

Česká zemědělská univerzita v Praze
Technická fakulta

Čistý prostor mikrobiologické laboratoře
Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce: prof. Ing. Pavel Kic, DrSc.
Autor práce: Ondřej Dundr

PRAHA 2016

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Ondřej Dundr

Technologická zařízení staveb

Název práce

Čistý prostor mikrobiologické laboratoře

Název anglicky

The clean space in the microbiological laboratory

Cíle práce

Cílem diplomové práce je zhodnotit vzduchotechnické a klimatizační vybavení ve speciálním čistém provozu mikrobiologické laboratoře, v návaznosti na technologické vybavení a provozní podmínky tohoto prostoru. Na základě poznatků z literatury i vlastních úvah provést zhodnocení vzduchotechnického a klimatizačního vybavení ve speciálním čistém provozu mikrobiologické laboratoře. V diplomové práci uvést princip základního vzduchotechnického výpočtu, zvolit vhodnou metodiku měření potřebných parametrů a na základě vlastních výpočtů, měření a úvah navrhnout vhodná opatření a řešení pro dodržení předepsaných parametrů v praxi.

Metodika

1. Úvod. Technologické vybavení a provozní podmínky v mikrobiologické laboratoři
2. Vzduchotechnické a klimatizační vybavení ve speciálním čistém provozu
3. Výpočet základních podkladů vzduchotechniky a klimatizace
4. Návrh metodiky a měření základních parametrů. Provozní opatření pro zajištění požadovaných parametrů
5. Závěr a doporučení pro praxi

Doporučený rozsah práce

50 až 60 stran textu

Klíčová slova

Klimatizace; mikrobiologie; pohoda prostředí; větrání; vzduchotechnika

Doporučené zdroje informací

Časopisy: Vytápění, větrání, instalace. Klimatizace.

Daniels, K.: Technika budov. Jaga, Bratislava, 2003, 519 s

Kic, P.-Brož, V.: Zařízení pro větrání a klimatizaci stájí. IVV Mze ČR, 2000, 71 s.

Nový, R. et al: Technika prostředí. ČVUT, Praha, 2000, 265 s.

Székyová, M.-Ferstl, K.-Nový, R.: Větrání a klimatizace. JAGA, Bratislava 2006, 359 s.

Předběžný termín obhajoby

2015/16 LS – TF

Vedoucí práce

prof. Ing. Pavel Kic, DrSc.

Garantující pracoviště

Katedra technologických zařízení staveb

Elektronicky schváleno dne 26. 3. 2015

doc. Ing. Jan Malaťák, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 27. 4. 2015

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan

V Praze dne 04. 04. 2016

Prohlášení:

„Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: Čistý prostor mikrobiologické laboratoře, vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom, že odevzdáním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Jsem si vědom, že moje diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitní databázi a bude veřejně přístupná k nahlédnutí.

Jsem si vědom, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.“

Abstrakt: Cílem diplomové práce bylo zhodnocení vzduchotechnického a klimatizačního vybavení ve speciálním čistém provozu mikrobiologické laboratoře, v návaznosti na technologické vybavení a provozní podmínky tohoto prostoru. V kapitole „Technologické vybavení a provozní podmínky v mikrobiologické laboratoři“ jsou uvedeny požadavky na čistý prostor a jeho základní vybavenost, jako příklad je uvedena konkrétní mikrobiologická laboratoř. V kapitole „Vzduchotechnické a klimatizační vybavení ve speciálním čistém provozu“ jsou popsány základní prvky vzduchotechnického systému na konkrétním řešení mikrobiologické laboratoře. Kapitola „Výpočet základních podkladů vzduchotechniky“ se zabývá výpočty, ověřením jednotlivých prvků klimatizační jednotky vzhledem k již provozovanému zařízení laboratoře. Kapitola „Měření parametrů čistého prostoru“ se zabývá metodikou kontrolních měření a samotným měřením konkrétního čistého prostoru. V kapitole „Náklady na provoz vzduchotechnického systému čistého prostoru“ jsou spočteny a popsány roční provozní náklady. Kapitola „Provozní opatření pro zajištění požadovaných parametrů“ se zabývá provozem a údržbou čistého prostoru a vzduchotechnického systému.

Klíčová slova: Klimatizace; mikrobiologie; pohoda prostředí; větrání; vzduchotechnika

Clean room in a microbiological laboratory

Summary: The purpose of this thesis is to evaluate the air-conditioning and ventilation system in special circumstances of clean operations of a microbiological laboratory in connection with technological equipment and operational procedures of such environment. The chapter “Equipment and Operational Conditions in Microbiological Laboratory” states the requirements of clean room and its principal equipment. As an example, a specific microbiological laboratory is provided. The chapter “Air-conditioning and Ventilation Systems for Clean Operations” provides a description of principal elements of a ventilation system based on specific solution of microbiological laboratory. The chapter “Calculation of Ventilation Elements” provides calculations of elements of air-conditioning unit with regards to standing microbiological laboratory equipment. The chapter “Measuring the Parameters of Clean Room” deals with measurement methodology and also provides measurement data of a specific clean room. The chapter “Operational Costs of Ventilation System of a Clean Room” states the yearly operational costs of a specific microbiological laboratory. The chapter “Operational Procedures for Safeguarding the Required Parameters” deals with operations and maintenance of clean room and its ventilation and air-conditioning system.

Keywords: air conditioning, microbiology, comfortable environment, ventilation

Poděkování:

Děkuji prof. Ing. Pavlu Kicovi, DrSc. za pomoc při vedení diplomové práce. Mé poděkování patří též Ing. Vladimíru Försterovi za cenné rady a konzultace při vypracování diplomové práce. Dále děkuji společnosti LABOX, spol. s r.o. za poskytnutí měřících přístrojů a společnosti ITEST plus s.r.o. za poskytnutí dat ke zpracování diplomové práce.

Obsah:

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Úvod | 1 |
| 2 | Technologické vybavení a provozní podmínky v mikrobiologické laboratoři..... | 2 |
| 2.1 | Požadavky na čisté prostory a dispoziční řešení..... | 2 |
| 2.2 | Požadované parametry místností čistého prostoru..... | 3 |
| 2.2.1 | Třída čistoty | 3 |
| 2.2.2 | Tlaková diference | 4 |
| 2.2.3 | Výměna vzduchu | 5 |
| 2.3 | Technologické vybavení | 5 |
| 2.3.1 | Technologie vestavby čistých prostor | 5 |
| 2.3.2 | Signalizace současného otevření dveří..... | 5 |
| 2.3.3 | Diferenční tlakoměr | 6 |
| 2.3.4 | Vybavení personální propusti..... | 7 |
| 2.3.5 | Vybavení laboratoře | 8 |
| 3 | Vzduchotechnické a klimatizační vybavení ve speciálním čistém provozu..... | 8 |
| 3.1 | Složení klimatizační jednotky | 9 |
| 3.2 | Koncepce vzduchotechnického systému | 10 |
| 3.3 | Koncové filtrační médium | 12 |
| 3.4 | Požadavky na ostatní profese..... | 13 |
| 3.4.1 | Měření a regulace | 13 |
| 3.4.2 | Zdravotechnika | 13 |
| 4 | Výpočet základních podkladů vzduchotechniky | 13 |
| 4.1 | Návrh ventilátoru | 14 |
| 4.2 | Stanovení výkonu tepelných výměníků | 15 |
| 4.2.1 | Směšování vzduchu | 16 |
| 4.2.2 | Ohřívač vzduchu..... | 17 |
| 4.2.3 | Výkon chladiče – přímý výparník | 18 |
| 5 | Měření parametrů čistého prostoru..... | 19 |
| 5.1 | Měření třídy čistoty..... | 19 |
| 5.1.1 | Měřicí aparatura..... | 20 |
| 5.1.2 | Určení minimálního počtu odběrných míst | 21 |
| 5.1.3 | Určení minimálního objemu odebraného vzorku | 21 |
| 5.1.4 | Statistické zpracování dat koncentrace částic..... | 21 |
| 5.1.5 | Naměřené hodnoty..... | 23 |
| 5.2 | Zkouška regenerace | 25 |
| 5.2.1 | Měřicí aparatura..... | 25 |
| 5.2.2 | Grafické znázornění výsledků | 26 |
| 5.2.3 | Naměřené hodnoty..... | 27 |
| 5.3 | Tlakový obrazec čistého prostoru | 31 |
| 5.3.1 | Měřicí aparatura..... | 31 |
| 5.3.2 | Naměřené hodnoty..... | 32 |
| 5.4 | Zkouška netěsností instalovaného filtračního systému..... | 34 |
| 5.4.1 | Měřicí aparatura..... | 34 |
| 5.4.2 | Naměřené hodnoty..... | 36 |
| 5.5 | Zkouška průtoku vzduchu..... | 37 |
| 5.5.1 | Měření rychlosti proudění vzduchu s jednosměrným prouděním | 38 |
| 5.5.2 | Měření rychlosti proudění vzduchu s nejdvosměrným prouděním | 38 |
| 5.5.3 | Měřicí aparatura..... | 38 |
| 5.5.4 | Naměřené hodnoty..... | 40 |

| | | |
|-------|---|----|
| 6 | Náklady na provoz vzduchotechnického systému čistého prostoru | 41 |
| 6.1 | Vstupní parametry pro výpočet..... | 42 |
| 6.2 | Výsledné hodnoty spotřeby energie..... | 43 |
| 6.3 | Provozní náklady | 43 |
| 7 | Provozní opatření pro zajištění požadovaných parametrů..... | 43 |
| 7.1 | Čistý prostor..... | 43 |
| 7.1.1 | Pohyb personálu v čistém prostoru..... | 44 |
| 7.1.2 | Pohyb materiálu | 44 |
| 7.2 | Vzduchotechnika | 45 |
| 8 | Závěr a doporučení pro praxi..... | 46 |
| 9 | Seznam použitých zdrojů..... | 48 |
| 10 | Seznam obrázků..... | 49 |
| 11 | Seznam tabulek..... | 50 |
| 12 | Seznam použitých symbolů | 51 |
| 13 | Seznam příloh | 52 |

1 Úvod

Tématem diplomové práce je popis a ověření projektovaných parametrů konkrétního čistého prostoru v mikrobiologické laboratoři z hlediska vzduchotechnického a klimatizačního zařízení. Samotná práce je rozdělena do několika částí:

V první části diplomové práce jsou vyzdvíženy důležité parametry těchto prostor, které musí být splněny jak z hlediska větrání a klimatizace, tak z hlediska dispozičního řešení čistých prostor. Dále je zde popsána základní technologická vybavenost, která zajišťuje ochranu čistého prostoru z hlediska jejich provozu před případnou částicovou a bakteriální kontaminací.

Ve druhé části diplomové práce je zhodnocení základních vzduchotechnických a klimatizačních prvků, důležitých pro zajištění požadovaných parametrů čistého prostoru mikrobiologické laboratoře, například dostatečná výměna vzduchu, filtrace vzduchu a poměr přiváděného a odváděného vzduchu pro zajištění potřebného tlakového spádu.

Ve třetí části je popsán návrh prvků klimatizační jednotky, jako například výkon ventilátoru a dále jsou uvedeny psychometrické výpočty s pomocí h-x diagramu zaměřené na návrh tepelných výměníků pro zajištění tepelné pohody prostředí. Výpočty jsou ověřeny hodnotami již stávajícího vzduchotechnického zařízení vybrané mikrobiologické laboratoře.

Čtvrtá část se zabývá metodikou měření parametrů prostor a následně i samotným měřením vybrané mikrobiologické laboratoře. V rámci měření jsou v této části řešeny následující fyzikální zkoušky: měření koncentrace částic, regenerace prostoru, tlakový spád čistého prostoru, zkouška netěsnosti koncového filtračního média a měření průtoku vzduchu.

V páté části jsou vyčísleny náklady na provoz a energetickou náročnost vzduchotechnického zařízení čistého prostoru mikrobiologické laboratoře.

Poslední šestá část pak popisuje základní pravidla provozování čistého prostoru, jak z hlediska úklidu prostor, tak i pohybu personálu a materiálu.

2 Technologické vybavení a provozní podmínky v mikrobiologické laboratoři

2.1 Požadavky na čisté prostory a dispoziční řešení

Čistý prostor je prostor, který zajišťuje ochranu procesu nebo produktu před případnou částicovou nebo i mikrobiální kontaminací. Jedná se tak o prostory s tzv. řízenou čistotou vzduchu, která se dělí do několika jakostních tříd čistoty. Dotčený prostor pak musí splňovat třídu čistoty dle požadavků na v něm probíhajících procesech. Proto, aby mohla být zajištěna požadovaná třída čistoty, je třeba čistý prostor udržovat v přetlaku vůči okolním nečistým prostorům a zvolit tak i správné dispoziční řešení.

Hlavní místnost, ve které probíhá dotčeným proces, by tak od vnějších nečistých prostor měla být oddělena ještě tzv. personální propustí pro vstup a výstup pracovníků do a vně čistého prostoru a zároveň materiálovou propustí pro vstup a výstup materiálu. Tyto propusti pak tvoří tlakovou bariéru mezi hlavní místností čistého prostoru a okolím.

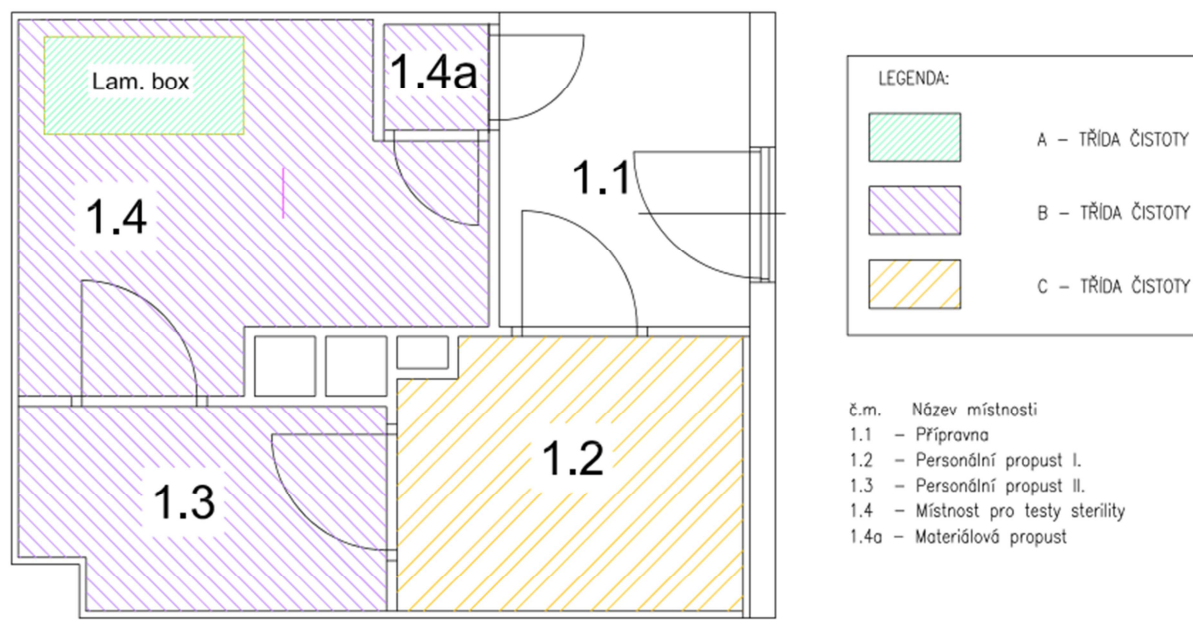
Aby nebyla narušena tlaková bariéra, jsou personální propusti vybaveny optickou a akustickou signalizací současného otevření dveří. Materiálové propusti bývají vybavené i mechanickou nebo elektronickou blokadou současného otevření dveří.

Množství upravovaného vzduchu klimatizačním zařízením je třeba volit nejen s ohledem na klimatizaci prostor, ale i z hlediska udržení vyššího statického tlaku vzhledem k netěsnosti čistého prostoru.

V rámci této diplomové práce jsem si zvolil, jako referenční zařízení, čistý prostor mikrobiologické laboratoře – část sterilizace, ve společnosti Itest plus, s.r.o.

Jako podklad pro zpracování diplomové práce jsem použil projektovou dokumentaci profese vzduchotechniky a technologie čistého prostoru, zpracovanou společností Labox, spol. s r.o. Projektová dokumentace je součástí příloh této práce.

Obr.1 Dispozice čistého prostoru mikrobiologické laboratoře



Zdroj: (vlastní)

2.2 Požadované parametry místností čistého prostoru

2.2.1 Třída čistoty

Základním parametrem čistého prostoru je tzv. třída čistoty, která je ověřována měřeními dle metodiky uvedené v kapitole 5.1.

Požadavky pro mikrobiologickou laboratoř s mikrobiologickým zkoušením nesterilních výrobků:

Laboratoř vybavená laminárním boxem třídy čistoty A, s okolím třídy čistoty C, s aktivními materiálovými a personálními propustmi. [19]

Požadavky pro mikrobiologickou laboratoř s mikrobiologickým zkoušením sterilních výrobků:

Laboratoř vybavená laminárním boxem třídy čistoty A, s okolím třídy čistoty B, s aktivními materiálovými a personálními propustmi. [19]

Toto je i případ této diplomové práce.

Rozdělení do jednotlivých tříd čistoty je dáno následující tabulkou:

Tab.1 Třída čistoty dle ČSN EN ISO 14644

| ISO klasifikační číslo | Maximální koncentrační limity (částice / m ³ vzduchu) pro částice rovné a větší než uvažované níže | | | | | |
|------------------------|---|---------|---------|------------|-----------|---------|
| | 0,1 μm | 0,2 μm | 0,3 μm | 0,5 μm | 1 μm | 5 μm |
| ISO Class 1 | 10 | 2 | | | | |
| ISO Class 2 | 100 | 24 | 10 | 4 | | |
| ISO Class 3 | 1 000 | 237 | 102 | 35 | 8 | |
| ISO Class 4 | 10 000 | 2 370 | 1 020 | 352 | 83 | |
| ISO Class 5 | 100 000 | 23 700 | 10 200 | 3 520 | 832 | 29 |
| ISO Class 6 | 1 000 000 | 237 000 | 102 000 | 35 200 | 8 320 | 293 |
| ISO Class 7 | | | | 352 000 | 83 200 | 2 930 |
| ISO Class 8 | | | | 3 520 000 | 832 000 | 29 300 |
| ISO Class 9 | | | | 35 200 000 | 8 320 000 | 293 000 |

Zdroj: (ČSN EN ISO 14644-1, prosinec 2000)

Tato část normy ČSN EN ISO 14644-1, (prosinec 2000) byla dne 15.12.2015 aktualizována. Vzhledem k datu provedeného měření v rámci diplomové práce a tomu, že mikrobiologická laboratoř spadá pod VYR-32, který se stále odkazuje na původní normu, je měření vypracováno dle původní normy z roku 2000.

Tab.2 Třídy čistoty dle VYR-32

| Třída čistoty | Maximální přípustný počet částic/m ³ o velikosti rovné nebo vyšší | | | |
|---------------|--|--------|--------------|--------------|
| | Za klidu | | Za provozu | |
| | 0,5 μm | 5,0 μm | 0,5 μm | 5,0 μm |
| A | 3520 | 20 | 3520 | 20 |
| B | 3520 | 29 | 352000 | 2900 |
| C | 352000 | 2900 | 3520000 | 29000 |
| D | 3520000 | 29000 | nedefinováno | nedefinováno |

Zdroj: (VYR-32 Doplněk 1, verze 1; Platnost od 1. 3. 2009)

2.2.2 Tlaková diference

Rozdíl statického tlaku mezi přilehlými místnostmi nebo čistými zónami s rozdílnou třídou čistoty má typicky ležet v rozmezí 5 až 20 Pa, což umožňuje snadné otevírání dveří a zabraňuje zpětnému proudění vzduchu v důsledku turbulence. [6]

2.2.3 Výměna vzduchu

Množství přiváděného vzduchu musí být vhodné pro účely klimatizace prostoru i pro kompenzaci netěsností na hranicích čistého prostoru nebo čistých zón a pokrytí množství mimo systém odváděného vzduchu pro jiné účely. [6]

2.3 Technologické vybavení

2.3.1 Technologie vestavby čistých prostor

Veškeré materiály použité pro vestavbu čistého prostoru by měly být odolné vůči častému a důkladnému úklidu, za použití čisticích a dezinfekčních prostředků k tomu určených. Povrchy veškerých použitých prvků by neměly být drsné ani pórovité, z důvodu možného rozvoje mikrobiologické kontaminace, ale v hladkém provedení. U použitých materiálů by nemělo docházet k uvolňování částic.

Výrobou systému celé montované vestavby pro čisté prostory se zabývá například společnost DencoHappel, nebo Block a.s. Jedná se tak o kompletní vestavby zahrnující stěnové příčky, tvořené ze systému sendvičových panelů s izolačním jádrem mezi dvěma plechovými pláštěmi opatřenými z viditelné strany polyesterovým lakem, dveře v podobném sendvičovém provedení, kovové kazetové podhledové systémy, okna, přívodní a odvodní distribuční elementy systému vzduchotechniky a jiné.

2.3.2 Signalizace současného otevření dveří

Signalizace současného otevření dveří má informuje uživatele nebo mu zamezuje otevřít více dveří personální nebo materiálové propusti a narušit tak tlakovou bariéru mezi hlavními místnostmi čistého prostoru a okolními nečistými místnostmi. U každých dveří je proto umístěn signalizační panel s optickou a akustickou signalizací, informující, zda je zóna narušena či nikoliv. Dále bývají většinou materiálové propusti vybaveny elektronickými zámky pro blokadu současného otevření dveří, případně jsou vybaveny mechanickou blokadou.

Výrobcem a dodavatelem signalizace současného otevření dveří je například společnost Labox, spol. s r.o.

Obr. 2 Signalizace současného otevření dveří



Zdroj: (www.labox.cz)

2.3.3 Diferenční tlakoměr

Diferenční tlakoměr bývá nejčastěji osazen na rozmezí tříd čistoty a má přednostně informativní charakter o funkci vzduchotechnického systému a dodržení tlakového spádu čistého prostoru. Nejčastěji používaným diferenčním tlakoměrem pro čisté prostory bývá typ MAGNEHELIC od společnosti Dwyer instruments, Inc. s intervalem měření od 0 do 60 Pa.

Obr. 3 Diferenční tlakoměr



Zdroj: (www.garija.cz)

2.3.4 Vybavení personální propusti

Personální propusti bývají vybavené nábytkem z odpovídajícího materiálu a jeho provedení, pro použití v prostorech s danou třídou čistoty. V personální propusti je umístěn dřez s dávkovačem mýdla, dávkovačem dezinfekce a zásobníkem na papírové ručníky pro provedení hygieny rukou před vstupem do hlavních prostor, dále šatní skříňky na oděv používaný mimo čistý prostor a skříňky na obleky pro vstup do čistých prostor. Při výstupu z čistého prostoru se pak použitý oblek odkládá do příslušného koše na prádlo.

Čistá a špinavá část personální propusti je oddělena překročnou lavicí, která slouží zároveň jako botník, pro obuv užívanou mimo čistý prostor a obuv užívanou v čistých prostorech, případně může být personální propust oddělena překročnou tyčí.

Obr. 4 Vybavení personální propusti



Zdroj: (vlastní)

2.3.5 Vybavení laboratoře

Hlavní místnost čistého prostoru - laboratoř bývá také vybavena nábytkem v provedení odpovídajícímu dané třídě čistoty.

Z hlediska technologického vybavení je v laboratoři z pravidla umístěn buď laminární box, nebo mikrobiologický laminární box, toto vyplývá z požadavků na probíhající procesy v dotčených prostorech.

Mikrobiologický laminární box zajišťuje třídu čistoty „A“, ochraňuje zpracovávaný produkt před případnou částicovou a bakteriální kontaminací a zároveň zajišťuje ochranu pracovníka a okolí boxu před vlivem zpracovávaného produktu, procesu.

Laminární box také zajišťuje třídu čistoty „A“, ochraňuje zpracovávaný produkt před případnou částicovou a bakteriální kontaminací, ale neřeší ochranu pracovníka a okolí.

Obr. 5 Mikrobiologický laminární box



Zdroj: (www.labox.cz)

3 Vzduchotechnické a klimatizační vybavení ve speciálním čistém provozu

Pro dodržení požadavků na kvalitu, čistotu vzduchu je pro tyto provozy vyžívána třístupňová filtrace vzduchu.

První stupeň filtrace zajišťuje jemnou filtraci a je v klimatizační jednotce zařazen před tepelné výměníky jako jejich ochrana před hrubým znečištěním. Druhý stupeň filtrace s větší odlučivostí je umístěn na konci klimatizační jednotky a slouží jako předfiltr pro třetí stupeň filtrace, tzv. vysoce účinných filtrů typu HEPA, umístěných většinou v koncových distribučních elementech, čistých nástavcích.

3.1 Složení klimatizační jednotky

V našem případě klimatizační jednotka pracuje s cirkulačním vzduchem z čistých prostor mikrobiologické laboratoře. V rámci projektu vzduchotechniky je uvažováno s přísávaním 25 % čerstvého vzduchu, což by mělo pokrýt případné netěsnosti čistého prostoru a zajistit potřebný přetlak v čistém prostoru.

Je možné uvažovat i nad 100% přívodem čerstvého vzduchu, pak je ale vhodné zajistit případné zpětné získávání tepla z odpadního vzduchu pro snížení energetické náročnosti, například s pomocí dekového rekuperačního výměníku nebo glykolovým okruhem apod.

V rámci projektové dokumentace vzduchotechniky je uvažováno následující složení klimatizační jednotky:

Přívod:

- Komora kapsového filtru, třídy filtrace G4
- Přímý výparník s vypařovací teplotou média 6°C
- Elektrický ohřívač
- Radiální ventilátor ovládaný frekvenčním měničem
- Komora kapsového filtru, třídy filtrace F9

Odvod:

- Radiální ventilátor ovládaný frekvenčním měničem

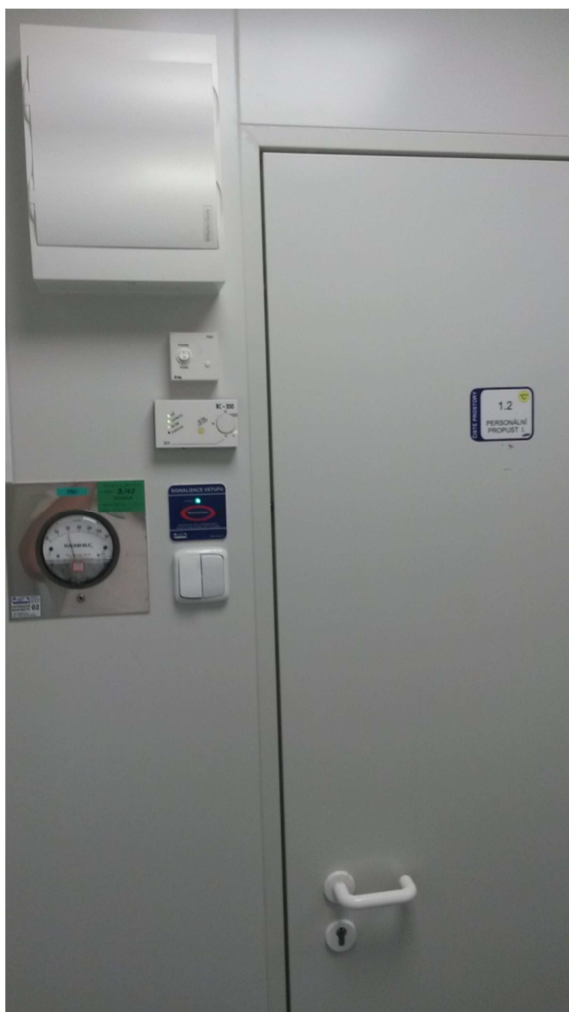
Před vstupem do klimatizační jednotky je čerstvý a cirkulační vzduch směřován v potrubím vytvořené směšovací části.

3.2 Koncepce vzduchotechnického systému

Přívod a úprava přiváděného vzduchu do čistého prostoru mikrobiologické laboratoře jsou zajištěny klimatizační jednotkou, v rámci které je řešena dvoustupňová filtrace přiváděného vzduchu, chlazení a ohřev. Odvod vzduchu z čistého prostoru je zajištěn radiálním potrubním ventilátorem.

Vzduchotechnické zařízení je provozováno ve dvou pracovních režimech. V plném pracovním režimu s celkovým množstvím přiváděného vzduchu 1320 m³/h a v útlumovém režimu s celkovým množstvím přiváděného vzduchu 660 m³/h. Útlumový režim je používán v případě, že se v čistém prostoru nepracuje. Přepínání mezi plným a útlumovým provozem se provádí buď ručně z ovládacího panelu umístěného před vstupem do čistého prostoru nebo automaticky dle nastaveného režimu.

Obr. 6 Ovládání provozu VZT, monitorovací systém před vstupem do čistého prostoru



Zdroj: (vlastní)

Pro rozvod vzduchu do dotčených prostor je použito potrubí vyrobené z pozinkovaného plechu skupiny I. v provedení třídy těsnosti III. V potrubí jsou osazeny tlumiče hluku, případně regulační prvky. Na přívodní potrubí je osazen regulátor proměnlivého průtoku, který zajišťuje konstantní průtok vzduchu dle zvoleného pracovního režimu vzduchotechnického zařízení a zároveň kompenzuje zvyšující se tlakové ztráty filtračních médií.

Obr. 7 Regulátor proměnlivého průtoku



Zdroj: (vlastní)

Pro distribuci vzduchu do dotčených prostor jsou použity tzv. čisté nástavce od společnosti DencoHappel, dříve známé jako GEA LVZ, ve kterých jsou osazeny tzv. HEPA filtry, zajišťující třetí, konečný stupeň filtrace.

Odvod vzduchu z čistého prostoru je řešen pomocí stěnových, dobře regulovatelných a čistitelných mřížek typu VPR od společnosti Block, a.s., s jejich pomocí je v čistém prostoru naregulován potřebný tlakový spád.

Obr. 8 Odtahová stěnová mřížka typu VPR



Zdroj: (vlastní)

3.3 Koncové filtrační médium

Pro dodržení požadavků bezprašného prostředí a požadované třídy čistoty jsou v těchto provozech používány jako třetí stupeň filtrace tzv. aerosolové filtry HEPA nebo ULPA.

V našem případě jsou osazeny HEPA filtry třídy filtrace H13 do koncových distribučních elementů, čistých nástavců. Čisté nástavce jsou vybaveny sondou pro kontrolu těsnosti a sondou pro kontrolu tlakové ztráty filtrační vložky.

Obr. 9 Čistý nástavec s filtrační vložkou



Zdroj: (www.dencohappel.com)

3.4 Požadavky na ostatní profese

3.4.1 Měření a regulace

Z hlediska správného provozu našeho vzduchotechnického systému je řešeno v rámci profese systému měření a regulace následující:

- Ovládání, regulace tepelných výměníků vzhledem k požadovaným, nastaveným teplotám, udržovaným v dotčených prostorech. Čidlo teploty je umístěné v odtahovém potrubí.
- Možnost ručního nebo automatického přepínání provozních režimů, tzn. ovládání frekvenčních měničů ventilátorů a regulátoru průtoku umístěném na přívodním potrubí. Přepínání plného a útlumového režimu, případně odstavení systému vzduchotechniky za účelem servisních prací.
- Kontrola a signalizace překročení nastavených koncových tlakových ztrát filtračních médií třídy filtrace G4 a F9 v klimatizačním zařízení, případně jednoho vybraného HEPA filtru třídy filtrace H13, s pomocí diferenčních tlakových spínačů.
- Kontrola a případně odstavení vzduchotechnického systému v případě přetržení řemenu motoru poháněného ventilátorem s pomocí diferenčního tlakového spínače.
- Signalizace chodu vzduchotechnického zařízení.

3.4.2 Zdravotechnika

Z hlediska zdravotnické je pro naše zařízení zajištěn odvod kondenzátu od přímého výparníku.

V rámci vestavby čistého prostoru je zajištěn přívod teplé studené vody a odpad od dřezu, umístěného v personální propusti.

4 Výpočet základních podkladů vzduchotechniky

Pro to, aby v čistém prostoru byla zajištěna požadovaná třída čistoty je potřeba zajistit dostatečné množství přiváděného vzduchu, jak pro dodržení tlakových spádů, množství

prachových částic, ale i z hlediska regenerace prostoru v případě jeho kontaminace, způsobené pohybem personálu.

Vzhledem k mé praxi ve společnosti Labox, spol. s r.o., která se danou problematikou zabývá již více než 20 let, z hlediska projektování, realizace i měření parametrů čistých prostor, je dobré dodržet výměny vzduchu alespoň:

- Pro třídu čistoty D (ISO Class 8), – min. výměna 15 [1/hod]
- Pro třídu čistoty C (ISO Class 7), – min. výměna 20 [1/hod]
- Pro třídu čistoty B (ISO Class 5) – min. výměna 50 [1/hod]
- Pro třídu čistoty A (ISO Class 5) – musí být zajištěno laminární proudění vzduchu.

Množství přiváděného vzduchu i pozice přívodních a odvodních elementů je nutné řešit také z hlediska dispozice čistého prostoru, rozmístění technologie, případně vzhledem k odvedení tepelných zisků od technologie, osob a dalších prvků použitých pro daný provoz.

4.1 Návrh ventilátoru

Při návrhu parametrů ventilátoru je třeba znát množství dopravovaného vzduchu, které nám vyplyne z potřebných výměn pro dotčené místnosti viz. tabulka 3. Dále potřebujeme stanovit potřebný tlak ventilátoru při daném množství vzduchu, který pokryje veškeré tlakové ztráty potrubní sítě, výměníků, filtrů ve znečištěném stavu (konečné tlakové ztrátě) a jiných vzduchotechnických prvků.

Tab.3 Tabulka požadovaných parametrů místností

| Název | Plocha (m ²) | Výška (m) | Výměna vzduchu (h ⁻¹) | Přívod (m ³ /h) | Třída čistoty | Přetlak (Pa) | Teplota (°C) |
|----------------------------------|-----------------------------|--------------|---|-------------------------------|------------------|-----------------|-----------------|
| 1.1 Přípravna | 2,66 | 2,5 | 15 | 100 | K | 0 | 22 ± 2 |
| 1.2 Personální propust I. | 3,22 | 2,5 | 31 | 250 | C | 15±5 | 22 ± 2 |
| 1.3 Personální propust II. | 2,5 | 2,5 | 51,2 | 320 | B | 20±5 | 22 ± 2 |
| 1.4 Místnost pro testy sterility | 5,1 | 2,5 | 47,59 | 600 | B | 30±5 | 22 ± 2 |
| 1.4a Materiálová propust | 0,384 | 0,6 | 217 | 50 | B | 15±5 | 22 ± 2 |

Zdroj: (Projektová dokumentace zpracovaná společností Labox, spol. s r.o.)

Při návrhu HEPA filtrů v našem případě třídy filtrace H13 v koncových elementech, byla uvažována počáteční tlaková ztráta 150 Pa. Množství přiváděného vzduchu tak odpovídá rozměru a charakteristice každého filtru. Ve všech místnostech, tak jsou dodrženy minimální výměny nebo vyšší, dle kapitoly 4, pro každou třídu čistoty. V místnosti č. 1.4 je výměna o něco menší, v této místnosti je však umístěn laminární box, který navyšuje výměnu cirkulací a filtrací vzduchu v místnosti. Charakteristika a rozměry HEPA filtrů jsou patrné z katalogového listu aerosolových filtrů viz. příloha 4.

Množství odváděného vzduchu z čistého prostoru není v tabulce uvedeno, toto množství je dáno zaregulováním systému vzduchotechniky na potřebný tlakový spád čistého prostoru, to může být ovlivněno provedením a těsností technologie vestavby stěn, stropů, dveří apod.

4.2 Stanovení výkonu tepelných výměníků

Pokud chceme navrhnout výkony tepelných výměníků v klimatizační jednotce, je třeba znát celkové množství a vstupní parametry upravovaného vzduchu. Pro znázornění a výpočty jednotlivých úprav vzduchu se používá tzv. h-x diagram.

Výpočtové klimatické podmínky pro oblast – Hradec Králové:

| | | |
|-------|---------------|------------------------------|
| léto: | Teplota | $t_e = 29^\circ\text{C}$ |
| | Entalpie | $h_e = 58,2\text{kJ/kg}$ |
| zima | Teplota | $t_e = -12^\circ\text{C}$ |
| | Měrná vlhkost | $x_e = 1,2\text{ g/kg s.v.}$ |

Zdroj: VTS CLIMA, Katalog větracích a klimatizačních zařízení

Parametry klimatizovaných čistých prostor:

| | | |
|-------|-------------------|---------------------------------------|
| léto: | Teplota | $t_i = 22\pm 2\text{ }^\circ\text{C}$ |
| | Relativní vlhkost | $\varphi = \text{neupravuje se}$ |
| zima | Teplota | $t_i = 22\pm 2\text{ }^\circ\text{C}$ |
| | Relativní vlhkost | $\varphi = \text{neupravuje se}$ |

Znázornění úprav vzduchu, ověřených výpočty jsou uvedeny v h-x diagramech zvlášť pro letní a zimní provoz v příloze této práce.

4.2.1 Směšování vzduchu

Celkové množství upravovaného vzduchu:

$$V_s = V_e + V_i = 330 + 990 = 1320 \text{ [m}^3/\text{h]} \quad (1)$$

| | |
|-------|--|
| V_s | celkové množství vzduchu dopravovaného klimatizační jednotkou [m ³ /h] |
| V_e | prisávaný čerstvý vzduch, v našem případě 25 % z celkového množství vzduchu dopravovaného klimatizační jednotkou [m ³ /h] |
| V_i | cirkulační vzduch, v našem případě 75 % z celkového množství vzduchu dopravovaného klimatizační jednotkou [m ³ /h] |

Léto:

Výpočet teploty vzduchu po smísení v letním období:

$$t_{sl} = \frac{t_{el} * V_e + t_{il} * V_i}{V_s} = \frac{29 * 330 + 24 * 990}{1320} = 25,25 \text{ [}^\circ\text{C]} \quad (2)$$

| | |
|----------|---|
| t_{sl} | teplota vzduchu smíseného v letním období [°C] |
| t_{el} | venkovní výpočtová teplota vzduchu v letním období [°C] |
| t_{il} | vnitřní teplota vzduchu v letním období [°C] |

Výpočet entalpie vzduchu po smísení v letním období:

$$h_{sl} = \frac{h_{el} * V_e + h_{il} * V_i}{V_s} = \frac{58,2 * 330 + 44,5 * 990}{1320} = 47,9 \text{ [kJ/kg]} \quad (3)$$

| | |
|----------|--|
| h_{sl} | letní entalpie smíseného vzduchu [kJ/kg] |
| h_{el} | letní entalpie venkovního vzduchu [kJ/kg] |
| h_{il} | entalpie vzduchu interiéru v letním období [kJ/kg] |

Zima:

Výpočet teploty vzduchu po smísení v zimním období:

(4)

$$t_s = \frac{t_e * V_e + t_i * V_i}{V_s} = \frac{-12 * 330 + 20 * 990}{1320} = 12 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

| | |
|----------|---|
| t_{sz} | teplota vzduchu smíšeného v zimním období [°C] |
| t_{ez} | venkovní výpočtová teplota vzduchu v zimním období [°C] |
| t_{iz} | vnitřní teplota vzduchu v zimním období [°C] |

Výpočet měrné vlhkosti vzduchu po smísení v zimě:

$$x_{sz} = \frac{x_{ez} * V_e + x_{iz} * V_i}{V_s} = \frac{1,2 * 330 + 2,9 * 990}{1320} = 2,5 \text{ [g/kg s.v.]} \quad (5)$$

| | |
|----------|--|
| x_{sz} | měrná vlhkost smíšeného vzduchu v zimním období [g/kg s.v.] |
| x_{ez} | měrná vlhkost venkovního vzduchu v zimním období [g/kg s.v.] |
| x_{iz} | měrná vlhkost vzduchu interiéru v zimním období [g/kg s.v.] |

4.2.2 Ohřivač vzduchu

$$Q_{co} = \frac{\rho_v * V_s * (t_{pz} - t_{sz})}{3600} = \frac{1,2 * 1320 * (28 - 12)}{3600} = 7,04 \text{ [kW]} \quad (6)$$

| | |
|----------|---|
| Q_{co} | citelné teplo pro ohřev [kW] |
| t_{pz} | teplota přiváděného vzduchu do čistých prostor v zimě [°C] |
| ρ_v | měrná hmotnost vzduchu $\rho_v = 1,2 \text{ [kg/m}^3\text{]}$ |

$$Q_{vo} = \frac{3 * V_s * (x_{pz} - x_{sz})}{3600} = \frac{3 * 1320 * (2,5 - 2,5)}{3600} = 0 \text{ [kW]} \quad (7)$$

| | |
|----------|---|
| Q_{vo} | vázané teplo pro ohřev [kW] |
| x_{pz} | měrná vlhkost přiváděného vzduchu do čistých prostor v zimě [g/kg s.v.] |

Vázané teplo je nulové, protože při ohřevu nedochází ke změně měrné vlhkosti.

$$Q_{so} = Q_c + Q_v = 10,192 + 0 = 7,04 \text{ [kW]} \quad (8)$$

Q_{so} celkový potřebný topný výkon ohřivače [kW]

V rámci projektové dokumentace je uvažován elektrický ohřivač s topným výkonem 12 kW, který je postačující, naopak je v tomto výkonu zahrnuta i rezerva na případné extrémní výkyvy počasí.

4.2.3 Výkon chladiče – přímý výparník

$$Q_{cch} = \frac{\rho_v * V_s * (t_{sl} - t_{och})}{3600} = \frac{1,2 * 1320 * (25,25 - 18)}{3600} = 3,19 \text{ [kW]} \quad (9)$$

Q_{cch} citelné teplo pro chlazení [kW]

t_{och} výstupní teplota ochlazeného vzduchu [°C]

$$Q_{vch} = \frac{3 * V_s * (x_{sl} - x_{pl})}{3600} = \frac{3 * 1320 * (8,8 - 7,7)}{3600} = 1,21 \text{ [kW]} \quad (10)$$

Q_{vch} vázané teplo pro chlazení [kW]

x_{pl} měrná vlhkost přiváděného vzduchu v letním období [g/kg s.v.]

x_{sl} měrná vlhkost vzduchu po smísení v letním období [g/kg s.v.]

$$Q_{sch} = Q_{cch} + Q_{vch} = 3,19 + 1,21 = 4,4 \text{ [kW]} \quad (11)$$

Q_{sch} celkový potřebný výkon chladiče [kW]

V rámci projektové dokumentace je uvažován výparník se zdrojem chladu s pomocí kondenzační jednotky, umístěné na fasádě objektu o celkovém chladicím výkonu 6,3 kW, který je postačující, naopak je v tomto výkonu zahrnuta i rezerva na případné extrémní výkyvy počasí.

5 Měření parametrů čistého prostoru

Měření parametrů čistých prostor se provádí dle metodických postupů stanovených dle normy ISO 14644-3. Veškerá měření se provádí po realizaci dotčených prostor nebo za účelem periodického měření, z důvodu ověření parametrů čistých prostor a funkčnosti systému, případně certifikace. Tyto měření se v praxi nazývají „validace čistých prostor“. Validace čistých prostor se provádí za klidu (operační kvalifikace) tzn. bez personálu a jakýchkoli pracovních procesů nebo za provozu (procesní kvalifikace) tzn. za přítomnosti personálu včetně probíhajících procesů.

V rámci validace čistých prostor se provádějí nejčastěji následující základní měření:

- Měření třídy čistoty
- Zkouška regenerace
- Tlakový obrazec
- Zkouška netěsností filtračního systému
- Zkouška průtoku vzduchu
- Měření teploty a vlhkosti

5.1 Měření třídy čistoty

Měření třídy čistoty, koncentrace částic nesených vzduchem, se provádí počítací částic, které jsou schopny rozlišovat částice dle velikosti. V dotčených prostorech, místnostech je třeba stanovit dostatečný počet a polohu odběrných míst a minimální objem vzduchu, který je třeba odebrat. Naměřené hodnoty z počítáčů částic se pak statisticky zpracovávají. Výsledná statisticky spočtená koncentrace částic nesmí být vyšší než jsou stanovené limity pro danou třídu čistoty. Limity koncentrace částic jsou uvedeny v tabulce 1. – dle ČSN EN 14644 a v tabulce 2. dle VYR-32 v kapitole 2.

5.1.1 Měřicí aparatura

Při měření třídy čistoty se používá tzv. počítač částic.

Počítač částic pracuje na principu rozptylu světla, je to zařízení schopné počítat jednotlivé částice ve vzduchu, třídit je dle velikosti a hlásit data o velikosti v hodnotách ekvivalentního optického průměru. [5]

Obr. 10 Počítač částic



Zdroj: (www.climet.com)

Tab. 4 Technické podmínky pro počítač částic z rozptylu světla

| Položka | Specifikace |
|---|--|
| Citlivost / rozlišení | Zvoleno mezi 0,1 μm a 5 μm s rozlišením podle velikosti $\leq 10\%$ |
| Přesnost měření | $\pm 20\%$ z chyby v koncentraci při nastavení velikosti |
| Interval pro kalibraci | maximálně 12 měsíců nebo stanovené ověření účinnosti |
| Účinnost počítání | (50 \pm 20) % ne minimální prahové velikosti a (100 \pm 10) % pro částice o velikosti 1,5 násobku minimální prahové velikosti nebo větší |
| Spodní rozsah koncentrace | Počet falešných pulsů je nevýznamný ve srovnání se skutečně očekávaným minimálním počtem pulsů. Spodní hranice pulsů by měla být nula pro určitou dobu (např. žádný puls za 5 minut) |
| Horní rozsah koncentrace | Dvakrát větší než horní hranice koncentrace v zařízení pro danou třídu čistoty v místě použití, ne více než 75 % maximální koncentrace doporučené výrobcem |
| Aparatura s rozlišením částic podle velikosti větším než 10 % může produkovat výsledky počítání částic, které se liší až o jeden řád. | |

Zdroj: (ČSN EN ISO 14644-3)

5.1.2 Určení minimálního počtu odběrných míst

Minimální počet odběrných míst se stanoví z plochy měřené místnosti dle následujícího vzorce:

$$N_L = \sqrt{A} \quad (12)$$

N_L minimální počet odběrných míst [-]
 A plocha měřené místnosti [m^2]

5.1.3 Určení minimálního objemu odebraného vzorku

Minimální objem odebraného vzorku se stanoví dle následujícího vzorce:

$$V = \frac{20}{C_n} * 1000 \quad (13)$$

V minimální objem odebraného vzorku [litr]
 C_n maximální povolená koncentrace měřených částic pro měřenou třídu čistoty [-]

Odběr vzorku by měl probíhat minimálně po dobu 1 minuty, minimální objem vzorku jsou 2 litry.

5.1.4 Statistické zpracování dat koncentrace částic

Stanovení průměrné koncentrace částic v odběrném bodu

$$\bar{x}_i = \frac{x_{i,1} + x_{i,2} + \dots + x_{i,n}}{n} \quad (14)$$

\bar{x}_i průměrná koncentrace částic v měřeném bodu [-]
 $x_{i,n}$ naměřená koncentrace částic v měřeném bodu [-]
 n počet odebraných vzorků v měřeném bodu [-]

Výpočet 95% horní hranice spolehlivosti

Průměr průměrů koncentrace částic měřených bodů místnosti

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\bar{x}_{l,1} + \bar{x}_{l,2} + \dots + \bar{x}_{l,m}}{m} \quad (15)$$

$\bar{\bar{x}}_i$ průměr průměrů koncentrace částic měřených bodů místnosti [-]
m počet měřených bodů [-]

Směrodatná odchylka průměrů koncentrace částic v měřené místnosti

$$s = \sqrt{\frac{(\bar{x}_{l,1} - \bar{\bar{x}})^2 + (\bar{x}_{l,2} - \bar{\bar{x}})^2 + \dots + (\bar{x}_{l,m} - \bar{\bar{x}})^2}{(m - 1)}} \quad (16)$$

s směrodatná odchylka [-]

95% horní mez spolehlivosti pro celkovou střední hodnotu (UCL)

$$95 \% UCL = \bar{\bar{x}} + t_{0,95} * \left(\frac{s}{\sqrt{m}} \right) \quad (17)$$

Tab. 5 Studentovo t rozdělení pro 95% horní hranici spolehlivosti

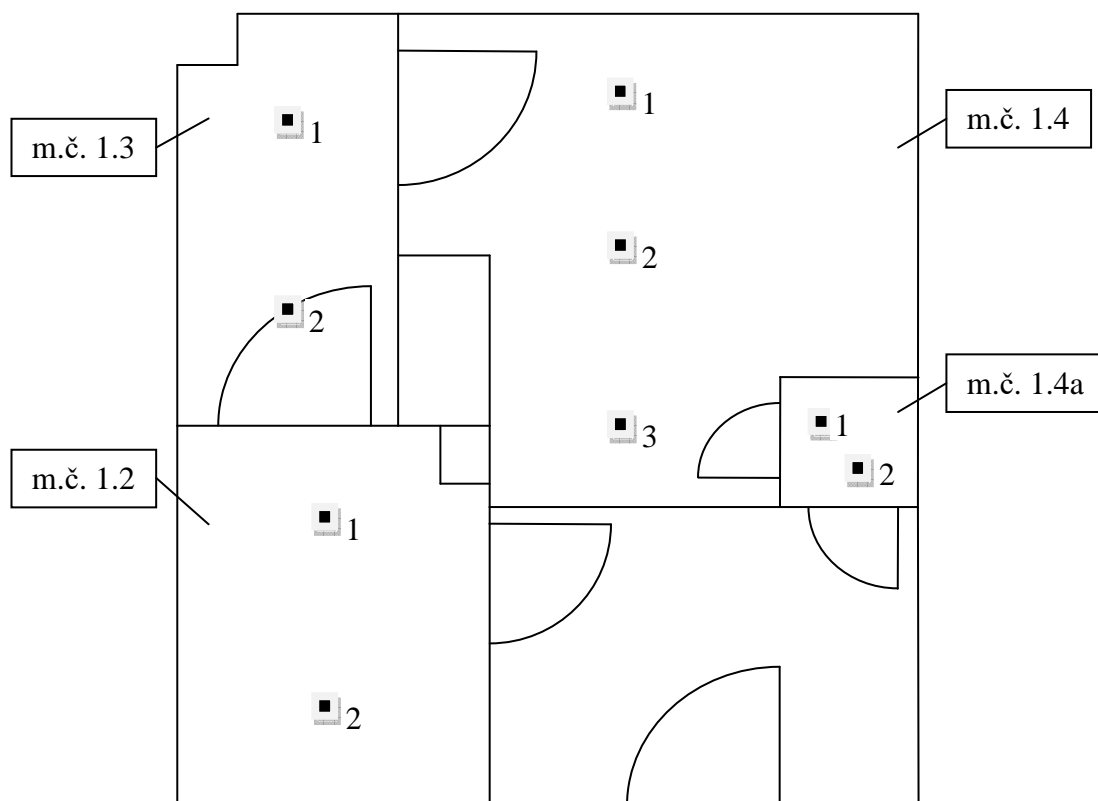
| Počet samostatných průměrů (m) | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7-9 |
|--------------------------------|-----|-----|-----|-----|---|-----|
| t | 6,3 | 2,9 | 2,4 | 2,1 | 2 | 1,9 |

Zdroj: (ČSN EN ISO 14644-1)

5.1.5 Naměřené hodnoty

Stanovení minimálního počtu odběrných míst dle vzorce (12)

Obr. 11 Schematický náčrt rozmístění odběrných bodů



Zdroj: (vlastní)

Stanovení minimálního objemu odebraného vzorku dle vzorce (13)

Pro třídu čistoty „C“ dle VYR 32

$$V = \frac{20}{C_n} * 1000 = \frac{20}{2900} * 1000 = 6,897 [l]$$

Pro třídu čistoty „B“ dle VYR 32

$$V = \frac{20}{C_n} * 1000 = \frac{20}{29} * 1000 = 689,66 [l]$$

1.2 – Personální propust I.

Tab. 6 Statistické zpracování dat koncentrace částic – Personální propust I.

| Počet částic ve vznosu 0,5 / 5,0 µm | | | | |
|--|---------------------------------------|--------|--|---|
| Číslo měřicího bodu | Počet částic ve vzorku vzduchu 28,3 l | | Střední hodnota počtu částic ve vzorku | Střední hodnota počtu částic v 1 m ³ |
| | 1 | 2 | | |
| 1 | 50 / 0 | 26 / 0 | 38 / 0 | 1343 / 0 |
| 2 | 35 / 0 | 38 / 0 | 36,5 / 0 | 1290 / 0 |
| Součet | | | | 2633 / 0 |
| Průměr | | | | 1317 / 0 |
| Směrodatná odchylka | | | | 37 / 0 |
| 95% UCL | | | | 1483 / 0 |

Zdroj: (vlastní)

1.3 – Personální propust II.

Tab. 7 Statistické zpracování dat koncentrace částic – Personální propust II.

| Počet částic ve vznosu 0,5 / 5,0 µm | | | | |
|--|---------------------------------------|--------|--|---|
| Číslo měřicího bodu | Počet částic ve vzorku vzduchu 1000 l | | Střední hodnota počtu částic ve vzorku | Střední hodnota počtu částic v 1 m ³ |
| | 1 | 2 | | |
| 1 | 2 / 0 | 39 / 0 | 20,5 / 0 | 21 / 0 |
| 2 | 0 / 0 | 0 / 0 | 0 / 0 | 0 / 0 |
| Součet | | | | 21 / 0 |
| Průměr | | | | 10,5 / 0 |
| Směrodatná odchylka | | | | 14,8 / 0 |
| 95% UCL | | | | 77 / 0 |

Zdroj: (vlastní)

1.4 – Místnost pro testy sterility

Tab. 8 Statistické zpracování dat koncentrace částic – Místnost pro testy sterility.

| Počet částic ve vznosu 0,5 / 5,0 µm | | | | |
|--|---------------------------------------|-------|--|---|
| Číslo měřicího bodu | Počet částic ve vzorku vzduchu 1000 l | | Střední hodnota počtu částic ve vzorku | Střední hodnota počtu částic v 1 m ³ |
| | 1 | 2 | | |
| 1 | 1 / 0 | 2 / 0 | 1,5 / 0 | 2 / 0 |
| 2 | 7 / 0 | 5 / 0 | 6 / 0 | 6 / 0 |
| 3 | 0 / 0 | 0 / 0 | 0 / 0 | 0 / 0 |
| Součet | | | | 8 / 0 |
| Průměr | | | | 2,7 / 0 |
| Směrodatná odchylka | | | | 3,1 / 0 |
| 95% UCL | | | | 8 / 0 |

Zdroj: (vlastní)

1.4a – Materiálová propust

Tab. 9 Statistické zpracování dat koncentrace částic – Materiálová propust

| Počet částic ve vznosu 0,5 / 5,0 µm | | | | |
|--|---------------------------------------|-------|--|---|
| Číslo měřicího bodu | Počet částic ve vzorku vzduchu 1000 l | | Střední hodnota počtu částic ve vzorku | Střední hodnota počtu částic v 1 m ³ |
| | 1 | 2 | | |
| 1 | 0 / 0 | 0 / 0 | 0 / 0 | 0 / 0 |
| 2 | 0 / 0 | 0 / 0 | 0 / 0 | 0 / 0 |
| Součet | | | | 0 / 0 |
| Průměr | | | | 0 / 0 |
| Směrodatná odchylka | | | | 0 / 0 |
| 95% UCL | | | | 0 / 0 |

Zdroj: (vlastní)

5.2 Zkouška regenerace

Tato zkouška se provádí za účelem zjištění obnovitelnosti třídy čistoty v dané místnosti čistého prostoru po vzniku částicové kontaminace. Provádí se u systémů s nejednosměrným prouděním, pouze v rámci operační kvalifikace.

Doba regenerace je definována jako doba potřebná pro snížení počáteční kontaminace na 0,01 hodnoty. Rychlost regenerace čistoty je tedy změna koncentrace částic za jednotku času.

Postup pro měření zkoušky regenerace je tedy takový, že naměřenou koncentraci částic při měření třídy čistoty navýšíme například zkušebním aerosolem s pomocí generátoru aerosolu 100 krát. S pomocí počítáče částic pak měříme pokles koncentrace v minutových intervalech, dokud nedosáhneme 100 krát menší hodnoty než byla nastavena počáteční kontaminace.

5.2.1 Měřicí aparatura

Generátor aerosolu a uměle generovaný aerosol

Generátor aerosolu

Aerosolový generátor, schopný vytvářet částice o správné velikosti (např.: 0,05µm –

2 μm) s konstantní koncentrací, které mohou být generovány tepelně, hydraulicky, pneumatically, akusticky nebo elektrostaticky.[5]

Obr. 12 Aerosolový generátor



Zdroj: (vlastní foto)

Zkušební aerosol

Zkušební aerosoly jsou typické látky používané k vytváření zkušebního aerosolu v pevné a tekuté fázi pro generaci stříkáním nebo rozprašováním do ovzduší (parafinový olej, minerální olej v potravinářské kvalitě, aj.)[5]

Počítač částic

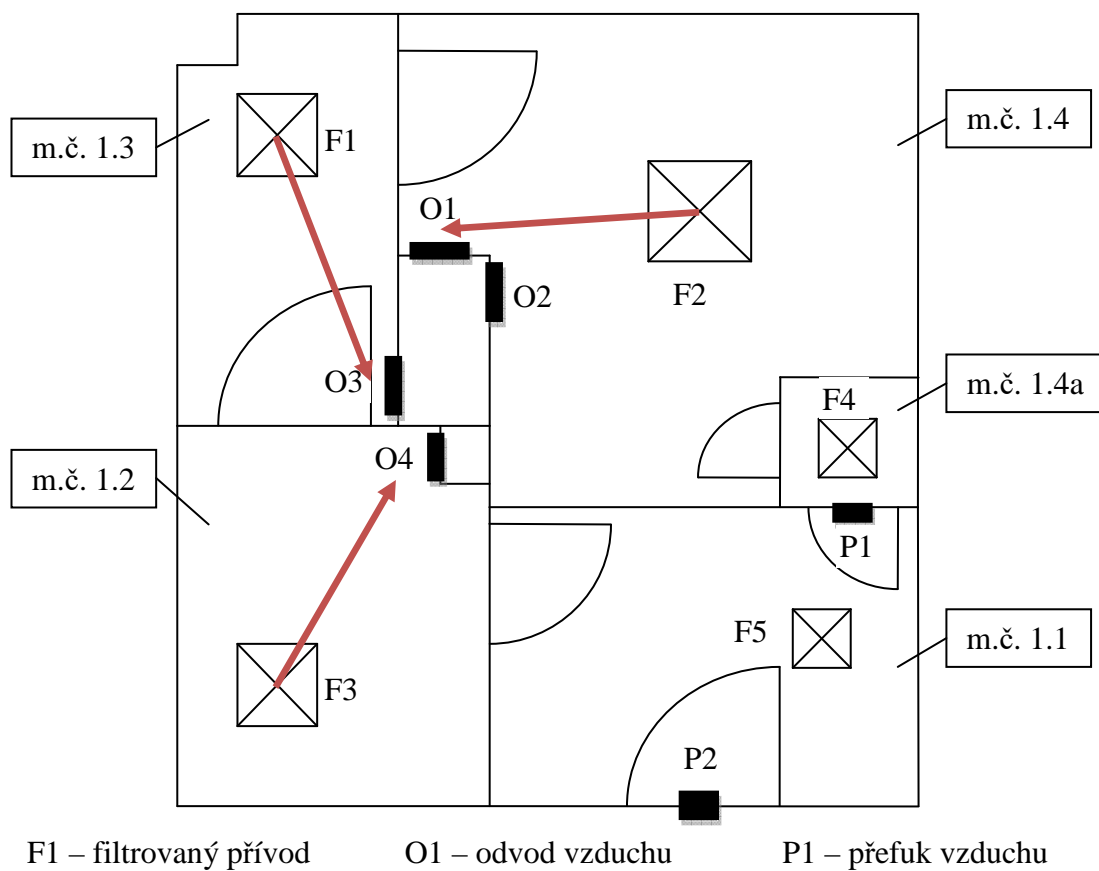
Používá se stejný počítač částic jako pro měření třídy čistoty, který je uveden a popsán v kapitole 5.1.1.

5.2.2 Grafické znázornění výsledků

Naměřená data se znázorňují v pravouhlém grafu, kde je naměřená koncentrace částic znázorňována na ose „y“ a čas v minutových intervalech na ose „x“.

5.2.3 Naměřené hodnoty

Obr. 13 Schematický náčrt podávání aerosolu a odběru vzorků



Zdroj: (vlastní)

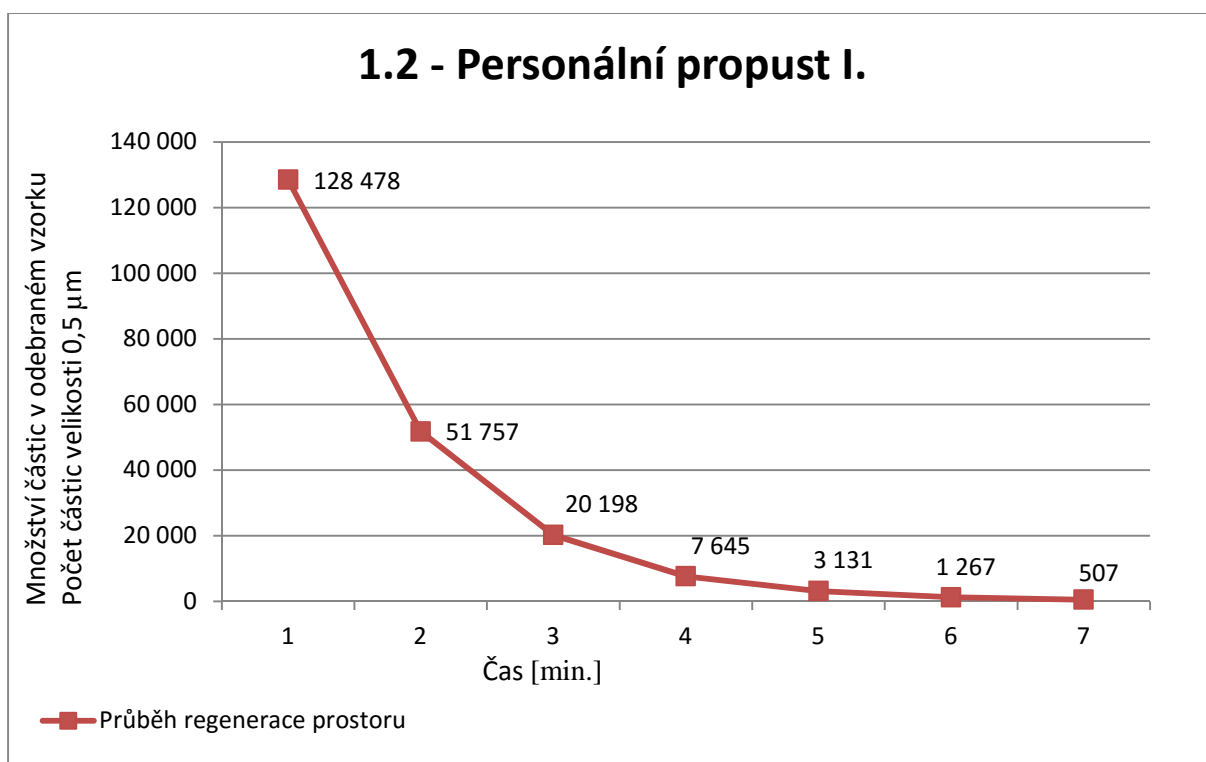
1.2 – Personální propust I.

Tab. 10 Tabulka naměřených hodnot – Personální propust I.

| 1.2 - Personální propust I. | |
|-----------------------------|---|
| Čas [min.] | Množství částic v odebraném vzorku Počet částic velikosti 0,5 µm |
| Pozadí | 703 |
| 1 | 128 478 |
| 2 | 51 757 |
| 3 | 20 198 |
| 4 | 7 645 |
| 5 | 3 131 |
| 6 | 1 267 |
| 7 | 507 |

Zdroj: (vlastní)

Obr. 14 Grafické znázornění průběhu regenerace – Personální propust I.



Zdroj: (vlastní)

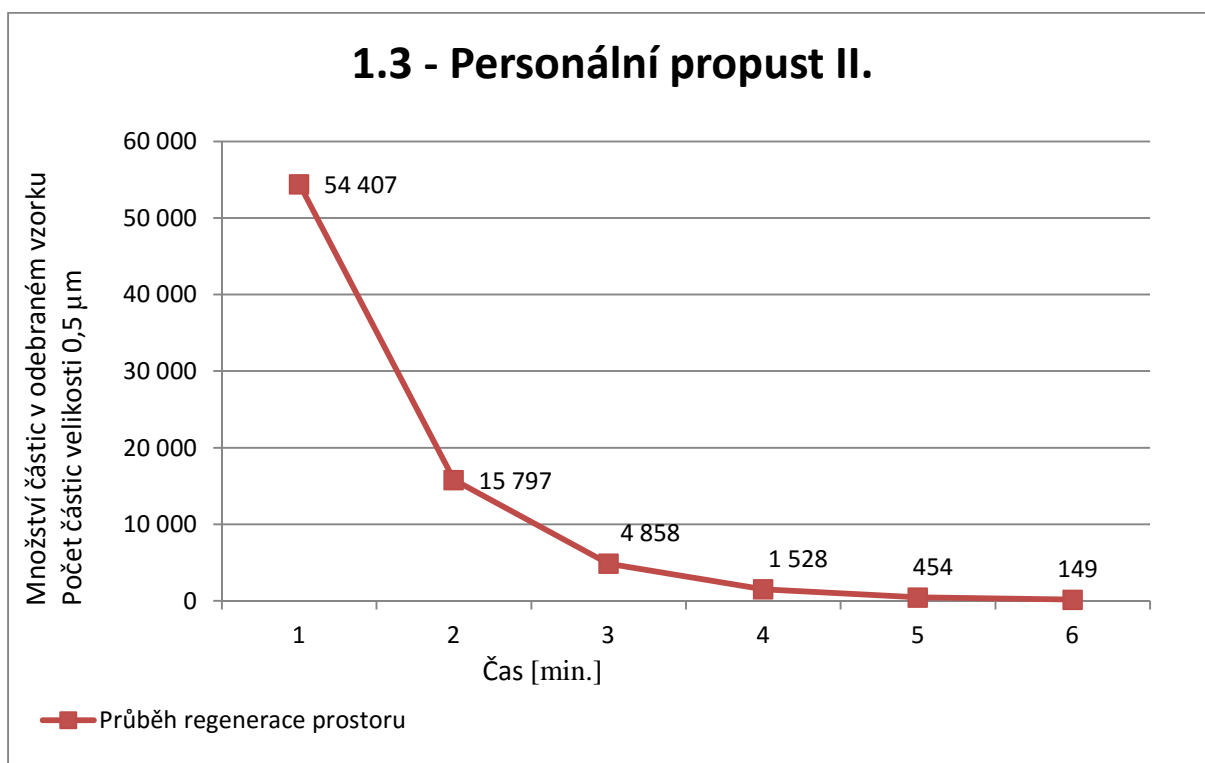
1.3 – Personální propust II.

Tab. 11 Tabulka naměřených hodnot – Personální propust II.

| 1.3 - Personální propust II. | |
|------------------------------|---|
| Čas [min.] | Množství částic v odebraném vzorku Počet částic velikosti 0,5 μm |
| Pozadí | 232 |
| 1 | 54 407 |
| 2 | 15 797 |
| 3 | 4 858 |
| 4 | 1 528 |
| 5 | 454 |
| 6 | 149 |

Zdroj: (vlastní)

Obr. 15 Grafické znázornění průběhu regenerace – Personální propust II.



Zdroj: (vlastní)

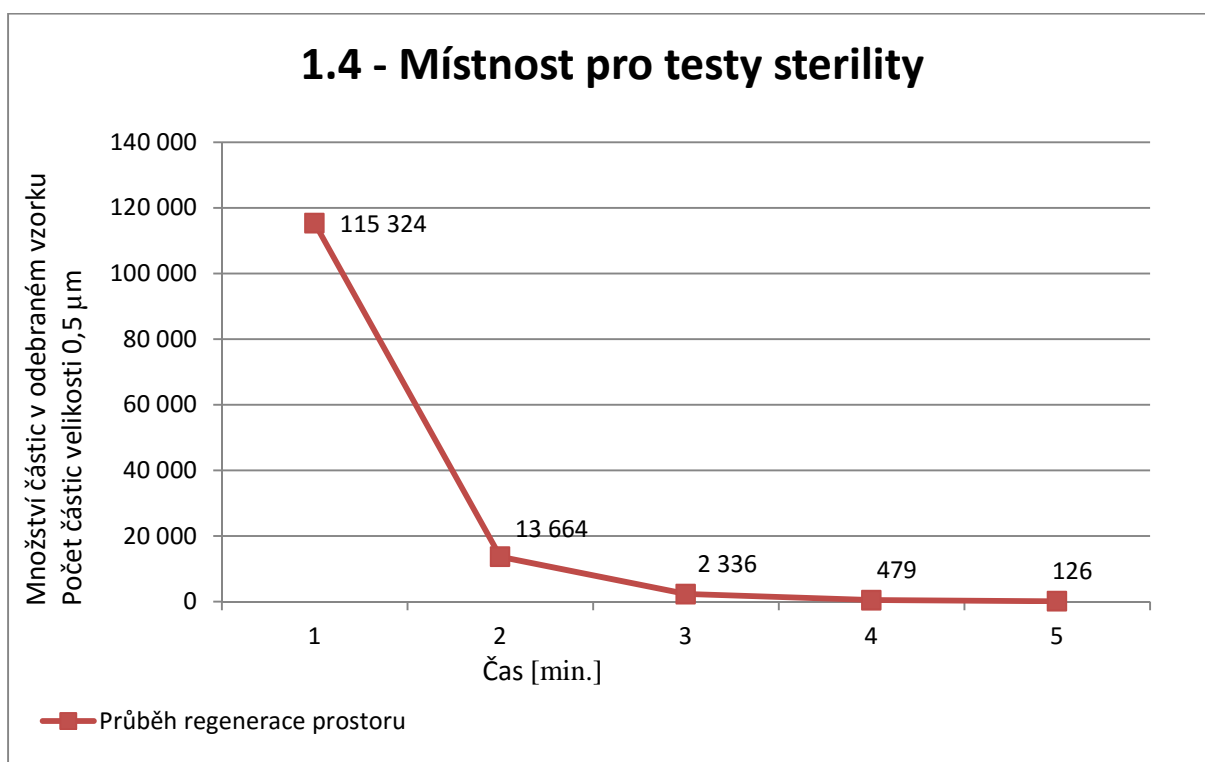
1.4 – Místnost pro testy sterility

Tab. 12 Tabulka naměřených hodnot – Místnost pro testy sterility

| 1.4 - Místnost pro testy sterility | |
|------------------------------------|---|
| Čas [min.] | Množství částic v odebraném vzorku Počet částic velikosti 0,5 µm |
| Pozadí | 170 |
| 1 | 115 324 |
| 2 | 13 664 |
| 3 | 2 336 |
| 4 | 479 |
| 5 | 126 |

Zdroj: (vlastní)

Obr. 16 Grafické znázornění průběhu regenerace – Místnost pro testy sterility



Zdroj: (vlastní)

Použité měřicí přístroje:

Počítač částic

Typ: HACH ULTRA ANALYTICS A 2400

Výrobní číslo: 070401018

Kalibrační list měřicího přístroje je uveden v příloze této práce.

Generátor aerosolu typu Collison

5.3 Tlakový obrazec čistého prostoru

Měření tlakového obrazce prostoru se provádí za účelem zjištění, zda technologie čistého prostoru je schopna udržet požadované tlakové rozdíly mezi čistým prostorem a okolím, a rovněž tak i mezi prostory s rozdílnou třídou čistoty uvnitř čistého prostoru. Při měření jsou všechny dveře čistého prostoru zavřeny.

5.3.1 Měřicí aparatura

Elektronický mikromanometr

Elektronický mikromanometr, používaný k zobrazení nebo výstupu rozdílu tlaku vzduchu mezi prostorem a jeho okolím tak, že zjišťuje změnu elektrostatické kapacity nebo elektronické rezistence způsobené přemístěním membrány.[5]

Obr. 17 Elektronický mikromanometr



Zdroj: (www.airflow.cz)

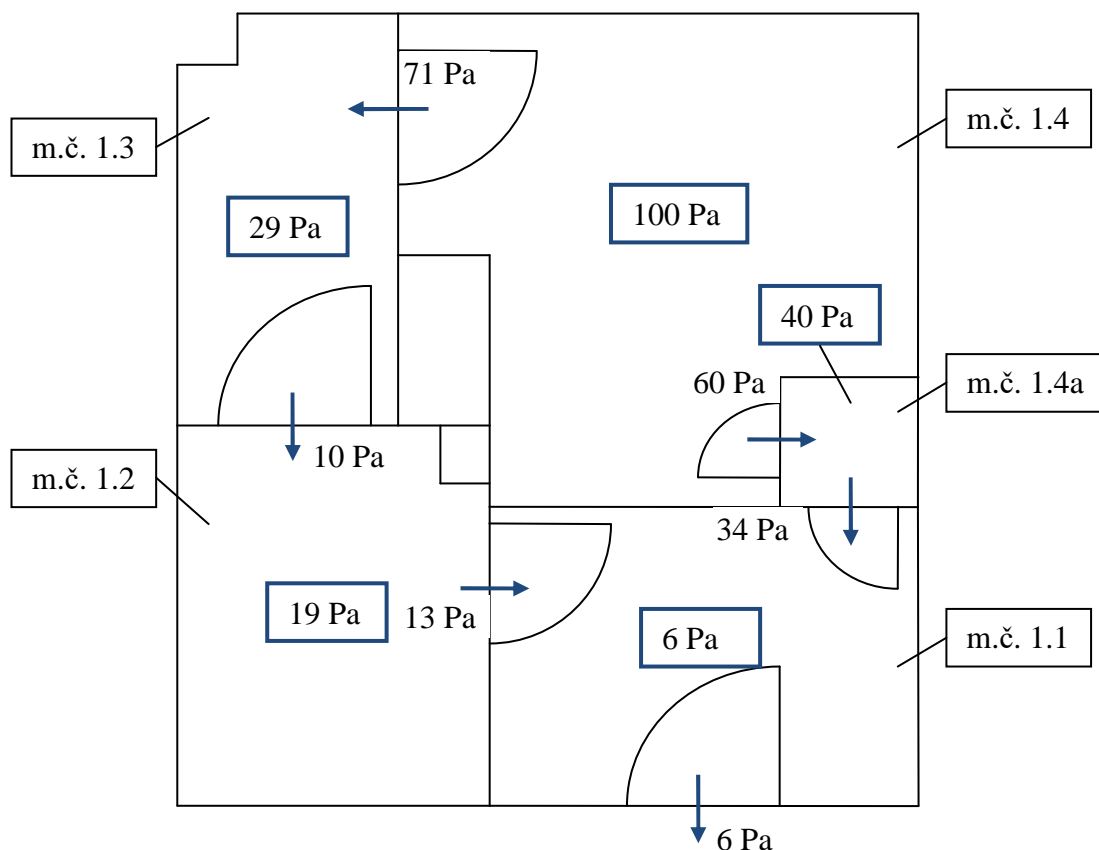
Tab. 13 Parametry pro elektronický mikromanometr

| Položka | Specifikace |
|-----------------------|--|
| Rozsah měření | 0 Pa až 100 Pa pro typický malý rozsah; 0 kPa až 100 kPa pro typický velký rozsah |
| Citlivost / rozlišení | 1 Pa / 0,1 Pa pro rozsah 0 Pa až 100 Pa |
| Přesnost měření | $\pm 1,5 \%$ z celého rozsahu pro 0 Pa až 100 Pa $\pm 1 \%$ z celého rozsahu pro 0 kPa až 100 kPa |

Zdroj: (ČSN EN ISO 14644-3)

5.3.2 Naměřené hodnoty

Obr. 18 Schematický náčrt tlakového spádu v čistém prostoru – plný chod



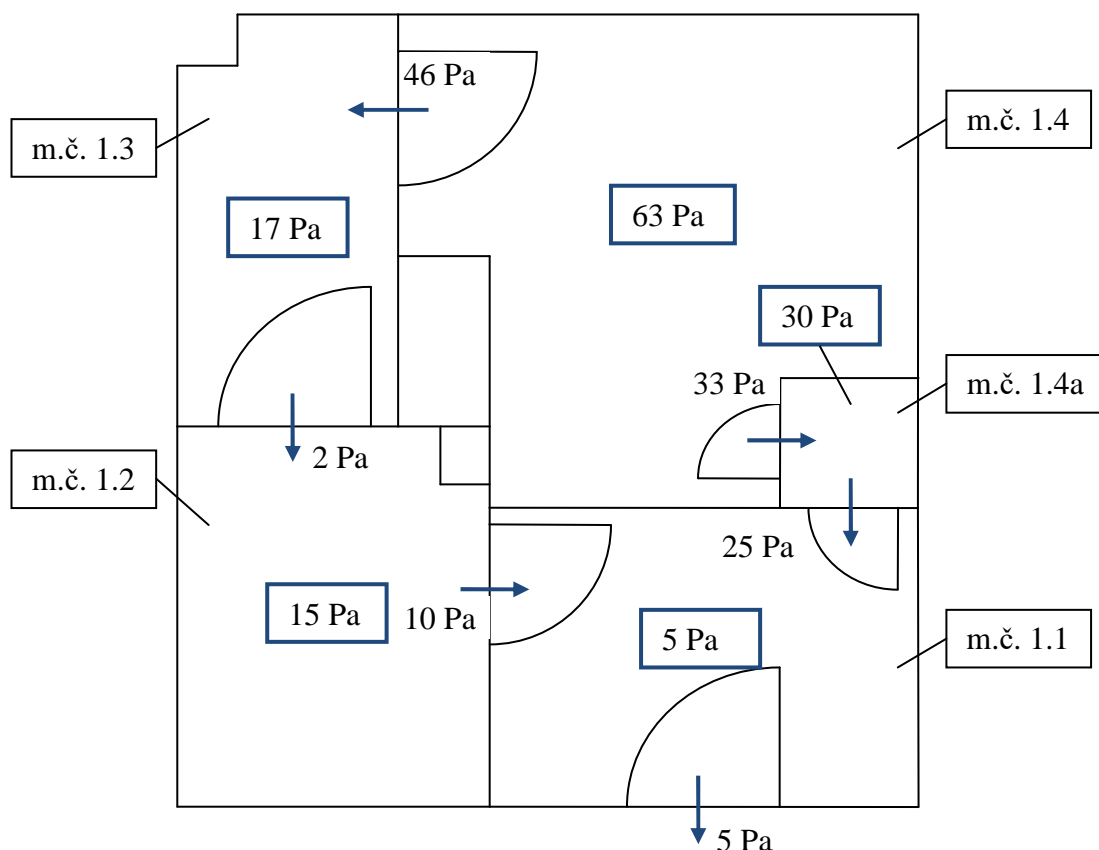
Zdroj: (vlastní)

Tab. 14 Tabulka naměřených přetlaků vzhledem k okolnímu atmosférickému tlaku – plný chod

| Číslo místnosti | Název místnosti | Naměřený přetlak (Pa) |
|-----------------|------------------------------|-------------------------|
| 1.1 | Přípravna | 6 |
| 1.2 | Personální propust I. | 19 |
| 1.3 | Personální propust II. | 29 |
| 1.4 | Místnost pro testy sterility | 100 |
| 1.4a | Materiálová propust | 40 |

Zdroj: (vlastní)

Obr. 19 Schematický náčrt tlakového spádu v čistém prostoru – útlumový chod



Zdroj: (vlastní)

Tab. 15 Tabulka naměřených přetlaků vzhledem k okolnímu atmosférickému tlaku – útlumový chod

| Číslo místnosti | Název místnosti | Naměřený přetlak (Pa) |
|-----------------|------------------------------|-------------------------|
| 1.1 | Přípravna | 5 |
| 1.2 | Personální propust I. | 15 |
| 1.3 | Personální propust II. | 17 |
| 1.4 | Místnost pro testy sterility | 63 |
| 1.4a | Materiálová propust | 30 |

Zdroj: (vlastní)

Použité měřicí přístroje:

Elektronický mikromanometr

Typ: PVM 100

Výrobní číslo: 11 72 84

Kalibrační list měřicího přístroje je uveden v příloze této práce.

5.4 Zkouška netěsností instalovaného filtračního systému

Účelem zkoušky netěsnosti instalovaného filtračního systému je prokázání, že byla filtrační média správně nainstalována, a že během provozu zařízení nevznikly netěsnosti. Zkouška tak prověřuje nepřítomnost netěsností, které by následně mohly ovlivnit kvalitu čistoty ovzduší v čistém prostoru.

Zkouška se provádí tím způsobem, že se před instalovaný filtrační systém ve směru proudění vzduchu zavede zkušební aerosol generovaný generátorem aerosolu. Koncentrace zkušební aerosolu před filtračním médiem by se měla pohybovat mezi 10mg/m^3 až 100mg/m^3 . Koncentrace aerosolu se pak ještě ověřuje bezprostředně před filtračním médiem, z důvodu zjištění stálosti koncentrace, která by neměla mít odchylku více než $\pm 15\%$ od průměrné hodnoty.

Zkouška netěsností filtračního systému se provádí s pomocí aerosolového fotometru nebo počítače částic. Odběrová sonda by měla mít čtvercový nebo obdélníkový průřez. Rychlost posunu sondy při skenování filtračního média by měla být přibližně 5 cm/s , a vzdálená od čelní plochy filtru cca 3 cm . Trasy sondy při skenování plochy filtračního média se vždy částečně překrývají.

Netěsnost filtračního systému je definována hodnotou na stupnici vyšší než 10^{-4} ($0,01\%$) z koncentrace aerosolu před filtračním médiem.

5.4.1 Měřicí aparatura

Generátor aerosolu a uměle generovaný aerosol

Pro zavedení a distribuci zkušební aerosolu před filtrační systém se používá stejné zařízení jako pro zkoušku regenerace v kapitole 5.2.1

Aerosolový fotometr

Lineární aerosolový fotometr používaný k měření hmotnostní koncentrace aerosolů v mikrogramech na litr ($\mu\text{g/l}$). Fotometr používá pro toto měření optickou komoru s předním rozptylem světla. Tato aparatura může být použita pro přímé měření průniku filtru.[5]

Obr. 20 Aerosolový fotometr



Zdroj: (vlastní foto)

Tab. 16 Parametry pro lineární aerosolový fotometr

| Položka | Specifikace |
|-------------------------|--|
| Rozsah měření | 0,001 µg/l až 100 µg/l - 5celých lineárních stupnic od 1 do 10 |
| Citlivost / rozlišení | 0,001 µg/l |
| Přesnost měření | ± 5 % |
| Linearita | ± 0,5 % |
| Stabilita | ±0,002 µg/l za minutu |
| Doba odezvy | Od 0 % do 90 % ≤ 30 s; od 100 µg/l do 10 g/l ≤ 60 s |
| Interval pro kalibraci | 12 měsíců nebo 400 provozních hodin, co nastane dříve |
| Délka trubice se sondou | Maximální délka je 4 m |
| Velikost částic | 0,1 µm až 0,6 µm v měřicím rozsahu |
| Průtok vzorku vzduchu | Nominální průtok ± 15 % |

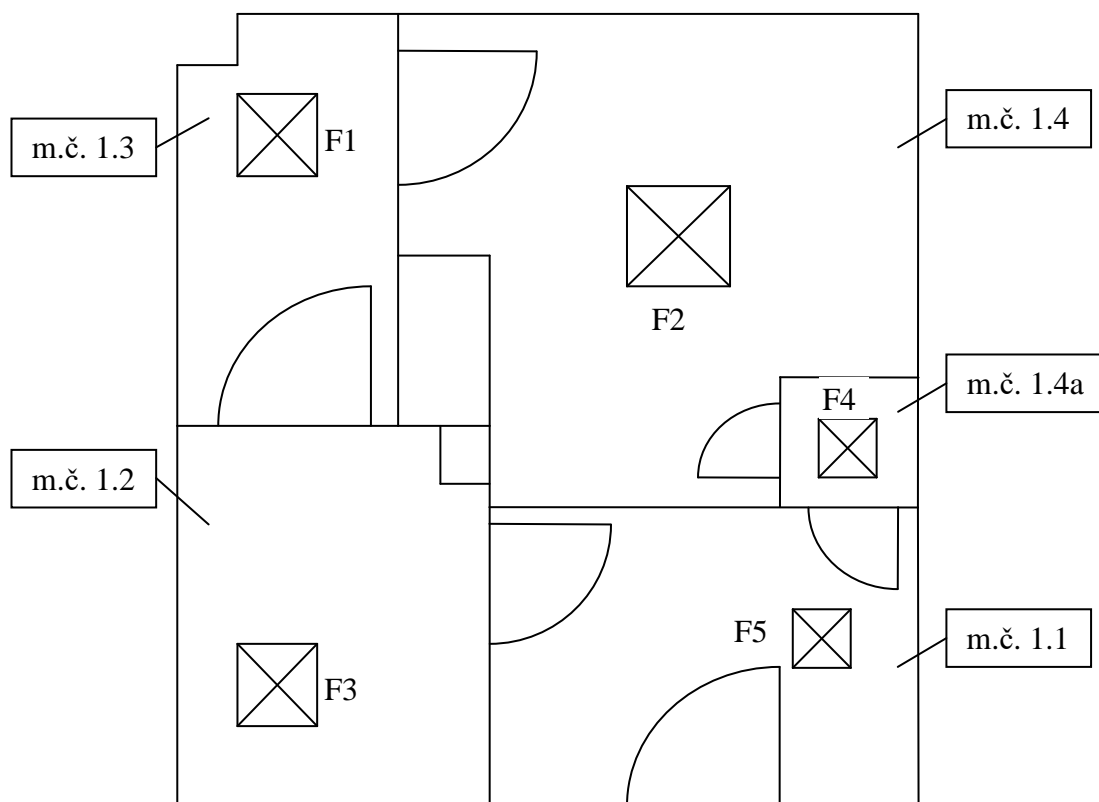
Zdroj: (ČSN EN ISO 14644-3)

Počítač částic

Používá se stejného počítače částic jako je proměření třídy čistoty, který je uveden a popsán v kapitole 5.1.1.

5.4.2 Naměřené hodnoty

Obr. 21 Schematický náčrt rozložení čistých nástavců s HEPA filtry v čistém prostoru.



Zdroj: (vlastní)

Vstupní koncentrace aerosolu:

Pro vytvoření aerosolu byl při měření použit tzv. generátor aerosolu, který byl puštěn na dvě trysky (jedna tryska vytváří aerosolu 200 mg/min) do přívodního vzduchotechnického potrubí.

Výpočet vstupní koncentrace:

$$K_a = \frac{a * 60}{V_p} = \frac{400 * 60}{1173} = 20,46 \text{ [mg/m}^3\text{]} \quad (18)$$

K_a koncentrace aerosolu v přiváděném vzduchu [mg/m³]

a množství vytvářeného aerosolu [mg/min.]

Vstupní koncentrace byla před započítím měření zkontrolována bezprostředně před filtračním médiem.

Maximální povolená výstupní koncentrace je 0,00205 [mg/m³]

Tab. 17 Tabulka naměřených hodnot koncentrací na výstupní straně HEPA filtrů

| Označení HEPA filtru | Naměřená koncentrace na výstupní straně HEPA filtru (mg/m ³) |
|----------------------|--|
| F1 | 0,0001 |
| F2 | 0,0001 |
| F3 | 0,0001 |
| F4 | 0,0001 |
| F5 | 0,0001 |

Zdroj: (vlastní)

Použité měřicí přístroje:

Aerosolový fotometr

Typ: SP 200 DNS

Výrobní číslo: 726

Kalibrační list měřicího přístroje je uveden v příloze této práce.

Generátor aerosolu typu Collison

5.5 Zkouška průtoku vzduchu

Zkouškou průtoku vzduchu se měří a hodnotí rychlost proudění vzduchu, případně objem dodávaného vzduchu do čistých prostor. Rychlost proudění vzduchu se ověřuje především v prostorech s jednosměrným prouděním, naopak v prostorech s nejednosměrným prouděním se měří objem dodávaného vzduchu za jednotku času s následným určením rychlosti výměny vzduchu v prostoru.

Průtok vzduchu je možné měřit buď na koncových distribučních elementech, nebo v potrubních rozvodech.

5.5.1 Měření rychlosti proudění vzduchu s jednosměrným prouděním

Rychlost proudění vzduchu se měří přibližně 150 mm až 300 mm od čela filtru. Počet míst měření musí být dostatečný ke stanovení průtoku dodávaného vzduchu v čistých prostorech a čistých zónách a měla by to být druhá odmocnina z 10ti násobku plochy ve čtverečních metrech, ale měly by být nejméně 4. Pro každý filtr nebo filtrační ventilátorovou jednotku je třeba změřit nejméně jedno místo. [5]

5.5.2 Měření rychlosti proudění vzduchu s nejednosměrným prouděním

Vzhledem k tomu, že se nejedná o přívod vzduchu v celé ploše prostoru, ale o přívod vzduchu místně koncovými distribučními elementy, přičemž dochází k turbulentnímu proudění vzduchu v prostoru, používá se nejčastěji pro měření tzv. měřicí koš.

5.5.3 Měřicí aparatura

Tepelný anemometr

Tepelný anemometr měří rychlost vzduchu tím, že sleduje změnu v přenosu tepla z malého elektricky vyhřívaného čidla, vystaveného proudění vzduchu.[5]

Obr. 22 Tepelný anemometr



Zdroj: (www.airflow.cz)

Tab. 18 Parametry pro tepelný anemometr

| Položka | Specifikace |
|--|--|
| Rozsah měření | 0,1 m/s až 1,0 m/s typicky v prostoru, 0,5 m/s až 20 m/s v potrubí |
| Citlivost / rozlišení | 0,05 m/s (nebo minimálně 1 % pro celý rozsah) ^a |
| Přesnost měření | ± (5% hodnoty + 0,1 m/s) ^a |
| Doba odezvy | < 1 s při 90 % celého rozsahu |
| Interval pro kalibraci | Maximálně 12 měsíců |
| ^a Citlivost a přesnost měření jsou uvedeny v ISO 7726. Aparatura vyžaduje korekci na rozdíly v teplotě vzduchu a v atmosférickém tlaku. | |

Zdroj: (ČSN EN ISO 14644-3)

Měřicí koš s průtokoměrem

Měřicí koš s průtokoměrem měří průtok vzduchu z plochy nad níž mohou být změny v proudění vzduchu a poskytuje integrovaný objem vzduchu z této plochy. Celkový proud vzduchu je sbírán a koncentrován tak, že rychlost v místě měření představuje průřez průměrné rychlosti z celé plochy. [5]

Obr. 23 Měřicí koš



Zdroj: (www.airflow.cz)

Tab. 19 Parametry pro měřicí koš s průtokoměrem

| Položka | Specifikace |
|--|--|
| Rozsah měření | Průtok od 50 m ³ /h po 1 700 m ³ /h ^a |
| Přesnost měření | ± 5% hodnoty |
| Doba odezvy | < 10 s při 90 % celého rozsahu |
| Interval pro kalibraci | Maximálně 12 měsíců |
| ^a Typický rozsah pro hlavu o velikosti 600 x 600 mm. Hranice pro měření a rozlišení na velikosti použité hlavy. | |

Zdroj: (ČSN EN ISO 14644-3)

Prandtlova trubice a manometr

Prandtlova trubice a manometr (digitální) měří rychlost vzduchu z rozdílu celkového a statického tlaku v místě uvnitř proudu vzduchu s použitím elektrických digitálních manometrů.[5]

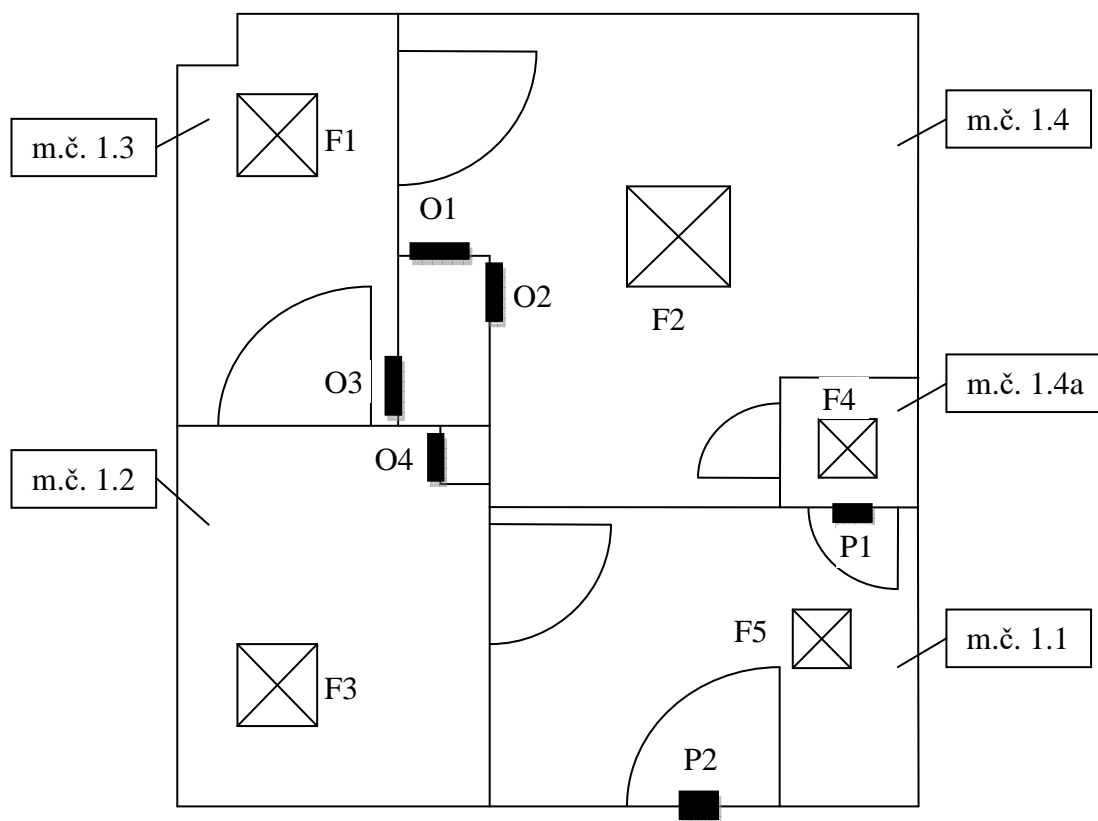
Tab. 20 Parametry pro Prandtlovu trubici a manometr

| Položka | Specifikace |
|------------------------|--------------------------------|
| Rozsah měření | > 1,5 m/s |
| Citlivost / rozlišení | 0,5 m/s |
| Přesnost měření | ± 5% hodnoty |
| Doba odezvy | < 10 s při 90 % celého rozsahu |
| Interval pro kalibraci | Maximálně 12 měsíců |

Zdroj: (ČSN EN ISO 14644-3)

5.5.4 Naměřené hodnoty

Obr. 24 Schematický náčrt rozložení koncových elementů vzduchotechnického systému.



F1 – filtrovaný přívod

O1 – odvod vzduchu

P1 – přefuk vzduchu

Zdroj: (vlastní)

Tab. 21 Tabulka naměřených hodnot přiváděného a odváděného vzduchu

| Č.m. | Název místnosti | Objem místnosti [m ³] | Výměna vzduchu [1/h] | Přiváděné množství vzduchu [m ³ /h] | | Odváděné množství vzduchu [m ³ /h] | |
|------|------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|---|-----|--|-----|
| | | | | | | | |
| 1.1 | Přípravna | 6,65 | 21,8 | F1 | 145 | P2 | 197 |
| | | | | P1 | 159 | --- | --- |
| 1.2 | Personální propust I. | 8,05 | 38 | F3 | 306 | O4 | 112 |
| 1.3 | Personální propust II. | 6,25 | 43,52 | F1 | 272 | O3 | 305 |
| 1.4 | Místnost pro testy sterility | 12,75 | 27,45 * 99,6 | F2 | 350 | O1 | 199 |
| | | | | --- | --- | O2 | 0 |
| 1.4a | Materiálová propust | 0,24 | 416,67 | F4 | 100 | P1 | 159 |

Zdroj: (vlastní)

Použité měřicí přístroje:

Měřicí koš s průtokoměrem

Typ: AIRFLOW Pro Hood PH 731

Výrobní číslo: PH7311342001

Kalibrační list měřicího přístroje je uveden v příloze této práce.

Tepelný anemometr

Typ: TSI Airflow TA 430

Výrobní číslo: TA4301035005

Kalibrační list měřicího přístroje je uveden v příloze této práce.

6 Náklady na provoz vzduchotechnického systému čistého prostoru

Provoz vzduchotechnického systému čistého prostoru je oproti klasické klimatizaci nákladnější, vzhledem k tomu, že čistý prostor musí být trvale udržován v přetlaku tak, aby nedošlo k případné kontaminaci. Proto se většinou vzduchotechnický systém provozuje ve dvou pracovních režimech. Plný provozní režim, který je určen pro práci v čistém prostoru a útlumový režim, na který běží vzduchotechnika, pokud v čistém prostoru neprobíhají práce.

V útlumovém režimu je sníženo množství přiváděného vzduchu a je udržován v mírném přetlaku oproti okolí, díky čemuž se sníží spotřeba energie pro ventilátory, topení nebo chlazení.

Pro výpočet energetické náročnosti jsem použil výpočtový program z internetového odkazu: <http://www.qpro.cz/Spotreba-energie-vetrani>. [13]

6.1 Vstupní parametry pro výpočet

Venkovní výpočtové parametry dle kapitoly 4.2.

| | |
|-------------------------------------|--------|
| Teplota udržovaná v čistém prostoru | 22 °C |
| Příkon přívodního ventilátoru | 1,5 kW |
| Příkon odvodního ventilátoru | 0,6 kW |

Provoz v pracovních dnech: pondělí až pátek

| | |
|---|--------|
| Provoz zařízení v plném 100% provozu | 8 hod |
| Provoz zařízení v útlumovém 50% provozu | 16 hod |

O víkendech je zařízení provozováno celodenně jen v útlumovém režimu.

Množství a poměr čerstvého a cirkulačního vzduchu dle kapitoly 4.2.

Uvažovaná cena energie ve výpočtech je 4,83 Kč/kWh. Cena energie ze dne 24.3.2016. [20]

6.2 Výsledné hodnoty spotřeby energie

Tab. 22 Tabulka spotřeby elektrické energie

| Roční spotřeba energie | | | |
|--|--------------|-----------------|--------------|
| Spotřeba energie | Plný provoz | Útlumový provoz | Celkem |
| | [kWh] | [kWh] | [kWh] |
| Roční spotřeba elektrické energie na provoz ventilátorů (přívodního a odvodního) | 5 960 | 3 740 | 9 700 |
| <i>Roční spotřeba tepelné energie na ohřev přiváděného vzduchu</i> | <i>1 160</i> | <i>5 730</i> | <i>6 890</i> |
| <i>Roční spotřeba tepelné energie na chlazení přiváděného vzduchu</i> | <i>4 990</i> | <i>3 010</i> | <i>8 000</i> |
| Roční spotřeba elektrické energie na ohřev přiváděného vzduchu | | | 7 235 |
| Roční spotřeba elektrické energie na chlazení přiváděného vzduchu | | | 3 080 |
| Celková spotřeba elektrické energie (motory + ohřev + chlazení) | | | 20 015 |

Zdroj: (vlastní)

Celkové náklady spotřebu elektrické energie činí 96 672,45 Kč.

6.3 Provozní náklady

Do celkových provozních nákladů je potřeba započítat i náklady na případný servis klimatizačního zařízení a každoročně prováděnou validaci čistého prostoru akreditovanou zkušební laboratoří.

7 Provozní opatření pro zajištění požadovaných parametrů

7.1 Čistý prostor

Čisté prostory je nutné udržovat v dokonalé čistotě, používat k tomu vhodné mycí prostředky, vhodné pro použití v dané třídě čistoty z hlediska emise částic. Z toho důvodu je třeba stanovit interval úklidů, větších či menších. Mytí čistého prostoru spočívá především v umytí stěn, stropů, podlah, ale i veškerého vybavení umístěného v čistém prostoru.

Z hlediska provozu je také třeba pravidelně kontrolovat úroveň tlakové difference mezi místnostmi, pokud jsou k dispozici diferenční přetlakoměry rozmístěné na hranicích zón, tříd čistoty.

Dále pravidelně provádět kvalifikační měření čistého prostoru dle ČSN EN ISO 14 644.

7.1.1 Pohyb personálu v čistém prostoru

Všichni pracovníci vstupující do čistého prostoru, musí být proškoleni o chování a pohybu v dotčených prostorech. Externí osoby, které vstupují do čistého prostoru, například za účelem servisu zařízení, apod., musí do čistého prostoru vstupovat pod dohledem proškoleného pracovníka a dodržovat stejná pravidla jako kmenový zaměstnanec / personál.

Do čistého prostoru se vždy vstupuje třes tzv. personální propust, kde se pracovníci převlékají do obleku určeného do čistého prostoru. Personální propust je zpravidla rozdělena na dvě části, špinavou a čistou část, překročnou lavicí nebo tyčí. Ve špinavé části si pracovníci zouvají obuv a svlékají oblečení používané mimo čisté prostory, a vše nepotřebné jako jsou šperky, hodinky apod. Poté si umyjí a dezinfikují ruce. V čisté části, za překročnou lavicí, se pak pracovníci oblékají dle požadavků pro čistého prostoru. Před vstupem do dalších místností čistého prostoru bývá umístěno zrcadlo pro kontrolu oblečení, zda jsou všechny potřebné části řádně zakryty (například vlasy).

Po ukončení prací opouští pracovník čistý prostor opět přes personální propust. Svleká si použitý oblek v čistém prostoru a odkládá jej do příslušného koše na prádlo. Následně si obléká běžně užívané šaty, případně šperky.

Při průchodu personální propustí by nemělo dojít k současnemu otevření více dveří, aby nebyla narušena tlaková bariéra. Proto je nutné sledovat signalizační zařízení před otevřením jakýchkoli dveří personální propusti.

7.1.2 Pohyb materiálu

Pro dopravu materiálu do i vně čistého prostoru slouží tzv. materiálové propusti. Každý materiál vkládaný do materiálové propusti by měl být předem zbaven veškerých

nečistot, případně dezinfikován. Pro výstup materiálu z čistého prostoru je též využívána materiálová propust.

Materiálová propust je rovněž vybavena signalizací současného otevření dveří, většinou s blokadí dveří, pro zabránění otevření více dveří a narušení tlakové bariéry.

7.2 Vzduchotechnika

V rámci provozu a údržby vzduchotechnického systému je třeba kontrolovat a případně měnit filtrační média dle signalizace překročení nastavených koncových tlakových ztrát v rámci systému měření regulace. Při výměně filtračních médií je nutno vždy provést vyčištění vnitřku klimatizačního zařízení, případně veškeré servisní práce dle provozní dokumentace dodavatele klimatizační jednotky.

8 Závěr a doporučení pro praxi

Ve své diplomové práci jsem navázal na téma své bakalářské práce. Popsal jsem koncepci čistých prostor mikrobiologických laboratoří z hlediska technologického vybavení i vzduchotechnického a klimatizačního systému.

Práce ověřuje projektované parametry konkrétního čistého prostoru mikrobiologické laboratoře ve společnosti Itest plus, s.r.o. Společnost se zabývá kontrolní činností z hlediska mikrobiologie čistých prostor apod.

Diplomová práce potvrzuje, že projektované parametry tepelných výměníků (elektrického ohřívače a výparníku) klimatizační jednotky jsou dostačující a pokrývají i případné teplotní extrémy vzhledem k tomu, že zařízení čistého prostoru musí být v nepřetržitém celoročním provozu.

Dále byla provedena měření ověřující dodržení předepsaných parametrů kladených na čistý prostor a popsána metodika jednotlivých fyzikálních zkoušek – měření koncentrace částic, regenerace prostoru, tlakový spád čistého prostoru, zkouška netěsnosti filtračního média a měření průtoku vzduchu. Veškeré zkoušky a použité měřicí přístroje jsou v souladu s ČSN EN 14644-3.

Práce je doplněna o výpočet energetické náročnosti celoročního provozu vzduchotechnického a klimatizačního zařízení a vyčísluje i finanční náklady, které však neobsahují případný servis klimatizačního zařízení a každoročně prováděnou validaci čistého prostoru akreditovanou zkušební laboratoří.

Významným zdrojem kontaminace čistého prostoru jsou obsluhující personál, případně vstupující materiál. Práce obsahuje popis provozních předpisů pro čisté prostory, jejichž dodržování je z hlediska pohybu personálu, zajišťujícího obslužnost technologického vybavení a dále se zabývá systémem dopravy materiálu do i vně čistého prostoru. Dodržování těchto pravidel je pro zamezení případné kontaminace zcela nezbytné.

Výsledky provedených zkoušek potvrzují, že zpracovaný projekt popsaný v této diplomové práci odpovídá zadání, tj. byla dodržena veškerá stanovená kritéria pro provozování čistého prostoru mikrobiologické laboratoře.

9 Seznam použitých zdrojů

- [1] CHYSKÝ, Jaroslav – HEMZAL, Karel et.al. *Větrání a klimatizace*. 3. vydání. Brno:BOLIT, 1993. 560 s. ISBN 80-901574-0-8
- [2] SZÉKYOVÁ, Marta – FERSTL, Karol – NOVÝ, Richard. *Větrání a klimatizace*. 1. Vydání. Bratislava: JAGA GROUP, s.r.o., 2006. 390 s. ISBN 80-8076-037-3
- [3] VTS CLIMA, *Katalog větracích a klimatizačních jednotek*. Verze 1.2. Mirotki: DrukamiaMirex. 2000
- [4] ČSN EN 14644-1. *Klasifikace čistoty vzduchu*. Český normalizační institut 2000
- [5] ČSN EN 14644-3. *Zkušební metody*. Český normalizační institut 2006
- [6] ČSN EN 14644-4. *Návrh, konstrukce a uvádění do provozu*. Český normalizační institut 2001
- [7] VYR-32 – Doplněk 1. *Výroba sterilních léčivých přípravků*. 2009
- [8] AIRFLOW. *Digitální mikromanometr PVM620*. 2016. Dostupné z: <http://www.airflow.cz/produkty/pristroje/manometry.php> [cit. 2016-03-26]
- [9] AIRFLOW. *PH731 PROHOOD*. 2016. Dostupné z: <http://www.airflow.cz/produkty/pristroje/prohood731.php> [cit. 2016-03-26]
- [10] AIRFLOW. *Termický anemometr TA410*. 2016. Dostupné z: <http://www.airflow.cz/produkty/pristroje/ta410.php> [cit. 2016-03-26]
- [11] C.I.C. JAN HŘEBEC. *HX diagram pro MS Excel*. 2016. Dostupné z: <http://www.cic.cz/ke-stazeni/> [cit. 2016-03-26]
- [12] CLIMET. *CI-150*. 2016. Dostupné z: http://www.climet.com/products/particle_counters.htm [cit. 2016-03-26]
- [13] QPRO. *Výpočet spotřeby energií a ročních provozních nákladů vzduchotechniky*. Dostupné z: <http://www.qpro.cz/Spotreba-energie-vetrani> [cit. 2016-03-24]
- [14] GARIJA. *Diferenční tlakoměr Magnehelic*. 2014. Dostupné z: <http://www.garija.cz/pristroje/tlak/diferencni-tlakomer-magnehelic-11> [cit. 2016-03-26]
- [15] DENCOHAPPEL. *Čistý nástavec CGF*. 2015. Dostupné z: <http://www.dencohappel.com/cs/products/air-treatment-systems/gea-clean-rooms/VZT-prvky-a-Filtrace/p%C5%99%C3%ADvod-vzduchu> [cit. 2016-03-26]
- [16] DENCOHAPPEL.. *Filtrační vložky pro vysoce účinnou filtraci vzduchu (HEPA/EPA)*. 2015. Dostupné z: <http://www.dencohappel.com/cs/products/systemy-filtrace/filter-media/hepa-filters> [cit. 2016-03-30]

- [17] LABOX. *Mikrobiologický bezpečnostní box*. 2016. Dostupné z: <http://www.labox.cz/mikrobiologicke-bezpecnostni-boxy/mikrobiologicky-bezpecnostni-box-mbb-mb> [cit. 2016-03-26]
- [18] LABOX. *Signalizace dveří pro čisté prostory*. 2016. Dostupné z: <http://www.labox.cz/signalizace-pro-ciste-prostory/signalizace-dveri-pro-ciste-prostory-sz2000> [cit. 2016-03-26]
- [19] SÚKL. *Informace SÚKL pro kontrolní laboratoře provádějící mikrobiologické zkoušení nesterilních výrobků*. 2007. Dostupné z: <http://www.sukl.cz/informace-sukl-pro-kontrolni-laboratore-provadejici> [cit. 2016-03-26]
- [20] CENY ENERGIE, *Jaká je aktuální cena kWh a MWh elektřiny*. 2016. Dostupné z: <http://www.cenyenergie.cz/jaka-je-aktualni-cena-kwh-a-mwh-elektriny/#/promo-ele> [cit. 2016-03-24]
- [21] DUNDR, Ondřej, *Čisté prostory v mikrobiologických laboratořích*, Česká zemědělská univerzita v Praze, 2014

10 Seznam obrázků

- Obr. 1 Dispozice čistého prostoru mikrobiologické laboratoře
- Obr. 2 Signalizace současného otevření dveří
- Obr. 3 Diferenční tlakoměr
- Obr. 4 Vybavení personální propusti
- Obr. 5 Mikrobiologický laminární box
- Obr. 6 Ovládání provozu VZT, monitorovací systém před vstupem do čistého prostoru
- Obr. 7 Regulátor proměnlivého průtoku vzduchu
- Obr. 8 Odtahová stěnová mřížka typu VPR
- Obr. 9 Čistý nástavec s filtrační vložkou
- Obr. 10 Počítač částic
- Obr. 11 Schematický náskres rozmístění odběrných míst
- Obr. 12 Aerosolový generátor
- Obr. 13 Schematický náskres podávání aerosolu a odběru vzorků
- Obr. 14 Grafické znázornění průběhu regenerace – Personální propust I.
- Obr. 15 Grafické znázornění průběhu regenerace – Personální propust II.
- Obr. 16 Grafické znázornění průběhu regenerace – Místnost pro testy sterility

- Obr. 17 Elektronický mikromanometr
- Obr. 18 Schematický nákres tlakového spádu v čistém prostoru – Plný chod
- Obr. 19 Schematický nákres tlakového spádu v čistém prostoru – Útlumový chod
- Obr. 20 Aerosolový fotometr
- Obr. 21 Schematický nákres rozložení čistých nástavců s HEPA filtry v čistém prostoru
- Obr. 22 Tepelný anemometr
- Obr. 23 Měřicí koš
- Obr. 24 Schematický nákres rozložení koncových elementů vzduchotechnického systému

11 Seznam tabulek

- Tab. 1 Třídy čistoty dle ČSN EN ISO 14644
- Tab. 2 Třídy čistoty dle VYR-32
- Tab. 3 Tabulka požadovaných parametrů místností
- Tab. 4 Technické podmínky pro počítač částic z rozptylu světla
- Tab. 5 Studentovo *t* rozdělení pro 95% horní hranici spolehlivosti
- Tab. 6 Statistické zpracování dat koncentrace částic – Personální propust I.
- Tab. 7 Statistické zpracování dat koncentrace částic – Personální propust II.
- Tab. 8 Statistické zpracování dat koncentrace částic – Místnost pro testy sterility
- Tab. 9 Statistické zpracování dat koncentrace částic – Materiálová propust
- Tab. 10 Tabulka naměřených hodnot – Personální propust I.
- Tab. 11 Tabulka naměřených hodnot – Personální propust II.
- Tab. 12 Tabulka naměřených hodnot – Místnost pro testy sterility
- Tab. 13 Parametry pro elektronický mikromanometr
- Tab. 14 Tabulka naměřených přetlaků vzhledem k okolnímu atmosférickému tlaku – Plný chod
- Tab. 15 Tabulka naměřených přetlaků vzhledem k okolnímu atmosférickému tlaku – Plný chod
- Tab. 16 Parametry pro lineární aerosolový fotometr
- Tab. 17 Tabulka naměřených hodnot koncentrací na výstupní straně HEPA filtrů
- Tab. 18 Parametry pro tepelný anemometr
- Tab. 19 Parametry pro měřicí koš s průtokoměrem
- Tab. 20 Parametry pro Prandtlovu trubici a monometr

Tab. 21 Tabulka naměřených hodnot přiváděného a odváděného vzduchu

Tab. 22 Tabulka spotřeby elektrické energie

12 Seznam použitých symbolů

| | |
|-----------|--|
| A | Plocha měřené místnosti [m^2] |
| a | Množství vytvářeného aerosolu [mg/min.] |
| C_n | Maximální povolená koncentrace měřených částic pro měřenou třídu čistoty [-] |
| h_{el} | Letní entalpie venkovního vzduchu [kJ/kg] |
| h_{il} | Entalpie vzduchu interiéru v letním období [kJ/kg] |
| h_{sl} | Letní entalpie smíšeného vzduchu [kJ/kg] |
| K_a | Koncentrace aerosolu v přiváděném vzduchu [mg/m^3] |
| m | Počet měřených bodů [-] |
| N_L | Minimální počet odběrných míst [-] |
| n | Počet odebraných vzorků v měřeném bodě [-] |
| Q_{co} | Cítné teplo pro ohřev [kW] |
| Q_{cch} | Cítné teplo pro chlazení [kW] |
| Q_{sch} | Celkový potřebný výkon chladiče [kW] |
| Q_{so} | Celkový potřebný topný výkon ohříváče [kW] |
| Q_{vch} | Vázané teplo pro chlazení [kW] |
| Q_{vo} | Vázané teplo pro ohřev [kW] |
| s | Směrodatná odchylka [-] |
| t_{el} | Venkovní výpočtová teplota vzduchu v letním období [$^{\circ}C$] |
| t_{ez} | Venkovní výpočtová teplota vzduchu v zimním období [$^{\circ}C$] |
| t_{il} | Vnitřní teplota vzduchu v letním období [$^{\circ}C$] |
| t_{iz} | Vnitřní teplota vzduchu v zimním období [$^{\circ}C$] |
| t_{och} | Výstupní teplota ochlazeného vzduchu [$^{\circ}C$] |
| t_{pz} | Teplota přiváděného vzduchu do čistých prostor v zimě [$^{\circ}C$] |
| t_{sl} | Teplota vzduchu smíšeného v letním období [$^{\circ}C$] |
| t_{sz} | Teplota vzduchu smíšeného v zimním období [$^{\circ}C$] |
| V | Minimální objem odebraného vzorku [litr] |
| V_e | Množství čerstvého přísávaného do klimatizační jednotky [m^3/h] |

| | |
|-------------------|---|
| V_i | Množství cirkulačního vzduchu do klimatizační jednotky [m^3/h] |
| V_s | Celkový množství vzduchu dopravovaného klimatizační jednotkou [m^3/h] |
| x_{ez} | Měrná vlhkost venkovního vzduchu v zimním období [$\text{g}/\text{kg s.v.}$] |
| \bar{x}_i | Průměrná koncentrace částic v měřeném bodě [-] |
| $\bar{\bar{x}}_i$ | Průměr průměrů koncentrace částic měřených bodů místnosti [-] |
| $x_{i,n}$ | Naměřená koncentrace částic v měřeném bodě [-] |
| x_{iz} | Měrná vlhkost vzduchu interiéru v zimním období [$\text{g}/\text{kg s.v.}$] |
| x_{pl} | Měrná vlhkost přiváděného vzduchu v letním období [$\text{g}/\text{kg s.v.}$] |
| x_{pz} | Měrná vlhkost přiváděného vzduchu do čistých prostor v zimě [$\text{g}/\text{kg s.v.}$] |
| x_{sl} | Měrná vlhkost vzduchu po smísení v letním období [$\text{g}/\text{kg s.v.}$] |
| x_{sz} | Měrná vlhkost smíseného vzduchu v zimním období [$\text{g}/\text{kg s.v.}$] |
| ρ_v | Měrná hmotnost vzduchu $\rho_v = 1,2$ [kg/m^3] |

13 Seznam příloh

Příloha 1 – Dispozice čistého prostoru mikrobiologické laboratoře

Příloha 2 - h-x diagram pro letní období

Příloha 3 - h-x diagram pro zimní období

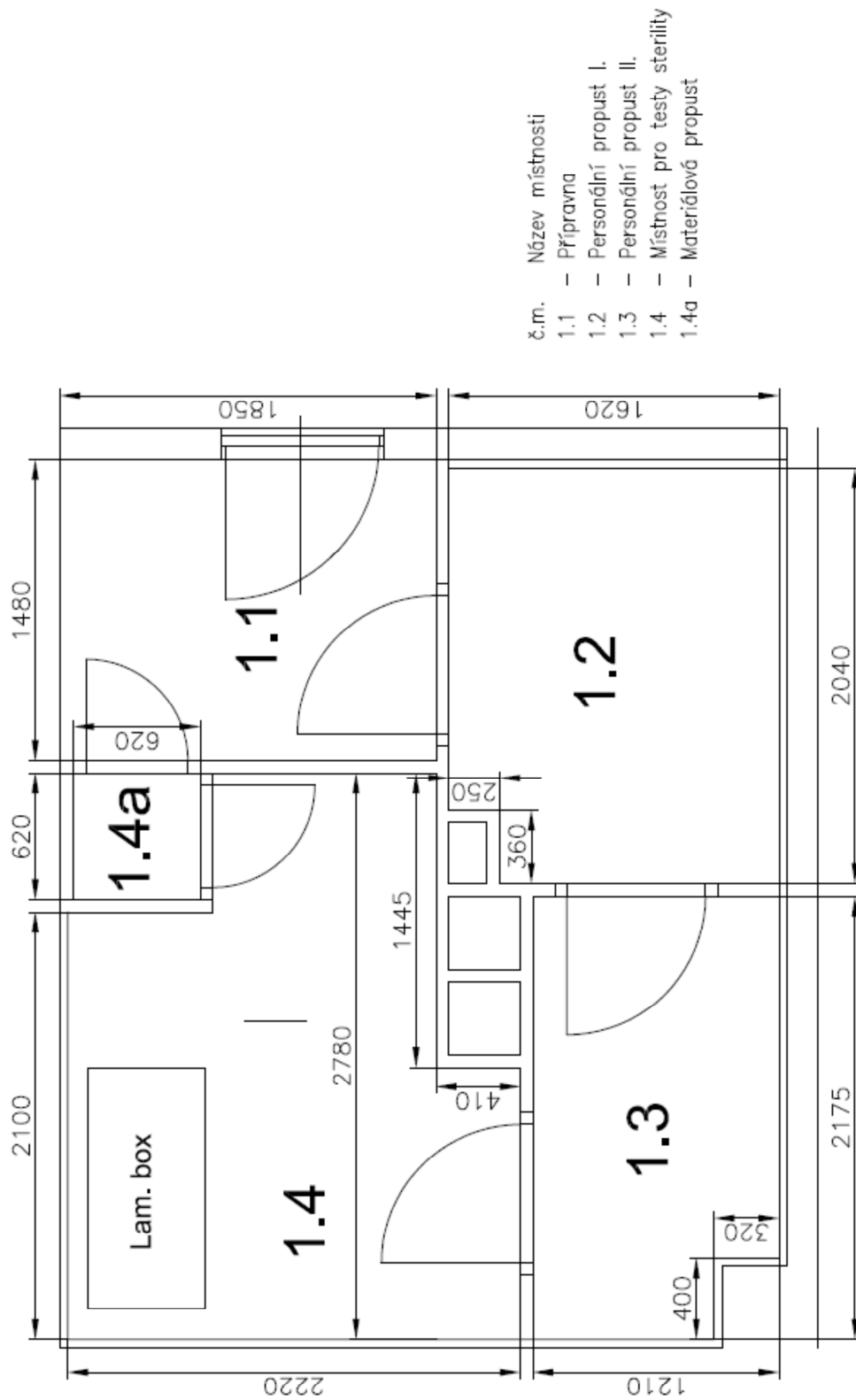
Příloha 4 - Aerosolové filtry třídy H13

Příloha 5 - Výpisy z měřících přístrojů (počítače částic)

Příloha 6 - Kalibrační listy měřících přístrojů

Příloha 7 - Projektová dokumentace vzduchotechnického systému

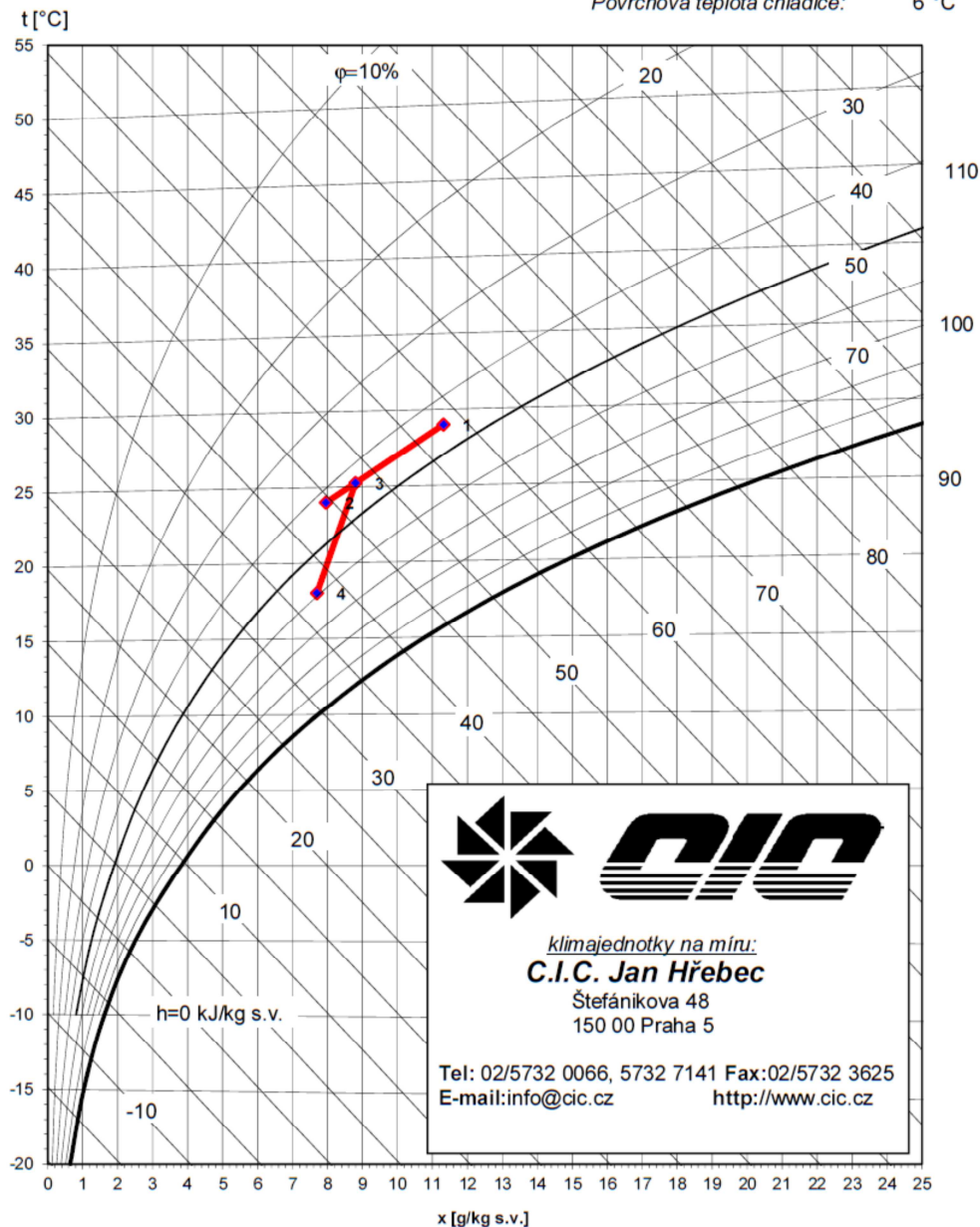
Příloha 1 – Dispozice čistého prostoru mikrobiologické laboratoře



Příloha 2 – h-x diagram pro letní období

Psychrometrický diagram dle Molliera
Letní provoz

Tlak vzduchu: 100 kPa
Max. vlhkost při úpravách: 100 %
Povrchová teplota chladiče: 6 °C

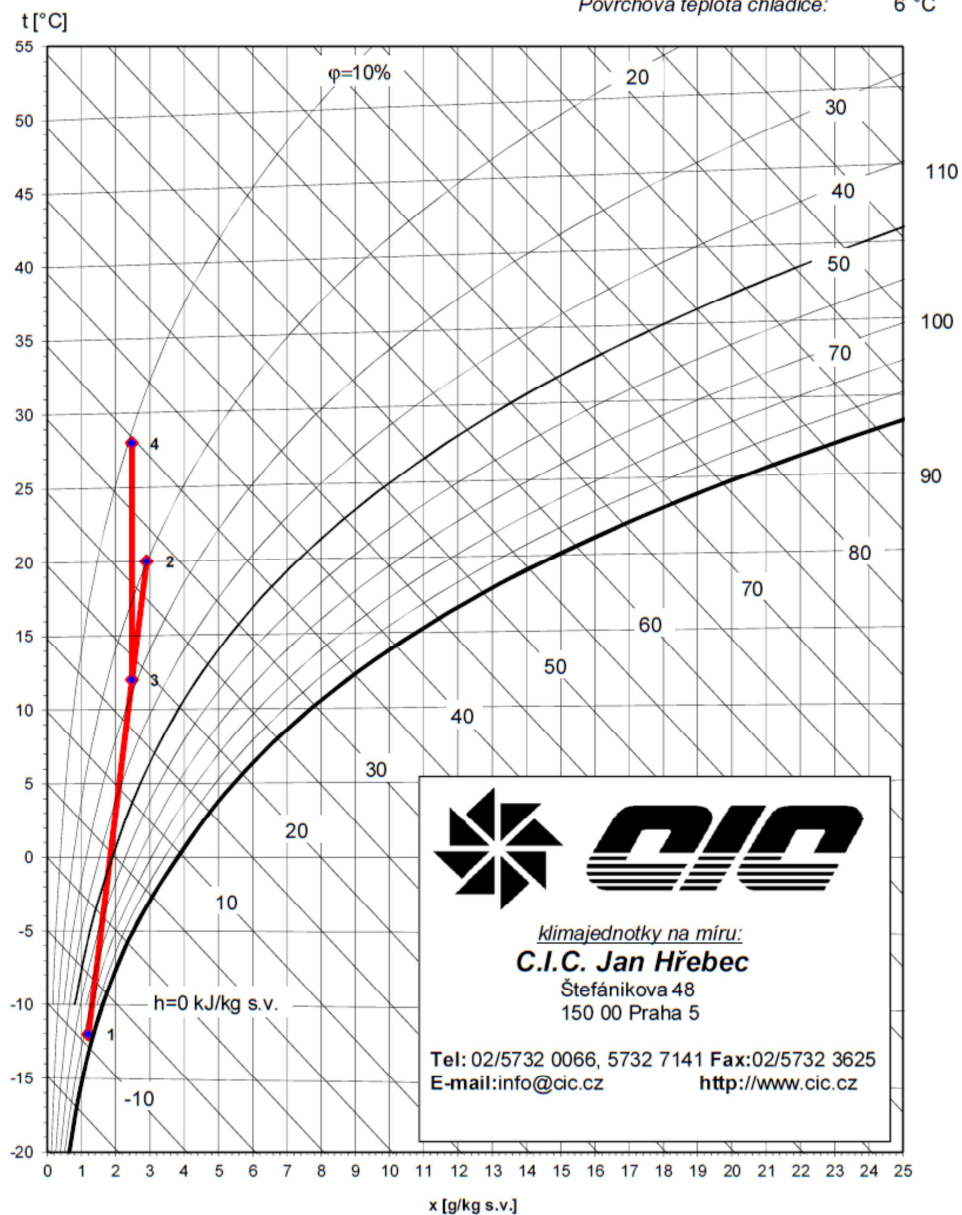


| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|------------------|----|-------------------|---------|---------|---------|----------|---|---|---|---|---|----|
| | | | čerstv. | cirkul. | smísení | chlazení | | | | | | |
| Teplota | t | °C | 29,0 | 24,0 | 25,3 | 18,0 | | | | | | |
| rel. vlhkost | φ | % | 45% | 42% | 43% | 59% | | | | | | |
| měr. vlhkost | x | g/kg s.v. | 11,3 | 8,0 | 8,8 | 7,7 | | | | | | |
| entalpie | h | kJ/kg s.v. | 58,2 | 44,5 | 47,9 | 37,7 | | | | | | |
| hustota | ρ | kg/m ³ | 1,15 | 1,17 | 1,16 | 1,19 | | | | | | |
| t. vlhkého tepl. | tv | °C | 20,1 | 15,7 | 16,9 | 13,3 | | | | | | |
| Skut. průtok | Vs | m ³ /h | 350 | 1 026 | 1 376 | 1 340 | | | | | | |
| Norm. průtok | Vn | m ³ /h | 330 | 990 | 1 320 | 1 320 | | | | | | |
| Předaný výkon | P | kW | | | | -4,5 | | | | | | |
| Odpařené vody | qw | kg/h | | | 0,0 | -1,7 | | | | | | |

Příloha 3 – h-x diagram pro zimní období

Psychrometrický diagram dle Molliera
Zimní provoz

Tlak vzduchu: 100 kPa
Max. vlhkost při úpravách: 100 %
Povrchová teplota chladiče: 6 °C



| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------|----|-------------------|---------|---------|-------|-------|---|---|---|---|----|
| | | čerstv. | cirkul. | směšov. | ohřev | | | | | | |
| Teplota | t | °C | -12,0 | 20,0 | 12,0 | 28,0 | | | | | |
| rel. vlhkost | φ | % | 89% | 20% | 28% | 10% | | | | | |
| měr. vlhkost | x | g/kg s.v. | 1,2 | 2,9 | 2,5 | 2,5 | | | | | |
| entalpie | h | kJ/kg s.v. | -9,1 | 27,6 | 18,4 | 34,6 | | | | | |
| hustota | ρ | kg/m ³ | 1,33 | 1,19 | 1,22 | 1,15 | | | | | |
| t.vlhkého tepl. | tv | °C | -12,3 | 9,1 | 4,8 | 12,1 | | | | | |
| Skut. průtok | Vs | m ³ /h | 297 | 1 004 | 1 302 | 1 375 | | | | | |
| Norm. průtok | Vn | m ³ /h | 330 | 990 | 1 320 | 1 320 | | | | | |
| Předaný výkon | P | kW | | | | 7,1 | | | | | |
| Odpařené vody | qw | kg/h | | | 0,0 | 0,0 | | | | | |

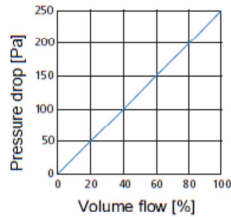
Příloha 4 – Aerosolové filtry třídy H13

HEPA Filters H13 panel filter

Delbag Air Filtration



Pressure drop diagram



Delbag E13 HEPA filters

are cast in a frame with polyurethane so as to be airtight

Application:

Designed as final filters with great capacity in filtration of all aerosol types in a multiple filter chain to be used in climate control and air handling units; for cleaning supply and extract air in industrial processes; for filtration of health endangering dust, viruses and bacteria

Special features:

Great mechanical stability through established fold design; high volume flows with small installation depth, metal-free separation of folds

Areas of application:

Health-care industry, chemical, pharmaceutical production, food product industry, electronics, production of semiconductors, nuclear technology

Type:

Design with a MDF frame and PU semicircular seal – others seals and handle guard on request

| HEPA filters | | M13F.. | | Filter class: | | H13 [EN 1822] | | Filter medium: | | Pleated filter packs | |
|---------------|-------------------------------------|--------------------------------------|---------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|---------------------|---------------|--------------------------------------|--------------------------------------|----------------------|--|
| | | Type M13FS installation depth 78 mm | | | Type M13FH installation depth 150 mm | | | Type M13FT installation depth 292 mm | | | |
| Size W/H [mm] | air flow volume [m ³ /h] | filtration surface [m ²] | Approx. weight [kg] | air flow volume [m ³ /h] | filtration surface [m ²] | Approx. weight [kg] | Size W/H [mm] | air flow volume [m ³ /h] | filtration surface [m ²] | Approx. weight [kg] | |
| 305/305 | 210 | 1.8 | 1.8 | 260 | 2.2 | 3.0 | 305/305 | 420 | 3.6 | 7.5 | |
| | 260 | 2.2 | 2.0 | 300 | 2.7 | 3.2 | | 520 | 4.7 | 8.0 | |
| | 300 | 2.9 | 2.1 | | | | | | | | |
| 305/610 | 460 | 3.7 | 2.7 | 550 | 4.7 | 5.4 | 305/610 | 930 | 7.8 | 11.5 | |
| | 550 | 4.6 | 3.1 | 710 | 6.0 | 5.9 | | 1160 | 10.0 | 12.5 | |
| | 640 | 6.1 | 3.4 | | | | | | | | |
| 457/457 | 530 | 4.3 | 3.0 | 640 | 5.4 | 5.7 | 457/610 | 1450 | 12.5 | 15.0 | |
| | 640 | 5.4 | 3.3 | 820 | 6.8 | 6.2 | | 1820 | 15.9 | 16.0 | |
| | 740 | 7.1 | 3.6 | | | | | | | | |
| 575/575 | 880 | 7.1 | 4.1 | 1060 | 8.7 | 7.6 | 610/610 | 2000 | 16.5 | 18.0 | |
| | 1060 | 8.7 | 4.8 | 1350 | 11.0 | 8.4 | | 2510 | 21.5 | 20.0 | |
| | 1230 | 11.6 | 4.9 | | | | | | | | |
| 610/610 | 1000 | 8.0 | 4.5 | 1200 | 10.0 | 8.2 | 610/610 | 3000 | 29.5 | 23.5 | |
| | 1200 | 10.0 | 5.2 | 1530 | 12.5 | 9.1 | | | | | |
| | 1400 | 13.2 | 5.3 | | | | | | | | |
| 915/610 | 1270 | 10.2 | 5.4 | 1520 | 8.7 | 7.6 | | | | | |
| | 1520 | 12.5 | 5.9 | 1940 | 11.0 | 8.4 | | | | | |
| | 1780 | 16.7 | 5.8 | | | | | | | | |
| 1220/610 | 1540 | 12.3 | 6.2 | 1850 | 15.0 | 11.0 | | | | | |
| | 1850 | 15.0 | 6.9 | 2350 | 19.2 | 12.5 | | | | | |
| | 2150 | 20.2 | 6.8 | | | | | | | | |

Příloha 5 – Výpisy z měřících přístrojů (počítače částic)

m.č.: 1.2 – Personální propust I. (měření třídy čistoty)

Bod 1

```
LOCATION 018, 14:48:31 MAY 28,15  
CYCLES = 999, PERIOD = 00:01:00  
SIZE CUMULATIVE DIFFERENTIAL  
0.3um 184 134  
0.5um 50 42  
1.0um 8 8  
3.0um 0 0  
5.0um 0 0  
10.um 0 0
```

```
LOCATION 018, 14:49:31 MAY 28,15  
CYCLES = 999, PERIOD = 00:01:00  
SIZE CUMULATIVE DIFFERENTIAL  
0.3um 103 77  
0.5um 26 20  
1.0um 6 6  
3.0um 0 0  
5.0um 0 0  
10.um 0 0
```

Bod 2

```
LOCATION 018, 14:50:31 MAY 28,15  
CYCLES = 999, PERIOD = 00:01:00  
SIZE CUMULATIVE DIFFERENTIAL  
0.3um 159 124  
0.5um 35 30  
1.0um 5 5  
3.0um 0 0  
5.0um 0 0  
10.um 0 0
```

```
LOCATION 018, 14:51:31 MAY 28,15  
CYCLES = 999, PERIOD = 00:01:00  
SIZE CUMULATIVE DIFFERENTIAL  
0.3um 156 118  
0.5um 38 33  
1.0um 5 5  
3.0um 0 0  
5.0um 0 0  
10.um 0 0
```

Příloha 5 – Výpisy z měřících přístrojů (počítací částic)

m.č.: 1.2 – Personální propust I. (měření regenerace prostoru)

Pozadí

```
LOCATION 018, 11:19:10 MAY 28,15
CYCLES = 999, PERIOD = 00:01:00
SIZE CUMULATIVE DIFFERENTIAL
0.3um 1062 359
0.5um 703 286
1.0um 417 335
3.0um 82 44
5.0um 38 20
10.um 13 18
```

4. minuta

```
LOCATION 018, 14:42:31 MAY 28,15
CYCLES = 999, PERIOD = 00:01:00
SIZE CUMULATIVE DIFFERENTIAL
0.3um 26670 19025
0.5um 7645 6088
1.0um 1557 1533
3.0um 24 21
5.0um 3 3
10.um 0 0
```

1. minuta

```
LOCATION 018, 14:39:31 MAY 28,15
CYCLES = 999, PERIOD = 00:01:00
SIZE CUMULATIVE DIFFERENTIAL
0.3um 391619 263141
0.5um 128478 100653
1.0um 27825 27329
3.0um 496 415
5.0um 81 80
10.um 1 1
```

5. minuta

```
LOCATION 018, 14:43:31 MAY 28,15
CYCLES = 999, PERIOD = 00:01:00
SIZE CUMULATIVE DIFFERENTIAL
0.3um 10843 7712
0.5um 3131 2515
1.0um 616 606
3.0um 10 7
5.0um 3 3
10.um 0 0
```

2. minuta

```
LOCATION 018, 14:40:31 MAY 28,15
CYCLES = 999, PERIOD = 00:01:00
SIZE CUMULATIVE DIFFERENTIAL
0.3um 169643 117886
0.5um 51757 40960
1.0um 10797 10561
3.0um 236 206
5.0um 30 30
10.um 0 0
```

6. minuta

```
LOCATION 018, 14:44:31 MAY 28,15
CYCLES = 999, PERIOD = 00:01:00
SIZE CUMULATIVE DIFFERENTIAL
0.3um 4571 3304
0.5um 1267 1020
1.0um 247 242
3.0um 5 5
5.0um 0 0
10.um 0 0
```

3. minuta

```
LOCATION 018, 14:41:31 MAY 28,15
CYCLES = 999, PERIOD = 00:01:00
SIZE CUMULATIVE DIFFERENTIAL
0.3um 69732 49534
0.5um 20198 16069
1.0um 4129 4047
3.0um 82 60
5.0um 22 21
10.um 1 1
```

7. minuta

```
LOCATION 018, 14:45:31 MAY 28,15
CYCLES = 999, PERIOD = 00:01:00
SIZE CUMULATIVE DIFFERENTIAL
0.3um 1872 1365
0.5um 507 418
1.0um 89 88
3.0um 1 1
5.0um 0 0
10.um 0 0
```

Příloha 5 – Výpisy z měřících přístrojů (počítače částic)

m.č.: 1.3 – Personální propust II. (měření třídy čistoty)

Bod 1

```
28/05/15          14:31:30
UNIT= CLIMET 092014
PROGRAM= BOX - A
ID=
VOLUME= 1000L      SAMPLE#= 2
FLOW= 101 LPM      TOTAL COUNT
>5.0                0
>0.5                2
```

```
28/05/15          14:41:30
UNIT= CLIMET 092014
PROGRAM= BOX - A
ID=
VOLUME= 1000L      SAMPLE#= 3
FLOW= 101 LPM      TOTAL COUNT
>5.0                0
>0.5                39
```

Bod 2

```
28/05/15          15:32:36
UNIT= CLIMET 092014
PROGRAM= BOX - A
ID=
VOLUME= 1000L      SAMPLE#= 3
FLOW= 101 LPM      TOTAL COUNT
>5.0                0
>0.5                0
```

```
28/05/15          15:42:36
UNIT= CLIMET 092014
PROGRAM= BOX - A
ID=
VOLUME= 1000L      SAMPLE#= 4
FLOW= 101 LPM      TOTAL COUNT
>5.0                0
>0.5                0
```

Příloha 5 – Výpisy z měřících přístrojů (počítače částic)

m.č.: 1.3 – Personální propust II. (měření regenerace prostoru)

Pozadí

```
LOCATION 018, 15:23:15 MAY 28,15
CYCLES = 999, PERIOD = 00:01:00
SIZE CUMULATIVE DIFFERENTIAL
0.3um      433      201
0.5um      232      121
1.0um      111      98
3.0um       13
5.0um        4
10.um       0
```

1. minuta

```
LOCATION 018, 15:27:15 MAY 28,15
CYCLES = 999, PERIOD = 00:01:00
SIZE CUMULATIVE DIFFERENTIAL
0.3um     184547     130140
0.5um     54407      43219
1.0um     11188      10905
3.0um      283       224
5.0um       59       54
10.um       5        5
```

2. minuta

```
LOCATION 018, 15:28:15 MAY 28,15
CYCLES = 999, PERIOD = 00:01:00
SIZE CUMULATIVE DIFFERENTIAL
0.3um     56395      40598
0.5um     15797      12506
1.0um      3291      3207
3.0um       84       66
5.0um       18       18
10.um       0        0
```

3. minuta

```
LOCATION 018, 15:29:15 MAY 28,15
CYCLES = 999, PERIOD = 00:01:00
SIZE CUMULATIVE DIFFERENTIAL
0.3um     17430      12572
0.5um      4858      3925
1.0um      933       905
3.0um       28       22
5.0um        6       5
10.um        1       1
```

4. minuta

```
LOCATION 018, 15:30:15 MAY 28,15
CYCLES = 999, PERIOD = 00:01:00
SIZE CUMULATIVE DIFFERENTIAL
0.3um     5517      3989
0.5um     1528      1234
1.0um      294       290
3.0um        4        3
5.0um        1        1
10.um       0        0
```

5. minuta

```
LOCATION 018, 15:31:15 MAY 28,15
CYCLES = 999, PERIOD = 00:01:00
SIZE CUMULATIVE DIFFERENTIAL
0.3um     1724      1270
0.5um      454      358
1.0um       96      95
3.0um        1        1
5.0um        0        0
10.um       0        0
```

6. minuta

```
LOCATION 018, 15:32:15 MAY 28,15
CYCLES = 999, PERIOD = 00:01:00
SIZE CUMULATIVE DIFFERENTIAL
0.3um      540      391
0.5um      149      116
1.0um       33      32
3.0um        1        1
5.0um        0        0
10.um       0        0
```

Příloha 5 – Výpisy z měřících přístrojů (počítače částic)

m.č.: 1.4 – Místnost pro testy sterility (měření třídy čistoty)

Bod 1

```
28/05/15          13:14:51
UNIT= CLIMET 092014
PROGRAM= BOX - A
ID=
VOLUME= 1000L      SAMPLE#= 3
FLOW= 101 LPM      TOTAL COUNT
>5.0                0
>0.5                1
```

```
28/05/15          13:24:51
UNIT= CLIMET 092014
PROGRAM= BOX - A
ID=
VOLUME= 1000L      SAMPLE#= 4
FLOW= 101 LPM      TOTAL COUNT
>5.0                0
>0.5                2
```

Bod 2

```
28/05/15          13:34:51
UNIT= CLIMET 092014
PROGRAM= BOX - A
ID=
VOLUME= 1000L      SAMPLE#= 5
FLOW= 100 LPM      TOTAL COUNT
>5.0                0
>0.5                7
```

```
28/05/15          13:44:51
UNIT= CLIMET 092014
PROGRAM= BOX - A
ID=
VOLUME= 1000L      SAMPLE#= 6
FLOW= 101 LPM      TOTAL COUNT
>5.0                0
>0.5                5
```

Bod 3

```
28/05/15          13:54:51
UNIT= CLIMET 092014
PROGRAM= BOX - A
ID=
VOLUME= 1000L      SAMPLE#= 7
FLOW= 101 LPM      TOTAL COUNT
>5.0                0
>0.5                0
```

```
28/05/15          14:04:51
UNIT= CLIMET 092014
PROGRAM= BOX - A
ID=
VOLUME= 1000L      SAMPLE#= 8
FLOW= 101 LPM      TOTAL COUNT
>5.0                0
>0.5                0
```

Příloha 5 – Výpisy z měřících přístrojů (počítače částic)

m.č.: 1.4 – Místnost pro testy sterility (měření regenerace prostoru)

Pozadí

```
LOCATION 018, 15:07:17 MAY 28,15
CYCLES = 999, PERIOD = 00:01:00
SIZE CUMULATIVE DIFFERENTIAL
0.3um      254      84
0.5um      170      83
1.0um      87       66
3.0um      21       11
5.0um      10       6
10. um     4        4
```

4. minuta

```
LOCATION 018, 15:14:17 MAY 28,15
CYCLES = 999, PERIOD = 00:01:00
SIZE CUMULATIVE DIFFERENTIAL
0.3um      1973     1494
0.5um      479     384
1.0um      95      94
3.0um      1       1
5.0um      0       0
10. um     0       0
```

1. minuta

```
LOCATION 018, 15:11:17 MAY 28,15
CYCLES = 999, PERIOD = 00:01:00
SIZE CUMULATIVE DIFFERENTIAL
0.3um      349966   234642
0.5um      115324   88541
1.0um      26783    26151
3.0um      632     501
5.0um      131     112
10. um     19      19
```

5. minuta

```
LOCATION 018, 15:15:17 MAY 28,15
CYCLES = 999, PERIOD = 00:01:00
SIZE CUMULATIVE DIFFERENTIAL
0.3um      466     340
0.5um      126     98
1.0um      28     27
3.0um      1       1
5.0um      0       0
10. um     0       0
```

2. minuta

```
LOCATION 018, 15:12:17 MAY 28,15
CYCLES = 999, PERIOD = 00:01:00
SIZE CUMULATIVE DIFFERENTIAL
0.3um      50102    36438
0.5um      13664    10718
1.0um      2946     2871
3.0um      75       60
5.0um      15       14
10. um     1        1
```

3. minuta

```
LOCATION 018, 15:13:17 MAY 28,15
CYCLES = 999, PERIOD = 00:01:00
SIZE CUMULATIVE DIFFERENTIAL
0.3um      8473     6137
0.5um      2336     1852
1.0um      484     475
3.0um      9        6
5.0um      3        3
10. um     0        0
```

Příloha 5 – Výpisy z měřících přístrojů (počítače částic)

m.č.: 1.4a – Materiálová propust (měření třídy čistoty)

Bod 1

```
UNIT= CLIMET 091758
PROGRAM=A-B VICE BODU
ID= 28/05/15
SAMPLE VOL= 1000L SAMPLE#= 1 TOTAL COUNT
TIME >0.5 >5.0 FLOW
15:17:51 0 0 99
```

```
UNIT= CLIMET 091758
PROGRAM=A-B VICE BODU
ID= 28/05/15
SAMPLE VOL= 1000L SAMPLE#= 2 TOTAL COUNT
TIME >0.5 >5.0 FLOW
15:28:21 0 0 99
```

Bod 2

```
UNIT= CLIMET 091758
PROGRAM=A-B VICE BODU
ID= 28/05/15
SAMPLE VOL= 1000L SAMPLE#= 3 TOTAL COUNT
TIME >0.5 >5.0 FLOW
16:02:22 0 0 100
```

```
UNIT= CLIMET 091758
PROGRAM=A-B VICE BODU
ID= 28/05/15
SAMPLE VOL= 1000L SAMPLE#= 4 TOTAL COUNT
TIME >0.5 >5.0 FLOW
16:12:52 0 0 100
```

Příloha 6 – Kalibrační listy měřících přístrojů

Kalibrační list počítače částic – v.č. 091758



Labox, spol. s r.o.

Brandýská 8, 250 90 Jirny, Česká republika

Tel: +420 281 012 550, fax: +420 281 012 552,

email: info@labox.cz, web: www.labox.cz

Pracoviště: Kalibrační laboratoř LABOX spol. s r.o., Brandýská 8, 250 90 Jirny,
tel. +420 281 012 550, fax. +420 281 012 552

KALIBRAČNÍ LIST

15K0032-KAL-2015

Datum vystavení: 19. února 2015

List 1 ze 3 listů

Zákazník: LABOX, spol. s r.o.
Brandýská 8
250 90 Jirny

Měřidlo: Počítač aerosolových částic
přenosný počítač aerosolových částic zatřídující aerosol do čtyř velikostních
tříd: 0,5, 1,0, 3,0 a 5,0 µm

Výrobce: CLIMET

Typ: CI-1053-02

Výrobní číslo: 091758

Výsledky kalibrace byly získány za podmínek a s použitím postupu uvedených v tomto kalibračním listě a vztahují se pouze k době a místu provedení kalibrace.

Datum kalibrace: 19. února 2015

Kalibraci provedl:

Vedoucí laboratoře:

Ladislav Majer



Ladislav Majer

Tento dokument nesmí být bez písemného souhlasu provádějící laboratoře rozmnožován jinak než v celkovém počtu listů. Naměřené výsledky se vztahují k technickému stavu měřidla, k době a místu provedení kalibrace.

Příloha 6 – Kalibrační listy měřících přístrojů

Kalibrační list počítače částic – v.č. 091758

KALIBRAČNÍ LIST

15K0032-KAL-2015

List 2 z 3

Použité etalony: Referenční materiál:
Částice PSL (polystyrénový latex), výrobce: Duke Scientific Corp. USA
Velikost $0,296 \mu\text{m} \pm 0,006 \mu\text{m}$
Katalogové číslo 3K-300, číslo dávky 42 681
Velikost $0,498 \mu\text{m} \pm 0,009 \mu\text{m}$
Katalogové číslo 3K-500, číslo dávky 43 176
Měřicí přístroje:
referenční počítač aerosolových částic HACH ULTRA ANALYTICS model
MetOne 2400, v.č. 0906060002 kalibrovaný podle SOP –K 001 zpracovaného
podle standardní metody ISO 21501-4:2007-kalibrace částicemi PSL
(polystyrénový latex), kalibrační list č. 8018-KL-R0333-14
a referenční počítač HACH ULTRA ANALYTICS, MODEL 237H, v.č.
070403028, kalibrační list č. 8018-KL-R0332-14
průtokoměr vzduchu Chirana MPS 6, v.č. 3905916,
kalibrační list č.5012-KL-P0039-14
elektronické stopky LATITUDE, ev. č. 083,
kalibrační list č. 6011-KL-L0143-13

Kalibrační postup: Kalibrace podle interního kalibračního postupu LABOX SOP – K 002
zpracovaného podle JIS B 9921:1997 – příloha 2 – Zkouška relativního
srovnání a dle ISO21501-4:2007, body 4.7 (průtok vzduchu počítačem),
4.8 (Doba vzorkování) 4.3 (Efektivita počítání) a příloha D – Chyba
počítání

Podmínky prostředí: teplota v laboratoři: $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$
relativní vlhkost vzduchu $(50 \pm 15)\%$
atmosférický tlak $(100\,000 \pm 5\,000 \text{ Pa})$

Výsledky kalibrace:
Kontrola nastavení přístroje:

Průtok vzduchu počítačem aerosolových částic:

| | | |
|-------------------|----------------|--------------------------------------|
| Jmenovitá hodnota | 100,0 (l/min) | |
| Změřená hodnota | 101,75 (l/min) | |
| Odchylka: | 1,8 (%) | limit dle ISO 21501-4:2007 do 5 (%). |

Doba vzorkování

| | | |
|--------------------------|---------|------------------------------------|
| Odchylka doby vzorkování | 0,1 (%) | limit dle ISO 21501-4:2007 do 1(%) |
|--------------------------|---------|------------------------------------|

Chyba počítání při nasávání čistého vzduchu:

Počet chybných započtení 2 (m^{-3}) se spolehlivostí 95 % podle Poissonova rozdělení

Tento dokument nesmí být bez písemného souhlasu provádějící laboratoře rozmnožován jinak než v celkovém počtu listů. Naměřené výsledky se vztahují k technickému stavu měřidla, k době a místu provedení kalibrace.

Příloha 6 – Kalibrační listy měřících přístrojů

Kalibrační list počítáče částic – v.č. 091758

KALIBRAČNÍ LIST

15K0032-KAL-2015

List 3 z 3

Kalibrací stanovené hodnoty:

Výsledkem sekundární kalibrace počítáče částic jsou stanovené velikosti aerosolových částic pro jednotlivé velikostní třídy přístroje podle etalonového počítáče částic.

| Velikostní třída | d_0 (μm) | d_k (μm) | U (μm) |
|------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------|
| 1. | 0,50 | 0,50 | 0,03 |
| 2. | 1,0 | 1,01 | 0,04 |
| 3. | 3,0 | 3,04 | 0,12 |
| 4. | 5,0 | 5,05 | 0,20 |

d_0 - velikost částic dle údaje výrobce

d_k - průměr kulové částice referenčního aerosolu PSL stanovený pro kalibrovaný počítáč porovnáním podle ISO 21501-4:2007 primárně nakalibrovaného etalonového počítáče aerosolových částic- průměr by se neměl odchylovat o více než 10% od nominální hodnoty d_0 .

Standardní nejistota měření byla určena v souladu s dokumentem EA-4/02. Uvedená rozšířená nejistota měření je součinem standardní nejistoty měření a koeficientu k , který odpovídá pravděpodobnosti pokrytí přibližně 95 %, což pro normální rozdělení odpovídá koeficientu rozšíření $k = 2$.

Efektivita počítání – porovnání s referenčním počítáčem částic:

Kalibrační částice velikosti rovnající se minimální detekované velikosti částic

Použité částice velikosti 0,498 (μm) \pm 0,009 (μm)

Zjištěná efektivita počítání 43,1 (%)

Limit dle ISO 21501-4:2007 50 \pm 20 (%)

Kalibrační částice rovnající se 1,5 až 2 násobku velikosti minimální detekované částice

Použité částice velikosti 0,994 (μm) \pm 0,015 (μm)

Zjištěná efektivita počítání 95,2 (%)

Limit dle ISO 21501-4:2007 100 \pm 10 (%)

Konec kalibračního listu.

Tento dokument nesmí být bez písemného souhlasu provádějící laboratoře rozmnožován jinak než v celkovém počtu listů. Naměřené výsledky se vztahují k technickému stavu měřidla, k době a místu provedení kalibrace.

Příloha 6 – Kalibrační listy měřících přístrojů

Kalibrační list počítače částic – v.č. 092014



Labox, spol. s r.o.

Brandýská 8, 250 90 Jirny, Česká republika

Tel: +420 281 012 550, fax: +420 281 012 552,

email: info@labox.cz, web: www.labox.cz

Pracoviště: Kalibrační laboratoř LABOX spol. s r.o., Brandýská 8, 250 90 Jirny,
tel. +420 281 012 550, fax. +420 281 012 552

KALIBRAČNÍ LIST

15K0074-KAL-2015

Datum vystavení: 30. dubna 2015

List 1 ze 3 listů

Zákazník: LABOX, spol. s r.o.
Brandýská 8
250 90 Jirny

Měřidlo: Počítač aerosolových částic
přenosný počítač aerosolových částic zatřídující aerosol do čtyř velikostních
tříd: 0,5, 1,0, 3,0 a 5,0 μm

Výrobce: CLIMET

Typ: CI-1053-02

Výrobní číslo: 092014

Výsledky kalibrace byly získány za podmínek a s použitím postupu uvedených v tomto kalibračním listě a vztahují se pouze k době a místu provedení kalibrace.

Datum kalibrace: 30. dubna 2015

Kalibraci provedl:

Ladislav Majer



Vedoucí laboratoře:

Ladislav Majer

Tento dokument nesmí být bez písemného souhlasu provádějící laboratoře rozmnožován jinak než v celkovém počtu listů. Naměřené výsledky se vztahují k technickému stavu měřidla, k době a místu provedení kalibrace.

Příloha 6 – Kalibrační listy měřících přístrojů

Kalibrační list počítače částic – v.č. 092014

| KALIBRAČNÍ LIST | 15K0074-KAL-2015 | List 2 z 3 |
|--|---|--------------------------------------|
| Použité etalony: | Referenční materiál: Částice PSL (polystyrénový latex), výrobce: Duke Scientific Corp. USA Velikost 0,498 $\mu\text{m} \pm 0,009 \mu\text{m}$ Katalogové číslo 3K-500, číslo dávky 43 176 Velikost 0,994 $\mu\text{m} \pm 0,015 \mu\text{m}$ Katalogové číslo 3K-990, číslo dávky 43 255 Měřicí přístroje: referenční počítač aerosolových částic HACH ULTRA ANALYTICS model MetOne 2400, v.č. 0906060002 kalibrovaný podle SOP –K 001 zpracovaného podle standardní metody ISO 21501-4:2007-kalibrace částicemi PSL (polystyrénový latex), kalibrační list č. 8018-KL-R0333-14 průtokoměr vzduchu Chirana MPS 6, v.č. 3905916, kalibrační list č.5012-KL-P0039-14 elektronické stopky LATITUDE, ev. č. 083, kalibrační list č. 6011-KL-L0143-13 | |
| Kalibrační postup: | Kalibrace podle interního kalibračního postupu LABOX SOP – K 002 zpracovaného podle JIS B 9921:1997 – příloha 2 – Zkouška relativního srovnání a dle ISO21501-4:2007, body 4.7 (průtok vzduchu počítačem), 4.8 (Doba vzorkování) 4.3 (Efektivita počítání) a příloha D – Chyba počítání | |
| Podmínky prostředí: | teplota v laboratoři: | (20 \pm 2) °C |
| | relativní vlhkost vzduchu | (50 \pm 15)% |
| | atmosférický tlak | (100 000 \pm 5 000 Pa) |
| Výsledky kalibrace: | Kontrola nastavení přístroje: | |
| | Průtok vzduchu počítačem aerosolových částic: | |
| Jmenovitá hodnota | 100,0 (l/min) | |
| Změřená hodnota | 101,4 (l/min) | |
| Odchylka: | 1,4 (%) | limit dle ISO 21501-4:2007 do 5 (%). |
| Doba vzorkování | | |
| Odchylka doby vzorkování | 0,1 (%) | limit dle ISO 21501-4:2007 do 1(%) |
| Chyba počítání při nasávání čistého vzduchu: | | |
| Počet chybných započtení 2 (m ⁻³) se spolehlivostí 95 % podle Poissonova rozdělení | | |
| <i>Tento dokument nesmí být bez písemného souhlasu provádějící laboratoře rozmnožován jinak než v celkovém počtu listů. Naměřené výsledky se vztahují k technickému stavu měřidla, k době a místu provedení kalibrace.</i> | | |

Příloha 6 – Kalibrační listy měřících přístrojů

Kalibrační list počítače částic – v.č. 092014

KALIBRAČNÍ LIST

15K0074-KAL-2015

List 3 z 3

Kalibrační stanovené hodnoty:

Výsledkem sekundární kalibrace počítače částic jsou stanovené velikosti aerosolových částic pro jednotlivé velikostní třídy přístroje podle etalonového počítače částic.

| Velikostní třída | d_0 (μm) | d_k (μm) | U (μm) |
|------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------|
| 1. | 0,50 | 0,50 | 0,03 |
| 2. | 1,0 | 1,01 | 0,04 |
| 3. | 3,0 | 3,01 | 0,12 |
| 4. | 5,0 | 5,03 | 0,20 |

d_0 - velikost částic dle údaje výrobce

d_k - průměr kulové částice referenčního aerosolu PSL stanovený pro kalibrovaný počítač porovnáním podle ISO 21501-4:2007 primárně nakalibrovaného etalonového počítače aerosolových částic- průměr by se neměl odchylovat o více než 10% od nominální hodnoty d_0 .

Standardní nejistota měření byla určena v souladu s dokumentem EA-4/02. Uvedená rozšířená nejistota měření je součinem standardní nejistoty měření a koeficientu k , který odpovídá pravděpodobnosti pokrytí přibližně 95 %, což pro normální rozdělení odpovídá koeficientu rozšíření $k = 2$.

Efektivita počítání – porovnání s referenčním počítačem částic:

Kalibrační částice velikosti rovnající se minimální detekované velikosti částic

Použité částice velikosti 0,498 (μm) \pm 0,009 (μm)
Zjištěná efektivita počítání 44,4 (%)
Limit dle ISO 21501-4:2007 50 \pm 20 (%)

Kalibrační částice rovnající se 1,5 až 2 násobku velikosti minimální detekované částice

Použité částice velikosti 0,994 (μm) \pm 0,015 (μm)
Zjištěná efektivita počítání 97,8 (%)
Limit dle ISO 21501-4:2007 100 \pm 10 (%)

Konec kalibračního listu.

Tento dokument nesmí být bez písemného souhlasu provádějící laboratoře rozmnožován jinak než v celkovém počtu listů. Naměřené výsledky se vztahují k technickému stavu měřidla, k době a místu provedení kalibrace.

Příloha 6 – Kalibrační listy měřících přístrojů

Kalibrační list počítače částic – v.č. 0770401018



Labox, spol. s r.o.

Brandýská 8, 250 90 Jirny, Česká republika

Tel: +420 281 012 550, fax: +420 281 012 552,

email: info@labox.cz, web: www.labox.cz

Pracoviště: Kalibrační laboratoř LABOX spol. s r.o., Brandýská 8, 250 90 Jirny,
tel. +420 281 012 550, fax. +420 281 012 552

KALIBRAČNÍ LIST

14K0118-KAL-2014

Datum vystavení: 22. srpna 2014

List 1 ze 3 listů

Zákazník: LABOX, spol. s r.o.
Brandýská 8
250 90 Jirny

Měřidlo: Počítač aerosolových částic
přenosný počítač aerosolových částic zatřídňující aerosol do šesti
velikostních tříd: 0,3, 0,5, 1,0, 3,0, 5,0 a 10,0 µm

Výrobce: HACH ULTRA ANALYTICS

Typ: Met One A 2400

Výrobní číslo: 0770401018

Výsledky kalibrace byly získány za podmínek a s použitím postupu uvedených v tomto kalibračním listě a vztahují se pouze k době a místu provedení kalibrace.

Datum kalibrace: 22. srpna 2014

Kalibraci provedl:

Vedoucí laboratoře:

Ladislav Majer



Ladislav Majer

Tento dokument nesmí být bez písemného souhlasu provádějící laboratoře rozmnožován jinak než v celkovém počtu listů. Naměřené výsledky se vztahují k technickému stavu měřidla, k době a místu provedení kalibrace.

Příloha 6 – Kalibrační listy měřících přístrojů

Kalibrační list počítače částic – v.č. 0770401018

| KALIBRAČNÍ LIST | 14K0118-KAL-2014 | List 2 z 3 |
|--|---|--|
| Použité etalony: | Referenční materiál: Částice PSL (polystyrénový latex), výrobce: Duke Scientific Gorp. USA Velikost 0,296 $\mu\text{m} \pm 0,006 \mu\text{m}$ Katalogové číslo 3K-300, číslo dávky 42 681 Velikost 0,498 $\mu\text{m} \pm 0,009 \mu\text{m}$ Katalogové číslo 3K-500, číslo dávky 43 176 Měřící přístroje: referenční počítač aerosolových částic HACH ULTRA ANALYTICS model MetOne 2400, v.č. 0906060002 kalibrovaný podle SOP –K 001 zpracovaného podle standardní metody ISO 21501-4:2007-kalibrace částicemi PSL (polystyrénový latex), kalibrační list č. 8018-KL-R0281-13 a referenční počítač HACH ULTRA ANALYTICS, MODEL 237H, v.č. 070403028, kalibrační list č. 8018-KL-R0282-13 průtokoměr vzduchu Chirana MPS 6, v.č. 3905916, kalibrační list č.5012-KL-P0039-14 elektronické stopky LATITUDE, ev. č. 083, kalibrační list č. 6011-KL-L0143-13 | |
| Kalibrační postup: | Kalibrace podle interního kalibračního postupu LABOX SOP – K 002 zpracovaného podle JIS B 9921:1997 – příloha 2 – Zkouška relativního srovnání a dle ISO21501-4:2007, body 4.7 (průtok vzduchu počítačem), 4.8 (Doba vzorkování) 4.3 (Efektivita počítání) a příloha D – Chyba počítání | |
| Podmínky prostředí: | teplota v laboratoři: | (20 \pm 2) °C |
| | relativní vlhkost vzduchu | (50 \pm 15)% |
| | atmosférický tlak | (100 000 \pm 5 000 Pa) |
| Výsledky kalibrace: | | |
| Kontrola nastavení přístroje: | | |
| Průtok vzduchu počítačem aerosolových částic: | | |
| Jmenovitá hodnota | 28,3 (l/min) | |
| Změřená hodnota | 28,51 (l/min) | |
| Odchylka: | 0,7 (%) | limit dle ISO 21501-4:2007 do 5 (%). |
| Doba vzorkování | | |
| Odchylka doby vzorkování | 0,1 (%) | limit dle ISO 21501-4:2007 do 1(%) |
| Chyba počítání při nasávání čistého vzduchu: | | |
| Počet chybných započtení | 7,1 (m ⁻³) | se spolehlivostí 95 % podle Poissonova rozdělení |
| <i>Tento dokument nesmí být bez písemného souhlasu provádějící laboratoře rozmnožován jinak než v celkovém počtu listů. Naměřené výsledky se vztahují k technickému stavu měřidla, k době a místu provedení kalibrace.</i> | | |

Příloha 6 – Kalibrační listy měřících přístrojů

Kalibrační list počítače částic – v.č. 0770401018

KALIBRAČNÍ LIST

14K0118-KAL-2014

List 3 z 3

Kalibrační stanovené hodnoty:

Výsledkem sekundární kalibrace počítače částic jsou stanovené velikosti aerosolových částic pro jednotlivé velikostní třídy přístroje podle etalonového počítače částic.

| Velikostní třída | d_0 (μm) | d_k (μm) | U (μm) |
|------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------|
| 1. | 0,30 | 0,30 | 0,02 |
| 2. | 0,50 | 0,51 | 0,03 |
| 3. | 1,0 | 1,01 | 0,04 |
| 4. | 3,0 | 3,01 | 0,12 |
| 5. | 5,0 | 5,04 | 0,20 |
| 6. | 10,0 | 10,12 | 0,40 |

d_0 - velikost částic dle údaje výrobce

d_k - průměr kulové částice referenčního aerosolu PSL stanovený pro kalibrovaný počítač porovnáním podle ISO 21501-4:2007 primárně nakalibrovaného etalonového počítače aerosolových částic- průměr by se neměl odchylovat o více než 10% od nominální hodnoty d_0 .

Standardní nejistota měření byla určena v souladu s dokumentem EA-4/02. Uvedená rozšířená nejistota měření je součinem standardní nejistoty měření a koeficientu k , který odpovídá pravděpodobnosti pokrytí přibližně 95 %, což pro normální rozdělení odpovídá koeficientu rozšíření $k = 2$.

Efektivita počítání – porovnání s referenčním počítačem částic:

Kalibrační částice velikosti rovnající se minimální detekované velikosti částic

Použité částice velikosti 0,296 (μm) \pm 0,006 (μm)

Zjištěná efektivita počítání 44,9 (%)

Limit dle ISO 21501-4:2007 50 \pm 20 (%)

Kalibrační částice rovnající se 1,5 až 2 násobku velikosti minimální detekované částice

Použité částice velikosti 0,498 (μm) \pm 0,009 (μm)

Zjištěná efektivita počítání 96,4 (%)

Limit dle ISO 21501-4:2007 100 \pm 10 (%)

Konec kalibračního listu.

Tento dokument nesmí být bez písemného souhlasu provádějící laboratoře rozmnožován jinak než v celkovém počtu listů. Naměřené výsledky se vztahují k technickému stavu měřidla, k době a místu provedení kalibrace.

Příloha 6 – Kalibrační listy měřících přístrojů

Kalibrační list aerosolového fotometru – v.č. 726



Český metrologický institut

Okružní 31, 638 00 Brno

tel. +420 545 555 111, fax +420 545 222 728, www.cmi.cz

Pracoviště: Laboratoře primární metrologie Praha, V Botanice 4, 150 72 Praha 5
Oddělení radiometrie a fotometrie, tel. +420 257 288 328, fax. +420 257 288 077

KALIBRAČNÍ LIST

8018-KL-R0128-13

Datum vystavení: 15. dubna 2013 List 1 z 5 listů

Zákazník: LABOX spol. s r.o.
Brandýská 8
250 90 Jirny

Měřidlo: Aerosolový fotometr
přenosný aerosolový fotometr pro defektoskopické zkoušky
vysoceúčinných
filtrů testovacím aerosolem

Výrobce: DOP SOLUTIONS Ltd. GB

Typ: SP 200 DNS

Výrobní číslo: 726

**Stav počítadla
provozních hodin:** 277,73 hod.

Výsledky kalibrace byly získány za podmínek a s použitím postupu uvedených v tomto kalibračním listě a vztahují se pouze k době a místu provedení kalibrace.

Datum kalibrace: 15. dubna 2013

Kalibraci provedl:

Ladislav Majer



Vedoucí laboratoře:

Dr. Ing. Marek Šmíd

Tento dokument nesmí být bez písemného souhlasu provádějící laborator- rozmnožován jinak než v celkovém počtu listů. Naměřené výsledky se vztahují k technickému stavu měřidla, k době a místu provedení kalibrace.

Příloha 6 – Kalibrační listy měřících přístrojů

Kalibrační list aerosolového fotometru – v.č. 726

KALIBRAČNÍ LIST

8018-KL-R0128-13

List 2 z 5

| | |
|----------------------------|---|
| Použité etalony: | Měřicí přístroje: Analytické váhy MEOPTA, model A1/100, v.č. 403204 Kalibrační list č. 1053-KL-20164 -13 Průtokoměr CHIRANA model MPS 6, v.č. 3909610 Kalibrační list č. 6013-KL-M105-09 |
| Kalibrační postup: | Kalibrace podle interního kalibračního postupu LABOX SOP – K 004, Kalibrace aerosolových fotometrů na konkrétní aerosol, která spočívá v stanovení závislosti výchylky přístroje na koncentraci aerosolu stanovené navážkou na absolutním filtru při změřeném prosátém množství aerosolu, ověření průtoku vzduchu fotometrem a ověření linearitu měřicího rozsahu. Postup je zpracován na základě doporučení IEST-RP-CC013.2 Calibration Procedures and Guidelines for Select Equipment Used in Testing Cleanrooms and Controlled Environments a na základě Požadavků normy ISO 14644-3 Cleanrooms and associated controlled Environments – Part 3: Test methods. Měření má metrologickou návaznost na etalony ČMI. |
| Podmínky prostředí: | teplota v laboratoři: (20 ± 2) °C relativní vlhkost vzduchu (50 ± 15)% atmosférický tlak (100 000 ± 5 000 Pa) |

Český metrologický institut
Laboratoře primární metrologie
V Botanice 4
150 72 Praha
-5-

Tento dokument nesmí být bez písemného souhlasu provádějící laboratoře rozmnožován jinak než v celkovém počtu listů. Naměřené výsledky se vztahují k technickému stavu měřidla, k době a místu provedení kalibrace.

Příloha 6 – Kalibrační listy měřících přístrojů

Kalibrační list aerosolového fotometru – v.č. 726

KALIBRAČNÍ LIST

8018-KL-R0128-13

List 3 z 5

Výsledky kalibrace:

Ověření nastavení přístroje:

Průtok vzduchu fotometrem:

Jmenovitá hodnota dle výrobce fotometru: 21±34 (l/min)
Změřená hodnota: 32,20 (l/min)
Odchylka: - (%) limit dle ISO 14644-3
±15%

Nastavení citlivosti fotometru

Nastavení citlivosti přístroje bylo provedeno pomocí vnitřního elektronického kalibrátoru podle návodu k přístroji – nastavení [PAO – 10,0 µg/l]
Hodnoty nastavení zesilovače:
ZERO.....9,764 SPAN.....5,269

Testovací aerosol

Testovací aerosol byl připravován generátorem Collison, inv. č. 099, výrobce BGI, Inc. Waltham MA, USA. Vstupní tlak vzduchu do generátoru byl 0,14 MPa. Náplň generátoru byl Bis(2-ethyl-hexyl) sebacate.

Použitý filtrační materiál

ULTRAPUR – odlučivost min 99,998 %

Kalibrační stanovené hodnoty:

| Koncentrace testovacího aerosolu stanovená gravimetricky (mg.m ⁻³) | Koncentrace měřená aerosolovým fotometrem (mg. m ⁻³) (%) | Odchylka Hodnoty (%) | Rozšířená nejistota měření U* (mg.m ⁻³) |
|--|--|----------------------|---|
| 87,02 | 84,75 | -2,6 | 0,83 |
| 7,282 | 7,08 | -2,8 | 0,071 |
| 0,7629 | 0,743 | -2,6 | 0,0099 |
| 0,0710 | 0,0695 | -2,1 | 0,0024 |
| 0,00632 | 0,0061 | -3,5 | 0,0012 |

*Rozšířená nejistota měření U je součinem standardní nejistoty měření určené v souladu s dokumentem EA4/02 a koeficientu rozšíření k = 2, což pro normální rozdělení odpovídá pravděpodobnosti pokrytí 95 %.

Grafický záznam naměřených hodnot je na obr. 1

Ceský metrologický institut
Laboratoře primární metrologie
V Botanice 4
160 72 Praha

Tento dokument nesmí být bez písemného souhlasu provádějící laboratoře rozmnožován jinak než v celkovém počtu listů. Naměřené výsledky se vztahují k technickému stavu měřidla, k době a místu provedení kalibrace.

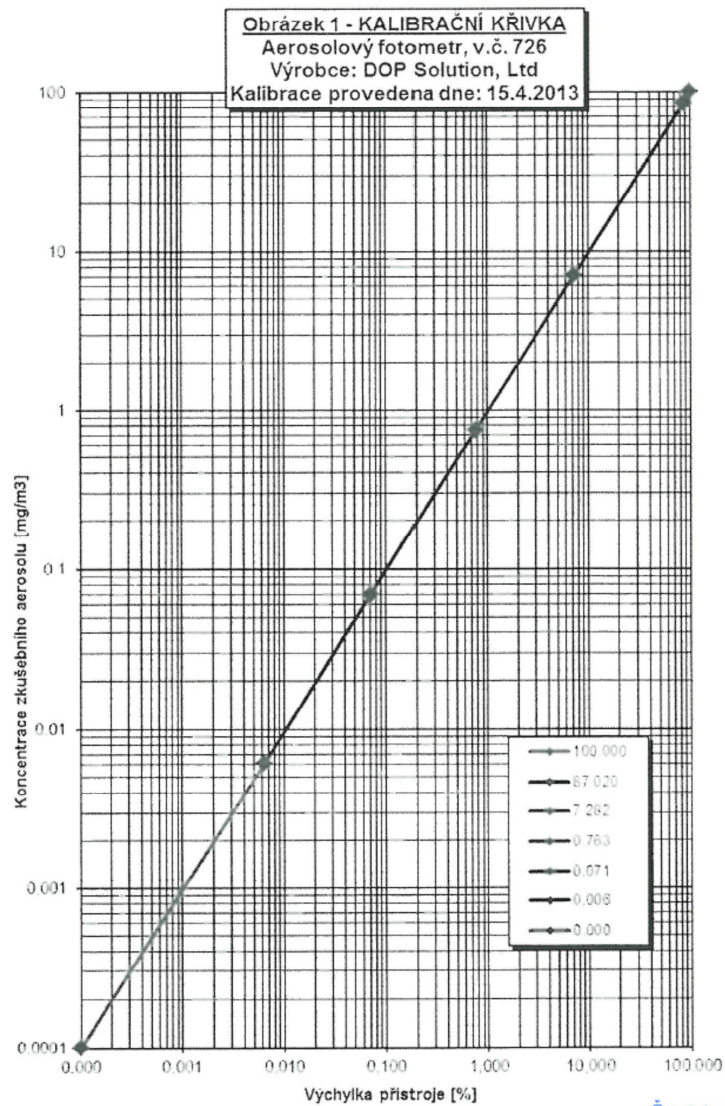
Příloha 6 – Kalibrační listy měřících přístrojů

Kalibrační list aerosolového fotometru – v.č. 726

KALIBRAČNÍ LIST

8018-KL-R0128-13

List 4 z 5



obr.1

Český metrologický institut
Laboratoře primární metrologie
V Betanice 4
150 72 Praha

Tento dokument nesmí být bez písemného souhlasu provádějící laboratoře rozmnožován jinak než v celkovém počtu listů. Naměřené výsledky se vztahují k technickému stavu měřidla, k době a místu provedení kalibrace.

Příloha 6 – Kalibrační listy měřících přístrojů

Kalibrační list aerosolového fotometru – v.č. 726

KALIBRAČNÍ LIST

8018-KL-R0128-13

List 5 z 5

Test linearity a stability dle IEST-RP-CC013.2

Zjištěná odchylka při zvýšení citlivosti 5x byla 2,5 %
Zjištěná odchylka při snížení citlivosti 10x byla 2,5 %

Podle IEST-RP-CC013.2 je povolena odchylka ± 5 %

Konec kalibračního listu.

Český metrologický institut
Laboratoře primární metrologie
V Botanice 4
150 72 Praha
-5-

Tento dokument nesmí být bez písemného souhlasu provádějící laboratoře rozmnožován jinak než v celkovém počtu listů. Naměřené výsledky se vztahují k technickému stavu měřidla, k době a místu provedení kalibrace.

Příloha 6 – Kalibrační listy měřících přístrojů

Kalibrační list měřicího koše – v.č. 7311342001



Český metrologický institut
Okružní 31, 638 00 Brno



tel. +420 545 555 111, fax +420 545 222 728, www.cmi.cz

Kalibrační laboratoř č. 2202 akreditovaná Českým institutem pro akreditaci, o.p.s.

Pracoviště: Oblastní inspektorát Brno, Okružní 31, 638 00 Brno
Oddělení primární etalonáže průtoku kapalin, rychlosti proudění a tepla
tel. +420 545 555 111, fax. +420 545 555 183

KALIBRAČNÍ LIST

6015-KL-P0247-14

Datum vystavení: 19. květen 2014

List 1 ze 2 listů

Zákazník: LABOX spol. s r.o.
Brandýská 8
250 90 Jirny

Uživatel: -

Měřidlo: Balometr
Výrobce: Airflow
Typ: ProHood PH 731
Výrobní číslo: 7311342001
Ostatní údaje: -

Výsledky kalibrace byly získány za podmínek a s použitím postupů uvedených v tomto kalibračním listě a vztahují se pouze k době a místu provedení kalibrace.

Datum kalibrace: 16. květen 2014

Kalibraci provedl:

Vedoucí oddělení:



Ing. Jan Sluše

Mgr. Jindřich Bílek

Příloha 6 – Kalibrační listy měřících přístrojů

Kalibrační list měřícího koše – v.č. 7311342001

KALIBRAČNÍ LIST

6015-KL-P0247-14

List 2 ze 2 listů

Použité etalony: laserový dopplerovský anemometr ILA fp50f-us, ser. č. 738, kalibrováno PTB, kalibrační certifikát PTB-1.41-4060840 ; aerodynamický tunel Westenberg Engineering typ WK 845050-G; Prandtlova trubice AIRFLOW s vyhodnocovací jednotkou WESTENBERG ENGINEERING, v.č. 0025, kalibrováno ČMI, kalibrační list č. 6015-KL-P0057-13

Použité etalony mají metrologickou návaznost na státní etalony ČR a PTB (Německo).

Kalibrační postup: Metoda dle pracovního postupu č. 615-MP-C147.

Místo kalibrace: ČMI OI Brno

Podmínky prostředí: Teplota vzduchu (20 ± 1) °C; RV vzduchu (62 ± 2) %; tlak vzduchu (981 ± 2) hPa

Podmínky kalibrace: Teplota vzduchu v tunelu (20 ± 1) °C; RV vzduchu v tunelu (62 ± 2) %

Výsledky kalibrace:

| | Q_E | Q_M | E | U(E) |
|--------|---------------------|---------------------|------|------|
| | (m ³ /h) | (m ³ /h) | (%) | (%) |
| výtlak | 155 | 144 | -7,3 | 4,9 |
| | 340 | 331 | -2,6 | 4,0 |
| | 648 | 648 | 0,0 | 3,0 |
| | 943 | 953 | 1,1 | 2,9 |
| | 1364 | 1354 | -0,7 | 3,4 |
| | 1750 | 1760 | 0,6 | 3,4 |
| sání | 148 | 143 | -3,3 | 5,0 |
| | 289 | 296 | 2,4 | 4,3 |
| | 593 | 640 | 7,8 | 3,0 |
| | 898 | 922 | 2,7 | 3,4 |
| | 1320 | 1312 | -0,5 | 3,4 |
| | 1751 | 1745 | -0,3 | 3,4 |

Q_E ... průtok měřený etalonem

Q_M ... průtok měřený měřidlem

E ... relativní chyba měřidla

U(E) ... kombinovaná rozšířená nejistota chyby měřidla

Standardní nejistota měření byla určena v souladu s dokumentem EA-4/02. Uvedená rozšířená nejistota měření je součinem standardní nejistoty měření a koeficientu k , který odpovídá pravděpodobnosti pokrytí přibližně 95 %, což pro normální rozdělení odpovídá koeficientu rozšíření $k = 2$.

Konec kalibračního listu.

Český metrologický institut
Oblastní inspektorát Brno
Okružní 31
638 00 Brno
-11-

Tento dokument nesmí být bez písemného souhlasu provádějící laboratoře rozmnožován jinak než v celkovém počtu listů.

Příloha 6 – Kalibrační listy měřících přístrojů

Kalibrační list termického anemometru – v.č. TA4301035005



Český metrologický institut
Okružní 31, 638 00 Brno



tel. +420 545 555 111, fax +420 545 222 728, www.cmi.cz

Kalibrační laboratoř č. 2202 akreditovaná Českým institutem pro akreditaci, o.p.s.

Pracoviště: Oblastní inspektorát Brno, Okružní 31, 638 00 Brno
Oddělení primární etalonáže průtoku kapalin, rychlosti proudění a tepla
tel. +420 545 555 111, fax. +420 545 555 183

KALIBRAČNÍ LIST

6015-KL-P0155-15

Datum vystavení: 2. dubna 2015

List 1 ze 2 listů

Zákazník: LABOX spol. s r.o.
Brandýská 8
250 90 Jirmy

Uživatel: -

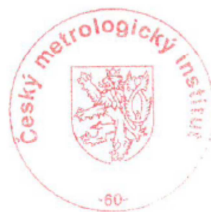
Měřidlo: Anemometr termický
Výrobce: Airflow
Typ: TA430
Výrobní číslo: TA4301035005
Ostatní údaje: Ev.č. 139

Výsledky kalibrace byly získány za podmínek a s použitím postupů uvedených v tomto kalibračním listě a vztahují se pouze k době a místu provedení kalibrace.

Datum kalibrace: 1. dubna 2015

Kalibraci provedl:

Ing. Jan Sluše



Vedoucí oddělení:

Mgr. Jindřich Bílek

Tento dokument nesmí být bez písemného souhlasu provádějící laboratoře rozmnožován jinak než v celkovém počtu listů.

Příloha 6 – Kalibrační listy měřících přístrojů

Kalibrační list termického anemometru – v.č. TA4301035005

KALIBRAČNÍ LIST

6015-KL-P0155-15

List 2 ze 2 listů

Použité etalony: laserový dopplerovský anemometr ILA fp50f-us, ser. č. 738, kalibrováno PTB, kalibrační certifikát PTB-1.41-4060840 ; aerodynamický tunel Westenberg Engineering typ WK 845050-G

Použité etalony mají metrologickou návaznost na státní etalony ČR a PTB (Německo).

Kalibrační postup: Metoda dle pracovního postupu č. 615-MP-C147.

Místo kalibrace: ČMI OI Brno

Podmínky prostředí: Teplota vzduchu ($21,5 \pm 0,5$) °C; RV vzduchu (44 ± 1) %; tlak vzduchu (974 ± 1) hPa

Podmínky kalibrace: Teplota vzduchu v tunelu ($21,5 \pm 0,5$) °C; RV vzduchu v tunelu (44 ± 1) %

Výsledky kalibrace:

| v_E | v_M | E | U(E) |
|--------|--------|--------|-------|
| m/s | m/s | m/s | m/s |
| 0,301* | 0,283 | -0,018 | 0,011 |
| 0,549 | 0,500 | -0,049 | 0,012 |
| 7,539 | 6,812 | -0,727 | 0,038 |
| 15,054 | 13,961 | -1,093 | 0,075 |
| 22,58 | 21,01 | -1,57 | 0,11 |
| 30,06 | 27,90 | -2,16 | 0,15 |

v_E ... rychlost měřená etalonem

v_M ... rychlost měřená měřidlem

E ... chyba měřidla

U(E) ... kombinovaná rozšířená nejistota chyby měřidla

*... rychlost proudění mimo rozsah akreditace

Standardní nejistota měření byla určena v souladu s dokumentem EA-4/02. Uvedená rozšířená nejistota měření je součinem standardní nejistoty měření a koeficientu k , který odpovídá pravděpodobnosti pokrytí přibližně 95 %, což pro normální rozdělení odpovídá koeficientu rozšíření $k = 2$.

Konec kalibračního listu.

Český metrologický institut
Oblastní inspektorát Brno
Okružní 31
638 00 Brno
-11-

Tento dokument nesmí být bez písemného souhlasu provádějící laboratoře rozmnožován jinak než v celkovém počtu listů.

Příloha 6 – Kalibrační listy měřících přístrojů

Kalibrační list elektronického mikromanometru (vstup -) – v.č. 117284



Český metrologický institut

Okružní 31, 638 00 Brno

tel. +420 545 555 111, fax +420 545 222 728, www.cmi.cz



Pracoviště: Oblastní inspektorát Brno, Okružní 31, 638 00 Brno, tel. (+420) 545 555 111, fax. 545 555 183
Oddělení primární metrologie tlaku, vakua a malého hmotnostního průtoku .

KALIBRAČNÍ LIST

6013-KL-C0280-15

Tento kalibrační list je v souladu s kalibračními schopnostmi měření (CMCs), které jsou uvedeny v příloze C Ujednání o vzájemném uznávání (MRA) vydaného Mezinárodním výborem pro míry a váhy (CIPM). Podle tohoto Ujednání všechny zúčastněné instituty vzájemně uznávají platnost svých kalibračních listů pro veličiny, rozsahy a nejistoty měření uvedené v příloze C (podrobnosti viz www.bipm.org).

Datum vystavení: 22. 4. 2015

List 1 ze 2 listů

Zákazník: LABOX, spol. s r. o.
Brandýská 8
250 90 Jirny

Měřidlo: Číslíkový tlakoměr

Výrobce: AIRFLOW

Typ: PVM 100

Výrobní číslo: 117284

Rozsah: (-3500 ÷ 3500) Pa vstup -

Specifikace: 1 Pa + 1 % MH

Výsledky kalibrace byly získány za podmínek a s použitím postupů uvedených v tomto kalibračním listě a vztahují se pouze k době a místu provedení kalibrace.

Datum kalibrace: 22. 4. 2015

Kalibraci provedl:

Jaroslav Horák



Vedoucí oddělení:

Ing. Zdeněk Krajiček, Ph.D.

Tento dokument nesmí být bez písemného souhlasu provádějící laboratoře rozmnožován jinak než v celkovém počtu listů.

Příloha 6 – Kalibrační listy měřících přístrojů

Kalibrační list elektronického mikromanometru (vstup -) – v.č. 117284

| KALIBRAČNÍ LIST | 6013-KL-C0280-15 | List 2 ze 2 listů | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|------------|---|----------|------------|-------|------------|--|--|-------------|--|--|-------|----------|------------|-------|----------|------------|----|----|----|----|----|----|----|---|---|---|---|---|---|---|------|------|----|---|------|----|---|--------|------|---|---|------|---|---|--------|--------|---|---|--------|---|---|--------|--------|-----|---|--------|-----|---|--------|--------|-----|---|--------|-----|---|--------|--------|-----|---|--------|-----|---|--------|--------|---|---|--------|---|---|
| Použité etalony: | Pístový tlakoměr, typ Pressurements V1600/4, v. č. 12215-99, rozsah (20 ÷ 16 000) Pa, kalibrováno ČMI OI Brno, kalibrační list č. 6013-KL-P0001-15, rozšířená nejistota: 0,08 Pa + 0,007 % MH. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kalibrační postup: | Měřidlo bylo zkoušeno podle interní metodiky 601-MP-C046. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Podmínky prostředí: | teplota vzduchu: (20 ±1) °C | relativní vlhkost: (55 ±10) % barometrický tlak: (980 ±30) hPa abs. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Podmínky kalibrace: | Použité tlakové médium: suchý čistý plyn | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Výsledky kalibrace: | <p>p_e konvenčně pravá hodnota tlaku;</p> <p>p_z střední hodnota tlaku indikovaného kalibrovaným měřidlem;</p> <p>Δ $\Delta = p_z - p_e$ odchylka kalibrovaného měřidla;</p> <p>U_Δ rozšířená nejistota stanovení odchylky;</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">p_e</th> <th colspan="3">zatěžování</th> <th colspan="3">odlehčování</th> </tr> <tr> <th>p_z</th> <th>Δ</th> <th>U_Δ</th> <th>p_z</th> <th>Δ</th> <th>U_Δ</th> </tr> <tr> <th>Pa</th> <th>Pa</th> <th>Pa</th> <th>Pa</th> <th>Pa</th> <th>Pa</th> <th>Pa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>-500</td> <td>-501</td> <td>-1</td> <td>2</td> <td>-501</td> <td>-1</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>-1 000</td> <td>-997</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>-997</td> <td>3</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>-1 500</td> <td>-1 500</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>-1 500</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>-2 000</td> <td>-2 011</td> <td>-11</td> <td>2</td> <td>-2 012</td> <td>-12</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>-2 500</td> <td>-2 524</td> <td>-24</td> <td>1</td> <td>-2 524</td> <td>-24</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>-3 000</td> <td>-3 024</td> <td>-24</td> <td>2</td> <td>-3 024</td> <td>-24</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>-3 500</td> <td>-3 498</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>-3 498</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table> | | | | | | p_e | zatěžování | | | odlehčování | | | p_z | Δ | U_Δ | p_z | Δ | U_Δ | Pa | Pa | Pa | Pa | Pa | Pa | Pa | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | -500 | -501 | -1 | 2 | -501 | -1 | 2 | -1 000 | -997 | 3 | 2 | -997 | 3 | 2 | -1 500 | -1 500 | 0 | 1 | -1 500 | 0 | 1 | -2 000 | -2 011 | -11 | 2 | -2 012 | -12 | 2 | -2 500 | -2 524 | -24 | 1 | -2 524 | -24 | 1 | -3 000 | -3 024 | -24 | 2 | -3 024 | -24 | 2 | -3 500 | -3 498 | 2 | 2 | -3 498 | 2 | 2 |
| p_e | zatěžování | | | odlehčování | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | p_z | Δ | U_Δ | p_z | Δ | U_Δ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pa | Pa | Pa | Pa | Pa | Pa | Pa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| -500 | -501 | -1 | 2 | -501 | -1 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| -1 000 | -997 | 3 | 2 | -997 | 3 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| -1 500 | -1 500 | 0 | 1 | -1 500 | 0 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| -2 000 | -2 011 | -11 | 2 | -2 012 | -12 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| -2 500 | -2 524 | -24 | 1 | -2 524 | -24 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| -3 000 | -3 024 | -24 | 2 | -3 024 | -24 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| -3 500 | -3 498 | 2 | 2 | -3 498 | 2 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Standardní nejistota měření byla určena v souladu s dokumentem EA-4/02. Uvedená rozšířená nejistota měření je součinem standardní nejistoty měření a koeficientu k, který odpovídá pravděpodobnosti pokrytí přibližně 95 %, což pro normální rozdělení odpovídá koeficientu rozšíření $k = 2$.</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Vyjádření o plnění specifikace: | Měřidlo vyhovělo specifikované přesnosti: 1 Pa + 1 % MH | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Konec kalibračního listu. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Použité zkratky: | MH - měřená hodnota | | | Český metrologický institut Oblastní inspektorát Brno Obrubná 31 602 00 Brno -5- místo pro otisk razítka | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | FS - celkový rozsah měřidla | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Tento dokument nesmí být bez písemného souhlasu provádějící laboratoře rozmnožován jinak než v celkovém počtu listů.</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Příloha 6 – Kalibrační listy měřících přístrojů

Kalibrační list elektronického mikromanometru (vstup +) – v.č. 117284



Český metrologický institut
Okružní 31, 638 00 Brno

tel. +420 545 555 111, fax +420 545 222 728, www.cmi.cz



Pracoviště: Oblastní inspektorát Brno, Okružní 31, 638 00 Brno, tel. (+420) 545 555 111, fax. 545 555 183
Oddělení primární metrologie tlaku, vakua a malého hmotnostního průtoku .

KALIBRAČNÍ LIST

6013-KL-C0281-15

Tento kalibrační list je v souladu s kalibračními schopnostmi měření (CMCs), které jsou uvedeny v příloze C Ujednání o vzájemném uznávání (MRA) vydaného Mezinárodním výborem pro míry a váhy (CIPM). Podle tohoto Ujednání všechny zúčastněné instituty vzájemně uznávají platnost svých kalibračních listů pro veličiny, rozsahy a nejistoty měření uvedené v příloze C (podrobnosti viz www.bipm.org).

Datum vystavení: 22. 4. 2015

List 1 ze 2 listů

Zákazník: LABOX, spol. s r. o.
Brandýská 8
250 90 Jirny

Měřidlo: Číslíkový tlakoměr

Výrobce: AIRFLOW

Typ: PVM 100

Výrobní číslo: 117284

Rozsah: (-3500 ÷ 3500) Pa vstup +

Specifikace: 1 Pa + 1 % MH

Výsledky kalibrace byly získány za podmínek a s použitím postupů uvedených v tomto kalibračním listě a vztahují se pouze k době a místu provedení kalibrace.

Datum kalibrace: 22. 4. 2015

Kalibraci provedl:

Jaroslav Horák



Vedoucí oddělení:

Ing. Zdeněk Krajiček, Ph.D.

Tento dokument nesmí být bez písemného souhlasu provádějící laboratoře rozmnožován jinak než v celkovém počtu listů.

Příloha 6 – Kalibrační listy měřících přístrojů

Kalibrační list elektronického mikromanometru (vstup +) – v.č. 117284

| KALIBRAČNÍ LIST | 6013-KL-C0281-15 | List 2 ze 2 listů | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|--|------------|-------------|----------|------------|-------|------------|--|--|-------------|--|--|-------|----------|------------|-------|----------|------------|----|----|----|----|----|----|----|---|---|---|---|---|---|---|-----|-----|----|---|-----|----|---|-------|-------|---|---|-------|---|---|-------|-------|---|---|-------|---|---|-------|-------|----|---|-------|----|---|-------|-------|----|---|-------|----|---|-------|-------|----|---|-------|----|---|-------|-------|----|---|-------|----|---|
| Použité etalony: | Pístový tlakoměr, typ Pressurements V1600/4, v. č. 12215-99, rozsah (20 ÷ 16 000) Pa, kalibrováno ČMI OI Brno, kalibrační list č. 6013-KL-P0001-15, rozšířená nejistota: 0,08 Pa + 0,007 % MH. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kalibrační postup: | Měřidlo bylo zkoušeno podle interní metodiky 601-MP-C046. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Podmínky prostředí: | teplota vzduchu: (20 ±1) °C | relativní vlhkost: (55 ±10) % barometrický tlak: (980 ±30) hPa abs. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Podmínky kalibrace: | Použité tlakové médium: suchý čistý plyn | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Výsledky kalibrace: | <p>p_e konvenčně pravá hodnota tlaku; p_z střední hodnota tlaku indikovaného kalibrovaným měřidlem; Δ $\Delta = p_z - p_e$ odchylka kalibrovaného měřidla; U_Δ rozšířená nejistota stanovení odchylky;</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">p_e</th> <th colspan="3">zatěžování</th> <th colspan="3">odlehčování</th> </tr> <tr> <th>p_z</th> <th>Δ</th> <th>U_Δ</th> <th>p_z</th> <th>Δ</th> <th>U_Δ</th> </tr> <tr> <th>Pa</th> <th>Pa</th> <th>Pa</th> <th>Pa</th> <th>Pa</th> <th>Pa</th> <th>Pa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>500</td> <td>497</td> <td>-3</td> <td>2</td> <td>498</td> <td>-2</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1 000</td> <td>1 001</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1 001</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1 500</td> <td>1 504</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>1 505</td> <td>5</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>2 000</td> <td>2 012</td> <td>12</td> <td>1</td> <td>2 012</td> <td>12</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>2 500</td> <td>2 519</td> <td>19</td> <td>1</td> <td>2 520</td> <td>20</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>3 000</td> <td>3 019</td> <td>19</td> <td>2</td> <td>3 019</td> <td>19</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>3 500</td> <td>3 510</td> <td>10</td> <td>3</td> <td>3 510</td> <td>10</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table> | | | | | | p_e | zatěžování | | | odlehčování | | | p_z | Δ | U_Δ | p_z | Δ | U_Δ | Pa | Pa | Pa | Pa | Pa | Pa | Pa | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 500 | 497 | -3 | 2 | 498 | -2 | 1 | 1 000 | 1 001 | 1 | 1 | 1 001 | 1 | 1 | 1 500 | 1 504 | 4 | 2 | 1 505 | 5 | 1 | 2 000 | 2 012 | 12 | 1 | 2 012 | 12 | 2 | 2 500 | 2 519 | 19 | 1 | 2 520 | 20 | 2 | 3 000 | 3 019 | 19 | 2 | 3 019 | 19 | 1 | 3 500 | 3 510 | 10 | 3 | 3 510 | 10 | 3 |
| p_e | zatěžování | | | odlehčování | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | p_z | Δ | U_Δ | p_z | Δ | U_Δ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pa | Pa | Pa | Pa | Pa | Pa | Pa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 500 | 497 | -3 | 2 | 498 | -2 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 000 | 1 001 | 1 | 1 | 1 001 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 500 | 1 504 | 4 | 2 | 1 505 | 5 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 000 | 2 012 | 12 | 1 | 2 012 | 12 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 500 | 2 519 | 19 | 1 | 2 520 | 20 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 000 | 3 019 | 19 | 2 | 3 019 | 19 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 500 | 3 510 | 10 | 3 | 3 510 | 10 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | <p>Standardní nejistota měření byla určena v souladu s dokumentem EA-4/02. Uvedená rozšířená nejistota měření je součinem standardní nejistoty měření a koeficientu k, který odpovídá pravděpodobnosti pokrytí přibližně 95 %, což pro normální rozdělení odpovídá koeficientu rozšíření $k = 2$.</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Vyjádření o plnění specifikace: | Měřidlo vyhovělo specifikované přesnosti: 1 Pa + 1 % MH | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Konec kalibračního listu. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Použité zkratky: | <p>MH - měřená hodnota FS - celkový rozsah měřidla</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | <p style="font-size: small;">Český metrologický institut Ošoviců 25, 602 00 Brno Okružní 31 638 00 Brno -6-</p> <p style="font-size: x-small;">místo pro otisk razítka</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tento dokument nesmí být bez písemného souhlasu provádějící laboratoře rozmnožován jinak než v celkovém počtu listů. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Příloha 7 – Projektová dokumentace vzduchotechnického systému

002 - Technická zpráva

003 - Seznam strojů a zařízení

010 - Schéma VZT

011 - Výkres VZT



LABOX, spol. s r. o.,
Brandýská 8, 250 90 Jirny
Tel.: +420281012550;
Fax: +420281012553
E-mail: info@labox.cz

| | | |
|-------------------------------------|---------------------|----------------------------|
| Divize Projekce a dodávky | | Skart. znak 2020 |
| Objekt/PS | Stupeň RD | Třídící znak |

Název zakázky:

**Rozšíření čistého prostoru mikrobiologické laboratoře
Bílé Vchýnice
Realizační projekt**

Název dokumentace

**Dokumentace provozních souborů
Vzduchotechnika**

Pořadové
číslo

002

Značka

Vypracoval
Ondřej Dundr

Schválil
Ing. Vladimír Vayhel

Datum
03/2009

Celk. počet
A4
19

Technická zpráva

Číslo zakázky:
2009-017

Č. svitku MF

Archivní číslo:
017-2009-VZT-002

Index

List č.:
1

OBSAH

| | |
|---|----|
| 1. ÚVOD | 3 |
| 2. ZÁKLADNÍ ÚDAJE | 3 |
| 3. PŘEHLED A POPIS ZAŘÍZENÍ A JEJICH FUNKCE | 4 |
| 4. Energie | 5 |
| 4.1 Elektrická energie | 5 |
| 5. POŽADAVKY NA PROFESE | 5 |
| 5.1 POŽADAVKY NA SYSTÉM M+R a ELEKTRO VZDUCHOTECHNIKY | 5 |
| 5.2 Silnoproud | 6 |
| 5.3 Zdravotechnika | 6 |
| 5.4 Vytápění | 6 |
| 5.5 Chlazení | 6 |
| 5.6 Stavba | 7 |
| 6. Požární ochrana | 7 |
| 7. Povrchová ochrana, použité materiály, jakost provedení | 7 |
| 8. GARANTOVANÉ HODNOTY | 8 |
| 9. . POKYNY PRO MONTÁŽ | 8 |
| 10. POKYNY PRO OBSLUHU A ÚDRŽBU | 9 |
| 11. KOMPLEXNÍ ZKOUŠKY | 10 |
| 12. ZÁVĚR | 10 |
| 13. PŘÍLOHA 1 - TECHNICKÉ LISTY | 11 |
| 14. PŘÍLOHA 2 - VÝKONY VZDUCHOTECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ | 18 |

1. ÚVOD

Tento projekt pro realizaci stavby řeší rozšíření čistých prostor mikrobiologické laboratoře v Bílé Vchýnici, 533 16 Vápno u Přelouče. Návrh řešení VZT byl vypracován na základě těchto podkladů a požadavků:

- objednávka zadavatele
- technologické podklady a požadavky.
- stavební podklady
- norem a podkladů výrobců VZT
- konzultace a jednání

2. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Parametry venkovního ovzduší

| | | |
|------|---------------|------------------------------------|
| Zima | teplota | $t_e = -12 \text{ }^\circ\text{C}$ |
| | Měrná vlhkost | $x_e = 1,2 \text{ g/kg s.v.}$ |
| Léto | teplota | $t_e = 29 \text{ }^\circ\text{C}$ |
| | entalpie | $h_e = 58,2 \text{ kJ/kg s.v.}$ |

Letní hodnoty odpovídají maximálním výpočtovým parametrům pro oblast Hradce Králové.

Parametry čistých prostor prostorů :

| | | |
|------|--------------|---|
| Zima | teplota | $t_i = 22 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ |
| | rel. vlhkost | neupravuje se |
| Léto | teplota | $t_i = 22 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ |
| | rel. vlhkost | neupravuje se |

Charakteristika zařízení:

Vzduchotechnika čistého prostoru mikrobiologické laboratoře

Vzduchotechnické zařízení slouží pro udržování parametrů vzduchu v místnostech čistých prostor. Jedná se hlavně o: tlakové poměry jednotlivých místností, teplotu, třídu čistoty a odvod škodlivin.

Veškeré prostory jsou klimatizovány vzduchotechnikou pracující se 75% cirkulačního a 25% čerstvého vzduchu a udržován tlakový spád prostoru.

3. PŘEHLED A POPIS ZAŘÍZENÍ A JEJICH FUNKCE

Přehled vzduchových výkonů čistých prostor mikrobiologické laboratoře:

| Číslo místnosti | Název místnosti | Objem místnosti | Třída čistoty | Intenzita výměny vzduchu (skutečná) | Přívod vzduchu | Odvod vzduchu | Teplota | Přetlak |
|-----------------|------------------------------|-----------------|---------------|--|-------------------|-------------------|---------|---------|
| | | m ³ | - | 1/h | m ³ /h | m ³ /h | °C | Pa |
| 1.1 | Přípravna | 6,65 | K | 15 | 100 | 100 | 22 ±2 | 0 |
| 1.2 | Personální propust I. | 8,05 | C | 31 | 250 | 220 | 22 ±2 | 15±5 |
| 1.3 | Personální propust II. | 6,25 | B | 51,2 | 320 | 290 | 22 ±2 | 20±5 |
| 1.4 | Místnost pro testy sterility | 12,75 | B | 47,59 | 600 | 500 | 22 ±2 | 30±5 |
| 1.4a | Materiálová propust | 0,23 | B | 217 | 50 | 40 | 22 ±2 | 15±5 |

Zařízení 1, čistý prostor mikrobiologické laboratoře

Přívod vzduchu je zajištěn klimatizační jednotkou zajišťující dvoustupňovou filtraci, ohřev nebo chlazení přiváděného vzduchu.

Ventilátor klimajednotky je ovládán frekvenčním měničem.

Celkový průtok vzduchu přiváděného klimajednotkou je 1320m³/h při plném provozu, při útlumovém provozu je přiváděno 660m³/h.

Odtah vzduchu z místností je zajištěn odtahovým ventilátorem, ovládaným frekvenčním měničem.

Celkový průtok odváděného vzduchu při plném provozu činí 1010m³/h a při útlumovém režimu 505m³/h.

Směšování čerstvého a cirkulačního vzduchu je řešeno příslušně řešeným potrubím mezi odtahovým ventilátorem a přívodní jednotkou – viz výkresová dokumentace.

Ohřev přiváděného vzduchu je zajištěn elektroohříváčem o výkonu 12kW. Chlazení přiváděného vzduchu je zajištěno přímým výparníkem s vypařovací teplotou 6°C. Jako zdroj chladu slouží kondenzační jednotka umístěná zvenku budovy. Chladicí výkon je 6,3kW.

- | | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| Výstupní filtr klimajednoty F9 | konečná tlaková ztráta – 200Pa |
| Jeden přívodní HEPA filtr H13 | konečná tlaková ztráta – 350Pa |
- dále požadujeme zajistit ovládání klapky a regulátorů průtoků
 - ovládání a sledování chodu zařízení
 - kontrolu přetržení řemene ventilátoru
 - signalizaci polohy protipožárních klapky

Na vstupu do klimajednotek jsou klapky s havarijní funkcí uzavření (při výpadku el. energie). Klapka uzavírá při odstavení příslušné klimajednotky a otvírá při uvedení do chodu.

5.2 Silnoproud

Vzduchotechnická zařízení je nutno napojit na el. rozvodnou soustavu 3x 400 V a 230 V. Napojení spotřebičů provést ve smyslu požadavků jednotlivých výrobců zařízení. Zabezpečit uzemnění všech vzduchotechnických zařízení včetně potrubních rozvodů.

5.3 Zdravotechnika

Zajistit napojení odvodu kondenzátu od chladiče.

5.4 Vytápění

| | | |
|---|-------------------|-----------|
| <u>Komora ohříváče</u> | | |
| <u>Médium: třífázový střídavý proud</u> | | |
| tepelný výměník | | |
| materiál | | |
| elektrické topné rohože | | |
| jmen.výkon motoru | kW | 12 |
| napětí/frekvence | V/Hz | 3x400/50 |
| odber proudu | A | 17.3 |
| prepín.stupne | | 2.00 |
| vzduch | | |
| objemový proud | m ³ /h | 2000 |
| tlaková ztráta | Pa | 16 |
| rychlost prítoku | m/s | 2.23 |
| aktivní plocha | m ² | 0.25 |
| vstup | | |
| teplota / vlhkost relativní | °C/% | 3.0/80.0 |
| vlhkost absolutní | g/kg | 3.7 |
| výstup | | |
| teplota / vlhkost relativní | °C/% | 20.9/24.5 |
| vlhkost absolutní | g/kg | 3.7 |

5.5 Chlazení

| | | |
|-----------------------|-------------------|----------------|
| Přímý výparník | | |
| tepelný výměník | | |
| materiál | | |
| Rám | ocel, pozinkovaná | |
| provedení potrubí | | měděné potrubí |
| lamely hliník | | |
| system žebr.trubek | | SD251/100 |
| pocet rad | | 3.0 |
| vstřiky | | 2 |

| | | |
|-----------------------------|-------------------|-----------|
| roztec lamel | mm | 2.50 |
| přípojky uvnitř / vne | | vnější |
| obsah vody | l | 0 |
| vzduch | | |
| objemový proud | m ³ /h | 2000 |
| tlaková ztráta | Pa | 102 |
| rychlost prítoku | m/s | 3.41 |
| vstup | | |
| teplota / vlhkost relativní | °C/% | 26.0/38.0 |
| vlhkost absolutní | g/kg | 7.9 |
| výstup | | |
| teplota / vlhkost relativní | °C/% | 16.7/67.4 |
| vlhkost absolutní | g/kg | 7.9 |
| množství kondenzátu | kg/h | 0.0 |
| výkon | | |
| celková | kW | 6.3 |
| citlivý | kW | 6.3 |
| medium | | |
| druh chladiva | | R410A |
| teplota | | |
| výparník vstup | °C | 6 |
| odparování | °C | 6 |
| rychlost proudění | m/s | 4.410 |
| tlak max. přípustný | bar | 16.0 |
| teplota max. přípustná | °C | 110 |

Jako zdroj chladu slouží kondenzační jednotka.

5.6 Stavba

V rámci stavebních profesí bude nutno zajistit následující práce a přípomoce:

- provedení veškerých prostupů pro trasy vzduchovodů, tyto otvory budou o 50 mm systematicky větší na každou stranu, než je jmenovitý otvor potrubí a jejich následné utěsnění dle požadavků požární odolnosti
- provedení obestaveb vzt potrubí
- zajištění přístupu k požárním klapkám, regulačním klapkám a ostatním prvkům vyžadující pravidelný servis tak, aby byla možná údržba
- zajištění řádného osvětlení pro montáž, údržbu a servis zařízení.

6. Požární ochrana

Na hranicích požárních úseků budou instalovány požární klapky. Všechny požární klapky budou opatřeny koncovým spínačem,

7. Povrchová ochrana, použité materiály, jakost provedení

Vzduchotechnické potrubí bude vyrobeno z pozinkovaného plechu sk. 1, bez nátěrů. Pro spojování budou použity lištové příruby. Přívodní potrubí čistých prostor bude provedeno ve třídě těsnosti 3.

8. GARANTOVANÉ HODNOTY

Teplota

Je garantována teplota dle kapitoly 2, pokud nebudou překročeny parametry venkovního ovzduší.

Vlhkost vzduchu

Neupravuje se

9. . POKYNY PRO MONTÁŽ

Při montáži je třeba dodržovat podrobné pokyny pro montáž jednotlivých strojů a elementů přiložených k dodávce nebo uvedených v jednotlivých normách.

Veškeré díly vzduchovodů s volnou přírubou budou upraveny na montáži na potřebnou délku dle situace.

Závěsy, případně podpěry, potrubí budou zhotoveny na montáži z dodaného materiálu. Přesné umístění závěsů určí vedoucí montáže.

Potrubí na závěsech bude podloženo pryží.

Spoje vzduchovodů musí být podle ČSN 34 1010 při montáži vodivě spojeny pro ochranu před nebezpečným dotykovým napětím. Pro vodivé spojení slouží minimálně dvě vějířové podložky dle ČSN 32 1745.0 vložené pod hlavu šroubu a pod matici na každém spoji. Tento spojovací materiál musí být pozinkován.

Je nutno zajistit, aby tlumící vložky a pružné izolátory byly překlenuty pružným vodivým spojem.

Před montáží jednotlivých dílů z nich odstraňte nečistoty. Díly vzduchotechnického potrubí musí být těsně před montáží zbaveny mokrou cestou všech nečistot vně i uvnitř. Při přerušení montáže na dobu delší než cca 30 minut musí být volný konec potrubí uzavřen (např. igelitem těsně přichyceným páskou atd.).

Před a po montáži klapky vyzkoušejte jejich funkci.

Vzduchovody v místech průchodů zdí musí být obaleny tlumící tkaninou FIBREX.

Veškerá montáž vzduchotechniky se provede podle následujícího postupu:

Montáž vzduchotechniky prostoru laboratoře se provede před montáží prvků prostoru laboratoře po ukončení montáže se provede kontrola těsnosti potrubního rozvodu, oprava netěsných míst a hrubé naregulování průtoku

montáž čistého stropu a stěn se provede jako poslední montážní operace po ukončení začišťovacích stavebních prací, nátěrů stěn a ukončení montáže technologie. Souběžně s montáží čistého stropu se provede elektrické připojení osvětlení.

po ukončení montáže čistého stropu a stěn se provede pročištění systému jednak mechanicky, jednak průchodem vzduchu po dobu cca 48 hodin a po konečném úklidu prostoru laboratoře osazení koncových filtrů včetně jejich defektoskopie po montáži

nakonec se provede definitivní zaregulování vzduchotechniky a nastavení tlakového obrazce v čistém prostoru a provede se měření parametrů prostoru laboratoře pro validaci.

10. POKYNY PRO OBSLUHU A ÚDRŽBU

Tyto pokyny slouží jako pomůcka pro odborné pracovníky provozovatele vzduchotechnických zařízení, případně investora, u nichž se předpokládá, že mají již praxi s provozem takovýchto zařízení. Pokyny mají význam zejména pro období najíždění celého zařízení, kdy nejsou k dispozici podrobnější provozní předpisy. Účelem těchto předpisů je umožnit provizorní provozování vzduchotechnických zařízení a zabránit hrubým chybám obsluhy.

Ovládání zařízení

Ovládat vzduchotechnická zařízení, včetně všech návazných profesí, smějí jen osoby, které nabyly k tomu způsobilost školením a jsou prokazatelně seznámeny s předanou dokumentací. Spouštění a zastavování jednotlivých vzduchotechnických zařízení se provádí z ovládacího panelu místně, nebo z velína. Chod zařízení je signalizován. Ovládání je vždy dvojím způsobem - ručně - automaticky. Příslušné ovladače jsou umístěny na rozvaděči měření a regulace.

Provoz vzduchotechnických zařízení je možný pouze tehdy, jsou-li zajištěny v dostatečném rozsahu a kvalitě potřebné energie..

Obsluha a údržba

Žádné vzduchotechnické zařízení nemůže být provozováno bez svědomité obsluhy a pravidelné údržby. Celé zařízení, zejména nasávací mříže a žaluzie, musí být udržovány v čistotě. Pravidelně je nutno čistit také vnitřky klimatizačních zařízení, žebrované plochy výměníků atd. Intervaly čištění stanoví provozovatel podle provozních zkušeností.

Za provozu je nutno dodržovat provozní předpisy jednotlivých zařízení předané uživateli současně s dodávkou.

PRAVIDELNĚ JE TŘEBA:

vyměňovat filtrační medium ve vzduchových filtrech klimajednotky (nepřekračovat maximální doporučené hodnoty tlakové ztráty)
kontrolovat stav ložisek rotačních strojů a regulačních klapek a mazat je podle návodu
kontrolovat napětí řemenů a volné řemeny napínat, případně vyměnit(vždy celou sadu)
pravidelně kontrolovat podtlak v prostoru laboratoře
pravidelně (cca 1x ročně) zajistit měření parametrů prostoru laboratoře (Defektoskopie filtrů, vzduchový výkon, rezerva vzduchového výkonu, tlakový obrazec)
provádět prohlídky a kontroly funkce elektročástí podle platných předpisů a norem
o výsledcích kontrol a prohlídek vést řádné záznamy a kontrolovat provádění přijatých opatření.

Bezpečnost práce

Dodržovat upozornění uvedená v této technické zprávě, platné předpisy a zákonná ustanovení. Pravidelně školit a průkazně poučovat provozní personál o bezpečnosti práce.

Požární ochrana

Na hranicích požárních úseků budou instalovány požární klapky. Všechny požární klapky budou opatřeny koncovým spínačem, Dodržovat obecně platné předpisy požární ochrany a pravidelně kontrolovat stav zařízení z hlediska požární ochrany.

11. KOMPLEXNÍ ZKOUŠKY

Komplexní vyzkoušení slouží k prokázání kvality dodávky provozního souboru. Dodávka je kvalitní, jestliže je úplná a nevykazuje zjevné vady.

Věcná náplň komplexního vyzkoušení zahrnuje spuštění zařízení do chodu na předem dohodnutou dobu, průběžnou kontrolu chodu a prověření správných reakcí automatické regulace.

Po vyzkoušení bude provedena validace prostoru, která musí být realizována akreditovanou laboratoří. Validace je součástí dodávky VZT.

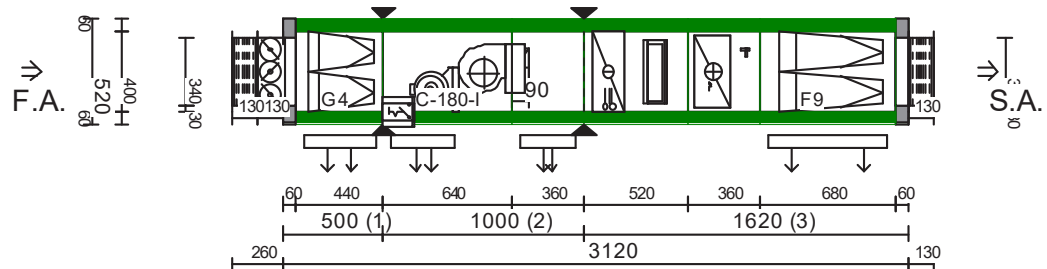
Dokumentace pro najíždění, případně provozní předpisy nejsou součástí projektové dokumentace.

12. ZÁVĚR

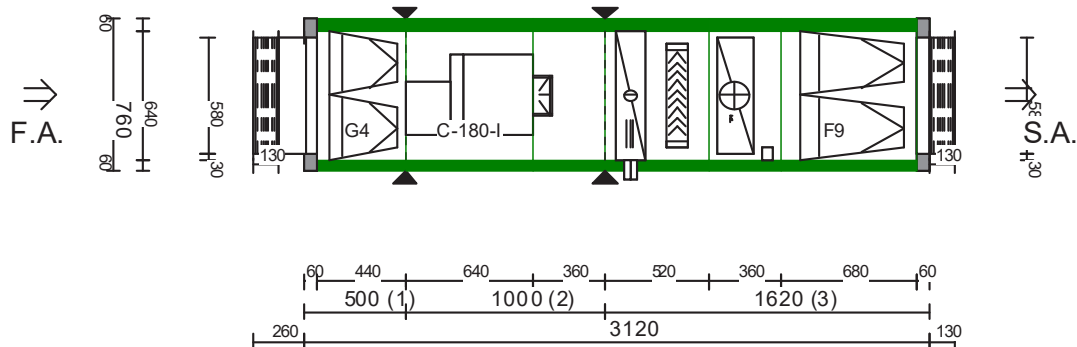
Realizační projekt, byl zpracován podle zadání investora a současně platných norem. Přesný rozsah dodávky s rozpisem jednotlivých dílů je uveden v Seznamu strojů a zařízení. Případné změny při realizaci nebo změny v projektu je možno provádět pouze po vzájemné dohodě s odpovědným projektantem.

Pokud nastanou změny, které by měly vliv na řešení vzduchotechniky, je nutné je promítnout do dodatku k projektu.

13. PŘÍLOHA 1 – TECHNICKÉ LISTY



| | | | | |
|---|--|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> Servisní vypínač Elektro Vypínač osvětlení Měřicí otvor Otvor všeob. Diferenční tlak Teplomer Kontaktní manometr U-trubkový manom. Trubkový manometr dp dp Teplomer Vyhřívavý odpad Protimraz. topení Sifon Smeš. ventil Pohon Delicí rovina Vestavené prvky LS 70 | Prepravní díly-Hmotnost [kg] 1 51 2 99 3 135 | X1K#DHSE Z064040VVVA Projekt ITEST plus Zařízení Zákazník | Nabídka-Poz. zákazníka 9462MS09-1 Zakázka c. - | Počet 1 Zpracoval David Cinovec O odpovědi referent |
| | Obec. příslušenství 0 kg Celkem 285 kg | | | |



| | | | | |
|---|---|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> Servisní vypínač Elektro Vypínač osvětlení Měřicí otvor Otvor všeob. Diferenční tlak Teploměr Kontaktní manometr U-trubkový manom. Trubkový manometr dp dp Teploměr Vyhřívaný odpad Protimraz. topení Sifon Smeš. ventil Pohon Delící rovina Vestavené prvky LS 70 | Prepravní díly-Hmotnost [kg] 1 51 2 99 3 135 | X 1K#DHSE Z064040VVVA | Počet 1 | 1 : 30 |
| | Obec. příslušenství 0 kg Celkem 285 kg | Projekt ITEST plus Zařízení Zákazník | Nabídka-Poz. zákazníka 9462MS09-1 Zákázka c. - | Zpracoval David Cinovec O odpověď referent |

GEA CAIRplus SX 064.040IVVV - 1 ks**pozice zákazníka: 1**

| | |
|----------------|------------------------|
| funkce | Prívod |
| objemový proud | 2000 m ³ /h |
| Rychlost | 2.17 m/s |

| | |
|------------------------------|---------------------------|
| Eurovent - | |
| AHU Energy Efficiency Class | B |
| RLT Energie Effizienz Klasse | |
| SFP | 2.56 kW/m ³ /s |

| | |
|--|-----------------------------|
| způsob použití | Standard |
| místo instalace: | Montáž pod strop |
| smer vzduchu: | Horizontální |
| způsob usporádání: | Jednotlivě |
| - plášť ve standardním provedení | |
| - tloušťka stěny pláště | 50mm |
| - vlastnosti pláště podle | prEN 1886 (10/2005) |
| - mechanická stabilita | D2 |
| - těsnost pláště | L1 |
| - těsnost obtoku filtru | F9 |
| - tepelná izolace | T3 |
| - faktor tepelných mostů | TB3 |
| - součinitel prostupu tepla panelovou výplní | K = 0,57 W/m ² K |

Hodnoty vloženého útlumu podle DIN EN 1886

| | | | | | | | |
|------|-----|-----|-----|------|------|------|------|
| Hz] | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| [dB] | 17 | 21 | 27 | 30 | 31 | 31 | 40 |

Kvalita materiálu**- vnitřní plášť**

Aluzinkovaný ocelový plech s
vstvou proti otiskům prstů (FeP02G AZ 185)
třída protikorozní ochrany III podle DIN 55928 část 8,
určeno pro venkovní instalaci

- vnější plášť

Aluzinkovaný ocelový plech s
vrstvou proti otiskům prstů (FeP02G AZ 185)
třída protikorozní ochrany III podle DIN 55928 část 8,
určeno pro venkovní instalaci

- vestavěné prvky

Ocelový plech pozinkovaný nebo ekvivalentní

- rámové profily

Hliník AlMgSi 0,5

001 - 1 Sada

002 - 1 ks

prívod

003 - 1 ks

Pružný spoj

namontováno na čelní zeď

004 - 1 ks

Žaluziová klapka

přes průřez jednotky
vnější
namontováno na čelní zeď
Standardní pozink protichůdný
tlaková ztráta Pa 5

13.4.1.1.1.1.1

13.4.1.1.1.1.2 005 - 1 ks

13.4.1.1.1.1.3 Čelní stěna s otvorem přes celý profil jednotky

s přípojovací přírubou na potrubí

007 - 1 ks

Počet nutných ovládacích motorů na straně stavby
- min. točivý moment 15Nm každý motor

009 - 1 ks

Komora kapsového filtru

Filtrační třída: G4 podle EN 779

filtr

| | | |
|--|-------------------|---------------|
| trída | | G4 |
| Médium | syntetická vlákna | |
| ®813® | | |
| účinnost EM | % | 0 |
| stupen odloučení AM | % | 90.0 |
| kapsy | | |
| plocha/povrch | m ² | 1.20 |
| pocet / velikost | Stk./mm | 1/592x382x360 |
| pocet / velikost | Stk./mm | 0/0x0x0 |
| pocet / velikost | Stk./mm | 0/0x0x0 |
| pocet / velikost | Stk./mm | 0/0x0x0 |
| Vestavěný rám, standardní svorky provedení: pozinkováno | | |
| tlaková ztráta | | |
| zacátek | Pa | 20 |
| konec doporučení | Pa | 200 |
| konec maximum | Pa | 250 |
| dimenzování | Pa | 110 |

010 - 1 ks

Ventilátorová komora**vysoce výkonný radiální ventilátor se spirální skříň****ventilátor** Typ **THLZ180--CZA****vzduch**

| | | |
|-----------------|-------------------|-------|
| objemový proud | m ³ /h | 2000 |
| tlaková vrstva | bar | 1.013 |
| teplotní vrstva | °C | 20 |

tlak

| | | |
|-----------------|----|------|
| suma externí | Pa | 700 |
| ztráta přístroj | Pa | 518 |
| celková | Pa | 1364 |

ventilátor

| | | |
|--------------------------------|----------------------|------|
| dynamický | Pa | 67 |
| statický | Pa | 1297 |
| účinný tlak na trysku | Pa | 0 |
| pocet otáček predepsaný | 1/min | 6189 |
| pocet otáček skutečný | 1/min | 6069 |
| pocet otáček max. | 1/min | 7000 |
| účinnost | % | 70.7 |
| výkon na hřídeli | kW | 1.07 |
| výkon motru min. | kW | 1.29 |
| SFP | kW/m ³ /s | 2.55 |
| pracoviště P_elektrický | kW | 1.61 |
| P_elektrický max. podle RAL | kW | 1.63 |
| výkon na hřídeli | kW | 3.00 |
| akustický výkon - neanalyzován | dB | 96 |
| akustický výkon - A-analyzován | dB (A) | 93 |

Akust.výkon-celkový ventilátor**jednotka****jednotka**

| | | | sání | výfuk |
|---------|-----------|--|-------------|--------------|
| 63 Hz | dB/dB (A) | | 83/ 57 | 82/ 56 |
| 125 Hz | dB/dB (A) | | 84/ 68 | 86/ 70 |
| 250 Hz | dB/dB (A) | | 83/ 74 | 87/ 78 |
| 500 Hz | dB/dB (A) | | 82/ 79 | 83/ 80 |
| 1000 Hz | dB/dB (A) | | 86/ 86 | 86/ 86 |
| 2000 Hz | dB/dB (A) | | 84/ 85 | 84/ 85 |
| 4000 Hz | dB/dB (A) | | 80/ 81 | 80/ 81 |
| 8000 Hz | dB/dB (A) | | 70/ 69 | 70/ 69 |

hodnota nezhodnocena/A-zho. dB/dB (A) **dB/dB (A)**

92/ 90

93/ 90

motor**Standard**

| | | |
|--------------------|-------|----------------|
| jmen.výkon motoru | kW | 1.50 |
| jmen.otáčky motoru | 1/min | 2845 |
| pocet pólu | | 2 |
| spínání vinutí | | Y |
| druh vinutí | | jedno vinutí |
| napetí/frekvence | V/Hz | 3x(230/400)/50 |
| odber proudu | A | 3.39 |
| krytí | | IP 55 |
| trída izolace | | F |
| konstrukce | | B3 |
| velikost | | 90 |
| ochrana vinutí | | PTC termistor |
| hmotnost | kg | 13 |
| nábeh | | |
| proud | A | 19.90 |
| cas | s | 1.1 |
| cas max. | s | 11 |
| moment | Nm | 13.600 |

| | | | | |
|-------------------------------------|-------------------|-----------------|----------------------|---------------|
| moment setrvac.ventilátoru | kg m ² | 0.0025 | | |
| klínový remen | | | | |
| typ | | SPZ | | |
| délka | mm | 912 | | |
| kotouč | | | | |
| ventilátor | mm | 75 | | |
| motor | mm | 160 | | |
| drážkování/drážky | | 1 | | |
| pouzdro | | | | |
| ventilátor | Nr.: | 1108 | | |
| motor | Nr.: | 1610 | | |
| hrídel | | | | |
| ventilátor | mm | 20 | | |
| motor | mm | 24 | | |
| roztec os | mm | 268 | | |
| Akust.výkon-celkový jednotka | jednotka | jednotka | venkovní | |
| | sání | výfuk | str. jednotky | |
| 63 Hz | dB/dB(A) | 82/ 56 | 80/ 54 | 66/ 40 |
| 125 Hz | dB/dB(A) | 83/ 67 | 82/ 66 | 69/ 53 |
| 250 Hz | dB/dB(A) | 82/ 73 | 80/ 71 | 66/ 57 |
| 500 Hz | dB/dB(A) | 81/ 78 | 73/ 70 | 56/ 53 |
| 1000 Hz | dB/dB(A) | 84/ 84 | 72/ 72 | 56/ 56 |
| 2000 Hz | dB/dB(A) | 81/ 82 | 72/ 73 | 53/ 54 |
| 4000 Hz | dB/dB(A) | 77/ 78 | 69/ 70 | 49/ 50 |
| 8000 Hz | dB/dB(A) | 67/ 66 | 58/ 57 | 30/ 29 |
| hodnota nezhodnocena/A-zho. | dB/dB(A) | dB/dB(A) | 90/ 88 | 86/ 79 |
| | 72/ 62 | | | |

011 - 1 ks

Servisní vypínač - namontovaný a zapojený

1-2 stupňové motory 5,5 kW

012 - 1 ks

Komora difuzoru

na výtlačné straně ventilátoru

013 - 1 ks

Difuzor odrazové desky (ochranného krytu)

014 - 1 ks

Přímý výparník

tepelný výměník

materiál

Rám ocel, pozinkovaná

provedení potrubí

měděné potrubí

lamely hliník

systém žebr.trubek

SD251/100

počet rad

3.0

vstřiky

2

roztec lamel

mm

2.50

přípojky uvnitř / vne

vnejší

obsah vody

l

0

vzduch

objemový proud

m³/h

2000

tlaková ztráta

Pa

102

rychlost prítoku

m/s

3.41

vstup

teplota / vlhkost relativní

°C/%

26.0/38.0

vlhkost absolutní

g/kg

7.9

výstup

teplota / vlhkost relativní

°C/%

16.7/67.4

vlhkost absolutní

g/kg

7.9

množství kondenzátu

kg/h

0.0

výkon

celková

kW

6.3

citlivý

kW

6.3

medium

druh chladiva

R410A

teplota

výparník vstup

°C

6

odparování

°C

6

rychlost proudění

m/s

4.410

tlak max. přípustný

bar

16.0

teplota max. přípustná

°C

110

015 - 1 ks

Eliminátor TA1

pro rychlost vzduchu v < 3,6 m/s

tlaková ztráta Pa 65

016 - 1 ks

Vysoký panel vany (nádrže) na kondenzát s náklonem do všech stran

Vnitřní vrstva ušlechtilá ocel (1.4301)

017 - 1 ks

Komora ohříváče**Médium: třífázový střídavý proud****tepelný výměník****materiál**

elektrické topné rohože

| | | |
|-------------------|------|----------|
| jmen.výkon motoru | kW | 12 |
| napětí/frekvence | V/Hz | 3x400/50 |
| odber proudu | A | 17.3 |
| prepín.stupne | | 2.00 |

vzduch

| | | |
|------------------|-------------------|------|
| objemový proud | m ³ /h | 2000 |
| tlaková ztráta | Pa | 16 |
| rychlost prítoku | m/s | 2.23 |
| aktivní plocha | m ² | 0.25 |

vstup

| | | |
|-----------------------------|------|----------|
| teplota / vlhkost relativní | °C/% | 3.0/80.0 |
| vlhkost absolutní | g/kg | 3.7 |

výstup

| | | |
|-----------------------------|------|-----------|
| teplota / vlhkost relativní | °C/% | 20.9/24.5 |
| vlhkost absolutní | g/kg | 3.7 |

018 - 1 ks

Hlídač proudění vzduchu 230 V s potenciometrem - namontovaný

019 - 1 ks

Komora kapsového filtru**Filtrační třída: F9 podle EN 779****filtr**

| | |
|--------|---------------------------------|
| trída | F9 |
| Médium | rouno ze skleněného mikrovlákná |

®813®

| | | |
|---------------------|---|------|
| účinnost EM | % | 95 |
| stupen odloučení AM | % | 99.8 |

kapsy

| | | |
|------------------|----------------|---------------|
| plocha/povrch | m ² | 3.90 |
| pocet / velikost | Stk./mm | 1/592x382x600 |
| pocet / velikost | Stk./mm | 0/0x0x0 |
| pocet / velikost | Stk./mm | 0/0x0x0 |
| pocet / velikost | Stk./mm | 0/0x0x0 |

Vestavěný rám, standardní svorky

provedení: pozinkováno

tlaková ztráta

| | | |
|------------------|----|-----|
| zacátek | Pa | 139 |
| konec doporučení | Pa | 300 |
| konec maximum | Pa | 450 |
| dimenzování | Pa | 220 |

13.4.1.1.1.1.4

13.4.1.1.1.1.5 020 - 1 ks

13.4.1.1.1.1.6 **Čelní stěna s otvorem přes celý profil jednotky****s přípojevací přírubou na potrubí**

021 - 1 ks

Pružný spoj

namontováno na čelní zeď

| | |
|-------------------------|-------------------------------------|
| ~10222~Fabrikat~~~~~ | ~12482~GEA Happel Klimatechnik~~~~~ |
| délka/šířka/výška | mm 3120/760/520 |
| hmotnost | kg 285 |
| pocet Dodávané jednotky | - 3 |

14. PŘÍLOHA 2 – VÝKONY VZDUCHOTECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ



LABOX, spol. s r. o.,
Brandýská 8, 250 90 Jirny

Tel.: +420281012550;

Fax: +420281012553

E-mail: info@labox.cz

Divize

Projekce a dodávky

Skart. znak
2020

Objekt/PS

Stupeň

RD

Třídící znak

Název zakázky:

**Rozšíření čistého prostoru mikrobiologické laboratoře
Bílé Vchýnice
Realizační dokumentace**

Název dokumentace

**Dokumentace provozních souborů
Vzduchotechnika**

Pořadové číslo

003

Značka

Vypracoval
Ondřej Dunder

Schválil
Ing. Vladimír Vayhel

Datum
03/2009

Celk. počet A4
3

Seznam strojů a zařízení

Číslo zakázky:
2009-017

Č. svitku MF

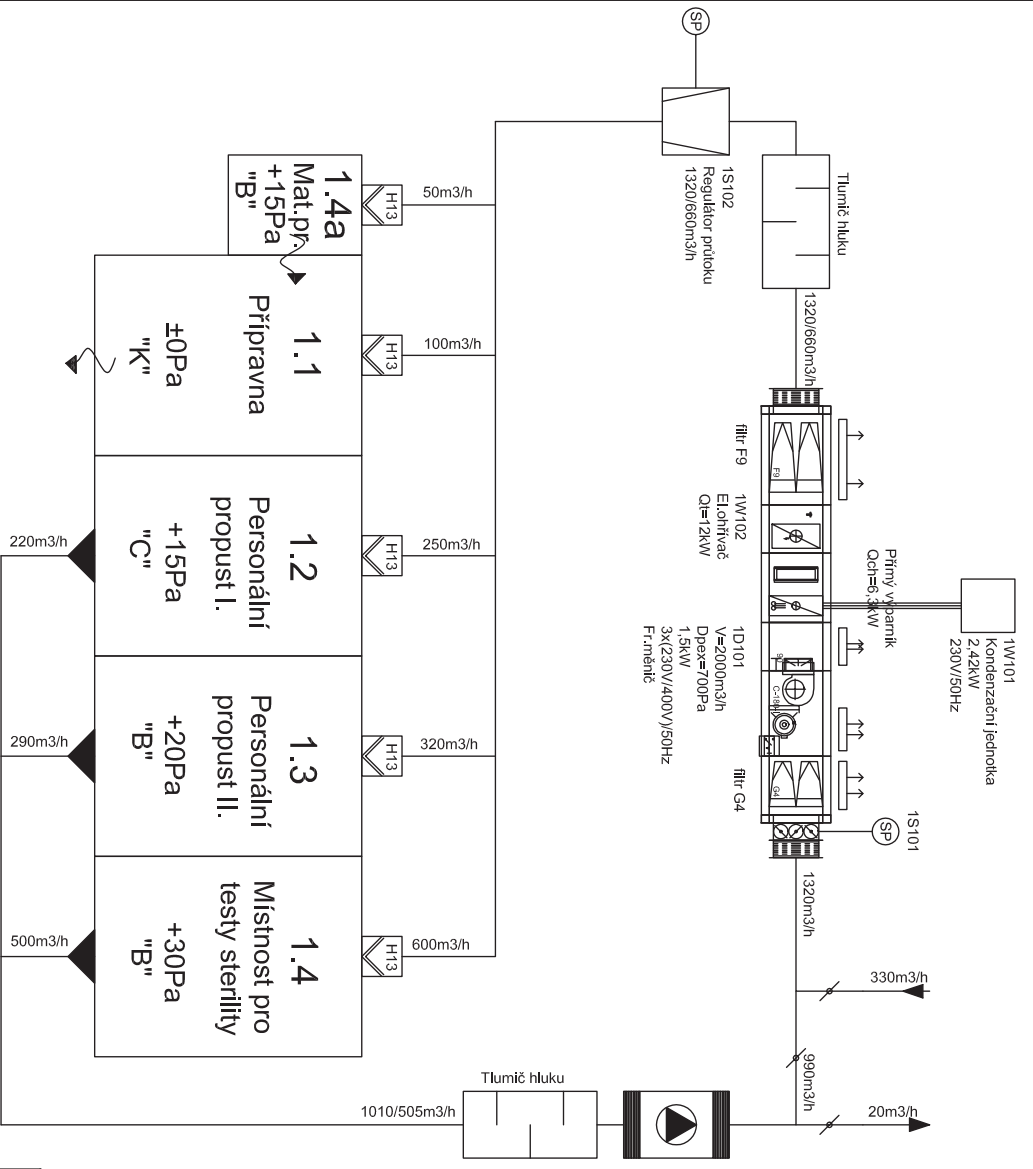
Archivní číslo:
017-2009-VZT-003

Index

List č.:
1

| Pozice | Název | Mj | Počet |
|--------|---|----|-------|
| | Zařízení | | |
| | <i>PLOCHÁ KLIMAJEDNOTKA (sestava viz příloha TZ)</i> | | |
| 1.10 | CAIR SX 064.040 IVVV | ks | 1,00 |
| | <i>KONDENZAČNÍ JEDNOTKA vč. úpravy pro provoz s výparníkem, příslušenství chlad okruhu</i> | | |
| 1.11 | Mitsubishi MU-GA60-VB | ks | 1,00 |
| | <i>ČISTÝ NÁSTAVEC CGF-H (s horizontálním vstupem s těsnou klapkou)</i> | | |
| 1.12 | CGF-H0 / 318 (160) /K/ D22 | ks | 1,00 |
| 1.13 | CGF-H0 / 470 (200) /K/ D22 | ks | 2,00 |
| 1.14 | CGF-H0 / 623 (250) /K/ D22 | ks | 1,00 |
| | <i>ČISTÝ NÁSTAVEC CGF-V (s vertikálním vstupem s těsnou klapkou)</i> | | |
| 1.15 | CGF-V0 / 318 (160) /K/ D22 | ks | 1,00 |
| | <i>FILTRAČNÍ VLOŽKA - H13</i> | | |
| 1.16 | M13FS - 170/AG1 305/305/78 | ks | 2,00 |
| 1.17 | M13FS - 420/AG1 457/457/78 | ks | 1,00 |
| 1.18 | M13FS - 530/AG1 457/457/78 | ks | 1,00 |
| 1.19 | M13FS - 1000/AG1 610/610/78 | ks | 1,00 |
| | <i>REGULACNI KLAPKA JEDNOLISTÁ ELEKTRODESIGN</i> | | |
| 1.20 | MSK 280 | ks | 1,00 |
| 1.21 | MSK 200 | ks | 1,00 |
| 1.22 | MSK 160 | ks | 2,00 |
| 1.23 | MSK 080 | ks | 1,00 |
| | <i>REGULACNI KLAPKA TPM 009/00.01 MANDÍK</i> | | |
| 1.24 | RKM 400x250 | ks | 1,00 |
| | <i>PRUŽNÁ VLOŽKA ALTEKO</i> | | |
| 1.27 | PV 500x300 | ks | 2,00 |
| | <i>VENTILATOROVY DIL PRÍMY ALTEKO</i> | | |
| 1.28 | TERNO-S 280 K-15-VTR-Z | ks | 1,00 |
| | <i>REGULATOR PRUTOKU TVJ-Easy TROX</i> | | |
| 1.29 | TVJ-Easy /300x200/ | ks | 1,00 |
| | <i>TLUMIČ HLUKU</i> | | |
| 1.30 | 500 x 300 x 1000 | ks | 4,00 |
| | <i>ODSÁVACÍ STĚNOVÁ MŘÍŽKA S REGULACÍ</i> | | |
| 1.31 | VPR 200x200, RAL 9002 | ks | 1,00 |
| 1.32 | VPR 200x500, RAL 9002 | ks | 2,00 |
| 1.33 | VPR 300x500, RAL 9002 | ks | 2,00 |
| | <i>POLOOHEBNÁ HLINÍKOVÁ HADICE ELEKTRODESIGN</i> | | |
| | SEMIFLEX 160/3 | bm | 5,20 |
| | SEMIFLEX 200/3 | bm | 1,40 |
| | SEMIFLEX 250/3 | bm | 2,40 |
| | SEMIFLEX 280/3 | bm | 0,50 |
| | <i>ČTYŘHRANNÉ POTRUBÍ SKUPINY I., TŘÍDY TĚSNOSTI III., MATERIÁL POZINKOVANÝ PLECH</i> | | |
| | do obvodu 1050 rovné | bm | 2,50 |
| | do obvodu 1500 40% tvarovek | bm | 17,10 |
| | do obvodu 1890 90% tvarovek | bm | 3,80 |
| | <i>ZASLEPENÍ ČTYŘHRANNÉ TROUBY SKUPINY I., TŘÍDY TĚSNOSTI III. Z POZINKOVANÉHO PLECHU</i> | | |

| | | |
|--|-----|--------|
| do obvodu 1050 | ks | 2,00 |
| do obvodu 1500 | ks | 1,00 |
| <i>KRUHOVÉ POTRUBÍ SKUPINY I., TRIDY TESNOSTI III.</i> | | |
| <i>MATERIÁL POZINKOVANÝ PLECH</i> | | |
| do průměru140 100% tvarovek | bm | 0,50 |
| do průměru200 40% tvarovek | bm | 12,00 |
| do průměru400 40% tvarovek | bm | 2,50 |
| <i>ZAVESY, ZAVESNE LISTY, ZÁVITOVÉ TYČE,ZÁVĚSY, KRUHOVÉ ZÁVĚSY,HMOŽDINKY</i> | | |
| dle dodávky potrubí | kpl | 1,00 |
| <i>SPOJOVACÍ MATERIÁL</i> | | |
| šrouby, matice, podložky | kpl | 1,00 |
| <i>TESNICÍ MATERIÁL</i> | | |
| <i>SAMOLEPÍCÍ TESNĚNÍ VITOLEN</i> | | |
| 4x9 | m | 100,00 |
| Zařízení - celkem | | |
| Izolace tepelné | | |
| <i>TEPELNÉ IZOLACE POTRUBÍ DLE OZNAČENÍ NA VÝKRESU</i> | | |
| Mirelon tl. 20mm s hliníkovým polepem | m2 | 40,00 |
| Izolace tepelné - celkem | | |




| REVIZE | DATUM | JMÉNO, PODPIS | POPIS REVIZE |
|--------|-------|---------------|--------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

BRANDÝSKÁ 8, 250 00 JIRNY
 TEL.:+420 281 012 550, FAX:+420 281 012 552
 www.labox.eu, info@labox.eu



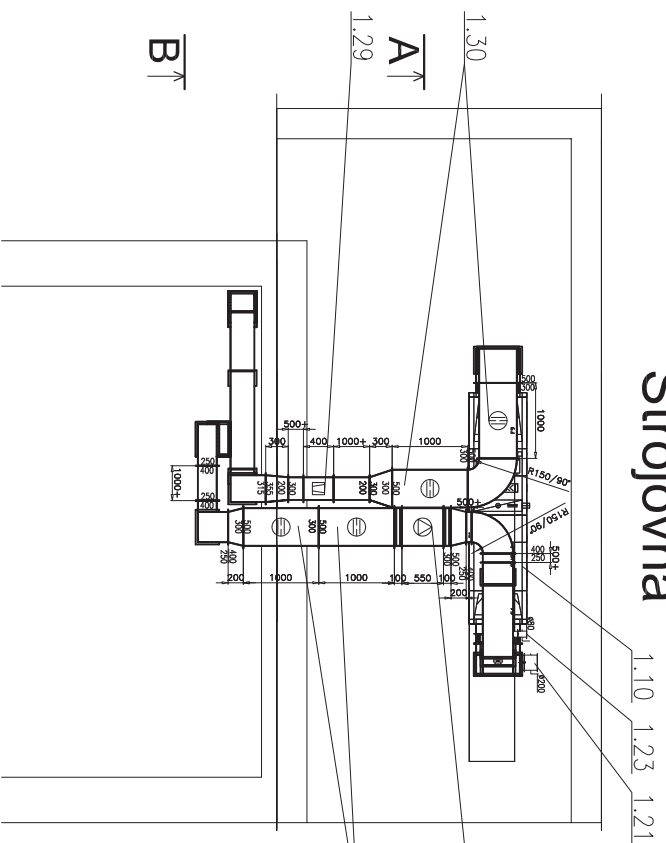
STAVEBNÍ ČÁST: PŘÍMÝ ZPRACOVATEL: ZODP. PROJEKTANT:
 HLINŤ.PROJEKTU: Ing. Vladimír Vojtěl
 INVESTOR: Iesi plus s.r.o., Kladská 1032, 500 03 Hradec Králové
 VYPRACOVAL: Ondřej Dundr



STAVBA: ROZŠÍŘENÍ ČISTÉHO PROSTORU MIKROBIOLOGICKÉ
 LABORATOŘE
 Bílé Vchýňnice
 ČÁST: VZDUCHOTECHNIKA
 NÁZEV VÝKRESU: SCHÉMA

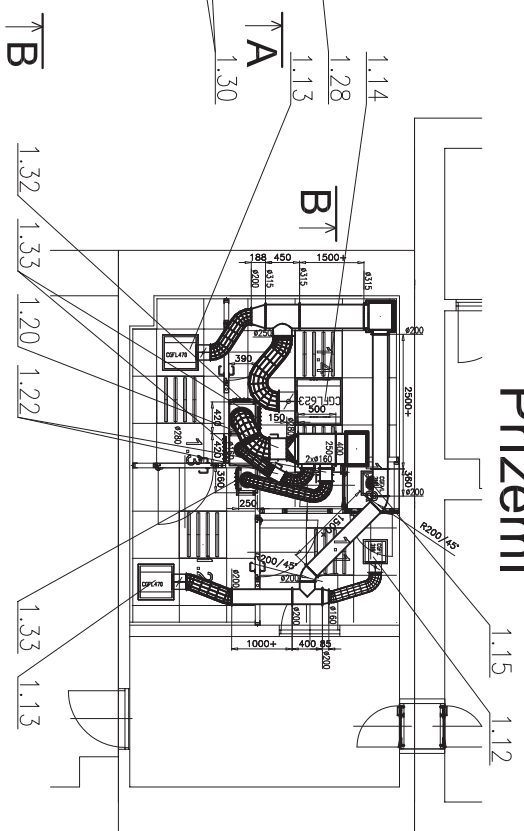
| | |
|-------------|------------------------|
| STUPĚŇ: | RD |
| DATUM: | 03/2009 |
| POČET A4: | 2 |
| Č. ZAKÁZKY: | 2009-017 |
| AR. ČÍSLO: | 2009-017-VZ-010 |
| MĚŘÍTKO: | ČÍSLO VÝKRESU: REVIZE: |
| | 010 00 |

Strojovna



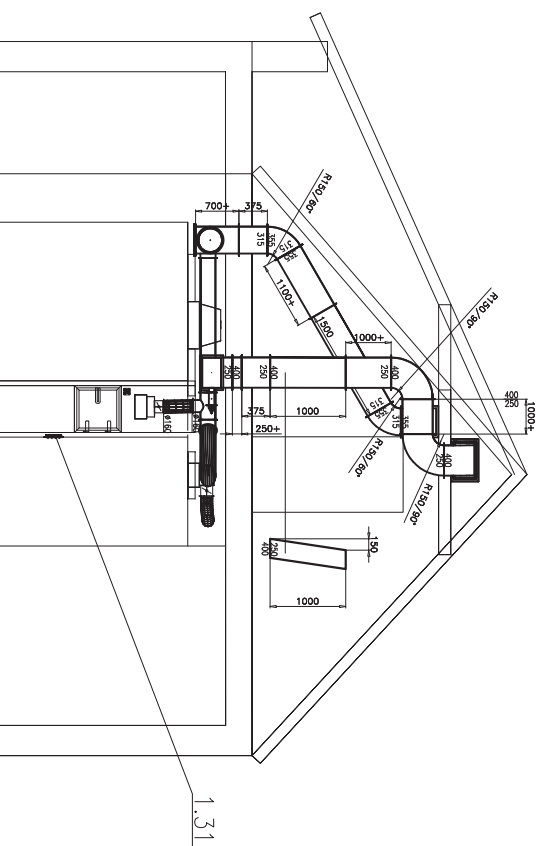
1.10 1.23 1.21

Prizemie

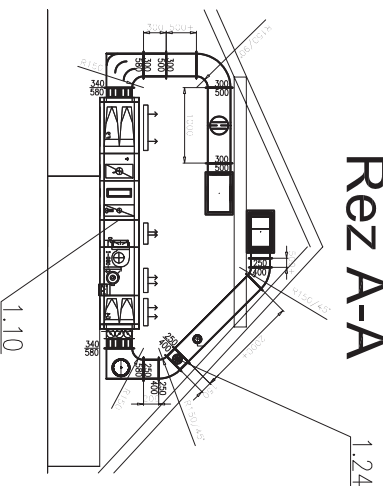


1.15 1.12

Řez B-B



Řez A-A



- POZNÁMKY:**
- POTRUBÍ ZAVĚSIT NA ZÁVĚSNÝ JEŘIČZ UMÍSTĚNÍM URČÍ VEDOUČÍ MONTÁŽE NA STAVBĚ
 - VŠEČNÝ SPOJE NA VZT MUSÍ BÝT VODIVĚ SPOJENÝ A NÁSLEDNĚ CELÁ KONSTRUKCE NÁPOJENÁ NA UZEMNĚNÍ
 - VŠEČNANO POTRUBÍ VEDENÉ PŮDNI MÍMÍ PROSTORY JE OPATŘENO TEPELNOU IZOLACÍ IMPRELON TL. 20mm S HLINIKOVÝM POLEPEM
 - KLIMAEJEDNOTKA BUDE ULOŽENA NA PODLAŽCE TLUMIČÍ PŘENOS VIBRACÍ
 - PŘÍPOJENÍ HADIC K MASTAVCŮM PROVĚST POMOČI SMRŠŤOVACÍ PASKY A NÁSLEDNĚ SPOU
 - POJISTIT KOVOVOU SPOUNOU
 - INSTALACI ELITRAČNÍCH NÁSTAVCŮ A KONCOVÝCH ELEMENTŮ DO STROPU PROVADĚT SOUBĚŽNĚ S MONTÁŽÍ STROPU ČISTĚHO PROSTORU.

| REVIZE | DATA | JMÉNO, PODPIS | POPIS REVIZE |
|--------|------|---------------|--------------|
| | | | |
| | | | |

BRANDÝSKÁ 8, 250 00 JIRNÝ
 TEL.:+420 281 012 550, FAX:+420 281 012 552
 www.labox.eu, info@labox.eu



| | | |
|---|------------------------------|----------------------|
| STAVĚBNÍ ČÁST: | PRVNÍ ZPRACOVATEL: | ZOOP. PROJEKTANT: |
| PLÁNZPROJEKTU: | LABOX spol. s r.o. | Ing. Vladimír Vojtěl |
| INVESTOR: Invest plus s.r.o., Křídelská 1032, 500 03 Hradec Králové | | Ondřej Durd |

| | |
|----------------|---|
| STAVBA: | ROZŠÍŘENÍ ČISTĚHO PROSTORU MIKROBIOLOGICKÉ LABORATORIE BÍLÉ VĚŽNICE |
| ČÁST: | VZDUCHOTECHNIKA |
| NÁZEV VYKRESU: | VZT rozvody |

| | |
|----------------|----------|
| STUPEŇ: | RD |
| POČET LÁK: | 4 |
| ČÍSLO ČÁSTI: | 2009-017 |
| ČÍSLO VYKRESU: | 011 |
| REVIZE: | 00 |