

MŰTŐK KLIMATIZÁLÁSA



**Magyar Mérnöki Kamara
Kiadványsorozata 2025.**

MŰTŐK KLIMATIZÁLÁSA

**MMK FAP azonosító:
2025/101-ÉGT-EÜMT**

Budapest, 2025. május

A sorozat szerkesztője:
WAGNER ERNŐ
a Magyar Mérnöki Kamara elnöke

Készült a Magyar Mérnöki Kamara Épületgépészeti Tagozata és Egészségügyi-Műszaki Tagozatának gondozásában, a 2025. évi Feladat Alapú Pályázatok pénzügyi keretéből.

A kiadvány a Magyar Mérnöki Kamara tulajdona. Másolása, teljes terjedelmében való közzététele csak a Kamara engedélyével lehetséges. Minden jog fenntartva.

Szerzők:
Tuczai Attila 19-0048
Pólya Endre 13-7358
Kerese János 01-4042
Belányi Zsolt 13-10231
Tuczai Péter BIM és CAFM Szakértő

Lektorálta:
Szlovák Krisztián 01-10277

Kiadó:

Magyar Mérnöki Kamara
1118 Budapest, Budaörsi út 125/A.
info@mmk.hu, www.mmk.hu

TARTALOMJEGYZÉK

1. Vezetői összefoglaló (Pólya Endre).....	7
1.1 Egy kis történelem.....	8
1.2 Az aktualitásról.....	9
2. Műteti sebfertőzést okozó mikroorganizmusok (Pólya Endre)	11
2.1 A fertőzési lánc.....	12
3. Műtők orvostechnológiai kialakítása, nemzetközi kitekintés (Kerese János)	20
3.1 Optimális műteti környezet biztosítása	20
3.1.1 A műtőblokk zónabeosztása.....	21
3.1.2 Műtő előkészítése műtetre.....	22
3.1.3 Műteti izoláció.....	23
3.1.4 Sebészeti műszerekre vonatkozó előírások	25
3.1.5 Műtői légtechnika	25
3.1.6 Műtő felületeinek tisztítása, fertőtlenítése (takarítás)	26
3.1.7 Műtők kialakítása.....	26
3.2 Higiénés követelmények teljesítése	27
3.3 Légtechnikai követelmények.....	28
4. Műtők épületgépészeti kialakítása (Tuczai Attila)	33
4.1 Hőmérséklet-vezérelt légáramlás (TcAF).....	33
4.2 A légtechnikára vonatkozó magyar és német előírások	35
4.2.1 OP-Raume Ia (MSZ 03-190 I-es helyiségcsoport).....	36
4.2.2 OP-Raume Ib (MSZ 03-190 II-es helyiségcsoport)	41
4.2.3 Általános higiéniai előírások (III-as Helységcsoport)	42
4.3 Műtői légtechnika	42
4.3.1 Műtők hőtechnikai számításai	43
5. Műtők légbevezetési rendszere (Tuczai Attila).....	47
5.1 Laminar air flow geometriai méretének meghatározása.....	49
5.2 Laminar air flow rendszer elemei.....	50
5.2.1 A HEPA meghatározása	51
5.3 Panel műtők kialakítása	53
5.4 Hibrid műtők és robotkar.....	56

6. Műtők klímagépei (Tuczai Attila)	61
6.1 Klímagép hűtési teljesítménye	61
6.2 Klímagép közvetítő közeges hővisszanyerő	64
6.3 Klímagép fűtési hőcserélő	66
6.4 Téli nedvesítés gőz beporlasztás	66
6.5 Csíráatlanítás	67
6.6 Klímagép összeállítása, zajszintek	71
6.7 Légcsatorna hálózat ellenállása és nyomástartás	72
6.8 Hűtőgépek, abszorpciós hűtő	76
7. Épületfelügyeleti rendszer (Tuczai Attila)	79
7.1 Abszorpciós hűtőgép felügyelete	79
7.2 Klímagépek felügyelete	80
7.3 Klimatizált terek felügyelete	83
8. Légtechnikai beszabályozás (Tuczai Attila)	89
9. Klímarendszerek üzembe helyezése (Tuczai Attila)	91
10. Klímarendszerek üzemeltetése FM-BIM rendszerekben (Tuczai Péter)	98
10.1 Bevezetés	98
10.2 BIM és CAFM rendszerek az üzemeltetésben	98
10.3 Klímarendszerek üzemeltetési követelményei	99
10.4 BIM-CAFM alapú üzemeltetési folyamatok	99
10.5 BIM és CAFM integráció gyakorlati példákban	100
10.6 Jövőbeli fejlesztések és trendek	102
10.7 Összegzés	104
11. A műtők gépészeti rendszereinek automatizálása (Belányi Zsolt)	106
11.1 Bevezetés	106
11.2 Tervezés	106
11.3 Felügyeleti rendszer szintjei	108
11.3.1 Az automatizálás terepiszintje	109
11.3.2 Az automatizálás berendezés szintje	110
11.3.3 Az automatizálás hálózati és felügyeleti szintje	112
11.4 Automatika adatpont	113
12. Mellékletek	117

1. melléklet: Műszaki leírás légtechnikai gépházak (Tuczai Attila)	117
2. melléklet: Műtőblokk klíma műszaki leírás (Tuczai Attila)	131
3. melléklet: EN 1822 szűrőszabvány (IMEX Filtertechnika Kft).....	135
4. melléklet: HVAC rendszer (TME Hungary Kft)	138
Irodalomjegyzék a 4-9-ig tartó fejezetekhez (Tuczai Attila)	141
Ajánlott irodalom jegyzéke (Pólya Endre)	142
Ábrajegyzék.....	143
A sorozat keretében eddig megjelent kiadványok	145

1. Vezetői összefoglaló (Pólya Endre)

Egy betegellátó intézmény levegője könnyen válhat fertőzéseket terjesztő tényezővé. A levegő a normál kórházi üzemben könnyen kontaminálódhat fertőző váladékokkal, akár a betegtől (pl. váladékcseppek), akár az élettelen környezettől (pl. víz), így akár kórházi fertőzések terjesztő közegeként is szerepelhet. A fertőző betegségek megelőzésében fontos szerepe van a levegőhigiénének, különösen az invazív beavatkozások helyszínein, így hangsúlyosan a műtőkben.

A korszerű műtőkben gépi úton szükséges fenntartani a kívánt, előírt légállapotot, biztosítani a légcserét. A fűtés és hűtés, szellőztetés, légkondicionálás számos célt szolgál egy egészségügyi intézményben, így a műtőkben is:

- a hőmérséklet és páratartalom szabályozása, komfortzónában tartása;
- kellemetlen szagok és szennyeződések eltávolítása;
- az elhasznált levegő eltávolítása;
- a légúti terjedésű kórokozók terjedési rizikójának csökkentése.

A központi levegőellátó rendszer előnye, hogy a környezetből a betegellátó egységek felé biztosított levegő-utánpótlás során a bepótolt levegő egységesen kezelhető (párásítható, hőmérséklete beállítható). Emellett megfelelő műszaki megoldásokkal a különbözően szennyezett levegőjű részlegek közötti pozitív vagy negatív nyomáskülönbség könnyen és folyamatosan fenntartható. Azon egységekben, ahol kiemelten fontos a levegő csíraszámának alacsonyan tartása (pl. műtőtermek), ott a betáplált levegő megfelelő filtrációval lényegében csíramentessé tehető.

A mesterséges levegőellátásnál elengedhetetlen a betáplált levegő megfelelő szűrése. Ennek érdekében a légcsatornába a beszívó nyílás után durva, majd finom rácsátmérőjű filtereket helyeznek el; ezek az ún. durva szűrők. Feladatuk, hogy a nagyobb szennyeződések, illetve a mikroorganizmusok többségét a betáplálendő levegőből kiszűrjék, valamint a levegő előrehaladási útján a következő szűrőt megóvják a gyors eltömődéstől. Mikrobiológiai hatékonysága ezeknek a „durva szűrőknek” alacsony-közepes: a levegőben található mikroorganizmusok $\leq 90\%$ -át távolítják el, az $5\text{ }\mu\text{m}$ -nél kisebb részecskék nem kerülnek kiszűrésre.

A műtőkben szükséges, mikrobiológiailag még tisztább levegő elérése érdekében a levegő további szűrésére van szükség. E célra szolgálnak az ún. HEPA-filterek, melyek már az $5\text{--}3\text{ }\mu\text{m}$ szemcseméretű részecskéket is kiszűrjük. A műtőkben alkalmazott HEPA-filterek hatékonysága $99,97\%$ a $0,3\text{ }\mu\text{m}$ -nél nagyobb részecskék vonatkozásában. (Referenciaként a levegő *Aspergillus*-spóratartalma szolgál, melynek átmérője $2,5\text{--}3,0\text{ }\mu\text{m}$)

A filterek alkalmazása esetén a szűrők pórusátmérőjétől függően nyomáscsökkenéssel kell számolni, melyet üzemszerűen, folyamatosan kompenzálni szükséges.

A levegő mikrobamentesítésére alkalmazott filterek nem örök életűek. Rendszeres karbantartásuk és cseréjük fontos annak érdekében, hogy a mesterséges levegőellátás és a megfelelő levegőhigiéne folyamatosan biztosítható legyen. Az egyes szűrők cseréje kapcsán a szűrőket gyártók utasításait is figyelembe kell venni! Ez természetesen már az Üzemeltető feladatát képezi, csakúgy, mint a gépek és egyéb részegységek, valamint a légcsatornák rendszeres tisztítása, fertőtlenítése.

1.1 Egy kis történelem

Manapság szinte el sem tudjuk képzelni, hogy 150-200 évvel ezelőtt hihetetlen fájdalommal járó, életveszélyes operációk voltak. A fájdalomcsillapítás, sebfertőtlenítés nem olyan régi találmánya az emberiségnek - mint gondolnánk - és ezek nélkül sebészeti beavatkozást végezni ma már elképzelhetetlen lenne.

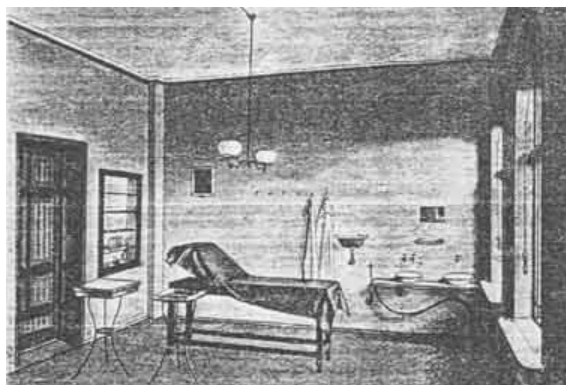
A sebészeti beavatkozások kezdetét a távoli múlt köde takarja. Az ősi csontmaradványokról az is kiderül, hogy már több tízezer éve végeztek koponyalékelést. Az antik sebészet a legmagasabb szintre a császári Rómában emelkedett. A középkori orvosok képzettsége elsősorban könyvtudáson alapult, elméleti jellegű maradt. Gyakorlati beavatkozásokra - ideértve a műtéteket is - nem vállalkoztak. Így különböző mesteremberek, borbélysebészek és fürdősök vágtak eret, köpölyöztek, adtak beöntést stb. A sebészet fejlődési folyamata a XVI. századtól vett lendületet. A műtéti eljárások terén jelentős mérföldköve a fájdalomcsillapítás, a narkózis elterjedése a XIX. század közepén, de még megoldatlan volt a legnagyobb probléma, a műtéteket oly gyakran követő sebfertőzés elkerülése. Mindig is akadtak sebészek, akik tiszta körülmények között igyekeztek operálni. Semmelweis kóroktani elmélete pedig az aszeptikus elv első következetes kifejtése volt. Az aszeptikus szemléletnek fokozatos érvényesülésével javulni kezdtek a műtéti eredmények. A modern, tudományos alapokon nyugvó aszeptikus munkamódszert a XX. század hozta el. Ennek elemei: a műtéti helyiség maximális tisztántartása, fertőtlenítése, a műtéti ruházat, a kötszerek és műszerek sterilizálása, a maszk viselése stb.

A mai, korszerű műtők építészeti kialakításában igazi mérföldkőnek számít Gustaf Adolf Neuber (1850-1932) német sebész új követelményrendszere. Fontosnak tartotta a fokozott tisztaságot. 5 műtőből álló sebészetén mindegyik műtőnek meghatározott rendeltetése volt: a „tisztá” beavatkozásokat és a fertőző eseteket külön helyiségben operálták. A műtők padozata márvány terazzóból készült, a falak és minden felület porózus mentes kivitelű, azaz könnyen takarítható volt. A korábban fából készült asztalt fémből készült asztalra cserélte. A műtétek előtt a személyzet kezét mosott és

fertőtlenítést is végeztek. A személyzet ruháját, a műtéthez használt eszközöket kifőzték. A korábbi időkre jellemző nézőközönséget a műtőből kitiltotta. A műtőkben csak a szükséges létszámú személyzet és a lehető legkevesebb eszköz, berendezési tárgyat engedte meg.



1. ábra XIX. századi műtő



2. ábra G.A Neuber műtője

A műtőkben légkondicionáló berendezést a fejlett technikával és egészségügyi ellátással rendelkező országokban első ízben 1929-ben készítettek, majd 1937-ben Bostonban megépítették az első, teljesen klimatizált kórházat; a műtőket külön légkondicionáló berendezéssel látták el. A klimatizálás első hazai kísérletével Budapesten az Üllői út 78.sz. alatti Sebészeti Klinikán találkozunk: 1939-ben elkészült a műtői klímaberendezés. Hazánkban az 1960-as évek elején az egészségügyileg fejlett országok műszaki ellátásának tanulmányozása irányította rá újból a figyelmet a külföldön már megoldott és széles körben alkalmazott légkondicionálási lehetőségekre.

1.2 Az aktualitásról

Közismert, hogy az emberiség tudása, a technikai lehetőségek folyamatos változása, fejlődése mellett a természetes környezetünk is változik. Ez utóbbi egyik jól érzékelhető jele a minket körülvevő környezet klímájának változása. Ez a jellemző hőmérséklet megváltozását éppúgy jelenti, mint a levegőben jelenlevő szennyeződések, porok összetételének változását. Az elmúlt évek nagy nyári melege indokoltá teszi a 10 évnél korábban készült műtők klímatechnikai rendszereinek felülvizsgálatát. A hűtőgépek szükségesnél kisebb teljesítménye, a beépített klímarendszerek meghibásodása indokolhatja a műtők gépészeti rendszereinek átvizsgálását, felújítását, korszerűsítését. A műtői technológia fejlődése egyre több, akár jelentős hőleadással működő eszköz, berendezés jelenlétét igényli a műtőkben (sebészeti robot, hibrid-műtő stb.). A műtőknek folyamatosan meg kell felelniük a legújabb orvostechnológiai, higiéniai, sterilítási, és biztonságtechnikai követelményeknek.

Ez a légtechnikai tervezési elvek, számítási módszerek, a beépíthető műszaki megoldások (gépek, légkezelők, szűrők, légbevezetők stb.) méretezésének felülvizsgálatát, újragondolását tette szükségessé. A gépész tervezők és a kórházi műszaki vezetők részére készült segédletben gépészeti tervezéshez, és a műtők klímatechnikai rendszereinek szakszerű üzemeltetéséhez adunk közre hasznos információkat.

A segédletben a hazai tapasztalatokon és rendelkezéseken túlmenően a német DIN és VDI előírásait is ismertetjük, részletezzük a műtőkben alkalmazandó légbevezetési rendszereket. Ismertetjük a szükséges levegő szűrési fokozatokat, frisslevegős légcsereszámokat, túlnyomás szinteket, melyek a műtők légterének a sterilitását hivatottak biztosítani. Mollier „h-x” diagramban ábrázoljuk a műtő légterében végbemenő állapot változásokat +35 °C 40% és +38°C 40% külső légállapotoknál. Részletezzük a légtechnikai rendszer gépeinek tervezési, kiválasztási szempontjait. Külön fejezetben ismertetjük az épületfelügyeleti rendszereket, valamint bemutatjuk a beüzemelés, beszabályozás és az üzemeltetés korszerű megoldásait is.

A meglévő műtők felülvizsgálatához vagy új műtők gépészeti tervezéséhez a segédletben megtalálhatók azok a méretezési és kiválasztási adatok, melyek a szakszerű munka elvégzéséhez szükségesek. Közreadjuk a műtők tervezéséről és az üzemeltetésről szerzett tapasztalatainkat.

Tisztelt Olvasó!

Soha nem szabad szem elől téveszteni, hogy a terv nem cél, hanem eszköz: arra kapja a mérnök a megbízást, hogy egy korszerűen üzemelő kórházat vehessenek használatba, ahol a beteg meggyógyítása a fő cél. A tervező mérnökként megalkotott elképzelésünk, előírásunk, tervdokumentációnk alapján a kivitelező megvalósítja azt, amit majd karbantartva, folyamatosan úgy kell üzemeltetni, hogy a teljes rendszer működése a műtőben „észrevétlenül” biztosítsa a biztonságos betegellátást. Ennek érdekében a terveknek minden olyan megoldást is tartalmaznia kell, amely az üzemeltetés, karbantartás, fertőtlenítés során szükséges lesz. Amit nem tartalmaz a terv, azt biztosan nem valósítja meg a kivitelező! Akkor jó a tervezett rendszer, ha az gazdaságosan, hatékonyan folyamatosan működik.

Ehhez szolgál útmutatóként jelen segédletünk.

2. Műtéti sebfertőzést okozó mikroorganizmusok (Pólya Endre)

Egészségügyi ellátás során a leggondosabb ápolás és a szabályok maradéktalan betartása mellett is számolni kell azzal, hogy a betegnél alaptermésével össze nem függő másodlagos megbetegedések léphetnek fel. Mindazokat a fertőzéseket, amelyek a kórházi tartózkodással, tágabb értelemben mindennemű orvosi beavatkozással kapcsolatosak a forrásra utaló, a „kórház” jelentésű görög noszokomio szóból képzett kifejezéssel nozokomiális fertőzéseknek nevezzük. E helyett egyre inkább a healthcare-associated infection (HAI), az egészségügyi ellátással összefüggő fertőzés használata van elterjedőben.

A leggyakoribb fertőzések:

- hugyúti fertőzések
- a műtéti seb fertőződése
- gyomor- és bélrendszeri gyulladás
- véráramfertőzés (szepszis)
- tüdőgyulladás
- bőrt érintő fertőzés.

A műtét gyógyító vagy diagnosztikus céllal végzett orvosi beavatkozás, amellyel a szövetek folytonosságát közvetlenül, vagy közvetve megszakítják, vagy helyreállítják. A műtétek minden esetben kockázatosak a páciensek számára. A kockázatok között megtalálhatóak a műtét utáni szövődmények, így a beavatkozás során szerzett fertőzések, amelyeknek számos oka lehet. A nozokomiális fertőzések 15-20 %-t a sebfertőzések teszik ki.

Fertőzésnek (infekció) azt nevezzük, amikor egy kórokozó okoz a szervezetben betegséget. A kórokozók sokfélék lehetnek, és szervezetbe jutásuk is különféle módon és forrásokból történhet.

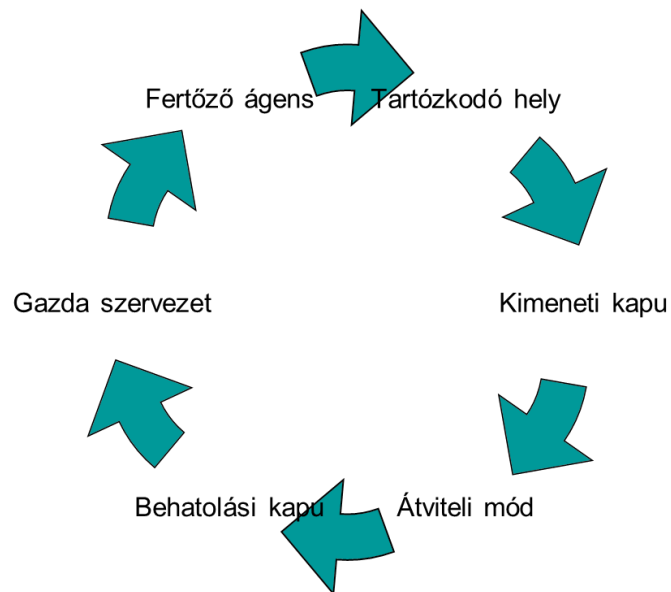
Fertőzéseket okozhatnak a vírusok, baktériumok, gombák vagy paraziták. Ezek az élőlények fajtától függő módon terjednek: emberről emberre közvetlenül, rovarok által, cseppfertőzéssel, vérrel, felületeken megmaradt kórokozók által, levegőben stb. A vírusok, baktériumok, gombák és paraziták nem mindegyike okoz betegséget még a szervezetbe jutáskor sem, sőt, az egészséges szervezetben számos ilyen élőlény él, jótékony hatást kifejtve.

2.1 A fertőzési lánc

A fertőzés alapvetően a fertőző mikroorganizmus és egy fogékony szervezet kölcsönhatásából jön létre, de ahhoz, hogy a fertőzés megtörténjen, több tényező is szükséges – ezt hívjuk fertőzési láncnak. A fertőzési láncot bármelyik eleménél meg lehet szakítani.

A fertőzési lánc elemei:

- Fertőző mikroorganizmus (fertőző ágens). Fertőzési képességük különböző lehet, függ az adott kórokozó fertőzési képességétől és dózisától is.
- Rezervoár, vagyis az a közeg (víz, étel, levegő), hely (egy tárgy, amin megtelepedett a mikroorganizmus) vagy szervezet (ember, állat), ahol a kórokozó életben tud maradni, de nem biztos, hogy ott szaporodni is tud.
- Kilépési kapu, vagyis annak módja, ahogy a mikroorganizmus elhagyja a forrásként szolgáló helyet. Cseppfertőzéssel történő fertőzés esetén ez lehet például a köhögés vagy tüsszögés közben kilélegzett kis nyálcsepp.
- Terjedési mód, vagyis az a mód, ahogy a fertőzés a rezervoárból a fogékony szervezetbe terjed (cseppfertőzéssel, direkt kontaktussal, közvetítő által).
- Belépési kapu, vagyis az a hely, ahol a kórokozó bejut a szervezetbe. Ez lehet például a nyálkahártya, az emésztőrendszer, egy nyílt seb, de akár egy katéter is okozhat húgyúti fertőzést.
- Fogékony szervezet, vagyis olyan személy, aki fogékony az adott fertőzésre, mert az adott pillanatban nem rendelkezik vele szemben megfelelő ellenállóképességgel.



3. ábra A fertőzési lánc

A műtéti sebfertőzések kialakulásakor a belépési kapu a seb, a rezervoár pedig akár a levegő is lehet, ezért a sebfertőzések megelőzésében fontos a mikroorganizmusoktól mentes tiszta levegő.

Ahhoz, hogy a levegőben levő mikroorganizmusok számának csökkentését biztosító megfelelő műszaki megoldásokat könnyen megérthessük, ismernünk kell a mikroorganizmusok tulajdonságait.

A mikroorganizmusok vagy mikrobák mikroszkopikus, szabad szemmel nem látható élőlények.

A baktériumok egysejtű, pár mikrométeres élőlények, melyek az emberi testen belül és az emberi testen kívüli környezetben is megtalálhatók. Az emberi szervezetben élő baktériumok száma magasabb, mint az emberi sejtek száma – többségük az emésztőrendszerben és a bőr felszínén található. A baktériumok általában 0,3-5 mikrométeresek. A baktériumok összetettebb szerkezetűek, és olyan formákban fordulnak elő, mint a pálcikák, gömbök vagy spirálok. A vírusokkal ellentétben (amelyek nem számítanak életformának) a baktériumok egysejtűek. Saját anyagcseréjük van, és sejtosztódás útján szaporodnak. Genetikai anyaguk szabadon lebeg a baktérium belsejében - az úgynevezett citoplazmában -, amelyet viszont sejtfal vesz körül. A baktériumoknak tehát nincs klasszikus értelemben vett sejtmagjuk (mint az emberi vagy állati sejteknek). Sok baktériumnak van egy másik különleges tulajdonsága is: az úgynevezett flagellák, amelyek lehetővé teszik számukra az önálló mozgást.

A vírusok az élőlényektől eltérően csak örökítőanyagból (DNS vagy RNS) és az azt körülvevő fehérjeburokból állnak. A vírusok mindössze 0,01-0,4 mikrométeresek. A vírusok viszonylag egyszerű felépítésűek. Magjukat a genom, azaz a genetikai információt tartalmazó genetikai anyag alkotja. Ez az anyag lehet kétszálú DNS - mint az emberé -, egyszálú vagy RNS formájában. A genomot egy kapszidnak nevezett fehérjekapszula veszi körül. Néhány vírusnak van egy külső burka is, az úgynevezett lipid membrán. Így megkülönböztetünk burokkal rendelkező vírusokat, mint például a SARS-CoV-2 vagy a Herpesz kórokozók, és burok nélküli vírusokat, mint például a Rota vagy a Norovírus.

A gombák és spóráik szabad szemmel általában nem láthatóak, valamint az általuk termelt anyagok a földben, növényeken, levegőben, belső terekben, sőt az emberi test felszínén és a szervezetben is jelen vannak. A sok millió fajnak csak töredéke veszélyes az egészségre. Átlagosan 3 és 10 mikrométer közötti méretűek. A gombák egy másik, a vírusoktól és a baktériumoktól eltérő életforma. Az állatokhoz vagy növényekhez hasonlóan az úgynevezett eukariótákhoz¹ tartoznak. A gombasejteknek tehát nemcsak sejtmagjuk van, hanem más sejtelemeket is tartalmaznak, például az úgynevezett vakuólumokat, amelyekben többek között tápanyagokat tárolhatnak. Bár a gombákat így az eukarióták közé soroljuk, definíciójuk szerint azonban sem növényeknek, sem állatoknak nem számítanak, hanem teljesen külön nemzetséget alkotnak a magasabb rendű élőlények világában.

A vírusok, baktériumok és gombák mindenhol körül vesznek minket: ott vannak a levegőben, amit belélegzünk, a vízben, amit használunk, vagy a felületeken, amelyeket megérintünk. A baktériumok például por- és szennyeződés részecskékhöz tapadnak, a talajban élnek, vagy az élelmiszerekben vannak - és így nagyobb élőlényekbe kerülnek. Számos baktérium van az emberi szervezetben is (bélrendszer stb.). Egyes baktériumok igazi túlélőművészek. A Coli baktériumok például megfelelő körülmények között akár 16 hónapig is képesek túlélni a felületeken. Sok más baktérium több napig vagy hétig is életben maradhat a környezetében. Némelyikük még extrém körülmények között, például nagy melegben vagy hidegben is képes erre. Némelyiknek pedig még oxigénre sincs szüksége.

A vírusok is hosszú ideig képesek túlélni a felületeken. A Norovírusok például bizonyos helyzetekben akár három hétig is életben maradhatnak. A baktériumokkal ellentétben azonban a vírusoknak idegen gazdasejtekre van szükségük a hosszú távú túlélésükhöz. Be kell hatolniuk az emberi, állati vagy növényi sejtekbe, majd el kell szaporodniuk. Gazdatest nélkül végül maguktól elpusztulnak.

¹ Az eukarióták (Eukaryota) olyan élőlények, amelyek valódi sejtmaggal rendelkező sejtekből állnak (eu = valódi, karüon = sejtmag).

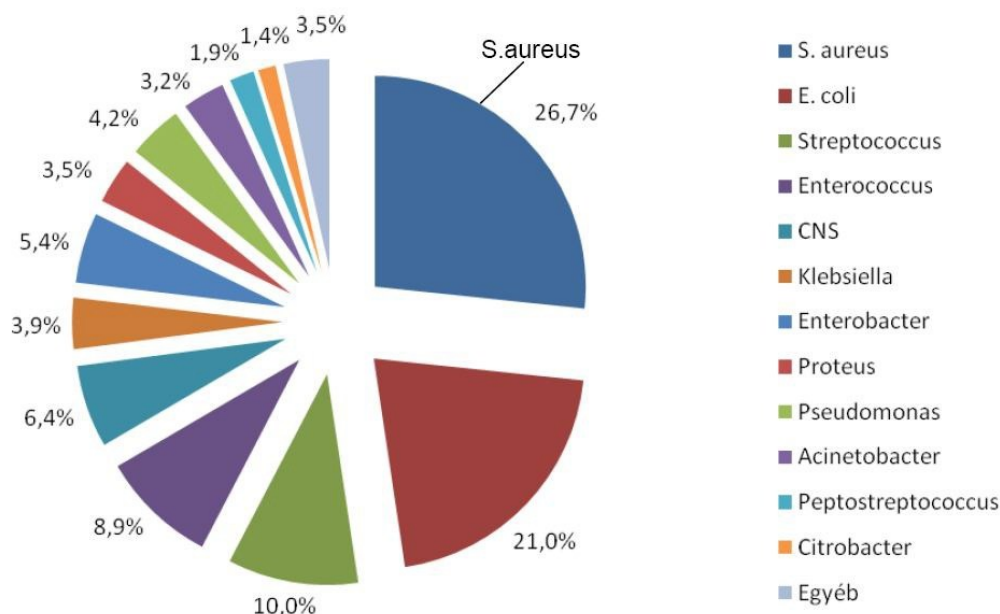
A baktériumokhoz hasonlóan a gombák is különböző környezeti feltételek között fordulnak elő. A penészgombák például szeretik a nedves körülményeket, ezért gyakran megtalálhatók nyirkos falakon, virágcserepekben, zuhanyfülkékben vagy az élelmiszerekben. Egyes gombák azonban a bőrön és a testen érzik otthon magukat, mint például a *Candida albicans* nemzetség. Ők felelősek a candidiasis (szájpenész) nevű fertőző betegségért, és általában az élelmiszerekkel jutnak be az emberi szervezetbe. A felületeken a *Candida albicans* magas páratartalom mellett több hónapig is életben maradhat.

Hogyan betegíthetnek meg a mikroorganizmusok?

Ha kórokozók kerülnek a szervezetünkbe, bizonyos vírusok, baktériumok és gombák betegséget okozhatnak. Amikor a vírusok elszaporodnak, átprogramozzák a szervezet saját sejtjeit - például a fehérvérsejteket -, és megakadályozzák, hogy azok elvégezzék tényleges feladataikat, gyakran elpusztítva őket eközben. Ez pedig különböző betegségeket válthat ki - az egyszerű influenzától a hepatitisig, az AIDS-ig vagy a Covidig. A baktériumok viszont általában nem pusztítják el a sejteket a fertőzés során. Ehelyett a szervezetben zajló anyagcsere-folyamataik során olyan anyagokat termelnek, amelyek az emberre nézve károsak. A szervezet immunrendszere megpróbálja leküzdeni és megsemmisíteni ezeket az anyagokat és a behatolt baktériumokat, ami olyan tünetekhez vezethet, mint a gyulladás, láz vagy a hányás. A bakteriális fertőzés okozta ismert betegségek közé tartozik a hasmenés, a tuberkulózis, a tüdőgyulladás vagy a különböző húgyúti és sebfertőzések.

A gombák által okozott fertőző betegségeket mikózisoknak nevezzük. Ilyen például a lábgomba vagy a körömgomba. A kórokozók, amelyek emberről emberre terjednek (általában bőrpikkelyeken keresztül), repedéseken át jutnak be a bőr szarurétegébe, ahol aztán megtámadják a szöveteket. Bár a bőrgombák viszonylag ártalmatlanok, egyes mikózisok a légutakat vagy a nyálkahártyákat érintik. Ezek azonban a legtöbb esetben az egészséges emberek számára nem okoznak problémát, mert a megfelelően működő immunrendszer le tudja küzdeni a gombaspórákat, megakadályozva a fertőzést.

Sebfertőzések kórokozói, 2004-2010.



4. ábra Sebfertőzések kórokozói; forrás: A Nemzeti Nosocomialis Surveillance Rendszer eredményei. <http://oek.hu/oek.web?to=1698&nid=841&pid=1&lang=hun>

A sebfertőzések leggyakoribb kórokozói a következők voltak: Staphylococcus aureus (26,7%), Escherichia coli (21,0%), Streptococcus spp. (10,0%), Enterococcus spp. (8,9%), Coagulase-negatív Staphylococcus (6,4%), Enterobacter spp. (5,4 %), Pseudomonas spp. (4,2%) és Klebsiella spp. (3,9%).

Mint látható, a sebfertőzések kórokozói jellemzően és döntő mértékben a különféle baktériumok. A sebfertőzések kialakulásában a veszélyforrások: a műtő levegője, a használt sebészeti eszközök és a beteg endogén flórája.

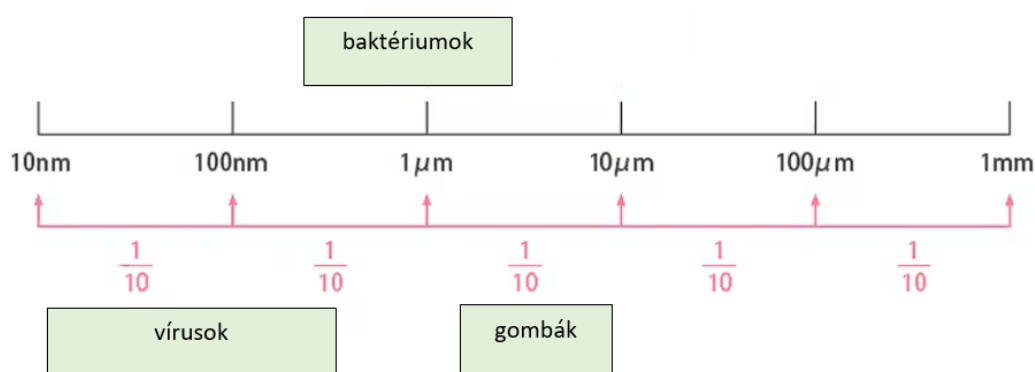
Légúti terjedésről akkor lehet szó, ha a fertőzést terjesztő mikroorganizmusok a levegőnek 5 µm-nél kisebb részecskéire kerülnek rá. Az ilyen méretű részecskék hosszú ideig lebegnek a levegőben és nagy távolságokra jutnak el. A rajtuk levő kórokozók egy része jól tűri a kiszáradást (pl. TBC baktérium) és sokáig fertőzőképes marad.

A műtéti sebfertőzés elleni védelem az aszepszis módszereivel lehetséges, így érhető el a mikrobamentesség. Ennek megvalósítása azon munkamódszerek, munkafolyamatok, magatartás-formák összessége, amelyekkel a mikroorganizmusok a beteg szervezetétől, de különösen annak nyitott testszöveteitől, nyálkahártyájától, testüregeitől, testnyílásaitól távol tarthatók. Az aseptikus betegellátás legfontosabb alapelve: minden olyan eszköznek, műszernek, anyagnak – így a levegőnek is - sterilnek kell lennie, ami az emberi szervezet nyílt testszöveteivel, nyálkahártyájával, testnyílásaival, testüregeivel

érintkezésbe kerül. A levegő mikrobamentesítésének („sterilizálásának”) során a cél, hogy a levegőben ne legyen élő mikroorganizmus, pontosabban fogalmazva: ne legyen annyi élő patogén fertőző ágens, ami fertőzést eredményezhet.

A műtő levegőjében a kórokozóknak több forrása is van: a mesterséges levegőellátás során bejuttatott levegő mellett a műtőben dolgozó személyek (beteg, egészségügyi dolgozók) által kilélegzett levegő, az izzadság, valamint a beteg endogén flórája. Ennek következtében különös jelentősége van a műtőteremben a légcsere mértékének. Az intenzív légcsere képes fenntartani a kórokozók alacsony koncentrációját.

Tekintettel arra, hogy a műtőbe mesterségesen bejuttatott levegő „sterilizálásának” leggyakoribb módszere a szűrés, az alábbi ábrán a kórokozók mérete kerül összefoglalásra, szemléltetésre.

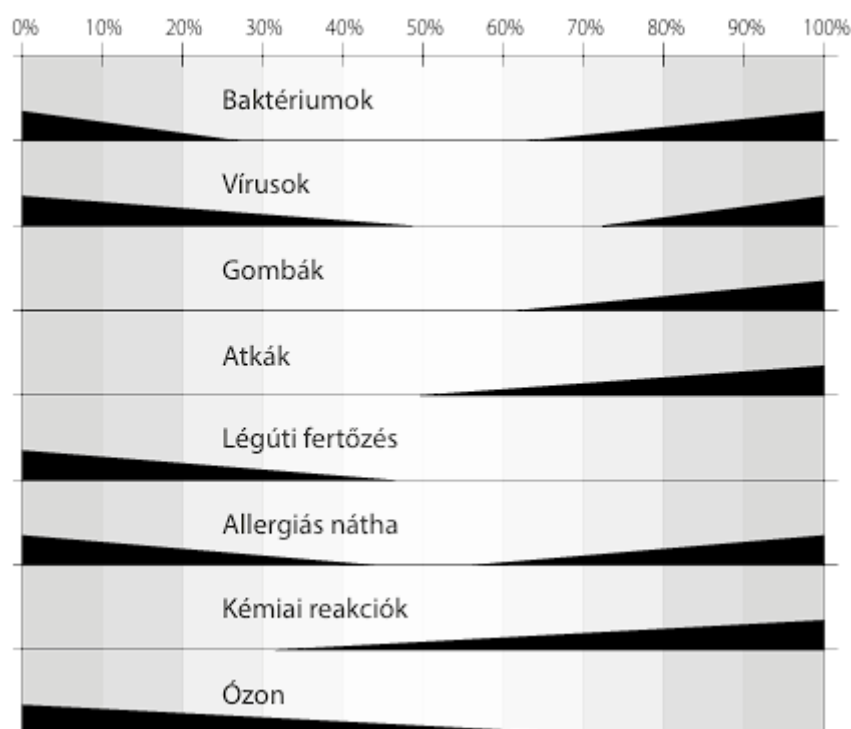


5. ábra A mikroorganizmusok méretének összehasonlítása

A műtőkben biztosítandó levegő minőségének egyik fizikai jellemzője a páratartalom, így fontos azt is tudni a kórokozókról, hogy ennek milyen hatása van ezen fertőző ágensekre.

A környezeti páratartalom döntően befolyásolja a kórokozók túlélési képességét és a legkisebb permetcseppek lebegésének jellemzőit.

A 40 % alatti relatív páratartalmú száraz beltéri levegő hatására a vírusokkal teli apró cseppek megszáradnak. Ez mintegy tartósítja a kórokozókat, amelyek így nagyon hosszú időn át megőrzik fertőzőképességüket. Az optimális 40–60 %-os relatív páratartalom esetén a permetcseppek éppen csak annyira mennek össze, hogy a középpontjukban megnövekedett sókoncentráció elpusztítja a bennük lévő vírusokat és mikroorganizmusokat. Ez látható a Scofield-Sterling-féle alábbi fertőzési diagramon is. A vírusok, kórokozók, gombák és baktériumok okozta fertőzések valószínűsége a 40 és 60 % közötti tartományban a legalacsonyabb.



6. ábra Scofield-Sterling diagram

Több mint 50 éve tudományosan bizonyított tény, hogy az alacsony páratartalom (és a helyiségek alacsony hőmérséklete) elősegíti a mikrobák terjedését a levegőben. Kimutatták, hogy száraz levegőben könnyebben és nagyobb számban kerülnek be a szervezetbe a fertőzéseket kiváltó kórokozók (baktériumok, vírusok), a gombaspórák és -részecskék. A levegőben, az aeroszolnak nevezett mikroszkopikus méretű permetcseppek útján történő terjedés igen hatékony, az átvitel útját pedig nehéz nyomon követni. Az inaktív mikrobák napokig megmaradhatnak a felületeken, mielőtt például a helyiség hőáramlásának segítségével elérnék és megfertőznék céljukat. Különböző csoportokkal végzett számos klinikai vizsgálat kutatási eredményei igazolták, hogy a levegő párasítása hatékony megelőző intézkedés.

Fizikai-biológiai háttér. A levegőben terjedő mikrobák túlélési ideje a páratartalomtól függ. Míg nagyon magas páratartalom esetén több órán át is megélnek, 40 és 60% közötti páratartalomnál percekben belül inaktiválódnak. Ha a páratartalom 40% alá esik, a vírusok és mikrobák túlélési ideje akár több órára nyúlik. Szó szerint konzerválódnak a megszáradt cseppekben. Ennek fizikai és biológiai magyarázata az aeroszolok fizikájában keresendő: körülbelül 50%-os relatív páratartalom mellett a termodinamikai egyensúlyi állapot eléréséig fennálló vízleadás az oldott és szuszpendált anyagok többszörös túltelítettségét okozza. Az aeroszolcseppekben lévő túltelített oldat néhány percen belül inaktiválja a mikrobákat. Ha a beltéri páratartalom a 40–45%-os küszöbérték alá esik, az anyagok kiszáradnak, és másodpercekben belül kikristályosodnak. A mikrobák a megszáradt aeroszolzrészecskékbe zárva maradnak

anélkül, hogy inaktiválódtak volna. A sejtmembránok érintetlenek maradnak, és a mikrobák megőrzik fertőzőképességüket. Újbóli hidratálás esetén, például, ha a nedves nyitott szöveti felületekre kerülnek, a mikrobák ismét kiszabadulnak, és fertőzést tudnak kiváltani.

Az emberi szervezet szempontjából a 40–60 %-os relatív páratartalom az optimális. Ez a tartomány rendkívül kedvezőtlen a kórokozók, gombák és baktériumok számára, így az ilyen levegő alig tartalmaz az emberekre nézve káros részecskéket. A nozokomiális fertőzést, műtéti sebfertőzést okozó mikroorganizmusokkal való megfertőződés veszélye ezért ebben a sávban minimális.

A levegőben terjedő, műtét során fertőzést okozni képes kórokozók jelenlétét és inaktivitását a műtőbe bejutatott hatékonyan szűrt, megfelelő páratartalmú levegővel lehet a lehető leginkább kizárni. A légcseré intenzitásának maximalizálásával szükséges a levegő folyamatos minőségét biztosítani a betegek legnagyobb biztonsága érdekében.

A levegőben levő mikroorganizmusok előlésére szolgáló eljárások közül a DBD (Dielectric Barrier Discharge), azaz dielektromos gát kisülés plazma alkalmazásával működő megoldásra hívjuk fel a figyelmet. A nagyon alacsony energiaigényű, ún. hidegplazma jelenség a plazmatekercsen átfolyó elektromos áram hatására jön létre a két, üvegcsővel elválasztott elektróda közül a külsőnek a felületén, amely közelében a ventilátor által beszívott levegő elhalad. A készülék a plazmatekercs közvetlen környezetében a levegőt ionizálja (energizálja), és ebben a reakciótérben olyan összetett fiziko-kémiai folyamatok zajlanak le egyidejűleg, melyeknek semmilyen kórokozó vagy szerves anyag nem tud ellenállni. A plazmatérbe kerülő sejteket, illetve az allergiás reakciót kiváltó, irritáló, tovább szagterhelést okozó szerves molekulákat az elektromágneses tér durva szakító, húzó erőkkkel rongálja, amely visszafordíthatatlan szerkezeti károsodásokat okoz. A maradék anyagdarabokat pedig erős elektron és UV besugárzás éri, kiegészülve a plazmatérben létrejövő szabad gyökök oxidáló hatásával. A hidegplazma technológiával működő berendezések családjában léteznek légcsatornába beépíthető készülékek is, melyek folyamatosan képesek a levegőben a mikroorganizmusok hatékony előlésére. A technológia hatékonyságát számos hazai és nemzetközi laboratórium igazolta, hazánkban az NNGYK (OKI) minősítéssel is rendelkező termékcsalád forgalmazása folyamatos. A hidegplazma technológiával működő berendezések alkalmazása a levegőben levő mikroorganizmusok előlésével az életképes mikroorganizmusok előfordulásának valószínűségét csökkentve képesek hozzájárulni a sebfertőzések megelőzéséhez.

A hatósági vélemény a technológiáról elérhető az interneten az alábbi oldalon megtalálható: https://novaerus.hu/Plazmatechnologia_ismertetese_OKI.pdf

3. Műtők orvostechnológiai kialakítása, nemzetközi kitekintés (Kerese János)

Vonatkozó jogszabályok, előírások:

- 1997. évi CLIV. törvény az egészségügyről
- 1993. évi XCIII. törvény a munkavédelemről
- 2006. évi CXXIX. törvény a munkavédelemről szóló 1993. évi XCIII. törvény módosításáról
- 2000. évi XXV. törvény a kémiai biztonságról
- 3/2002. (II. 8.) SzCsM–EüM együttes rendelet a munkahelyek munkavédelmi követelményeinek minimális szintjéről
- 20/2009. (VI. 18.) EüM rendelet az egészségügyi ellátással összefüggő fertőzések megelőzéséről, e tevékenységek szakmai minimumfeltételeiről és felügyeletéről
- 60/2003. (X. 20.) ESzCsM rendelet az egészségügyi szolgáltatások nyújtásához szükséges szakmai minimumfeltételekről 6. A műtő egység általános minimumfeltételei
- 16/2002. (XII. 12.) ESzCsM rendelet az egynapos sebészeti és a kúraszerűen végezhető ellátások szakmai feltételeiről
- Az országos tisztifőorvos módszertani levele a műtési sebfertőzések megelőzésére (2019.)
- Az országos tisztifőorvos módszertani levele az egészségügyi ellátással összefüggő fertőzések megelőzésének és felügyeletének megerősítésére intézményi és egyéni kockázatértékelésen keresztül (2018.)
- A kórházi üzemeltetés jó gyakorlatának egyes egészségügyi kérdései (Országos Közegészségügyi Központ 2016/5)

Javasolt külföldi szabványok:

- DIN 1946-4:2018 Raumluftechnik – Teil 4: Raumluftechnische Anlagen in Gebäuden und Räumen des Gesundheitswesens (Ventilation and airconditioning – Part 4: Ventilation in buildings and rooms of health care)
- A műtési sebfertőzések megelőzésére vonatkozó ajánlások (részletek az országos tisztifőorvos módszertani leveléből 2018.)

3.1 Optimális műtési környezet biztosítása

A műtőblokk (műtő és a hozzá tartozó helyiségek) biztosítja a műtetre kerülő betegek közvetlen műtét előtti, a műtét alatti és a közvetlen műtét utáni ellátását, a műtétek végzéséhez szükséges műtői feltételrendszert (műtőhelyiségek, szakképzett műtői

személyzet, műszerek, szakmai anyagok), valamint a műtői munka higiénés, munkavédelmi és tűzvédelmi feltételeit.

3.1.1 A műtőblokk zónabeosztása

1. Az aszeptikusság szabályainak figyelembevétele alapján a műtőblokkban tisztasági zónákat különböztetünk meg.

Aszeptikus zóna: Ebbe a zónába tartozik valamennyi műtőhelyiség és bemosakodó helyiség. Az aszeptikus zónában dolgozók műtői ruházatban (zsilipruha), az orrot is fedő orr–száj maszkban, a hajzatot teljesen fedő műtői sapkában és kizárólag a műtőben használt műtői csúszásmentes cipőben tartózkodhatnak. Tárolni, szállítani csak sterilizált anyagokat tartalmazó dobozokat szabad.

Tiszta zóna: Ebbe a zónába tartozik a beteg-előkészítő, az ébredő/megfigyelő, a műtő előtti, illetve körüli közlekedő, a raktárhelyiségek, valamint az orvosi, asszisztensi tartózkodásra kijelölt helyiségek. Ebben a zónában a dolgozók műtői ruházatban, műtői cipőben tartózkodhatnak. Műtői sapka viselete, valamint orr–száj maszk viselése itt is kötelező.

Normál zóna: Ebbe a zónába tartozik az átfektető/betegzsilip, és a személyzeti zsilip helyiség.

Átfektető/betegzsilip: Itt történik a beteg átfektetése közvetlenül a műtőasztalra (amely speciális toldalékkal kitolható az átfektető helyiségbe). A betegágyat a műtő területén csak az átfektetőig szabad bevenni.

Személyzeti zsilip: Itt történik a kórházi védőruha, papucs (cipő) levétele, alsóneműre vetkőzés, zsilip-ing, nadrág, maszk, műtői sapka és műtői cipő felvétele. A be- és kizsilipelés a kijelölt női és férfi öltözőhelyiségben történik.

2. Az aszeptikus és a tiszta zóna területére csak bezsilipelés után lehet belépni, és ott tartózkodni. A zsilipelőből a tiszta zónába való belépés előtt higiénés kézfertőtlenítést kell végezni.

3. A zónák közötti mozgás rendszere csak a műtői programot követő takarítás időszakára függeszthető fel. Amint e tevékenység megszűnik, a rendszer visszaáll.

4. A normál és a tiszta zóna határán szennyfogó szőnyeg biztosítja a speciális védelmet, amelynek rétegei naponta többször lehúzhatók.

5. A műtőtraktus területén előírt szabályok betartásáért és betartatásáért a vezető műtős szakasszisztens, az adott műtőbe beosztott műtési szakasszisztens(ek), a műtő egyéb személyzete, valamint a műtőben dolgozó orvosok együttesen felelősek.

6. Az átzsilipelés szükségességét az adott helyzet határozza meg, melyek a következők lehetnek a teljesség igénye nélkül:

- fertőző/kolonizált beteg beavatkozását követően,
- a beteg testváladékával szennyeződött védőruházat esetén,
- a védőruházat sérülése esetén,
- egyéb kirívó esetben, egyedi elbírálás szerint.

7. **Betegút:** A beteg az osztályról a betegkísérő vagy műtősségéd kíséretében, a saját ággyal érkezik a műtői átfektető helyiségbe (tisztá ágyneműben, ruházat és személyes tárgyak nélkül, műfogsor eltávolítását követően, ékszerek nélkül, betegazonosító szalaggal). A beteggel együtt a megfelelő dokumentációt is hoznia kell az erre kijelölt személyzetnek. A betegátfektető helyiségből a műtői előkészítőbe, majd a műtőterembe kerül a beteg.

8. **Dolgozói út:** Dolgozók kizárólag a dolgozói zsilipelő helyiségen keresztül közelíthetik meg a műtői területet. A zsilipelő helyiségbe kizárólag kórházi védőruházatban lehet belépni, majd ezt követően kell felvenni a zsilipruházatot (zsilipnadrág, zsilip-ing, sapka, orr-száj maszk, műtői papucs). A dolgozói zsilipből a tiszta zónába való belépés előtt higiénés kézfertőtlenítést kell végezni.

3.1.2 Műtő előkészítése műtétre

1. A műtőhelyiség berendezési és felszerelési tárgyai, orvosi gépei minden műtési típus előtt tiszta és hatásosan fertőtlenített állapotban kell, hogy rendelkezésre álljanak. A műtőhelyiségben csak azok a berendezési és felszerelési tárgyak tárolhatók, amelyekre ott feltétlenül szükség van.

2. Az aszeptikus betegellátás legfontosabb alapelve, hogy a gyógyító-megelőző ellátásban profilaktikus, diagnosztikus, terápiás célra alkalmazott minden olyan eszköznek, műszernek, anyagnak sterilnek kell lennie, ami az emberi szervezet nyílt testszöveteivel, nyálkahártyájával, testnyílásaival, testüregeivel érintkezésbe kerül, így a műtési program kezdetére minden szükséges műszer, eszköz, kötszer, megbízhatóan steril állapotban kell, hogy rendelkezésre álljon.

3. A műtő valamennyi gépének és készülékének kipróbáltan és működőképesen kell rendelkezésre állnia a napi műtési program megindítása előtt. Amelyik berendezés az

orvostechnikai eszközökről szóló 4/2009. (III. 17.) EüM rendelet hatálya alá esik, érvényes orvostechnikai alkalmassági bizonyítvánnyal kell, hogy rendelkezzen.

4. A műtéti program indulása előtt a műszereket az adott műtőhelyiségbe beosztott műtéti szakasszisztens, műtősségéd és az aneszteziológiai asszisztens köteles ellenőrizni.

5. A műszereken észlelt hibát azonnal jelenteni kell a részlegvezető műtős szakasszisztensnek vagy a műtői koordinátornak (szakdolgozó), aki intézkedik a hiba mielőbbi elhárításáról.

3.1.3 Műtéti izoláció

A műtőben tartózkodó személyek vonatkozásában az alábbi izolációs szabályok betartása kötelező.

1. A műtői zsilipbe utcai ruházatban belépni nem lehet, annak munkaruházatra történő cseréje már a műtő területén kívül meg kell, hogy történjen. A műtő területére belépni csak zsilipruhában szabad.

2. A műtői ruházat lehet egyszer vagy többször használatos típusú. A többször használható ruházat csak tiszta, fertőtlenítő mosással kezelt lehet. Méretében megfelelő, szakadásmentes ruházat használata szükséges.

3. A műtő területére belépő valamennyi személy viseljen maszkot a műtőbe lépéskor, ha ott műtét kezdődik, műtét vagy steril eszközök kezelése zajlik. Az orr-száj maszk használatának célja kettős: a beteg és a dolgozó védelme a légúti kórokozókkal szemben.

A maszkot úgy kell helyesen használni, hogy az orrot és a száját fedje. A maszkot a műtét teljes ideje alatt viselni kell. Potenciálisan súlyos légúti infekciót okozó kórokozóval történő fertőzés (pl. *Mycobacterium tuberculosis*) esetén FFP3 jelzésű maszk használata ajánlott.

4. A védőszemüveg és arcvédő alkalmazása a dolgozó számára megfelelő védelmet nyújt a vérrel, váladékkal terjedő kórokozókkal szemben.

5. A védősapkát úgy kell viselnie a műtőben tartózkodó személynek, hogy az a haját eltakarja, és az arc felületéből a lehető legkevesebb terület maradjon szabadon. A sapka a beteg védelmét szolgálja: a személyzet fejről lehulló hajszájak, elhalt bőrsejtek, mikroorganizmusok sebbe kerülését akadályozza meg.

6. A cipővédő vagy a cipőváltás nem játszik kiemelkedő szerepet a sebfertőzések megelőzésében, ugyanakkor védi a dolgozót a vérrel és/vagy váladékokkal történő

kontaminációtól, ezért cipőváltás vagy védőcipő alkalmazása javasolt a műtőbe történő ki- és belépés során.

7. A műtőbe csak előzetes higiénés kézfertőtlenítés vagy műtéti kézfertőtlenítés (sebészi bemosakodás) után szabad belépni. A kezek állapotára vonatkozó követelmények betartása mindenki számára kötelező.

8. A műtét előtt kötelező elvégezni a szabályos műtéti kézfertőtlenítést (sebészi bemosakodást) a műtéti team tagjainak.

9. A műtéti team a műtét során steril műtősköpenyt viseljen.

10. Steril kesztyű viselésének szabályai:

- Műtéti kézfertőtlenítést követően steril kesztyű viselése kötelező a steril beavatkozás során.
- Amennyiben a műtéti beavatkozás jellege indokolja, például a műtétet végző orvos szeptikus területről vált aszeptikus területre, illetve a kesztyű sérülése esetén a kesztyűt cserélni kell. A műtét hosszától függően is indokolt lehet a kesztyű cseréje, mivel a kesztyű használati idejével együtt nő a kesztyű perforációjának kockázata.
- Várhatóan nagy vér- és testváladék-kontamináció esetén dupla kesztyű viselése ajánlott.
- Tilos az egyszerhasználatos és a steril műtéti kesztyű alkohollal vagy egyéb szerrel történő dekontaminációja a kesztyű újrahasznosítása érdekében.

11. A műtét teljes időtartama alatt csak azok tartózkodhatnak a műtőhelyiségben, akik jelenléte feltétlenül szükséges.

12. A műtőben nem dolgozhatnak olyan személyek, akiknek váladékozó, gennyedő bőrelváltozása, fertőző betegsége, enterális tünetei, vagy felső légúti hurutos megbetegedése van.

13. A műtéti team tagjai a műtét megkezdése előtt, vagy két műtét között az osztályon sebkötözést lehetőség szerint ne végezzenek.

14. Aneszteziológus orvos, aneszteziológiai szakasszisztens, orvostanhallgató, ápoló tanuló, más egészségügyi szakmát tanuló és bármely más, a műtőbe lépő személy (pl. egészségügyi hatóság képviselője, hozzátartozó, mérnök, technikus, tanácsadó, stb.) számára is kötelező maradéktalanul betartani a műtő területén érvényes szabályokat

3.1.4 Sebészeti műszerekre vonatkozó előírások

Minden sebészeti műszert a vonatkozó honosított és harmonizált európai uniós szabványoknak és irányelveknek megfelelően kell sterilizálni. A műtétek eszközigénye a műtéti típusnak megfelelően összeállított műtéti tálcákról kerüljön kiadásra. A tálcák kinyitása időben a lehető legközelebb legyen a műszerek felhasználásához.

3.1.5 Műtői légtechnika

1. A műtéti sebek exogén mikrobiális kontaminációjának egyik legfontosabb terjesztő közege a levegő, ezért a műtő levegőjének speciális követelményeknek kell megfelelnie.
2. A műtéteket mesterséges levegőellátó-rendszerrel rendelkező műtőben kell végezni.
3. A mesterséges levegőellátó rendszert a műtő és a környező területek, folyosók közötti pozitív nyomáskülönbséggel kell kialakítani. (Pozitív nyomáskülönbséggel egyirányú levegőáramlást kell biztosítani a műtőből a külső környezet felé.)
4. A műtők mesterséges levegőellátó rendszerét steril klímaberendezéssel kell biztosítani, ami legyen képes óránkénti 20-szoros légcserét biztosítani. A műtőben nyáron sem lehet 25°C-nál magasabb hőmérséklet és 60%-nál magasabb relatív nedvesség. A műtőben mért hőmérsékletet műtétenként javasolt dokumentálni.
5. A megfelelő részecskeszűrők és baktériumfilterek használata és cseréje a gyártó előírásai, a szakmai ajánlások, illetve a vonatkozó szabványok szerint történjen.
6. A bemenő levegő a mennyezeten keresztül érkezzon, a légelszívás a padlószint közelében történjen.
7. A split klíma és a mobil klíma alkalmazása nem biztosítja a műtőben előírt fenti paramétereket, alkalmazásuk növeli a sebfertőzés kockázatát, így nem alkalmazhatóak.
8. A műtőben egyszerre egy időben a lehető legkevesebben tartózkodjanak, és kerüljék a felesleges mozgást a műtőn belül.
9. Műtét alatt a műtő minden ajtaját csukva kell tartani.
10. Az műtőajtó(k) többszöri nyitásával a pozitív nyomásgradiens megszakításra kerül és a műtői levegő minősége romlik, amely növelheti a sebfertőzés kialakulásának kockázatát. Ezért a műtét ideje alatt kerülni kell az ajtónyitással együtt járó mozgást

3.1.6 Műtő felületeinek tisztítása, fertőtlenítése (takarítás)

1. Az utóbbi évek kutatásai egyértelműen bizonyították, hogy az egészségügyi ellátással összefüggő fertőzések terjedésében a kontaminált felületeknek fontos szerepet játszhatnak, és ez különösen érvényes a műtői környezetre.

2. A műtők fertőtlenítő takarításának rendjét helyi eljárásrendben kell szabályozni, amelyet a mindenkor aktuális, országos „Tájékoztató a fertőtlenítésről” című kiadványban foglaltak szerint kell kidolgozni. A helyi eljárásrendnek minimum követelményként tartalmaznia kell az egyes tisztítási és fertőtlenítési folyamatokat (napi takarítás, műtétek közötti takarítás, nagytakarítás, zárófertőtlenítés, egyéb járványügyi esemény miatt elrendelt zárófertőtlenítés), valamint meg kell határoznia a felelős személyeket.

3. A műtő takarítását az engedélyezett technológia és fertőtlenítőszer alkalmazásával kell végezni.

4. A be- és kizsilipelés ismerete, pontos betartása a takarító személyzet számára is kötelező. Alapvető fontosságú az aszeptikus, tiszta, normál területek határainak ismerete, illetve ezek figyelembevétele a takarító személyzet részéről is.

5. A műtő területén elkülönített takarító kocsit, takarító eszközök használata kötelező, amelyek más területre való átvitele tilos.

6. Amennyiben a műtőre kerülő beteg bármely fertőző betegségben szenved, szeptikus állapotú vagy multirezisztens kórokozóval (MRK) kolonizált vagy fertőzött, a tervezett műtétjét lehetőleg a műtési sorban utolsóként kell elvégezni. A műtétet követően (a műtési sorrendtől függetlenül) a műtőben zárófertőtlenítést kell végezni. A zárófertőtlenítéshez külön takarítóeszközök szükségesek.

3.1.7 Műtők kialakítása

Az előzőekben ismertetett módszertani levél követelményeinek megfelelően a műtőegységet az épület többi részétől zsilipekkel, betegátfektetővel elválasztott, izolált környezetben kell kialakítani oly módon, hogy az épület többi részéhez csekély forgalmú csomópontnál csatlakozzon.

Kialakítását befolyásolja, hogy egy osztályos műtőegységről, vagy központi, önálló szervezeti egységű műtőblokkokról beszélünk.

Természetesen mindkét műtőegység típusnak megvannak a maga kötelező helyiségei:

- személyzeti zsilip(ek)

- betegsilip (betegátfektető)
- betegelőkészítő
- bemosakodó
- műtő
- ébredő/megfigyelő
- sterilanyag raktár
- tiszta-anyagraktár
- gyógyszerraktár
- előkészítő-munkaszoba
- szennyes- és hulladék tároló
- személyzeti tartózkodó
- adminisztrációs helyiség
- takarítószer- és eszköz tároló
- a műtőblokk speciális követelményeitől függő (szívsebészeti műtők, idegsebészeti műtők, hibrid műtők) további helyiségek

A műtőhelyiségek alapterületi követelményire is vannak jogszabályi előírások, valamint a funkcióból adódóan további igények:

- egynapos sebészeti műtő min. 25 m² (16/2002. (XII. 12.) ESzCsM rendelet melléklet)
- sebészeti műtő min. 42 m² (60/2003. (X. 20.) ESzCsM rendelet)
- szívsebészeti műtő 45–60 m²
- hibrid műtők hazai jogszabály nincs, de az alkalmazott képalkotó berendezéstől függően (angiográfiás, CT, MR, PET-CT stb.) általában 60-90m² + a képalkotó berendezések működtetéséhez szükséges további helyiségek, így vezérlő, technikai helyiség, ionizációs vagy rádió frekvenciás védelmi megoldások

Az orvostechika fejlődésével folyamatosan jelennek meg új műtéti technikák (pl. műtői robotok) melyek hatással vannak a műtőhelyiségek méretének meghatározására.

3.2 Higiénés követelmények teljesítése

Optimális műtéti környezet biztosítása a módszertani levélben leírtak kielégítése. A személyi feltételek mellett kiemelten fontos a műtői infrastruktúrák kiválasztása, a leírt zónák higiénés követelményeinek teljesítése. Ezek közül is kiemelkedik az ún. aszeptikus zóna (műtő, bemosakodó) de ide venném a steril eszközök (műtéti tálcák, műtéti kéziműszerek) műtéhoz történő előkészítését (műszerelő asztalon történő kibontását) is.

A módszertani levél részletesen kitér a személyi higiénia és védőfelszerelések alkalmazására, de ezek együttesen sem nélkülözhetik a műtői környezet, tér higiénés követelményeknek megfelelő kialakítását.

Ez jelenti a műtői padlók, falak, álmennyezetek, nyílászárók, átadók, világítótestek, szerelvények sima felületű, kopásálló, jól záródó és a takarító- és fertőtlenítő szereknek ellenálló anyag és szerkezet megválasztását.

A résmentesség követelményeinek teljesítést alapvetően az alkalmazott szerkezeti és burkolati rendszerek minél nagyobb, pl. 90 cm-nél szélesebb, s sok esetben teljes helyiség magasságú táblákkal történő megválasztásával, s a hézagok rugalmas (lég- vagy gáztömör) profil. kit felhasználással oldják meg.

A helyiség lehatárolásoknál ma már alapvető követelmény ezen helyiségek légterének fertőtlenítése elsősorban hidrogén-peroxiddal, mely lehet meleg és hideggőzös eljárás. Így a felületeknél elvárás az ezen szereknek ellenállóság is. Ugyancsak elvárás a terek légtömör, egyes esetekben gáztömör lezárása, amely mind határolószerkezeti, mind légtechnikai zárási kérdéseket vet fel.

Műszaki megoldásként több lehetőség is kínálkozik. Magyarországon hagyományosan építési, épületszerkezeti megoldásokat alkalmaznak legtöbbször, de egyre inkább terjednek az ipari előregyártott megoldások, az úgy nevezett panelműtő rendszerek. Ezek ma még legtöbb esetben drágábbak a helyszíni építésszerelési módszerekkel megvalósuló műtőknél, de észre kell venni az ipari gyártás előnyeit. Egyik legnagyobb előnye, hogy a gyártók egy rendszerként fejlesztik a padló, váz, fal, nyílászáró, álmennyezet, installációk elemeit. Minden fejlesztés gyári tesztek követően kerül sorozatgyártába, ebből adódóan a késztermék lényegesen kevesebb hibát tartalmaz a helyi megvalósításhoz képest. További előnyt jelent, hogy termék gyártását részletes gyártmánytervezés előzi meg, így egy műtő kialakításhoz részletes szerelési útmutató és csomóponti részlettervek készülnek. A legtöbb gyártó saját szerződött helyszíni szerelőcsapattal dolgozik, így a kivitelezés minősége előre garantálható. A gyártók sok esetben közvetlenül a felhasználókkal (Klinikák, kórházak) közös projekt keretében fejlesztik a rendszereiket. A cél, hogy a higiéniai, gyógyászati és orvostechikai igényeket minél magasabb szinten tudják kiszolgálni. Egyik kiemelkedően érdekes példa az Aspire ISE AG együttműködése a világszerte ismert Mayo Klinikával egy jövőbe mutató műtőrendszer kialakításában.

3.3 Légtechnikai követelmények

A módszertani levél F. Műtői légtechnika részben leírtak kielégítése.

Ennek megfelelően a légtechnikai rendszernek biztosítani kell a higiénés fokozatoknak megfelelő levegő szűrést, a helyiségek közötti nyomáskülönbségek fenntartását, a helyiségek komfort igényeinek (hőmérséklet, páratartalom) kielégítést, a helyiségekben a beteg, a személyzet, az orvostechikai készülékek és a kiegészítő berendezések hőleadásának, és a műtét során keletkező füstgázok elvezetését.

A közvetlen műtési környezet részecske és csíraszegény állapot fenntartását.

Erre vonatkozóan jelenleg is egy 37 éves szabvánnyal rendelkezünk, MSZ 03-190:1987 Egészségügyi intézmények mesterséges levegőellátása címmel (hatályba lépés időpontja 1988.06.01.) mely utódszabvány hiányában mind a mai napig érvényben van.

Az európai egységes jogszabály **CEN/TC 156 Ventilation for medical locations** véglegesítése és elfogadása jelentősen húzódik, így Németországban frissítették a DIN 1946-4 szabványt 2018. 06. hónapban. Ezt a szabványt Ausztria és Svájc is átvette és saját számon kiadta.

A műtői követelmények mai technikai és működési elvárásoknak történő meghatározásához célszerűnek tartom a még érvényben levő szabvány mellett, ezen szabvány előírásainak megismerését és alkalmazását.

A DIN 1946-4:2018 szabvány 4.1. pontja rögzíti Kórházi higiénikus, higiénés és biztonságtechnikus mérnök részvételét az alábbiak szerint:

4.1 Kórházi higiénikus, higiénés és biztonsági mérnök bevonása A klímaberendezések tervezése, kivitelezése, üzemeltetése és karbantartása során a létesítmény üzemeltetője egy kórházi higiénikust, egy higiénés mérnököt és egy biztonsági mérnököt von be a műszaki előírásoknak és a jogszabályi előírásoknak való megfelelés érdekében.

Az általános követelmények között rögzíti, hogy „az ellátandó helyiségek/helyiségek „kültéri levegő térfogatáramának” kiszámításához helyiségenként meg kell határozni a belső anyagterheléseket (nedvesség, vegyi szennyező anyagok, füstgázok, szag anyagok stb.). A veszélyes anyagokról szóló rendelet (GefStoffV) előírásait a veszélyes anyagokra vonatkozó műszaki szabályokkal (TRGS), a munkahelyi rendelettel a kapcsolódó munkahelyi szabályokkal és a biológiai anyagokról szóló rendeletet a biológiai anyagokra vonatkozó műszaki szabályokkal (TRBA) kell kombinálni, és a jólétben kell figyelembe venni.

A szabvány rögzíti a légtechnikai berendezések (rendszerek) követelményeit is, beleértve a légkezelő berendezések szerkezetét (DIN EN 1886 szerint) a zsáluk, csappantyúk, szűrőelemek, hőcserélők, légmennyiség szabályozók, felügyeleti készülékek és műszerek stb. követelményeit, cseréit.

Konkrét követelményrendszert fogalmaz meg a rendszerek minősítésére és üzembe helyezési eljárásukra.

A műtői szellőzés műszaki megoldásait a szabványossági követelmények mellett jelentősen befolyásolhatják az adott műtő speciális kialakításai. Ez leginkább az úgy nevezett hibrid műtők esetében fordul elő. Azokat a műtő típusokat tekintjük hibrid műtőnek, amelyekben a műtői beavatkozás során valamilyen speciális képalkotó (Intraoperatív Imaging), vagy képalkotóval vezérelt terápiás berendezést (Image-Guided Therapy), vagy képalkotóval vezérelt műtői technikákat alkalmazunk (Surgical Robots). Ilyenek például az angiográfiás műtők, a CT, MR, PET-CT, PET-MR, XMR rendszerek, intraoperatív sugárterápiás berendezés, műtői robotok. Ezek döntően nagy méretű, nagy súlyú berendezések, melyek lehetnek padlóra rögzítettek, de pl. az angiográfiás berendezések egy része mennyezeti állvánnyal rendelkezik, sőt előfordulnak mennyezeti sínen mozgó CT és MR berendezések is.



7. ábra Hibrid műtő Hollandia TcAF befűvőval



8. ábra Hibrid műtő Semmelweis Egyetem Városmajori Szív- és Érbetegségi Klinika



9. ábra Hibrid műtő mennyezetre rögzített MR berendezéssel - Hollandia



10. ábra Hibrid műtő Ratstatt (Németország Maquet bemutatóterem)



11. ábra Hibrid műtő mennyezetre rögzített MR berendezéssel (Tübingen Németország)

4. Műtők épületgépészeti kialakítása (Tuczai Attila)

A klíma rendszerekkel szemben a következő elvárások vannak:

- a) olyan áramlási kép alakuljon ki a műtési területen mely maximálisan védelmet nyújt
- b) a sebészeti személyzet számára a termikus komfort érzet jó legyen
- c) a védett terület nagy legyen
- d) a belső levegő hőmérséklete és páratartalma szabályozott legyen
- e) a belső hőterhelést a befűjt és elszívott levegő entalpia különbsége képes legyen elszállítani
- f) biztosítsa a műtétek során keletkező füstgázok elvezetését
- g) a műtőben a szomszédos helyiségekhez képest a túlnyomás legyen
- h) a steril szűrők cseréje gyorsan és könnyen megvalósítható legyen
- i) a klíma rendszer helyes működése a BMS rendszerrel követhető legyen
- j) a klíma rendszer üzemeltetése korszerű eszközökkel biztosított legyen

A műtési terület védelmére különböző áramlástechnikai megoldások vannak. A legismertebb a lamináris áramlási elv a LAF (Laminar Air Flow) mely során alacsony sebességű (0.24-0.30m/s) levegőt fújunk be a mennyezetbe épített steril szűrőkön át.

Ezt a megoldás szerepel a német DIN 1946-4 szabványban. (TAV)

Létezik egy másik áramlástechnikai megoldás melyet már USA-ban és egyes nyugateurópai országokban is alkalmaznak a TcAF vagy csak TAF

4.1 Hőmérséklet-vezérelt légáramlás (TcAF)

Ez a technológia lehetővé teszi, hogy a gravitáció segítségével szabályozza a légáramlás hőmérsékletét a műtőben, és ezáltal csökkentse a baktériumokat hordozó részecskéket az egész helyiségben.

A gravitáció által vezérelt leáramlás egyenletes sebességet, alacsony turbulenciát, jó szellőzési hatékonyságot biztosít a műtő egész területén.

Hogyan működik a TcAF?

Annak érdekében, hogy a műtőben lévő levegő szennyezetlen maradjon, meg kell szakítani a személyzetből és a berendezésekből származó konvekciós áramlást. Ellenkező esetben fennáll a baktériumok ellenőrizetlen, levegőben történő terjedésének veszélye.

A TcAF mögött meghúzódó technológia azon a szellőzőrendszeren alapul, amely enyhén hűtött levegőt pumpál a műtőasztal körüli zónába. A természet alapvető törvényeit kihasználva a TcAF hatékonyan és energiatakarékosan töri meg a konvekciós áramokat. Mivel a hideg levegő sűrűbb, mint a környező melegebb levegő, a padló felé esik. A levegő sebességét a helyiség hőmérséklet-különbsége határozza meg.

A levegő bevezetése a műtő egész mennyezetén, sőt oldalfalak mentén is történik. A levegő bevezető elemek hasonlóak az általunk ismert „elárasztásos” befűvőkhöz.



12. ábra TcAF rendszerű levegő bevezetés a műtőbe.

A befűvőkhöz már HEPA szűrőkön megszűrt steril levegő érkezik. A steril szűrők a **műtőn kívül vannak a légtechnikai hálózatba beépítve, mely erre a rendszerre jellemző!**

A rendszer lehetővé teszi a légmozgások megbízható és stabil szabályozását, ezáltal a légáramlás esési sebességét a páciens és a steril ruházatú személyzet felett. A technológia csökkenti a baktériumokat hordozó részecskék jelenlétét a műtési zónában, ugyanakkor elősegíti a kényelmes munkakörnyezet kialakítását.

Ha a szellőztető rendszerből érkező levegő az operatív zóna szintjén hidegebb, mint a légréteg, akkor az ultratiszta levegő lecsapódik a működési zónába, és ezáltal védő hatást fejt ki.

A konvekciós áramok megszakadnak és a levegőben szálló baktériumok elszállnak a páciensről és a steril műszerekről. Ahhoz, hogy az ultratiszta levegő elérje a műveleti zónát, a műveleti zóna szintjén körülbelül 0,25 m/s esési sebességnek kell lennie. A

műtőasztalnál a sebesség az ultratiszta levegő és a műtőszoba környezeti levegője közötti hőmérséklet-különbségtől függően változik.

A TcAF fejlesztése során megállapították, hogy $-1,5^{\circ}\text{C}$ és -3°C közötti hőmérséklet-különbség (ΔT érték) szükséges a műtőasztalnál az ultratiszta levegő és a környezeti levegő között ahhoz, hogy a műtőasztal szintjén körülbelül $0,25 \text{ m/s}$ esési sebesség létrejöjjön.



13. ábra TcAF rendszerű légbevezetés mérése

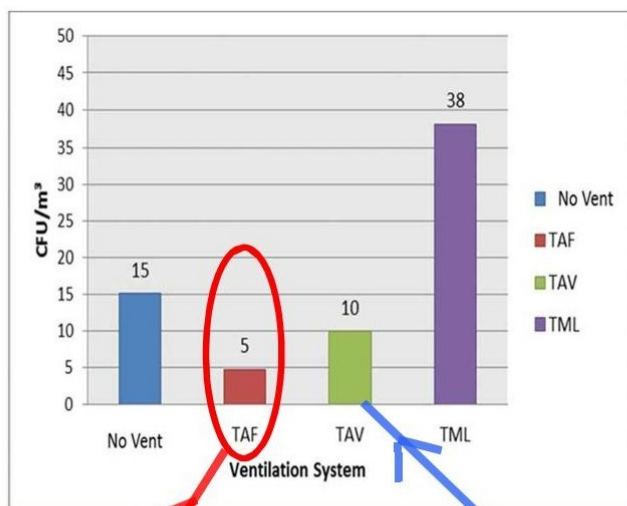
Németországban a mérések a **DIN 1946-4 (2008) C.** mellékletének megfelelően történtek. A mérési jelentésből a következőket idézzük:

- A TAF rendszer megfelel a szellőztető rendszerekre vonatkozó fontos nemzetközi higiéniai előírásoknak.
- A TAF-rendszer egyesíti a vegyes szellőztetés és az egyirányú szellőztetés előnyeit.
- A TAF-rendszer jelentősen csökkenti a mikrobiológiai terhelést és a részecsketerhelést a teljes műtőben.
- A kisebb szükséges légmennyiség miatt energiaköltség-megtakarítás érhető el. Ehhez további vizsgálatok szükségesek

A mérési eredmények azt mutatják, hogy a TcAF vagy csak TAF higiéniai szempontból hatékony alternatívája a lamináris légáramlásnak.[10]

Vergleich CFU/m³: No Vent – TAF – LAF – TML

(Normalisierte kumulierte Daten für den gesamten OP-Raum n=144
for no Vent and TAF; n=72 for TAV und TML 4 Varianten OP
Kleidung und 3 verschiedene Messorte)



LAF



TAF



Untersuchungen zur Effektivität von temperaturkontrollierten Lüftungssystemen

Prof. Dr. Clemens Bullitta
21

fördern • führen • inspirieren

Gravitációs TcAF vagy TAF
levegő bevezetési megoldás

Lamináris befúvású
mennyezet, LAF vagy
TAV amit mi használunk

14. ábra Légbevezetés mérési eredmények

4.2 A légtechnikára vonatkozó magyar és német előírások

Magyarországon az MSZ-03-190:1987 szabvány szabályozza az egészségügyi intézmények mesterséges levegőellátását.

Mivel a szabvány érvényben van, előírásainak betartásától nem tekinthetünk el, azonban javasoljuk a német nemzeti szabvány előírásainak megismerését és alkalmazását is.

A DIN 1946-4 az „Egészségügyi létesítmények légtechnikai berendezései” (Raumluftechnische Anlagen in Gebäuden und Räumen des Gesundheitswesens) szabvány a műtők területeken alkalmazandó légbevezetési rendszerekre az alábbi megoldásokat javasolja:

Raumnutzung	Mindestanforderung
1.1.1 OP-Räume Ia ajánlott TAV $3 \times 3 = 9 \text{ m}^2$ vagy $3.2 \times 3.2 = 10 \text{ m}^2$ Ezzel $8-9000 \text{ m}^3/\text{h}$ a bevitt levegő a TAV-on Csak vissza forgatással kezelhető	Turbulenzarme Verdrängungsströmung (TAV) innerhalb des gesamten Schutzbereiches. Wirksamkeit des definierten Schutzbereiches. TAV-Zuluftdecke mit Zuluftvolumenstrom $\geq 900 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2 \text{ TAV-Auslassfläche}) (+ 10 \% \text{ Reserve})$ entsprechend der Auslegung. Schalldruckpegel $\leq 48 \text{ dB(A)}$. Das Richten/Vorbereiten steriler Instrumente sowie die Lagerung offenkundiger Medizinprodukte und anderer zur Anwendung kommender Medizinprodukte muss im Schutzbereich erfolgen.
1.1.2 OP-Räume Ib normál műtő $44-50 \text{ m}^2$ $44 \times 60 = 2640 \text{ m}^3/\text{h}$ tisztán frissel kezelhető	Schalldruckpegel $\leq 48 \text{ dB(A)}$. Zuluftvolumenstrom $\geq 60 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2 \text{ OP-Grundfläche})$.

15. ábra Kivonat a DIN 1946-4 szabványból

4.2.1 OP-Räume Ia (MSZ 03-190 I-es helyiségcsoport)

Ilyenek a szívsebészeti, égési sebészeti, transzplantációs, implantációs műtők.

A légbevezetési rendszer: **Lamináris áramlású mennyezeti légbefúvó.** (TAV Zuluftdecke)

- A bevitt légmennyiség nagyobb vagy egyenlő, mint $900 \text{ m}^3/\text{h m}^2 \rightarrow \text{TAV felülete}$
- Végszűrő fokozat: H14 részecskeszűrő (3 fokozatú szűrés).
- A TAV elemen át a műtői terület elszigetelése érdekében nagy mennyiségű steril levegőt kell bevezetnünk melynek egyrésze a műtőn belül van cirkuláltatva.
- A 20 x-os frisslevegős légcserét a műtőn belül cirkuláltatott levegővel kiegészítjük és újra megszűrjük.

4.2.1.1 Példa a hőtechnikai méretezés nyári állapotára

Műtő geometriai adatai:

Műtő alapterülete: 64 m^2 tiszta belmagassága: 3.2 m

Műtő térfogata: 205 m^3

Hő és nedvesség terhelés nyáron:

7 személy száraz hőleadása intenzív munkavégzéssel: $7 \times 110 = 770 \text{ W}$

7 személy nedves hőleadása intenzív munkavégzéssel: $7 \times 157 = 1099 \text{ W}$

7 személy össz hőleadása: 1869 W [2] T.1.táblázat az emberek hőleadása

CT, MR , műszerek és világítás hőleadása: 5400 W (perci csúcs egyidejűséggel)

Épületszerkezeten át érkező hőterhelés: 650 W (14h -kor érkező csúcs)

Össz. hőterhelés: $Q_{\dot{o}} = 7.92 \text{ kW}$

Össz. nedvesség terhelés: $Q_n = 1.10 \text{ kW}$

A levegőbe kerülő nedves gőz mennyiségét a párolgáshő segítségével tudjuk kiszámítani.
 $r_{g\ddot{o}z} = 2512 \text{ kJ/kg}$

A műtő légterébe az intenzív munkavégzésből kerülő gőz pára mennyisége:

$m_{g\ddot{o}z} = Q_n / r_{g\ddot{o}z} = 1.10 / 2512 = 0.0004375 \text{ kg/s}$ megközelítőleg: 0,5 g/s

Entalpiaváltozás iránytangense nyáron az Össz. belső hőterhelés osztva a nedvesség terheléssel: $Q_{\dot{o}} / m_{g\ddot{o}z} = 7.92 / 0.0004375 = 18100 \text{ kJ/kg}$

Műtő belső elszívott légállapotát felvesszük a nyáron kívánatos: 24 °C 50% értékre. Ehhez a légállapothoz tartozó entalpia érték: $h_{el} = 48.0 \text{ kJ/kg}$

Műtő min. 20-szoros frisslevegő térfogatárama: $V_{friss} = 4100 \text{ m}^3/\text{h}$

Hűtött levegő tömegárama: $m_l = 4100 / 3600 \times 1.2 = 1.37 \text{ kg/s}$

Belső hőterhelés elviteléhez szükséges entalpiaváltozás:

$\Delta h_b = \frac{Q_{\dot{o}}}{m_l} = \frac{7.92}{1.37} = 5.78 \text{ kJ/kg}$ megközelítőleg **6.0 kJ/kg**

A befűjt levegő entalpia értékét megkapjuk, ha az elszívott levegő entalpia értékéből levonjuk a műtő belső hő és nedvesség terhelés elviteléhez szükséges entalpiaváltozás értékét. $h_{be} = h_{el} - \Delta h_b = 48.0 - 6.0 = 42.0 \text{ kJ/kg}$

Az állapot változást h-x diagramban ábrázolva az iránytangensen megkapjuk a befűjt levegő paramétereit: **$t_{be} = 19 \text{ °C}$** **$\phi_{be} = 65\%$** A levegő hőmérsékletének a különbsége: 25-19= 6 °C. Ez a műtőkben megengedhető maximális hőmérsékletváltozás.

A műtők munkaasztalán - az operáció felületén - megközelítőleg a két érték átlaga azaz **22 °C belső hőmérséklet fog kialakulni.**

A levegő relatív páratartalma szintén a befűjt és elszívott érték átlaga azaz **55-57% körül lesz.**

A 16. ábrán a lila színnel jelöltük a műtőn belül történő állapotváltozás folyamatát.

A $T_{be} = 19 \text{ °C}$ és 65 % relatív páratartalommal rendelkező levegőt a mennyezetbe épített laminar air flow-n keresztül juttatjuk a műtő légterébe. A lefelé áramló levegő a műtőkben dolgozó orvosok és nővérek, valamint a beépített lámpák és műszerek gépek hőterhelése következtében melegszik. Ezzel egyidejűleg a relatív páratartalma csökken, az abszolút páratartalma meg enyhén emelkedik.

Az abszolút nedvességtartalom növekedés mértéke: 0.5 g/kg

A műtőkből oldalt szívjuk el a levegőt. Az elszívott levegő paramétere is láthatók a diagramban. $T_{el} = 24 \text{ °C}$ és 50 % relatív páratartalom.

A 16. ábrán a levegő nyári állapotváltozását mutatjuk be.

A külső levegő általunk felvett méretezési értéke:

$$t_{\text{kül}} = 35 \text{ °C} \quad \varphi_{\text{kül}} = 40\% \quad h_{\text{kül}} = 70 \text{ kJ/kg}$$

A frisslevegőt 13,0 °C-ra, 95%, $h_{\text{le}} = 35 \text{ kJ/kg}$ értékre kell lehűteni, hogy utána utófűtéssel elérjük a befűvási légállapotot ($t_{\text{be}} = 19 \text{ °C}$ $\varphi_{\text{be}} = 65 \%$).

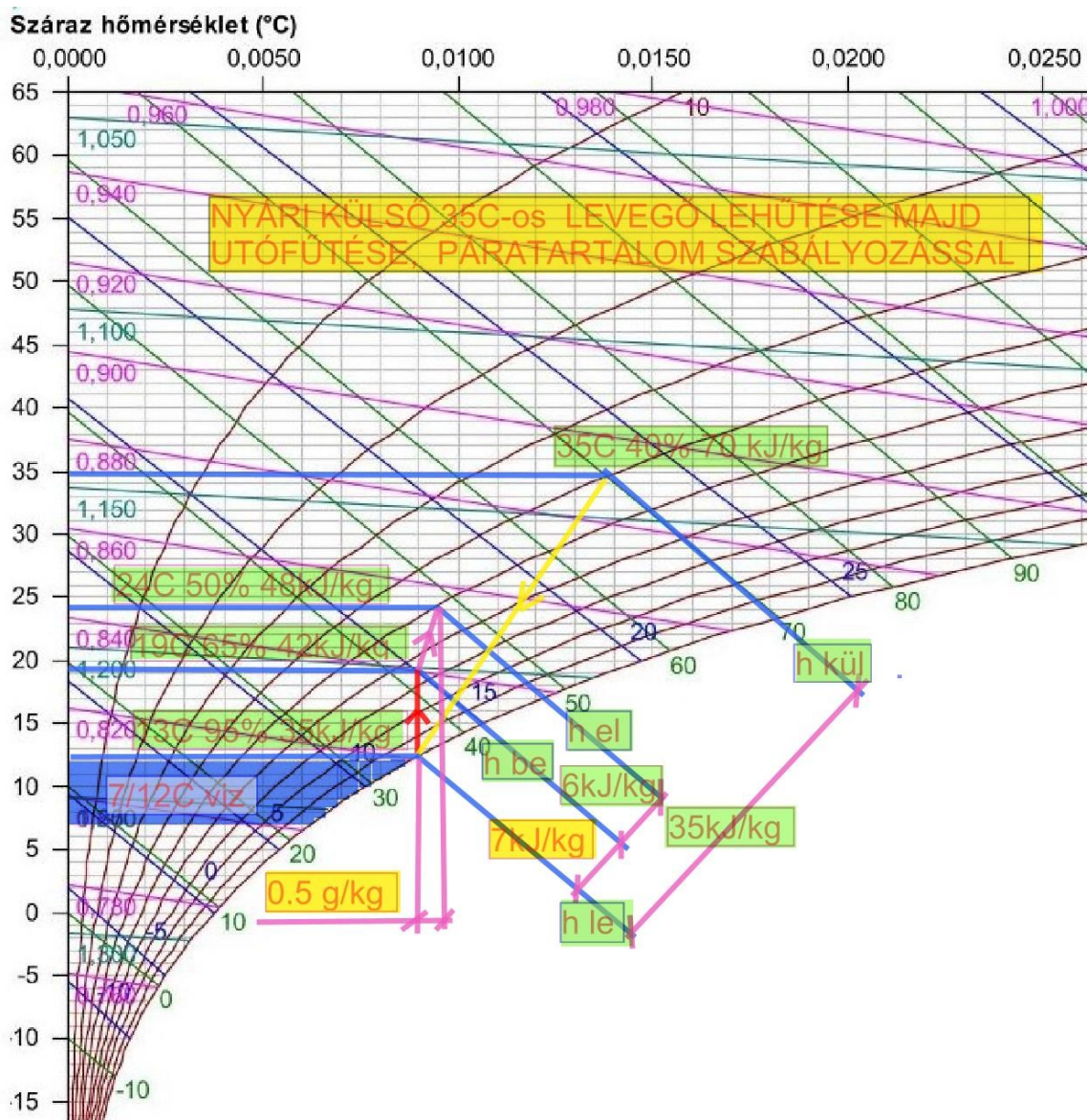
1 db műtő teljes hűtési entalpiaváltozás igénye:

$$\Delta h_{\text{gép}} = h_{\text{kül}} - h_{\text{le}} = 70 - 35 = 35 \text{ kJ/kg}$$

1 db műtő hűtési igénye: $Q_{\text{műtő h}} = m_{\text{l}} \cdot \Delta h_{\text{gép}} = 1.37 \cdot 35 = \mathbf{48 \text{ kW}}$

A lehűtött levegő utófűtési entalpia változása: $\Delta h_{\text{uf}} = h_{\text{be}} - h_{\text{le}} = 42 - 35 = 7.0 \text{ kJ/kg}$

1 db műtő utófűtési igénye: $Q_{\text{műtő uf}} = m_{\text{l}} \cdot \Delta h_{\text{uf}} = 1.37 \cdot 7 = \mathbf{9.6 \text{ kW}}$



16. ábra Műtő levegő állapotváltozás + 35 °C és 40% levegőtől kezdődően.

A 20 x-os frisslevegős légcserével $V_{\text{friss}} = 4100 \text{ m}^3/\text{h}$ el tudjuk vinni a műtő belső hőterhelését.

A DIN 1646-4 az OP Ia műtőhöz $A_{\text{TAV}} = 3.0 \text{ m} \times 3.0 \text{ m} = 9 \text{ m}^2$ felületű lamináris áramlású befúvó mennyezet beépítését javasolja. $V_{\text{befújt}} = 9 \text{ m}^2 \times 900 \text{ m}^3/\text{h m}^2 = 8100 \text{ m}^3/\text{h}$

A mennyezeti befúvónak le kell fedni a teljes műtői felületet. A befúvás áramlás sebeségét, a lamináris air flow szállítójával ellenőriztetni szükséges.

A műtőasztal elhelyezését, ezzel a lamináris air flow pontos helyét az orvostechnológus határozza meg.

A műtőn belül vissza keringtetett-cirkuláltatott- levegő mennyisége: $V_{\text{vissza}} = 4000 \text{ m}^3/\text{h}$

A cirkulációt a laminar air flow-ba épített 4 db $1000 \text{ m}^3/\text{h}$ mennyiséget szállító kis ventilátorok oldják meg. A kis ventilátorok száma cirkuláltatott levegő mennyiségétől függ.

A műtőn belül visszaszívott levegő **a steril szűrő előtti térben keveredik** a lehűtött friss levegővel.

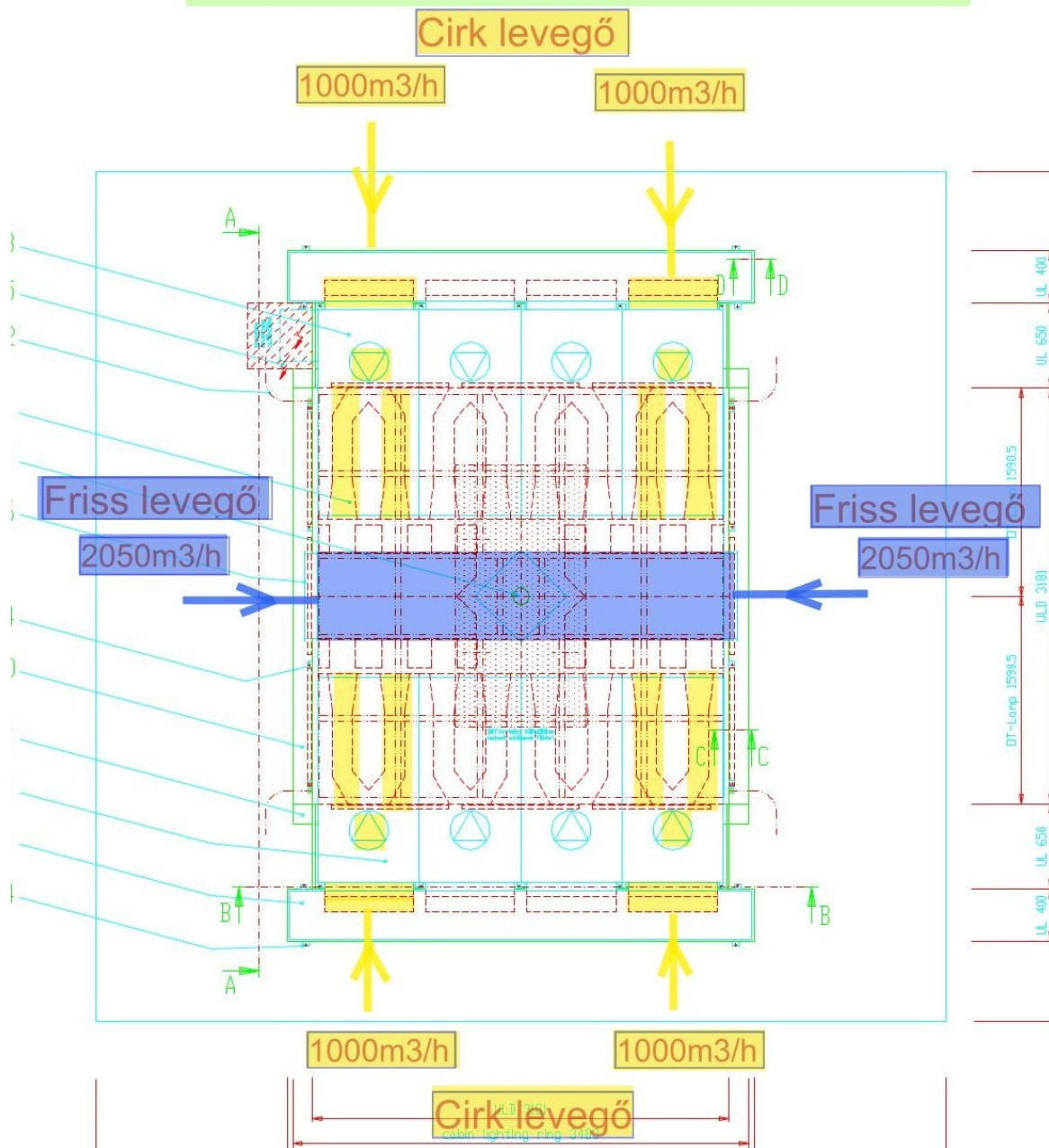
A közel azonos mennyiségű levegő keveredése során a friss levegő 19°C-os és a műtőből visszaszívott 24°C-os keveredési egyenletének eredménye: **22 °C**.

A laminar air flow-át bejuttatott levegő relatív páratartalma is a középérték, azaz $(65+50) / 2 = 58 \%$

Mindkét érték az előírásoknak megfelelő.

Eredmények közel azonosak, mint a TcAF befúvási rendszerrel megvalósítottak.

Cirkulációs vissza keverés
 $V_{be}=8100\text{m}^3$ $V_{fr}=4100\text{m}^3/\text{h}$
 $V_{cirk}=4000\text{m}^3/\text{h}$ $W_{be}=0.25\text{m/s}$



17. ábra Cirkulációs mennyezeti befűvő alaprajza

Nyomásszint: +10 Pa túlnyomás, a közvetlen mellette lévő helyiséghez képest.

Elszívás légmennyisége: $\frac{3}{4}$ rész alul, és $\frac{1}{4}$ rész felül a helyiség oldalfalában.

Műtőasztal: dinamikusan elszigetelt védett terület.

A bevezetett levegő hőmérséklete 19-25 °C között, de mindig alacsonyabb, mint a helyiség hőmérséklet. (nyáron)

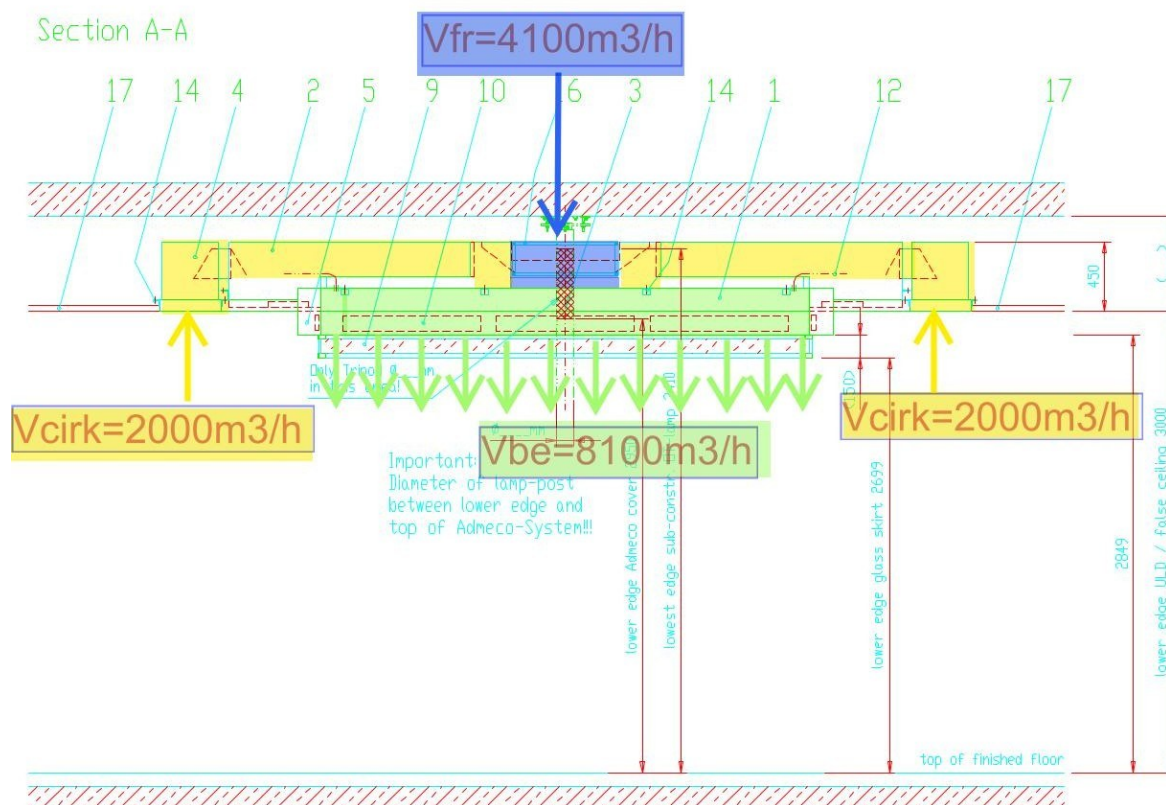
Megengedett hangnyomásszint: 35 dB(A)

Relatív páratartalom: 40-60 %

Belső hőmérséklet: 22-25 °C

A műtőben megszűrt steril levegő lamináris áramlása biztosítja, hogy a levegő folyamatosan cserélődjön. A műtőt csak légzsilipen át lehet megközelíteni. A műtőben túlnyomás van, a szomszédos területekről kórokozó nem tud a műtőbe bejutni.

OP Raume Ia oszt. 900m³/h m²
TAV=3.0m x 3.0m = 9.0m²
V_{be}=8100m³ V_{fr}=4100m³/h
V_{cirk}=4000m³/h W_{be}=0.25m/s



18. ábra Cirkulációs mennyezeti befűvő metszet terve

4.2.2 OP-Raume Ib (MSZ 03-190 II-es helyiségcsoport)

Aszeptikus, szeptikus, traumatológiai, nőgyógyászati, idegsebészeti orthopédiai, műtők.

A légbevezetési rendszer: Lamináris áramlású mennyezeti légbefűvő. (TAV Zuluftdecke)

A bevitt légmennyiség nagyobb vagy egyenlő, mint **60 m³/h m²** →műtő alapterülete

Végyszűrő fokozat: H13 részecskeszűrő (3 fokozatú szűrés).

A bevitt légmennyiség a következő példa szerint számítható:

Frisslevegős légcseré.:20-szoros. $V_{20x-os}=20 \times 130=2600 \text{ m}^3/\text{h}$

Műtő alapterülete: $A=44 \text{ m}^2$ Műtő térfogata $V_1=130 \text{ m}^3$

TAV-át befűjt légmennyiség: $V_{befűjt}=44 \times 60=2640 \text{ m}^3/\text{h}$ (DIN előírás)

Nyomásszint: +10 Pa nyomásdifferencia a környezethez képest.

Elszívás légmennyisége: $\frac{3}{4}$ rész alul és $\frac{1}{4}$ rész felül.

Műtő asztal: Dinamikusan elszigetelt terület.

Megengedett hangnyomásszint: 35 dB(A)

Relatív páratartalom: 40-60 %

Belső hőmérséklet: 23-25 °C

4.2.3 Általános higiéniai előírások (III-as Helységcsoport)

Egyéb kórházi kezelésekre használt helyiségek, pl. fül-orr-gége, gyógyszerértári laborok, röntgen, sugárterápiás helyiségek, dializáló és endoszkópiás helyiségek stb. (MSZ-03-190:1987 szerint III-as helységcsoport, normál csíraszintű helyiségek).

Légbevezetési rendszer: Túláram bevezetés, keveredékes elv. A helyiségek szellőzését úgy kell megtervezni, hogy az átöblítés jó hatékonysággal történjen.

Levegő szűrése: F5 és F9 (2 fokozatú szűrés)

Nyomásviszony: rendeltetéstől függ, lehet kiegyenlített vagy depressziós.

Frisslevegős légcseré: 6-12 óránként

Megengedett hangnyomásszint: 40 dB(A)

Belső hőmérséklet: 24-26°C

4.3 Műtői légtechnika

Az Országos Tisztifőorvos a műtési sebfertőzések megelőzésére 2019-ben „**Módszertani levelet**” adott ki. Ennek célja: szakmai ajánlást megfogalmazni a műtési sebfertőzések megelőzésére. (lásd 3.3fejezet F pontja)

A sebfertőzés kockázati tényezői között szerepel a „nem megfelelő műtői légtechnika”. A módszertani levélből a következőket idézzük:

- A műtő és környező területek között pozitív nyomáskülönbséget kell kialakítani.

- A műtők levegőellátó rendszerét steril klímaberendezéssel kell biztosítani, ami képes legyen 20-szoros frisslevegős légcserére.
- A műtőben nyáron sem lehet magasabb a hőmérséklet 25°C-nál, és a relatív nedvesség 60%-nál.
- A split klíma és mobil klíma alkalmazása nem biztosítja a műtőben az előírt fenti paramétereket.

4.3.1 Műtők hőtechnikai számításai

A „lamináris áramlású mennyezeti légbefúvó” pontos magyar kifejezés helyett az elkövetkezőkben anyagunkban rövidítve fogjuk használni, **laminar air flow**, vagy csak **laminar flow** kifejezést.

A számítások elvégzéséhez az orvostechnológusnak az építész tervezőnek, a kórház felelős vezetőinek kell adatokat szolgáltatnia. Nagyon fontos, hogy a Megrendelő a műtőbe beépítésre kerülő orvostechnológiai berendezésekről konkrét elképzelésekkel rendelkezzen. A műtőkbe komoly villamos teljesítményű berendezések is beépítésre kerülhetnek, melyeknek pontosan meg kell adni a készenléti, és az üzem közbeni villamos teljesítmény felvételét, a leadott hő elviteléhez.

A nyári állapotra történő méretezést az DIN 1946-4 OP Ia követelmények ismertetése során már megadtuk. (értékeket lásd 16. ábrán)

A legkorszerűbb hibrid műtőkbe nagy hőtermelő berendezések kerülnek felszerelésre. Előfordulhat, hogy a 20 -szoros frisslevegős légcserével nem tudjuk elvinni a technológiai hőnyereséget. Az elszívott majd vissza kevert levegő hőtechnikai paraméterei lényegesen kedvezőbbek, mint a külső friss levegőé. A vissza keverés révén a hűtési teljesítményünk nem növekszik tovább (ez nem a belső cirkulációval, ha nem elszívottból történő vissza keverés!)

A 20-szoros frisslevegős legcseréhez a visszakeverhető levegő mennyiségét azonban ELLENŐRIZNI szükséges az elszívott levegőben lévő károsanyag koncentráció miatt.

Az ellenőrzés kiinduló adatát az orvostechnológustól kell megkapnunk. A műtőkben az altatógáz, vagy egyéb egészségre veszélyes anyag kerülhet az elszívott levegőbe.

Ennek óránként mennyisége és minősége a számítások kiinduló adata.

A munkahelyeken a következő előírás szabályozza a megengedett károsanyag koncentrációt: 25/2000.(IX.30) EüM-SZCSM.

Az EüM-SZCSM rendelet 1. számú melléklete tartalmazza a légszennyező anyagnak a munkahely levegőjében egy műszakra megengedett átlagos koncentrációját (AK) és a rövid ideig megengedhető legnagyobb koncentrációját is (CK).

Egy számítási példa:

A műtőben kerülő szennyező anyag tömege óránként:

$$m = \rho \cdot v [\text{g/h}]$$

ahol: ρ az anyag sűrűsége: $[1.52 \text{ g/cm}^3]$

v a szennyező anyag mennyisége: $[2.5 \text{ cm}^3/\text{h}]$

Példánkban: $m = 1.52 \times 2.5 = 3.8 [\text{g/h}] = 3.8 \times 10^3 [\text{mg/h}]$

A műtő alapterülete: $A = 65 \text{ m}^2$

A műtő nettó térfogata: $V_1 = 65 \times 3.2 = 208 \text{ m}^3$

Tételezzük fel, hogy a maximális nyári hőterhelés elviteléhez 20 -szoros frisslevegő és 5-ös visszakevert levegő mennyisége szükséges. Ez a kevert légmennyiség lehűtése történik a 19°C-os befűvási állapotra.

Az ötszörös visszakevert levegő: $V_{\text{vissza}} = 5 \times 208 = 1040 \text{ m}^3/\text{h}$

A befűjt levegő mennyisége: $V_{\text{befűjt}} = V_{\text{friss}} + V_{\text{vissza}} = 20 \times 208 + 5 \times 208 = 5200 \text{ m}^3/\text{h}$

A visszakevert levegőbe kerülő szennyezőanyag mennyiségéről feltételezzük, hogy ez a megengedhető maximális érték.

$$AK = \frac{m}{V_{\text{vissza}}} = \frac{3800}{1040} = 3.7 [\text{mg/m}^3] \quad (\text{figyelem, ez csak egy példa a számításra})$$

A pontos számításhoz konkrét szennyező anyag mennyiségre és fajtára van szükség.

A VDI 2262 szerint, ha a munkatérben olyan szennyező anyag van, melyre határérték vonatkozik, akkor a visszakeringtetett levegő részaránya nem lehet több, mint 70 %.

A visszakevert levegő mennyiségi aránya:

$$\frac{V_{\text{vissza}}}{V_{\text{befűjt}}} = \frac{1040}{5200} = 20 \%, \quad \text{ami a } 70 \% \text{ alatt van.}$$

A VDI 2262-ben nemcsak a visszakeverhető levegő mennyisége, hanem a minősége is elő van írva. A befűjt levegőben a szennyezőanyag koncentrációja nem haladhatja meg a határérték 20 %-át.

A befűjt levegőben a szennyezőanyag koncentrációja:

$$AK_{\text{tényleges}} = \frac{m}{V_{\text{befűjt}}} = \frac{3800}{5200} = 0.73 \text{ mg/m}^3$$

A százalékos arány a határértékhez viszonyítva:

$$\frac{AK_{\text{tényleges}}}{AK} = \frac{0.73}{3.7} = 19.6 \%, \text{ kisebb, mint } 20\%.$$

4.3.1.1 Hőtechnikai méretezés téli állapotra

Télen a műtőkbe 20 °C-os és 55 % relatív nedvességű levegőt fűjünk be.

A külső levegőt először fel kell melegíteni a befűvási hőmérsékletre. A fűtő kalorifert-hőcserélőt a teljes melegítés hőigényére szükséges méretezni. Az MSZ-03-190 szabvány a külső hőmérséklet felvételét – 20 °C-ra javasolja. Ezt nem tartjuk ma reálisnak.

Mi a fűtési hőcserélő teljesítményét úgy javasoljuk meghatározni, hogy az -15 °C-os levegőt is fel tudjon melegíteni + 19°C-ra. (hőcserélő kiválasztást lásd 38-as ábrán)

A tartalékot abban adjuk meg, hogy a felmelegítés hőigényének számításánál a beépített hővisszanyerő fűtési teljesítményét nem vesszük figyelembe.

A hővisszanyerőknek ugyan is van olyan üzemi állapota, amikor az elszívott levegőt közvetlenül a szabadba kell engednünk a deresedés elkerülése miatt, és akkor nem melegítik elő a külső hideg levegőt.

A komfort rendszerekben megengedhető, hogy pár percre hidegebb levegő érkezik a befűvő hálózaton. A műtőknél ez tilos!

Az operáló személyzetet és a beteget nem szabad kitenni a hőmérsékletváltozásoknak, lengéseknek.

A 20 - szoros légcsere miatt azonnal érződik a hőmérséklet változása.

A külső levegő általunk felvett méretezési értéke:

$$t_{\text{kül}} = -13 \text{ °C} \quad \varphi_{\text{kül}} = 98\% \quad h_{\text{kül}} = -9.0 \text{ kJ/kg}$$

A frisslevegőt 20,0 °C-ra, 10%, $h_{\text{fel}} = 25.0 \text{ kJ/kg}$ értékre kell felfűteni, hogy utána gőz befűvással elérjük a befűvási légállapotot: $t_{\text{be}} = 20\text{°C}$ $\varphi_{\text{be}} = 55\%$ $h_{\text{be}} = 40.0 \text{ kJ/kg}$

1 műtő friss levegőjének felfűtési igénye:

$$\Delta h_{\text{fűt}} = h_{\text{fel}} - h_{\text{kül}} = 25 - -9.0 = 34 \text{ kJ/kg}$$

1 db műtő gőz beporlasztás hőigénye:

$$\Delta h_{\text{gőz}} = h_{\text{be}} - h_{\text{fel}} = 40 - 25 = 15 \text{ kJ/kg}$$

1 db műtő gőz beporlasztás nedvesítés igénye:

$$\Delta x_{\text{gőz}} = x_{\text{be}} - x_{\text{kül}} = 8.8 - 1.3 = 7.5 \text{ g/kg}$$

1 db műtőben 3000 m³/h frisslevegőt mozgatunk. Az 1.2 kg/m³ értékű 20 °C-os levegő sűrűséggel számítva: $m_1 = 1.0 \text{ kg/s}$ tömegáram.

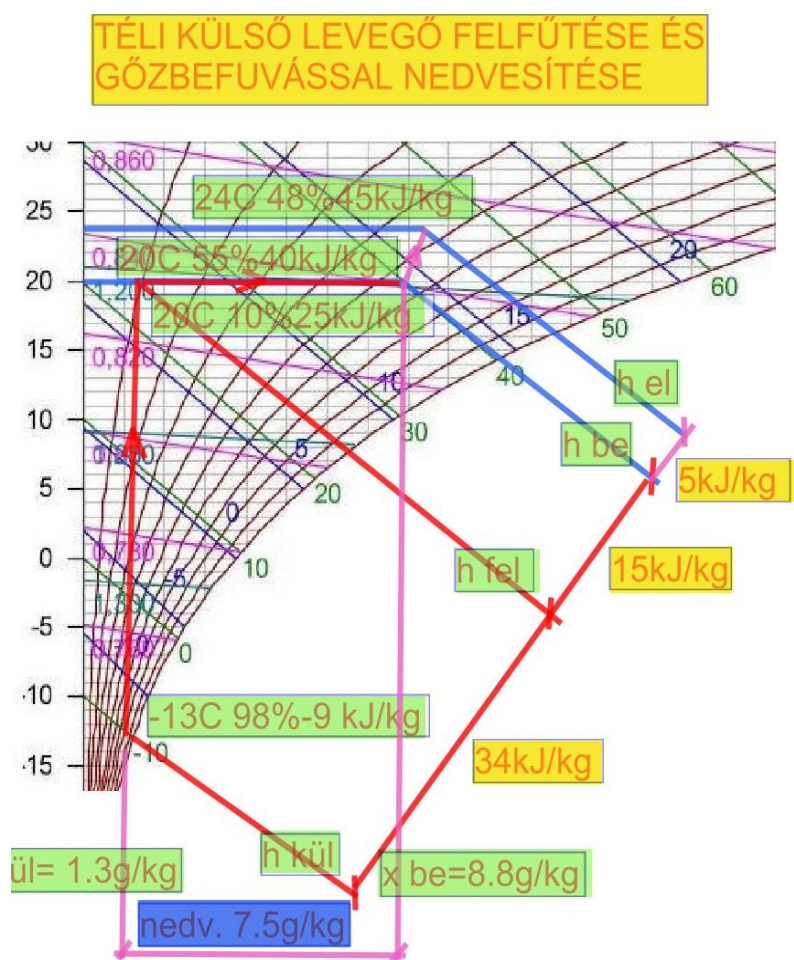
A „h-x” diagram értékeinek segítségével a tényleges mennyiségek:

1 db 50 m²-es műtő frisslevegőjének felfűtési hőigénye:

$$Q_{\text{fűtés}} = m_1 \times \Delta h_{\text{fűt}} = 1.0 \times 34.0 = \mathbf{34 \text{ kW}}$$

1 db 50 m²-es műtő frisslevegőjének gőznedvesítési igénye:

$$M_{\text{ned}} = m_1 \times \Delta x_{\text{gőz}} = 7.5 \text{ g/s} = 7.5 \times 3600 = \mathbf{27 \text{ kg/h telített gőz}}$$



19. ábra Műtő friss levegő állapotváltozása téli időszakban.

5. Műtők légbevezetési rendszere (Tuczai Attila)

Az ellenőrzött környezet fenntartása kritikus fontosságú az egészségügyben. Ennek az ellenőrzött környezetnek az egyik kulcseleme a lamináris áramlású mennyezeti rendszer. Ez az innovatív technológia létfontosságú szerepet játszik a tiszta és baktériumoktól mentes környezet megteremtésében a levegő minőségének szabályozásával és a kockázatának minimalizálásával.

A lamináris áramlású mennyezeti rendszereket úgy tervezik, hogy rendkívül tiszta levegő folyamatos áramlását biztosítsák. Ez a mennyezetbe integrált nagy hatékonyságú részecskelevegő (HEPA) vagy ultraalacsony áteresztőképességű (ULPA) levegőszűrők használatával érhető el. Ezeket a szűrőket a szennyeződések, mikroorganizmusok és más levegőben lévő részecskék eltávolítására használják, ezáltal szabályozott steril környezetet teremtenek a műtőkben. [3.] sz. melléklet.

A lamináris áramlású mennyezeti rendszer egyik fő előnye, hogy egyenletes légáramlást biztosít. Ennek eredményeként a turbulencia és a keresztszennyeződés kockázata minimálisra csökken.

Ezenkívül a lamináris áramlású mennyezeti rendszer energiatakarékos kialakítású, fejlett légáramlás-szabályozó rendszerrel, amely optimalizálja a levegőfelhasználást és minimalizálja az energiafogyasztást.

A lamináris áramlású mennyezeti rendszerek műszaki lehetőségeik mellett gyakorlati előnyöket is kínálnak. A rendszer moduláris felépítése megkönnyíti a telepítést. A szűrők cseréje, a karbantartás gyorsan végrehajtható, a műtők állásideje minimális.

A lamináris átfolyású mennyezeti rendszer kiválasztásakor fontos figyelembe venni a műtők alapterületét, térfogatát, a hőtechnikai számítások eredményét.

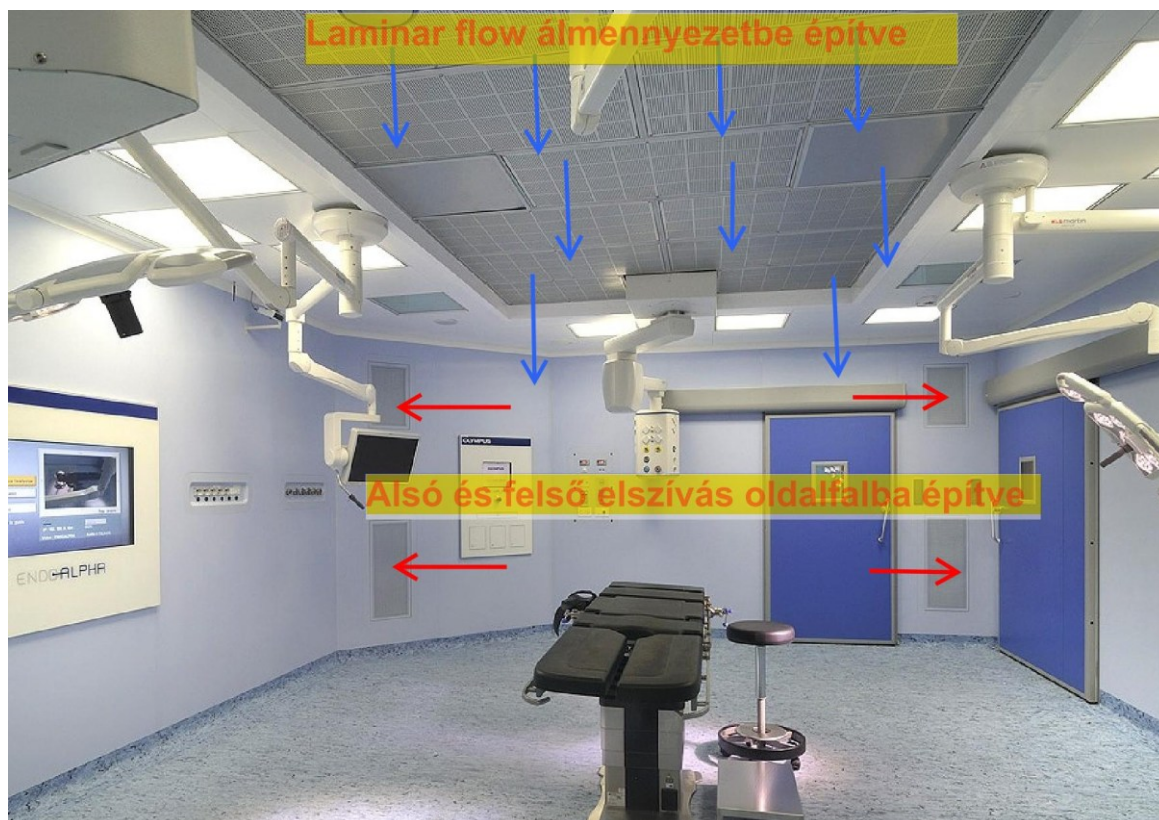
A következő ábrákon bemutatjuk a műtőkben történő elhelyezésüket.



20. ábra Laminar air flow elhelyezése a mennyezetben



21. ábra Alsó és felső elszívási helyek a műtőkben



22. ábra Műtőkben laminar air flow

5.1 Laminar air flow geometriai méretének meghatározása

Mintapélda:

Műtő alapterülete: 40 m^2 tiszta belmagassága: 3.0 m

Műtő térfogata: 120 m^3

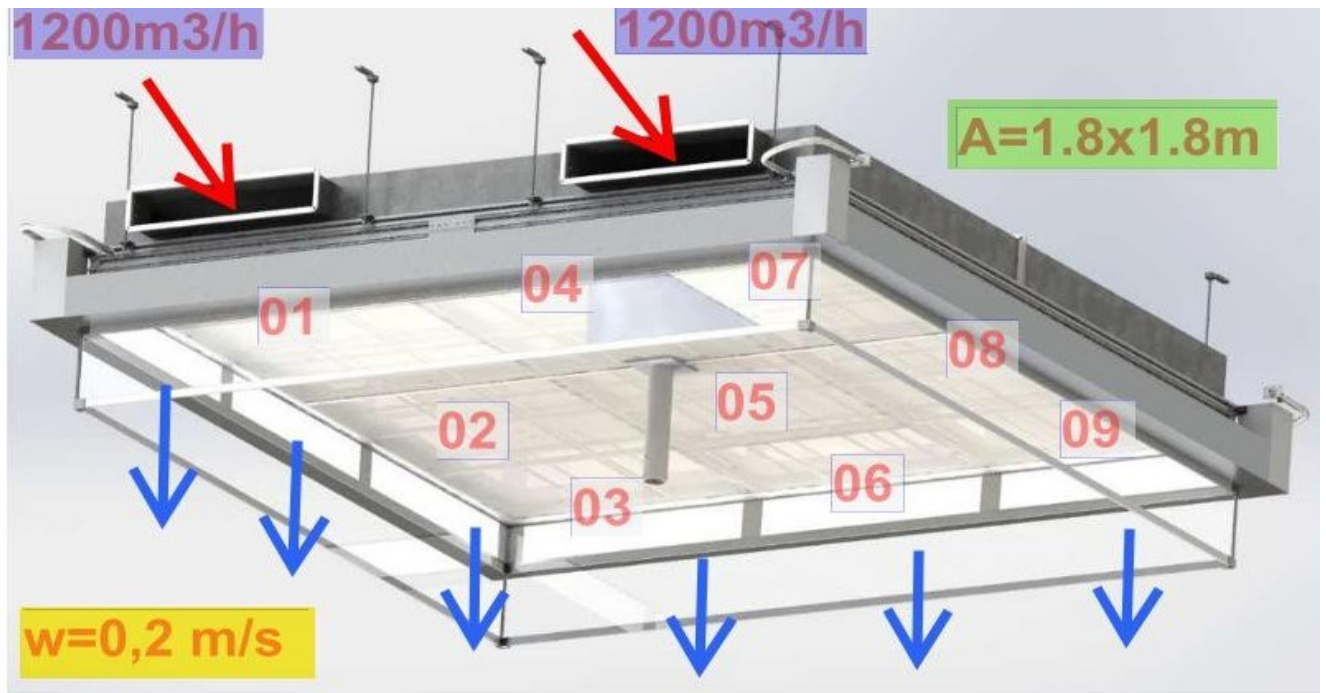
Műtő előírt min. 20-szoros frisslevegő térfogatárama: $2400 \text{ m}^3/\text{h}$

A mennyezeten a kilépési sebesség: $0.2\text{-}0.25 \text{ m/s}$

Szükséges lamináris felület nagysága: $A = \frac{2400}{3600} \times 0.2 = 3.33 \text{ m}^2$

A laminar flow alap rendszerek $0.6 \times 0.6 \text{ m}$ -es modulokból állnak. A modulok méretét a cserélhető steril szűrők mérete határozza meg.

Ha 3 sorban és 3 oszlopban összesen 9 alapelemet elhelyezünk akkor a lamináris felületünk: $1.8 \times 1.8 = 3.24 \text{ m}^2$, ami megfelelő.



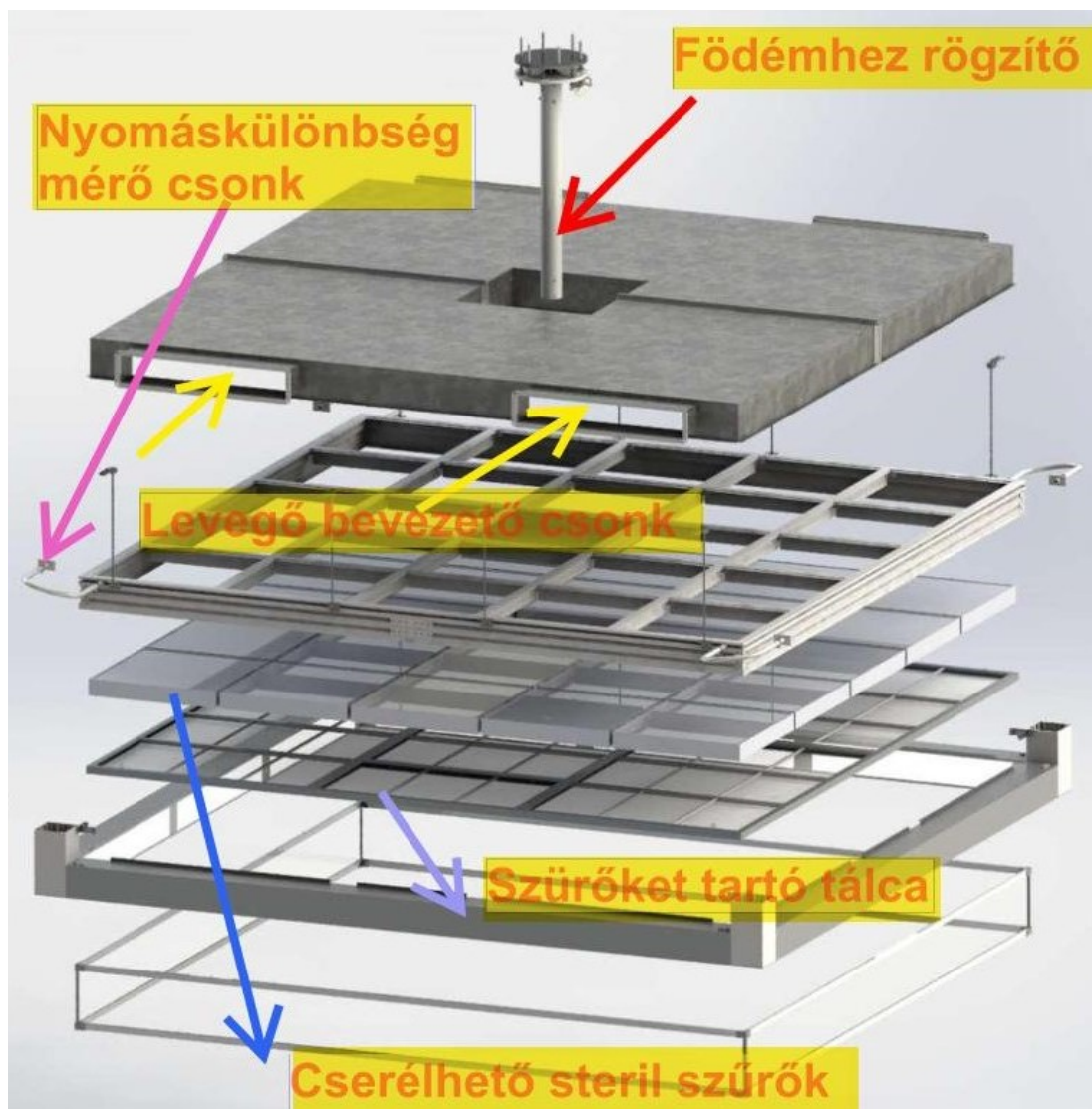
23. ábra Tisztán friss levegős laminar air flow kialakítása

Természetesen a 4-es pontban részletezett számításokat el kell végezni. Ellenőrizni szükséges, hogy a 20 x os frisslevegős légcserével el tudjuk-e vinni a számított hőnyereséget. Legfontosabb a technológiai hőnyereség nyugalmi és üzemi állapota.

A klinikai műtőkbe ma már akár CT vagy egyéb diagnosztikai berendezéseket is beépítenek. Az ún. HIBRID műtők alapterülete lényegesen nagyobb a normál műtők 40 m² - es alapterületénél. (60-65 m²)

5.2 Laminar air flow rendszer elemei

A laminar air flow rendszer egy összetett szerkezet. Az elemei a lenti ábrán láthatók, melyek ismertetését egyenként sorra vesszünk.



24. ábra Laminar air flow rendszer

A fenti berendezés legfontosabb része a cserélhető steril vagy pontosabban **HEPA szűrő**. Mielőtt a szűrők kiválasztását ismertetnénk, először a HEPA fogalmát ismertetjük.

5.2.1 A HEPA meghatározása

A magas hatékonyságú részecske szűrés egy összetett fogalom, azok a szűrők kapják a HEPA minősítést, amelyek három különböző módszer kombinációjával gyűjtik és távolítják el a szennyeződések a levegőből. A HEPA szűrőknek a 0,3 mikronos részecskék 99,97 %-át el kell távolítaniuk a levegőből, amely szemléletesebben azt jelenti, hogy 10.000 részecskéből csak 3 haladhat tovább. (lásd 3.sz melléklet EN 1822)

Hogyan működik egy HEPA szűrő?

Működés közben három különböző módon végzi a szűrést:

- **Elzáródás:** A HEPA szűrőn áthaladó légáramlatban lévő nagyobb részecskék közvetlenül a szűrő rostjaiba jutnak és ott megrekednek a becsapódás után. Ezek a részecskék elég nagyok ahhoz, hogy a légáramlás ezután nem mozdítja el azokat a rostokról.
- **Feltartóztatás:** A közepes méretű részecskék rostról rostra haladnak a légáramlattal együtt, azonban a tehetetlenségükből adódóan enyhén irányt változtatnak. Ekkor a szűrő rostjai feltartóztatják ezeket a részecskéket.
- **Diffúzió:** A kisebb részecskék egymásnak ütköznek, ettől még kiszámíthatatlanabb a mozgásuk, nagyon kicsi az esélye annak, hogy úgy haladjanak el a rostok mellett, hogy nem ütköznek nekik. Ez tehát azt jelenti, hogy nem feltétlenül a legkisebb részecskéket a legnehezebb szűrni.

Egy HEPA szűrőben ennek a három módszernek a hatása ötvöződik, így eltávolítja a szennyeződések 99,97 %-át, beleértve a port, allergéneket és a kórokozókat.

A HEPA szűrő kezdeti ellenállása az újonnan készített szűrő légáramlási ellenállására utal a névleges légmennyiség alatt.

A laminár air flow szerkezetébe a 24-es ábrán megjelöltük a nyomásmérő csomópontok helyét.

A HEPA szűrő kezdeti ellenállása nyomáskülönbség-mérővel mérhető.

A műtők légtechnikai szabályozásánál fontos, hogy ellenőrző méréseket végezzünk. A mérőcsomópontok közül egyre legalább olyan nyomáskülönbség távadót kell beépíteni, mely az épületfelügyeleti rendszeren kijelzi a szűrő egyre növekvő ellenállását.

A befúvó és elszívó ventilátorok vezérlését úgy kell megtervezni, hogy a szűrők ellenállásának növekedésével is biztosítsák a tervezett légszállítást, a min. 10 Pa túlnyomást a műtő légterében.

A kezdeti ellenállást befolyásoló tényezők

A HEPA szűrő kezdeti ellenállása több tényezőtől függ, például a szűrő anyagától, a szűrő szerkezetétől, a szűrő méretétől, a levegő mennyiségétől és a porterheléstől.

A HEPA szűrő kezdeti ellenállása az újonnan készített szűrő légáramlási ellenállására vonatkozik a névleges légmennyiség alatt.

Egy bizonyos levegőmennyiséggel üzemelve keringési ellenállása növekszik, ha a felgyülemlett por mennyisége elér egy bizonyos értéket, ekkor a szűrőt ki kell cserélni, vagy meg kell tisztítani.

Általánosságban elmondható, hogy a nagy hatásfokú szűrő kezdeti ellenállása körülbelül 100 - 220 Pa, a végső ellenállás pedig körülbelül 400 - 450 Pa.

Ultranagy hatásfokú szűrő, $\geq 0,3 \mu\text{m}$ -es részecskékhez, szűrési hatékonyság $E \geq 99,999\%$, kezdeti ellenállás $\leq 280 \text{ Pa}$.

A HEPA szűrők változó ellenállásának figyelembevétele

A klímagépek légszállítását a hőtechnikai méretezés eredményének megfelelően állandó értéken kell tartani a műtőkben. A szűrők változó ellenállását a laminar air flow-ban mérni kell és nyomástávadó segítségével az épületfelügyeleti központban kijelezni.

A szűrőkre vonatkozó további információkat a 3.sz melléklet (EN 1822) tartalmaz.

A felügyeleti programnak folyamatosan irányítani és ellenőrizni szükséges a ventilátorok légszállítását.

A gépész tervező feladata meghatározni a változó ellenállás min. és max. értékeit melyen belül a Hepa szűrők működnek.

Saját tervezési és mérési tapasztalatok a következők:

Névleges légszállítás: $10\,000 \text{ m}^3/\text{h}$

Légcsatorna ellenállás: 500 Pa

Laminar air flow HEPA kezdeti ellenállás: 200 Pa

Laminar air flow HEPA végső ellenállás: 500 Pa

Klímagép ventilátor kiválasztás: **1000 Pa ellenállás legyőzésére.**

5.3 Panel műtők kialakítása

A következő fejezetben egyik hazai forgalmazó rendszerét ismertetjük. [3]

Oldalfali rendszer

A panelek beépítése a „C” és „U” profilokra épül, szélessége 50 cm, 75 cm vagy 100 cm, kiváló minőségű, 0,6-2 mm-es horganyzott acélból. Az „U” profilok rögzítése horgonyokkal történik a padlóra és a mennyezetre. A „C” profilok függőleges helyzetben vannak rögzítve, az „U” profilokhoz csatlakoztatva, ami lehetővé teszi a panelek felszerelését. A panelek rögzítése maximum 6 mm hézagszélességű csavarokkal történik, amelyeket speciális tömítéssel tömítenek.

Minden belső sarokfal panel ívelt és könnyen tisztítható.

A válaszfalrendszer kialakítása megkönnyíti az egyes panelek szétszerelését, így könnyű hozzáférést biztosít a későbbi telepítésekhez, átalakításokhoz vagy javítási munkákhoz.

Felületek:

- Rozsdamentes acél (AISI 304 vagy 316 minőség), polírozott vagy porszórt antibakteriális festéssel
- Horganyzott acél, porszórt antibakteriális festéssel
- Acélvázra rögzített üveg, dekoratív fotókkal rendelhető

Hőellenállás:

- kétrétegű falpanel: 1,75 m² K/W
- egyrétegű falpanel: 1,60 m² K/W

Hangszigetelés:

- kétrétegű falpanel: $R_w(C;Ctr) = 57 (-4, -12)$ dB

Légáteresztés:

- 0,3 m³/h m² (500 Pa)

Mennyezeti rendszer:

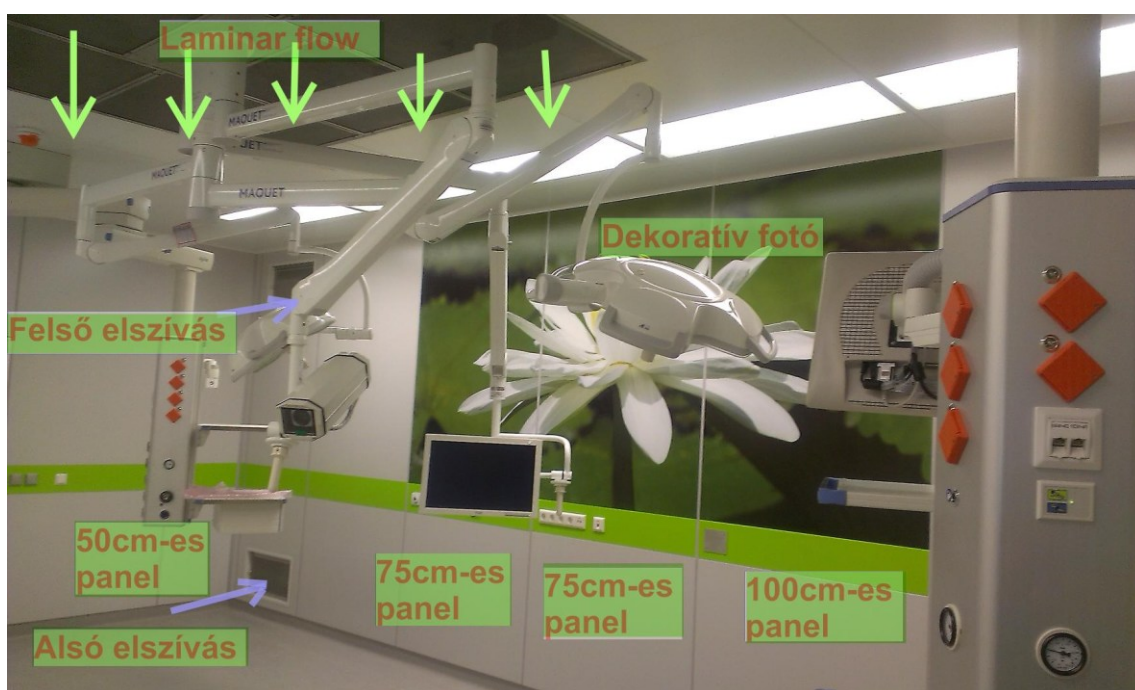
- A fém mennyezet egyedileg levehető panelekből készül, szabványos méretű 600 x 600 mm.
- Az alépítmény horganyzott acélból készül.
- A panelek rögzítése klip-in rendszerben történik.

Felületek:

- Horganyzott vagy rozsdamentes acél, porszórt, opcionálisan antibakteriális festéssel.
- A standard szín RAL 9010. Más szín opcionálisan elérhető.
- Matt, mosható, fényálló felület.
- Pormentes, kopásálló, korrózióálló, nem higroszkópos.



25. ábra Panel műtő rozsdamentes oldalfali elemekkel

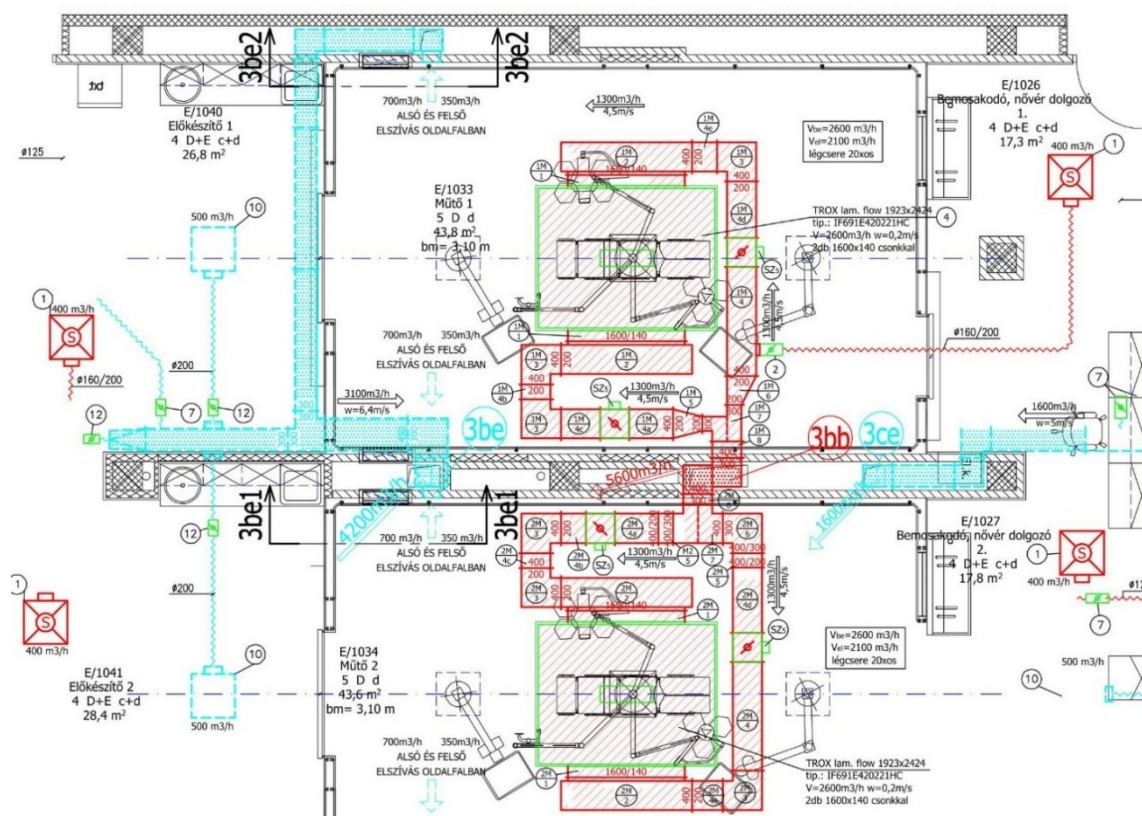


26. ábra 1-es jelű panel műtő dekoratív fotóval

A következő ábrán egy megyei kórház 6 db aseptikus és 1 db szeptikus műtőt tartalmazó légtechnikai tervéből egy kis részletet másoltunk be. [9]

A 27-es ábrán -a 7db műtő közül -csak az 1-es és 2-es jelű műtő légtechnikai alaprajza látható a hozzá kapcsolódó előkészítő és nővérdolgozó helyiségekkel együtt.

A két műtő és a kiszolgálóhelyiségeik egy klímagépről kapják az ellátást. A klímagépek kialakítását az 6. pontban fogjuk ismertetni.



27. ábra 1-es és 2-es jelű műtő légtechnikai alaprajza

5.4 Hibrid műtők és robotkar

A mai klinikai orvostechológia a sebészeti beavatkozásokon túlmenően, a műtét közbeni diagnosztikai eljárásokat is igényli. A következőkben klinikai műtési eljárásokról, és a műtőben elhelyezett orvostechológiai rendszerekről adunk rövid betekintést.

Tesszük ezt amiatt, hogy kiemeljük annak fontosságát, hogy az épületgépészeti terv, a klímatechnikai megoldások csak akkor bizonyulhatnak megfelelőnek, ha a gépész tervező szorosan együtt dolgozik az orvostechológussal, és figyelemmel kíséri a kivitelezés folyamatát.

Megismeri azt a technológiát, ami a műtőbe kerül. Tudja mérlegelni, amire oda kell figyelnie. (hőtermelő, technológiai hűtést igénylő készülékek stb.)

Ehhez a műtőkbe bekerülő minden gépről megfelelő adatszolgáltatással kell rendelkeznie, melyet a későbbi viták elkerülése érdekében dokumentálnia kell.

A kivitelezés során ellenőrizni kell, hogy a ténylegesen beépítésre kerülő orvostechnológiai berendezések teljesítménye, hőleadása, hűtőoldali ellenállása stb. milyen értékű.

Előfordult, hogy a kiviteli tervek elkészülte után tendereztették csak az orvosi műszereket, gépeket, és a leszállításra került gépek teljesítménye eltért a tervezett géptől. (Az előzetes adatszolgáltatásban gépbe épített hőcserélő ellenállása, 20 kPa, a tenderen nyert gépben viszont 200 kPa ellenállású a hőcserélő volt beépítve)[6]

Időben kell a gépészeti terveket és a gépészeti rendszereket -a ténylegesen beépítésre kerülő- orvostechnológiai gépekhez igazítani.



28. ábra Hibrid műtő angiográfias készülékkel

A hibrid műtő egy olyan fejlett képalkotó vizsgáló eljárással felszerelt műtő, melyben lehetővé válik bonyolult műtéti eljárások elvégzése anélkül, hogy a **beteget egyik műtőből a másikba kellene átszállítani**. Magyarországon hibrid műtő létesítése először a Városmajori Szív-és Érgyógyászati Klinikán történt.

Idegsebészeti ellátásban először Szegeden vált elérhetővé a kombinált neurointervenciós és idegsebészeti beavatkozásokat lehetővé tevő hibrid műtő, melyről a következőkben számolunk be. [4]

A hibrid műtő speciális kialakítást és eszközigényt tesz szükségessé. Fontos a röntgensugár-átengedő karbonszálas asztal és fejtartó. Legfontosabb tartozék a sokfunkciós angiográfiás készülék.

A műtő alapterülete másfélszerese a normál műtőknek. (58 m²) A nagy alapterület és belmagasság alapfeltétele a konzolok és a légtechnika optimális elhelyezésének. A mennyezetre szerelt 2db 55 hüvelykes monitor, a 4db falba süllyesztett érintő képernyős monitor, gondoskodik arról, hogy a beavatkozás alatt alkalmazott endoszkóp vagy mikroszkóp felvételei megtekinthetők legyenek.

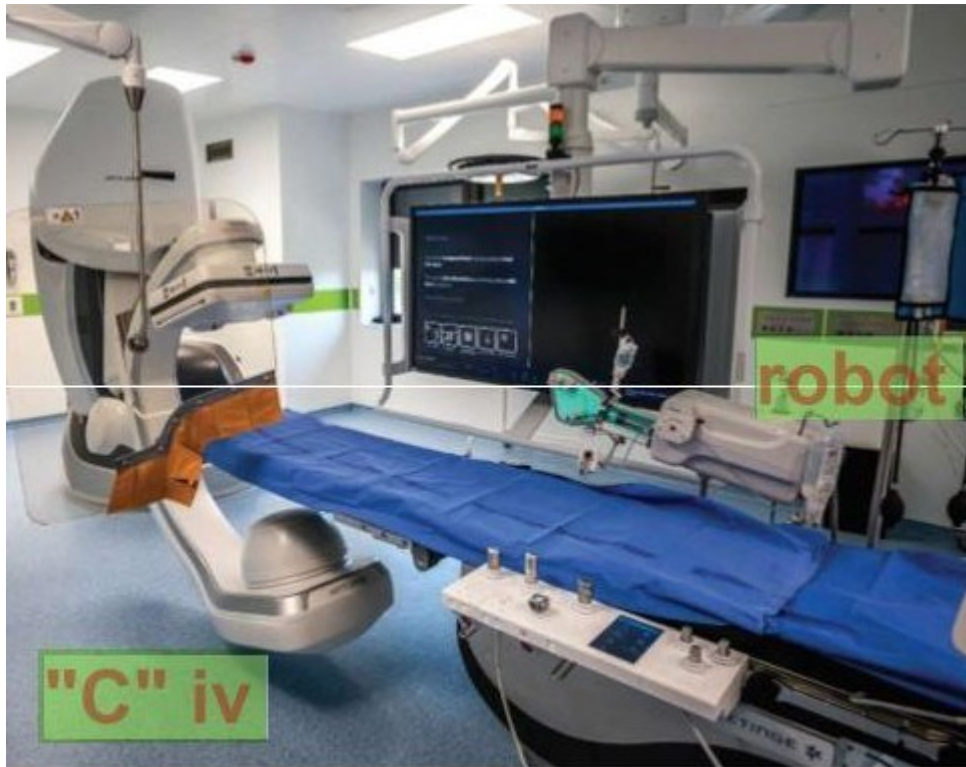
A műtői beavatkozást segíti Kinevo mikroszkóp mely S8-as navigációs rendszerrel összekapcsolva nagy biztonsággal vezeti a sebész kezét műtét közben.

A navigáció kiegészíthető robot funkcióval mely további biztonságot jelent az operáló orvos számára.

Az angiográfiás berendezés 6 tengely mentén mozgatható robotkarral rendelkező röntgenső detektorrendszer. Ennek segítségével lehetséges, hogy a sebészeti team és az intervenciós team egyszerre tudjon dolgozni. **A készülék másodpercenként akár 90 felvétel készítésére képes 3D -ben. A beavatkozás nyomon követését a monitorok biztosítják.**

A hagyományos CT vizsgálatokhoz hasonló felvételeket hoznak létre, mindezt úgy, hogy a beteget nem kell a műtőből külön CT vizsgálatra egy másik helyiségbe szállítani. Ez óriási előny egy beavatkozás közben jelentkező szövődmény gyors kontrollálására, ill. a seb zárása előtt szükséges beavatkozásokhoz.

A robotkarral felszerelt angiográfiás készülékkel ellátott műtőknek számos előnye van mind a sebészeti mind a katéteres ellátásoknál.



29. ábra Hibrid műtő „C” ívvel



30. ábra Robotkar

A robot technikákkal a nem mindig jól megközelíthető helyeken is biztonsággal lehet operálni a robotasszisztencia segítségével.

A rendszer három fő részből áll: a beteggel a négy karral rendelkező robot érintkezik, az orvos pedig nem a beteg mellett áll, hanem a sebészi konzolnál ülve tart kapcsolatot a robottal.



31. ábra Robotkarral felszerelt műtő

6. Műtők klímagépei (Tuczai Attila)

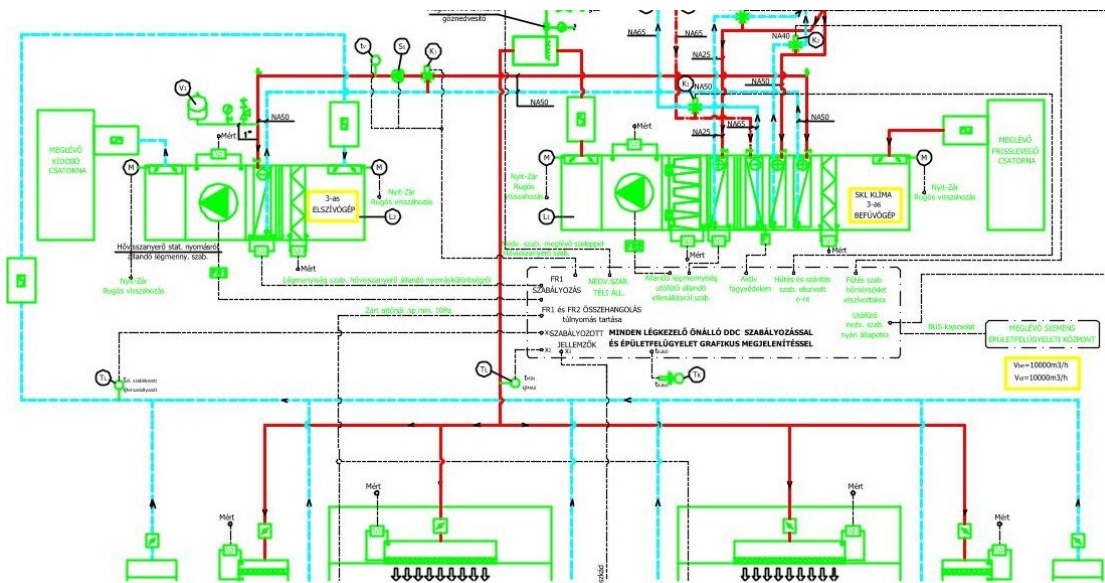
6.1 Klímagép hűtési teljesítménye

A következő fejezetben a már hivatkozott megyei kórház műtő blokk egyik klímagépének kiválasztását és rendszerbe illesztését ismertetjük.

A tervezés lépésein megyünk végig, figyelembe véve az előző pontokban megfogalmazott alapelveket.

Helyszíni adottságok:

- a kórházban az új klímagépeket a meglévő alagsori gépházban kellett elhelyezni, mely a 6 aszeptikus és 1 szeptikus műtőt magába foglaló műtőblokk alatt van.
- a klímagépházba a friss levegőt épített légaknán keresztül a 20 m magasról vezetjük be. Az elhasznált levegőt ugyancsak 20 m magasan dobjuk ki az épület központi lépcsőházi magján keresztül.
- a 7db műtő és kiszolgáló helyiségei részére 4 db klímagépet építettünk be. (2-2 műtő kapott egy klímagépet)
- az alagsori gépházból az első emeleten elhelyezkedő műtőszintig a felvezető friss levegő és a levezető elhasznált levegő aknák nyomvonala kötött volt.
- a hőtechnikai számításokat a 3.1 fejezetben ismertettük. A szükséges frisslevegő tömegárama egy műtőre 1.0 kg/s (3000 m³/h)
- 2 műtő és a hozzá kapcsolódó előkészítő, bemosakodó, nővérdolgozó helyiségek hőterhelésének elviteléhez **10 000 m³/h** légszállítású klímagép beépítése szükséges.
- elküldtük a gépszállítónak az általunk számított légoldali és hőtechnikai teljesítményeket.
- megadtuk tervezett gép összeállításunkat. (lásd 32-es ábra kapcsolási vázlatot)



32. ábra Az 1-es és 2-es műtő klímagép kapcsolási vázlata

- A megküldött gép ajánlott adatai a következők:
- Befúvó gépegység tömegárama 20 °C külső hőmérséklet mellett:
- $m_1 = 1.2 \times 10000/3600 = 3.33 \text{ kg/s}$
- hűtési hőcserélő teljesítménye: belépő 34 °C és 40 % páratartalommal, 7/12 °C hűtővíz hőmérséklettel:
- $Q_h \text{ hőcser} = 80 \text{ kW}$
- kilépő levegő paraméterei: 16 °C 98 %

1 hűtő hőcserélő, hidegvízre, 6 csősorral Lamellaköz 2.1 mm

Vörösréz csövek/ Alu lamellák

Hűtőteltjesítmény	:	80 kW
Hűtőteltjesítmény tartalék	:	21 %
Hűtőközeg	:	Víz
Belépő hőm. / kilépő hőm.	:	7 °C / 12 °C
Belépő levegő hőmérséklete / páratartalma	:	34 °C / 40 % (RN)
Kilépő lev. hőm. / páratart.	:	15.8 °C / 98.2 % (RN)
Közegáram	:	13.7 m³/h
Vízoldali ellenállás	:	15.09 kPa
Légoldali ellenállás	:	143 Pa
Légsebesség, hőcserélő szabad keresztmetszetében	:	2.40 m/s
Szerelés csúszó síneken mozgó keretre		
Menetes csőcsonkok mérete Kör (1)	:	Külső menetes csatl. 2"
Folyadék tartalom	:	33.2 l
Kezelőpanel cseppleválasztóhoz		

33. ábra Hűtési hőcserélő adatai

Az SKL légkezelőre az ajánlatot az egyik hazai forgalmazótól kértünk. A számunkra legfontosabbnak tartott hűtési teljesítmény meghatározásánál még elfogadhatónak

tartottuk a tkülső = 34 °C 40% kiindulási paraméteret. Ez így is 2 °C értékkel nagyobb volt az általánosan elfogadott 32 °C 40 %-nál.

A normál kórházi műtőknél 35 °C 40 % felvételét javasoljuk.

A klinikai „HIBRID” műtőknél, ahol sok a gépi hőterhelés is, a 38 °C 40 %-os paramétereket javaslunk kiindulási értéknek felvenni.

Közegáram : BEFÚVÓ EGYSÉG 10 000 m³/h (Homloksebesség : 1.73 m/s)
 (Filtration surface area)
 Pozíció 1HH Építési forma Beltéri /*Belül szer.
 Tszf. magasság : 250 m Viszonyítási hőmérséklet : 20 °C
 Sous groupe 1 Classe énergétique C Eurovent 2010
 'V2' légsebesség-osztály EN13053
 'H2' hőhasznosítási osztály EN13053
 Winter fresh air reference temperature EUROVENT -15 °C

Standard belső panel
Standard külső panel

BEFÚVÓ EGYSÉG

Blokk B1 878 kg benne :

1db légbeszívó elem	B370885
Légtömör zsalu, belül szerelve	B370698
Ellentétes mozgású, végeiken tömített zsalulevelek.	
Mozgatás fogaskerekekkel	
Pozíció : 1I	
Zsalumotor fogadására, kívülre szerelendő	B371358
Kezelés : BAL oldalon, légáram irányában nézve	
Zsalumozgatás JOBB oldalon, légáram irányában nézve	
Belül szerelve	B370907
1 db szűrő-szekció	B371585
1. beépítés, csúszósínek, zsanéros kezelőajtó	B372074
4 Szűrőcellák típusa F2	B372131
Hatásfok G4 : Am >= 90% gravim.leválasztási fok.	
Légoldali ellenállás (Szennyezett) : 151 Pa	
Légszűrő ellenállás, tiszta / félig szennyezett / elszennyezett állapotban : Tiszta állapot 76 / Félig szennyezett 113 / Szennyezett 151 Pa	
Nyomásvevő pontok, felszerelve	B371554

34. ábra Befúvó egység előszűrővel

Ellenőriztük a „h-x” diagram segítségével, hogy a 34 °C – 35 °C – 38 °C -os és 40 % pára tartalmú külső levegőnek mekkora a lehűtési igénye:

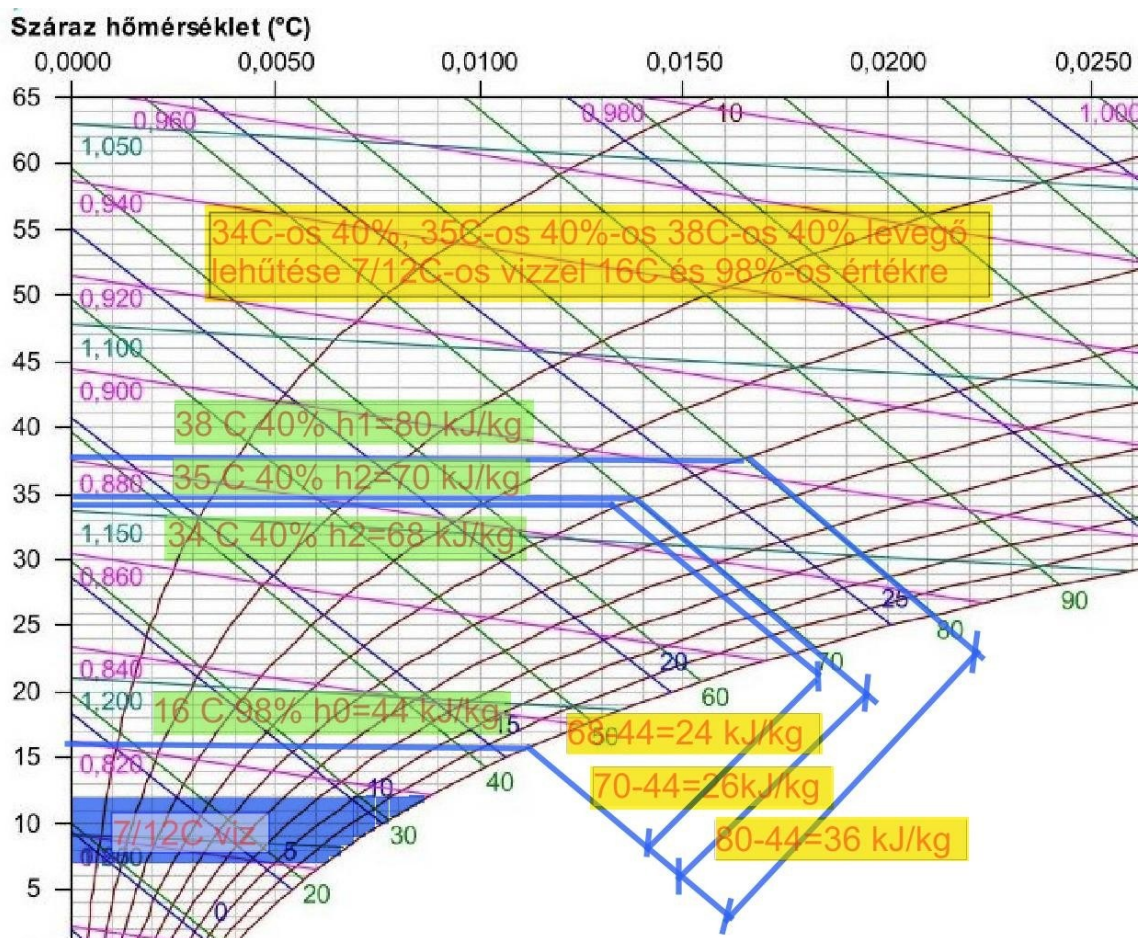
$$Q_h \text{ hőcser} = m_l \times (h_{be} - h_{ki})$$

Behelyettesítve a „h-x” diagramban leolvasott értékeket.

$$Q_h 34 = 3.33 \times (68 - 44) = 80 \text{ kW}$$

$$Q_h 35 = 3.33 \times (70 - 44) = 87 \text{ kW}$$

$$Q_h 38 = 3.33 \times (80 - 44) = 120 \text{ kW}$$



35. ábra Hűtési teljesítmények

A számításokból jól látható, hogy 80 kW-ról a 120 kW - ra történő hűtési teljesítmény növekedés **33 % -os mértékű**.

6.2 Klímagép közvetítő közeges hővisszanyerő

A meglévő gépház belmagassága nem tette lehetővé, hogy a befúvó és elszívó gépet egymás felett helyezzük el.

A 32 - es ábrán látható módon külön egységet képez a befúvó és az elszívó gép. A távozó levegő fűtési teljesítményét glikolos közvetítő közeg segítségével hőcserélőn adjuk át a befúvó gépnek.

Elszívógépbe épített hővisszanyerő

1 hűtő hőcserélő, hidegvízre, 8 csősorral Lamellaköz 2.1 mm

Vörösréz csövek/ Alu lamellák

Hatásfok: Frisslevegő	:	50.2 %
Visszanyert teljesítmény	:	57.1 kW
Méretezési légszáll.	:	10 000 m ³ /h (20 °C / 50 % (RN))
Hűtőközeg	:	MEG 30% monoetilén-glikol oldat
Belépő levegő hőmérséklete / páratartalma	:	20 °C / 50 % (RN)
Közegáram	:	9.55 m ³ /h
Vízoldali ellenállás	:	27.59 kPa
Air pressure drop	:	164 Pa
Légsebesség, hőcserélő szabad keresztmetszetében	:	2.40 m/s
Szerelés csúszó síneken mozgó keretre		
Levehető kezelőpanel a cseppelválasztó és csepptálca mellett		
Menetes csőcsonkok mérete Kör (1)	:	Külső menetes csatl. 2"
Folyadéktartalom	:	42.9 l
Kezelőpanel cseppelválasztóhoz		

36. ábra Elszívó gépben visszanyert hő adatai

A hővisszanyerés hatásfoka csak 50 %, ami alacsonyabb a keresztáramú hőcserélők 70 - 75% - os hatásfokánál.

Az elszívó gépbe épített hűtő hőcserélő 8 soros. Vízőldali ellenállása közel 30 kPa, a levegő oldali 164 Pa.

A hővisszanyerés hatásfokát csak nagyobb ellenállású (még több soros) elem beépítésével tudnánk növelni.

Ez a ventilátort meghajtó villanymotor, és glikolos vizet keringtető szivattyú villamos energia felvételét indokolatlanul növelné.

A -5 °C -os beszívott levegő 2.6 °C - ra melegszik a befúvó gépben, közben a páratartalma 90 %-ról 20 %-ra csökken.

Befúvó gépbe épített hőcserélő

1 fűtő hőcserélő, melegvízes, 8 csősorral Lamellaköz 2.1 mm

Vörösréz csövek/ Alu lamellák

Méretezési légszáll.	:	8 772 m ³ /h (-15 °C / 90 % (RN))
Fűtőközeg	:	MEG 30% monoetilén-glikol oldat
Belépő levegő hőmérséklete / páratartalma	:	-15 °C / 90 % (RN)
Kilépő lev. hőm. / páratart.	:	2.6 °C / 20.2 % (RN)
Vízoldali ellenállás	:	32.41 kPa
Air pressure drop	:	123 Pa
Légsebesség, hőcserélő szabad keresztmetszetében	:	2.40 m/s
Szerelés csúszó síneken mozgó keretre		
Levehető panel, fagyvédő termosztát elhelyezésére		
Menetes csőcsonkok mérete Kör (1)	:	Külső menetes csatl. 2"
Folyadéktartalom	:	42.9 l

37. ábra Befúvógépben átadott hő adatai

6.3 Klímagép fűtési hőcserélő

A fűtési hőcserélő teljesítményét úgy szükséges meghatározni, hogy az -15°C-os levegőt is fel tudjon melegíteni min. 19°C-ra.

Befúvógép fűtési hőcserélő teljesítmény : 110 kW csősor :3 db

Belépő hőm. / kilépő hőm. víz	:	70 °C / 50 °C	
Belépő levegő hőmérséklete / páratartalma	:	-15 °C / 90 % (RN)	
Kilépő lev. hőm. / páratart.	:	19 °C / 6.75 % (RN)	
Közegáram	:	5.09 m ³ /h	
Vízoldali ellenállás	:	4.737 kPa	
Légoldali ellenállás	:		48 Pa
Légsebesség, hőcserélő szabad keresztmetszetében	:		2.40 m/s
Szerelés csúszó síneken mozgó keretre			
Menetes csöcszonok mérete Kör (1)	:	Külső menetes csatl. 2"	
Folyadéktartalom	:	18.8 l	
Kez.panel kihúzható fagyvédő-tartó kerettel		12_1 std.hg.ac.	

38. ábra Befúvó gép 70/50 °C-os fűtési hőcserélő adatai

A légoldali hővisszanyerő normál esetben +2.6 °C-ra előmelegíti a beszívott - 15 °C-os levegőt. (lásd 37-es ábra)

Azonban van olyan üzemi állapot, amikor a hővisszanyerőből nem tudunk hőt vételezni.

Amikor a hőcserélőt le kell olvasztani!

Ha mindig arra számítanánk, hogy előmelegített levegőt kap a fűtési hőcserélő, és így választanánk, erre méreteznénk, akkor 12 °C-os levegőt engednénk be a laminar air flow-n keresztül, ami nem megengedhető.

6.4 Téli nedvesítés gőz beporlasztás

A fűtési hőcserélőben keringtetett 70/50 °C-os víz felmelegíti a levegőt a beállított befúvási hőmérsékletre. Ezután a levegőt gőz beporlasztással nedvesítjük.

Ha a téli frisslevegőt 19 °C-ra melegítjük, akkor a relatív nedvességtartalma lecsökken 10 % alá, teljesen kiszárad.

A komfort klímáknál ez ismert jelenség mindenki számára.

A műtőkbe nem vezethetjük a kiszáradt levegőt.

A levegő nedvesítésére több műszaki lehetőség van:

- ultrahangos levegő nedvesítés (adiabatikus folyamat, azt a műtőknél télen nem használjuk)
- direkt gőz befúvás (használatos a kórházakban, ha a kazánokban megtermelt gőz nem szennyezett.) Azok a kórházak, amelyek a műszerek sterilizálására központi gőzellátó rendszert működtetnek ott a kondenzátumba nem kerül be szennyező anyag. Elválasztó hőcserélő van. Ezeknél a steril gőz a befúvó ágba bevezethető.

- helyi gőznedvesítés elektromos fűtésű készülékekkel (Tiszta megoldás, de az elektromos gőzfejlesztőknek jelentős a villamos energia igénye melyre fokozottan oda kell figyelni.)

6.5 Csíráatlanítás

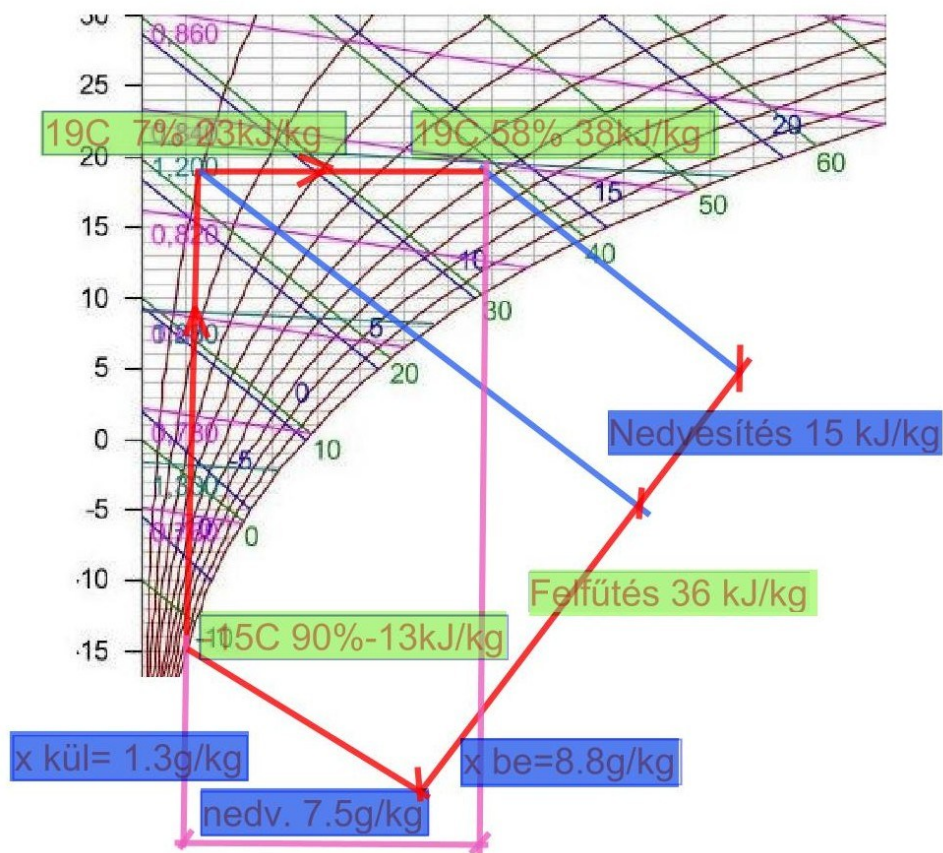
Az UV-C tartományú germicidlámpák a levegő tisztítását és sterilizálását a klimatizáló berendezésekben elhelyezve valósítják meg. Elsősorban a komfort berendezéseknél használják, ahol nincs a 3. fokozatú szűrés.

A Covid után újra előtérbe kerültek ezek a berendezések. A szakmai vélemény ebben a kérdésben nem egységes. A klímagépbe épített UV-C lámpák helyett a steril gőz befúvás télen elvégzi a csíráatlanítást.

A laminar air flowba épített H-13 és H-14-es szűrőkön meg nem juthat a műtőbe olyan porszem, gőz vagy vízpára, amin baktérium, vagy vírus van.

Ebben a kérdésben az orvosoknak, ill. az orvostechnológusnak kell megadni a helyes választ. **Amennyiben az orvostechnológus úgy ítéli meg, hogy szükséges, akkor ennek betervezése és beépítése nem okoz nehézséget.**

TÉLI KÜLSŐ LEVEGŐ FEFÜTÉSE ÉS GŐZBEFUVÁSSAL NEDVESÍTÉSE

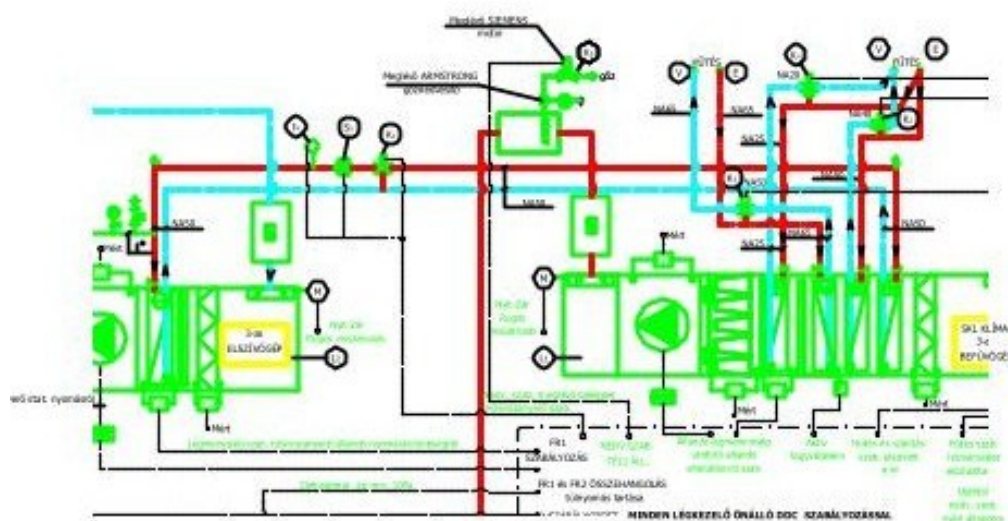


39. ábra Levegő felfűtése és nedvesítése „h-x” diagram

A nedvesítés gőzigénye:

$$m_{\text{gőz}} = m_{\text{lev}} \times (x_{\text{be}} - x_{\text{kül}}) = 3.33 \times (8.8 - 1.3) = 25 \text{ g/s} = \mathbf{90 \text{ kg/h}}$$

Gépházi légcsat.szakaszba épített telített gőz nedvesítő kondenz leválasztóval.



40. ábra Kisnyomású gőzhálózatról nedvesítő beépítése

A gőzt az alagsori gépházban kiépített légcsatorna hálózat egyenes csőszakaszába porlasztjuk be. Nagyon fontos, hogy elegendő légcsatorna hossz álljon rendelkezésre a gőz és levegő keveredésére. Fontos, hogy a légcsatorna kellően szigetelt legyen a gőzlecsapódás elkerülésére.

A függőlegesen felmenő légcsatorna alá cseppgyűjtő tálcát kell beépíteni. A cseppvizet szifonon keresztül kell a csatornába vezetni. A légcsatorna első részén 1000 Pa túlnyomás van, ezt a szifon kiválasztásánál figyelembe kell venni.

Gyakori eset, hogy a rosszul beépített gőznedvesítő miatt túl nedves levegő érkezik a műtőbe.

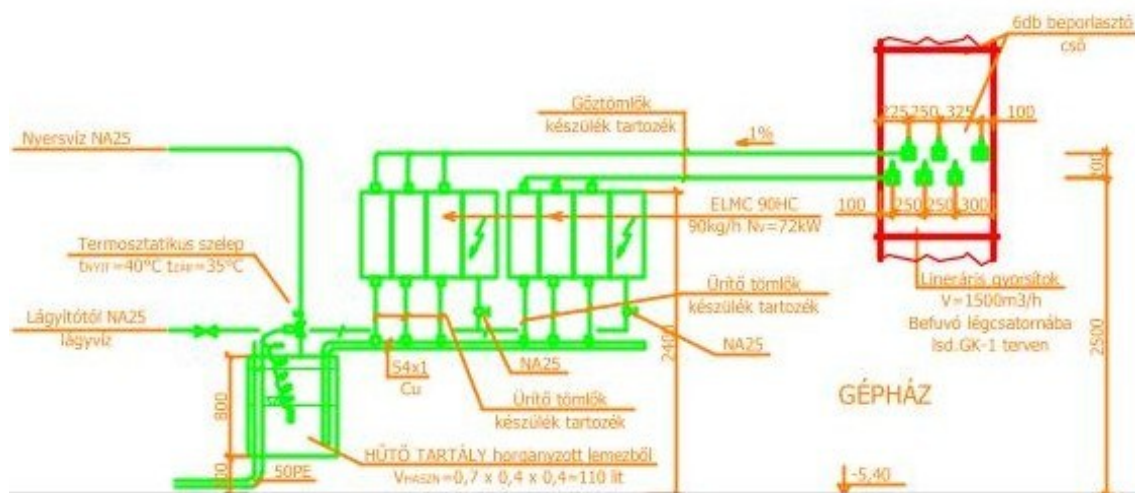
A laminar air flow Hepa szűrőjén kicsapódás történik, és a mennyezetről víz csepeg az operáló orvosokra.

Ezt mindenképpen kerülni szükséges.

Nem az a megoldás, hogy kikapcsoljuk a gőznedvesítő berendezést, hanem az, hogy gondosan járunk el a tervezés és a kivitelezés során.

Betartjuk a gyártó előírásait a szabad beépítési hosszra, a gőzlándzsák elhelyezésére, a kondenz leválasztó beépítésére. Rendszeresen elvégezzük a berendezés karbantartását.

Amennyiben a kórházban a műtő közelében nem áll rendelkezésre vezetékes hálózaton kisnyomású steril telített gőz, akkor elektromos gőzfejlesztő berendezést kell felhasználni a felmelegített levegő nedvesítéséhez.



41. ábra Elektromos gőzfejlesztő beépítésének kapcsolása



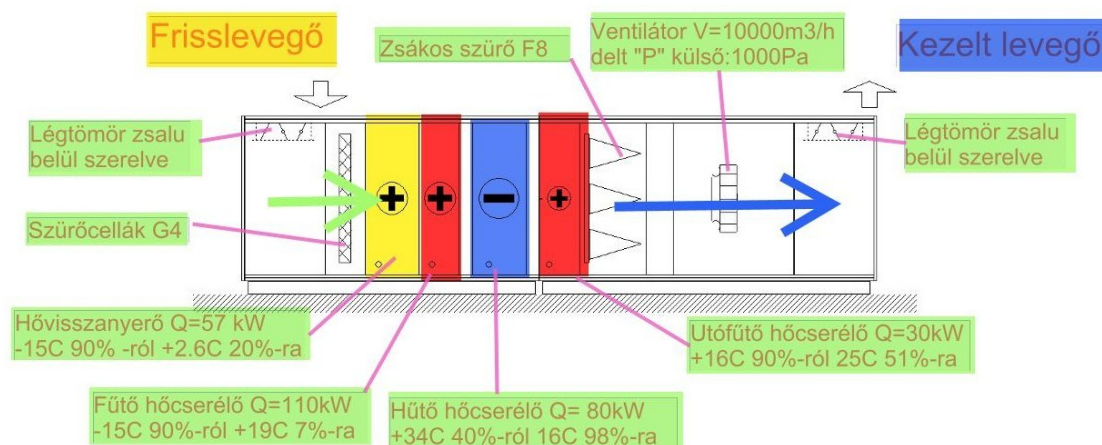
42. ábra Elektromos gőznedvesítő beépítve

Az elektromos gőzfejlesztők jelentős elektromos energiát igényelnek.

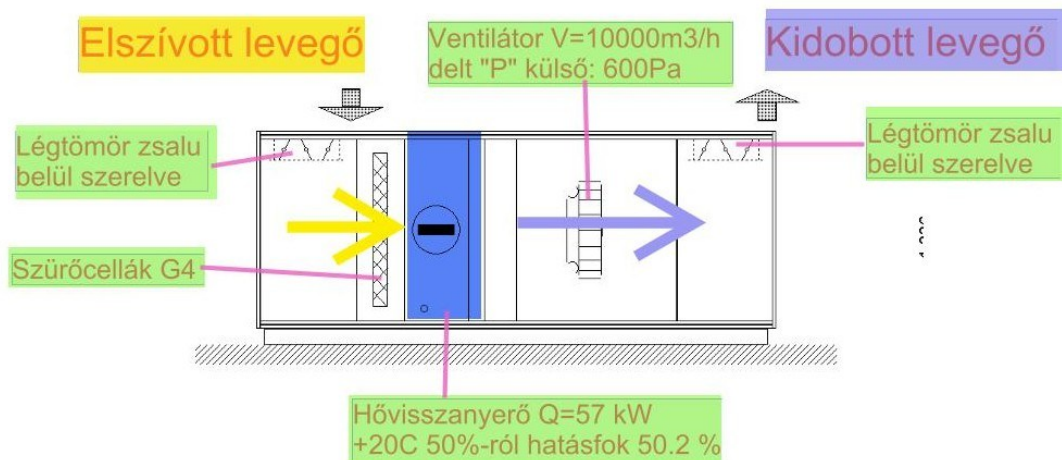
A 90 kg/h gőz előállításának elektromos igénye: 72 kW

A gépész tervezőnek a villamos tervezővel és az üzemben tartó kórházi műszaki vezetőjével előre egyeztetni szükséges a jelentős energia igényről.

6.6 Klímagép összeállítása, zajszintek



43. ábra Befúvógép



44. ábra Elszívógép

A kapcsolási vázlatunk (32-as ábra) alapján megajánlott klímagép ellenőrzése során nemcsak a hőcserélők beépített teljesítményét, hanem a gép geometriai és akusztikai adatait is szükséges ellenőrizni. Fontosnak tartjuk, a leszállított klímagép megfeleljen a STERIL KLÍMAGÉP követelményeinek.

A gép belső ellenállása alapvetően a homlok keresztmetszet nagyságától függ.

Az ajánlott homlokoldali légsebesség 2-2.5 m/s.

Ha ennél nagyobb a sebesség, akkor a beépített hőcserélők, szűrők, cseppelevasztó ellenállása is nagyobb lesz, melyet csak nagyobb villamos teljesítménnyel működő ventilátorok tudnak legyőzni. A 24 órán keresztül működő klímagépeknél ez a kórház számára többlet költséget jelent.

Az általunk elfogadott klímagépben a homlokoldali légsebesség 1.73 m/s (lásd 34. ábra). Az alacsony légsebességhez alacsonyabb zajszint is párosul, mely szintén fontos a kórházi gépek esetében.

HANGTELJESÍTMÉNY-SZINT SPEKTRUM									
	Frekvenciák (Hz) / Oktáv-sáv-szintek (dB-Lin)								Teljes
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB (A)
Lesugárzott	87	83	69	62	58	55	46	33	70
Szívóoldal légcsatornázva	85	89	85	82	71	67	56	43	82
Nyomóoldal légcsatornázva	98	92	90	92	93	91	89	82	98

Tűrés teljes spektrumra : +/-3 dB

Tűrés oktáv-sávonként : +/-5 dB @ 63-125 Hz

Tűrés oktáv-sávonként : +/-3 dB @ 250-8000 Hz

45. ábra Befúvógép zajszint

HANGTELJESÍTMÉNY-SZINT SPEKTRUM									
	Frekvenciák (Hz) / Oktáv-sáv-szintek (dB-Lin)								Teljes
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB (A)
Lesugárzott	74	66	65	53	50	46	35	<25	60
Szívóoldal légcsatornázva	80	75	84	72	72	69	61	51	79
Nyomóoldal légcsatornázva	85	78	87	84	85	82	78	71	89

Tűrés teljes spektrumra : +/-3 dB

Tűrés oktáv-sávonként : +/-5 dB @ 63-125 Hz

Tűrés oktáv-sávonként : +/-3 dB @ 250-8000 Hz

46. ábra Elszívógép zajszint

A gépek szívó és nyomó csomópontján mért zajszint értékek a légtechnikai hálózat hangtechnikai számításának alapadatai.

A műtőkben a megengedett zajszint: **35 db (A)** [MSZ-03-190:1987]

Gyakorlati tapasztalatunk, hogy a befúvó oldalon min. 2 x 1.0 m hosszú, az elszívó oldalon min. 1.5 m hosszú kulisszás hangcsillapító elem beépítés szükséges. Természetesen a tervezőnek a légcsatorna hálózat hidraulikai és akusztikai méretezését el kell végezni, és annak alapján meghatározni a szükséges hangcsillapítók nagyságát és akusztikai paramétereit.

6.7 Légcsatorna hálózat ellenállása és nyomástartás

A kórházi épületekben fontos, hogy az általunk tervezett berendezések alacsony zajszinttel rendelkezzenek. A klímagép és a műtő között légcsatorna hálózaton juttatjuk el a klimatizált levegőt. Az áramlási sebességet 4 - 7 m/s értékre javasoljuk felvenni a légcsatorna hálózat méretezése során. A 20 - 30 m távolságot áthidaló légcsatorna ellenállása ez esetben 500 – 600 Pa érték közé esik.

Leágazások a fő gerinc mentén szabályozókkal

Befúvó hálózat vég ellenállása
Laminar flow nélkül: 500 Pa

Főág No.	Csatlakozó ág I.	Csatlakozó ág II.	Jell. méret "D b", ill. "a" [mm]	(D, ill. a x b) "b" [mm]	Vezeték anyaga (1 v. 2)	Vezeték-hossz [fm]	Alaki ellenállások a főágon $\Sigma \zeta$ [-]	$\Sigma k v$ [m3/h]	$\Sigma \Delta p$ [Pa]	Elvétel a főágon [m3/h]	Fajtás a főágon [Pa]	Csatlakozó ágakon fojtható [Pa]	Aramlás a főágon [m3/h]	Seb. a főágon [m/s]	S' a főágon [Pa/m]	Főág nyomás-esése [Pa]	Főág nyomás-igénye [Pa]
1	2		900	600	1	3	2					512 Pa, . jelű ágon	8200	4,22	0,3	22	502
2	3		900	300	1	3	1					433 Pa, . jelű ágon	8200	8,44	1,7	47	512
3	4		900	600	1	1						446 Pa, . jelű ágon	8200	4,22	0,3	11	433
4	5		1000	300	1	10	1,5					381 Pa, . jelű ágon	8200	7,59	1,3	65	446
5	6	7	1000	300	1	1	0,5					246 Pa, 6. jelű ágon	8200	7,59	1,3	18	381
6			400	300	1	20	5			2200			2200	5,09	0,9	95	111
7	8		800	300	1	1	0,5					326 Pa, . jelű ágon	6000	6,94	1,2	16	357
8	9	10	1200	300	1	6	1					265 Pa, 9. jelű ágon	6000	6,94	0,5	16	326
9			400	300	1	2	5			1520			1520	3,52	0,5	38	45
10	11		900	300	1	1	0,5					303 Pa, . jelű ágon	4480	4,61	0,5	7	310
11	12	13	900	300	1	2	0,5					119 Pa, 12. jelű ágon	4480	4,61	0,5	7	303
12			250		1	2	10			900			900	5,09	1,3	157	172
13	14	15	900	300	1	3	1					93 Pa, 15. jelű ágon	3590	3,68	0,4	9	291
14			200		1	2	10			760			760	6,72	3,0	274	301
15	16	17	900	300	1	3	1					96 Pa, 17. jelű ágon	2820	2,90	0,2	6	208
16			250		1	2	10			1010			1010	5,72	1,7	197	217
17	18	19	300	300	1	2	1					47 Pa, 18. jelű ágon	1810	5,59	1,3	21	121
18			200		1	2	10			300			300	2,65	0,5	43	47
19	20	21	300	300	1	2	1					28 Pa, 20. jelű ágon	1510	4,66	0,9	15	94
20			200		1	2	10			300			300	2,65	0,5	43	47
21	22	23	300	300	1	3	1,5					6 Pa, 22. jelű ágon	1210	3,73	0,6	14	75
22			200		1	10	10			300			300	2,65	0,5	47	51
23	24	25	300	300	1	3	1					22 Pa, 25. jelű ágon	910	2,81	0,4	6	57

Légsebességen a főágon: 4-7 m/s

47. ábra Befúvó hálózat ellenállása

Filter class according to EN 779	M5	M6	F7	F9
Average efficiency according to EN 779	60 %	65 %	85 %	>95 %
Initial differential pressure at nominal volume flow rate	90 Pa	90 Pa	110 Pa	150 Pa
Recommended final differential pressure	450 Pa	450 Pa	450 Pa	450 Pa
Maximum operating temperature	80°C	80°C	80°C	80°C
Maximum relative humidity	100 %	100 %	100 %	100 %

Hepa szűrő kezdeti ellenállás: 120Pa

Filter class according to EN 1822	E11	H13	H14
Efficiency according to EN 1822	>95 %	>99.95 %	>99.995 %
Initial differential pressure at nominal volume flow rate	125 Pa	250 Pa	120/140 Pa
Recommended final differential pressure	300 Pa	600 Pa	600 Pa
Maximum operating temperature	80°C	80°C	80°C
Maximum relative humidity	100 %	100 %	100 %

Hepa szűrő vég ellenállás: 600Pa

48. ábra H14-as Hepa szűrő ellenállás adatai

A Hepa H 13 sterilszűrő cella a levegőben található finom porok, vírusok, baktériumok, gombák leválasztására légtechnikai rendszerekben történő alkalmazásra. A magas minőségű szűrőanyag optimális plisszírozása teszi lehetővé, hogy kis felületen nagy mennyiségű levegőt szűrjön meg. Szűrőanyag magas minőségű szálasodás mentes, üvegszálpapír. Lapos tömítéssel ellátva rááramlási oldalon a tömített beépítés céljából, a cellakeret anyaga alumínium. Eurovent tanúsítvánnyal rendelkezik. Szűrési jóságfok az EN 1822 szabvány szerint H13 Leválasztási hatásfok az EN 1822 szerint >99,995% Kezdeti ellenállás a névleges légmennyiségnél $DP_k=120\text{ Pa}$ Ajánlott kihasználási végérték $DP_v=600\text{ Pa}$ Maximális üzemi hőmérséklet $T_{max}=80\text{ Celsius}$ Maximális relatív páratartalom 100%

49. ábra Hepa H13 szűrő kiírási minta

A szűrő pontos kiírását azért tartjuk fontosnak, mert ebben rögzítettük a szűrő kezdeti 120 Pa és a végellenállás 600 Pa értéket. A légcsatorna ellenállás értékéhez a szűrő végellenállás értékét hozzá adva, kapjuk az **1000 – 1100 Pa** értéket, mely meghatározza a klímagép ventilátorának a légszállítását.

A klímagépnek változó légellenállást kell legyőznie, állandó légmennyiség szállítása mellett.

A gépész tervező feladata betervezni azokat a műszereket és berendezéseket melyek segítségével a kitűzött cél megvalósítható.

A műtőkben a belső hőmérsékletet, relatív páratartalmat és túlnyomást mérni kell. A mért értékeket a diszpécserközpontba szükséges továbbítani.



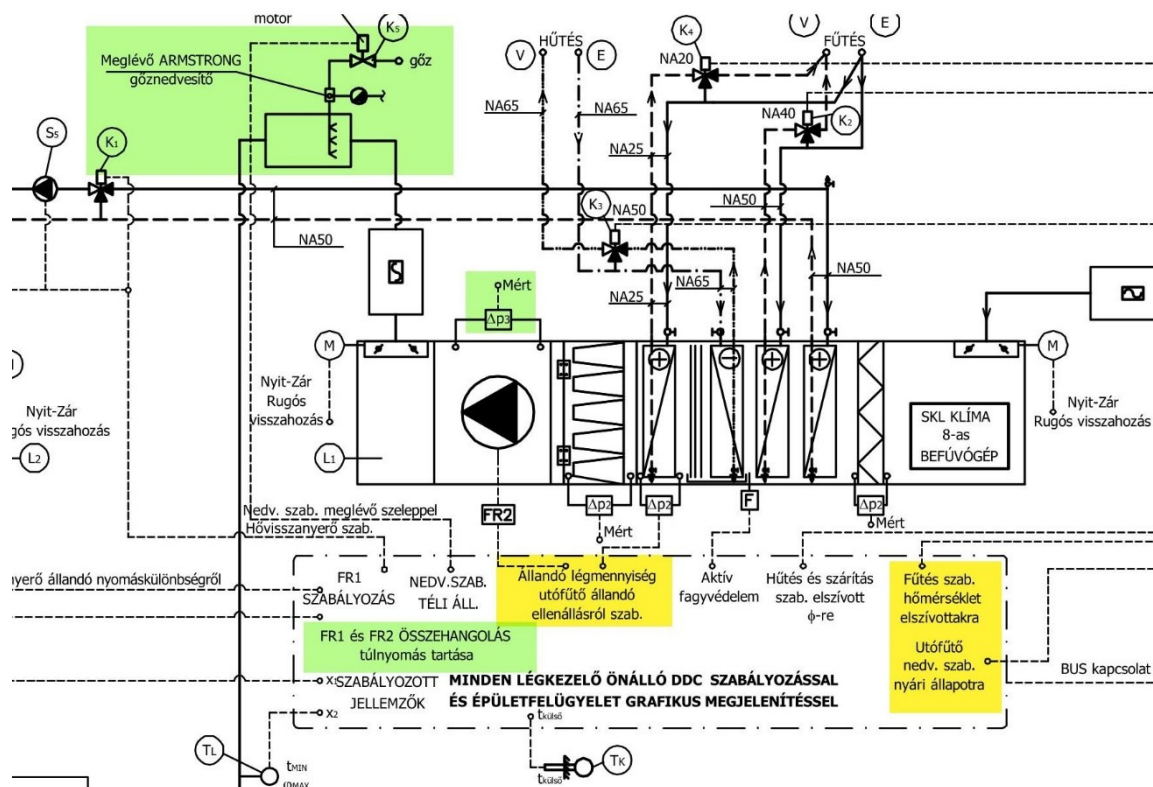
50. ábra Nyomás, páratartalom, hőmérséklet mérő

A gépész tervező további feladata a klímarendszer működéséről egy gépész kapcsolást készíteni, mely alapja annak az épületfelügyeleti programnak, mely a klímarendszert szabályozza és vezérli.

Ki kell jelölni a klímagépen belül azt az elemet, melynek légellenállása állandó. Ezen átfolyó levegő nyomáskülönbsége lesz a bázisa a ventilátor légszállítás nyomáskülönbségének. Jelen esetben a befúvó gépben lévő utófűtő hőcserélő légoldali ellenállása melyet a 51-es ábrán sárgával ki is emeltünk.

A klímarendszerben 4 változó ellenállású szűrő van. (3 db a befúvó oldalon, 1db az elszívó oldalon.) A szűrők ellenállása portterhelésük szerint változik. A klímagépek besabályozása a szűrők kezdeti értékére történik. Fontos, hogy a besabályozás előtt tisztítsák ki a klímagépben lévő szűrőket. (Gyakran az építkezés idején a gépeket használják, és az építkezési por van bennük.)

A klímarendszer fertőtlenítése után szabad csak a steril szűrőket elhelyezni a laminar air flow berendezésekben.



51. ábra Klímarendszer szabályozás kapcsolási vázlat

Az épületfelügyelet grafikus megjelenítésén minden olyan paraméternek láthatónak kell lennie, mely a műtő légállapotáról, a légszállításról, a túlnyomás tartásáról közvetít adatokat. A szabályozási programnak tudnia kell a változó ellenállással szemben a ventilátorok fordulataát úgy változtatni, hogy a befűjt és elszívott levegő mennyisége a műtőkben ne változzon.

6.8 Hűtőgépek, abszorpciós hűtő

A megyei kórház területén a központi műtőblokk és több osztály rekonstrukciója egyszerre történt. A központi hűtőgép melegvízzel üzemelő abszorpciós folyadékhűtő.

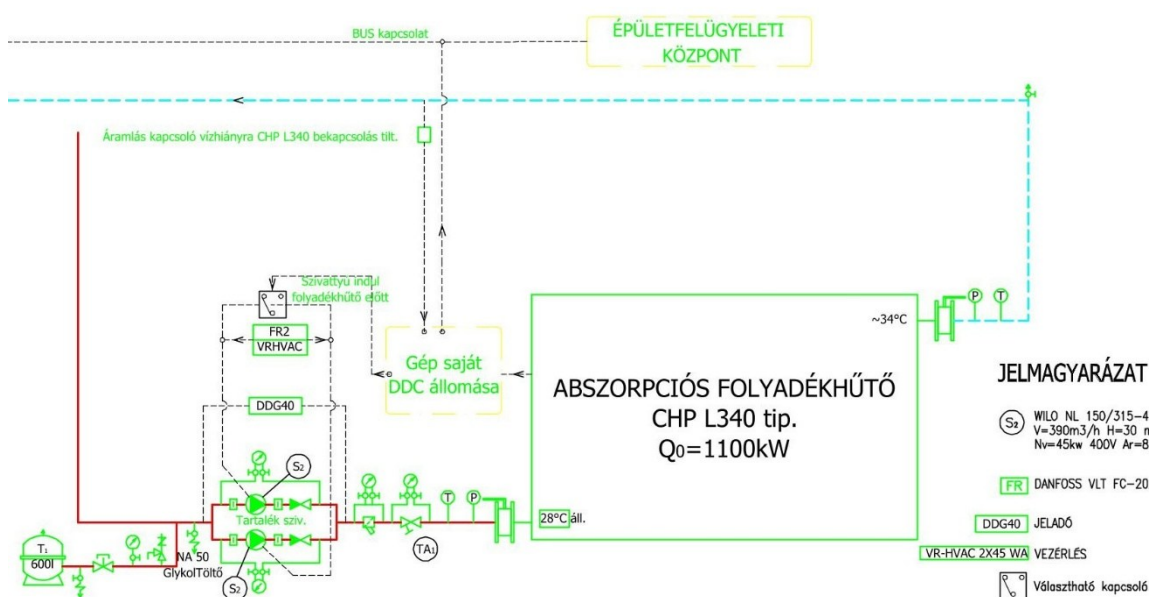
Műszaki adatai:

- Hűtési teljesítmény: 1100 kW
- Kilépő hőmérséklet: 7 °C
- Visszatérő hőmérséklet: 12 °C
- Folyadékáram: 189 m³/h
- Hűtőtorony belépő hőmérséklet: 28 °C
- Hűtőtorony kilépő hőmérséklet: 34 °C
- Folyadékáram: 375 m³/h
- Fűtési belépő hőmérséklet: 85°C
- Fűtési kilépő hőmérséklet: 75,5°C
- Folyadékáram: 134 m³/h

A kórházban rendelkezésre áll a gőzenergia, melynek kiváltása technológiai okokból nem volt lehetséges. (Mosoda, konyha, sterilizáló stb.) A gőz előállítása gázmotor füstgázát hasznosító hőcserélőjében, ill. gáztüzelésű gőzkazánban történik.

Az abszorpciós hűtés előnyei:

- nincsenek magas nyomás alatt lévő alkatrészek,
- alacsony villamos energia fogyasztás, nyári csúcs „levágása” történik,
- alacsony zajszint, mely a kórháznál nagyon fontos tényező,
- alacsony üzemeltetési költség a hulladékhő felhasználása miatt.



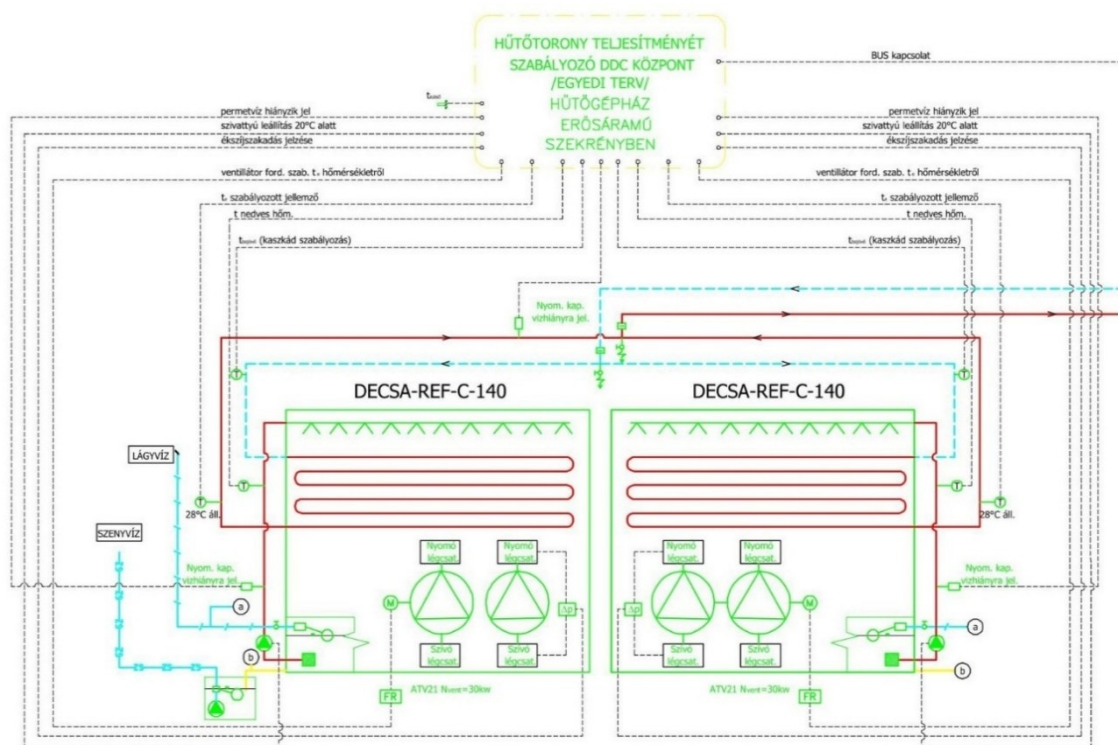
52. ábra Abszorpciós folyadékűtő kapcsolási vázlata

Az abszorpciós folyadékűtő működésének egyik fontos eleme az „evaporatív hűtő”. A hűtőtornyoknak biztonsággal kell elvinni az abszorpciós kondenzátorban keletkezett hőmennyiséget, hogy az abszorpciós körfolyamat megvalósuljon.

A hűtőtorny műszaki adatai:

- (2 db egyforma teljesítményű gép van beépítve.)
- 1 gép hűtési teljesítménye: 1234 kW
- Folyadékáram: 195 m³/h
- Belépő hőmérséklet: 34 °C
- Kilépő hőmérséklet: 28 °C

Az elmúlt évek tapasztalata, hogy az abszorpciós hűtő, a hűtőtorny megbízhatóan és gazdaságosan működik.



53. ábra Abszorpciós gép evaporatív hűtés kapcsolási vázlata

7. Épületfelügyeleti rendszer (Tuczai Attila)

Az épületfelügyeleti rendszereknek nagyon fontos szerepük van a műtők klimatizálásának szabályozásában, és a helyes működés ellenőrzésében.

A felügyeleti rendszeren keresztül minden információnak el kell jutnia azokra a helyekre, ahol hozzáértő szakemberek látják az aktuális paramétereket.

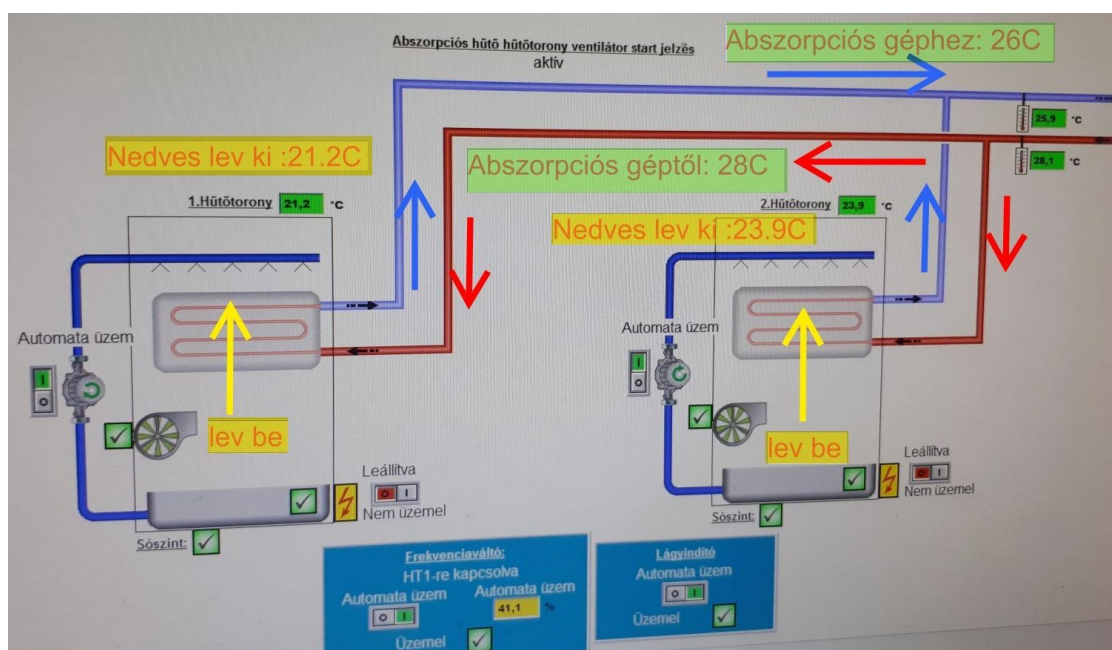
A beállított értékektől való eltérés, vagy hiba jelzésekor be tudnak avatkozni.

A nagyobb kórházakban külön diszpécser központ van.

7.1 Abszorpciós hűtőgép felügyelete

Az összes műtő a hűtési energiát az 1.1 MW-os géptől kapja. Az abszorpció paramétereinek ellenőrzése kiemelt fontosságú. Az épületfelügyelet számítógépén közel 30 önálló rendszer ellenőrzése fut. A gépész tervezőnek részt kell venni a helyes szabályozási program összeállításában, a bes szabályozási munkálatokban.

A programot író csak a gépész tervek - kapcsolások - ismeretében tudja a helyes működési programot megalkotni. A következőkben az épületfelügyelet képernyőjéről készített felvételekkel illusztráljuk a tervezett, és általunk javasolt működési sémákat.



54. ábra Hűtőtorony épületfelügyeleti rendszeren

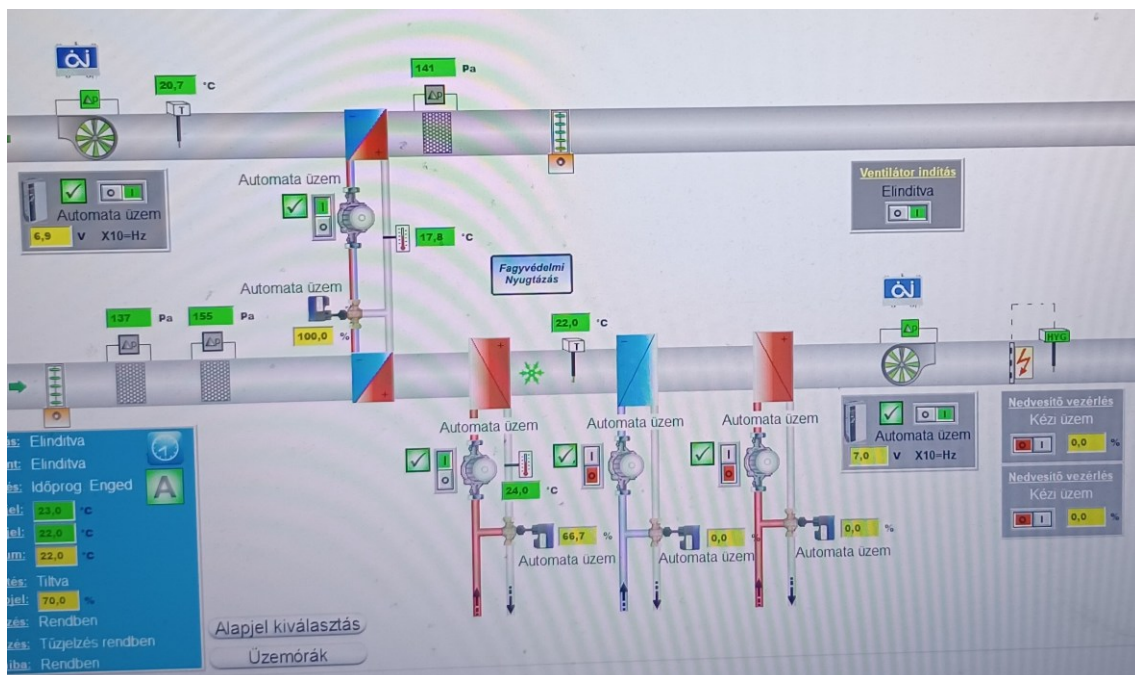


55. ábra Abszorpciós hűtőgép épületfelügyeleten

7.2 Klímagépek felügyelete

A műtők klímagépeinek összeállítása a gépész tervező feladata. A tervezési szempontok között a legfontosabbak a **sterilitás** fenntartása, megbízhatóság, a jó kezelhetőség, a gazdaságosság, az építész és az orvostechnológus által megfogalmazott elvárások legteljesebb kielégítése.

Ez osztott gép, a befúvó és az elszívó egy sorban van. A távozó levegő hőenergiáját glikolos közvetítő közeg adja át a beszívott frisslevegőnek. Az elszívott levegő nem érintkezik a befűjt frisslevegővel, mely a sterilitás megtartása miatt fontos.



56. ábra Műtő klímagép közvetítő közeges hővisszanyerővel elektromos gőznedvesítővel



57. ábra Műtő klímagép keresztáramú hővisszanyerővel elektromos gőznedvesítővel

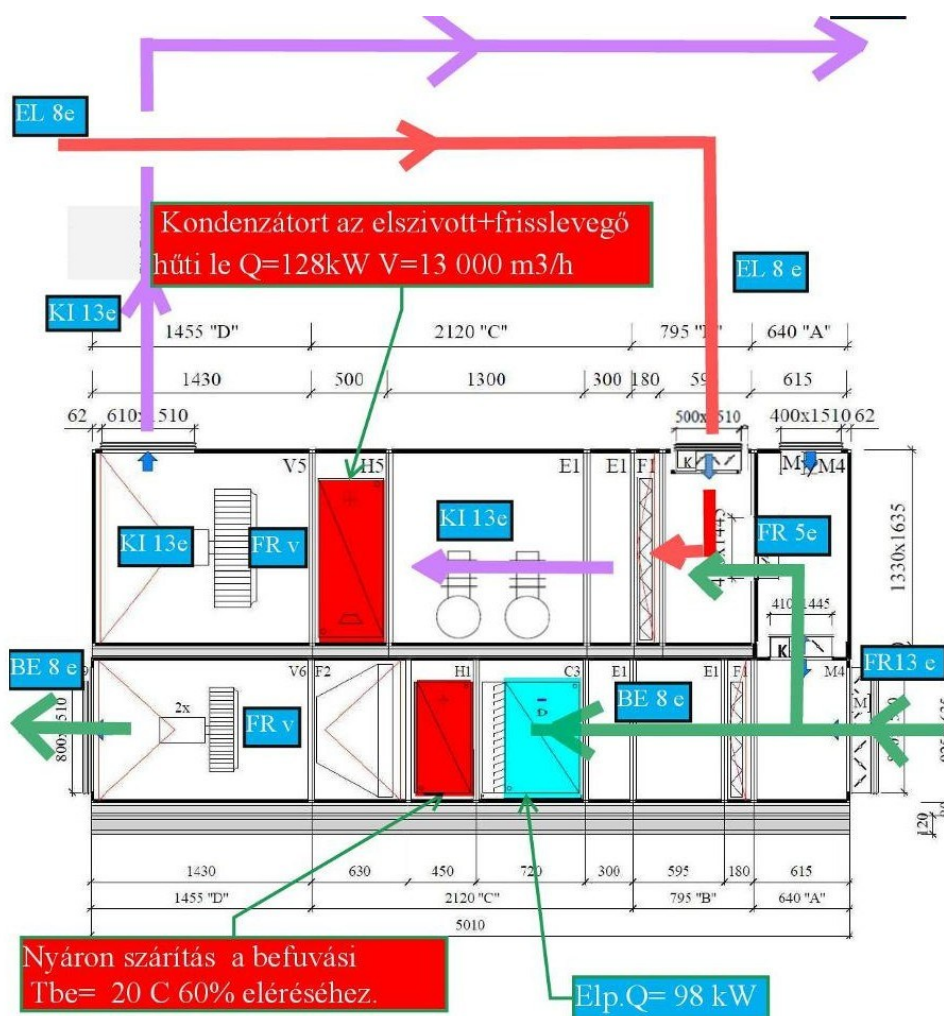
A keresztáramú hőcserélő hővisszanyerésének hatásfoka jobb, mint a közvetítő közeges gépeknek.

Hátránya lehet, ha gyártói, vagy összeszerelési hiba miatt a lemezes hőcserélőben rés szivárgás jön létre, és az elszívott levegő vissza keveredik a befűjt friss levegőbe.

Ahol az elszívott levegő sugárszennyezett (pl. onkológia), ott csak a közvetítő közeges hővisszanyerővel ellátott klímagépeket szabad beépíteni.[6]

A forgódobos hővisszanyerővel ellátott gépeket a műtőkhöz nem szabad használni!

Az entalpia visszanyerőben a forgódob belseje felváltva érintkezik az elszívott és a befűjt friss levegővel. Az elszívott levegő tartalmazhat olyan anyagokat, aminek nem szabad a befűjt levegőbe kerülnie. (Pl. altatógáz, melyet a műtők aljából szívunk el)



58. ábra Klímagép kapcsolás beépített hűtő aggregáttal

A fenti kapcsolást csak kisebb, pl. egynapos sebészeti műtőkhöz javasoljuk.

Ebben a klímagépben az elszívó gépbe be van építve a befűjt levegőt lehűtő aggregát.

Az aggregát kondenz oldali melegének elvitelére a visszaszívott levegő mennyisége nem elegendő. Nyáron egy keverő kamra zsaluján keresztül többlet friss levegőt keverünk az elszívott levegőbe.

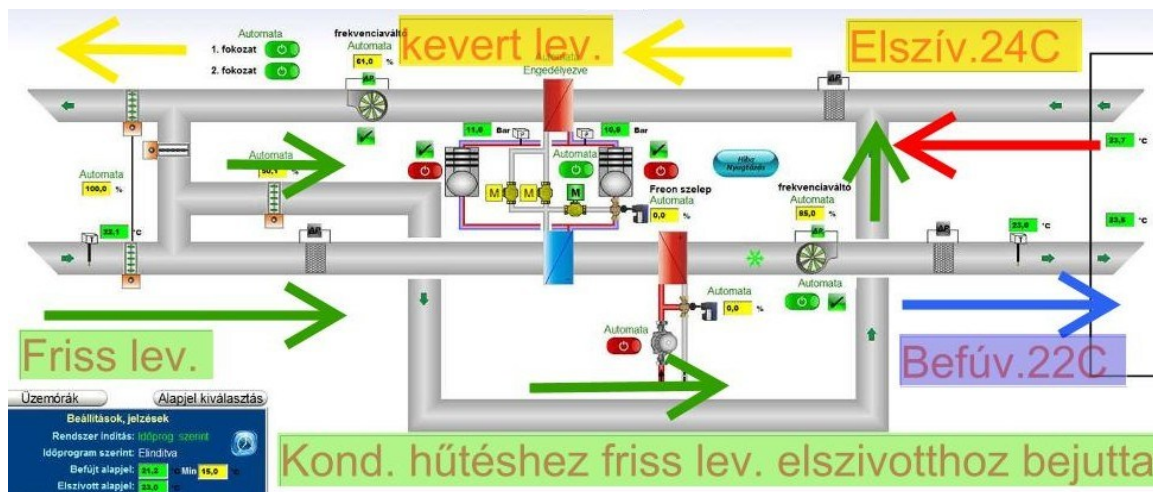
Az ilyen gép összeállítás ott előnyös, ahol a hűtőgépet nem lehet a tetőn szabadban elhelyezni. Ugyan ezen gépről épületfelügyeleti képernyő.

Ez a gépösszeállítás arra hoz példát, hogy nem tiltott a befűvő gépbe a hűtőgépnek, vagy a hőszivattyúnak az „F” gázzal szerelt elemét, azaz a direkt elpárologtatóját beépíteni.

Fontos, hogy a fűtési -hűtési elemeknek gyorsan tudják követni a belső hőterhelés és a külső időjárás változását. Előfordul, hogy reggel fűtenünk kell délután meg hűteni.

A gép befűvő ventilátora előtt közvetlenül F8 as a keverő kamra után F4-es szűrő van.

A szűrők nyomáskülönbség távadóval vannak felszerelve. (lásd 59. ábra)



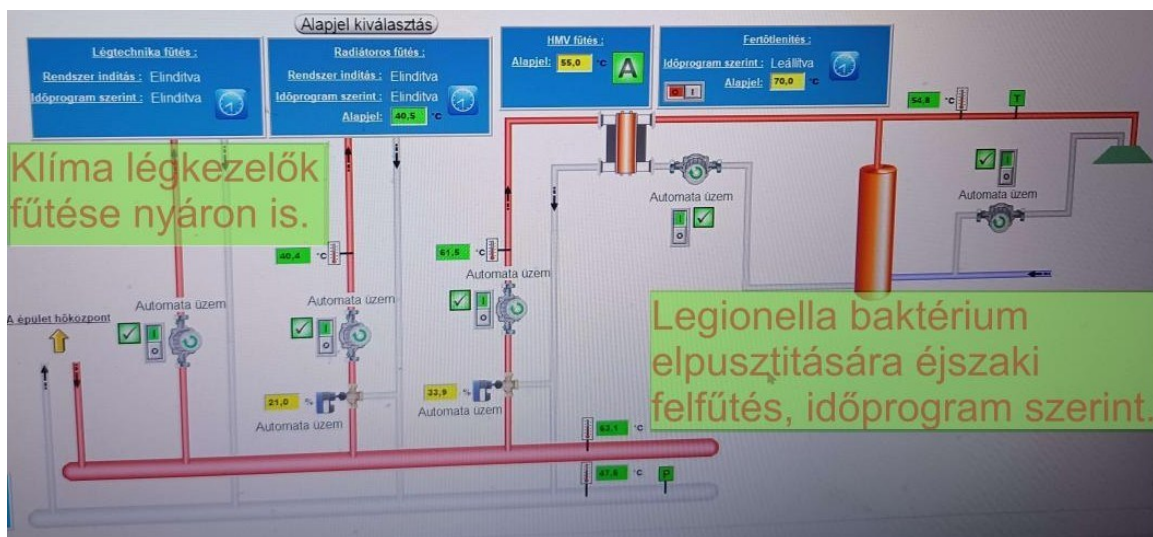
59. ábra Klímagép hűtőgéppel egybeépítve

A klímagépek energia ellátásáról az üzemeltetőnek pontos információkkal kell rendelkeznie. A hűtőgépek a nyári időszakban töltenek be fontos szerepet. A fűtési energiának viszont télen és nyáron egyaránt rendelkezésre kell állnia.

A lehűtött levegő vissza melegítése az utófűtő hőcserélőn történik. A kórházi hőközpontban a melegvizes osztóról külön keringtetett rendszer megy a klímagépekhez, a konvektív hőleadókhoz és a használati melegvizet előállító hőcserélőhöz.

A használati melegvíz tárolót legionella fertőzés elkerülése miatt éjszaka fel kell fűteni 60 °C fölé. A műtők előtt orvosi bemosakodók vannak. Fontos, hogy a bemosakodókban a vízminősége kontrollált legyen

A melegvíz tárolók felfűtést időprogram szerint kell végezni.



60. ábra Műtő bemosakodók központi melegvízellátása

7.3 Klimatizált terek felügyelete

A helyiségek belső hőmérsékletének, páratartalmának, nyomásértékének megjelenítése az épületfelügyeleti számítógépen rendkívül fontos információ.

A belső terekben létrehozott relatív túlnyomás a levegő áramlási irányokat határozza meg, **melyet a következő példán** szemléltetünk.[5]

A megyei kórház területén egy parenterális gyógyszerkiosztó labor és egy citosztatikus keverékinfúziót előállító labort úgy alakítottak ki, hogy közös előkészítőből történik a laborok kiszolgálása. Mindkét labor tisztatér kialakítású, a külső terektől zsilipekkel lehatárolt.

A citosztatikus keverékinfúzió fokozott toxikus hatását, és az ebből következő munkavédelmi követelményeket, és a követelmények kielégítését garantáló tisztatértechnikai szabványok a következők: ISO 14644-1:2015, FED-STD 209E.

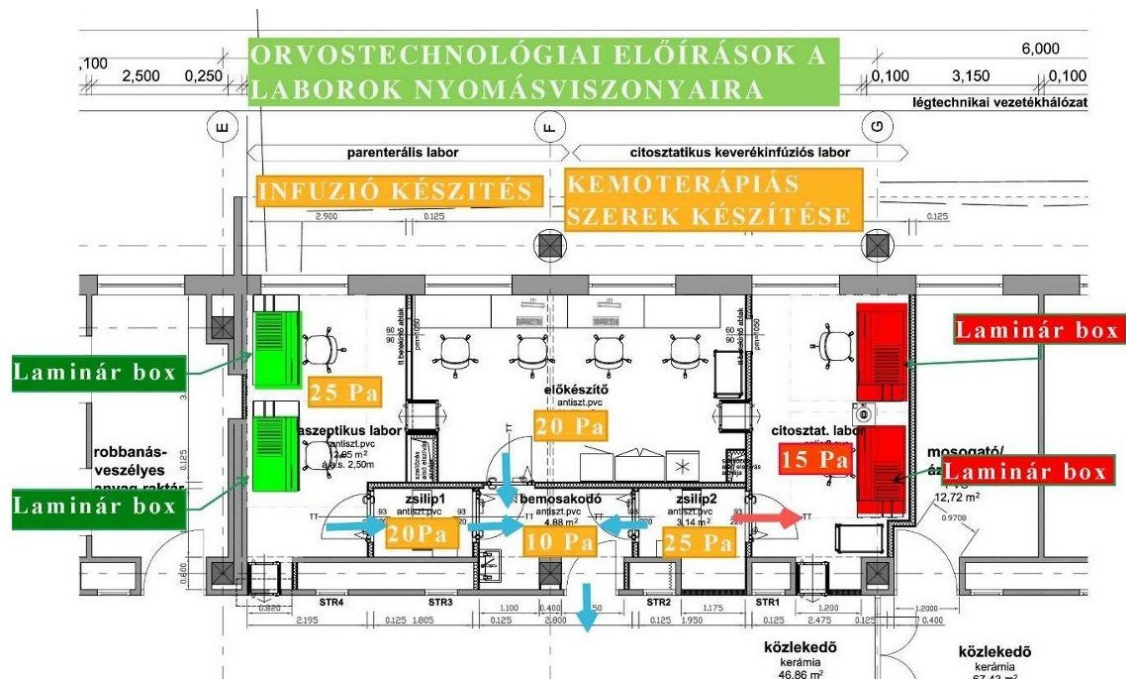
A laborok belső struktúrája a következő:

- Bemosakodó/aszeptikus öltöző – „D/C” tisztatér
- Előkészítő - „C” tisztatér
- Zsilipek – „C/B” tisztatér
- Parenterális labor – „B” tisztatér
- Citosztatikus labor – „B” tisztatér

A sterilanyag ellátás központilag történik. A raktárból naponta töltik fel a laborokat. A napi készletet – az előkészítőben elhelyezett – nagy méretű hűtőszekrényekben tárolják.

Az előkészítő helyiségben mérik ki ill. készítik elő a gyógyszereket, melyeket átadó szekrényeken át juttatnak a steril laborokba. A steril laborokban laminár boxok munkaterében történik a keverékinfúzió (névre szóló egységcsomag) végleges összeállítása. Az egységcsomag tartalmazza a keverékinfúziót, valamint a beadáshoz szükséges szerelést. Az egységcsomag egy zárt, lehegesztett külső burkolatot kap, mely minden szükséges adatot tartalmazó címkével van ellátva.

A laborok kialakítása az ISO 14644-1 szerinti 5. osztályú tisztatérnek felel meg. A helyiségeket a környező terekhez képest túlnyomásos klimatizálással kell ellátni. A helyiségek előírt nyomás értékeit a következő ábra mutatja.



61. ábra Aszeptikus és citosztatikus labor eltérő nyomásviszonyai

A laborok teljesen frisslevegős klimatizálást kapnak.

A légcsere a laborok helyiségeiben: 25-szörös

Bemosakodóban: 12-szeres

A frisslevegő bevitele a laborokba az álmennyezetbe épített örvénykamrás befűvőkon keresztül történik.

A laborokban az elszívás részben a mennyezeten át történik, részben a laborok alsó munkateréből van kialakítva (szerelő aknába épített légszatorna hálózaton keresztül).

A mennyezeti anemosztátokba H14 fokozatú szűrők vannak beépítve.

A tisztatér monitorizálási rendszerét a gyógyszeripari tisztaterekben az ISO/TC209 14644/1 szabvány határozza meg.

Az életképes mikrobák max. száma: 10 db

A végszűrő hatásfoka a BSI 3928 szerint: 99,995 %

A frisslevegős légcsere nagyobb, mint 20-szoros.

A mért és összehasonlított eredményeket folyamatosan rögzíteni kell.

A naplózott eseményeket min. 1 évig kell tárolni. A lekérdezés bármilyen időpontban lehetséges legyen. Az 1 éven túli naplót külső adathordozón továbbra is meg kell őrizni.



62. ábra Laborok előírt és mért nyomásviszonyai

A mért értékekből leolvashatók a következők:

Az aszeptikus labor, melyben a parenterális készítmények előállítása történik – a legnagyobb belső túlnyomással működik. Ha az előkészítő felé az átadó ablakon keresztül a kész termék kiadása történik, akkor a „B” fokozatú tisztatérbe a „C” fokozatú előkészítőből (20 Pa) nem tud levegő átjutni.

Az aszeptikus laborból, ha a dolgozó nyitja az 1-es zsilip ajtaját, akkor a zsilip nyomása kisebb (19,1 Pa), tehát a „C” fokozatú zsilipből szintén nem tud levegő áramlani az aszeptikus laborba.

A zsilip nyomása nagyobb, mint a bemosakodó nyomása (10,5 Pa), így a bemosakodóból nem áramlik levegő a zsilipbe.

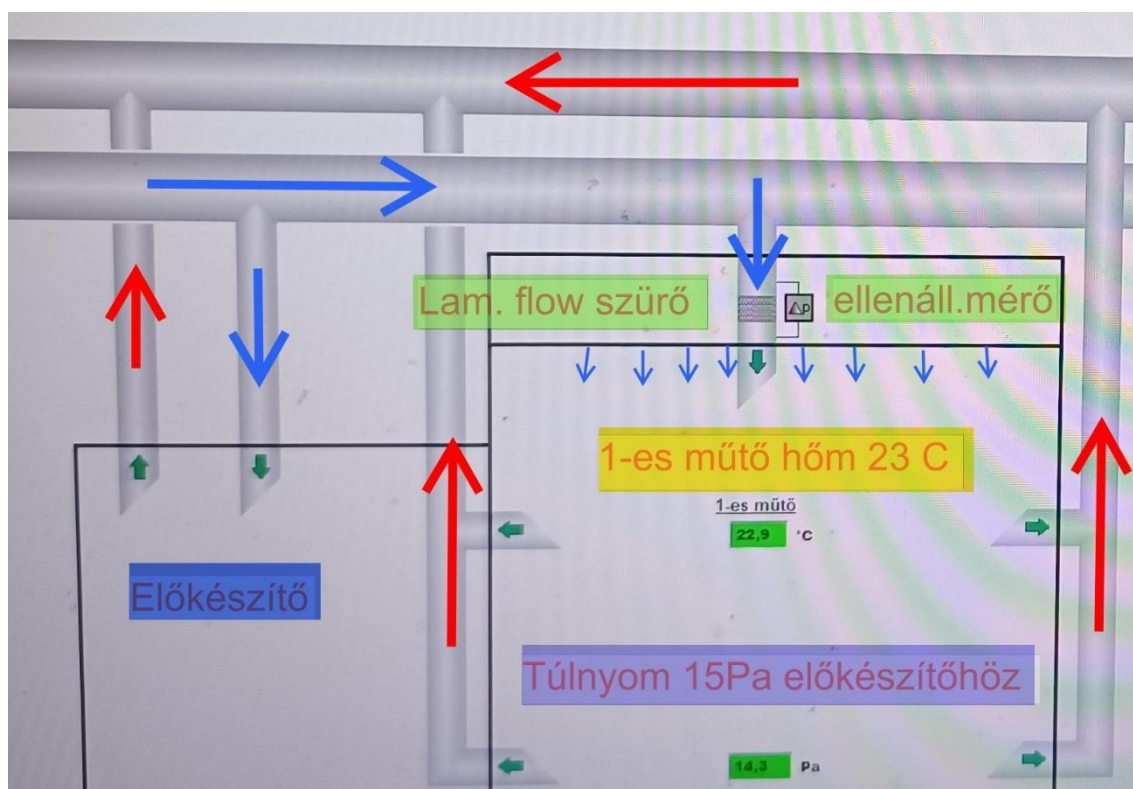
A citosztatikus laborban, ahol toxikus anyagok kiszerelése történik, a belső labor nyomás (19,7 Pa) kisebb, mint az előkészítő (22,7 Pa), ill. a 2-es számú zsilip (23,3 Pa) nyomása. A toxikus térből tehát nem tud levegő az előkészítőbe vagy a zsilipbe beáramlani. (A laborban a munkavégzés a laminár boxban történik, mely védelmet nyújt a laborban dolgozó részére.)

Bemosakodó nyomása (10,5 Pa) nagyobb, mint a közlekedő tér nyomása. Ugyanakkor a bemosakodóban uralkodó nyomás kisebb, mint az 1-es zsilip (19,1) ill. a 2-es zsilip (23,3 Pa) nyomása.

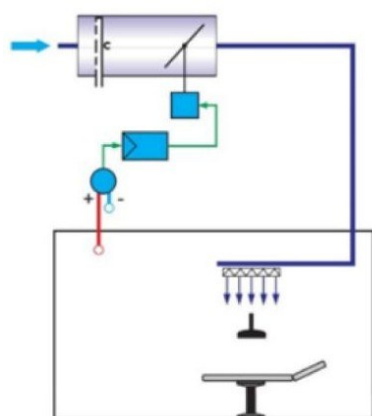
A bemosakodóból tehát akár az aszeptikus, akár a citosztatikus labor felé belép a dolgozó a zsilipbe, a zsilipből kifelé áramlik a levegő.

A zsilipek ajtajai reteszelve vannak. (Egyszerre a zsilipen lévő két ajtó nem nyitható!) A zsilipek és a túlnyomások akadályozzák meg, hogy a tisztaterekbe külső térből nem juthat be szennyező levegő.

A következők egy műtő képernyő képén látható adatokat tartalmazza.



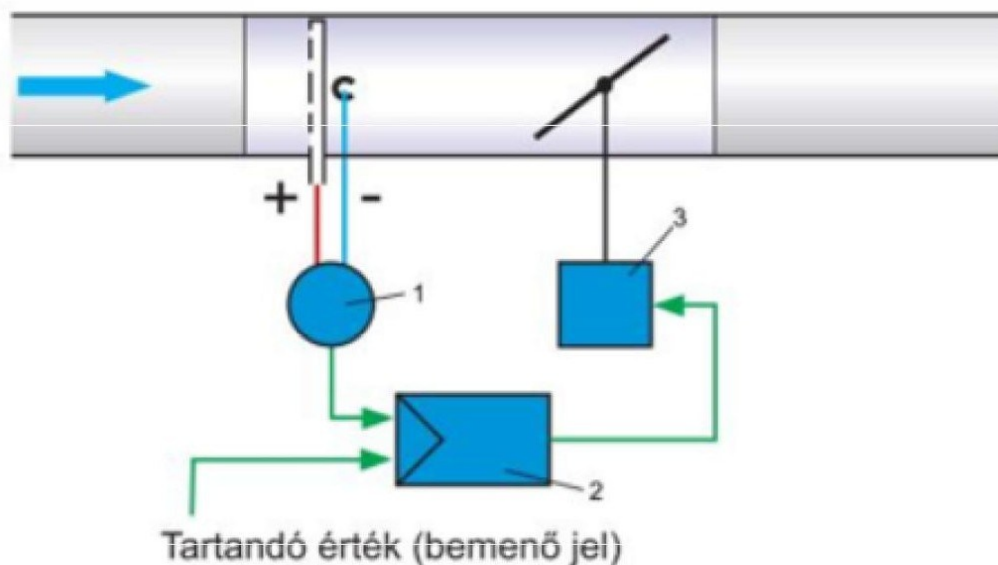
63. ábra 1-es műtő mért belső hőmérséklete és túlnyomása



A helyiségnyomás állandó értéken tartását membránnomástavadó segítségével és helyiségnyomás-különbség szabályozására alkalmas VAV szabályozóval egy referenciahelyiséghez képest állandó értéken tartjuk. Műtőknél, túlnyomást, laboroknál depressziót tartunk, annak érdekében, hogy a melyik a védett tér a levegő kizárólag kifelé vagy befelé áramolhat.

64. ábra Dinamikus nyomás tartás VAV szabályozóval

A légmennyiségre szabályozó VAV működése:



1- Nyomás távadó 2- Légmennyiség szabályozó 3 - Állítómotor

65. ábra VAV szabályozó működése

A szabályozó elemeknél a fix álmennyezetekbe kezelő nyílásokat szükséges elhelyezni.

Külön típusai vannak a steril terekbe beépíthető kezelő nyílásoknak.

Ezekről az orvostechnológus tud tájékoztatást adni

A műtők álmennyezetébe csak a legszükségesebb -mozgatóval felszerelt- elemet helyezzük el.

A hibrid műtőknél különösen fontos a légtechnikai rendszerek besabályozása az álmennyezet lezárása előtt.

Ezeknél előfordulnak az álmennyezetben elhelyezett síneken csúszó-gördülő MR, CT és berendezések melyek kábeleit keresztezik a gépészeti elemeket. (lásd 11-es ábra)

8. Légtechnikai beszabályozás (Tuczai Attila)

A nyomásviszonyokat, a hőmérséklet és páratartalom értékeit a helyiségekben elhelyezett mérőműszereken kell mérni. A helyiségek nyomásviszonyainak beszabályozásakor nagy segítség a nyomásérték azonnali megjelenítése a mérőműszereken. Minden műtőt önálló mérő műszerrel kell lenni megtervezni, melyek adatait az épületfelügyeleti rendszeren kell összegezni.

A beszabályozásról szerzett tapasztalataink:

A helyiségek túlnyomásának beszabályozása során először a befúvó hálózaton beállítottuk a tervezett légcseréhez szükséges légmennyiségeket. Minden anemosztát és laminar air flow előtt az állandó nyomást tartó VAV szabályozók vannak beépítve, melyek a beállított légmennyiséget tartják. A megfelelő légcserét helyiségenként a beáramló levegő mennyiségének mérésével ellenőriztük.

A helyiségek egymáshoz viszonyított túlnyomásának a nagyságát az elszívó hálózaton elhelyezett zsaluk fojtásával állítottuk be.

A beállítási értékeket az épületfelügyeleti programban rögzítettük. A befúvó és elszívó ventilátor FR váltós, melyen a légmennyiségsszállítást, és statikus nyomást mérjük.

Ha a rendszer ellenállása megnő – a szűrők telítődése következtében -, akkor a program növeli a ventilátorok fordulátát, és a légszállítás a műtők felé nem változik.

A beszabályozás tapasztalata számunkra, hogy megvalósított rendszeren az elszívó gépnél kellett nagyobb statikus nyomást beállítani, nem a befúvó gépnél.

Tapasztalatok összefoglalása:[5]

- A tisztaterekknél fontos, hogy a nyomásértékek beállítását és a zsilipeket úgy tervezzük, hogy a legtisztább steril zónától kifelé haladva egyre csökkenjen a helyiség túlnyomása.
- A nyomásértékeket, a páratartalmat és a hőmérséklet értékeket monitorozni kell. A mért értékeket folyamatosan rögzíteni kell. Bármilyen probléma esetére a mért értékek lekérdezését biztosítani szükséges. A mért értékeket adathordozón tárolni kell.
- Az épületfelügyeleti program és a kialakított légtechnikai rendszer képes legyen a beállított légmennyiségek állandó értéken tartására a műtők légterében.
- A beszabályozáskor beállított értékektől való eltérés esetén a diszpécserjelzést kell, hogy kapjon, és lehetősége legyen a beavatkozásra.
- A ventilátorok teljesítményének meghatározásánál az elszívó ventilátornál kell nagyobb tartalékot hagyni a túlnyomások beszabályozásához.
- A klimatizáláshoz a fűtési energiának nyáron is rendelkezésre kell állnia. Az üzemeltetővel el kell fogadtatni, hogy a lehűtött levegő páratartalmának csökkentéséhez a levegőt vissza kell melegíteni.

- A terekben a befújt és elszívott levegő hőmérséklete között 6°C-nál nem lehet nagyobb a különbség.
- A műtők és laborok nagy légcserét igényelnek, a befúvó fejek kiválasztását, elhelyezését körültekintően kell végezni. Az anemosztátokat a laminar air flow rendszereket a kereskedelmi szolgáltatókkal (gyártókkal) le kell „méreteztetni”, és a tervdokumentációhoz csatolni szükséges a kiválasztott berendezések eredménylapjait.
- A kiviteli tervekhez beszabályozási tervet kell készíteni, megadva minden egyes anemosztát előtt a beépítésre kerülő szabályozó légmennyiségét és nyomásértékét.
- A mérési jegyzőkönyvet a [7] szerint kell összeállítani.

9. Klímarendszerek üzembe helyezése (Tuczai Attila)

Az építőipari kivitelezési tevékenységet a 191/2009.(IX.15) Korm. rendelet szabályozza. A rendelet hatálya kiterjed az építtetőre, a tervezőre, a felelős műszaki vezetőre, a műszaki ellenőrré, a beruházás bonyolítóra, a tervellenőrré, a költség szakértőre, a biztonsági és egészségvédelmi koordinátorra. A Korm. rendelet 1. sz melléklete tartalmazza a kivitelei tervdokumentáció tartalmi követelményeit.

3.1. Épületgépészeti munkarész

Az épületgépészeti munkarészek vonatkozásában el kell készíteni az épület valamennyi épületgépészeti – ideértve az alternatív energiaellátás – rendszerének terveit alaprajz, metszet, függőleges csőterv és kapcsolási vázlat szinten, de szerelési, műhely- és gyártmánytervek nélkül.

a) Az épületgépészeti tervezés elemei:

aa) épületgépészeti számítások, az épületek energetikai méretezése, energiateljesítményének kiszámítása a külön jogszabályban rögzített esetekben és részletezéssel,

ab) épületgépészeti rendszertervezés, a vezetékhálózatok és berendezések méretezése a teljesítmény- és fogyasztási adatok számításán alapuló értékeivel.

b) Az épületgépészeti tervdokumentáció tartalmazza:

ba) a – víz-, csatorna-, gáz-, fűtés- és légtechnikai – rendszerek, vezetékhálózatok és berendezések elrendezési és szerelési terveit,

bb) az elrendezési, nyomvonal-vezetési, szerelési részletterveket,

bc) a méretkimutatásokat, konszignációkat,

bd) a műszaki leírást az épületgépészeti hálózatok és rendszerek, berendezések írásos ismertetésével, a teljesítmény- és fogyasztási adatok számításán alapuló értékeivel, az épület funkciójából adódó speciális épületgépészeti rendszerek részletes ismertetését.

Az épületgépészeti számításokat a vonatkozó szabványoknak vagy azzal egyenértékű megoldással kell elkészíteni, archiválni. A számításokat a kivitelezési dokumentáció nem tartalmazza.

66. ábra Épületgépészeti terv tartalmi követelményei

A műtők tervezése, kivitelezése és üzemeltetése nem szokványos feladat. A Korm. rendelet külön foglalkozik az üzemeléstechológiai munkarésszel.

5. Üzemeléstechológiai munkarész

Egyes építménytípusoknál az építmény vagy egy részének működése, környezetre gyakorolt hatása okán technológiai – különösen gyártás-, javítás-, vizsgálat-, konyha-, egészségügyi technológia – terv készítésekor az építményre jellemző egyedi folyamatok működését tartalmazza, így különösen:

a) a technológiai műszaki leírás,

b) a technológiai terv.

67. ábra Orvostechológiai terv tartalmi követelményei

A Korm. rendelet részletesen tárgyalja a kivitelezés folyamatát. A rendeletben hangsúllyal szerepel a kivitelezési tevékenység dokumentálása. Az e-naplónak külön „főnapló” és „alnapló” fejezete van. A Korm. rendelet 27& (5) pontja:

(5) Az e-főnapló és e-alnapló mellékletei:

- a) a hatósági napló, amely tartalmazza az ellenőrző hatóságok, az építésügyi hatóság engedélyezési eljárásában részt vett szakkérdést vizsgáló hatóságok, jogszabállyal feljogosított más hatóságok és szerv által készített értesítéseket, okiratokat, jegyzőkönyveket, feljegyzéseket, dokumentumokat, fotókat,
- b) a teljesítésigazolási napló, amely tartalmazza a tervezési szerződést, a beruházáslebonnyítói szerződést, a kivitelezési szerződést, a felmérési naplót, a teljesítésösszesítőt, a teljesítésigazolást és a teljesítésről felvett jegyzőkönyvet
- c) a gyűjtőnapló, amely tartalmazza
 - ca) az építési-bontási hulladék-nyilvántartást,
 - cb) az építési termékekre vonatkozó teljesítménynyilatkozatokat,
 - cc) a mérési jegyzőkönyveket, felülvizsgálati jegyzőkönyveket, elvégzett üzempróbák és nyomáspróba jegyzőkönyveit, üzembe helyezési vizsgálati tanúsítványokat,
 - cd) az építmény, építményrész kezelési és karbantartási útmutatóját,
- ce) minden olyan egyéb hatósági engedélyt, dokumentumot, nyilatkozatot, amely az építető számára a rendeltetésszerű és biztonságos használatot igazolja,
- cf) jóállási dokumentumokat, továbbá

68. ábra Építési „e-napló” jegyzőkönyv mellékletei

A fentiek rávilágítanak arra, hogy számos dokumentumot szükséges az üzemeltetőnek átadni a klímarendszerek szakszerű kezeléséhez.

Az épületgépészeti terv műszaki leírása a legelső fontos dokumentum, amely a megtervezett rendszer működésével kapcsolatos tervezői elképzelést fogalmazza meg.

A műszaki leírásnak tartalmazni kell minden olyan információt, mely a tervezői elgondolást alátámasztja, a meghozott műszaki döntéseit indokolja. A tervezett rendszert részletesen kell ismertetni. Erre mintát az [1] -es számú mellékletben hoztunk. A csatolt mellékletből kimásoltuk az üzembehelyezésre és a tervezői felelősségre vonatkozó oldalakat.

Ezek az utasítások természetesen az adott létesítmény gépészeti rendszerére vonatkoznak. A tervezőnek lehetősége van különböző műszaki megoldások közül választani a tervezési programban rögzítettek figyelembevételével.

A kiviteli tervek elkészítéséhez a betervezésre kerülő berendezésekről gyártói-kereskedői ajánlat szükséges, hogy a hidraulikai, a hőtechnikai, az energetikai számításokat-méretezéseket el tudják végezni.

Az [1]-es műleírásban azt is fontosnak tartottuk hangsúlyozni, hogy a tervezői felelősség megszűnik, ha kivitelező nem a tervezettel műszakilag **egyenértékű** berendezést építi be.

A tervező csak az általa megismert, gazdaságilag és műszakilag egyenértékű berendezések beépítése esetén felelős az általa tervezett rendszer működéséért.

Többször találkozunk olyan véleménnyel, hogy nem lehet a megépített rendszert megfelelően üzemeltetni.

Ilyenkor javasoljuk megvizsgálni, vajon a tervezett rendszer épült meg?

Tervezett berendezések üzembehelyezése, tervezői felelősség

A kiviteli tervek készítése során az általunk megfelelőnek ítélt és jó műszaki színvonalat képviselő gyártmányok szállítóitól műszaki ajánlatokat kértünk be.

A műszaki ajánlatokban szereplő paraméterek illetve gépkönyvi előírások figyelembe vételét, a kivitelezőnek szigorúan be kell tartani az építés és üzembe helyezés során.

- HWAR-L3-525 Melegvizes, abszorpciós folyadékhűtő kezelési és karbantartási útmutatója magyar nyelven (129 oldal)
- DECSA REF evaporatív hűtőtorony gépkönyve magyar nyelven (30 oldal)
- A hűtőtorony vízkezelésének részletes leírása és gépkönyvei (20 oldal)
- Az AIRTECH 150 légkezelő gépkönyve
- A szivattyúk gépkönyvei
- A hőcserélő és szabályozás gépkönyvei

A tervező csak az általa részletesen (gépkönyvi szinten) megismert berendezések beépítéséért vállalja a felelősséget.

A kivitelező részére a gépkönyveket másolásra átadja, de elő is írja egyben a gépkönyvben szereplő műszaki előírások betartását.

A kivitelező vagy ajánlattevő csak a terven szereplő berendezésekkel, műszakilag egyenértékű berendezéseket építhet be a tervező hozzájárulásával.

A tervező a terv szinten kidolgozott műszaki megoldásokért vállalja a felelősséget.

A tervtől eltérő szerelési megoldások illetve gyenge minőségű termékek beépítése esetén a tervező nem vállal felelősséget a kivitelezett megoldásokért.

69. ábra Tervezői felelősség rögzítése

Az abszorpciós hűtési rendszer ott ajánlott, ahol ennek a műszaki és gazdasági feltételei adottak.

Gyakori hűtési megoldás a kompakt folyadékhűtők és hőszivattyúk alkalmazása.

Ebben az anyagban ezekkel nem foglalkozunk, ezek kiválasztására, üzembe helyezésére több segédlet készült már.

A csatolt [2]- es számú mellékletből a légtechnikai beszabályozásra vonatkozó tervezői utasításokat másoltuk ki.

A műtőknél a légoldali beszabályozás és az üzemi próbák megtartása a legfontosabb. A végleges üzembe helyezést egészségügyi-hatósági eljárások megelőzik.

Ennek során a műtőkbe befűjt levegőből mintát vesznek, ellenőrzik a levegőben lévő csiraszámot.

Légtechnikai rendszer beszabályozása

- A GK/10-01 alaprajzi terven minden befúvó és elszívó anemosztátra ráírtuk a tervezett befúvási és elszívási légmennyiséget.
- Minden egyes anemosztát leágazáshoz állandó légmennyiséget automatikusan tartó (önbeálló) szabályozó csappantyút terveztünk be. A szerelés során már a szabályozó csappantyúk SKÁLÁJÁN a terven szereplő légmennyiséget be kell állítani.
- A befúvó és elszívó géphez egyaránt frekvencia váltós ventilátor motorokat terveztünk.
- A kapcsolási terven megadtuk a befúvó és elszívó ventilátor által szállítandó légmennyiséget.
- A befúvási és elszívási légmennyiséget a ventilátorok után a légcsatorna egyenes szakaszán kell kimérni.
- A ventilátorok fordulátát addig kell növelni az FR váltón, amíg a főágakban a kapcsolási terven előírt légszállítás nem jön létre.
- A névleges légszállításhoz tartozó frekvencia értéket a mérési jkv-ben rögzíteni kell.
- A névleges légmennyiségnél ugyancsak rögzíteni kell a befúvó gépnél az UTÓFŰTŐ hőcserélő ellenállás értékét. (ez a referencia érték)
Az elszívó gépnél a hővisszanyerő hőcserélő ellenállás értéke a referencia érték.
- A hőcserélők ellenállása nem változik, ha a befújt és elszívott légmennyiség változatlanul a tervezett és FR váltón már beállított fordulathoz viszonyítva nem változik.
- A „ Δp ” referencia nyomáskülönbségek további mérés nélkül megadják, hogy a légszállítás megfelel-e a tervezett állapotnak.
- A befúvási és elszívási légmennyiség rögzítése után el kell végezni a befúvó és elszívó anemosztátoknál az ellenőrző méréseket.

70. ábra Légtechnikai rendszer beszabályozása

A beszabályozások és üzembe helyezések elvégzését a kivitelezőtől független, erre szakosodott vállalkozókkal javasoljuk elvégeztetni. A tervező felelőssége, hogy betervezze azokat a szabályozó elemeket, melyekkel a térfogat és tömegáramok a tervezett mennyiség tartását biztosítják.

A klímagépeket ellátó hűtő és fűtő rendszerek vízoldali beszabályozását is el kell végezni a klímatechnikai rendszer üzembe helyezése előtt. Az erre vonatkozó utasítást is kimásoltuk az [1]-es mellékletből.

Hűtési-fűtési rendszerek beszabályozása

- A hűtési, fűtési körökbe T&A beszabályozó szelepeket terveztünk, melyek statikus szabályozó szelepek.
- A beszabályozó szelepeknél a terven megadtuk a tömegáramot és az orsó fordulatosokat, melyek előbeállítási értékek.
- A beszabályozás alkalmával, melyet szakszervíz által kell elvégezni, a tervezett tömegáramokat meg kell mérni és a pontos orsófordulatokat mérési jkv-ben dokumentálni szükséges.
- A beszabályozási tömegáramokat nem csak a hűtési és fűtési szelepeknél, hanem a főáramköri szivattyúknál és a leágazások mentén is megadtuk. A T&A szelepeknél itt is tömegáramot kell mérni és az FR váltós szivattyúkat a terven szereplő tömegáramok szállítására kell beszabályozni.

71. ábra Vízoldali rendszerek beszabályozása

A beszabályozás és beüzemelés folyamatát a leendő üzemeltetőnek célszerű végig kísérni. Ez a legjobb alkalom, hogy megismerje azt a rendszert, amit üzemeltetni fog.

A HVAC technológia (lásd csatolt [4]-es számú melléklet) beüzemelésére sok vállalkozás jött létre. Kiválasztásuk előtt fontos a műtők területén végzett munkájuk megismerése, referenciák ellenőrzése.

A legbiztosabb, ha a hivatalos műszaki ellenőr mellett az üzemeltető képviselője is jelen van, és szakszerű kioktatásban részesül az üzembe helyezett berendezések működéséről, és kezeléséről.

A leendő üzemeltető jelenlétét amiatt is fontosnak tartjuk, hogy megismerje, hogy a megépített rendszeren hol lehet légmennyiség elosztásokon változtatni, ha ez rendkívüli esetben felmerül. (Pl. a COVID járvány idején több esetben új területeket kellett bekapcsolni a légtechnikai ellátásba.)

A kivitelezési végén a -műszaki átadás folyamán -a kivitelezőnek át kell adnia a megvalósulási terv mellett az összes olyan dokumentumot, mely az általa megépített rendszer szakszerű beüzemelését és karbantartást tartalmazza.

A következőkben munkalapot csatolunk a beüzemelés dokumentálásról.

BEÜZEMELÉSI ELLENŐRZŐ LISTA LÉGKEZELŐ	
Általános adatok:	
Berendezés típusa:	
Kért beüzemelés ideje:	
Beüzemelés helyszíne:	
Beüzemelést kérő adatai:	
Beüzemeléssel kapcsolatos kontaktszemély:	
Kontaktszemély telefonja:	
Telepítési adatok (I / N):	
Készülék alapra telepítve (vízszintesen):	☐
Készülék álmennyezet fölé telepítve (vízszintesen):	☐
Készülék alá rezgéstompító gumilap elhelyezve:	☐
Berendezés körbejárhatósága megoldott:	☐
A berendezés tartozékaként szállított szabályzó és kommunikációs modulok felszerelve, összekábelezve:	☐
Vízköri oldal:	
Vízoldali csomók áramláshelyesen bekötve (gépkönyv alapján):	☐
Vízoldali elzáró szerelvények beépítve:	☐
Vízrendszer feltöltve:	☐
Vízrendszer légtelenítve:	☐
Szivattyú indítása, vízkör megforgatása:	☐
Belső hőterhelés meghaladja a minimális szintet (a berendezések üzemképesek):	☐

72. ábra Beüzemelési munkalap légkezelőhöz

A beüzemeléseknél fontos, hogy a műtő klímákat nem a minimális, hanem közel a maximális belső hőterhelés mellett üzemeljük be.

Főleg a hidrid műtőknél indokolt, ahol MR, CT, angiós, és képalkotó berendezéseknek nagy a hőterhelése.

Ki kell használni azt a lehetőséget amikor a gépek beüzemelését végző szervizesek is jelen vannak.

Ők biztosítani tudják a gépek magas teljesítménnyel történő próba üzemét, melyekre a műtő klímát szükséges beszabályozni.

Ellenőrizni kell, hogy a hűtési, fűtési, nedvesítési rendszerek üzemképes állapotban vannak.

A hűtőgépek üzembe helyezését a saját gépkönyvükben szereplő előírásoknak megfelelően kell végezni. A garancia megtartása miatt csak azzal a szakszervízzel szabad elvégeztetni, aki erre igazolt jogosultsággal rendelkezik.

A hűtőberendezések jelenleg használt hűtőközegei a környezetre veszélyes (ózonkárosító) anyagokat is tartalmaznak, ezért nagyon fontos a szivárgás vizsgálatok szakszerű elvégzése.

Az EU normatívák a jövőben természetes anyagú hűtőközegek alkalmazást írják elő.

Az Európai Unió Tanácsa 2024. jan. 29-i ülésén jóváhagyta az „F” gázok kibocsátásának csökkentését célzó jogszabályokat.

Az új hűtőberendezéseket 2035-től, csak természetes anyagú, pl. propán, bután hűtőközzel szabad forgalomba hozni.

A hűtőközeg legfontosabb jellemzője a GWP (Global Warming Potential) értéke. A GWP érték azt mutatja meg, hogy a levegőbe kerülő vegyi anyag milyen mértékben járul hozzá a globális felmelegedéshez.

Az alap egység a CO₂ molekula melynek potenciálja 1.0 GWP kgCO₂/kg

Az R290 hűtőközeg GWP értéke: 3.0 (HC propán)

Az R600 hűtőközeg GWP értéke: 3.0 (HC bután)

A ma használatos szintetikus anyagokat is tartalmazó R32 (HFC) hűtőközeg GWP értéke: **445.**

A propán és bután hűtőközzel üzemelő hűtőgépek esetében fontos kiemelni, hogy nem telepíthető épület pincéjébe, épület bejárata elé, épület ablaka mellé. A telepítés helyét biztonságtechnikai szakemberrel kell ellenőriztetni.

Ezeknek a gépeknek a beüzemelését csak olyan szakemberek végezhetik, akiknek igazolásuk van specifikus tűz és robbanásveszélyes anyagok használatáról.

BEÜZEMELÉSI ELLENŐRZŐ LISTA FOLYADÉKHŰTŐ - HŐSZIVATTYÚ	
Általános adatok:	
Berendezés típusa:	
Kért beüzemelés ideje:	
Beüzemelés helyszíne:	
Beüzemelés kérés adatai:	
Beüzemelés kapcsolatos kontaktszemély:	
Kontaktszemély telefonja:	
Telepítési adatok (I / N):	
Készülék megfelelő szilárdságú alpra telepítve (vízszintesen):	☐
Készülék alá rezgéscsillapító alaptest elhelyezve:	☐
Berendezés körbejárhatósága, szabad átszellőzése megoldott:	☐
A berendezés tartozékként szállított szabályzó és kommunikációs modulok felszerelve, összekábelezve:	☐
Vízköri oldal:	
Vízoldali csomópontok áramláshelyesen bekötve (gépkönyv alapján):	☐
Vízoldali elzáró szerelvények beépítve:	☐
Vízoldalon 1-1 db nyomásmérő (kilépő-visszatérő vezetékbe) beépítésre került:	☐
Vízáramlás kapcsoló elhelyezve és bekötve:	☐
Vízoldali szűrő visszatérő vezetékbe beépítve:	☐
Vízrendszer feltöltve (F- fagyállóval - V-vízzel):	☐
Vízrendszer légtelenítve:	☐
Szivattyú indítása vízkör megforgatása:	☐
Belső hőterhelés meghaladja a minimális szintet (a fogyasztó berendezések üzemképesek):	☐
Hidraulikai modul megléte esetén:	
A szivattyú emelő magassága, tágulási tartály, puffer tartály térfogata megfelelő:	☐

73. ábra Beüzemelési munkalap folyadék hűtőhöz-hőszivattyúhoz

10. Klímarendszerek üzemeltetése FM-BIM rendszerekben (Tuczai Péter)

10.1 Bevezetés

Az FM-ben dolgozók munkája mindig az adott létesítmények főtevékenységének támogatása. Egy kórház főtevékenysége a legfontosabb, amit el lehet képzelni, hiszen a cél az emberek életminőségének javítása és adott esetben életének megmentése. Ezen belül is a műtők a kiemeltebb helyek, hiszen itt olyan beavatkozások történnek, amelyek magas követelményrendszert állítanak az üzemeltetők számára. Egy esetleges hiba itt súlyos következményekkel járhat.

A magas követelmények kielégítésére érdemes a legmodernebb technológiákat alkalmazni, amelyek biztosítják a lehető leggyorsabb reagálást és a lehető legkevesebb hibázási lehetőséget. Az alábbiakban az üzemeltetés informatikai támogatásának lehetőségeit elemezzük.

10.2 BIM és CAFM rendszerek az üzemeltetésben

BIM (Building Information Management): A BIM már többet jelent az épületgépészeti rendszerek digitális 3D-s modelljénél. A BIM sokkal inkább információ menedzsment eszköz, amely végig kíséri az épület teljes életciklusát a tervezéstől a kivitelezésen át az épület üzemeltetéséig. Biztosítja azt, hogy minden adat, folyamat és előzmény egy helyen, egy rendszerben elérhető legyen. Az építőipar egyes szereplői közötti információcsere így standardizált, az adatvesztés minimalizált, a helyettesíthetőség pedig biztosított.

Nem minden épületről áll rendelkezésre tervezési és kivitelezési BIM modell, de ahogy a 31/2024. ÉKM rendelet - az építményinformációs modell (BIM) alapú tervezés és műszaki megvalósítás feltételrendszeréről - is előírja állami építési beruházások esetére, 2035. december 31-ig például az érintett állami létesítmények esetén meglévő épületekre is létre kell hozni a BIM modellt és azt az üzemeltetőnek kell karbantartania.

CAFM (Computer-Aided Facility Management): A létesítménygazdálkodók napi operatív munkájának támogatására létrejött CAFM szoftverek a műtők klímarendszereinek karbantartására és üzemeltetésére is alkalmasak digitális eszközökkel. Az érintett helyiségek, berendezések műszaki nyilvántartása mellett az azokhoz kötődő műszaki folyamatok, azok erőforrás igényei is kezelhetők ezekben a szoftverekben. Mindezeket túl a napi munka folyamán betáplált rengeteg információ elemzésére is kiválóan alkalmasak akár stratégiai, akár operatív szintről legyen szó.

A BIM és a CAFM rendszerek össze is köthetők egymással, az integráció előnyei: sokfélék, alábbiakban néhány példa:

- a BIM modell a helyiségek, berendezések CAFM-ben megjelenő struktúrájának és adatainak adatforrása
- a BIM 3D modell és az alaprajz vizualizációs lehetőséget biztosít a műszaki elemek megjelenítéséhez

- a 3D modell pontos információkkal szolgál a területek méréséhez, a légtérfogatok, kezelési távolságok, helyigények számításához.
- a BIM alapú CAFM rendszerekben a modell elemekhez folyamatosan gyűjthetők az információk, építve ezzel az adott berendezés üzemeltetési élettörténetét.

10.3 Klímarendszerek üzemeltetési követelményei

A korábbi fejezetek már tartalmazták azt a precíz követelményrendszert, amit a műtők klimatizálásának tervezésekor figyelembe kell venni. Ezek voltak kiemelten a

- hőmérséklet
- páratartalom
- nyomás
- légszűrés és sterilitás

Természetesen a tervezők által a műtőkre előírt értékek biztosítása az épület átadása után az üzemeltetők feladata. Mindezt úgy kell elvégezni, hogy az energiahatékonyság és fenntarthatóság feltételei is teljesüljenek. Szükséges tehát az üzemeltetés optimalizálása, felesleges energiafelhasználás elkerülése.

Ezen feltételek hagyományos eszközökkel történő biztosítása helyett ma már az informatika sokkal hatékonyabb eszközöket biztosít.

10.4 BIM-CAFM alapú üzemeltetési folyamatok

Eszközkezelés és karbantartás

Az épület megvalósulási BIM modellje tartalmazza a berendezések pontos elhelyezkedését 3D-ben, de ezen felül minden elem rendelkezik egy olyan ún. tulajdonságkészlettel, ami kifejezetten az üzemeltetéshez szükséges adatokat tartalmazza, pl.: egyedi azonosító, típus, gyártó, teljesítmény, garancia lejárat, méretek, tömeg stb.

A hagyományos berendezés karbantartás a gyártók által előírt, természetesen biztonsági tartalékot tartalmazó ciklusokkal számol, ez az ún. preventív karbantartás; például a műtő klímarendszerében a HEPA szűrőt minden 12 hónapban cserélik, függetlenül attól, hogy mennyire van elhasználódva.

Egy BIM-CAFM rendszerben a prediktív karbantartást lehet használni, mert a digitális modellben összekapcsolhatók az érzékelők és a berendezések karbantartási előzményei. A prediktív karbantartás valós idejű adatokon és azok elemzésén alapul. Szenzorok, IoT eszközök figyelik az adott eszköz állapotát (pl. hőmérséklet, rezgés, energiafogyasztás), és a rendszer előre jelzi, mikor lesz szükség beavatkozásra; például a műtő klímarendszerében lévő ventilátor csapágyaiba beépített szenzorok érzékelik a rezgésmintázat változását, és előre jeleznek egy meghibásodást, így a csere időben ütemezhető.

A prediktív karbantartással ki lehet tolni a karbantartási ciklusokat, ezáltal csökkentve a költségeket és a humán erőforrásigényt anélkül, hogy az üzemeltetésbiztonságot csökkentenénk.

Hibajelentés és gyors reagálás

A BIM alapú CAFM rendszerek támogatják a hibák gyors beazonosítását is. Az épületfelügyeleti rendszerből érkező hibajelzés hatására az integrációnak köszönhetően rögtön automatikus hibajegy jön létre a CAFM-ben. Amennyiben az egyes hiba típusokhoz előre hozzá van rendelve a felelős alvállalkozó vagy saját felelős szakember, akkor E-mail értesítésben már meg is kapja a hibajegyet, a 3D modellben pedig láthatja az érintett berendezés pontos elhelyezkedését és az alaprajzokon pedig kiszínezve a leállással érintett helyiségeket.

Valós idejű monitoring és teljesítményoptimalizálás

A BIM alapú CAFM rendszerek lehetővé teszi:

- A hőmérséklet és páratartalom folyamatos szabályozását; Példa: A műtőben elhelyezett szenzorok folyamatosan méri a hőmérsékletet és páratartalmat. Ha a hőmérséklet adott szint alá csökken (pl. az éjszakai csökkentett üzemmód miatt), a rendszer automatikusan csökkenti a hűtővíz-ellátást a légkezelőben, hogy elkerülje a túlzott hűtést. Ha a páratartalom egy bizonyos küszöbérték fölé emelkedik, a rendszer bekapcsolja a szárító egységet vagy szabályozza a légcserét.
- A légszűrők és légcserék állapotának ellenőrzését; Példa: A légkezelő rendszerben elhelyezett nyomáskülönbség-szenzorok folyamatosan figyelik a HEPA szűrők állapotát. Amikor a szűrő eléri a határértéket (a nyomáskülönbség túl nagy lesz), a CAFM rendszer automatikusan riasztást küld a karbantartóknak, jelezve, hogy szűrőcsere szükséges. A BIM-CAFM integráció lehetővé teszi, hogy a BIM modellben vizuálisan is megjelenjen a problémás légtechnikai egység, így a karbantartók gyorsan beazonosíthatják a helyét és típusát.
- A nyomáskülönbségek automatikus korrigálását; Példa: A műtőkben jellemzően túlnyomás uralkodik a környező helyiségekhez képest, hogy megakadályozza a fertőző részecskék bejutását. A rendszer folyamatosan figyeli a műtő és az előtér közötti nyomáskülönbséget. Ha ez az érték a szükséges minimum alá csökken, a rendszer riasztást küld és automatikusan korrigálja a légmennyiséget. A BIM-CAFM rendszerben a műtő nyomásállapotát a diszpécser egy műszerfalon is követheti, és a problémás területek azonnal vizuálisan is azonosíthatók.
- Az energiafelhasználás intelligens optimalizálását; Példa: A műtők légtechnikai rendszereinek energiafogyasztása jelentős, különösen, ha folyamatosan maximális üzemmódban működnek. A valós idejű monitoring lehetővé teszi, hogy a rendszer figyelje a műtők

kihasználtságát (pl. éppen folyik-e műtét vagy nem). Ha a műtő üres, a rendszer automatikusan csökkentheti a légcsereszámot és a hűtési teljesítményt, majd visszaállíthatja a normál üzemmódot a következő műtét előtt.

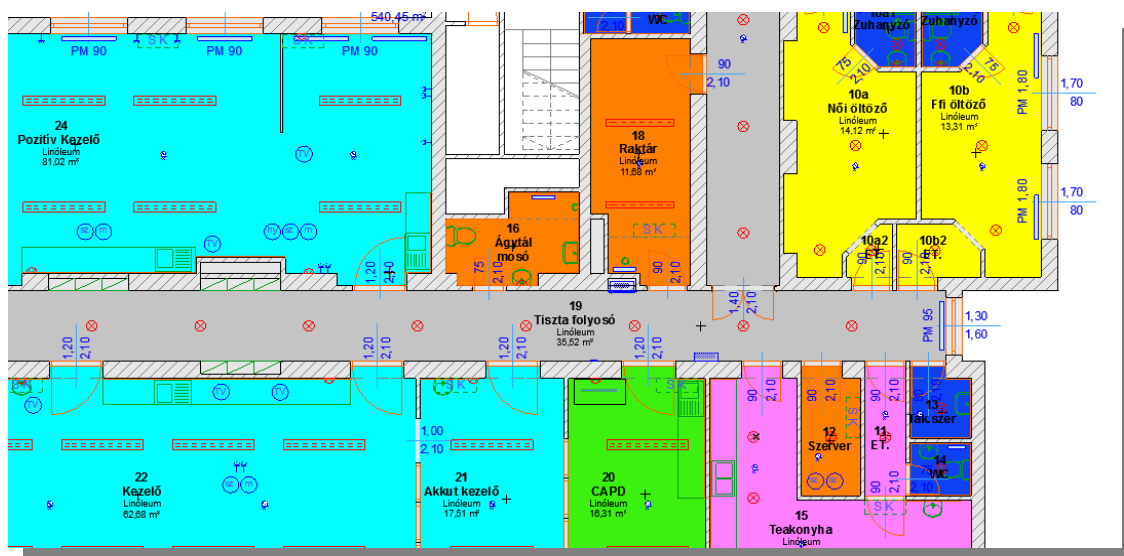
Mindez nemcsak a műteti követelmények teljesítésében segít, hanem csökkenti az üzemeltetési költségeket is.

10.5 BIM és CAFM integráció gyakorlati példákban

Esettanulmány – Német tulajdonú magán egészségügyi vállalat létesítményeinek BIM alapú CAFM rendszer bevezetése.

BIM alapú épületfelmérés: A megrendelővel közösen ki lett dolgozva egy részletes követelményspecifikáció, amelyben meghatározásra kerültek a natív BIM szoftver (ArchiCAD) beállítási paraméterei (layerstruktúra, színek, kótázás stb.). Ezek után definiálva lettek a helyiségekkel kapcsolatos információ igények pl.: sorszámozás, névkonvenció, kórházi funkciók, takarítási kategóriák, műszaki adatlap. Az utolsó fejezetben pedig kiválasztásra kerültek azok a berendezés típusok és jellemzőik, melyeket egyedileg fel kell tüntetni a BIM modellben, mert a karbantartási és ellenőrzési követelményeik miatt ez szükséges volt. Az országos lefedettséggel rendelkező céget, amely 24 telephellyel rendelkezett, egy felmérő csapattal 6 hónap alatt sikerült felmérteni.

A helyszínen készült fotókat és az üzemeltetéshez kötődő szerződéseket, műszaki dokumentációkat elektronikus formában egy erre kialakított könyvtárstruktúrában rögzítették és a CAFM rendszerben link formájában minden jogosult felhasználó számára elérhetővé tették.



74. ábra Kórházi takarítási standard-ek szerint színezett BIM alaprajzi nézet

CAFM adatfeltöltés és folyamat kialakítás: Ebben a projektfázisban, amely az épületfelméréssel párhuzamosan haladt először az üzemeltetési folyamatok alapadatai kerültek meghatározásra: üzemeltetési csapat, karbantartók, alvállalkozók, üzemeltetési szerződések, egységarak.

A karbantartási tervekből a szakági munkasablonokat hoztuk létre először, ahol minden karbantartásban szerepelt a gyártói ellenőrzési lista is. A karbantartások elvégzéséhez ütemtervet kellett készíteni, melyben a tervezett karbantartás pontos idejét meghatározták. Az időpontot egyeztetni kell az orvosi team-mel, a műszaki, és a gazdasági szakemberekkel, (akik a munkálatok elvégzéséhez a fedezetet biztosítják.)

A karbantartási terv kialakítása során gondot okoz, hogy a klímarendszerek karbantartását a beépített szűrők cseréjét, a légszűrő hálózatok tisztítását, majd azt követő fertőtlenítési munkálatokat nem mindig tudják pontosan ütemezni a sürgős műtétek során, ezért tervezett státuszú munkákat rögzítettünk a rendszerben, amit hetente vizsgált felül a karbantartási vezető és szükség esetén módosította azt tömeges szerkesztéssel.

A gyors hibabejelentés generálásához a berendezéseket QR kóddal láttuk el, így a helyszínen akár az orvosok/asszisztensek is mobiltelefonról pillanatok alatt hibát jelenthetnek be, beküldve akár a hibáról készült fényképet is. A rendszer automatikusan E-mail értesítést küld a felelős létesítménygazdának, amiben már a QR kód alapján felismert berendezés is szerepel, így segítve a munkát és a gyors feladatkiosztást az illetékes szakembernek.

Menedzsment összefoglaló: A bevezetés után interjú készült a menedzserekkel a bevezetett CAFM rendszerről, akik az alábbiak szerint foglalták össze a sikereket, az elért eredményeket és tapasztalt hasznokat:

- Minden épületmenedzsernek azonos színvonalú és adattartalmú információk állnak rendelkezésre az általuk kezelt létesítményről.
- Pontos alaprajzaik vannak terület és berendezés adatokkal, ami alapján új tendereket tudtak kiírni a külső üzemeltető cégeknek és nem függenek többé az alvállalkozók felméréseitől.
- Orvosok számára is könnyen használható, QR kód alapú hibabejelentő rendszert kapott a cég.
- A létesítmények, mint költséghelyek alapján szeparált és összceges adataik is rendelkezésre állnak a karbantartási és energia költségek elemzésére.
- Minden műszaki, gazdasági és jogi információ egy helyen érhető el.

10.6 Jövőbeli fejlesztések és trendek

Mesterséges intelligencia (AI) és gépi tanulás (ML)

Az AI és az ML egyre nagyobb szerepet kap a műtők klímarendszereinek üzemeltetésében és karbantartásában. Az AI-alapú elemzések segítenek előre jelezni a meghibásodásokat, optimalizálni az energiafelhasználást és fenntartani a steril környezetet.

Példák:

- Az AI folyamatosan elemezheti a légkezelő egységek szenzoradatait (pl. hőmérséklet, nyomáskülönbség, áramfelvétel, rezgés). A gépi tanulás azonosítja a szokatlan mintázatokat, amelyek egy közelgő meghibásodás előjelei lehetnek. Ezek alapján javasolhat ellenőrzést, karbantartást.
- A gépi tanulás elemzi a nyomáskülönbség-adatokat a műtő és a környező helyiségek között. Ha egy ajtó tömítése romlik, vagy egy szellőzőrendszer eltömődik, az AI érzékeli az apró nyomásingadozásokat és riasztást küld a karbantartóknak. Az AI-alapú rendszer megelőzi a veszélyes nyomásvesztést, ami lehetővé teszi a sterilitás folyamatos fenntartását.
- Az AI elemzi az energiafelhasználási mintázatokat és az időjárési adatokat. Ha például egy nyári nap folyamán a külső hőmérséklet emelkedik, a rendszer előre optimalizálja a hűtési teljesítményt, hogy elkerülje a csúcsterhelést. Az AI képes az energiaigényt előre jelezni, és dinamikusan módosítani a klímarendszer működését, elkerülve a túlzott energiafelhasználást. Előny: Csökkenti az épületgépészeti rendszerek energiafogyasztását anélkül, hogy a műtéti feltételek romlanának.

Digitális iker (Digital Twin) alkalmazása a klímarendszerek üzemeltetésében

A Digitális Iker (Digital Twin) technológia egy valós idejű, virtuális másolatot hoz létre a műtők klímarendszereiről. Ez a modell nemcsak a geometriai adatokat (BIM), hanem a valós idejű szenzoradatokat, karbantartási előzményeket és működési paramétereket is tartalmazza. A digitális iker segítségével az üzemeltetők előre jelezhetik a hibákat, optimalizálhatják az energiafelhasználást és biztosíthatják a steril környezetet.

A 3D modellben színekkel kiemelve és a műszerfal grafikonján egymással párhuzamosan látható például, hogy az orvosok beléptek a műtőbe és munka folyik vagy ha egy hűtési szivattyú frekvenciaváltója elromlik.

A digitalizációt kihasználva virtuális tesztelés és szimuláció valósítható meg anélkül, hogy valós életben változást eszközölnénk. Ennek pld. a nemrég megélt covid járvány idején volt nagy jelentősége vagy tömegkatasztrófák szimulálásánál esetleg kórházi átalakítás elemzésénél.

Példák:

- Ha egy műtét alatt a szenzorok egy műtőhez szükséges berendezés hőkibocsátása miatt hőmérsékletemelkedést érzékelnek, a rendszer automatikusan növeli a hűtési teljesítményt a beállított határértékeknek megfelelően.
- Egy műtét során, ha az érzéstelenítő gázok feldúsulnak a légtérben, a rendszer automatikusan növeli a frisslevegő beáramlását, megelőzve az orvosi személyzet egészségkárosodását.

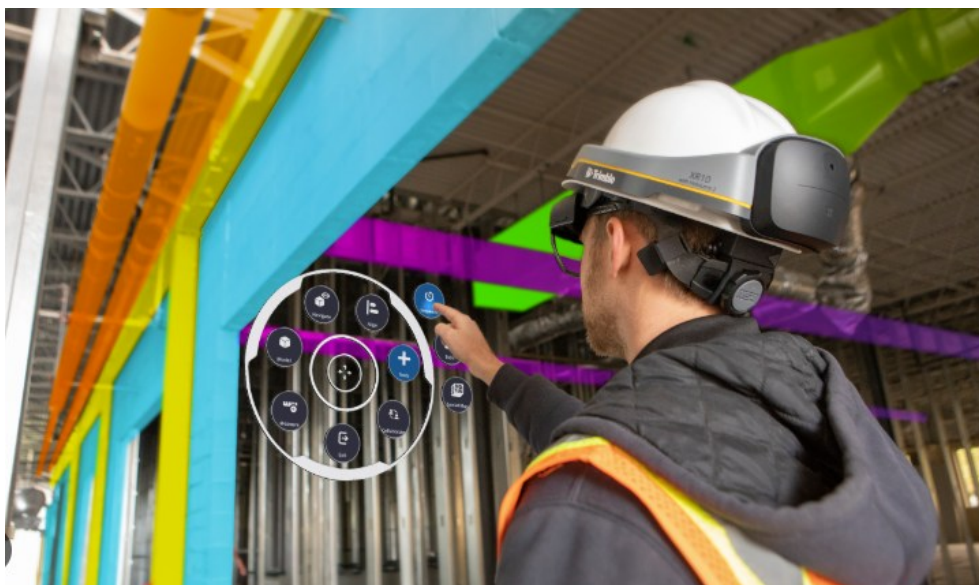
- Ha egy műtő nem használatos, az IoT érzékelők érzékelik az üres állapotot, és csökkentik a légcseré intenzitását vagy lekapcsolják a felesleges energiafogyasztó berendezéseket.

Virtuális/Kevert valóság

A virtuális valóság alkalmazása nemcsak az orvostechnológiában terjed, hanem a műszaki területen is. A BIM modellből származó klímatechnikai rendszer 3D képét a valóságra kivetítve egy karbantartó sokkal könnyebben és gyorsabban találja meg például az álmennyezet felett elrejtett gépet és csatlakozási, szabályozási pontjait.



75. ábra Virtuális valóság az orvostechnológiában



76. ábra Kevert valóság a karbantartásban

10.7 Összegzés

A BIM alapú CAFM alapú üzemeltetés legfontosabb előnyei:

- Valós idejű állapotfigyelés és teljesítményoptimalizálás
- Prediktív karbantartás és üzemzavarok megelőzése
- Hibakeresés és gyors beavatkozás támogatása
- Energiahatékonyság és költségcsökkentés
- Teljes körű dokumentáció és megfelelés biztosítása

A BIM-alapú CAFM rendszer tehát nemcsak az üzemeltetés hatékonyságát növeli, hanem a műtétek biztonságát és a klímarendszerek hosszú távú fenntarthatóságát is javítja.

11. A műtők gépészeti rendszereinek automatizálása (Belányi Zsolt)

11.1 Bevezetés

Az építmények, épületek között kiemelt figyelmet kell fordítanunk az egészségügyi létesítményekre, ezeken belül különösen azokra, amelyekben életmentési, vagy kiemelt gyógyítási funkciók, műtétek valósulnak meg.

Ez a kiemelt figyelem és nemkülönben a szakmai lelkiismeretesség sajátja kell legyen mindenkinek, aki ilyen létesítmény esetében akár az építési, akár az üzemeltetési folyamatok és feladatok bizonyos meghatározott részét ismeretei és képességei tudatában elvállalja, illetve teljesíti, azaz ezekben aktív szerepet vállal, tehát tervez, épít, üzemeltet, karbantart, javít, felülvizsgál stb.

A műtők épületgépészeti rendszereinek automatizálásával kapcsolatos tervezési és kivitelezési folyamatok esetében sok tekintetben fellelhetők hasonlóságok más épületgépészeti rendszerek automatizálásához, ugyanakkor a műtők rendszerei esetében lehetnek, pontosabban vannak olyan „válaszaink”, amelyek más épületgépészeti rendszerek esetében egyszerűbb automatizálási megoldással kezelhetők, vagy azoknál fel sem merülnek.

Az előbbieknél megfelelően a műtők automatizálása általános és rendszerspecifikus részekre bontható. Más gépészeti rendszerek esetében bevált automatizálási megoldásaink mellett gyakran elegendő kisebb eltérések, vagy pontosítások bevezetése az ilyen fokozottabb üzemviteli követelményeket igénylő alkalmazásnál, azonban előfordulnak teljesen egyedi automatizálási megoldások is azokban az esetekben, ahol a gépészet, vagy az üzemvitel ezt megkívánja.

A következőkben igyekszünk bemutatni a műtők esetében gyakran alkalmazott automatizálási megoldásokat, és megpróbáljuk felhívni a figyelmet néhány általunk tapasztalt lényeges körülményre, illetve olyan funkcionális különbségekre, amelyekre a „kicsit másképpenkezelés” miatt már szükségünk volt.

Egy építmény, vagy egy gépészeti rendszer automatizálásának koncepcióalkotásakor az az elsődleges célunk, hogy a betervezett, vagy beépített gépek, berendezések és más rendszerelemek esetében a biztonságos és optimális, összehangolt és gazdaságos, valamint a tulajdonos és az üzemeltető igényei szerinti üzemvitel meg tudjon valósulni.

Az automatizálás során a rendszerek, gépek, berendezések és rendszerelemek egyfajta sajátos kezelése, azaz automatikával történő ellátása, felszerelése, kiszolgálása történik meg az emberi beavatkozások lehetőségének szükséges és elégséges mértékű megtartásával.

11.2 Tervezés

Az automatika és felügyelet tervezésekor figyelembe kell vennünk és majd megfelelően „kezelnünk” is kell az üzemszerű használatot biztosító technikai megoldások rendszereit, amelyek az alábbiak lehetnek:

- épületgépészeti rendszer (komfort célú fűtés, hűtés, szellőzés, HMV stb.),

- élet- és vagyonvédelmi, biztonságtechnikai rendszerek (tűzjelző és tűzoltó berendezések, a hő és füst elleni védelem rendszere, vagyonvédelem, robbanásvédelem, beléptető rendszer stb.),
- épületvillamossági rendszer (villamos csatlakozó-, átalakító- és kapcsolóberendezések, szünetmentes energiaellátás berendezései, villamos készülékek leágazásainak mérései és jelzései stb.),
- telekommunikációs és egyéb gyengeáramú rendszerek (belső és külső informatikai rendszerek, telefon, internet stb.),
- egyéb építménytechnológiai rendszerek (lift, konyhatechnológia, szennyvízkezelés stb.),
- energiamenedzsment megoldások (energiafelhasználás: villamos, gáz- és vízfogyasztások, hőmennyiség mérések, energiaelosztás, energiatermelés mérései és visszacsatolásai, kibocsátások stb.),
- egyéb kapcsolódó rendszerek (SAP, gazdasági informatika stb.).

Automatizálást szükséges alkalmaznunk annak érdekében, hogy a létesítménybe - esetünkben a műtők érdekében - betervezett és beépítésre kerülő rendszerek és rendszerelemek a különböző működési és készenléti üzemállapotokban, vagy az azok közötti átváltás során az elvárt módon üzemeljenek és a vezérelhető, valamint az állapotukról jelzéseket biztosító gépek és berendezések működtetése, szabályozása, vezérlése és kezelhetőségének, megfigyelhetőségének helyi és távoli biztosítása megtörténjen, továbbá az esetlegesen előforduló hibaállapotokról az üzemeltetés és a kezelő térben és időben megfelelő technikai támogatást és információs tájékoztatást kapjon. Az automatika és felügyeleti rendszer az előzőek szerint és a megrendelő, az üzemeltető és a tervezők által meghatározott módon és mértékben biztosítja a rendszer által kezelt épülettechnika és technológia működési feltételeit villamos energiaellátási, szabályozási, vezérlési és műszerezési oldalról olyan módon, hogy a kialakuló megoldás az automatizálással kiszolgált technológiával, a munkabiztonsággal, a tűzbiztonsággal, az élet- és vagyonbiztonsággal, a környezetvédelemmel összefüggő jogszabályi előírásoknak és a vonatkozó szabványoknak, szakmai szabályoknak, elvárásoknak megfeleljen.

Az automatika és felügyeleti rendszer feladatai az automatizált épülettechnikai és technológiai rendszerekkel összefüggésben:

- a rendszerek működésével összefüggő szabályozási feladatok,
- a különböző elvárt és más lehetséges üzemállapotokba történő vezérlés és az üzemállapotok, a működés, az üzemvitel felügyelete,
- az üzemi és hiba állapotok helyi és távjelzése,
- megtáplálás és védelem: zárlat, túláram, túlfeszültség, reteszek stb.,
- az üzemvitellel összefüggő - minél teljesebb - információk összegyűjtése, megjelenítése, tárolása és a visszakereshetőség biztosítása,
- a pillanatnyi és a múltbeli mennyiségi és minőségi információk rendelkezésre állásával lehetőség biztosítása az energiaellátás és az energiafelhasználás optimalizálása, továbbá az üzemviteli elemzések támogatása érdekében,
- egyéb, a szakterületi megoldásoktól eltérő megrendelői igények kielégítése szükség szerint.

Az automatika és felügyeleti rendszer tervezési és kivitelezési határai jellemzően az automatizált rendszerelemek villamos betáplálási, vezérlési, jelzési, vagy kommunikációs csatlakozási felületei.

Az automatizálás tárgyát képező rendszerelemek (gépek, berendezések, készülékek és egyéb eszközök) alapvetően nem az automatizálás miatt, nem annak érdekében kerülnek az építményekbe betervezésre. Valamely épülettechnikai, vagy technológiai rendszer részei, kiválasztásuk és betervezésük az ezeket a rendszereket tervező szakág tervezési feladata. Az automatizálásuk az automatika feladata, ezért villamos csatlakozási felületeik az automatika terven is kell, hogy szerepeljenek. Villamos energiaellátásuk a kialakult tervezési gyakorlatnak és a teljesítmény-igénynek megfelelően vagy az építményvillamosság, vagy az automatika tervezési feladataihoz kerül. Ebben a tekintetben is kiemelt jelentősége van a megfelelő minőségű, az automatizálásba integrálás érdekében kellően részletes, csatlakozási felületeket, adatkapcsolati protollokat bemutató társtervezői adatszolgáltatásoknak.

A fentiek miatt az automatika tervezési feladata jellemzően az automatizált rendszerelemek, gépek, berendezések, készülékek, eszközök villamos megtáplálása, működtetése, vezérlése, jelzéseik feldolgozása, egyéb jelátviteli lehetőségeik kihasználása az alábbi kivételekkel.

Általában nem része az automatika tervezésnek és az automatika kivitelezésnek az automatika villamos elosztóberendezéseinek és a nagyobb teljesítményt igénylő, kb. 30-100 kW teljesítményigényt meghaladó, önálló működésre is képes, saját vezérlő berendezéssel ellátott gépeknek és berendezéseknek (pl. hőszivattyú, folyadékűtő, nedvesítő, kompresszor stb.) az energiaellátását biztosító betápláló kábeleknek és tartószerkezeteiknek a tervezése és a kivitelezése sem, ha ezek a rendszerelemek az építményvillamossági tervezésű elosztóberendezésekből kapják a működésükhöz szükséges energiát. Ebben az esetben a megtáplálásukra vonatkozó megoldás megválasztása és a méretezés az építményvillamosság tervezőjének a tervezési feladata, a betápláló kábelek és nyomvonaluk biztosítása, telepítése, szerelése, bekötése és a feszültségkiadás feltételeinek a biztosítása az építményvillamosság kivitelezőjének a vállalkozási feladata.

Az egészségügyi létesítmények építményvillamossági tervezésének részletesebb bemutatása érdekében már megjelent egy nagyon hasznos FAP szakmai segédlet: Egészségügyi létesítmények villamos berendezéseinek tervezése (2/2015/1.)

Az automatika terven szerepeltetjük továbbá azokat az „idegen” rendszerelemek is, amelyek szükséges módon kiegészítik az automatika és a felügyelet megfelelő működését (pl. vészjelzéseket biztosító gázérzékelők stb.) és amelyek például a funkcionális határhelyzetük miatt alapvetően valamelyik másik szakág tervének a részei, de az automatika részére jelzéseket biztosítanak.

11.3 Felügyeleti rendszer szintjei

Az automatika és felügyeleti rendszer szintjeit:

- folyamatközeli, vagy terepi szint,
- automatika készülékek és berendezések szint,
- hálózati és felügyeleti szint

Az automatikát alkotó részrendszerek és rendszerelemek biztosítják az anyag- és energiaáramlással, energiaátalakulással összefüggő folyamatok módosításával, befolyásolásával, jellemzőinek érzékelésével és értékelésével kapcsolatos automatizálást, azaz az:

- érzékelést és jelzést,

- szabályozást és vezérlést,
- végrehajtást és beavatkozást,
- energiaellátást, energiaátalakítást,
- állapotok megjelenítését, kezelést és felügyeletet,
- adatfeldolgozást, tárolást, kiértékelést,
- kapcsolatok lehetőségét más rendszerekhez stb.

11.3.1 Az automatizálás terepi szintje

Az automatizált folyamatok közvetlen közelében található az automatizálás terepi szintje, ahol az automatika jelterjedésének bemeneti, azaz kiindulási és a folyamatokat befolyásolni képes kimeneti, azaz beavatkozási pontjai találhatók. A folyamatokra jellemző információkat, fizikai jellemzőket a folyamatok megfelelően értékelhető és érzékelhető részein elhelyezett terepi szintű érzékelőkkel, jeladókkal analóg, vagy digitális villamos jelekké alakítjuk.

A beavatkozó eszközökkel érjük el az automatizált folyamatok befolyásolását a szükséges módon és mértékben, hogy a kívánságaink szerint és biztonságosan meg tudjon történni elsősorban az automatikus, de szükség esetén az emberi beavatkozás is.

A terepi szinten helyezzük el a végrehajtó eszközöket is. Az egyik leggyakoribb beavatkozó rendszerelem a motoros szelep, amelyek esetében a szelepmotorok, mint végrehajtó eszközök a szelepekre, mint beavatkozó eszközökre rászerezve, azokkal mechanikusan összeépítve látják el a feladatukat.

A másik gyakori végrehajtó eszközünk a frekvenciaváltó, esetükben az elhelyezésük az esetlegesen fokozottabb védelmi igényük miatt inkább az automatika berendezésekben, vagy ezek mellett a gépházakban történik.

A szabályozó és vezérlő villamos jelek a végrehajtó eszközök segítségével jutnak el és alakulnak át a beavatkozó eszközöknek megfelelő energiát is tartalmazó villamos, vagy mechanikai, esetleg pneumatikai, hidraulikai jelekké, amelyek a beavatkozó eszközök segítségével a terepi szintre jutva közvetlenül befolyásolják az automatizált folyamatok módosítani kívánt, illetve módosítani szükséges tulajdonságait. Rendelkeznek kézi beállítási lehetőséggel, amely szükség esetén lehetőséget biztosít a kezelő számára a helyszíni közvetlen beavatkozásra.

A folyamatközeli szinten elhelyezkedő eszközök kiválasztása és betervezése során meg kell ismerni és figyelembe kell venni elsősorban a folyamat üzemi és vészeseti tulajdonságait, továbbá az eszközök elhelyezési környezete által meghatározott körülményeket és követelményeket is. A vészeseti, vagy biztonsági célból alkalmazható eszközök speciális kialakításúak, kifejezetten a védelmi cél érdekében lettek megtervezve.

Érzékelők esetében a veszélyesen magas vagy alacsony folyamatjellemzők (közeghőmérséklet, térfolyás stb.) olyan vészeseti működést váltanak ki, amelyek leggyakrabban kezelői helyszíni ellenőrzést és nyugtázást igényelnek.

Az érzékelt veszélyes, pontosabban már az ezeket megközelítő határokat átlépő értékek az automatizálásban vészeseti megelőző, illetve energiaáramlást korlátozó beavatkozásokat hoznak létre, amelyeket az erre a célra tervezett végrehajtó és beavatkozó biztonsági eszközök láthatnak el megfelelő biztonsággal. A biztonsági eszközök áramszünet esetén is működőképesek. Ekkor vagy a beépítési környezet, közeg energiáját, vagy a bennük tárolt mechanikai, vagy villamos energiát, esetleg biztonsági energiaellátást felhasználva érik el a vészeseti helyzetüket, ahol

megakadályozzák a személyi sérülés, vagy a gazdasági kár keletkezését (pl. rugós zsalumozgató, túlnyomáslevezető stb.).

11.3.2 Az automatika készülékek és berendezések szintje

Az automatika rendszerben a villamos jelek terjedésének következő szintje az automatika készülékek és berendezések, pontosabban a szabályozási és vezérlési feladatok szintje, ahol az automatizálási alkatrészeken (pl. jelfogók, időzítők, túláram-figyelők stb.) és a jellemzően elektronikus készülékeken keresztül megtörténik a terepi szint rendszerelemei közötti alapvető irányítástechnikai jelterjedés, azaz a jelfeldolgozás, a visszacsatolás, a különbségképzés, a reteszelés stb., és a szabályozó és vezérlő jelek előállítása és kiadása. Az összetett automatika feladatok szükségessé teszik az automatika készülékek között az adatcserét, amely a készülékek közötti kommunikációs rendszeren, az irányítási buszon valósul meg.

Az érzékelés és a végrehajtás között a korszerű automatizálásban programvezérelt elektronikus készülékek gyors főciklusú szekvenciális algoritmusai a rendszerspecifikus felhasználói program részeként hozzák létre a vezérlő logikai és a szabályozó, rendelkező jeleket - jellemzően PI, PID (P: arányos; I: integráló; D: differenciáló), esetleg fuzzy irányítást tartalmazó belső működésekkel - és az adott feladathoz leginkább megfelelő egyéb kapcsolatokat. Folyamatosan, ciklikusan beolvasásra kerülnek a bemenetek információi, kiszámítódnak a felhasználói programban alkalmazott belső függvények, kiértékelésre kerülnek a szabályozási algoritmusok és a vezérlések logikai összefüggései.

A felhasználói program a különböző állapotok kiértékelése során jelzéseket hoz létre. A jelzéseknek prioritásuk lehet: egyszerű jelzés, figyelmeztetés, hiba, riasztás, veszély.

Az automatika rendszer felépítésekor a feladatok összetettsége és sajátosságai miatt a szabadon programozható és kommunikációképes DDC (Direct Digital Control), vagy PLC (Programmable Logic Control) készülékeket részesítjük előnyben. A mikroprocesszoros digitális belső felépítés és a programozott működés által biztosított szolgáltatások segítségével az automatika feladatok megoldása a hagyományos analóg megoldásokkal szemben pontosabban, hatékonyabban és egyszerűbben tud létrejönni.

A programozható készülékek által megvalósítható automatika feladatok és az ehhez szükséges fontosabb tulajdonságok az alábbiak:

- önálló és hálózati (master-slave, vagy szinkron és esemény vezérelt) működés,
- szabadon programozható, vagy a gyártó által előre beprogramozott (a felhasználó által csak paraméterezhető) szabályozás és vezérlés,
- időprogram: alapjelek, küszöbértékek és üzemmódok feltételfüggő és időzített programozhatósága,
- a működtető program védelme, többszörös tárolása és korlátlan megőrzése (pl. energiaellátási zavarok esetére),
- érzékelők és jeladók jeleinek, egyéb rendszerelemek jelzéseinek az érzékelése, megfigyelése, feltételfüggő értékelése, feldolgozása és konvertálása, valamint programozástól függő megőrzése,
- adatok időbélyeges gyűjtése (dátummal és idővel) és továbbítása,
- állapotok folyamatos kiértékelése,
- hibajelzések és vészjelzések feldolgozása, létrehozása, kiértékelése, tárolása és azonnali továbbítása,

- üzemviteli időinformációk (üzemórák) folyamatos figyelése, nyilvántartása, figyelem felhívása az ellenőrzési-karbantartási-felülvizsgálati ciklusokra,
- végrehajtás és beavatkozás érdekében megfelelő kimeneti jelek előállítása,
- készülék szintű kezelői beállítási és lekérdezési lehetőségek biztosítása,
- a rendszeren belüli kommunikációs kapcsolatok és illesztések biztosítása stb.

Az automatika készülékek az automatizált rendszer, leggyakrabban a gépészet villamos elosztóberendezéseiben, kapcsolószekrényeiben kerülnek elhelyezésre. Itt valósulhat meg az az alternatív, vagy helyi kommunikáció is, amelynek segítségével integrálhatóak az automatizálási rendszerbe a kommunikációra képes önálló rendszerelemek és berendezések (pl.: kazán, hőszivattyú, hűtőgép, VRF, hőmennyiségmérő stb.) a gyártóik által meghatározott lehetőségekkel és korlátokkal.

A gépészet önálló villamos kapcsoló- és elosztóberendezéseit az építmény villamos berendezésének részeként, ugyanakkor az automatika villamos berendezéseiként is értelmezzük és kezeljük, amelyek az automatizálás érdekében lettek megtervezve, beépítve, üzemben tartva. A villamos fővezeték terven általában gépészeti, vagy automatika kapcsoló- és elosztóberendezésként kerülnek feltüntetésre. Szerepük sokrétű, ellátják az energiaátviteli és energiaelosztási feladatokat, továbbá védelmi és működtetést biztosító szerepükkel, valamint vezérlési áramkörökkel, kezelési és jelzési felületeikkel jellemzően az alábbiakat biztosítják:

- a megtáplálás fogadását, a berendezés védelmét,
- energiaellátó és jelkábelek megfelelő indítását, beköthetőségüket és védelmeiket,
- a szabályozási és vezérlési szint rendszerelemeinek (tápegységek, védelmi relék, leválasztó és illesztő modulok stb.) a működési körülményeit és feltételeit: elhelyezés és hozzáférés-védelem, energiaigény, beköthetőség stb.,
- a funkcionális alrendszer szintű jelzéseket, vezérlést és a kezelést,
- a huzalozott villamos vezérlési és jelátviteli kapcsolatokat az automatika rendszerelemek és az automatizált berendezések, eszközök között,
- az automatizált gépek, berendezések, eszközök energiaellátását, védelmeit és működtetését,
- a berendezések, alrendszerek „1-Kézi (Próba) / 0-Ki / 2-Automata” üzemmódjait,
- egyes esetekben az automatizált rendszerek grafikus, sematikus megjelenítését,
- érintőképernyős kezelési és megjelenítési felületeket (HMI),
- a hálózati és felügyeleti szint jelterjedését, kommunikációját végző aktív eszközök elhelyezését és energiaellátását, védelmét, kiszolgálását,
- egyéb eszközök energiaellátását és jelzéseik átvitelét (pl. gázérzékelő stb.).

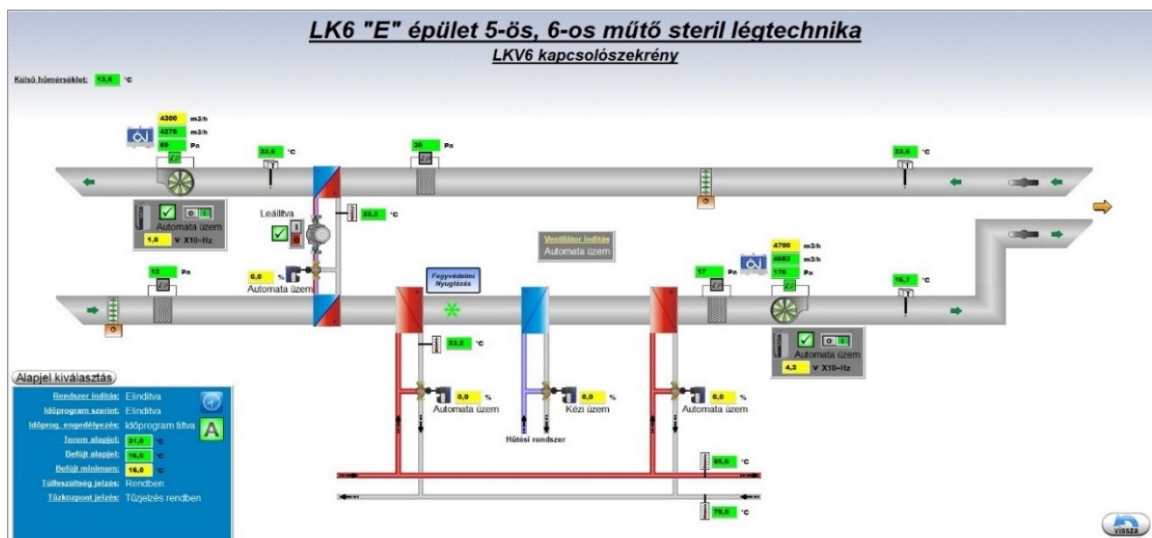
11.3.3 Az automatizálás hálózati és felügyeleti szintje

Az automatizálás hálózati és felügyeleti szintje a felügyeleti lehetőségekkel biztosítja elsősorban a kezelő, üzemeltető részére a lehetőséget az automatizálás jeleinek, méréseinek, jelzéseinek és paramétereinek a megfigyeléséhez, az alapjelek, az időprogramok és egyes fontosabb jellemzők befolyásolásához, azaz az alrendszerek működésébe történő közvetlen beavatkozást, amely általában az automatizálás minden szintjén elvárás.

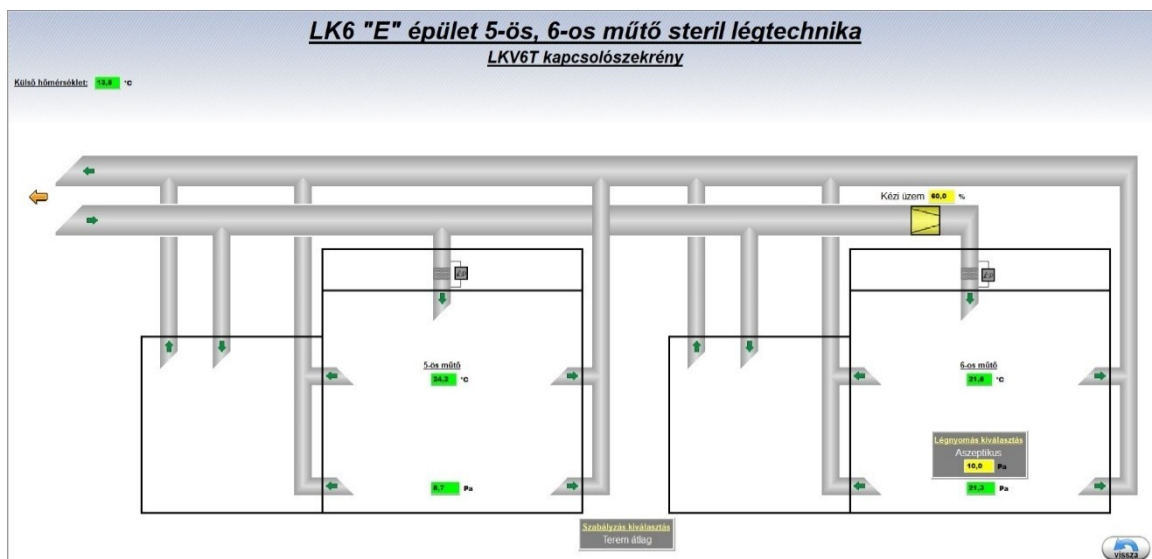
A megvalósítás leggyakrabban a létesítmények üzemeltetési központjaiba telepített helyi automatika felügyeleti központok alkalmazásával valósul meg. Ettől eltérő, vagy

A helyi felügyelet célszerűen a szabályozási és vezérlési szinttel, az automatika készülékekkel közvetlen kapcsolattal rendelkező és más rendszer által nem használt adatátviteli készülék- és kábelrendszert használja, emiatt az adatátviteli hibák kizárólag az automatika és felügyeleti rendszer készülékeinek meghibásodásából, vagy az energiaellátásuk hibájából adódhatnak.

A felügyeleti központ megjelenítő és beavatkozó felületei minden esetben egyedileg tervezettek, az automatizált rendszerek működési összefüggéseit könnyen átlátható és gyorsan értékelhető módon jelenítik meg. A felületeken sematikus, grafikus, folyamatábra-szerű ábrázolással, esetleg fényképszerű megjelenítéssel támogatva történik az egyes alrendszerek, vagy rendszerrészek megjelenítése és az aktuális állapotok képernyőkön, képeken történő bemutatása. A rendszerek működésével kapcsolatos összefüggéseket statikus képelemek, a pillanatnyi állapotokat dinamikus képelemek és változó grafikus szimbólumok mutatják. Az adatmezők és feliratok értékei, színe, háttere, keretezése egyértelműen jelzi az automatika rendszerben előforduló állapotok, alapjelek, egyéb jelek és jelzések, mért és számított értékek, hibák, prioritások stb. pillanatnyi állapotát az alábbi ábrákon látható módon.



77. ábra 5-ös, 6-os műtő-klímagépkapcsolási vázlata, lásd 1. melléklet



78. ábra 5-ös, 6-os műtő belső túlnyomása, lásd 1. melléklet

A beavatkozások egyszerűsítése érdekében a számítógép lehetőségeinek (egér, billentyűzet, érintésérzékelő monitor stb.) felhasználásával a grafikus felületeken pozíciók jelölhetők meg, értékek írhatók át, felugró ablakok segítik az adatbevitelt és az automatizált rendszerek információinak részletesebb vizsgálatát. A dinamikus elemek esetében a különböző állapotokhoz az állapotra jellemző színes, mozgó szimbólumok, animációk rendelhetők (pl. működő ventilátorhoz forgó tervszimbólum, mozgó lapátok stb.).

A felügyeleti központ képernyőin és adatbázisaiban a felhasználói program és a felügyeleti program beállításainak megfelelően a rendszerben található valamennyi elemi információ, azaz automatika adatpont² és az értéke megjeleníthető, rögzíthető, archiválható és visszakereshető.

Normál üzemi állapotban a létesítmény főképe, vagy valamelyik legutóbb megtekintett rendszerképernyő látható, amelyen az automatizált rendszer grafikus ábrázolása az éppen aktuális, pillanatnyi állapotnak megfelelő információkat jeleníti meg a felügyeleti program beállításai szerint.

Az automatizált rendszerek rendellenes működése esetén a felügyeleti központ folyamatábráin figyelmeztető és hibajelzések jelennek meg. Meghatározott hibajelzésekhez a hatékony figyelemfelhívás érdekében a hiba prioritásának, jellegének megfelelően egyedi „jelenségek” is rendelhetők (pl.: a hiba részleteit mutató felugró ablak, hangjelzés, email üzenet küldése stb.).

A kritikus hibák és vészüzemi események egyértelmű jelzésének érdekében a 24 órás állandó szolgálat tartózkodási helyiségében a felügyeleti központ számítógépétől függetlenül, biztonságosan kialakított fényjelzést és nyugtázható hangjelzést is el kell helyezni.

A felügyeleti számítógép a működése során minden eseményt, hibát és beavatkozást üzemviteli adatbázisokba (naplókba) rögzít. Az egyes események, hibák és a nyugtázási, vagy beavatkozási reakcióidők, kezelői hozzáférések részletesen, típusonként

² Automatika adatpontoknak nevezzük az automatika készülékek bementi, kimeneti pontjain, belső összekötésein és a kommunikációs adatkapcsolatokon értelmezhető elemi, funkcionális információkat, amelyek a programozott működés során számított, vagy változó, illetve beállítható, vagy állandó értékeket vesznek fel, esetleg a rendszer egyes belső információi, vagy az automatikához kapcsolódó adatbázisokból kiolvasott adatok értékei, paraméterei.

lekérdezhetők, összegezhetők. Az adatpontokhoz trendfunkciók kapcsolhatók, a lekérdezett adatok szövegesen és grafikusán is megjeleníthetők, nyomtathatók, exportálhatók.

A hozzáférési szintek és a jelszókezelés biztosítja, hogy az egyes felhasználók csak a számukra engedélyezett területekhez és információkhoz férjenek hozzá és csak azokat a beavatkozásokat, lekérdezéseket hajthassák végre, amelyek a jogosultsági szintjüknek megfelelők.

A felügyeleti számítógép esetleges meghibásodása esetén nem veszhetnek el tárolt adatok, mert az automatika és felügyeleti rendszerben történt állapotok, események, hibák, üzenetek, trendek adatbázisba rögzítése elsődlegesen a rendszervezérlő(k) feladata.

A felügyeleti számítógép kialakítása (RAID1, HDD tükrözés) és tárolási kapacitása alkalmas az automatika és felügyelet adatainak szinte korlátlan és redundáns tárolására.

11.4 Egy műtő légtechnikai rendszerének automatizálása

Egy műtő légtechnikai rendszere esetében általában az alábbi konkrét szabályozási-vezérlési igények merülhetnek fel:

- egyszerű kezelhetőség és állapotellenőrzés biztosítása a műtőfelügyeleti egészségügyi személyzet részére.
- időprogramozott és direkt indítás, leállítás
- üzemállapotfüggő légmennyiség munkapontok paraméterezhetősége
- hidegindítás (kültéri légkezelő elhelyezésénél)
- hőmérséklet szabályozás
- fagyvédelmi megelőzési beavatkozások
- nedvességtartalom szabályozás
- nyomáskülönbség szabályozás
- levegőminőség szabályozás
- aktív légmennyiség-szűrőeltömődés kompenzáció
- tűzeseti leállítás késleltetése a tűzjelzési zónától függően
- aktív túlnyomáskezelés

A fentiek közül talán a legérdekesebb és a legnagyobb kihívásokat jelentő feladat a helyiségek különböző nyomáskülönbség értékeken tartása – az előzőekben a 62. ábrán a laborok kapcsán láthattunk ilyen rendszert. A feladat megoldása során a problémák elsősorban az üzembe helyezési és az üzemeltetési-karbantartási időszakokban keletkeznek.

Első lépésként, vagy stabilitás-kritérium feltételként fontos megérteni, hogy nyomáskülönbséget csak olyan helyiségek, vagy térrészek között tudunk tartósan és stabilan, szabályozott módon és kis szabályozási hibával kialakítani légtechnikai rendszereinkkel, amely helyiségek megfelelően tömítettek, a nyílászáróik nagyon kicsi résvesztességűek, és ezek a tömítéseik cseréjével, vagy beállításukkal hosszú időn keresztül tudják biztosítani a kicsi, illetve közel „0” szivárgási veszteségeket, amelyek legalább 1,5-2 nagyságrenddel kisebbek kell legyenek, mint a tervezett befűjt légmennyiség. Esetünkben bármilyen szivárgás zavaró tényező a szabályozás stabilitása szempontjából.

A helyiségben a nyomás felépülése, ennek dinamikája és a fenntartása elsődlegesen attól függ, hogy a befűjt és az elszívott légmennyiségek között mikor milyen egyensúlyt, vagy

különbségeket tudunk fenntartani. Célszerűen a befűjt légmennyiséget szabályozott és ellenőrzött módon, kis hibákkal állandó értéken tartjuk, hogy a szükséges légcsereszám meg tudjon valósulni és az elszívott szabályozott légmennyiséget változtatjuk a már kialakult nyomáskülönbség-munkapont környékén kis lépésekben a helyiség nyomásának állandó értéken tartása érdekében, azaz erre egy kaszkád szabályozási megoldást alkalmazunk. Az előbb említett nyomáskülönbség-munkapont kialakítása érdekében bevált módszer a rendszerek indításakor azoknak a beállításoknak az „elővétele”, illetve szabályozási munkapont kezdeti értéként alkalmazása, amelyek egy stabil beszabályozási állapothoz tartoztak a múltban. Ennek hiányában csak az óvatos és kis mértékű elszívott légmennyiség módosítás tud eredményes lenni amellet, hogy a befűjt légmennyiség kellően állandó. Megfelelő eszközök lehetnek a légmennyiség szabályozásokhoz a beállítható fordulatszámú ventilátorok, frekvenciaváltók, de talán a legalkalmasabbak az érzékenyebb végponti alkalmazásokban a karakterisztikus légszelepekkel egybeépített gyors működésű VAV szabályozók, különösen olyan összetett rendszerek esetében, ahol több labor, vagy műtő helyiség, zsilipek, közlekedők között kell az elvárt nyomástérképet fenntartani.

A nyomáskülönbség mindig egy alkalmas referencia ponthoz képest értelmezhető. Javaslatunk szerint több helyiség eltérő nyomásigénye esetén ez legyen egy kültéri valódi relatív „0” nyomáspont, amelynek megválasztását és kialakítását igen körültekintően kell elvégezni. Védettség szükséges az időjárás szél, csapadék, kondenzáció hatásai ellen, a rovarok bejutása ellen, továbbá a mechanikai sérülések ellen a védett elhelyezés, a megfelelő merevségű és keresztmetszetű nyomásérzékelő vezetékek alkalmazása jelent megoldást stb.).

További fontos szempont lehet, hogy olyan legyen a nyomáskülönbség érzékelők elhelyezése, hogy azok saját kijelzővel is rendelkezzenek annak érdekében, hogy a túlnyomásos helyiségeket használók bármikor meg tudjanak győződni az egyébként a védelmük érdekében kialakított nyomáskülönbségek tényleges pillanatnyi értékéről.

Nagyon fontos megemlítenünk a nyomáskülönbségekkel működő helyiségek esetében a túlnyomás levezethetőségének a biztonságos kialakítását. Ha csak a legegyszerűbb jelenséget vizsgáljuk, például egy egyébként nem üzemszerű, de nem kizárható többszörös ajtónyitás-sorozat, illetve ajtók együtt nyitása olyan pillanatnyi nyomás kiegyenlítődések okozhatnak, hogy az egyébként viszonylag lassan reagáló ventilátorok gyorsan felpörögnek és egyes helyiségekben a nyomás veszélyes szintre tud emelkedni. Ekkor kell működésbe lépniük a túlnyomás levezetőknak, amely eszközök jellemzően méretezett légtömör motoros csappantyúk biztonsági nyitási irányú működéssel. Amikor ezek az eszközök működésbe lépnek, akkor a helyiségben a túlnyomás le kell, hogy csökkenjen. Jellemzően 70-80 Pa esetén már működésbe léphetnek, de vannak olyan alkalmazások is, ahol a helyiség tulajdonságai miatt még a 150-200 Pa is megengedhető (tolóajtók, vastagabb steril műanyag falburkolat stb.).

A nyomáskülönbségekkel kialakított védelem a műtő, vagy laborhelyiségek esetében állandó odafigyelést igényel az üzemeltetés részéről, mert nagyon könnyen felborulnak az elvárt nyomásviszonyok és a rendszer működésének helyreállása erősen függ nem csak a rendszerelemek működőképességétől, hanem a helyiségeket használók viselkedésétől. Az automatika a pillanatnyi és múltbeli állapotok széleskörű vizsgálhatóságával jelentős segítséget jelent egy ilyen érzékeny rendszer bármilyen rendellenes működése okának a feltárásában, amely lehet pl. egy nyitva maradt ajtó, vagy egy megszorult VAV szelep stb.

12. Mellékletek

1. melléklet: Műszaki leírás légtechnikai gépházak [8]

Gépcserék kivitelezése, a tervezett rendszer rövid áttekintése

Az épület alagsorában 2 db. klímagépház van. Az I. és II-es dilatációs részben a „C”-től „K”-ig terjedő pillérek között helyezkedik el a „NAGY” klímagépház, ahol egymás mögött 9 db légkezelő van. A légkezelők számozását meghagytuk, mivel ezzel a számokkal vannak a meglévő épületfelületei rendszerben is megjelölve.

A gépeket úgy lehet kibontani és helyükre újat beépíteni, hogy a bejárathoz legközelebb lévő „8”-as jelű légkezelőt veszik ki először a rendszerből. Ez az alagsori gyógyszertár és infúziós labort látja el.

Az új légkezelők beépítését a régiók helyére tervezzük. Az új légkezelőket azonnal rá lehet kötni a meglévő fűtési hálózatra. A légkezelők és meglévő légcsatorna hálózat közé a befúvó oldalon egy hangcsillapítót tudunk beépíteni. A hangcsillapító beépítése amiatt szükséges, mivel a legtöbb légkezelőnél a meglévő 8000 m³/h névleges légszállítást az új légkezelőkkel megemeljük 10000 m³/h. A megnövekedett áramlási sebesség nagyobb áramlási zajt eredményez, melyet a kulisszás hangcsillapító csökkent vissza a megengedhető értékre.

Az alagsori gépházban tehát a hangcsillapító után visszakötjük a befúvó és elszívó ágat a meglévő és megmaradó légtechnikai alapvezeték hálózatra.

Ahol a megnövelt légmennyiség már az alagsorban kettéválik (ahol nem egy helyen, hanem kettő vagy három helyen megy fel a földszintre), ott szabályozó zsalukat építünk be.

A beszabályozás során a szabályozó zsalukat a terven megadott légmennyiségekre kell beállítani.

A földszinten áthaladó vezetékeket az első emeleti műtőig, változatlan nyomvonalon ábrázoltuk.

A vezetékek nyomvonalában csak a MŰTŐK álmennyezetében változtattunk, az új laminar air-flow csatlakoztatásainál.

Az alagsorban és a többi szinten is a meglévő és megmaradó légcsatorna hálózatot „pöttyözéssel” különböztettük meg az új és a darabjegyzék tételszámaival jelölt vezetékektől.

Az alagsori gépek működéséről kapcsolási tervet készítettünk.

A gépek működése megegyezik az „A” épület sterilizáló klíma légkezelő működésével.

A különbség annyi, hogy az SKL klímáknál van téli nedvesítés is tervezve. Az SKL klíma un. teljes klíma, melynél a hőmérséklet szabályozás mellett a levegő páratartalmát is szabályozzuk. A téli levegőt gőzbeporlasztással nedvesítjük a nyári levegőt szárítással csapjuk ki.

Átmeneti időben egy esős nap során előfordul, hogy a nagy külső nedvességtartalmú levegőt először le kell hűtenünk, hogy a nedvességet kivegyük belőle. A lehűtött levegőt viszont a betervezett utófűtővel tudjuk a megfelelő befúvási paraméterekre beállítani.

A mi feladatunk a megfelelő „perifériás” azaz külső beavatkozók betervezése volt. Az ÉPÜLETFELÜGYELETI TERVET készítőnek kell a mi kapcsolási terveink alapján a programját megalkotni és a DDC elemeket beépíteni.

Klímatizálás számításai:

Az épületgépészetileg legigényesebb terület a központi MŰTŐBLOKK felújítása. A műtők jelenleg az alagsorban elhelyezett klímagépektől kapják a télen fűtött nyáron hűtött levegőt.

A központi műtőblokk klímarendszerének teljesítménye már a kezdeti üzembe helyezés óta nem volt kielégítő. A kompresszorok kondenzátorait az elszívott levegővel hűtik, ami mennyiségileg nem elegendő a kondenzátor hőjének az elvezetéshez, ugyanakkor a beépített hűtőgépek teljesítménye sem elegendő.

A közel 20 év távlatában a külső méretezési léghőmérséklet is megváltozott. A mai tapasztalatok szerint nem elegendő +32°C és 40 % relatív nedvességű levegőt kiindulási értéknek venni, (hőtartalma: $h_1 = 62 \text{ kJ/kg}$)

A hűtőtelsítményt befolyásoló kiindulási adatot (ahonnan a levegő lehűtését indítani kell) a következő értékre kell felvenni:

$$t_{\text{külső}} = 34^{\circ}\text{C} \quad \phi_{\text{külső}} = 40 \% \quad h_2 = 68 \text{ kJ/kg}$$

Csak a kiindulási érték eltolása egy $V_1 = 8000 \text{ m}^3/\text{h}$ teljesítményű légkezelőnél a következő többlet hűtési igényt jelenti:

$$\Delta H_{\text{hűt}} = m_1 (h_2 - h_1) = (\text{kW})$$

$$m_1 = \rho \cdot V_1 = \text{kg/h}$$

$$m_1 = 8000 \cdot 1,2 / 3600 = 2,67 \text{ kg/s}$$

A többlet hűtési teljesítmény igény gépenként:

$$\Delta H = 2,67 (68 - 62) = \underline{16 \text{ kW}}$$

Ezt akkor érzékeljük igazán, ha látjuk, hogy a meglévő kompresszorok hűtési teljesítménye 42-45 kW. (Már indulásnál ebből hiányzik tehát 16 kW)

A műtők belső hőfejlődését az operáló személyek, a világítás, és a tetőn át érkező hő együttese adja ki. A hőterhelés számítását 1 műtőre vonatkozóan az MSZ-04.140/78 szabvány alapján a következők szerint készítjük el.

Nyári tervezési adatok egy műtőre

Benntartózkodók száma:

7 személy (operáló) intenzív munkavégzéssel

$$\text{száraz hőleadás:} \quad 7 \times 100 \text{ W} = 700 \text{ W}$$

$$\text{nedves hőleadás:} \quad 7 \times 120 \text{ W} = 840 \text{ W}$$

$$\text{Világítás, gépek, műszerek összes hőleadása:} \quad 3900 \text{ W}$$

$$\text{Épületszerkezeten át (falak/födém) külső hőterhelés:} \quad \underline{650 \text{ W}}$$

$$6090 \text{ W}$$

Össz. hőterhelés nyáron: $Q_{T1} = 6,09 \text{ kW}$

Össz.nedvességterhelés: $Q_N = 0,84 \text{ kW (kJ/s)}$ (rejtett hőleadás)

Nedvességterhelésnek megfelelő vízmennyiség:

$$m_v = Q_N / r_{gőz} = 0,84 / 2512 = 0,00033 \text{ kg/s}$$

Ahol: $r_{gőz}$ = gőz párolgáshője ($600 \text{ kcal/kg} = 2512 \text{ kJ/kg}$)

Téli tervezési adatok egy műtőre

Benntartózkodók száma:

7 személy (operáló) intenzív munkavégzéssel

$$\text{száraz hőleadás: } 7 \times 100 \text{ W} = 700 \text{ W}$$

$$\text{nedves hőleadás: } 7 \times 120 \text{ W} = 840 \text{ W}$$

Világítás, gépek, műszerek összes hőleadása: 3900 W

Hővesztesség a határolószerkezeten keresztül: $- \underline{1800 \text{ W}}$
3640 W

Össz. hőterhelés TÉLEN: $Q_{T2} = 3,64 \text{ kW}$

Össz.nedvességterhelés: $Q_N = 0,84 \text{ kW (kJ/s)}$

Számított értékek egy műtőre

Entalpiaváltozás **iránytangense nyáron:**

$$\Delta_i / \Delta_x = Q_{T1} / m_v = 6,09 / 0,00033 = 18460 \text{ kJ/kg}$$

Entalpiaváltozás **iránytangense télen:**

$$\Delta_i / \Delta_x = Q_{T2} / m_v = 3,64 / 0,00033 = 11030 \text{ kJ/kg}$$

A műtőben a hőterhelés elviteléhez a légcsereszámot a vonatkozó szabványban előírt 20-szoros értékre vesszük fel.

$$V_{\text{műtő}} = 126 \text{ m}^3$$

Klimatizált levegő térfogatárama: $V_1 = 20 \times 126 = 2520 \text{ m}^3/\text{h}$

$$\text{tömegárama: } \rightarrow \rightarrow m_1 = \rho_1 \times V_1 = 1,2 \times 2520 / 3600 = 0,84 \text{ kg/s}$$

A műtőkben előírt belső légállapot:

Belső léghőmérséklet: $t_b = 24^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$

Első relatív nedvesség: $\varphi_b = 50 \pm 10 \%$

Belső légállapothoz tartozó entalpiaérték: $h_B = 56 \text{ kJ/kg}$

A belső hőterhelés elviteléhez szükséges entalpiaváltozás:

$$\Delta_{IB} = Q_{T1} / m_1 = 6,09 / 0,84 = 7,25 \text{ kJ/kg}$$

A belső légállapoton (24°C) átfektetett iránytangens és a Δh meghatározza a befűjt levegő légállapotát.

Befűjt (klimatizált) levegő hőmérséklete: $t_{sz} = 19^\circ\text{C}$

páratartalma: $\varphi_{sz} = 95 \%$

entalpiaértéke: $h_{sz} = 56 - 7,25 = 49 \text{ kJ/kg}$

A szellőztető levegő nyári hőmérséklete 6°C-kal alacsonyabb, mint az előírt belső hőmérséklet (kielégíti az MSZ-03-190-87 szabvány 3.3 pont követelményértékét)

A nyári méretezési külső léghőmérséklet ismeretében meghatározzuk a 100 %-osan frisslevegős klíma hűtési igényét. (Altatógáz elszívás amiatt nem alkalmazunk visszakeverést)

Külső méretezési légállapot: hőmérséklet: $t_k = 34^\circ\text{C}$

relatív nedvesség: $\varphi_k = 40 \%$

entalpiaértéke: $h_k = 68 \text{ kJ/kg}$

A 10000 m³/h légszállítású **légkezelők hűtési teljesítménye 80 kW** (lásd a csatolt gépkiválasztási adatokat). A jelenlegi 8000 m³/h-ás és **45 kW-os** légkezelőkhöz képest ez komoly teljesítmény növekedés.

Alagsori klímagépek, az új klímagépek elhelyezése

A kiviteli tervezés során pontos felméréseket készítettünk a kialakított légtechnikai rendszerekről. A felmérés során megállapítottuk, hogy a meglévő légkezelők által szolgáltatott **8000 m³/h befűjt és elszívott légmennyiség nem elegendő.**

Az egyes rendszerekhez csatlakozó új alaprajzi építészeti átalakításokkal, a befűjt és elszívott légmennyiséget 10000 m³/h teljesítményre szükséges növelni!

Pl: a 9-es jelű gép, mely 8000 m³/h légszállítással a Központi RADIOLÓGIÁT látta el, bővült az ANGIOGRÁFIA területével. Ehhez további 2000 m³/h légszállítást kellett biztosítani.

A meglévő légkezelőkből hiába vennénk ki a direkt elpárologtatós kompresszorokat és helyébe hűtőkalorifereket tennénk, a gépek ventilátorai a többlet levegő szállítására nem alkalmasak.

A kiviteli tervünkben tehát az alagsori klímagépeket kicseréljük 10000 m³/h befűvő és 10000 m³/h elszívási légmennyiséget szállító légkezelőkre.

A meglévő légcsatorna hálózatot az alagsorban meghagyjuk, csak a legszükségesebb átalakításokat végezzük el.

Meglévő klímagépek ellátási területe

Az alagsori klímagépházban elhelyezett klímagépeket az előzőek szerint kicseréljük.

Az új klímagépek az alagsorból induló befűvő és elszívó légcsatorna hálózattal érik el az „E” épület különböző szintjein lévő klimatizálási területeket.

A függőlegesen – pillértengelyekben lévő szerelőaknákon át – közlekedő légcsatorna hálózatokat igyekszünk megtartani. Csak az ellátási szinten, az átalakított alaprajzhoz igazodóan, a vízszintes befűvő és elszívó hálózatot módosítjuk. A jelenlegi rendszerek a következők:

1. jelű: A 4. emeleti koraszülött osztályt látja el.
2. jelű: Szemészeti és szülészeti műtőt látja el. (3 emeleten)
3. jelű: **Központi műtőblokk I. és II-es műtőt látja el.**
4. jelű: **Központi műtőblokk III. és IV-es műtőt látja el.**
5. jelű: Központi intenzív és sebészeti kis műtőt látja el.
6. jelű: **Központi műtőblokk V. és központi steril műtőt látja el.**
7. jelű: **Központi műtőblokk VII. (új műtő) és kapcsolódó területek.**
8. jelű: Gyógyszertárt és labort látja el.
9. jelű: Radiológiát látja el és az új Angiográfiát.
10. jelű: Patológiát látja el.
11. jelű: Előcsarnokot és az új betegfelvételi részleget látja el.
12. jelű: Tanácstermet és oktatótermet látja el.

A felsorolt ellátási területeken a hűtés az előzőekben leírtak szerint lényegesen hatékonyabb lesz az abszorpciós folyadékhűtő megépítése után.

A műtők felújítása un. „**panel elemekkel**” történik. A nemesacél panel elemekbe építjük be a levegőt bevezető „laminar flow” elemeket is. A lassú áramlással bevezetett steril levegő kiszorítja a szennyező elemeket a műtéti felületről.

Helyiségcsoportok mesterséges levegőellátása

Az előzőekben ismertetett légkezelőkkel hűtött és fűtött levegőt szállítunk a klimatizálási területekre. A bevitt levegő elosztását a szabvány követelményeinek megfelelően tervezzük. A helyiségek besorolását az MSZ-03-190-87 szerint végezzük el.

II. helyiségcsoportba – alacsony csíraszintű helyiségek $KE/m^3 \leq 300$ tartoznak a következő helyiségek:

6 db. aszeptikus műtő	SKL klíma	Tul. $24 \pm 1^\circ C$	40-60 % 20xos légcser
1 db. szeptikus műtő	SKL klíma	Tul. $24 \pm 1^\circ C$	40-60 % 20xos légcser
1 db. orr-fül gége műtő	SKL klíma	Tul. $24 \pm 1^\circ C$	40-60 % 15xös légcser
1 db. angiográfiás műtő	SKL klíma	Tul. $24 \pm 1^\circ C$	40-60 % 15xös légcser
1 db. nőgyógyászati műtő	SKL klíma	Tul. $24 \pm 1^\circ C$	40-60 % 15xös légcser
Bemosakodók – előkészítők	SKL klíma	Tul. $24 \pm 1^\circ C$	40-60 % 10xos légcser
Intenzív betegszobák	SKL klíma	Tul. $24 \pm 1^\circ C$	40-60 % 10xos légcser
1 db. vajúdó-küretszoba	SKL klíma	Tul. $24 \pm 1^\circ C$	40-60 % 10xos légcser

III. helyiségcsoportba – normál csíraszintű helyiségek $KE/m^3 \leq 500$

Röntgen-diagnosztika	FKL klíma kiegyenlített $24-26^\circ C$	10xos légcser
----------------------	---	---------------

Központi sterilizáló	FKL klíma kiegyenlített 24-26°C	12xes légcseré
Gázsterilizáló helyiség	FKL klíma depressziós 24-26°C	20xos légcseré
Szülőszobák	FKL klíma túlnyomásos 24-26°C	12xes légcseré

A felsorolásban az SKL klíma azt jelenti, hogy a befúvó rácsok mögé harmadik fokozatú un. steril szűrőt helyezünk el. A szűrő leválasztási foka 99,999 %.

Az FKL klíma azt jelenti, hogy **nincs** 3. fokozatú szűrő beépítve, csak a klímagépbe épített 2. fokozatú szűrő van, melynek leválasztási foka 99 %.

Légkezelők működése, légtechnikai szabályozás

A légkezelők működése és a szabályozásuk megegyezik az „A” épületnél már rögzített elvekkel. A műtőknél a túlnyomás és ezzel egyben a sterilitás fenntartására kiegészítő szabályozókat is tervezünk. A harmadik fokozatú steril szűrőket nyomás különbség távadókkal szereljük fel. A szűrők ellenállásának növekedésekor ugyanis az állandó fordulátú ventilátoroknak csökken a légszállítása. A steril szűrők ellenállása induláskor: 50-100 Pa, az elszennyeződés végén 500-600 Pa.

A nyomás távadóval figyeljük a ventilátorok légszállítását. Ha csökken egy beállított és bemért névleges (10000 m³/h) értékhez viszonyítva, akkor emeljük a frekvencia váltóval a ventilátort meghajtó motor fordulatot és ezzel a nagyobb ellenállással szemben is a névleges (beállított) légszállításunk lesz.

A légkezelők működését irányító SIEMENS épületfelügyeleti rendszert is felújítjuk. Új beavatkozó, működtető és szabályozó elemek kerülnek felszerelésre.

Klímák Fűtési és hűtési igénye (új és meglévő légkezelők)

Gép-szám	Megnevezés	V _{Be} m ³ /h	V _{el} m ³ /h	Q _{hóvissza}		Q _{fű}		Q _{hűt}		Q _{utóf.}	
				kW	m ³ /h	kW	m ³ /h	kW	m ³ /h	kW	,3/h
8	Gyógysz.t+labor	7600	8000	42	7,0	84	3,6	64	11	23	1,0
3	Műtők 1. és 2.	10000	10000	57	9,6	110	4,8	80	13,7	30	1,3
9	Új Angio és Röntgen	10000	10000	57	9,6	110	4,8	80	13,7	30	1,3
5	Intenzív oszt.	7000	5800	35	6,0	77	3,3	56	9,6	21	0,9
4	Műtők 3-4. + End. + Kür + OFG	10000	10000	57	9,6	110	4,8	80	13,7	30	1,3
1	Koraszülött	7000	6000	35	6,0	77	3,3	56	9,6	21	0,9
6	Műtők 5-6	10000	8100	57	9,6	110	4,8	80	13,7	30	1,3
7	Műtő 7. és fdszt.	8200	8600	45	7,6	90	3,9	66	11,3	24	1,0
11	Előcs.+betegfelv	10000	10000	57	9,6	110	4,8	80	13,7	30	1,3
2	Szülészeti	8000	8000	44	7,6	88	3,8	64	11	24	1,0
	ÖSSZESEN:			486		966	42	706	121	263	12

MEGMARADÓ RÉGIEK

Gép-szám	Megnevezés	V _{Be} m ³ /h	V _{el} m ³ /h	Q _{hóvissza}		Q _{fű}		Q _{hűt}		Q _{utóf.}	
				kW	m ³ /h	kW	m ³ /h	kW	m ³ /h	kW	,3/h
10	Proszektúra					104					

12	Tanácsterem					104					
14	Öltözők					104					
15	Hidroterápia					104					
16	Raktárak					104					
13	Izotóp					104					
	ÖSSZESEN					624					

Egyedi fűtési igénye az összes alagsori légkezelőnek:

$$Q_{\text{ö}} = Q_{\text{új}} + Q_{\text{meglévő}} = 966 + 624 = 1590 \text{ kW}$$

A klímák méretezése az eredeti tervdokumentáció alapján $Q_{\text{eredeti}} = 1541 \text{ kW}$ beépített hőigényre történt.

A fűtési csőhálózat méretezése 66 m³/h vízszállításra és H= 8,6 m emelőmagasságra történt.

A jelen tervben az új légkezelőkbe nagy hatékonyságú (50 %-os) közvetítőközeges hővisszanyerőket építünk be.

A közvetítőközeges hővisszanyerők össz. teljesítménye:

$$Q_{\text{hővissza}} = 486 \text{ kW}$$

A hővisszanyerők révén a tényleges fűtési hőigény:

$$Q_{\text{tényleges}} = Q_{\text{ö}} - Q_{\text{hővissza}} = 1590 - 486 = 1104 \text{ kW}$$

A kiépített és üzemelő rendszer teljesítménye:

$$Q_{\text{eredeti}} = 1541 \text{ kW nagyobb, mint az átalakítás után fellépő fűtési hőigény.}$$

Emiatt a kiépített hőcserélő, keringtető rendszeren nem kell változtatni!

A gerincvezetékét változatlanul meghagyjuk csak az új légkezelőkhöz tervezünk új leágazásokat.

Hővisszanyerő rendszer: $Q_{\text{Hvissza}} = 57 \text{ kW}$ $m_{\text{víz}} = 9,6 \text{ m}^3/\text{h}$

Elszívógép hőcserélő ellenállás: 2,8 mv.o

Befúvógép hőcserélő ellenállás: 3,2 mv.o

NA40 szabályozó szelep ellenállás: 2,0 mv.o

NA50 csőhálózat és elzárók: 1,0 mv.o

$$\Delta p_{\text{ö}} = 9,0 \text{ mv.o}$$

Választott szivattyú: **UPS 50-120F**

Jele: **S5**

$$V = 9,6 \text{ m}^3/\text{h} \quad H = 9 \text{ mv.o}$$

$$N_{\text{vill}} = 0,76 \text{ kW} \quad 3 \text{ for. 3 fázis}$$

$$\text{K1 szabályozó szelep: NA40 } K_{\text{vs}} = 25 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Fűtési rendszer: } Q_{\text{Fűt}} = 110 \text{ kW} \quad 70/50^\circ\text{C} \quad m_{\text{víz}} = 5 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Légkezelő Fűt.Hőcserélő ellenállása: } 0,5 \text{ mv.o}$$

$$\text{K2 NA40 szabályozó szelep : } 1,5 \text{ mv.o} \quad \text{K2 Szabályozó szelep NA40 } K_{\text{vs}} = 25$$

$$\text{NA50 csőhálózat és elzárók: } 1,0 \text{ mv.o}$$

$$\text{T2 NA50 tömegáram szabályozó: } \underline{1,0 \text{ mv.o}}$$

$$4,0 \text{ mv.o}$$

A rendszer csőhálózatára $H_0 = 8,6 \text{ mv.o}$ jut. A két sorba kapcsolt NA300 $L=2 \text{ m}$ -es ellenáram hőcserélő max. $2 \times 1,0 \text{ mv.o}$ értéket vesz el ebből (1 db. új hőcserélő ellenállása $0,6 \text{ mv.o}$). Az NA150-es csőhálózaton 20°C -os hőmérséklet esés mellett a $66 \text{ m}^3/\text{h}$ tömegáram szállítását kell végezni.

$$1 \text{ m-re jutó nyomáscsökkenés: } S' = 9 \text{ mv.o/m} \quad w = 1,3 \text{ m/s}$$

$$L_0 = 165 \text{ m} \quad S_{\text{sur}} = 1,5 \text{ m} \quad S_{\text{ütközési}} = 1,0 \text{ mv.o}$$

$$\text{Rendszer össz. ellenállása: } H_0 = 4 + 2 + 2,5 = 8,5 = \mathbf{8,6 \text{ mv.o}}$$

Az utófűtő hőcserélő az átmeneti, nedves (párás) időben működik, amikor a levegő páratartalmát hűtéssel kicsapatjuk. A lehűtött levegőt kis mértékben felfűtjük, hogy a befűvási hőmérséklet min. 19°C -ot elérje.

$$\text{Utofűtő teljesítménye: } 30 \text{ kW } 50/30^\circ\text{C} \quad m_{\text{víz}} = 1,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Légkezelő utófűtő hőcserélő ellenállása: } 0,2 \text{ mv.o}$$

$$\text{NA20 szabályozó szelep ellenállása: } 1,0 \text{ mv.o}$$

$$\text{NA25 csőhálózat, szerelvények ellenállása: } 1,0 \text{ mv.o}$$

$$\text{T4 j. NA25 T+A beszabályozó szelep ellenállása: } \underline{2,0 \text{ mv.o}}$$

$$4,2 \text{ mv.o}$$

$$\text{K4 szabályozó szelep NA20 } K_{\text{vs}} = 6,3 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Hűtési rendszer: } 80 \text{ kW } 7/12^\circ\text{C} \quad m_{\text{víz}} = 14 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Légkezelő hőcserélő ellenállás: } 1,5 \text{ mv.o}$$

$$\text{NA50 szabályozó szelep ellenállás: } 1,5 \text{ mv.o}$$

$$\text{NA65 bekötő csőhálózat és elzárók ellenállás: } \underline{1,0 \text{ mv.o}}$$

$$4,0 \text{ mv.o}$$

$$\text{K3 szabályozó szelep NA50 } K_{\text{vs}} = 40 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Az össz. hűtési igény: } 706 \text{ kW}$$

Tömegáram: 121 m³/h

Csőhálózat NA200 átlagos súrlódási ellenállása: $S' = 5,0 \text{ mv.o/m}$

Csőhálózatban átlagos sebesség: $w = 1,1 - 1,5 \text{ m/s}$

Csőhálózat hossza: $L_0 = 170 \text{ m}$

Össz. súrlódási ellenállás: $S_{\text{súr}} = 170 \times 5 = 850 \text{ mv.o}$

Össz. ütközési ellenállás: $S_{\text{ütk.}} = 750 \text{ mm}$

Csőhálózat: 1,6 mv.o

T3 j. „TA” Beszabályozó szelep ellenállása: 2,0 mv.o

Össz. ellenállás: $H_0 = 4 + 1,6 + 2 = 7,6 \text{ mv.o}$

Választott szivattyú emelőmagassága: $H = 9 \text{ mv.o}$

Szivattyú típusa: **WILO NL/200-5,5-4-12** $V = 121 \text{ m}^3/\text{h}$ jele: **S4N_{vill}** = 5,5 kW 3 fázis

A csőhálózatot Tichelmann rendszerűre tervezzük, így minden légkezelő azonos nyomású pontban van.

A hűtési osztó kiegyenlített. Itt lehetőség van a jelenleg még kompresszoros légkezelők későbbi bekötésére. Az abszorpciós gép a főáramköri szivattyúval az abszorpciós géptől érkező 1020 kW teljesítményt ($m_v = 175 \text{ m}^3/\text{h}$) átkeringtetjük a kiegyenlített osztón. Az osztóról a későbbi gépek bekötéséhez $m = 175 - 121 = 54 \text{ m}^3/\text{h}$ vízmennyiség még elvehető.

Ez 314 kW hűtési teljesítménynek felel meg.

Ez fedezi a 10, 12, 14, 15, 16, 13 jelű légkezelők hűtési igényét.

A légkezelők hővisszanyerő szivattyúinak és beszabályozó szelepek beállítási értékei a következők:

Gép szám	K1	S5	K2	T2 $\Delta p=1$ mv.o	K3	T3 $\Delta p=2$ mv.o	K4	T4 $\Delta p=2$ mv.o
8	NA40 Cső NA50	UPS50- 120F Ford: 1-es	NA40 Cső NA50	NA50 Ford: 2	NA50 Cső NA65	NA65 Ford: 3,5	NA20 Cső NA25	NA25 Ford: 1,6
3	NA40 Cső NA50	UPS50- 120F Ford: 3-as	NA40 Cső NA50	NA50 Ford: 2,5	NA50 Cső NA65	NA65 Ford: 4,0	NA20 Cső NA25	NA25 Ford: 1,8
9	NA40 Cső	UPS50- 120F	NA40 Cső	NA50 Ford: 2,5	NA50 Cső	NA65 Ford:	NA20 Cső	NA25 Ford:

	NA50	Ford: 3-s	NA50		NA65	4,0	NA25	1,8
5	NA40 Cső NA50	UPS50-120F Ford: 1-es	NA40 Cső NA50	NA50 Ford: 2,0	NA50 Cső NA65	NA65 Ford: 3,5	NA20 Cső NA25	NA25 Ford: 1,6
4	NA40 Cső NA50	UPS50-120F Ford: 3-as	NA40 Cső NA50	NA50 Ford: 2,5	NA50 Cső NA65	NA65 Ford: 4,0	NA20 Cső NA25	NA25 Ford: 1,8
1	NA40 Cső NA50	UPS50-120F Ford: 1-es	NA40 Cső NA50	NA50 Ford: 2,0	NA50 Cső NA65	NA65 Ford: 3,5	NA20 Cső NA25	NA25 Ford: 1,6
6	NA40 Cső NA50	UPS50-120F Ford: 3-as	NA40 Cső NA50	NA50 Ford: 2,5	NA50 Cső NA65	NA65 Ford: 4,0	NA20 Cső NA25	NA25 Ford: 1,8
7	NA40 Cső NA50	UPS50-120F Ford: 1-es	NA40 Cső NA50	NA50 Ford: 2,0	NA50 Cső NA65	NA65 Ford: 3,5	NA20 Cső NA25	NA25 Ford: 1,6
11	NA40 Cső NA50	UPS50-120F Ford: 3-as	NA40 Cső NA50	NA50 Ford: 2,5	NA50 Cső NA65	NA65 Ford: 4,0	NA20 Cső NA25	NA25 Ford: 1,8
2	NA40 Cső NA50	UPS50-120F Ford: 1-es	NA40 Cső NA50	NA50 Ford: 2,0	NA50 Cső NA65	NA65 Ford: 3,5	NA20 Cső NA25	NA25 Ford: 1,6

Abszorpció hűtés elve

- Az abszorpció ciklusban az alacsony nyomású víz elnyeli az abszorbenst, ami nagy mennyiségű hőt bocsát ki. (Ezt a hűtőtorony vizével visszük el.)
- A víz és abszorber elegyét az abszorber szivattyú egy nagy nyomású generátorba továbbítja. (csak szivattyúzási munka van, nincs komprimálás.)
- A generátorban a nyomás és a bevezetett hő hatására az abszorber elpárolog. (Gázmotorból, illetve kazánból jövő hő hatására.)
- A kondenzátorban a külső hűtés hatására az abszorber ismét cseppfolyóssá válik. (Hűtőtoronyból vesszük a hűtővizet.)
- A kondenzátorban nagy nyomás uralkodik, innen egy fojtószelepen keresztül jut el az abszorber az elpárologtatóba.
- Az alacsony nyomás hatására az abszorber gáz halmazállapotba lép át, és ezzel jelentős hőt von el az itt elvezetett hűtőfolyadékból. (Itt a párolgáshő a vizet 7/12°-ra hűti le)

- A körfolyamatban tehát a gázmotor 85/75°C-as hőjével és a zárt rendszerű hűtőtorony 28/34°C-os vizével, 7/12°C-os hűtővizet tudunk előállítani, kompresszor munka nélkül.

Hűtési teljesítmények

Az abszorpciós folyadékhűtő teljesítményét az „E” épület alagsori gépházba telepített és az „A” épület sterilizáló légkezelőjének hűtési igényére választjuk.

Az alagsorban a nagy gépházban lévő összes klímagépet lecseréljük.

Az I-es dilatáció területén elhelyezkedő nagy gépházban lévők az „F” tengelytől a „K” tengelyig terjedően a 8, 3, 9, 5, 4, 1, 6, 7, 11-es jelű légkezelők.

Összesen: 9 db. 80 kW hűtési igényű egy gépházban.

A III.dilatáció gépházában a 2-es jelű gépet mely szintén 80 kW hűtési igényű. (A liftmag túloldalán van a kis gépház)

Az „A” épület sterilizáló gépe ugyancsak 80 kW hűtési igényű.

A jelen tervezési ütemben az összesen 11 b. gép össz. igénye: **$Q_o = 880 \text{ kW}$**

A kórház vezetősége ragaszkodott ahhoz, hogy az abszorpciós gép teljesítményét úgy határozzuk meg, hogy a jelen fejlesztés során nem érintett légkezelők cseréje során is a kompresszoros hűtés helyett abszorpciós folyadékhűtőből lehessen a hűtési energiát bevinni a légkezelőkbe.

Későbbi igények a meglévő klímagépeknél:

- 10-es jelű gép Patológiát látja el

- 12-es jelű gép Tanácstermet, oktatótermet látja el.

Ezeknek a gépeknek is hűtési teljesítménye: 80 kW/db

Összesen: $2 \times 80 = 160 \text{ kW}$

Az abszorpciós géppel szemben elvárt teljesítmény tehát:

$$Q_{\text{ABSZ}} = 880 + 160 = \underline{\underline{1040 \text{ kW}}}$$

A fentiek alapján 1100 kW teljesítményű abszorpciós folyadékhűtőt tervezünk.

Abszorpciós hűtőgép elhelyezése

Az abszorpciós hűtőgép számára az „E” épület DNY-i sarkánál egy új épületet tervezünk. Az épületben külön alapokra helyezzük el a gépet. A gép mellett csak a hűtőtorony és a gép között a 28/34°C-os glykolos vizet keringtető szivattyúpárt helyezzük el.

A glykolos rendszert egyrészt amiatt választjuk, hogy a gépet illetve a hűtőtorony hűtővizét télen ne kelljen leüríteni.

Másrészt egy csökkentett teljesítménnyel folyadékhűtőt akár télen is lehessen üzemeltetni.

(A klímák télen minimális hűtést igényelnek, mely a külső frisslevegő segítségével meg lehet oldani.)

A hűtőtorony átmeneti időben száraz hűtőként is biztosítani tudja a 28°C-os hűtővizet a folyadékhűtőhöz.

Abszorpciós gép és hőközpont kapcsolata

Az abszorpciós gépházról „D”-re található a kórház kazánháza, mely a terep adottságait követve 4 szintes.

A 7/12°C-os hűtővizet, illetve 90/80°C-os fűtési vizet előállít és keringtető rendszert a hőközpont különböző szintjén helyeztük el. A csőhálózatot egy meglévő légaknában vezetjük fel.

Hűtőtorony elhelyezése és fordulatszám szabályozása

A hűtőtoronyt többszöri egyeztetés után a kórház terület ÉK-i részén a murvás parkoló mellett, a Kórház utca és a parkoló közötti részsíbe süllyesztve helyeztük el.

A hűtőtorony zajkibocsátását szakértő bevonásával számítottuk. A hangcsillapítóval ellátott hűtőtoronyt zárt épületbe helyeztük, hogy a kibocsátott zaj szintje a kórház épülete előtt 2 m-rel a 45 dB(A) értéket ne haladja meg.

A hűtőtorony ventilátorait FR váltóval szabályozzuk.

A szabályozási program biztosítja, hogy a ventilátorok az üzemidő nagy részében alacsony fordulaton járnak.

A fordulatszámot a kimenő hűtővíz hőmérsékletének tartására egy programmal szabályozzuk.

A szabályozás elvét a gépész kapcsolási vázlat tartalmazza.

Tervezett berendezések üzembehelyezése, tervezői felelősség

A kiviteli tervek készítése során az általunk megfelelőnek ítélt és jó műszaki színvonalat képviselő gyártmányok szállítóitól műszaki ajánlatokat kértünk be.

A műszaki ajánlatokban szereplő paraméterek illetve gépkönyvi előírások figyelembe vételét, a kivitelezőnek szigorúan be kell tartani az építés és üzembe helyezés során.

- HWAR-L3-525 Melegvizes, abszorpciós folyadékhűtő kezelési és karbantartási útmutatója magyar nyelven (129 oldal)
- DECSA REF evaporatív hűtőtorony gépkönyve magyar nyelven (30 oldal)
- A hűtőtorony vízkezelésének részletes leírása és gépkönyvei (20 oldal)
- Az AIRTECH 150 légkezelő gépkönyve
- A szivattyúk gépkönyvei
- A hőcserélő és szabályozás gépkönyvei

A tervező csak az általa részletesen (gépkönyvi szinten) megismert berendezések beépítéséért vállalja a felelősséget.

A kivitelező részére a gépkönyveket másolásra átadja, de **elő is írja egyben a gépkönyvben szereplő műszaki előírások betartását.**

A kivitelező vagy ajánlattevő **csak a terven szereplő berendezésekkel, műszakilag egyenértékű berendezéseket építhet be a tervező hozzájárulásával.**

A tervező a terv szinten kidolgozott műszaki megoldásokért vállalja a felelősséget.

A tervtől eltérő szerelési megoldások, illetve gyenge minőségű termékek beépítése esetén a tervező nem vállal felelősséget a kivitelezett megoldásokért.

Használatbavétel előtt a villamos csatlakozások, kábelek használhatóságáról meg kell győződni.

A hegesztőnek az MSZ-ben előírt biztonságtechnikai és munkavédelmi előírásokat be kell tartani. A hegesztő felelős hiba esetén a készülék üzemén kívüli helyezéséért.

Veszélyes munkavégzés során minden esetben meg kell határozni a szükséges létszámot. Nyílt láng esetén a dolgozók lángálló védőöltözetet kötelesek viselni. Gázveszélyes munkahelyen min. 2 db. 6 kg-os porraloltó készüléket kell elhelyezni.

A kivitelezési előírásokat a csőgyártók gyártmánykatalógusai tartalmazzák.

A kivitelezési előírások betartásának elmulasztása a csőhálózat szavatosságának megszűnését jelenti, melyért a kivitelezést végző FŐVÁLLALKOZÓT terheli a felelősség.

- A hűtési, fűtési körökbe T&A beszabályozó szelepeket terveztünk, melyek statikus szabályozó szelepek.
- A beszabályozó szelepeknél a terven megadtuk a tömegáramot és az orsó fordulatszámkat, melyek előbeállítási értékek.
- A beszabályozás alkalmával, melyet szakszervíz által kell elvégezni, a tervezett tömegáramokat meg kell mérni és a pontos orsófordulatszámkat mérési jkv-ben dokumentálni szükséges.
- A beszabályozási tömegáramokat nem csak a hűtési és fűtési szelepeknél, hanem a főáramköri szivattyúknál és a leágazások mentén is megadtuk. A T&A szelepeknél itt is tömegáramot kell mérni és az FR váltós szivattyúkat a terven szereplő tömegáramok szállítására kell beszabályozni.
- Külön szabályozási tervet nem tartunk szükségesnek, mivel az elvi terv helyett az alaprajzi és függőleges csőtervek minden szükséges adatot tartalmaznak. (ott van a szerelők kezében és az előbeállításokat el tudják végezni az éppen szerelt szelepeknél)

Légtechnikai rendszerek, alagsori légkezelők és földszinti, első, harmadik és negyedik emeleti légtechnikai rendszerek együttes beszabályozásának lépései

- Az alagsori légkezelők ventilátorait FR váltóval terveztük. A szállítandó légmennyiségeket az alagsori gépház GK/7-09 („C” és „K” raszter közötti nagy gépház terve) és a GK/7-26 („M” és „R” raszter közötti kis gépház) terven megadtuk.
- A légmennyiségek szerepelnek a GK/7-15-től GK/7-24-ig számozott kapcsolási terveken is!
- Minden légkezelőnél az üzembe helyezés során az alagsori főágakban légsebesség mérést és ebből számított légmennyiség mérést kell végezni.

- Az FR váltókat a tervezett légmennyiségekre kell beállítani. Az utánszabályozást a felső szinteken elvégzett belső mérési eredmények ismeretében kell elvégezni.
- Kiemelten kell kezelni a MŰTŐK légszállítását. Itt a műtőknél a műtőkben zárt ajtók mellett tartandó túlnyomást is (10 Pa) biztosítani kell!
- A MŰTŐKNÉL az eredeti 8000 m³/h légmennyiséget megemeltük 10000 m³/h értékre. A többlet mennyiség elosztására az alagsori rendszerben önbeálló szabályozó zsalukat terveztünk be. A zsaluk skáláját a tervre ráírt légmennyiségre kell előbeállítani.
- A MŰTŐK belső légmennyiségeinek biztosításához – amennyiben szükséges – akkor az előbeállításokat változtatni kell.
- A meglévő légcsatorna hálózat jelentős része elfalazott szerelőaknában halad, ezek kicserélését a beruházás pénzügyi kerete nem tette lehetővé!
A beszabályozás alkalmával előfordulhat, hogy a légcsatorna résveszteségek nagyobbak az új csatornáknál előírt $0,44 \times 10^{-3}$ m³/s,m² értéknél.
- A meglévő légcsatorna ágak veszteségeit a 8000-ről 10000 m³/h-ra megemelt légszállítás értékéből fedezni lehet.
- Azoknál a rendszereknél, melyeknél nem történik átalakítás a légcsatorna hálózaton, ott is el kell végezni a helyiségenkénti kontroll méréseket.
- A légkezelők és a helyiségenkénti mérések eredményeit jkv-ben kell rögzíteni. Jelentősebb eltéréseknél feltárással kell a hiba okát megkeresni.

Klímatechnikai rendszerek elkészítésének organizációja

- Az épületen kívül szerelt új hűtőtorony és új abszorpciós gépház építését az építőmesteri munkák szervezése határozza meg. Ennél a két új létesítménynél és a köztük lefektetett előszigetelt hűtési csőhálózatonál a murvás parkoló egy részének lekerítése biztosítja a megfelelő építési területet.
- Az alagsori gépházakban a légkezelők kicserélését a felső szintek munkafolyamatához kell igazítani.
- Azokat a légkezelőket szabad megbontani, melyeknél a KÓRHÁZ vezetése a felső szinten átadta kivitelezésre a munkaterületet.
- Ezek összehangolását az építést szervezőknek kell elvégezni a gépészeti munkákkal a generál építési tevékenységhez lehet alkalmazkodni.

A kivitelezést a vonatkozó szabványok és hatósági rendeletek betartásával szabad végezni. **A beépítésre kerülő gépek gépkönyveit a szerelés előtt gondosan át kell tanulmányozni, és a bekötéseket a gépkönyvekben foglaltak betartásával szabad elkészíteni.** Amennyiben a terven ábrázolt megoldás eltér a gépkönyvben szereplőtől, akkor a szerelés megkezdése előtt tervezői művezetést kell kérni. A tervező csak az általa tervezett rendszer terv szerinti megvalósításáért vállal felelősséget.

Szereléstechológiai előírások

- A hűtési rézcső hálózatokat a rézcső szerelésére vonatkozó gyártóművi előírások betartásával kell elvégezni. (Keményforrasztás) Szereléskor a helyiségek természetes szellőzését biztosítani kell.
- A légcsatorna hálózatok szerelését az MI 04-135/1-82 előírás betartásával kell végezni. A hűtési hálózatoknál a hűtőközeg szerelésére vonatkozó gyári előírásokat kell betartani.
- Az álmennyezetben szerelt acélcső fűtési hálózatot az elektromos hegesztésre vonatkozó gyártóművi előírások (elektródák minősége vastagsága) betartásával kell elvégezni. A helyiség természetes szellőzését hegesztéskor biztosítani kell.

- A hűtési és fűtési csőhálózatokon a szigetelés elhelyezése előtt nyomáspróbát kell tartani. A nyomáspróba nyomásértéke a csőhálózatban tervezett üzemi nyomás min. 1,5xös értéke legyen. (ez a vizes hálózatokra vonatkozik)
A nyomáspróba időtartama min. 2 óra. A nyomáspróbáról jegyzőkönyvet kell felvenni és az átadáskor igazolni kell a sikeres elvégzését.

A hűtőközeggel üzemelő rendszerek (VRV, abszorpciós gép belső hűtési köre) nyomáspróbáját a gyártó előírásai szerint kell elvégezni. (vákumozás stb.)

A hűtőközegek feltöltését csak a szakszervíz szakemberei végezhetik, a szükséges szerelési jogosultságok rendelkező vezető szerelők irányítása mellett.
- A kivitelezés során a hűtőgépek gépkönyvében meghatározott szerelési és üzembehelyezési utasításokat szigorúan be kell tartani.

2. melléklet: Műtőblokk klíma műszaki leírás[9]

Általános leírás, jelölések

Az infrastruktúra pályázat egyik legfontosabb területe a KÖZPONTI MŰTŐBLOKK FELÚJÍTÁSA.

A műtőblokkban jelenleg 6 db. műtő van. A műtők közül fentről lefelé („C” rasztertől „K” raszterig) az első 5 műtő a régi helyen lesz felújítva. A jelenleg üzemelő 5 és 6-os műtő között („H” és „J” raszter) most sterilizáló részleg üzemel. A sterilizáló átkerül az „A” épületbe és ennek a helyén egy ÚJ MŰTŐ lesz kialakítva. Az ÚJ MŰTŐ kapja a 6-os sorszámot. Így értelemszerűen a régi 6-os műtő lesz 7-es műtő.

Az elnevezések amiatt fontosak, mert a meglévő légkezelők is a fentiek szerint sorszámozott műtőkhöz voltak kapcsolva.

Általában 1 db. 8000 m³/h légszállítású légkezelő látott el 2 db. műtőt, valamint a kiszolgáló helyiségeket.

Mivel az alagsori légkezelőktől alagsori és az első emeletre feljövő légcsatorna hálózatát (földszinten átjövő felszállók) nem változtattuk meg továbbra is az eredeti elnevezéseket használjuk.

A feljövieteli pontokat az eredeti tervekről vettük át. (Műtőkön belül nem lehetett felméréseket végezni lehet, hogy kisebb elhúzások vannak az ábrázolt rendszerekben)

A felszállóknál a következő azonosító jeleket használtuk.

Pl.: **4ae**

4-es a 4-es jelű légkezelő légcsatorna hálózata

a az első leágazási pont, **b, c**, a második, a harmadik

e a harmadik betű jelenti, hogy ha „**e**”, akkor elszívó hálózat, ha „**b**”, akkor befúvó hálózat.

A következő példában tehát szám és betűk jelölése:

7ab a 7-es légkezelőtől az első elágazási pont és befúvó hálózatot jelent.

Ezeket az alapjelöléseket végig vittük a légcsatornák darabjegyzékein is

A hőtechnikai méretezést már az építés engedélyezési eljárás során meghatároztuk és az építés engedélyezési tervben részletesen dokumentáltuk.

Egy műtőre vonatkozó számítást a „7”-es TERVFEJEZETBE átemeltünk, melyben igazoltuk, hogy egy 8000 m³/h légszállítású kompresszoros légkezelő 45 kW hűtési teljesítményével szemben az új 10000 m³/h légszállítású légkezelő 80 kW-os hűtési teljesítménye jelentős változást fog eredményezni a MŰTŐK klimatikus paramétereiben.

A műtőkben 20x-os légcserét tervezünk a vonatkozó MSZ-03-190/87 előírásainak megfelelően.

A műtőkbe új Laminar air flow bevezetőket tervezünk. A bevezető elemeket a TROX rendszeréből választottuk ki.

A MŰTŐK felújítása nemesacél panel elemekből történik. A bevezető laminar-air flow elemeket a panelműtőre kiírt NYERTES PÁLYÁZÓ fogja szállítani.

Mi a tervünkben meghatároztuk az egy műtőbe szükséges 2600 m³/h steril levegő mennyiséget és azt a bevezető felületet, mellyel a lamináris áramlás biztosítható. (befoglaló méret: 2439 x 1932 mm)

A laminar air-flow elemeket a meglévő befúvó légcsatorna ágakra kötjük. A GK/10-02 terven látszik, hogy csak az álmennyezetben tervezünk új vízszintes légcsatorna hálózatot, a függőleges felszállókat változatlanul hagyjuk.

Az elszívási pontok hasonló módon kötöttek, mint a befúvás csatlakozási pontja.

Az elszívó elemekben az eredeti terv nem voltak szűrők, így azokat kénytelenek vagyunk kicserélni.

A bolyhos anyagot leválasztó szűrőket az új elszívó csatornába süllyesztve helyezzük el.

Az új elszívó csatornák a műtő padlószintjén csatlakoznak a meglévő felszállókhoz.

A meglévő felszállók helyén tehát itt sem tudunk változtatni, mivel a felszálló vezetékeket a földszint és alagsor között nem lehetett kicserélni.

A MŰTŐKÖN belül a túlnyomást nyomásérzékelők segítségével tartjuk. Az FR váltók jelére, melyek a befúvó és elszívó gépben egyaránt vannak, elküldjük a műtő belső és külső fala közötti nyomáskülönbséget (lásd GK/7-05, GK/7-16, GK/7-17 kapcsolási tervek)

A DDC állomásra érkező jel parancsot ad a befúvás és elszívás mennyiségének összehangolt változtatására, hogy a műtőn belül zárt ajtóknál az előírt 10 Pa túlnyomás biztosított legyen.

A műtők és klímagépek légoldali szabályozását a korábbi tervfejezetekben már részletesen leírtuk így azt itt rövidítve foglaljuk össze.

Légtechnikai rendszer beszállóvezetése

- A GK/10-01 alaprajzi terven minden befúvó és elszívó anemosztátra ráírtuk a tervezett befúvási és elszívási légmennyiséget.
- Minden egyes anemosztát leágazáshoz állandó légmennyiséget automatikusan tartó (önbeálló) szabályozó csappantyút terveztünk be. A szerelés során már a szabályozó csappantyúk SKÁLÁJÁN a terven szereplő légmennyiséget be kell állítani.
- A befúvó és elszívó géphez egyaránt frekvencia váltós ventilátor motorokat terveztünk.
- A kapcsolási terven megadtuk a befúvó és elszívó ventilátor által szállítandó légmennyiséget.
- A befúvási és elszívási légmennyiséget a ventilátorok után a légcsatorna egyenes szakaszán kell kimérni.
- A ventilátorok fordulátát addig kell növelni az FR váltón, amíg a főágakban a kapcsolási terven előírt légszállítás nem jön létre.
- A névleges légszállításhoz tartozó frekvencia értéket a mérési jkv-ben rögzíteni kell.
- A névleges légmennyiségnél ugyancsak rögzíteni kell a befúvó gépnél az UTÓFÚTÓ hőcserélő ellenállás értékét. (ez a referencia érték)
Az elszívó gépnél a hővisszanyerő hőcserélő ellenállás értéke a referencia érték.
- A hőcserélők ellenállása nem változik, ha a befújt és elszívott légmennyiség változatlanul a tervezett és FR váltón már beállított fordulát ugyancsak nem változik.
- A „Δp” referencia nyomáskülönbségek további mérés nélkül megadják, hogy a légszállítás megfelel-e a tervezett állapotnak.
- A befúvási és elszívási légmennyiség rögzítése után el kell végezni a befúvó és elszívó anemosztátoknál az ellenőrző méréseket.
- Az anemosztátokra illesztett mérőfejek mérési értékeit jkv-ben kell rögzíteni.
- A beszállóvezetési értékek a vonatkozó MSZ-04/135/2-83 szabványban meghatározott tartományban kell, hogy maradjanak.
- A fentiekben leírtak szerinti beszállóvezetés elvégzéséhez a kiviteli terveinken megadott adatok elegendőek, így külön beszállóvezetési terv elkészítését nem tartjuk szükségesnek.

A műtők felújításának ütemezését a KÓRHÁZ stratégiai vezetése részletes ütemtervben határozta meg. Az ütemtervet a GENERÁL vállalkozó meg fogja kapni, abban a gépészeti szerelés ütemezése is szerepel.

- A klímatechnikai rendszerek kiépítésének munkafolyamatát az építészeti átalakítás kezdetéhez viszonyítva kell meghatározni.
- Amikor a KÓRHÁZ vezetése engedélyezi egy munkaterület megnyitását az átalakítási tevékenységhez, akkor attól kezdődően kell a klimatizálási rendszer kiépítését pontos határidőkkel leszállóvezetni.
- Először mindig a régi rendszerek lebontását kell elvégezni. A régi klímarendszerek általában egy szinten vízszintes hálózattal működnek és ezek elbontása nem veszélyezteti az alatta vagy felette lévő légtechnikai hálózat működését.
- A szerelő aknában haladó felszálló és leszálló ágakat csak akkor szabad elbontani, ha erre a tervben külön utalás van.

A kivitelezést a vonatkozó szabványok és hatósági rendeletek betartásával szabad végezni. A beépítésre kerülő gépek gépkönyveit a szerelés előtt gondosan át kell tanulmányozni, és a bekötéseket a gépkönyvekben foglaltak betartásával szabad elkészíteni. Amennyiben a terven ábrázolt megoldás eltér a gépkönyvben szereplőtől, akkor a szerelés megkezdése előtt tervezői művezetést kell kérni. A tervező csak az általa tervezett rendszer terv szerinti megvalósításáért vállal felelősséget.

Szereléstechológiai előírások

- A hűtési rézcső hálózatokat a rézcső szerelésére vonatkozó gyártóművi előírások betartásával kell elvégezni. (Keményforrasztás) Szereléskor a helyiségek természetes szellőzését biztosítani kell.
- A légcsatorna hálózatok szerelését az MI 04-135/1-82 előírás betartásával kell végezni. A hűtési hálózatoknál a hűtőközeg szerelésére vonatkozó gyári előírásokat kell betartani.
- Az álmennyezetben szerelt acélcső fűtési hálózatot az elektromos hegesztésre vonatkozó gyártóművi előírások (elektródák minősége vastagsága) betartásával kell elvégezni. A helyiség természetes szellőzését hegesztéskor biztosítani kell.
- A hűtési és fűtési csőhálózatokon a szigetelés elhelyezése előtt nyomáspróbát kell tartani. A nyomáspróba nyomásértéke a csőhálózatban tervezett üzemi nyomás min. 1,5xös értéke legyen. (ez a vizes hálózatokra vonatkozik)
A nyomáspróba időtartama min. 2 óra. A nyomáspróbáról jegyzőkönyvet kell felvenni és az átadáskor igazolni kell a sikeres elvégzését.

A hűtőközeggel üzemelő rendszerek (VRV, abszorpciós gép belső hűtési köre) nyomáspróbáját a gyártó előírásai szerint kell elvégezni. (vákumozás stb.)

A hűtőközegek feltöltését csak a szakszervíz szakemberei végezhetik, a szükséges szerelési jogosultságok rendelkező vezető szerelők irányítása mellett.

- A kivitelezés során a hűtőgépek gépkönyvében meghatározott szerelési és üzembehelyezési utasításokat szigorúan be kell tartani.

3. melléklet: EN 1822 szűrőszabvány (IMEX Filtertechnika Kft)

1. rész: Osztályozás, teljesítményvizsgálat és jelölés

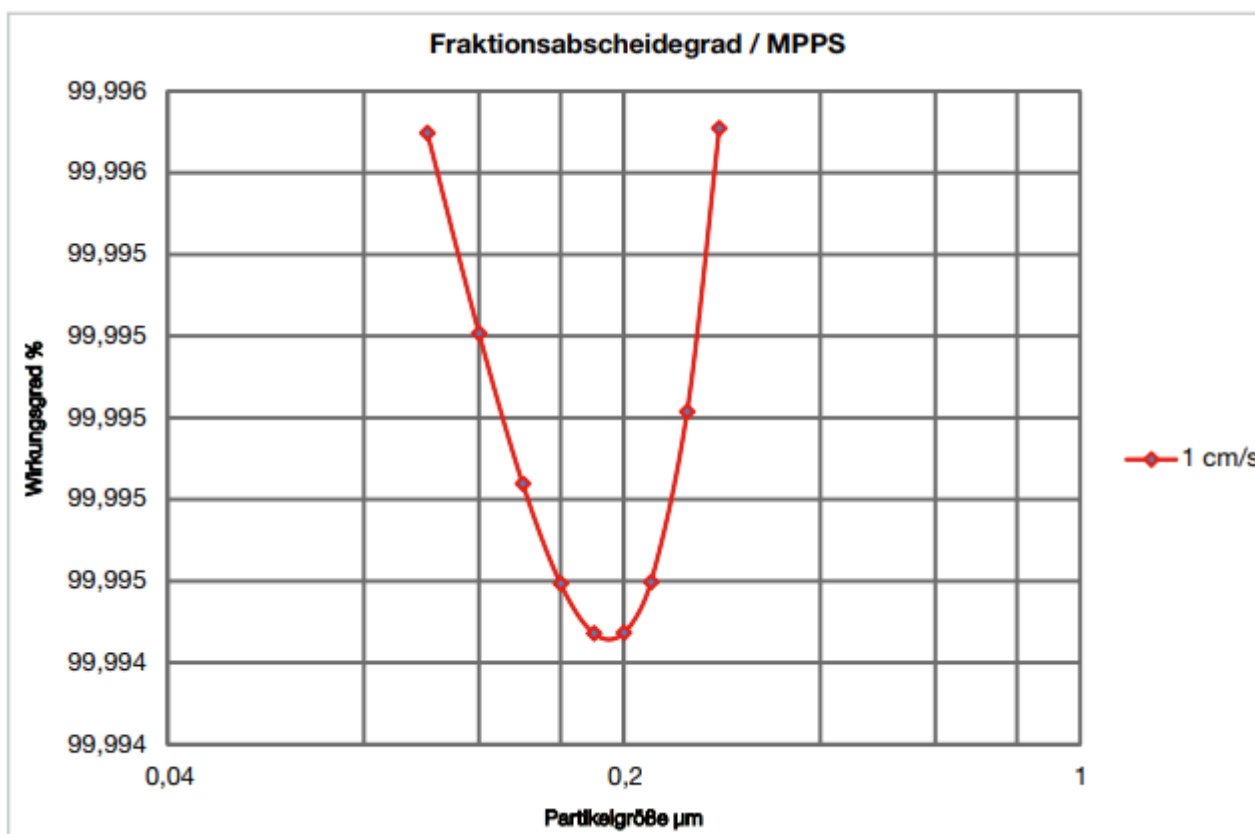
Az EN1822-1:2009 a HEPA-szűrők 3 csoportját különbözteti meg:

1. E csoport: EPA szűrő - Efficient Particulate Airfilter
2. H csoport: HEPA szűrő - High Efficiency Particular Airfilter
3. U csoport: ULPA szűrők - Ultra Low Penetration Airfilter

A HEPA-szűrők besorolása a vizsgálat során meghatározott lokális és integrál hatékonyság alapján történik.

2. rész: Aeroszol képzése, mérőberendezések, részecskeszámlálási statisztika

Ez a rész ismerteti a vizsgálat feltételeit, valamint a használandó aeroszolgenerátorokat, a részecskemérési technikát és a számlálási eredmények értékelésére szolgáló statisztikai eljárásokat.



3. rész: A sík szűrőanyag vizsgálata (MPPS meghatározás)

A 3. rész a frakcionált hatásfok meghatározását és a sík szűrőanyag legnagyobb áteresztésű részecskeméretének MPPS (Most Penetrating Particle Size) meghatározását írja le. Ebből a célból a szűrőközeget a szűrőnél később megadott névleges felületi sebességgel átáramoltatják, és teszt aeroszoknak teszik ki. Részecskeszámlálási módszerrel meghatározzák a légáramban lévő részecskekoncentrációkat, és kiszámítják a frakcionált hatékonysági görbét. Azt a részecskeméretet, amelynél a frakcionált hatékonyság görbe eléri a minimumot, MPPS-nek nevezzük. Leegyszerűsítve, ez az a részecskeméret, amelynél a szűrőközeg a legrosszabb hatékonyságot éri el egy adott felületi sebesség mellett.

4. rész: A szűrőelem szivárgásvizsgálata (szkenelési vizsgálat)

Ez a szakasz a szűrő szivárgásellenőrzésével foglalkozik. A szivárgást okozhatja a szűrőanyag hibája, a szűrőanyag és a keret nem megfelelő tömítése vagy az elemek kezelése során fellépő szabálytalanságok. A HEPA-szűrőktől elvárható nagy leválasztási hatásfok miatt még a legkisebb, szabad szemmel alig látható sérülések is lokálisan magas részecske átbocsájtáshoz vezetnek. A vizsgálathoz a legyártott kész szűrőt automatizált eljárással (Scan-teszt) szivárgásmentesen beszerelik egy tesztberendezésbe, majd névleges térfogatáram mellett DEHS (di-etilhexil-szebakát) teszt aeroszoknak teszik ki. Az aeroszol átlagos részecskeméretének az MPPS tartományában kell lennie. A szűrő tiszta levegő oldalát számítógéppel vezérelt, lineáris tengelyeken mozgatható részecskeszámlálóval pásztázzák. A helyi aeroszolkoncentrációkat a tiszta levegő oldalán minden egyes ponton megméri, és meghatározzák a helyi áteresztés mértékét. Ha az aeroszolkoncentráció egyetlen ponton sem haladja meg az előírt határértékeket, a szűrő szivárgásmentesnek tekinthető. A

lokális hatásfokok meghatározásának szükségessége tehát azt jelenti, hogy a H13, vagy magasabb szűrőosztályba tartozó minden egyes szűrőelemet egyedileg kell vizsgálni.

Csoport	Szűrő osztály	Integrál érték		Lokális érték	
		Szűrési hatásfok	Áteresztés	Szűrési hatásfok	Áteresztés
EPA	E 10	85%	15%	-	-
	E 11	95%	5%	-	-
	E 12	99,50%	0,50%	-	-
HEPA	H 13	99,95%	0,05%	99,75%	0,25%
	H 14	99,995%	0,005%	99,975%	0,025%
ULPA	U 15	99,9995%	0,0005%	99,9975%	0,0025%
	U 16	99,99995%	0,00005%	99,99975%	0,00025%
	U 17	99,999995%	0,000005%	99,99999%	0,0001%

5. rész: A szűrő leválasztási hatékonyságának vizsgálata

Az 5. rész a szűrő integrálhatékonyságának meghatározását írja le. Ezt az értéket általában a 4. részben mért lokális hatásfokok átlagértéke jelenti. Alternatívaként megengedett az egyedi mérés rögzített mintavevő szondákkal is.

EPA, HEPA és ULPA szűrők osztályozása

A szivárgásvizsgálat alternatív módszere: olajfilmes vizsgálat (H13 és H14)

Ennél a gyors és olcsó szivárgásvizsgálatnál a szűrőt vízszintesen és szivárgásmentesen egy diffúzorra helyezünk egy magas megvilágítású helyiségben, fekete háttér előtt. A szűrő felületére olaj filmet, vagy légáramba olajcsepp aeroszolt juttatnak. Ezt követi a szűrő szemrevételezéses vizsgálata az esetleges szivárgások megállapítására, amelyek a szűrő felületén megjelenő füstfelhők/olajfelhők révén válnak láthatóvá. A módszer hatékonysága nagyban függ az ellenőrzést végző személy képzettségétől, ezért megfelelő előképzés nélkül nem végezhető a munkafolyamat. A módszert számos kritika éri, mely szerint az eredmény szubjektív érzékelésen alapul, nem reprodukálható, valamint a szűrő hatékonyságának vizsgálatára alkalmatlan.

Abszolút szűrők tanúsítása

A H13 vagy magasabb osztályú szűrők esetében a legyártott szűrők integritását az EN 1822 szabvány egyedileg szerint kell vizsgálni, és a vizsgálati jelentést a termékhez mellékelni kell. E szűrők esetében a szűrőanyag tanúsítványa nem fogadható el a késztermék tanúsítványaként. A tanúsítványon fel kell tüntetni a következő elemeket: Az alkalmazott teszteljárás megnevezését, a termék cikk- és sorozatszámát, méreteket, várható és mért hatékonyságértéket, névleges áramlási sebességet, kezdeti nyomáskülönbséget, a mérés időpontját és körülményeit (hőmérséklet, páratartalom, a felhasznált aeroszol közege/koncentrációja). Természetesen azt is meg kell jelölni, hogy a termék megfelel-e az elvárásoknak. Mivel ezeket a tanúsítványokat a tesztelő automatikusan generálja, aláírás nélkül is érvényesek. A gyártók javíthatják a kisebb szivárgásokat. Ebben az esetben a terméket újra meg kell vizsgálni, és a tanúsítványon fel kell tüntetni a javítások számát.

Életciklusköltségek

Az épületek szellőztetése nagyon költséges lehet. A szűrők átlagos energiaköltsége a szellőzőrendszerek teljes költségének mintegy 30%-át teszi ki. A megfelelő szűrő, például az alacsony nyomáseséssel rendelkező, hatékony Nanowave ISO ePM1 60%

táskás szűrő kiválasztásával energiát lehet megtakarítani, miközben a beltéri levegő minősége magas marad. Tekintettel arra, hogy a légszűrő a legolcsóbban és legkönnyebben cserélhető alkatrész, a megtakarítás gyorsan megvalósítható.

1Pa = 1 Euró

Egy tipikus berendezésre vonatkozó ökol szabály szerint minden egyes nyomáskülönbség-növekedés (minden egyes további pascal) szűrőnként egy Euró többletenergiaiba kerül. Egy jól megtervezett szűrő akár 50 pascal-lal kisebb nyomáskülönbséggel is rendelkezhet egy ugyanolyan hatékonyságú közönséges szűrőhöz képest. Más szóval szűrőnként akár 50 Euró is megtakarítható az éves villanyszámlán.

Számos felhasználási eset elemzése azt mutatja, hogy az energiafogyasztás az LCC (életciklusköltség) 70-80%-át teszi ki. Az energiafogyasztás közvetlenül összefügg a szűrő átlagos nyomásesésével. **A megfelelő szűrő kiválasztása energiát és pénzt takarít meg!**

Szűrő beszerzési költségek

- + szűrőcsere költsége
- + energiafogyasztás
- + ártalmatlanítás
- = összköltség (LCC)

Energiahatékonysági besorolás

A légszűrők vásárlóinak ma már sokkal könnyebb a megfelelő szűrő kiválasztása - mind az energiahatékonyság, mind a beltéri levegő optimális tisztasága szempontjából. Az Eurovent, az objektív energiahatékonysági besorolással minden légszűrő A+-tól E-ig terjedő osztályba sorolható. Az A+ a legalacsonyabb, az E pedig a legmagasabb energiafogyasztást jelöli. A komfortlevegőszűrőkre vonatkozó ISO 16890 nemzetközi szabványon alapuló osztályozás lehetővé teszi az éves energiafogyasztás, a kezdeti és a minimális hatékonyság jobb megértését. Az emelkedő energiaárak és a CO₂ kibocsátásra vonatkozó egyre szigorúbb követelmények miatt a légszűrők energiafogyasztása egyre inkább az érdeklődés középpontjába került. A múltban a légszűrőket csak az átlagos hatékonyságuk alapján osztályozták. Az új energiaosztályozás azonban sokkal pontosabb.

A klasszifikációs eljárás mind a szűrő hatékonyságát, mind a porterhelésből eredő nyomásesést méri. A reprezentatív energiafogyasztást a porterhelés során fellépő átlagos nyomásesés alapján határozzák meg. Ezen adatok alapján egy laboratóriumban szimulálják a szűrő energiateljesítményét egyéves üzemidő alatt. Ezt a reprezentatív energiaértéket használják a légszűrők energiaosztályokba történő besorolásához.

IMEX Filtertechnika Kft

4. melléklet: HVAC rendszer (TME Hungary Kft)

Az épületautomatizálás, különösen a HVAC (angol Heating, Ventilation, and Air Conditioning), rendszer tekintetében, összetett és sokoldalú megoldás. A HVAC, vagyis a Fűtés, a Szellőzés és a Léghőkondicionálás egy olyan integrált rendszer, amely ezt a három független berendezést egy összefüggő egészévé egyesíti. Fő célja a hőmérséklet, a páratartalom, a levegőminőség ellenőrzése és a levegő keringetése az épületen belül.

A HVAC-rendszerek számos előnyt kínálnak, amelyeket érdemes kiemelni. Ezek közül a legnyilvánvalóbb a hőkomfort és a beltéri levegőminőség biztosítása. Napjainkban

azonban egyre nagyobb figyelmet fordítanak az energiahatékonyságra, ami az energiaköltségek csökkenésében nyilvánul meg. **A fűtési és légkondicionálási energiafogyasztás szabályozásával a HVAC-rendszerek hozzájárulnak az épületek fenntartható működéséhez.**

Érdemes kiemelni a HVAC-rendszerek szerepét a beltéri levegőminőség javításában, különösen a közelmúltban lezajlott világjárvány kapcsán. A rendszerek szállítói kiemelik, hogy ezek a megoldások képesek eltávolítani a vírusokat, a káros anyagokat és megakadályozni a penészgombák elszaporodását. Ez a funkció egyre fontosabbá válik a felhasználók számára.

Meg kell azonban jegyezni, hogy a HVAC-rendszereknek vannak hátrányai, például a magas telepítési és fenntartási költségek, valamint a rendszeres karbantartás szükségessége. Mindazonáltal az általuk kínált előnyök felülmúlják ezeket a hátrányokat.

Most nézzük meg a HVAC-rendszer összetevőit, azaz az egyes berendezéseket.

1. **Fűtési berendezés:** a HVAC-rendszer különböző fűtési módszereket tartalmazhat, például radiátorokat, kazánokat, hőszivattyúkat, hővisszanyerő légkondicionálókat vagy padlófűtést.
2. **Szellőztető berendezés:** ez biztosítja a légcserét, a megfelelő beltéri levegőminőség fenntartása mellett. A szellőztetésnek számos változata létezik, például gravitációs (természetes), mechanikus vagy hibrid, amely az első két változatot magában foglalja.
3. **Légkondicionáló berendezés:** Ez a berendezés felelős az épületek belsejében lévő levegő hőmérsékletének és páratartalmának szabályozásáért. Az igényektől függően különböző szerkezetek használhatók.

Szellőztetés, mint a HVAC alkotóeleme – tipikus megoldások

A szellőztetés a friss levegő bevezetése és a szennyezett levegő egyidejű eltávolítása. A hatékonyság és az energiahatékonyság érdekében egyre inkább a rekuperációval ellátott mechanikus szellőztetés felé fordulunk. Ezzel a megoldással állandó teljesítményt érhetünk el az időjárási viszonyoktól és az épület jellemzőitől függetlenül. Ennek a rendszernek a kulcseleme a **rekuperátor, vagyis a hőcserélő**, amely az elhasznált kifűjt levegőből hőenergiát nyer vissza.

Jól megtervezett és kivitelezett berendezések esetén a rekuperátor akár a hő 95%-át is visszanyerheti. Ilyen eredmények eléréséhez azonban a szellőztető központot automatikusan vezérelni kell. A modern megoldások lehetővé teszik a rendszer távvezérlését tablet segítségével, okostelefonon vagy számítógépen keresztül is, külön erre a célra kifejlesztett alkalmazások vagy webböngésző segítségével. Az ilyen automatikus vezérlésnek köszönhetően rendkívüli kényelmet élvezhetünk, például úgy, hogy a téli időszakban röviddel a hosszú távollétből való visszatérés előtt megemeljük a hőmérsékletet a házban.

Annak érdekében, hogy a szellőztető központ és annak minden alkotóeleme, beleértve a hőcserélőt is, a fent leírtak szerint működjön, a rendszert automatikus vezérlőkkel kell felszerelni. A vezérlők általában a szellőztető központ belsejében találhatók, a kezelőfelületek, más néven manipulátorok pedig a felhasználó által kiválasztott helyeken a falakon vannak felszerelve. **Fontos, hogy a manipulátorokat ne tévesszük össze magukkal a vezérlőkkel.** A manipulátorok olyan eszközök, amelyekkel a felhasználók közvetlenül érintkeznek, és amelyekkel a szellőztető központot vezérlik. Ezek különböző formájú lehetnek- az egyszerű, fizikai gombokkal ellátott panelektől az okostelefonokra

vagy tabletekre emlékeztető érintőképernyős folyadékkristályos kijelzőkig. Bárhogyan is nézzenek ki, a manipulátorok olyan eszközök, amelyek a tényleges vezérlőkkel való kommunikációra szolgálnak. Mindig kisfeszültségű és biztonságos vezetékek, például UTP 5. kategóriájú kábel segítségével csatlakoznak a központhoz (a vezérlőhöz). Ezeken a kábeleken keresztül a felhasználók döntéseket közölnek a vezérlővel, ami kulcsfontosságú a szellőzőrendszer működéséhez, többek között a fűtőtestek, hűtők, légszabályozók, ventilátorok és magának a hőcserélőnek a működtetéséhez.

A mai szellőztető és rekuperációs rendszerek számos lehetőséget kínálnak az üzemi paraméterek kezelésére. A napi vezérlés manuálisan történhet, manipulátorral vagy kézi eszköz segítségével, de létezik programozási lehetőség is, amely lehetővé teszi a napi, heti vagy havi működési ciklusokra vonatkozó egyedi ütemtervek végrehajtását. Mindez az érzékelők kiterjedt hálózatának köszönhetően lehetséges, amely információkat szolgáltat az épületben uralkodó körülményekről, mint például hőmérséklet (csatornaérzékelők), páratartalom (csatorna-nedvességmérők), CO₂-koncentráció (infravörös elemzőn alapuló csatorna- és helyiségérzékelők) és nyomás (több tartományú nyomáskülönbség jelátalakítók).

Mint már említettük, **a szellőzőrendszer működési paramétereinek vezérlése az intelligens otthonokban automatikusan vagy manuálisan, különböző interfészeken keresztül történik.** A választott vezérlési módszertől függetlenül a vezérelt paraméterek listája mindig érdekes és hosszú. Az épületautomatizálási rendszerek által vezérelt legfontosabb aspektusok közé tartoznak a következők:

- **Szellőztetés teljesítménye**, amely általában több tartomány közül valamelyik kiválasztásával vagy fokozatmentesen szabályozható. Ez egyben a villamosenergia-fogyasztás közvetett szabályozása is, ahol egy alacsonyabb teljesítménytartomány kisebb energiafogyasztást jelent. Az automatikus teljesítményszabályozásnál a rendszer az érzékelők által szolgáltatott információk alapján hoz döntéseket;
- **Hővisszanyerés a központban**, a hőmérséklet alapján szabályozva a bypass elzáró (rekuperátor bypass) manipulálásával;
- **A helyiségekbe beszívott levegő hőmérséklete**, amelyet a fűtőberendezéssel történő végső kezeléssel alakítanak ki;
- **A helyiségekbe belépő friss levegő mennyisége** és az eltávolított levegő mennyisége (szellőztető funkció), ahol a szabályozás a légszabályozók, légelzáró ajtók és a ventilátorok beállításával, valamint az ezen elemek működési idejének szabályozásával történik,
- **Légnomás**, amely a rendszer több alkotóelemének egyidejű működése eredményeként jön létre.

E Hungary Kft.

Irodalomjegyzék a 4-9-ig tartó fejezetekhez (Tuczai Attila)

- [1] Műtők klimatizálása Tuczai Attila MÉGSZ Szaklap 2022/5 236-39 old.
- [2] Ember hőleadása. MSZ-04.140/4-78 T.1.
- [3] Panelműtők METALGMED <https://metalgmed.com/hu/mutok>
- [4] Hibrid műtő előnyei idegsebészeti műtétek során. Dr. Németh Tamás Szeged Orv.Hetil. 2023.164(43)1701-1711
- [5] Labor helyiségek klimatizálása. Tuczai MÉGSZ Szaklap 2023/1.30-33old.
- [6] Onkológiai központ klimatizálása. Tuczai MÉGSZ Szaklap 2018./ápr.27-31old.
- [7] Légtechnikai berendezések üzembehelyezése. MSZ-04.135/2-83
- [8] Csolnok Ferenc Kórház Struktúra átalakítás KT 7. fejezet gépészet Tuczai
- [9] Csolnok Ferenc Kórház Struktúra átalakítás KT 10. fejezet gépészet Tuczai
- [10] Untersuchungen zur Effektivitat eines temperaturkontrollierten Lüftungssystems. Prof Dr Clemens Bulitta Amberg Weiden

Ajánlott irodalom jegyzéke (Pólya Endre)

NNGYK: Környezet-egészségtan jegyzet, 2024

OKK (NNGYK): A kórházi üzemeltetés jó gyakorlatának egyes egészségügyi kérdései, 2016

NNGYK: Az országos tisztifőorvos módszertani levele a műtéti sebfertőzések megelőzésére, 2019

Dr.Pechó Z., Dr. Millasin M.: Tájékoztató a fertőtlenítésről

Pataki Gábor: Levegőminőség az egészségügyben – cikk (IME, XVII. évfolyam 9. szám 2018. november)

György Éva: Általános mikrobiológia – jegyzet, Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, 2021

Dr. Magyar Zoltán: Légtechnikai hálózatok mérése, szabályozása - <https://www.e-gepesz.hu/cikkek/431-legtechnikai-halozatok-merese-beszabalyozasa>

Christian Bremer: Tervezési útmutató a megfelelő higiéniához a légpárásító rendszerekben, 2015. <https://www.condair.hu/m/0/planungskriterien-hygiene-hu-150303.pdf>

Ábrajegyzék

1. ábra XIX. századi műtő	10
2. ábra G.A Neuber műtője	10
3. ábra A fertőzési lánc	14
4. ábra Sebfertőzések kórokozói; forrás: A Nemzeti Nosocomialis Surveillance Rendszer eredményei. http://oek.hu/oek.web?to=1698&nid=841&pid=1&lang=hun	17
5. ábra A mikroorganizmusok méretének összehasonlítása	18
6. ábra Scofield-Sterling diagram	19
7. ábra Hibrid műtő Hollandia TcAF befúvóval	32
8. ábra Hibrid műtő Semmelweis Egyetem Városmajori Szív- és Érsebészeti Klinika	33
9. ábra Hibrid műtő mennyezetre rögzített MR berendezéssel - Hollandia	33
10. ábra Hibrid műtő Ratstatt (Németország Maquet bemutatóterem)	34
11. ábra Hibrid műtő mennyezetre rögzített MR berendezéssel (Tübingen Németország)	34
12. ábra TcAF rendszerű levegő bevezetés a műtőbe	36
13. ábra TcAF rendszerű légbevezetés mérése	37
14. ábra Légbevezetés mérési eredmények	38
15. ábra Kivonat a DIN 1946-4 Szabványból	39
16. ábra Műtő levegő állapotváltozás + 35 °C és 40% levegőtől kezdődően	40
17. ábra Cirkulációs mennyezeti befúvó alaprajza	42
18. ábra Cirkulációs mennyezeti befúvó metszet terve	43
19. ábra Műtő friss levegő állapotváltozása téli időszakban	48
20. ábra Laminar air flow elhelyezése a mennyezetben	50
21. ábra Alsó és felső elszívási helyek a műtőkben	50
22. ábra Műtőkben laminar air flow	51
23. ábra Tisztán friss levegős laminar air flow kialakítása	52
24. ábra Laminar air flow rendszer	53
25. ábra Panel műtő rozsdamentes oldalfali elemekkel	57
26. ábra 1-es jelű panel műtő dekoratív fotóval	57
27. ábra 1-es és 2-es jelű műtő légtechnikai alaprajza	58
28. ábra Hibrid műtő angiográfiás készülékkel	59
29. ábra Hibrid műtő „C” ívvel	61
29. ábra Robotkar	61
30. ábra Robotkarral felszerelt műtő	62
31. ábra Az 1-es és 2-es műtő klímagép kapcsolási vázlata	64
32. ábra Hűtési hőcserélő adatai	64
34. ábra Befúvó egység előszűrővel	65
35. ábra Hűtési teljesítmények	66
36. ábra Elszívó gépben visszanyert hő adatai	67
37. ábra Befúvógépben átadott hő adatai	68
38. ábra Befúvó gép 70/50 °C-os fűtési hőcserélő adatai	68
39. ábra Levegő felfűtése és nedvesítése „h-x” diagram	70
40. ábra Kisnyomású gőzhálózatról nedvesítő beépítése	71
41. ábra Elektromos gőzfejlesztő beépítésének kapcsolása	72
42. ábra Elektromos gőznedvesítő beépítve	72
43. ábra Befúvógép	73
44. ábra Elszívógép	73

45. ábra Befúvógép zajszint.....	74
46. ábra Elszívógép zajszint	74
47. ábra Befúvó hálózat ellenállása.....	75
48. ábra H14-as Hepa szűrő ellenállás adatai.....	75
49. ábra Hepa H13 szűrő kiírási minta	76
50. ábra Nyomás, páratartalom, hőmérséklet mérő	77
51. ábra Klímarendszer szabályozás kapcsolási vázlata	78
52. ábra Abszorpciós folyadékűtő kapcsolási vázlata	79
53. ábra Abszorpciós gép evaporatív hűtés kapcsolási vázlata.....	80
54. ábra Hűtőtorony épületfelügyeleti rendszeren	81
55. ábra Abszorpciós hűtőgép épületfelügyeleten	82
56. ábra Műtő klímagép közvetítő közeges hővisszanyerővel	82
57. ábra Műtő klímagép keresztáramú hővisszanyerővel.....	83
58. ábra Klímagép kapcsolás beépített hűtő aggregáttal.....	84
59. ábra Klímagép hűtőgéppel egybeépítve.....	85
60. ábra Műtő bemosakodók központi melegvízellátása.....	85
61. ábra Aszeptikus és citosztikus labor eltérő nyomásviszonyai.....	87
62. ábra Laborok előírt és mért nyomásviszonyai.....	88
63. ábra 1-es műtő mért belső hőmérséklete és túlnyomása	89
64. ábra Dinamikus nyomás tartás VAV szabályozóval	89
65. ábra VAV szabályozó működése.....	90
66. ábra Épületgépészeti terv tartalmi követelményei	93
67. ábra Orvostechológiai terv tartalmi követelményei	93
68. ábra Építési „e-napló” jegyzőkönyv mellékletei.....	94
69. ábra Tervezői felelősség rögzítése	95
70. ábra Légtechnikai rendszer besabályozása.....	96
71. ábra Vízoldali rendszerek besabályozása	97
72. ábra Beüzemelési munkalap légkezelőhöz.....	98
73. ábra Beüzemelési munkalap folyadék hűtőhöz-hőszivattyúhoz	100
74. ábra Kórházi takarítási standard-ek szerint színezett BIM alaprajzi nézet.....	105
75. ábra Virtuális valóság az orvostechológiában	108
76. ábra Kevert valóság a karbantartásban.....	108
77. ábra 5-ös, 6-os műtő-klímagépkapcsolási vázlata, lásd 1. melléklet	117
78. ábra 5-ös, 6-os műtő belső túlnyomása, lásd 1. melléklet.....	117

A sorozat keretében eddig megjelent kiadványok

2017.

- | | | |
|----|--|---|
| 1. | NÉMETH András, MILÁVECZ Richárd | Iparban használatos vízminőségek |
| 2. | DR. SZILÁGYI Zsombor, DR. SZUNYOG István | Mérések a gáziparban |
| 3. | DR. BARNÁ Lajos, EÖRDÖGHNÉ DR. MIKLÓS Mária, DR. SZÁNTÓ Zoltán, DR. BALLA József | A biztonságos ívóvízellátás megteremtésének tervezési eszközei |
| 4. | BORBÁS Lajos Dr. | Felépítés elvű (additív) gyártástechnológiák a gépészetben |
| 5. | BERENCSI Miklós, BEREZKY Ákos, HORVÁTH László, KOVÁCS Gergely, MIHÁLFY Krisztina | Kerékpárosbarát közlekedéstervezés |
| 6. | TÜDŐS Tibor, DR. VARJÚ György, DR. PETRI Kornél, GÁBOR András | A csillagpontkezelés legújabb külföldi és hazai eredményei (Útmutató és tervezési segédlet) |
| 7. | DR. GARBAI László, DR. JASPER Andor, VÁRADI András | Fűtési és használati melegvíz-igények kockázati elvű méretezése példákkal |
| 8. | KÁDI Ottó, DOHÁNY Máté, JÓZSA Bálint, LÁSZLÓ Csaba Tibor, JAKKEL Ottó | A közúti vasutak (villamos) tervezésével kapcsolatos kézikönyv |

2018.

- | | | |
|-----|---|---|
| 9. | BLAZSOVSZKY László | A gázfogyasztó készülékek égéstermék elvezetésével kapcsolatos szabályozások hiányosságai és ellentmondásai |
| 10. | CSORDÁS Szilveszter, FORGÁCS Lajos Dr., PÓLYA Endre ifj., RÉV Zoltán, UDVARDY Péter | Orvostechnológiai továbbképzés ismeretanyaga |
| 11. | NÁDASDY Tamás, EGYHÁZY Zita, KOVÁCS Ákos Sándor, SZECŐ Dániel Géza | A közúti biztonsági audit (KBA) jelentések elkészítésének alkalmazási segédlete – A közúti infrastruktúra közlekedésbiztonsági kezeléséről szóló jogszabályhoz és ügyi műszaki előíráshoz kapcsolódó értelmezési, kidolgozási és elfogadtatási javaslatrendszer |
| 12. | DR. SZILÁGYI Zsombor, HORÁNSZKY Beáta | Földgáz kereskedelem (mérnöki segédlet) |
| 13. | DR. SZILÁGYI Zsombor | Az energiahordozók jövője – kőolaj, földgáz, megújulók |
| 14. | S. VÍGH Judit, DOHÁNY Máté | Magános közlekedők baleseti súlyosságának csökkentése mobil applikáció segítségével |
| 15. | DR. BALIKÓ Sándor, DR. CSÚRÖK Tibor, NOVÁK Dániel, ORBÁN Tibor, DR. ZSEBIK Albin | Ötletlapok I. – Energiahatékonyság növelő ötletek egyszerű energetikai és gazdasági számításai |
| 16. | DARABOS Zoltán, KOLTAI Henrik, SZABÓ Tamás, SZÁSZ Béla, VAJDA Sándor | Felvonók felújítása és átalakítása – Műszaki segédlet |
| 17. | TÜDŐS Tibor, KRUPPA Attila | Alapozásföldelők új tervezési elvei és kivitelezési módszerei – Tervezési segédlet és kivitelezési útmutató |
| 18. | FENYVESI Zsolt | Tűzvédelmi tervek tartalmi szabályainak átdolgozása |
| 19. | GÁBORI László Dr., BEINSCHRÓTH József Dr., NÓGRÁDI Gábor, RÁTKAY | Nagyméretű informatikai beruházásoknál (fejlesztéseknél) ajánlott szoftveroldali |

	Tamás	tervdokumentációk tartalmi elemeinek meghatározása (I. – II. kötet)
20.	DR. DIVÓS Ferenc	Az élő fák stabilitása – mérnöki megközelítés – Élő fák, mint teherhordó faszerkezetek
21.	DR. KARÁCSONYI Zsolt	Faanyagok tartós szilárdsága
22.	BARNA Lajos Dr., ERDEI István, JASPER Andor Dr., TAKÁCS Gyula	Segédlet épületek csatorna-berendezéseinek tervezéséhez
23.	ANTÓK Péter István, FÜZÉR Ferenc, SÁRKÖZI András	Fényvezető kábelszakaszok műszaki-minőségi ajánlás gyűjteménye
24.	JANCsó Béla, DR. KULCSÁR Alexandra, NÉMETH Gábor, DR. VÍMI Zoltán, DÉRI Lajos, SZIMANDEL Dezső	Vízjogi engedélyezési eljárással kapcsolatos dokumentációk és engedélyeztetéssel kapcsolatos követelmények a 2018.01.01-én hatályba lépett 41/2017. (XII.29.) BM rendelet alapján
25.	DR. TAKÁCS Bence, DR. SIKI Zoltán, DR. ÉGETŐ Csaba, BÉNYI László	Mérnökgeodéziában alkalmazott alapponthálózatok – A jó gyakorlat bemutatása mintapéldákkal
26.	DR. MÓCZÁR Balázs, LAUFER Imre, TÓTH Gergő, WOLF Ákos	Korszerű támszerkezetek tervezése
27.	HALÁSZ Györgyné Dr., CSERVENYÁK Gábor, TUCZAI Attila, VIRÁG Zoltán	Különböző funkciójú épületek klímatechnikája II.
28.	KÁDI Ottó, JÓZSA Bálint	Kerékpáros balesetek létesítmények szerinti vizsgálata
29.	GARBAI László Dr., JASPER Andor Dr., PELLER József Bendegúz	Hőteljesítményátviteli tényező alkalmazása távhőrendszerek optimális szabályozásának modelljében
30.	GARBAI László Dr., SÁNTA Róber Dr., JASPER Andor Dr.	A kompresszoros hőszivattyúk optimalizálása – Tervezés és üzemeltetés
31.	LADÁNYI Gábor Dr.	Diagnosztika a karbantartásban
32.	MÉSZÁROS János, MOLNÁR Tibor, RITZL András	KIÜRÍTÉSI ÉS MENEKÜLÉSI ÚTVONALBA ÉPÍTETT AJTÓK tervezési segédlet (2018)

2019.

33.	BLAZSOVSZKY László	Földgáz elosztóvezetékek üzemeltetése
34.	DR. SZILÁGYI Zsombor	A megújuló energiahordozók jövője Magyarországon
35.	FORGÁCS Lajos Dr., HAIDEGGER Tamás Dr., PÓLYA Endre ifj.	Új fejlesztések, innovatív megoldások az orvostechnológia terén
36.	VARRÓ Beáta, DR. KIS András	Magyarországon előforduló, épületekbe beépített faanyagokat károsító gombák vizsgálata és azonosítása DNS diagnosztikával
37.	MANNINGER Marcell, SZEPESHÁZI Attila, SCHEURING Ferenc, MOLNÁR György	Munkatér határoló szerkezetek
38.	KORSÓS András, RÁDULY Zsolt	A közterületi és belterületi térfigyelő kamerarendszerek tervezési irányelvei
39.	GERGELY Edit, DR. BEZEGH András	Módszertani útmutató az üvegházhatású gázok közvetlen és közvetett kibocsátásának számítására
40.	DR. BEZEGH András, BITE Pálné Dr.,	Városi környezetvédelem (Fenntartható és okos városok)

GERGELY Edit

41. GÓDOR Balázs, DR. KÁSA László, SZÉKELY Bence Híddaruk méretezési segédlete (2019.)
42. FÜRJES Andor Tamás, KOTSCHY András, NAGY Attila Balázs, CSOTT Róbert Teremakusztikai méretezés gyakran előforduló szituációkban
43. DR. KARÁCSONYI Zsolt Faanyagok tartós szilárdsága
Faanyagok szilárdságának változása az idő függvényében
44. DR. BALIKÓ Sándor, ORBÁN Tibor, VARGA Péter, DR. ZSEBIK Albin Ötletlapok II. – Energiahatékonyság növelő ötletek egyszerű energetikai és gazdasági számításai
45. PRIMUSZ Péter, PhD. Hajlékony útpályaszerkezetek méretezése talajstabilizációk figyelembevételével
46. NÉMETH Balázs, HÁMORI Sándor, KOSTYÁK Attila, VÍGH Gellért Különböző funkciójú épületek klímatechnikája III. Segédlet ipari épületek lég- és klímatechnikai rendszereinek tervezése
47. JANCsó Béla, KAVECZKI Gergely, KÓCZÁN Gábor, LABORCZI Tamás, KNOLMÁR Marcell, RAUM László Csapadékvízgazdálkodás tervezési követelményei
Hogyan tervezzünk városi csapadékelvezető rendszereket
48. DOHÁNY Máté, SCHVANNER Norbert Kerékpárosok sebességének felülvizsgálata jelzőlámpás csomópontokban
49. JÓZSA Bálint, S. VÍGH Judit Sebességcsökkentés hatásainak vizsgálata gyorsforgalmi utakon
50. DR. ZSEBIK Albin, NOVÁK Dániel Projektlapok I. – Energiahatékonyság növelő javaslatok projektlapjai
51. DR. MÓGA István Beruházási projektek szabályozási és szabvány környezete, Tervezési követelmények meghatározása
52. DR. GÁBORI László, DR. BEINSCHRÓTH József, NÓGRÁDI Gábor, RÁTKAY Tamás Informatikai Tervező szakmai minősítő rendszere (Informatikai szakmai terület illesztése a Mérnök Kamarai működési rendbe és rendszerekbe)
I. kötet: Konceptió és modell
II. kötet: Modell illesztése
III. kötet: Tudástár
53. VIRÁG Zoltán, GYURKOVICS Zoltán, SZAKÁL Szilárd, VIRÁG Zsolt, ORCSI Attila Országos Tűzvédelmi Szabályzat épületgépész értelmezése a szakmai gyakorlatban
Segédlet a gyakorló épületgépész mérnökök számára I.

2020.

54. DR. KISS Jenő, CSERMELY Gábor JAVASLAT az egyszerű bejelentésű lakóépület megvalósításának – tervezés építés – módszerére
55. DR. SZILÁGYI Zsombor A hidrogén a környezetbarát energiahordozó, Hidrogén az energetikában

- | | | |
|-----|---|---|
| 56. | VARGA Tamás, DR. SZEDENIK Norbert, DR. KOVÁCS Károly, KRUPPA Attila, KULCSÁR Lajos, KAPITOR György, TURI Ádám | A nem norma szerinti villámvédelem egységes műszaki követelményrendszerének kialakítása és javaslat a teljes villámvédelmi szabályrendszer jövőbeli egységesítésére |
| 57. | KÁDI Ottó | A gyalogközlekedés közúti keresztezései |
| 58. | MOLNÁR Szabolcs | „Hulladékból konnektorba” A települési szilárd hulladék energetikai hasznosításának lehetőségei |
| 59. | VÁRDAI Attila | Segédlet szabadidős létesítmények tartószerkezeti tervezéséhez |
| 60. | DR. BEJÓ László | Szénlábnyom-elemzés készítése a faiparban |
| 61. | JANCSÓ Béla, NÉMETH Gábor, SZIMANDEL Dezső | Szakmai útmutató vízellátási-művelési tervezők számára a 2020 január 1-én hatályba lépett „VIZEK keretrendszer” használatához |
| 62. | FELLEGI Zsóka, KARAFI Balázs, KOCH Edina, KOVÁCS Gábor, MURINKÓ Gergő, TÓTH Gergely József | Munkagödörök és földművek víztelenítése |
| 63. | HOLÉCZY Ernő, OLÁH Róbert, DR. SIKI Zoltán, DR. TAKÁCS Bence, DR. TÓTH Zoltán, VARGA Tibor | Módszertani útmutató az elavult ingatlan-nyilvántartási térképek korszerű technológiákkal végzett felújításához |
| 64. | DR. GÁBORI László, DR. MOLNÁR Bálint, NÓGRÁDI Gábor, RÁTKAY Tamás | Az Informatikai Tervező tervezési segédlete |
| 65. | NÁDASDY Tamás, TOMASCHEK Tamás, PALÁSTY István, SZECSŐ Dániel Géza | Dinamikus forgalomirányítás tervezői segédlete gyorsforgalmi úthálózat esetén |
| 66. | LENGYEL István | Szakmai útmutató szolgalmi jogok alapításához (mérnöki segédlet) |
| 67. | NÉMETH Balázs, SZLOVÁK Krisztián, VÍGH Gellért | Épületgépészeti tervezéshez praktikus, gyakorlati adatbázis |
| 68. | FÜRJES Andor Tamás, BORSINÉ Arató Éva, NAGY Attila Balázs, ILLYÉS László, BORSI Gergely | Teremakusztikai méretezés gyakran előforduló szituációkban (példatár) |
| 69. | DR. BORBÁS Lajos, GONDA Zoltán | Optikai feszültségvizsgálat – Kísérleti eljárás a konstrukció fejlesztésére, szerkezetek anyagfelhasználásának és teherviselésének optimalizálására |

2021.

- | | | |
|-----|---|---|
| 70. | BLAZSOVSZKY László | A gázipar és a kéményseprő-ipar határterületeinek szabályozási anomáliái a szakmagyakorlók és a felhasználók szemszögéből |
| 71. | FORGÁCS Lajos Dr., NAGY Gábor, RÉV Zoltán | Kórháztervezés új szempontjai a 21. században - Korszerű kórházak infrastrukturális egységei |
| 72. | HOLÉCZY Ernő, KISS Albert Miklós, KOVÁCS István, Dr. TAKÁCS Bence Géza, Dr. TÓTH Zoltán | M.2.-2021. Mérnökgeodéziai tervezési segédlet |
| 73. | Dr. BEJÓ László | Az ipar 4.0 alkalmazási lehetőségei a faipar területén |
| 74. | BORBÉLY Dániel, HUDACSEK Péter, KARNER Balázs, KOVÁCS László, SÁNDOR Csaba | Monitoring, a geotechnikai kockázatkezelés eszköze |

- | | | |
|-----|---|---|
| 75. | FELFÖLDI Krisztina, JÁMBOR András, TÓTH Sándor, BÜKI Gábor, GÓDOR Balázs | Emelőgépek időszakos vizsgálatának eljárásrendje |
| 76. | GYURKOVICS Zoltán, RÉBAY Lajos, NAGY Bernát | Szakmai útmutató az épületgépész felelős műszaki vezetők és műszaki ellenőrök számára |
| 77. | Dr. ZSEBIK Albin, NOVÁK Dániel, PAPP Ábrahám | Hulladék hő hasznosítás - hűtés és fűtés összekapcsolása
Segédlet az elemzéshez és gyakorlati példák bemutatása |
| 78. | CZINE Ferenc, HIRKÓ György | Elektromos meghajtású mikromobilitási eszközök - Jellemző paraméterek |
| 79. | KALMÁR Tamás, dr. LÁNYI Péter, HÓZ Erzsébet | Kerékpárút hálózatok vizsgálata a fejlesztések és úthasználók tapasztalatai alapján |
| 80. | VARGA Tamás, FARKAS Péter János, Dr. TOKODY Dániel, ZSARNOVSZKI Attila, MÉSZÁROS Tamás, VERESS Árpád | Építmény villamossági tervezés robbanásveszélyes környezetben |
| 81. | Dr. VONA Márton, Dr. BALATONYI László, TÉCSŐY István | Dombvidéki víz visszatartás, kisvízfolyások szabályozása természet közeli megoldásokkal
Kisléptékű víz visszatartás, kistelepülés-léptékű vízmegtartó megoldások |
| 82. | ZANATHY Valéria, BUZÁS Györgyi, TÓTH László | Acélszerkezetek korrózió elleni védelme – Acélszerkezetek korrózió elleni védelmére vonatkozó szabványok, előírások, szakmai tapasztalatok összefoglalása |
| 83. | JÓZSA Bálint, DOHÁNY Máté | DDI avagy a fordított gyémánt csomópontok vizsgálata és magyarországi alkalmazhatósága |
| 84. | SZÉPSZÓ Gabriella, ALLAGA-ZSEBEHÁZI Gabriella, LAKATOS Mónika, SZENTES Olivér, TAKSZ Lilla, SELMECZI János Pál, Dr. CZIRA Tamás, CSÓKA Gergely, BAKA György | Éghajlatvédelmi vizsgálatok módszertana és az azt megalapozó adatbázisok alkalmazása |
| 85. | ZSIGMONDI András, MARIÁN Gábor, WÉBER László | A műszaki egyenértékűség és helyettesítő termék egyenértékűségének megállapítási módjai |
| 86. | NAGY János, HORVÁTH Rita, KAPITOR György, MERTLI Ferenc, PAPP Ábrahám, SITKU György, Dr. ZSEBIK Albin | Világítástechnika - segédlet az EKR dokumentáció készítéséhez – Alapismeretek és mintapéldák |
| 87. | CSENDES János, VELLER Tamás | Épületautomatika – Összefüggésben az Energiahatékonysági Kötelezettségi Rendszerrel |
- 2022.**
-
- | | | |
|-----|--|--|
| 88. | FÖLDI László József Dr., BERENCSEI Bence | Ipari gépek CE jelölése és biztonsága az EU-s és hazai szabályozás tükrében |
| 89. | SZILÁGYI Zsombor Dr., VADÁSZI Marianna Dr. | Irányelv új földgáz- és villamos energia szerződéskötéshez |
| 90. | MÓCZÁR Balázs Dr., CSORBA Gábor, GRITSCH Ákos, KRISTON Gábor, MIHUCZ Tibor, SZENDEFY János Dr., SZILÁGYI Katalin | Segédlet ipari padlók geotechnikai és statikai tervezéséhez, kivitelezéséhez |
| 91. | FELFÖLDI Krisztina, GÓDOR Balázs, NAGY Pál, RADVÁNYI G. Levente | G-D-36 Tanúsítvány kiadásához kompetencia-követelmények kidolgozása |

92. BUZÁS Zoltán, KÁLMÁN Miklós, BÖLSEI Tamás, LUKÁCS Tamás A tervdokumentációk tartalmi és formai követelményeinek átdolgozása, különös tekintettel a Hír-Közmű bevezetésére. A Tervezés, Engedélyezés, Kivitelezés segédlet módosítása (92./1-2-3.)
93. SIKI Zoltán Dr., CSEMNICZKY László, HOLÉCZYNÉ KAJTÁR Dóra, LEHOCZKY Máté, RÉPÁS Zoltán, TÓTH István Szakmai útmutató digitális tervezési alaptérképek készítéséhez. A minőségi mérnöki munka segítése, a jó gyakorlat bemutatása, javaslat a térképek rétegszerkezetére és az alkalmazandó jelkulcsokra
94. CSERMELY Gábor, TÓTH Péter Szakmai útmutató a magasépítési kivitelezési munkák minőségellenőrzésére
95. MARIÁN Gábor, ZSIGMONDI András Az építési beruházások műszaki átadás-átvételi eljárása – Szakmai ajánlás az építési beruházások műszaki átadás-átvételi eljárására
96. BARNÁ Sándor, MOLNÁR Tibor Dr. Segédlet az AERMOD view szoftver használatához a légszennyező anyagok terjedési modellezéséhez
97. BAKA György A talajnak, mint természeti erőforrásnak a védelme a beruházások megvalósítása során
98. BLAZSOVSZKY László A gázipari szakmagyakorlók megváltozott felelőssége, hatásköre és a mindennapok gyakorlatának anomáliái a megváltozott jogszabályi környezetben
99. FÜRJES Andor Tamás Elektroakusztika elméleti és gyakorlati áttekintés
100. RÁCZ Tibor, KUN Csaba, BALATONYI László Dr. ITVT Integrált Települési Vízgazdálkodási Terv tervezési segédlet

2023.

101. SZILÁGYI Zsombor Dr., Az energiahordozók jövője
102. BLAZSOVSZKY László Szakmai útmutató felhasználási helyek gázellátását biztosító elosztóvezeték leágazásának létesítéséhez
103. ÁKOSHEGYI György Dr., BORBÉLY Tibor, DIÓS András, EÖRDÖGH Zsolt Medencés fürdők vízgépészeti tereinek tervezési szempontjai
104. KISS Jenő dr., METZING Ferenc dr., CSERMELY Gábor, dr. HEGYI Dezső, KÖNCZÖL Gyula, DEZSŐ Zsigmond Szakmai Útmutató az épületek, épületszerkezetek bontásához
105. MÓGA István Dr. Atomerőművi alapok
106. BAK Edina, FEJES Gábor, HONTI Imre, HUDACSEK Péter, SCHELL Péter Talajmechanikai laboratóriumi vizsgálatok, azok megtervezése és eredményeinek felhasználása a geotechnikai tervezői gyakorlatban
107. EGRI Sándor, BUZÁS Zoltán AutoCAD alapon készített tervdokumentációkból EHO szerinti XML fájl készítése (objektumsablon készítése)
108. BONDOR Gabriella, CSORDÁS Szilveszter, KANOSIK Ilona, PÓLYA Endre, VARJÚ József Szakmai ismeretek a jogosultsági vizsgára
109. KAKUK Ilona Az Informatikai Tervező Szakmai Útmutatója (109./1-2-3.)
110. GIORIS Nikolaos, MENYHÁRT István Zsolt, OLÁH Róbert, TAKÁCS Bence dr., VASS Imre Digitális mellékletek készítése az M.2 (2021.) mérnökgeodéziai tervezési segédlethez
111. ZSIDAI László Dr., SARANKÓ Ádám Dr., SZABÓ Péter Az additív technológiák terméktervezési és technológiai sajátosságai

- | | | |
|------|---|---|
| 112. | REINIGER Róbert, BARNA Sándor,
BITE PÁLNÉ DR. PÁLFFY Mária,
MIHICS Dalma, PINTÉR István | A Li-ion alapú akkumulátor, illetve akkumulátor
részegység gyártás környezetvédelmi hatósági
engedélyezésének környezetvédelmi alapkövetelményei -
Szakmai segédlet környezetvédelmi szakértők, illetve
hatósági eljárási szereplők részére |
| 113. | TOKODY Dániel Dr., SCHOTTNER
Károly, HADDAD Richárd, ADY
László, ÁGOSTON Gergő, DRABIK
Gergő, HAN Xiaoping, CSAPÓ Dániel,
SZÚCS Marcell, FELHŐS Dávid Dr. | Napelemes rendszerekkel együttműködő energiatárolók
létesítése |
| 114. | GYIMESI András Dr., BOHÁCS Gábor
Dr., SÜLLE Miklós, GÓDOR Balázs | Építőgépész mesteriskola tantárgyi felépítés és a hozzá
kapcsolódó tematika kidolgozása |
| 115. | BOROS János | Az atomerőművi rendszerek és rendszerelemek
tervezésénél figyelembe vett elvek összefoglalása |