

SZAKDOLGOZAT

Tóth Gergő Jordán
Gépészmérnök alapszak

Gödöllő

2023



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Gépészmérnök alapszak

Uzsoda épület klímatechnikai rendszerének tervezése

Belső konzulens:	Dr. Szabó Márta egyetemi docens
Külső konzulens:	Bokor András okleveles gépészmérnök
Készítette:	Tóth Gergő Jordán QJ870C nappali tagozat
Intézet/Tanszék:	Épületgépész és Energetikai Tanszék

Gödöllő
2023

MŰSZAKI INTÉZET
GÉPÉSZMÉRNÖK ALAPSZAK
Épületgépész Specializáció

SZAKDOLGOZAT

feladatlap

Tóth Gergő Jordán (QJ870C)

részére

A diplomadolgozat címe:

Uszoda épület klímatechnikai rendszerének tervezése

Feladatkiírás:

Elemesse az uszoda épületekre vonatkozó komfort és klíma paramétereiket. Mutassa be és elemesse az uszoda épületekben alkalmazható klímatechnikai rendszereket és elemeit.

Mutassa be az adott épületet az adott város sportuszodájának medencetéri szellőztetését.

Végezze el a rendszer tervezéséhez szükséges számításokat.

Készítse el a szellőző rendszer kiviteli tervét.

Közreműködő tanszék: Épületgépészeti és Energetikai Tanszék

Külső konzulens: Bokor András, Vizaterv Kft., 1138 Budapest, Népfürdő u. 19/b.

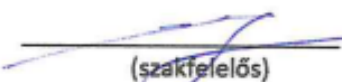
Belső konzulens: Dr. Szabó Márta, Egyetemi docens, MATE, Műszaki Intézet

A dolgozat beadási határideje: 2023 év 11 hó 06 nap

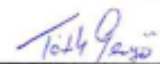
Kelt: Gödöllő, 2023 év 09 hó 10 nap

Jóváhagyom


(tanszékvezető)


(szakfelelős)

Átvettem


(hallgató)

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

Kelt: Budapest, 2023 év 11. hó 02. nap


(külsőkonzulens)

Tartalom

1. Bevezetés és célkitűzés	3
2. Szakirodalmi összefoglaló	5
2.1 A nedves levegő termodinamikája	5
2.1.1 A nedves levegő leírása	5
2.2 Műveletek nedves levegővel.....	8
2.2.1 Melegítés, hűtés.....	8
2.2.2 Páraelvonás.....	9
2.2.3 Keverés	9
2.2.3 Nedvesítés.....	10
2.3 A komfortelmélet légtechnikai alapjai	11
2.3.1 A belső levegő minősége.....	11
2.3.2 A szellőző levegő hőmérséklete és sebessége.....	12
2.4 Uszodai rendszer elemei alfejezet	13
2.4.1 Anemosztátok.....	13
2.4.2 Flexibilis légcatornák.....	14
2.4.3 Merev légcatornák.....	15
2.4.4 Hangcsillapítók	18
2.4.5 Légkezelők	19
2.5 Hidraulikai méretezés elméleti háttere	21
2.5.1 Kör keresztmetszet.....	21
2.5.2 Négyszög keresztmetszet	22
2.5.3 Légcatorna súrlódási, alak ellenállása.....	22
2.6 Hangcsillapítás elméleti összefüggései.....	23
2.6.1 Gépek, berendezések által keltett zaj.....	23
2.6.2 Ventilátor oktávteljesítményszint spektrumának meghatározása	23
2.6.3 Összhangteljesítmény szint meghatározása.	23
2.6.4 Légcatorna hálózatban keletkező zaj.....	25
2.6.5 Légcatorna hálózat természetes csillapítása	25
3. Probléma bemutatása	26
3.1 Az építmény ismertetése.....	26
3.1.1 Az építmény tetőszerkezete.....	27
3.1.2 Az építmény falszerkezete	27
3.1.3 Az építmény padló szerkezete.....	27
3.1.4 A létesítmény metszete.....	28
3.1.5 Szellőztetendő helyiség	28
3.1.6 Rendelkezésre álló gépház.....	29

3.1.7 Medencetér főbb jellemzői.....	30
4. Légtechnikai tervezés.....	30
4.1 VDI 2089 által meghatározott paraméterek	31
4.2 Bepárolgó vízmennyiség számítása.....	32
4.2.1 Medencetér légtérfogatának számítása.....	33
4.2.2 Verseny medencéből bepárolgó vízmennyiség.....	33
4.2.3 Tanmedencéből bepárolgó víz mennyiség	34
4.2.4 Emberi nedvességleadás fürdőüzemben	35
4.3 Befújandó légmennyiség meghatározása	35
4.4 A választott páramentesítő berendezés	36
4.5 Hangcsillapítás.....	42
4.5.1 Hangcsillapító kiválasztása.....	42
4.5.1 Természetes hangcsillapítás	43
4.6 Anemosztát kiválasztás	44
4.7 Légcsatornahálózat hidraulikai méretezése.....	46
4.7.1 Elszívó légcsatorna hidraulikai méretezése.....	47
4.7.1 Befúvó légcsatorna hidraulikai méretezése.....	49
5. Összefoglalás	53
6. Summary.....	54
7. Nyilatkozatok	55
Irodalomjegyzék.....	57
Mellékletek.....	59

1. Bevezetés és célkitűzés

Az uszodák medenceterének szellőztetése és páratlanítása rendkívül fontos az uszodai környezet megfelelő működéséhez és az ott tartózkodók egészségének és kényelmének fenntartásához. Az alábbiakban részletezem, miért is kiemelkedő jelentőséggel bír ez a folyamat.

Egészségügyi okok: Az uszoda a medence vízből felszabaduló víz és vegyszerek a párolgás során bekerülnek a helység levegőjébe. A nem megfelelően szellőztetett medencetérben ezek a szennyező anyagok megnövelhetik a légzőszervi problémákat, például az asztma kialakulásának kockázatát, valamint irritálhatják a szemet és a bőrt. A levegő páratartalma jelentős hatással van a komfortérzetre és a hőérzetre is. Az emberi test hőszabályozása szorosan összefügg a környező levegő páratartalmával, és ez befolyásolja, hogy milyen melegen vagy hidegen érezzük magunkat. Magas páratartalom esetén a verejtékezés hatékonysága csökken, mivel a verejték nehezebben párolog el a nedves levegőben. Ennek eredményeként az emberek nehezebben hűlnek le, és könnyebben érezhetik fülledtnek és kellemetlennek magukat. A magas páratartalom gyakran fokozza a hőérzetet, és az emberek úgy érezhetik, mintha melegebb lenne, mint amilyen meleg van valójában. Alacsony páratartalom esetén a verejték könnyebben elpárolog, ami hűtő hatást biztosít. Ennek eredményeként az emberek könnyebben érezhetik magukat hűvösebbnek. Az optimális komfortérzet eléréséhez a páratartalomnak egyensúlyban kell lennie. Általában a 40-60% közötti páratartalom a legkomfortosabb az emberek számára. A komfortos hőérzet szubjektív lehet, és egyéni preferenciáktól is függhet. Például egyes emberek jobban kedvelik a nedvesebb, melegebb klímát, míg mások inkább a szárazabb, hűvösebb időjárást részesítik előnyben. Az épület üzemeltetési szempontjai: A fűtési és hűtési költségek túl magas páratartalom esetén a levegő nehezebben hűthető vagy fűthető ezért sokkal több energiát igényel, ami magasabb energiaszámlához vezethet. Nedvesség vagy páratartalom számos módon befolyásolhatja az épületeket és azok szerkezetét. A magas páratartalom és nedvesség elősegíti a penész és a penészgomba kialakulását az épületekben. Ez nem csak az esztétikai problémák miatt lehet gond, hanem az egészségi problémák is felmerülhetnek. Rozsda és korrózió: Az épületekben található fém és fa alkatrészek hajlamosak a rozsdásodásra, rothadásra, ha magas páratartalom és nedvesség hatásának vannak kitéve. Ez károsíthatja az épületek szerkezetét és tartósságát.

A szakdolgozatom során Monor város sportuszodájának medencetéri szellőztető/ködtelenítő légtechnikai rendszerének tervezét elvégeztem el. A dolgozatom során az alábbi témaköröket érintem. Az irodalom elemzésben többek között kitérek a nedves levegő termodinamikájára és

az uszodai rendszerek építő elemeire, különféle megoldásokra, szerelés technikai megoldásokra. Szót fogok ejteni a felhasználható idomok és légtechnikai csővezetékek fajtairól és az idomokkal szembeni követelményekről. Dolgozatom fő része maga a tervezés, amely során a rendszer nyomvonalának kijelölése után annak elemeit kiválasztom és a tervezési számításait elvégzem. Az anyagárak költségéről pontos számítás nem végezhető, mivel napjainkban a termékek árai napról-napra változnak. A tervezés során az AutoCAD program segítségével fogom a légtechnikai rendszer nyomvonalát megrajzolni. Az elkészült rajzokat mellékletként csatolom. A számításokat Excel programban fogom áttekinthetően levezetni, összegezni.

2. Szakirodalmi összefoglaló

Egy uszodai légtechnikai rendszer megtervezése összetett feladat, ezért tervezésének több fázisa van. Ennek a fejezetnek célja, áttekinteni a rendszer elemeit, ismertetni a komfortelmélet alapjait és összegezni a nedves levegő termodinamikáját.

2.1 A nedves levegő termodinamikája

Az uszodai légkezelő rendszerelemek, berendezések kiválasztásakor szükséges ismerni a nedves levegő leírására használt állapotjelzőket, illetve leírni azt, hogy ez a speciális keverék hogyan viselkedik a légkezelő berendezésekben.

2.1.1 A nedves levegő leírása

A nedves levegő egy olyan speciális kétkomponensű keverék, melynek két komponense a víz és a levegő. A nedves levegő tömegét 2.1.1-es összefüggéssel számíthatjuk. [1]

$$m = m_l + m_g \quad (2.1.1)$$

Ahol m_l [kg] a száraz levegő tömege, és m_g [kg] a víz tömege. Ez a két komponens hányadosa adja az abszolút nedvességtartalmat a 2.1.2-es összefüggés értelmében. [1]

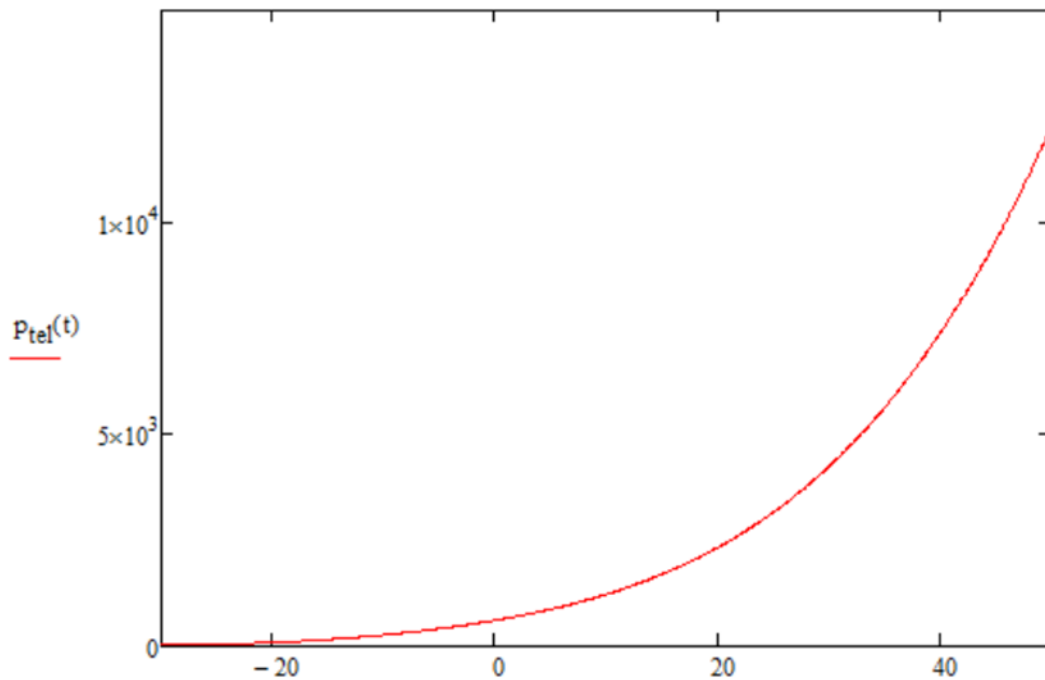
$$x = \frac{m_g}{m_l} \quad (2.1.2)$$

Ez a mennyiség SI egységeket használva dimenziótlan, de a gyakorlatban elterjedtebb a [g/kg]. A Dalton-törvény 2.1.3-as képlet szerint a keverék nyomása felírható a komponensek parciális nyomásának összegeként. [1]

$$p = p_l + p_g \quad (2.1.3)$$

Ahol p_l és p_g [Pa] a száraz levegő, illetve a vízgőz parciális nyomása. Mivel a keverék egyik komponense a klímaberendezések által használt tartományban halmazállapotot vált, így szükséges ismerni a telítési nyomást.

A vízgőz adott nyomáshoz és hőmérsékletéhez tartozó telítési nyomását lásd 2.1.1 ábra.



2.1.1. ábra: Nedves levegő telítési értékei [1]

Egy adott hőmérsékleten a gőz parciális nyomása kisebb, mint a telítési nyomás, ilyenkor a nedves levegő telítetlen. Egy fázisú keveréknek nevezzük, ha az összetétele: száraz levegő és vízgőz. Amikor a gőz parciális nyomása egyenlő a telítési nyomással, akkor a keverék kétfázisú. Ha az egyik fázis száraz levegő és vízgőz, akkor a másik fázis a hőmérséklet függvényében lehet szilárd vagy folyékony halmazállapotú.

A nedves levegő alkotóelemeire felírt ideális gáztörvény levezetésével, illetve a specifikus gázállandók behelyettesítésével levezethető a 2.1.4-es formula, ami a telítési nyomás és az abszolút nedvességtartalom közötti összefüggést fejezi ki, a levegő telítési állapotában. [1]

$$x = 0,622 \cdot \frac{p_t(t)}{p - p_t(t)} \quad (2.1.4)$$

Ahol p_t [Pa] a telítési nyomás. A gyakorlatban a nedves levegőt legtöbbször nem az abszolút, hanem a relatív nedvesség tartalmával jellemzik.

A relatív nedvesség tartalom az 2.1.5-ös összefüggés szerint a sűrűségek segítségével írható fel, de az ideális gáztörvény felhasználásával is kifejezhető a gőz telítési és parciális nyomásának hányadosával. [1]

$$\varphi = \frac{\rho_g(t)}{\rho_t(t)} = \frac{p_g(t)}{p_t(t)} \quad (2.1.5)$$

Az abszolút gőztartalom értelmezhető általános esetben is, a relatív páratartalom felhasználásával a 2.1.6-os képlet szerint. [1]

$$x = 0,622 \cdot \frac{p_{tel}(t)}{\frac{p}{\varphi} - p_{tel}(t)} \quad (2.1.6)$$

A nedves levegő entalpiája a komponensek entalpiájának összegeként értelmezhető a 2.1.7-es képlet szerint. [1]

$$H = m_l \cdot h_l + m_g \cdot h_g \quad (2.1.7)$$

Ahol h_l és h_g [J/kg] a száraz levegő, illetve víz fajlagos entalpiája.

A nedves levegő entalpiájának megváltoztatása a 2.1.8-as kifejezés értelmében a száraz levegő tömegével történik. [1]

$$h_{1+x} = \frac{H}{m_l} = h_l + x \cdot h_g \quad (2.1.8)$$

A nedves levegő állapotának szemléltetése és állapotváltozásainak ábrázolása a h-x diagrammon történik.

2.2 Műveletek nedves levegővel

A következő néhány pontban a nedves levegő alapvető állapotváltozásait részletezem.

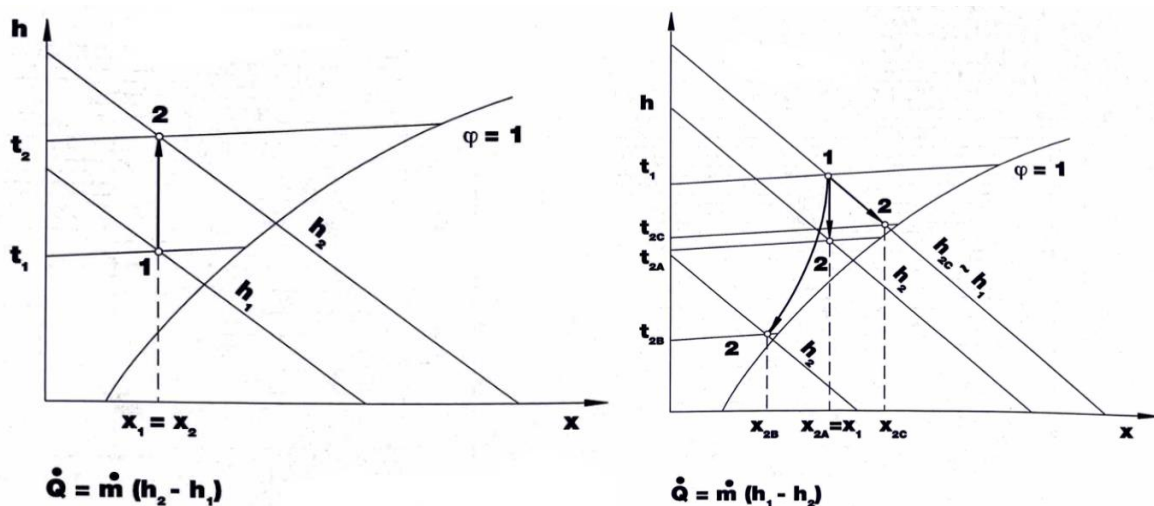
2.2.1 Melegítés, hűtés

Melegítéskor a nedves levegő hőmérséklete nő, eközben a fajlagos nedvességtartalma nem változik. A melegítéshez szükséges energiát hőtan I. főtételének felírásával számolhatjuk ki, 2.2.1-es összefüggés szerint. Figyelembe veszi a légtechnikában szokásos elhanyagolásokat, miszerint nullának tekinti a kinetikus és a potenciális energiaváltozást. [2]

$$\dot{Q} = \dot{m}_l \cdot [(h_{1+x})_2 - (h_{1+x})_1] \quad (2.2.1)$$

Ahol Q [W] a melegítéshez szükséges hőteljesítmény és m_l [kg/s] a melegítendő levegő tömegárama. A 2.2.1-es összefüggés hűtés esetén is alkalmazható.

Hűtés esetében is konstans a fajlagos gőztartalom a harmatponting vizsont, ha a harmatpontnál tovább hűtjük a folyadékot akkor a telített nedves levegőből elindul a nedvességlecsapódás. Ezáltal a nedves levegő fajlagos gőztartalma csökkenni kezd. A végállapot entalpiájának felírásakor ezt figyelembe kell venni. Lásd 2.2.1 ábrákon.



2.2.1 ábra: Melegítés és hűtés h-x diagramm [4]

2.2.2 Páraelvonás

A páraelvonásra, vagy páratlanításra leggyakrabban alkalmazott megoldás, ha a folyadékot harmatpont alá hűtjük és a kiváló folyadékot elvezetjük, majd a nedves levegőt visszamelegítjük. Ennek az eljárásnak a hőigénye a 2.2.1-es képlet szerint számolható.

A páratlanítás másik módszere az, ha a nedves levegőt valamilyen abszorbens anyagon át áramoltatjuk. A leggyakoribb elnyelő közeg a szilikagél (SiO_2). A nedves levegő és a szilikagél reakciója exoterm, tehát a levegőt az abszorbensen történő átáramoltatás után hűteni kell. A szilikagél abszorbáló képessége a levegő nedvességtartalmának és hőmérsékletének függvénye. Idővel telítődik. Az szilikagél 150-170 °C-on regenerálható. Abszorbensként más anyagokat is felhasználnak, például az alumínium-oxid, lítiumsók vizes oldatai vagy klór-kalcium. [5]

2.2.3 Keverés

A tömegmegmaradás tételének értelmében a keverőtérre a 2.2.2-es mérlegegyenlet írható fel. [1]

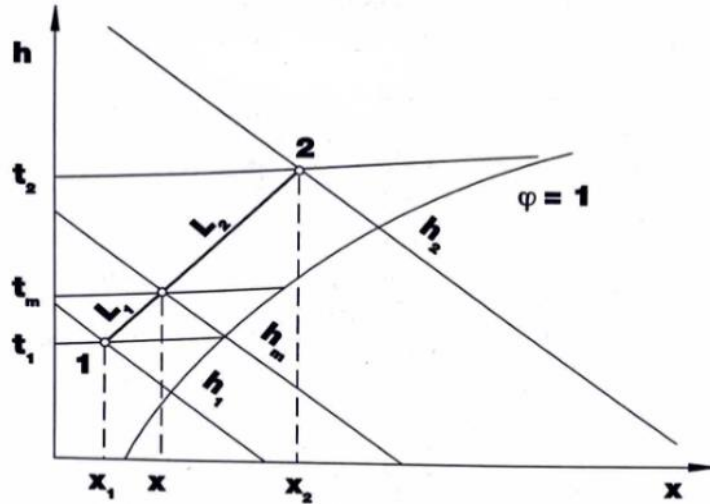
$$\dot{m}_{l1} \cdot x_1 + \dot{m}_{l2} \cdot x_2 = (\dot{m}_{l1} + \dot{m}_{l2}) \cdot x_k \quad (2.2.2)$$

Az egyenletből a kevert légmennyiségek és fajlagos gőztartalmak ismeretében kifejezhető a kevert levegő fajlagos nedvességtartalma. Nedves légáramok keveredésénél feltételezzük, hogy a keverőtér adiabatikus.

Ha a keverőtér ki és bemeneteli pontjaira felírjuk a hőtan I. főtétele a kinetikus és a potenciális energiaváltozás elhanyagolásával, akkor az energiamegmaradás törvénye szerint a 2.2.3-es összefüggés írható fel. [2]

$$\dot{m}_{l1} \cdot (h_{1+x})_1 + \dot{m}_{l2} \cdot (h_{1+x})_2 = (\dot{m}_{l1} + \dot{m}_{l2}) \cdot (h_{1+x})_k \quad (2.2.3)$$

A keveredő légmennyiségek tulajdonságainak meghatározása után az egyenletből kiszámítható a kevert levegő fajlagos entalpiája. [2] A folyamatot lásd 2.2.2 ábra.



2.2.2. ábra: Keverés h-x diagramm [4]

2.2.3 Nedvesítés

A nedvesítést a légtechnikában általában víz beporlasztással vagy gőzbeűjással történik. A nedvesítés tekinthető a keverés egy speciális fajtájának is, amikor az egyik közeg fajlagos gőztartalma 100%. Az egyenletek felírásakor ebben az esetben is adiabatikusnak tekintik a keverő teret és elhanyagolják a kinetikus és potenciális energiaváltozást. A fenti feltételeket figyelembe véve a 2.2.4-es és a 2.2.5-as összefüggés írható fel nedvesítés esetére. [2]

$$\dot{m}_l \cdot x_1 + \Delta\dot{m}_g = \dot{m}_l \cdot x_k \quad (2.2.4)$$

$$\dot{m}_l \cdot (h_{1+x})_1 + \Delta\dot{m}_g \cdot h_g = \dot{m}_l \cdot (h_{1+x})_k \quad (2.2.5)$$

A nedvesítő közeg hőmérsékletét, illetve halmazállapotát az entalpia felírásakor kell figyelembe venni. Lásd 2.2.3 ábra

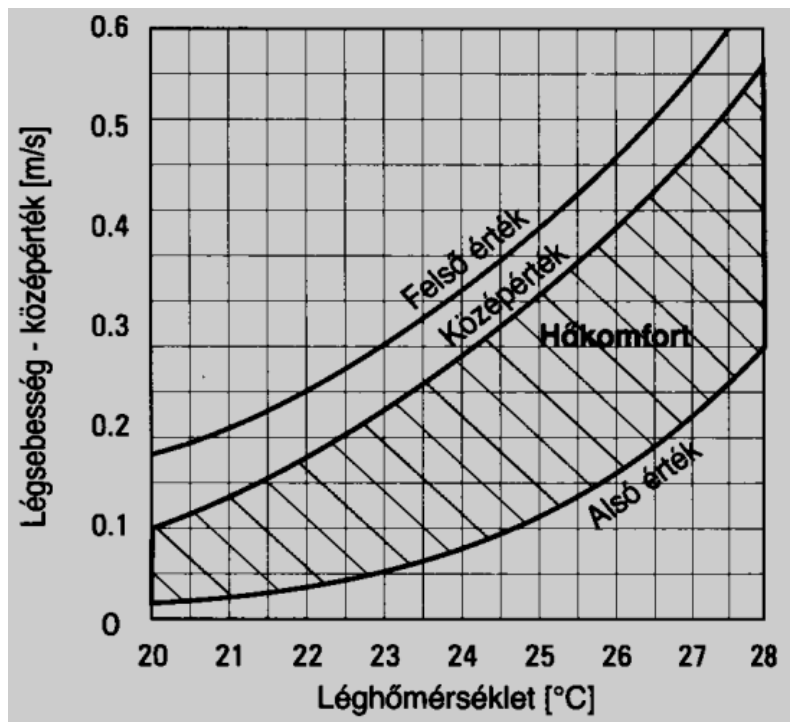
2.3.2 A szellőző levegő hőmérséklete és sebessége

A szellőző levegő hőmérséklete és sebessége fontos tényezők a berendezések, szellőzőrendszerek és hűtő-fűtőrendszerek működésében, mivel ezek a tényezők befolyásolják a levegő komfortszintjét.

A szellőző levegő hőmérséklete a helyiség hőmérsékletét befolyásolja. Nyáron hűvösebb levegőt szolgáltatva a klímaberendezések csökkenthetik a hőmérsékletet, míg télen melegebb levegővel fűthetnek. Az optimális hőmérséklet a helyiség típusától és a lakók preferenciáitól függ.

A levegő sebessége befolyásolja a levegőáramlást és a hőeloszlását az adott helyiségben. Magas sebességű szellőzés hátránya, hogy a légszűrőkhöz keletkező zajok felerősödnek. Nagy belépési légsebesség mellett a tartózkodási zónák méretei megnövekednek.

A pontos hőmérséklet és sebesség beállítás a helyiség méretétől, hőterheléstől, időjárástól és az ott tartózkodók preferenciáitól függ. Fontos azonban, hogy a szellőzés legyen kényelmes és energiatakarékos egyidejűleg. Az intelligens szellőzőrendszerek és klímaberendezések gyakran képesek optimalizálni a levegő hőmérsékletét és sebességét az aktuális körülmények alapján. Az komfort légsebesség és léghőmérséklet értékeit lásd 2.3.1 ábrán.



2.3.1. ábra: Komfort légsebesség és léghőmérséklet diagramm [7]

2.4 Uszodai rendszer elemei alfejezet

A következő néhány pontban a rendszer fő építő elemeit tekintem át.

2.4.1 Anemosztátok



2.4.7. ábra: Anemosztát [7]

Az anemosztátok olyan légáramlást szabályozó eszközök, amelyek segítségével szabályozni lehet a levegő áramlását egyes helyiségeken belül. Ezek az eszközök szükségesek a fűtést, szellőzést és légkondicionálást biztosító rendszerek hatékony működéséhez, mivel lehetővé teszik a pontos légáramlás beállítását és a kívánt komfortszint elérését. A gyakorlatban három légvezetési rendszer terjedt el: a keveredéssel, az elárasztással és a kis sebességű.

A Keveredéssel légvezetési rendszer esetében a szellőző levegő nagy sebességgel jut be a tartózkodási zónába, gyakran a fal felső részén vagy a mennyezeten elhelyezett anemosztátokon keresztül. A szellőző levegő elkeveredik a helyiség belső levegőjével, ezáltal felveszi a helyiségben jelentkező hő és pára terhelést, majd az elszívó anemosztáton keresztül távozik. Ennek a légvezetési rendszernek az előnye, hogy hűtésre és fűtésre egyaránt használható, illetve, hogy a gyors keveredés lehetővé teszi jelentősen lehűtött levegő befúvását is. A rendszer hátránya, hogy szükséges egy tartózkodási zóna kijelölése, ahol a légsebesség már kellően lecsökkent, így nem áll fent a huzat veszélye.

Elárasztással légvezetési rendszer esetén a szellőző levegő kis sebességgel közvetlenül a tartózkodási zónába, a padló szint környékén lép be a térbe. A légmozgást a hőterhelések hatására bekövetkező felmelegedés következtében kialakuló sűrűségkülönbség határozza meg. A felmelegedett levegő a plafonon elhelyezett elszívó anemosztáton keresztül távozik. A rendszer előnye, hogy hatásosabb szellőztetést biztosít, mint a keveredéssel rendszer. A helyiség hasznos területe nem csökken, illetve ennek a rendszernek a használatával megoldható a nagy

belmagasságú terek hűtése is. A rendszer hátránya, hogy fűtésre nem alkalmas. A kis légsebességű rendszerek esetében egy nagy felületű befűvön keresztül érkezik a szellőző levegő a helyiségbe. A rendszer előnye, hogy megvalósítható vele a tiszta tereknél elvárt magas légcsereszám a huzat és a zajterhelés elkerülésével, a rendszer hátránya, hogy fűtésre korlátozottan alkalmas. [8]

Légcsatorna hálózat

2.4.2 Flexibilis légcsatornák



2.4.1 ábra: Flexibilis légcsatorna [3]

A flexibilis légcsatornák olyan hajlékony csövek, amelyeket a légtechnikai rendszerekben áramló levegő vezetésére használnak. Ezek a légcsatornák általában hőszigeteltek, könnyen alakíthatók, rögzíthetők a szükséges formába. Jellemzően alumíniumból készülnek. A flexibilis légcsatornák továbbá növelik a zajcsökkentést, mivel csökkentik a légáramlás zaját és rezonanciáját. Ezek a csatornák könnyen cserélhetőek és áruk alacsonyabb, mint a merev csatornáké. A flexibilitásuknak köszönhetően olyan helyeken, ahol a hagyományos merev csatornák kiépítése nehézkesek vagy költséges lenne, például lakóépületekben, kisebb üzletekben, és néhány ipari környezetben ott kiváló alternatívát képez. Hátrányuk, hogy könnyen sérülnek és hamar elhasználódnak.

Az EN13180 szabvány írja le milyen követelményeknek kell megfelelniük. Ez a szabvány a következő paramétereket határozza meg, amelyeket tesztelni vagy ellenőrizni kell: méretek és tűrések, mechanikaiellenállás. A rugalmas légcsatornák akusztikai, termikus, tűzállósági és nyomásvesztései tulajdonságaira ez a szabvány nem vonatkozik.

2.4.3 Merev légcsatornák



2.4.2 ábra: Merev falú légcsatornák [3]

A merev légcsatornák az uszodai vagy ipari létesítmények légtechnikai rendszereiknek fontos részei, amelyek merev szerkezetükből adódóan különféle előnyökkel rendelkeznek. Általában galvanizált acélból, alumíniumból vagy rozsdamentes acélból készülnek. Ezek az anyagok tartósak és ellenállnak a korróziónak.

A csatornák szögletes vagy kör keresztmetszettel rendelkeznek, ami lehetővé teszi a pontos és szabályozott légáramlást. Egyes változataik hőszigeteltek, ami segít megőrizni a légáramlás hőmérsékletét és csökkenti az energiaveszteséget. Ez különösen fontos az olyan helyeken, ahol a hűtés vagy fűtés szükséges. Alkalmasak nagy légszállítási kapacitásokra, így széles körű alkalmazásokban hasznosíthatók. Mivel a merev légcsatornákra elhelyezhetőek tisztító nyílások, ezért könnyen karbantarthatók és tisztíthatók. Ezen túlmenően hosszú élettartammal rendelkeznek.

A merev légcsatornák teherbíróak ezért lehetőségünk van különféle szűrőket, zajcsökkentő és beszabályozó elemeket integrálni a rendszerbe, ami javítja a levegőminőséget és csökkenti a zajszintet. Mivel a merev légcsatornák tartósak és pontosan szabályozhatók, ideálisak olyan környezetekben, ahol kritikus a légminőség és a kényelem, vagy ahol nagy légszállításra van szükség.

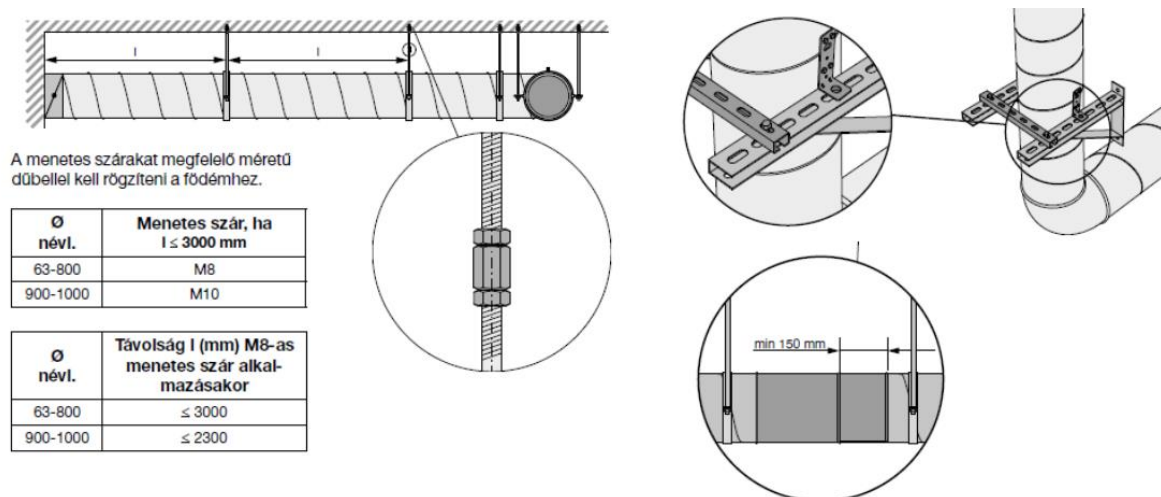
Kör és négyszög keresztmetszetű légcsatornák méretére, szilárdságára és tömörségére vonatkozó szabványokat az EN1506, EN12237, illetve négyszög keresztmetszet esetén az EN1505, EN1507 szabvány írja le.

Az EN 12097 európai szabvány követelményeket határoz meg a csatornarendszerek tisztításához és szervizeléséhez szükséges hozzáférési panelek méretére, alakjára és

elhelyezésére vonatkozóan, amelyek megfelelnek az EN 1505, EN 1506 és EN 13180 szabványoknak. A nemzeti előírásokat mindig be kell tartani. A szabvány 7 m ként írja elő a tisztító nyílások beszerelését,

A légtechnikában a csőrendszer vagy légszatóna felfogatása fontos szerepet játszik az áramlási rendszer stabilitásában és hatékonyságában. A légszatóna felfogatása különböző módszerekkel történhet attól függően, hogy milyen típusú csőrendszerről van szó és milyen környezetben lesz használva.

Az EN 12599 európai szabvány ellenőrzéseket, vizsgálati módszereket és mérőműszereket határoz meg a telepített rendszerek rendeltetésszerű alkalmazásának igazolására, elsősorban átadásra, amelyet részben az átadás előtt, alatt és után is végre kell hajtani.

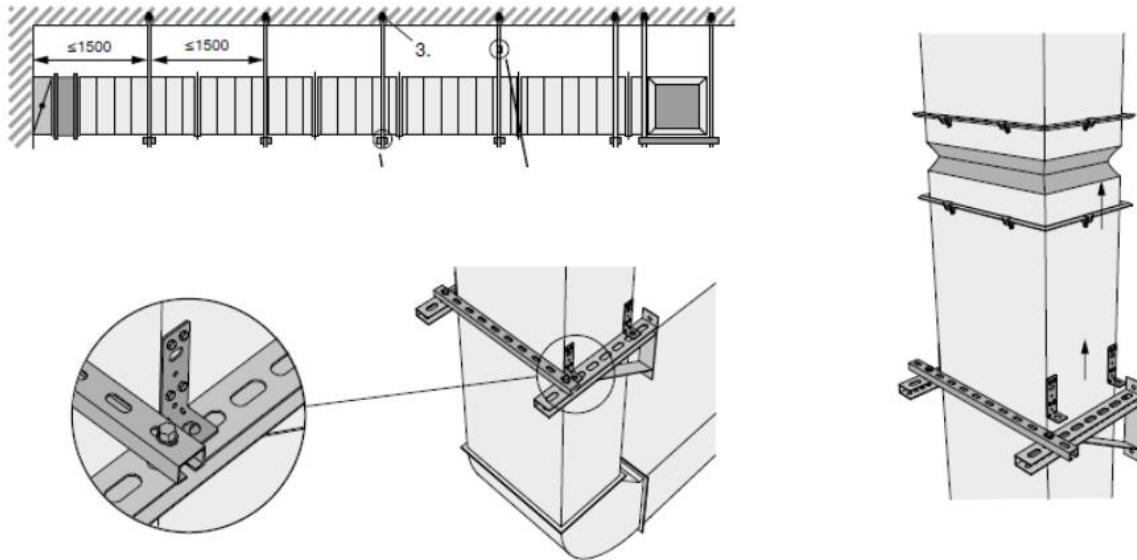


2.4.3. ábra: Kör keresztmetszetű cső rögzítése [3]

Az 2.4.3 ábrán kör keresztmetszetű csőszerelés látható. A légszatónák felfogatásához használhatunk csőbilincseket, amelyek fémből vagy műanyagból készülnek. Ezek a bilincsek a szatóna köré vagy alá rögzülnek, és segítik a szatóna helyzetének fixálását.

A csőbilincsek olyan kiegészítők, amelyek segítségével egyszerűen és biztonságosan rögzíthető a cső. A menetes szárazakat megfelelő dübelekkel kell rögzíteni a födémhez. Szabvány írja elő milyen távolságonként szükséges a felfogatás. Szigetetlen csövek esetében szükséges (szigetelt csöveknél is javasolt) gumitömítéssel ellátott bilincsek használata, mivel a cső rezonanciáját csökkentik.

A csöveket különféle csatlakozóelemekkel rögzíthetik egymáshoz vagy más elemekhez. Ezek a csatlakozóelemek lehetnek csavarok, anyacsavarok vagy egyéb illesztőalkatrészek.



2.4.4. ábra: Négyzög keresztmetszetű cső rögzítése [3]

Az 2.4.4 ábrán négyzög keresztmetszetű csőszerelés látható. Mivel a bilincssel történő felfogatás nem lehetséges ezért a légszatórnákat konzolok és tartókeretek segítségével lehet rögzíteni. Ezek lehetnek fém vagy acélvázak, amelyek a légszatórna alá vagy köré vannak felszerelve.

A tartók biztosítják a csatorna stabilitását és lehetővé teszik a megfelelő helyzetben való tartását. Szabvány írja elő milyen távolságonként szükséges a felfogatás. Javasolt gumitalpra fektetni őket, mivel a cső rezonanciáját elnyelik a gumitalpak és ezzel a szerelési technikával megelőzhető a kellemetlen zajok kialakulása. A csöveket különféle csatlakozóelemekkel rögzítheti egymáshoz vagy más elemekhez. Ezek a csatlakozóelemek lehetnek csavarok, anyacsavarok vagy egyéb illesztőalkatrészek. A légtechnikában általában önmetsző csavart alkalmaznak a csövek egymáshoz rögzítéséhez. Ennek előnye, hogy gyors szerelést és könnyen bontható kötést eredményeznek. Hátrány, hogy a légszatórnáka belógó csavarok az áramló levegő útjába állnak továbbá tisztítása során a gyakorlatban használatos forgó kefék tisztító gépek keféje beleakadhatnak a kiálló önmetsző csavarokba ezáltal megnehezíti a folyamatot.

2.4.4 Hangcsillapítók



2.4.5. ábra: Hangcsillapító [7]

A légtechnikai hangcsillapítók olyan szerkezetek vagy berendezések, amelyek a légtechnikai rendszerek zajszintjét csökkentik vagy szabályozzák. Ezek a hangcsillapítók különböző típusokban és formákban léteznek.

Az elhelyezés és a felépítés módja számos tényezőtől függ, például a rendszer kialakításától, a zajforrások típusától és a környezeti követelményektől. A megfelelő hangcsillapító kiválasztása és elhelyezése kulcsfontosságú a csendes és hatékony légtechnikai rendszer működéséhez.

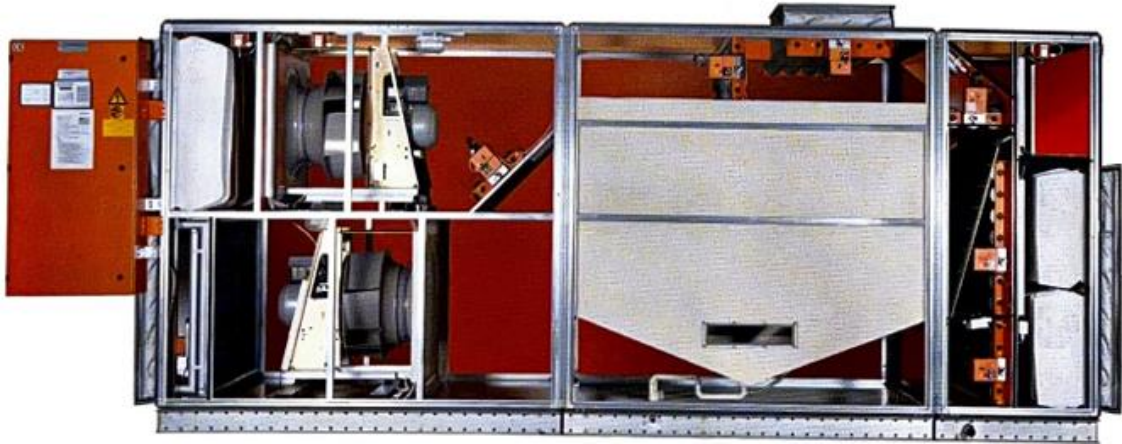
A dobozok belseje hangelnyelő anyaggal vannak béleelve, ami segít a zajszint csökkentésében. Kiválasztásuk során figyelembe kell venni a zaj frekvencia szintjét, illetve hangnyomását.

A hangcsillapítókhoz sorolhatóak a rezgést csillapító átmeneti idomok is. Ezek az átmeneti idomok általában olyan anyagokból vagy szerkezetekből készülnek, amelyek rugalmasak vagy rezgéselnyelők. Az átmeneti idomok csökkentik a vibráció terjedését és az átadódását. Például egy ventilátor után szerelve annak rezgését elnyeli.



2.4.6 ábra: Rezgés csillapító [7]

2.4.5 Légkezelők



2.4.5. ábra: Légkezelő [10]

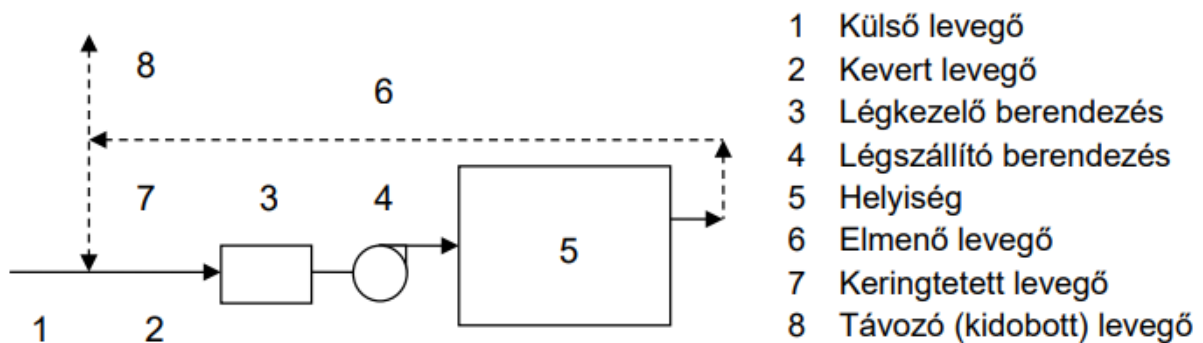
Az uszodai légkezelők komplex rendszerek, amelyek különböző komponensekből állnak, hogy biztosítsák a medence környezetének megfelelő szabályozását. Az alábbiakban bemutatom az uszodai légkezelők főbb részeit: [10]

1. Légbevezető rendszer: Az uszodai légkezelők egy légbevezető rendszerrel rendelkeznek, amely friss levegőt szállít a medence területére. Ez a rendszer általában levegőszűrőket tartalmaz, hogy eltávolítsa a szennyeződések és szagokat a beáramló levegőből.
2. Páratartalom szabályozó: Az uszodai légkezelők egy páratartalom szabályozó rendszerrel, amely lehetővé teszi a medence páratartalmának szabályozását. Ez általában hűtőkalorifereket vagy párologtatókat foglal magába.
3. Hőcserélők: Az uszodai légkezelők hőcserélőkkel rendelkeznek, mindig lehetővé teszik a levegő hűtését vagy fűtését, hogy a medence környezetének hőmérséklete megfelelő legyen. Ezek a hőcserélők általában melegvíz vagy hűtőközeg áramlását folyamatosan a hőmérséklet szabályozására. kiválasztása.

4. Ventilátorok és légelosztók: A légkezelők rendelkeznek ventilátorokkal és légelosztó rendszerekkel, melyek segítik a levegő áramlását a medence területén. Ezek a komponensek biztosítják a levegő egyenletes eloszlását, hogy biztosítsák a szükséges levegőt.
5. Elektronikus vezérlők: Az uszodai légkezelők általában elektronikus vezérlőrendszerekkel vannak ellátva, amelyek lehetővé teszik a felhasználók számára, hogy szabályozzák a légkezelő működését. Ezek a vezérlők lehetővé teszik a hőmérsékletet, páratartalom és egyéb paraméterek beállítását.

Anyag felhasználásukat tekintve nem korrodálódnak és ellenállnak az úszómedence levegőjének, valamint a fertőtlenítőszernek.

Kialakításuk és méretük a felhasználási területüktől függ. Megkülönböztünk komfort, illetve technológiai légkezelőket. A levegő útját és annak megnevezéseit lásd 2.4.6 ábrán.



2.4.6. ábra: Levegő minőségek megnevezése [7]

2.5 Hidraulikai méretezés elméleti háttere

Ideális esetben az áramlás során a statikus és dinamikus nyomás összege állandó marad, ami a Bernoulli egyenlet szerint az energiamegmaradás törvényét jelenti a légtechnikában. Amikor a légszatórna keresztmetszete megváltozik, akkor a statikus és dinamikus nyomás is változik.

Ha a keresztmetszet szűkül, akkor a sebesség és a dinamikus nyomás nő, míg a statikus nyomás csökken.

Ha a keresztmetszet nő, akkor a sebesség és a dinamikus nyomás csökken, míg a statikus nyomás növekszik.

A valóságban az áramlás során sűrűdés és alak ellenállások miatt az áramló közeg összenyomássá folyamatosan csökken. Ezt a jelenséget szükséges figyelembe venni a légtechnikában és a fluid-dinamikai elemzéseknél, mivel ezek a tényezők befolyásolják az áramlást és a nyomásviszonyokat.

2.5.1 Kör keresztmetszet

Kör keresztmetszetű légszatórna sűrűdés, alak ellenállásának meghatározásához használatos képleteket lásd 2.5.1-től 2.5.4-ig. [15]

$$\Delta p = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{v^2}{2} \cdot \rho \quad (2.5.1)$$

$$Re = \frac{v \cdot d}{\nu} \quad (2.5.2)$$

$$\lambda = \frac{0,3164}{\sqrt[4]{Re}} \quad (2.5.3)$$

$$\lambda = 5,4 \cdot 10^{-3} + \frac{0,396}{\sqrt[4]{Re}} \quad (2.5.4)$$

Ahol: l : hosszúság[m], V : légsebesség[m³/s], d : átmérő, ρ : sűrűség

2.5.2 Négyzög keresztmetszet

Négyzög keresztmetszetű légsatorna súrlódás, alaki ellenállásának meghatározásához használatos képleteket lásd 2.6.5-től 2.6.6-ig. [15]

$$\Delta p = \lambda \cdot \frac{l}{de} \cdot \frac{v^2}{2} \cdot \rho \quad (2.5.5)$$

$$de = 4 \cdot \frac{A}{K} = \frac{2 \cdot ab}{a+b} \quad (2.5.6)$$

Az egyenértékű átmerő (d_e) csak a cső súrlódási értékek definiálására hasznosítható.

2.5.3 Légsatorna súrlódási, alaki ellenállása

Légsatorna súrlódási, alaki ellenállásának meghatározására szolgáló képletet lásd 2.5.7. [15]

$$\Delta p = \zeta \cdot \frac{v^2}{2} = \rho \cdot Pd \quad (2.5.7)$$

Az ζ alaki ellenállási tényező egy mérőszám vagy kiszámított érték, amely kifejezi, hogy a nyomásveszteség hány szoros a dinamikus nyomásnak. Amikor az áramlás során nemcsak az irány változik, hanem a sebességvektor nagysága is, akkor számításnál figyelembe kell venni a dinamikus nyomás változását is. Alaki ellenállás számításakor melyik sebességet alkalmazzuk az attól függ, hogy az alaki ellenállási tényező melyik sebességre lett meghatározva. Az alaki ellenállási tényező változó lehet az áramló közeg tulajdonságaitól és az adott áramlási helyzettől függően. Ezért fontos, tisztában legyünk azzal, hogy az alaki ellenállási tényezőt melyik sebességgel kell figyelembe venni, mivel ez az információ a pontos számításokhoz elengedhetetlen. Az áramlás elemzése és az alaki ellenállás meghatározása során a megfelelő sebesség alkalmazása kulcsfontosságú.

2.6 Hangcsillapítás elméleti összefüggései

Ennek a fejezetnek célja bemutatni a hangcsillapításban használatos összefüggéseket és diagrammokat.

2.6.1 Gépek, berendezések által keltett zaj

Elsődleges forrásuk a ventilátor által keletkezett szélzaj és a motor csapágy, ékszíjhajtás, ventilátorház rezgés zaja. A gyártók rendelkezésre bocsájtják az általuk forgalmazott ventilátorok hangnyomás érékeit. A méretezés célja, hogy a ventilátorok által keltett zajt a helyégre megengedett hangnyomás szint alá lecsökkentsük. Az általunk kiválasztót hangcsillapító zajcsökkentése és a rendszer természetes csillapításának összege ismeretében eldönthető megfelelő-e a méretezés.

2.6.2 Ventilátor oktávteljesítményszint spektrumának meghatározása

Az alaphang rezgés számát a 2.6.1-es és 2.6.2-es képlet segítségével számíthatjuk ki.

Radiális ventilátor esetén:

$$f = \frac{z_j \cdot n}{60} \quad [\text{Hz}] \quad (2.6.1)$$

Axiális ventilátor esetén:

$$f = \frac{z_j \cdot z_e \cdot n}{60} \quad [\text{Hz}] \quad (2.6.2)$$

Ahol: z_j járókerék lapátszáma, z_e előterelő lemezek száma, n fordulatszám.

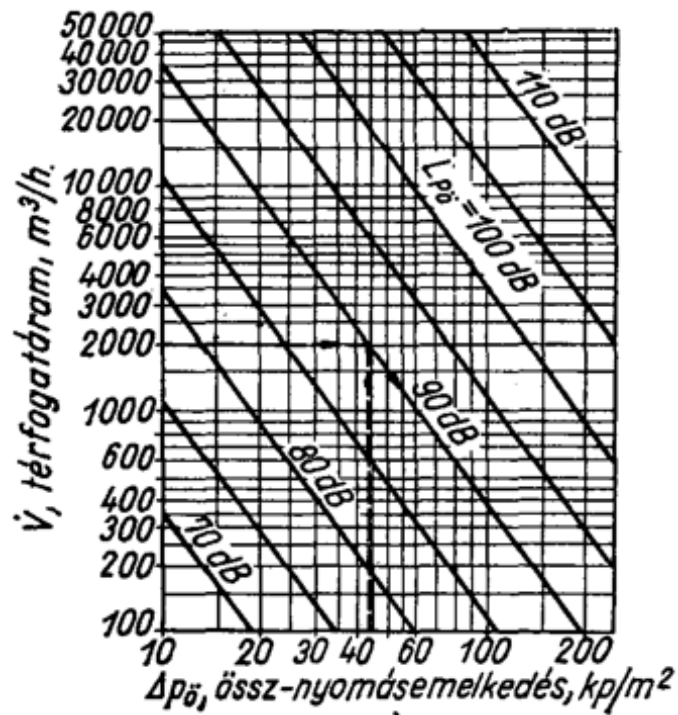
2.6.3 Összhangteljesítmény szint meghatározása.

Összhangteljesítmény szint meghatározását a 2.6.3 képlet szerint számíthatjuk.

$$L_{p\ddot{o}} = L_{ps} + 10 \lg V + p_1 \lg \Delta_{p\ddot{o}} \quad [\text{dB}] \quad (2.6.3)$$

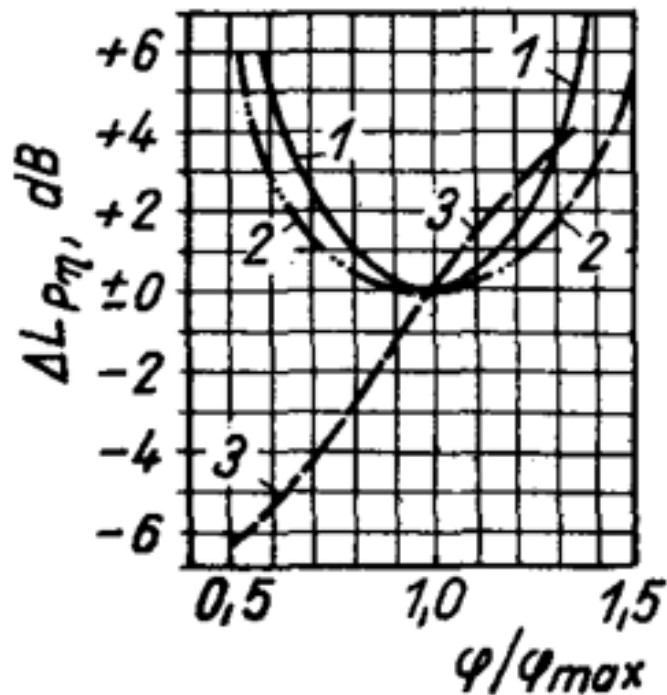
Ahol: L_{ps} : zajszám 60 ± 4 dB, V : térfogatáram, p_1 : zajspektrum $\Delta_{p\ddot{o}}$: összes nyomásnövekedés.

Az összefüggés $p_1=20$ esetén 2.6.1 ábrán látható.



2.6.1 ábra: Nyomásnövekedés diagramm [11]

A maximális hatásfoktól eltérő munkaponttól: az összhangteljesítmény szintet korrigálni kell ΔL_{pn} értékkel, amelynek értékét 2.6.2 ábrasegítségével határozhatjuk meg. [11]



2.6.2 ábra: Korrekciós tényező [11]

2.6.4 Légszatorna hálózatban keletkező zaj

Egyenes légszatorna összes hangteljesítmény szintjét a 2.6.4 képlet segítségével számíthatjuk [11]

$$L_{p\bar{o}} = 10 + 50lgV + 10lgA \text{ [dB]} \quad (2.6.4)$$

Ahol: v: áramlási sebesség m/s, A: szatorna keresztmetszete m²

Befűjő szerkezet összhangteljesítmény szintjét a 2.6.5 összefüggés segítségével határozhatjuk meg. [11]

$$L_{p\bar{o}} = 15 + 30lg\zeta + 60lgV + 10lgA \text{ [dB]} \quad (2.6.5)$$

Ahol: ζ : alak ellenállás tényező, v: áramlási sebesség m/s, A: szatorna keresztmetszete m²

2.6.5 Légszatorna hálózat természetes csillapítása

Egyenes légszatorna folyóméterenkénti csillapítását a 2.6.6 formulával írható le. [11]

$$\Delta L = 6 \frac{\alpha}{d_{egy}} \text{ [dB]} \quad (2.6.6)$$

α : szatornafal abszorpciós tényezője, d_{egy} : szatorna nyomásveszteség szempontjából egyenértékű átmerője.

Hirtelen keresztmetszet változása esetén a 2.6.7 képlet alapján határozhatjuk meg. [11]

$$\Delta L = 10lg \frac{(n+1)^2}{4n} \text{ [dB]} \quad (2.6.7)$$

Ahol: n: A1/A2 keresztmetszetviszony (A1- keresztmetszet változás előtti A2-változás utáni szatorna keresztmetszet).

Elágazás csillapítását 2.6.8 képlet felírásával határozhatjuk meg.

$$\Delta L = 10lg \frac{A_{ág}}{A_{\bar{o}}} \text{ [dB]} \quad (2.6.8)$$

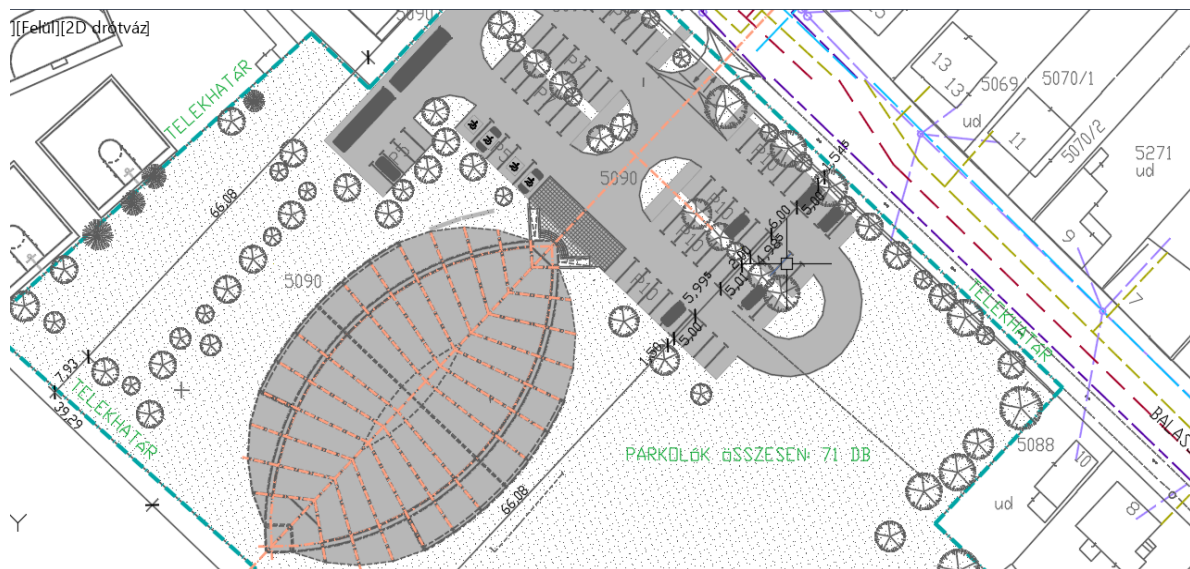
Ahol: A_{ág}: elágazások keresztmetszete, A_o: elágazások keresztmetszeteinek összege.

3. Probléma bemutatása

Ebben a fejezetben bemutatom az építmény elhelyezkedését és szerkezeti felépítését, továbbá ismertetem a szellőztető helyiséget és a rendelkezésre álló gépház elhelyezkedését.

3.1 Az építmény ismertetése

A létesítmény Monor Balassi Bálint utca 14. (PV±136,83m Bf.) található. Az épület főbejárata a Ballasi Bálint utca felől nyílik. A bejáraton keresztül bejutunk a központi előcsarnokba. Az előcsarnokból két irányba ágaznak el a folyosók. Balkézt található a férfi öltöző és az úszómester szoba, valamint egy feljáró a nézőtérre. Jobbkézt a pénztár és a női öltöző került elhelyezésre, valamint szintén elhelyezésre került egy feljáró a nézőtérre. Az öltözőkből lehet továbbjutni az ugyanazon a szinten elhelyezett medencecsarnokba. A földszint alatt kiépítésre került továbbá egy nagyméretű gépház, amely körbe öleli a medencét. Az épület elhelyezkedését a 3.1.1. ábra szemlélteti.



3.1.1 ábra: Helyszínrajz

3.1.1 Az építmény tetőszerkezete

- 0.7 mm Lindab állókorcos fémlemez fedés.
- 2 cm alátét lemez osb stb.
- acél szelemen U profil
- 20 cm szálal hőszigetelés
- párafékező réteg
- trapézlemez
- 20/75 rétegelté ragasztott fatartó

3.1.2 Az építmény falszerkezete

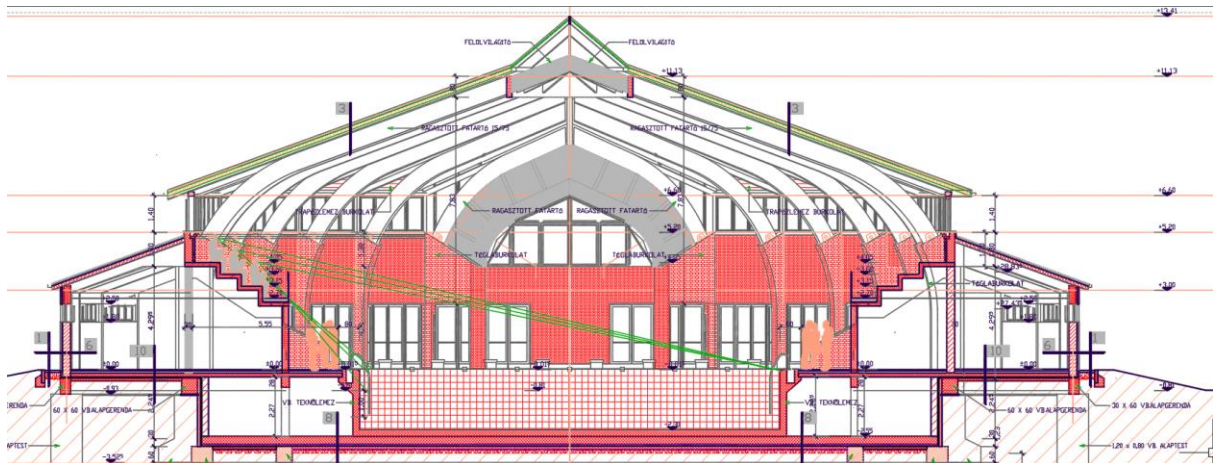
- 6 cm mészkőhomoktégla falburkolat
- 1,5 cm beszorított habarcs
- 30 cm ytong falazat
- 1,5 cm belső vakolat
- diszperziós falfesték

3.1.3 Az építmény padló szerkezete

- 2 cm ragasztott lapburkolat
- 6 cm aljzatbeton
- 1 réteg technológiai fólia
- 4 cm Austrotherm AT-N3 hőszigetelés + padló fűtés
- 2 cm Austrotherm AT-N4 hőszigetelés
- 2 réteg hegesztett bitumenes vastaglemez vízszigetelés
- aljzatbeton
- osztályozott kavicságy

3.1.4 A létesítmény metszete

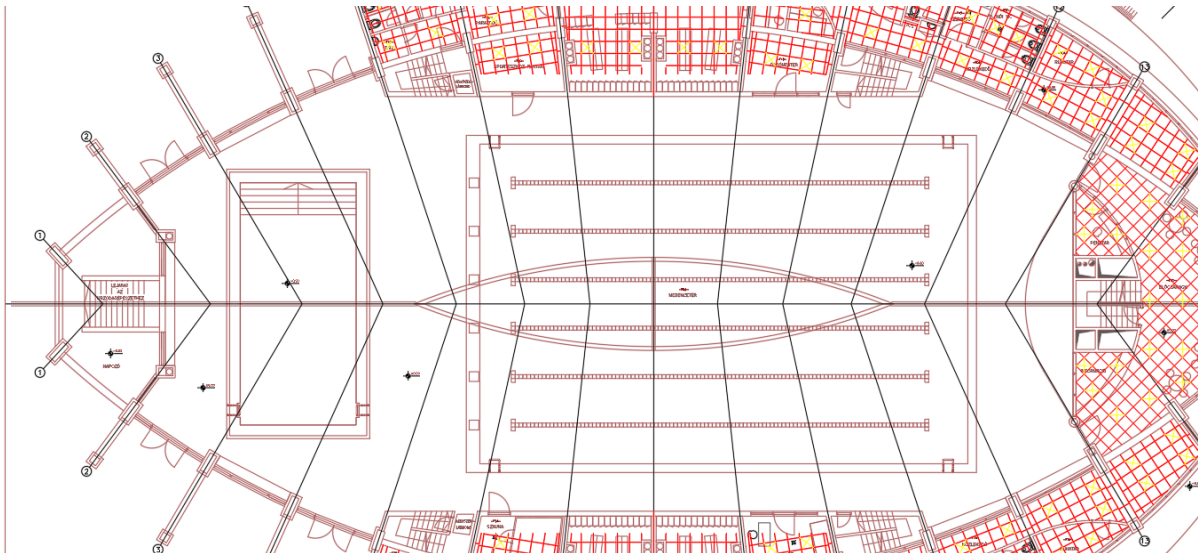
A külső nyílászárók egyedi vagy típus szerkezetűek, faanyagból és hőszigetelté üvegezéssel készültek. Belsőterü helyiségek ventilátorral vannak szellőztetve. Az építmény függőleges méreteit lásd: 3.1.2. ábra.



3.1.2 ábra: Építész metszet

3.1.5 Szellőztetendő helyiség

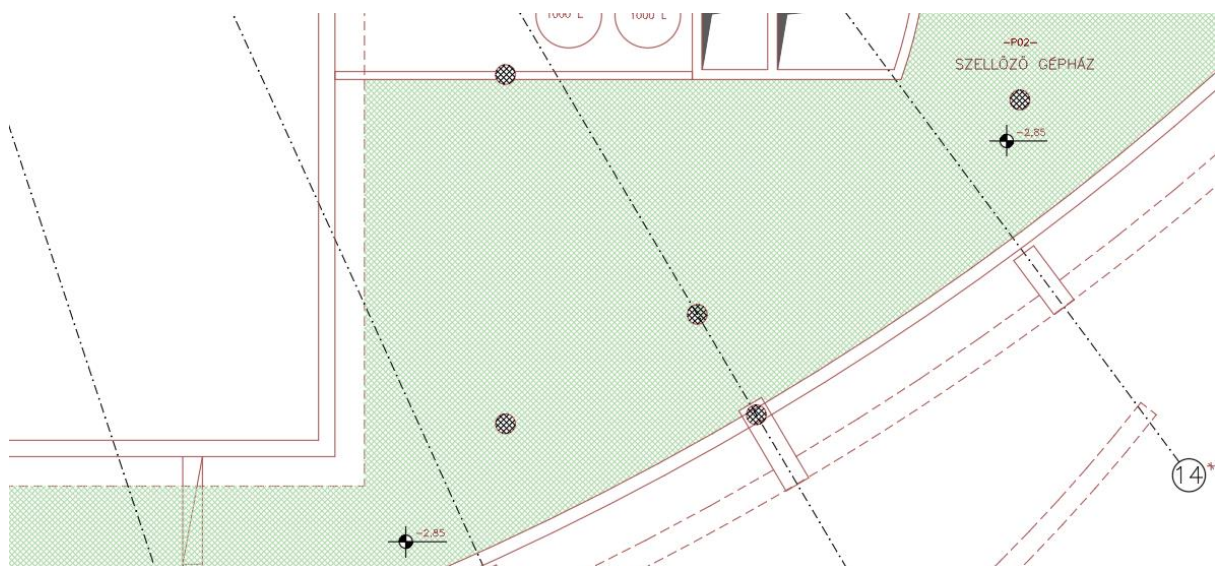
A létesítmény azon helyiségei, melyek ablakkal, természetes úton kielégítően nem szellőztethetők gépi, azaz mesterséges szellőzést kapnak. Ilyen helyiség többek között a medencetér is. A földszinten elhelyezett medencecsarnok a nagy párolgó felület miatt ködtelenítő megoldást is igényel. A medencetérben két különböző felhasználású és méretű medence található lásd 3.1.3 ábra. A két medence közös légtérben van elhelyezve. Gyermekek tanmedence, amely vízfelületét tekintve 75 m^2 és $28 \text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékletű és egy verseny medence, aminek vízfelülete 400 m^2 és $26 \text{ }^\circ\text{C}$ fokos vízzel van feltöltve. Nagyméretű nyílászárók jellemzik a medencetert. A helységben kiépítésre került továbbá egy tetőtéri ablak csoport, amely az uszoda téli állapotában zárva van. A nézőtér és öltözők elhelyezkedését lásd 3.1.2 ábrán.



3.1.3. ábra: Medencetér

3.1.6 Rendelkezésre álló gépház

Az alagsorban került kiépítésre, amely körbe öleli a medencét. A földszintről, illetve hátulról közelíthető meg egy lépcsőn keresztül. A 3.1.3 és 3.1.4-es ábrán mutatom be. A jobb láthatóság kedvéért zöld színnel jelölöm a szabad területeket.



3.1.4 ábra: Szellőző gépház

3.1.7 Medencetér főbb jellemzői

- belső hőmérséklet: 30 °C
- légtérfogata: 9613,8 m³
- használati idő: 12 h
- bent tartózkodók 55 fő
- téli transzmissziós hőveszteség: $Q_t = 161$ kW
- használaton kívül medencék takarás nélküliek
- hóleadás: padló fűtés
- 1 db 25x16 m verseny medence
- 1 db 6x12,5 m gyermek medence
- relatív nedvesség tartalom: 54%

4. Légtechnikai tervezés

A szellőző levegő mennyiségének meghatározására számos méretezési módszer van. Szakirodalmi méretezési módszerek téli és nyári állapotra vonatkoznak. Téli állapotban az állapotváltozás irányjelzője függ a belső levegő parciális vízgőznyomásától. A belső levegő páratartalma és parciális vízgőznyomása csak az állapotváltozás irányjelzőjének ismeretében határozható meg. Ennek következtében a méretezést iterálással határozhatjuk meg.

A nyári esetre történő méretezés két módon történhet, teljes friss levegős vagy hűtött recirkulációs módon. A frisslevegős esetben a szellőző levegő nem tér el a külső levegőtől. A páraelvonás mértékét a külső-belső levegő abszolút nedvességének különbsége adja meg.

Recirkulációs esetben a befűjt levegő abszolút nedvességének csökkenését hűtéssel érjük el. A méretezés során VDI 2089 szerinti méretezési módszert használtam, ahol a szellőző levegőmennyiség meghatározásának alapja mindig a helyiségben keletkező hő és nedvességterhelés. A légcsereszám szerepe ebben kontextusban csakis az ellenőrzési szempontok kiszolgálására korlátozódik.

A nedvességterhelés és a méretezési külső-belső légállapotból a szellőző levegő mennyisége számítható.

A nedves levegő állapotjelzőit h-x diagram, táblázat vagy méretező program segítségével határozható meg.

4.1 VDI 2089 által meghatározott paraméterek

-víz hőmérséklet: t_v 26-28 °C

-helyiség hőmérséklete: t_v+2 °C

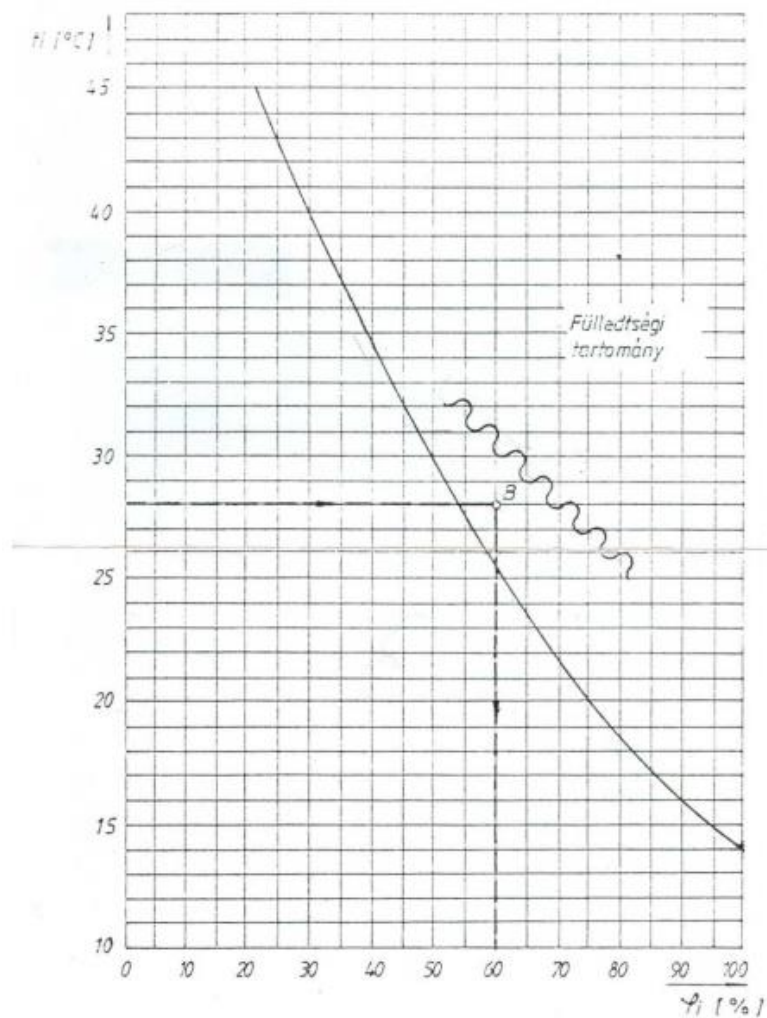
megengedett relatív nedvesség tartalom

-télien: 50-65 %

-nyáron: 60-70 %

-fülledtségi határ télen-nyáron:

$t_b=28$ °C, $\varphi_B=60\% \rightarrow x_B=14,3$ g/kg ($p_B=22,7$ mbar)



4.1.1. ábra: Fülledtségi tartomány [6]

Méretezési értékek külső levegőre.

tél: $x_F=2$ g/kg nyár: $x_F=9$ g/kg

4.2 Bepárolgó vízmennyiség számítása

Bepárolgó vízmennyiség meghatározás során a medence felszínéről elpárolgó víz mellett az emberekből kipárolgásából származó nedvesség terhelést is figyelembe kell venni a számításaink során.

A medencetér levegőjébe bepárolgó vízmennyiség meghatározásánál a kiindulási adat a medence vízfelülete. A bepárolgó víztömegáramra érvényes a 4.2.1-es Dalton párolgási egyenlet szerint számítható ki.[14]

$$m_w = e A_M (P_s - P_g) \text{ [g/h]} \quad (4.2.1)$$

Ahol A_M medencevíz felülete [m^2], P_s víz gőznyomás medencevíz hőmérsékleten [mbar], P_g parciális gőznyomás a terem levegőben [mbar] és az e empirikus bepárolgási tényező [g/m^2 h mbar] tényezőkből áll.

A nyugodt vízfelület esetén olyan párraréteg alakul ki, ami egyrészt gátolja a párolgás folyamatát, másrészt a medence párolgási felülete is ilyenkor a legkisebb. A medence használata közben a vízben végzett mozgás kedvezőtlen a határréteg kialakulását eredményezi, és megnöveli a párolgó vízfelületet. A medence használata és a párolgás intenzitása közötti összefüggést a különböző méretezési módszerek tapasztalati párolgási tényezőkkel veszik figyelembe. [4]

4.2.1 táblázat: Elpárolgási tényezők

Megnevezés	Elpárolgási tényezők értékei: [g/m^2 h mbar]
használaton kívül, letakart vízfelület	0,5
használaton kívül, letakarás nélkül	5
privátuszodák, kis vízfelülettel	15
nyilvános uszodák, normál üzem esetén	20
élménymedence (tájékoztató adat)	28
hullámmedencék, hullámüzem esetén	35

A méretezésénél az uszoda üzemmódjai közül azt kell alapul venni, amelyiknél bepárolgási mennyiség a legmagasabb! [14] A VDI szerint a napi átlagos terhelésre való méretezés nem megengedett! [14]

4.2.1 Medencetér légtérfogatának számítása

-metszet: 245 m²

-átlagszélesség: 25 m

-átlagbelmagasság: 9,8 m

-alapterület: 981 m²

Légtérfogat: $9,8 \cdot 981 = 9613,8 \text{ m}^3$

4.2.2 Verseny medencéből bepárolgó vízmennyiség

$e = 20 \text{ g/m}^2 \text{ h mbar}$

$A_M = 400 \text{ m}^2$

$P_s = 33,6 \text{ mbar}$

$P_g = 22,9 \text{ mbar}$

$$m_w = 20 \cdot 400(33,6 - 22,9) = 85600 \text{ g/h} = 85,6 \text{ [kg/h]}$$

Ennek mintájára lásd: 4.2.2-4.2.5 táblázatban a kapott értékeket.

Páráképződés VDI 2089 szerint: 85,6 [kg/h]

4.2.2 táblázat: Verseny medence üzemi állapot

Méretezési belső levegő állapotok:		Méretezési külső levegő állapotok:		Páráképződés [kg/h]	Térfogatáram [kg/h]
t belső [°C]	Φ belső [%]	t külső [°C]	Φ külső [%]		
30	54	-15	80	85,5	4650
30	54	-5	70	85,5	5167
30	54	5	60	85,5	6036
30	54	15	50	85,5	7658
30	54	25	45	85,5	13092
32	60	32	40	40,6	5733
32	60	35	30	40,6	4732

Páraképződés VDI 2089 szerint: 21,4 [kg/h]

4.2.3 táblázat: Verseny medence üzemén kívüli állapot

Méretezési belső levegő állapotok:		Méretezési külső levegő állapotok:		Páraképződés [kg/h]	Térfogatáram [kg/h]
t belső [°C]	Φ belső [%]	t külső [°C]	Φ külső [%]		
30	54	-15	80	21,4	1163
30	54	-5	70	21,4	1292
30	54	5	60	21,4	1519
30	54	15	50	21,4	1915
30	54	25	45	21,4	3273
32	60	32	40	10,2	1433
32	60	35	30	10,2	1183

4.2.3 Tanmedencéből bepárolgó víz mennyiség

Páraképződés VDI 2089 szerint: 22,3 [kg/h]

4.2.4 táblázat: Tanmedence üzemi állapot

Méretezési belső levegő állapotok:		Méretezési külső levegő állapotok:		Páraképződés [kg/h]	Térfogatáram [kg/h]
t belső [°C]	Φ belső [%]	t külső [°C]	Φ külső [%]		
30	54	-15	80	22,3	1213
30	54	-5	70	22,3	1348
30	54	5	60	22,3	1575
30	54	15	50	22,3	1998
30	54	25	45	22,3	3416
32	60	32	40	13,9	1961
32	60	35	30	13,9	1619

Páraképződés VDI 2089 szerint: 5,6 [kg/h]

4.2.5 táblázat: Tanmedence üzemén kívüli állapot

Méretezési belső levegő állapotok:		Méretezési külső levegő állapotok:		Páraképződés [kg/h]	Térfogatáram [kg/h]
t belső [°C]	Φ belső [%]	t külső [°C]	Φ külső [%]		
30	54	-15	80	5,6	303
30	54	-5	70	5,6	337
30	54	5	60	5,6	394
30	54	15	50	5,6	500
30	54	25	45	5,6	854
32	60	32	40	3,5	490
32	60	35	30	3,5	405

Mivel közös légtérben helyezkedik el a két medence ezért páraterhelésük összeadható. Tehát medencéből keletkező mértékadó páraképződés VDI 2089 szerint: 107,9 kg/h

4.2.4 Emberi nedvességleadás fürdőüzemben

Az emberi nedvességleadás fürdőüzemben a 4.2.2 összefüggéssel határozható meg.

$$m_e = n \cdot 0.08 \text{ kg/h, fő} \quad (4.2.2)$$

$$m_e = 55 \cdot 0.08 \text{ kg/h, fő} = 4.4 \text{ [kg /h, fő]}$$

Ahol: n= emberek száma.

Tehát összes páratelhelés: 112,3≈115 [kg/h]

4.3 Befújandó légmennyiség meghatározása

A szárításhoz szükséges levegő tömegáram a 4.3.1-ös képlet szerint határozható meg.

$$\dot{V}_{SZ} = \frac{\dot{m}_O}{\rho_{sz} \cdot (x_T - x_{SZ})} \quad (4.3.1)$$

Ahol, \dot{m}_O : összes nedvességterhelés, [g/h] \dot{V}_{SZ} : szellőző levegő mennyisége, [m^3 /h] ρ_{sz} : szellőző levegő sűrűsége, [kg/m^3] x_T : távozó levegő abszolút nedvessége, [g/kg] x_{SZ} : szellőző levegő abszolút nedvessége, [g/kg]

Méretezési állapotban x_{SZ} értéke 9 g/kg, x_T értéke a fülledtségi határ (14,3 g/kg). A számítási módszerből látszik, hogy a kapott szellőző levegő mennyiségét egy adott külső ($x_{SZ}=9$ g/kg) és belső ($x_T=14,3$ g/kg) légállapotból lehet számítani. Ez a külső légállapot a magyarországi viszonyok között a valóságban tavaszi, kora nyári (pl.: $t_k=25^\circ\text{C}$, $\phi_k=45\%$) állapotnak felel meg. Az uszodai páramentesítő berendezést a kapott szellőző levegőre szükséges méretezni. [14]

4.3.1 képlet alapján:

$$V = \frac{115000 \frac{\text{g}}{\text{h}}}{1.184 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot (14.3 \frac{\text{g}}{\text{kg}} - 9 \frac{\text{g}}{\text{kg}})} = 1832.61 \left[\frac{\text{kg}}{\text{h}} \right]$$

Amikor uszodai páramentesítő rendszer tervezéséről beszélünk, sokan egyből valamilyen hőszivattyús megoldásra gondolnak. Ezért fontos itt megemlíteni, hogy a szabvány, az uszoda

páramentesítéséhez egy légmennyiséget ír elő, a hőszivattyú alkalmazása nem feltétlenül szükséges. A hőszivattyú alkalmazása csak energiagazdálkodási kérdés.

A légmennyiség alapján választott uszodai páramentesítő berendezés: MENERGA ThermocCond SolVent (típus:361901). A kiválasztást 1sz.melléklet tartalmazza.

Névleges légmennyiség: Nyári:20,900 m³/h

Téli:19000 m³/h

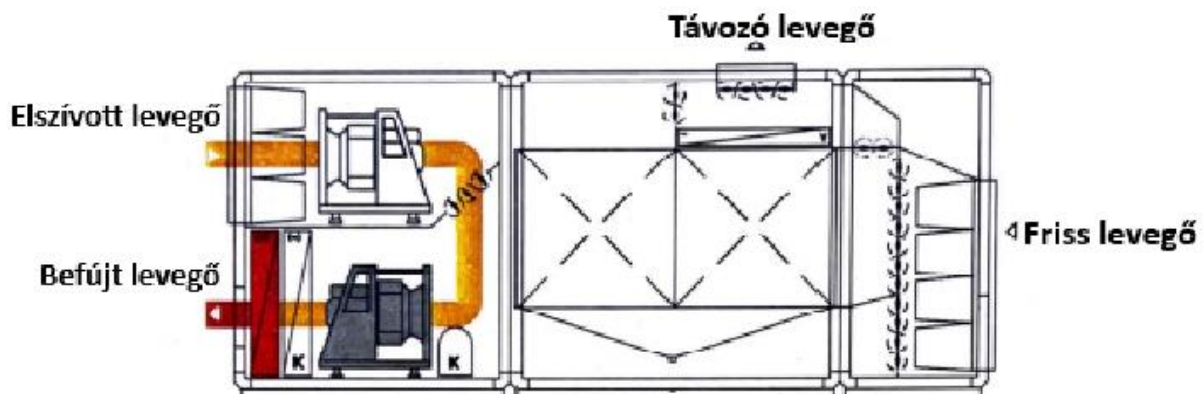
Névleges páratlanítási teljesítmény: VDI 2089 szerint: 120 kg/h

4.4 A választott páramentesítő berendezés

A szellőztető-ködtenítő rendszer működése során a szükséges szellőző levegő optimális mennyiségével üzemel. A levegő fűtésével, adott körülmények között hűtésével (nedvesség kicsapátás), majd fűtésével szárítja a szellőző levegőt és teszi alkalmassá párabefogadásra. A helyiségekből elszívott levegő a lehető maximális hőenergiatartalmát kinyeri és frisslevegő előmelegítésre fordítja, így maximálisan energiatakarékos. A választott szellőztetőgép katalógusát mellékletként csatolom (1-2. sz. melléklet).

1 üzemállapot lásd: 4.4.1 ábrán.

A szivattyús melegvízfűtésű léghevítő kaloriferrel történik az uszoda fűtése visszakevert üzemben. Fűtési üzemben az uszodából elszívott levegő a dupla lemezes hőcserélő előtt elvezetve, a fűtőkaloriferrel felfűtve, a befúvó ventilátorral van visszavezetve az uszodába.



4.4.1 ábra: Felfűtő üzem [10]

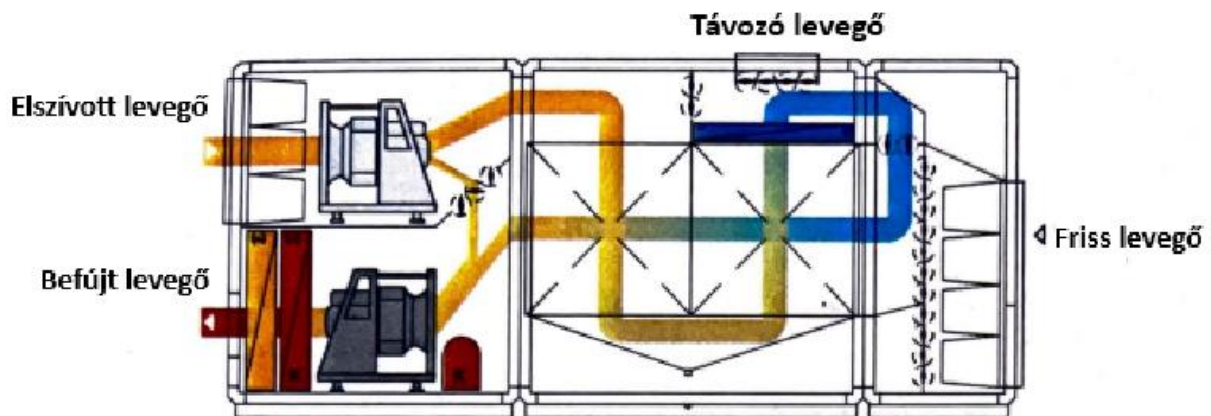
2 üzemállapot lásd: 4.4.2 ábrán.

A párás-meleg uszodából elszívott levegő egy része, a dupla lemezes hővisszanyerőn keresztellenáramban keresztül haladva előhűl, és a hőszivattyú közvetlen elpárologtatóján lehül. Ezáltal a levegőben lévő nedvességtartalom jelentős része kondenzátumként kicsapódik.

A lehűtött és kiszáritott levegő ellenáramban ismét átáramlik a lemezes hőcserélőn, és az uszodából elszívott levegő által előmelegszik. Eközben másik oldalról a hőátadás egy előhűtésként működik, mely az uszodai párás levegőt annak harmatpontjának közelébe hűti.

Az előmelegített és kiszáritott levegő keveredik a meghatározott részarányú visszakevert levegővel és a hőszivattyú kondenzátorán a szárítási folyamatban elvont hővel felmelegítve az uszodatérbe áramlik.

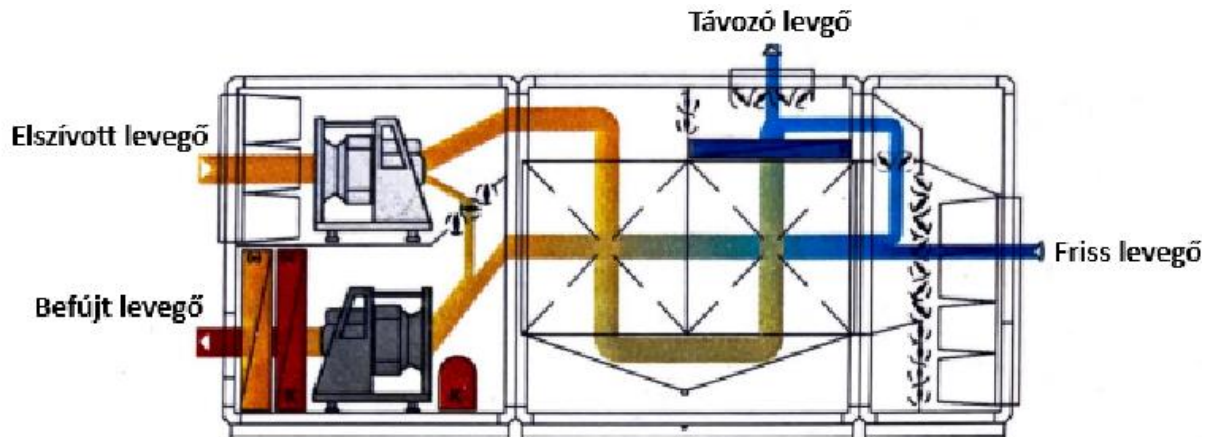
A hőszivattyú kompresszorának elektromos energia felvétele teljes egészében a befűjt levegő fűtésére fordítódik, mint hővisszanyerés.



4.4.2 ábra: Páramentesítés nyugalmi üzembe [10]

3.üzemállapot lásd:4.4.3 ábrán.

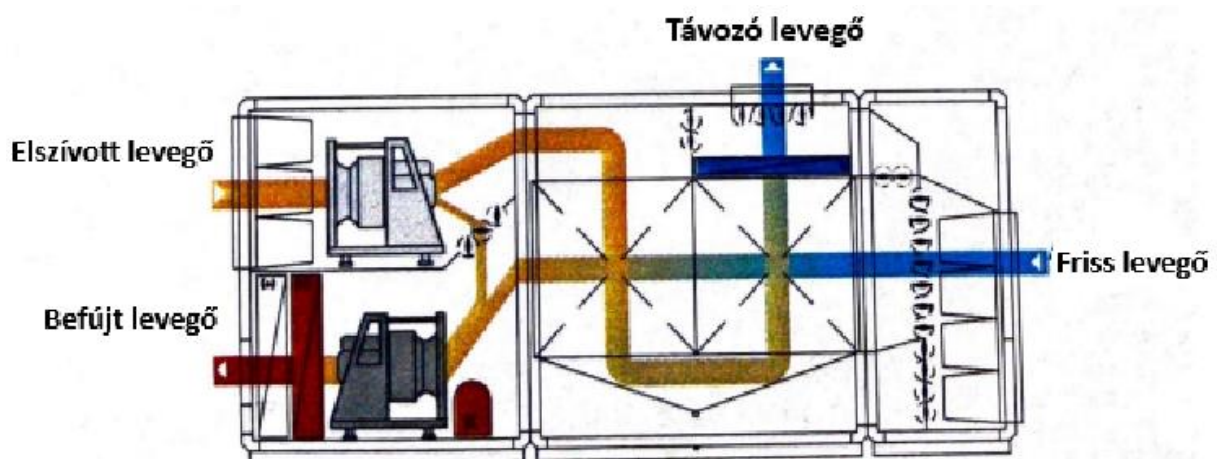
Fürdőüzemben, a visszakevert uszodai levegőbe, a higiéniai okokból szükséges frisslevegő mennyiség be van keverve. A frisslevegő mennyisége a külső levegő és a szárítási igény függvénye. A hideg frisslevegő megnöveli az előhűtés hatást a dupla lemezes hőcserélőben, és ezáltal a berendezés szárítási teljesítményét. Átmeneti időszakban a berendezés rész-frisslevegős üzemben működik ill. magas külső hőmérséklet esetén ki-be szellőztet.



4.4.3 ábra: Fürdő üzem [10]

4.üzemiállapot lásd:4.4.4 ábrán.

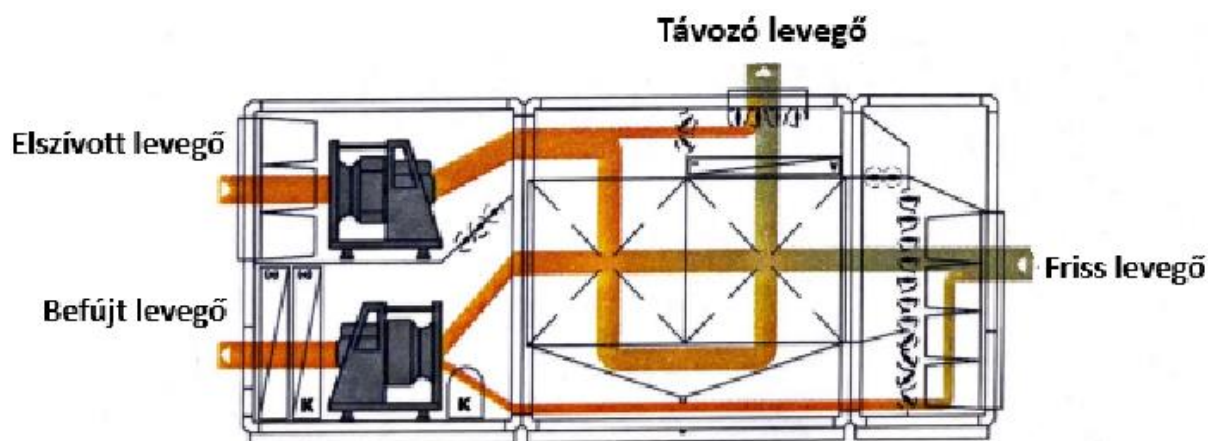
Párátlanítás külső hőmérsékletű levegővel és a hőigénytől függően hőszivattyúval való melegítés. A hővisszanyerés az úszómedence elszívott levegőjéből történik.



4.4.4 ábra: Általános üzem [10]

5.üzemállapot lásd:4.4.5 ábrán.

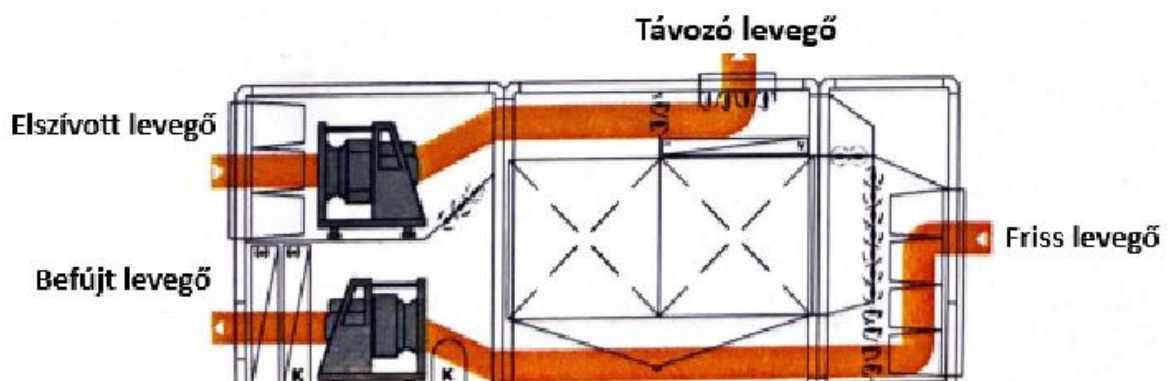
Nyári üzemben ill. átmeneti időszakban a berendezés rész-kidobott levegő-frisslevegő üzemre kapcsol át: a lehűtött uszodából elszívott levegő egy része a szabadba kidobásra kerül és az ezzel azonos mennyiségű melegebb frisslevegő beáramlik, ami a dupla lemezes hővisszanyerőn átáramolva és a visszakevert levegőhánnyal egyesülve az uszodába van vezetve. Ebben az üzemállapotban az uszoda szárítása a frisslevegővel történik, a dupla lemezes hőcserélő hővisszanyerése folyamatosan üzemel, a hőszivattyú hővisszanyerése az uszoda mindenkori hőszükségletéhez igazodik.



4.4.5 ábra: Nyári üzem [10]

6.üzemállapot lásd:4.4.6 ábrán.

Magasabb külső hőmérséklet esetén a berendezés ki-be szellőztet. Ebben az üzemállapotban a hőszivattyú nem üzemel, a dupla lemezes hőcserélő hővisszanyerése a bypass zsalukkal az uszoda hőszükségletének megfelelően szabályozva van. Kiugróan magas külső hőmérséklet esetén, amikor egyidejűleg a külső levegő páratartalma is magas, a bypass zsaluk teljes nyitásával a légteljesítmény 110%-ra növelhető.



4.4.6 ábra: Túlmelegedés [10]

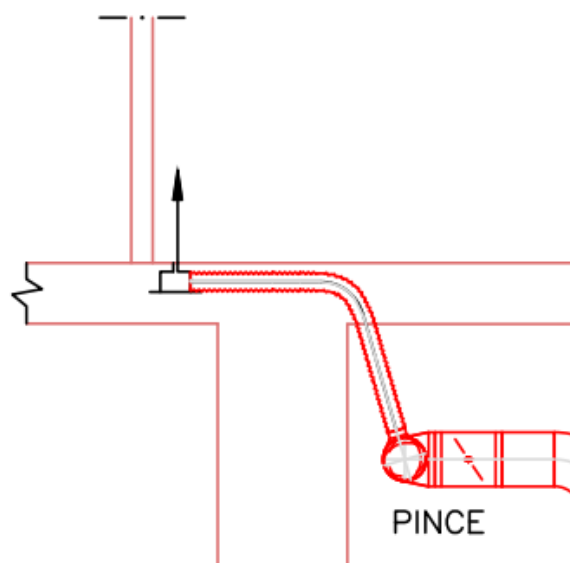
A betervezett MENERGA ThermoCond 361901 típusú uszodai klímagép a szellőzőgépházba kerül beépítésre. A klímaberendezés hővisszanyeréssel (dupla rekuperatív hőcserélővel) és hőszivattyúval rendelkezik. A készülék kétfokozatú hővisszanyerő, mely egy dupla keresztáramú polipropilén hővisszanyerőből áll, mely tökéletesen alkalmas a termál- és gyógyvizes fürdő hővisszanyerős szellőztetésére. A berendezés utófűtővel, "solVent" ventilátorral, légszűrővel, zsalurendszerrel, valamint DDC szabályozástechnikával van felszerelve.

A szállított légmennyiség - télen: 19.000 m³/h,
- nyáron: 20.900 m³/h.

A légtechnikai DDC szabályozást a klímagép megrendelésével a gépekkel együtt szállítják és szerelik össze.

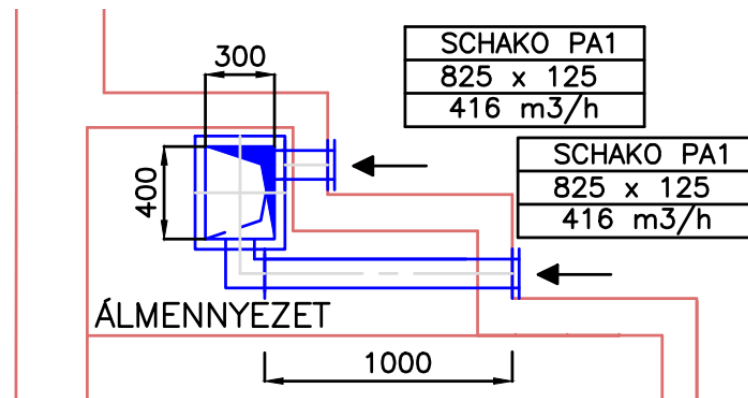
A transzmissziós hőigény és a párolgási hőigényt levegővel visszük be a medencecsarnokba, így a befűjt levegő hőmérséklete télen elérheti a +43 °C-ot is.

A száraz friss levegőt az alagsori szinten és a galérián a medencecsarnok oldalán vezetve megépített légcatornán alulról felfelé az ablakokra fűjjük be, ahogyan az a 4.4.7. ábrán látható.



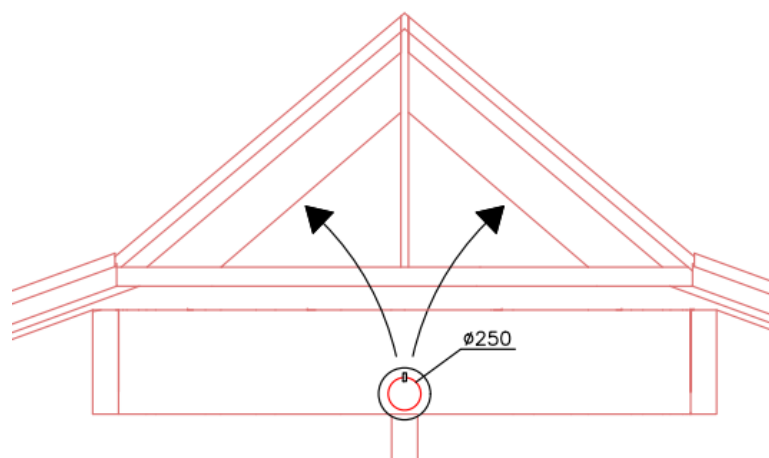
4.4.7 ábra: Sávbefűvő

A távozó levegőt a lelátó ülőkéinek oldalán szívjuk el és vezetjük vissza a gépházban lévő szellőzőgépig lásd 4.4.8 ábrán.



4.4.8 ábra: Elszívás

A medencecsarnok mennyezetén lévő felülvilágítókat egy szekunder szellőző rendszer kiépítésével fűjatom meg. Az épület hossz tengelyében lévő szarufa fölött egy NA 250 mm-es gerincvezeték kiépítésével 4 db HÉLIOS csőventilátorral vetőfűvókák beépítésével az ablakokra fűjjük a levegőt lásd 4.4.9 ábrán.



4.4.9 ábra: Szekunder szellőző metszet

Ennek a szellőző rendszer kiépítésének oka, hogy a létesítmény építészeti paramétereinek miatt esztétikusan nem lett volna kivitelezhető a légszűrő kiépítése. A választott ventilátort a 3. sz. melléklet tartalmazza.

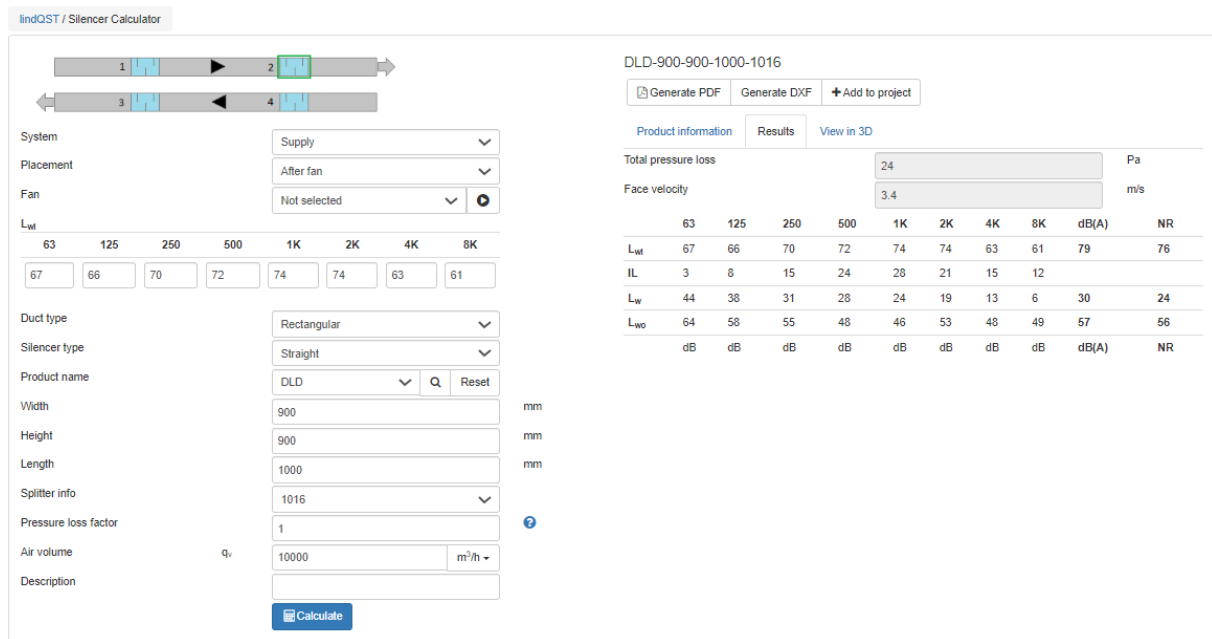
A légszűrő hálózat anyaga LINDAB alumínium csövek és idomok. Az anemosztátok, MENERGA gyártmányú sáv befűvők és SHAKO gyártmányú anemosztátok lesznek.

4.5 Hangcsillapítás

Ebben a fejezetben a hangcsillapító kiválasztásának menetét és a rendszer természetes hangcsillapításának mértékét írom le.

4.5.1 Hangcsillapító kiválasztása

Első lépésként a választott légkezelő katalógus lapján kitöltöttem a ventilátor hangnyomás értékeit és maximális légszállításának értékét lásd 4.5.1 képernyőképen.



The screenshot shows the LindQST Silencer Calculator interface. On the left, there are input fields for system type (Supply), placement (After fan), fan (Not selected), duct type (Rectangular), silencer type (Straight), product name (DLD), width (900 mm), height (900 mm), length (1000 mm), splitter info (1016), pressure loss factor (1), and air volume (10000 m³/h). On the right, the results section shows a total pressure loss of 24 Pa and a face velocity of 3.4 m/s. Below this, there is a table of noise levels.

	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	dB(A)	NR
L_{wt}	67	66	70	72	74	74	63	61	79	76
IL	3	8	15	24	28	21	15	12		
L_w	44	38	31	28	24	19	13	6	30	24
L_{wo}	64	58	55	48	46	53	48	49	57	56
	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB(A)	NR

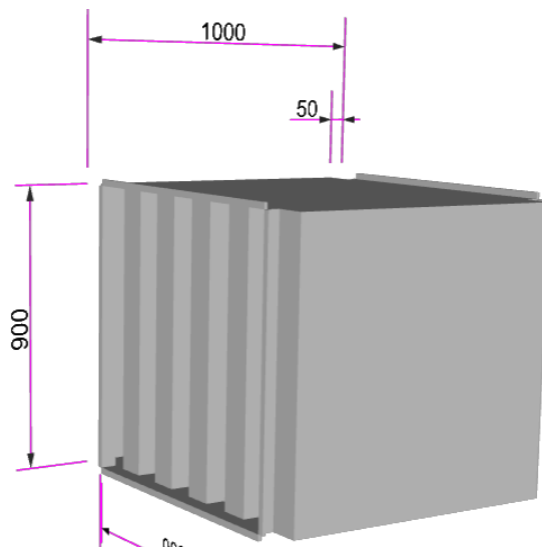
4.5.1 ábra: Lindab silencer eredmények [12]

A ventilátor adatainak bevitele után a hangcsillapító elhelyezkedését határoztam meg. Mivel követhetetlenül a légkezelő után elágaznak a légcsatornák, ezért a két csőszakaszba 10000 m³/h légszállításra méretezett hangcsillapítót terveztem be.

Az alapadatok bevitele után a program kiszámította következőket:

P_0 (összes nyomásvesztés), V (térfogatáram), L_{wi} (hangteljesítményszint a hangcsillapító előtt), I_L : (beillesztési veszteség), L_w (hangteljesítmény szintje), L_{wo} (hangteljesítményszint a hangcsillapító után)

A kapott eredmények szerint a kiválasztott hangcsillapító a 4.5.2 ábrán látható. Az elszívó oldali hangtompító méretezése során is DLD 900x900x1000 típust választottam.



4.5.2 ábra: DLD hangcsillapító [12]

4.5.1 Természetes hangcsillapítás

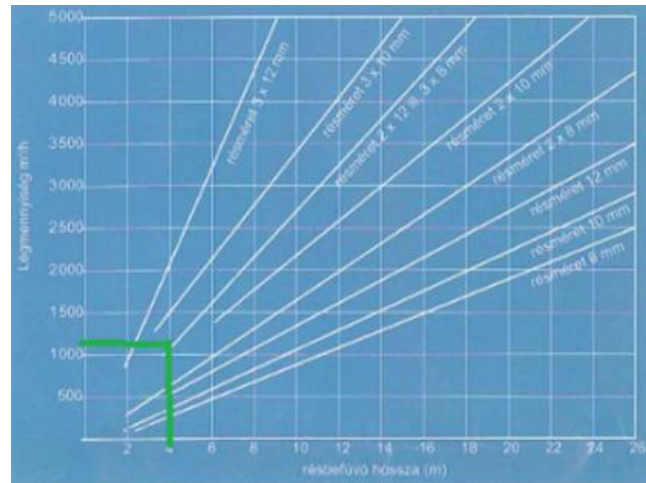
4.5.1 táblázat: Természetes hangcsillapítás

Befűvőhálózat akusztikai méretezése										
	Sor		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
L_w	1	Ventilátor telj.	79							
L_w	2	Korrektcióval	48	56,6	60,7	64	66,2	65,4	61,2	55,1
ΔL_{el}	3	Elágazás	3							
ΔL_e	4	Egyenes szakasz	0,03	0,06	0,06	0,1	0,15	0,15	0,15	0,15
ΔL	5	Hangcsillapító	3	8	15	24	28	21	15	12
ΔL_{kv}	7	Keresztmetszet vált.	0,482							
ΔL_{el}	8	Elágazás	3							
ΔL_e	9	Egyenes szakasz	0,06	0,1	0,1	0,15	0,2	0,2	0,2	0,2
ΔL_{el}	10	Elágazás	5,2							
ΔL_e	11	Egyenes szakasz	0,09	0,13	0,13	0,2	0,23	0,23	0,23	0,23
ΔL_{el}	12	Elágazás	6							
ΔL_r	13	Nyílás reflexió	5	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
$\Sigma \Delta L$	14		25,862	10,09	17,09	26,25	30,38	23,38	17,38	14,38
L_{wv}	15	2-14 sor	22,138	46,51	43,61	37,75	35,82	42,02	43,82	40,72
L_{wa}	16	Anemosztát	35	32	30	26	24	20	15	10
L_w	17	15+1,4dB	23,538	47,91	45,01	39,15	37,22	43,42	45,22	42,12
	18	10lg2	3,01							
L_e	19	17-18	20,528	47,91	45,01	39,15	37,22	43,42	45,22	42,12
L_{meg}	20	B kategória	45							

Tehát látható, hogy az akusztika17 excel segítségével meghatározott szellőző rendszer akusztikailag megfelel.

4.6 Anemosztát kiválasztás

Uszodai környezetben ügyelni kell, hogy a földre telepített résbefűvők maximális résmérete ne haladja meg a 8 mm-t. Az uszodában elhelyezett résbefűvőket a 4.6.1-es ábrán bemutatott kiválasztó diagram segítségével határoztam meg.



MENERGA® résbefűvő uszodákhoz, kiválasztó diagram

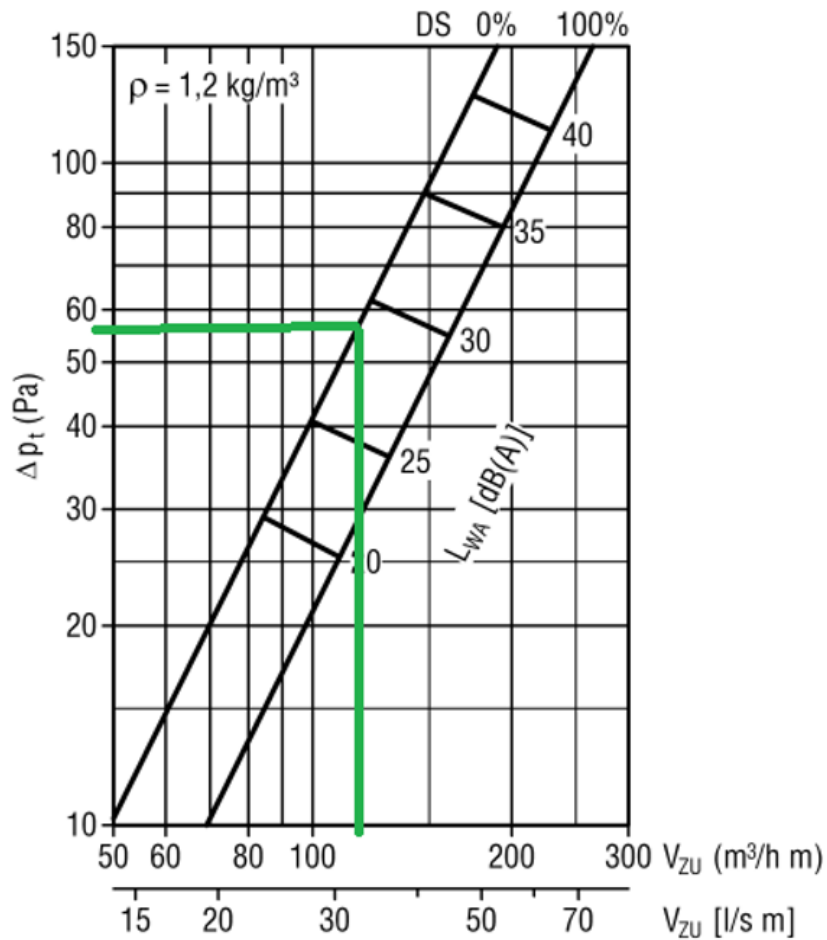
Résméret 1-es tip	1 x 8 mm	1 x 10 mm	1 x 12 mm	1 x 15 mm
Légtelj. m ³ /h/ fm.	75 - 110	90 - 150	110 - 180	150 - 220
Becsatlakozások folyó- méterenként mm-ben*	2 x Ø100	2 x Ø100	3 x Ø100	3 x Ø100
Résméret 2-es tip	2 x 8 mm	2 x 10 mm	2 x 12 mm	2 x 15 mm
Légtelj. m ³ /h/ fm.	150 - 220	180 - 300	220 - 360	270 - 450
Becsatlakozások folyó- méterenként mm-ben*	3 x Ø100	4 x Ø100	4 x Ø100	4 x Ø100
Résméret 3-as tip	3 x 8 mm	3 x 10 mm	3 x 12 mm	3 x 15 mm
Légtelj. m ³ /h/ f.m.	220 - 360	270 - 450	330 - 540	450 - 660
Becsatlakozások folyó méterenként mm-ben**	100 x 400	100 x 400	120 x 400	130 x 500

4.6.1 ábra: Résbefűvő kiválasztása [17]

A gyártó meghatározza továbbá milyen becsatlakozási méret szükséges, illetve feltünteti a légteljesítmény értékét is.

Minden egyes a gyártó által forgalmazott termék katalógusában található egy termék ismertető. A 4.7.2-es ábrán bemutatott diagramon látható az adott légszállítás mellett mekkora nyomás esik a terméken. Jelen esetben a DSA F0 típusú 1,5m sugárbefűvő nyomásesése és zajszintje olvasható le.

A tervezési munkám során gyártó honlapján elérhető Schakoluft méretező programot használtam az adatok begyűjtéséhez. Az így kapott adatokat a 4.7.1 táblázatban foglalom össze.



4.7.2 ábra: Nyomásesés diagramm [16]

4.7.1 táblázat: Schakoluft adatok

No.	Name	V	l	Δpt
		[m ³ /h]	[mm]	[Pa]
1	Esővédő zsalu	10000	1500x1200	15
2	DAS F0	100	1000	33
3	DAS F0	112	1250	47
4	DAS F0	134	1500	58
5	DAS F0	156	1750	61
6	DAS F0	178	2000	68
7	WGA V	200	1000	9
8	PA1	416	825x125	5

4.7 Légcsatornahálózat hidraulikai méretezése

Schako DSA paraméterek:

$$\zeta = 5$$

$$\varepsilon = 1,5$$

$$a = 825 \text{ mm}$$

$$b = 125 \text{ mm}$$

$$v = 416 \text{ m}^3/\text{h} \rightarrow 0.115 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$l = 0$$

$$de = \frac{4 \cdot 825 \cdot 125}{2 \cdot (825 + 125)} = 217,1 \text{ [mm]}$$

$$A = \frac{825 \cdot 125}{1000000} = 0,1031 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$W = \frac{0,115}{0,1031} = 1,12 \text{ [m/s]}$$

$$P_{din} = 0,6 \cdot 1.12^2 = 0,755 \text{ [Pa]}$$

$$S' = \frac{0,025 \cdot 1,5}{\left(\frac{217}{1000}\right) \cdot 0,75} = 0,129 \text{ [Pa/m]}$$

$$S = l \cdot S' = 0$$

$$Z = 0,5 \cdot 0,755 = 3,77 \text{ [Pa]}$$

$$E = S + Z = 3,77 \text{ [Pa]}$$

$$\Sigma E = E1 + E2 \dots$$

Ezen séma alapján végig haladtam a rendszer kritikuságán. A légcsatorna méretezését és a kapott eredményeket a 4.7.1-4.7.5 táblázatokban foglaltam össze.

4.7.1 Elszívó légszatorna hidraulikai méretezése

4.7.1 táblázat: Elszívó légszatorna hidraulikai méretezése

	megnevezés	V [m ³ /h]	V [m ³ /s]	l [m]	ζ	ε	d [mm]	a [mm]	b [mm]	d _e [mm]	A [m ²]	w [m/s]	P _{din} [Pa]	S' [Pa/m]	S [Pa]	Z [Pa]	E [Pa]	ΣE [Pa]
1	SCHAKO DSA	416	0,12		5,0	1,5		825	125	217	0,1031	1,12	0,75	0,13	0,00	3,77	3,77	3,77
2	Egyenes szakasz	2496	0,69	4,0		1,5		400	300	343	0,1200	5,78	20,03	2,19	8,76	0,00	8,76	12,53
3	Könyök 90°	2496	0,69		0,2	1,5		400	300	343	0,1200	5,78	20,03	2,19	0,00	3,41	3,41	15,93
4	Egyenes szakasz	2496	0,69	1,5		1,5		400	300	343	0,1200	5,78	20,03	2,19	3,29	0,00	3,29	19,22
5	Könyök 90°	2496	0,69		0,2	1,5		400	300	343	0,1200	5,78	20,03	2,19	0,00	3,41	3,41	22,63
6	Egyenes szakasz	2496	0,69	2,8		1,5		400	300	343	0,1200	5,78	20,03	2,19	6,13	0,00	6,13	28,76
7	Beszabályzó szelep	2496	0,69		0,5	1,5		400	300	343	0,1200	5,78	20,03	2,19	0,00	10,01	10,01	38,77
8	Könyök 90°	2496	0,69		0,2	1,5		400	300	343	0,1200	5,78	20,03	2,19	0,00	4,01	4,01	42,78
9	Egyenes szakasz	2496	0,69	2,6		1,5		400	300	343	0,1200	5,78	20,03	2,19	5,70	0,00	5,70	48,48
10	Könyök 90°	2496	0,69		0,2	1,5		400	300	343	0,1200	5,78	20,03	2,19	0,00	4,01	4,01	52,48
11	Egyenes szakasz	2496	0,69	3,9		1,5		600	900	720	0,5400	1,28	0,99	0,05	0,20	0,00	0,20	52,68
12	Csatlakozó ágvezeték	4992	1,39		0,1	1,5		600	900	720	0,5400	2,57	3,96	0,21	0,00	0,40	0,40	53,08
13	Egyenes szakasz	4992	1,39	0,9		1,5		600	900	720	0,5400	2,57	3,96	0,21	0,18	0,00	0,18	53,25
14	Csatlakozó ágvezeték	7488	2,08		0,1	1,5		600	900	720	0,5400	3,85	8,90	0,46	0,00	0,89	0,89	54,14
15	Egyenes szakasz	7488	2,08	3,6		1,5		600	900	720	0,5400	3,85	8,90	0,46	1,66	0,00	1,66	55,81
16	Csatlakozó ágvezeték	9984	2,77		0,1	1,5		600	900	720	0,5400	5,14	15,83	0,82	0,00	1,58	1,58	57,39
17	Egyenes szakasz	9984	2,77	12,0		1,5		600	900	720	0,5400	5,14	15,83	0,82	9,89	0,00	9,89	67,28
18	Könyök 90°	9984	2,77		0,2	1,5		600	900	720	0,5400	5,14	15,83	0,82	0,00	2,69	2,69	69,97
19	Egyenes szakasz	9984	2,77	7,9		1,5		600	900	720	0,5400	5,14	15,83	0,82	6,51	0,00	6,51	76,48
20	Bővítő	9984	2,77		0,2	1,5		600	900	720	0,5400	5,14	15,83	0,82	0,00	3,17	3,17	79,65
21	Hangsillapító	9984	2,77		3,9	1,5		900	900	900	0,8100	3,42	7,03	0,29	0,00	27,43	27,43	107,08
22	Szűkítő	9984	2,77		0,2	1,5		900	900	900	0,8100	3,42	7,03	0,29	0,00	1,41	1,41	108,49
23	Beszabályzó szelep	9984	2,77		0,5	1,5		600	900	720	0,5400	5,14	15,83	0,82	0,00	7,91	7,91	116,40
24	T - idom	19968	5,55		0,1	1,5		1869	900	1215	1,6821	3,30	6,52	0,20	0,00	0,65	0,65	117,05
25	Rezgéstompító vitorlavázon	19968	5,55		0,1	1,5		1869	900	1215	1,6821	3,30	6,52	0,20	0,00	0,65	0,65	117,71
26	légkezekő	19968	5,55		0,0	1,5		1869	900	1215	1,6821	3,30	6,52	0,20	0,00	0,00	0,00	117,71

4.7.2 táblázat: Elszívó légszatórna táblázat folytatása

No.	Name	V [m ³ /h]	V [m ³ /s]	l [m]	ζ	ε	d [mm]	a [mm]	b [mm]	d _e [mm]	A [m ²]	w [m/s]	P _{din} [Pa]	S' [Pa/m]	S [Pa]	Z [Pa]	E [Pa]	ΣE [Pa]
27	90° könyök	20188	5,61		0,5	1,5		1000	1220	1099	1,2200	4,60	12,68	0,43	0,00	6,34	6,34	123,39
28	Egyenes szakasz	20188	5,61	0,3		1,5		1000	1220	1099	1,2200	4,60	12,68	0,43	0,13	0,00	0,13	123,52
29	kilépési veszt.	20188	5,61		0,8	1,5		1000	1220	1099	1,2200	4,60	12,68	0,43	0,00	10,52	10,52	134,04
30	Légakna	20188	5,61	11,0		2,0		1000	1400	1167	1,4000	4,01	9,63	0,41	4,54	0,00	4,54	138,58
31	Esővédő zsalu	10094	2,80		10,5	1,5		1200	1500	1333	1,8000	1,56	1,46	0,04	0,00	15,29	15,29	153,87

4.7.1 Befúvó légszatorna hidraulikai méretezése

4.7.3 táblázat: Befúvó légszatorna hidraulikai méretezése

No.	Name	V [m ³ /h]	V [m ³ /s]	I [m]	ζ	ε	d [mm]	a [mm]	b [mm]	d _c [mm]	A [m ²]	w [m/s]	P _{din} [Pa]	S' [Pa/m]	S [Pa]	Z [Pa]	E [Pa]	ΣE [Pa]
1	SCHAKO PA1	134	0,04	1,5	67,0	1,5	200			200	0,0314	1,19	0,84	0,16	0,24	56,49	56,73	56,73
2	Megcsapolás	312	0,09	2,0	0,1	1,5	200			200	0,0314	2,76	4,57	0,86	1,71	0,46	2,17	58,90
3	Flexibilis légsz.	312	0,09	0,8	2,2	1,5	200			200	0,0314	2,76	4,57	0,86	0,64	10,06	10,70	69,60
4	Egyenes szakasz	312	0,09	0,4		1,5	200			200	0,0314	2,76	4,57	0,86	0,34	0,00	0,34	69,94
5	Megcsapolás	412	0,11	1,0	0,1	1,5	200			200	0,0314	3,64	7,97	1,49	1,49	0,80	2,29	72,23
6	Flexibilis légsz.	412	0,11	0,8	7,0	200				200	0,0314	3,64	7,97	6,97	5,58	0,00	5,58	77,81
7	T-idom	702	0,20		0,1	1,5	200			200	0,0314	6,21	23,14	4,34	0,00	2,31	2,31	80,12
8	Egyenes szakasz	702	0,20	5,4		1,5	200			200	0,0314	6,21	23,14	4,34	23,43	0,00	23,43	103,55
9	90° könyök	702	0,20		0,5	1,5	200			200	0,0314	6,21	23,14	4,34	0,00	11,57	11,57	115,12
10	Beszabályzó sz.	702	0,20		0,5	1,5	200			200	0,0314	6,21	23,14	4,34	0,00	11,57	11,57	126,69
11	T-idom	1102	0,31	0,8	1,0	1,5	200			200	0,0314	9,75	57,02	10,69	8,55	57,02	65,58	192,27
12	Egyenes szakasz	1102	0,31		0,1	1,5	250			250	0,0491	6,24	23,36	3,50	0,00	2,34	2,34	194,61
13	Bővítő	1102	0,31		0,2	1,5	315			315	0,0779	3,93	9,27	1,10	0,00	1,85	1,85	196,46
14	T-idom	1502	0,42		0,1	1,5	315			315	0,0779	5,36	17,21	2,05	0,00	1,72	1,72	198,18
15	Egyenes szakasz	1502	0,42	0,4	0,1	1,5	315			315	0,0779	5,36	17,21	2,05	0,82	1,72	2,54	200,72
16	45° könyök	1502	0,42		0,3	1,5	315			315	0,0779	5,36	17,21	2,05	0,00	5,16	5,16	205,89
17	Bővítő	1502	0,42		0,2	1,5	400			400	0,1256	3,32	6,62	0,62	0,00	1,32	1,32	207,21
18	T-idom	2512	0,70		0,1	1,5	250			250	0,0491	14,22	121,36	18,20	0,00	12,14	12,14	219,35
19	Egyenes szakasz	2512	0,70	4,8		1,5	400			400	0,1256	5,56	18,52	1,74	8,33	0,00	8,33	227,68
20	Bővítő	2512	0,70		0,2	1,5	500			500	0,1963	3,56	7,59	0,57	0,00	1,52	1,52	229,20
21	T-idom	3522	0,98		0,1	1,5	250			250	0,0491	19,94	238,58	35,79	0,00	23,86	23,86	253,05
22	Egyenes szakasz	3522	0,98	1,5		1,5	500			500	0,1963	4,99	14,91	1,12	1,68	0,00	1,68	254,73
23	Négyzőg-kör átmenet	3522	0,98		0,3	1,5		500	500	500	0,2500	3,91	9,19	0,69	0,00	2,76	2,76	257,49
24	Egyenes szakasz	4532	1,26	1,2	0,1	1,5		500	500	500	0,2500	5,04	15,21	1,14	1,37	1,52	2,89	260,38
25	Egyenes szakasz	4532	1,26	1,5		1,5		500	500	500	0,2500	5,04	15,21	1,14	1,71	0,00	1,71	262,09
26	Egyenes szakasz	5244	1,46	1,5	0,1	1,5		500	500	500	0,2500	5,83	20,37	1,53	2,29	2,04	4,33	266,42

4.7.4 táblázat: Befűvő légszatóna táblázat folytatása

No.	Name	V [m ³ /h]	V [m ³ /s]	l [m]	ζ	ε	d [mm]	a [mm]	b [mm]	d _e [mm]	A [m ²]	w [m/s]	P _{din} [Pa]	S' [Pa/m]	S [Pa]	Z [Pa]	E [Pa]	ΣE [Pa]	
																			266,42
27	Egyenes szakasz	5244	1,46	1,5	0,1	1,5		500	500	500	0,2500	5,83	20,37	1,53	2,29	2,04	4,33		270,75
28	Egyenes szakasz	5244	1,46	7,8		1,5		500	500	500	0,2500	5,83	20,37	1,53	11,89	0,00	11,89		282,63
29	Bővítő	5244	1,46		0,2	1,5		600	600	600	0,3600	4,05	9,82	0,61	0,00	1,96	1,96		284,60
30	Egyenes szakasz	5600	1,56	1,5	0,1	1,5		600	600	600	0,3600	4,32	11,20	0,70	1,05	1,12	2,17		286,77
31	Egyenes szakasz	5600	1,56	1,5		1,5		600	600	600	0,3600	4,32	11,20	0,70	1,05	0,00	1,05		287,82
32	Egyenes szakasz	5912	1,64	1,5	0,1	1,5		600	600	600	0,3600	4,56	12,49	0,78	1,17	1,25	2,42		290,24
33	Egyenes szakasz	6224	1,73	1,5	0,1	1,5		600	600	600	0,3600	4,80	13,84	0,86	1,30	1,38	2,68		292,92
34	Egyenes szakasz	6536	1,82	1,5	0,1	1,5		600	600	600	0,3600	5,04	15,26	0,95	1,43	1,53	2,96		295,88
35	Egyenes szakasz	6536	1,82	1,0		1,5		600	600	600	0,3600	5,04	15,26	0,95	0,95	0,00	0,95		296,83
36	Egyenes szakasz	6848	1,90	1,5	0,1	1,5		600	600	600	0,3600	5,28	16,75	1,05	1,57	1,68	3,25		300,08
37	Egyenes szakasz	6848	1,90	8,9		1,5		600	600	600	0,3600	5,28	16,75	1,05	9,32	0,00	9,32		309,39
38	Egyenes szakasz	7538	2,09	1,5	0,1	1,5		600	600	600	0,3600	5,82	20,30	1,27	1,90	2,03	3,93		313,33
39	Egyenes szakasz	7538	2,09	0,6		1,5		600	600	600	0,3600	5,82	20,30	1,27	0,76	0,00	0,76		314,09
40	Egyenes szakasz	8548	2,37	1,5	0,1	1,5		600	600	600	0,3600	6,60	26,10	1,63	2,45	2,61	5,06		319,15
41	90° könyök	8548	2,37		0,5	1,5		600	600	600	0,3600	6,60	26,10	1,63	0,00	13,05	13,05		332,20
42	T-idom	10094	2,80		0,1	1,5		600	600	600	0,3600	7,79	36,40	2,27	0,00	3,64	3,64		335,84
43	Bővítő	10094	2,80		0,2	1,5		900	900	900	0,8100	3,46	7,19	0,30	0,00	1,44	1,44		337,27
44	Hangcsillapító	10094	2,80		3,5	1,5		900	900	900	0,8100	3,46	7,19	0,30	0,00	25,16	25,16		362,44
45	Szűkítő	10094	2,80		0,3	1,5		600	900	720	0,5400	5,19	16,18	0,84	0,00	4,85	4,85		367,29
46	Beszabályzó sz.	10094	2,80		0,3	1,5		600	900	720	0,5400	5,19	16,18	0,84	0,00	4,85	4,85		372,14
47	T-idom	20188	5,61		0,1	1,5		1700	900	1177	1,5300	3,67	8,06	0,26	0,00	0,81	0,81		372,95
48	Rezgéstompító vitorlavászon	20188	5,61		0,1	1,5		1700	900	1177	1,5300	3,67	8,06	0,26	0,00	0,81	0,81		373,76
49	Szellőzőgép	20188	5,61		0,1	1,5		1700	900	1177	1,5300	3,67	8,06	0,26	0,00	0,81	0,81		374,56
50	Rezgéstompító vitorlavászon	20188	5,61		0,1	1,5		1860	1220	1474	2,2692	2,47	3,66	0,09	0,00	0,37	0,37		374,93
51	Egyenes szakasz	20188	5,61		0,1	1,5		1860	1220	1474	2,2692	2,47	3,66	0,09	0,00	0,37	0,37		375,29
52	T-idom	20188	5,61		0,1	1,5		1000	1220	1099	1,2200	4,60	12,68	0,43	0,00	1,27	1,27		376,56

4.7.5 táblázat: Befűvő légszűrő táblázat folytatása

No.	Name	V [m ³ /h]	V [m ³ /s]	l [m]	ζ	ε	d [mm]	a [mm]	b [mm]	d _e [mm]	A [m ²]	w [m/s]	P _{din} [Pa]	S' [Pa/m]	S [Pa]	Z [Pa]	E [Pa]	ΣE [Pa]
53	90° könyök	20188	5,61		0,5	1,5		1000	1220	1099	1,2200	4,60	12,68	0,43	0,00	6,34	6,34	376,56
54	Egyenes szakasz	20188	5,61	0,3		1,5		1000	1220	1099	1,2200	4,60	12,68	0,43	0,13	0,00	0,13	382,90
55	kilépési veszt.	20188	5,61		0,8	1,5		1000	1220	1099	1,2200	4,60	12,68	0,43	0,00	10,52	10,52	383,03
56	Légakna	20188	5,61	11,0		2,0		1000	1400	1167	1,4000	4,01	9,63	0,41	4,54	0,00	4,54	393,55
57	Esővédő zsalu	10094	2,80		10,5	1,5		1200	1500	1333	1,8000	1,56	1,46	0,04	0,00	15,29	15,29	398,09
																		413,38

Légkezelő által biztosított nyomás:

A rendszer nyomásesése:

Befűvás: 500 Pa

413,38 Pa

Elszívás: 400 Pa

158,87 Pa

A kapott eredményekből az derül ki, hogy a választott légkezelő megfelelő.

5. Összefoglalás

A tervezési feladatom keretein belül meghatározásra került a medencetér bepárolgó vízmennyisége és a légszárításhoz szükséges légmennyiség. Ezen mennyiségek definiálásához a gyakorlatban elterjedt VDI 2089 szabványt vettem alapul. A szükséges légmennyiséget biztosító légkezelőt katalógus alapján választottam ki. A dolgozatomban bemutatásra került a választott légkezelő üzemállapotai és a termék főbb adatai. A légkezelő által keltett zajforrás csökkentése érdekében továbbá kiválasztásra került egy hangcsillapító, amely az uszodákra vonatkozó megengedett zajszintet kívánja biztosítani. A rendszerbe betervezett légcsatornák és egyéb szerelvények nyomvonalának megrajzolását követően elkészítettem a rendszer hidraulikai méretezését. A méretezés végeredménye igazolta azt, hogy a választott légkezelőgép képes leküzdeni a rendszerben jelentkező nyomáseséseket. Továbbá kiválasztásra került egy radiális csőventilátor, amely a galériaszinten betervezett vetőfűvókához fűjja a levegőt. Ezen szakaszok célja, hogy a tetőn elhelyezett ablakokat az uszoda belső levegőjével való megfűvátását biztosítsák. A befűvátás esetében ügyeltem, hogy az ablakfelületeken ne keletkezzen pára, ezért a légvetőket, sávbefűvátókat közvetlenül az ablakok alá terveztem be. A rendszer minden elemének kiválasztása során figyelembe vettem az uszodákra előírt szabványokat. Az elkészített légtechnikai rendszer kiviteli terveit, dwg rajzait a 4-8sz. Mellékletben csatolom, amelyeken a létesítménybe betervezett rendszer elemeinek elhelyezkedését, egymáshoz való csatlakozásukat szemléltetem.

6. Summary

Within the framework of my design task, the amount of evaporating water in the pool area and the volume of air required for air drying have been determined. In defining these quantities, I relied on the widely used VDI 2089 standard in practice. The air handler providing the necessary volume of air was selected based on a catalog. During my work, I presented the operating states of the chosen air handler and its key data. Additionally, to reduce the noise generated by the air handling system, a sound attenuator was selected, aiming to ensure the permissible noise level for swimming pools. After drawing the layout of the planned air ducts and other fittings, I performed the hydraulic sizing of the system. The sizing results confirmed that the selected air handling unit is capable of overcoming the pressure drops in the system. Furthermore, a radial pipe fan was selected to blow air to the nozzles planned at the gallery level. The purpose of these sections is to ensure the ventilation of the interior of the swimming pool with air through the windows located on the roof. In the case of air supply, I took care to prevent condensation on the window surfaces, so I designed the air diffusers and slot diffusers directly under the windows. In the selection of each element of the system, I took into account the standards prescribed for swimming pools. The detailed plans and DWG drawings of the air handling system are attached in Annexes 4-8, illustrating the layout of the planned system elements in the facility and their connections.

7. Nyilatkozatok

KONZULTÁCIÓS


NYILATKOZAT

A Tóth Gergő Jordán (név) (hallgató Neptun azonosítója: QJ870C) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot¹ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem³

Kelt: 2023 év 11hó 03 nap


Belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.

NYILATKOZAT

Szakedolgozatnyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Tóth Gergő Jordán
A Hallgató Neptun kódja: QJ870C
A dolgozat címe: Úszoda épület klímatechnikai rendszerének tervezése
A megjelenés éve: 2023
A tanszék neve: Épületgépész és Energetikai tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott záródolgozat/szakedolgozat/diplomadolgozat/portfólió⁴ egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, s az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

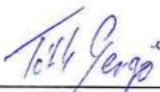
Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a Záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

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

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

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

Kelt: 2023 év 11 hó 03 nap


Hallgató aláírása

⁴ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

Irodalomjegyzék

- [1] Dr. Schifter Ferenc, Dr. Tolvaj Béla: Épületenergetika 2009
- [2] Kajtár László, Kassai Miklos: Klimatechnika 2022
- [3] Lindab MÉGSZ konferencia 2015
- [4] Menerga A 1.2 7/91- 1.8 7/91 Techniser Katalog
- [5] Dr. Menyhárt József Az épületgépészet kézikönyve 1964
- [6] Bánhidi László: Válogatott fejezetek a komfortelmélet témaköréből 2017
- [7] Rác László: Légtechnika, Klimatechnika 2013
- [8] Vigh Gellért: Anemosztátok, légvezetési rendszerek 2022
- [9] VDI 2089
- [10] Menerga Klimagerat für Hallendader Typreihen: 36
- [11] Dr. Fekete István: 17. Akusztika jegyzet 1964
- [12] LinQst termékkonfigurátor 2023
- [13] Baumann Mihály: Épületgépészeti tervezés órai jegyzet
- [14] Ladányi Zoltán, Székely Szabolcs, Flachner pál: Tervezési szempontok és irányelvek fedettuszodák légtechnikájának tervezéséhez 2000
- [15] Gáspár Ede: Légcsatorna hálózatok méretezése
- [16] SCHAKOlufit méretező program 2023
- [17] Menerga: Résbefűvők uszodákhoz katalógus

Mellékletjegyzék

- 1 sz.melléklet: Menerga Typreihe 36 TermoCond katalogus- légkezelő méretei
- 2 sz.melléklet: Menerga Typreihe 36 TermoCond katalogus-légkezelő adattábla
- 3 sz.melléklet: Helios RR 250- radiális csőventilátor
- 4 sz.melléklet: Szellőző bebúvás alakosori alaprajz
- 5 sz.melléklet: Szellőző elszívás alakosori alaprajz
- 6 sz.melléklet: Szellőző földszint alaprajz
- 7 sz.melléklet: Szellőző galéria alaprajz
- 8 sz.melléklet: Szellőzési metszetek

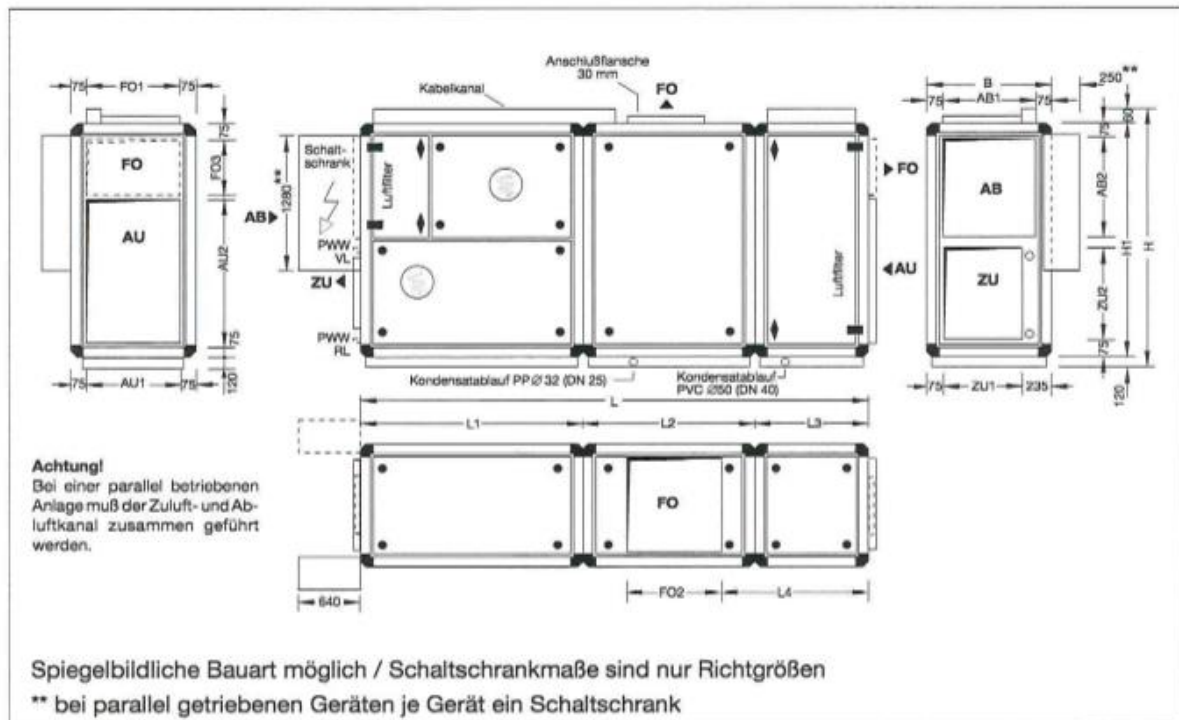
Mellékletek



MENERGA® Klimagerät für Hallenbäder mit dreistufiger Wärmerückgewinnung

Typreihe: 36 . . . ThermoCond® solVent®

Gerätemaße



Gerätetyp	L	B	H	L1	L2	L3	L4	AB1	AB2	AU1	AU2	FO1	FO2	FO3	ZU1	ZU2	H1
36 06 01	4.590	730	2.190	1.690	2.010	890	1.125	580	900	580	1.220	580	580	580	420	900	2.010
36 10 01	4.910	1.050	2.190	2.010	2.010	890	1.125	900	900	900	1.220	900	580	580	740	900	2.010
36 13 01	5.070	1.370	2.190	2.170	2.010	890	1.125	1.220	900	1.220	1.220	1.220	580	580	1.060	900	2.010
36 16 01	5.230	1.690	2.280	2.330	2.010	890	1.125	1.540	900	1.540	1.220	1.540	580	580	1.380	900	2.100
36 19 01	5.230	2.010	2.280	2.330	2.010	890	1.125	1.860	900	1.860	1.220	1.860	580	580	1.700	900	2.100
36 25 01	6.190	2.010	2.920	2.650	2.650	890	1.285	1.860	1.220	1.860	1.860	1.860	580	580	1.700	1.220	2.740
36 32 01	6.990	2.010	3.560	2.810	3.290	890	1.445	1.860	1.540	1.860	2.180	1.860	740	740	1.700	1.540	3.380



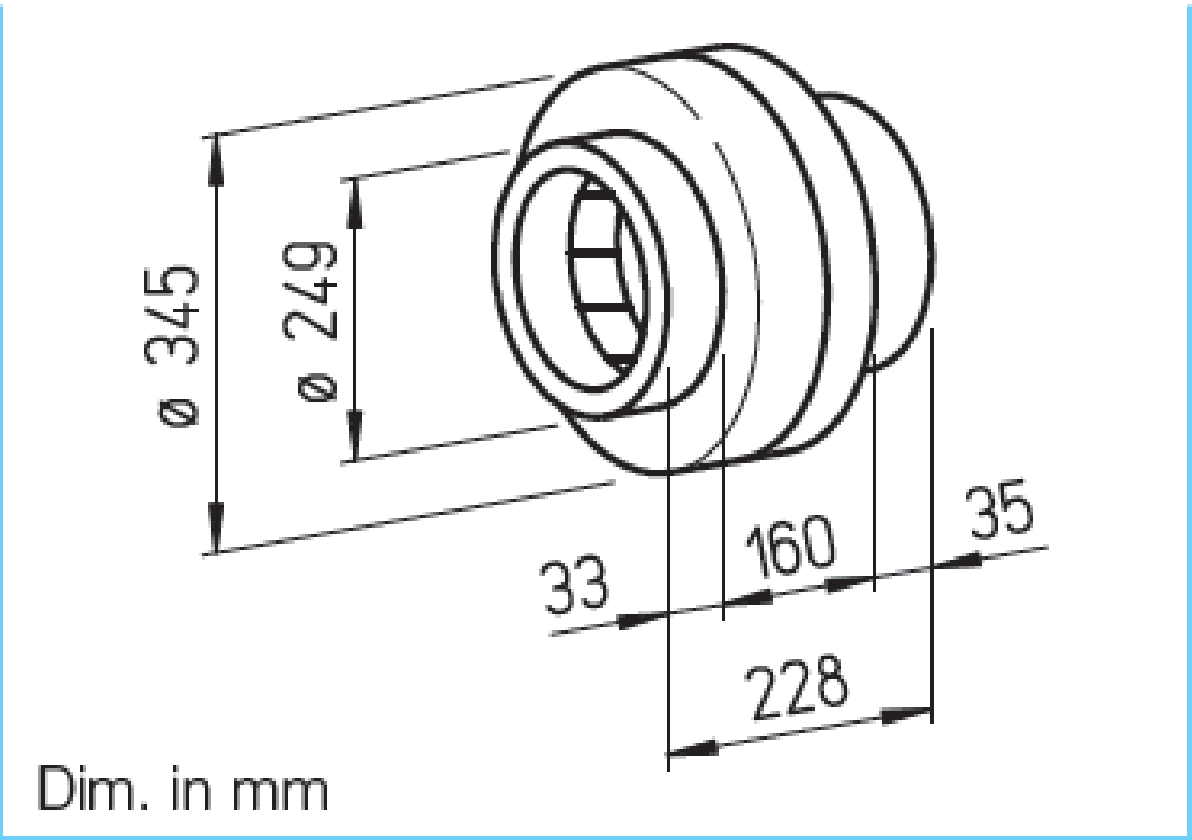
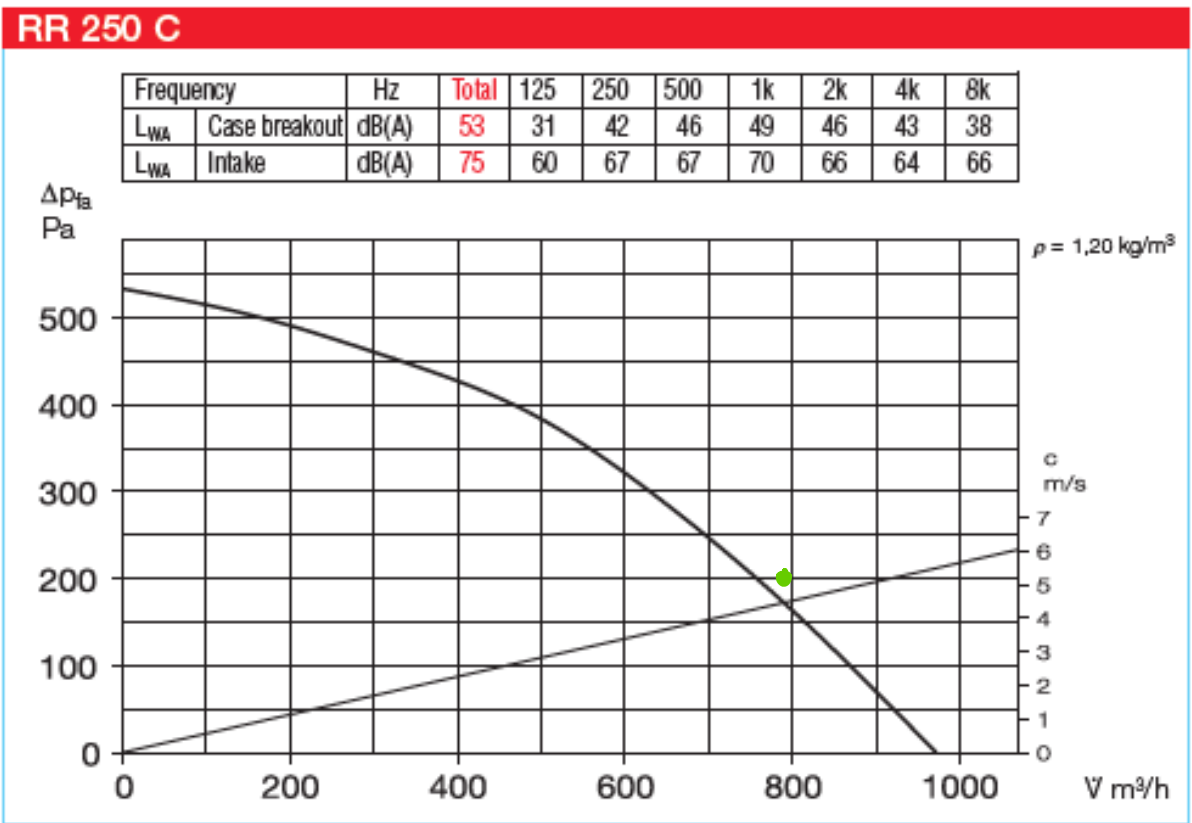
MENERGA® Klimagerät für Hallenbäder mit dreistufiger Wärmerückgewinnung

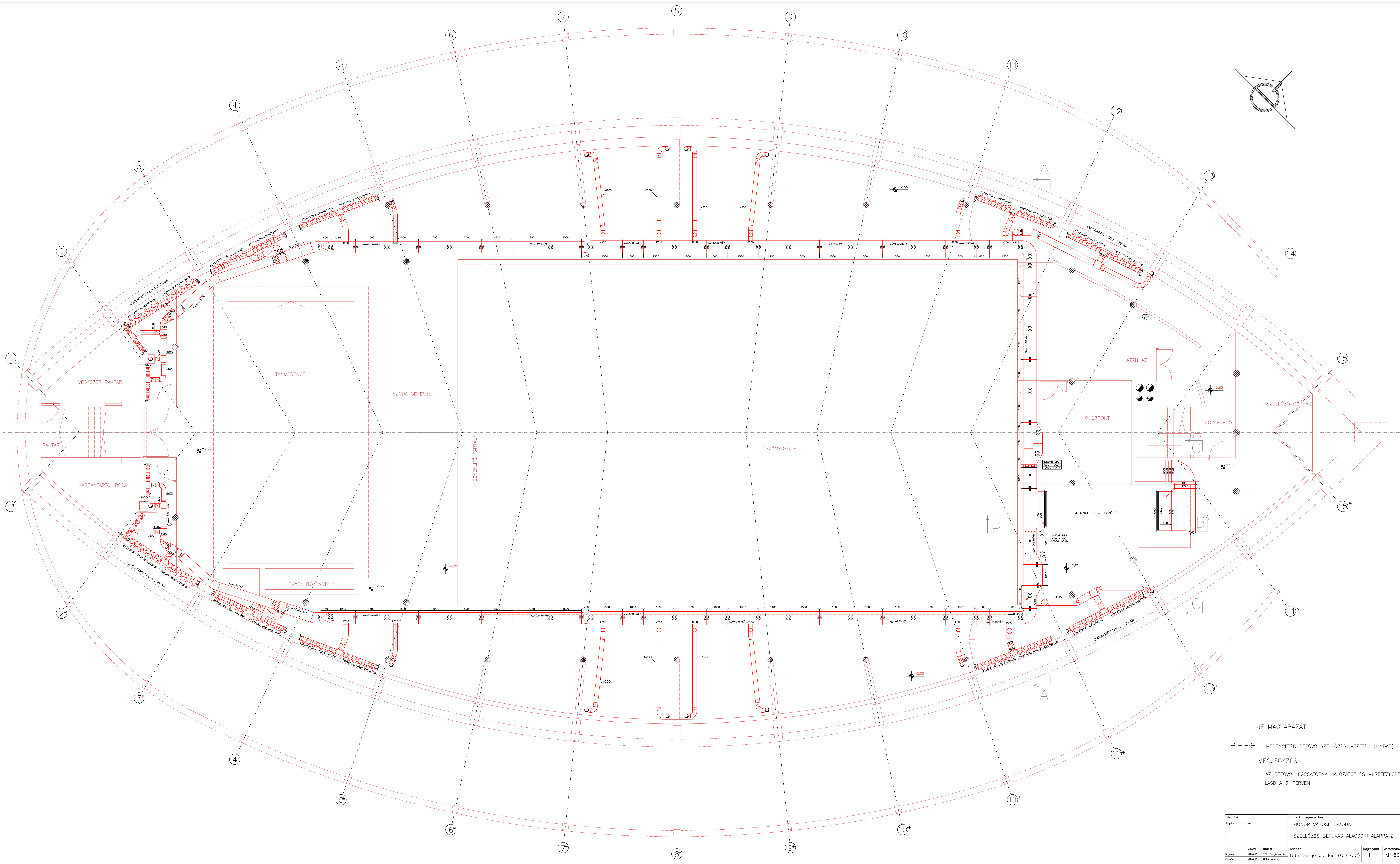
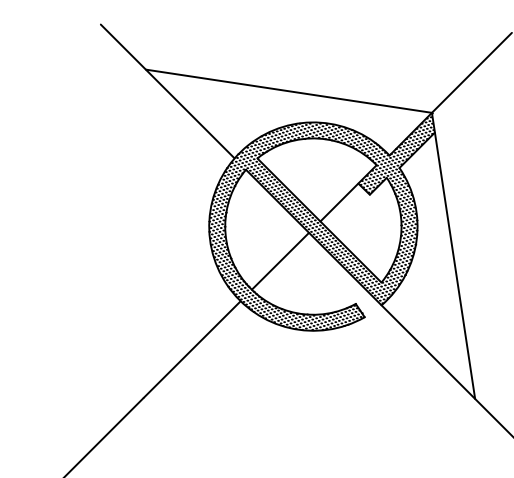
Typreihe: 36 . . .1 ThermoCond® solVent®

Technische Daten und Leistungen

Gerätetyp (einachsrig)		36 06 01	36 10 01	36 13 01	36 16 01	36 19 01	36 25 01	36 32 01	36 36 01
mit Beckenwasser-Kondensator ²⁾		36 06 41	36 10 41	36 13 41	36 16 41	36 19 41	36 25 41	36 32 41	36 36 41
mit Beckenwasser-Kondensator ²⁾		36 06 11	36 10 11	36 13 11	36 16 11	36 19 11	36 25 11	36 32 11	36 36 11
Nennluftleistung	m ³ /h	6.300	9.500	12.600	15.800	19.000	25.000	32.000	36.000
Luftleistung ohne WRG	m ³ /h	6.900	10.400	13.900	17.400	20.900	27.500	35.200	39.600
Entfeuchtungsleistung ca. ³⁾	kg/h	16	23	31	38	47	62	82	91
Entfeuchtungsleistung ca. ⁴⁾	kg/h	34	51	68	85	103	134	174	193
Entfeuchtungsleistung ca. ⁵⁾	kg/h	40	60	80	100	120	157	202	227
Druckverlust (nur Austauscher)	Pa	180	180	180	180	180	180	180	180
Wärmeleistung ^{6) 7)} Q _l + Reku	kW	34	51	69	85	103	137	178	195
Wärmeleistung ^{6) 7)} Q _l + Reku	kW	42	62	84	105	126	166	212	238
Heizleistung ^{8) 12)}	kW	15	22	30	37	44	55	77	86
Heizleistung ^{4) 12) 1/3}	kW	12	17	24	30	35	46	58	66
Außen-/ Fortluftfrater: Winter unter 5 °C	%	0 - 33	0 - 33	0 - 33	0 - 33	0 - 33	0 - 33	0 - 33	0 - 33
Außen-/ Fortluftfrater: Sommer	%	0 - 110	0 - 110	0 - 110	0 - 110	0 - 110	0 - 110	0 - 110	0 - 110
Ext. Druckverlust bei Nennluftleistung									
Zu- und Abluftkanal ⁹⁾	Pa	400	400	500	500	500	600	600	600
Zu- und Außenluftkanal ⁹⁾	Pa	300	300	400	400	400	500	500	500
Ab- und Fortluftkanal ⁹⁾	Pa	300	300	400	400	400	500	500	500
Reserve ext. Druckverluste ⁸⁾	Pa	100	100	100	100	100	100	100	100
Schalldruckpegel									
Zuluftventilator	dB(A)	76	74	77	77	79	81	81	82
Abluftventilator	dB(A)	78	77	76	77	78	80	80	81
Motoraufnahmeleistung (bei Luftleistung 100%)									
Zuluftventilator	kW	2,6	3,7	5,4	6,5	7,9	11,2	14,8	16,5
Abluftventilator	kW	2,3	3,5	5,1	6,1	7,3	10,5	13,7	14,9
Verdichteraufnahmeleistung ⁹⁾	kW	3,8	6,2	9,0	11,3	12,0	14,0	22,0	28,0
Aufnahmeleistung in Betriebspunkt 2 + 3 kW		7,9	12,0	16,9	20,8	23,5	31	44,5	51,5
Stromaufnahme max.	A	21,0	30,5	40,9	53,5	56,6	74,0	107,0	129,0
Betriebsspannung 3/N/PE 50 Hz	V	400	400	400	400	400	400	400	400
Leistung des PWW									
Nacherhitzers 70°/50 °C ⁹⁾	kW	51	81	113	142	175	220	275	316
Nacherhitzers 70°/50 °C ⁹⁾	kW	36	57	81	102	126	156	195	218
Wasserseitiger Strömungs- widerstand im Nacherhitzer	kPa	3	3	4	5	4	4	4	6
Wasserseitiger Strömungs- widerstand im Ventil	kPa	7	7	5	8	5	8	8	5
PWW-Anschluß	DN	25	32	40	50	50	65	65	65
Ventil-Anschluß	DN	20	25	32	32	40	40	50	65
Abmessungen ¹⁰⁾									
Länge (L)	mm	4.590	4.910	5.070	5.230	5.230	6.190	6.990	6.990
Breite (B)	mm	730	1.050	1.370	1.690	2.010	2.010	2.010	2.330
Höhe (H) ¹²⁾	mm	2.190	2.190	2.190	2.280	2.280	2.920	3.560	3.560
Gewicht total ca.	kg	1.440	1.850	2.150	2.500	3.100	4.450	5.200	5.650
Größte Transport- einheit ¹³⁾									
Länge (L)	mm	2.010	2.010	2.170	2.330	2.330	2.650	3.290	3.290
Breite (B)	mm	730	1.050	1.370	1.690	2.010	2.010	2.010	2.330
Höhe (H) ¹²⁾	mm	2.190	2.190	2.190	2.280	2.280	2.920	3.560	3.560
Gewicht ca.	kg	750	950	1.100	1.300	1.600	2.200	2.400	2.500

3sz.melléklet: Helios RR 250- radiális csőventilátor





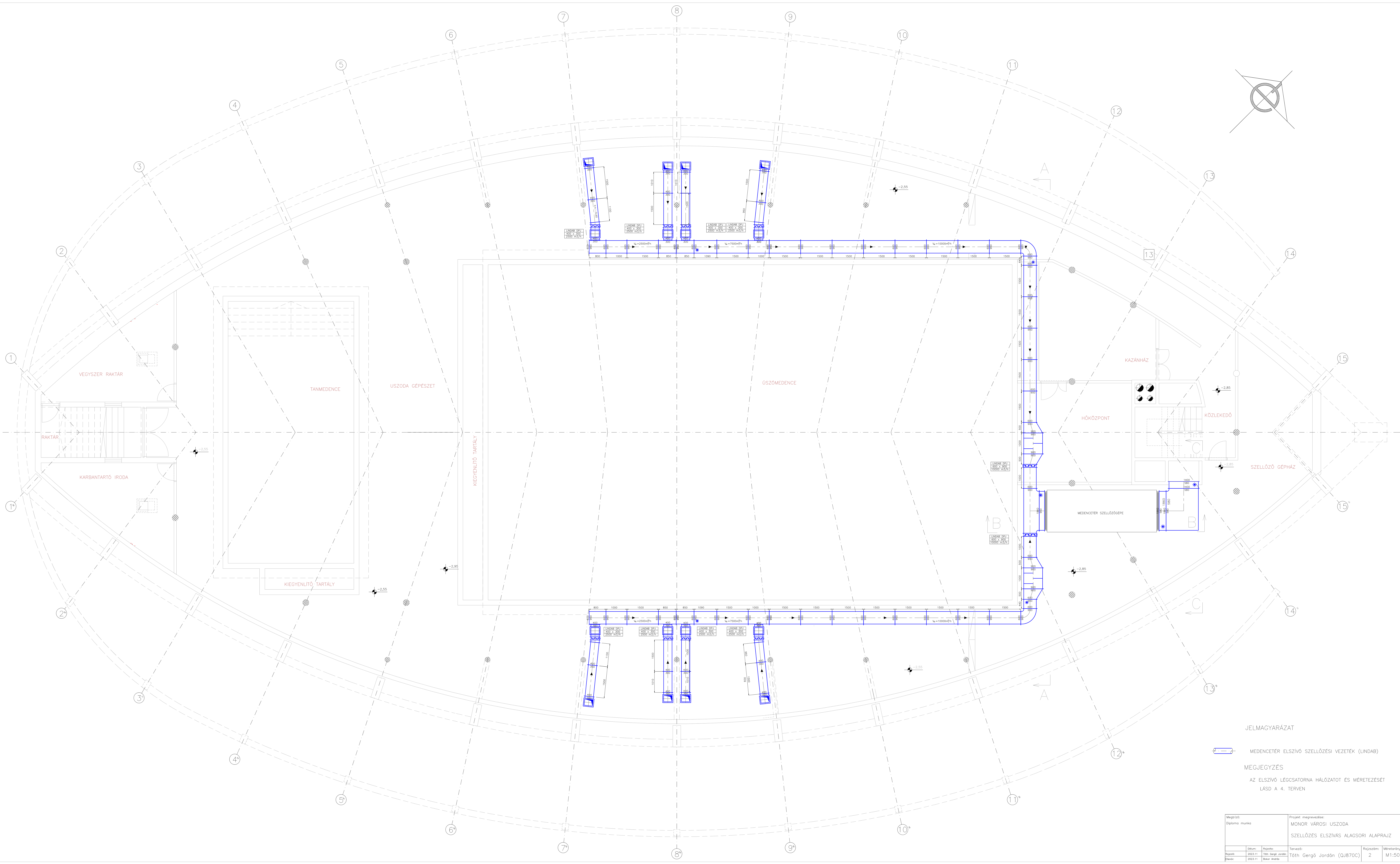
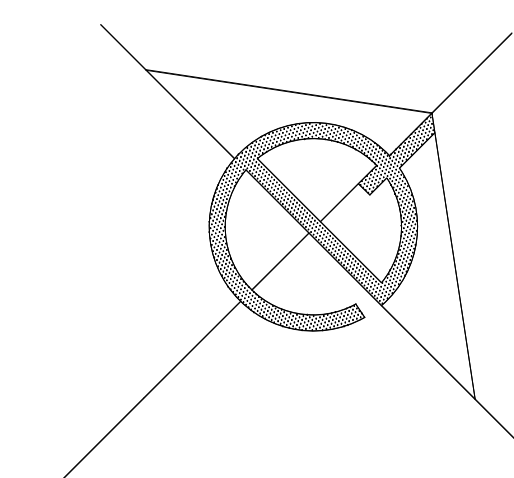
JELMAGYARÁZAT

 MEDENCETER BEFŰVŐ SZELLŐZÉSI VEZETÉK (LINDAB)

MEGJEGYZÉS

AZ BEFŰVŐ LEGCSATORNA HÁLÓZATOT ÉS MÉRETEZÉSET
LÁSD A 3. TERVEN

Megjizó: Diploma munka	Projekt megnevezése: MONOR VÁROSI USZODA SZELLŐZÉS BEFŰVÁS ALAGSORI ALAPRAJZ			
Dátum: 2023.11.11	Rajzista: Tóth Gergő Jordán	Tervező: Tóth Gergő Jordán (QJ870C)	Rajzszám: 1	Méretarány: M1:50



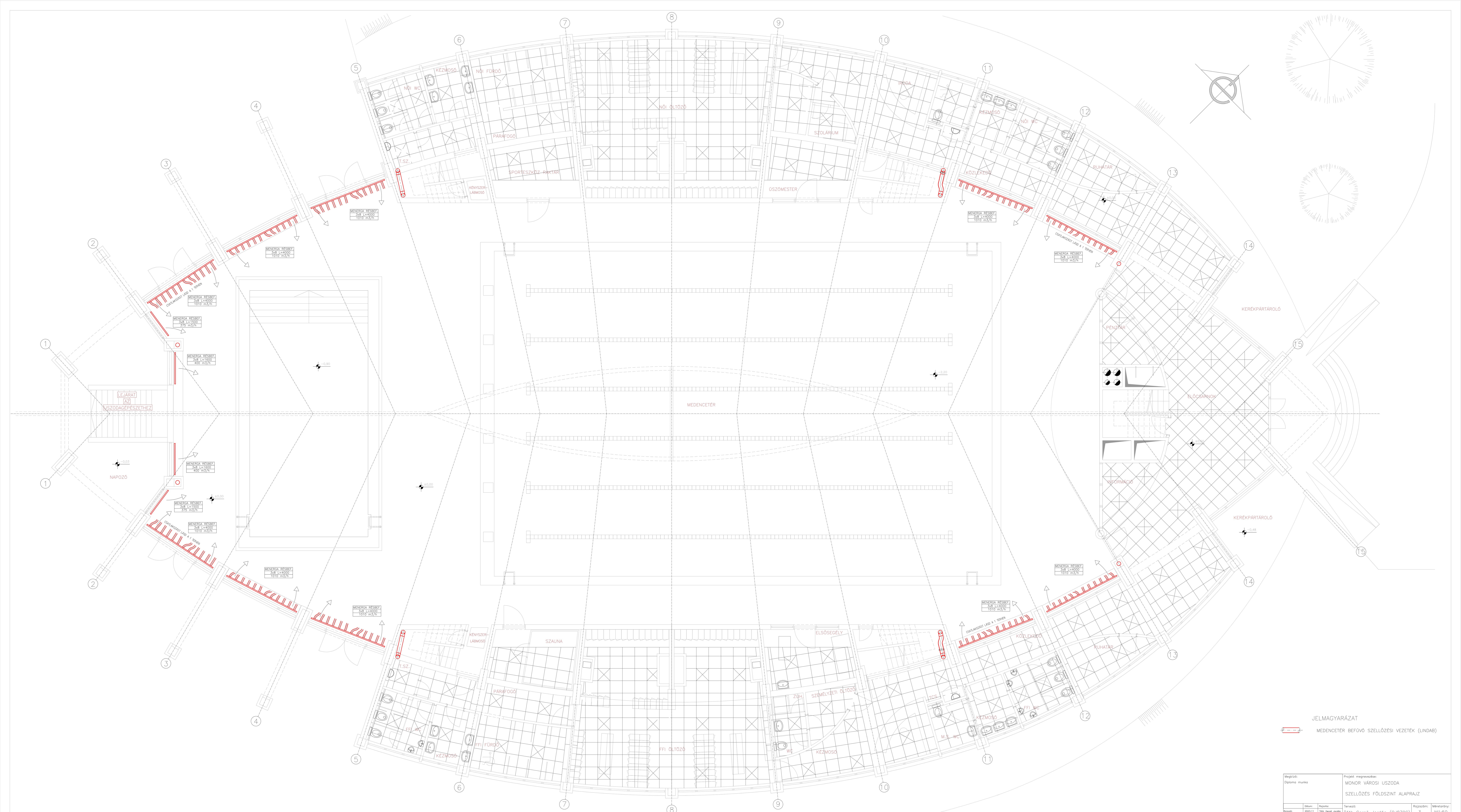
JELMAGYARÁZAT

MEDENCETÉR ELSZÍVÓ SZELLŐZÉSI VEZETÉK (LINDAB)

MEGJEGYZÉS

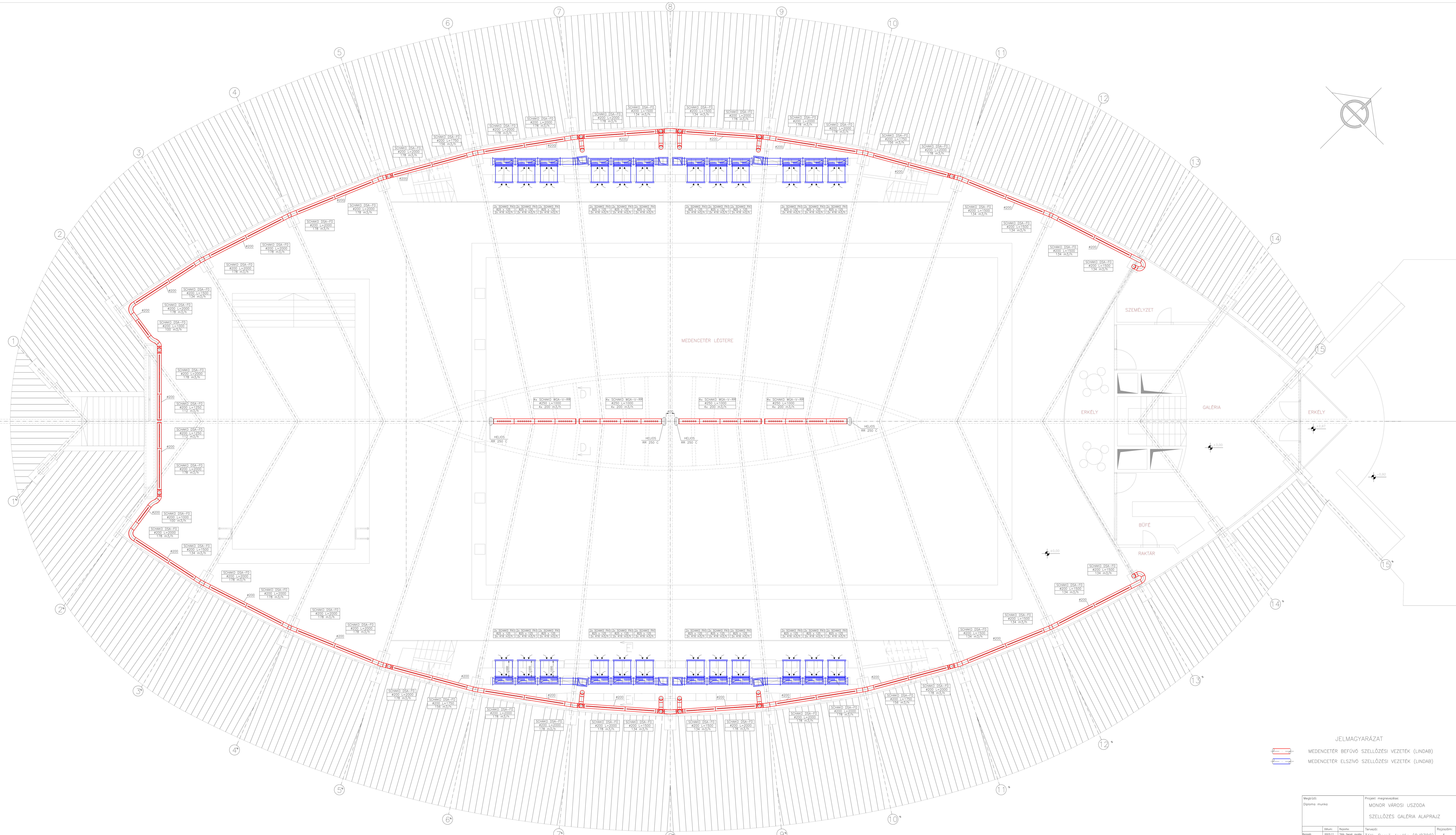
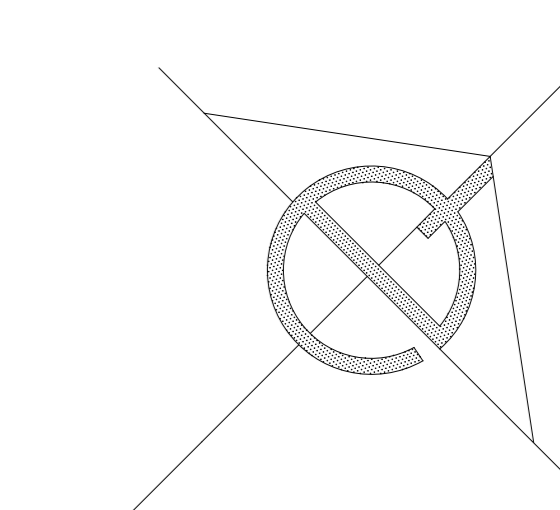
AZ ELSZÍVÓ LÉGCSATORNA HÁLÓZATOT ÉS MÉRETEZÉSET
LÁSD A 4. TERVEN

Megíró: Diploma munka	Projekt megnevezése: MONOR VÁROSI USZODA SZELLŐZÉS ELSZÍVÁS ALAPRAJZ			
Dátum: 2023.11.	Nyelve: Tén. Gerög. szöveg.	Tervező: Tóth Gergő Jordán (QJ870C)	Rajzszám: 2	Méretarány: M1:50



JELMAGYARÁZAT
 MEDENCETER BÉFŐVŐ SZELLŐZÉSI VEZETÉK (LINDAB)

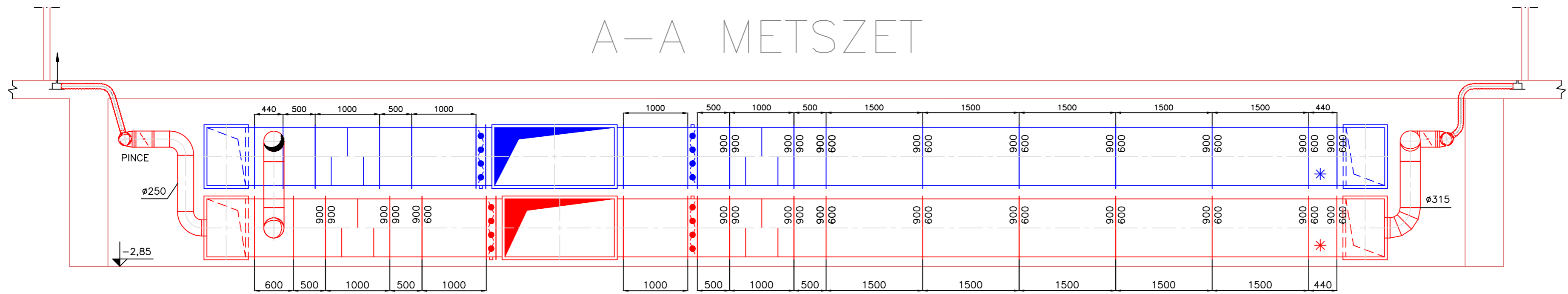
Működő: Diploma munka		Projekt megnevezése: MONOR VÁROSI USZODA SZELLŐZÉS FÖLDSZINT ALAPRAJZ			
Stnum	Aljatsz	Tervező	Rajzolási	Méretarány	
2023.11	10m Gergely János	Tóth Gergő Jordán (018700)	3	M1:50	
Rajzolt	2023.11	Bőve Ágnes			



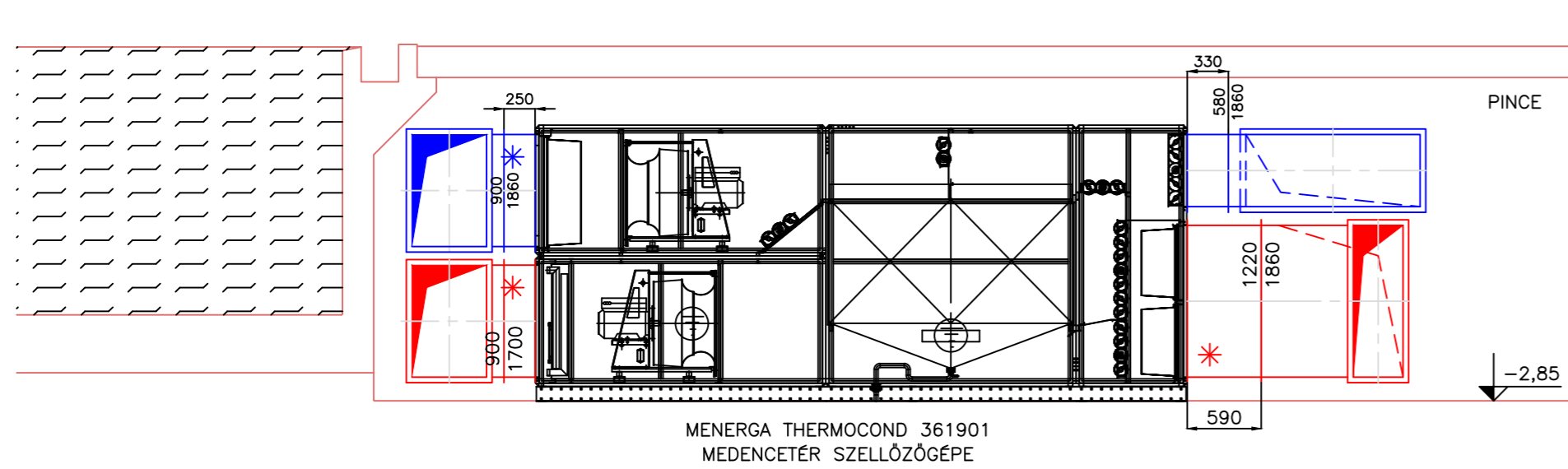
- JELMAGYARZAT**
- MEDENCÉTER BEFŰVŐ SZELLŐZÉSI VEZETÉK (LINDAB)
 - MEDENCÉTER ELSZŰVŐ SZELLŐZÉSI VEZETÉK (LINDAB)

Megbízó:	Diploma munka	Projekt megnevezése:	MONOR VÁROSI USZODA SZELLŐZÉS GALÉRIA ALAPRAJZ						
Sítmó:	2025.11.	Rajzosa:	Tóth Gergely	Tervező:	Tóth Gergely	Rajzszám:	4	Méretarány:	M1:50
Rajzolt:	2025.11.	Ellátott:	Bócsa Zoltán	Tervező:	Tóth Gergely	Rajzszám:	4	Méretarány:	M1:50

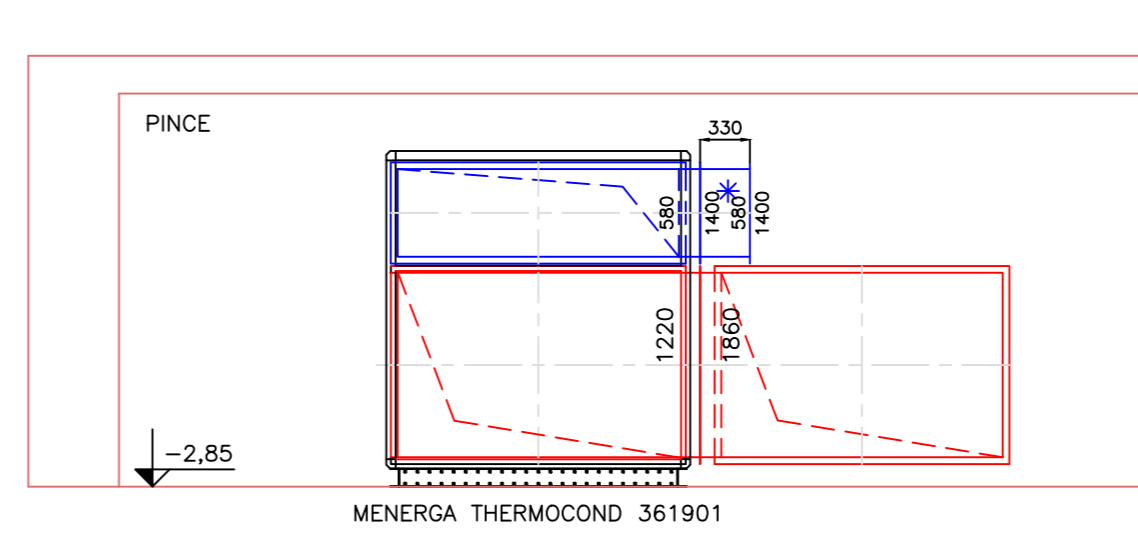
A-A METSZET



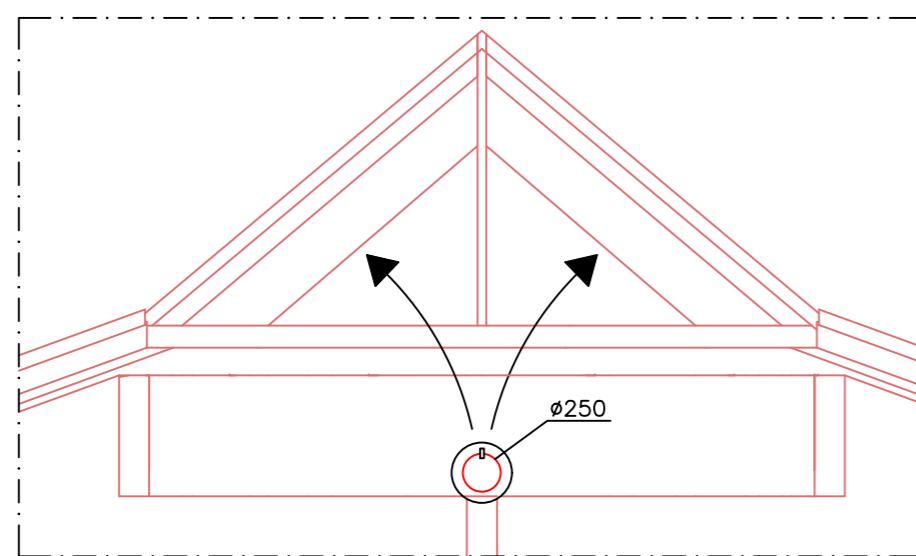
B-B METSZET



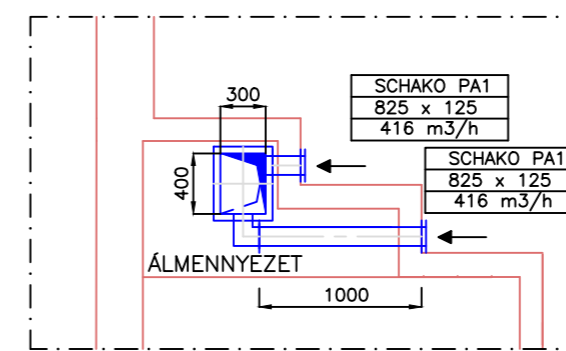
C-C METSZET



D-D METSZET



E-E METSZET



JELMAGYARÁZAT

- MEDENCETÉR BEFÚVÓ SZELLŐZÉSI VEZETÉK
- MEDENCETÉR ELSZÍVÓ SZELLŐZÉSI VEZETÉK

Megbízó: Diploma munka		Projekt megnevezése: MONOR VÁROSI USZODA SZELLŐZÉSI METSZETEK		
Dátum:	Rajzolta:	Tervező:	Rajzszám:	Méretarány:
2023.11	Tóth Gergő Jordán	Tóth Gergő Jordán (QJ870C)	5	M1:50
Ellenőr:	2023.11	Bokor András		