szükség, mint a hőszivattyú. Ezen kívül a levegő-víz hőszivattyús rendszerek átlagosan -7 °C-ig üzemelnek megfelelő SCOP érték mellett. Ennél hidegebb külső hőmérsékletnél sokkal rosszabb hatásfok mellett működne a berendezés. Víz-víz, illetve talajkollektoros hőszivattyú kiépítésre nincs lehetőség az ingatlan környezetében. Illetve a talajszondás változat rendkívül magas bekerülési költségek mellett lehetne csak kiépíteni.

A korábban részletezett szempontok alapján a választásom egy kondenzációs gázkazánra esett, amely időjáráskövető- és gáz-levegő arány szabályozással rendelkezik, valamint széles modulálási tartománnyal (1:5) lehet kihasználni a kisebb teljesítményű üzemmódokat, amennyiben nem a maximális teljesítményre van szükség.

Mivel a fűtési rendszer konvekciós és gyors reagálású, nem előnykapcsolásban terveztem a használati melegvíz készítést. A kiválasztott gázkazán képes ellátni egyidejűleg a négy fűtési kört.

### 6.5.1 Hőtermelő teljesítményének számítása

A hőtermelő teljesítményét a korábban kiszámolt fűtési körök alapján összegeztem és a kapott eredmény alapján választottam a fűtési rendszerhez alkalmas berendezést.

A fűtési rendszer négy körből tevődik össze, melyek a következők:

- Földszinti radiátoros kör (direkt kör)
- Emeleti radiátoros kör (direkt kör)
- Légkezelő kalorifer kör (kevert kör)
- Használati melegvíztartály kör (direkt kör)

Ezt a négy kört a következő számításban összegeztem.

$$Q_{\cdot} = Q_{\cdot 1} + Q_{\cdot 2} + Q_{\cdot 3} + Q_{\cdot 4} = 64,411 + 16,226 + 4,63 + 35 = 120,267 \text{ kW}$$

Ahol:

$Q_{\cdot}$  Hőteljesítmény [kW]

$Q_{\cdot n}$  Adott kör hőteljesítménye [kW]

### 6.5.2 Hőtermelő típusának kiválasztása

Az így kapott érték alapján a választásom a Baxi Lunda Duo-Tec MP 1.130+ kazánra esett.

A gázkazán legfontosabb tulajdonságait a **15. ábrán** szemléltetem.

| FÜTŐKÉSZÜLÉKEK                          |            |             |             |             |             |             |        |        |        |
|-----------------------------------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------|--------|--------|
| TECHNIKAI ADATOK                        |            | 1.35+       | 1.50+       | 1.60+       | 1.70+       | 1.90+       | 1.110+ | 1.130+ | 1.150+ |
| Névleges fűtési hőterhelés              | kW         | 34,8        | 46,3        | 56,6        | 66,9        | 87,4        | 104,9  | 123,8  | 143    |
| Maximális fűtési hőteljesítmény 80/60°C | kW         | 33,8        | 45          | 55          | 65          | 85          | 102    | 121,5  | 140,3  |
| Maximális fűtési hőteljesítmény 50/30°C | kW         | 36,5        | 48,6        | 59,4        | 70,2        | 91,8        | 110,2  | 130,6  | 150,9  |
| Minimális fűtési hőteljesítmény 80/60°C | kW         | 5           | 5           | 6,1         | 7,2         | 9,4         | 11,4   | 24,3   | 28,1   |
| Minimális fűtési hőteljesítmény 50/30°C | kW         | 5,4         | 5,4         | 6,6         | 7,8         | 10,2        | 12,3   | 26,2   | 30,2   |
| Névleges hatásfok 80/60°C               | %          | 97,2        | 97,2        | 97,2        | 97,2        | -           | -      | -      | -      |
| Névleges hatásfok 50/30°C               | %          | 105         | 105         | 105         | 105         | 105         | 105    | 105,5  | 105,5  |
| Hatásfok 30%-os terhelésen              | %          | 107,9       | 107,8       | 107,4       | 107,1       | -           | -      | -      | -      |
| NOx kibocsátás kategória (EN 483)       |            | 5           | 5           | 5           | 5           | 5           | 5      | 5      | 5      |
| Fűtési előremenő szabályozási tartomány | °C         | 25-80       | 25-80       | 25-80       | 25-80       | 25-80       | 25-80  | 25-80  | 25-80  |
| Fűtési rendszer maximális nyomása       | bar        | 4           | 4           | 4           | 4           | 4           | 4      | 6      | 6      |
| Égéstermék elv. max. hossza (80/125)    | m          | 10          | 10          | 10          | 10          | (110/160)   | 10     | 9      | 9      |
| Égéstermék elv. max. hossza (80/80)*    | m          | 60          | 60          | 60          | 30          | (110/110)   | 27*    | 22**   | 22**   |
| Magasság x szélesség x mélység          | mm         | 766x450x377 | 766x450x377 | 766x450x505 | 766x450x505 | 952x600x584 |        |        |        |
| Tömeg                                   | kg         | 40          | 40          | 40          | 50          | 83          | 93     | 93     | 96     |
| Gáztípus                                | Földgáz/PB |             |             |             |             |             |        |        |        |
| Elektromos védettség                    | IPX5D      |             |             |             |             |             |        |        |        |

15. ábra Baxi Lunda Duo-Tec MP 1.130+ kondenzációs gázkazán technikai adatok

Ennek a kondenzációs gázkazánnak a névleges teljesítménye 122 kW, ami lefedi a szükséges 120,3 kW fűtési teljesítményt. Ezen kívül 1:5 a modulációs tartománya, tehát 24,4 kW-ig képes szabályozni a teljesítményét. Ezzel a működéssel el tudja kerülni a folytonos ki-be kapcsolást, kedvezőbb hatásfokkal tud üzemelni.

## **6.6 Fűtési rendszer hidraulikai méretezése**

Ahhoz, hogy a fűtési rendszer megfelelően és a berendezések energiahatékonyan tudjanak működni, mindenképpen el kell végezni a rendszer hidraulikai méretezését. Erre a számításra azért van szükség, hogy megfelelő szivattyút tudjunk kiválasztani a rendszerben lévő közeg keringtetésére és az optimális tömegáramok szállítására.

Ezt a folyamatot egy példán keresztül mutatom be, az emeleti fűtési körön keresztül. A számítás sorozatot ennek a körnek a mértékadó szakaszának bemutatásával szemléltetem. Ezzel a módszerrel számítottam ki a többi három fűtési kör mértékadó áramköreit is.

A teljes fűtési rendszer négy fűtési körénnek részletes számítását, a **6-9. számú mellékletekben** szereplő táblázatokban összesítettem.

### **6.6.1 Hidraulikai méretezés lépései**

A hidraulikai méretezést a következő lépések alapján számítottam, minden egyes fűtési körre külön elvégezve a folyamatot.

#### ***Hálózat kialakítása***

Első lépésként az alaprajzok alapján elkészítettem a fűtési terveket, alaprajzot és a kapcsolás sematikus ábráját. A fűtési terveket (alaprajzok és függőleges csőterv) az **3 - 5. számú rajz mellékletekben** mutatom be.

A helyiségekben elhelyeztem a radiátorokat és összekötöttem a csővezeték segítségével a hőtermelővel. Egyelőre csak a legszükségesebb idomokat, ismert fűtési elemeket rajzoltam be a tervekbe. Vannak olyan szerelvények, amelyeket csak a térfogatáramok és a csőméretek felvétele után tudok elhelyezni. Ezekkel az elemekkel a későbbiekben, pontosításként kiegészítettem a terveket és a számítást.

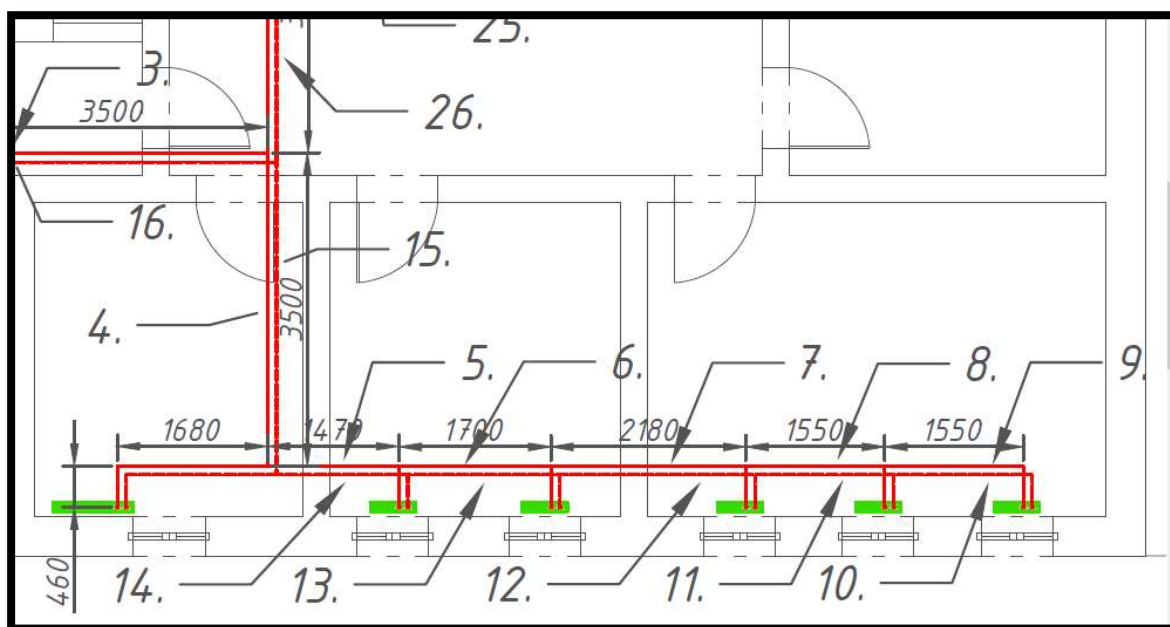
### ***Hálózat szakaszokra bontása***

Második lépésként az alaprajzra és függőleges csőtervre berajzolt csővezetéseket szakaszokra bontottam. Ennek a lépésnek az a legfontosabb szabálya, hogy egy szakaszon belül nem lehet térfogatáram és csőátmérő változás. Minden esetben, amikor megváltozik a két paraméter közül az egyik, új szakaszként kell felvenni.

A leírt elvet követve felvettem és beszámoltam a fűtési rendszer összes szakaszát és terveken megjelöltem.

A csőszakaszok kialakítását a **8-9. számú rajz mellékletben** ismertetem.

A **16. ábrán** bemutatok egy részletet az emeleti alaprajzon jelölt szakaszokra bontásról.



16. ábra Csőhálózat szakaszokra bontása - 9.számú rajz melléklet részlet

### ***Térfogatáram meghatározása***

Harmadik lépésként minden szakaszhoz a fogyasztói hőáramok alapján meghatároztam a szükséges tömegáramot. Ezután a további számítások megkönnyítése érdekében elvégeztem az átváltásokat, hogy a térfogatáram is a rendelkezésemre álljon a továbbiakban.

A fogyasztói hőáramok, az adott szakaszokban szükséges fűtési teljesítmény. Ezeknek a hőáramoknak a helyiség radiátoraihoz kell eljusson.

A radiátorok teljesítménye alapján a következő képlettel számítottam ki a tömegáramot.

$$Q. = m. * c * \Delta t$$

Ahol:

Q. Hőteljesítmény [W]

m. Tömegáram [kg/s]

c Víz fajhője [J/kgK]

$\Delta t$  Hőmérsékletkülönbség [K]

Ezek után a képletet átalakítva kiszámítottam a csővezetékben áramló fűtővíz térfogatáramát.

$$V. = \frac{Q.}{\rho * c * \Delta t}$$

Ahol:

V. Térfogatáram [m<sup>3</sup>/h]

$\rho$  Víz sűrűsége [kg/m<sup>3</sup>]

### ***Csőátmérők meghatározása***

A csőátmérőket előzetesen meghatároztam, úgy, hogy a szakasz legvégéig folyamatosan szűküljön az átmérő a térfogatárammal egyenesen arányosan. Amire figyelni kell, hogy a közeg sebessége ne legyen nagyobb mint 1,2 m/s, illetve a súrlódási ellenállás ne legyen nagyobb, mint 150-200 Pa/m. Ezeknek a határértékeknek az ellenőrzést a fajlagos csősúrlódási ellenállás alapján lehet megvizsgálni. Amennyiben nem megfelelő értéket kapunk, változtatni kell a csőátmérőn.

Első lépésként kiszámoltam a közeg sebességét az alábbi képlettel.

$$v = \frac{V.}{A} = \frac{V. * 4}{d^2 * \pi * 3600}$$

Ahol:

v Sebesség [m/s]

V. Térfogatáram [m<sup>3</sup>/h]

A Cső keresztmetszet [m<sup>2</sup>]

d Cső átmérője [m]

Második lépésként meghatároztam a közeg Reynolds-számát. A Reynolds-szám megadja, hogy a közegnek lineáris vagy turbulens az áramlása. Túlnyomó esetben a fűtési rendszerekben turbulens áramlás fog kialakulni.

A Reynolds-számot a következő összefüggéssel számítottam.

$$Re = \frac{v * d}{\nu}$$

Ahol:

Re Reynolds-szám [-]

$\nu$  Kinematikai viszkozitás [m<sup>2</sup>/s]

Miután kiszámoltam az adott szakaszra a sebesség és csőátmérő függvényében a Reynolds - számot, következő lépésben a csősúrlódási tényezőt állapítottam meg. Ennek a tényezőnek a számítási módszere eltér lineáris, illetve turbulens áramlásnál.

Lineáris áramlás esetében a csősúrlódási tényezőt a következő összefüggéssel állapítottam meg.

$$\lambda = \frac{64}{Re}$$

Ahol:

$\lambda$  Csősúrlódási tényező [-]

Turbulens áramlás esetében a csősúrlódási tényezőt a következő összefüggéssel állapítottam meg.

$$\lambda = \frac{0,3164}{\sqrt[4]{Re}}$$

A csősúrlódási tényező ismeretében kiszámoltam a csősúrlódásból keletkező ellenállást.

$$\Delta p_s = \lambda * \frac{l}{d} * \frac{1}{2} * v^2 * \rho$$

Ahol:

$\Delta p_s$  Csősúrlódási nyomásveszteség [Pa]

l Csőhossz [m]

$\rho$  Sűrűség [kg/m<sup>3</sup>]

A szakasz nyomásveszteségét visszaosztva a méterrel, megkaptam a fajlagos csősúrlódási veszteséget.

$$S = \frac{\Delta p_s}{l}$$

Ahol:

S Fajlagos nyomásveszteség [Pa/m]

### ***Alaki ellenállások meghatározása***

Az alaki ellenállás az idomoknál és a szerelvényeknél iránytörésekből vagy átmérő változásokból adódó nyomásveszteség. Minél nagyobb az áramlást változtató hatás ezeken a pontokon, annál nagyobb az értéke.

Az alaki veszteségeket az alábbi összefüggéssel számoltam.

$$\Delta p_a = \xi * \frac{1}{2} v^2 * \rho$$

Ahol:

$\Delta p_a$  Alaki nyomásveszteség [Pa]

$\xi$  Alaki ellenállási tényező [-]

Az alaki ellenállások „ $\xi$ ” értékét összevontam az adott szakaszokra, a számítás megkönnyítése érdekében.

### ***Szerelvényekben keletkező ellenállások meghatározása***

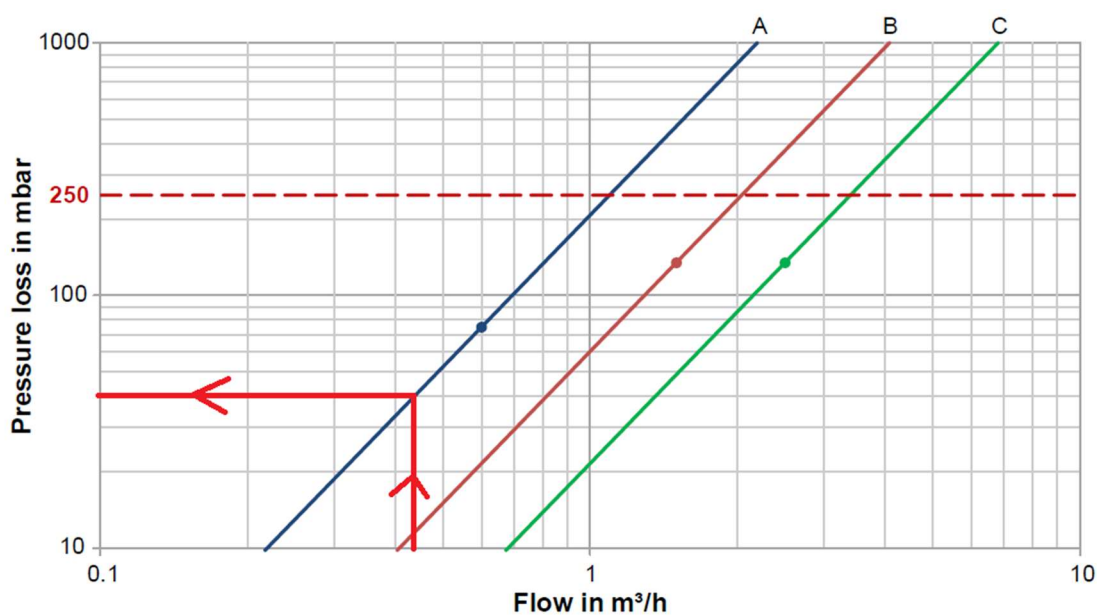
A szerelvényekben és egyéb fűtési elemekben keletkező nyomásveszteséget is hozzá kell venni a teljes kör ellenállásához, amelyeket nem a csősúrlódási vagy alaki ellenállási képlettel számítunk. Ezekbe az elemekbe beletartozik például a beszabályozószelep, termosztatikus radiátorszelep, visszatérő csavarzat, hőmennyiségmérő, iszap- és légleválasztó stb.

Az értékeket a mértékadó térfogatárammal számítottam, minden szerelvény nyitott állapotánál. A beszabályozószelepeknél a minimális 3000 Pa értéket vettem fel, amely a gyártók által ajánlott (ettől az értéktől pontos a mérés) beállítás.

A számításomban a következő elemeknek a nyomásveszteségét vettem figyelembe.

- Beszabályzó szelepek
- Hőmennyiségmérők (radiátoros köröknél)
- Termosztatikus szelepek (radiátoros köröknél)
- Visszatérő radiátor csavarzatok (radiátoros köröknél)
- Kombinált iszap-és léglevélasztó
- Hidraulikus váltó (elhanyagolható az ellenállása)
- Háromjáratú keverőszelep (kevert körnél)

A 17. ábrán szemléltetem példaként a hőmennyiségmérő nyomásvesztésének leolvasását, nomogramos méretezés alapján.



17. Ábra Hőmennyiségmérő nomogram

### *Ellenállások összegzése*

Végezetül a kiszámított értékeket összegeztem (súrlódási, alaki és szerelvényekben létrejött ellenállás) így megkaptam a teljes szakaszok nyomásvesztését.

Ennek az értéknek a számítása azért elengedhetetlen, mert a végeredmény (és a szükséges térfogatáram) alapján fogom kiválasztani a fűtési keringtető szivattyút.

A szakaszok ellenállásának értékét a következő összefüggéssel számoltam.

$$\Delta p = \Delta p_s + \Delta p_a + \Delta p_{sz}$$

Ahol:

$\Delta p$     Összes nyomásveszteség [Pa]

$\Delta p_s$     Súrlódási nyomásveszteség [Pa]

$\Delta p_a$     Alaki nyomásveszteség [Pa]

$\Delta p_{sz}$     Szerelvények nyomásvesztesége [Pa]

### ***Mértékadó áramkör kiválasztása***

Miután kiszámoltam és összegeztem a szakaszok ellenállását, kiválasztottam minden fűtési körnek (ahol több strangból állt a rendszer) a mértékadó áramkörét. A hidraulikai méretezés során ez a legfontosabb lépés, mert erre a szakaszra kell méretezni az egész rendszert.

A mértékadó áramkör alapján választottam ki a fűtési körök ellátásához megfelelő szivattyút.

### ***Szivattyú kiválasztás***

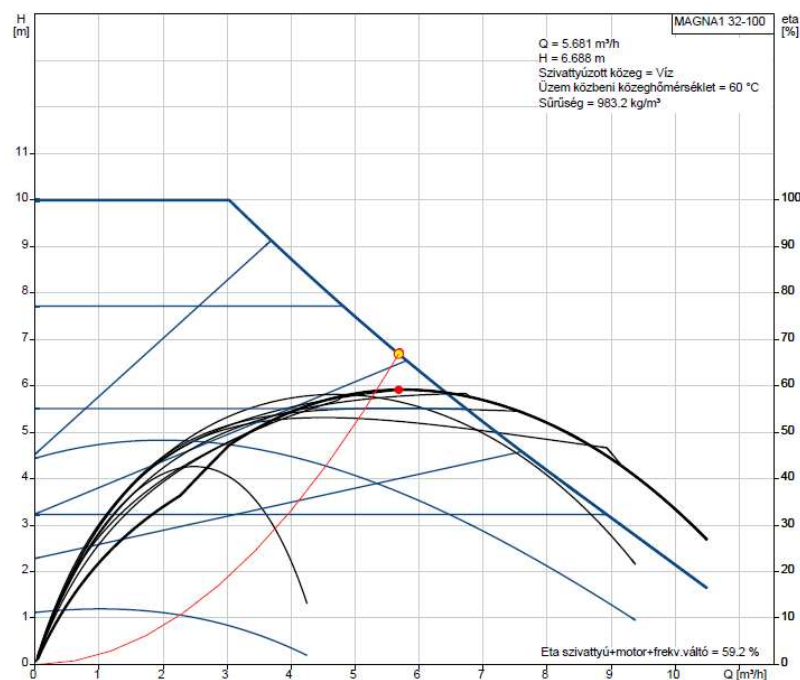
A szivattyúk keringtetik a fűtővizet a rendszerben, ezért nagyon fontos a megfelelő típust kiválasztani az energiagazdaságos működés érdekében. A pontos kiválasztással optimális működést, élettartamot és energia megtakarítást tudunk elérni.

A szivattyúk kiválasztását a Grundfos Selector gyártói program segítségével végeztem el. Ezzel a programmal a térfogatáram és emelőmagasság függvényében ki lehet választani az adott alkalmazáshoz megfelelő szivattyúkat. Munkapontok és jelleggörbék alapján kiválasztottam mindegyik fűtési körhöz a megfelelő típust.

A munkapontot minden esetben a mértékadó áramkör teljes rendszerellenállása alapján és a hőtéljesítmény leadásához szükséges térfogatáram alapján kell meghatározni.

A program segítségével választott szivattyúk paramétereit, jelleggörbéit és munkapontjait bemutatom a **10-13. számú mellékletben.**

A **18. ábrán** szemléltetem példaként a földszinti fűtési körhöz választott szivattyú munkapontját.



18. Ábra Grundfos Magna1 32-100 szivattyú munkapont

### 6.6.2 Hidraulikai méretezés bemutatása példán keresztül

A rendszer hidraulikai méretezését egy példán keresztül mutatom be. A korábbi bekezdésekben bemutatott módszer alapján kiszámolom az emeleti lakások fűtési körének mértékadó áramkörét.

#### *Térfogatáram meghatározása*

Miután a rendszer felosztottam szakaszokra és minden szakaszt beszámoltam, kiválasztottam a leghosszabb csőszakaszú és legnagyobb hőteljesítmény igényű fűtési áramkört. Leggyakrabban a legtávolabbi ág a mértékadó kör, viszont minden esetben ellenőrizni szükséges.

Az összes fűtési kör, összes szakaszának számítását részletezem a **6-9. számú mellékletekben**.

Első lépésben az adott szakasznak a teljes fűtési teljesítményigényét számoltam ki. Ezt a radiátorok hőleadása alapján számítottam. Minden egyes radiátor- és ágvezeték leágazásánál levontam a radiátor(ok) által leadott teljesítményt. Ezen érték alapján kiszámoltam a térfogatáramot a következő képlettel.

09. szakasz radiátorának térfogatárama:

$$Q. = m. * c * \Delta t \rightarrow V. = \frac{Q.}{\rho * c * \Delta t} = \frac{405 * 3600}{985,7 * 4179 * 10} = 0,354 \frac{m^3}{h}$$

A **2. számú táblázatban** bemutatom az emeleti kör mértékadó szakaszában számított térfogatáram értékeket a hőteljesítmények alapján

*2. táblázat Emeleti mértékadó kör térfogatáramok*

| Szakasz | Q. [W] | m. [kg/h] | c [J/kgK] | $\Delta T$ [°]<br>(55°/45°) | $\rho$ [kg/m³] | V. [m³/h] |
|---------|--------|-----------|-----------|-----------------------------|----------------|-----------|
| 01.     | 16226  | 1397,7889 | 4179      | 10                          | 985,7          | 1,4181    |
| 02.     | 8534   | 735,1615  | 4179      | 10                          | 985,7          | 0,7458    |
| 03.     | 4968   | 427,9684  | 4179      | 10                          | 985,7          | 0,4342    |
| 04.     | 2602   | 224,1493  | 4179      | 10                          | 985,7          | 0,2274    |
| 05.     | 2025   | 174,4436  | 4179      | 10                          | 985,7          | 0,1770    |
| 06.     | 1620   | 139,5549  | 4179      | 10                          | 985,7          | 0,1416    |
| 07.     | 1215   | 104,6662  | 4179      | 10                          | 985,7          | 0,1062    |
| 08.     | 810    | 69,7775   | 4179      | 10                          | 985,7          | 0,0708    |
| 09.     | 405    | 34,8887   | 4179      | 10                          | 985,7          | 0,0354    |
| 10.     | 405    | 34,9138   | 4176      | 10                          | 990,2          | 0,0353    |
| 11.     | 810    | 69,8276   | 4176      | 10                          | 990,2          | 0,0705    |
| 12.     | 1215   | 104,7414  | 4176      | 10                          | 990,2          | 0,1058    |
| 13.     | 1620   | 139,6552  | 4176      | 10                          | 990,2          | 0,1410    |
| 14.     | 2025   | 174,5690  | 4176      | 10                          | 990,2          | 0,1763    |
| 15.     | 2602   | 224,3103  | 4176      | 10                          | 990,2          | 0,2265    |
| 16.     | 4968   | 428,2759  | 4176      | 10                          | 990,2          | 0,4325    |
| 17.     | 8534   | 735,6897  | 4176      | 10                          | 990,2          | 0,7430    |
| 18.     | 16226  | 1398,7931 | 4176      | 10                          | 990,2          | 1,4126    |

### ***Csőátmérők meghatározása***

Második lépésben kiszámoltam a szakaszokhoz tartozó sebességeket és csőátmérőket.

A sebesség esetében figyeltem arra, hogy a közeg áramlása ne legyen gyorsabb mint 1,2 m/s. Választottam csőátmérőt minden csőszakaszhoz és a következő képlet segítségével kiszámoltam az áramlási sebességet.

09. szakasz sebessége a választott csőátmérő függvényében:

$$v = \frac{V.}{A} \rightarrow \frac{V. * 4}{d^2 * \pi * 3600} = \frac{0,354 * 4}{0,012^2 * \pi * 3600} = 0,087 \frac{m}{s}$$

A **3. számú táblázatban** bemutatom az emeleti kör mértékadó szakaszában számított sebesség értékeket a választott csőátmérők alapján.

3. táblázat Emeleti mértékadó kör sebességek

| Szakasz | V. [m <sup>3</sup> /h] | v [m/s] | d <sub>cső</sub> [m] | A <sub>cső</sub> [m <sup>2</sup> ] |
|---------|------------------------|---------|----------------------|------------------------------------|
| 01.     | 1,4181                 | 0,4900  | 0,032                | 0,000804                           |
| 02.     | 0,7458                 | 0,3904  | 0,026                | 0,000531                           |
| 03.     | 0,4342                 | 0,3841  | 0,02                 | 0,000314                           |
| 04.     | 0,2274                 | 0,3349  | 0,0155               | 0,000189                           |
| 05.     | 0,1770                 | 0,2607  | 0,0155               | 0,000189                           |
| 06.     | 0,1416                 | 0,3479  | 0,012                | 0,000113                           |
| 07.     | 0,1062                 | 0,2609  | 0,012                | 0,000113                           |
| 08.     | 0,0708                 | 0,1740  | 0,012                | 0,000113                           |
| 09.     | 0,0354                 | 0,0870  | 0,012                | 0,000113                           |
| 10.     | 0,0353                 | 0,0866  | 0,012                | 0,000113                           |
| 11.     | 0,0705                 | 0,1733  | 0,012                | 0,000113                           |
| 12.     | 0,1058                 | 0,2599  | 0,012                | 0,000113                           |
| 13.     | 0,1410                 | 0,3466  | 0,012                | 0,000113                           |
| 14.     | 0,1763                 | 0,2597  | 0,0155               | 0,000189                           |
| 15.     | 0,2265                 | 0,3336  | 0,0155               | 0,000189                           |
| 16.     | 0,4325                 | 0,3826  | 0,02                 | 0,000314                           |
| 17.     | 0,7430                 | 0,3889  | 0,026                | 0,000531                           |
| 18.     | 1,4126                 | 0,4882  | 0,032                | 0,000804                           |

### Csőúrlódási ellenállások meghatározása

Harmadik lépésben kiszámoltam a szakaszokhoz tartozó csőúrlódási ellenállásokat.

Először kiszámoltam a szakaszhoz tartozó Reynolds-számot.

02. szakasz Reynolds-szám kiszámítása:

$$Re = \frac{v * d}{\nu} = \frac{0,3904 * 0,026}{0,000000556} = 18256,51$$

Ebből az értékből megállapítottam, hogy lineáris vagy turbulens az áramlás. A helyes képlet alkalmazásával megkaptam a csőúrlódási tényező értékét.

02. szakasz csőszűrlődési tényező számítása:

$$\lambda = \frac{0,3164}{\sqrt[4]{Re}} = \frac{0,3164}{\sqrt[4]{18256,51}} = 0,0272$$

Majd a számított csőszűrlődési tényező értékét behelyettesítettem a következő képletbe, hogy kiszámítsam a szakaszok csőszűrlődési ellenállásait.

02. szakasz csőszűrlődési ellenállásának számítása:

$$\Delta p_s = \lambda * \frac{l}{d} * \frac{1}{2} * v^2 * \rho = 0,0272 * \frac{18,62}{0,026} * \frac{1}{2} * 0,3904^2 * 985,7 = 1464,34 \text{ Pa}$$

A **4. számú táblázatban** bemutatom az emeleti kör mértékadó szakaszában számított csőszűrlődési ellenállás értékeket.

*4. táblázat Emeleti mértékadó kör csőszűrlődési ellenállások*

| Szakasz | v [m/s] | d <sub>cső</sub> [m] | Re [-]   | λ [-]  | l [m] | Δps [Pa] | S [Pa/m]    |
|---------|---------|----------------------|----------|--------|-------|----------|-------------|
| 01.     | 0,49    | 0,032                | 28203,3  | 0,0244 | 3     | 270,89   | 90,29750264 |
| 02.     | 0,3904  | 0,026                | 18256,51 | 0,0272 | 18,62 | 1464,34  | 78,64330842 |
| 03.     | 0,3841  | 0,02                 | 13816,24 | 0,0292 | 5,5   | 583,52   | 106,0946194 |
| 04.     | 0,3349  | 0,0155               | 9337,14  | 0,0322 | 3,5   | 401,84   | 114,8101425 |
| 05.     | 0,2607  | 0,0155               | 7266,61  | 0,0343 | 1,47  | 108,83   | 74,03486567 |
| 06.     | 0,3479  | 0,012                | 7508,83  | 0,034  | 1,7   | 287,25   | 168,9695384 |
| 07.     | 0,2609  | 0,012                | 5631,62  | 0,0365 | 2,18  | 222,65   | 102,1328917 |
| 08.     | 0,174   | 0,012                | 3754,41  | 0,0404 | 1,55  | 77,86    | 50,23494431 |
| 09.     | 0,087   | 0,012                | 1877,21  | 0,0481 | 2,51  | 37,49    | 14,9349383  |
| 10.     | 0,0866  | 0,012                | 1870,02  | 0,0481 | 2,51  | 37,41    | 14,90272202 |
| 11.     | 0,1733  | 0,012                | 3740,04  | 0,0405 | 1,55  | 77,70    | 50,1265821  |
| 12.     | 0,2599  | 0,012                | 5610,06  | 0,0366 | 2,18  | 222,17   | 101,91258   |
| 13.     | 0,3466  | 0,012                | 7480,07  | 0,034  | 1,7   | 286,63   | 168,6050528 |
| 14.     | 0,2597  | 0,0155               | 7238,78  | 0,0343 | 1,47  | 108,60   | 73,87516445 |
| 15.     | 0,3336  | 0,0155               | 9301,39  | 0,0322 | 3,5   | 400,97   | 114,5624846 |
| 16.     | 0,3826  | 0,02                 | 13763,34 | 0,0292 | 5,5   | 582,26   | 105,8657618 |
| 17.     | 0,3889  | 0,026                | 18186,6  | 0,0272 | 18,62 | 1461,18  | 78,47366629 |
| 18.     | 0,4882  | 0,032                | 28095,3  | 0,0244 | 3     | 270,31   | 90,10272115 |

Ellenőrzésképpen kiszámoltam a fajlagos csőszűrlődési értékeket. Figyeltem arra a számítás során, hogy maximum 200 Pa/m legyen az érték. Ennél magasabb értékek áramlási problémákat és zajhatást okozhatnak a rendszerben.

02. szakasz fajlagos csősúrlódási ellenállásának számítása:

$$S = \frac{\Delta p_s}{l} = \frac{1464,34}{18,62} = 78,64 \frac{Pa}{m}$$

Mivel az érték kisebb mint 200 Pa/m, a számításom megfelelő volt.

### ***Alaki ellenállások meghatározása***

Negyedik lépésben kiszámoltam a szakaszokhoz tartozó alaki ellenállásokat. A Zeta értékeket táblázatokból vagy gyártói adatok alapján állítottam össze. Minden szakasznál összeadtam az iránytörések, idomok vagy szerelvények pontos darabszámát a rendelkezésre álló tervek alapján.

Miután kiszámoltam a pontos darabszámot minden idomra, egy táblázatban összegeztem szakaszonként az ellenállás tényezők értékét, majd behelyettesítettem a számított eredményeket a következő képletbe, hogy megkapjam az alaki ellenállások értékét.

01. szakasz alaki ellenállásának számítása:

$$\Delta p_a = \xi * \frac{1}{2} v^2 * \rho = 11,7 * \frac{1}{2} 1,4181^2 * 985,7 = 1384,68 Pa$$

A **5. számú táblázatban** bemutatom az emeleti kör mértékadó szakaszában számított alaki ellenállás tényező értékeket.

### ***5. táblázat Emeleti mértékadó kör, beépített alaki ellenállás tényezők***

| Szakasz | Könyök | Té | Szűkítő | Golyóscsap | Radiátor | Osztó | Visszacsapó | Összes |
|---------|--------|----|---------|------------|----------|-------|-------------|--------|
| 01.     | 0,7    | 1  | 0,3     | 1,5        | 0        | 0,5   | 7,7         | 11,7   |
| 02.     | 1,75   | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 3,05   |
| 03.     | 0,7    | 1  | 0,3     | 1          | 0        | 0     | 0           | 3      |
| 04.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
| 05.     | 0      | 1  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1      |
| 06.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
| 07.     | 0      | 1  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1      |
| 08.     | 0      | 1  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1      |
| 09.     | 1,05   | 0  | 0       | 0          | 2,5      | 0     | 0           | 3,55   |
| 10.     | 1,05   | 0  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,05   |
| 11.     | 0      | 1  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1      |
| 12.     | 0      | 1  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1      |
| 13.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
| 14.     | 0      | 1  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1      |
| 15.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
| 16.     | 0,7    | 1  | 0,3     | 0,5        | 0        | 0     | 0           | 2,5    |
| 17.     | 1,75   | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 3,05   |
| 18.     | 0,7    | 1  | 0,3     | 0,5        | 0        | 0,5   | 0           | 3      |

### ***Fűtési elemek ellenállásának meghatározása***

Ötödik lépésben azoknak a fűtési elemeknek az ellenállását határoztam meg, amelyek nem csősúrlódás vagy alaki ellenállás alapján számíthatóak. Ezeket az elemeket  $kv(s)$  érték vagy nomogramos kiválasztás alapján méreztem. Az eredményeket az emeleti fűtési kör, mértékadó áramkörén keresztül mutatom be.

A mértékadó áramkörnél minden szerelvény teljesen nyitott állapotban van, ezért a szerelvények  $kv_s$  értékét vettem fel (beszabályozószelepek, termosztatikus radiátorszelep, visszatérő csavarzat). A beszabályozószelepeknél a minimális 3000 Pa értéket vettem fel, amely a gyártók által ajánlott beállítás.

#### ***5. táblázat Emeleti mértékadó kör, beépített alaki ellenállás tényezők***

| Szakasz | Fűtési elem                                            | $\Delta p_{\text{szelepek}} [\text{Pa}]$ |
|---------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| 03.     | Hőmennyiségmérő                                        | 4000,00                                  |
| 09.     | Termosztatikus radiátorszelep,<br>Visszatérő csavarzat | 307,72                                   |
| 16.     | Beszabályzó szelep                                     | 3000,00                                  |
| 17.     | Beszabályzó szelep                                     | 3000,00                                  |
| 18.     | Beszabályzó szelep                                     | 3000,00                                  |

### ***Mértékadó áramkör ellenállásának meghatározása***

Végezetül a korábban számított ellenállási értékeket összeadtam, hogy megkapjam a teljes elemelti fűtési kör ellenállását. A teljes kör ellenállása a csősúrlódási-, alaki- és fűtési elemek ellenállásából tevődik össze.

$$\Delta p = \sum \Delta p_s + \sum \Delta p_a + \sum \Delta p_{sz} \rightarrow 6901,88 + 3074,65 + 13307,72 = 23284,25 \text{ Pa}$$

### ***Mértékadó áramkör kiválasztása***

A mértékadó áramkör kiválasztásához kiszámoltam az összes többi ágvezeték ellenállását a korábban bemutatott módszer alapján.

Miután elvégeztem a számításokat, meggyőződtem róla, hogy az elsőnek választott áramkör ellenállása a legnagyobb, ezért jól választottam mértékadó áramkört.

### ***Szivattyú kiválasztás***

A hidraulikai méretezés és a mértékadó áramkör eredményei alapján kiválasztottam az emeleti fűtési körhöz tartozó fűtési keringtető szivattyút.

A kiválasztást a Grundfos Selector program segítségével végeztem. Kiválasztottam az alkalmazást – amely ebben az esetben fűtési keringtetés – majd beírtam a kör szükséges térfogatáramát és a szükséges emelőmagasságot.

Emeleti fűtési kör szivattyújának térfogatárama:

1,414 m<sup>3</sup>/h

Emeleti fűtési kör szivattyújának emelőmagassága:

2.215 m

Az ékek alapján kiválasztottam a **Grundfos Alpha2 25-40 180** fűtési keringtető szivattyút. A szivattyú műszaki adatait a **11. számú mellékletben** mutatom be.

### **6.6.3 Rendszer besabályozása**

A rendszer besabályozására azért van szükség, hogy minden fogyasztónál, minden időpillanatban megfelelő térfogatáram álljon rendelkezésre, ezzel javítva a hatásfokot és csökkentve az energiafogyasztást.

Feladatom során a besabályozást statikus besabályozószelepekkel és termosztatikus radiátorszelepek/visszatérő csavarzatok segítségével végeztem.

### ***Beszabályozószelepek kiválasztása***

A rendszer besabályozást első lépésben statikus besabályozószelepek segítségével végeztem el. Ezekre a szerelvényekre azért van szükség, hogy minden ág- és fogyasztóvezetékben a megfelelő mennyiségű térfogatáram keringjen.

A besabályozószelepeket nomogramos kiválasztás alapján választottam. A szükséges térfogatáram és gyártók által ajánlott 3 kPa nyomásveszteség függvényében, a nomogramról leolvastam a szelepen beállítandó értéket. Az összes besabályozószelep nomogramos kiválasztását a **14. számú mellékletben** mutatom be.

A szelepek kv értékét a következő képlettel is kiszámoltam.

$$kv = \frac{V.}{\sqrt{\Delta p}}$$

Ahol:

kv Szelepállás [m<sup>3</sup>/h]

V. Térfogatáram [m<sup>3</sup>/h]

$\Delta p_s$  Nyomásveszteség [Pa]

A kiválasztott beszabályozószelepeket a **6. táblázatban** részletezem.

*6. táblázat Emeleti mértékadó kör, beépített alaki ellenállás tényezők*

| Elhelyezkedés | Szakaszok | dcső [-] | V. [m <sup>3</sup> /h] | m. [kg/h] | $\Delta p$ [Pa] | Szelepállás | Szelep neve  | kv [m <sup>3</sup> /h] |
|---------------|-----------|----------|------------------------|-----------|-----------------|-------------|--------------|------------------------|
| Földszint     | 30.       | 63x6     | 5,6036                 | 5548,69   | 0,03            | 7,9         | Strömax DN50 | 32,35                  |
| Földszint     | 29.       | 63x6     | 4,7787                 | 4731,86   | 0,03            | 6,1         | Strömax DN50 | 27,59                  |
| Földszint     | 28.       | 63x6     | 3,7270                 | 3690,45   | 0,03            | 4,4         | Strömax DN50 | 21,52                  |
| Földszint     | 26.       | 50x4,5   | 2,1608                 | 2139,67   | 0,03            | 4           | Strömax DN40 | 12,48                  |
| Földszint     | 46.       | 50x4,5   | 1,3707                 | 1357,24   | 0,03            | 2,3         | Strömax DN40 | 7,91                   |
| Földszint     | 68.       | 50x4,5   | 1,0525                 | 1042,16   | 0,03            | 1,9         | Strömax DN40 | 6,08                   |
| Földszint     | 67.       | 40x4     | 0,7198                 | 712,76    | 0,03            | 2,3         | Strömax DN32 | 4,16                   |
| Földszint     | 76.       | 40x4     | 0,3327                 | 329,40    | 0,03            | 1,4         | Strömax DN32 | 1,92                   |
| Földszint     | 90.       | 32x3     | 0,8255                 | 817,41    | 0,03            | 2,8         | Strömax DN25 | 4,77                   |
| Földszint     | 89.       | 25x2,5   | 0,2695                 | 266,90    | 0,03            | 1,8         | Strömax DN20 | 1,56                   |
| Földszint     | 98.       | 32x3     | 0,5560                 | 550,52    | 0,03            | 2           | Strömax DN25 | 3,21                   |
| Földszint     | 102.      | 20x2,25  | 0,2403                 | 237,93    | 0,03            | 2,8         | Strömax DN15 | 1,39                   |
| Földszint     | 96.       | 20x2,25  | 0,2403                 | 237,93    | 0,03            | 2,8         | Strömax DN15 | 1,39                   |
| Emelet        | 18.       | 40x4     | 1,4126                 | 1398,79   | 0,03            | 3,6         | Strömax DN32 | 8,16                   |
| Emelet        | 17.       | 32x3     | 0,7430                 | 735,69    | 0,03            | 2,4         | Strömax DN25 | 4,29                   |
| Emelet        | 16.       | 25x2,5   | 0,4325                 | 428,28    | 0,03            | 2,7         | Strömax DN20 | 2,50                   |
| Emelet        | 34.       | 25x2,5   | 0,3105                 | 307,41    | 0,03            | 2           | Strömax DN20 | 1,79                   |
| Emelet        | 52.       | 32x3     | 0,6697                 | 663,10    | 0,03            | 2,3         | Strömax DN25 | 3,87                   |
| Emelet        | 66.       | 25x2,5   | 0,3105                 | 307,41    | 0,03            | 2           | Strömax DN20 | 1,79                   |
| Emelet        | 51.       | 25x2,5   | 0,3592                 | 355,69    | 0,03            | 2,3         | Strömax DN20 | 2,07                   |
| Légkezelő     | 1.        | 25x2,5   | 0,4031                 | 399,14    | 0,03            | 2,7         | Strömax DN20 | 2,33                   |
| HMV           | 1.        | 50x4,5   | 3,0471                 | 3017,24   | 0,03            | 5,3         | Strömax DN40 | 17,59                  |

### ***Radiátorszelepek beállítása***

Miután a térfogatáramokat beállítottam a beszabályozószelepekkel, utolsó lépésként a megfelelő nyomásveszteség értékeket méreteztem, amelyeket a szabályzókon kell beállítani.

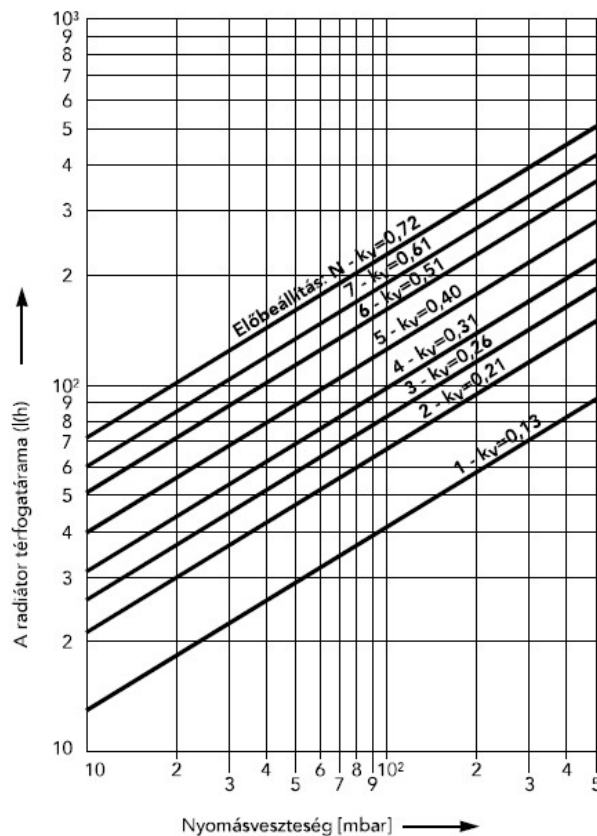
Minden helyiségbe beépített szelepes Vogel & Noot radiátort választottam, amelyekben Danfoss RA-N beépített szelepetét található. A szelepetétek beállításával tudom

szabályozni a rajtuk létrejövő nyomáskülönbséget, hogy minden párhuzamos körben ugyanakkora legyen a nyomáskülönbség mint a mértékadó áramkörben.

A szelepen beállítandó nyomásértéket úgy határoztam meg, hogy a mértékadó áramkör nyomásveszteségéből levontam a radiátor körök teljes ellenállását és a különbözeti értéket állítottam be a szelepbetéteken. A következő képlet segítségével számítottam a szelepbetét nyomásveszteségét.

$$\Delta p_{\text{szelep}} = \Delta p_{\text{mértékad.}} - \Delta p_{\text{fűt.kör.}} - \Delta p_{\text{visszat.csav.}} - \Delta p_{\text{alak.+surl.}}$$

Miután megkaptam a beállítandó nyomásveszteséget, a **19. ábrán** bemutatott nomogramról a térfogatáram függvényében le tudom olvasni a beállítandó kv értéket.



19. ábra Danfoss szelepbetét nyomásveszteség nomogram 2K arányos eltérésnél

Ezen kívül ellenőrzésképp a korábban bemutatott kv érték számítással ellenőriztem a leolvasást. A termosztatikus szelepbetéttel kapcsolatos számításokat az összes beépített radiátorhoz a **15. számú mellékletben** mutatom be.

## 7 LÉGTECHNIKAI RENDSZER TERVEZÉSE

Ahogy a korábbi fejezetben érintőlegesen bemutatam, a feladatom során megterveztem a teljes épület szellőztetési rendszerét.

Az épület magában foglal egy vendéglátó egységet, amiben található étterem, kávézó, bowlingpálya vetítő helyiség és apartman lakások. Ezeknek a helyiségeknek a szellőztetését mesterséges, hővisszanyerős légkezelő rendszerrel valósítottam meg, a filtrációs veszteségek csökkentése és a folyamatos frisslevegő ellátás érdekében.

A szellőztetés csak a frisslevegő bejuttatására és elhasznált levegő elszívására szolgál, a megfelelő komfort követelmények elérése érdekében. Egyéb feladatokat (például fűtést, hűtést) nem valósít meg a rendszer.

### 7.1 Szellőző levegő mennyiségének számítása

Ahhoz, hogy ki tudjam választani és méretezni tudjam a szellőztető berendezést és a légszűrőket, szükségem van a teljes szellőztetési igényre.

Első lépésben kiszámítottam a teljes épület szellőző levegőjének a mennyiségét, amelyet a frisslevegő-igény számításának eredményeképp kaptam meg.

#### 7.1.1 Frisslevegő-igény meghatározása

A frisslevegő-igényt négy számítási módszer alapján végeztem el. A négy eredmény közül a legmagasabb térfogatáramot választom ki a mértékadó levegő mennyiségnek. A légmennyiség és a helyiség méretezési adatok alapján ki tudom választani a megfelelő szellőztető berendezést.

#### *Helyiségek alapterülete alapján*

Első számítási módszer a helyiség alapterülete alapján történő méretezés. Mivel az épület rengeteg helyiségből áll, ezért táblázatos formában rögzítettem az adatokat.

A teljes épületre összesített adatokat a **16. számú mellékletben** részletezem.

A frisslevegő-igényt alapterület alapján, egy példán keresztül fogom bemutatni, amelyben a Fogyasztó tér I. helyiség szerepel. A következő képletbe behelyettesítve számítottam a szükséges térfogatáramot:

$$V_{friss}^{\cdot} = 3,2 \frac{l}{s * m^2} * 93,139 m^2 * 3,6 = 335,3 \frac{m^3}{h}$$

Ezt a számítást minden helyiségre elvégeztem és az így kapott érték alapterület alapján **4055,53 m<sup>3</sup>/h** lett.

### ***Helyiségekben tartózkodók száma alapján***

A második számítási módszer a helyiségben tartózkodó személyek száma alapján történő méretezés. Mivel az épület rengeteg helyiségből áll, ezért táblázatos formában rögzítettem az adatokat.

A teljes épületre összesített adatokat a **16. számú mellékletben** részletezem.

A frisslevegő-igényt a helyiségben tartózkodók száma alapján, egy példán keresztül fogom bemutatni, amelyben a Fogyasztó tér I. helyiség szerepel. A következő képletbe behelyettesítve számítottam a szükséges térfogatáramot:

$$V_{friss}^{\cdot} = 4 \frac{l}{s * f\ddot{o}} * 10 f\ddot{o} * 3,6 = 144 \frac{m^3}{h}$$

Ezt a számítást minden helyiségre elvégeztem és az így kapott érték alapterület alapján **1180,8 m<sup>3</sup>/h** lett.

### ***Belső levegő minőség alapján***

A harmadik számítási módszer a belső levegő minősége alapján történő méretezés.

Ahhoz, hogy ki tudjam számolni a szükséges térfogatáramot, előbb több résszámítást el kell végezzek.

Először meghatároztam az emberek által kibocsátott szennyezőanyagok forráserősségét a következő képlettel:

$$G_{emberi} = 1 \frac{olf}{f\ddot{o}} * 82 f\ddot{o} = 82 olf$$

Ezután meghatároztam az épület által kibocsátott szennyezőanyagok forráserősségét a következő képlettel:

$$G_{\text{épület}} = 0,2 \frac{\text{olf}}{\text{m}^2} * 945,8 \text{ f}\ddot{\text{o}} = 189,16 \text{ olf}$$

Végezetül összeadtam a két szennyezőanyag forrást.

$$G_{\text{össz}} = G_{\text{emberi}} + G_{\text{épület}} = 82 \text{ olf} + 189,16 \text{ olf} = 271,16 \text{ olf}$$

A számítás alapján eredményül kaptam, hogy a teljes épület szennyezőanyag kibocsátása **271,16 olf**. Mivel az épület C kategóriásként van besorolva, a minimális szellőzés értéke 4 l/s\*olf. Ennek az értéknek az ismeretében kiszámoltam a szükséges frisslevegő-igényt a következő képlet segítségével:

$$V_{\text{friss}}^{\cdot} = 10 * \frac{G_{\text{össz}}}{c_{\text{belső}} - c_{\text{külső}}} = 10 * \frac{271,16}{2,5 - 0,1} * 3,6 = 4067,39 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

A számítás elvégzését követően az így kapott érték belső levegő minősége alapján **4067,39 m<sup>3</sup>/h** légszállításra tevődik.

### ***Légcsereszám alapján***

Végezetül a negyedik számítási módszer, a légcsereszám alapján történő méretezés. Mivel az épület rengeteg helyiségből és több funkcióból tevődik össze, ezért táblázatos formában rögzítettem az adatokat.

A teljes épületre összesített adatokat a **16. számú mellékletben** részletezem.

A frisslevegő-igényt légcsereszám alapján, egy példán keresztül fogom bemutatni, amelyben a Fogyasztó tér I. helyiség szerepel. A következő képletbe behelyettesítve számítottam a szükséges térfogatáramot:

$$V_{\text{friss}}^{\cdot} = 93,139 \text{ m}^2 * 1,4 \frac{1}{\text{h}} = 130,39 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Ezt a számítást minden helyiségre elvégeztem és az így kapott érték alapterület alapján **4568,32 m<sup>3</sup>/h** lett.

## 7.2 Szellőztető berendezés kiválasztása

A korábbi fejezetben kiszámítottam négy módszerrel a frisslevegő-igényt, amely feltétlenül szükséges a légkezelő berendezés kiválasztásához.

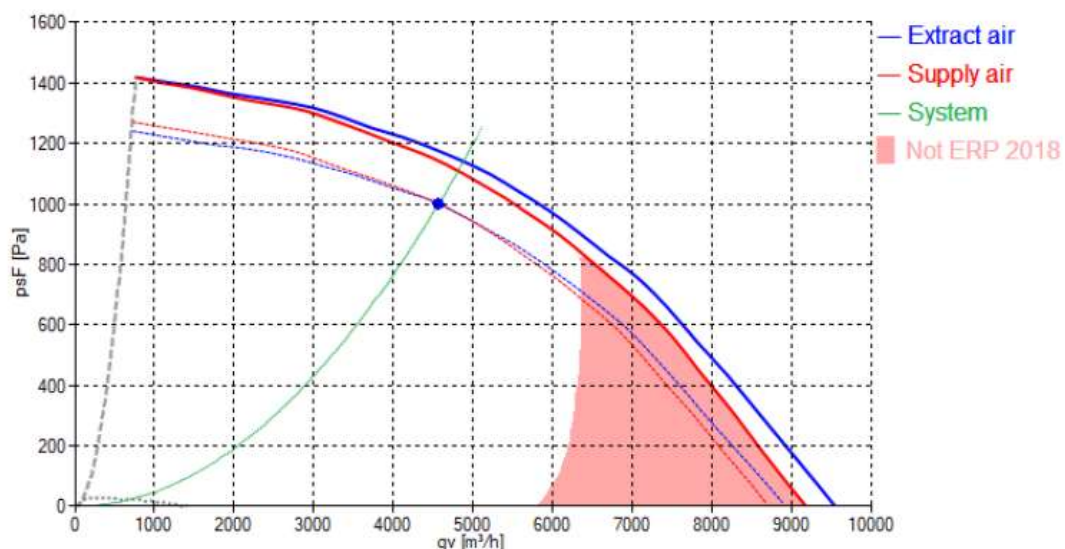
A számításokból adódott, hogy a legmagasabb térfogatáram a légcsereszámból alapján keletkezik. Ezért a méretezendő térfogatáram **4568,32 m<sup>3</sup>/h** lett. Olyan légkezelő berendezést választottam, amely könnyen és gazdaságosan el tudja látni a szellőztetési feladatot.

A választásom a Helios AIR1 7000 központi légkezelő gépre esett, amely egy hővisszanyerős szellőztető berendezés, jó hatásfokkal és megfelelő bekerülési költséggel.

A berendezés rendelkezik egy kereszt-ellenáramú hővisszanyerős egységgel, elektromos előfűtővel, majd egy melegvizes utófűtővel és egy hidegvizes hűtő kaloriferrel, ezzel biztosítva a megfelelő hőmérsékletű frisslevegő ellátást.

A berendezés lábon álló és beltéri kivitel, mivel a pult és edénymosogató feletti beépítetlen tetőtérben lesz elhelyezve a központi egység.

A légkezelőt a gyártó weboldalán tudtam kiválasztani egy méretező program segítségével. Itt meg kellett adjam a külső levegő téli-nyári adatait, belső igényeket, a tervezett térfogatáramot, a ventilátor nyomását és a berendezés tartozékainak paramétereit. A légkezelő adatlapja az **5. számú mellékletben** található. Az így kapott munkapont a **20. ábrán** látható.



20. ábra Helios légkezelő munkapont

### 7.3 Szellőző levegő állapotváltozásai

A szellőző levegő rengeteg változáson megy át onnantól, hogy a környezetből eljut a légszűrőhálózathoz, ahol már a kívánt állapotban halad tovább a szellőztetendő helyiségbe. Emiatt feltétlen fontosnak tartottam ezen változás bemutatását számítás és h-x diagramban történő jelölés formájában egyaránt.

#### 7.3.1 Méretezési adatok

A méretezési adatok magukban foglalják a külső hőmérsékletet és relatív páratartalmat téli-nyári állapotban, illetve a létesítményben elvárt hőmérsékletet és relatív páratartalmat, szintén téli-nyári állapotban.

Ezek az értékek a **7. táblázatban** vannak összesítve.

7. táblázat Létesítmény belső levegőjének méretezési adatai

|                                                 |     |    |
|-------------------------------------------------|-----|----|
| Helyiség hőmérséklet téli állapotban:           | 22  | °C |
| Helyiség relatív páratartalom téli állapotban:  | 40  | %  |
| Helyiség hőmérséklet nyári állapotban:          | 26  | °C |
| Helyiség relatív páratartalom nyári állapotban: | 50  | %  |
|                                                 |     |    |
| Téli külső hőmérséklet:                         | -12 | °C |
| Téli relatív páratartalom:                      | 80  | %  |
| Nyári külső hőmérséklet:                        | 32  | °C |
| Nyári relatív páratartalom:                     | 60  | %  |

#### 7.3.2 Téli állapotváltozás

A külső levegő téli időszakban három folyamat alapján változik meg onnantól, hogy bejut a légkezelő berendezésbe, majd távozik a légszűrőhálózat irányába, ahol a szellőztetendő helyiségekben elosztásra kerül.

A kiindulási adatok a következők:

$$t_k = -12^{\circ}\text{C} \quad R_k = 80\%$$

$$t_b = 22^{\circ}\text{C} \quad R_b = 40\%$$

Az első állapotváltozási folyamat egy elektromos előfűtés, hogy a hővisszanyerés kedvezőbb hatásfokkal tudjon végbe menni. Ebből következik, hogy a második lépés maga a hővisszanyerési folyamat egy kereszt-ellenáramú hőcserélő segítségével. Végül egy utófűtési folyamat, hogy a kezelt levegő elérje a végleges hőfokát, mielőtt az épületbe jutna.

$$1. h = -7,5 \frac{kJ}{kg}; x = 1,35 \frac{g}{kg}; t = -12^{\circ}C; R = 80\%$$

$$2. h = -2,5 \frac{kJ}{kg}; x = 1,35 \frac{g}{kg}; t = -6^{\circ}C; R = 53\%$$

$$3. h = 17,8 \frac{kJ}{kg}; x = 1,35 \frac{g}{kg}; t = 19^{\circ}C; R = 9\%$$

$$4. h = 21 \frac{kJ}{kg}; x = 1,35 \frac{g}{kg}; t = 22^{\circ}C; R = 7\%$$

#### **1-2 szakasz (elektromos előfűtés)**

$$\Delta h = 5 \frac{kJ}{kg}$$

$$m = V * \rho \Rightarrow 4569 * 1,24 = 5665,56 \frac{kg}{h} = 1,5737 \frac{kg}{s}$$

$$Q = \Delta h * m \Rightarrow 5 * 1,5737 = 7,8688 kW$$

#### **2-3 szakasz (hővisszanyerés):**

$$\Delta h = 15,3 \frac{kJ}{kg}$$

$$m = V * \rho \Rightarrow 4569 * 1,26 = 5756,94 \frac{kg}{h} = 1,5991 \frac{kg}{s}$$

$$Q = \Delta h * m \Rightarrow 15,3 * 1,5991 = 24,467 kW$$

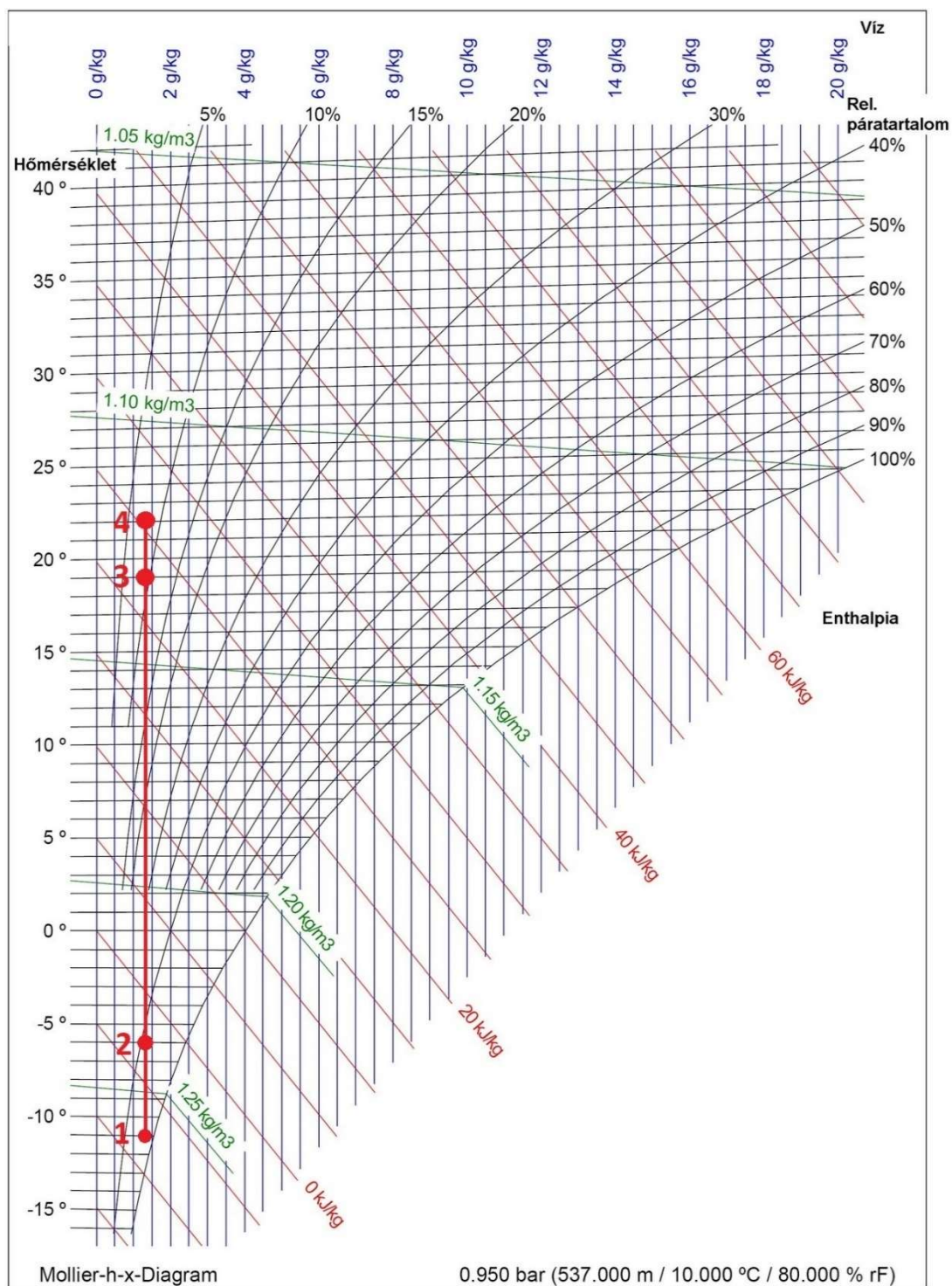
#### **3-4 szakasz (utófűtés):**

$$\Delta h = 3,2 \frac{kJ}{kg}$$

$$m = V * \rho \Rightarrow 4569 * 1,132 = 5172,108 \frac{kg}{h} = 1,4367 \frac{kg}{s}$$

$$Q = \Delta h * m \Rightarrow 3,2 * 1,4367 = 4,5974 kW$$

A **21. ábrán** diagramos formában is bemutatom a levegő állapotváltozását.



21. ábra Téli levegő állapotváltozás

### 7.3.3 Nyári állapotváltozás

Nyári időszakban viszont a külső levegő csak két állapotváltozási folyamaton megy keresztül.

A kiindulási adatok a következők:

$$t_k = 32^\circ\text{C} \quad R_k = 60\%$$

$$t_b = 26^\circ\text{C} \quad R_b = 40\%$$

Az első állapotváltozási folyamat a légkezelő berendezés hővisszanyerőjének köszönhetően egy energiagazdaságos hűtési folyamat. Ezután egy utóhűtőn – hűtővizet kalorifer – megy keresztül a külső levegő, ami tovább csökkenti a hőmérsékletét, már a tervezett hőfokra.

$$1. \ h = 81,5 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}; \ x = 19,2 \frac{\text{g}}{\text{kg}}; \ t = 32^\circ\text{C}; \ R = 60\%$$

$$2. \ h = 76,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}; \ x = 19,2 \frac{\text{g}}{\text{kg}}; \ t = 27^\circ\text{C}; \ R = 80\%$$

$$3. \ h = 75 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}; \ x = 19,2 \frac{\text{g}}{\text{kg}}; \ t = 26^\circ\text{C}; \ R = 85\%$$

**1-2 szakasz (hővisszanyerés):**

$$\Delta h = 5,3 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$m = V * \rho \Rightarrow 4569 * 1,072 = 4897,968 \frac{\text{kg}}{\text{h}} = 1,36 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

$$Q = \Delta h * m \Rightarrow 5,3 * 1,36 = 7,211 \text{ kW}$$

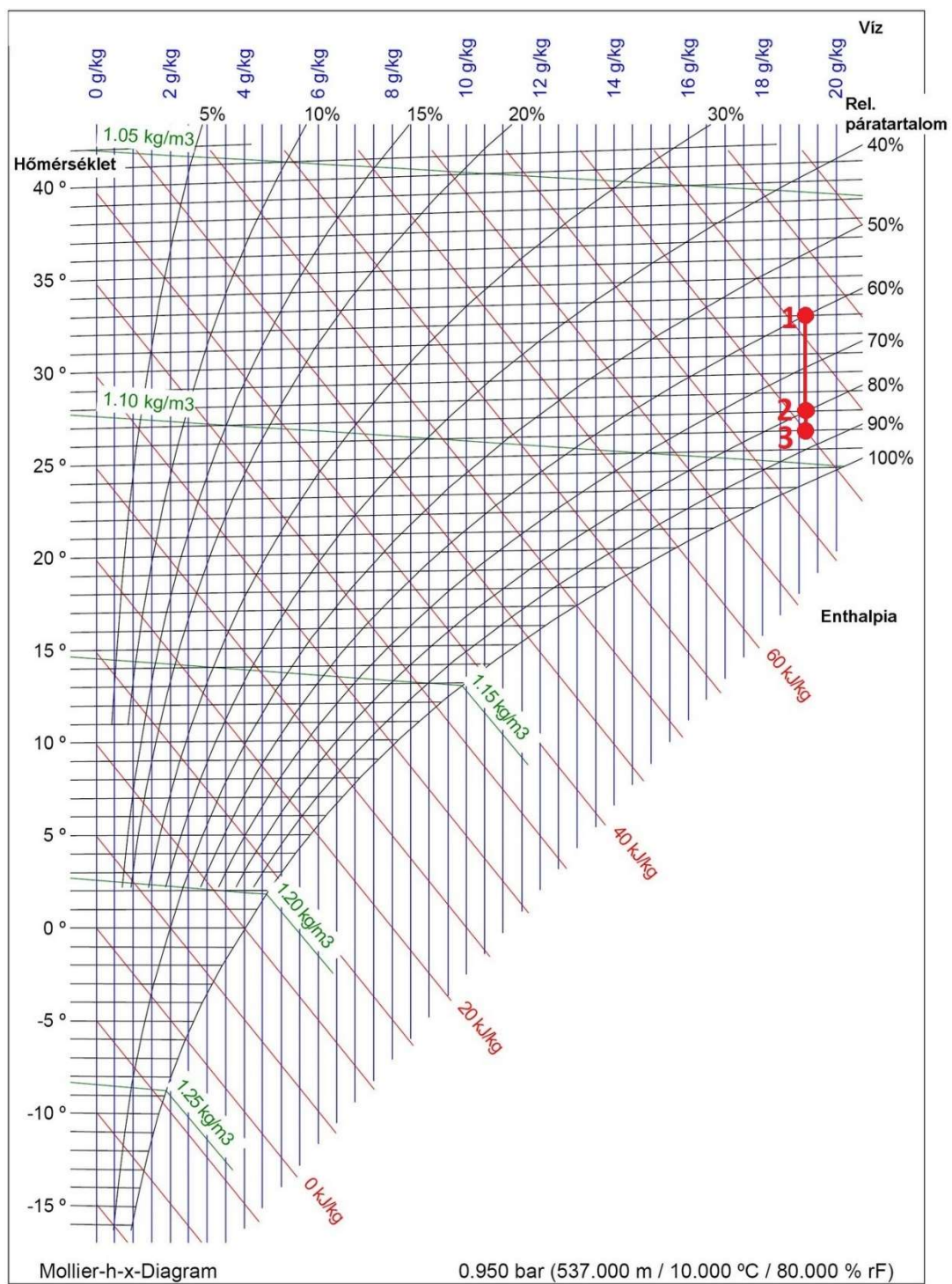
**2-3 szakasz (hűtés):**

$$\Delta h = 1,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$m = V * \rho \Rightarrow 4569 * 1,09 = 4980,21 \frac{\text{kg}}{\text{h}} = 1,3834 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

$$Q = \Delta h * m \Rightarrow 1,2 * 1,3834 = 1,66 \text{ kW}$$

A 22. ábrán diagramos formában is bemutatom a levegő állapotváltozását.



22. ábra Nyári levegő állapotváltozás

## 7.4 Légvezetési rendszer

A légvezetési rendszert az Archimedesi szám alapján határoztam meg.

$$Ar = g * \frac{1}{T_l * \rho_l * c_l} * \left( \frac{\dot{q}}{H^2} \right) * \left( \frac{1}{n^3} \right)$$

Ahol:

$T_l$  Levegő hőmérséklete [K]

$\rho_l$  Levegő sűrűsége [kg/m<sup>3</sup>]

$c_l$  Levegő fajhője [J/kgK]

$\dot{q}$  Fajlagos hőteljesítmény [W/m<sup>2</sup>]

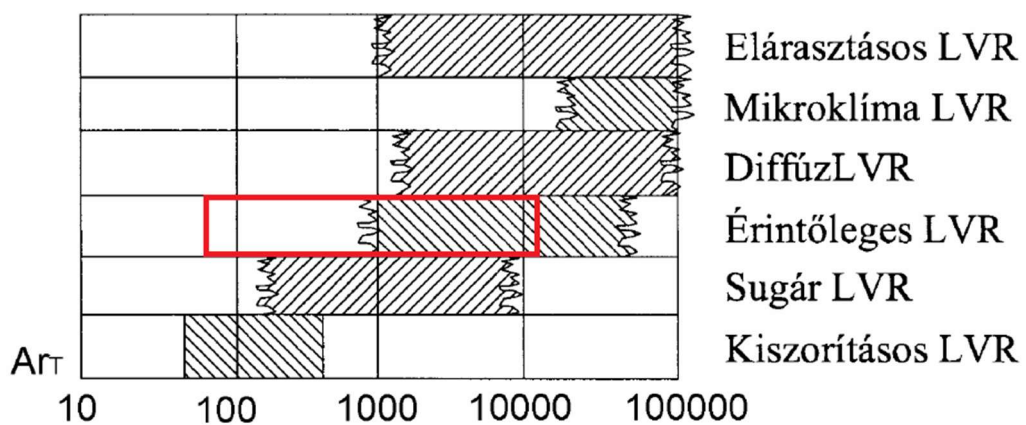
$H$  Belmagasság [m]

$n$  Légcsereszám [1/h]

A számítást elvégeztem téli és nyári állapotra is egyaránt. Mivel minden helyiségre külön-külön készítettem el a számítást, a **17. számú mellékletben** összesítettem az eredményeket.

Döntő többségben a számítás alapján a helyiségek 1000-10000 Archimedesi szám közé estek, de néhány helyiség esetében ezen értékeknél magasabb és alacsonyabb eredményt is kaptam.

A számítás tekintetében a Sugár LVR lenne a legmegfelelőbb választás. A számításon kívül viszont fontos szempont a létesítmény funkciója és paraméterei is. Mivel egy alacsony belmagasságú vendéglátó egységről van szó, **érintőleges légvezetési rendszert** választottam.



23. ábra Légvezetési rendszer

## 7.5 Légszatónahálózat méretezése

Ahhoz, hogy a légtechnikai rendszer megfelelően és energiahatékonyan tudjon működni, mindenképpen el kell végezni a légszatónahálózat méretezését. Erre a számításra azért van szükség, hogy megfelelő munkapontot tudjunk kiválasztani a légkezelő berendezésben található ventilátornak, a szükséges térfogatáram függvényében.

A számítási folyamatot elvégeztem a befúvó és az elszívó vezetékeken egyaránt.

A méretezést egy példán keresztül fogom bemutatni, ahol a mértékadó áramkör számítási lépéseit végzem el.

A teljes légszatónahálózat méretezését a **18-19. számú mellékletekben** szereplő táblázatokban összesítettem.

### 7.5.1 Légszatónahálózat méretezésének lépései

A légszatónahálózatot a következő lépések alapján méreteztem, külön-külön minden befúvó és elszívó szakaszon egyaránt.

#### *Hálózat kialakítása*

Első lépésként az alaprajzok alapján elkészítettem a légtechnikai tervet terveket. Ezeket a terveket a **6 - 7. számú rajz mellékletekben** mutatom be.

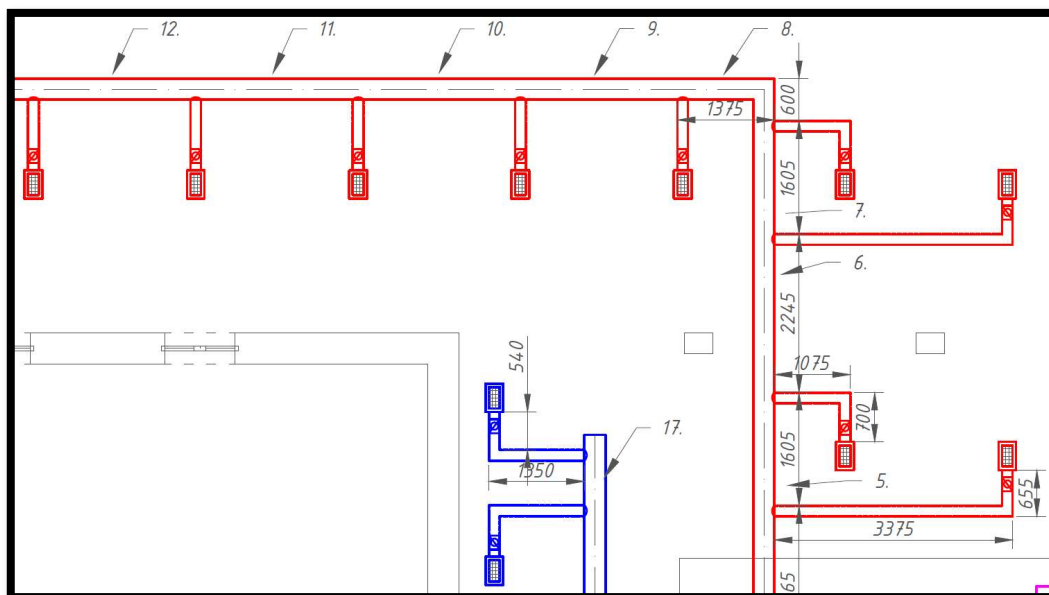
A helyiségekben elhelyeztem a befúvó és elszívó anemosztátokat és összekötöttem a csővezeték segítségével a hővisszanyerős szellőztető berendezéssel. A csőhálózat kialakításánál törekedtem a lehető legkevesebb iránytörés, elágazás kialakítására és az egyszerűség szem előtt tartására. Minél „egyszerűbb” a hálózat, annál kisebb lesz a nyomásvesztesége, ezáltal a ventilátornak alacsonyabb ellenállást kell legyőznie.

#### *Hálózat szakaszokra bontása*

Második lépésként az alaprajzon megrajzolt légszatónahálózatot szakaszokra bontottam. Ennek a lépésnek az a legfontosabb szabálya, hogy egy szakaszon belül nem lehet térfogatáram és csőátmérő változás. Minden esetben, amikor megváltozik a két paraméter közül az egyik, új szakaszként veszem fel.

A földszinti és emeleti hálózat szakaszokra bontását a **10-11. számú rajz mellékletben** ismertetem.

A **24. ábrán** bemutatok egy részletet az emeleti alaprajzon jelölt szakaszokra bontásról.



24. ábra Légszatórna hálózat szakaszokra bontása – 10.számú rajz melléklet részlet

### *Térfogatáram meghatározása*

Harmadik lépésként minden szakaszhoz a korábban számított frisslevegő-igény alapján meghatároztam a szükséges tömegáramot.

A szükséges frisslevegő befűvást a következő képlettel számítottam minden helyiségre külön-külön.

$$V_{\cdot} = V * n$$

Ahol:

V. Térfogatáram [m<sup>3</sup>/h]

V Helyiség térfogata [m<sup>3</sup>]

n Légcsereszám [1/h]

A teljes épületre összesített adatokat a **16. számú mellékletben** részletezem.

### ***Csőátmérők meghatározása***

A csőátmérőket előzetesen meghatároztam, hogy a szakasz legvégéig folyamatosan szűküljön az átmérő a térfogatárammal egyenesen arányosan. Amire figyeltem, hogy a közeg sebessége ne legyen nagyobb mint 2 m/s a komfort terekben található ágvezetékben, illetve a fővezeték sebessége se lépje át a 6 m/s értéket.

A közeg sebességét az alábbi képlettel számítottam.

$$v = \frac{V.}{A} = \frac{V. * 4}{d^2 * \pi * 3600}$$

Ahol:

v      Sebesség [m/s]

V.      Térfogatáram [m<sup>3</sup>/h]

A      Cső keresztmetszet [m<sup>2</sup>]

d      Cső átmérője [m]

### ***Csősúrlódási ellenállások meghatározása***

Következő lépésként meghatároztam a közeg Reynolds-számát. A Reynolds-szám megadja, hogy a közegnek lineáris vagy turbulens az áramlása. Túlnyomó esetben a légtechnikai rendszerekben turbulens áramlás fog kialakulni.

A Reynolds-számot a következő összefüggéssel számítottam.

$$Re = \frac{v * d}{\nu}$$

Ahol:

Re      Reynolds-szám [-]

$\nu$       Kinematikai viszkozitás [m<sup>2</sup>/s]

Miután kiszámoltam az adott szakaszra a sebesség és csőátmérő függvényében a Reynolds - számot, meg tudtam állapítani, hogy lineáris vagy turbulens lesz az áramlás a hálózatban. A csősúrlódási tényezőnek a számítási módszere eltér lineáris, illetve turbulens áramlásnál.

Amennyiben az áramlás lineáris, a következő képlettel számoltam a tényező értékét.

$$\lambda = \frac{64}{Re}$$

Ahol:

$\lambda$  Csősúrlódási tényező [-]

Amennyiben az áramlás turbulens, a következő képlettel számoltam a tényező értékét.

$$\lambda = \frac{0,3164}{\sqrt[4]{Re}}$$

A csősúrlódási tényező ismeretében már ki tudtam számítani a súrlódási ellenállását az adott szakaszoknak.

$$\Delta p_s = \lambda * \frac{l}{d} * \frac{1}{2} * v^2 * \rho$$

Ahol:

$\Delta p_s$  Csősúrlódási nyomásveszteség [Pa]

$l$  Csőhossz [m]

$\rho$  Sűrűség [kg/m<sup>3</sup>]

### ***Alaki ellenállások meghatározása***

Az alaki ellenállás iránytörésekből, idomokból, elágazásokból adódó nyomásveszteség. Minél nagyobb az áramlást változtató hatás ezeken a pontokon, annál nagyobb az értéke.

Az alaki veszteségeket a következő képlettel számítottam.

$$\Delta p_a = \xi * \frac{1}{2} v^2 * \rho$$

Ahol:

$\Delta p_a$  Alaki nyomásveszteség [Pa]

$\xi$  Alaki ellenállási tényező [-]

Az alaki ellenállások „Zeta” értékét összevontam az adott szakaszokra, a számítás megkönnyítése érdekében.

### Egyéb ellenállások meghatározása

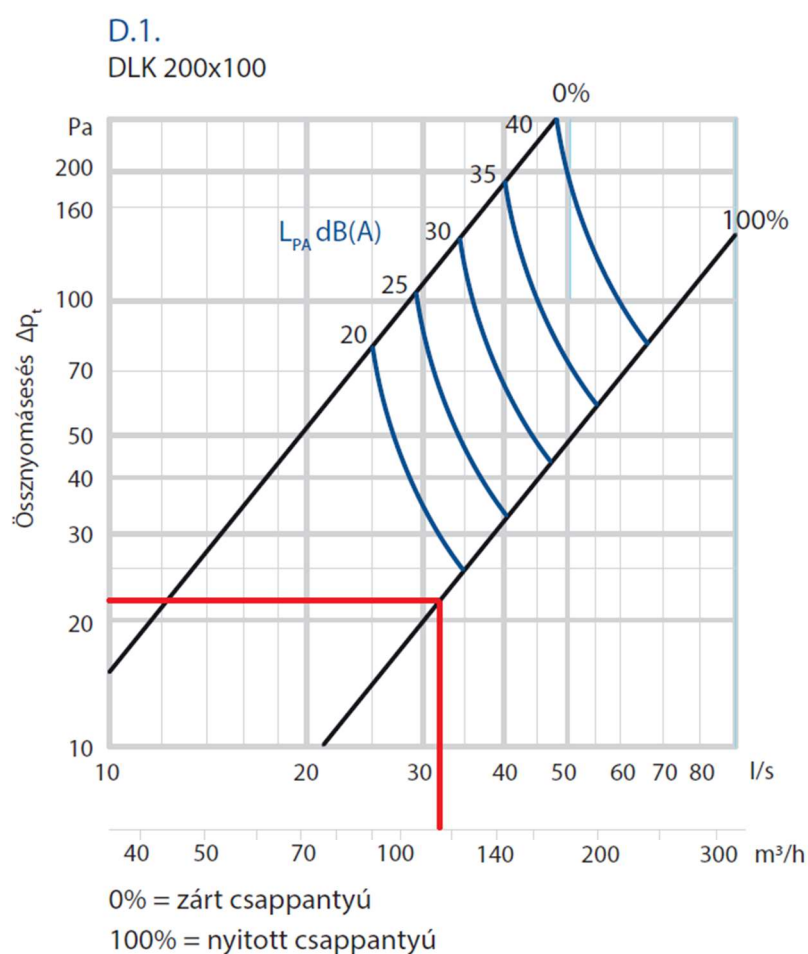
A légtechnikai hálózatban találhatóak egyéb elemek-idomok, amelyeknek nem csőszűrlődási vagy alak ellenállása van. Ezeknek az elemeknek az ellenállási értékét nomogramos kiválasztó diagramok alapján állapítottam meg.

A számításomban a következő elemeknek a nyomásvesztését vettem figyelembe nomogramos kiválasztás alapján.

- Anemosztátok
- Anemosztát rácsok
- Pillangószelepek

A teljes épületre összesített adatokat a **20. számú mellékletben** részletezem.

A **25. ábrán** szemléltetem példaként a Fogyasztó tér I. helyiség anemosztát csatlakozó dobozának nyomásvesztését 100%-os csappantyú nyitás mellett.



25. ábra Anemosztát nyomásvesztése

### ***Ellenállások összegzése***

Végezetül a kiszámított értékeket összegeztem (súrlódási, alaki és légtechnikai elemeken létrejött ellenállás) így megkaptam a teljes szakaszok nyomásveszteségét.

A mértékadó szakasz megválasztása két szempontból nagyon fontos. Először is a ventilátort a megfelelő értékre tudom állítani, így csökkenni fog az energiafelhasználása a légkezelő berendezésnek. A másik szempont az ágvezetékek beszabályozása során számítható a beállítási érték.

A szakaszok ellenállásának értékét a következő összefüggéssel számoltam.

$$\Delta p = \Delta p_s + \Delta p_a + \Delta p_{le}$$

Ahol:

$\Delta p$      Összes nyomásveszteség [Pa]

$\Delta p_s$     Súrlódási nyomásveszteség [Pa]

$\Delta p_a$     Alaki nyomásveszteség [Pa]

$\Delta p_{le}$     Légtechnikai elemek nyomásvesztesége [Pa]

### ***Mértékadó áramkör megválasztása***

Miután kiszámoltam és összegeztem a szakaszok ellenállását - befűvő és elszívó vezetékeknél egyaránt - kiválasztottam a légtechnikai csőhálózat mértékadó szakaszát.

A mértékadó szakasz ismerete alapján beállítható a ventilátor munkapontja.

## **7.5.2    Légcsatornahálózat méretezésének bemutatása példán keresztül**

A légtechnikai csőhálózat méretezését egy példán keresztül mutatom be. A korábbi bekezdésekben bemutatott módszer alapján kiszámolom a bowlingterem befűvő vezetékének paramétereit.

A hálózat kialakítását és szakaszokra bontását korábban elvégeztem. A teljes épület befűvő és elszívó vezetékeinek szakaszokra bontását a **10-11. számú rajz mellékletben** mutatom be.

### ***Térfogatáram meghatározása***

Első lépésben kiszámoltam a teljes bowlingpálya helyiség térfogatáramát a légcsereszám alapján. Az így kapott érték a következő.

$$V. = V * n \rightarrow V. = 1,4 * 1500 = 2100 \frac{m^3}{h}$$

Az így kapott 2100 m<sup>3</sup>/h értéket 10 db anemosztát segítségével fogom a helyiségbe juttatni. Ebből adódik, hogy egyenlő részekre felosztva a bowlingteremben 210 m<sup>3</sup>/h légszállítású anemosztátokat helyeztem el.

Mivel a helyiség összes anemosztátja ugyanarra az ágvezetékre csatlakozik, így a csővezeték folyamatosan szűkülni fog a szakasz végezetéig, mivel a térfogatárama 10 egyenlő részre van felosztva.

### ***Csőátmérők meghatározása***

Második lépésben kiszámoltam a szakaszokhoz tartozó sebességeket és csőátmérőket.

15. szakasz anemosztátjának csőátmérője:

$$v = \frac{V.}{A} = \frac{V. * 4}{d^2 * \pi * 3600} \rightarrow v = \frac{210 * 4}{0,2^2 * \pi * 3600} = 1,8577 \frac{m}{s}$$

A **8. számú táblázatban** bemutatom az emeleti kör mértékadó szakaszában számított sebesség értékeket a választott csőátmérők alapján.

*8. táblázat Bowlingterem légcsatornahálózatának légsebességei*

| Szakasz | V. [m3/h] | v [m/s]     | dcső [m] | Acső [m2] |
|---------|-----------|-------------|----------|-----------|
| 6.      | 2100      | 4,644373673 | 0,4      | 0,125600  |
| 7.      | 1890      | 4,179936306 | 0,4      | 0,125600  |
| 8.      | 1680      | 5,991230337 | 0,315    | 0,077892  |
| 9.      | 1470      | 5,242326545 | 0,315    | 0,077892  |
| 10.     | 1260      | 4,493422752 | 0,315    | 0,077892  |
| 11.     | 1050      | 5,944798301 | 0,25     | 0,049063  |
| 12.     | 840       | 4,755838641 | 0,25     | 0,049063  |
| 13.     | 630       | 5,573248408 | 0,2      | 0,031400  |
| 14.     | 420       | 3,715498938 | 0,2      | 0,031400  |
| 15.     | 210       | 1,857749469 | 0,2      | 0,031400  |

A csőátmérőknél figyeltem, hogy a korábban bemutatott határértékeken belül tudjam tartani a légsebességet.

Magas áramlási sebességeknél – főleg komfort környezetben – zavaró zajhatás keletkezik, illetve az ellenállások is túllépik a kedvező határértékeket.

Annak érdekében, hogy a sebesség 2 m/s alatt maradjon, az anemosztát csatlakozását ebben a példában 200-as csőátmérővel terveztem.

### ***Csőúrlódási ellenállások meghatározása***

Harmadik lépésben kiszámoltam a szakaszokhoz tartozó csőúrlódási ellenállásokat.

Először kiszámoltam a szakaszhoz tartozó Reynolds-számot.

15. szakasz Reynolds-szám kiszámítása:

$$Re = \frac{v * d}{\nu} = \frac{1,8577 * 0,2}{0,000015471} = 24015,89$$

Látható, hogy az érték igen magas. Ebből megállapítottam, hogy turbulens az áramlás. A helyes képlet alkalmazásával megkaptam a csőúrlódási tényező értékét.

15. szakasz csőúrlódási tényező értékének számítása:

$$\lambda = \frac{0,3164}{\sqrt[4]{Re}} = \frac{0,3164}{\sqrt[4]{24015,89}} = 0,03$$

Majd a számított csőúrlódási tényező értékét behelyettesítettem a következő képletbe, hogy kiszámítsam a szakaszok csőúrlódási ellenállásait.

15. szakasz csőúrlódási ellenállásának számítása:

$$\Delta p_s = \lambda * \frac{l}{d} * \frac{1}{2} * v^2 * \rho = 0,03 * \frac{3,3}{0,2} * \frac{1}{2} * 1,8577^2 * 1,197 = 0,866 Pa$$

A **9. számú táblázatban** bemutatom a mértékadó szakaszban számított Reynolds-szám és csőúrlódási tényező értékeit.

*9. táblázat Mértékadó szakasz csőúrlódási tényezői és Reynolds-szám értékei*

| Szakasz | V.<br>[m <sup>3</sup> /h] | v [m/s] | d <sub>cső</sub> [m] | A <sub>cső</sub> [m <sup>2</sup> ] | ρ [kg/m <sup>3</sup> ] | v [m <sup>2</sup> /s] | Re [-]     | λ [-] | l [m] | Δp <sub>s</sub><br>[Pa] |
|---------|---------------------------|---------|----------------------|------------------------------------|------------------------|-----------------------|------------|-------|-------|-------------------------|
| 1.      | 4690                      | 6,638   | 0,5                  | 0,196                              | 1,353                  | 0,000012              | 270 555,84 | 0,01  | 5     | 4,136                   |
| 2.      | 3955                      | 5,598   | 0,5                  | 0,196                              | 1,197                  | 0,000015              | 180 919,73 | 0,02  | 5     | 2,877                   |
| 3.      | 2590                      | 5,728   | 0,4                  | 0,126                              | 1,197                  | 0,000015              | 148 098,01 | 0,02  | 3,025 | 2,395                   |
| 4.      | 2310                      | 5,109   | 0,4                  | 0,126                              | 1,197                  | 0,000015              | 132 087,42 | 0,02  | 2,465 | 1,598                   |
| 5.      | 2205                      | 4,877   | 0,4                  | 0,126                              | 1,197                  | 0,000015              | 126 083,44 | 0,02  | 1,605 | 0,959                   |
| 6.      | 2100                      | 4,644   | 0,4                  | 0,126                              | 1,197                  | 0,000015              | 120 079,47 | 0,02  | 2,245 | 1,232                   |
| 7.      | 1890                      | 4,180   | 0,4                  | 0,126                              | 1,197                  | 0,000015              | 108 071,52 | 0,02  | 1,605 | 0,732                   |
| 8.      | 1680                      | 5,991   | 0,315                | 0,078                              | 1,197                  | 0,000015              | 121 985,49 | 0,02  | 1,975 | 2,280                   |
| 9.      | 1470                      | 5,242   | 0,315                | 0,078                              | 1,197                  | 0,000015              | 106 737,31 | 0,02  | 2,3   | 2,102                   |
| 10.     | 1260                      | 4,493   | 0,315                | 0,078                              | 1,197                  | 0,000015              | 91 489,12  | 0,02  | 2,3   | 1,605                   |
| 11.     | 1050                      | 5,945   | 0,25                 | 0,049                              | 1,197                  | 0,000015              | 96 063,58  | 0,02  | 2,3   | 3,497                   |
| 12.     | 840                       | 4,756   | 0,25                 | 0,049                              | 1,197                  | 0,000015              | 76 850,86  | 0,02  | 2,3   | 2,367                   |
| 13.     | 630                       | 5,573   | 0,2                  | 0,031                              | 1,197                  | 0,000015              | 72 047,68  | 0,02  | 2,3   | 4,129                   |
| 14.     | 420                       | 3,715   | 0,2                  | 0,031                              | 1,197                  | 0,000015              | 48 031,79  | 0,02  | 2,3   | 2,031                   |
| 15.     | 210                       | 1,858   | 0,2                  | 0,031                              | 1,197                  | 0,000015              | 24 015,89  | 0,03  | 3,3   | 0,866                   |

#### *Alaki ellenállások meghatározása*

Negyedik lépésben kiszámoltam a szakaszokhoz tartozó alaki ellenállásokat. A Zeta értékeket táblázatokból vagy gyártói adatok alapján állítottam össze. Minden szakasznál összeadtam az íránytörések és idomok pontos darabszámát a rendelkezésre álló tervek alapján.

Miután kiszámoltam a pontos darabszámot minden idomra, egy táblázatban összegeztem szakaszonként az ellenállás tényezők értékét, majd behelyettesítettem a számított eredményeket a következő képletbe, hogy megkapjam az alaki ellenállások értékét.

15. szakasz alaki ellenállásának számítása:

$$\Delta p_a = \xi * \frac{1}{2} v^2 * \rho = 1,2 * \frac{1}{2} 1,8577^2 * 1,197 = 2,479 \text{ Pa}$$

A **10. számú táblázatban** bemutatom a mértékadó szakasz alaki ellenállás tényezőinek összesített értékét.

*10. táblázat Mértékadó szakasz alaki ellenállás tényezői*

| Szakasz | Könyök | Té  | Szűkítő | Összesített „Zeta” érték |
|---------|--------|-----|---------|--------------------------|
| 1.      | 2      | 1,2 | 0       | 3,2                      |
| 2.      | 1      | 1,2 | 0,3     | 2,5                      |
| 3.      | 0      | 1,2 | 0       | 1,2                      |
| 4.      | 0      | 1,2 | 0       | 1,2                      |
| 5.      | 0      | 1,2 | 0       | 1,2                      |
| 6.      | 0      | 1,2 | 0       | 1,2                      |
| 7.      | 0      | 1,2 | 0,3     | 1,5                      |
| 8.      | 0,5    | 1,2 | 0       | 1,7                      |
| 9.      | 0      | 1,2 | 0       | 1,2                      |
| 10.     | 0      | 1,2 | 0,3     | 1,5                      |
| 11.     | 0      | 1,2 | 0       | 1,2                      |
| 12.     | 0      | 1,2 | 0,3     | 1,5                      |
| 13.     | 0      | 1,2 | 0       | 1,2                      |
| 14.     | 0      | 1,2 | 0       | 1,2                      |
| 15.     | 0      | 1,2 | 0       | 1,2                      |

### ***Egyéb ellenállások meghatározása***

Ötödik lépésben a légtechnikai csőhálózatban található elemek ellenállását határoztam meg, amelyeket nem csőúrlódás vagy alaki ellenállás alapján számítottam. Ezeket az értékeket nomogramos méretezés alapján számítottam. Az eredményeket a mértékadó szakaszon keresztül mutatom be a **11. táblázatban**.

*11. táblázat Mértékadó szakasz légtechnikai csőhálózatban található elemek ellenállásai*

| Szakasz | Légtechnikai elem                                                           | $\Delta p_{le}$ [Pa] |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 01.     | Légkezelő berendezésben és légbeszívó vezetéken keletkezett nyomásveszteség | 217                  |
| 02.     | Pillangószelep                                                              | 25                   |
| 03.     | Pillangószelep                                                              | 27                   |
| 15.     | Pillangószelep<br>Anemosztát csatlakozódoboz<br>Anemosztát rács             | 41                   |

A légtechnikai csőhálózatban található elemek nyomásveszteségét a **20. számú mellékletben** részletezem.

### Ellenállások összegzése

Végezetül a korábban számított ellenállási értékeket összeadtam, hogy megkapjam a teljes szakasz ellenállását.

A szakasz ellenállása a csősúrlódási-, alaki- és légtechnikai csőhálózatban található elemek ellenállásából tevődik össze.

$$\Delta p = \sum \Delta p_s + \sum \Delta p_a + \sum \Delta p_{le} \rightarrow 32,8 + 387,63 + 310 = 730,43 \text{ Pa}$$

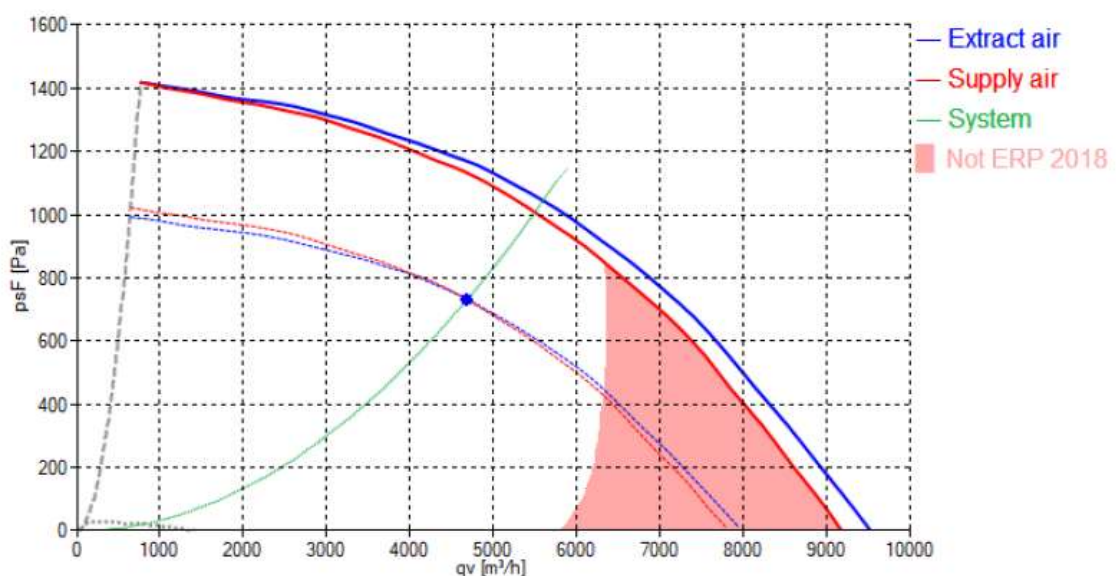
Ezt a számítást elvégeztem az összes befúvó és elszívó ágra, majd összehasonlítottam a szakaszokat. A nyomásveszteségek ismeretében már választható a mértékadó csőszakasz.

### Új munkapont a légkezelő berendezésben

Miután az összes légtechnikai csőhálózat szakaszon elvégeztem a méretezési folyamatot, kiszámoltam a nyomásveszteségeket és optimalizáltam a csőátmérőket, megkaptam a hálózat mértékadó szakaszát.

A számításokból adódik, hogy a mértékadó szakasz nyomásvesztesége **730,43 Pa**, tehát a korábban választott 1000 Pa érték magasnak bizonyul a ventilátor működésénél. A teljes légszatórnahálózat méretezését a **18-19. számú mellékletekben** szereplő táblázatokban összesítettem.

A megváltozott munkapont értékét a 26. ábrán mutatom be.



26. ábra Helios AIR1 7000 légkezelő berendezés megváltozott munkapontja

## 8 ÖSSZEFOGLALÁS

A diplomamunkám feladata egy komplex, több funkciójú vendéglátó egység esetében megtalálni a megfelelő rendszer kialakítást, illetve elvégezni a létesítmény fűtési- és légtechnikai tervezését.

A dolgozatom kidolgozása előtt megismerkedtem a komfortelmélet alapjaival és az ember hőérzetét, illetve a belső levegő minőségét befolyásoló tényezőkkel. Ez egy nagyon fontos faktor volt a munkám során, mivel az épület egy profitorientált létesítmény, ahol a megfelelő környezetet kell biztosítani a vendégek számára, hőérzet és belső levegő minőség szempontjából egyaránt.

Miután elegendő tudást szereztem a komfortterek követelményeiről, ki tudtam választani az épület funkciója és adottságai alapján a megfelelő fűtési- és légtechnikai rendszert. A tervezés során fokozottan figyeltem arra, hogy ésszerű bekerülési költségű, könnyen kivitelezhető és egyszerűen üzemeltethető kapcsolást alakítsak ki.

A kialakított rendszer koncepcióról alaprajzokat és függőleges csőtervet készítettem, amelyeken elhelyeztem a berendezéseket, hőleadókat, berajzoltam a csővezetékeket, megjelöltem a szükséges átmérőket és feltüntettem a tervezési szempontokat.

A feladatom kidolgozása során kiváltképp figyeltem a csővezetékekben áramló közegek sebességére, az energiafelhasználásra és rendszer szabályozhatóságára, hogy a vendéglátó egység a lehető legkevésbé legyen energiapazarló, környezetszennyező és kielégítse az épülettel szemben támasztott komfort követelményeket.

Utolsó lépésként elvégeztem a tervezés során felmerülő számításokat, kiválasztottam a szellőztető-, hőtermelő- és hőleadó berendezéseket, hidraulikailag méreteztem a fűtési- és légtechnikai rendszert és kiszámítottam a beszabályozáshoz szükséges beállítási paramétereket.

Végeredményül sikerült egy olyan rendszert megalkossak, amelynek a kivitelezése és karbantartása egyszerű, a komfort követelményeket kielégíti és az üzemeltetése energiahatékony, ezzel segítve a vendéglátó egységet a hosszútávú és jövedelmező működésben.

## 9 SUMMARY

The task of my thesis is to find the appropriate system design for a complex, multi-functional hospitality unit, and to carry out the heating and ventilation engineering design of the facility.

Before developing my thesis, I familiarized myself with the basics of comfort theory and the factors affecting the human feeling of heat and the quality of indoor air. This was a very important factor in my work, since the building is a profit-oriented establishment, where the right environment must be provided for the guests, both in terms of thermal sensation and indoor air quality.

After I had acquired sufficient knowledge about the requirements of comfort spaces, I was able to choose the appropriate heating and ventilation system based on the function and properties of the building. During the design, I paid close attention to creating a switch with a reasonable initial cost, easy to implement and simple to operate.

Based on the developed system concept, I made floor plans and a vertical pipe plan, on which I placed the equipment, heat emitters, drew the pipelines, marked the necessary diameters and indicated the design aspects.

During the development of my task, I paid particular attention to the speed of the water and air flowing in the pipelines, the energy consumption and the controllability of the system, so that the catering unit is the least energy-wasting and polluting as possible and meets the comfort requirements of the building.

As a final step, I performed the calculations that arose during the design, selected the ventilation, heat-producing and heat-emitting devices, hydraulically dimensioned the heating and air-conditioning system and calculated the setting parameters necessary for adjustment.

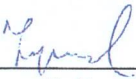
As a result, I managed to create a system that is easy to implement and maintain, meets comfort requirements and is energy-efficient in operation, thereby helping the catering unit in its long-term and profitable operation.

## NYILATKOZAT

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

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

Kelt: 2023 év 04 hó 21 nap

  
Hallgató

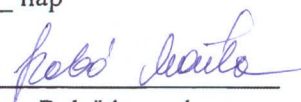
## NYILATKOZAT

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

A Diplomadolgozatot záróvizsgán történő védelemre javaslom / nem javaslom\*.

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

Kelt: 2023. év június hó 2 nap

  
Belső konzulens

\*Kérjük a megfelelőt aláhúzni!

## 10 IRODALMI FORRÁSOK

- Arnold Károly, 1970, Épületgépész méretezési táblázatok, Műszaki Könyvkiadó, Budapest
- Asbóth Dénes, Barna Lajos, Barótfi István, Bánhidi László, Chappon Miklós, Cséki István, Csoknyai István, Denk András, Dési Albert, Erdősi István, Fodor Gusztáv, Kaboldy Eszter, Kajtár László, Kontra Jenő, Kovács Károly, Magyar Tamás, Magyar Zoltán, Nagy Lajos, Szánthó Zoltán, Temesvári Jenő, Várfalvi János, 2001, Épületgépészet a gyakorlatban, Dashöfer Verlag, Budapest
- Bajnóczy Gábor, Bánhidi László, Büki Gergely, Erdősi István, Homonnay Györgyné, Jakab Zoltán, Kajtár László, Karaffa Ferenc, Kurutz Imre, Lajos Tamás, Lőrincz Béla, Major György, Szalai Sándor, Zöld András, 2000, Épületgépészet 2000 I. kötet, Épületgépészet kiadó, Budapest
- Bánhidi László, 1976, Zárt terek hőérzeti méretezése, Műszaki Könyvkiadó, Budapest
- Bánhidi László, 1994, Ember, épület, energia, Akadémia Kiadó, Budapest
- Bánhidi László, Kajtár László, 2000, Komfortelmélet, Műegyetemi Kiadó, Budapest
- Barna Lajos, Bánhidi László, Chappon Miklós, Halász Györgyné, Szilágyi Sándor, Vaszil Lajos, Zöld András, 2001, Épületgépészet 2000 II. kötet, Épületgépészet kiadó, Budapest
- Barótfi István, 2008, Energiagazdálkodás az iparban, Szent István Egyetem
- Barótfi István, 2016, Épületgépészet, Szent István Egyetem, Gödöllő
- Baumann Mihály, 2012, Épületenergetika, EDUTUS Főiskola, Budapest
- Baumann Mihály, Csoknyai Tamás, Kalmár Ferenc, Magyar Zoltán, Majoros András, Osztrólczy Miklós, Szalay Zsuzsa, Zöld András, 2009., Épületenergetika segédlet, PTE Pollack Mihály Műszaki Kar, Pécs
- Baumann Mihály, Lenkovics László, 2018, Fűtési rendszerek hidraulikai méretezése, PTE MIK Gépészmérnök Tanszék, Pécs
- Cséki István, 2008, Épületgépészeti Tervezési Segédlet Rézcsöves Szereléshez, Magyar Rézpiaci Központ kiadó
- Cséki István, Glósz Róbert, 2010, Szakmai ismeret a gázvezeték- és készülékszerelő szakma számára, Műszaki Könyvkiadó, Budapest

- Cséki István, Glósz Róbert, 2010, Szakmai ismeret vízvezeték- és központifűtés-szerelő szakma számára, Műszaki Könyvkiadó, Budapest
- Csoknyai István, Doholuczki Tibor, 2013, Több mint Hidraulika, Herz Armatúra Hungária Kft., Budapest
- Fanger P.O., 1982, Thermal Comfort, McGraw-Hill Inc., US, Florida
- Gábor László, Zöld András, 1981, Energiagazdálkodás az építészetben, Akadémiai Kiadó, Budapest
- Givoni B., 1969, Man, climate and architecture, Applied Science Publisher, Canada Ltd., Canada
- Homonnay Györgyné, Molnár Zoltán, 1979, Fűtéstechnika, Műszaki Könyvkiadó, Budapest
- Horváth Imre, 2011, Vízellátás és csatornázás, Szent István Egyetem, Gödöllő
- Kalmár Ferenc, 2013, A belső környezet minősége, TERC Kiadó, Budapest
- Magyar Zoltán, Szikra Csaba, 2003, Légtechnikai rendszerek elemei és felépítése, Vocational Education Training for Building Observation, Operation and Maintenance, Budapest
- Marcso Sándor, 2010, Légtechnika I., Debreceni Egyetem Műszaki Kar, Debrecen
- Marcso Sándor, 2010, Légtechnika II., Debreceni Egyetem Műszaki Kar, Debrecen
- Menyhárt József, 1967, Klímaberendezések, Műszaki Könyvkiadó, Budapest
- Menyhárt József, 1997, Légtechnika I., Kossuth Lajos Tudományegyetem, Debrecen
- Rudolf Jauschowitz, 2004, Hidraulika, a melegvízfűtés szíve, Herz Armaturen Ges.m.b.H., Bécs
- Verbai Zoltán, Kalmár Tünde, Csáky Imre, Kalmár Ferenc, 2013, Épülettechnikai rendszerek és rendszerelemek, TERC Kft., Budapest

## 11 INTERNETES FORRÁSOK

Airvent: Termékek

<https://www.airvent.hu/>

Bánhidi László, Kajtár László, Szabó János: Zárt terek komfortkövetelményei – méretezési alapok

<https://docplayer.hu/364185-Zart-terek-komfortkovetelmenyei-meretezesi-alapok.html>

Bausoft: WinWatt épületenergetika

[http://www.bausoft.hu/ww\\_epbd.htm](http://www.bausoft.hu/ww_epbd.htm)

Béres-Ágoston-Lovarityné: Szagvédelmi kézikönyv

<https://docplayer.hu/4122262-Szagvedelmi-kezikonyv.html>

Bureau of Reclamation: Design Guide for Heating, Ventilating, and Air Conditioning Systems

<https://www.usbr.gov/tsc/techreferences/mands/mands-pdfs/HVACManl.pdf>

Energotrade: Tervezési segédlet

[http://energotrade.hu/pdf/energotrade\\_tervezesi\\_segedlet\\_legfutes\\_szellozes.pdf](http://energotrade.hu/pdf/energotrade_tervezesi_segedlet_legfutes_szellozes.pdf)

Esbe: Termékek

<https://www.esbe.eu/hu/en>

Flamco: Termékek

<https://flamcogroup.com/hu>

Fodor A. Csaba: Légtechnika

[http://users.atw.hu/gepeszlev/6\\_szemeszter/leg1/DrFodorACsaba\\_LegtechGyakKezik.pdf](http://users.atw.hu/gepeszlev/6_szemeszter/leg1/DrFodorACsaba_LegtechGyakKezik.pdf)

Gépész Bolt: Használati melegvíz előállítása

<https://www.gepeszbolt.hu/simonyi/Vizellatas%20csatornazas/HMV%20konyv%20XY.pdf>

Gépész Bolt: Víz sűrűsége és fajhője

<https://www.gepeszbolt.hu/simonyi/viz%20surusege%20es%20fajhoje.pdf>

Gépész Holding: Baxi termékek

<https://gepesz.hu/baxi/>

Gépész Holding: Concept termékek

<https://gepesz.hu/concept/>

Gépész Holding: Fixtrend termékek

<https://gepesz.hu/fixtrend/>

Grundfos Selector: Grundfos termékek kiválasztása

<https://product-selection.grundfos.com/front-page.html?qcid=1110272124>

Heating and Cooling with Focus on Increased Energy Efficiency and Improved Comfort

[https://www.ltu.se/cms\\_fs/1.29568!/draft%20state%20of%20the%20art%20low%20energy%20heat%20and%20cold%20distribution.pdf](https://www.ltu.se/cms_fs/1.29568!/draft%20state%20of%20the%20art%20low%20energy%20heat%20and%20cold%20distribution.pdf)

Helios: Air1 Select

<https://www.air1select.com/>

Helios Select: Helios termék kiválasztása

[https://www.heliosselect.de/cms/front\\_content.php?idcat=17&lang=8](https://www.heliosselect.de/cms/front_content.php?idcat=17&lang=8)

Herz: Hidraulika az épületgépészeti rendszerekben

<https://docplayer.hu/4095652-Www-herz-eu-hidraulika-az-epuletgepeszeti.html>

Herz: Termékek

<https://www.herz-hu.com/catalog.php>

HGD: Padlófűtés

<https://hgd.hu/hu/padlofutes>

Kajtár László: Irodaépületek hő- és levegőminőségi komfortjának elemzése

[http://real-d.mtak.hu/1219/10/dc\\_1612\\_18\\_doktori\\_mu.pdf](http://real-d.mtak.hu/1219/10/dc_1612_18_doktori_mu.pdf)

Kreativlakas.com: Központi fűtések típusai és jellemzőik

<https://kreativlakas.com/futesi-modok/kozponti-futesek-tipusai-es-jellemzoik/>

Kuba Gellért: Hőkényelem feltételei zárt építészeti terekben

<http://xn--bioszolrhz->

[y4ac.hu/1\\_HOKENYELEM\\_FELTETEI\\_A\\_ZART\\_EPITESZETI\\_TEREKBEN.pdf](http://y4ac.hu/1_HOKENYELEM_FELTETEI_A_ZART_EPITESZETI_TEREKBEN.pdf)

Lindab: Comfort

[https://itsolution.lindab.com/LindabWebProductsDoc/pdf/Comfort/HU/Comfort\\_2006\\_HU.pdf](https://itsolution.lindab.com/LindabWebProductsDoc/pdf/Comfort/HU/Comfort_2006_HU.pdf)

Lindab: Légtechnikai tervezési segédlet

[https://itsolution.lindab.com/LindabWebProductsDoc/PDF/Documentation/ADS/hu/Brochure/Lindab\\_Legtechnika\\_Tervezesi\\_segedlet.pdf](https://itsolution.lindab.com/LindabWebProductsDoc/PDF/Documentation/ADS/hu/Brochure/Lindab_Legtechnika_Tervezesi_segedlet.pdf)

Magyar Épületgépészeti Koordinációs Szövetség: Komfortelmélet

<https://www.megkszh.hu/epuletgepeszet/komfortelmelet/>

Magyar Zoltán: Komfortelmélet

<https://docplayer.hu/37490487-Komfortelmelet-dr-magyar-zoltan.html>

ScinenceDirect: Human thermal sensation and comfort in a non-uniform environment with personalized heating

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969716311020>

Siemens: Termékek

<https://new.siemens.com/hu/hu.html>

Sodeca: Ventilation Systems – Design and Calculations

[https://www.sodeca.com/content/img/en/informaciotecnica\\_02\\_en.pdf](https://www.sodeca.com/content/img/en/informaciotecnica_02_en.pdf)

The Green Self-builder: Heat Transfer

<https://www.thegreenselfbuilder.co.uk/heat-transfer/>

Tóth Péter, Bulla Miklós, Nagy Géza: Energetika

<https://docplayer.hu/3321396-Energetika-dr-toth-peter-dr-bulla-miklos-dr-nagy-geza.html>

Vogel & Noot: Hőteljesítmény kalkulátor

[https://www.vogelundnoot.com/hu/szolgalatas\\_es\\_eszkozok/hoteljesitmeny-kalkulator.htm](https://www.vogelundnoot.com/hu/szolgalatas_es_eszkozok/hoteljesitmeny-kalkulator.htm)

## **12 SZABVÁNYOK, RENDELETEK ÉS IRÁNYELVEK**

176/2008. (VI.30.) Korm. rendelet: Az épületek energetikai tanúsításáról

MSZ-04-132-1991: Épületek vízellátása

MSZ-04-134-1991: Épületek csatornázása

MSZ CR 1752 2000: Épületek szellőztetése.

MSZ EN ISO 13370:2017: Épületek hőtechnikai viselkedése. Hőátvitel a talajban. Számítási módszerek

ISO 7730:2005 Ergonomics of the thermal environment

ASHRAE 55:2004 Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy

7/2006. (V. 24.) TNM rendelet: Az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról

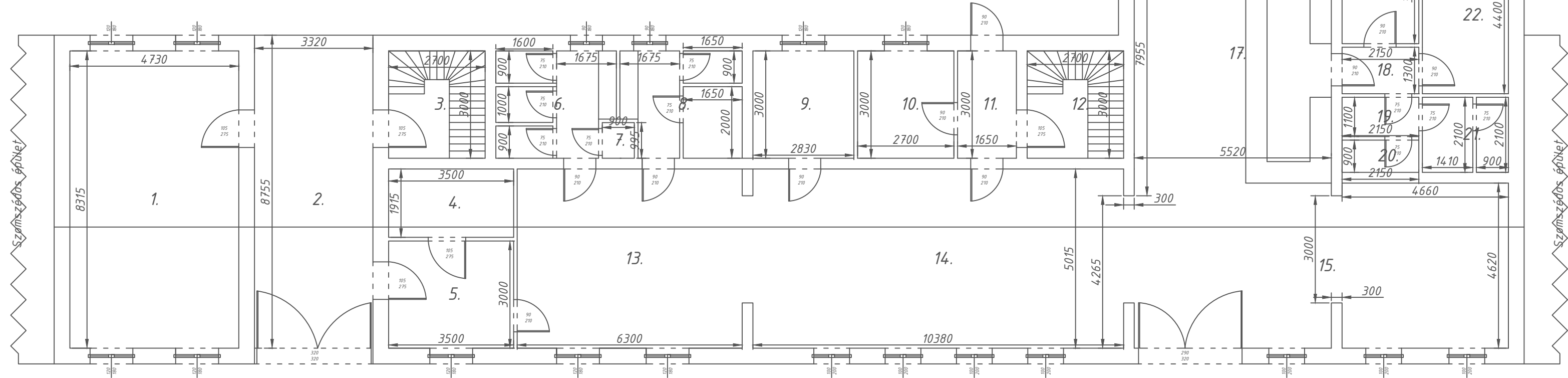
### **13 RAJZ MELLÉKLETEK**

1. számú rajz melléklet: Földszint építész alaprajz (GÉ-01)
2. számú rajz melléklet: Emelet építész alaprajz (GÉ-02)
3. számú rajz melléklet: Földszint fűtés alaprajz (GF-01)
4. számú rajz melléklet: Emelet fűtés alaprajz (GF-02)
5. számú rajz melléklet: Fűtés függőleges csőterv (GF-03)
6. számú rajz melléklet: Földszint légtechnika alaprajz (GL-01)
7. számú rajz melléklet: Emelet légtechnika alaprajz (GL-02)
8. számú rajz melléklet: Földszint fűtés szakaszok
9. számú rajz melléklet: Emelet fűtés szakaszok
10. számú rajz melléklet: Földszint légtechnika szakaszok
11. számú rajz melléklet: Emelet légtechnika szakaszok

## **14 MELLÉKLETEK**

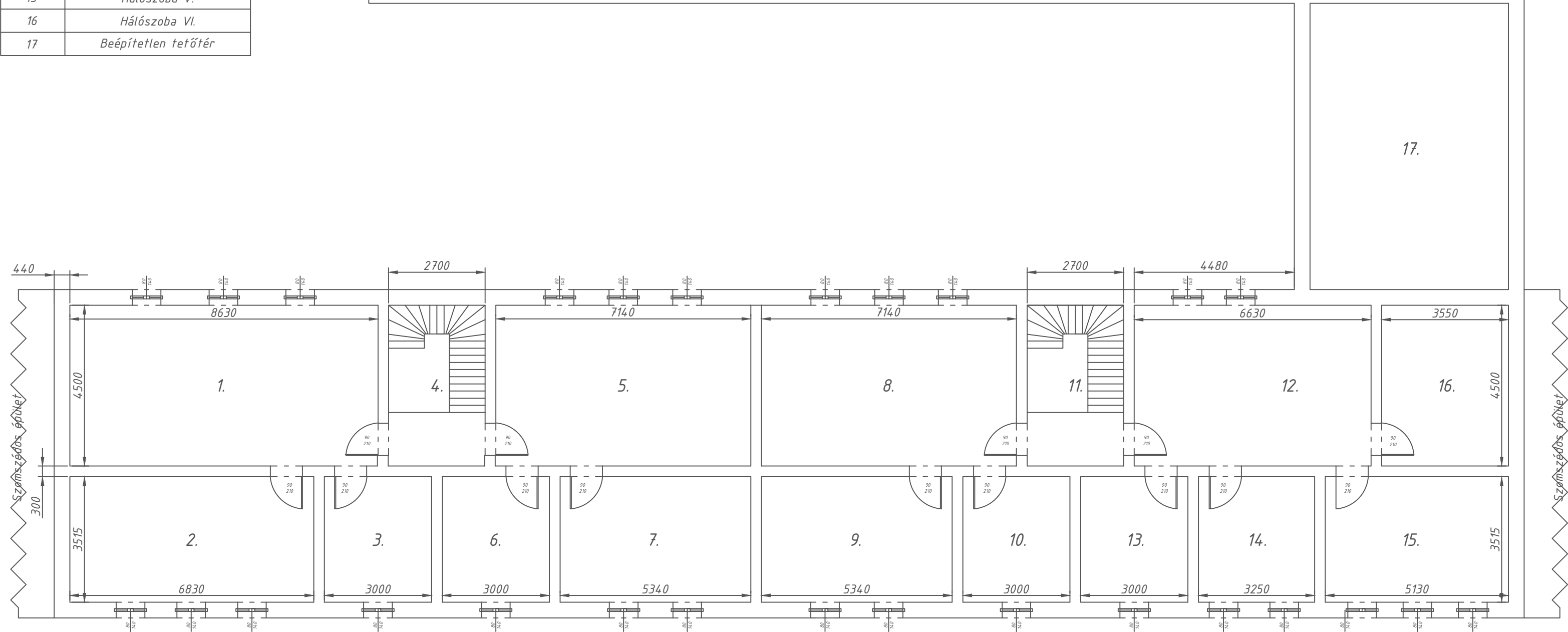
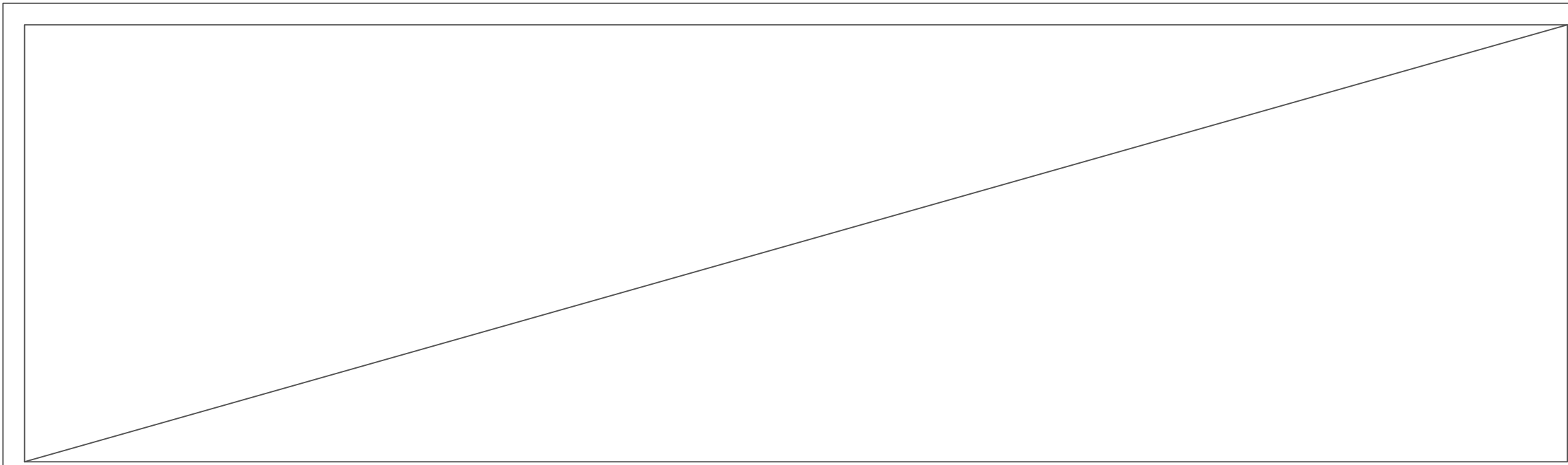
1. számú melléklet: Winwatt számítás
2. számú melléklet: Radiátor kiválasztás
3. számú melléklet: Melegvíz igény
4. számú melléklet: Légtechnikai számítás
5. számú melléklet: Helios AIR1 XH 7000
6. számú melléklet: Földszinti fűtési kör számítása
7. számú melléklet: Emeleti fűtési kör számítása
8. számú melléklet: Légkezelő fűtési kör számítása
9. számú melléklet: HMV tartály fűtési kör számítása
10. számú melléklet: Grundfos Magna1 32-100, Földszinti fűtési kör
11. számú melléklet: Grundfos Alpha2 20-40, Emeleti fűtési kör
12. számú melléklet: Grundfos Alpha3 15-60 Légkezelő fűtési kör
13. számú melléklet: Grundfos Alpha2 25-80 - HMV tartály fűtési kör
14. számú melléklet: Beszabályozószelepek nomogramos kiválasztása
15. számú melléklet: Termosztatikus szelepbetétek kv értékei
16. számú melléklet: Frisslevegő igény
17. számú melléklet: Archimedesi szám
18. számú melléklet: Befűvő légszatónahálózat méretezés
19. számú melléklet: Elszívó légszatónahálózat méretezés
20. számú melléklet: Légtechnikai berendezések nyomásvesztesége

| Helyiségek |                    |
|------------|--------------------|
| Sorszám    | Megevezés          |
| 1          | Közösségi vetítő   |
| 2          | Szárazkapu         |
| 3          | Lépcsőház I.       |
| 4          | Hőközpont          |
| 5          | Raktár I.          |
| 6          | Női WC             |
| 7          | Szertár            |
| 8          | Férfi WC           |
| 9          | Raktár II.         |
| 10         | Iroda              |
| 11         | Közlekedő I.       |
| 12         | Lépcsőház II.      |
| 13         | Fogyasztó tér I.   |
| 14         | Fogyasztó tér II.  |
| 15         | Fogyasztó tér III. |
| 16         | Lounge             |
| 17         | Pult               |
| 18         | Közlekedő II.      |
| 19         | Dolgozói étkező    |
| 20         | Dolgozói WC        |
| 21         | Dolgozói öltöző    |
| 22         | Raktár III.        |
| 23         | Edénymosogató      |
| 24         | Bowlingpálya       |
| 25         | Gépészeti helység  |

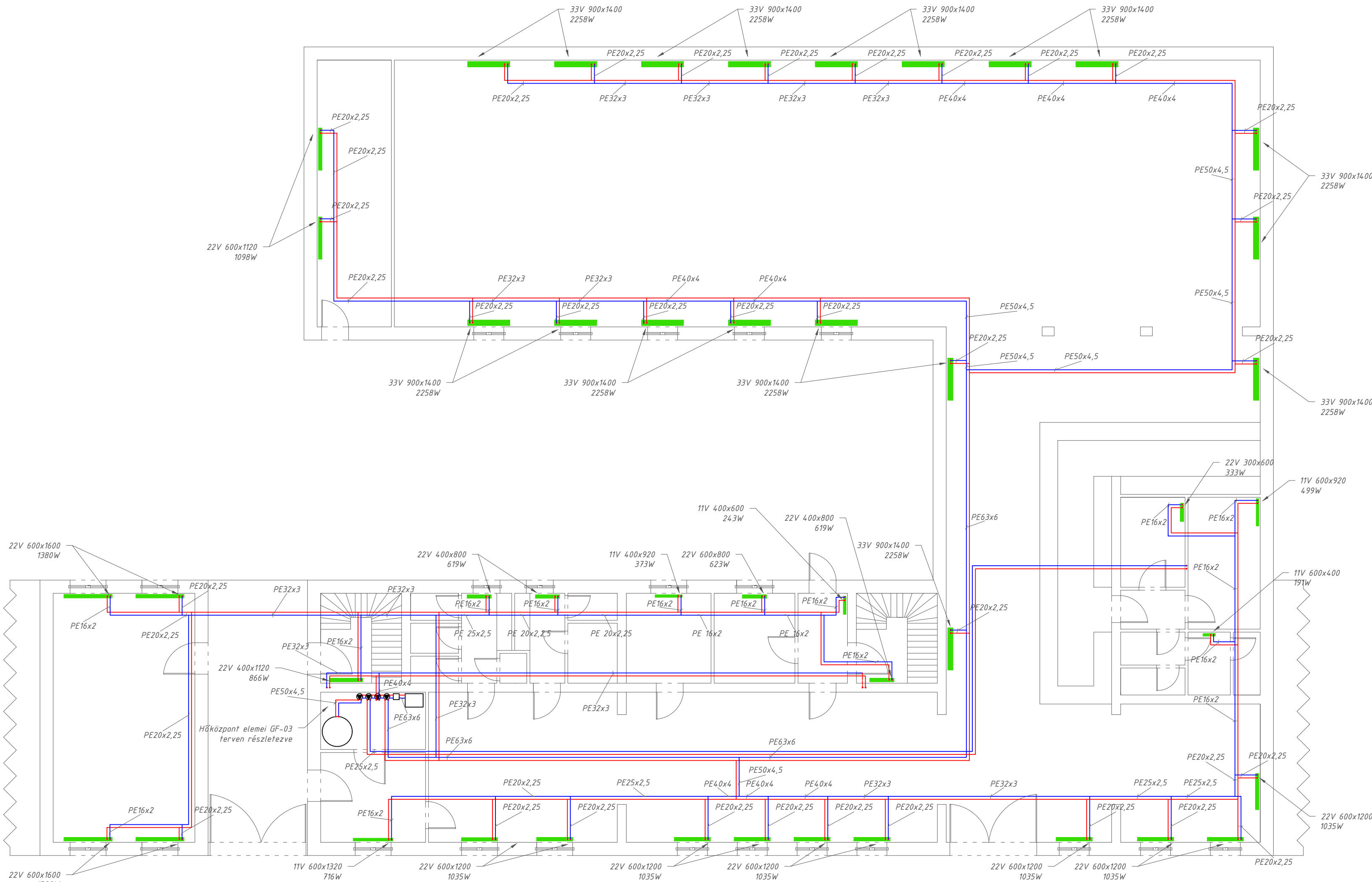


|                                                                      |                                           |                                                                               |                    |
|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Létesítmény/cím:<br>Bowlingterem<br>6782 Mórahalom, Röszei út 17-19. |                                           | Intézmény:<br>Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem<br>Létesítménymérnök Msc |                    |
| Rajzoló:<br>Zsigmond Tamás - UKVIS6                                  | Feladat:<br>Projektfeladat                | Méretarány:<br>1:100                                                          | Rajzszám:<br>GÉ-01 |
| Dátum:<br>2022.09.17.                                                | Megnevezés:<br>Földszint építész alaprajz | Lapok száma:<br>1/11                                                          |                    |

| Helyiségek |                    |
|------------|--------------------|
| Sorszám    | Megevezés          |
| 1          | Nappali I.         |
| 2          | Hálószoba I.       |
| 3          | Fürdőszoba I.      |
| 4          | Lépcsőház I.       |
| 5          | Nappali II.        |
| 6          | Fürdőszoba II.     |
| 7          | Hálószoba II.      |
| 8          | Nappali III.       |
| 9          | Hálószoba III.     |
| 10         | Fürdőszoba III.    |
| 11         | Lépcsőház II.      |
| 12         | Nappali IV.        |
| 13         | Fürdőszoba IV.     |
| 14         | Hálószoba IV.      |
| 15         | Hálószoba V.       |
| 16         | Hálószoba VI.      |
| 17         | Beépíthető tetőtér |



|                                                                      |                                        |                                                                               |                    |
|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Létesítmény/cím:<br>Bowlingterem<br>6782 Mórahalom, Röszei út 17-19. |                                        | Intézmény:<br>Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem<br>Létesítménymérnök Msc |                    |
| Rajzoló:<br>Zsigmond Tamás - UKVIS6                                  | Feladat:<br>Projektfeladat             | Méretarány:<br>1:100                                                          | Rajzszám:<br>GÉ-02 |
| Dátum:<br>2022.09.17.                                                | Megnevezés:<br>Emelet építész alaprajz | Lapok száma:<br>2/11                                                          |                    |



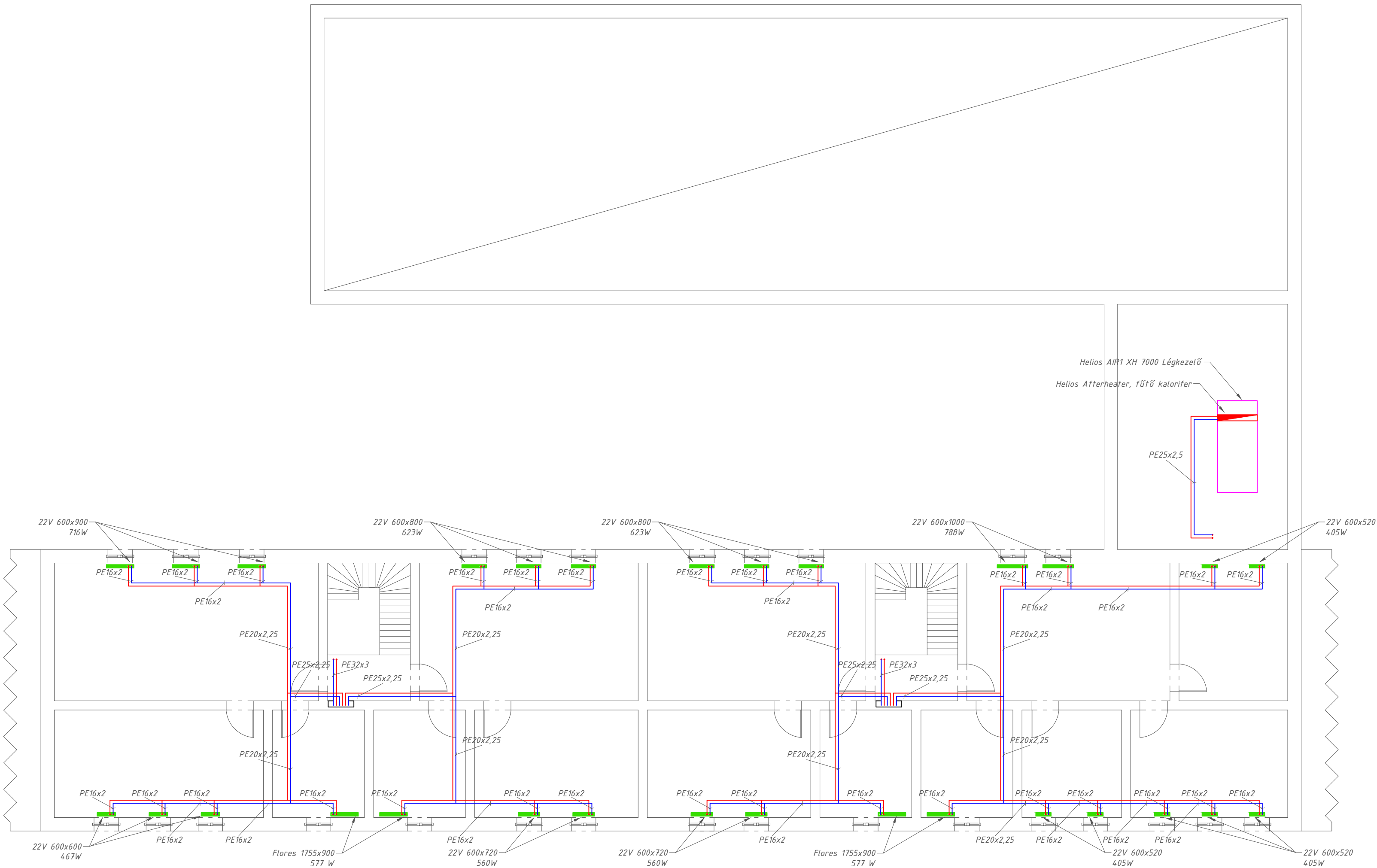
Jelölések:

- Fűtési előremenő csővezeték
- Fűtési visszatérő csővezeték
- Gázvezeték
- Szennyvízvezeték
- Elektromos vezeték
- Golyóscsap
- Visszacsapószelep
- Háromjáratú motoros keverőszelep
- Beszabályozószelep
- Avatatlan elzárást biztosító golyóscsap
- Biztonsági szelep
- Légtelenítő
- Külső hőmérséklet érzékelő
- HL21 csepegtető szifon
- Úritőszelep
- Töltő-úritőcsap
- Termofej
- Golyóscsapblokk

Megjegyzések:

- Fűtési csőhálózat anyaga: Uponor Uni Pipe ötrétegű cső.
- Hőszigetelés: Csak a hőközpontban és a falhoronyban / elburkolatlan haladó vezetékeket kell hőszigetelni min. 9 mm vtg. POLIFOAM hőszigeteléssel.
- Radiátorok: Vogel & Noot 6 pontos, beépített szelepes, acéllemez radiátorok.
- Radiátor szerelvényezés: Danfoss RLV-K golyóscsapblokk és Danfoss RA 2000 típusú termosztatikus szelepfaj
- Feltöltés: Átmosás és tisztavizes átmosás után Inhibitor folyadékkal és 100% lágyított vízzel történjen.
- Beszabályozás: Mérőcsonkos Herz Strömax M ferdeszzelepeken és radiátor szelepeken történik a próbafűtés során, amelyet mérési jegyzőkönyvvel kell bizonyítani!
- Nyomáspróba: 1,5 x p üzemi + 1 bar, minimum 24 óráig!

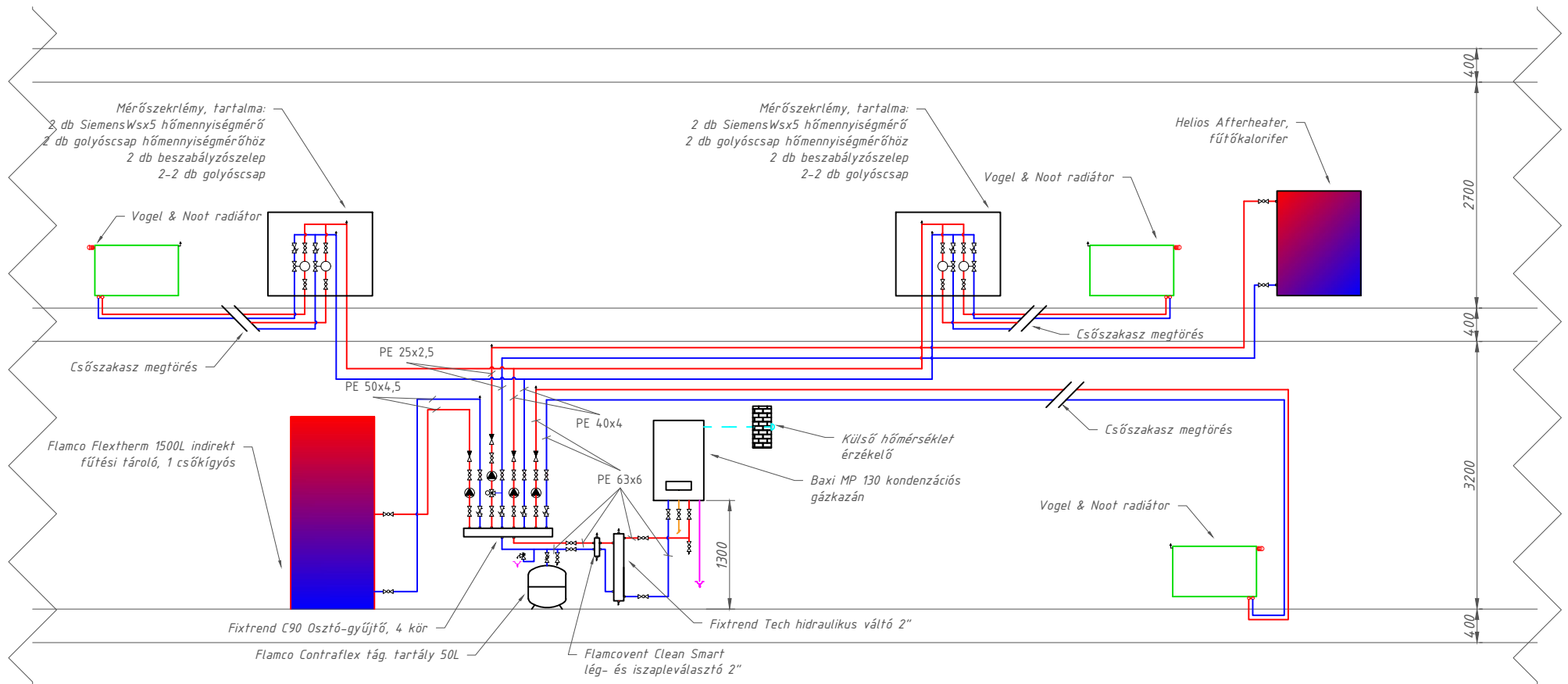
|                                  |                          |                                        |           |
|----------------------------------|--------------------------|----------------------------------------|-----------|
| Létesítmény/cím:                 |                          | Intézmény:                             |           |
| Bowlingterem                     |                          | Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem |           |
| 6782 Mórahalom, Röszei út 17-19. |                          | Létesítménymérnök Msc                  |           |
| Rajzoló:                         | Feladat:                 | Méretarány:                            | Rajzszám: |
| Zsigmond Tamás - UKVIS6          | Projektfeladat           | 1:100                                  | GF-01     |
| Dátum:                           | Megnevezés:              | Lapok száma:                           |           |
| 2022.10.02.                      | Földszint fűtés alaprajz | 3/11                                   |           |



- Jelölések:**
- Fűtési előremenő csővezeték
  - Fűtési visszatérő csővezeték
  - Gázvezeték
  - Szennyvízvezeték
  - Elektromos vezeték
  - Golyóscsap
  - Visszacsapószelep
  - Háromjáratú motoros keverőszelep
  - Beszabályzószelep
  - Avatatlan elzárást biztosító golyóscsap
  - Biztonsági szelep
  - Légtelenítő
  - Külső hőmérséklet érzékelő
  - HL21 csepegtető szifon
  - Úritószelep
  - Töltő-úritőcsap
  - Termofej
  - Golyóscsapblokk

- Megjegyzések:**
- Fűtési csőhálózat anyaga: Uponor Uni Pipe ötrétegű cső.
  - Hőszigetelés: Csak a hőközpontban és a falhoronyban / elburkolatlan haladó vezetékeket kell hőszigetelni min. 9 mm vtg. POLIFOAM hőszigeteléssel.
  - Radiátorok: Vogel & Noot 6 pontos, beépített szelepes, acéllemez radiátorok.
  - Radiátor szerelvényezés: Danfoss RLV-K golyóscsapblokk és Danfoss RA 2000 típusú termosztatikus szelepek.
  - Feltöltés: Átmosás és tisztavizes átmosás után Inhibitor folyadékkal és 100% lágyított vízzel történjen.
  - Beszabályozás: Mérőcsontos Herz Strömax M ferdeszelepeken és radiátor szelepeken történik a próbafűtés során, amelyet mérési jegyzőkönyvvel kell bizonyítani!
  - Nyomáspróba: 1,5 x p üzemi + 1 bar, minimum 24 óráig!

|                                                  |                       |                                                                 |           |
|--------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------|
| Létesítmény/cím:                                 |                       | Intézmény:                                                      |           |
| Bowlingterem<br>6782 Mórahalom, Röszei út 17-19. |                       | Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem<br>Létesítménymérnök Msc |           |
| Rajzoló:                                         | Feladat:              | Méretarány:                                                     | Rajzszám: |
| Zsigmond Tamás - UKVIS6                          | Projektfeladat        | 1:100                                                           | GF-02     |
| Dátum:                                           | Megnevezés:           | Lapok száma:                                                    |           |
| 2022.09.17.                                      | Emelet fűtés alaprajz | 4/11                                                            |           |



#### Jelölések:

- Fűtési előremenő csővezeték
- Fűtési visszatérő csővezeték
- Gázvezeték
- Szennyvízvezeték
- Elektromos vezeték
- Golyóscsap
- Visszacsapószelep
- Háromjártatú motoros keverőszelep
- Beszabályozószelep
- Avatatlan elzárást biztosító golyóscsap
- Biztonsági szelep
- Légtelenítő
- Külső hőmérséklet érzékelő
- HL21 csepegtető szifon
- Üritőszelep
- Töltő-ürítőcsap
- Termofej
- Golyóscsapblokk

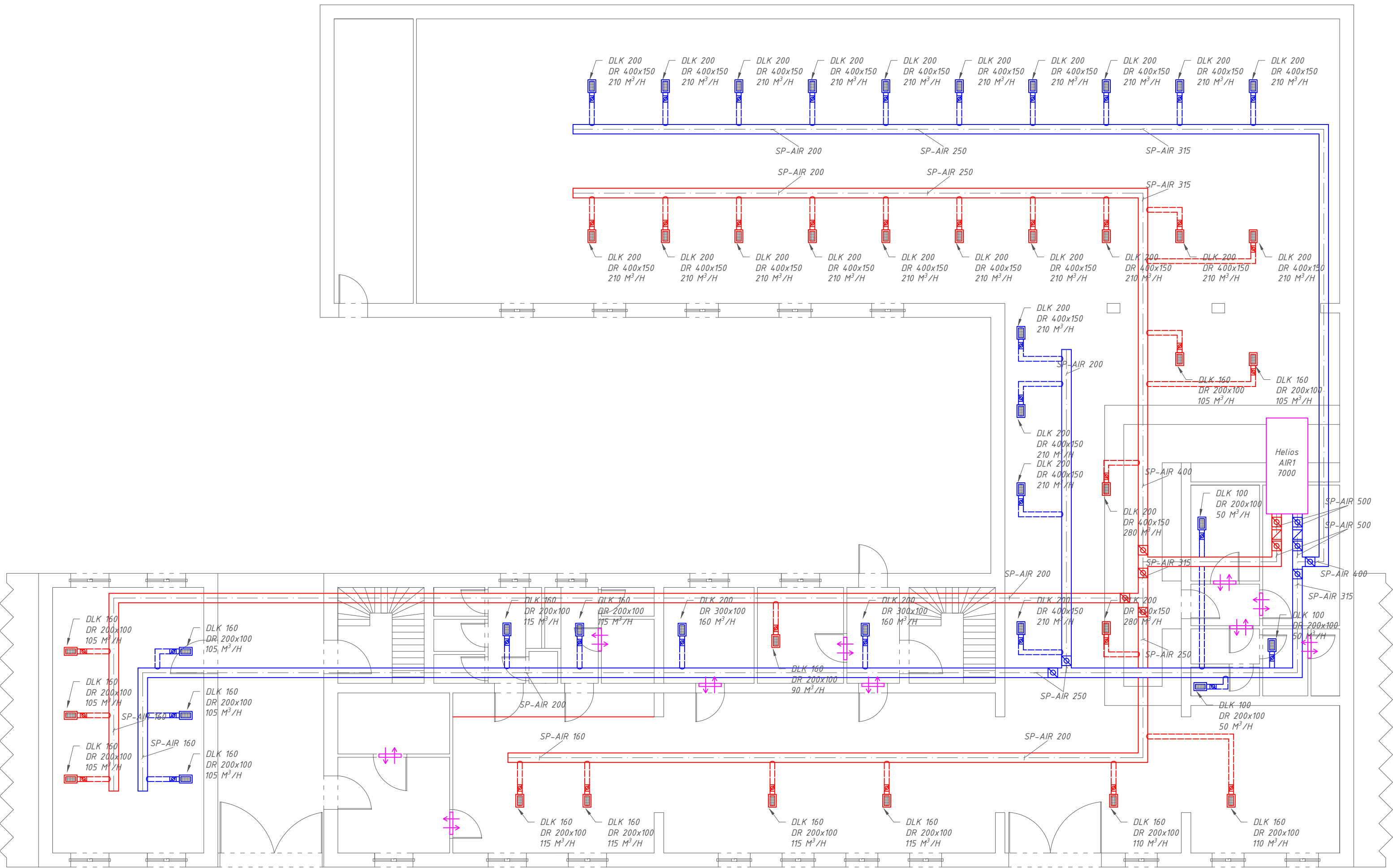
#### Szivattyú darabjegyzék:

- Grundfos Magna1 32-100
- Grundfos Alpha2 20-40
- Grundfos Alpha3 15-60
- Grundfos Alpha2 25-80

#### Megjegyzések:

- Fűtési csőhálózat anyaga:  
Uponor Uni Pipe ötrétegű cső.
- Hőszigetelés:  
Csak a hőközpontban és a falhoronyban / elburkolatlan haladó vezetéseket kell hőszigetelni min. 9 mm vtg. POLIFOAM hőszigeteléssel.
- Radiátorok:  
Vogel & Noot 6 pontos, beépített szelepes, acéllemez radiátorok.
- Radiátor szerelvényezés:  
Danfoss RLV-K golyóscsapblokk és Danfoss RA 2000 típusú termosztatikus szelepfaj
- Feltöltés:  
Átmosás és tisztavizes átmosás után Inhibitor folyadékkal és 100% lágyított vízzel történjen.
- Beszabályozás:  
Mérőcsonkos Herz Strömax M ferdeszelepeken és radiátor szelepeken történik a próbaűtés során, amelyet mérési jegyzőkönyvvel kell bizonyítani!
- Nyomáspróba:  
1,5 x p üzemi + 1 bar, minimum 24 óráig!

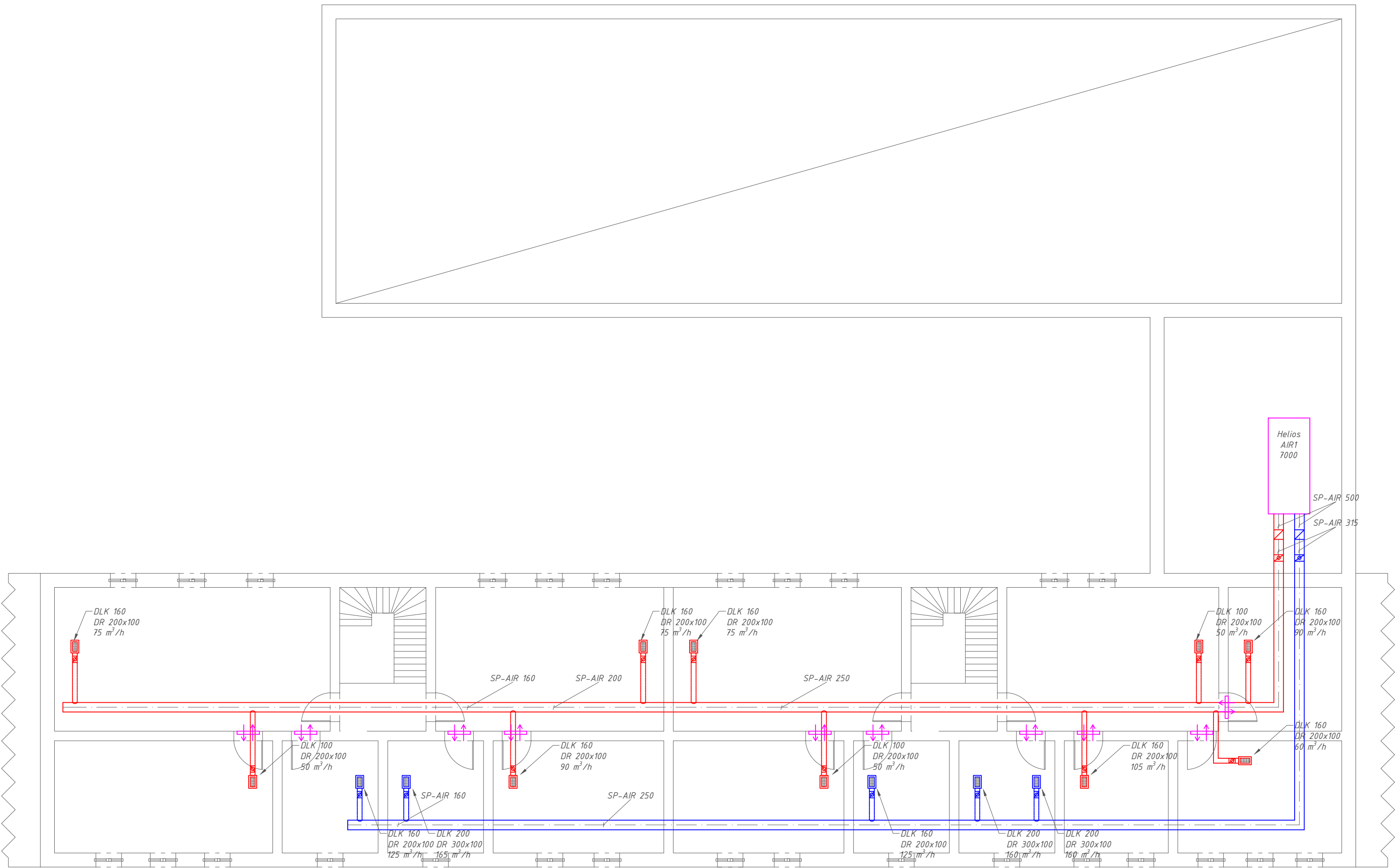
|                                  |                          |                                        |           |
|----------------------------------|--------------------------|----------------------------------------|-----------|
| Létesítmény/cím:                 |                          | Intézmény:                             |           |
| Bowlingterem                     |                          | Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem |           |
| 6782 Mórahalom, Röszei út 17-19. |                          | Létesítménymérnök Msc                  |           |
| Rajzoló:                         | Feladat:                 | Méretarány:                            | Rajzszám: |
| Zsigmond Tamás - UKVIS6          | Projektfeladat           | 1:50                                   | GF-03     |
| Dátum:                           | Megnevezés:              | Lapok száma:                           |           |
| 2022.10.03.                      | Fűtés függőleges csőterv | 5/11                                   |           |



- Jelölések:**
- Befúvó csővezeték
  - Elszívó csővezeték
  - Befúvó flexibilis csővezeték
  - Elszívó flexibilis csővezeték
  - Pillangószelep
  - Airvent ÖLS Átszellőző elem
  - Felszálló/leszálló vezeték

- Megjegyzések:**
- Légtechnikai csőhálózat anyaga:  
Airvent SP-AIR Spirálkorcolt légcsatorna cső a gerinc és ágvezetéseken.  
Airvent Aludec A21 flexibilis légtechnikai csővezeték az anemosztát csatlakozások előtt.
- Hőszigetelés:  
A légtechnikai csővezetéseket hőszigetelni kell min. 9 mm vtg. párazáró hőszigeteléssel.
- Pillangószelepek:  
Airvent SPA kézi/motoros pillangószelepek beépítése kötelező minden elágazás elé, illetve az anemosztátok elé.
- Anemosztátok:  
Airvent DLK csatlakozódoboz álmennyezetbe szereplve, hozzá tartozó DR egysoros, állítható lamellás szellőző ráccsal.
- Rögzítés:  
Gumibetétes bilincsekkel történik. Kötés önmetsző csavarokkal, sziloplaszt tömítésekkel, illetve tokos-gumigyűrűs kötésekkel.
- Beszabályozás:  
A csatlakozódobozban található perforált szabályzó csappantyúval és pillangószelepek megfelelő értékre való beállításával történik.
- Nyomáspróba:  
Füstnyomáspróba szükséges. DPP: 200 Pa.

|                                                  |                                |                                                                 |           |
|--------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------|
| Létesítmény/cím:                                 |                                | Intézmény:                                                      |           |
| Bowlingterem<br>6782 Mórahalom, Röszei út 17-19. |                                | Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem<br>Létesítménymérnök Msc |           |
| Rajzoló:                                         | Feladat:                       | Méretarány:                                                     | Rajzszám: |
| Zsigmond Tamás - UKVIS6                          | Projektfeladat                 | 1:100                                                           | GL-01     |
| Dátum:                                           | Megnevezés:                    | Lapok száma:                                                    |           |
| 2022.04.10.                                      | Földszint légtechnika alaprajz | 6/11                                                            |           |



Jelölések:

- Befűvő csővezeték
- Elszívó csővezeték
- Befűvő flexibilis csővezeték
- Elszívó flexibilis csővezeték
- ⊠ Pillangószelep
- ⊕ Airvent ÖLS Átszellőző elem
- ⊠ Felszálló/leszálló vezeték

Megjegyzések:

Légtechnikai csőhálózat anyaga:  
Airvent SP-AIR Spirálkorcolt légcsatorna cső a gerinc és ágvezetéseken.  
Airvent Aludec A21 flexibilis légtechnikai csővezeték az anemosztát csatlakozások előtt.

Hűszigetelés:  
A légtechnikai csővezetéseket hőszigetelni kell min. 9 mm vtg. párazáró hőszigeteléssel.

Pillangószelepek:  
Airvent SPA kézi/motoros pillangószelepek beépítése kötelező minden elágazás elé, illetve az anemosztátok elé.

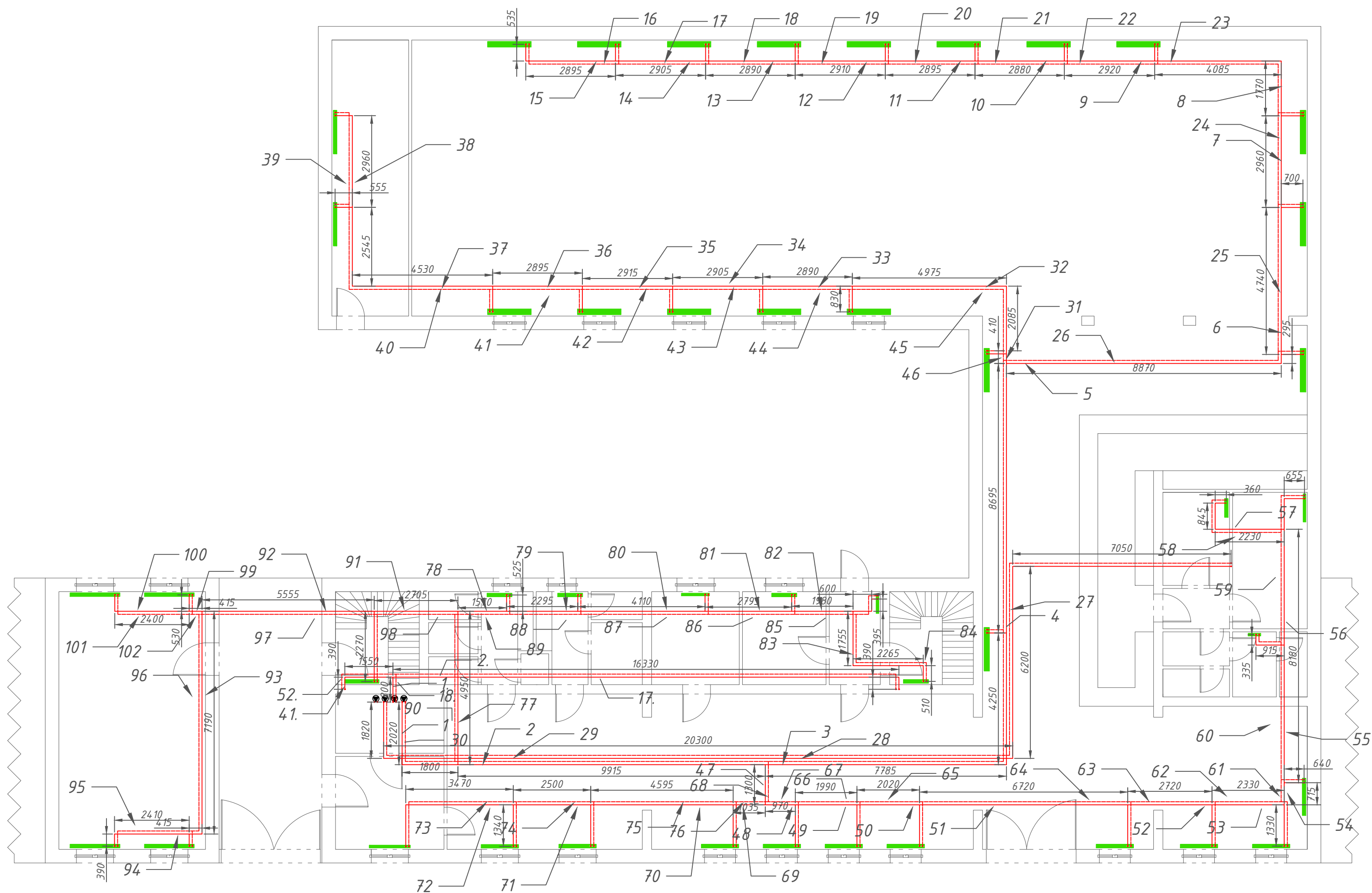
Anemosztátok:  
Airvent DLK csatlakozódoboz álmennyezetbe szereplve, hozzá tartozó DR egysoros, állítható lamellás szellőző ráccsal.

Rögzítés:  
Gumibetétes bilincsekkel történik. Kötés önmetsző csavarokkal, sziloplaszt tömítésekkel, illetve tokos-gumigyűrűs kötésekkel.

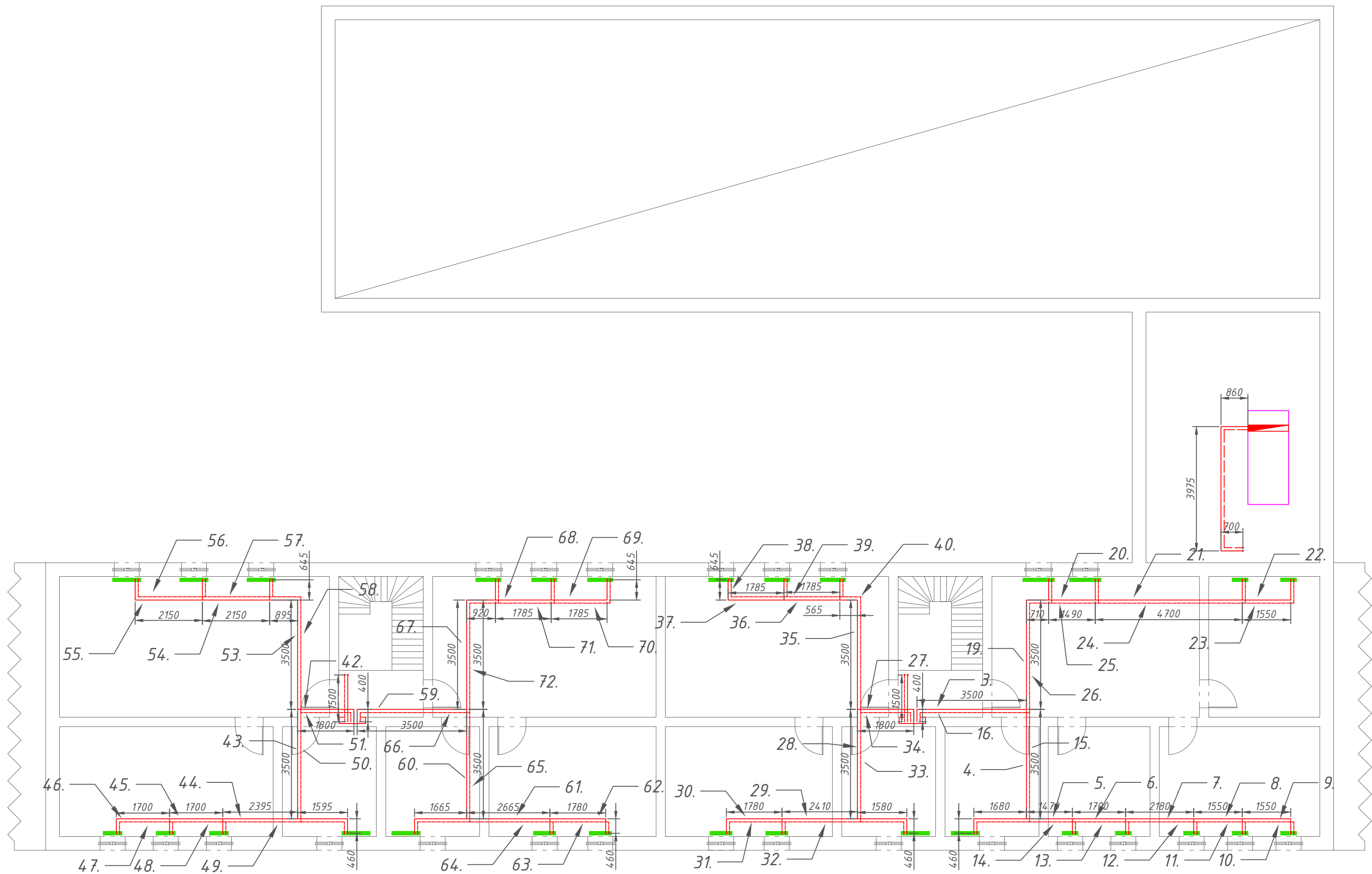
Beszabályozás:  
A csatlakozódobozban található perforált szabályzó csappantyúval és pillangószelepek megfelelő értékre való beállításával történik.

Nyomáspróba:  
Füstnyomáspróba szükséges. DPp: 200 Pa.

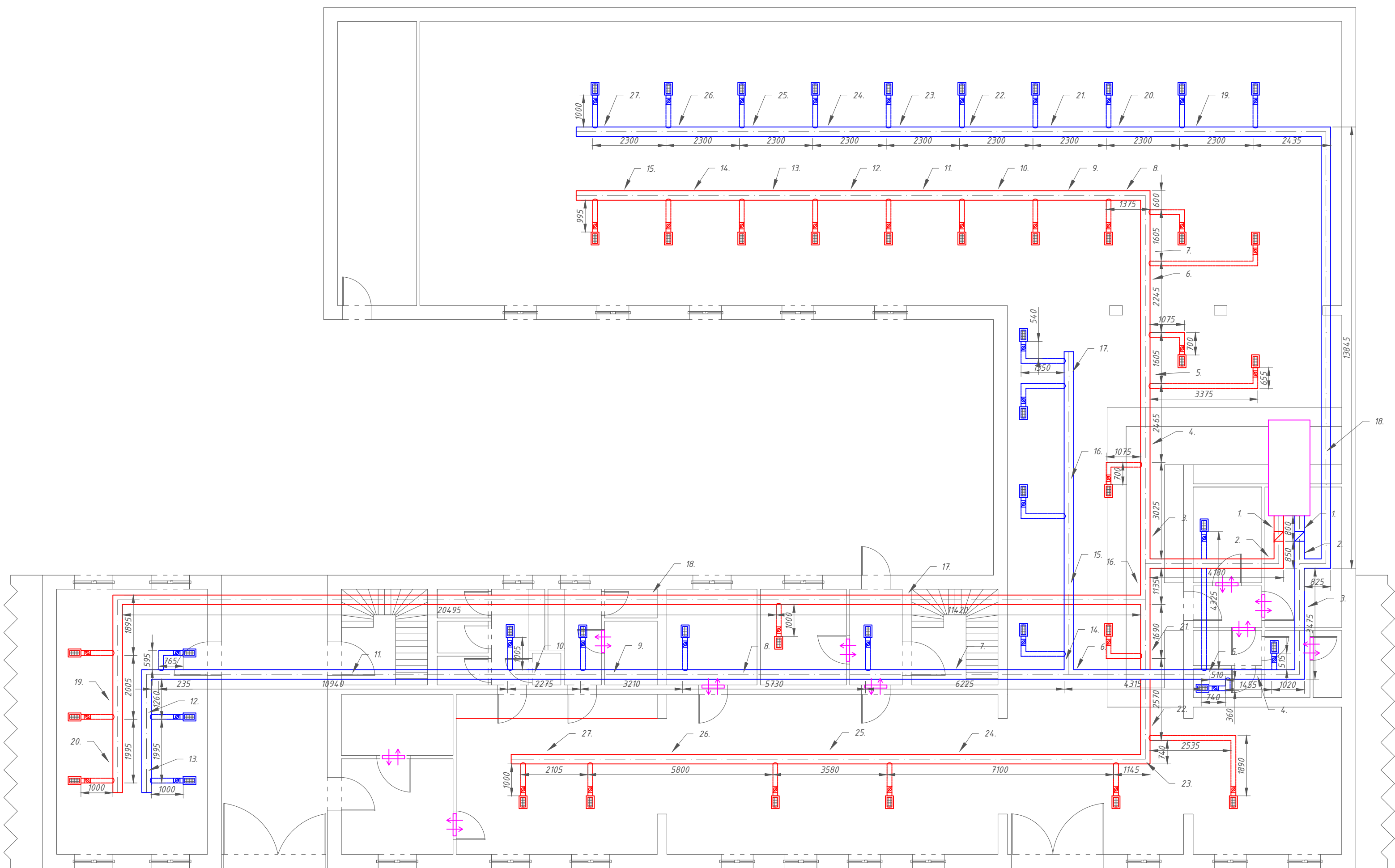
|                                                  |                             |                                                                 |           |
|--------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------|
| Létesítmény/cím:                                 |                             | Intézmény:                                                      |           |
| Bowlingterem<br>6782 Mórahalom, Röszei út 17-19. |                             | Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem<br>Létesítménymérnök Msc |           |
| Rajzoló:                                         | Feladat:                    | Méretarány:                                                     | Rajzszám: |
| Zsigmond Tamás - UKVIS6                          | Projektfeladat              | 1:100                                                           | GL-02     |
| Dátum:                                           | Megnevezés:                 | Lapok száma:                                                    |           |
| 2022.04.10.                                      | Emelet légtechnika alaprajz | 7/11                                                            |           |



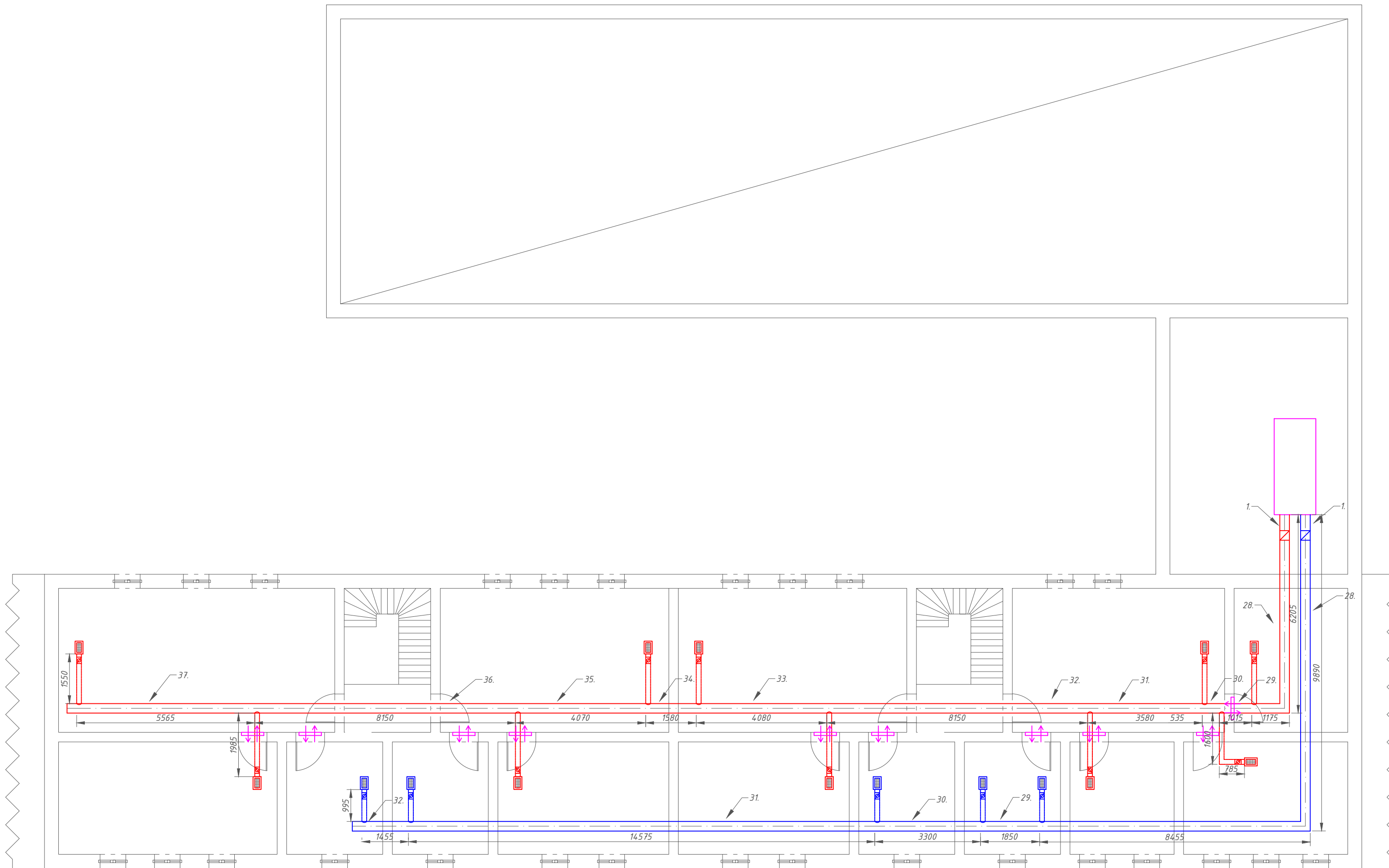
|                                                                      |                                          |                                                                               |           |
|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Létesítmény/cím:<br>Bowlingterem<br>6782 Mórahalom, Röskei út 17-19. |                                          | Intézmény:<br>Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem<br>Létesítménymérnök Msc |           |
| Rajzoló:<br>Zsigmond Tamás - UKVIS6                                  | Feladat:<br>Projektfeladat               | Méretarány:<br>1:100                                                          | Rajzszám: |
| Dátum:<br>2022.10.03.                                                | Megnevezés:<br>Földszint fűtés szakaszok | Lapok száma:<br>8/11                                                          |           |



|                                                                      |                                       |                                                                               |           |
|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Létesítmény/cím:<br>Bowlingterem<br>6782 Mórahalom, Röskei út 17-19. |                                       | Intézmény:<br>Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem<br>Létesítménymérnök Msc |           |
| Rajzoló:<br>Zsigmond Tamás - UKVIS6                                  | Feladat:<br>Projektfeladat            | Méretarány:<br>1:100                                                          | Rajzszám: |
| Dátum:<br>2022.10.03.                                                | Megnevezés:<br>Emelet fűtés szakaszok | Lapok száma:<br>9/11                                                          |           |



|                                                  |                            |                                                                 |           |
|--------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------|
| Létesítmény/cím:                                 |                            | Intézmény:                                                      |           |
| Bowlingterem<br>6782 Mórahalom, Röskei út 17-19. |                            | Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem<br>Létesítménymérnök Msc |           |
| Rajzoló:                                         | Feladat:                   | Méretarány:                                                     | Rajzszám: |
| Zsigmond Tamás - UKVIS6                          | Projektfeladat             | 1:100                                                           |           |
| Dátum:                                           | Megnevezés:                | Lapok száma:                                                    |           |
| 2022.03.28.                                      | Fsz. légtechnika szakaszok | 10/11                                                           |           |



|                                                                      |                                         |                                                                               |           |
|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Létesítmény/cím:<br>Bowlingterem<br>6782 Mórahalom, Röskei út 17-19. |                                         | Intézmény:<br>Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem<br>Létesítménymérnök Msc |           |
| Rajzoló:<br>Zsigmond Tamás - UKVIS6                                  | Feladat:<br>Projektfeladat              | Méretarány:<br>1:100                                                          | Rajzszám: |
| Dátum:<br>2022.03.28.                                                | Megnevezés:<br>Em. lélechnika szakaszok | Lapok száma:<br>11/11                                                         |           |

Épületek

1

**Épület:** Bowling klub és kávézó  
6782 Mórahalom  
Röszkei út 17-19.  
Hrsz: 1439  
**Tervező:** Zsigmond Tamás  
1192 Budapest, Bercsényi utca 4  
zsigmondtomi@gmail.com  
**Dátum:** 2022. 09. 15.

Bowling és kávézó

**Téli hőveszteség:** 78.0 kW

|                                     |                          |                                 |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|
| <b>Energetikai számítás</b>         |                          | <b>Használat jellege:</b>       | folyamatos               |
| Fűtött térfogatot határoló felület: | 2466.4 m <sup>2</sup>    | Fűtött épület(rész) térfogat:   | 3699.7 m <sup>3</sup>    |
| Számított fajlagos veszteség:       | 0.175 W/m <sup>3</sup> K | Megengedett fajlagos veszteség: | 0.259 W/m <sup>3</sup> K |

Az épület(rész) az energetikai számítás alapján MEGFELELŐ.

Helyiségek:

## Épületek

| Helyiség neve              | Funkciója    | A<br>[m <sup>2</sup> ] | V<br>[m <sup>3</sup> ] | t <sub>i</sub><br>[°C] | Q <sub>t</sub><br>[W] | q <sub>t</sub><br>[W/m <sup>2</sup> ] | q <sub>t</sub><br>[W/m <sup>3</sup> ] | A <sub>k</sub><br>[m <sup>2</sup> ] | G <sub>A</sub><br>[kg/m <sup>2</sup> ] | H <sub>T,e</sub><br>[W/K] | H <sub>T,ue</sub><br>[W/K] | H <sub>T,g</sub><br>[W/K] | H <sub>T,j</sub><br>[W/K] |
|----------------------------|--------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 01-FSZ_Közösségi vetítő    | Előadóterem  | 39,33                  | 125,86                 | 20                     | 5295                  | 134,6                                 | 42,1                                  | 96,21                               | 454,01                                 | 22,5                      | -                          | 15,1                      | -                         |
| 02-FSZ_Lépcsőház I.        | Lépcsőház    | 8,1                    | 27,54                  | 17                     | 514                   | 63,5                                  | 18,7                                  | 26,34                               | 563,12                                 | 6,5                       | -                          | 4,8                       | -                         |
| 03-FSZ_Hőközpont           | Gépház       | 6,7025                 | 21,448                 | 17                     | 212                   | 31,6                                  | 9,9                                   | 12,83                               | 418,9                                  | 1,1                       | -                          | 1,6                       | -                         |
| 04-FSZ_Raktár I.           | Raktár       | 10,5                   | 33,6                   | 17                     | 667                   | 63,5                                  | 19,9                                  | 31,3                                | 505,04                                 | 9,3                       | -                          | 5,5                       | -                         |
| 05-FSZ_Női WC              | wc           | 10,125                 | 32,4                   | 17                     | 588                   | 58,1                                  | 18,1                                  | 20,93                               | 417,92                                 | 3,8                       | -                          | 2,9                       | -                         |
| 06-FSZ_Férfi WC            | wc           | 10,275                 | 32,88                  | 17                     | 605                   | 58,9                                  | 18,4                                  | 22,85                               | 441,16                                 | 4,1                       | -                          | 2,9                       | -                         |
| 07-FSZ_Raktár II.          | raktár       | 8,49                   | 27,168                 | 17                     | 358                   | 42,2                                  | 13,2                                  | 17,546                              | 403,9                                  | 3,9                       | -                          | 2,4                       | -                         |
| 08-FSZ_Iroda               | iroda        | 8,1                    | 25,92                  | 22                     | 623                   | 76,9                                  | 24,0                                  | 16,74                               | 440,57                                 | 3,8                       | -                          | 2,3                       | 1,4                       |
| 09-FSZ_Közlekedő I.        | folyosó      | 4,95                   | 15,84                  | 17                     | 236                   | 47,7                                  | 14,9                                  | 10,23                               | 385,17                                 | 3,1                       | -                          | 1,4                       | -                         |
| 10-FSZ_Lépcsőház II.       | lépcsőház    | 8,1                    | 25,92                  | 17                     | 273                   | 33,7                                  | 10,5                                  | 16,74                               | 441,3                                  | 1,6                       | -                          | 2,3                       | -                         |
| 11-FSZ_Fogyasztó tér I.    | Étterem      | 29,106                 | 93,139                 | 20                     | 2121                  | 72,9                                  | 22,8                                  | 49,27                               | 364,54                                 | 8,1                       | -                          | 5,3                       | -                         |
| 12-FSZ_Fogyasztói tér II.  | étterem      | 47,956                 | 153,46                 | 20                     | 3542                  | 73,9                                  | 23,1                                  | 81,176                              | 361,82                                 | 14,8                      | -                          | 8,8                       | -                         |
| 13-FSZ_Fogyasztói tér III. | Étterem      | 49,804                 | 159,37                 | 20                     | 4083                  | 82,0                                  | 25,6                                  | 84,296                              | 341,19                                 | 26,9                      | -                          | 9,2                       | -                         |
| 14-FSZ_Pult                | Pult         | 43,912                 | 140,52                 | 20                     | 2911                  | 66,3                                  | 20,7                                  | 83,15                               | 339,88                                 | 2,0                       | 7,1                        | 2,9                       | -                         |
| 15-FSZ_Lounge              | Lounge       | 47,684                 | 152,59                 | 20                     | 3582                  | 75,1                                  | 23,5                                  | 124,48                              | 402,74                                 | 5,3                       | 12,1                       | 7,7                       | -                         |
| 16-FSZ_Közlekedő II.       | Folyosó      | 2,795                  | 8,944                  | 17                     | 75                    | 26,8                                  | 8,4                                   | 2,795                               | 28,5                                   | -                         | 0,7                        | -                         | -                         |
| 17-FSZ_Dolgozói étkező     | ebédlő       | 1,935                  | 6,192                  | 20                     | 78                    | 40,3                                  | 12,6                                  | -                                   | -                                      | -                         | -                          | -                         | -                         |
| 18-FSZ_Dolgozói WC         | wc           | 1,935                  | 6,192                  | 17                     | 67                    | 34,6                                  | 10,8                                  | -                                   | -                                      | -                         | -                          | -                         | -                         |
| 19-FSZ_Dolgozói öltöző     | Öltöző       | 2,961                  | 9,4752                 | 24                     | 188                   | 63,5                                  | 19,8                                  | -                                   | 74,298                                 | -                         | -                          | -                         | 1,4                       |
| 20-FSZ_Raktár III.         | Raktár       | 10,604                 | 33,933                 | 17                     | 484                   | 45,6                                  | 14,3                                  | 35,284                              | 508,08                                 | 2,6                       | 2,7                        | 3,8                       | -                         |
| 21-FSZ_Edénymosogató       | Konyha       | 6,45                   | 20,64                  | 20                     | 318                   | 49,3                                  | 15,4                                  | 6,45                                | 28,5                                   | -                         | 1,6                        | -                         | -                         |
| 22-FSZ_Bowlingterem        | Bowlingterem | 257,5                  | 1502,2                 | 20                     | 32992                 | 128,1                                 | 22,0                                  | 1041,9                              | 559,01                                 | 87,4                      | 92,4                       | 47,8                      | -                         |
| 23-FSZ_Gépészeti helyiség  | Gépház       | 22,097                 | 128,9                  | 17                     | 2004                  | 90,7                                  | 15,5                                  | 157,1                               | 1002,4                                 | 21,0                      | 7,9                        | 11,8                      | -                         |
| 24-EM_Nappali I.           | nappali      | 38,835                 | 107,18                 | 22                     | 2067                  | 53,2                                  | 19,3                                  | 62,649                              | 145,39                                 | 8,5                       | 9,9                        | -                         | 1,1                       |
| 25-EM_Szoba I.             | hálószoba    | 24,007                 | 66,259                 | 22                     | 1381                  | 57,5                                  | 20,8                                  | 49,226                              | 162,33                                 | 8,7                       | 6,1                        | -                         | -                         |
| 26-EM_Fürdőszoba I.        | fürdőszoba   | 10,545                 | 29,104                 | 24                     | 616                   | 58,4                                  | 21,2                                  | 18,83                               | 174,02                                 | 2,9                       | 2,7                        | -                         | 0,3                       |
| 27-EM_Lépcsőház I.         | lépcsőház    | 12,15                  | 33,534                 | 17                     | 324                   | 26,7                                  | 9,7                                   | 19,602                              | 118,66                                 | 1,3                       | 3,1                        | -                         | -                         |
| 28-EM_Nappali II.          | nappali      | 32,13                  | 88,679                 | 22                     | 1744                  | 54,3                                  | 19,7                                  | 51,836                              | 150,97                                 | 7,7                       | 8,2                        | -                         | 1,1                       |
| 29-EM_Fürdőszoba II.       | fürdőszoba   | 10,545                 | 29,104                 | 24                     | 616                   | 58,4                                  | 21,2                                  | 18,83                               | 174,02                                 | 2,9                       | 2,7                        | -                         | 0,3                       |

Épületek

| Helyiség neve         | Funkciója  | A<br>[m <sup>2</sup> ] | V<br>[m <sup>3</sup> ] | t <sub>i</sub><br>[°C] | Q <sub>t</sub><br>[W] | q <sub>t</sub><br>[W/m <sup>2</sup> ] | q <sub>t</sub><br>[W/m <sup>3</sup> ] | A <sub>k</sub><br>[m <sup>2</sup> ] | G <sub>A</sub><br>[kg/m <sup>2</sup> ] | H <sub>T,e</sub><br>[W/K] | H <sub>T,ue</sub><br>[W/K] | H <sub>T,g</sub><br>[W/K] | H <sub>T,j</sub><br>[W/K] |
|-----------------------|------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 30-EM_Szoba II.       | hálószoba  | 18,77                  | 51,805                 | 22                     | 1029                  | 54,8                                  | 19,9                                  | 33,508                              | 126,38                                 | 5,4                       | 4,8                        | -                         | -                         |
| 31-EM_Nappali III.    | nappali    | 32,13                  | 88,679                 | 22                     | 1744                  | 54,3                                  | 19,7                                  | 51,836                              | 150,97                                 | 7,7                       | 8,2                        | -                         | 1,1                       |
| 32-EM_Szoba III.      | hálószoba  | 18,77                  | 51,805                 | 22                     | 1029                  | 54,8                                  | 19,9                                  | 33,508                              | 126,38                                 | 5,4                       | 4,8                        | -                         | -                         |
| 33-EM_Fürdőszoba III. | fürdőszoba | 10,545                 | 29,104                 | 24                     | 616                   | 58,4                                  | 21,2                                  | 18,83                               | 174,02                                 | 2,9                       | 2,7                        | -                         | 0,3                       |
| 34-EM_Lépcsőház II.   | lépcsőház  | 12,15                  | 33,534                 | 17                     | 324                   | 26,7                                  | 9,7                                   | 19,602                              | 118,66                                 | 1,3                       | 3,1                        | -                         | -                         |
| 35-EM_Nappali IV.     | nappali    | 29,835                 | 82,345                 | 22                     | 1582                  | 53,0                                  | 19,2                                  | 48,134                              | 158,98                                 | 6,1                       | 7,6                        | -                         | 1,1                       |
| 36-EM_Fürdőszoba IV.  | fürdőszoba | 10,545                 | 29,104                 | 24                     | 616                   | 58,4                                  | 21,2                                  | 18,83                               | 174,02                                 | 2,9                       | 2,7                        | -                         | 0,3                       |
| 37-EM_Szoba IV.       | hálószoba  | 16,977                 | 46,857                 | 22                     | 920                   | 54,2                                  | 19,6                                  | 27,377                              | 99,156                                 | 4,6                       | 4,3                        | -                         | -                         |
| 38-EM_Szoba V.        | hálószoba  | 12,478                 | 34,439                 | 22                     | 813                   | 65,2                                  | 23,6                                  | 28,896                              | 182,31                                 | 7,1                       | 3,2                        | -                         | -                         |
| 39-EM_Szoba VI.       | hálószoba  | 15,975                 | 44,091                 | 22                     | 781                   | 48,9                                  | 17,7                                  | 27,335                              | 133,03                                 | 2,1                       | 4,1                        | -                         | -                         |

Határoló szerkezetek:

| Szerkezet megnevezés | tájolás | Hajlásszög<br>[°] | U<br>[W/m <sup>2</sup> K] | U*<br>[W/m <sup>2</sup> K] | A<br>[m <sup>2</sup> ] | ψ<br>[W/mK] | L<br>[m] | AU*+Lψ<br>[W/K] | A <sub>ü</sub><br>[m <sup>2</sup> ] | m<br>[t] | m <sub>i</sub><br>[t] |
|----------------------|---------|-------------------|---------------------------|----------------------------|------------------------|-------------|----------|-----------------|-------------------------------------|----------|-----------------------|
| Homlokzati fal       | É       | függőleges        | 0,182                     | 0,182                      | 119,0                  | -           | -        | 21,659          | 21,659                              | 35,0     | 5,5                   |
| Ajtó                 | É       | függőleges        | 1,3                       | 1,3                        | 2,9                    | -           | -        | 3,7537          | 3,7537                              | -        | -                     |
| Homlokzati fal       | K       | függőleges        | 0,182                     | 0,182                      | 320,9                  | -           | -        | 58,411          | 58,411                              | 94,4     | 14,8                  |
| Ablak                | K       | függőleges        | 1,22                      | 1,22                       | 10,8                   | -           | -        | 13,176          | 13,176                              | -        | -                     |
| Ablak                | K       | függőleges        | 1,27                      | 1,27                       | 24,0                   | -           | -        | 30,48           | 30,48                               | -        | -                     |
| Ablak                | K       | függőleges        | 1,41                      | 1,41                       | 17,9                   | -           | -        | 25,267          | 25,267                              | -        | -                     |
| Ajtó                 | K       | függőleges        | 1,3                       | 1,3                        | 1,9                    | -           | -        | 2,457           | 2,457                               | -        | -                     |
| Kapu                 | K       | függőleges        | 1,7                       | 1,7                        | 9,3                    | -           | -        | 15,776          | 15,776                              | -        | -                     |
| Homlokzati fal       | D       | függőleges        | 0,182                     | 0,182                      | 111,8                  | -           | -        | 20,356          | 20,356                              | 32,9     | 5,1                   |
| Ajtó                 | D       | függőleges        | 1,3                       | 1,3                        | 5,8                    | -           | -        | 7,5075          | 7,5075                              | -        | -                     |
| Homlokzati fal       | NY      | függőleges        | 0,182                     | 0,182                      | 395,2                  | -           | -        | 71,926          | 71,926                              | 116,2    | 18,2                  |
| Ablak                | NY      | függőleges        | 1,22                      | 1,22                       | 8,6                    | -           | -        | 10,541          | 10,541                              | -        | -                     |
| Ablak                | NY      | függőleges        | 1,32                      | 1,32                       | 3,2                    | -           | -        | 4,2768          | 4,2768                              | -        | -                     |
| Ablak                | NY      | függőleges        | 1,41                      | 1,41                       | 12,3                   | -           | -        | 17,371          | 17,371                              | -        | -                     |
| Ajtó                 | NY      | függőleges        | 1,3                       | 1,3                        | 1,9                    | -           | -        | 2,457           | 2,457                               | -        | -                     |
| Padlózat             |         |                   | -                         | -                          | 623,3                  | 0,85        | 163,1    | 138,59          | 138,59                              | 354,7    | 114,1                 |



Épületek

| Szerkezet megnevezés | tájolás | Hajlásszög<br>[°] | U<br>[W/m²K] | U*<br>[W/m²K] | A<br>[m²] | Ψ<br>[W/mK] | L<br>[m] | AU*+LΨ<br>[W/K] | Aü<br>[m²] | m<br>[t] | m <sub>t</sub><br>[t] |
|----------------------|---------|-------------------|--------------|---------------|-----------|-------------|----------|-----------------|------------|----------|-----------------------|
| Padlásfödém          |         |                   | 0,282        | 0,2538        | 797,5     | -           | -        | 202,4           | 202,4      | 45,5     | 22,3                  |

| Sorszám | Szint     | Helyiség           | Helyiség<br>hőmérséklet<br>[°] | Hőigény<br>[W] | Radiátorok száma<br>[db]    | W/radiátor<br>[W] | Radiátor méret<br>[mm] | Radiátor<br>teljesítmény<br>[°] (55/45) | Tényleges<br>teljesítmény [W] | Vízmennyiség/db | Vízmennyiség |
|---------|-----------|--------------------|--------------------------------|----------------|-----------------------------|-------------------|------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| 01.     | Földszint | Közösségi vetítő   | 20                             | 5295,00        | 4                           | 1323,75           | 22V 600x1600           | 1380                                    | 5520                          | 7,1             | 28,4         |
| 02.     | Földszint | Lépcsőház I.       | 17                             | 838,00         | 1                           | 838,00            | 22V 400x1120           | 866                                     | 866                           | 2,6             | 2,6          |
| 03.     | Földszint | Hőközpont          | 17                             | 0,00           | 0 (nem fűtött helyiség)     | 0,00              | -                      | 0                                       | 0                             |                 |              |
| 04.     | Földszint | Raktár I.          | 17                             | 667,00         | 1                           | 667,00            | 11V 600x1320           | 716                                     | 716                           | 3,7             | 3,7          |
| 05.     | Földszint | Női WC             | 17                             | 588,00         | 1                           | 588,00            | 22V 400x800            | 619                                     | 619                           | 5               | 5            |
| 06.     | Földszint | Férfi WC           | 17                             | 605,00         | 1                           | 605,00            | 22V 400x800            | 619                                     | 619                           | 5               | 5            |
| 07.     | Földszint | Raktár II.         | 17                             | 358,00         | 1                           | 358,00            | 11V 400x920            | 373                                     | 373                           | 2,6             | 2,6          |
| 08.     | Földszint | Iroda              | 22                             | 623,00         | 1                           | 623,00            | 22V 600x800            | 623                                     | 623                           | 7,1             | 7,1          |
| 09.     | Földszint | Közeledő I.        | 17                             | 236,00         | 1                           | 236,00            | 11V 400x600            | 243                                     | 243                           | 2,6             | 2,6          |
| 10.     | Földszint | Lépcsőház II.      | 17                             | 597,00         | 1                           | 597,00            | 22V 400x800            | 619                                     | 619                           | 5               | 5            |
| 11.     | Földszint | Fogyasztó tér I.   | 20                             | 2121,00        | 2                           | 974,60            | 22V 600x1200           | 1035                                    | 2070                          | 7,1             | 14,2         |
| 12.     | Földszint | Fogyasztó tér II.  | 20                             | 3542,00        | 4                           | 974,60            | 22V 600x1200           | 1035                                    | 4140                          | 7,1             | 28,4         |
| 13.     | Földszint | Fogyasztó tér III. | 20                             | 4083,00        | 4                           | 974,60            | 22V 600x1200           | 1035                                    | 4140                          | 7,1             | 28,4         |
| 14.     | Földszint | Pult               | 20                             | 0,00           | 0 (Lounge-hoz írva)         | 0,00              | -                      | 0                                       | 0                             |                 |              |
| 15.     | Földszint | Lounge             | 20                             | 6493,00        | 3                           | 2164,33           | 33V 900x1400           | 2258                                    | 6774                          | 15,6            | 46,8         |
| 16.     | Földszint | Közeledő II.       | 17                             | 0,00           | 0 (nem fűtött helyiség)     | 0,00              | -                      | 0                                       | 0                             |                 |              |
| 17.     | Földszint | Dolgozó étkező     | 20                             | 0,00           | 0 (nem fűtött helyiség)     | 0,00              | -                      | 0                                       | 0                             |                 |              |
| 18.     | Földszint | Dolgozó WC         | 17                             | 0,00           | 0 (nem fűtött helyiség)     | 0,00              | -                      | 0                                       | 0                             |                 |              |
| 19.     | Földszint | Dolgozó öltöző     | 24                             | 188,00         | 1                           | 188,00            | 11V 600x400            | 191                                     | 191                           | 3,7             | 3,7          |
| 20.     | Földszint | Raktár III.        | 17                             | 484,00         | 1                           | 484,00            | 11V 600x920            | 499                                     | 499                           | 3,7             | 3,7          |
| 21.     | Földszint | Edénymosogató      | 20                             | 318,00         | 1                           | 318,00            | 22V 300x600            | 333                                     | 333                           | 3,9             | 3,9          |
| 22.     | Földszint | Bowlingterem       | 20                             | 32992,00       | 15                          | 2199,47           | 33V 900x1400           | 2258                                    | 33870                         | 15,6            | 234          |
| 23.     | Földszint | Gépészeti helyiség | 17                             | 2004,00        | 2                           | 1002,00           | 22V 600x1120           | 1098                                    | 2196                          | 7,1             | 14,2         |
| 24.     | Emelet    | Nappali I.         | 22                             | 2067,00        | 3                           | 689,00            | 22V 600x900            | 716                                     | 2148                          | 7,1             | 21,3         |
| 25.     | Emelet    | Szoba I.           | 22                             | 1381,00        | 3                           | 460,33            | 22V 600x600            | 467                                     | 1401                          | 7,1             | 21,3         |
| 26.     | Emelet    | Fürdőszoba I.      | 24                             | 616,00         | 1                           | 616,00            | Flores 1755x900        | 577                                     | 577                           | 7,1             | 7,1          |
| 27.     | Földszint | Lépcsőház I.       | 17                             | 0,00           | 0 (Másik lépcsőház I.-el)   | 0,00              | -                      | 0                                       | 0                             |                 |              |
| 28.     | Emelet    | Nappali II.        | 22                             | 1744,00        | 3                           | 581,33            | 22V 600x800            | 623                                     | 1869                          | 7,1             | 21,3         |
| 29.     | Emelet    | Fürdőszoba II.     | 24                             | 616,00         | 1                           | 616,00            | Flores 1755x900        | 577                                     | 577                           | 7,1             | 7,1          |
| 30.     | Emelet    | Szoba II.          | 22                             | 1029,00        | 2                           | 514,50            | 22V 600x720            | 560                                     | 1120                          | 7,1             | 14,2         |
| 31.     | Emelet    | Nappali III.       | 22                             | 1744,00        | 3                           | 581,33            | 22V 600x800            | 623                                     | 1869                          | 7,1             | 21,3         |
| 32.     | Emelet    | Szoba III.         | 22                             | 1029,00        | 2                           | 514,50            | 22V 600x720            | 560                                     | 1120                          | 7,1             | 14,2         |
| 33.     | Emelet    | Fürdőszoba III.    | 24                             | 616,00         | 1                           | 616,00            | Flores 1755x900        | 577                                     | 577                           | 7,1             | 7,1          |
| 34.     | Földszint | Lépcsőház II.      | 17                             | 0,00           | 0 (Másik lépcsőház II.-vel) | 0,00              | -                      | 0                                       | 0                             |                 |              |
| 35.     | Emelet    | Nappali IV.        | 22                             | 1582,00        | 2                           | 791,00            | 22V 600x1000           | 778                                     | 1556                          | 7,1             | 14,2         |
| 36.     | Emelet    | Fürdőszoba IV.     | 24                             | 616,00         | 1                           | 616,00            | Flores 1755x900        | 577                                     | 577                           | 7,1             | 7,1          |
| 37.     | Emelet    | Szoba IV.          | 22                             | 920,00         | 2                           | 460,00            | 22V 600x520            | 405                                     | 810                           | 7,1             | 14,2         |
| 38.     | Emelet    | Szoba V.           | 22                             | 813,00         | 3                           | 271,00            | 22V 600x520            | 405                                     | 1215                          | 7,1             | 21,3         |
| 39.     | Emelet    | Szoba VI.          | 22                             | 781,00         | 2                           | 390,50            | 22V 600x520            | 405                                     | 810                           | 7,1             | 14,2         |
|         |           |                    |                                | 77586,00       |                             |                   |                        |                                         | 80637                         |                 | 645,2        |



| Apartman Lakások | Szobaszám | Maximális lakók száma a lakásokban |
|------------------|-----------|------------------------------------|
| 1. Lakás         | 2         | 4                                  |
| 2. Lakás         | 2         | 4                                  |
| 3. Lakás         | 2         | 4                                  |
| 4. Lakás         | 4         | 8                                  |
|                  |           | <b>20</b>                          |

Lakások fajlagos fogyasztási adatai:

70 liter/fő/nap (40°C)

$$V = 20 \text{ fő} * 70 \text{ l/fő} * \text{nap (40°C)} \quad 1400 \text{ l}$$

Áátszámítva 50°C tárolási hőmérsékletre:

$$V_m = V_k * (t_k - t_h) / (t_m - t_h) = \quad 1050 \text{ l}$$

$$\text{Legtöbb vízmenyiség (65\%) reggeli esti csúcsfogyasztásban} \quad 682,5 \text{ l}$$

$$\text{Az esti - reggeli vízfogyasztás 60\%-40\%ban oszlik meg} \quad 409,5 \text{ l}$$

$$\text{Emiatt a választott térfogat:} \quad 400 \text{ l}$$

$$\text{A vízkeveredés miatt megnövelt térfogat:} \quad \mathbf{560 \text{ l}}$$

| Csúcsidőben egyidejűleg történő vízelvétel |             |          |
|--------------------------------------------|-------------|----------|
| Bowling és kávézó                          | 882         | l        |
| Apartman lakások                           | 560         | l        |
| Összesen                                   | <b>1442</b> | <b>l</b> |

Választott tároló: 1500 l

Tároló felfűtéséhez szükséges hőigény:

|                        |      |     |                    |           |
|------------------------|------|-----|--------------------|-----------|
|                        | m    | c   | $\Delta t$ (50-10) |           |
| $Q = m * c * \Delta t$ | 1500 | 4,2 | 40                 | 252000 kJ |

Fűtési hőteljesítmény igény 2 óra előfűtéssel számolva:

|                 |        |        |              |
|-----------------|--------|--------|--------------|
|                 | Q      | $\tau$ |              |
| $Q' = Q / \tau$ | 252000 | 7200   | <b>35 kW</b> |

Szükséges térfogatáram meghatározása:

|                                  |    |     |        |            |      |                          |
|----------------------------------|----|-----|--------|------------|------|--------------------------|
|                                  | Q  | c   | $\rho$ | $\Delta t$ | óra  |                          |
| $V. = Q / (c * \rho * \Delta t)$ | 35 | 4,2 | 1000   | 10         | 3600 | <b>3 m<sup>3</sup>/h</b> |

| Sorszám | Helyiség           | Helyiség<br>hőmérséklet<br>[°] | Alapterület<br>[m <sup>2</sup> ] | Helyiség térfogat<br>[m <sup>3</sup> ] | Légcserezszám<br>[-] | Szükséges<br>légmennyiség<br>[m <sup>3</sup> /h] |
|---------|--------------------|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------------------|----------------------|--------------------------------------------------|
| 01.     | Közösségi vetítő   | 20                             | 39,330                           | 125,860                                | 2,5                  | 314,65                                           |
| 02.     | Lépcsőház I.       | 17                             | 8,100                            | 27,540                                 | 0,50                 | 13,77                                            |
| 03.     | Hőközpont          | 17                             | 6,703                            | 21,448                                 | 0,50                 | 10,724                                           |
| 04.     | Raktár I.          | 17                             | 10,500                           | 33,600                                 | 0,50                 | 16,8                                             |
| 05.     | Női WC             | 17                             | 10,125                           | 32,400                                 | 1,00                 | 32,4                                             |
| 06.     | Férfi WC           | 17                             | 10,275                           | 32,880                                 | 1,00                 | 32,88                                            |
| 07.     | Raktár II.         | 17                             | 8,490                            | 27,168                                 | 0,50                 | 13,584                                           |
| 08.     | Iroda              | 22                             | 29,835                           | 82,345                                 | 1,00                 | 82,345                                           |
| 09.     | Közlekedő I.       | 17                             | 4,950                            | 15,840                                 | 0,50                 | 7,92                                             |
| 10.     | Lépcsőház II.      | 17                             | 8,100                            | 25,920                                 | 0,50                 | 12,96                                            |
| 11.     | Fogyasztó tér I.   | 20                             | 29,106                           | 93,139                                 | 1,40                 | 130,3946                                         |
| 12.     | Fogyasztó tér II.  | 20                             | 47,956                           | 153,460                                | 1,40                 | 214,844                                          |
| 13.     | Fogyasztó tér III. | 20                             | 49,804                           | 159,370                                | 1,40                 | 223,118                                          |
| 14.     | Pult               | 20                             | 43,912                           | 140,520                                | 1,40                 | 196,728                                          |
| 15.     | Lounge             | 20                             | 47,684                           | 152,590                                | 1,40                 | 213,626                                          |
| 16.     | Közlekedő II.      | 17                             | 2,795                            | 8,944                                  | 0,50                 | 4,472                                            |
| 17.     | Dolgozói étkező    | 20                             | 1,935                            | 6,192                                  | 1,00                 | 6,192                                            |
| 18.     | Dolgozói WC        | 17                             | 1,935                            | 6,192                                  | 1,00                 | 6,192                                            |
| 19.     | Dolgozói öltöző    | 24                             | 2,961                            | 9,475                                  | 1,00                 | 9,4752                                           |
| 20.     | Raktár III.        | 17                             | 10,604                           | 33,933                                 | 0,50                 | 16,9665                                          |
| 21.     | Edénymosogató      | 20                             | 6,450                            | 20,640                                 | 1,00                 | 20,64                                            |
| 22.     | Bowlingterem       | 20                             | 257,500                          | 1502,200                               | 1,40                 | 2103,08                                          |
| 23.     | Gépészeti helyiség | 17                             | 22,097                           | 128,900                                | 1,00                 | 128,9                                            |
| 24.     | Nappali I.         | 22                             | 15,975                           | 44,091                                 | 1,00                 | 44,091                                           |
| 25.     | Szoba I.           | 22                             | 18,770                           | 51,805                                 | 1,00                 | 51,805                                           |
| 26.     | Fürdőszoba I.      | 24                             | 10,545                           | 29,104                                 | 1,00                 | 29,104                                           |
| 27.     | Lépcsőház I.       | 17                             | 12,150                           | 33,534                                 | 0,50                 | 16,767                                           |
| 28.     | Nappali II.        | 22                             | 16,977                           | 46,857                                 | 1,00                 | 46,857                                           |
| 29.     | Fürdőszoba II.     | 24                             | 10,545                           | 29,104                                 | 1,00                 | 29,104                                           |
| 30.     | Szoba II.          | 22                             | 32,130                           | 88,679                                 | 1,00                 | 88,679                                           |
| 31.     | Nappali III.       | 22                             | 12,478                           | 34,439                                 | 1,00                 | 34,439                                           |
| 32.     | Szoba III.         | 22                             | 18,770                           | 51,805                                 | 1,00                 | 51,805                                           |
| 33.     | Fürdőszoba III.    | 24                             | 10,545                           | 29,104                                 | 1,00                 | 29,104                                           |
| 34.     | Lépcsőház II.      | 17                             | 12,150                           | 33,534                                 | 0,50                 | 16,767                                           |
| 35.     | Nappali IV.        | 22                             | 8,100                            | 25,920                                 | 1,00                 | 25,92                                            |
| 36.     | Fürdőszoba IV.     | 24                             | 10,545                           | 29,104                                 | 1,00                 | 29,104                                           |
| 37.     | Szoba IV.          | 22                             | 38,835                           | 107,180                                | 1,00                 | 107,18                                           |
| 38.     | Szoba V.           | 22                             | 24,007                           | 66,259                                 | 1,00                 | 66,259                                           |
| 39.     | Szoba VI.          | 22                             | 32,130                           | 88,679                                 | 1,00                 | 88,679                                           |
|         |                    |                                | <b>945,799</b>                   | <b>3629,754</b>                        |                      | <b>4568,3253</b>                                 |

# Helios AIR1

## series XH



### Unit data

#### General information

Order ref. number 04341  
Unit type AIR1 XH 7000  
Unit dimensions 3605 x 1580 x 2020 (L x W x H) mm

Duct dimension 1055 x 410 mm  
Weight (Unit) 1080 kg  
Delivery batch 3 units  
Length segment (mm) 790/1895/920

### Overview efficiency values

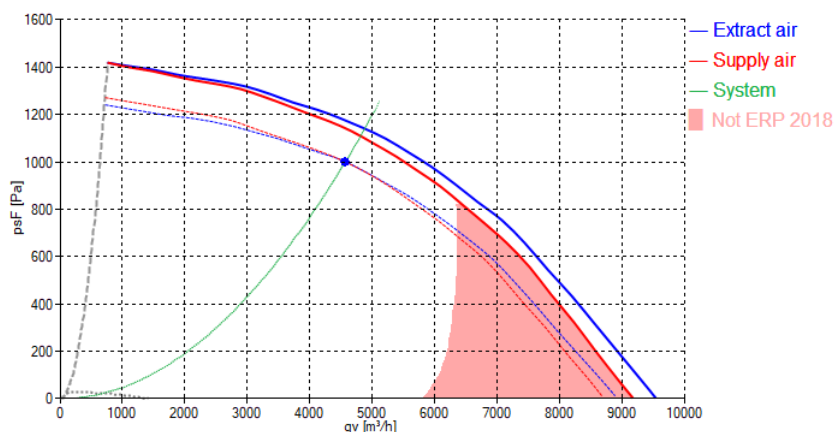
ERP 2018 compliant yes  
HR efficiency supply air wet / dry (bal.) 88.6 / 82.9 %

Velocity class RLT (EN 13053) V1  
Efficiency class acc. EN 13053 H1

### Note

|                   |       |           |              |
|-------------------|-------|-----------|--------------|
| Order ref. number | 04341 | Unit type | AIR1 XH 7000 |
|-------------------|-------|-----------|--------------|

## Performance curve



## Acoustic

| Sound power level     | 63 | 125 | 250 | 500 | 1 k | 2 k | 4 k | 8 k | Total dB(A) |
|-----------------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------|
| Lw supply             | 78 | 77  | 83  | 79  | 74  | 75  | 71  | 61  | 82          |
| Lw exhaust            | 83 | 82  | 89  | 84  | 84  | 85  | 81  | 74  | 89          |
| Lw outdoor            | 79 | 84  | 71  | 69  | 61  | 56  | 45  | 31  | 72          |
| Lw extract            | 78 | 76  | 77  | 71  | 65  | 59  | 52  | 46  | 73          |
| Lw airborne sound pwr | 69 | 69  | 70  | 60  | 57  | 57  | 50  | 39  | 65          |

## Sound pressure level LpA dB(A)

|                             |  |  |  |  |  |  |  |  |    |
|-----------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|----|
| Sound pressure level at 1 m |  |  |  |  |  |  |  |  | 57 |
| Sound pressure level at 3 m |  |  |  |  |  |  |  |  | 47 |
| Sound pressure level at 5 m |  |  |  |  |  |  |  |  | 43 |

The sound power level at the spigots is calculated for the simultaneous operation of both fans at the operation point. The sound pressure level is determined for the simultaneous operation of both fans at a distance of 1, 3 and 5 m at the operation point.

## Filter

|             | Filter class   | Filter dimensions / quantity | Pressure drop filter Pa |         |         | Energy Performance kw/h |
|-------------|----------------|------------------------------|-------------------------|---------|---------|-------------------------|
|             |                |                              | Clean                   | Average | Maximal |                         |
| Prefilter   | -              | -                            | -                       | -       | -       | -                       |
| Outdoor air | ePM1 55% (F7)  | 374 x 473 x 96 / 6           | 30                      | 59      | 89      | 778                     |
| Extract air | ePM10 50% (M5) | 374 x 473 x 96 / 6           | 23                      | 46      | 69      | 608                     |

## Casing design

| Casing strength class | Casing air leakage class at -400 Pa | Casing air leakage class at +400 Pa | Filter leakage class | Thermal transmittance class | Thermal bridging factor class |
|-----------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|----------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| D2                    | L1/L1(R)                            | L1/L2(R)                            | F9                   | T2                          | TB2                           |

## Preheater

| Installation position | Heater type | Heating battery type | Available capacity |
|-----------------------|-------------|----------------------|--------------------|
| Internal              | Electric    | Heater battery       | 21.00 [kW]         |

## Heat recovery system

| Heat exchanger type | Heat exchanger material |
|---------------------|-------------------------|
| Counterflow         | Aluminium               |

## Afterheater

| Installation position | Heater type | Heating battery type | Antifreeze proportion | Connectors in/out | Coil int. volume |
|-----------------------|-------------|----------------------|-----------------------|-------------------|------------------|
| Internal              | Hot water   | Heater battery       |                       | 3/4"              | 5.8 dm³          |

## Cooling coil

| Installation position | Cooling coil type | Coil Type    | Connectors in/out | Coil int. volume |
|-----------------------|-------------------|--------------|-------------------|------------------|
| extern                | Cold water        | Cooling coil | 1 1/2"            | 12.3 dm³         |



|            |              |             |        |            |
|------------|--------------|-------------|--------|------------|
| Project-ID | Project name | Description | Editor | Date       |
|            |              |             |        | 14.10.2022 |

|                   |       |           |              |
|-------------------|-------|-----------|--------------|
| Order ref. number | 04341 | Unit type | AIR1 XH 7000 |
|-------------------|-------|-----------|--------------|

#### Fan

| Fan         | Fan type | Motor type (controller) | Nom. power max. | Nom. current max. |
|-------------|----------|-------------------------|-----------------|-------------------|
| Supply air  | EC       | variable speed          | 3.60 kW         | 5.8 A             |
| Extract air | EC       | variable speed          | 3.60 kW         | 5.8 A             |

#### Electrical data

| Voltage / frequency | Nominal current max total |
|---------------------|---------------------------|
| 400V 3N ~ , 50 Hz   | 41.25 / 41.21 / 41.54 A   |

|                   |       |           |              |
|-------------------|-------|-----------|--------------|
| Order ref. number | 04341 | Unit type | AIR1 XH 7000 |
|-------------------|-------|-----------|--------------|

### Input values

|                        |      |      |                        |      |      |
|------------------------|------|------|------------------------|------|------|
| <b>Outdoor air</b>     |      |      | <b>Extract air</b>     |      |      |
| Air flow rate          | 4569 | m³/h | Air flow rate          | 4569 | m³/h |
| External pressure drop | 1000 | Pa   | External pressure drop | 1000 | Pa   |
| <b>Winter</b>          |      |      |                        |      |      |
| Temperature            | -12  | °C   | Temperature            | 22   | °C   |
| Rel. humidity          | 80   | %    | Rel. humidity          | 40   | %    |
| <b>Summer</b>          |      |      |                        |      |      |
| Temperature            | 32   | °C   | Temperature            | 26   | °C   |
| Rel. humidity          | 60   | %    | Rel. humidity          | 50   | %    |

### Fluidic results

|                                    |      |       |                                    |      |      |
|------------------------------------|------|-------|------------------------------------|------|------|
| <b>Outdoor air</b>                 |      |       | <b>Extract air</b>                 |      |      |
| Mass flow                          | 5483 | kg/h  | Mass flow                          | 5483 | kg/h |
| Total internal pressure drop       | 218  | Pa    | Total internal pressure drop       | 182  | Pa   |
| total static fan pressure          | 1218 | Pa    | total static fan pressure          | 1182 | Pa   |
| Air velocity according to Eurovent | 1.20 | m/s   | Air velocity according to Eurovent | 1.20 | m/s  |
| Face velocity on heat exchanger    | 1.57 | m/s   | Face velocity on heat exchanger    | 1.57 | m/s  |
| Air velocity on heater battery     | 1.4  | m/s   | Velocity class RLT (EN 13053)      | V1   |      |
| Air velocity on cooling coil       | 1.5  | m/s   |                                    |      |      |
| Current air density                | 1.16 | kg/m³ |                                    |      |      |

### Thermodynamic results

Winter

|                                           |       |      |                                           |        |      |
|-------------------------------------------|-------|------|-------------------------------------------|--------|------|
| <b>Outdoor air</b>                        |       |      | <b>Extract air</b>                        |        |      |
| Temperature Air Inlet HE                  | -6    | °C   | Temperature Exhaust Air Outlet HE         | 2      | °C   |
| Relative Humidity Air Inlet HE            | 49    | %    | Relative humidity exhaust air HE          | 99     | %    |
| Absolute humidity air inlet HE            | 1.11  | g/kg | Absolute humidity exhaust air outlet HE   | 4.47   | g/kg |
| Temperature supply air outlet HE          | 19    | °C   | HR efficiency exhaust air dry             | 83.0   | %    |
| Relative humidity supply air outlet HE    | 8     | %    | HR capacity exhaust air dry               | -35.61 | kW   |
| Absolute humidity supply air outlet HE    | 1.11  | g/kg | HR efficiency exhaust air wet             | 69.8   | %    |
| HR efficiency supply air dry              | 83.0  | %    | HR capacity exhaust air wet               | 38.04  | kW   |
| HR capacity supply air dry                | 35.61 | kW   | Condensate quantity exhaust air           | 11.44  | kg/h |
| HR efficiency supply air wet              | 88.6  | %    | PD heat recovery at std density 1.2 kg/m³ | 143    | Pa   |
| HR capacity supply air wet                | 38.04 | kW   |                                           |        |      |
| PD heat recovery at std density 1.2 kg/m³ | 143   | Pa   |                                           |        |      |
| HR efficiency supply air dry (balanced)   | 82.9  | %    |                                           |        |      |
| Heat recovery capacity (PHI)              | 83    | %    |                                           |        |      |
| Max. power preheater                      | 21.00 | kW   |                                           |        |      |
| Nominal power preheater                   | 9.32  | kW   |                                           |        |      |

HE = Heat Exchanger

### Thermodynamic results

Summer

|                                           |       |      |                                           |       |      |
|-------------------------------------------|-------|------|-------------------------------------------|-------|------|
| <b>Outdoor air</b>                        |       |      | <b>Extract air</b>                        |       |      |
| Temperature Air Inlet HE                  | 32    | °C   | Temperature Exhaust Air Outlet HE         | 31    | °C   |
| Relative Humidity Air Inlet HE            | 60    | %    | Relative humidity exhaust air HE          | 37    | %    |
| Absolute humidity air inlet HE            | 18.04 | g/kg | Absolute humidity exhaust air outlet HE   | 10.50 | g/kg |
| Temperature supply air outlet HE          | 27    | °C   | HR efficiency exhaust air dry             | 83.1  | %    |
| Relative humidity supply air outlet HE    | 80    | %    | HR capacity exhaust air dry               | 7.64  | kW   |
| Absolute humidity supply air outlet HE    | 18.04 | g/kg | HR efficiency exhaust air wet             | 83.1  | %    |
| HR efficiency supply air dry              | 83.1  | %    | HR capacity exhaust air wet               | 7.64  | kW   |
| HR capacity supply air dry                | 7.64  | kW   | Condensate quantity exhaust air           | 0.00  | kg/h |
| HR efficiency supply air wet              | 82.6  | %    | PD heat recovery at std density 1.2 kg/m³ | 143   | Pa   |
| HR capacity supply air wet                | 7.64  | kW   |                                           |       |      |
| Condensate quantity supply air            | 0.00  | kg/h |                                           |       |      |
| PD heat recovery at std density 1.2 kg/m³ | 143   | Pa   |                                           |       |      |
| HR efficiency supply air dry (balanced)   | 82.9  | %    |                                           |       |      |
| Heat recovery capacity (PHI)              | 83    | %    |                                           |       |      |

|                   |       |           |              |
|-------------------|-------|-----------|--------------|
| Order ref. number | 04341 | Unit type | AIR1 XH 7000 |
|-------------------|-------|-----------|--------------|

### Afterheater WW

|                                         |      |      |
|-----------------------------------------|------|------|
| <b>Supply air</b>                       |      |      |
| Air temperature at heater battery       | 19   | °C   |
| Rel. Humidity at heater battery         | 8    | %    |
| Outlet temperature heater               | 22   | °C   |
| Rel. humidity outlet air heat exchanger | 7    | %    |
| Pressure drop air side                  | 10   | Pa   |
| Power heating coil                      | 4.63 | kW   |
| Flow temperature                        | 55   | °C   |
| Return temperature                      | 45   | °C   |
| Fluid mass flow                         | 398  | kg/h |
| Pressure drop fluid                     | 0.8  | kPa  |

### Cooling water

|                                  |      |      |
|----------------------------------|------|------|
| <b>Supply air</b>                |      |      |
| Temperature Air Inlet            | 27   | °C   |
| Relative Humidity Air Inlet      | 80   | %    |
| Outlet temperature               | 26   | °C   |
| Rel. humidity outlet air         | 83   | %    |
| Condensate quantity cooling coil | 1.8  | kg/h |
| Pressure drop coil (wet)         | 27   | Pa   |
| Pressure drop coil (dry)         | 17   | Pa   |
| Power cooling coil               | 2.76 | kW   |
| Flow temperature                 | 6    | °C   |
| Return temperature               | 12   | °C   |
| Fluid mass flow                  | 394  | kg/h |
| Pressure drop fluid              | 0.2  | kPa  |

### Electrical results

|                                          |                |       |                         |                |         |
|------------------------------------------|----------------|-------|-------------------------|----------------|---------|
| <b>Outdoor air</b>                       |                |       | <b>Extract air</b>      |                |         |
| Motor type (controller)                  | variable speed |       | Motor type (controller) | variable speed |         |
| Nom. power max.                          | 3.60           | kW    | Nom. power max.         | 3.60           | kW      |
| Nom. power at duty                       | 2.67           | kW    | Nom. power at duty      | 2.59           | kW      |
| Nom. current max.                        | 5.80           | A     | Nom. current max.       | 5.80           | A       |
| Nom. current at duty                     | 4.11           | A     | Nom. current at duty    | 3.97           | A       |
| R.P.M.                                   | 2150           | 1/min | R.P.M.                  | 2121           | 1/min   |
| <b>Fan power</b>                         |                |       |                         |                |         |
| SFP-class (EN 16798-3)                   | SFP 4          |       | SFP-class (EN 16798-3)  | SFP 4          |         |
| SFPv (clean filters, all components dry) |                |       |                         | 4.14           | kW/m³/s |
| SFPe (design load)                       |                |       |                         | 4.25           | kW/m³/s |
| SFP (Passive House)                      | 1.15           | Wh/m³ | SFP (Passive House)     | 1.15           | Wh/m³   |
| <b>Efficiency</b>                        |                |       |                         |                |         |
| ECODesign                                |                |       |                         | yes            |         |
| SFP int                                  |                |       |                         | 638            | Ws/m³   |
| SFP int limit                            |                |       |                         | 1207           | Ws/m³   |
| Efficiency class acc. Eurovent           |                |       |                         |                |         |
| Winter Efficiency class acc. Eurovent    |                |       |                         |                | A+      |
| Summer Efficiency class acc. Eurovent    |                |       |                         |                | A+      |
| Calculated for climate zone              |                |       |                         |                | BUDAORS |

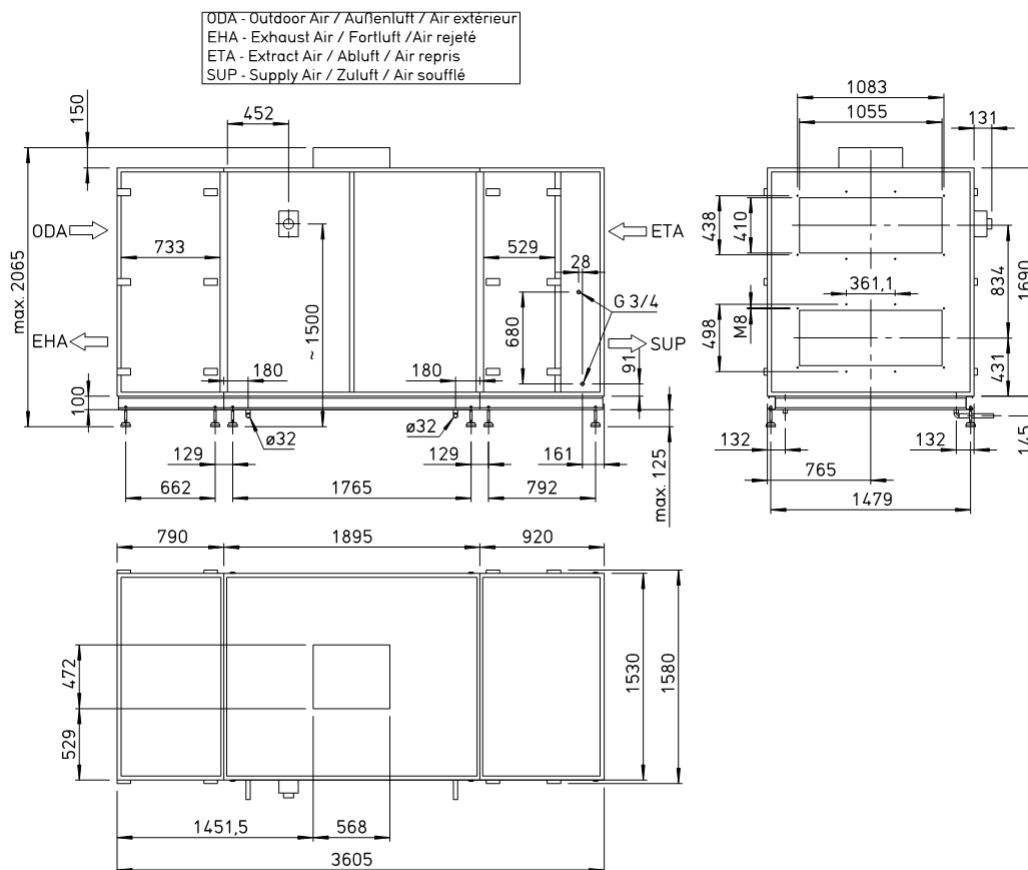
The fan system effect is taken into account in the fan performance

### Fan power

|                                           |      |         |
|-------------------------------------------|------|---------|
| <b>Specific fan power (SFP) (kW/m³/s)</b> |      |         |
| SFPv (clean filters, all components dry)  | 4.14 | kW/m³/s |
| SFPe (design load)                        | 4.25 | kW/m³/s |

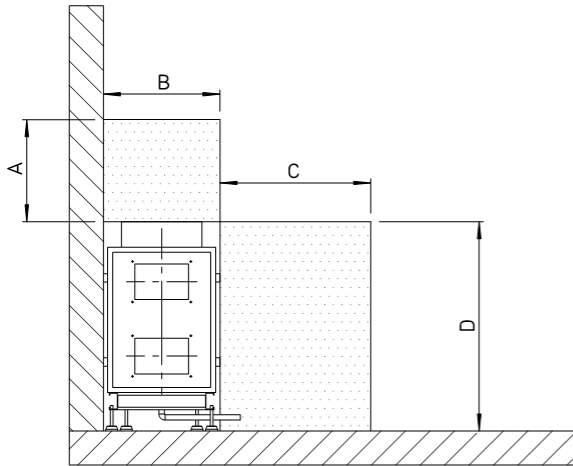
|                   |       |           |              |
|-------------------|-------|-----------|--------------|
| Order ref. number | 04341 | Unit type | AIR1 XH 7000 |
|-------------------|-------|-----------|--------------|

## Dimensional drawing



|                   |       |           |              |
|-------------------|-------|-----------|--------------|
| Order ref. number | 04341 | Unit type | AIR1 XH 7000 |
|-------------------|-------|-----------|--------------|

## Maintanance space



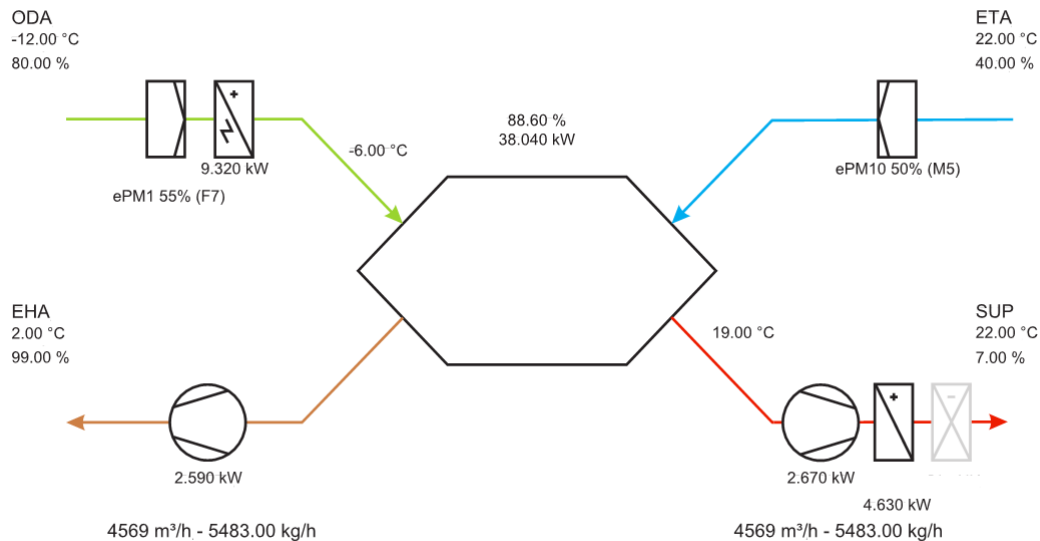
| Model        | A               | B    | C    | D    |
|--------------|-----------------|------|------|------|
|              | dimensions (mm) |      |      |      |
| AIR1 XH 1000 | 600             | 685  | 885  | 1230 |
| AIR1 XH 1500 | 600             | 695  | 895  | 1425 |
| AIR1 XH 2500 | 600             | 915  | 1115 | 1505 |
| AIR1 XH 3500 | 600             | 1017 | 1217 | 1644 |
| AIR1 XH 4500 | 600             | 1070 | 1270 | 2065 |
| AIR1 XH 5500 | 600             | 1280 | 1480 | 2065 |
| AIR1 XH 7000 | 600             | 1580 | 1780 | 2065 |
| AIR1 XH 8500 | 600             | 1930 | 2130 | 2065 |

| Project-ID | Project name | Description | Editor | Date       |
|------------|--------------|-------------|--------|------------|
|            |              |             |        | 14.10.2022 |

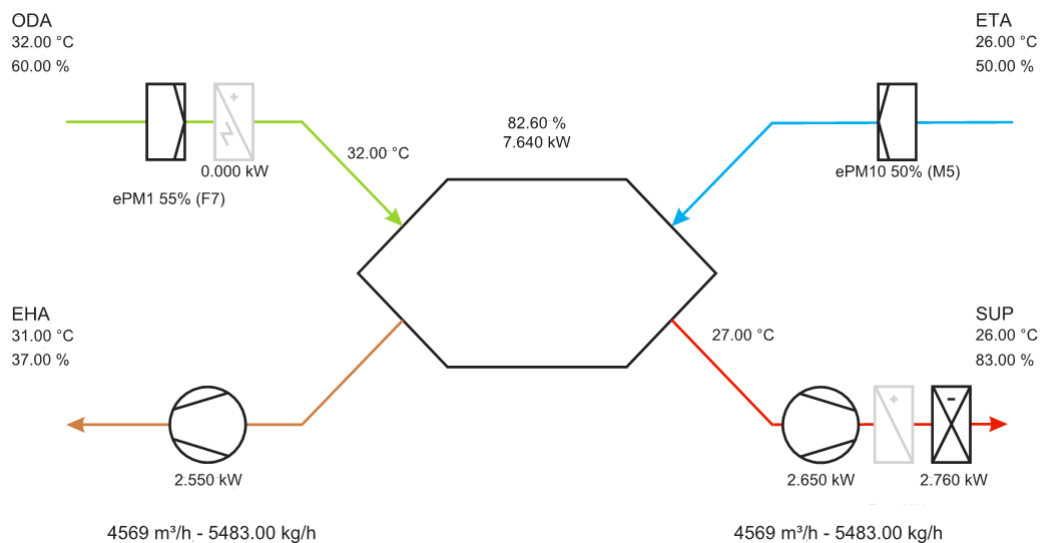
|                   |       |           |              |
|-------------------|-------|-----------|--------------|
| Order ref. number | 04341 | Unit type | AIR1 XH 7000 |
|-------------------|-------|-----------|--------------|

## System diagram

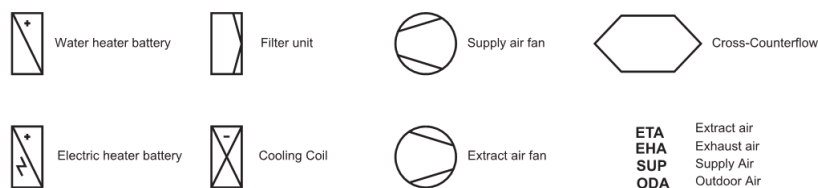
Winter



Summer



## Legend





|            |              |             |        |            |
|------------|--------------|-------------|--------|------------|
| Project-ID | Project name | Description | Editor | Date       |
|            |              |             |        | 14.10.2022 |

|                   |       |           |              |
|-------------------|-------|-----------|--------------|
| Order ref. number | 04341 | Unit type | AIR1 XH 7000 |
|-------------------|-------|-----------|--------------|

## ErP product fich according to EU 1253/2014

Unit type: AIR1 XH 7000

Order ref. number: 04341

14.10.2022

|                                                                   |                                                                                                                                                                                                                               | Unit  |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Manufacturer                                                      | HELIOS Ventilatoren GmbH & Co. KG                                                                                                                                                                                             |       |
| Unit type                                                         | AIR1 XH 7000                                                                                                                                                                                                                  |       |
| Intended use                                                      | NRVU                                                                                                                                                                                                                          |       |
| Air Flow direction                                                | BVU                                                                                                                                                                                                                           |       |
| Type of fan drive                                                 | variable speed                                                                                                                                                                                                                |       |
| Type of heat recovery system                                      | Counterflow                                                                                                                                                                                                                   |       |
| Thermal efficiency of heat recovery                               | 82.9                                                                                                                                                                                                                          | %     |
| Nominal air flow rate                                             | 1.27                                                                                                                                                                                                                          | m³/s  |
| Effective electric power input                                    | 5.26                                                                                                                                                                                                                          | kW    |
| SFP int                                                           | 638                                                                                                                                                                                                                           | Ws/m³ |
| Face velocity                                                     | 1.20                                                                                                                                                                                                                          | m/s   |
| Nominal external pressure (dps,ext)                               | 1000 / 1000                                                                                                                                                                                                                   | Pa    |
| Internal pressure drop of ventilation components (dps,int)        | 188 / 182                                                                                                                                                                                                                     | Pa    |
| Internal pressure drop of non-ventilation components (dps,add)    | 29 / 0                                                                                                                                                                                                                        | Pa    |
| Static efficiency of the fans                                     | 58                                                                                                                                                                                                                            | %     |
| Maximum external leakage rate                                     | < 2                                                                                                                                                                                                                           | %     |
| Maximum internal leakage rate                                     | < 3                                                                                                                                                                                                                           | %     |
| Energy classification of the filters                              | ePM1 55% (F7) / ePM10 50% (M5)                                                                                                                                                                                                |       |
| Description of position and function of the visual filter warning | Pressure monitored, display notification                                                                                                                                                                                      |       |
| airborn sound power level LWA                                     | 65                                                                                                                                                                                                                            | dB(A) |
| Internet address for pre-/dis-assembly instructions               | <a href="https://www.heliosselect.de/cms/front_content.php?idart=21&amp;idcat=17&amp;artnr=4341&amp;changelang=2">https://www.heliosselect.de/cms/front_content.php?idart=21&amp;idcat=17&amp;artnr=4341&amp;changelang=2</a> |       |



Project-ID      Project name      Description      Editor      Date  
14.10.2022

|                   |       |           |              |
|-------------------|-------|-----------|--------------|
| Order ref. number | 04341 | Unit type | AIR1 XH 7000 |
|-------------------|-------|-----------|--------------|

#### Component list

| AP*       | Order ref. number | Unit type            | Model                                                                                                         | Group | Price/pcs.       | Qty. | Total price      |
|-----------|-------------------|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------------------|------|------------------|
|           | 04341             | AIR1 XH 7000         | AIR1 XH 7000 ventilation unit with HR, cross counter flow, standing model, horizontal spigots, el. pre heater | N     | Price on request | 1    | Price on request |
|           | 03689             | AIR1-NH WW XH 7000   | Internal water after heater                                                                                   | N     | Price on request | 1    | Price on request |
|           | 04281             | AIR1-KR KW XH 7000 R | Cooling unit water                                                                                            | N     | Price on request | 1    | Price on request |
|           | 06186             | AIR1-BE ECO          | Controller Eco                                                                                                | N     | Price on request | 1    | Price on request |
|           | 04376             | AIR1-VS 105/41       | Flexible connector                                                                                            | N     | Price on request | 4    | Price on request |
|           | 07169             | AIR1-KS XH           | Ball siphon                                                                                                   | N     | Price on request | 2    | Price on request |
| Total sum |                   |                      |                                                                                                               |       |                  |      | Price on request |

\* The definition of an alternative item only affects the calculation of the total in the material list. Before ordering the ventilation unit, the configuration must be checked by the executing or planning company.

Mértékadó csőszakasz

| Szakasz | Q. [W] | m. [kg/h] | c [J/kgK] | ΔT [°]<br>(55°/45°) | ρ [kg/m3] | V. [m3/h] | v [m/s] | dcső [m] | Acső [m2] | v [m2/s]<br>(50°) | Re [-]   | λ [-]  | l [m] | Δps [Pa] | Σζ [-] | Δpa [Pa] | Δpszelepek<br>[Pa] | ΣΔp [Pa] |
|---------|--------|-----------|-----------|---------------------|-----------|-----------|---------|----------|-----------|-------------------|----------|--------|-------|----------|--------|----------|--------------------|----------|
| 01.     | 64411  | 5548,6863 | 4179      | 10                  | 985,7     | 5,6292    | 0,7658  | 0,051    | 0,002042  | 0,000000556       | 70247,08 | 0,0194 | 5,32  | 586,01   | 11,75  | 3396,40  | 0,00               | 3982,40  |
| 02.     | 54929  | 4731,8593 | 4179      | 10                  | 985,7     | 4,8005    | 0,6531  | 0,051    | 0,002042  | 0,000000556       | 59905,95 | 0,0202 | 9,9   | 825,27   | 1      | 210,22   | 0,00               | 1035,49  |
| 03.     | 42840  | 3690,4523 | 4179      | 10                  | 985,7     | 3,7440    | 0,5094  | 0,051    | 0,002042  | 0,000000556       | 46721,60 | 0,0215 | 12    | 647,48   | 1,35   | 172,62   | 0,00               | 820,10   |
| 04.     | 40582  | 3495,9368 | 4179      | 10                  | 985,7     | 3,5467    | 0,4825  | 0,051    | 0,002042  | 0,000000556       | 44259,01 | 0,0218 | 8,7   | 426,98   | 1,3    | 149,17   | 0,00               | 576,15   |
| 05.     | 24838  | 2139,6698 | 4179      | 10                  | 985,7     | 2,1707    | 0,4569  | 0,041    | 0,001320  | 0,000000556       | 33695,44 | 0,0234 | 9     | 527,52   | 1,35   | 138,92   | 0,00               | 666,45   |
| 06.     | 22580  | 1945,1543 | 4179      | 10                  | 985,7     | 1,9734    | 0,4154  | 0,041    | 0,001320  | 0,000000556       | 30632,22 | 0,0239 | 4,74  | 235,15   | 1      | 85,05    | 0,00               | 320,19   |
| 07.     | 20322  | 1750,6389 | 4179      | 10                  | 985,7     | 1,7760    | 0,3739  | 0,041    | 0,001320  | 0,000000556       | 27569,00 | 0,0246 | 2,7   | 111,39   | 1      | 68,89    | 0,00               | 180,28   |
| 08.     | 18064  | 1556,1235 | 4179      | 10                  | 985,7     | 1,5787    | 0,5455  | 0,032    | 0,000804  | 0,000000556       | 31398,03 | 0,0238 | 5,85  | 637,36   | 1,65   | 242,02   | 0,00               | 879,38   |
| 09.     | 15806  | 1361,6080 | 4179      | 10                  | 985,7     | 1,3814    | 0,4773  | 0,032    | 0,000804  | 0,000000556       | 27473,27 | 0,0246 | 3     | 258,74   | 1      | 112,30   | 0,00               | 371,04   |
| 10.     | 13548  | 1167,0926 | 4179      | 10                  | 985,7     | 1,1840    | 0,4092  | 0,032    | 0,000804  | 0,000000556       | 23548,52 | 0,0255 | 3     | 197,56   | 1      | 82,51    | 0,00               | 280,07   |
| 11.     | 11290  | 972,5772  | 4179      | 10                  | 985,7     | 0,9867    | 0,5165  | 0,026    | 0,000531  | 0,000000556       | 24152,33 | 0,0254 | 3     | 385,02   | 1      | 131,47   | 0,00               | 516,49   |
| 12.     | 9032   | 778,0617  | 4179      | 10                  | 985,7     | 0,7893    | 0,4132  | 0,026    | 0,000531  | 0,000000556       | 19321,86 | 0,0268 | 3     | 260,55   | 1,3    | 109,39   | 0,00               | 369,93   |
| 13.     | 6774   | 583,5463  | 4179      | 10                  | 985,7     | 0,5920    | 0,3099  | 0,026    | 0,000531  | 0,000000556       | 14491,40 | 0,0288 | 3     | 157,49   | 1,3    | 61,53    | 0,00               | 219,02   |
| 14.     | 4516   | 389,0309  | 4179      | 10                  | 985,7     | 0,3947    | 0,2066  | 0,026    | 0,000531  | 0,000000556       | 9660,93  | 0,0319 | 3     | 77,46    | 1,3    | 27,35    | 0,00               | 104,81   |
| 15.     | 2258   | 194,5154  | 4179      | 10                  | 985,7     | 0,1973    | 0,2907  | 0,0155   | 0,000189  | 0,000000556       | 8102,72  | 0,0333 | 5,8   | 519,56   | 3,55   | 147,81   | 9561,68            | 10229,05 |
| 16.     | 0      | 194,515   | 4176      | 10                  | 990,2     | 0,1964    | 0,2893  | 0,0155   | 0,000189  | 0,000000556       | 8065,89  | 0,0334 | 5,8   | 517,79   | 1,05   | 43,52    | 0,00               | 561,31   |
| 17.     | 0      | 389,0309  | 4176      | 10                  | 990,2     | 0,3929    | 0,2057  | 0,026    | 0,000531  | 0,000000556       | 9617,03  | 0,0320 | 3     | 77,20    | 1,3    | 27,22    | 0,00               | 104,42   |
| 18.     | 0      | 583,5463  | 4176      | 10                  | 990,2     | 0,5893    | 0,3085  | 0,026    | 0,000531  | 0,000000556       | 14425,54 | 0,0289 | 3     | 156,95   | 1,3    | 61,25    | 0,00               | 218,20   |
| 19.     | 0      | 778,062   | 4176      | 10                  | 990,2     | 0,7858    | 0,4113  | 0,026    | 0,000531  | 0,000000556       | 19234,05 | 0,0269 | 3     | 259,66   | 1,3    | 108,89   | 0,00               | 368,55   |
| 20.     | 0      | 972,5772  | 4176      | 10                  | 990,2     | 0,9822    | 0,5141  | 0,026    | 0,000531  | 0,000000556       | 24042,57 | 0,0254 | 3     | 383,70   | 1      | 130,88   | 0,00               | 514,58   |
| 21.     | 0      | 1167,0926 | 4176      | 10                  | 990,2     | 1,1786    | 0,4073  | 0,032    | 0,000804  | 0,000000556       | 23441,50 | 0,0256 | 3     | 196,89   | 1      | 82,13    | 0,00               | 279,02   |
| 22.     | 0      | 1361,6080 | 4176      | 10                  | 990,2     | 1,3751    | 0,4752  | 0,032    | 0,000804  | 0,000000556       | 27348,42 | 0,0246 | 3     | 257,86   | 1      | 111,79   | 0,00               | 369,65   |
| 23.     | 0      | 1556,1235 | 4176      | 10                  | 990,2     | 1,5715    | 0,5431  | 0,032    | 0,000804  | 0,000000556       | 31255,34 | 0,0238 | 5,85  | 635,19   | 1,65   | 240,92   | 0,00               | 876,11   |
| 24.     | 0      | 1750,6389 | 4176      | 10                  | 990,2     | 1,7680    | 0,3722  | 0,041    | 0,001320  | 0,000000556       | 27443,71 | 0,0246 | 2,7   | 111,01   | 1      | 68,57    | 0,00               | 179,59   |
| 25.     | 0      | 1945,1543 | 4176      | 10                  | 990,2     | 1,9644    | 0,4135  | 0,041    | 0,001320  | 0,000000556       | 30493,01 | 0,0239 | 4,74  | 234,35   | 1      | 84,66    | 0,00               | 319,00   |
| 26.     | 0      | 2139,6698 | 4176      | 10                  | 990,2     | 2,1608    | 0,4549  | 0,041    | 0,001320  | 0,000000556       | 33542,31 | 0,0234 | 9     | 525,72   | 1,35   | 138,29   | 3000,00            | 3664,02  |
| 27.     | 0      | 3495,9368 | 4176      | 10                  | 990,2     | 3,5305    | 0,4803  | 0,051    | 0,002042  | 0,000000556       | 44057,87 | 0,0218 | 8,7   | 425,53   | 1,3    | 148,49   | 0,00               | 574,02   |
| 28.     | 0      | 3690,4523 | 4176      | 10                  | 990,2     | 3,7270    | 0,5070  | 0,051    | 0,002042  | 0,000000556       | 46509,27 | 0,0215 | 12    | 645,27   | 1,35   | 171,84   | 3000,00            | 3817,11  |
| 29.     | 0      | 4731,8593 | 4176      | 10                  | 990,2     | 4,7787    | 0,6501  | 0,051    | 0,002042  | 0,000000556       | 59633,70 | 0,0202 | 9,9   | 822,46   | 1      | 209,26   | 3000,00            | 4031,72  |
| 30.     | 0      | 5548,6863 | 4176      | 10                  | 990,2     | 5,6036    | 0,7624  | 0,051    | 0,002042  | 0,000000556       | 69927,84 | 0,0195 | 5,32  | 584,01   | 3,05   | 877,61   | 3000,00            | 4461,62  |
|         |        |           |           |                     |           |           |         |          |           |                   |          |        |       | 11687,14 |        | 7640,94  |                    | 40889,76 |

| Idomok listája | Érték | Szakasz | Könyök | Té | Szűkítő | Golyóscsap | Radiátor | Osztó | Visszacsapó | Szakasz | Könyök | Té | Szűkítő | Golyóscsap | Radiátor | Osztó | Visszacsapó | Összes |
|----------------|-------|---------|--------|----|---------|------------|----------|-------|-------------|---------|--------|----|---------|------------|----------|-------|-------------|--------|
| Könyök         | 0,35  | 01.     | 3      | 1  |         | 3          |          | 1     | 1           | 01.     | 1,05   | 1  | 0       | 1,5        | 0        | 0,5   | 7,7         | 11,75  |
| Té             | 1     | 02.     |        | 1  |         |            |          |       |             | 02.     | 0      | 1  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1      |
| Szűkítő        | 0,3   | 03.     | 1      | 1  |         |            |          |       |             | 03.     | 0,35   | 1  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,35   |
| Golyóscsap     | 0,5   | 04.     |        | 1  | 1       | 1          |          |       |             | 04.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
| Radiátor       | 2,5   | 05.     | 1      | 1  |         |            |          |       |             | 05.     | 0,35   | 1  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,35   |
| Osztó          | 0,5   | 06.     |        | 1  |         |            |          |       |             | 06.     | 0      | 1  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1      |
| Visszacsapó    | 7,7   | 07.     |        | 1  |         |            |          |       |             | 07.     | 0      | 1  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1      |
|                |       | 08.     | 1      | 1  | 1       |            | 1        |       |             | 08.     | 0,35   | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,65   |
|                |       | 09.     |        | 1  |         |            |          |       |             | 09.     | 0      | 1  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1      |
|                |       | 10.     |        | 1  |         |            |          |       |             | 10.     | 0      | 1  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1      |
|                |       | 11.     |        | 1  |         |            |          |       |             | 11.     | 0      | 1  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1      |
|                |       | 12.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             | 12.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
|                |       | 13.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             | 13.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
|                |       | 14.     |        | 1  | 1       | 1          |          |       |             | 14.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
|                |       | 15.     | 3      |    |         |            | 1        |       |             | 15.     | 1,05   | 0  | 0       | 0          | 2,5      | 0     | 0           | 3,55   |
|                |       | 16.     | 3      |    |         |            |          |       |             | 16.     | 1,05   | 0  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,05   |
|                |       | 17.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             | 17.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
|                |       | 18.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             | 18.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
|                |       | 19.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             | 19.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
|                |       | 20.     |        | 1  |         |            |          |       |             | 20.     | 0      | 1  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1      |
|                |       | 21.     |        | 1  |         |            |          |       |             | 21.     | 0      | 1  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1      |
|                |       | 22.     |        | 1  |         |            |          |       |             | 22.     | 0      | 1  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1      |
|                |       | 23.     | 1      | 1  | 1       | 1          |          |       |             | 23.     | 0,35   | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,65   |
|                |       | 24.     |        | 1  |         |            |          |       |             | 24.     | 0      | 1  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1      |
|                |       | 25.     |        | 1  |         |            |          |       |             | 25.     | 0      | 1  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1      |
|                |       | 26.     | 1      | 1  |         |            |          |       |             | 26.     | 0,35   | 1  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,35   |
|                |       | 27.     |        | 1  | 1       | 1          |          |       |             | 27.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
|                |       | 28.     | 1      | 1  |         |            |          |       |             | 28.     | 0,35   | 1  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,35   |
|                |       | 29.     |        | 1  |         |            |          |       |             | 29.     | 0      | 1  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1      |
|                |       | 30.     | 3      | 1  |         | 1          |          | 1     | 1           | 30.     | 1,05   | 1  | 0       | 0,5        | 0        | 0,5   | 0           | 3,05   |

2. kör

| Szakasz | Q. [W] | m. [kg/h] | c [J/kgK] | ΔT [°]<br>(55°/45°) | ρ [kg/m3] | V. [m3/h] | v [m/s] | dcső [m] | Acső [m2] | v [m2/s]<br>(50°) | Re [-]   | λ [-]  | l [m] | Δps [Pa] | Σζ [-] | Δpa [Pa] | Δpszelepek<br>[Pa] | ΣΔp [Pa] |
|---------|--------|-----------|-----------|---------------------|-----------|-----------|---------|----------|-----------|-------------------|----------|--------|-------|----------|--------|----------|--------------------|----------|
| 01.     | 64411  | 5548,6863 | 4179      | 10                  | 985,7     | 5,6292    | 0,7658  | 0,051    | 0,002042  | 0,000000556       | 70247,08 | 0,0194 | 5,32  | 586,01   | 11,75  | 3396,40  | 0,00               | 3982,40  |
| 02.     | 54929  | 4731,8593 | 4179      | 10                  | 985,7     | 4,8005    | 0,6531  | 0,051    | 0,002042  | 0,000000556       | 59905,95 | 0,0202 | 9,9   | 825,27   | 1      | 210,22   | 0,00               | 1035,49  |
| 03.     | 42840  | 3690,4523 | 4179      | 10                  | 985,7     | 3,7440    | 0,5094  | 0,051    | 0,002042  | 0,000000556       | 46721,60 | 0,0215 | 12    | 647,48   | 1,35   | 172,62   | 0,00               | 820,10   |
| 04.     | 40582  | 3495,9368 | 4179      | 10                  | 985,7     | 3,5467    | 0,4825  | 0,051    | 0,002042  | 0,000000556       | 44259,01 | 0,0218 | 8,7   | 426,98   | 1,3    | 149,17   | 0,00               | 576,15   |
| 31.     | 15744  | 1356,2670 | 4179      | 10                  | 985,7     | 1,3759    | 0,2896  | 0,041    | 0,001320  | 0,000000556       | 21358,45 | 0,0262 | 0,41  | 10,82    | 1      | 41,35    | 0,00               | 52,17    |
| 32.     | 13486  | 1161,7516 | 4179      | 10                  | 985,7     | 1,1786    | 0,2481  | 0,041    | 0,001320  | 0,000000556       | 18295,22 | 0,0272 | 7,06  | 142,12   | 1,65   | 50,06    | 0,00               | 192,17   |
| 33.     | 11228  | 967,2362  | 4179      | 10                  | 985,7     | 0,9813    | 0,3391  | 0,032    | 0,000804  | 0,000000556       | 19516,00 | 0,0268 | 2,89  | 137,00   | 1      | 56,67    | 0,00               | 193,67   |
| 34.     | 8970   | 772,7207  | 4179      | 10                  | 985,7     | 0,7839    | 0,2709  | 0,032    | 0,000804  | 0,000000556       | 15591,25 | 0,0283 | 2,905 | 92,97    | 1,3    | 47,02    | 0,00               | 139,99   |
| 35.     | 6712   | 578,2053  | 4179      | 10                  | 985,7     | 0,5866    | 0,3071  | 0,026    | 0,000531  | 0,000000556       | 14358,76 | 0,0289 | 2,915 | 150,58   | 1      | 46,47    | 0,00               | 197,05   |
| 36.     | 4454   | 383,6899  | 4179      | 10                  | 985,7     | 0,3893    | 0,2038  | 0,026    | 0,000531  | 0,000000556       | 9528,30  | 0,0320 | 2,895 | 72,96    | 1,3    | 26,60    | 0,00               | 99,56    |
| 37.     | 2196   | 189,1744  | 4179      | 10                  | 985,7     | 0,1919    | 0,2827  | 0,0155   | 0,000189  | 0,000000556       | 7880,23  | 0,0336 | 7,075 | 603,64   | 1,35   | 53,16    | 0,00               | 656,80   |
| 38.     | 1098   | 94,5872   | 4179      | 10                  | 985,7     | 0,0960    | 0,1413  | 0,0155   | 0,000189  | 0,000000556       | 3940,12  | 0,0399 | 6,46  | 163,86   | 3,55   | 34,95    | 2263,70            | 2462,51  |
| 39.     | 1098   | 94,6552   | 4176      | 10                  | 990,2     | 0,0956    | 0,1408  | 0,0155   | 0,000189  | 0,000000556       | 3925,03  | 0,0400 | 6,46  | 163,51   | 1,05   | 10,31    | 0,00               | 173,81   |
| 40.     | 2196   | 189,3103  | 4176      | 10                  | 990,2     | 0,1912    | 0,2816  | 0,0155   | 0,000189  | 0,000000556       | 7850,06  | 0,0336 | 7,075 | 602,33   | 1,35   | 53,00    | 0,00               | 655,33   |
| 41.     | 4454   | 383,9655  | 4176      | 10                  | 990,2     | 0,3878    | 0,2030  | 0,026    | 0,000531  | 0,000000556       | 9491,81  | 0,0321 | 2,895 | 72,81    | 1,3    | 26,52    | 0,00               | 99,32    |
| 42.     | 6712   | 578,6207  | 4176      | 10                  | 990,2     | 0,5843    | 0,3059  | 0,026    | 0,000531  | 0,000000556       | 14303,78 | 0,0289 | 2,915 | 150,26   | 1      | 46,32    | 0,00               | 196,58   |
| 43.     | 8970   | 773,2759  | 4176      | 10                  | 990,2     | 0,7809    | 0,2699  | 0,032    | 0,000804  | 0,000000556       | 15531,54 | 0,0283 | 2,905 | 92,77    | 1,3    | 46,87    | 0,00               | 139,64   |
| 44.     | 11228  | 967,9310  | 4176      | 10                  | 990,2     | 0,9775    | 0,3378  | 0,032    | 0,000804  | 0,000000556       | 19441,27 | 0,0268 | 2,89  | 136,71   | 1      | 56,49    | 0,00               | 193,20   |
| 45.     | 13486  | 1162,5862 | 4176      | 10                  | 990,2     | 1,1741    | 0,2472  | 0,041    | 0,001320  | 0,000000556       | 18225,16 | 0,0272 | 7,06  | 141,81   | 1,65   | 49,90    | 0,00               | 191,71   |
| 46.     | 15744  | 1357,2414 | 4176      | 10                  | 990,2     | 1,3707    | 0,2885  | 0,041    | 0,001320  | 0,000000556       | 21276,66 | 0,0262 | 0,41  | 10,80    | 1      | 41,22    | 3000,00            | 3052,02  |
| 27.     | 40582  | 3498,4483 | 4176      | 10                  | 990,2     | 3,5331    | 0,4807  | 0,051    | 0,002042  | 0,000000556       | 44089,52 | 0,0218 | 8,7   | 426,06   | 1,3    | 148,70   | 0,00               | 574,77   |
| 28.     | 42840  | 3693,1034 | 4176      | 10                  | 990,2     | 3,7297    | 0,5074  | 0,051    | 0,002042  | 0,000000556       | 46542,68 | 0,0215 | 12    | 646,09   | 1,35   | 172,08   | 3000,00            | 3818,17  |
| 29.     | 54929  | 4735,2586 | 4176      | 10                  | 990,2     | 4,7821    | 0,6506  | 0,051    | 0,002042  | 0,000000556       | 59676,54 | 0,0202 | 9,9   | 823,49   | 1      | 209,56   | 3000,00            | 4033,05  |
| 30.     | 64411  | 5552,6724 | 4176      | 10                  | 990,2     | 5,6076    | 0,7629  | 0,051    | 0,002042  | 0,000000556       | 69978,08 | 0,0195 | 5,32  | 584,74   | 3,05   | 878,87   | 3000,00            | 4463,61  |
|         |        |           |           |                     |           |           |         |          |           |                   |          |        |       | 7711,08  |        | 6024,52  |                    | 27999,29 |

|                |       |         |        |    |         |            |          |       |             |  |         |        |    |         |            |          |       |             |        |
|----------------|-------|---------|--------|----|---------|------------|----------|-------|-------------|--|---------|--------|----|---------|------------|----------|-------|-------------|--------|
| Idomok listája | Érték | Szakasz | Könyök | Té | Szűkítő | Golyóscsap | Radiátor | Osztó | Visszacsapó |  | Szakasz | Könyök | Té | Szűkítő | Golyóscsap | Radiátor | Osztó | Visszacsapó | Összes |
| Könyök         | 0,35  | 01.     | 3      | 1  |         | 3          |          | 1     | 1           |  | 01.     | 1,05   | 1  | 0       | 1,5        | 0        | 0,5   | 7,7         | 11,75  |
| Té             | 1     | 02.     |        | 1  |         |            |          |       |             |  | 02.     | 0      | 1  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1      |
| Szűkítő        | 0,3   | 03.     | 1      | 1  |         |            |          |       |             |  | 03.     | 0,35   | 1  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,35   |
| Golyóscsap     | 0,5   | 04.     |        | 1  | 1       | 1          |          |       |             |  | 04.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
| Radiátor       | 2,5   | 31.     |        | 1  |         |            |          |       |             |  | 31.     | 0      | 1  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1      |
| Osztó          | 0,5   | 32.     | 1      | 1  | 1       |            |          |       |             |  | 32.     | 0,35   | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,65   |
| Visszacsapó    | 7,7   | 33.     |        | 1  |         |            |          |       |             |  | 33.     | 0      | 1  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1      |
|                |       | 34.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             |  | 34.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
|                |       | 35.     |        | 1  |         |            |          |       |             |  | 35.     | 0      | 1  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1      |
|                |       | 36.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             |  | 36.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
|                |       | 37.     | 1      | 1  |         |            |          |       |             |  | 37.     | 0,35   | 1  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,35   |
|                |       | 38.     | 3      |    |         |            | 1        |       |             |  | 38.     | 1,05   | 0  | 0       | 0          | 2,5      | 0     | 0           | 3,55   |
|                |       | 39.     | 3      |    |         |            |          |       |             |  | 39.     | 1,05   | 0  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,05   |
|                |       | 40.     | 1      | 1  |         |            |          |       |             |  | 40.     | 0,35   | 1  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,35   |
|                |       | 41.     |        | 1  | 1       | 1          |          |       |             |  | 41.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
|                |       | 42.     |        | 1  |         |            |          |       |             |  | 42.     | 0      | 1  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1      |
|                |       | 43.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             |  | 43.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
|                |       | 44.     |        | 1  |         |            |          |       |             |  | 44.     | 0      | 1  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1      |
|                |       | 45.     | 1      | 1  | 1       | 1          |          |       |             |  | 45.     | 0,35   | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,65   |
|                |       | 46.     |        | 1  |         |            |          |       |             |  | 46.     | 0      | 1  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1      |
|                |       | 27.     |        | 1  | 1       | 1          |          |       |             |  | 27.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
|                |       | 28.     | 1      | 1  |         |            |          |       |             |  | 28.     | 0,35   | 1  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,35   |
|                |       | 29.     |        | 1  |         |            |          |       |             |  | 29.     | 0      | 1  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1      |
|                |       | 30.     | 3      | 1  |         | 1          |          | 1     |             |  | 30.     | 1,05   | 1  | 0       | 0,5        | 0        | 0,5   | 0           | 3,05   |

3. kör

| Szakasz | Q. [W] | m. [kg/h] | c [J/kgK] | ΔT [°]<br>(55°/45°) | ρ [kg/m3] | V. [m3/h] | v [m/s] | dcső [m] | Acső [m2] | v [m2/s]<br>(50°) | Re [-]   | λ [-]  | l [m] | Δps [Pa] | Σζ [-] | Δpa [Pa] | Δpszelepek<br>[Pa] | ΣΔp [Pa] |
|---------|--------|-----------|-----------|---------------------|-----------|-----------|---------|----------|-----------|-------------------|----------|--------|-------|----------|--------|----------|--------------------|----------|
| 01.     | 64411  | 5548,6863 | 4179      | 10                  | 985,7     | 5,6292    | 0,7658  | 0,051    | 0,002042  | 0,000000556       | 70247,08 | 0,0194 | 5,32  | 586,01   | 11,75  | 3396,40  | 0,00               | 3982,40  |
| 02.     | 54929  | 4731,8593 | 4179      | 10                  | 985,7     | 4,8005    | 0,6531  | 0,051    | 0,002042  | 0,000000556       | 59905,95 | 0,0202 | 9,9   | 825,27   | 1      | 210,22   | 0,00               | 1035,49  |
| 47.     | 12089  | 1041,4070 | 4179      | 10                  | 985,7     | 1,0565    | 0,2224  | 0,041    | 0,001320  | 0,000000556       | 16400,04 | 0,0280 | 1,3   | 21,61    | 1,3    | 31,69    | 0,00               | 53,30    |
| 48.     | 8268   | 712,2469  | 4179      | 10                  | 985,7     | 0,7226    | 0,2497  | 0,032    | 0,000804  | 0,000000556       | 14371,06 | 0,0289 | 0,97  | 26,92    | 1,3    | 39,95    | 0,00               | 66,86    |
| 49.     | 7233   | 623,0869  | 4179      | 10                  | 985,7     | 0,6321    | 0,2184  | 0,032    | 0,000804  | 0,000000556       | 12572,07 | 0,0299 | 1,99  | 43,70    | 1      | 23,52    | 0,00               | 67,22    |
| 50.     | 6198   | 533,9268  | 4179      | 10                  | 985,7     | 0,5417    | 0,2835  | 0,026    | 0,000531  | 0,000000556       | 13259,18 | 0,0295 | 2,02  | 90,77    | 1,3    | 51,51    | 0,00               | 142,28   |
| 51.     | 5163   | 444,7667  | 4179      | 10                  | 985,7     | 0,4512    | 0,2362  | 0,026    | 0,000531  | 0,000000556       | 11045,04 | 0,0309 | 6,72  | 219,33   | 1      | 27,49    | 0,00               | 246,82   |
| 52.     | 4128   | 355,6066  | 4179      | 10                  | 985,7     | 0,3608    | 0,3191  | 0,02     | 0,000314  | 0,000000556       | 11480,16 | 0,0306 | 2,72  | 208,68   | 1,3    | 65,26    | 0,00               | 273,94   |
| 53.     | 3093   | 266,4465  | 4179      | 10                  | 985,7     | 0,2703    | 0,2391  | 0,02     | 0,000314  | 0,000000556       | 8601,78  | 0,0329 | 2,33  | 107,87   | 1      | 28,18    | 0,00               | 136,05   |
| 54.     | 2058   | 177,2864  | 4179      | 10                  | 985,7     | 0,1799    | 0,2649  | 0,0155   | 0,000189  | 0,000000556       | 7385,03  | 0,0341 | 0,715 | 54,45    | 1,3    | 44,96    | 0,00               | 99,42    |
| 55.     | 1023   | 88,1263   | 4179      | 10                  | 985,7     | 0,0894    | 0,2197  | 0,012    | 0,000113  | 0,000000556       | 4741,69  | 0,0381 | 5     | 377,93   | 1,3    | 30,93    | 0,00               | 408,85   |
| 56.     | 832    | 71,6726   | 4179      | 10                  | 985,7     | 0,0727    | 0,1787  | 0,012    | 0,000113  | 0,000000556       | 3856,39  | 0,0402 | 3     | 157,94   | 1      | 15,73    | 0,00               | 173,68   |
| 57.     | 333    | 28,6863   | 4179      | 10                  | 985,7     | 0,0291    | 0,0715  | 0,012    | 0,000113  | 0,000000556       | 1543,48  | 0,0505 | 5,87  | 62,24    | 3,55   | 8,95     | 208,04             | 279,22   |
| 58.     | 333    | 28,7069   | 4176      | 10                  | 990,2     | 0,0290    | 0,0712  | 0,012    | 0,000113  | 0,000000556       | 1537,57  | 0,0505 | 5,87  | 62,11    | 1,05   | 2,64     | 0,00               | 64,74    |
| 59.     | 832    | 71,7241   | 4176      | 10                  | 990,2     | 0,0724    | 0,1780  | 0,012    | 0,000113  | 0,000000556       | 3841,62  | 0,0402 | 3     | 157,60   | 1      | 15,69    | 0,00               | 173,29   |
| 60.     | 1023   | 88,1897   | 4176      | 10                  | 990,2     | 0,0891    | 0,2189  | 0,012    | 0,000113  | 0,000000556       | 4723,53  | 0,0382 | 5     | 377,11   | 1,3    | 30,83    | 0,00               | 407,94   |
| 61.     | 2058   | 177,4138  | 4176      | 10                  | 990,2     | 0,1792    | 0,2639  | 0,0155   | 0,000189  | 0,000000556       | 7356,75  | 0,0342 | 0,715 | 54,34    | 1,3    | 44,82    | 0,00               | 99,16    |
| 62.     | 3093   | 266,6379  | 4176      | 10                  | 990,2     | 0,2693    | 0,2382  | 0,02     | 0,000314  | 0,000000556       | 8568,84  | 0,0329 | 2,33  | 107,64   | 1      | 28,09    | 0,00               | 135,73   |
| 63.     | 4128   | 355,8621  | 4176      | 10                  | 990,2     | 0,3594    | 0,3179  | 0,02     | 0,000314  | 0,000000556       | 11436,20 | 0,0306 | 2,72  | 208,23   | 1,3    | 65,06    | 0,00               | 273,29   |
| 64.     | 5163   | 445,0862  | 4176      | 10                  | 990,2     | 0,4495    | 0,2353  | 0,026    | 0,000531  | 0,000000556       | 11002,74 | 0,0309 | 6,72  | 218,85   | 1      | 27,41    | 0,00               | 246,26   |
| 65.     | 6198   | 534,3103  | 4176      | 10                  | 990,2     | 0,5396    | 0,2825  | 0,026    | 0,000531  | 0,000000556       | 13208,40 | 0,0295 | 2,02  | 90,57    | 1,3    | 51,35    | 0,00               | 141,92   |
| 66.     | 7233   | 623,5345  | 4176      | 10                  | 990,2     | 0,6297    | 0,2176  | 0,032    | 0,000804  | 0,000000556       | 12523,93 | 0,0299 | 1,99  | 43,60    | 1      | 23,44    | 0,00               | 67,05    |
| 67.     | 8268   | 712,7586  | 4176      | 10                  | 990,2     | 0,7198    | 0,2487  | 0,032    | 0,000804  | 0,000000556       | 14316,03 | 0,0289 | 0,97  | 26,86    | 1,3    | 39,82    | 3000,00            | 3066,68  |
| 68.     | 12089  | 1042,1552 | 4176      | 10                  | 990,2     | 1,0525    | 0,2215  | 0,041    | 0,001320  | 0,000000556       | 16337,24 | 0,0280 | 1,3   | 21,56    | 1,3    | 31,59    | 3000,00            | 3053,16  |
| 29.     | 54929  | 4735,2586 | 4176      | 10                  | 990,2     | 4,7821    | 0,6506  | 0,051    | 0,002042  | 0,000000556       | 59676,54 | 0,0202 | 9,9   | 823,49   | 1      | 209,56   | 3000,00            | 4033,05  |
| 30.     | 64411  | 5552,6724 | 4176      | 10                  | 990,2     | 5,6076    | 0,7629  | 0,051    | 0,002042  | 0,000000556       | 69978,08 | 0,0195 | 5,32  | 584,74   | 1,3    | 374,60   | 3000,00            | 3959,34  |
|         |        |           |           |                     |           |           |         |          |           |                   |          |        |       | 5559,43  |        | 4919,69  |                    | 22687,16 |

| Idomok listája | Érték | Szakasz | Könyök | Té | Szűkítő | Golyóscsap | Radiátor | Osztó | Visszacsapó | Szakasz | Könyök | Té | Szűkítő | Golyóscsap | Radiátor | Osztó | Visszacsapó | Összes |
|----------------|-------|---------|--------|----|---------|------------|----------|-------|-------------|---------|--------|----|---------|------------|----------|-------|-------------|--------|
| Könyök         | 0,35  | 01.     | 3      | 1  |         | 3          |          | 1     | 1           | 01.     | 1,05   | 1  | 0       | 1,5        | 0        | 0,5   | 7,7         | 11,75  |
| Té             | 1     | 02.     |        | 1  |         |            |          |       |             | 02.     | 0      | 1  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1      |
| Szűkítő        | 0,3   | 47.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             | 47.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
| Golyóscsap     | 0,5   | 48.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             | 48.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
| Radiátor       | 2,5   | 49.     |        | 1  |         |            |          |       |             | 49.     | 0      | 1  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1      |
| Osztó          | 0,5   | 50.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             | 50.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
| Visszacsapó    | 7,7   | 51.     |        | 1  |         |            |          |       |             | 51.     | 0      | 1  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1      |
|                |       | 52.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             | 52.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
|                |       | 53.     |        | 1  |         |            |          |       |             | 53.     | 0      | 1  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1      |
|                |       | 54.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             | 54.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
|                |       | 55.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             | 55.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
|                |       | 56.     |        | 1  |         |            |          |       |             | 56.     | 0      | 1  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1      |
|                |       | 57.     | 3      |    |         |            | 1        |       |             | 57.     | 1,05   | 0  | 0       | 0          | 2,5      | 0     | 0           | 3,55   |
|                |       | 58.     | 3      |    |         |            |          |       |             | 58.     | 1,05   | 0  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,05   |
|                |       | 59.     |        | 1  |         |            |          |       |             | 59.     | 0      | 1  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1      |
|                |       | 60.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             | 60.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
|                |       | 61.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             | 61.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
|                |       | 62.     |        | 1  |         |            |          |       |             | 62.     | 0      | 1  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1      |
|                |       | 63.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             | 63.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
|                |       | 64.     |        | 1  |         |            |          |       |             | 64.     | 0      | 1  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1      |
|                |       | 65.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             | 65.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
|                |       | 66.     |        | 1  |         |            |          |       |             | 66.     | 0      | 1  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1      |
|                |       | 67.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             | 67.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
|                |       | 68.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             | 68.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
|                |       | 29.     |        | 1  |         |            |          |       |             | 29.     | 0      | 1  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1      |
|                |       | 30.     | 3      | 1  |         | 1          |          | 1     |             | 30.     | 1,05   | 1  | 0       | 0,5        | 0        | 0,5   | 0           | 3,05   |

4. kör

| Szakasz | Q. [W] | m. [kg/h] | c [J/kgK] | ΔT [°]<br>(55°/45°) | ρ [kg/m3] | V. [m3/h] | v [m/s] | dcső [m] | Acső [m2] | v [m2/s]<br>(50°) | Re [-]   | λ [-]  | l [m] | Δps [Pa] | Σζ [-] | Δpa [Pa] | Δpszelepek<br>[Pa] | ΣΔp [Pa]        |
|---------|--------|-----------|-----------|---------------------|-----------|-----------|---------|----------|-----------|-------------------|----------|--------|-------|----------|--------|----------|--------------------|-----------------|
| 01.     | 64411  | 5548,6863 | 4179      | 10                  | 985,7     | 5,6292    | 0,7658  | 0,051    | 0,002042  | 0,000000556       | 70247,08 | 0,0194 | 5,32  | 586,01   | 11,75  | 3396,40  | 0,00               | 3982,40         |
| 02.     | 54929  | 4731,8593 | 4179      | 10                  | 985,7     | 4,8005    | 0,6531  | 0,051    | 0,002042  | 0,000000556       | 59905,95 | 0,0202 | 9,9   | 825,27   | 1,3    | 273,28   | 0,00               | 1098,55         |
| 47.     | 12089  | 1041,4070 | 4179      | 10                  | 985,7     | 1,0565    | 0,2224  | 0,041    | 0,001320  | 0,000000556       | 16400,04 | 0,0280 | 1,3   | 21,61    | 1,3    | 31,69    | 0,00               | 53,30           |
| 69.     | 3821   | 329,1601  | 4179      | 10                  | 985,7     | 0,3339    | 0,1154  | 0,032    | 0,000804  | 0,000000556       | 6641,49  | 0,0350 | 1,035 | 7,44     | 1,3    | 8,53     | 0,00               | 15,97           |
| 70.     | 2786   | 240,0000  | 4179      | 10                  | 985,7     | 0,2435    | 0,2154  | 0,02     | 0,000314  | 0,000000556       | 7748,00  | 0,0337 | 4,59  | 176,97   | 1,3    | 29,73    | 0,00               | 206,70          |
| 71.     | 1751   | 150,8399  | 4179      | 10                  | 985,7     | 0,1530    | 0,2254  | 0,0155   | 0,000189  | 0,000000556       | 6283,37  | 0,0355 | 2,5   | 143,51   | 1,3    | 32,55    | 0,00               | 176,06          |
| 72.     | 716    | 61,6798   | 4179      | 10                  | 985,7     | 0,0626    | 0,1538  | 0,012    | 0,000113  | 0,000000556       | 3318,72  | 0,0417 | 7,61  | 308,06   | 3,55   | 41,37    | 961,77             | 1311,20         |
| 73.     | 716    | 61,7241   | 4176      | 10                  | 990,2     | 0,0623    | 0,1532  | 0,012    | 0,000113  | 0,000000556       | 3306,01  | 0,0417 | 7,61  | 307,40   | 1,05   | 12,20    | 0,00               | 319,60          |
| 74.     | 1751   | 150,9483  | 4176      | 10                  | 990,2     | 0,1524    | 0,2245  | 0,0155   | 0,000189  | 0,000000556       | 6259,31  | 0,0356 | 2,5   | 143,20   | 1,3    | 32,45    | 0,00               | 175,65          |
| 75.     | 2786   | 240,1724  | 4176      | 10                  | 990,2     | 0,2425    | 0,2146  | 0,02     | 0,000314  | 0,000000556       | 7718,33  | 0,0338 | 4,59  | 176,59   | 1,3    | 29,63    | 0,00               | 206,22          |
| 76.     | 3821   | 329,3966  | 4176      | 10                  | 990,2     | 0,3327    | 0,1150  | 0,032    | 0,000804  | 0,000000556       | 6616,06  | 0,0351 | 1,035 | 7,42     | 1,3    | 8,51     | 3000,00            | 3015,93         |
| 68.     | 12089  | 1042,1552 | 4176      | 10                  | 990,2     | 1,0525    | 0,2215  | 0,041    | 0,001320  | 0,000000556       | 16337,24 | 0,0280 | 1,3   | 21,56    | 1,3    | 31,59    | 3000,00            | 3053,16         |
| 29.     | 54929  | 4735,2586 | 4176      | 10                  | 990,2     | 4,7821    | 0,6506  | 0,051    | 0,002042  | 0,000000556       | 59676,54 | 0,0202 | 9,9   | 823,49   | 1,3    | 272,43   | 3000,00            | 4095,92         |
| 30.     | 64411  | 5552,6724 | 4176      | 10                  | 990,2     | 5,6076    | 0,7629  | 0,051    | 0,002042  | 0,000000556       | 69978,08 | 0,0195 | 5,32  | 584,74   | 3,05   | 878,87   | 3000,00            | 4463,61         |
|         |        |           |           |                     |           |           |         |          |           |                   |          |        |       | 4133,29  |        | 5079,22  |                    | <b>22174,27</b> |

| Idomok listája | Érték | Szakasz | Könyök | Té | Szűkítő | Golyóscsap | Radiátor | Osztó | Visszacsapó |  | Szakasz | Könyök | Té | Szűkítő | Golyóscsap | Radiátor | Osztó | Visszacsapó | Összes |
|----------------|-------|---------|--------|----|---------|------------|----------|-------|-------------|--|---------|--------|----|---------|------------|----------|-------|-------------|--------|
| Könyök         | 0,35  | 01.     | 3      | 1  |         | 3          |          | 1     | 1           |  | 01.     | 1,05   | 1  | 0       | 1,5        | 0        | 0,5   | 7,7         | 11,75  |
| Té             | 1     | 02.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             |  | 02.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
| Szűkítő        | 0,3   | 47.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             |  | 47.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
| Golyóscsap     | 0,5   | 69.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             |  | 69.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
| Radiátor       | 2,5   | 70.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             |  | 70.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
| Osztó          | 0,5   | 71.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             |  | 71.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
| Visszacsapó    | 7,7   | 72.     | 3      |    |         |            | 1        |       |             |  | 72.     | 1,05   | 0  | 0       | 0          | 2,5      | 0     | 0           | 3,55   |
|                |       | 73.     | 3      |    |         |            |          |       |             |  | 73.     | 1,05   | 0  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,05   |
|                |       | 74.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             |  | 74.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
|                |       | 75.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             |  | 75.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
|                |       | 76.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             |  | 76.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
|                |       | 68.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             |  | 68.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
|                |       | 29.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             |  | 29.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
|                |       | 30.     | 3      | 1  |         | 1          |          | 1     |             |  | 30.     | 1,05   | 1  | 0       | 0,5        | 0        | 0,5   | 0           | 3,05   |

5. kör

| Szakasz | Q. [W] | m. [kg/h] | c [J/kgK] | ΔT [°]<br>(55°/45°) | ρ [kg/m3] | V. [m3/h] | v [m/s] | dcső [m] | Acső [m2] | v [m2/s]<br>(50°) | Re [-]   | λ [-]  | l [m] | Δps [Pa] | Σζ [-] | Δpa [Pa] | Δpszelepek<br>[Pa] | ΣΔp [Pa] |
|---------|--------|-----------|-----------|---------------------|-----------|-----------|---------|----------|-----------|-------------------|----------|--------|-------|----------|--------|----------|--------------------|----------|
| 01.     | 64411  | 5548,6863 | 4179      | 10                  | 985,7     | 5,6292    | 0,7658  | 0,051    | 0,002042  | 0,000000556       | 70247,08 | 0,0194 | 5,32  | 586,01   | 12,05  | 3483,11  | 0,00               | 4069,12  |
| 77.     | 9482   | 816,8270  | 4179      | 10                  | 985,7     | 0,8287    | 0,4338  | 0,026    | 0,000531  | 0,000000556       | 20284,53 | 0,0265 | 4,95  | 468,09   | 1,3    | 120,56   | 0,00               | 588,64   |
| 78.     | 3096   | 266,7050  | 4179      | 10                  | 985,7     | 0,2706    | 0,2394  | 0,02     | 0,000314  | 0,000000556       | 8610,12  | 0,0328 | 1,57  | 72,81    | 1,3    | 36,71    | 0,00               | 109,52   |
| 79.     | 2477   | 213,3812  | 4179      | 10                  | 985,7     | 0,2165    | 0,3188  | 0,0155   | 0,000189  | 0,000000556       | 8888,59  | 0,0326 | 2,3   | 242,27   | 1,3    | 65,13    | 0,00               | 307,40   |
| 80.     | 1858   | 160,0574  | 4179      | 10                  | 985,7     | 0,1624    | 0,2392  | 0,0155   | 0,000189  | 0,000000556       | 6667,34  | 0,0350 | 4,11  | 261,74   | 1      | 28,19    | 0,00               | 289,93   |
| 81.     | 1485   | 127,9253  | 4179      | 10                  | 985,7     | 0,1298    | 0,3189  | 0,012    | 0,000113  | 0,000000556       | 6883,09  | 0,0347 | 2,8   | 406,29   | 1,3    | 65,16    | 0,00               | 471,46   |
| 82.     | 862    | 74,2570   | 4179      | 10                  | 985,7     | 0,0753    | 0,1851  | 0,012    | 0,000113  | 0,000000556       | 3995,44  | 0,0398 | 1,98  | 110,91   | 1      | 16,89    | 0,00               | 127,80   |
| 83.     | 619    | 53,3238   | 4179      | 10                  | 985,7     | 0,0541    | 0,1329  | 0,012    | 0,000113  | 0,000000556       | 2869,11  | 0,0432 | 7,33  | 230,00   | 3,9    | 33,97    | 718,85             | 982,81   |
| 84.     | 619    | 53,3621   | 4176      | 10                  | 990,2     | 0,0539    | 0,1324  | 0,012    | 0,000113  | 0,000000556       | 2858,13  | 0,0433 | 7,33  | 229,50   | 1,4    | 12,16    | 0,00               | 241,66   |
| 85.     | 862    | 74,3103   | 4176      | 10                  | 990,2     | 0,0750    | 0,1844  | 0,012    | 0,000113  | 0,000000556       | 3980,14  | 0,0398 | 1,98  | 110,67   | 1      | 16,84    | 0,00               | 127,51   |
| 86.     | 1485   | 128,0172  | 4176      | 10                  | 990,2     | 0,1293    | 0,3177  | 0,012    | 0,000113  | 0,000000556       | 6856,73  | 0,0348 | 2,8   | 405,41   | 1,3    | 64,96    | 0,00               | 470,38   |
| 87.     | 1858   | 160,1724  | 4176      | 10                  | 990,2     | 0,1618    | 0,2382  | 0,0155   | 0,000189  | 0,000000556       | 6641,81  | 0,0350 | 4,11  | 261,17   | 1      | 28,10    | 0,00               | 289,27   |
| 88.     | 2477   | 213,5345  | 4176      | 10                  | 990,2     | 0,2156    | 0,3176  | 0,0155   | 0,000189  | 0,000000556       | 8854,55  | 0,0326 | 2,3   | 241,74   | 1,3    | 64,93    | 0,00               | 306,67   |
| 89.     | 3096   | 266,8966  | 4176      | 10                  | 990,2     | 0,2695    | 0,2384  | 0,02     | 0,000314  | 0,000000556       | 8577,15  | 0,0329 | 1,57  | 72,65    | 1,3    | 36,59    | 3000,00            | 3109,24  |
| 90.     | 9482   | 817,4138  | 4176      | 10                  | 990,2     | 0,8255    | 0,4321  | 0,026    | 0,000531  | 0,000000556       | 20206,86 | 0,0265 | 4,95  | 467,08   | 1,3    | 120,18   | 3000,00            | 3587,26  |
| 30.     | 64411  | 5552,6724 | 4176      | 10                  | 990,2     | 5,6076    | 0,7629  | 0,051    | 0,002042  | 0,000000556       | 69978,08 | 0,0195 | 5,32  | 584,74   | 3,35   | 965,32   | 3000,00            | 4550,06  |
|         |        |           |           |                     |           |           |         |          |           |                   |          |        |       | 4751,06  |        | 5158,81  |                    | 19628,72 |

| Idomok listája | Érték | Szakasz | Könyök | Té | Szűkítő | Golyóscsap | Radiátor | Osztó | Visszacsapó |  | Szakasz | Könyök | Té | Szűkítő | Golyóscsap | Radiátor | Osztó | Visszacsapó | Összes |
|----------------|-------|---------|--------|----|---------|------------|----------|-------|-------------|--|---------|--------|----|---------|------------|----------|-------|-------------|--------|
| Könyök         | 0,35  | 01.     | 3      | 1  | 1       | 3          |          | 1     | 1           |  | 01.     | 1,05   | 1  | 0,3     | 1,5        | 0        | 0,5   | 7,7         | 12,05  |
| Té             | 1     | 77.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             |  | 77.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
| Szűkítő        | 0,3   | 78.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             |  | 78.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
| Golyóscsap     | 0,5   | 79.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             |  | 79.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
| Radiátor       | 2,5   | 80.     |        | 1  |         |            |          |       |             |  | 80.     | 0      | 1  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1      |
| Osztó          | 0,5   | 81.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             |  | 81.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
| Visszacsapó    | 7,7   | 82.     |        | 1  |         |            |          |       |             |  | 82.     | 0      | 1  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1      |
|                |       | 83.     | 4      |    |         |            | 1        |       |             |  | 83.     | 1,4    | 0  | 0       | 0          | 2,5      | 0     | 0           | 3,9    |
|                |       | 84.     | 4      |    |         |            |          |       |             |  | 84.     | 1,4    | 0  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,4    |
|                |       | 85.     |        | 1  |         |            |          |       |             |  | 85.     | 0      | 1  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1      |
|                |       | 86.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             |  | 86.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
|                |       | 87.     |        | 1  |         |            |          |       |             |  | 87.     | 0      | 1  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1      |
|                |       | 88.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             |  | 88.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
|                |       | 89.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             |  | 89.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
|                |       | 90.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             |  | 90.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
|                |       | 30.     | 3      | 1  | 1       | 1          |          | 1     |             |  | 30.     | 1,05   | 1  | 0,3     | 0,5        | 0        | 0,5   | 0           | 3,35   |

6. kör

| Szakasz | Q. [W] | m. [kg/h] | c [J/kgK] | ΔT [°]<br>(55°/45°) | ρ [kg/m3] | V. [m3/h] | v [m/s] | dcső [m] | Acső [m2] | v [m2/s]<br>(50°) | Re [-]   | λ [-]  | l [m] | Δps [Pa] | Σζ [-] | Δpa [Pa] | Δpszelepek<br>[Pa] | ΣΔp [Pa]        |
|---------|--------|-----------|-----------|---------------------|-----------|-----------|---------|----------|-----------|-------------------|----------|--------|-------|----------|--------|----------|--------------------|-----------------|
| 01.     | 64411  | 5548,6863 | 4179      | 10                  | 985,7     | 5,6292    | 0,7658  | 0,051    | 0,002042  | 0,000000556       | 70247,08 | 0,0194 | 5,32  | 586,01   | 12,05  | 3483,11  | 0,00               | 4069,12         |
| 77.     | 9482   | 816,8270  | 4179      | 10                  | 985,7     | 0,8287    | 0,4338  | 0,026    | 0,000531  | 0,000000556       | 20284,53 | 0,0265 | 4,95  | 468,09   | 1,3    | 120,56   | 0,00               | 588,64          |
| 91.     | 6386   | 550,1220  | 4179      | 10                  | 985,7     | 0,5581    | 0,2921  | 0,026    | 0,000531  | 0,000000556       | 13661,36 | 0,0293 | 2,7   | 127,84   | 1      | 42,06    | 0,00               | 169,90          |
| 92.     | 5520   | 475,5205  | 4179      | 10                  | 985,7     | 0,4824    | 0,4268  | 0,02     | 0,000314  | 0,000000556       | 15351,38 | 0,0284 | 5,555 | 708,68   | 1,3    | 116,69   | 0,00               | 825,38          |
| 99.     | 2760   | 237,7602  | 4179      | 10                  | 985,7     | 0,2412    | 0,3553  | 0,0155   | 0,000189  | 0,000000556       | 9904,12  | 0,0317 | 0,42  | 53,46    | 1,3    | 80,87    | 0,00               | 134,33          |
| 100.    | 1380   | 118,8801  | 4179      | 10                  | 985,7     | 0,1206    | 0,2964  | 0,012    | 0,000113  | 0,000000556       | 6396,41  | 0,0354 | 5,8   | 740,24   | 3,85   | 166,66   | 3572,79            | 4479,69         |
| 101.    | 1380   | 118,9655  | 4176      | 10                  | 990,2     | 0,1201    | 0,2952  | 0,012    | 0,000113  | 0,000000556       | 6371,92  | 0,0354 | 5,8   | 738,64   | 1,35   | 58,26    | 0,00               | 796,90          |
| 102.    | 2760   | 237,9310  | 4176      | 10                  | 990,2     | 0,2403    | 0,3539  | 0,0155   | 0,000189  | 0,000000556       | 9866,19  | 0,0317 | 0,42  | 53,35    | 1,3    | 80,62    | 3000,00            | 3133,96         |
| 97.     | 5520   | 475,8621  | 4176      | 10                  | 990,2     | 0,4806    | 0,4251  | 0,02     | 0,000314  | 0,000000556       | 15292,60 | 0,0285 | 5,555 | 707,16   | 1,3    | 116,33   | 0,00               | 823,49          |
| 98.     | 6386   | 550,5172  | 4176      | 10                  | 990,2     | 0,5560    | 0,2910  | 0,026    | 0,000531  | 0,000000556       | 13609,05 | 0,0293 | 2,7   | 127,56   | 1      | 41,93    | 3000,00            | 3169,49         |
| 90.     | 9482   | 817,4138  | 4176      | 10                  | 990,2     | 0,8255    | 0,4321  | 0,026    | 0,000531  | 0,000000556       | 20206,86 | 0,0265 | 4,95  | 467,08   | 1,3    | 120,18   | 3000,00            | 3587,26         |
| 30.     | 64411  | 5552,6724 | 4176      | 10                  | 990,2     | 5,6076    | 0,7629  | 0,051    | 0,002042  | 0,000000556       | 69978,08 | 0,0195 | 5,32  | 584,74   | 3,35   | 965,32   | 3000,00            | 4550,06         |
|         |        |           |           |                     |           |           |         |          |           |                   |          |        |       | 5362,84  |        | 5392,59  |                    | <b>26328,22</b> |

| Idomok listája | Érték | Szakasz | Könyök | Té | Szűkítő | Golyóscsap | Radiátor | Osztó | Visszacsapó | Szakasz | Könyök | Té | Szűkítő | Golyóscsap | Radiátor | Osztó | Visszacsapó | Összes |
|----------------|-------|---------|--------|----|---------|------------|----------|-------|-------------|---------|--------|----|---------|------------|----------|-------|-------------|--------|
| Könyök         | 0,35  | 01.     | 3      | 1  | 1       | 3          |          | 1     | 1           | 01.     | 1,05   | 1  | 0,3     | 1,5        | 0        | 0,5   | 7,7         | 12,05  |
| Té             | 1     | 77.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             | 77.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
| Szűkítő        | 0,3   | 91.     |        | 1  |         |            |          |       |             | 91.     | 0      | 1  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1      |
| Golyóscsap     | 0,5   | 92.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             | 92.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
| Radiátor       | 2,5   | 99.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             | 99.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
| Osztó          | 0,5   | 100.    | 3      |    | 1       |            | 1        |       |             | 100.    | 1,05   | 0  | 0,3     | 0          | 2,5      | 0     | 0           | 3,85   |
| Visszacsapó    | 7,7   | 101.    | 3      |    | 1       |            |          |       |             | 101.    | 1,05   | 0  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,35   |
|                |       |         |        |    | 1       | 1          |          |       |             | 102.    | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
|                |       |         |        |    | 1       | 1          |          |       |             | 97.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
|                |       |         |        |    | 1       |            |          |       |             | 98.     | 0      | 1  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1      |
|                |       |         |        |    | 1       | 1          |          |       |             | 90.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
|                |       |         |        | 3  | 1       | 1          | 1        | 1     |             | 30.     | 1,05   | 1  | 0,3     | 0,5        | 0        | 0,5   | 0           | 3,35   |

7. kör

| Szakasz | Q. [W] | m. [kg/h] | c [J/kgK] | ΔT [°]<br>(55°/45°) | ρ [kg/m3] | V. [m3/h] | v [m/s] | dcső [m] | Acső [m2] | v [m2/s]<br>(50°) | Re [-]   | λ [-]  | l [m] | Δps [Pa] | Σζ [-] | Δpa [Pa] | Δpszelepek<br>[Pa] | ΣΔp [Pa]        |
|---------|--------|-----------|-----------|---------------------|-----------|-----------|---------|----------|-----------|-------------------|----------|--------|-------|----------|--------|----------|--------------------|-----------------|
| 01.     | 64411  | 5548,6863 | 4179      | 10                  | 985,7     | 5,6292    | 0,7658  | 0,051    | 0,002042  | 0,000000556       | 70247,08 | 0,0194 | 5,32  | 586,01   | 12,05  | 3483,11  | 0,00               | 4069,12         |
| 77.     | 9482   | 816,8270  | 4179      | 10                  | 985,7     | 0,8287    | 0,4338  | 0,026    | 0,000531  | 0,000000556       | 20284,53 | 0,0265 | 4,95  | 468,09   | 1,3    | 120,56   | 0,00               | 588,64          |
| 91.     | 6386   | 550,1220  | 4179      | 10                  | 985,7     | 0,5581    | 0,2921  | 0,026    | 0,000531  | 0,000000556       | 13661,36 | 0,0293 | 2,7   | 127,84   | 1      | 42,06    | 0,00               | 169,90          |
| 92.     | 5520   | 475,5205  | 4179      | 10                  | 985,7     | 0,4824    | 0,4268  | 0,02     | 0,000314  | 0,000000556       | 15351,38 | 0,0284 | 5,555 | 708,68   | 1,3    | 116,69   | 0,00               | 825,38          |
| 93.     | 2760   | 237,7602  | 4179      | 10                  | 985,7     | 0,2412    | 0,3553  | 0,0155   | 0,000189  | 0,000000556       | 9904,12  | 0,0317 | 7,5   | 954,65   | 1,65   | 102,64   | 0,00               | 1057,29         |
| 94.     | 1380   | 118,8801  | 4179      | 10                  | 985,7     | 0,1206    | 0,2964  | 0,012    | 0,000113  | 0,000000556       | 6396,41  | 0,0354 | 5,6   | 714,72   | 3,85   | 166,66   | 3572,79            | 4454,17         |
| 95.     | 1380   | 118,9655  | 4176      | 10                  | 990,2     | 0,1201    | 0,2952  | 0,012    | 0,000113  | 0,000000556       | 6371,92  | 0,0354 | 5,6   | 713,17   | 1,35   | 58,26    | 0,00               | 771,43          |
| 96.     | 2760   | 237,9310  | 4176      | 10                  | 990,2     | 0,2403    | 0,3539  | 0,0155   | 0,000189  | 0,000000556       | 9866,19  | 0,0317 | 7,5   | 952,59   | 1,65   | 102,32   | 3000,00            | 4054,91         |
| 97.     | 5520   | 475,8621  | 4176      | 10                  | 990,2     | 0,4806    | 0,4251  | 0,02     | 0,000314  | 0,000000556       | 15292,60 | 0,0285 | 5,555 | 707,16   | 1,3    | 116,33   | 0,00               | 823,49          |
| 98.     | 6386   | 550,5172  | 4176      | 10                  | 990,2     | 0,5560    | 0,2910  | 0,026    | 0,000531  | 0,000000556       | 13609,05 | 0,0293 | 2,7   | 127,56   | 1      | 41,93    | 3000,00            | 3169,49         |
| 90.     | 9482   | 817,4138  | 4176      | 10                  | 990,2     | 0,8255    | 0,4321  | 0,026    | 0,000531  | 0,000000556       | 20206,86 | 0,0265 | 4,95  | 467,08   | 1,3    | 120,18   | 3000,00            | 3587,26         |
| 30.     | 64411  | 5552,6724 | 4176      | 10                  | 990,2     | 5,6076    | 0,7629  | 0,051    | 0,002042  | 0,000000556       | 69978,08 | 0,0195 | 5,32  | 584,74   | 3,35   | 965,32   | 3000,00            | 4550,06         |
|         |        |           |           |                     |           |           |         |          |           |                   |          |        |       | 7112,28  |        | 5436,07  |                    | <b>28121,14</b> |

| Idomok listája | Érték | Szakasz | Könyök | Té | Szűkítő | Golyóscsap | Radiátor | Osztó | Visszacsapó | Szakasz | Könyök | Té | Szűkítő | Golyóscsap | Radiátor | Osztó | Visszacsapó | Összes |
|----------------|-------|---------|--------|----|---------|------------|----------|-------|-------------|---------|--------|----|---------|------------|----------|-------|-------------|--------|
| Könyök         | 0,35  | 01.     | 3      | 1  | 1       | 3          |          | 1     | 1           | 01.     | 1,05   | 1  | 0,3     | 1,5        | 0        | 0,5   | 7,7         | 12,05  |
| Té             | 1     | 77.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             | 77.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
| Szűkítő        | 0,3   | 91.     |        | 1  |         |            |          |       |             | 91.     | 0      | 1  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1      |
| Golyóscsap     | 0,5   | 92.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             | 92.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
| Radiátor       | 2,5   | 93.     | 1      | 1  | 1       |            |          |       |             | 93.     | 0,35   | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,65   |
| Osztó          | 0,5   | 94.     | 3      |    | 1       |            | 1        |       |             | 94.     | 1,05   | 0  | 0,3     | 0          | 2,5      | 0     | 0           | 3,85   |
| Visszacsapó    | 7,7   | 95.     | 3      |    | 1       |            |          |       |             | 95.     | 1,05   | 0  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,35   |
|                |       | 96.     | 1      | 1  | 1       |            |          |       |             | 96.     | 0,35   | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,65   |
|                |       | 97.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             | 97.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
|                |       | 98.     |        | 1  |         |            |          |       |             | 98.     | 0      | 1  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1      |
|                |       | 90.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             | 90.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
|                |       | 30.     | 3      | 1  | 1       | 1          |          | 1     |             | 30.     | 1,05   | 1  | 0,3     | 0,5        | 0        | 0,5   | 0           | 3,35   |

Mértékadó csőszakasz

| Szakasz | Q. [W] | m. [kg/h] | c [J/kgK] | ΔT [°]<br>(55°/45°) | ρ [kg/m3] | V. [m3/h] | v [m/s] | dcső [m] | Acső [m2] | v [m2/s]<br>(50°) | Re [-]   | λ [-]  | l [m] | Δps [Pa] | Σζ [-] | Δpa [Pa] | Δpszelepek<br>[Pa] | ΣΔp [Pa]        |
|---------|--------|-----------|-----------|---------------------|-----------|-----------|---------|----------|-----------|-------------------|----------|--------|-------|----------|--------|----------|--------------------|-----------------|
| 01.     | 16226  | 1397,7889 | 4179      | 10                  | 985,7     | 1,4181    | 0,4900  | 0,032    | 0,000804  | 0,000000556       | 28203,30 | 0,0244 | 3     | 270,89   | 11,7   | 1384,68  | 0,00               | 1655,57         |
| 02.     | 8534   | 735,1615  | 4179      | 10                  | 985,7     | 0,7458    | 0,3904  | 0,026    | 0,000531  | 0,000000556       | 18256,51 | 0,0272 | 18,62 | 1464,34  | 3,05   | 229,11   | 0,00               | 1693,45         |
| 03.     | 4968   | 427,9684  | 4179      | 10                  | 985,7     | 0,4342    | 0,3841  | 0,02     | 0,000314  | 0,000000556       | 13816,24 | 0,0292 | 5,5   | 583,52   | 3      | 218,13   | 4000,00            | 4801,65         |
| 04.     | 2602   | 224,1493  | 4179      | 10                  | 985,7     | 0,2274    | 0,3349  | 0,0155   | 0,000189  | 0,000000556       | 9337,14  | 0,0322 | 3,5   | 401,84   | 1,3    | 71,87    | 0,00               | 473,71          |
| 05.     | 2025   | 174,4436  | 4179      | 10                  | 985,7     | 0,1770    | 0,2607  | 0,0155   | 0,000189  | 0,000000556       | 7266,61  | 0,0343 | 1,47  | 108,83   | 1      | 33,49    | 0,00               | 142,32          |
| 06.     | 1620   | 139,5549  | 4179      | 10                  | 985,7     | 0,1416    | 0,3479  | 0,012    | 0,000113  | 0,000000556       | 7508,83  | 0,0340 | 1,7   | 287,25   | 1,3    | 77,55    | 0,00               | 364,80          |
| 07.     | 1215   | 104,6662  | 4179      | 10                  | 985,7     | 0,1062    | 0,2609  | 0,012    | 0,000113  | 0,000000556       | 5631,62  | 0,0365 | 2,18  | 222,65   | 1      | 33,56    | 0,00               | 256,21          |
| 08.     | 810    | 69,7775   | 4179      | 10                  | 985,7     | 0,0708    | 0,1740  | 0,012    | 0,000113  | 0,000000556       | 3754,41  | 0,0404 | 1,55  | 77,86    | 1      | 14,91    | 0,00               | 92,78           |
| 09.     | 405    | 34,8887   | 4179      | 10                  | 985,7     | 0,0354    | 0,0870  | 0,012    | 0,000113  | 0,000000556       | 1877,21  | 0,0481 | 2,51  | 37,49    | 3,55   | 13,24    | 307,72             | 358,45          |
| 10.     | 405    | 34,9138   | 4176      | 10                  | 990,2     | 0,0353    | 0,0866  | 0,012    | 0,000113  | 0,000000556       | 1870,02  | 0,0481 | 2,51  | 37,41    | 1,05   | 3,90     | 0,00               | 41,31           |
| 11.     | 810    | 69,8276   | 4176      | 10                  | 990,2     | 0,0705    | 0,1733  | 0,012    | 0,000113  | 0,000000556       | 3740,04  | 0,0405 | 1,55  | 77,70    | 1      | 14,87    | 0,00               | 92,56           |
| 12.     | 1215   | 104,7414  | 4176      | 10                  | 990,2     | 0,1058    | 0,2599  | 0,012    | 0,000113  | 0,000000556       | 5610,06  | 0,0366 | 2,18  | 222,17   | 1      | 33,45    | 0,00               | 255,62          |
| 13.     | 1620   | 139,6552  | 4176      | 10                  | 990,2     | 0,1410    | 0,3466  | 0,012    | 0,000113  | 0,000000556       | 7480,07  | 0,0340 | 1,7   | 286,63   | 1,3    | 77,31    | 0,00               | 363,94          |
| 14.     | 2025   | 174,5690  | 4176      | 10                  | 990,2     | 0,1763    | 0,2597  | 0,0155   | 0,000189  | 0,000000556       | 7238,78  | 0,0343 | 1,47  | 108,60   | 1      | 33,38    | 0,00               | 141,98          |
| 15.     | 2602   | 224,3103  | 4176      | 10                  | 990,2     | 0,2265    | 0,3336  | 0,0155   | 0,000189  | 0,000000556       | 9301,39  | 0,0322 | 3,5   | 400,97   | 1,3    | 71,65    | 0,00               | 472,62          |
| 16.     | 4968   | 428,2759  | 4176      | 10                  | 990,2     | 0,4325    | 0,3826  | 0,02     | 0,000314  | 0,000000556       | 13763,34 | 0,0292 | 5,5   | 582,26   | 2,5    | 181,20   | 3000,00            | 3763,47         |
| 17.     | 8534   | 735,6897  | 4176      | 10                  | 990,2     | 0,7430    | 0,3889  | 0,026    | 0,000531  | 0,000000556       | 18186,60 | 0,0272 | 18,62 | 1461,18  | 3,05   | 228,40   | 3000,00            | 4689,58         |
| 18.     | 16226  | 1398,7931 | 4176      | 10                  | 990,2     | 1,4126    | 0,4882  | 0,032    | 0,000804  | 0,000000556       | 28095,30 | 0,0244 | 3     | 270,31   | 3      | 353,94   | 3000,00            | 3624,25         |
|         |        |           |           |                     |           |           |         |          |           |                   |          |        |       | 6901,88  |        | 3074,65  |                    | <b>23284,25</b> |

|                |       |         |        |    |         |            |          |       |             |  |         |        |    |         |            |          |       |             |        |
|----------------|-------|---------|--------|----|---------|------------|----------|-------|-------------|--|---------|--------|----|---------|------------|----------|-------|-------------|--------|
| Idomok listája | Érték | Szakasz | Könyök | Té | Szűkítő | Golyóscsap | Radiátor | Osztó | Visszacsapó |  | Szakasz | Könyök | Té | Szűkítő | Golyóscsap | Radiátor | Osztó | Visszacsapó | Összes |
| Könyök         | 0,35  | 01.     | 2      | 1  | 1       | 3          |          | 1     | 1           |  | 01.     | 0,7    | 1  | 0,3     | 1,5        | 0        | 0,5   | 7,7         | 11,7   |
| Té             | 1     | 02.     | 5      | 1  | 1       |            |          |       |             |  | 02.     | 1,75   | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 3,05   |
| Szűkítő        | 0,3   | 03.     | 2      | 1  | 1       | 2          |          |       |             |  | 03.     | 0,7    | 1  | 0,3     | 1          | 0        | 0     | 0           | 3      |
| Golyóscsap     | 0,5   | 04.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             |  | 04.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
| Radiátor       | 2,5   | 05.     |        | 1  |         |            |          |       |             |  | 05.     | 0      | 1  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1      |
| Osztó          | 0,5   | 06.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             |  | 06.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
| Visszacsapó    | 7,7   | 07.     |        | 1  |         |            |          |       |             |  | 07.     | 0      | 1  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1      |
|                |       | 08.     |        | 1  |         |            |          |       |             |  | 08.     | 0      | 1  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1      |
|                |       | 09.     | 3      |    |         |            | 1        |       |             |  | 09.     | 1,05   | 0  | 0       | 0          | 2,5      | 0     | 0           | 3,55   |
|                |       | 10.     | 3      |    |         |            |          |       |             |  | 10.     | 1,05   | 0  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,05   |
|                |       | 11.     |        | 1  |         |            |          |       |             |  | 11.     | 0      | 1  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1      |
|                |       | 12.     |        | 1  |         |            |          |       |             |  | 12.     | 0      | 1  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1      |
|                |       | 13.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             |  | 13.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
|                |       | 14.     |        | 1  |         |            |          |       |             |  | 14.     | 0      | 1  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1      |
|                |       | 15.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             |  | 15.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
|                |       | 16.     | 2      | 1  | 1       | 1          |          |       |             |  | 16.     | 0,7    | 1  | 0,3     | 0,5        | 0        | 0     | 0           | 2,5    |
|                |       | 17.     | 5      | 1  | 1       |            |          |       |             |  | 17.     | 1,75   | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 3,05   |
|                |       | 18.     | 2      | 1  | 1       | 1          |          | 1     |             |  | 18.     | 0,7    | 1  | 0,3     | 0,5        | 0        | 0,5   | 0           | 3      |

2. kör

| Szakasz | Q. [W] | m. [kg/h] | c [J/kgK] | $\Delta T$ [°]<br>(55°/45°) | $\rho$ [kg/m3] | V. [m3/h] | v [m/s] | dcső [m] | Acső [m2] | v [m2/s]<br>(50°) | Re [-]   | $\lambda$ [-] | l [m] | $\Delta p_s$ [Pa] | $\Sigma \zeta$ [-] | $\Delta p_a$ [Pa] | $\Delta p_{szelepek}$ [Pa] | $\Sigma \Delta p$ [Pa] |
|---------|--------|-----------|-----------|-----------------------------|----------------|-----------|---------|----------|-----------|-------------------|----------|---------------|-------|-------------------|--------------------|-------------------|----------------------------|------------------------|
| 01.     | 16226  | 1397,7889 | 4179      | 10                          | 985,7          | 1,4181    | 0,4900  | 0,032    | 0,000804  | 0,000000556       | 28203,30 | 0,0244        | 3     | 270,89            | 11,7               | 1384,68           | 0,00                       | 1655,57                |
| 02.     | 8534   | 735,1615  | 4179      | 10                          | 985,7          | 0,7458    | 0,3904  | 0,026    | 0,000531  | 0,000000556       | 18256,51 | 0,0272        | 18,62 | 1464,34           | 3,05               | 229,11            | 0,00                       | 1693,45                |
| 03.     | 4968   | 427,9684  | 4179      | 10                          | 985,7          | 0,4342    | 0,3841  | 0,02     | 0,000314  | 0,000000556       | 13816,24 | 0,0292        | 5,5   | 583,52            | 3                  | 218,13            | 4000,00                    | 4801,65                |
| 19.     | 2366   | 203,8191  | 4179      | 10                          | 985,7          | 0,2068    | 0,3046  | 0,0155   | 0,000189  | 0,000000556       | 8490,27  | 0,0330        | 4,21  | 409,26            | 1,65               | 75,43             | 0,00                       | 484,69                 |
| 20.     | 1588   | 136,7983  | 4179      | 10                          | 985,7          | 0,1388    | 0,3410  | 0,012    | 0,000113  | 0,000000556       | 7360,51  | 0,0342        | 1,5   | 244,76            | 1,3                | 74,52             | 0,00                       | 319,28                 |
| 21.     | 810    | 69,7775   | 4179      | 10                          | 985,7          | 0,0708    | 0,1740  | 0,012    | 0,000113  | 0,000000556       | 3754,41  | 0,0404        | 4,7   | 236,10            | 1                  | 14,91             | 0,00                       | 251,02                 |
| 22.     | 405    | 34,8887   | 4179      | 10                          | 985,7          | 0,0354    | 0,0870  | 0,012    | 0,000113  | 0,000000556       | 1877,21  | 0,0481        | 2,8   | 41,82             | 4,55               | 16,96             | 307,72                     | 366,51                 |
| 23.     | 405    | 34,9138   | 4176      | 10                          | 990,2          | 0,0353    | 0,0866  | 0,012    | 0,000113  | 0,000000556       | 1870,02  | 0,0481        | 2,8   | 41,73             | 1,05               | 3,90              | 0,00                       | 45,63                  |
| 24.     | 810    | 69,8276   | 4176      | 10                          | 990,2          | 0,0705    | 0,1733  | 0,012    | 0,000113  | 0,000000556       | 3740,04  | 0,0405        | 4,7   | 235,59            | 1                  | 14,87             | 0,00                       | 250,46                 |
| 25.     | 1588   | 136,8966  | 4176      | 10                          | 990,2          | 0,1383    | 0,3397  | 0,012    | 0,000113  | 0,000000556       | 7332,32  | 0,0342        | 1,5   | 244,23            | 1,3                | 74,29             | 0,00                       | 318,52                 |
| 26.     | 2366   | 203,9655  | 4176      | 10                          | 990,2          | 0,2060    | 0,3034  | 0,0155   | 0,000189  | 0,000000556       | 8457,76  | 0,0330        | 4,21  | 408,38            | 1,65               | 75,19             | 0,00                       | 483,57                 |
| 16.     | 4968   | 428,2759  | 4176      | 10                          | 990,2          | 0,4325    | 0,3826  | 0,02     | 0,000314  | 0,000000556       | 13763,34 | 0,0292        | 5,5   | 582,26            | 2,5                | 181,20            | 3000,00                    | 3763,47                |
| 17.     | 8534   | 735,6897  | 4176      | 10                          | 990,2          | 0,7430    | 0,3889  | 0,026    | 0,000531  | 0,000000556       | 18186,60 | 0,0272        | 18,62 | 1461,18           | 3,05               | 228,40            | 3000,00                    | 4689,58                |
| 18.     | 16226  | 1398,7931 | 4176      | 10                          | 990,2          | 1,4126    | 0,4882  | 0,032    | 0,000804  | 0,000000556       | 28095,30 | 0,0244        | 3     | 270,31            | 3                  | 353,94            | 3000,00                    | 3624,25                |
|         |        |           |           |                             |                |           |         |          |           |                   |          |               |       | 6494,37           |                    | 2945,54           |                            | 22747,64               |

| Idomok listája | Érték | Szakasz | Könyök | Té | Szűkítő | Golyóscsap | Radiátor | Osztó | Visszacsapó | Szakasz | Könyök | Té | Szűkítő | Golyóscsap | Radiátor | Osztó | Visszacsapó | Összes |
|----------------|-------|---------|--------|----|---------|------------|----------|-------|-------------|---------|--------|----|---------|------------|----------|-------|-------------|--------|
| Könyök         | 0,35  | 01.     | 2      | 1  | 1       | 3          |          | 1     | 1           | 01.     | 0,7    | 1  | 0,3     | 1,5        | 0        | 0,5   | 7,7         | 11,7   |
| Té             | 1     | 02.     | 5      | 1  | 1       |            |          |       |             | 02.     | 1,75   | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 3,05   |
| Szűkítő        | 0,3   | 03.     | 2      | 1  | 1       | 2          |          |       |             | 03.     | 0,7    | 1  | 0,3     | 1          | 0        | 0     | 0           | 3      |
| Golyóscsap     | 0,5   | 19.     | 1      | 1  | 1       |            |          |       |             | 19.     | 0,35   | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,65   |
| Radiátor       | 2,5   | 20.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             | 20.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
| Osztó          | 0,5   | 21.     |        | 1  |         |            |          |       |             | 21.     | 0      | 1  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1      |
| Visszacsapó    | 7,7   | 22.     | 3      | 1  |         |            | 1        |       |             | 22.     | 1,05   | 1  | 0       | 0          | 2,5      | 0     | 0           | 4,55   |
|                |       | 23.     | 3      |    |         |            |          |       |             | 23.     | 1,05   | 0  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,05   |
|                |       | 24.     |        | 1  |         |            |          |       |             | 24.     | 0      | 1  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1      |
|                |       | 25.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             | 25.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
|                |       | 26.     | 1      | 1  | 1       |            |          |       |             | 26.     | 0,35   | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,65   |
|                |       | 16.     | 2      | 1  | 1       | 1          |          |       |             | 16.     | 0,7    | 1  | 0,3     | 0,5        | 0        | 0     | 0           | 2,5    |
|                |       | 17.     | 5      | 1  | 1       |            |          |       |             | 17.     | 1,75   | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 3,05   |
|                |       | 18.     | 2      | 1  | 1       | 1          |          | 1     |             | 18.     | 0,7    | 1  | 0,3     | 0,5        | 0        | 0,5   | 0           | 3      |
|                |       |         |        |    |         |            |          |       |             |         |        |    |         |            |          |       |             |        |

3. kör

| Szakasz | Q. [W] | m. [kg/h] | c [J/kgK] | $\Delta T$ [°]<br>(55°/45°) | $\rho$ [kg/m3] | V. [m3/h] | v [m/s] | dcső [m] | Acső [m2] | v [m2/s]<br>(50°) | Re [-]   | $\lambda$ [-] | l [m] | $\Delta p_s$ [Pa] | $\Sigma \zeta$ [-] | $\Delta p_a$ [Pa] | $\Delta p_{szelepek}$ [Pa] | $\Sigma \Delta p$ [Pa] |
|---------|--------|-----------|-----------|-----------------------------|----------------|-----------|---------|----------|-----------|-------------------|----------|---------------|-------|-------------------|--------------------|-------------------|----------------------------|------------------------|
| 01.     | 16226  | 1397,7889 | 4179      | 10                          | 985,7          | 1,4181    | 0,4900  | 0,032    | 0,000804  | 0,000000556       | 28203,30 | 0,0244        | 3     | 270,89            | 11,7               | 1384,68           | 0,00                       | 1655,57                |
| 02.     | 8534   | 735,1615  | 4179      | 10                          | 985,7          | 0,7458    | 0,3904  | 0,026    | 0,000531  | 0,000000556       | 18256,51 | 0,0272        | 18,62 | 1464,34           | 3,05               | 229,11            | 0,00                       | 1693,45                |
| 27.     | 3566   | 307,1931  | 4179      | 10                          | 985,7          | 0,3116    | 0,2757  | 0,02     | 0,000314  | 0,000000556       | 9917,22  | 0,0317        | 2,4   | 142,53            | 2                  | 74,92             | 2100,00                    | 2317,45                |
| 35.     | 1869   | 161,0050  | 4179      | 10                          | 985,7          | 0,1633    | 0,2406  | 0,0155   | 0,000189  | 0,000000556       | 6706,81  | 0,0350        | 4,06  | 261,24            | 1,65               | 47,07             | 0,00                       | 308,30                 |
| 36.     | 1246   | 107,3367  | 4179      | 10                          | 985,7          | 0,1089    | 0,2676  | 0,012    | 0,000113  | 0,000000556       | 5775,31  | 0,0363        | 1,78  | 189,99            | 1,3                | 45,88             | 0,00                       | 235,87                 |
| 37.     | 623    | 53,6683   | 4179      | 10                          | 985,7          | 0,0544    | 0,1338  | 0,012    | 0,000113  | 0,000000556       | 2887,65  | 0,0432        | 2,8   | 88,85             | 3,55               | 31,32             | 728,16                     | 848,33                 |
| 38.     | 623    | 53,7069   | 4176      | 10                          | 990,2          | 0,0542    | 0,1333  | 0,012    | 0,000113  | 0,000000556       | 2876,60  | 0,0432        | 2,8   | 88,66             | 1,05               | 9,23              | 0,00                       | 97,90                  |
| 39.     | 1246   | 107,4138  | 4176      | 10                          | 990,2          | 0,1085    | 0,2666  | 0,012    | 0,000113  | 0,000000556       | 5753,19  | 0,0363        | 1,78  | 189,58            | 1,3                | 45,73             | 0,00                       | 235,32                 |
| 40.     | 1869   | 161,1207  | 4176      | 10                          | 990,2          | 0,1627    | 0,2397  | 0,0155   | 0,000189  | 0,000000556       | 6681,13  | 0,0350        | 4,06  | 260,67            | 1,65               | 46,92             | 0,00                       | 307,59                 |
| 34.     | 3566   | 307,4138  | 4176      | 10                          | 990,2          | 0,3105    | 0,2746  | 0,02     | 0,000314  | 0,000000556       | 9879,24  | 0,0317        | 2,4   | 142,22            | 2                  | 74,69             | 3000,00                    | 3216,91                |
| 17.     | 8534   | 735,6897  | 4176      | 10                          | 990,2          | 0,7430    | 0,3889  | 0,026    | 0,000531  | 0,000000556       | 18186,60 | 0,0272        | 18,62 | 1461,18           | 3,05               | 228,40            | 3000,00                    | 4689,58                |
| 18.     | 16226  | 1398,7931 | 4176      | 10                          | 990,2          | 1,4126    | 0,4882  | 0,032    | 0,000804  | 0,000000556       | 28095,30 | 0,0244        | 3     | 270,31            | 3                  | 353,94            | 3000,00                    | 3624,25                |
|         |        |           |           |                             |                |           |         |          |           |                   |          |               |       | 4830,47           |                    | 2571,91           |                            | 19230,53               |

| Idomok listája | Érték | Szakasz | Könyök | Té | Szűkítő | Golyóscsap | Radiátor | Osztó | Visszacsapó | Szakasz | Könyök | Té | Szűkítő | Golyóscsap | Radiátor | Osztó | Visszacsapó | Összes |
|----------------|-------|---------|--------|----|---------|------------|----------|-------|-------------|---------|--------|----|---------|------------|----------|-------|-------------|--------|
| Könyök         | 0,35  | 01.     | 2      | 1  | 1       | 3          |          | 1     | 1           | 01.     | 0,7    | 1  | 0,3     | 1,5        | 0        | 0,5   | 7,7         | 11,7   |
| Té             | 1     | 02.     | 5      | 1  | 1       |            |          |       |             | 02.     | 1,75   | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 3,05   |
| Szűkítő        | 0,3   | 27.     | 2      | 1  | 1       |            |          |       |             | 03.     | 0,7    | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 2      |
| Golyóscsap     | 0,5   | 35.     | 1      | 1  | 1       |            |          |       |             | 19.     | 0,35   | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,65   |
| Radiátor       | 2,5   | 36.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             | 20.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
| Osztó          | 0,5   | 37.     | 3      |    |         |            | 1        |       |             | 21.     | 1,05   | 0  | 0       | 0          | 2,5      | 0     | 0           | 3,55   |
| Visszacsapó    | 7,7   | 38.     | 3      |    |         |            |          |       |             | 22.     | 1,05   | 0  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,05   |
|                |       | 39.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             | 23.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
|                |       | 40.     | 1      | 1  | 1       |            |          |       |             | 24.     | 0,35   | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,65   |
|                |       | 34.     | 2      | 1  | 1       |            |          |       |             | 25.     | 0,7    | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 2      |
|                |       | 17.     | 5      | 1  | 1       |            |          |       |             | 26.     | 1,75   | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 3,05   |
|                |       | 18.     | 2      | 1  | 1       | 1          |          | 1     |             | 16.     | 0,7    | 1  | 0,3     | 0,5        | 0        | 0,5   | 0           | 3      |

4. kör

| Szakasz | Q. [W] | m. [kg/h] | c [J/kgK] | $\Delta T$ [°]<br>(55°/45°) | $\rho$ [kg/m3] | V. [m3/h] | v [m/s] | dcső [m] | Acső [m2] | v [m2/s]<br>(50°) | Re [-]   | $\lambda$ [-] | l [m] | $\Delta p_s$ [Pa] | $\Sigma \zeta$ [-] | $\Delta p_a$ [Pa] | $\Delta p_{szelepek}$ [Pa] | $\Sigma \Delta p$ [Pa] |
|---------|--------|-----------|-----------|-----------------------------|----------------|-----------|---------|----------|-----------|-------------------|----------|---------------|-------|-------------------|--------------------|-------------------|----------------------------|------------------------|
| 01.     | 16226  | 1397,7889 | 4179      | 10                          | 985,7          | 1,4181    | 0,4900  | 0,032    | 0,000804  | 0,000000556       | 28203,30 | 0,0244        | 3     | 270,89            | 11,7               | 1384,68           | 0,00                       | 1655,57                |
| 02.     | 8534   | 735,1615  | 4179      | 10                          | 985,7          | 0,7458    | 0,3904  | 0,026    | 0,000531  | 0,000000556       | 18256,51 | 0,0272        | 18,62 | 1464,34           | 3,05               | 229,11            | 0,00                       | 1693,45                |
| 27.     | 3566   | 307,1931  | 4179      | 10                          | 985,7          | 0,3116    | 0,2757  | 0,02     | 0,000314  | 0,000000556       | 9917,22  | 0,0317        | 2,4   | 142,53            | 2                  | 74,92             | 2100,00                    | 2317,45                |
| 28.     | 1697   | 146,1881  | 4179      | 10                          | 985,7          | 0,1483    | 0,2184  | 0,0155   | 0,000189  | 0,000000556       | 6089,60  | 0,0358        | 3,5   | 190,20            | 1,3                | 30,57             | 0,00                       | 220,77                 |
| 29.     | 1120   | 96,4824   | 4179      | 10                          | 985,7          | 0,0979    | 0,2405  | 0,012    | 0,000113  | 0,000000556       | 5191,29  | 0,0373        | 2,4   | 212,57            | 1,3                | 37,07             | 0,00                       | 249,64                 |
| 30.     | 560    | 48,2412   | 4179      | 10                          | 985,7          | 0,0489    | 0,1203  | 0,012    | 0,000113  | 0,000000556       | 2595,64  | 0,0443        | 2,7   | 71,10             | 3,55               | 25,31             | 588,28                     | 684,68                 |
| 31.     | 560    | 48,2759   | 4176      | 10                          | 990,2          | 0,0488    | 0,1198  | 0,012    | 0,000113  | 0,000000556       | 2585,70  | 0,0444        | 2,7   | 70,94             | 1,05               | 7,46              | 0,00                       | 78,40                  |
| 32.     | 1120   | 96,5517   | 4176      | 10                          | 990,2          | 0,0975    | 0,2396  | 0,012    | 0,000113  | 0,000000556       | 5171,41  | 0,0373        | 2,4   | 212,11            | 1,3                | 36,95             | 0,00                       | 249,06                 |
| 33.     | 1697   | 146,2931  | 4176      | 10                          | 990,2          | 0,1477    | 0,2176  | 0,0155   | 0,000189  | 0,000000556       | 6066,28  | 0,0359        | 3,5   | 189,79            | 1,3                | 30,48             | 0,00                       | 220,26                 |
| 34.     | 3566   | 307,4138  | 4176      | 10                          | 990,2          | 0,3105    | 0,2746  | 0,02     | 0,000314  | 0,000000556       | 9879,24  | 0,0317        | 2,4   | 142,22            | 2                  | 74,69             | 3000,00                    | 3216,91                |
| 17.     | 8534   | 735,6897  | 4176      | 10                          | 990,2          | 0,7430    | 0,3889  | 0,026    | 0,000531  | 0,000000556       | 18186,60 | 0,0272        | 18,62 | 1461,18           | 3,05               | 228,40            | 3000,00                    | 4689,58                |
| 18.     | 16226  | 1398,7931 | 4176      | 10                          | 990,2          | 1,4126    | 0,4882  | 0,032    | 0,000804  | 0,000000556       | 28095,30 | 0,0244        | 3     | 270,31            | 3                  | 353,94            | 3000,00                    | 3624,25                |
|         |        |           |           |                             |                |           |         |          |           |                   |          |               |       | 4698,17           |                    | 2513,59           |                            | 18900,04               |

| Idomok listája | Érték | Szakasz | Könyök | Té | Szűkítő | Golyóscsap | Radiátor | Osztó | Visszacsapó | Szakasz | Könyök | Té | Szűkítő | Golyóscsap | Radiátor | Osztó | Visszacsapó | Összes |
|----------------|-------|---------|--------|----|---------|------------|----------|-------|-------------|---------|--------|----|---------|------------|----------|-------|-------------|--------|
| Könyök         | 0,35  | 01.     | 2      | 1  | 1       | 3          |          | 1     | 1           | 01.     | 0,7    | 1  | 0,3     | 1,5        | 0        | 0,5   | 7,7         | 11,7   |
| Té             | 1     | 02.     | 5      | 1  | 1       |            |          |       |             | 02.     | 1,75   | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 3,05   |
| Szűkítő        | 0,3   | 27.     | 2      | 1  | 1       |            |          |       |             | 27.     | 0,7    | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 2      |
| Golyóscsap     | 0,5   | 28.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             | 28.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
| Radiátor       | 2,5   | 29.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             | 29.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
| Osztó          | 0,5   | 30.     | 3      |    |         |            | 1        |       |             | 30.     | 1,05   | 0  | 0       | 0          | 2,5      | 0     | 0           | 3,55   |
| Visszacsapó    | 7,7   | 31.     | 3      |    |         |            |          |       |             | 31.     | 1,05   | 0  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,05   |
|                |       |         |        |    | 1       | 1          |          |       |             | 32.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
|                |       |         |        |    | 1       | 1          |          |       |             | 33.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
|                |       |         |        | 2  | 1       | 1          |          |       |             | 34.     | 0,7    | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 2      |
|                |       |         |        | 5  | 1       | 1          |          |       |             | 17.     | 1,75   | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 3,05   |
|                |       |         |        | 2  | 1       | 1          | 1        | 1     |             | 18.     | 0,7    | 1  | 0,3     | 0,5        | 0        | 0,5   | 0           | 3      |

5. kör

| Szakasz | Q. [W] | m. [kg/h] | c [J/kgK] | $\Delta T$ [°]<br>(55°/45°) | $\rho$ [kg/m3] | V. [m3/h] | v [m/s] | dcső [m] | Acső [m2] | v [m2/s]<br>(50°) | Re [-]   | $\lambda$ [-] | l [m] | $\Delta p_s$ [Pa] | $\Sigma \zeta$ [-] | $\Delta p_a$ [Pa] | $\Delta p_{szelepek}$ [Pa] | $\Sigma \Delta p$ [Pa] |
|---------|--------|-----------|-----------|-----------------------------|----------------|-----------|---------|----------|-----------|-------------------|----------|---------------|-------|-------------------|--------------------|-------------------|----------------------------|------------------------|
| 01.     | 16226  | 1397,7889 | 4179      | 10                          | 985,7          | 1,4181    | 0,4900  | 0,032    | 0,000804  | 0,000000556       | 28203,30 | 0,0244        | 3     | 270,89            | 11,7               | 1384,68           | 0,00                       | 1655,57                |
| 41.     | 7692   | 662,6274  | 4179      | 10                          | 985,7          | 0,6722    | 0,3519  | 0,026    | 0,000531  | 0,000000556       | 16455,24 | 0,0279        | 4,5   | 295,07            | 3,05               | 186,13            | 0,00                       | 481,20                 |
| 59.     | 3566   | 307,1931  | 4179      | 10                          | 985,7          | 0,3116    | 0,2757  | 0,02     | 0,000314  | 0,000000556       | 9917,22  | 0,0317        | 4,8   | 285,06            | 3,35               | 125,50            | 2100,00                    | 2510,55                |
| 60.     | 1697   | 146,1881  | 4179      | 10                          | 985,7          | 0,1483    | 0,2184  | 0,0155   | 0,000189  | 0,000000556       | 6089,60  | 0,0358        | 3,5   | 190,20            | 1,3                | 30,57             | 0,00                       | 220,77                 |
| 61.     | 1120   | 96,4824   | 4179      | 10                          | 985,7          | 0,0979    | 0,2405  | 0,012    | 0,000113  | 0,000000556       | 5191,29  | 0,0373        | 2,66  | 235,60            | 1,3                | 37,07             | 0,00                       | 272,67                 |
| 62.     | 560    | 48,2412   | 4179      | 10                          | 985,7          | 0,0489    | 0,1203  | 0,012    | 0,000113  | 0,000000556       | 2595,64  | 0,0443        | 3     | 79,00             | 3,55               | 25,31             | 588,28                     | 692,58                 |
| 63.     | 560    | 48,2759   | 4176      | 10                          | 990,2          | 0,0488    | 0,1198  | 0,012    | 0,000113  | 0,000000556       | 2585,70  | 0,0444        | 3     | 78,83             | 1,05               | 7,46              | 0,00                       | 86,29                  |
| 64.     | 1120   | 96,5517   | 4176      | 10                          | 990,2          | 0,0975    | 0,2396  | 0,012    | 0,000113  | 0,000000556       | 5171,41  | 0,0373        | 2,66  | 235,09            | 1,3                | 36,95             | 0,00                       | 272,04                 |
| 65.     | 1697   | 146,2931  | 4176      | 10                          | 990,2          | 0,1477    | 0,2176  | 0,0155   | 0,000189  | 0,000000556       | 6066,28  | 0,0359        | 3,5   | 189,79            | 1,3                | 30,48             | 0,00                       | 220,26                 |
| 66.     | 3566   | 307,4138  | 4176      | 10                          | 990,2          | 0,3105    | 0,2746  | 0,02     | 0,000314  | 0,000000556       | 9879,24  | 0,0317        | 4,8   | 284,44            | 2,85               | 106,43            | 3000,00                    | 3390,88                |
| 52.     | 7692   | 663,1034  | 4176      | 10                          | 990,2          | 0,6697    | 0,3505  | 0,026    | 0,000531  | 0,000000556       | 16392,23 | 0,0280        | 4,5   | 294,43            | 3,05               | 185,55            | 3000,00                    | 3479,99                |
| 18.     | 16226  | 1398,7931 | 4176      | 10                          | 990,2          | 1,4126    | 0,4882  | 0,032    | 0,000804  | 0,000000556       | 28095,30 | 0,0244        | 3     | 270,31            | 3                  | 353,94            | 3000,00                    | 3624,25                |
|         |        |           |           |                             |                |           |         |          |           |                   |          |               |       | 2708,70           |                    | 2510,08           |                            | 16907,05               |

| Idomok listája | Érték | Szakasz | Könyök | Té  | Szűkítő | Golyóscsap | Radiátor | Osztó | Visszacsapó | Szakasz | Könyök | Té | Szűkítő | Golyóscsap | Radiátor | Osztó | Visszacsapó | Összes |
|----------------|-------|---------|--------|-----|---------|------------|----------|-------|-------------|---------|--------|----|---------|------------|----------|-------|-------------|--------|
| Könyök         | 0,35  | 01.     | 2      | 1   | 1       | 3          |          | 1     | 1           | 01.     | 0,7    | 1  | 0,3     | 1,5        | 0        | 0,5   | 7,7         | 11,7   |
| Té             | 1     | 41.     | 5      | 1   | 1       |            |          |       |             | 02.     | 1,75   | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 3,05   |
| Szűkítő        | 0,3   | 59.     | 3      | 1   | 1       | 2          |          |       |             | 03.     | 1,05   | 1  | 0,3     | 1          | 0        | 0     | 0           | 3,35   |
| Golyóscsap     | 0,5   | 60.     |        | 1   | 1       |            |          |       |             | 19.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
| Radiátor       | 2,5   | 61.     |        | 1   | 1       |            |          |       |             | 20.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
| Osztó          | 0,5   | 62.     | 3      |     |         |            | 1        |       |             | 21.     | 1,05   | 0  | 0       | 0          | 2,5      | 0     | 0           | 3,55   |
| Visszacsapó    | 7,7   | 63.     | 3      |     |         |            |          |       |             | 22.     | 1,05   | 0  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,05   |
|                |       |         |        |     | 1       | 1          |          |       |             | 23.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
|                |       |         |        |     | 1       | 1          |          |       |             | 24.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
|                |       |         |        | 3   | 1       | 1          | 1        |       |             | 25.     | 1,05   | 1  | 0,3     | 0,5        | 0        | 0     | 0           | 2,85   |
|                |       |         |        | 5   | 1       | 1          |          |       |             | 26.     | 1,75   | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 3,05   |
|                |       |         |        | 18. | 2       | 1          | 1        | 1     | 1           | 16.     | 0,7    | 1  | 0,3     | 0,5        | 0        | 0,5   | 0           | 3      |

6. kör

| Szakasz | Q. [W] | m. [kg/h] | c [J/kgK] | $\Delta T$ [°]<br>(55°/45°) | $\rho$ [kg/m3] | V. [m3/h] | v [m/s] | dcső [m] | Acső [m2] | v [m2/s]<br>(50°) | Re [-]   | $\lambda$ [-] | l [m] | $\Delta p_s$ [Pa] | $\Sigma \zeta$ [-] | $\Delta p_a$ [Pa] | $\Delta p_{szelepek}$ [Pa] | $\Sigma \Delta p$ [Pa] |
|---------|--------|-----------|-----------|-----------------------------|----------------|-----------|---------|----------|-----------|-------------------|----------|---------------|-------|-------------------|--------------------|-------------------|----------------------------|------------------------|
| 01.     | 16226  | 1397,7889 | 4179      | 10                          | 985,7          | 1,4181    | 0,4900  | 0,032    | 0,000804  | 0,000000556       | 28203,30 | 0,0244        | 3     | 270,89            | 11,7               | 1384,68           | 0,00                       | 1655,57                |
| 41.     | 7692   | 662,6274  | 4179      | 10                          | 985,7          | 0,6722    | 0,3519  | 0,026    | 0,000531  | 0,000000556       | 16455,24 | 0,0279        | 4,5   | 295,07            | 3,05               | 186,13            | 0,00                       | 481,20                 |
| 59.     | 3566   | 307,1931  | 4179      | 10                          | 985,7          | 0,3116    | 0,2757  | 0,02     | 0,000314  | 0,000000556       | 9917,22  | 0,0317        | 4,8   | 285,06            | 3,35               | 125,50            | 2100,00                    | 2510,55                |
| 67.     | 1869   | 161,0050  | 4179      | 10                          | 985,7          | 0,1633    | 0,2406  | 0,0155   | 0,000189  | 0,000000556       | 6706,81  | 0,0350        | 4,42  | 284,40            | 1,65               | 47,07             | 0,00                       | 331,47                 |
| 68.     | 1246   | 107,3367  | 4179      | 10                          | 985,7          | 0,1089    | 0,2676  | 0,012    | 0,000113  | 0,000000556       | 5775,31  | 0,0363        | 1,78  | 189,99            | 1,3                | 45,88             | 0,00                       | 235,87                 |
| 69.     | 623    | 53,6683   | 4179      | 10                          | 985,7          | 0,0544    | 0,1338  | 0,012    | 0,000113  | 0,000000556       | 2887,65  | 0,0432        | 2,93  | 92,98             | 3,55               | 31,32             | 728,16                     | 852,46                 |
| 70.     | 623    | 53,7069   | 4176      | 10                          | 990,2          | 0,0542    | 0,1333  | 0,012    | 0,000113  | 0,000000556       | 2876,60  | 0,0432        | 2,93  | 92,78             | 1,05               | 9,23              | 0,00                       | 102,01                 |
| 71.     | 1246   | 107,4138  | 4176      | 10                          | 990,2          | 0,1085    | 0,2666  | 0,012    | 0,000113  | 0,000000556       | 5753,19  | 0,0363        | 1,78  | 189,58            | 1,3                | 45,73             | 0,00                       | 235,32                 |
| 72.     | 1869   | 161,1207  | 4176      | 10                          | 990,2          | 0,1627    | 0,2397  | 0,0155   | 0,000189  | 0,000000556       | 6681,13  | 0,0350        | 4,42  | 283,79            | 1,65               | 46,92             | 0,00                       | 330,71                 |
| 66.     | 3566   | 307,4138  | 4176      | 10                          | 990,2          | 0,3105    | 0,2746  | 0,02     | 0,000314  | 0,000000556       | 9879,24  | 0,0317        | 4,8   | 284,44            | 2,85               | 106,43            | 3000,00                    | 3390,88                |
| 52.     | 7692   | 663,1034  | 4176      | 10                          | 990,2          | 0,6697    | 0,3505  | 0,026    | 0,000531  | 0,000000556       | 16392,23 | 0,0280        | 4,5   | 294,43            | 3,05               | 185,55            | 3000,00                    | 3479,99                |
| 18.     | 16226  | 1398,7931 | 4176      | 10                          | 990,2          | 1,4126    | 0,4882  | 0,032    | 0,000804  | 0,000000556       | 28095,30 | 0,0244        | 3     | 270,31            | 3                  | 353,94            | 3000,00                    | 3624,25                |
|         |        |           |           |                             |                |           |         |          |           |                   |          |               |       | 2833,72           |                    | 2568,39           |                            | 17230,28               |

| Idomok listája | Érték | Szakasz | Könyök | Té | Szűkítő | Golyóscsap | Radiátor | Osztó | Visszacsapó | Szakasz | Könyök | Té | Szűkítő | Golyóscsap | Radiátor | Osztó | Visszacsapó | Összes |
|----------------|-------|---------|--------|----|---------|------------|----------|-------|-------------|---------|--------|----|---------|------------|----------|-------|-------------|--------|
| Könyök         | 0,35  | 01.     | 2      | 1  | 1       | 3          |          | 1     | 1           | 01.     | 0,7    | 1  | 0,3     | 1,5        | 0        | 0,5   | 7,7         | 11,7   |
| Té             | 1     | 41.     | 5      | 1  | 1       |            |          |       |             | 41.     | 1,75   | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 3,05   |
| Szűkítő        | 0,3   | 59.     | 3      | 1  | 1       | 2          |          |       |             | 59.     | 1,05   | 1  | 0,3     | 1          | 0        | 0     | 0           | 3,35   |
| Golyóscsap     | 0,5   | 67.     | 1      | 1  | 1       |            |          |       |             | 67.     | 0,35   | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,65   |
| Radiátor       | 2,5   | 68.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             | 68.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
| Osztó          | 0,5   | 69.     | 3      |    |         |            | 1        |       |             | 69.     | 1,05   | 0  | 0       | 0          | 2,5      | 0     | 0           | 3,55   |
| Visszacsapó    | 7,7   | 70.     | 3      |    |         |            |          |       |             | 70.     | 1,05   | 0  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,05   |
|                |       | 71.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             | 71.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
|                |       | 72.     | 1      | 1  | 1       |            |          |       |             | 72.     | 0,35   | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,65   |
|                |       | 66.     | 3      | 1  | 1       | 1          |          |       |             | 66.     | 1,05   | 1  | 0,3     | 0,5        | 0        | 0     | 0           | 2,85   |
|                |       | 52.     | 5      | 1  | 1       |            |          |       |             | 52.     | 1,75   | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 3,05   |
|                |       | 18.     | 2      | 1  | 1       | 1          |          | 1     |             | 18.     | 0,7    | 1  | 0,3     | 0,5        | 0        | 0,5   | 0           | 3      |

7. kör

| Szakasz | Q. [W] | m. [kg/h] | c [J/kgK] | $\Delta T$ [°]<br>(55°/45°) | $\rho$ [kg/m3] | V. [m3/h] | v [m/s] | dcső [m] | Acső [m2] | v [m2/s]<br>(50°) | Re [-]   | $\lambda$ [-] | l [m] | $\Delta p_s$ [Pa] | $\Sigma \zeta$ [-] | $\Delta p_a$ [Pa] | $\Delta p_{szelepek}$ [Pa] | $\Sigma \Delta p$ [Pa] |
|---------|--------|-----------|-----------|-----------------------------|----------------|-----------|---------|----------|-----------|-------------------|----------|---------------|-------|-------------------|--------------------|-------------------|----------------------------|------------------------|
| 01.     | 16226  | 1397,7889 | 4179      | 10                          | 985,7          | 1,4181    | 0,4900  | 0,032    | 0,000804  | 0,000000556       | 28203,30 | 0,0244        | 3     | 270,89            | 11,7               | 1384,68           | 0,00                       | 1655,57                |
| 41.     | 7692   | 662,6274  | 4179      | 10                          | 985,7          | 0,6722    | 0,3519  | 0,026    | 0,000531  | 0,000000556       | 16455,24 | 0,0279        | 4,5   | 295,07            | 3,05               | 186,13            | 0,00                       | 481,20                 |
| 42.     | 4126   | 355,4343  | 4179      | 10                          | 985,7          | 0,3606    | 0,3190  | 0,02     | 0,000314  | 0,000000556       | 11474,60 | 0,0306        | 2,7   | 206,97            | 3                  | 150,45            | 2700,00                    | 3057,43                |
| 53.     | 2148   | 185,0395  | 4179      | 10                          | 985,7          | 0,1877    | 0,2765  | 0,0155   | 0,000189  | 0,000000556       | 7707,99  | 0,0338        | 4,3   | 352,96            | 1,65               | 62,17             | 0,00                       | 415,12                 |
| 54.     | 1432   | 123,3597  | 4179      | 10                          | 985,7          | 0,1251    | 0,3075  | 0,012    | 0,000113  | 0,000000556       | 6637,43  | 0,0351        | 2,15  | 292,75            | 1,3                | 60,60             | 0,00                       | 353,35                 |
| 55.     | 716    | 61,6798   | 4179      | 10                          | 985,7          | 0,0626    | 0,1538  | 0,012    | 0,000113  | 0,000000556       | 3318,72  | 0,0417        | 3,3   | 133,59            | 3,55               | 41,37             | 961,80                     | 1136,76                |
| 56.     | 716    | 61,7241   | 4176      | 10                          | 990,2          | 0,0623    | 0,1532  | 0,012    | 0,000113  | 0,000000556       | 3306,01  | 0,0417        | 3,3   | 133,30            | 1,05               | 12,20             | 0,00                       | 145,50                 |
| 57.     | 1432   | 123,4483  | 4176      | 10                          | 990,2          | 0,1247    | 0,3064  | 0,012    | 0,000113  | 0,000000556       | 6612,02  | 0,0351        | 2,15  | 292,12            | 1,3                | 60,41             | 0,00                       | 352,53                 |
| 58.     | 2148   | 185,1724  | 4176      | 10                          | 990,2          | 0,1870    | 0,2754  | 0,0155   | 0,000189  | 0,000000556       | 7678,47  | 0,0338        | 4,3   | 352,19            | 1,65               | 61,97             | 0,00                       | 414,17                 |
| 51.     | 4126   | 355,6897  | 4176      | 10                          | 990,2          | 0,3592    | 0,3178  | 0,02     | 0,000314  | 0,000000556       | 11430,66 | 0,0306        | 2,7   | 206,53            | 2,5                | 124,99            | 3000,00                    | 3331,51                |
| 52.     | 7692   | 663,1034  | 4176      | 10                          | 990,2          | 0,6697    | 0,3505  | 0,026    | 0,000531  | 0,000000556       | 16392,23 | 0,0280        | 4,5   | 294,43            | 3,05               | 185,55            | 3000,00                    | 3479,99                |
| 18.     | 16226  | 1398,7931 | 4176      | 10                          | 990,2          | 1,4126    | 0,4882  | 0,032    | 0,000804  | 0,000000556       | 28095,30 | 0,0244        | 3     | 270,31            | 3                  | 353,94            | 3000,00                    | 3624,25                |
|         |        |           |           |                             |                |           |         |          |           |                   |          |               |       | 3101,11           |                    | 2684,46           |                            | <b>18447,38</b>        |

| Idomok listája | Érték | Szakasz | Könyök | Té | Szűkítő | Golyóscsap | Radiátor | Osztó | Visszacsapó | Szakasz | Könyök | Té | Szűkítő | Golyóscsap | Radiátor | Osztó | Visszacsapó | Összes |
|----------------|-------|---------|--------|----|---------|------------|----------|-------|-------------|---------|--------|----|---------|------------|----------|-------|-------------|--------|
| Könyök         | 0,35  | 01.     | 2      | 1  | 1       | 3          |          | 1     | 1           | 01.     | 0,7    | 1  | 0,3     | 1,5        | 0        | 0,5   | 7,7         | 11,7   |
| Té             | 1     | 41.     | 5      | 1  | 1       |            |          |       |             | 41.     | 1,75   | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 3,05   |
| Szűkítő        | 0,3   | 42.     | 2      | 1  | 1       | 2          |          |       |             | 42.     | 0,7    | 1  | 0,3     | 1          | 0        | 0     | 0           | 3      |
| Golyóscsap     | 0,5   | 53.     | 1      | 1  | 1       |            |          |       |             | 53.     | 0,35   | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,65   |
| Radiátor       | 2,5   | 54.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             | 54.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
| Osztó          | 0,5   | 55.     | 3      |    |         |            | 1        |       |             | 55.     | 1,05   | 0  | 0       | 0          | 2,5      | 0     | 0           | 3,55   |
| Visszacsapó    | 7,7   | 56.     | 3      |    |         |            |          |       |             | 56.     | 1,05   | 0  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,05   |
|                |       | 57.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             | 57.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
|                |       | 58.     | 1      | 1  | 1       |            |          |       |             | 58.     | 0,35   | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,65   |
|                |       | 51.     | 2      | 1  | 1       | 1          |          |       |             | 51.     | 0,7    | 1  | 0,3     | 0,5        | 0        | 0     | 0           | 2,5    |
|                |       | 52.     | 5      | 1  | 1       |            |          |       |             | 52.     | 1,75   | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 3,05   |
|                |       | 18.     | 2      | 1  | 1       | 1          |          | 1     |             | 18.     | 0,7    | 1  | 0,3     | 0,5        | 0        | 0,5   | 0           | 3      |

8. kör

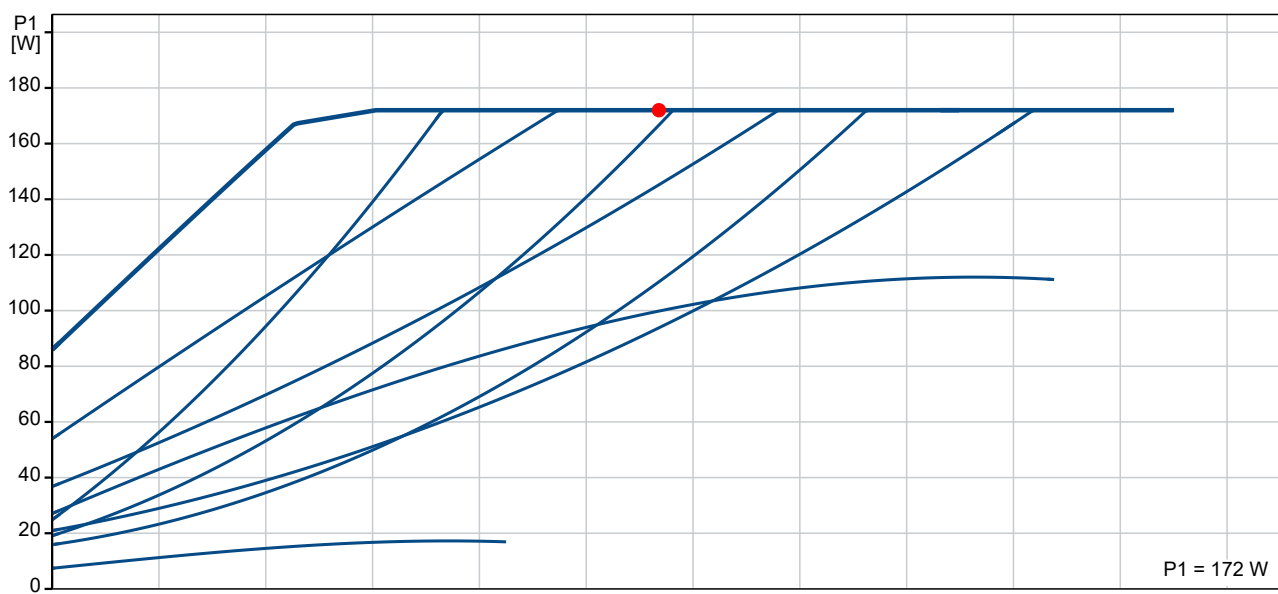
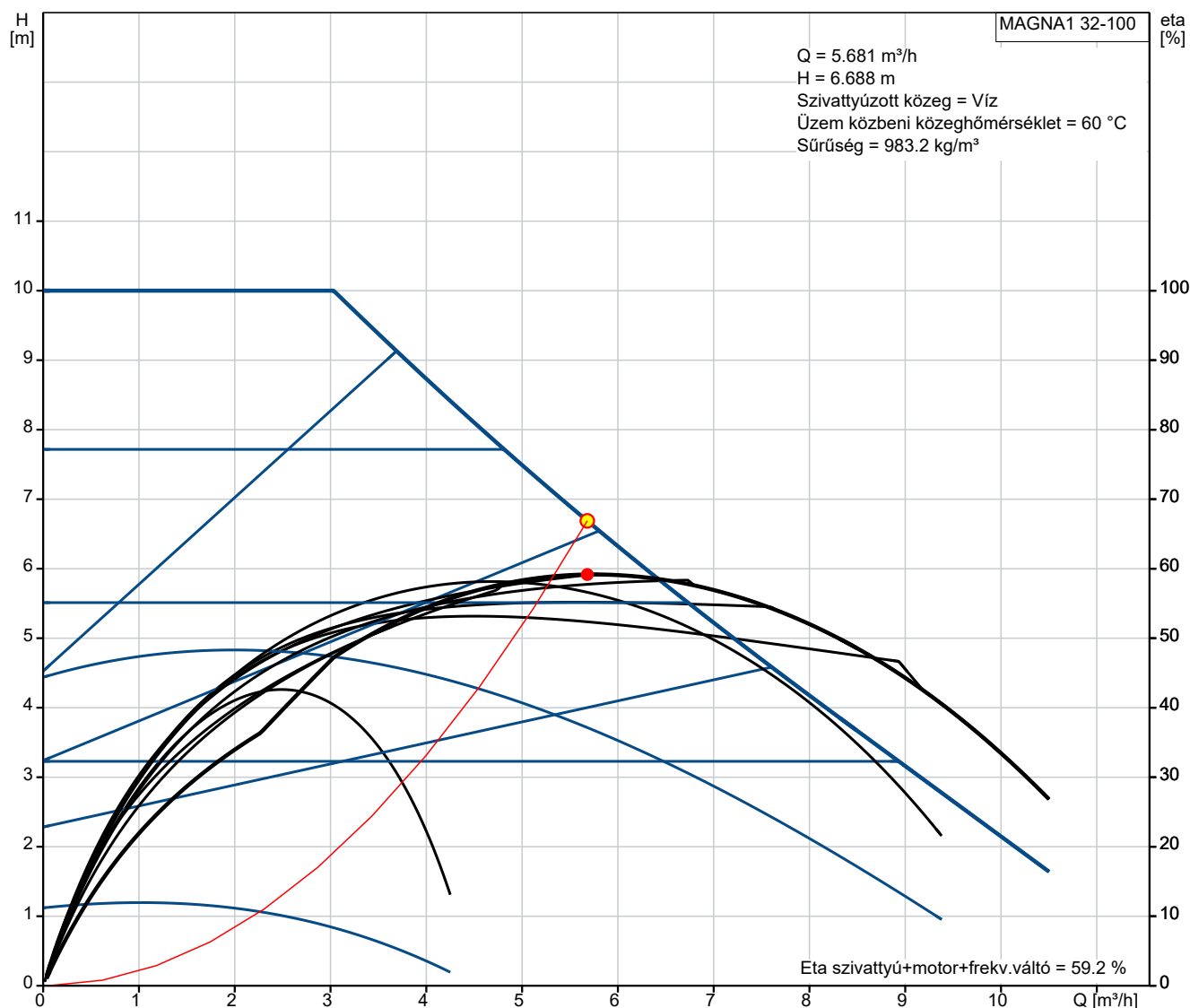
| Szakasz | Q. [W] | m. [kg/h] | c [J/kgK] | $\Delta T$ [°]<br>(55°/45°) | $\rho$ [kg/m3] | V. [m3/h] | v [m/s] | dcső [m] | Acső [m2] | v [m2/s]<br>(50°) | Re [-]   | $\lambda$ [-] | l [m] | $\Delta p_s$ [Pa] | $\Sigma \zeta$ [-] | $\Delta p_a$ [Pa] | $\Delta p_{szelepek}$ [Pa] | $\Sigma \Delta p$ [Pa] |
|---------|--------|-----------|-----------|-----------------------------|----------------|-----------|---------|----------|-----------|-------------------|----------|---------------|-------|-------------------|--------------------|-------------------|----------------------------|------------------------|
| 01.     | 16226  | 1397,7889 | 4179      | 10                          | 985,7          | 1,4181    | 0,4900  | 0,032    | 0,000804  | 0,000000556       | 28203,30 | 0,0244        | 3     | 270,89            | 11,7               | 1384,68           | 0,00                       | 1655,57                |
| 41.     | 7692   | 662,6274  | 4179      | 10                          | 985,7          | 0,6722    | 0,3519  | 0,026    | 0,000531  | 0,000000556       | 16455,24 | 0,0279        | 4,5   | 295,07            | 3,05               | 186,13            | 0,00                       | 481,20                 |
| 42.     | 4126   | 355,4343  | 4179      | 10                          | 985,7          | 0,3606    | 0,3190  | 0,02     | 0,000314  | 0,000000556       | 11474,60 | 0,0306        | 2,7   | 206,97            | 3                  | 150,45            | 2700,00                    | 3057,43                |
| 43.     | 1978   | 170,3948  | 4179      | 10                          | 985,7          | 0,1729    | 0,2546  | 0,0155   | 0,000189  | 0,000000556       | 7097,95  | 0,0345        | 3,5   | 248,69            | 1,3                | 41,53             | 0,00                       | 290,22                 |
| 44.     | 1401   | 120,6892  | 4179      | 10                          | 985,7          | 0,1224    | 0,3009  | 0,012    | 0,000113  | 0,000000556       | 6493,75  | 0,0352        | 2,4   | 314,51            | 1,3                | 58,00             | 0,00                       | 372,51                 |
| 45.     | 934    | 80,4594   | 4179      | 10                          | 985,7          | 0,0816    | 0,2006  | 0,012    | 0,000113  | 0,000000556       | 4329,16  | 0,0390        | 1,7   | 109,58            | 1                  | 19,83             | 0,00                       | 129,40                 |
| 46.     | 467    | 40,2297   | 4179      | 10                          | 985,7          | 0,0408    | 0,1003  | 0,012    | 0,000113  | 0,000000556       | 2164,58  | 0,0464        | 2,66  | 50,97             | 3,55               | 17,60             | 409,15                     | 477,72                 |
| 47.     | 467    | 40,2586   | 4176      | 10                          | 990,2          | 0,0407    | 0,0999  | 0,012    | 0,000113  | 0,000000556       | 2156,29  | 0,0464        | 2,66  | 50,86             | 1,05               | 5,19              | 0,00                       | 56,05                  |
| 48.     | 934    | 80,5172   | 4176      | 10                          | 990,2          | 0,0813    | 0,1998  | 0,012    | 0,000113  | 0,000000556       | 4312,59  | 0,0390        | 1,7   | 109,34            | 1                  | 19,77             | 0,00                       | 129,11                 |
| 49.     | 1401   | 120,7759  | 4176      | 10                          | 990,2          | 0,1220    | 0,2997  | 0,012    | 0,000113  | 0,000000556       | 6468,88  | 0,0353        | 2,4   | 313,83            | 1,3                | 57,82             | 0,00                       | 371,65                 |
| 50.     | 1978   | 170,5172  | 4176      | 10                          | 990,2          | 0,1722    | 0,2536  | 0,0155   | 0,000189  | 0,000000556       | 7070,77  | 0,0345        | 3,5   | 248,15            | 1,3                | 41,41             | 0,00                       | 289,56                 |
| 51.     | 4126   | 355,6897  | 4176      | 10                          | 990,2          | 0,3592    | 0,3178  | 0,02     | 0,000314  | 0,000000556       | 11430,66 | 0,0306        | 2,7   | 206,53            | 2,5                | 124,99            | 3000,00                    | 3331,51                |
| 52.     | 7692   | 663,1034  | 4176      | 10                          | 990,2          | 0,6697    | 0,3505  | 0,026    | 0,000531  | 0,000000556       | 16392,23 | 0,0280        | 4,5   | 294,43            | 3,05               | 185,55            | 3000,00                    | 3479,99                |
| 18.     | 16226  | 1398,7931 | 4176      | 10                          | 990,2          | 1,4126    | 0,4882  | 0,032    | 0,000804  | 0,000000556       | 28095,30 | 0,0244        | 3     | 270,31            | 3                  | 353,94            | 3000,00                    | 3624,25                |
|         |        |           |           |                             |                |           |         |          |           |                   |          |               |       | 2990,14           |                    | 2646,90           |                            | 17746,19               |

| Idomok listája | Érték | Szakasz | Könyök | Té | Szűkítő | Golyóscsap | Radiátor | Osztó | Visszacsapó | Szakasz | Könyök | Té | Szűkítő | Golyóscsap | Radiátor | Osztó | Visszacsapó | Összes |
|----------------|-------|---------|--------|----|---------|------------|----------|-------|-------------|---------|--------|----|---------|------------|----------|-------|-------------|--------|
| Könyök         | 0,35  | 01.     | 2      | 1  | 1       | 3          |          | 1     | 1           | 01.     | 0,7    | 1  | 0,3     | 1,5        | 0        | 0,5   | 7,7         | 11,7   |
| Té             | 1     | 41.     | 5      | 1  | 1       |            |          |       |             | 41.     | 1,75   | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 3,05   |
| Szűkítő        | 0,3   | 42.     | 2      | 1  | 1       | 2          |          |       |             | 42.     | 0,7    | 1  | 0,3     | 1          | 0        | 0     | 0           | 3      |
| Golyóscsap     | 0,5   | 43.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             | 43.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
| Radiátor       | 2,5   | 44.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             | 44.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
| Osztó          | 0,5   | 45.     |        | 1  |         |            |          |       |             | 45.     | 0      | 1  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1      |
| Visszacsapó    | 7,7   | 46.     | 3      |    |         |            | 1        |       |             | 46.     | 1,05   | 0  | 0       | 0          | 2,5      | 0     | 0           | 3,55   |
|                |       | 47.     | 3      |    |         |            |          |       |             | 47.     | 1,05   | 0  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,05   |
|                |       | 48.     |        | 1  |         |            |          |       |             | 48.     | 0      | 1  | 0       | 0          | 0        | 0     | 0           | 1      |
|                |       | 49.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             | 49.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
|                |       | 50.     |        | 1  | 1       |            |          |       |             | 50.     | 0      | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 1,3    |
|                |       | 51.     | 2      | 1  | 1       | 1          |          |       |             | 51.     | 0,7    | 1  | 0,3     | 0,5        | 0        | 0     | 0           | 2,5    |
|                |       | 52.     | 5      | 1  | 1       |            |          |       |             | 52.     | 1,75   | 1  | 0,3     | 0          | 0        | 0     | 0           | 3,05   |
|                |       | 18.     | 2      | 1  | 1       | 1          |          | 1     |             | 18.     | 0,7    | 1  | 0,3     | 0,5        | 0        | 0,5   | 0           | 3      |
|                |       |         |        |    |         |            |          |       |             |         |        |    |         |            |          |       |             |        |

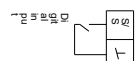
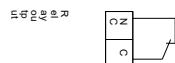
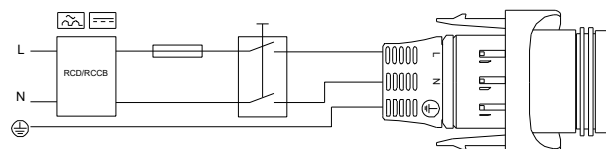
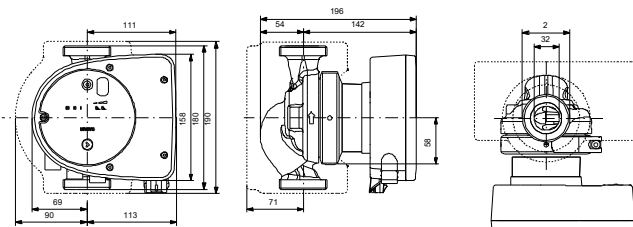
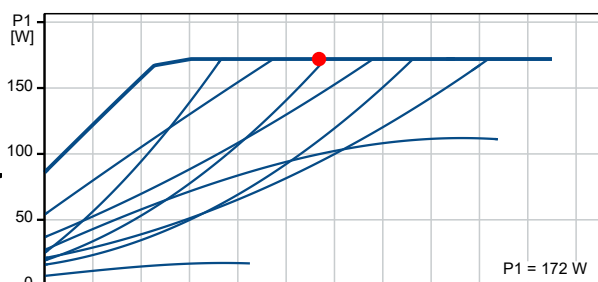
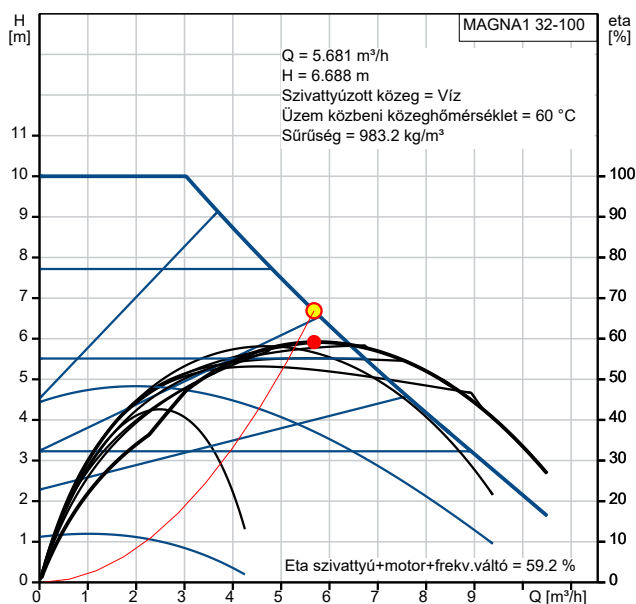
| Szakasz        | Q. [W]  | m. [kg/h] | c [J/kgK] | $\Delta T [^{\circ}]$<br>(55°/45°) | $\rho$ [kg/m³] | V. [m³/h] | v [m/s] | d <sub>cső</sub> [m] | A <sub>cső</sub> [m²] | v [m2/s]<br>(50°) | Re [-]   | $\lambda$ [-] | l [m]   | $\Delta p_s$ [Pa] | $\Sigma \zeta$ [-] | $\Delta p_a$ [Pa] | $\Delta p_{szelepek}$ [Pa] | $\Sigma \Delta p$ [Pa] |
|----------------|---------|-----------|-----------|------------------------------------|----------------|-----------|---------|----------------------|-----------------------|-------------------|----------|---------------|---------|-------------------|--------------------|-------------------|----------------------------|------------------------|
| 01.            | 4630    | 398,8514  | 4179      | 10                                 | 985,7          | 0,4046    | 0,3580  | 0,02                 | 0,000314              | 0,000000556       | 12876,25 | 0,0297        | 43      | 4032,84           | 6,3                | 397,85            | 20000,00                   | 24430,69               |
| 18.            | 4630    | 399,1379  | 4176      | 10                                 | 990,2          | 0,4031    | 0,3566  | 0,02                 | 0,000314              | 0,000000556       | 12826,94 | 0,0297        | 43      | 4024,14           | 5,25               | 330,51            | 11500,00                   | 15854,65               |
| 40285,34       |         |           |           |                                    |                |           |         |                      |                       |                   |          |               |         |                   |                    |                   |                            |                        |
| Idomok listája | Szakasz | Könyök    | Té        | Szűkítő                            | Golyóscsap     | Radiátor  | Osztó   | Visszacsapó          |                       | Szakasz           | Könyök   | Té            | Szűkítő | Golyóscsap        | Radiátor           | Osztó             | Visszacsapó                | Összes                 |
|                | 01.     | 10        |           | 2                                  | 4              |           | 1       | 1                    |                       | 01.               | 3,5      | 0             | 0,7     | 1,4               | 0                  | 0,35              | 0,35                       | 6,3                    |
|                | 02.     | 10        |           | 2                                  | 2              |           | 1       |                      |                       | 02.               | 3,5      | 0             | 0,7     | 0,7               | 0                  | 0,35              | 0                          | 5,25                   |
| Idomok listája | Érték   |           |           |                                    |                |           |         |                      |                       |                   |          |               |         |                   |                    |                   |                            |                        |
| Könyök         | 0,35    |           |           |                                    |                |           |         |                      |                       |                   |          |               |         |                   |                    |                   |                            |                        |
| Té             | 1       |           |           |                                    |                |           |         |                      |                       |                   |          |               |         |                   |                    |                   |                            |                        |
| Szűkítő        | 0,3     |           |           |                                    |                |           |         |                      |                       |                   |          |               |         |                   |                    |                   |                            |                        |
| Golyóscsap     | 0,5     |           |           |                                    |                |           |         |                      |                       |                   |          |               |         |                   |                    |                   |                            |                        |
| Radiátor       | 2,5     |           |           |                                    |                |           |         |                      |                       |                   |          |               |         |                   |                    |                   |                            |                        |
| Osztó          | 0,5     |           |           |                                    |                |           |         |                      |                       |                   |          |               |         |                   |                    |                   |                            |                        |
| Visszacsapó    | 7,7     |           |           |                                    |                |           |         |                      |                       |                   |          |               |         |                   |                    |                   |                            |                        |

| Szakasz        | Q. [W] | m. [kg/h] | c [J/kgK] | $\Delta T$ [°]<br>(55°/45°) | $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ] | V. [m <sup>3</sup> /h] | v [m/s]     | d <sub>cső</sub> [m] | A <sub>cső</sub> [m <sup>2</sup> ] | v [m2/s]<br>(50°) | Re [-]   | $\lambda$ [-] | l [m]      | $\Delta p_s$ [Pa] | $\Sigma \zeta$ [-] | $\Delta p_a$ [Pa] | $\Delta p_{szelepek}$ [Pa] | $\Sigma \Delta p$ [Pa]    |
|----------------|--------|-----------|-----------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------|-------------|----------------------|------------------------------------|-------------------|----------|---------------|------------|-------------------|--------------------|-------------------|----------------------------|---------------------------|
| 1.             | 35000  | 3015,0754 | 4179      | 10                          | 985,7                       | 3,0588                 | 0,6439      | 0,041                | 0,001320                           | 0,000000556       | 47481,30 | 0,0214        | 5          | 534,11            | 11,25              | 2298,76           | 0,00                       | 2832,88                   |
| 2.             | 35000  | 3017,2414 | 4176      | 10                          | 990,2                       | 3,0471                 | 0,6414      | 0,041                | 0,001320                           | 0,000000556       | 47299,48 | 0,0215        | 5          | 532,96<br>1067,08 | 2,55               | 519,43<br>2818,19 | 3000,00                    | 4052,39<br><b>6885,27</b> |
| Szakasz        | Könyök | Té        | Szűkítő   | Golyóscsap                  | Radiátor                    | Osztó                  | Visszacsapó |                      | Szakasz                            | Könyök            | Té       | Szűkítő       | Golyóscsap | Radiátor          | Osztó              | Visszacsapó       | Összes                     |                           |
| 01.            | 3      |           |           | 4                           |                             | 1                      | 1           |                      | 01.                                | 1,05              | 0        | 0             | 2          | 0                 | 0,5                | 7,7               | 11,25                      |                           |
| 77.            | 3      |           |           | 2                           |                             | 1                      |             |                      | 77.                                | 1,05              | 0        | 0             | 1          | 0                 | 0,5                | 0                 | 2,55                       |                           |
| Idomok listája | Érték  |           |           |                             |                             |                        |             |                      |                                    |                   |          |               |            |                   |                    |                   |                            |                           |
| Könyök         | 0,35   |           |           |                             |                             |                        |             |                      |                                    |                   |          |               |            |                   |                    |                   |                            |                           |
| Té             | 1      |           |           |                             |                             |                        |             |                      |                                    |                   |          |               |            |                   |                    |                   |                            |                           |
| Szűkítő        | 0,3    |           |           |                             |                             |                        |             |                      |                                    |                   |          |               |            |                   |                    |                   |                            |                           |
| Golyóscsap     | 0,5    |           |           |                             |                             |                        |             |                      |                                    |                   |          |               |            |                   |                    |                   |                            |                           |
| Radiátor       | 2,5    |           |           |                             |                             |                        |             |                      |                                    |                   |          |               |            |                   |                    |                   |                            |                           |
| Osztó          | 0,5    |           |           |                             |                             |                        |             |                      |                                    |                   |          |               |            |                   |                    |                   |                            |                           |
| Visszacsapó    | 7,7    |           |           |                             |                             |                        |             |                      |                                    |                   |          |               |            |                   |                    |                   |                            |                           |

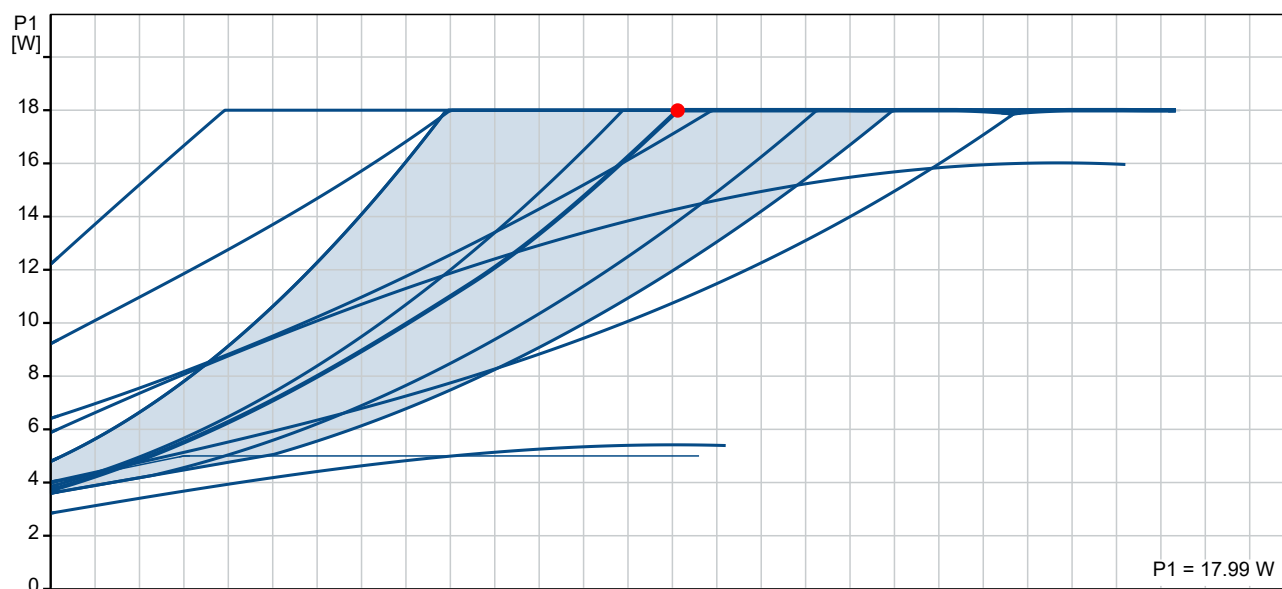
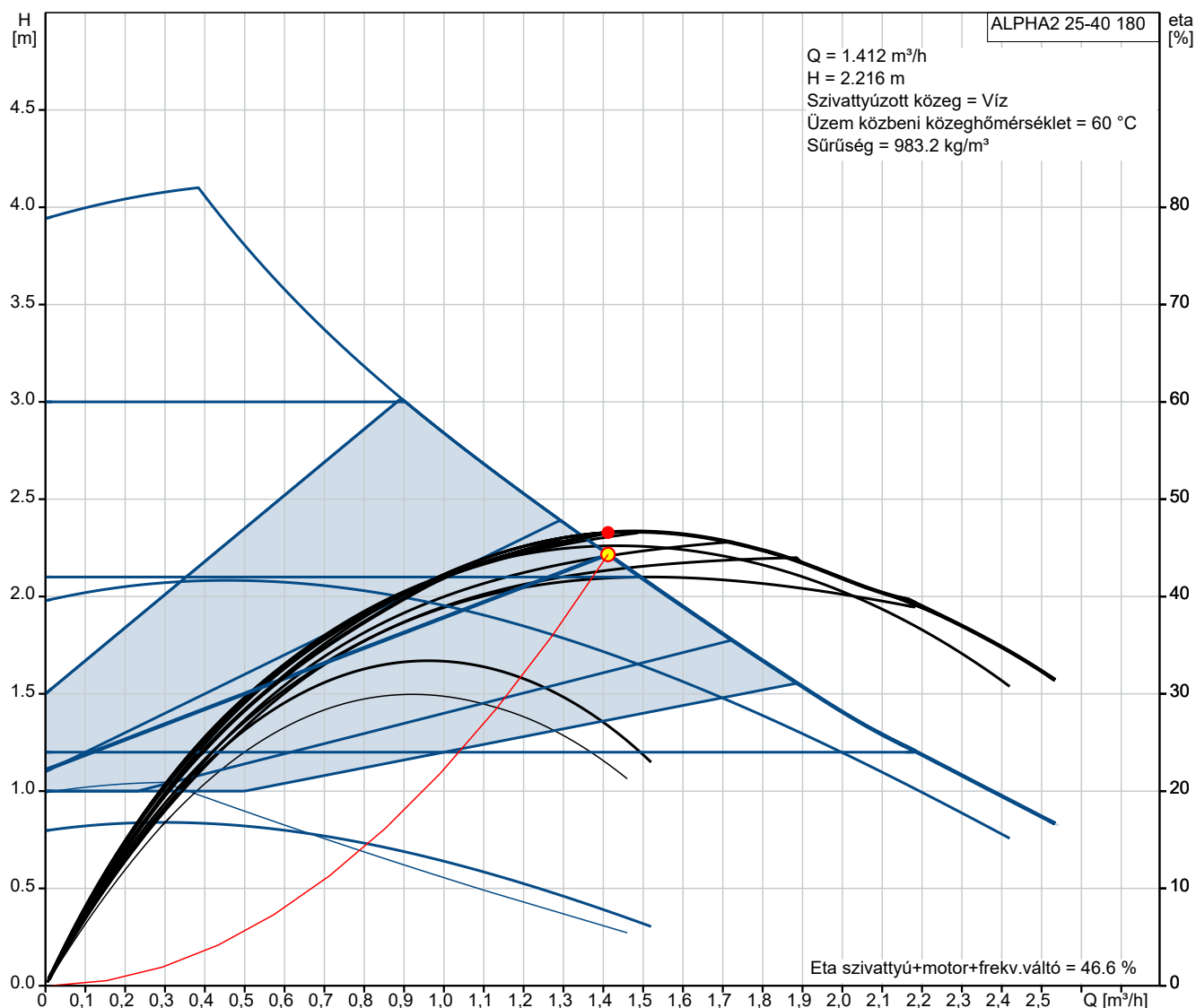
## 99221236 MAGNA1 32-100



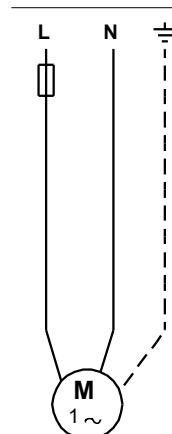
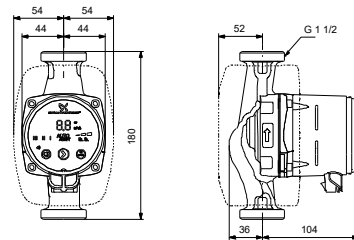
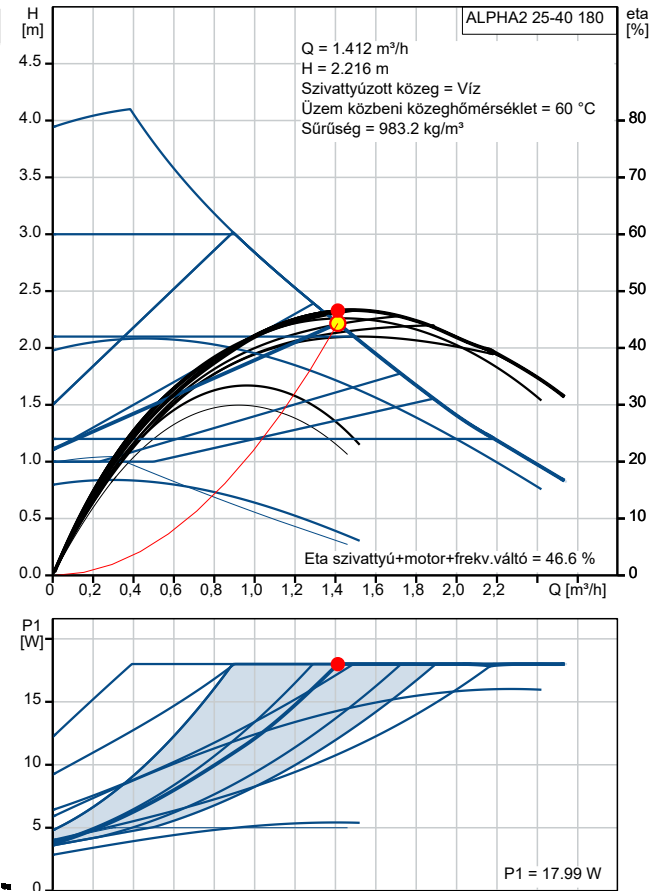
| Leírás                               | Érték                                    |
|--------------------------------------|------------------------------------------|
| <b>Általános információk:</b>        |                                          |
| Terméknév:                           | MAGNA1 32-100                            |
| Cikkszám::                           | 99221236                                 |
| EAN szám::                           | 5712608942099                            |
| Ár:                                  | Eur 917.4                                |
| <b>Műszaki:</b>                      |                                          |
| Tényleges számított térfogatáram:    | 5.681 m³/h                               |
| Szivattyú eredő szállítómagasság:    | 6.688 m                                  |
| Max. szállítómagasság:               | 100 dm                                   |
| TF osztály:                          | 110                                      |
| Jóváhagyások és jelölések:           | CE,VDE,EAC,MOROCCO,UKCA, TSERCM,UkrSEPRO |
| Modell:                              | C                                        |
| <b>Anyagok:</b>                      |                                          |
| Szivattyúház:                        | Öntöttvas                                |
| Szivattyúház:                        | EN-GJL-200                               |
| Szivattyúház:                        | ASTM A48-200B                            |
| Járókerék:                           | PES 30%GF                                |
| <b>Telepítés:</b>                    |                                          |
| Megengedett hőmérséklettartomány:    | 0 .. 40 °C                               |
| Maximális üzemi nyomás:              | 10 bar                                   |
| Csőcsatlakozás:                      | G 2"                                     |
| Névl. nyomás:                        | PN 10                                    |
| Beépítési hossz:                     | 180 mm                                   |
| <b>Folyadék:</b>                     |                                          |
| Szivattyúzott közeg:                 | Víz                                      |
| Folyadék-hőmérséklet tartomány:      | -10 .. 110 °C                            |
| Folyadék-hőmérséklet működés közben: | 60 °C                                    |
| Sűrűség:                             | 983.2 kg/m³                              |
| <b>Elektromos adatok:</b>            |                                          |
| Telj. - P1:                          | 8 .. 175 W                               |
| Hálózati frekvencia:                 | 50 / 60 Hz                               |
| Névleges feszültség [V]:             | 1 x 230 V                                |
| Maximális áramfelvétel:              | 0.08 .. 1.41 A                           |
| Védettségi osztály (IEC 34-5):       | X4D                                      |
| Szigetelési osztály (IEC 85):        | F                                        |
| <b>Egyéb:</b>                        |                                          |
| Energia (EEI):                       | 0.20                                     |
| Nettó tömeg:                         | 4.63 kg                                  |
| Össztömeg:                           | 5.33 kg                                  |
| Szállítási térfogat:                 | 0.013 m³                                 |
| Finn:                                | 4615307                                  |
| Származási ország:                   | DE                                       |
| Egyedi vámtarifaszám:                | 84137030                                 |
| Environmental approvals:             | CN ROHS,WEEE                             |



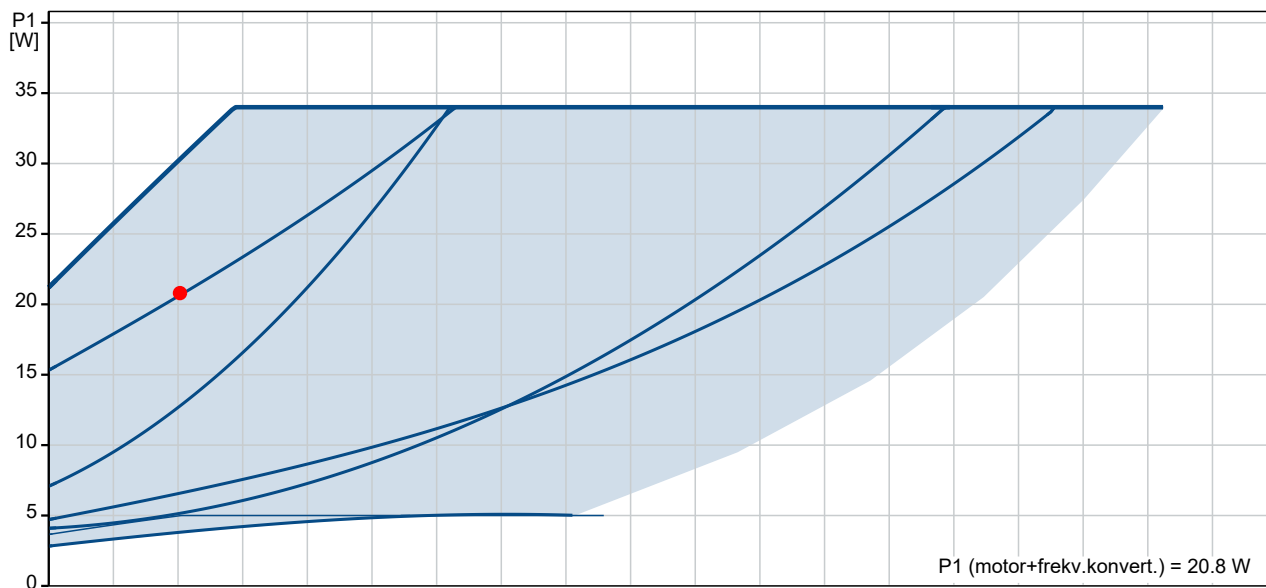
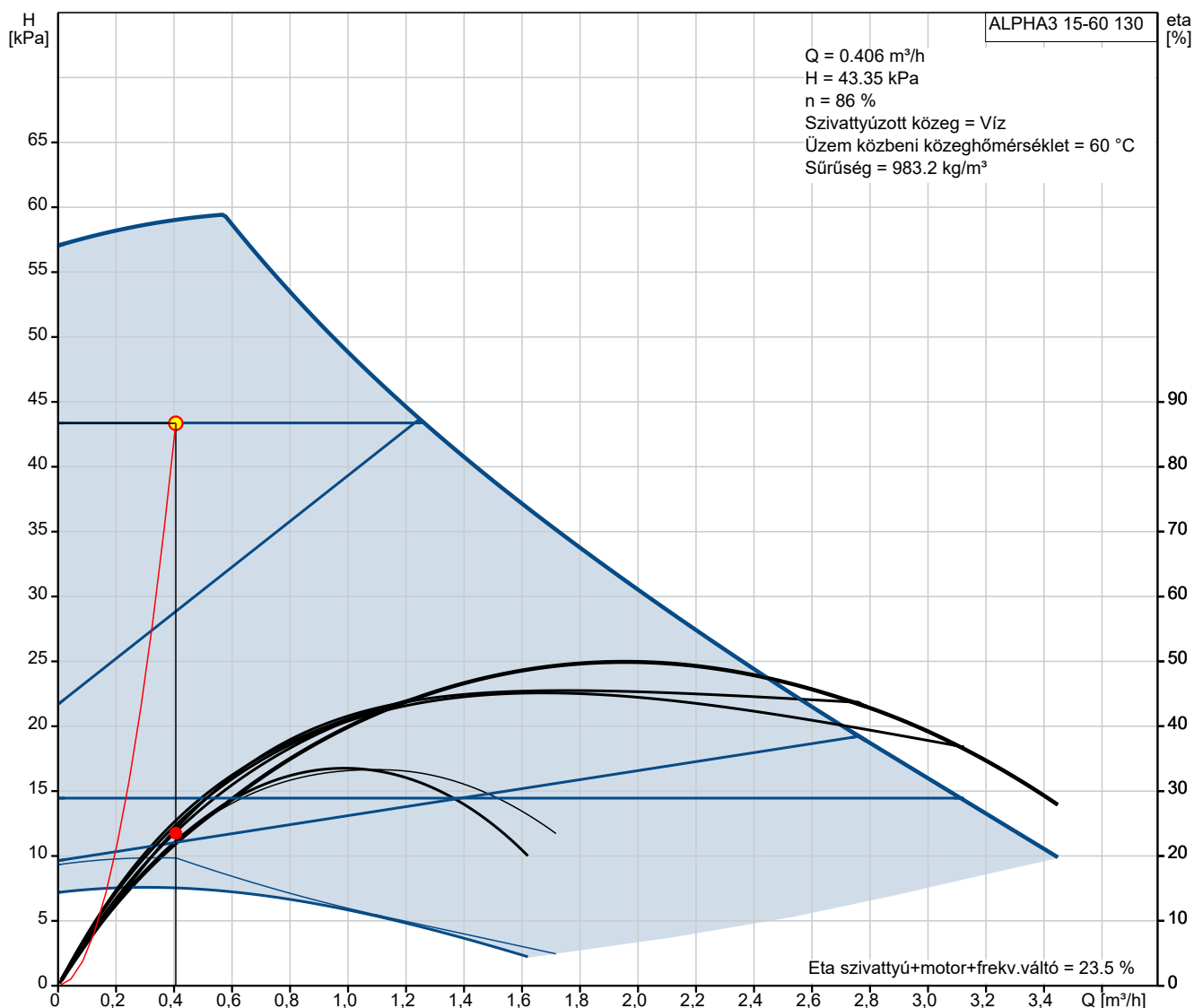
## 99411165 ALPHA2 25-40 180



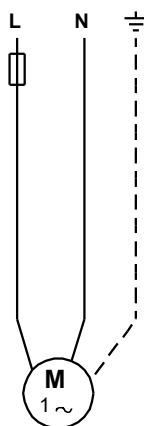
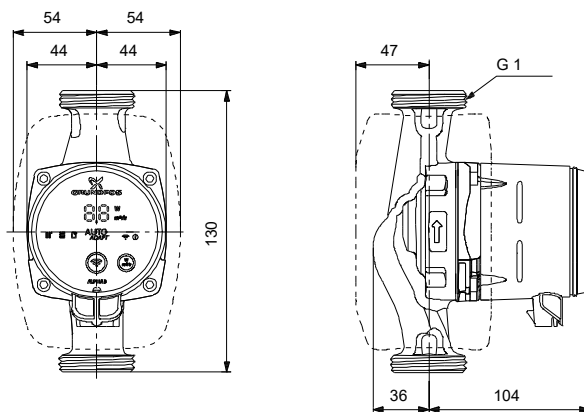
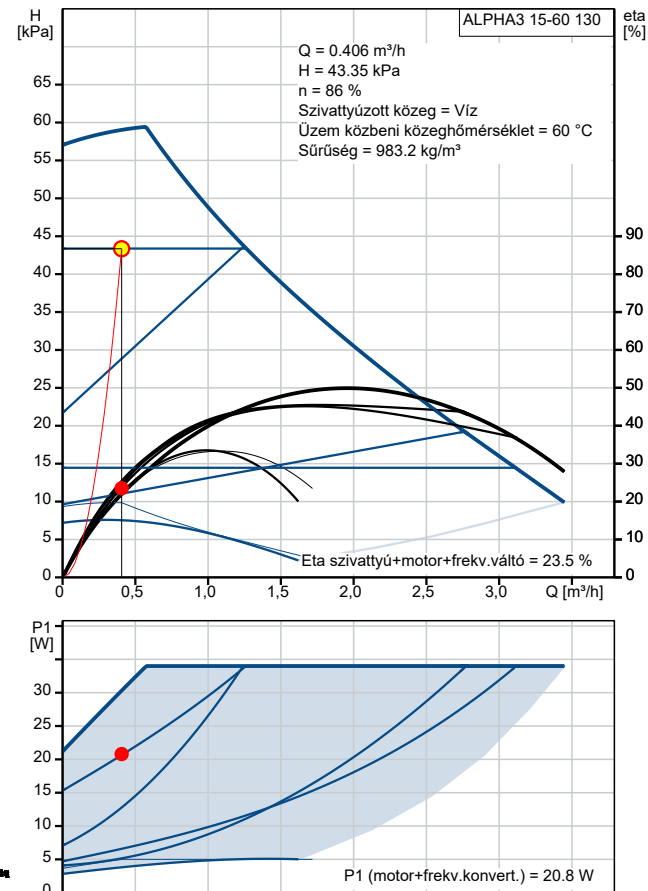
| Leírás                               | Érték                                 |
|--------------------------------------|---------------------------------------|
| <b>Általános információk:</b>        |                                       |
| Terméknév:                           | ALPHA2 25-40 180                      |
| Cikkszám::                           | 99411165                              |
| EAN szám::                           | 5713828674906                         |
| Ár:                                  | Eur 291.96                            |
| <b>Műszaki:</b>                      |                                       |
| Tényleges számított térfogatáram:    | 1.412 m³/h                            |
| Szivattyú eredő szállítómagassága:   | 2.216 m                               |
| Max. szállítómagasság:               | 40 dm                                 |
| TF osztály:                          | 110                                   |
| Jóváhagyások az adattáblán:          | VDE,CE,EAC,SEPRO                      |
| Modell:                              | E                                     |
| <b>Anyagok:</b>                      |                                       |
| Szivattyúház:                        | Öntöttvas                             |
| Szivattyúház:                        | EN-GJL-150                            |
| Szivattyúház:                        | ASTM A48-150B                         |
| Járókerék:                           | PES 30%GF                             |
| <b>Telepítés:</b>                    |                                       |
| Megengedett hőmérséklettartomány:    | 0 .. 40 °C                            |
| Maximális üzemi nyomás:              | 10 bar                                |
| Csőcsatlakozás:                      | G 1 1/2                               |
| Névl. nyomás:                        | PN 10                                 |
| Beépítési hossz:                     | 180 mm                                |
| <b>Folyadék:</b>                     |                                       |
| Szivattyúzott közeg:                 | Víz                                   |
| Folyadék-hőmérséklet tartomány:      | 2 .. 110 °C                           |
| Folyadék-hőmérséklet működés közben: | 60 °C                                 |
| Sűrűség:                             | 983.2 kg/m³                           |
| <b>Elektromos adatok:</b>            |                                       |
| Telj. - P1:                          | 3 .. 18 W                             |
| Hálózati frekvencia:                 | 50 / 60 Hz                            |
| Névleges feszültség [V]:             | 1 x 230 V                             |
| Maximális áramfelvétel:              | 0.04 .. 0.18 A                        |
| Védettségi osztály (IEC 34-5):       | X4D                                   |
| Szigetelési osztály (IEC 85):        | F                                     |
| Beépített motorvédelem:              | NINCS                                 |
| Hővédelem:                           | ELEC                                  |
| <b>Vezérlés:</b>                     |                                       |
| Automatikus éjszakai üzem:           | automatikus éjszakai üzemmód beépítve |
| Kapocsdoboz poz.:                    | 6H                                    |
| <b>Egyéb:</b>                        |                                       |
| Energia (EEI):                       | 0.15                                  |
| Nettó tömeg:                         | 2.01 kg                               |
| Össztömeg:                           | 2.17 kg                               |
| Szállítási térfogat:                 | 0.004 m³                              |
| Dán VVS No.:                         | 380473240                             |
| Svéd RSK szám:                       | 5758779                               |
| Finn:                                | 4615339                               |
| Norvég NRF szám:                     | 9043148                               |
| Származási ország:                   | DK                                    |
| Egyedi vámtarifaszám:                | 84137030                              |



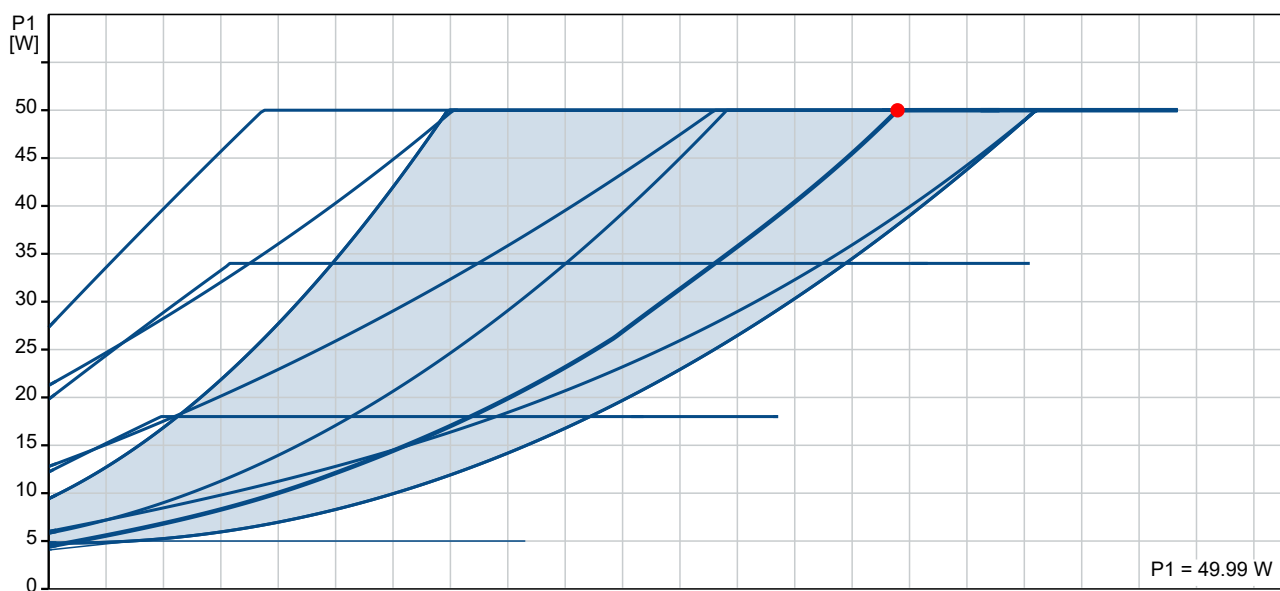
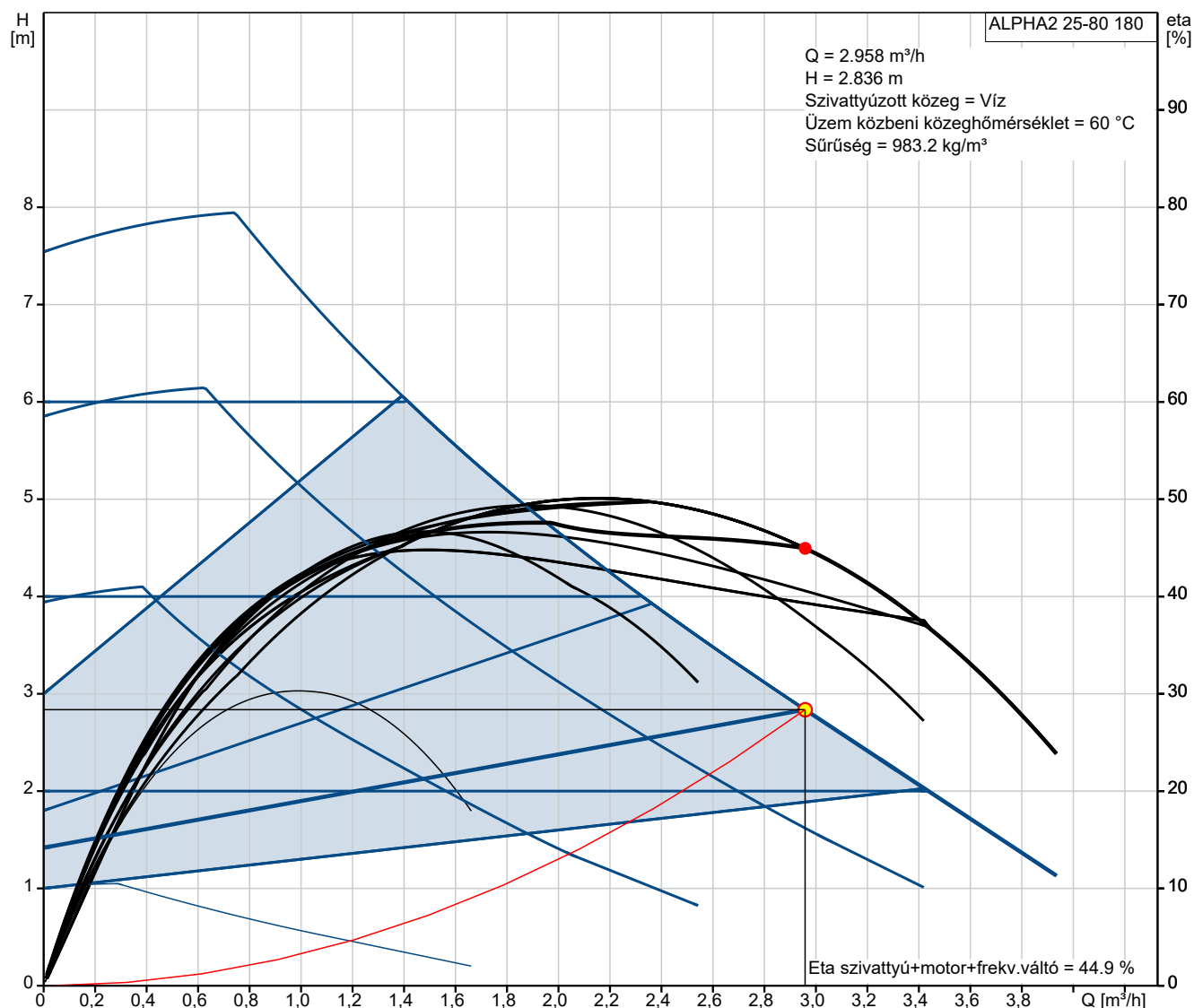
## 99371950 ALPHA3 15-60 130



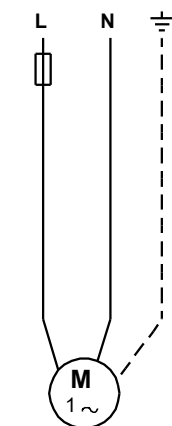
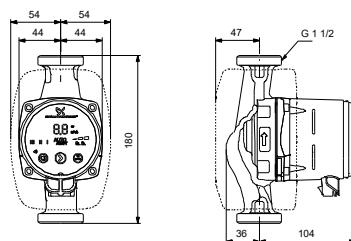
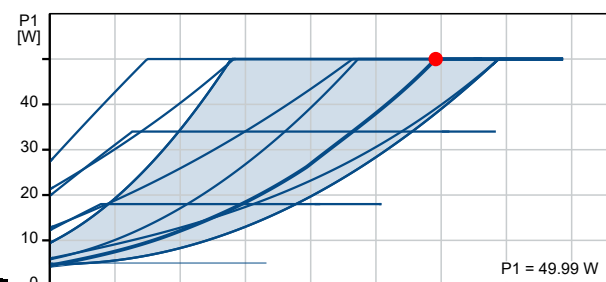
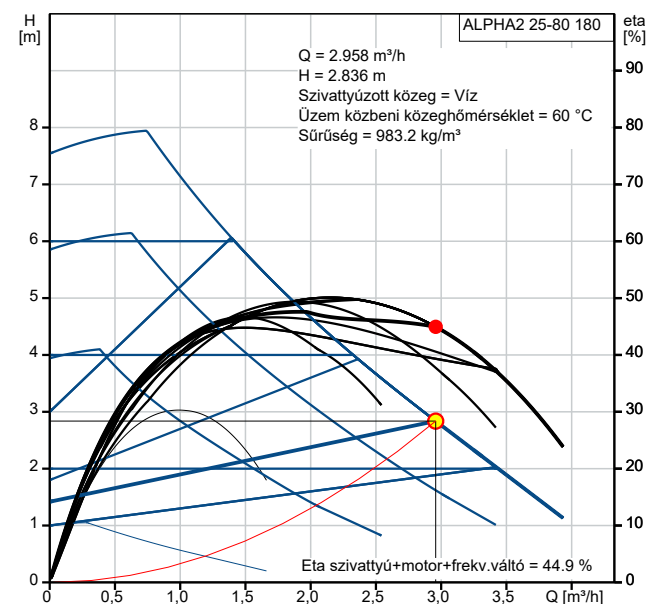
| Leírás                               | Érték                                 |
|--------------------------------------|---------------------------------------|
| <b>Általános információk:</b>        |                                       |
| Terméknév:                           | ALPHA3 15-60 130                      |
| Cikkszám::                           | 99371950                              |
| EAN szám::                           | 5713828026538                         |
| Ár:                                  | Eur 444.6                             |
| <b>Műszaki:</b>                      |                                       |
| Tényleges számított térfogatáram:    | 0.406 m³/h                            |
| Szivattyú eredő szállítómagassága:   | 43.35 kPa                             |
| Max. szállítómagasság:               | 60 dm                                 |
| TF osztály:                          | 110                                   |
| Jóváhagyások az adattáblán:          | VDE,CE,EAC,SEPRO                      |
| Modell:                              | B                                     |
| <b>Anyagok:</b>                      |                                       |
| Szivattyúház:                        | Öntöttvas                             |
| Szivattyúház:                        | EN-GJL-150                            |
| Szivattyúház:                        | ASTM A48-150B                         |
| Járókerék:                           | PES 30%GF                             |
| <b>Telepítés:</b>                    |                                       |
| Megengedett hőmérséklettartomány:    | 0 .. 40 °C                            |
| Maximális üzemi nyomás:              | 10 bar                                |
| Csőcsatlakozás:                      | G 1                                   |
| Névl. nyomás:                        | PN 10                                 |
| Beépítési hossz:                     | 130 mm                                |
| <b>Folyadék:</b>                     |                                       |
| Szivattyúzott közeg:                 | Víz                                   |
| Folyadék-hőmérséklet tartomány:      | 2 .. 110 °C                           |
| Folyadék-hőmérséklet működés közben: | 60 °C                                 |
| Sűrűség:                             | 983.2 kg/m³                           |
| <b>Elektromos adatok:</b>            |                                       |
| Telj. - P1:                          | 3 .. 34 W                             |
| Hálózati frekvencia:                 | 50 / 60 Hz                            |
| Névleges feszültség [V]:             | 1 x 230 V                             |
| Maximális áramfelvétel:              | 0.04 .. 0.32 A                        |
| Védettségi osztály (IEC 34-5):       | X4D                                   |
| Szigetelési osztály (IEC 85):        | F                                     |
| Beépített motorvédelem:              | NINCS                                 |
| Hővédelem:                           | ELEC                                  |
| <b>Vezérlés:</b>                     |                                       |
| Automatikus éjszakai üzem:           | automatikus éjszakai üzemmód beépítve |
| Kapocsdoboz poz.:                    | 6H                                    |
| <b>Egyéb:</b>                        |                                       |
| Energia (EEI):                       | 0.17                                  |
| Nettó tömeg:                         | 1.73 kg                               |
| Össztömeg:                           | 1.89 kg                               |
| Szállítási térfogat:                 | 0.004 m³                              |
| Dán VVS No.:                         | 380474060                             |
| Svéd RSK szám:                       | 5758787                               |
| Norvég NRF szám:                     | 9043174                               |
| Származási ország:                   | DK                                    |
| Egyedi vámtarifaszám:                | 84137030                              |



## 99411178 ALPHA2 25-80 180

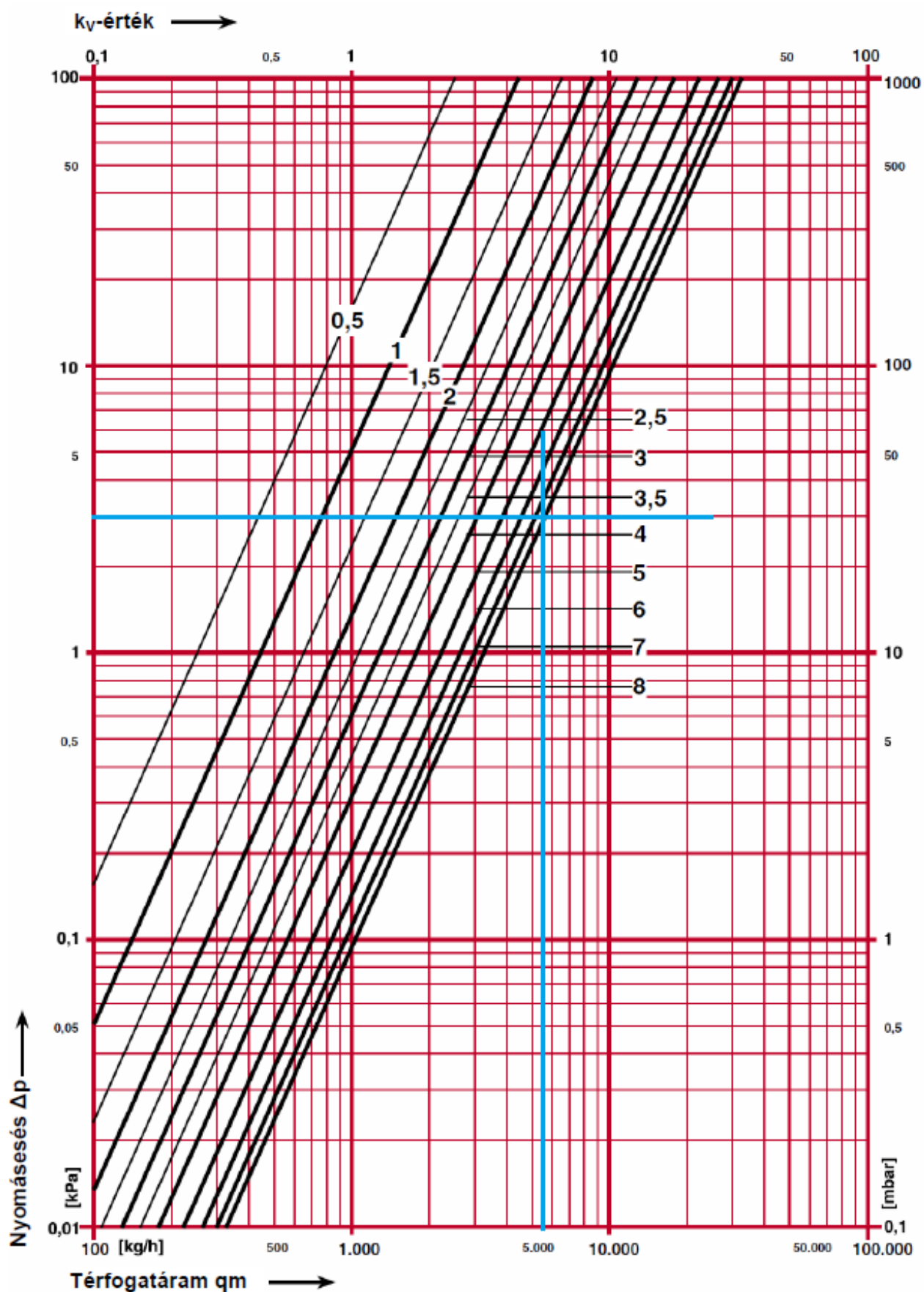


| Leírás                               | Érték                                 |
|--------------------------------------|---------------------------------------|
| <b>Általános információk:</b>        |                                       |
| Terméknév:                           | ALPHA2 25-80 180                      |
| Cikkszám::                           | 99411178                              |
| EAN szám::                           | 5713828675293                         |
| Ár:                                  | Eur 418.08                            |
| <b>Műszaki:</b>                      |                                       |
| Tényleges számított térfogatáram:    | 2.958 m³/h                            |
| Szivattyú eredő szállítómagassága:   | 2.836 m                               |
| Max. szállítómagasság:               | 80 dm                                 |
| TF osztály:                          | 110                                   |
| Jóváhagyások az adattáblán:          | VDE,CE,EAC,SEPRO                      |
| Modell:                              | E                                     |
| <b>Anyagok:</b>                      |                                       |
| Szivattyúház:                        | Öntöttvas                             |
| Szivattyúház:                        | EN-GJL-150                            |
| Szivattyúház:                        | ASTM A48-150B                         |
| Járókerék:                           | PES 30%GF                             |
| <b>Telepítés:</b>                    |                                       |
| Megengedett hőmérséklettartomány:    | 0 .. 40 °C                            |
| Maximális üzemi nyomás:              | 10 bar                                |
| Csőcsatlakozás:                      | G 1 1/2                               |
| Névl. nyomás:                        | PN 10                                 |
| Beépítési hossz:                     | 180 mm                                |
| <b>Folyadék:</b>                     |                                       |
| Szivattyúzott közeg:                 | Víz                                   |
| Folyadék-hőmérséklet tartomány:      | 2 .. 110 °C                           |
| Folyadék-hőmérséklet működés közben: | 60 °C                                 |
| Sűrűség:                             | 983.2 kg/m³                           |
| <b>Elektromos adatok:</b>            |                                       |
| Telj. - P1:                          | 3 .. 50 W                             |
| Hálózati frekvencia:                 | 50 / 60 Hz                            |
| Névleges feszültség [V]:             | 1 x 230 V                             |
| Maximális áramfelvétel:              | 0.04 .. 0.44 A                        |
| Védettségi osztály (IEC 34-5):       | X4D                                   |
| Szigetelési osztály (IEC 85):        | F                                     |
| Beépített motorvédelem:              | NINCS                                 |
| Hővédelem:                           | ELEC                                  |
| <b>Vezérlés:</b>                     |                                       |
| Automatikus éjszakai üzem:           | automatikus éjszakai üzemmód beépítve |
| Kapocsdoboz poz.:                    | 6H                                    |
| <b>Egyéb:</b>                        |                                       |
| Energia (EEI):                       | 0.18                                  |
| Nettó tömeg:                         | 1.98 kg                               |
| Össztömeg:                           | 2.14 kg                               |
| Szállítási térfogat:                 | 0.004 m³                              |
| Dán VVS No.:                         | 380473280                             |
| Svéd RSK szám:                       | 5758781                               |
| Finn:                                | 4615341                               |
| Norvég NRF szám:                     | 9043153                               |
| Származási ország:                   | DK                                    |
| Egyedi vámtarifaszám:                | 84137030                              |



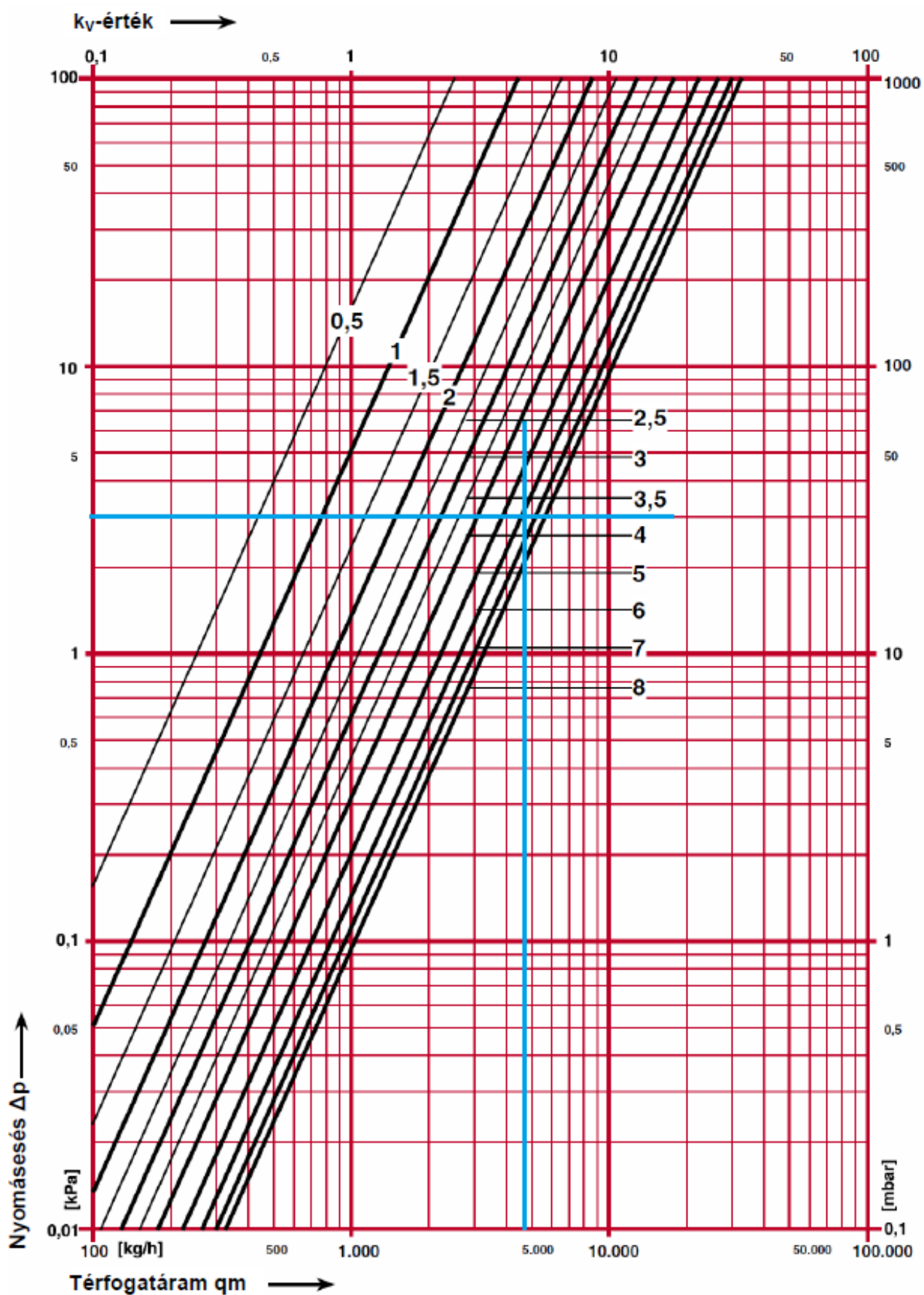
14. számú melléklet: Beszabályozószelepek nomogramos kiválasztása

Földszint 30. szakasz beszabályozószelep



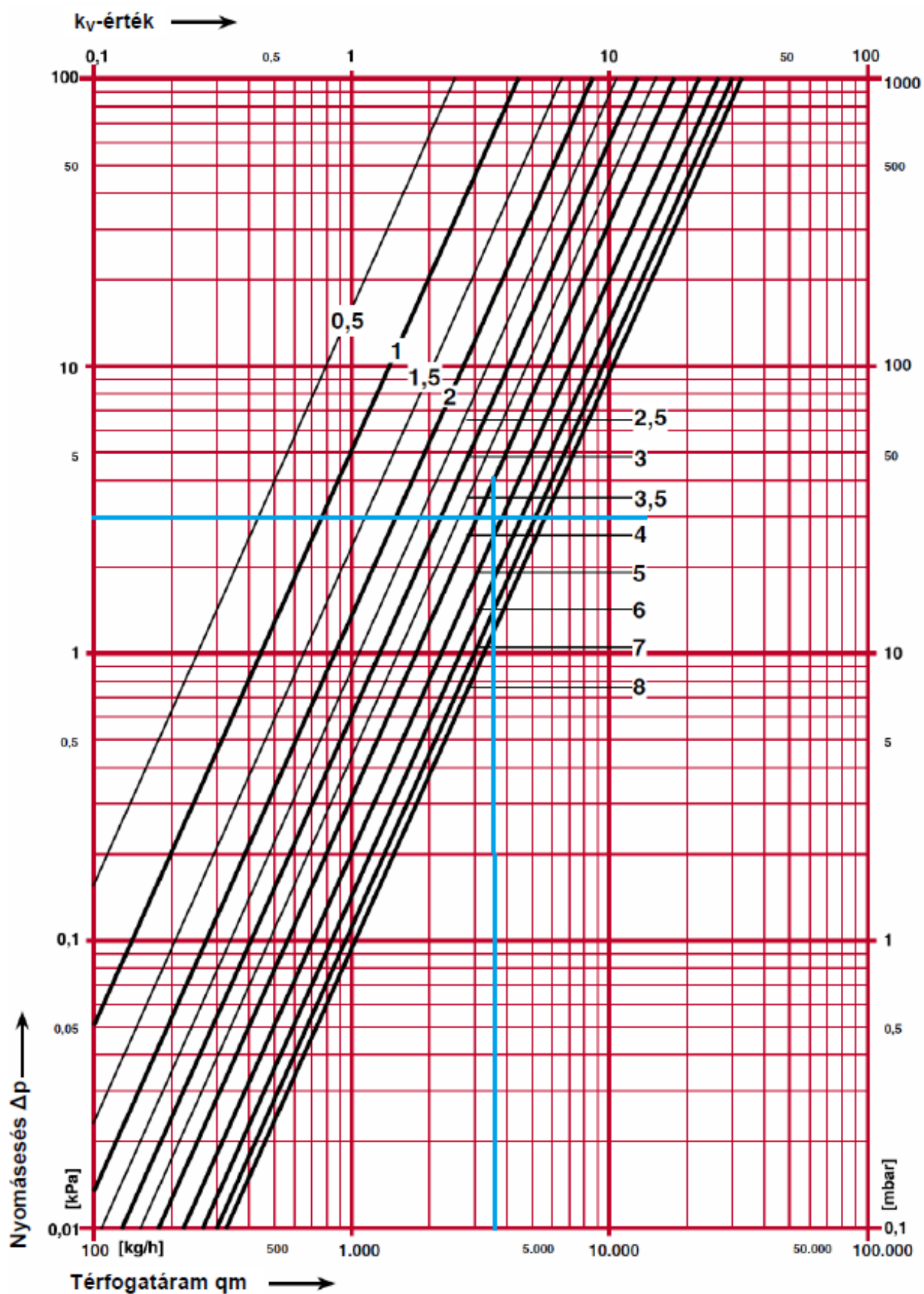
14. számú melléklet: Beszabályozószelepek nomogramos kiválasztása

Földszint 29. szakasz beszabályozószelep



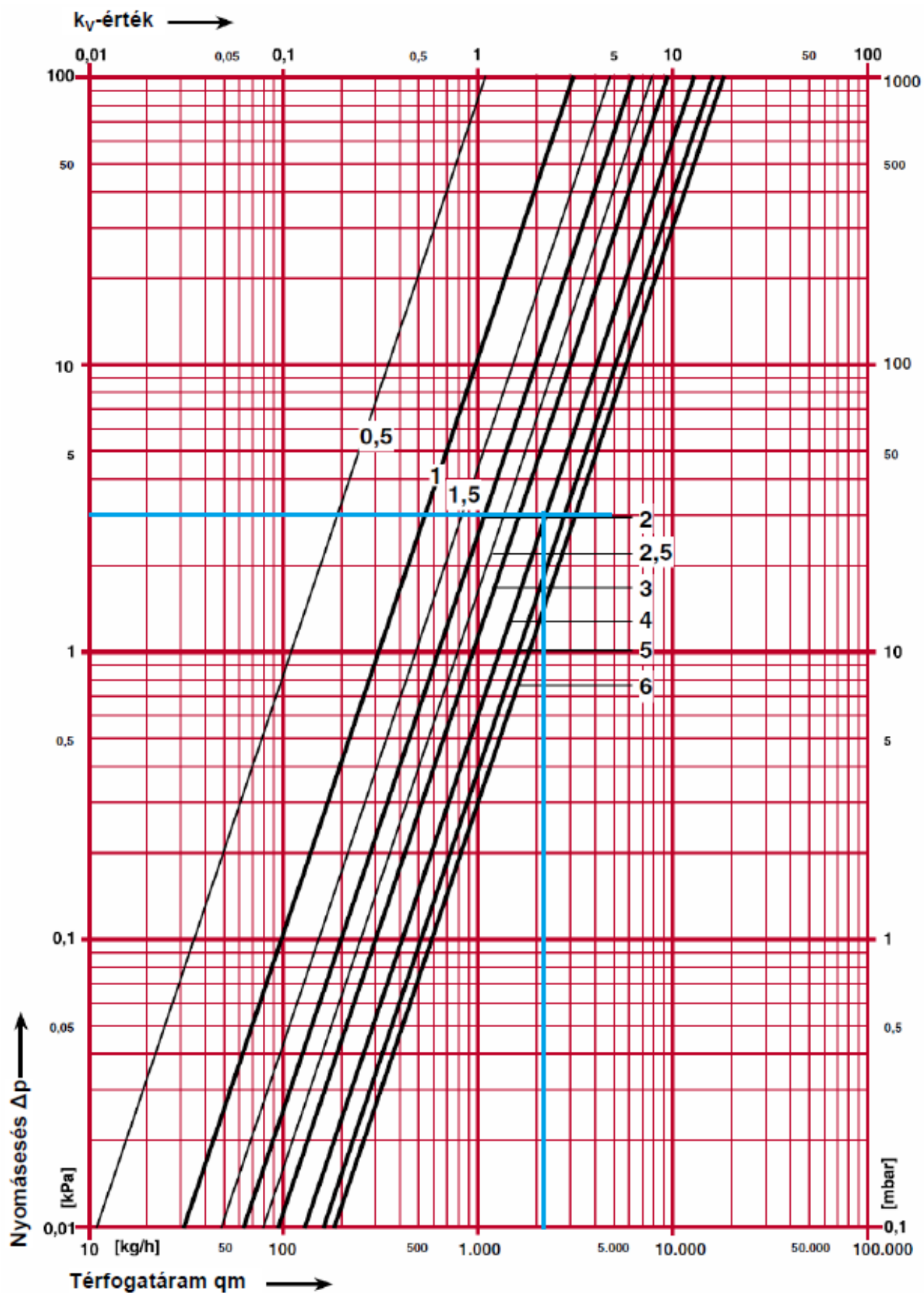
14. számú melléklet: Beszabályozószelepek nomogramos kiválasztása

Földszint 28. szakasz beszabályozószelep



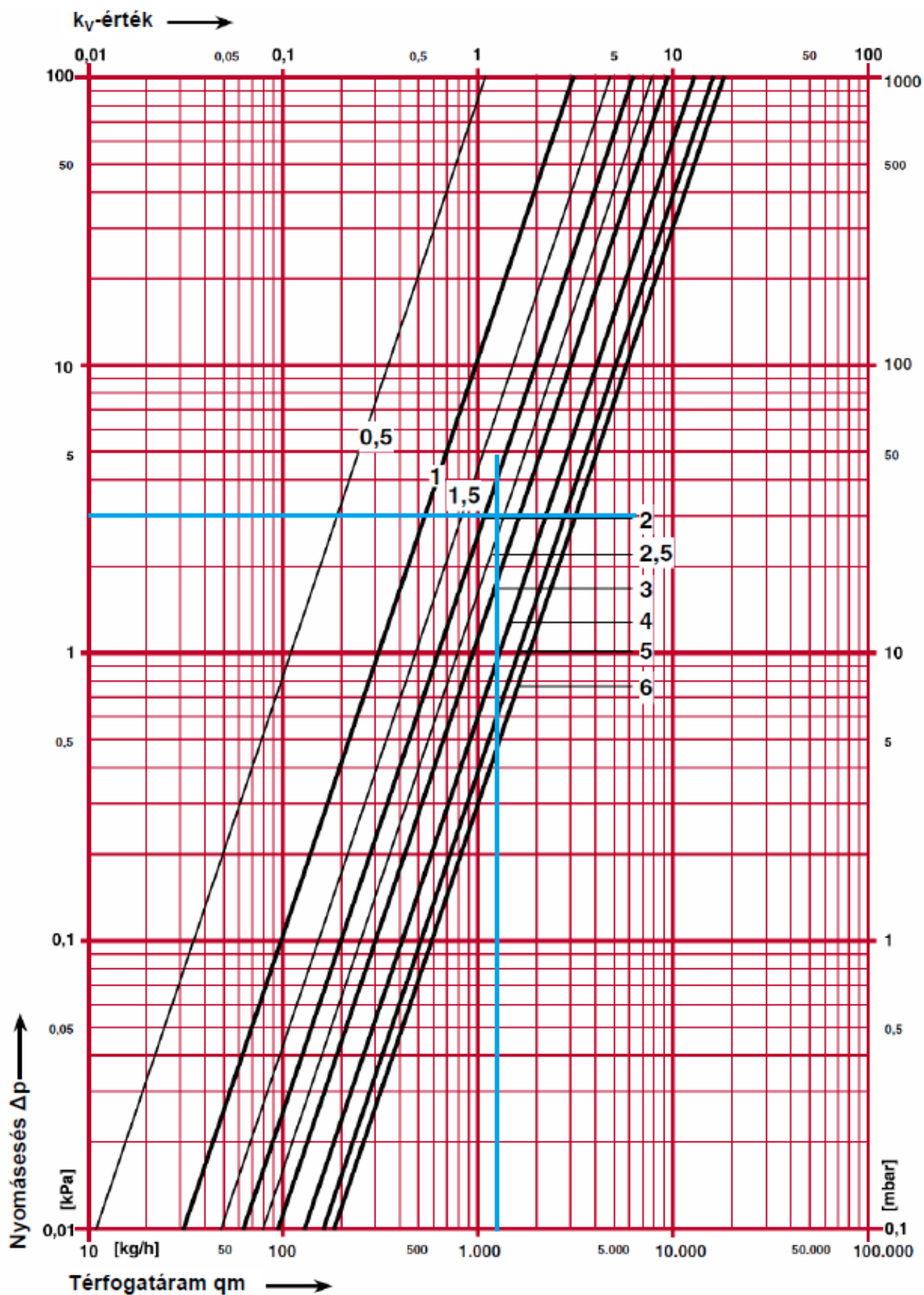
14. számú melléklet: Beszabályozószelepek nomogramos kiválasztása

Földszint 26. szakasz beszabályozószelep



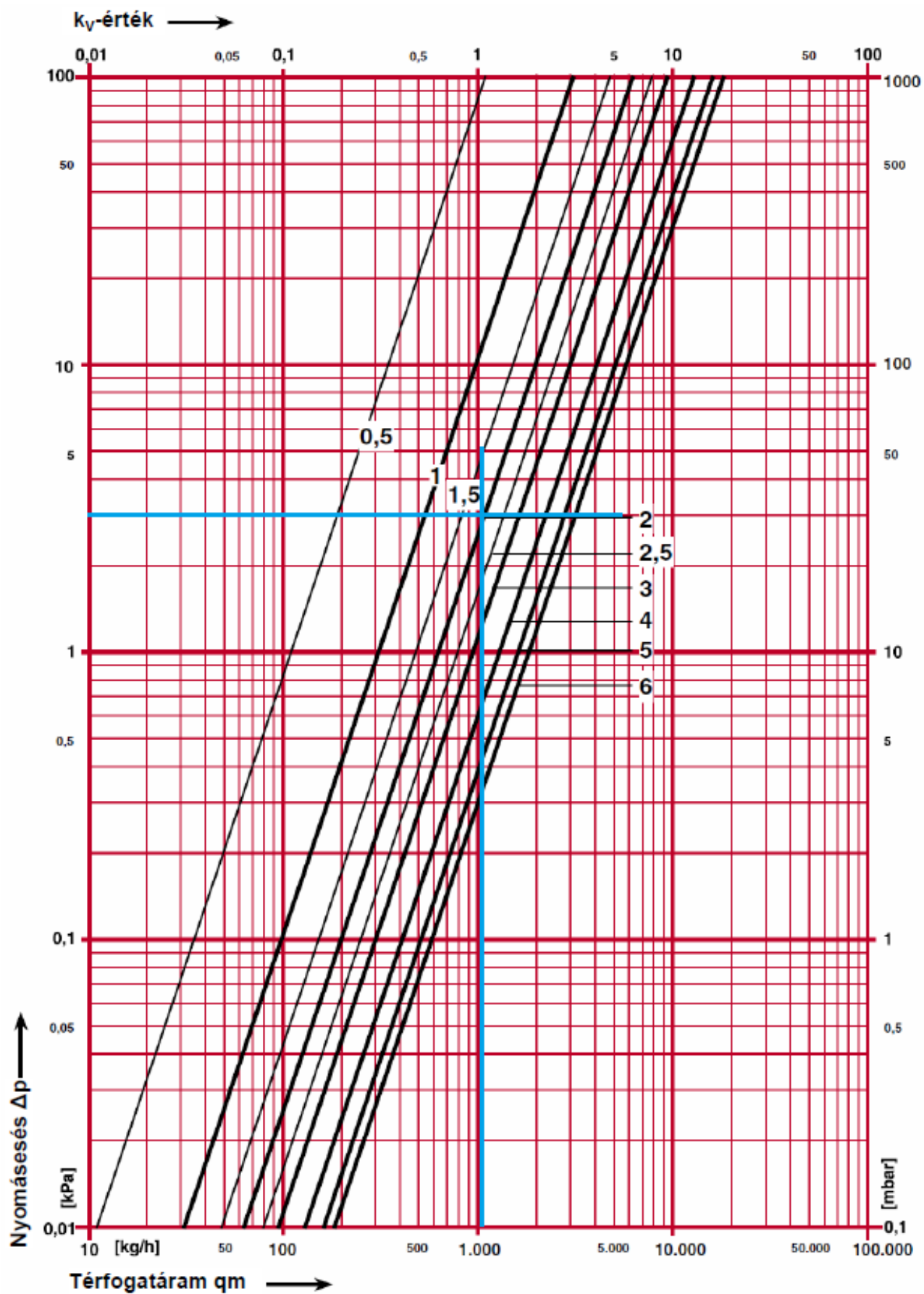
14. számú melléklet: Beszabályozószelepek nomogramos kiválasztása

Földszint 46. szakasz beszabályozószelep



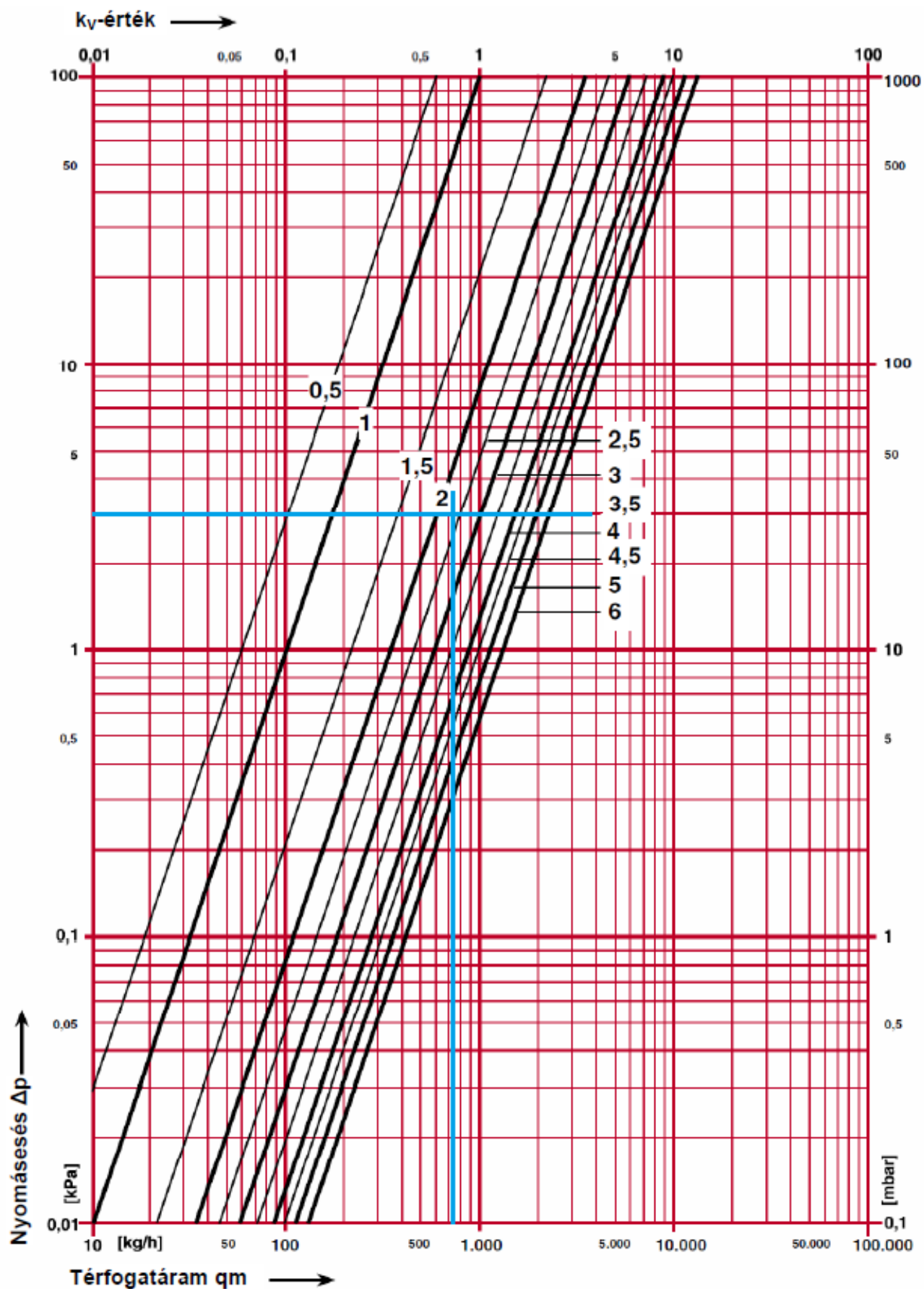
14. számú melléklet: Beszabályozószelepek nomogramos kiválasztása

Földszint 68. szakasz beszabályozószelep



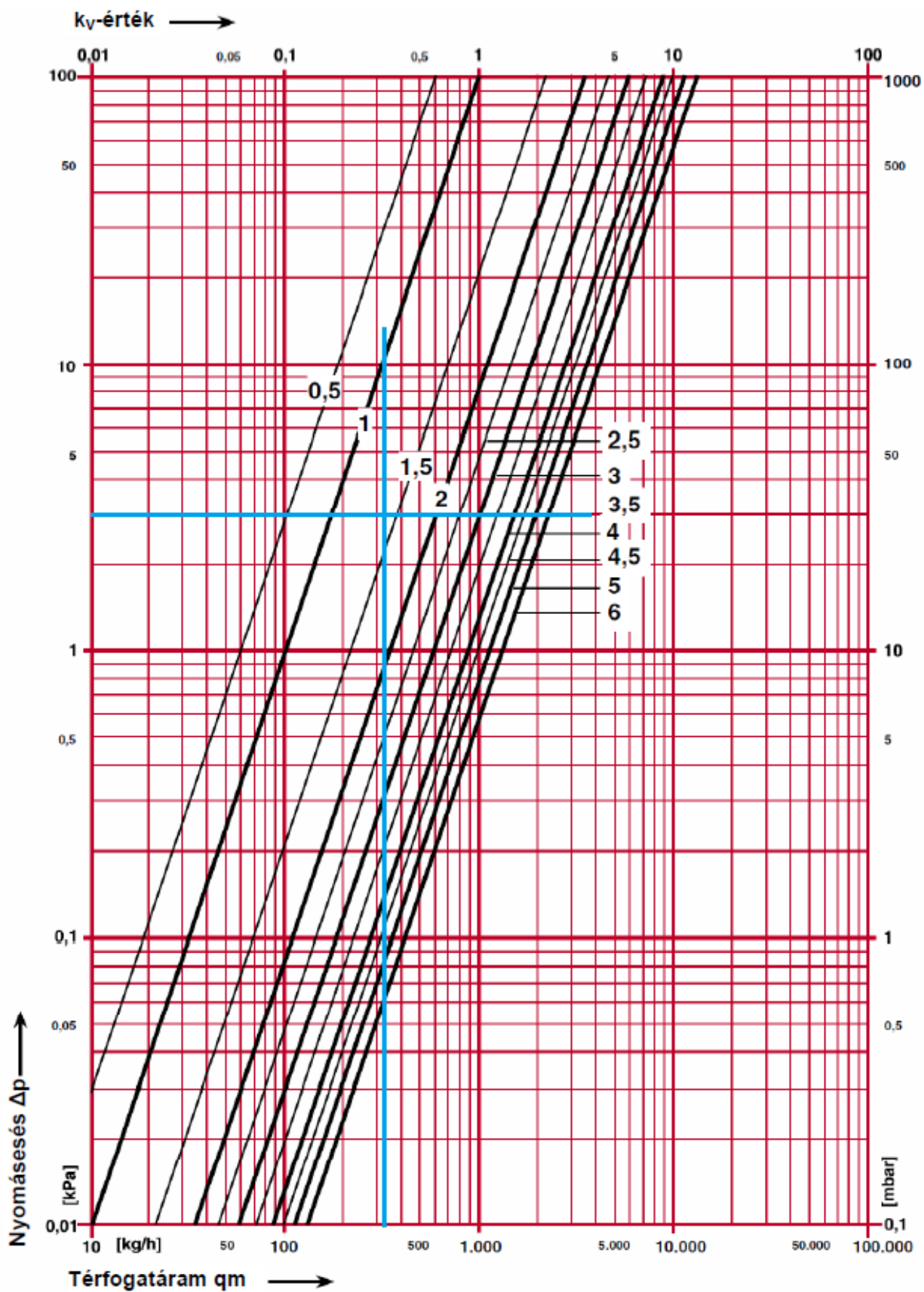
14. számú melléklet: Beszabályozószelepek nomogramos kiválasztása

Földszint 67. szakasz beszabályozószelep



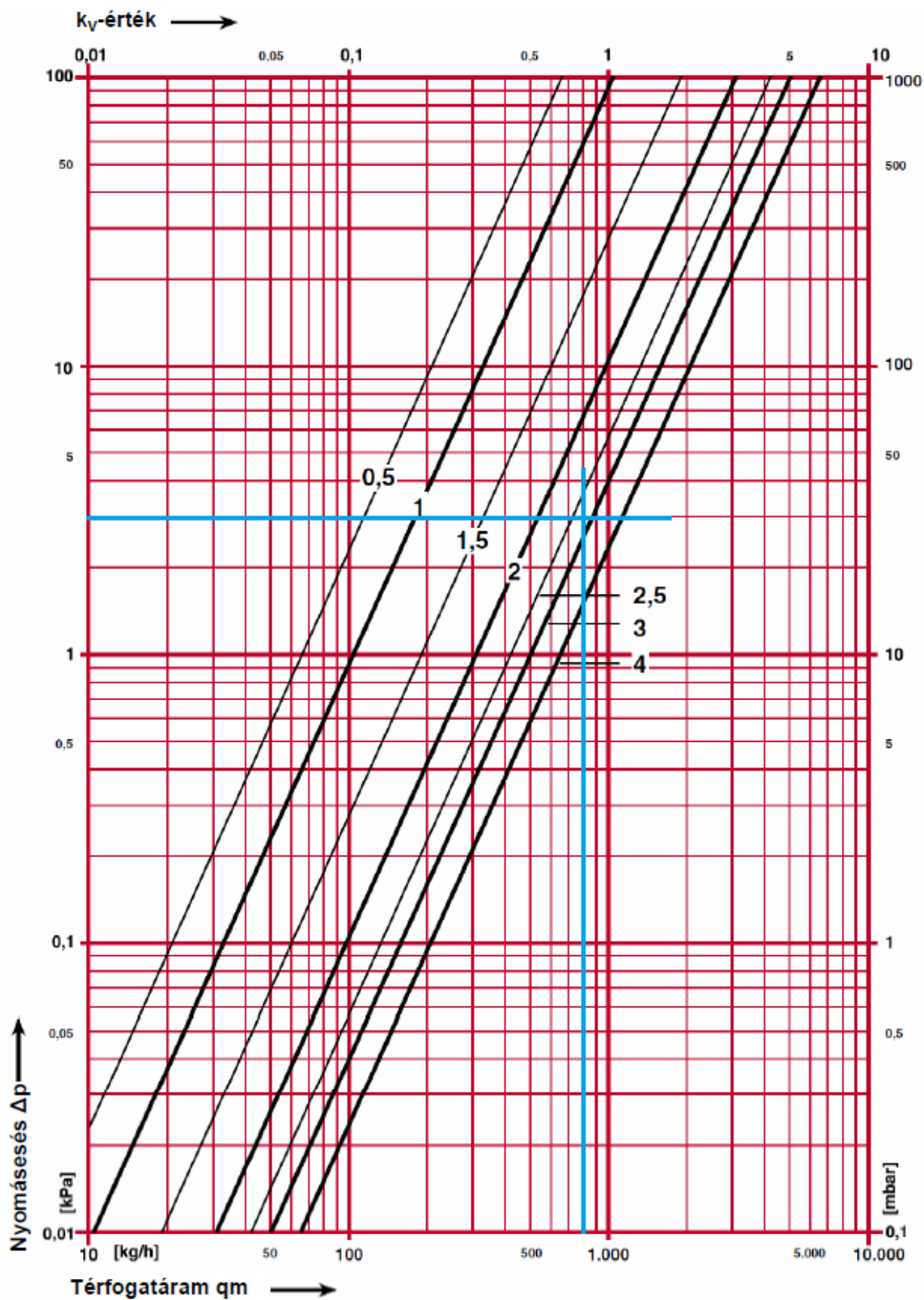
14. számú melléklet: Beszabályozószelepek nomogramos kiválasztása

Földszint 76. szakasz beszabályozószelep



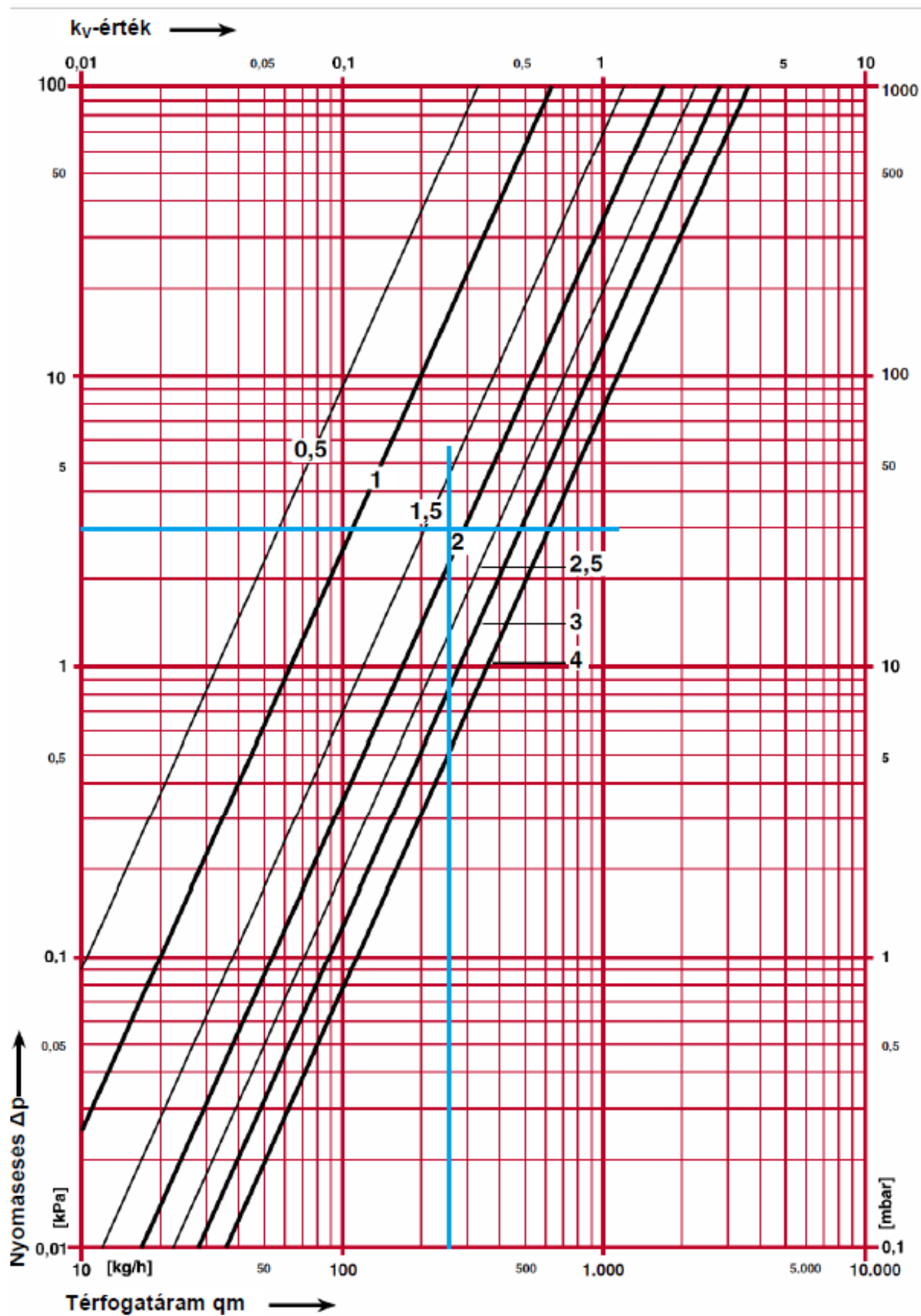
14. számú melléklet: Beszabályozószelepek nomogramos kiválasztása

Földszint 90. szakasz beszabályozószelep



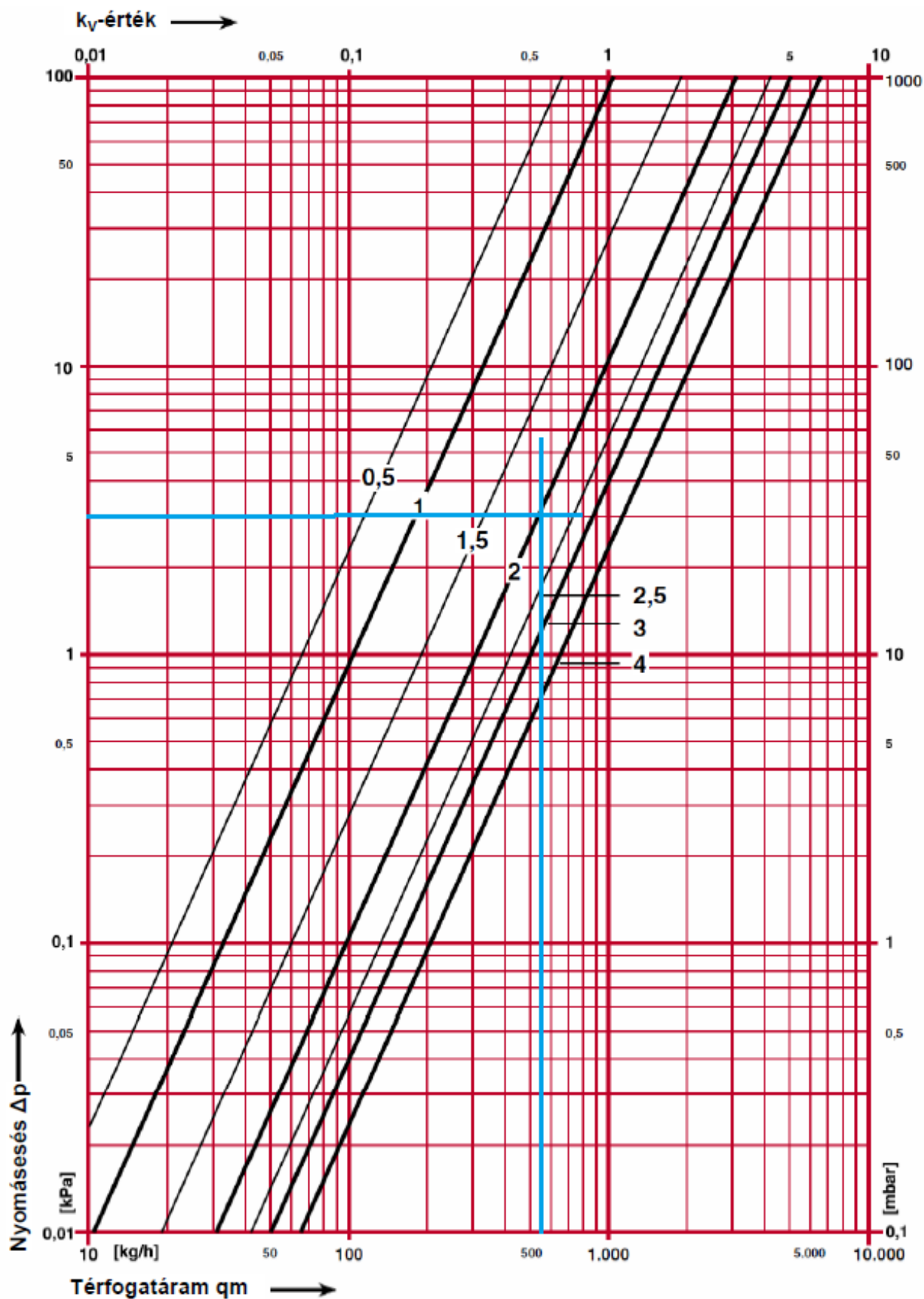
14. számú melléklet: Beszabályozószelepek nomogramos kiválasztása

Földszint 89. szakasz beszabályozószelep



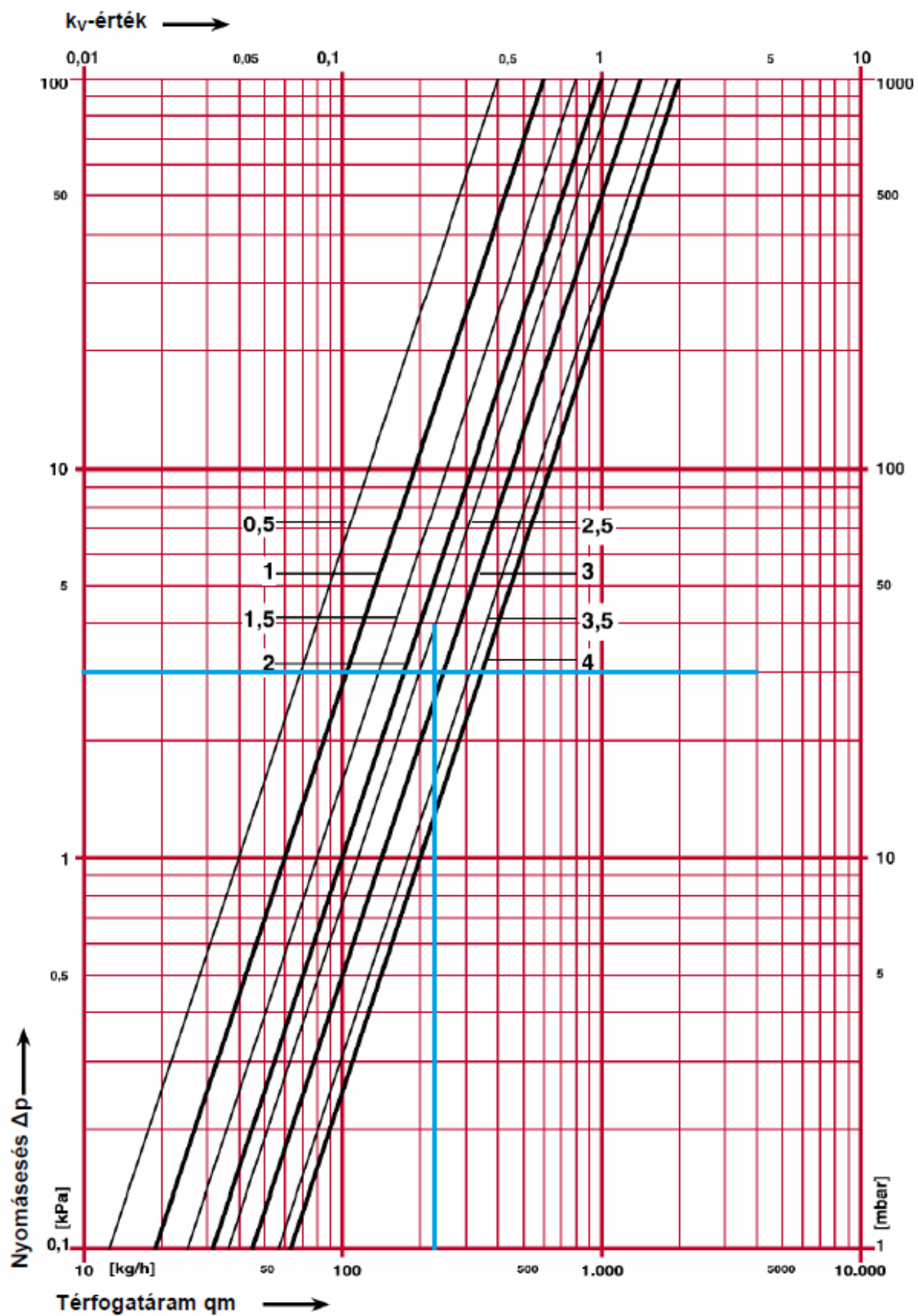
14. számú melléklet: Beszabályozószelepek nomogramos kiválasztása

Földszint 98. szakasz beszabályyzószelep



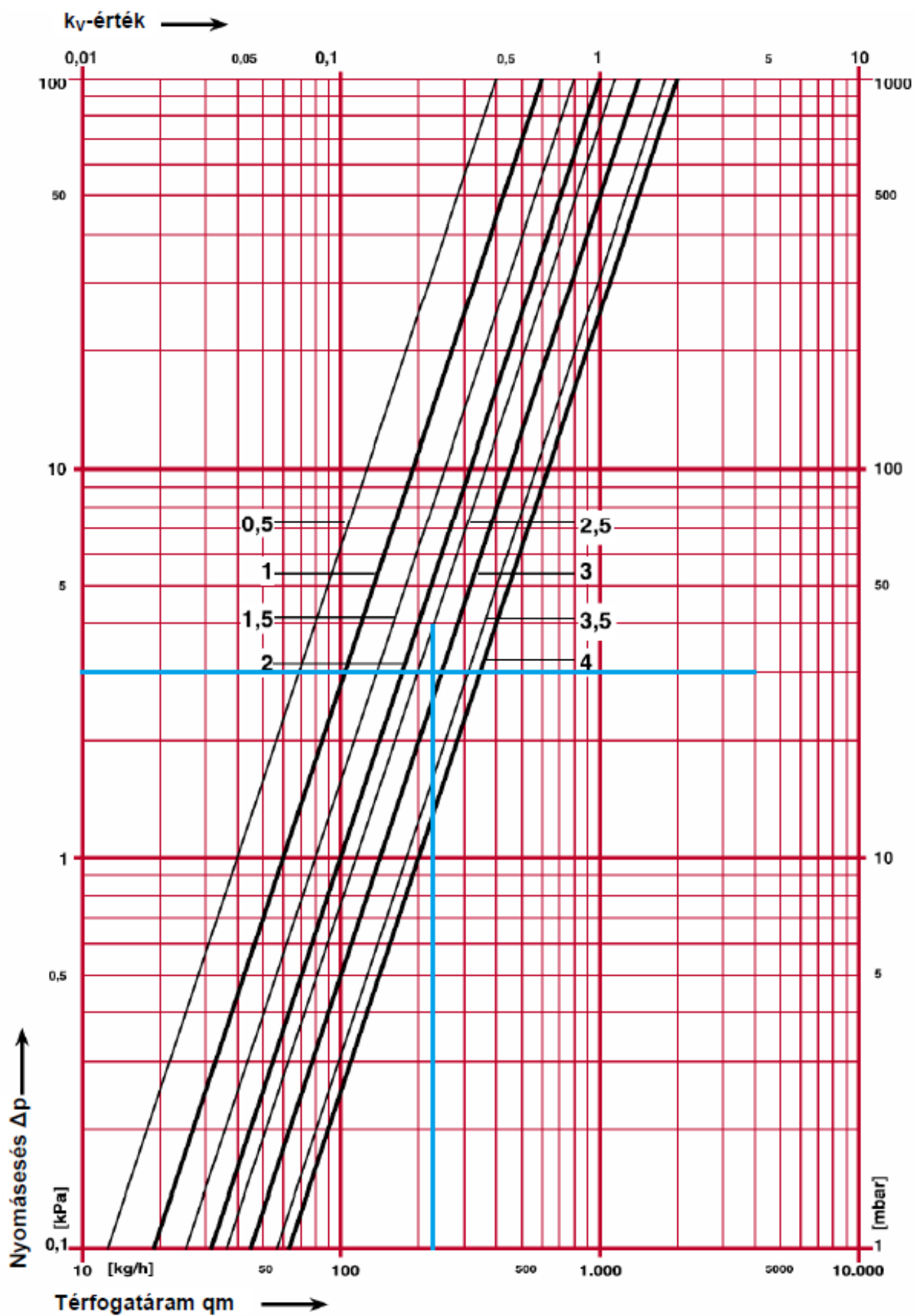
14. számú melléklet: Beszabályozószelepek nomogramos kiválasztása

Földszint 102. szakasz beszabályozószelep



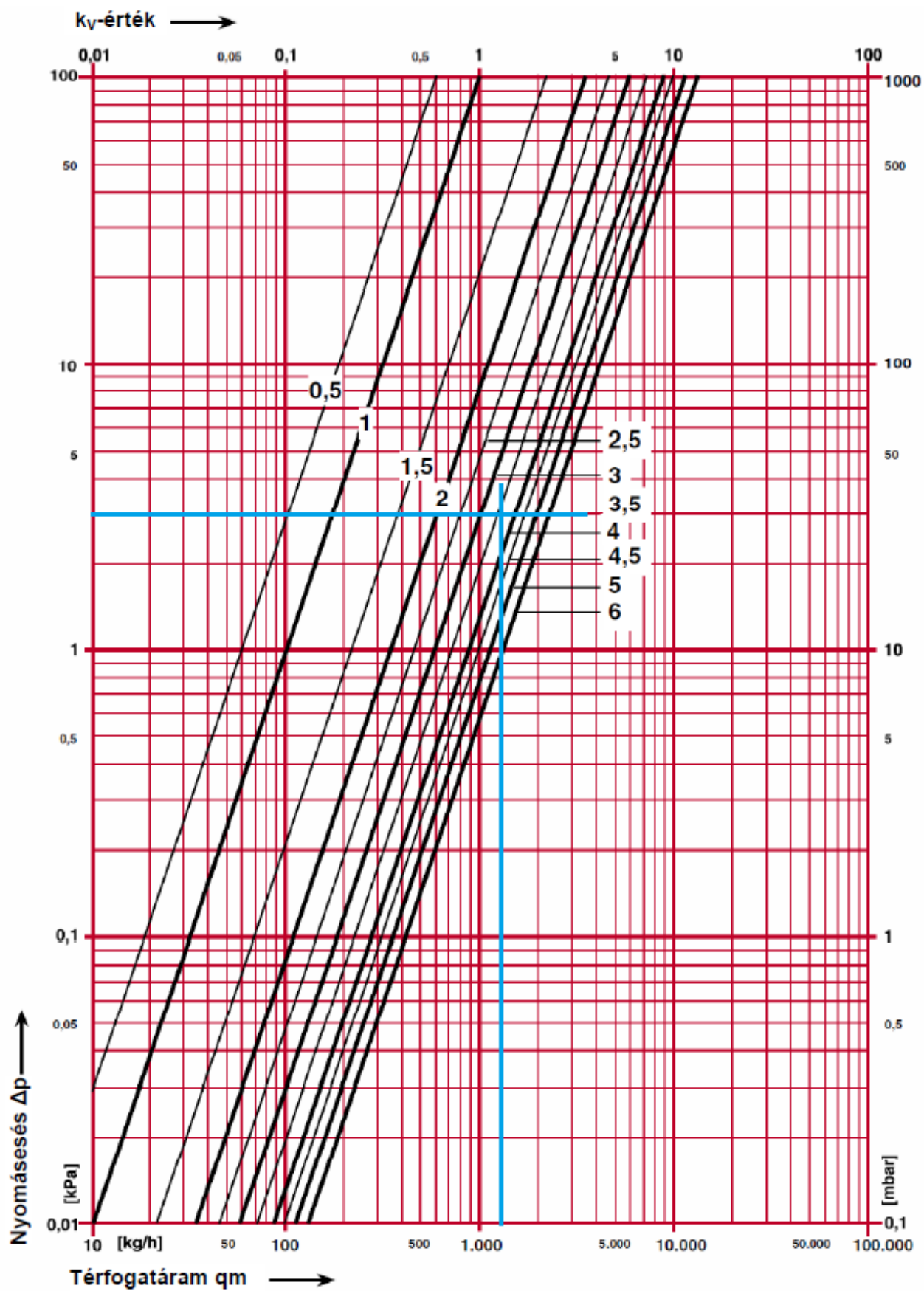
14. számú melléklet: Beszabályozószelepek nomogramos kiválasztása

Földszint 96. szakasz beszabályozószelep



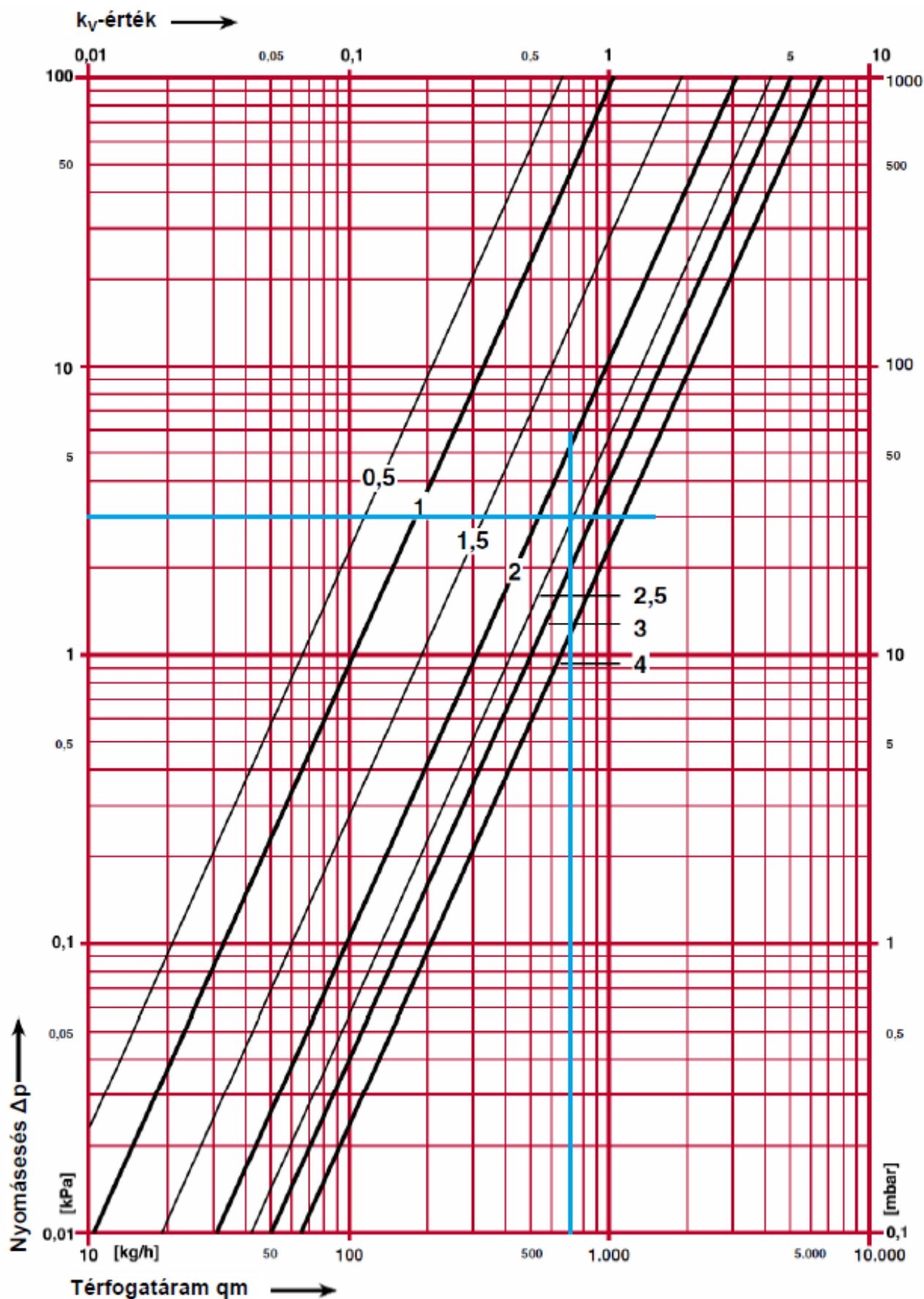
14. számú melléklet: Beszabályozószelepek nomogramos kiválasztása

Emelet 18. szakasz beszabályyzószelep



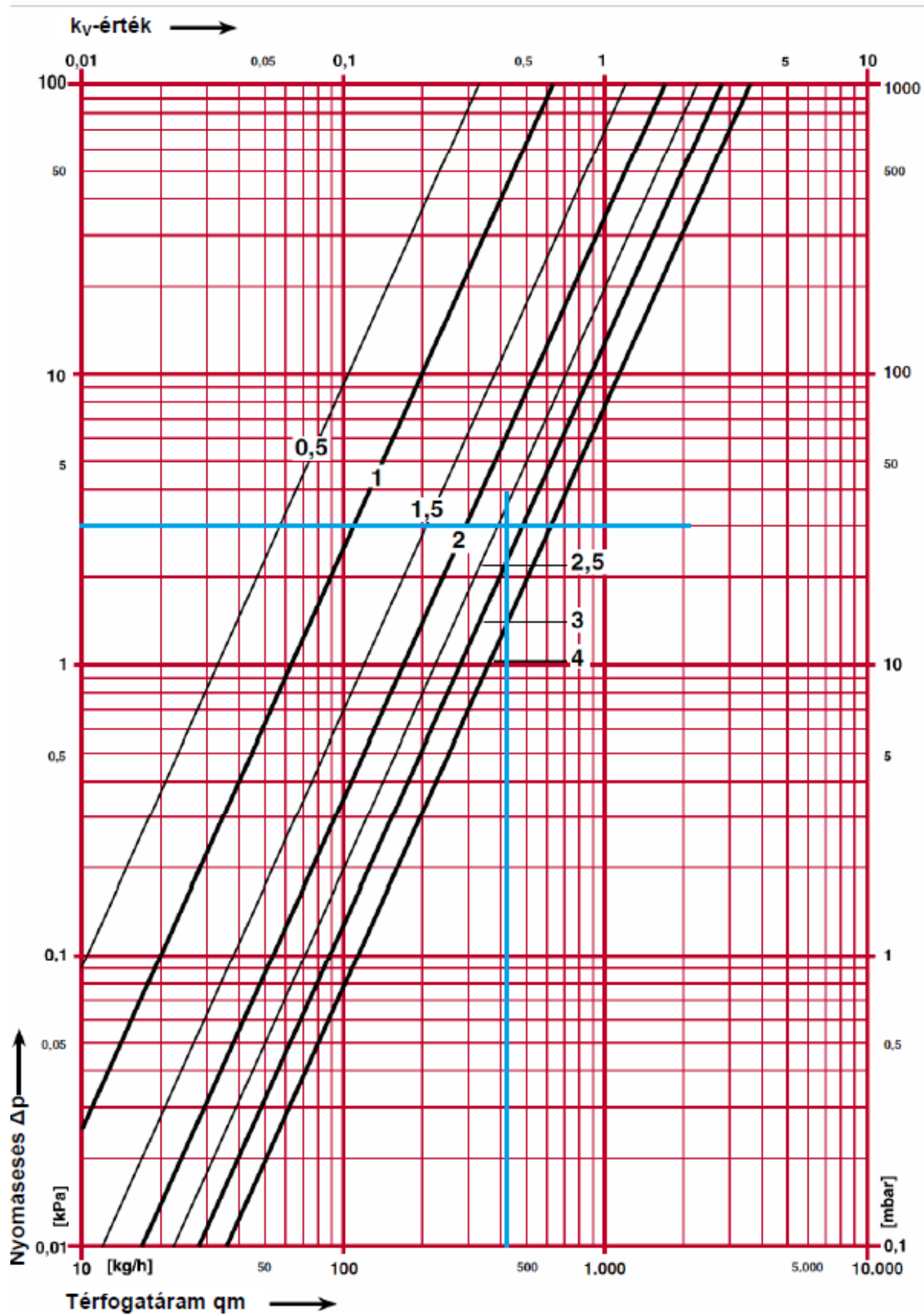
14. számú melléklet: Beszabályozószelepek nomogramos kiválasztása

Emelet 17. szakasz beszabályozószelep



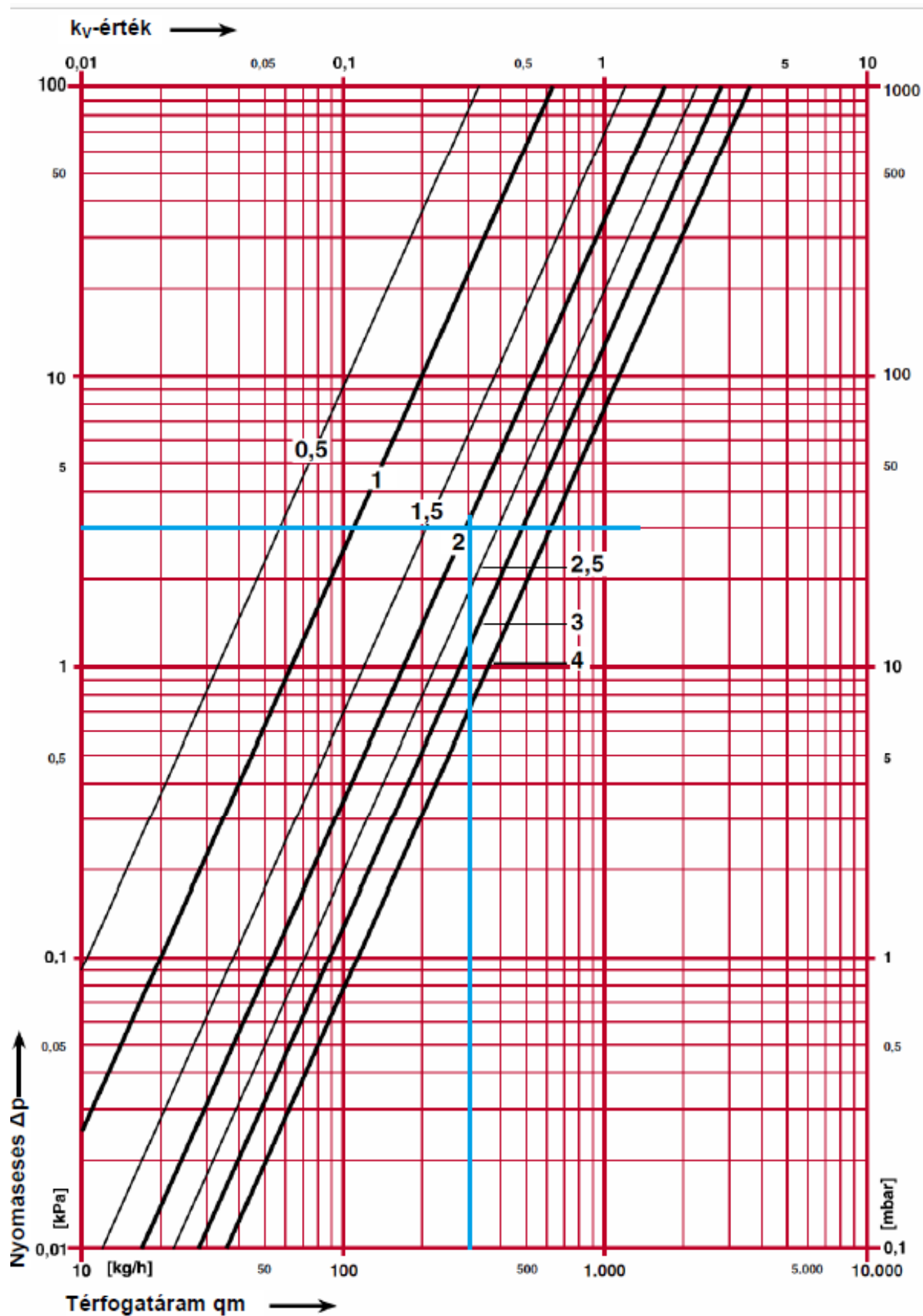
14. számú melléklet: Beszabályozószelepek nomogramos kiválasztása

Emelet 16. szakasz beszabályyzószelep



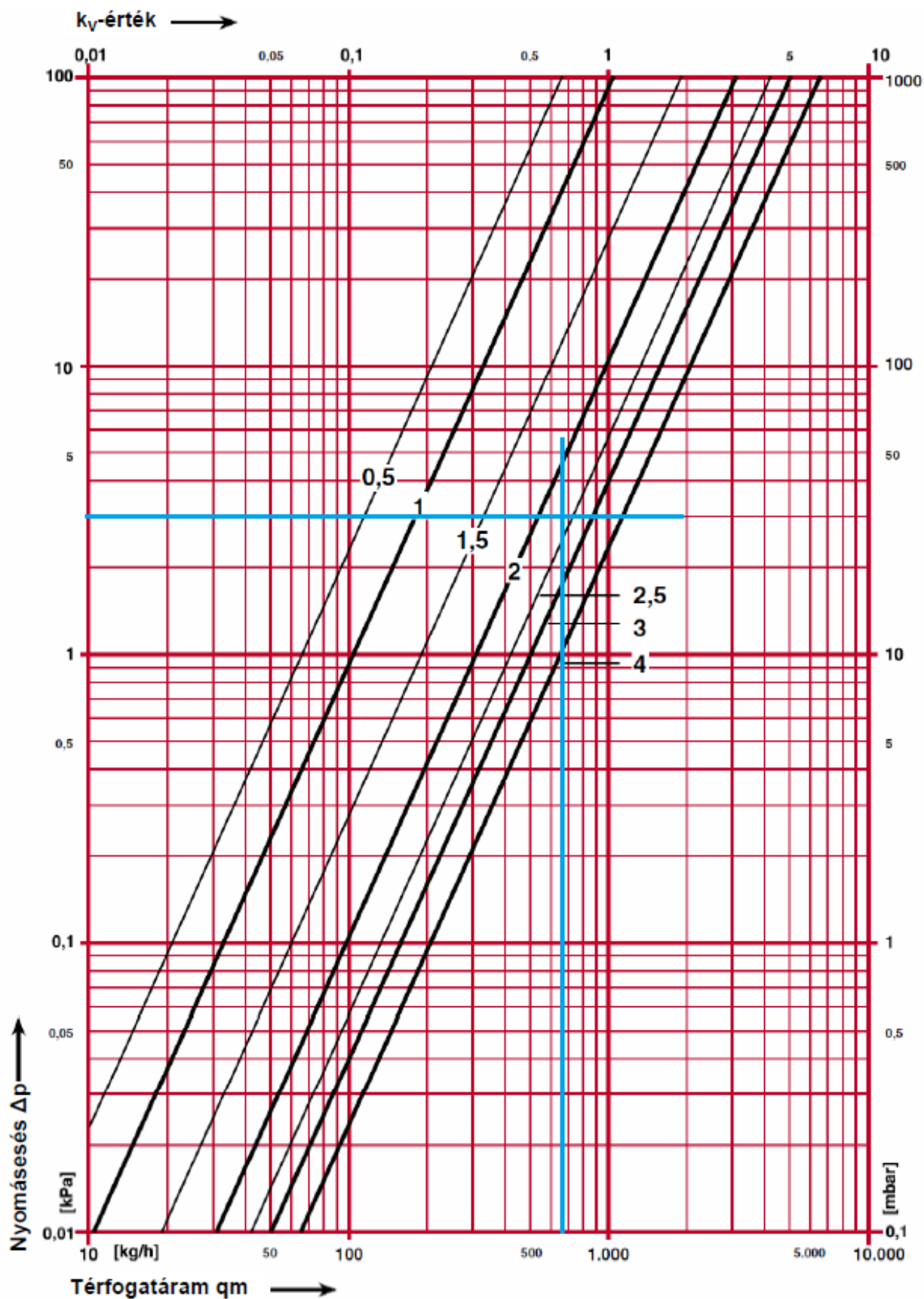
14. számú melléklet: Beszabályozószelepek nomogramos kiválasztása

Emelet 34. szakasz beszabályozószelep



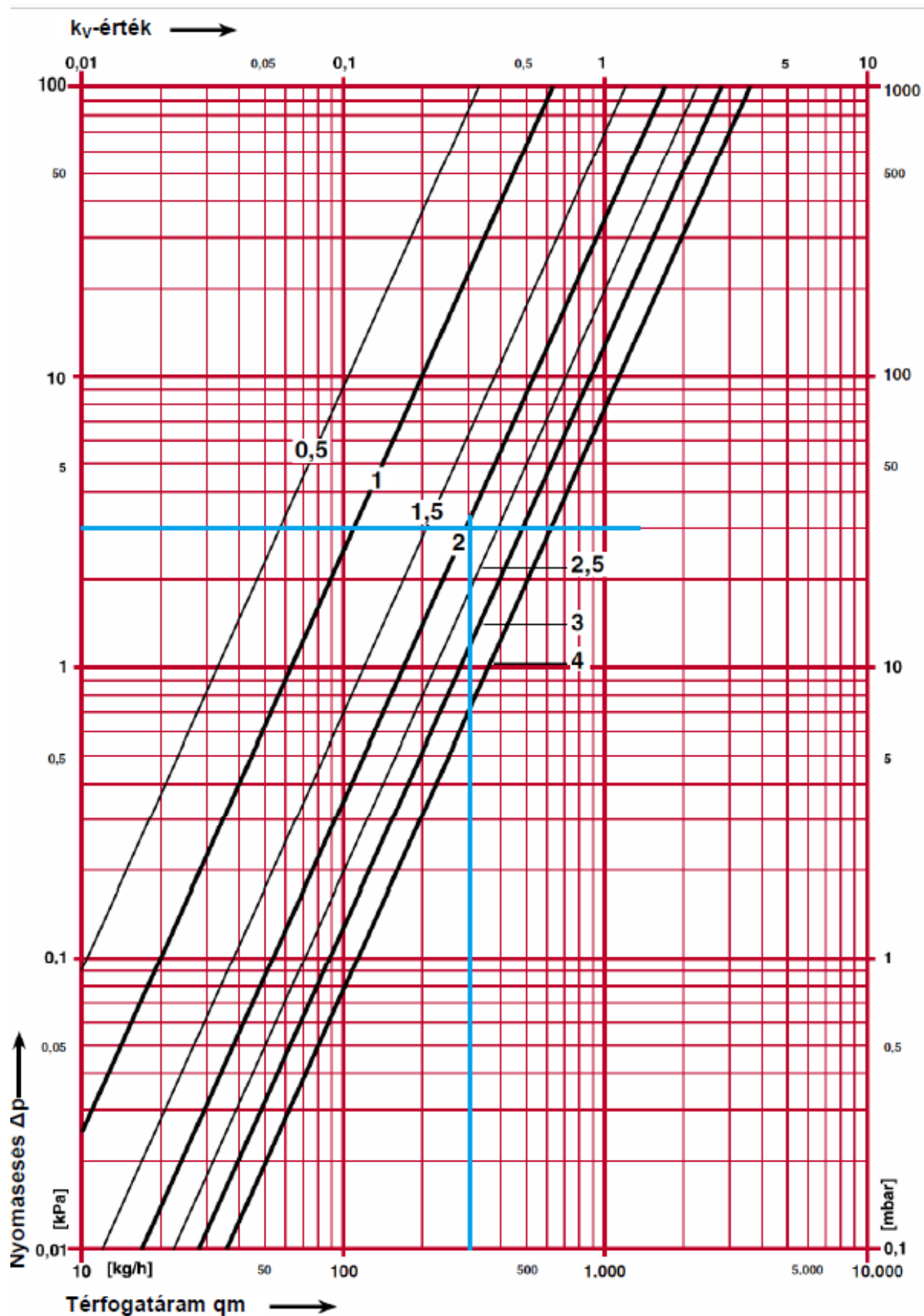
14. számú melléklet: Beszabályozószelepek nomogramos kiválasztása

Emelet 52. szakasz beszabályozószelep



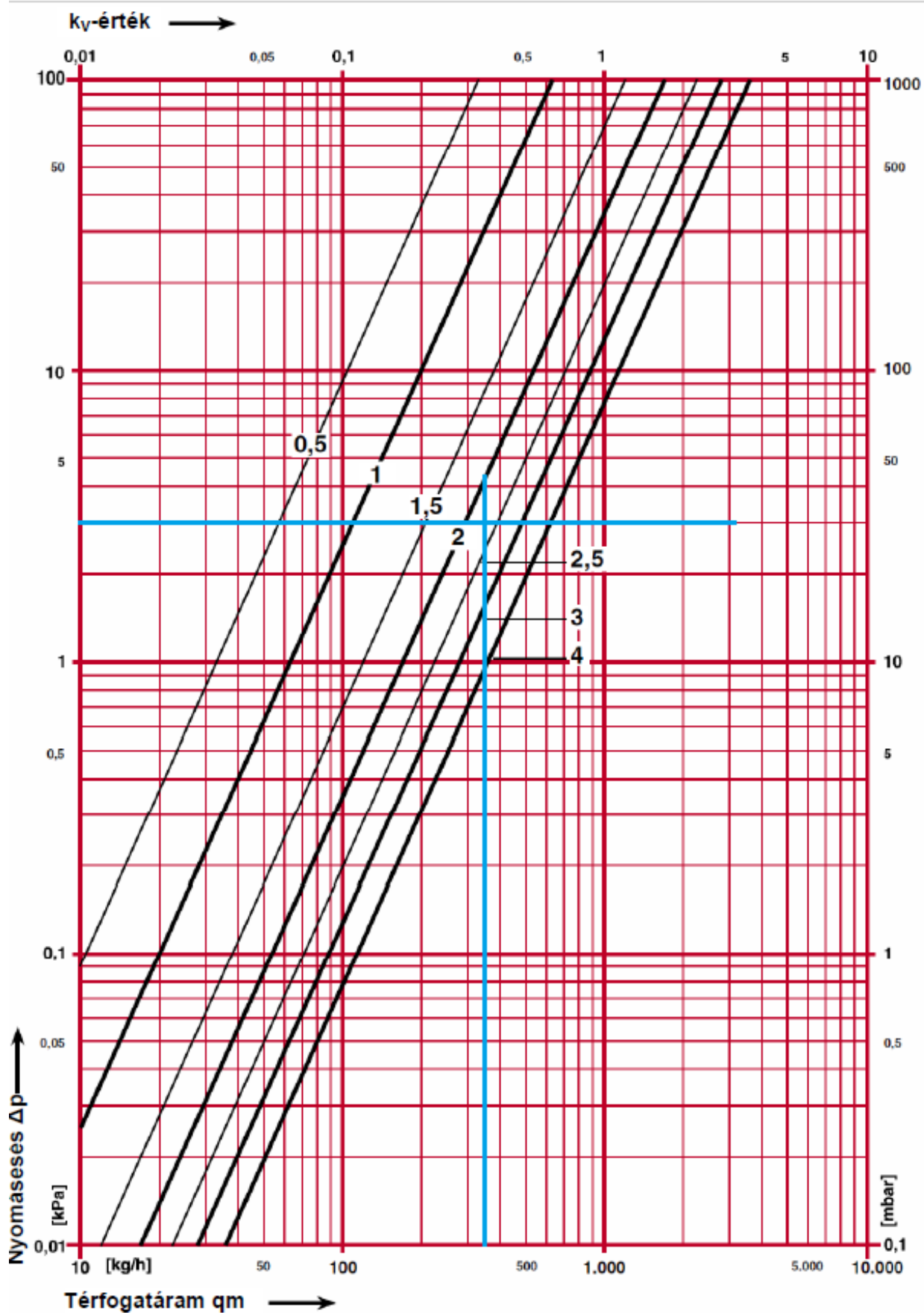
14. számú melléklet: Beszabályozószelepek nomogramos kiválasztása

Emelet 66. szakasz beszabályozószelep



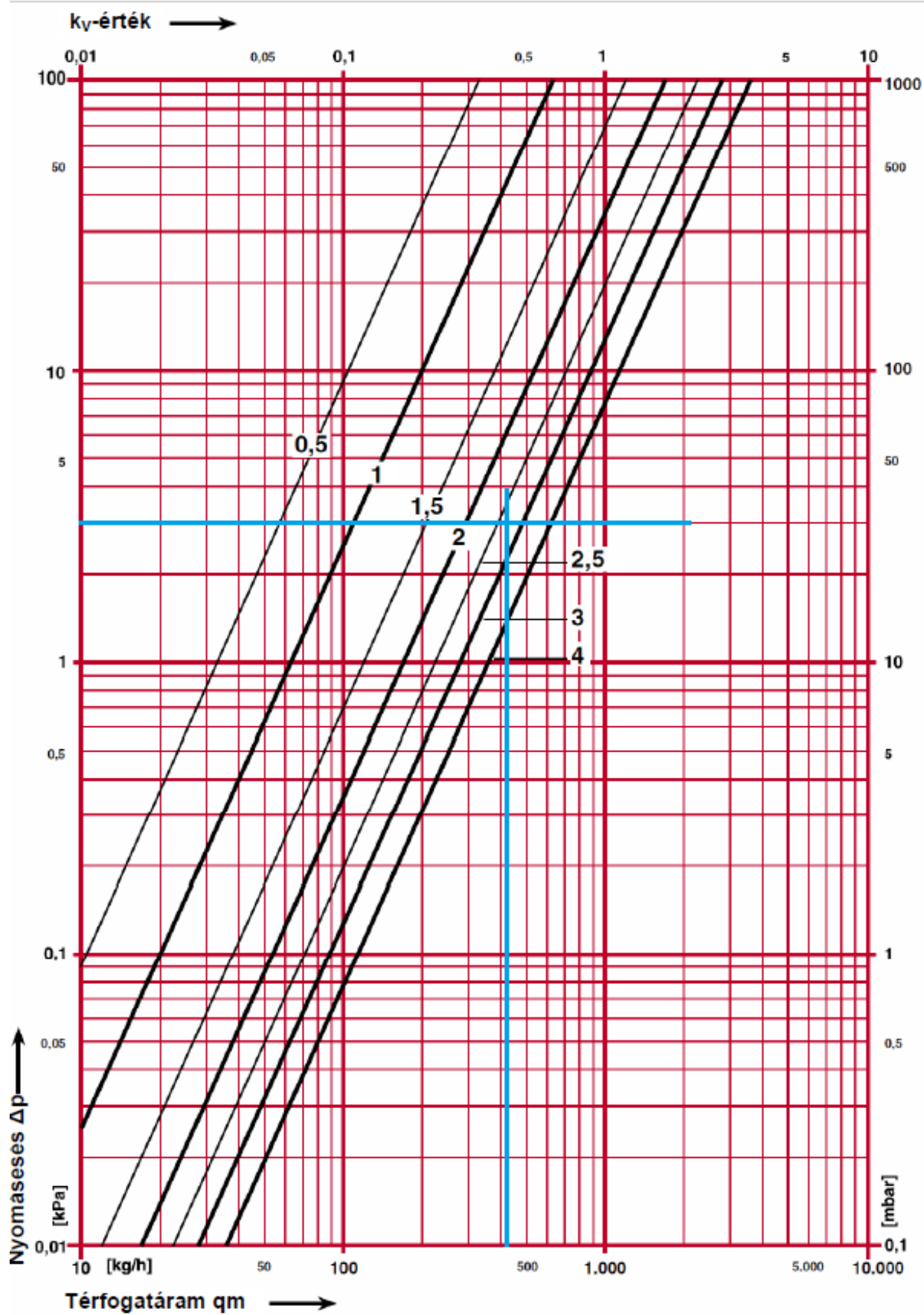
14. számú melléklet: Beszabályozószelepek nomogramos kiválasztása

Emelet 51. szakasz beszabályyzószelep



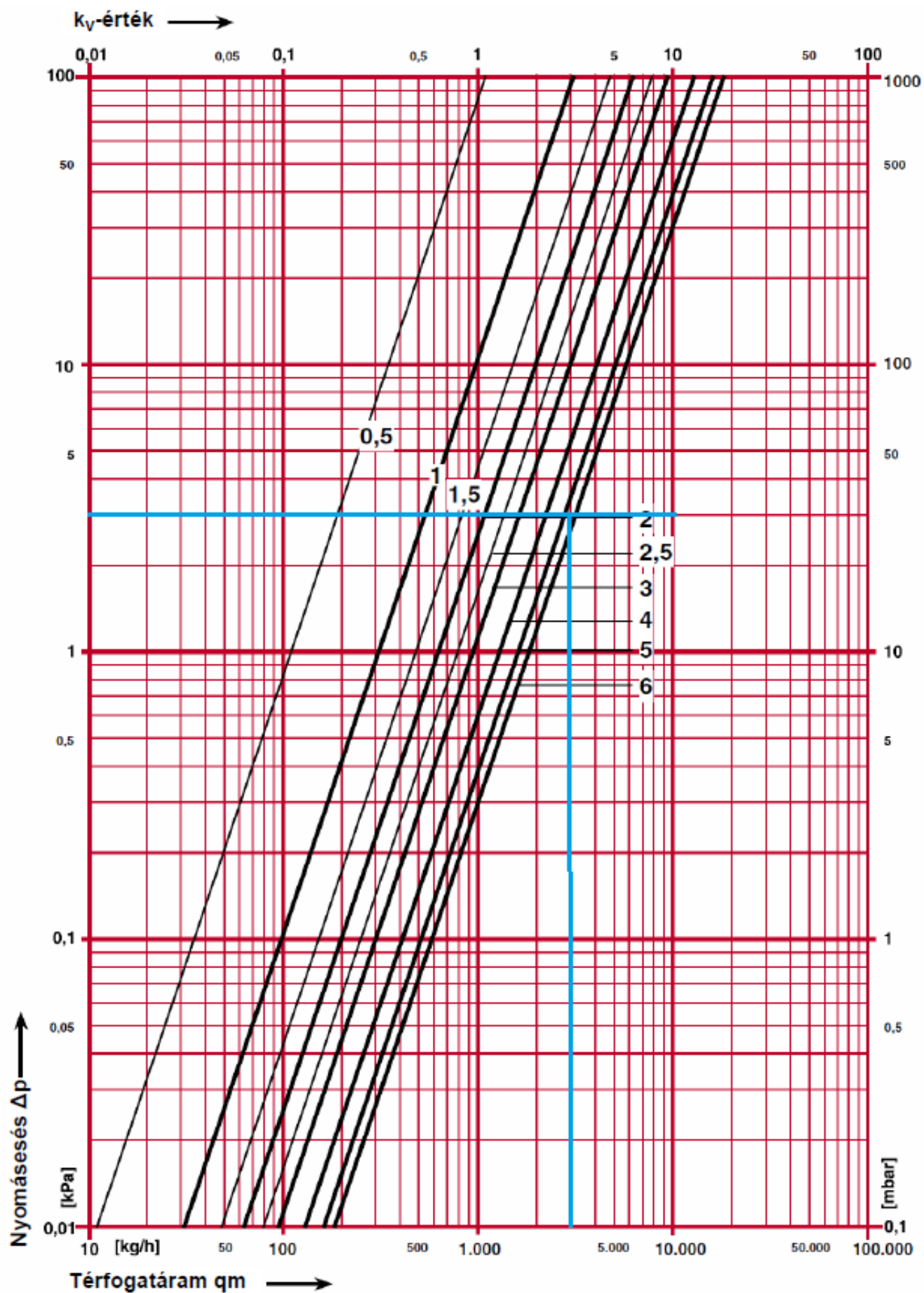
# 14. számú melléklet: Beszabályozószelepek nomogramos kiválasztása

## Légkezelő 1. szakasz beszabályozószelep



14. számú melléklet: Beszabályozószelepek nomogramos kiválasztása

HMV tároló 1. szakasz beszabályozószelep



| Sorszám | Szint     | Helyiség           | Szakasz | Radiátor neve | Radiátor teljesítmény [°] (55/45) | m. [kg/h] | V. [m <sup>3</sup> /h] | ΣΔp [Pa] | Kör nyomás-vesztesség [Pa] | Egyéb ellenállás [Pa] | Visszatérő csavarzat [Pa] | Termosztatikus radiátorszelep [Pa] | Termosztatikus radiátorszelep [kv] |
|---------|-----------|--------------------|---------|---------------|-----------------------------------|-----------|------------------------|----------|----------------------------|-----------------------|---------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 01.     | Földszint | Közösségi vetítő   | 94.     | 22V 600x1600  | 1380                              | 118,88    | 0,1206                 | 40889,76 | 24548,35                   | 0,00                  | 742,12                    | 15599,29                           | 0,3054                             |
| 02.     | Földszint | Közösségi vetítő   | 93.     | 22V 600x1600  | 1380                              | 118,88    | 0,1206                 | 40889,76 | 22895,54                   | 101,87                | 742,12                    | 17150,23                           | 0,2912                             |
| 03.     | Földszint | Közösségi vetítő   | 100.    | 22V 600x1600  | 1380                              | 118,88    | 0,1206                 | 40889,76 | 22755,43                   | 0,00                  | 742,12                    | 17392,21                           | 0,2892                             |
| 04.     | Földszint | Közösségi vetítő   | 99.     | 22V 600x1600  | 1380                              | 118,88    | 0,1206                 | 40889,76 | 21051,62                   | 101,87                | 742,12                    | 18994,15                           | 0,2767                             |
| 05.     | Földszint | Lépcsőház I.       | 91.     | 22V 400x1120  | 866                               | 74,60     | 0,0757                 | 40889,76 | 16134,47                   | 70,11                 | 292,25                    | 24392,93                           | 0,1532                             |
| 07.     | Földszint | Raktár I.          | 72.     | 11V 600x1320  | 716                               | 61,68     | 0,0626                 | 40889,76 | 21212,50                   | 0,00                  | 199,77                    | 19477,48                           | 0,1418                             |
| 08.     | Földszint | Női WC             | 78.     | 22V 400x800   | 619                               | 53,32     | 0,0541                 | 40889,76 | 16013,84                   | 21,85                 | 149,31                    | 24704,76                           | 0,1088                             |
| 09.     | Földszint | Férfi WC           | 79.     | 22V 400x800   | 619                               | 53,32     | 0,0541                 | 40889,76 | 16627,91                   | 21,85                 | 149,31                    | 24090,69                           | 0,1102                             |
| 10.     | Földszint | Raktár II.         | 80.     | 11V 400x920   | 373                               | 32,13     | 0,0326                 | 40889,76 | 17207,11                   | 8,30                  | 54,22                     | 23620,13                           | 0,0671                             |
| 11.     | Földszint | Iroda              | 81.     | 22V 600x800   | 623                               | 53,67     | 0,0544                 | 40889,76 | 18148,94                   | 22,12                 | 151,25                    | 22567,45                           | 0,1146                             |
| 12.     | Földszint | Közlekedő I.       | 82.     | 11V 400x600   | 243                               | 20,93     | 0,0212                 | 40889,76 | 18404,25                   | 4,94                  | 23,01                     | 22457,56                           | 0,0448                             |
| 13.     | Földszint | Lépcsőház II.      | 83.     | 22V 400x800   | 619                               | 53,32     | 0,0541                 | 40889,76 | 18909,87                   | 0,00                  | 149,31                    | 21830,58                           | 0,1158                             |
| 14.     | Földszint | Fogyasztó tér I.   | 54.     | 22V 600x1200  | 1035                              | 89,16     | 0,0905                 | 40889,76 | 21179,43                   | 63,16                 | 417,44                    | 19229,73                           | 0,2063                             |
| 15.     | Földszint | Fogyasztó tér I.   | 53.     | 22V 600x1200  | 1035                              | 89,16     | 0,0905                 | 40889,76 | 20980,86                   | 79,20                 | 417,44                    | 19412,26                           | 0,2053                             |
| 16.     | Földszint | Fogyasztó tér II.  | 52.     | 22V 600x1200  | 1035                              | 89,16     | 0,0905                 | 40889,76 | 20709,07                   | 79,20                 | 417,44                    | 19684,05                           | 0,2039                             |
| 17.     | Földszint | Fogyasztó tér II.  | 51.     | 22V 600x1200  | 1035                              | 89,16     | 0,0905                 | 40889,76 | 20161,84                   | 79,20                 | 417,44                    | 20231,28                           | 0,2011                             |
| 18.     | Földszint | Fogyasztó tér II.  | 50.     | 22V 600x1200  | 1035                              | 89,16     | 0,0905                 | 40889,76 | 19668,76                   | 79,20                 | 417,44                    | 20724,36                           | 0,1987                             |
| 19.     | Földszint | Fogyasztó tér II.  | 49.     | 22V 600x1200  | 1035                              | 89,16     | 0,0905                 | 40889,76 | 19384,55                   | 79,20                 | 417,44                    | 21008,57                           | 0,1973                             |
| 20.     | Földszint | Fogyasztó tér III. | 48.     | 22V 600x1200  | 1035                              | 89,16     | 0,0905                 | 40889,76 | 19250,29                   | 79,20                 | 417,44                    | 21142,83                           | 0,1967                             |
| 21.     | Földszint | Fogyasztó tér III. | 71.     | 22V 600x1200  | 1035                              | 89,16     | 0,0905                 | 40889,76 | 20543,48                   | 79,20                 | 417,44                    | 19849,64                           | 0,2030                             |
| 22.     | Földszint | Fogyasztó tér III. | 70.     | 22V 600x1200  | 1035                              | 89,16     | 0,0905                 | 40889,76 | 20191,77                   | 79,20                 | 417,44                    | 20201,35                           | 0,2012                             |
| 23.     | Földszint | Fogyasztó tér III. | 69.     | 22V 600x1200  | 1035                              | 89,16     | 0,0905                 | 40889,76 | 19778,85                   | 79,20                 | 417,44                    | 20614,27                           | 0,1992                             |
| 24.     | Földszint | Lounge             | 5.      | 33V 900x1400  | 2258                              | 194,52    | 0,1973                 | 40889,76 | 23629,07                   | 281,27                | 1986,84                   | 14992,58                           | 0,5096                             |
| 25.     | Földszint | Lounge             | 3.      | 33V 900x1400  | 2258                              | 194,52    | 0,1973                 | 40889,76 | 18148,44                   | 263,32                | 1986,84                   | 20491,16                           | 0,4359                             |
| 26.     | Földszint | Lounge             | 31.     | 33V 900x1400  | 2258                              | 194,52    | 0,1973                 | 40889,76 | 22407,93                   | 263,32                | 1986,84                   | 16231,67                           | 0,4898                             |
| 27.     | Földszint | Dolgozói öltöző    | 55.     | 11V 600x400   | 191                               | 16,45     | 0,0167                 | 40889,76 | 21996,23                   | 3,16                  | 14,22                     | 18876,16                           | 0,0384                             |
| 28.     | Földszint | Raktár III.        | 56.     | 11V 600x920   | 499                               | 42,99     | 0,0436                 | 40889,76 | 22343,19                   | 21,50                 | 97,03                     | 18428,04                           | 0,1016                             |
| 29.     | Földszint | Edénymosogató      | 57.     | 22V 300x600   | 333                               | 28,69     | 0,0291                 | 40889,76 | 22479,12                   | 0,00                  | 43,21                     | 18367,42                           | 0,0679                             |
| 30.     | Földszint | Bowlingterem       | 15.     | 33V 900x1400  | 2258                              | 194,52    | 0,1973                 | 40889,76 | -                          | -                     | -                         | -                                  | -                                  |
| 31.     | Földszint | Bowlingterem       | 14.     | 33V 900x1400  | 2258                              | 194,52    | 0,1973                 | 40889,76 | 30099,40                   | 272,29                | 1986,84                   | 8531,23                            | 0,6756                             |
| 32.     | Földszint | Bowlingterem       | 13.     | 33V 900x1400  | 2258                              | 194,52    | 0,1973                 | 40889,76 | 29890,18                   | 272,29                | 1986,84                   | 8740,45                            | 0,6675                             |
| 33.     | Földszint | Bowlingterem       | 12.     | 33V 900x1400  | 2258                              | 194,52    | 0,1973                 | 40889,76 | 29452,96                   | 272,29                | 1986,84                   | 9177,67                            | 0,6514                             |
| 34.     | Földszint | Bowlingterem       | 11.     | 33V 900x1400  | 2258                              | 194,52    | 0,1973                 | 40889,76 | 28714,48                   | 272,29                | 1986,84                   | 9916,15                            | 0,6267                             |
| 35.     | Földszint | Bowlingterem       | 10.     | 33V 900x1400  | 2258                              | 194,52    | 0,1973                 | 40889,76 | 27683,41                   | 272,29                | 1986,84                   | 10947,22                           | 0,5964                             |
| 36.     | Földszint | Bowlingterem       | 9.      | 33V 900x1400  | 2258                              | 194,52    | 0,1973                 | 40889,76 | 27124,31                   | 272,29                | 1986,84                   | 11506,32                           | 0,5818                             |
| 37.     | Földszint | Bowlingterem       | 8.      | 33V 900x1400  | 2258                              | 194,52    | 0,1973                 | 40889,76 | 26383,62                   | 272,29                | 1986,84                   | 12247,01                           | 0,5639                             |
| 38.     | Földszint | Bowlingterem       | 7.      | 33V 900x1400  | 2258                              | 194,52    | 0,1973                 | 40889,76 | 24628,13                   | 272,29                | 1986,84                   | 14002,50                           | 0,5274                             |
| 39.     | Földszint | Bowlingterem       | 6.      | 33V 900x1400  | 2258                              | 194,52    | 0,1973                 | 40889,76 | 24268,27                   | 272,29                | 1986,84                   | 14362,36                           | 0,5207                             |
| 40.     | Földszint | Bowlingterem       | 36.     | 33V 900x1400  | 2258                              | 194,52    | 0,1973                 | 40889,76 | 24050,83                   | 290,24                | 1986,84                   | 14561,85                           | 0,5171                             |
| 41.     | Földszint | Bowlingterem       | 35.     | 33V 900x1400  | 2258                              | 194,52    | 0,1973                 | 40889,76 | 23851,94                   | 290,24                | 1986,84                   | 14760,74                           | 0,5136                             |
| 42.     | Földszint | Bowlingterem       | 34.     | 33V 900x1400  | 2258                              | 194,52    | 0,1973                 | 40889,76 | 23458,31                   | 290,24                | 1986,84                   | 15154,37                           | 0,5069                             |
| 43.     | Földszint | Bowlingterem       | 33.     | 33V 900x1400  | 2258                              | 194,52    | 0,1973                 | 40889,76 | 23178,69                   | 290,24                | 1986,84                   | 15433,99                           | 0,5023                             |
| 44.     | Földszint | Bowlingterem       | 32.     | 33V 900x1400  | 2258                              | 194,52    | 0,1973                 | 40889,76 | 22791,81                   | 290,24                | 1986,84                   | 15820,87                           | 0,4961                             |
| 45.     | Földszint | Gépészeti helyiség | 38.     | 22V 600x1120  | 1098                              | 94,59     | 0,0960                 | 40889,76 | 25735,59                   | 0,00                  | 469,81                    | 14684,36                           | 0,2504                             |
| 46.     | Földszint | Gépészeti helyiség | 37.     | 22V 600x1120  | 1098                              | 94,59     | 0,0960                 | 40889,76 | 25362,97                   | 68,16                 | 469,81                    | 14988,82                           | 0,2479                             |

| Sorszám | Szint  | Helyiség        | Szakasz | Radiátor neve   | Radiátor teljesítmény [°] (55/45) | m. [kg/h] | V. [m <sup>3</sup> /h] | ΣΔp [Pa] | Kör nyomás-vesztesség [Pa] | Egyéb ellenállás [Pa] | Visszatérő csavarzat [Pa] | Termosztatikus radiátorszelep [Pa] | Termosztatikus radiátorszelep [kv] |
|---------|--------|-----------------|---------|-----------------|-----------------------------------|-----------|------------------------|----------|----------------------------|-----------------------|---------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 01.     | Emelet | Nappali I.      | 55.     | 22V 600x900     | 716                               | 61,68     | 0,0626                 | 23284,25 | 17485,58                   | 0,00                  | 199,77                    | 5598,90                            | 0,2645                             |
| 02.     | Emelet | Nappali I.      | 54.     | 22V 600x900     | 716                               | 61,68     | 0,0626                 | 23284,25 | 17165,12                   | 94,16                 | 199,77                    | 5825,20                            | 0,2593                             |
| 03.     | Emelet | Nappali I.      | 53.     | 22V 600x900     | 716                               | 61,68     | 0,0626                 | 23284,25 | 16459,25                   | 94,16                 | 199,77                    | 6531,07                            | 0,2449                             |
| 04.     | Emelet | Szoba I.        | 46.     | 22V 600x600     | 467                               | 40,23     | 0,0408                 | 23284,25 | 17337,04                   | 0,00                  | 84,99                     | 5862,23                            | 0,1686                             |
| 05.     | Emelet | Szoba I.        | 45.     | 22V 600x600     | 467                               | 40,23     | 0,0408                 | 23284,25 | 17212,42                   | 42,00                 | 84,99                     | 5944,85                            | 0,1674                             |
| 07.     | Emelet | Szoba I.        | 44.     | 22V 600x600     | 467                               | 40,23     | 0,0408                 | 23284,25 | 16953,90                   | 42,00                 | 84,99                     | 6203,37                            | 0,1639                             |
| 08.     | Emelet | Fürdőszoba I.   | 43.     | Flores 1755x900 | 577                               | 49,71     | 0,0504                 | 23284,25 | 16209,74                   | 98,75                 | 129,74                    | 6846,03                            | 0,1927                             |
| 09.     | Emelet | Nappali II.     | 69.     | 22V 600x800     | 623                               | 53,67     | 0,0544                 | 23284,25 | 16502,12                   | 0,00                  | 151,25                    | 6630,89                            | 0,2114                             |
| 10.     | Emelet | Nappali II.     | 68.     | 22V 600x800     | 623                               | 53,67     | 0,0544                 | 23284,25 | 16275,81                   | 72,37                 | 151,25                    | 6784,82                            | 0,2090                             |
| 11.     | Emelet | Nappali II.     | 67.     | 22V 600x800     | 623                               | 53,67     | 0,0544                 | 23284,25 | 15804,62                   | 72,37                 | 151,25                    | 7256,01                            | 0,2021                             |
| 12.     | Emelet | Fürdőszoba II.  | 60.     | Flores 1755x900 | 577                               | 49,71     | 0,0504                 | 23284,25 | 15583,48                   | 98,75                 | 129,74                    | 7472,29                            | 0,1845                             |
| 13.     | Emelet | Szoba II.       | 62.     | 22V 600x720     | 560                               | 48,24     | 0,0489                 | 23284,25 | 16318,78                   | 0,00                  | 122,21                    | 6843,27                            | 0,1871                             |
| 14.     | Emelet | Szoba II.       | 61.     | 22V 600x720     | 560                               | 48,24     | 0,0489                 | 23284,25 | 16128,19                   | 59,17                 | 122,21                    | 6974,69                            | 0,1853                             |
| 15.     | Emelet | Nappali III.    | 37.     | 22V 600x800     | 623                               | 53,67     | 0,0544                 | 23284,25 | 18502,37                   | 0,00                  | 151,25                    | 4630,63                            | 0,2530                             |
| 16.     | Emelet | Nappali III.    | 36.     | 22V 600x800     | 623                               | 53,67     | 0,0544                 | 23284,25 | 18284,30                   | 72,37                 | 151,25                    | 4776,33                            | 0,2491                             |
| 17.     | Emelet | Nappali III.    | 35.     | 22V 600x800     | 623                               | 53,67     | 0,0544                 | 23284,25 | 17813,12                   | 72,37                 | 151,25                    | 5247,51                            | 0,2377                             |
| 18.     | Emelet | Szoba III.      | 30.     | 22V 600x720     | 560                               | 48,24     | 0,0489                 | 23284,25 | 18311,76                   | 0,00                  | 122,21                    | 4850,29                            | 0,2222                             |
| 19.     | Emelet | Szoba III.      | 29.     | 22V 600x720     | 560                               | 48,24     | 0,0489                 | 23284,25 | 18136,95                   | 59,17                 | 122,21                    | 4965,93                            | 0,2196                             |
| 20.     | Emelet | Fürdőszoba III. | 28.     | Flores 1755x900 | 577                               | 49,71     | 0,0504                 | 23284,25 | 17638,25                   | 98,75                 | 129,74                    | 5417,52                            | 0,2167                             |
| 21.     | Emelet | Nappali IV.     | 20.     | 22V 600x1000    | 778                               | 67,02     | 0,0680                 | 23284,25 | 21834,02                   | 110,19                | 235,87                    | 1104,18                            | 0,6471                             |
| 22.     | Emelet | Nappali IV.     | 19.     | 22V 600x1000    | 778                               | 67,02     | 0,0680                 | 23284,25 | 21196,23                   | 110,19                | 235,87                    | 1741,97                            | 0,5152                             |
| 23.     | Emelet | Fürdőszoba IV.  | 4.      | Flores 1755x900 | 577                               | 49,71     | 0,0504                 | 23284,25 | 21174,30                   | 98,75                 | 129,74                    | 1881,47                            | 0,3676                             |
| 24.     | Emelet | Szoba IV.       | 6.      | 22V 600x520     | 405                               | 34,89     | 0,0354                 | 23284,25 | 22187,33                   | 32,11                 | 63,92                     | 1000,89                            | 0,3538                             |
| 25.     | Emelet | Szoba IV.       | 5.      | 22V 600x520     | 405                               | 34,89     | 0,0354                 | 23284,25 | 21458,59                   | 32,11                 | 63,92                     | 1729,63                            | 0,2691                             |
| 26.     | Emelet | Szoba V.        | 9.      | 22V 600x520     | 405                               | 34,89     | 0,0354                 | 23284,25 | -                          | -                     | -                         | -                                  | -                                  |
| 27.     | Emelet | Szoba V.        | 8.      | 22V 600x520     | 405                               | 34,89     | 0,0354                 | 23284,25 | 22884,50                   | 32,11                 | 63,92                     | 303,72                             | 0,6422                             |
| 28.     | Emelet | Szoba V.        | 7.      | 22V 600x520     | 405                               | 34,89     | 0,0354                 | 23284,25 | 22699,16                   | 32,11                 | 63,92                     | 489,06                             | 0,5061                             |
| 29.     | Emelet | Szoba VI.       | 22.     | 22V 600x520     | 405                               | 34,89     | 0,0354                 | 23284,25 | 22439,91                   | 0,00                  | 63,92                     | 780,42                             | 0,4007                             |
| 30.     | Emelet | Szoba VI.       | 21.     | 22V 600x520     | 405                               | 34,89     | 0,0354                 | 23284,25 | 22335,50                   | 32,11                 | 63,92                     | 852,72                             | 0,3833                             |

| Sorszám | Helyiség           | Helyiség hőmérséklet<br>[°] | Alapterület<br>[m <sup>2</sup> ] | Helyiség térfogat<br>[m <sup>3</sup> ] | Légcserezszám<br>[-] | Szellőző levegő | Tartózkodó fők<br>száma | Friss levegő<br>alapterület szerint<br>[m <sup>3</sup> /h] | Friss levegő<br>tartózkodók szerint<br>[m <sup>3</sup> /h] | Friss levegő légcseré<br>szerint<br>[m <sup>3</sup> /h] |
|---------|--------------------|-----------------------------|----------------------------------|----------------------------------------|----------------------|-----------------|-------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 01.     | Közösségi vetítő   | 20                          | 39,330                           | 125,860                                | 2,5                  | 3,2             | 5                       | 453,082                                                    | 72                                                         | 314,65                                                  |
| 02.     | Lépcsőház I.       | 17                          | 8,100                            | 27,540                                 | 0,5                  | 0,4             |                         | 11,664                                                     | 0                                                          | 13,77                                                   |
| 03.     | Hőközpont          | 17                          | 6,703                            | 21,448                                 | 0,5                  | 0,4             |                         | 9,652                                                      | 0                                                          | 10,724                                                  |
| 04.     | Raktár I.          | 17                          | 10,500                           | 33,600                                 | 0,5                  | 1,6             |                         | 60,480                                                     | 0                                                          | 16,8                                                    |
| 05.     | Női WC             | 17                          | 10,125                           | 32,400                                 | 1,0                  | 0,4             |                         | 14,580                                                     | 0                                                          | 32,4                                                    |
| 06.     | Férfi WC           | 17                          | 10,275                           | 32,880                                 | 1,0                  | 0,4             |                         | 14,796                                                     | 0                                                          | 32,88                                                   |
| 07.     | Raktár II.         | 17                          | 8,490                            | 27,168                                 | 0,5                  | 1,6             |                         | 48,902                                                     | 0                                                          | 13,584                                                  |
| 08.     | Iroda              | 22                          | 29,835                           | 82,345                                 | 1,0                  | 0,8             | 2                       | 85,925                                                     | 29                                                         | 82,345                                                  |
| 09.     | Közlekedő I.       | 17                          | 4,950                            | 15,840                                 | 0,5                  | 0,4             |                         | 7,128                                                      | 0                                                          | 7,92                                                    |
| 10.     | Lépcsőház II.      | 17                          | 8,100                            | 25,920                                 | 0,5                  | 0,4             |                         | 11,664                                                     | 0                                                          | 12,96                                                   |
| 11.     | Fogyasztó tér I.   | 20                          | 29,106                           | 93,139                                 | 1,4                  | 3,2             | 10                      | 335,301                                                    | 144                                                        | 130,3946                                                |
| 12.     | Fogyasztó tér II.  | 20                          | 47,956                           | 153,460                                | 1,4                  | 3,2             | 10                      | 552,453                                                    | 144                                                        | 214,844                                                 |
| 13.     | Fogyasztó tér III. | 20                          | 49,804                           | 159,370                                | 1,4                  | 3,2             | 10                      | 573,742                                                    | 144                                                        | 223,118                                                 |
| 14.     | Pult               | 20                          | 43,912                           | 140,520                                | 1,4                  | 0,8             | 2                       | 126,467                                                    | 29                                                         | 196,728                                                 |
| 15.     | Lounge             | 20                          | 47,684                           | 152,590                                | 1,4                  | 0,8             | 5                       | 137,330                                                    | 72                                                         | 213,626                                                 |
| 16.     | Közlekedő II.      | 17                          | 2,795                            | 8,944                                  | 0,5                  | 0,4             |                         | 4,025                                                      | 0                                                          | 4,472                                                   |
| 17.     | Dolgozói étkező    | 20                          | 1,935                            | 6,192                                  | 1,0                  | 0,8             |                         | 5,573                                                      | 0                                                          | 6,192                                                   |
| 18.     | Dolgozói WC        | 17                          | 1,935                            | 6,192                                  | 1,0                  | 0,4             |                         | 2,786                                                      | 0                                                          | 6,192                                                   |
| 19.     | Dolgozói öltöző    | 24                          | 2,961                            | 9,475                                  | 1,0                  | 0,4             |                         | 4,264                                                      | 0                                                          | 9,4752                                                  |
| 20.     | Raktár III.        | 17                          | 10,604                           | 33,933                                 | 0,5                  | 1,6             |                         | 61,079                                                     | 0                                                          | 16,9665                                                 |
| 21.     | Edénymosogató      | 20                          | 6,450                            | 20,640                                 | 1,0                  | 1,6             | 2                       | 37,152                                                     | 29                                                         | 20,64                                                   |
| 22.     | Bowlingterem       | 20                          | 257,500                          | 1502,200                               | 1,4                  | 0,8             | 20                      | 741,600                                                    | 288                                                        | 2103,08                                                 |
| 23.     | Gépészeti helyiség | 17                          | 22,097                           | 128,900                                | 1,0                  | 0,4             |                         | 31,820                                                     | 0                                                          | 128,9                                                   |
| 24.     | Nappali I.         | 22                          | 15,975                           | 44,091                                 | 1,0                  | 0,8             | 4                       | 46,008                                                     | 58                                                         | 44,091                                                  |
| 25.     | Szoba I.           | 22                          | 18,770                           | 51,805                                 | 1,0                  | 0,8             |                         | 54,058                                                     | 0                                                          | 51,805                                                  |
| 26.     | Fürdőszoba I.      | 24                          | 10,545                           | 29,104                                 | 1,0                  | 0,4             |                         | 15,185                                                     | 0                                                          | 29,104                                                  |
| 27.     | Lépcsőház I.       | 17                          | 12,150                           | 33,534                                 | 0,5                  | 0,4             |                         | 17,496                                                     | 0                                                          | 16,767                                                  |
| 28.     | Nappali II.        | 22                          | 16,977                           | 46,857                                 | 1,0                  | 0,8             | 4                       | 48,894                                                     | 58                                                         | 46,857                                                  |
| 29.     | Fürdőszoba II.     | 24                          | 10,545                           | 29,104                                 | 1,0                  | 0,4             |                         | 15,185                                                     | 0                                                          | 29,104                                                  |
| 30.     | Szoba II.          | 22                          | 32,130                           | 88,679                                 | 1,0                  | 0,8             |                         | 92,534                                                     | 0                                                          | 88,679                                                  |
| 31.     | Nappali III.       | 22                          | 12,478                           | 34,439                                 | 1,0                  | 0,8             | 4                       | 35,937                                                     | 58                                                         | 34,439                                                  |
| 32.     | Szoba III.         | 22                          | 18,770                           | 51,805                                 | 1,0                  | 0,8             |                         | 54,058                                                     | 0                                                          | 51,805                                                  |
| 33.     | Fürdőszoba III.    | 24                          | 10,545                           | 29,104                                 | 1,0                  | 0,4             |                         | 15,185                                                     | 0                                                          | 29,104                                                  |
| 34.     | Lépcsőház II.      | 17                          | 12,150                           | 33,534                                 | 0,5                  | 0,4             |                         | 17,496                                                     | 0                                                          | 16,767                                                  |
| 35.     | Nappali IV.        | 22                          | 8,100                            | 25,920                                 | 1,0                  | 0,8             | 4                       | 23,328                                                     | 58                                                         | 25,92                                                   |
| 36.     | Fürdőszoba IV.     | 24                          | 10,545                           | 29,104                                 | 1,0                  | 0,4             |                         | 15,185                                                     | 0                                                          | 29,104                                                  |
| 37.     | Szoba IV.          | 22                          | 38,835                           | 107,180                                | 1,0                  | 0,8             |                         | 111,845                                                    | 0                                                          | 107,18                                                  |
| 38.     | Szoba V.           | 22                          | 24,007                           | 66,259                                 | 1,0                  | 0,8             |                         | 69,140                                                     | 0                                                          | 66,259                                                  |
| 39.     | Szoba VI.          | 22                          | 32,130                           | 88,679                                 | 1,0                  | 0,8             |                         | 92,534                                                     | 0                                                          | 88,679                                                  |
|         |                    |                             | <b>945,799</b>                   | <b>3629,754</b>                        |                      |                 |                         | <b>4055,530</b>                                            | <b>1180,800</b>                                            | <b>4568,3253</b>                                        |

| Helyiség           | Légcserezés<br>[1/h] | Téli<br>hőmérséklet<br>[K] | Téli sűrűség<br>[kg/m <sup>3</sup> ] | Téli fajhő<br>[J/kgK] | Nyári<br>hőmérséklet<br>[K] | Nyári sűrűség<br>[kg/m <sup>3</sup> ] | Nyári fajhő<br>[J/kgK] | Belmagasság<br>[m] | Fajlagos<br>hőleadás<br>[J/m <sup>2</sup> ] | AR <sub>téli</sub> | AR <sub>nyári</sub> |
|--------------------|----------------------|----------------------------|--------------------------------------|-----------------------|-----------------------------|---------------------------------------|------------------------|--------------------|---------------------------------------------|--------------------|---------------------|
| Közösségi vetítő   | 2,5                  | 295                        | 1,197                                | 1,013                 | 299                         | 1,181                                 | 1013                   | 3,2                | 134,6301                                    | 83,07              | 0,08                |
| Lépcsőház I.       | 0,5                  | 295                        | 1,197                                | 1,013                 | 299                         | 1,181                                 | 1013                   | 3,2                | 103,4568                                    | 8 793,29           | 8,79                |
| Hőközpont          | 0,5                  | 295                        | 1,197                                | 1,013                 | 299                         | 1,181                                 | 1013                   | 3,2                | 0,0000                                      | -                  | -                   |
| Raktár I.          | 0,5                  | 295                        | 1,197                                | 1,013                 | 299                         | 1,181                                 | 1013                   | 3,2                | 63,5238                                     | 6 398,12           | 6,40                |
| Női WC             | 1                    | 295                        | 1,197                                | 1,013                 | 299                         | 1,181                                 | 1013                   | 3,2                | 58,0741                                     | 788,23             | 0,79                |
| Férfi WC           | 1                    | 295                        | 1,197                                | 1,013                 | 299                         | 1,181                                 | 1013                   | 3,2                | 58,8808                                     | 857,05             | 0,86                |
| Raktár II.         | 0,5                  | 295                        | 1,197                                | 1,013                 | 299                         | 1,181                                 | 1013                   | 3,2                | 42,1673                                     | 5 241,72           | 5,24                |
| Iroda              | 1                    | 295                        | 1,197                                | 1,013                 | 299                         | 1,181                                 | 1013                   | 2,76               | 20,8815                                     | 463,75             | 0,46                |
| Közlekedő I.       | 0,5                  | 295                        | 1,197                                | 1,013                 | 299                         | 1,181                                 | 1013                   | 3,2                | 47,6768                                     | 6 676,33           | 6,68                |
| Lépcsőház II.      | 0,5                  | 295                        | 1,197                                | 1,013                 | 299                         | 1,181                                 | 1013                   | 3,2                | 73,7037                                     | 10 900,47          | 10,90               |
| Fogyasztó tér I.   | 1,4                  | 295                        | 1,197                                | 1,013                 | 299                         | 1,181                                 | 1013                   | 3,2                | 72,8716                                     | 517,05             | 0,52                |
| Fogyasztó tér II.  | 1,4                  | 295                        | 1,197                                | 1,013                 | 299                         | 1,181                                 | 1013                   | 3,2                | 73,8594                                     | 550,52             | 0,55                |
| Fogyasztó tér III. | 1,4                  | 295                        | 1,197                                | 1,013                 | 299                         | 1,181                                 | 1013                   | 3,2                | 81,9814                                     | 640,42             | 0,64                |
| Pult               | 1,4                  | 295                        | 1,197                                | 1,013                 | 299                         | 1,181                                 | 1013                   | 3,2                | 0,0000                                      | -                  | -                   |
| Lounge             | 1,4                  | 295                        | 1,197                                | 1,013                 | 299                         | 1,181                                 | 1013                   | 3,2                | 136,1673                                    | 1 161,25           | 1,16                |
| Közlekedő II.      | 0,5                  | 295                        | 1,197                                | 1,013                 | 299                         | 1,181                                 | 1013                   | 3,2                | 0,0000                                      | -                  | -                   |
| Dolgozó étkező     | 1                    | 295                        | 1,197                                | 1,013                 | 299                         | 1,181                                 | 1013                   | 3,2                | 0,0000                                      | -                  | -                   |
| Dolgozó WC         | 1                    | 295                        | 1,197                                | 1,013                 | 299                         | 1,181                                 | 1013                   | 3,2                | 0,0000                                      | -                  | -                   |
| Dolgozó öltöző     | 1                    | 295                        | 1,197                                | 1,013                 | 299                         | 1,181                                 | 1013                   | 3,2                | 63,4921                                     | 1 735,39           | 1,74                |
| Raktár III.        | 0,5                  | 295                        | 1,197                                | 1,013                 | 299                         | 1,181                                 | 1013                   | 3,2                | 45,6432                                     | 10 339,17          | 10,34               |
| Edénymosogató      | 1                    | 295                        | 1,197                                | 1,013                 | 299                         | 1,181                                 | 1013                   | 3,2                | 49,3023                                     | 1 444,46           | 1,44                |
| Bowlingterem       | 1,4                  | 295                        | 1,197                                | 1,013                 | 299                         | 1,181                                 | 1013                   | 5,833              | 128,1243                                    | 425,53             | 0,43                |
| Gépészeti helyiség | 1                    | 295                        | 1,197                                | 1,013                 | 299                         | 1,181                                 | 1013                   | 5,833              | 90,6910                                     | 853,34             | 0,85                |
| Nappali I.         | 1                    | 295                        | 1,197                                | 1,013                 | 299                         | 1,181                                 | 1013                   | 2,76               | 129,3897                                    | 5 608,73           | 5,61                |
| Szoba I.           | 1                    | 295                        | 1,197                                | 1,013                 | 299                         | 1,181                                 | 1013                   | 2,76               | 73,5749                                     | 3 286,50           | 3,29                |
| Fürdőszoba I.      | 1                    | 295                        | 1,197                                | 1,013                 | 299                         | 1,181                                 | 1013                   | 2,76               | 58,4163                                     | 2 686,56           | 2,69                |
| Lépcsőház I.       | 0,5                  | 295                        | 1,197                                | 1,013                 | 299                         | 1,181                                 | 1013                   | 2,76               | 0,0000                                      | -                  | -                   |
| Nappali II.        | 1                    | 295                        | 1,197                                | 1,013                 | 299                         | 1,181                                 | 1013                   | 2,76               | 102,7272                                    | 4 995,86           | 5,00                |
| Fürdőszoba II.     | 1                    | 295                        | 1,197                                | 1,013                 | 299                         | 1,181                                 | 1013                   | 2,76               | 58,4163                                     | 2 918,10           | 2,92                |
| Szoba II.          | 1                    | 295                        | 1,197                                | 1,013                 | 299                         | 1,181                                 | 1013                   | 2,76               | 32,0261                                     | 1 642,13           | 1,64                |
| Nappali III.       | 1                    | 295                        | 1,197                                | 1,013                 | 299                         | 1,181                                 | 1013                   | 2,76               | 139,7660                                    | 7 351,10           | 7,35                |
| Szoba III.         | 1                    | 295                        | 1,197                                | 1,013                 | 299                         | 1,181                                 | 1013                   | 2,76               | 54,8215                                     | 2 955,81           | 2,96                |
| Fürdőszoba III.    | 1                    | 295                        | 1,197                                | 1,013                 | 299                         | 1,181                                 | 1013                   | 2,76               | 58,4163                                     | 3 226,81           | 3,23                |
| Lépcsőház II.      | 0,5                  | 295                        | 1,197                                | 1,013                 | 299                         | 1,181                                 | 1013                   | 2,76               | 0,0000                                      | -                  | -                   |
| Nappali IV.        | 1                    | 295                        | 1,197                                | 1,013                 | 299                         | 1,181                                 | 1013                   | 3,2                | 195,3086                                    | 8 409,53           | 8,41                |
| Fürdőszoba IV.     | 1                    | 295                        | 1,197                                | 1,013                 | 299                         | 1,181                                 | 1013                   | 2,76               | 58,4163                                     | 3 458,34           | 3,46                |
| Szoba IV.          | 1                    | 295                        | 1,197                                | 1,013                 | 299                         | 1,181                                 | 1013                   | 2,76               | 23,6900                                     | 1 433,78           | 1,43                |
| Szoba V.           | 1                    | 295                        | 1,197                                | 1,013                 | 299                         | 1,181                                 | 1013                   | 2,76               | 33,8651                                     | 2 094,35           | 2,09                |
| Szoba VI.          | 1                    | 295                        | 1,197                                | 1,013                 | 299                         | 1,181                                 | 1013                   | 2,76               | 24,3075                                     | 1 535,39           | 1,54                |

| Szakasz | V. [m3/h] | v [m/s]   | dcső [m] | Acső [m2] | ρ [kg/m3] | v [m2/s]    | Re [-]     | λ [-] | l [m] | Δps [Pa] | Σζ [-] | Δpa [Pa] | Δpelemek [Pa] | Δpössz [Pa]    |
|---------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-------------|------------|-------|-------|----------|--------|----------|---------------|----------------|
| 1.      | 4690      | 6,6383581 | 0,5      | 0,196250  | 1,353     | 0,000012268 | 270 555,84 | 0,01  | 5     | 4,136    | 3,2    | 95,398   | 217           | 316,534        |
| 2.      | 3955      | 5,5980184 | 0,5      | 0,196250  | 1,197     | 0,000015471 | 180 919,73 | 0,02  | 5     | 2,877    | 2,5    | 46,889   | 25            | 74,767         |
| 3.      | 2590      | 5,7280609 | 0,4      | 0,125600  | 1,197     | 0,000015471 | 148 098,01 | 0,02  | 3,025 | 2,395    | 1,2    | 23,565   | 27            | 52,960         |
| 4.      | 2310      | 5,108811  | 0,4      | 0,125600  | 1,197     | 0,000015471 | 132 087,42 | 0,02  | 2,465 | 1,598    | 1,2    | 18,745   | 0             | 20,343         |
| 5.      | 2205      | 4,8765924 | 0,4      | 0,125600  | 1,197     | 0,000015471 | 126 083,44 | 0,02  | 1,605 | 0,959    | 1,2    | 17,080   | 0             | 18,039         |
| 6.      | 2100      | 4,6443737 | 0,4      | 0,125600  | 1,197     | 0,000015471 | 120 079,47 | 0,02  | 2,245 | 1,232    | 1,2    | 15,492   | 0             | 16,723         |
| 7.      | 1890      | 4,1799363 | 0,4      | 0,125600  | 1,197     | 0,000015471 | 108 071,52 | 0,02  | 1,605 | 0,732    | 1,5    | 15,685   | 0             | 16,418         |
| 8.      | 1680      | 5,9912303 | 0,315    | 0,077892  | 1,197     | 0,000015471 | 121 985,49 | 0,02  | 1,975 | 2,280    | 1,7    | 36,521   | 0             | 38,802         |
| 9.      | 1470      | 5,2423265 | 0,315    | 0,077892  | 1,197     | 0,000015471 | 106 737,31 | 0,02  | 2,3   | 2,102    | 1,2    | 19,738   | 0             | 21,840         |
| 10.     | 1260      | 4,4934228 | 0,315    | 0,077892  | 1,197     | 0,000015471 | 91 489,12  | 0,02  | 2,3   | 1,605    | 1,5    | 18,126   | 0             | 19,732         |
| 11.     | 1050      | 5,9447983 | 0,25     | 0,049063  | 1,197     | 0,000015471 | 96 063,58  | 0,02  | 2,3   | 3,497    | 1,2    | 25,382   | 0             | 28,879         |
| 12.     | 840       | 4,7558386 | 0,25     | 0,049063  | 1,197     | 0,000015471 | 76 850,86  | 0,02  | 2,3   | 2,367    | 1,5    | 20,305   | 0             | 22,672         |
| 13.     | 630       | 5,5732484 | 0,2      | 0,031400  | 1,197     | 0,000015471 | 72 047,68  | 0,02  | 2,3   | 4,129    | 1,2    | 22,308   | 0             | 26,437         |
| 14.     | 420       | 3,7154989 | 0,2      | 0,031400  | 1,197     | 0,000015471 | 48 031,79  | 0,02  | 2,3   | 2,031    | 1,2    | 9,915    | 0             | 11,945         |
| 15.     | 210       | 1,8577495 | 0,2      | 0,031400  | 1,197     | 0,000015471 | 24 015,89  | 0,03  | 3,3   | 0,866    | 1,2    | 2,479    | 41            | 44,345         |
|         |           |           |          |           |           |             |            |       |       |          |        |          |               | <b>730,433</b> |

| Szakasz | Könyök | Té | Szűkítő | Szakasz | Könyök | Té  | Szűkítő | Összes | Idomok listáj. | Érték |
|---------|--------|----|---------|---------|--------|-----|---------|--------|----------------|-------|
| 1.      | 4      | 1  |         | 1.      | 2      | 1,2 | 0       | 3,2    | Könyök         | 0,5   |
| 2.      | 2      | 1  | 1       | 2.      | 1      | 1,2 | 0,3     | 2,5    | Té             | 1,2   |
| 3.      |        | 1  |         | 3.      | 0      | 1,2 | 0       | 1,2    | Szűkítő        | 0,3   |
| 4.      |        | 1  |         | 4.      | 0      | 1,2 | 0       | 1,2    |                |       |
| 5.      |        | 1  |         | 5.      | 0      | 1,2 | 0       | 1,2    |                |       |
| 6.      |        | 1  |         | 6.      | 0      | 1,2 | 0       | 1,2    |                |       |
| 7.      |        | 1  | 1       | 7.      | 0      | 1,2 | 0,3     | 1,5    |                |       |
| 8.      | 1      | 1  |         | 8.      | 0,5    | 1,2 | 0       | 1,7    |                |       |
| 9.      |        | 1  |         | 9.      | 0      | 1,2 | 0       | 1,2    |                |       |
| 10.     |        | 1  | 1       | 10.     | 0      | 1,2 | 0,3     | 1,5    |                |       |
| 11.     |        | 1  |         | 11.     | 0      | 1,2 | 0       | 1,2    |                |       |
| 12.     |        | 1  | 1       | 12.     | 0      | 1,2 | 0,3     | 1,5    |                |       |
| 13.     |        | 1  |         | 13.     | 0      | 1,2 | 0       | 1,2    |                |       |
| 14.     |        | 1  |         | 14.     | 0      | 1,2 | 0       | 1,2    |                |       |
| 15.     |        | 1  |         | 15.     | 0      | 1,2 | 0       | 1,2    |                |       |

| Szakasz | V. [m3/h] | v [m/s]   | dcső [m] | Acső [m2] | ρ [kg/m3] | v [m2/s]    | Re [-]     | λ [-] | l [m] | Δps [Pa] | Σζ [-] | Δpa [Pa] | Δpelemek [Pa] | Δpössz [Pa]    |
|---------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-------------|------------|-------|-------|----------|--------|----------|---------------|----------------|
| 1.      | 4690      | 6,6383581 | 0,5      | 0,196250  | 1,353     | 0,000012268 | 270 555,84 | 0,01  | 5     | 4,136    | 3,2    | 95,398   | 217           | 316,534        |
| 2.      | 3955      | 5,5980184 | 0,5      | 0,196250  | 1,197     | 0,000015471 | 180 919,73 | 0,02  | 5     | 2,877    | 2,5    | 46,889   | 25            | 74,767         |
| 16.     | 1365      | 4,8678746 | 0,315    | 0,077892  | 1,197     | 0,000015471 | 99 113,21  | 0,02  | 1,135 | 0,911    | 1,5    | 21,273   | 28            | 50,185         |
| 17.     | 405       | 3,5828025 | 0,2      | 0,031400  | 1,197     | 0,000015471 | 46 316,37  | 0,02  | 11,42 | 9,461    | 1,2    | 9,219    | 32            | 50,680         |
| 18.     | 315       | 2,7866242 | 0,2      | 0,031400  | 1,197     | 0,000015471 | 36 023,84  | 0,02  | 22,4  | 11,954   | 1,7    | 7,901    | 0             | 19,855         |
| 19.     | 210       | 1,8577495 | 0,2      | 0,031400  | 1,197     | 0,000015471 | 24 015,89  | 0,03  | 2     | 0,525    | 1,5    | 3,098    | 0             | 3,623          |
| 20.     | 105       | 1,4513668 | 0,16     | 0,020096  | 1,197     | 0,000015471 | 15 009,93  | 0,03  | 3     | 0,676    | 1,2    | 1,513    | 39            | 41,189         |
|         |           |           |          |           |           |             |            |       |       |          |        |          |               | <b>556,832</b> |

| Szakasz | Könyök | Té | Szűkítő | Szakasz | Könyök | Té  | Szűkítő | Összes | Idomok listáj: | Érték |
|---------|--------|----|---------|---------|--------|-----|---------|--------|----------------|-------|
| 1.      | 4      | 1  |         | 1.      | 2      | 1,2 | 0       | 3,2    | Könyök         | 0,5   |
| 2.      | 2      | 1  | 1       | 2.      | 1      | 1,2 | 0,3     | 2,5    | Té             | 1,2   |
| 16.     |        | 1  | 1       | 16.     | 0      | 1,2 | 0,3     | 1,5    | Szűkítő        | 0,3   |
| 17.     |        | 1  |         | 17.     | 0      | 1,2 | 0       | 1,2    |                |       |
| 18.     | 1      | 1  |         | 18.     | 0,5    | 1,2 | 0       | 1,7    |                |       |
| 19.     |        | 1  | 1       | 19.     | 0      | 1,2 | 0,3     | 1,5    |                |       |
| 20.     |        | 1  |         | 20.     | 0      | 1,2 | 0       | 1,2    |                |       |

| Szakasz | V. [m3/h] | v [m/s]   | dcső [m] | Acső [m2] | ρ [kg/m3] | v [m2/s]    | Re [-]     | λ [-] | l [m] | Δps [Pa] | Σζ [-] | Δpa [Pa] | Δpelemek [Pa] | Δpössz [Pa]    |
|---------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-------------|------------|-------|-------|----------|--------|----------|---------------|----------------|
| 1.      | 4690      | 6,6383581 | 0,5      | 0,196250  | 1,353     | 0,000012268 | 270 555,84 | 0,01  | 5     | 4,136    | 3,2    | 95,398   | 217           | 316,534        |
| 2.      | 3955      | 5,5980184 | 0,5      | 0,196250  | 1,197     | 0,000015471 | 180 919,73 | 0,02  | 5     | 2,877    | 2,5    | 46,889   | 25            | 74,767         |
| 16.     | 1365      | 4,8678746 | 0,315    | 0,077892  | 1,197     | 0,000015471 | 99 113,21  | 0,02  | 1,135 | 0,911    | 1,5    | 21,273   | 28            | 50,185         |
| 21.     | 960       | 5,4352442 | 0,25     | 0,049063  | 1,197     | 0,000015471 | 87 829,55  | 0,02  | 1,69  | 2,197    | 1,2    | 21,217   | 30            | 53,414         |
| 22.     | 680       | 3,8499646 | 0,25     | 0,049063  | 1,197     | 0,000015471 | 62 212,60  | 0,02  | 2,57  | 1,827    | 1,2    | 10,645   | 0             | 12,472         |
| 23.     | 570       | 3,2271762 | 0,25     | 0,049063  | 1,197     | 0,000015471 | 52 148,80  | 0,02  | 1,885 | 0,984    | 2      | 12,466   | 0             | 13,450         |
| 24.     | 460       | 4,069356  | 0,2      | 0,031400  | 1,197     | 0,000015471 | 52 606,24  | 0,02  | 7,1   | 7,351    | 1,2    | 11,893   | 0             | 19,244         |
| 25.     | 345       | 3,052017  | 0,2      | 0,031400  | 1,197     | 0,000015471 | 39 454,68  | 0,02  | 3,85  | 2,409    | 1,2    | 6,690    | 0             | 9,099          |
| 26.     | 230       | 2,034678  | 0,2      | 0,031400  | 1,197     | 0,000015471 | 26 303,12  | 0,02  | 5,8   | 1,785    | 1,5    | 3,717    | 0             | 5,502          |
| 27.     | 115       | 1,5895922 | 0,16     | 0,020096  | 1,197     | 0,000015471 | 16 439,45  | 0,03  | 3,105 | 0,820    | 1,2    | 1,815    | 49            | 51,635         |
|         |           |           |          |           |           |             |            |       |       |          |        |          |               | <b>606,301</b> |

| Szakasz | Könyök | Té | Szűkítő | Szakasz | Könyök | Té  | Szűkítő | Összes | Idomok listáj: | Érték |
|---------|--------|----|---------|---------|--------|-----|---------|--------|----------------|-------|
| 1.      | 4      | 1  |         | 1.      | 2      | 1,2 | 0       | 3,2    | Könyök         | 0,5   |
| 2.      | 2      | 1  | 1       | 2.      | 1      | 1,2 | 0,3     | 2,5    | Té             | 1,2   |
| 16.     |        | 1  | 1       | 16.     | 0      | 1,2 | 0,3     | 1,5    | Szűkítő        | 0,3   |
| 21.     |        | 1  |         | 21.     | 0      | 1,2 | 0       | 1,2    |                |       |
| 22.     |        | 1  |         | 22.     | 0      | 1,2 | 0       | 1,2    |                |       |
| 23.     | 1      | 1  | 1       | 23.     | 0,5    | 1,2 | 0,3     | 2      |                |       |
| 24.     |        | 1  |         | 24.     | 0      | 1,2 | 0       | 1,2    |                |       |
| 25.     |        | 1  |         | 25.     | 0      | 1,2 | 0       | 1,2    |                |       |
| 26.     |        | 1  | 1       | 26.     | 0      | 1,2 | 0,3     | 1,5    |                |       |
| 27.     |        | 1  |         | 27.     | 0      | 1,2 | 0       | 1,2    |                |       |

| Szakasz | V. [m3/h] | v [m/s]   | dcső [m] | Acső [m2] | ρ [kg/m3] | v [m2/s]    | Re [-]     | λ [-] | l [m] | Δps [Pa] | Σζ [-] | Δpa [Pa] | Δpelemek [Pa] | Δpössz [Pa]    |
|---------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-------------|------------|-------|-------|----------|--------|----------|---------------|----------------|
| 1.      | 4690      | 6,6383581 | 0,5      | 0,196250  | 1,353     | 0,000012268 | 270 555,84 | 0,01  | 5     | 4,136    | 3,2    | 95,398   | 217           | 316,534        |
| 28.     | 735       | 2,6211633 | 0,315    | 0,077892  | 1,197     | 0,000015471 | 53 368,65  | 0,02  | 7,38  | 2,005    | 2,5    | 10,280   | 28            | 40,285         |
| 29.     | 645       | 2,3002045 | 0,315    | 0,077892  | 1,197     | 0,000015471 | 46 833,72  | 0,02  | 1,015 | 0,219    | 1,2    | 3,800    | 0             | 4,019          |
| 30.     | 570       | 2,0327389 | 0,315    | 0,077892  | 1,197     | 0,000015471 | 41 387,93  | 0,02  | 0,535 | 0,093    | 1,2    | 2,968    | 0             | 3,061          |
| 31.     | 520       | 1,8544284 | 0,315    | 0,077892  | 1,197     | 0,000015471 | 37 757,41  | 0,02  | 3,58  | 0,531    | 1,2    | 2,470    | 0             | 3,001          |
| 32.     | 415       | 1,4799765 | 0,315    | 0,077892  | 1,197     | 0,000015471 | 30 133,32  | 0,02  | 8,15  | 0,815    | 1,5    | 1,966    | 0             | 2,781          |
| 33.     | 365       | 2,0665251 | 0,25     | 0,049063  | 1,197     | 0,000015471 | 33 393,53  | 0,02  | 4,08  | 0,976    | 1,2    | 3,067    | 0             | 4,043          |
| 34.     | 290       | 1,6418967 | 0,25     | 0,049063  | 1,197     | 0,000015471 | 26 531,84  | 0,02  | 1,58  | 0,253    | 1,5    | 2,420    | 0             | 2,673          |
| 35.     | 215       | 1,9019816 | 0,2      | 0,031400  | 1,197     | 0,000015471 | 24 587,70  | 0,03  | 4,07  | 1,113    | 1,5    | 3,248    | 0             | 4,361          |
| 36.     | 125       | 1,7278176 | 0,16     | 0,020096  | 1,197     | 0,000015471 | 17 868,97  | 0,03  | 8,15  | 2,491    | 1,2    | 2,144    | 0             | 4,635          |
| 37.     | 75        | 1,0366906 | 0,16     | 0,020096  | 1,197     | 0,000015471 | 10 721,38  | 0,03  | 7,115 | 0,889    | 1,2    | 0,772    | 48            | 49,661         |
|         |           |           |          |           |           |             |            |       |       |          |        |          |               | <b>435,054</b> |

| Szakasz | Könyök | Té | Szűkítő | Szakasz | Könyök | Té  | Szűkítő | Összes | Idomok listáj. | Érték |
|---------|--------|----|---------|---------|--------|-----|---------|--------|----------------|-------|
| 1.      | 4      | 1  |         | 1.      | 2      | 1,2 | 0       | 3,2    | Könyök         | 0,5   |
| 28.     | 2      | 1  | 1       | 28.     | 1      | 1,2 | 0,3     | 2,5    | Té             | 1,2   |
| 29.     |        | 1  |         | 29.     | 0      | 1,2 | 0       | 1,2    | Szűkítő        | 0,3   |
| 30.     |        | 1  |         | 30.     | 0      | 1,2 | 0       | 1,2    |                |       |
| 31.     |        | 1  |         | 31.     | 0      | 1,2 | 0       | 1,2    |                |       |
| 32.     |        | 1  | 1       | 32.     | 0      | 1,2 | 0,3     | 1,5    |                |       |
| 33.     |        | 1  |         | 33.     | 0      | 1,2 | 0       | 1,2    |                |       |
| 34.     |        | 1  | 1       | 34.     | 0      | 1,2 | 0,3     | 1,5    |                |       |
| 35.     |        | 1  | 1       | 35.     | 0      | 1,2 | 0,3     | 1,5    |                |       |
| 36.     |        | 1  |         | 36.     | 0      | 1,2 | 0       | 1,2    |                |       |
| 37.     |        | 1  |         | 37.     | 0      | 1,2 | 0       | 1,2    |                |       |

| Szakasz | V. [m3/h] | v [m/s]   | dcső [m] | Acső [m2] | ρ [kg/m3] | v [m2/s]    | Re [-]     | λ [-] | l [m] | Δps [Pa] | Σζ [-] | Δpa [Pa] | Δpelemek [Pa] | Δpössz [Pa]    |
|---------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-------------|------------|-------|-------|----------|--------|----------|---------------|----------------|
| 1.      | 4690      | 6,6383581 | 0,5      | 0,196250  | 1,353     | 0,000012268 | 270 555,84 | 0,01  | 5     | 4,136    | 3,2    | 95,398   | 192           | 291,534        |
| 2.      | 3955      | 5,5980184 | 0,5      | 0,196250  | 1,197     | 0,000015471 | 180 919,73 | 0,02  | 0,85  | 0,489    | 1,5    | 28,134   | 25            | 53,623         |
| 3.      | 1855      | 6,6153168 | 0,315    | 0,077892  | 1,197     | 0,000015471 | 134 692,31 | 0,02  | 4,495 | 6,173    | 1,7    | 44,526   | 28            | 78,699         |
| 4.      | 1805      | 6,4370064 | 0,315    | 0,077892  | 1,197     | 0,000015471 | 131 061,79 | 0,02  | 1,455 | 1,905    | 1,2    | 29,759   | 0             | 31,663         |
| 5.      | 1755      | 6,258696  | 0,315    | 0,077892  | 1,197     | 0,000015471 | 127 431,27 | 0,02  | 0,51  | 0,636    | 1,2    | 28,133   | 0             | 28,768         |
| 6.      | 1705      | 6,0803855 | 0,315    | 0,077892  | 1,197     | 0,000015471 | 123 800,75 | 0,02  | 4,315 | 5,113    | 1,5    | 33,191   | 0             | 38,304         |
| 7.      | 865       | 4,8973815 | 0,25     | 0,049063  | 1,197     | 0,000015471 | 79 138,09  | 0,02  | 6,225 | 6,743    | 1,2    | 17,226   | 30            | 53,968         |
| 8.      | 705       | 3,9915074 | 0,25     | 0,049063  | 1,197     | 0,000015471 | 64 499,83  | 0,02  | 5,73  | 4,339    | 1,2    | 11,442   | 0             | 15,782         |
| 9.      | 545       | 3,0856334 | 0,25     | 0,049063  | 1,197     | 0,000015471 | 49 861,57  | 0,02  | 3,21  | 1,549    | 1,5    | 8,548    | 0             | 10,097         |
| 10.     | 430       | 3,8039632 | 0,2      | 0,031400  | 1,197     | 0,000015471 | 49 175,40  | 0,02  | 2,275 | 2,093    | 1,2    | 10,392   | 0             | 12,486         |
| 11.     | 315       | 2,7866242 | 0,2      | 0,031400  | 1,197     | 0,000015471 | 36 023,84  | 0,02  | 10,94 | 5,838    | 1,2    | 5,577    | 0             | 11,415         |
| 12.     | 210       | 1,8577495 | 0,2      | 0,031400  | 1,197     | 0,000015471 | 24 015,89  | 0,03  | 1,5   | 0,394    | 2      | 4,131    | 0             | 4,525          |
| 13.     | 105       | 1,4513668 | 0,16     | 0,020096  | 1,197     | 0,000015471 | 15 009,93  | 0,03  | 3     | 0,676    | 1,2    | 1,513    | 39            | 41,189         |
|         |           |           |          |           |           |             |            |       |       |          |        |          |               | <b>672,052</b> |

| Szakasz | Könyök | Té | Szűkítő | Szakasz | Könyök | Té  | Szűkítő | Összes | Idomok listáj | Érték |
|---------|--------|----|---------|---------|--------|-----|---------|--------|---------------|-------|
| 1.      | 4      | 1  |         | 1.      | 2      | 1,2 | 0       | 3,2    | Könyök        | 0,5   |
| 2.      |        | 1  | 1       | 2.      | 0      | 1,2 | 0,3     | 1,5    | Té            | 1,2   |
| 3.      | 1      | 1  |         | 3.      | 0,5    | 1,2 | 0       | 1,7    | Szűkítő       | 0,3   |
| 4.      |        | 1  |         | 4.      | 0      | 1,2 | 0       | 1,2    |               |       |
| 5.      |        | 1  |         | 5.      | 0      | 1,2 | 0       | 1,2    |               |       |
| 6.      |        | 1  | 1       | 6.      | 0      | 1,2 | 0,3     | 1,5    |               |       |
| 7.      |        | 1  |         | 7.      | 0      | 1,2 | 0       | 1,2    |               |       |
| 8.      |        | 1  |         | 8.      | 0      | 1,2 | 0       | 1,2    |               |       |
| 9.      |        | 1  | 1       | 9.      | 0      | 1,2 | 0,3     | 1,5    |               |       |
| 10.     |        | 1  |         | 10.     | 0      | 1,2 | 0       | 1,2    |               |       |
| 11.     |        | 1  |         | 11.     | 0      | 1,2 | 0       | 1,2    |               |       |
| 12.     | 1      | 1  | 1       | 12.     | 0,5    | 1,2 | 0,3     | 2      |               |       |
| 13.     |        | 1  |         | 13.     | 0      | 1,2 | 0       | 1,2    |               |       |

| Szakasz | V. [m3/h] | v [m/s]   | dcső [m] | Acső [m2] | ρ [kg/m3] | v [m2/s]    | Re [-]     | λ [-] | l [m] | Δps [Pa] | Σζ [-] | Δpa [Pa] | Δpelemek [Pa] | Δpössz [Pa]    |
|---------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-------------|------------|-------|-------|----------|--------|----------|---------------|----------------|
| 1.      | 4690      | 6,6383581 | 0,5      | 0,196250  | 1,353     | 0,000012268 | 270 555,84 | 0,01  | 5     | 4,136    | 3,2    | 95,398   | 192           | 291,534        |
| 2.      | 3955      | 5,5980184 | 0,5      | 0,196250  | 1,197     | 0,000015471 | 180 919,73 | 0,02  | 0,85  | 0,489    | 1,5    | 28,134   | 25            | 53,623         |
| 3.      | 1855      | 6,6153168 | 0,315    | 0,077892  | 1,197     | 0,000015471 | 134 692,31 | 0,02  | 4,495 | 6,173    | 1,7    | 44,526   | 28            | 78,699         |
| 4.      | 1805      | 6,4370064 | 0,315    | 0,077892  | 1,197     | 0,000015471 | 131 061,79 | 0,02  | 1,455 | 1,905    | 1,2    | 29,759   | 0             | 31,663         |
| 5.      | 1755      | 6,258696  | 0,315    | 0,077892  | 1,197     | 0,000015471 | 127 431,27 | 0,02  | 0,51  | 0,636    | 1,2    | 28,133   | 0             | 28,768         |
| 6.      | 1705      | 6,0803855 | 0,315    | 0,077892  | 1,197     | 0,000015471 | 123 800,75 | 0,02  | 4,315 | 5,113    | 1,5    | 33,191   | 0             | 38,304         |
| 14.     | 840       | 4,7558386 | 0,25     | 0,049063  | 1,197     | 0,000015471 | 76 850,86  | 0,02  | 0,5   | 0,514    | 1,2    | 16,244   | 30            | 46,759         |
| 15.     | 630       | 3,566879  | 0,25     | 0,049063  | 1,197     | 0,000015471 | 57 638,15  | 0,02  | 4,32  | 2,687    | 1,2    | 9,137    | 0             | 11,824         |
| 16.     | 420       | 2,3779193 | 0,25     | 0,049063  | 1,197     | 0,000015471 | 38 425,43  | 0,02  | 4,085 | 1,250    | 1,5    | 5,076    | 0             | 6,326          |
| 17.     | 210       | 1,8577495 | 0,2      | 0,031400  | 1,197     | 0,000015471 | 24 015,89  | 0,03  | 2,2   | 0,577    | 1,2    | 2,479    | 41            | 44,056         |
|         |           |           |          |           |           |             |            |       |       |          |        |          |               | <b>631,556</b> |

| Szakasz | Könyök | Té | Szűkítő | Szakasz | Könyök | Té  | Szűkítő | Összes | Idomok listáj: | Érték |
|---------|--------|----|---------|---------|--------|-----|---------|--------|----------------|-------|
| 1.      | 4      | 1  |         | 1.      | 2      | 1,2 | 0       | 3,2    | Könyök         | 0,5   |
| 2.      |        | 1  | 1       | 2.      | 0      | 1,2 | 0,3     | 1,5    | Té             | 1,2   |
| 3.      | 1      | 1  |         | 3.      | 0,5    | 1,2 | 0       | 1,7    | Szűkítő        | 0,3   |
| 4.      |        | 1  |         | 4.      | 0      | 1,2 | 0       | 1,2    |                |       |
| 5.      |        | 1  |         | 5.      | 0      | 1,2 | 0       | 1,2    |                |       |
| 6.      |        | 1  | 1       | 6.      | 0      | 1,2 | 0,3     | 1,5    |                |       |
| 14.     |        | 1  |         | 14.     | 0      | 1,2 | 0       | 1,2    |                |       |
| 15.     |        | 1  |         | 15.     | 0      | 1,2 | 0       | 1,2    |                |       |
| 16.     |        | 1  | 1       | 16.     | 0      | 1,2 | 0,3     | 1,5    |                |       |
| 17.     |        | 1  |         | 17.     | 0      | 1,2 | 0       | 1,2    |                |       |

| Szakasz        | V. [m3/h] | v [m/s]   | dcső [m] | Acső [m2] | ρ [kg/m3] | v [m2/s]    | Re [-]     | λ [-] | l [m] | Δps [Pa] | Σζ [-] | Δpa [Pa] | Δpelemek [Pa] | Δpössz [Pa] |
|----------------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-------------|------------|-------|-------|----------|--------|----------|---------------|-------------|
| 1.             | 4690      | 6,6383581 | 0,5      | 0,196250  | 1,353     | 0,000012268 | 270 555,84 | 0,01  | 5     | 4,136    | 3,2    | 95,398   | 192           | 291,534     |
| 2.             | 3955      | 5,5980184 | 0,5      | 0,196250  | 1,197     | 0,000015471 | 180 919,73 | 0,02  | 0,85  | 0,489    | 1,5    | 28,134   | 25            | 53,623      |
| 18.            | 2100      | 4,6443737 | 0,4      | 0,125600  | 1,197     | 0,000015471 | 120 079,47 | 0,02  | 17,11 | 9,386    | 2,2    | 28,401   | 27            | 64,787      |
| 19.            | 1890      | 4,1799363 | 0,4      | 0,125600  | 1,197     | 0,000015471 | 108 071,52 | 0,02  | 2,3   | 1,049    | 1,5    | 15,685   | 0             | 16,735      |
| 20.            | 1680      | 5,9912303 | 0,315    | 0,077892  | 1,197     | 0,000015471 | 121 985,49 | 0,02  | 2,3   | 2,656    | 1,2    | 25,780   | 0             | 28,435      |
| 21.            | 1470      | 5,2423265 | 0,315    | 0,077892  | 1,197     | 0,000015471 | 106 737,31 | 0,02  | 2,3   | 2,102    | 1,2    | 19,738   | 0             | 21,840      |
| 22.            | 1260      | 4,4934228 | 0,315    | 0,077892  | 1,197     | 0,000015471 | 91 489,12  | 0,02  | 2,3   | 1,605    | 1,5    | 18,126   | 0             | 19,732      |
| 23.            | 1050      | 5,9447983 | 0,25     | 0,049063  | 1,197     | 0,000015471 | 96 063,58  | 0,02  | 2,3   | 3,497    | 1,2    | 25,382   | 0             | 28,879      |
| 24.            | 840       | 4,7558386 | 0,25     | 0,049063  | 1,197     | 0,000015471 | 76 850,86  | 0,02  | 2,3   | 2,367    | 1,5    | 20,305   | 0             | 22,672      |
| 25.            | 630       | 5,5732484 | 0,2      | 0,031400  | 1,197     | 0,000015471 | 72 047,68  | 0,02  | 2,3   | 4,129    | 1,2    | 22,308   | 0             | 26,437      |
| 26.            | 420       | 3,7154989 | 0,2      | 0,031400  | 1,197     | 0,000015471 | 48 031,79  | 0,02  | 2,3   | 2,031    | 1,2    | 9,915    | 0             | 11,945      |
| 27.            | 210       | 1,8577495 | 0,2      | 0,031400  | 1,197     | 0,000015471 | 24 015,89  | 0,03  | 3,3   | 0,866    | 1,2    | 2,479    | 41            | 44,345      |
| <b>630,963</b> |           |           |          |           |           |             |            |       |       |          |        |          |               |             |

| Szakasz | Könyök | Té | Szűkítő | Szakasz | Könyök | Té  | Szűkítő | Összes | Idomok listáj. | Érték |
|---------|--------|----|---------|---------|--------|-----|---------|--------|----------------|-------|
| 1.      | 4      | 1  |         | 1.      | 2      | 1,2 | 0       | 3,2    | Könyök         | 0,5   |
| 2.      |        | 1  | 1       | 2.      | 0      | 1,2 | 0,3     | 1,5    | Té             | 1,2   |
| 18.     | 2      | 1  |         | 18.     | 1      | 1,2 | 0       | 2,2    | Szűkítő        | 0,3   |
| 19.     |        | 1  | 1       | 19.     | 0      | 1,2 | 0,3     | 1,5    |                |       |
| 20.     |        | 1  |         | 20.     | 0      | 1,2 | 0       | 1,2    |                |       |
| 21.     |        | 1  |         | 21.     | 0      | 1,2 | 0       | 1,2    |                |       |
| 22.     |        | 1  | 1       | 22.     | 0      | 1,2 | 0,3     | 1,5    |                |       |
| 23.     |        | 1  |         | 23.     | 0      | 1,2 | 0       | 1,2    |                |       |
| 24.     |        | 1  | 1       | 24.     | 0      | 1,2 | 0,3     | 1,5    |                |       |
| 25.     |        | 1  |         | 25.     | 0      | 1,2 | 0       | 1,2    |                |       |
| 26.     |        | 1  |         | 26.     | 0      | 1,2 | 0       | 1,2    |                |       |
| 27.     |        | 1  |         | 27.     | 0      | 1,2 | 0       | 1,2    |                |       |

| Szakasz | V. [m <sup>3</sup> /h] | v [m/s]   | d <sub>cső</sub> [m] | A <sub>cső</sub> [m <sup>2</sup> ] | ρ [kg/m <sup>3</sup> ] | v [m <sup>2</sup> /s] | Re [-]     | λ [-] | l [m]  | Δp <sub>s</sub> [Pa] | Σζ [-]    | Δp <sub>a</sub> [Pa] | Δp <sub>elemek</sub> [Pa] | Δp <sub>össz</sub> [Pa] |
|---------|------------------------|-----------|----------------------|------------------------------------|------------------------|-----------------------|------------|-------|--------|----------------------|-----------|----------------------|---------------------------|-------------------------|
| 1.      | 4690                   | 6,6383581 | 0,5                  | 0,196250                           | 1,353                  | 0,000012268           | 270 555,84 | 0,01  | 5      | 4,136                | 47,146827 | 1405,535             | 192                       | 1601,671                |
| 28.     | 735                    | 2,6211633 | 0,315                | 0,077892                           | 1,197                  | 0,000015471           | 53 368,65  | 0,02  | 18,345 | 4,985                | 30,493049 | 125,387              | 28                        | 158,372                 |
| 29.     | 575                    | 2,0505699 | 0,315                | 0,077892                           | 1,197                  | 0,000015471           | 41 750,99  | 0,02  | 1,85   | 0,327                | 5,5770201 | 14,035               | 0                         | 14,362                  |
| 30.     | 415                    | 1,4799765 | 0,315                | 0,077892                           | 1,197                  | 0,000015471           | 30 133,32  | 0,02  | 3,3    | 0,330                | 9,7081461 | 12,727               | 0                         | 13,056                  |
| 31.     | 290                    | 1,6418967 | 0,25                 | 0,049063                           | 1,197                  | 0,000015471           | 26 531,84  | 0,02  | 14,575 | 2,332                | 9,7081461 | 15,664               | 0                         | 17,996                  |
| 32.     | 125                    | 1,7278176 | 0,16                 | 0,020096                           | 1,197                  | 0,000015471           | 17 868,97  | 0,03  | 2,45   | 0,749                | 5,5770201 | 9,965                | 53                        | 63,713                  |
|         |                        |           |                      |                                    |                        |                       |            |       |        |                      |           |                      |                           | <b>1869,170</b>         |

| Szakasz | Könyök | Té | Szűkítő | Szakasz | Könyök      | Té          | Szűkítő  | Összes    | Idomok listáj: | Érték |
|---------|--------|----|---------|---------|-------------|-------------|----------|-----------|----------------|-------|
| 1.      | 4      | 1  |         | 1.      | 41,56980675 | 5,577020112 | 0        | 47,146827 | Könyök         | 0,5   |
| 28.     | 2      | 1  | 1       | 28.     | 20,78490338 | 5,577020112 | 4,131126 | 30,493049 | Té             | 1,2   |
| 29.     |        | 1  |         | 29.     | 0           | 5,577020112 | 0        | 5,5770201 | Szűkítő        | 0,3   |
| 30.     |        | 1  | 1       | 30.     | 0           | 5,577020112 | 4,131126 | 9,7081461 |                |       |
| 31.     |        | 1  | 1       | 31.     | 0           | 5,577020112 | 4,131126 | 9,7081461 |                |       |
| 32.     |        | 1  |         | 32.     | 0           | 5,577020112 | 0        | 5,5770201 |                |       |

| Helyiség           | Mennyiség | Anemosztát<br>téfogatóáram | Anemosztát funkció | Csatlakozási méret | Anemosztát<br>nyomásveszteség | Rácsméret | Rács<br>nyomásveszteség | Pillangószelep<br>nyomásveszteség | Össz<br>nyomásveszteség |
|--------------------|-----------|----------------------------|--------------------|--------------------|-------------------------------|-----------|-------------------------|-----------------------------------|-------------------------|
| Bowlingterem       | 10        | 210                        | Befúvás            | 200                | 14                            | 400x150   | 8                       | 6                                 | 28                      |
| Bowlingterem       | 10        | 210                        | Elszívás           | 200                | 14                            | 400x150   | 8                       | 6                                 | 28                      |
| Dolgozói öltöző    | 1         | 50                         | Elszívás           | 100                | 10                            | 200x100   | 6                       | 6                                 | 22                      |
| Dolgozói WC        | 1         | 50                         | Elszívás           | 100                | 10                            | 200x100   | 6                       | 6                                 | 22                      |
| Edénymosogató      | 1         | 50                         | Elszívás           | 100                | 10                            | 200x100   | 6                       | 6                                 | 22                      |
| Férfi WC           | 1         | 115                        | Elszívás           | 160                | 23                            | 200x100   | 14                      | 6                                 | 43                      |
| Fogyasztó tér I.   | 2         | 115                        | Befúvás            | 160                | 23                            | 200x100   | 14                      | 7                                 | 44                      |
| Fogyasztó tér II.  | 2         | 115                        | Befúvás            | 160                | 23                            | 200x100   | 14                      | 8                                 | 45                      |
| Fogyasztó tér III. | 2         | 110                        | Befúvás            | 160                | 21                            | 200x100   | 12                      | 8                                 | 41                      |
| Fürdőszoba I.      | 1         | 125                        | Elszívás           | 160                | 25                            | 200x100   | 15                      | 8                                 | 48                      |
| Fürdőszoba II.     | 1         | 165                        | Elszívás           | 200                | 18                            | 300x100   | 11                      | 9                                 | 38                      |
| Fürdőszoba III.    | 1         | 125                        | Elszívás           | 160                | 25                            | 200x100   | 15                      | 9                                 | 49                      |
| Fürdőszoba IV.     | 2         | 160                        | Elszívás           | 200                | 17                            | 300x100   | 10                      | 9                                 | 36                      |
| Iroda              | 1         | 90                         | Befúvás            | 160                | 15                            | 200x100   | 9                       | 10                                | 34                      |
| Közlekedő I.       | 1         | 160                        | Elszívás           | 200                | 17                            | 300x100   | 10                      | 10                                | 37                      |
| Közösségi vetítő   | 3         | 105                        | Befúvás            | 160                | 18                            | 200x100   | 11                      | 10                                | 39                      |
| Közösségi vetítő   | 3         | 105                        | Elszívás           | 160                | 18                            | 200x100   | 11                      | 10                                | 39                      |
| Lounge             | 2         | 105                        | Befúvás            | 160                | 18                            | 200x100   | 11                      | 11                                | 40                      |
| Nappali I.         | 1         | 75                         | Befúvás            | 160                | 25                            | 200x100   | 15                      | 12                                | 52                      |
| Nappali II.        | 1         | 75                         | Befúvás            | 160                | 25                            | 200x100   | 15                      | 12                                | 52                      |
| Nappali III.       | 1         | 75                         | Befúvás            | 160                | 25                            | 200x100   | 15                      | 12                                | 52                      |
| Nappali IV.        | 1         | 50                         | Befúvás            | 100                | 10                            | 200x100   | 6                       | 12                                | 28                      |
| Női WC             | 1         | 115                        | Elszívás           | 160                | 23                            | 200x100   | 14                      | 13                                | 50                      |
| Pult               | 4         | 210                        | Elszívás           | 200                | 14                            | 400x150   | 8                       | 13                                | 35                      |
| Pult               | 2         | 280                        | Befúvás            | 200                | 17                            | 400x150   | 10                      | 15                                | 42                      |
| Raktár II.         | 1         | 160                        | Elszívás           | 200                | 17                            | 300x100   | 10                      | 15                                | 42                      |
| Szoba I.           | 1         | 50                         | Befúvás            | 100                | 10                            | 200x100   | 6                       | 15                                | 31                      |
| Szoba II.          | 1         | 90                         | Befúvás            | 160                | 15                            | 200x100   | 9                       | 15                                | 39                      |
| Szoba III.         | 1         | 50                         | Befúvás            | 100                | 10                            | 200x100   | 6                       | 19                                | 35                      |
| Szoba IV.          | 1         | 105                        | Befúvás            | 160                | 18                            | 200x100   | 11                      | 19                                | 48                      |
| Szoba V.           | 1         | 60                         | Befúvás            | 160                | 15                            | 200x100   | 9                       | 19                                | 43                      |
| Szoba VI.          | 1         | 90                         | Befúvás            | 160                | 15                            | 200x100   | 9                       | 24                                | 48                      |