



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VZDUCHOTECHNIKA V ZÁZEMÍ VÝROBNÍ HALY

AIR CONDITIONING IN THE BACKGROUND OF THE PRODUCTION HALL

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Evgenii Stepanov

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. OLGA RUBINOVÁ, Ph.D.

BRNO 2022



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608R001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Evgenii Stepanov
Název	Vzduchotechnika v zázemí výrobní haly
Vedoucí práce	Ing. Olga Rubinová, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2021
Datum odevzdání	27. 5. 2022

V Brně dne 30. 11. 2021

prof. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

1. Stavební dokumentace zadané budovy
2. Aktuální legislativa ČR
3. České i zahraniční technické normy
4. Odborná literatura
5. Zdroje na internetu

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu

B. Výpočtová část

analýza objektu – rozdělení na funkční celky VZT, 2-3 zařízení zpracovaná v tématech:

tepelné bilance,

průtoky vzduchu, tlakové poměry

distribuce vzduchu,

dimenzování potrubí a tlaková ztráta,

úpravy vzduchu, návrh VZT jednotek (hx diagramy),

útlum hluku

C. Projekt – úroveň prováděcího projektu: výkresy dvoučarově, půdorysy + řezy (řešené místnosti, strojovna) legenda prvků, 1:50 (1:100) – budou uloženy samostatně jako přílohy, technická zpráva (tabulka místností, tabulka zařízení), položková specifikace, funkční (regulační) schéma

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).

2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

Ing. Olga Rubinová, Ph.D.

Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá návrhem vzduchotechniky v zázemí výrobní haly. Práce obsahuje tři části. Teoretická část je zaměřena na problematiku pracovního prostředí. Výpočtová část se zabývá návrhem vzduchotechnických jednotek v zázemí výrobní haly. Poslední část tvoří projektová dokumentace.

KLÍČOVÁ SLOVA

Vzduchotechnika, vzduchotechnická jednotka, větrání, úprava vzduchu, výrobní hala, pracovní prostředí.

ABSTRACT

The bachelor's thesis deals with the design of air conditioning in the background of the production hall. The work contains three parts. The theoretical part is focused on the issue of the working environment. The calculation part deals with the design of air conditioning units in the background of the production hall. The last part consists of project documentation.

KEYWORDS

Ventilation system, air conditioning unit, ventilation, air conditioning, production hall, working environment.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Evgenii Stepanov *Vzduchotechnika v zázemí výrobní haly*. Brno, 2022. 111 s., 33 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Olga Rubinová, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Vzduchotechnika v zázemí výrobní haly* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 27. 5. 2022

Evgenii Stepanov
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Vzduchotechnika v zázemí výrobní haly* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 27. 5. 2022

Evgenii Stepanov
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych rád poděkoval své vedoucí bakalářské práce Ing. Olze Rubinové, Ph.D. za odbornou pomoc, podporu a trpělivost při poskytovaných konzultacích. Dále bych chtěl poděkovat své rodině za podporu během celého studia.

OBSAH

ÚVOD	12
1. TEORETICKÁ ČÁST	14
1.1 DEFINICE POJMU PRACOVNÍ PROSTŘEDÍ	14
1.2. RIZIKOVÉ FAKTORY PRACOVNÍHO PROSTŘEDÍ	15
1.2.1 MIKROKLIMATICKÉ PODMÍNKY	17
1.2.2 CHEMICKÉ FAKTORY	18
1.2.3 FYZIOLOGICKÉ FAKTORY	19
1.2.4 BIOLOGICKÉ FAKTORY	21
1.2.5 FYZIKÁLNÍ FAKTORY	22
1.2.5.1 TEPELNÁ POHODA ČLOVĚKA	22
1.2.6 PSYCHOLOGICKÉ FAKTORY	23
1.3 ERGONOMIE	24
1.4. VĚTRÁNÍ V PRACOVNÍM PROSTŘEDÍ	25
1.4.1 NUCENÉ VĚTRÁNÍ	26
2. VÝPOČTOVÁ ČÁST	28
2.1 ANALÝZA OBJEKTU	28
2.2 TEPELNÁ BILANCE BUDOVY	29
2.2.1 VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT	29
2.2.2 VÝPOČET TEPELNÝCH ZÁTĚŽÍ	32

2.3 VÝPOČET PRŮTOKŮ VZDUCHU	51
2.4 DISTRIBUČNÍ PRVKY	53
2.4.1 NÁVRH DISTRIBUČNÍCH PRVKŮ	53
2.4.2.1 DISTRIBUČNÍ PRVKY PRO ZAŘÍZENÍ Č.1	54
2.4.2.2 DISTRIBUČNÍ PRVKY PRO ZAŘÍZENÍ Č.2	55
2.4.2.3 DISTRIBUČNÍ PRVKY PRO ZAŘÍZENÍ Č.3	56
2.5 DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ	57
2.6 NÁVRH VZDUCHOTECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ	62
2.6.1 NÁVRH VZDUCHOTECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ Č. 1	62
2.6.2 NÁVRH VZDUCHOTECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ Č. 2	64
2.6.3 NÁVRH VZDUCHOTECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ Č. 3	66
2.6.4 ÚPRAVY VZDUCHU V H-X DIAGRAMU	68
2.6.5 NÁVRH KLIMATIZAČNÍCH JEDNOTEK	69
2.7 ÚTLUM HLUKU	71
2.7.1 ÚTLUM HLUKU PRO ZAŘÍZENÍ Č. 1 (INTERIÉR)	71
2.7.2 ÚTLUM HLUKU PRO ZAŘÍZENÍ Č. 2 (INTERIÉR)	73
2.7.3 ÚTLUM HLUKU PRO ZAŘÍZENÍ Č. 3 (INTERIÉR)	75
2.7.4 ÚTLUM HLUKU PRO ZAŘÍZENÍ Č. 1-3 (SÁNÍ)	77
2.7.5 ÚTLUM HLUKU PRO ZAŘÍZENÍ Č. 1-3 (VÝTLAK)	79
2.8 IZOLACE POTRUBÍ	81

3. TECHNICKÁ ZPRÁVA	83
3.1 ÚVOD	83
3.1.1 PODKLADY PRO ZPRACOVÁNÍ	83
3.1.2 VÝPOČTOVÉ HODNOTY KLIMATICKÝCH POMĚRŮ.....	84
3.1.3 VÝPOČTOVÉ HODNOTY VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ.....	84
3.2 ZÁKLADNÍ KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ.....	85
3.2.1 HYGIENICKÉ VĚTRÁNÍ A KLIMATIZACE	86
3.2.2 TECHNOLOGICKÉ VĚTRÁNÍ A CHLAZENÍ.....	86
3.2.3 ENERGETICKÉ ZDROJE.....	87
3.3 POPIS TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ.....	87
3.3.1 ZAŘÍZENÍ Č. 1 – VĚTRÁNÍ ADMINISTRATIVY.....	87
3.3.2 ZAŘÍZENÍ Č. 2 – VĚTRÁNÍ ŠATEN	88
3.3.3 ZAŘÍZENÍ Č. 3 – VĚTRÁNÍ JÍDELNY.....	88
3.4 NÁROKY NA ENERGIE	89
3.5 MĚŘENÍ A REGULACE	89
3.6 NÁROKY NA SOUVISEJÍCÍ PROFESE	90
3.6.1 STAVEBNÍ ÚPRAVY	90
3.6.2 SILNOPROUD	90
3.6.3 VYTÁPĚNÍ	91
3.6.4 ZDRAVOTNÍ TECHNIKA	91

3.7 PROTIHLUKOVÁ A PROTITŘESOVÁ OPATŘENÍ.....	91
3.8 IZOLACE A NÁTĚRY.....	91
3.9 PROTIPOŽÁRNÍ OPATŘENÍ.....	91
3.10 MONTÁŽ, PROVOZ, ÚDRŽBA A OBSLUHA ZAŘÍZENÍ	92
3.11 ZÁVĚR.....	92
4. SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ.....	93
4.1 TECHNICKÁ SPECIFIKACE	93
4.2 FUNKČNÍ SCHÉMATA	98
4.2.1 FUNKČNÍ SCHÉMA PRO ZAŘÍZENÍ Č. 1	98
4.2.2 FUNKČNÍ SCHÉMA PRO ZAŘÍZENÍ Č. 2.....	99
4.2.3 FUNKČNÍ SCHÉMA PRO ZAŘÍZENÍ Č. 3.....	100
4.3 NÁROKY NA ENERGIE	101
ZÁVĚR.....	102
POUŽITÉ ZDROJE.....	103
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A OZNAČENÍ.....	106
SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ	108
SEZNAM PŘÍLOH	111

ÚVOD

Tato bakalářská práce se zabývá návrhem vzduchotechniky v zázemí výrobní haly. Objekt je rozdělen na tři funkční zóny. První administrativní zónu tvoří recepce, kancelář, chodba a hygienické místnosti. Druhou zónu tvoří šatny a hygienické místnosti. Třetí zóna je tvořena jídelnou. Předkládaná práce je rozdělena na tři části. Práce obsahuje teoretickou část, výpočtovou část a projektovou část.

Teoretická část se zabývá problematikou pracovního prostředí, pracovních podmínek a jejich vlivem na produktivitu a zdraví pracovníků.

Výpočtová část práce se řeší a navrhuje vzduchotechnické zařízení pro vybrané části výrobní haly. Tato část obsahuje výpočty k návrhu vzduchotechnických zařízení, tepelné zátěže, tepelných ztrát, průtoků vzduchu, distribučních elementů, dimenzí potrubí a tlumičů hluku. Výpočty jsou vypracovány formou tabulek.

V poslední projektové části je zpracovaná technická zpráva, položková specifikace a výkresová dokumentace.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VZDUCHOTECHNIKA V ZÁZEMÍ VÝROBNÍ HALY

AIR CONDITIONING IN THE BACKGROUND OF THE PRODUCTION HALL

ČÁST A – TEORETICKÁ ČÁST

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Evgenii Stepanov

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. OLGA RUBINOVÁ, Ph.D.

BRNO 2022

1. TEORETICKÁ ČÁST

1.1 DEFINICE POJMU PRACOVNÍ PROSTŘEDÍ

Definice pojmu „pracovní prostředí“ žádný právní předpis neupravuje. Je proto třeba si pomoci výkladem, podle kterého pod pojmem pracovní prostředí se rozumí materiální a sociální prostor, který obklopuje člověka v pracovním procesu. Pracovní prostředí charakterizuje soubor faktorů, které působí na člověka v určitém prostoru anebo také soubor podmínek, za kterých se uskutečňuje pracovní proces. [3]

V ergonomické normě ČSN EN ISO 6385 je pracovní prostředí definováno jako soubor fyzikálních, chemických, biologických, organizačních, sociálních a kulturních faktorů působících na člověka. [3]

Pracovní prostředí je podkladem pro existenci a činnost člověka v pracovním systému. V širším pojetí můžeme vyčlenit následující složky:

- Formální stránka (vybavení pracovišť, uspořádání, barevné řešení, využití květín, vymezení pracovního prostoru, osvětlení, hluk, mikroklimatické podmínky, apod.)
- Činnostní stránka (charakter činností, odměňování, motivace, rozvoj a vzdělávání, apod.)
- Vztahová stránka (vztahy se spolupracovníky, podřízenými, nadřízenými, formální, neformální, apod.)
- Bezpečnostní stránka (bezpečnost pracovníků a majetku dané organizace).

[2]

Pracovní prostředí obecně tvoří fyzikální, chemické, biologické, fyziologické, psychologické a socioekonomické působící na pracující osobu. Hygienické limity jsou základním nástrojem pro hodnocení stavu pracovního prostředí z hlediska zdraví zaměstnanců. Existuje-li hygienický limit (např. pro určité látky, prachy, vibrace, hluk aj.), pak porovnáním zjištěných hodnot rizikového faktoru s jeho limitem získáme

představu o závažnosti možného ohrožení zdraví člověka daným faktorem v pracovním prostředí. [2]

1.2. RIZIKOVÉ FAKTORY PRACOVNÍHO PROSTŘEDÍ

Při výkonu práce je člověk vystaven působení rizikových faktorů, které vždy v jisté míře negativně ovlivňují jeho zdraví. Pod pojmem rizikový faktor rozumíme každou okolnost, podmínku, činitele či vlastnost pracovního systému, jež může být příčinou pracovního úrazu, nemoci z povolání, profesionální otravy nebo jiného poškození zdraví. Je proto nutné je vyhledávat a následně eliminovat. Pokud toto není možné, musí se učinit taková opatření, která povedou k omezení jejich působení. Lze k nim přiřadit i uspořádání pracoviště nebo jiné aspekty související s pracovní činností, včetně organizačních opatření. Zmíněný přístup se nazývá prevence rizik. [4]

Mezi rizikové faktory z hlediska pracovních podmínek podle nařízení vlády č. 361/2007 Sb., řadíme:

- Nepříznivé mikroklimatické podmínky (zátěž teplem a chladem);
- Chemické faktory (chemické karcinogeny, mutageny, olovo, azbest aj.);
- Biologické činitele;
- Fyzickou zátěž, tj.:
 - celkovou fyzickou zátěž (nadměrné zatěžování – zvýšené fyzické úsilí, námaha),
 - lokální svalovou zátěž (jednostranná a opakovaná zátěž – opakované používání stejné svalové skupiny (statické nebo dynamické činnosti),
 - pracovní polohy (nevhodná pracovní pozice těla nebo některé jeho části během pracovních činností),
 - ruční manipulaci s břemeny (překračování hygienických limitů kladených na hmotnosti přenášených břemen);
- Fyzikální faktory, tj.:
 - hluk,

- vibrace neionizující
- ionizující záření. [4]

Podle vyhlášky č. 432/2003 Sb., se dále mezi rizikové faktory, jejichž expozici či zátěž je nutné hodnotit, řadí také:

- Prach (s převážně fibrogenním účinkem, s možným fibrogenním účinkem, s převážně nespecifickým účinkem, s převážně dráždivým účinkem, minerální vláknité prachy);
- Psychická zátěž (stres, napětí a jiné okolnosti narušující duševní pohodu pracovníka);
- Zraková zátěž (používání zvětšovacíh přístrojů, práce vykonávaná za zvláštních světelných podmínek, spojená s neodstranitelným oslňováním, spojená s náročností na rozlišení detailů);
- Práce ve zvýšeném tlaku vzduchu. [4]

Vysvětlivky: ● koreluje ○ nekoreluje	Potenciální pozitivní (žádoucí) následky		Potenciální negativní (nežádoucí) následky			
	Zlepšení pracovního výkonu	Pracovní pohoda	Nepohodlí / stres	Selhání / vznik chyby	Chronická újma na zdraví	Úraz / zranění
Faktory prostředí						
Osvětlení	●	●	●	●	○	
Barevné řešení pracoviště	●	●	○	●		
Klíma	○	●	●	○	●	
Teplota		●	●			●
Kvalita vzduchu	○	●	●	○	●	
Hluk		○	●	●	●	●
Vibrace		○	●	●	●	●
Fyzická zátěž			●	●		●
Vlhkost			●	●	●	
Nepořádek			●	○	○	

Obrázek 1 – Rizikové faktory pracovního prostředí [13]

1.2.1 MIKROKLIMATICKÉ PODMÍNKY

Podle nařízení vlády č. 361/2007 Sb., ve znění pozdějších předpisů, musí být na uzavřených pracovištích zajištěny přípustné mikroklimatické podmínky. [5]

Rizikové faktory mikroklimatických podmínek se člení na zátěž teplem a zátěž chladem. Zátěž teplem při práci je určena množstvím metabolického tepla vznikajícího svalovou prací a faktory prostředí, kterými se rozumí teplota vzduchu (t_a), výsledná teplota kulového teploměru (t_g), rychlost proudění vzduchu (v_a), relativní vlhkost vzduchu (R_h) a stereoteplota (t_{st}). [1]

Při hodnocení mikroklimatických podmínek se vychází z těchto zásad:

- Relativní vlhkost vzduchu by se měla pohybovat v rozmezí 30 – 60 % relativní vlhkosti. Vlhkost vzduchu je sice člověkem pociťována méně než teplota, ale i tak může velice nepříznivě ovlivnit stav jedince.
- Rychlost proudění vzduchu může rovněž ovlivňovat pocit tepelné pohody. Rychlosti proudění vzduchu doporučené pro pracovní prostředí jsou v rozmezí od 0,1 – 0,3 m.s-1 v závislosti na druhu činnosti a použitém pracovním oděvu. Nepříjemně bývá pociťován proud chladného vzduchu na některou část těla – průvan.
- Tepelná produkce organismu se pokládá pro účely tohoto předpisu za rovnou energetickému výdeji.
- Stanovení energetického výdeje je pro tyto účely přípustné z tabelárních hodnot, jestliže nejsou známy hodnoty energetického výdeje, je možno zařadit posuzovanou práci do tříd práce podle činností.
- Energetický výdej (M) se vyjadřuje v brutto hodnotách, tj. v hodnotách zahrnujících i bazální metabolismus (BM). Jednotkou je (W), resp. v přepočtu na 1 m² tělesného povrchu (W.m-2).

- Činnosti se zařazují do tříd práce podle průměrného energetického výdeje vynakládaného na efektivní dobu práce. Po tuto dobu práce se energetický výdej vypočítá jako časově vážený průměr z hodno.
- Energetického výdeje vynakládaného na pracovní činnost hlavní a vedlejší. V případě, že doba trvání vedlejší činnosti přesáhne 30% efektivní doby práce, hodnotí se obě činnosti samostatně. [5]

Přípustné hodnoty mikroklimatických podmínek jsou stanoveny v závislosti na tepelné produkci organismu, která je dána charakterem a intenzitou vykonávané práce. [5]

1.2.2 CHEMICKÉ FAKTORY

Tato oblast faktorů zahrnuje organické i anorganické sloučeniny v čistém stavu i ve směsích. Chemické sloučeniny v pracovním prostředí vstupují do organismu nejčastěji dýchacími cestami (ve formě plynů, par nebo pevných či kapalných aerosolů - dýmu, prachu, mlhy), dále pokožkou nebo požitím. [6]

Velikost expozice chemickým sloučeninám se zjišťuje nejčastěji jejich stanovením přímo v pracovním ovzduší, které zohledňuje vstup inhalační cestou. Biologické monitorování (stanovení výchozích látek nebo produktů jejich přeměny, obvykle v moči nebo krvi) zachycuje vstup do organismu všemi cestami. V pracovním ovzduší se chemické látky vyskytují buď ve formě tuhých a kapalných aerosolů anebo ve formě plynů. [6]

Hodnocení zdravotního rizika pro zaměstnance, který je při práci exponován chemické látce, směsi nebo prachu, zahrnuje:

- a) zjištění přítomnosti chemické látky, směsi nebo prachu na pracovišti,
- b) zjištění nebezpečných vlastností chemické látky, směsi nebo prachu, které mohou mít vliv na zdraví zaměstnance,

- c) využití údajů z bezpečnostního listu a z dalších zdrojů týkajících se chemické bezpečnosti,
- d) zjištění úrovně, typu a trvání expozice,
- e) popis technologických a pracovních operací s chemickou látkou, směsí nebo spojených s vývinem prachu,
- f) využití dat o přípustných expozičních limitech, nejvyšších přípustných koncentracích nebo o monitorování expozice z dostupných zdrojů,
- g) posouzení účinku opatření, která byla přijata k ochraně zdraví zaměstnance při práci,
- h) využití závěrů z již provedených lékařských prohlídek a vyšetření, využití závěrů z mimořádných událostí a dalších informací z dostupných zdrojů,
- i) podmínky, za nichž může v důsledku mimořádné události dojít k nadměrné expozici chemické látky nebo směsi. [1]

Hodnocení zdravotního rizika chemické látky, směsi nebo prachu musí dále zahrnovat i práce spojené s údržbou nebo úklidem a práce, při nichž může být zaměstnanec exponován nadměrné expozici chemické látky, směsi nebo prachu. [1]

1.2.3 FYZIOLOGICKÉ FAKTORY

Mezi hlavní fyziologické faktory práce patří fyzická náročnost práce, a to nejen z hlediska celkové fyzické zátěže ale i jednostranného přetěžování určitých pohybových struktur, a dále všechny ergonomické faktory práce, které mají vliv zejména na vznik onemocnění kosterně-svalového aparátu. [7]

Fyzická zátěž – zvýšené (nadměrné) zatížení pohybového, srdečněcévního a dýchacího systému, které ovlivňuje metabolické procesy a termoregulaci organismu. Kritériem pro hodnocení fyzické namáhavosti práce jsou hodnoty energetického výdeje a srdeční frekvence (max. 150 tepů za minutu). Za nežádoucí zátěž je nutno považovat překročení limitů uvedených v nařízení vlády č. 178/2001

Sb., ve znění pozdějších předpisů. Pro práce vykonávané velkými svalovými skupinami je to např. pro muže 6,8 MJ , pro ženy 4,5 MJ , který nesmí být překročen v průběhu směny při rovnoměrném rozdělení pracovní doby. [7]

Celková fyzická zátěž se posuzuje z hlediska energetické náročnosti práce pomocí hodnot energetického výdeje vyjádřených v netto hodnotách a pomocí hodnot srdeční frekvence. Hygienickými limity celkové fyzické zátěže se rozumí hodnoty energetického výdeje směnové průměrné, směnové přípustné, minutové přípustné, průměrné roční a dále přípustné hodnoty srdeční frekvence v průměrné směně. Přípustnými hygienickými limity se rozumí limity, které se v průměrné směně bez ohledu na její délku nenavysují. Za průměrnou směnu se pokládá osmihodinová směna, která probíhá za obvyklých pracovních podmínek, při níž doba výkonu práce jednotlivých pracovních operací odpovídá skutečné míře zátěže. [1]

Rozlišují se ergonomické faktory:

Senzorická zátěž – pracovní zátěž spojená s převahou nároků na zrak a sluch a jim odpovídajícím strukturám centrálního nervového systému.

Psychická zátěž – pracovní zátěž se zvýšenými nároky na psychické procesy zejména na pozornost, paměť, představivost, myšlení, rozhodování apod. Vědomí zvýšené odpovědnosti, rizika atd., ovlivňující emoční stabilitu.

Pracovní stres – synonymum nepřiměřené pracovní zátěže, jež je vyvolána nějakým vnějším činitelem (stresorem). Odezva na působení stresorů (stresová reakce) se obvykle projevuje změnami ve vegetativních funkcích (např. v srdečněcévním, v zažívacím systému) a v prožívání jako je úzkost, strach, pocity napětí atd. [7]

1.2.4 BIOLOGICKÉ FAKTORY

Z biologických faktorů jsou nejzávažnější mikroorganismy, které mohou vyvolat závažná onemocnění člověka (patogenní mikroorganismy). Jsou-li patogenní mikroorganismy využívány záměrně při výrobě nebo je jejich výskyt nedílnou součástí práce (zdravotnická a veterinární zařízení apod.), pak takové práce podléhají kategorizaci. Mikroorganismy nebo jejich produkty se do pracovního prostředí mohou také uvolňovat z klimatizačních zařízení či zaplísňených povrchů a pak je třeba příčinu výskytu odstranit. [8]

Biologickými činiteli jsou mikroorganismy (bakterie, viry, plísně) včetně těch, které byly geneticky modifikovány, buněčné kultury a endoparaziti, kteří mohou být schopni vyvolat infekční onemocnění, alergické nebo toxické projevy. Pod pojmem mikroorganismus se rozumí mikrobiologický objekt buněčný nebo nebuněčný, schopný replikace nebo přenosu genetického materiálu. Pod pojmem buněčná kultura se rozumí buňky pocházející z mnohobuněčného organismu, které rostou mimo živý organismus (in vitro). [8]

Při činnosti, která je spojena s možností ohrožení zdraví zaměstnance biologickým činitelem, musí být stanovena povaha, míra a doba expozice biologickému činiteli tak, aby bylo možné zhodnotit veškerá rizika pro zdraví zaměstnance a rozhodnout o nezbytných opatřeních k ochraně jeho zdraví. [1]

Při činnostech, které zahrnují expozici několika skupinám biologických činitelů, musí být vyhodnoceno riziko na základě nebezpečí, které představují všechny přítomné biologické činitele, přičemž míru rizika určuje nejnebezpečnější činitel. [1]

1.2.5 FYZIKÁLNÍ FAKTORY

Fyzikální faktory, které na člověka působí v pracovním prostředí, jsou různorodé. Nejdůležitější je tepelně-vlhkostní mikroklima, kterému je vystaven každý pracovník, ať dělá jakoukoliv práci. Naším cílem je vytvořit takové pracovní podmínky, aby člověk pociťoval tepelnou pohodu, tj. aby veškeré teplo tělem produkované bylo odváděno do prostředí bez viditelného pocení. Ne vždy je to možné, některé práce je nutno vykonávat v horku či v chladu. Tepelná pohoda pak určuje stupeň tolerance člověka k ostatním složkám pracovního prostředí. Mezi fyzikálními faktory patří hluk, vibrace, elektromagnetické záření, osvětlení, ionizace a čistota ovzduší. [9]

1.2.5.1 TEPELNÁ POHODA ČLOVĚKA

Tepelně vlhkostní mikroklima představuje nejvýznamnější složku vnitřního prostředí v budovách. Pokud se parametry tepelně vlhkostního mikroklimatu pohybují v optimálních mezích, označuje se tento stav jako tepelná pohoda. Může být definována na základě objektivních kritérií prostředí nebo podle subjektivních pocitů člověka. [12]

Tepelná pohoda označuje takový stav prostředí, ve kterém je splněna podmínka tepelné rovnováhy mezi organismem člověka a okolí a význam má i způsob a rovnoměrnost, s jakou člověk do okolí teplo vydává. V případě nedodržení optimálních podmínek je člověk před nadměrným teplem chráněn pocením, ale před nadměrným chladem chráněn není. [12]

Je prokázáno, že při lehké fyzické práci dochází k 100 % výkonu jedince při teplotě 22°C, při teplotě 27°C dochází k poklesu výkonu o 25% a při teplotě kolem 30°C dosahuje výkon jedince pouhých 50% původního výkonu. Důsledkem práce při vysokých teplotách je únava, zhoršená pozornost a s tím spojené riziko pracovních úrazů, včetně poruch a změn fyziologických funkcí, jako je zrychlení dechové frekvence, snížení diastolického krevního tlaku, bolesti svalů, hlavy atd.

Naopak práce v chladném prostředí vede k omezení průtoku krve kůží, ke kolísání srdeční frekvence, ke zvýšení spotřeby kyslíku atd. [5]

1.2.6 PSYCHOLOGICKÉ FAKTORY

Psychologické faktory práce zahrnují psychickou pracovní zátěž, psychosociální stres na pracovišti, patologické vztahy - mobbing, bossing, šikanu. V rozvinutých zemích se psychosociální faktory a faktory spojené s organizací práce stávají hlavními pracovními riziky. [10]

Psychickou zátěž je možné definovat jako proces psychického zpracování a vyrovnání se organismu s požadavky a vlivy životního a pracovního prostředí. Lze rozlišit tři formy psychické zátěže:

- senzorická (smyslová zátěž) – vyplývá z požadavků práce na činnost smyslových orgánů;
- mentální zátěž – vyplývá z požadavků na zpracování informací kladoucí nároky na psychické procesy zejména pozornost, paměť, představivost, myšlení, rozhodování;
- emoční zátěž – vyplývá ze situací a požadavků vyvolávajících afektivní odezvu [10]

Práci s psychickou zátěží se rozumí práce:

- spojená s monotonií,
- ve vnuceném pracovním tempu,
- v třisměnném nebo nepřetržitém pracovním režimu,
- vykonávaná pouze v noční době. [10]

1.3 ERGONOMIE

Předmětem ergonomie je studium vztahů mezi člověkem, pracovním prostředkem a pracovním prostředím - „Systém člověk - stroj - prostředí“, též „Pracovní systém“ a aplikace poznatků tohoto studia uplatněním limitů výkonnosti člověka (mentální, sensorické, antropometrické, biomechanické) při projektování, konstruování strojů a technických zařízení, při inovačních a racionalizačních záměrech, při plánování technického rozvoje apod. Cílem ergonomie je ochrana zdraví, vytvoření pracovního komfortu, optimalizace pracovní výkonnosti a využití tvůrčích schopností člověka. [11]

Definice ergonomie je několik. V jednom se však víceméně shodují: tj. v jejím cíli, který spočívá v nalezení souladu či rovnováhy mezi výkonovou kapacitou člověka (tj. energetickou, biomechanickou, sensorickou a mentální) na straně jedné a požadavky pracovního úkolu a podmínek, za nichž je vykonáván na straně druhé. Současné pojetí ergonomie vychází z toho, že základem je systém člověk – stroj – prostředí. Tyto tři komponenty fungují vždy ve vzájemné souvislosti a závislosti. [11]

Hlavní zásadou pro vytvoření vhodného pracovního místa je odstranit všechny škodlivé, rušivé a obtěžující vlivy a vytvořit takové pracovní podmínky, aby bylo dosaženo co největšího pracovního pohodlí. Při prohlídce a hodnocení pracovního systému se především snažíme zjistit příčiny/nedostatky, jejichž důsledkem je nebo může být například pocit nespokojenosti, diskomfortu nebo různých tělesných a psychických příznaků, mezi které lze zařadit přetížení pohybového aparátu, zvýšení tělesné námahy, příznaky svalové únavy, zrakové potíže, pocit monotonie atd. [11]

1.4. VĚTRÁNÍ V PRACOVNÍM PROSTŘEDÍ

Základním úkolem větrání je výměna vzduchu v prostoru vnějším vzduchem, jehož objemový průtok musí odpovídat toku vznikajících škodlivin. Jejich účinek se eliminuje větráním, tedy výměnou znehodnoceného vzduchu vzduchem vnějším. [12].

Na pracovišti musí být k ochraně zdraví zaměstnance zajištěna dostatečná výměna vzduchu přirozeným, nuceným nebo kombinovaným větráním. Množství vyměňovaného vzduchu se určuje s ohledem na vykonávanou práci a její fyzickou náročnost tak, aby bylo, pokud je to možné, zajištěno dodržování požadavků. [1]

Minimální množství venkovního vzduchu přiváděného na pracoviště musí být:

- a) 25 m³/h na jednoho zaměstnance vykonávajícího práci zařazenou na pracovišti bez přítomnosti chemických látek, prachů nebo jiných zdrojů znečištění;
- b) 50 m³/h na jednoho zaměstnance vykonávajícího práci zařazenou na pracovišti s přítomností chemických látek, prachů nebo jiných zdrojů znečištění;
- c) 70 m³/h na jednoho zaměstnance vykonávajícího práci zařazenou do tříd IIb, IIIa nebo IIIb;
- d) 90 m³/h na jednoho zaměstnance vykonávajícího práci zařazenou do tříd IVa, IVb nebo V. [1]

Pro pracoviště s přístupem veřejnosti se zvyšuje množství přiváděného venkovního vzduchu úměrně předpokládané zátěži 0,2 až 0,3 osoby/m² nezastavěné podlahové plochy místnosti. Při venkovních teplotách vyšších než 26 °C a nižších než 0 °C může být množství venkovního vzduchu zmenšeno, nejvýše však na polovinu. Proudění vzduchu musí zabezpečovat dobré provětrávání pracoviště a nesmí přispívat k šíření škodlivin na jiné pracoviště. [1]

1.4.1 NUCENÉ VĚTRÁNÍ

Nejsou rozlišeny požadavky pro větrání přirozené a nucené, v nařízení vlády č. 361/2007 Sb je uvedeno, že "Nucené větrání musí být použito vždy, pokud přirozené větrání prokazatelně nepostačuje k celoročnímu zajištění ochrany zdraví zaměstnance...". [5]

Nucené větrání lze definovat jako mechanickou výměnu znehodnoceného vzduchu v daném prostoru za vzduch zpravidla venkovní k zajištění tedy tvorbě zejména oděrového mikroklimatu místností či k odvedení tepelných event dalších hmotnostních škodlivin vznikajících v budovách a při technologických procesech. [12]



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VZDUCHOTECHNIKA V ZÁZEMÍ VÝROBNÍ HALY

AIR CONDITIONING IN THE BACKGROUND OF THE PRODUCTION HALL

ČÁST B – VÝPOČTOVÁ ČÁST

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Evgenii Stepanov

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. OLGA RUBINOVÁ, Ph.D.

BRNO 2022

2. VÝPOČTOVÁ ČÁST

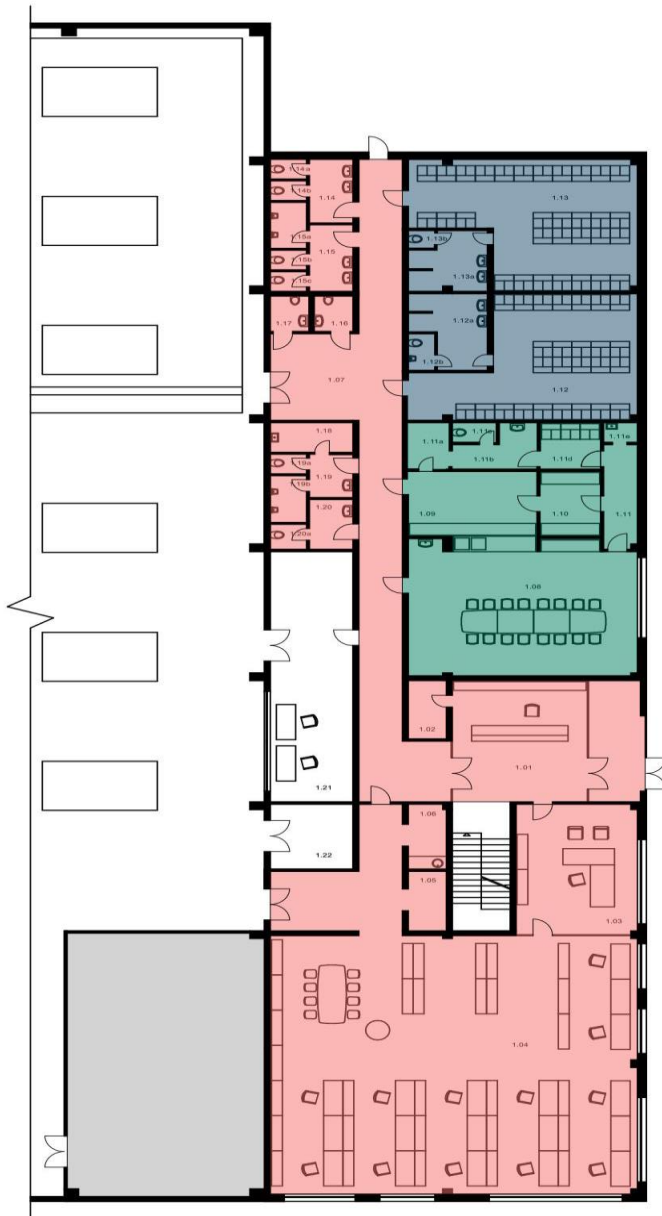
2.1 ANALÝZA OBJEKTU

ZAŘÍZENÍ č. 1 - Větrání administrativy (korálová barva)

ZAŘÍZENÍ č. 2 - Větrání šaten (tmavě zelená barva)

ZAŘÍZENÍ č. 3 - Větrání jídelny (tmavě modrá barva)

Strojovna vzduchotechniky (šedá barva)



Obrázek 2 - Rozdělení objektu na zóny

2.2 TEPELNÁ BILANCE BUDOVY

2.2.1 VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT

Tabulka 1 - Výpočet tepelných ztrát místnosti 1.03

Označení	Název místnosti	Vnitřní teplota $\theta_{int,i}$ [C]					
1.03	Ředitel	21					
Výpočet tepelné ztráty prostupem pro místnost č. 1.03							
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	Ak	Uk	U	Ukc	ek	Ak * Ukc * ek
SO1	Obvodová stěna	14,01	0,23	0,02	0,25	1	3,50
OZ1	Okno zdvojené	6,45	1,10	0,00	1,10	1	7,10
Celková měrná tepelná ztrata přímo do venkovního prostředí $H_{t,ie} = \sum [Ak * Ukc * ek]$ (W/k)							10,60
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	Ak	Uk	fij	Ak * Ukc * fij		
SN1	Stěna do schodiště	21,37	1,16	0,06	1,56		
SN2	Stěna do 1.01	14,00	1,05	0,06	0,93		
SN3	Stěny do 1.04	14,00	0,85	0,06	0,75		
DN2	Dveře do 1.01	1,68	1,70	0,06	0,18		
DN3	Dveře do 1.04	1,68	1,70	0,06	0,18		
STR	Strop nad 1.NP	33,17	0,26	0,06	0,54		
Celková měrná tepelná ztrata z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty $H_{t,ij} = \sum [Ak * Ukc * fij]$ (W/k)							4,14
Tepelné ztráty zeminou							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	Ak	Uequiv,k	Ak * Uequiv,k	fg1, fg2, G	fg1 * fg2 * Gw	
P1	Podlaha na zemině	33,17	0,14	4,64	1,45; 0,5; 1	0,73	
Celková měrná tepelná ztrata zeminou $H_{t,ig} = \sum [Ak * Uequiv,k] * fg1 * fg2 * Gw$ (W/k)							3,37
Celková měrná tepelná ztrata prostupem							18,10
	$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{t,i}$	Návrh. ztrata prostupem $\theta_{t,i}$		
	21	-11	32	18,10	579,33		

Tabulka 2 - Výpočet tepelných ztrát místnosti 1.04

Označení	Název místnosti	Vnitřní teplota $\theta_{int,i}$ [C]					
1.04	Kancelář	21					
Výpočet tepelné ztráty prostupem pro místnost č. 1.04							
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	Ak	Uk	U	Ukc	ek	Ak * Ukc * ek
SO1	Obvodová stěna	62,18	0,23	0,02	0,25	1	15,54
OZ1	Okno zdvojené	29,40	1,10	0,00	1,10	1	32,34
Celková měrná tepelná ztrata přímo do venkovního prostředí $H_{t,ie} = \sum [A_k * U_{kc} * e_k]$ (W/k)							47,88
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	Ak	Uk	fij	Ak * Ukc * fij		
SN1	Stěny do 1.05, 1.06, výroby, schodiště	105,81	1,16	0,06	7,73		
SN2	Stěna do 1.07	4,26	1,05	0,06	0,28		
SN3	Stěna do 1.03	14	0,85	0,06	0,75		
DN1	Dveře do 1.05, 1.06, výroby	6,93	1,70	0,06	0,74		
DN2	Dveře do 1.07	1,68	1,70	0,06	0,18		
DN3	Dveře do 1.03	1,68	1,70	0,06	0,18		
STR	Strop nad 1.NP	225,56	0,26	0,06	3,69		
Celková měrná tepelná ztrata z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty $H_{t,ij} = \sum [A_k * U_{kc} * f_{ij}]$ (W/k)							13,56
Tepelné ztráty zeminou							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	Ak	Uequiv,k	Ak * Uequiv,k	fg1, fg2, G	fg1 * fg2 * Gw	
P1	Podlaha na zemině	225,56	0,14	31,58	1,45; 0,5; 1	0,73	
Celková měrná tepelná ztrata zeminou $H_{t,ig} = \sum [A_k * U_{equiv,k} * f_{g1} * f_{g2} * G_w]$ (W/k)							22,89
Celková měrná tepelná ztrata prostupem							84,34
	$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{t,i}$	Návrh. ztrata prostupem $\theta_{t,i}$		
	21	-11	32	84,34	2698,84		

Tabulka 3 - Výpočet tepelných ztrát místnosti 1.08

Označení	Název místnosti	Vnitřní teplota $\theta_{int,i}$ [C]					
1.08	Jídelna / Školící místnost	21					
Výpočet tepelné ztráty prostupem pro místnost č. 1.08							
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	Ak	Uk	U	Ukc	ek	Ak * Ukc * ek
SO1	Obvodová stěna	14,31	0,23	0,02	0,25	1	3,58
OZ1	Okno zdvojené	6,15	1,10	0,00	1,10	1	6,77
Celková měrná tepelná ztrata přímo do venkovního prostředí $H_{t,ie} = \sum [Ak * Ukc * ek]$ (W/k)							10,34
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	Ak	Uk	fij	Ak * Ukc * fij		
SN1	Stěny do 1.01, 1.02, 1.07	52,52	1,16	0,06	3,84		
SN2	Stěny do 1.09, 1.10, 1.11	14,93	1,05	0,06	0,99		
DN1	Dveře do 1.07	1,68	1,70	0,06	0,18		
DN2	Dveře do 1.11	1,68	1,70	0,06	0,18		
STR	Strop nad 1.NP	61,37	0,26	0,06	1,01		
Celková měrná tepelná ztrata z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty $H_{t,ij} = \sum [Ak * Ukc * fij]$ (W/k)							6,19
Tepelné ztráty zeminou							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	Ak	Uequiv,k	Ak * Uequiv,k	fg1, fg2, G	fg1 * fg2 * Gw	
P1	Podlaha na zemině	61,37	0,14	8,59	1,45; 0,5; 1	0,73	
Celková měrná tepelná ztrata zeminou $H_{t,ig} = \sum [Ak * Uequiv,k] * fg1 * fg2 * Gw$ (W/k)							6,23
Celková měrná tepelná ztrata prostupem							22,76
		$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{t,i}$	Návrh. ztrata prostupem $\theta_{t,i}$	
		21	-11	32	22,76	728,41	

2.2.2 VÝPOČET TEPELNÝCH ZÁTĚŽÍ

Tabulka 4 - Výpočet tepelné zátěže místnosti 1.03

Vstupní hodnoty:					
Místnost:	1.03	Ředitel			
Rozměry místnosti:					
Plocha			33,17	m ²	
Světlá výška		s.v.=	3,30	m	
Okna (Jihovýchod):					
Počet			1	ks	
Rozměr oken		a =	4,30	m	
		b =	2,00	m	
Šířka rámu		š.r. =	0,125	m	
Výška zasklení		la =	4,05	m	
Sířka zasklení		lb =	1,75	m	
Odstup od svislé stínící překážky		f =	0,100	m	
Odstup od vodorovné stínící překážky		g =	0,100	m	
Hloubka okna (venkovní nadpraží)		c =	0,200	m	
Hloubka okna (venkovní ostění)		d =	0,200	m	
Součinitel prostupu tepla oknem		U _w =	1,1	W/m ² K	
Stínící součinitel		s =	0,2	(predokenni žaluzie)	
Plocha okna:		S _{ok} =	8,6	m ²	
Plocha zasklení:		S _o =	7,088	m ²	
Intenzita dopadající sluneční radiace:					
Stínící součinitel:					
Teploty:	LÉTO	t _i =	25	°C	t _e = 34 °C
Teploty okolních místností:		t _{i2} =	25	°C	
Počet osob:	2				

Tabulka 5 - Výpočet tepelné zátěže místnosti 1.03

Řešení:

Tepelné zisky okny:

Okna jsou pouze na jihovýchodí fasádě. Dle tabulky č. 10 normy ČSN 73 0548 je maximální intenzita sluneční radiace I_0 na JV fasádu v 9 hodin.

Maximální intenzita procházející sluneční radiace:	$I_0 =$	511	Wm^{-2}
Doba výpočtu:		9	hodin
	$I_{diff} =$	141	Wm^{-2}

Výpočet velikosti osluněné části okna:

Výška slunce $h =$	44 °	Vodorovný stín
Azimut slunce $\alpha =$	114 °	$e_1 = c \cdot \tan \alpha - \gamma $ [m]
Azimut stěny $\gamma =$	135 °	Svislý stín
		$e_2 = d \cdot \frac{\tan h}{\cos \alpha - \gamma }$ [m]
$e_1 =$	-0,08 m	
$e_2 =$	0,21 m	

Poznámka ke geometrii stínů: Pokud je rozdíl azimutů stěny a slunce $|\alpha - \gamma| > 90^\circ$, znamená to, že okno je celé ve stínu a počítat délky stínů je zbytečné, protože $S_{os} = 0$. Dnešní plastová okna mají poměrně masivní rámy, rám okna a křídla (f, g) má šířku 100 až 150 mm. Pokud délka stínu e_1 nebo e_2 je menší než šířka rámu g nebo f , znamená to, že stín dopadá na rám. V tom případě se stín nezapočte (na sklo dopadá přímé sluneční záření).

Osluněná část okna:

$$S_{os} = [l_a - (e_1 - f)] \cdot [l_b - (e_2 - g)] \quad [m^2]$$

l_a – výška zasklení

l_b – šířka zasklení

f – odstup od svislé stínící překážky (běžně šířka rámu)

g – odstup od vodorovné stínící překážky (běžně šířka rámu)

c – hloubka okna (venkovní nadpraží, balkón)

d – hloubka okna (venkovní ostění či hloubka vodorovného slunolamu)

$$S_{os} = 6,95 \quad m^2$$

Tabulka 6 - Výpočet tepelné zátěže místnosti 1.03

Tepelný zisk sluneční radiací pro jedno okno

$$Q_{or} = [S_{os} \cdot I_o \cdot c_0 + (S_o - S_{os}) \cdot I_{o\ dif}] \cdot s \quad [W]$$

c_0 – korekce na čistotu atmosféry $c_0 = 0,85$ pro městskou a průmyslovou oblast
 $c_0 = 1,15$ pro venkovskou oblast

I_o – celková intenzita radiace (globální záření) procházející oknem

$I_{o\ dif}$ – intenzita difúzní radiace (nahradíme příslušnou hodnotou pro severní směr) procházející oknem

s – stínící součinitel, viz příloha P3

$$c_0 = 0,85$$

Všechna okna

$$Q_{or}/1 \text{ okno} = 607 \quad W \quad Q_{or} = 607 \quad W$$

Tepelné zisky oken konvekci:

$$Q_{ok} = S_{ok} \cdot U_o \cdot (t_e - t_i) \quad [W]$$

t_i – teplota interiéru

t_e – teplota vnějšího vzduchu pro určenou hodinu, viz příloha P4

$$t_e = 34 \quad ^\circ C$$

$$Q_{ok}/1 \text{ okno} = 85 \quad W \quad Q_{ok} = 85 \quad W$$

Celková tepelná zátěž okny:

$$Q_o = Q_{or} + Q_{ok} \quad [W]$$

$$Q_o = 692 \quad W$$

Tabulka 7 - Výpočet tepelné zátěže místnosti 1.03

Tepelná zátěž vnějších stěn:

Stěna středně těžká

Tloušťka 0,08 až 0,45 m, počítá se pro každou stěnu zvlášť.

$$Q_s = U_s \cdot S \cdot [(t_{rm} - t_i) + m \cdot (t_{r\psi} - t_{rm})] \quad [W]$$

S – plocha stěny s odečtenými otvory [m²]

t_{rm} – průměrná rovnocenná sluneční teplota vnějšího vzduchu za 24 hodin, viz příloha P4

$$m = \frac{1 + 7,6 \cdot \delta}{2500\delta} \quad [-]$$

m – součinitel zmenšení teplotního kolísání

δ – tloušťka stěny [m]

t_{rψ} – rovnocenná sluneční teplota v době o ψ hodin dřív

Fázové posunutí teplotních kmitů ψ:

o kolik hodin dopředu se má brát rovnocenná teplota

$$\psi = 32\delta - 0,5 \quad [h]$$

např. doba výpočtu je 10h, fázové posunutí je ψ = 13h → 10 - 13 = 21 h předešlý den (teplu trvá 13h než projde stěnou, proto se bere teplota, která byla venku před 13 hodinami). Z přílohy P4 je pak t_{rψ} = 23 °C pro východní fasádu.

Stěna jihovýchodí:

U_s = 0,25 Wm⁻²K⁻¹

S = 14,01 m²

t_{rm} = 30,2 °C

δ = 0,375 m

m = 0,205 -

ψ = 11,5 h

t_{rψ} = 22,10 °C

Interpolace:

a = 21 23

c = 21,5 x

b = 22 21,2

pro interpolaci t_{rψ} = 22,1

Q_{sj} = 12 W

Celková tepelná zátěž vnějších stěn

Q_s = 12 W

Produkce tepla od lidí:

Lidé:

q_m = 68 W

Q_l = 136 W

Tabulka 8 - Výpočet tepelné zátěže místnosti 1.03

Tepelná produkce svítidel:

Pás 5 m od oken nemusí být osvětlený umělým osvětlením

$$Q_{sv} = S_s \cdot P_s \cdot c_1 \cdot c_2 \quad [W]$$

S_s – podlahová plocha zmenšená o přirozeně osvětlenou plochu u oken [m].

P_s – výkon osvětlení [W/m²]

c_1 – součinitel současnosti požívání svítidel [-]

c_2 – zbytkový součinitel 1, při odsávání vzduchu z okolí svítidel 0,7

$$S_s = 0 \quad m^2$$

$$P_s = 25 \quad W/m^2$$

$$c_1 = 0,8 \quad -$$

$$c_2 = 1 \quad -$$

$$Q_{sv} = 0 \quad W$$

Vodní zisky:

$$Q_l = n_l \cdot m_l \quad [g/h]$$

m_l – produkce vodní páry na jednu osobu, viz příloha P5
u pokrmů 10 g na jedno jídlo

$$m_l = 116 \quad g/h$$

$$M_w = 232 \quad g/h$$

$$0,06 \quad g/s$$

Závěr:

Tepelné zisky oken radiací: $Q_{or} = 607 \quad W$

Tepelné zisky oken konvekce: $Q_{ok} = 85 \quad W$

Tepelná zátěž vnějších stěn: $Q_s = 12 \quad W$

Tepelná zátěž vnitřních stěn: $Q_{si} = 0 \quad W$

Tepelná produkce lidí: $Q_l = 136 \quad W$

Tepelná produkce svítidel: $Q_{sv} = 0 \quad W$

Celková tepelná zátěž: $Q_L = 841 \quad W$

Vodní zisky: $M_w = 0,06 \quad g/s$

Tabulka 9 - Výpočet tepelné zátěže místnosti 1.04

<u>Vstupní hodnoty:</u>					
Místnost:	1.04	Kancelář			
Rozměry místnosti:					
Plocha			225,56	m ²	
Světlá výška	s.v.=		3,30	m	
Okna (Jihovýchod):					
Počet			3	ks	
Rozměr oken	a =		2,97	m	
	b =		2,00	m	
Šířka rámu	š.r. =		0,125	m	
Výška zasklení	la =		2,72	m	
Šířka zasklení	lb =		1,75	m	
Odstup od svislé stínící překážky	f =		0,100	m	
Odstup od vodorovné stínící překážky	g =		0,100	m	
Hloubka okna (venkovní nadpraží)	c =		0,200	m	
Hloubka okna (venkovní ostění)	d =		0,200	m	
Součinitel prostupu tepla oknem	U _w =		1,1	W/m ² K	
Stínící součinitel	s =		0,2	(predokenni žaluzie)	
Plocha okna:	S _{ok} =		5,94	m ²	
Plocha zasklení:	S _o =		4,76	m ²	
Intenzita dopadající sluneční radiace:					
Stínící součinitel:					
Teploty:	LÉTO	t _i =	25	°C	t _e = 34 °C
Teploty okolních místností:		t _{i2} =	25	°C	
Počet osob:	16				

Tabulka 10 - Výpočet tepelné zátěže místnosti 1.04

Řešení:

Tepelné zisky okny:

Okna jsou pouze na jihovýchodí fasádě. Dle tabulky č. 10 normy ČSN 73 0548 je maximální intenzita sluneční radiace I_0 na JV fasádu v 14 hodin.

Maximální intenzita procházející sluneční radiace:	$I_0 =$	130	Wm^{-2}
Doba výpočtu:		14	hodin
	$I_{diff} =$	141	Wm^{-2}

Výpočet velikosti osluněné části okna:

Výška slunce $h =$	52 °	Vodorovný stín	$e_1 = c \cdot \tan \alpha - \gamma $ [m]
Azimut slunce $\alpha =$	229 °	Svislý stín	$e_2 = d \cdot \frac{\tan h}{\cos \alpha - \gamma }$ [m]
Azimut stěny $\gamma =$	135 °		
$(\alpha > \gamma) = 94 > 90$			

Okno je celé ve stínu

Poznámka ke geometrii stínů: Pokud je rozdíl azimutů stěny a slunce $|\alpha - \gamma| > 90^\circ$, znamená to, že okno je celé ve stínu a počítat délky stínů je zbytečné, protože $S_{os} = 0$. Dnešní plastová okna mají poměrně masivní rámy, rám okna a křídla (f, g) má šířku 100 až 150 mm. Pokud délka stínu e_1 nebo e_2 je menší než šířka rámu g nebo f , znamená to, že stín dopadá na rám. V tom případě se stín nezapočte (na sklo dopadá přímé sluneční záření).

Osluněná část okna:

$$S_{os} = [l_a - (e_1 - f)] \cdot [l_b - (e_2 - g)] \quad [m^2]$$

l_a – výška zasklení

l_b – šířka zasklení

f – odstup od svislé stínící překážky (běžně šířka rámu)

g – odstup od vodorovné stínící překážky (běžně šířka rámu)

c – hloubka okna (venkovní nadpraží, balkón)

d – hloubka okna (venkovní ostění či hloubka vodorovného slunolamu)

$$S_{os} = 0,00 \quad m^2$$

Tabulka 11 - Výpočet tepelné zátěže místnosti 1.04

Tepelný zisk sluneční radiací pro jedno okno

$$Q_{or} = [S_{os} \cdot I_o \cdot c_0 + (S_o - S_{os}) \cdot I_{o\ dif}] \cdot s \quad [W]$$

c_0 – korekce na čistotu atmosféry $c_0 = 0,85$ pro městskou a průmyslovou oblast
 $c_0 = 1,15$ pro venkovskou oblast

I_o – celková intenzita radiace (globální záření) procházející oknem

$I_{o\ dif}$ – intenzita difúzní radiace (nahradíme příslušnou hodnotou pro severní směr) procházející oknem

s – stínící součinitel, viz příloha P3

$$c_0 = 0,85$$

$Q_{or}/1 \text{ okno} =$	134	W	Všechna okna	$Q_{or} =$	403	W
---------------------------	-----	---	--------------	------------	-----	---

Tepelné zisky oken konvekci:

$$Q_{ok} = S_{ok} \cdot U_o \cdot (t_e - t_i) \quad [W]$$

t_i – teplota interiéru

t_e – teplota vnějšího vzduchu pro určenou hodinu, viz příloha P4

$$t_e = 34 \quad ^\circ\text{C}$$

$Q_{ok}/1 \text{ okno} =$	59	W	$Q_{ok} =$	176	W
---------------------------	----	---	------------	-----	---

Celková tepelná zátěž okny:

$$Q_o = Q_{or} + Q_{ok} \quad [W]$$

$$Q_o = 579 \quad W$$

Tabulka 12 - Výpočet tepelné zátěže místnosti 1.04

Tepelná zátěž vnějších stěn:

Stěna středně těžká

Tloušťka 0,08 až 0,45 m, počítá se pro každou stěnu zvlášť.

$$Q_s = U_s \cdot S \cdot [(t_{rm} - t_i) + m \cdot (t_{r\psi} - t_{rm})] \quad [W]$$

S – plocha stěny s odečtenými otvory [m²]

t_{rm} – průměrná rovnocenná sluneční teplota vnějšího vzduchu za 24 hodin, viz příloha P4

$$m \doteq \frac{1 + 7,6 \cdot \delta}{2500^\delta} \quad [-]$$

m – součinitel zmenšení teplotního kolísání

δ – tloušťka stěny [m]

t_{rψ} – rovnocenná sluneční teplota v době o ψ hodin dřív

Fázové posunutí teplotních kmitů ψ:

o kolik hodin dopředu se má brát rovnocenná teplota

$$\psi \doteq 32\delta - 0,5 \quad [h]$$

např. doba výpočtu je 10h, fázové posunutí je ψ = 13h → 10 - 13 = 21 h předešlý den (teplu trvá 13h než projde stěnou, proto se bere teplota, která byla venku před 13 hodinami). Z přílohy P4 je pak t_{rψ} = 23 °C pro východní fasádu.

Stěna jihovýchodí:

U_s = 0,25 Wm⁻²K⁻¹

S = 26,74 m²

t_{rm} = 30,2 °C

δ = 0,375 m

m = 0,205 -

ψ = 11,5 h

t_{rψ} = 16,10 °C

Interpolace:

a = 2 16,2

c = 2,5 x

b = 3 16

pro interpolaci t_{rψ} = 16,1

Q_{sj} = 15 W

Celková tepelná zátěž vnějších stěn

Q_s = 15 W

Produkce tepla od lidí:

Lidé:

q_m = 62 W

Q_l = 992 W

Tabulka 13 - Výpočet tepelné zátěže místnosti 1.04

<u>Vstupní hodnoty:</u>					
Místnost:	1.04	Kancelář			
Rozměry místnosti:					
Plocha			225,56	m ²	
Světlá výška		s.v.=	3,30	m	
Okna (Jihozápad):					
Počet			3	ks	
Rozměr oken					
		a =	3,57	m	
		b =	2,00	m	
Šířka rámu		š.r. =	0,125	m	
Výška zasklení		la =	3,32	m	
Šířka zasklení		lb =	1,75	m	
Odstup od svislé stínící překážky		f =	0,100	m	
Odstup od vodorovné stínící překážky		g =	0,100	m	
Hloubka okna (venkovní nadpraží)		c =	0,200	m	
Hloubka okna (venkovní ostění)		d =	0,200	m	
Součinitel prostupu tepla oknem		U _w =	1,1	W/m ² K	
Stínící součinitel		s =	0,2	(predokenni žaluzie)	
Plocha okna:					
		S _{ok} =	7,14	m ²	
Plocha zasklení:					
		S _o =	5,81	m ²	
Intenzita dopadající sluneční radiace:					
Stínící součinitel:					
Teploty:	LÉTO	t _i =	25	°C	t _e = 34 °C
Teploty okolních místností:		t _{i2} =	25	°C	
Počet osob:	16				

Tabulka 14 - Výpočet tepelné zátěže místnosti 1.04

Řešení:

Tepelné zisky okny:

Okna jsou pouze na jihozápadní fasádě. Dle tabulky č. 10 normy ČSN 73 0548 je maximální intenzita sluneční radiace I_0 na JZ fasádu v 14 hodin.

Maximální intenzita procházející sluneční radiace:	$I_0 =$	506	Wm^{-2}
		hodi	
Doba výpočtu:		14	n
	$I_{diff} =$	141	Wm^{-2}

Výpočet velikosti osluněné části okna:

Výška slunce $h =$	52 °	Vodorovný stín
Azimut slunce $\alpha =$	229 °	$e_1 = c \cdot \tan \alpha - \gamma $ [m]
Azimut stěny $\gamma =$	225 °	Svislý stín
$e_1 =$	0,01 m	$e_2 = d \cdot \frac{\tan h}{\cos \alpha - \gamma }$ [m]
$e_2 =$	0,26 m	

Poznámka ke geometrii stínů: Pokud je rozdíl azimutů stěny a slunce $|\alpha - \gamma| > 90^\circ$, znamená to, že okno je celé ve stínu a počítat délky stínů je zbytečné, protože $S_{os} = 0$. Dnešní plastová okna mají poměrně masivní rámy, rám okna a křídla (f, g) má šířku 100 až 150 mm. Pokud délka stínu e_1 nebo e_2 je menší než šířka rámu g nebo f , znamená to, že stín dopadá na rám. V tom případě se stín nezapočte (na sklo dopadá přímé sluneční záření).

Osluněná část okna:

$$S_{os} = [l_a - (e_1 - f)] \cdot [l_b - (e_2 - g)] \quad [m^2]$$

l_a – výška zasklení

l_b – šířka zasklení

f – odstup od svislé stínící překážky (běžně šířka rámu)

g – odstup od vodorovné stínící překážky (běžně šířka rámu)

c – hloubka okna (venkovní nadpraží, balkón)

d – hloubka okna (venkovní ostění či hloubka vodorovného slunolamu)

$$S_{os} = 5,43 \quad m^2$$

Tabulka 15 - Výpočet tepelné zátěže místnosti 1.04

Tepelný zisk sluneční radiací pro jedno okno

$$Q_{or} = [S_{os} \cdot I_o \cdot c_0 + (S_o - S_{os}) \cdot I_{o\ dif}] \cdot s \quad [W]$$

c_0 – korekce na čistotu atmosféry $c_0 = 0,85$ pro městskou a průmyslovou oblast
 $c_0 = 1,15$ pro venkovskou oblast

I_o – celková intenzita radiace (globální záření) procházející oknem

$I_{o\ dif}$ – intenzita difúzní radiace (nahradíme příslušnou hodnotou pro severní směr) procházející oknem

s – stínící součinitel, viz příloha P3

$$c_0 = 0,85$$

$Q_{or}/1 \text{ okno} =$	478	W	Všechna okna	$Q_{or} =$	1433	W
---------------------------	-----	---	--------------	------------	------	---

Tepelné zisky oken konvekci:

$$Q_{ok} = S_{ok} \cdot U_o \cdot (t_e - t_i) \quad [W]$$

t_i – teplota interiéru

t_e – teplota vnějšího vzduchu pro určenou hodinu, viz příloha P4

$$t_e = 34 \quad ^\circ\text{C}$$

$Q_{ok}/1 \text{ okno} =$	71	W	$Q_{ok} =$	212	W
---------------------------	----	---	------------	-----	---

Celková tepelná zátěž okny:

$$Q_o = Q_{or} + Q_{ok} \quad [W]$$

$$Q_o = 1645 \quad W$$

Tabulka 16 - Výpočet tepelné zátěže místnosti 1.04

Tepelná zátěž vnějších stěn:

Stěna středně těžká

Tloušťka 0,08 až 0,45 m, počítá se pro každou stěnu zvlášť.

$$Q_s = U_s \cdot S \cdot [(t_{rm} - t_i) + m \cdot (t_{r\psi} - t_{rm})] \quad [W]$$

S – plocha stěny s odečtenými otvory [m²]

t_{rm} – průměrná rovnocenná sluneční teplota vnějšího vzduchu za 24 hodin, viz příloha P4

$$m \doteq \frac{1 + 7,6 \cdot \delta}{2500\delta} \quad [-]$$

m – součinitel zmenšení teplotního kolísání

δ – tloušťka stěny [m]

t_{rψ} – rovnocenná sluneční teplota v době o ψ hodin dřív

Fázové posunutí teplotních kmitů ψ:

o kolik hodin dopředu se má brát rovnocenná teplota

$$\psi \doteq 32\delta - 0,5 \quad [h]$$

např. doba výpočtu je 10h, fázové posunutí je ψ = 13h → 10 - 13 = 21 h předešlý den (teplu trvá 13h než projde stěnou, proto se bere teplota, která byla venku před 13 hodinami). Z přílohy P4 je pak t_{rψ} = 23 °C pro východní fasádu.

Stěna jihozápadní:

U_s = 0,25 Wm⁻²K⁻¹

S = 27,835 m²

t_{rm} = 30,2 °C

δ = 0,375 m

m = 0,205 -

ψ = 11,5 h

t_{rψ} = 16,10 °C

Interpolace:

a = 2 16,2

c = 2,5 x

b = 3 16

pro interpolaci t_{rψ} = 16,1

Q_{sj} = 16 W

Celková tepelná zátěž vnějších stěn

Q_s = 16 W

Tabulka 17 - Výpočet tepelné zátěže místnosti 1.04

Tepelná produkce svítidel:

Pás 5 m od oken nemusí být osvětlený umělým osvětlením

$$Q_{sv} = S_s \cdot P_s \cdot c_1 \cdot c_2 \quad [W]$$

S_s – podlahová plocha zmenšená o přirozeně osvětlenou plochu u oken [m].

P_s – výkon osvětlení [W/m²]

c_1 – součinitel současnosti používání svítidel [-]

c_2 – zbytkový součinitel 1, při odsávání vzduchu z okolí svítidel 0,7

$S_s =$	0	m ²
$P_s =$	25	W/m ²
$c_1 =$	0,8	-
$c_2 =$	1	-
$Q_{sv} =$	0	W

Vodní zisky:

$$Q_l = n_l \cdot m_l \quad [g/h]$$

m_l – produkce vodní páry na jednu osobu, viz příloha P5
u pokrmů 10 g na jedno jídlo

$m_l =$	116	g/h
$M_w =$	1856	g/h
	0,52	g/s

Závěr:

		JV		JZ	
Tepelné zisky oken radiací:	$Q_{or} =$	403	W	1433	W
Tepelné zisky oken konvekci:	$Q_{ok} =$	176	W	212	W
Tepelná zátěž vnějších stěn:	$Q_s =$	15	W	16	W
Tepelná zátěž vnitřních stěn:	$Q_{si} =$	0	W		
Tepelná produkce lidí:	$Q_l =$	992	W		
Tepelná produkce svítidel:	$Q_{sv} =$	0	W		
Celková tepelná zátěž:	$Q_L =$	3248	W		
Vodní zisky:	$M_w =$	0,52	g/s		

Tabulka 18 - Výpočet tepelné zátěže místnosti 1.08

<u>Vstupní hodnoty:</u>					
Místnosti:	1.08	Jídelna			
Rozměry místnosti:					
Plocha			61,37	m ²	
Světlá výška		s.v.=	3,30	m	
Okna (Jihovýchod):					
Počet			1	ks	
Rozměr oken					
		a =	4,10	m	
		b =	2,00	m	
Šířka rámu		š.r. =	0,125	m	
Výška zasklení		la =	3,85	m	
Šířka zasklení		lb =	1,75	m	
Odstup od svislé stínící překážky		f =	0,100	m	
Odstup od vodorovné stínící překážky		g =	0,100	m	
Hloubka okna (venkovní nadpraží)		c =	0,200	m	
Hloubka okna (venkovní ostění)		d =	0,200	m	
Součinitel prostupu tepla oknem		U _w =	1,1	W/m ² K	
Stínící součinitel		s =	0,2	(predokenni žaluzie)	
Plocha okna:					
		S _{ok} =	8,2	m ²	
Plocha zasklení:					
		S _o =	6,738	m ²	
Intenzita dopadající sluneční radiace:					
Stínící součinitel:					
Teploty:	LÉTO	t _i =	25	°C	t _e = 34 °C
Teploty okolních místností:		t _{i2} =	25	°C	
Počet osob:	16				

Tabulka 19 - Výpočet tepelné zátěže místnosti 1.08

Řešení:

Tepelné zisky okny:

Okna jsou pouze na jihovýchodí fasádě. Dle tabulky č. 10 normy ČSN 73 0548 je maximální intenzita sluneční radiace I_0 na JV fasádu v 9 hodin.

Maximální intenzita procházející sluneční radiace:	$I_0 =$	511	Wm^{-2}
Doba výpočtu:		9	hodin
	$I_{diff} =$	141	Wm^{-2}

Výpočet velikosti osluněné části okna:

Vodorovný stín

$$e_1 = c \cdot \tan|\alpha - \gamma| \quad [m]$$

Výška slunce $h =$ 44 °

Azimut slunce $\alpha =$ 114 °

Azimut stěny $\gamma =$ 135 °

Svislý stín

$$e_2 = d \cdot \frac{\tan h}{\cos|\alpha - \gamma|} \quad [m]$$

$$e_1 = -0,08 \quad m$$

$$e_2 = 0,21 \quad m$$

Poznámka ke geometrii stínů: Pokud je rozdíl azimutů stěny a slunce $|\alpha - \gamma| > 90^\circ$, znamená to, že okno je celé ve stínu a počítat délky stínů je zbytečné, protože $S_{os} = 0$. Dnešní plastová okna mají poměrně masivní rámy, rám okna a křídla (f, g) má šířku 100 až 150 mm. Pokud délka stínu e_1 nebo e_2 je menší než šířka rámu g nebo f , znamená to, že stín dopadá na rám. V tom případě se stín nezapočte (na sklo dopadá přímé sluneční záření).

Osluněná část okna:

$$S_{os} = [l_a - (e_1 - f)] \cdot [l_b - (e_2 - g)] \quad [m^2]$$

l_a – výška zasklení

l_b – šířka zasklení

f – odstup od svislé stínící překážky (běžně šířka rámu)

g – odstup od vodorovné stínící překážky (běžně šířka rámu)

c – hloubka okna (venkovní nadpraží, balkón)

d – hloubka okna (venkovní ostění či hloubka vodorovného slunolamu)

$$S_{os} = 6,62 \quad m^2$$

Tabulka 20 - Výpočet tepelné zátěže místnosti 1.08

Tepelný zisk sluneční radiací pro jedno okno

$$Q_{or} = [S_{os} \cdot I_o \cdot c_0 + (S_o - S_{os}) \cdot I_{o\ dif}] \cdot s \quad [W]$$

c_0 – korekce na čistotu atmosféry $c_0 = 0,85$ pro městskou a průmyslovou oblast
 $c_0 = 1,15$ pro venkovskou oblast

I_o – celková intenzita radiace (globální záření) procházející oknem
 $I_{o\ dif}$ – intenzita difúzní radiace (nahradíme příslušnou hodnotou pro severní směr) procházející oknem
 s – stínící součinitel, viz příloha P3

$$c_0 = 0,85$$

Všechna okna

$$Q_{or}/1 \text{ okno} = 578 \quad W \quad Q_{or} = 578 \quad W$$

Tepelné zisky oken konvekci:

$$Q_{ok} = S_{ok} \cdot U_o \cdot (t_e - t_i) \quad [W]$$

t_i – teplota interiéru
 t_e – teplota vnějšího vzduchu pro určenou hodinu, viz příloha P4

$$t_e = 34 \quad ^\circ C$$

$$Q_{ok}/1 \text{ okno} = 81 \quad W \quad Q_{ok} = 81 \quad W$$

Celková tepelná zátěž okny:

$$Q_o = Q_{or} + Q_{ok} \quad [W]$$

$$Q_o = 659 \quad W$$

Tabulka 21 - Výpočet tepelné zátěže místnosti 1.08

Tepelná zátěž vnějších stěn:

Stěna středně těžká

Tloušťka 0,08 až 0,45 m, počítá se pro každou stěnu zvlášť.

$$Q_s = U_s \cdot S \cdot [(t_{rm} - t_i) + m \cdot (t_{r\psi} - t_{rm})] \quad [W]$$

S – plocha stěny s odečtenými otvory [m²]

t_{rm} – průměrná rovnocenná sluneční teplota vnějšího vzduchu za 24 hodin, viz příloha P4

$$m \doteq \frac{1 + 7,6 \cdot \delta}{2500\delta} \quad [-]$$

m – součinitel zmenšení teplotního kolísání

δ – tloušťka stěny [m]

t_{rψ} – rovnocenná sluneční teplota v době o ψ hodin dřív

Fázové posunutí teplotních kmitů ψ:

o kolik hodin dopředu se má brát rovnocenná teplota

$$\psi \doteq 32\delta - 0,5 \quad [h]$$

např. doba výpočtu je 10h, fázové posunutí je ψ = 13h → 10 - 13 = 21 h předešlý den (teplu trvá 13h než projde stěnou, proto se bere teplota, která byla venku před 13 hodinami). Z přílohy P4 je pak t_{rψ} = 23 °C pro východní fasádu.

Stěna jihovýchodí:

U_s = 0,25 Wm⁻²K⁻¹

S = 14,31 m²

t_{rm} = 30,2 °C

δ = 0,375 m

m = 0,205 -

ψ = 11,5 h

t_{rψ} = 22,10 °C

Q_{sj} = 13 W

Interpolace:

a = 21 23

c = 21,5 x

b = 22 21,2

21,5 h

pro interpolaci

t_{rψ} =

22,1

Celková tepelná zátěž vnějších stěn

Q_s = 13 W

Produkce tepla od lidí:

Lidé:

q_m = 62 W

Q_l = 992 W

Produkce tepla od pokrmů:

Pokrmý

Q_p = 40 W

Tabulka 22 - Výpočet tepelné zátěže místnosti 1.08

Tepelná produkce svítidel:	
Pás 5 m od oken nemusí být osvětlený umělým osvětlením	
$Q_{sv} = S_s \cdot P_s \cdot c_1 \cdot c_2 \quad [W]$	
S_s – podlahová plocha zmenšená o přirozeně osvětlenou plochu u oken [m].	
P_s – výkon osvětlení [W/m ²]	
c_1 – součinitel současnosti používání svítidel [-]	
c_2 – zbytkový součinitel 1, při odsávání vzduchu z okolí svítidel 0,7	
$S_s =$	0 m ²
$P_s =$	25 W/m ²
$c_1 =$	0,8 -
$c_2 =$	1 -
$Q_{sv} =$	0 W
Vodní zisky:	
$Q_l = n_l \cdot m_l \quad [g/h]$	
m_l – produkce vodní páry na jedu osobu, viz příloha P5 u pokrmů 10 g na jedno jídlo	
$m_l =$	116 g/h
$M_w =$	1856 g/h
	0,52 g/s
Závěr:	
Tepelné zisky oken radiací:	$Q_{or} = 578 \quad W$
Tepelné zisky oken konvekce:	$Q_{ok} = 81 \quad W$
Tepelná zátěž vnějších stěn:	$Q_s = 13 \quad W$
Tepelná zátěž vnitřních stěn:	$Q_{si} = 0 \quad W$
Tepelná produkce lidí:	$Q_l = 992 \quad W$
Tepelná produkce od pokrmů:	$Q_p = 40 \quad W$
Tepelná produkce svítidel:	$Q_{sv} = 0 \quad W$
Celková tepelná zátěž:	$Q_L = 1704 \quad W$
Vodní zisky:	$M_w = 0,52 \quad g/s$

Tabulka 23 - Celková tepelná zátěž

Č.	Účel místnosti	Teplota interieru [C°]	Celková tepelná zátěž [kW]	Vodní zisky [m/s]
1.03	ŘEDITEL	25	0,84	0,06
1.04	KANCELÁŘ	25	3,25	0,52
1.08	JÍDELNA/ŠKOLÍCÍ MÍSTNOST	25	1,70	0,52

2.3 VÝPOČET PRŮTOKŮ VZDUCHU

Tabulka 24 - Výpočet průtoků vzduchu - Zařízení č. 1 - Větrání administrativy

ZAŘÍZENÍ 1 - Větrání administrativy									
Č.M	ÚČEL MÍSTNOSTÍ	PLOCHA (m ²)	VÝŠKÁ (m)	OBJEM (m ³)	POČET OSOB	VÝMĚNA	PŘÍVOD (m ³ /h)	ODVOD (m ³ /h)	
1.01	RECEPCE	48,36	3,30	159,59	2	1,3	200	-	
1.02	ŠATNA	4,69	3,30	15,48	2	6,5	-	100	
1.03	ŘEDITEL	33,79	3,30	111,51	2	1,3	150	100	
1.04	KANCELÁŘ	224,18	3,30	739,79	16	1,1	800	750	
1.05	ŠATNA	4,79	3,30	15,81	-	6,3	-	100	
1.06	KUCHYŇKA	5,22	3,30	17,23	-	2,9	-	50	
1.07	CHODBA	81,09	3,30	267,60	-	1,9	500	-	
1.14	WC PŘEDSÍN ŽENY	5,85	3,30	19,31	-	-	-	-	
1.14a	WC ŽENY A	1,5	3,30	4,95	-	10,1	-	50	
1.14b	WC ŽENY B	1,5	3,30	4,95	-	10,1	-	50	
1.15	WC PŘEDSÍN MUŽI	6,12	3,30	20,20	-	-	-	-	
1.15a	WC MUŽI A	3,53	3,30	11,65	-	4,3	-	50	
1.15b	WC MUŽI B	1,5	3,30	4,95	-	10,1	-	50	
1.15c	WC MUŽI C	1,5	3,30	4,95	-	10,1	-	50	
1.16	WC MUŽI - INV	2,88	3,30	9,50	-	5,3	-	50	
1.17	WC ŽENY - INV	2,88	3,30	9,50	-	5,3	-	50	
1.18	ÚKLIDOVÁ MÍSTNOST	5,14	3,30	16,96	-	2,9	-	50	
1.19	WC PŘEDSÍN MUŽI	3,94	3,30	13,00	-	-	-	-	
1.19a	WC MUŽI A	1,5	3,30	4,95	-	10,1	-	50	
1.19b	WC MUŽI B	3,59	3,30	11,85	-	4,2	-	50	
1.20	WC PŘEDSÍN ŽENY	4,10	3,30	13,53	-	-	-	-	
1.20a	WC ŽENY A	1,5	3,30	4,95	-	10,1	-	50	
							1650	1650	

Tabulka 25 - Výpočet průtoků vzduchu - Zařízení č. 2 - Větrání šaten

Tabulka 26 - Výpočet průtoků vzduchu - Zařízení č. 3 - Větrání jídelny

ZAŘÍZENÍ č. 2 - Větrání šaten							
Č.M	ÚČEL MÍSTNOSTÍ	PLOCHA (m ²)	VÝŠKÁ (m)	OBJEM (m ³)	POČET OSOB	VÝMĚNA PŘÍVOD (m ³ /h)	ODVOD (m ³ /h)
1.12	ŠATNA MUŽI	47,27	3,30	155,99	24	5,4	850
1.12a	SPRCHY MUŽI	10,49	3,30	34,62	-	8,7	300
1.12b	WC MUŽI	2,06	3,30	6,80	-	7,4	50
1.13	ŠATNA ŽENY	62,73	3,30	207,01	24	4,1	850
1.13a	SPRCHY ŽENY	8,96	3,30	29,57	-	10,1	300
1.13b	WC ŽENY	1,5	3,30	4,95	-	10,1	50
						1700	1700

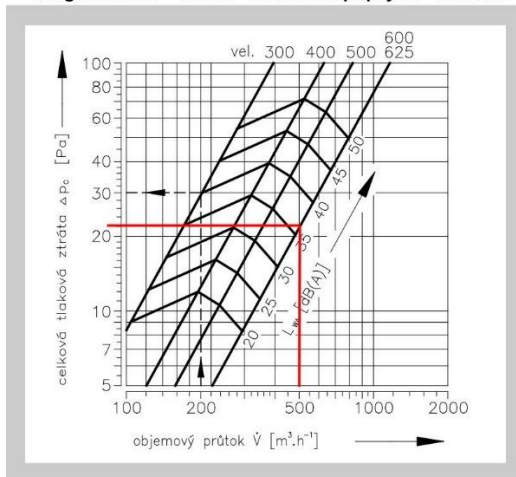
ZAŘÍZENÍ č. 3 - Větrání jídelny							
Č.M	ÚČEL MÍSTNOSTÍ	PLOCHA (m ²)	VÝŠKÁ (m)	OBJEM (m ³)	POČET OSOB	VÝMĚNA PŘÍVOD (m ³ /h)	ODVOD (m ³ /h)
1.08	JÍDELNA/ŠKOLÍCÍ MÍSTNOST	61,37	3,30	202,52	16	3,7	750
1.09	VÝDEJNA JÍDLA	21,57	3,30	71,18	4	4,2	300
1.10	MYTÍ NÁDOBÍ	8,34	3,30	27,52	-	6,0	100
1.11	CHODBA	7,50	3,30	24,75	-	4,0	100
1.11a	PŘEDSÍN	3,9	3,30	12,87	-	3,9	50
1.11b	WC PŘEDSÍN	6,15	3,30	20,30	-	-	-
1.11c	WC	1,83	3,30	6,04	-	8,3	50
1.11d	ŠATNA	5,93	3,30	19,57	-	2,6	50
1.11e	ÚKLIDOVÁ MÍSTNOST	1,4	3,30	4,62	-	10,8	50
						1250	1250

2.4 DISTRIBUČNÍ PRVKY

Návrh distribučních prvků byl proveden z katalogu společnosti MANDÍK, a.s. Návrh všech distribučních prvků, je zahrnutý v kapitole 2.4.2.

2.4.1 NÁVRH DISTRIBUČNÍCH PRVKŮ

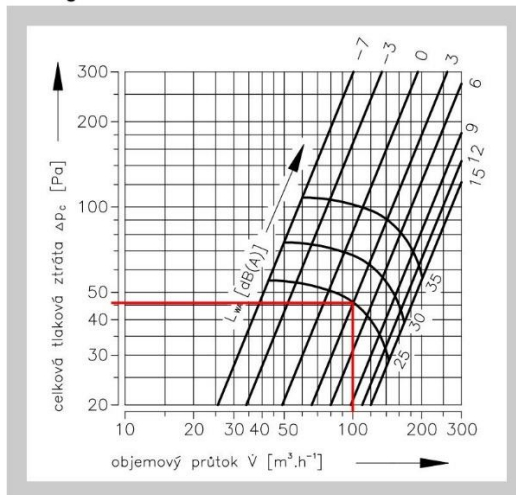
Diagram 7.1.1. VVPM - vodorovné připojení - PŘÍVOD



Obrázek 3 - Vířivá výust VVPM 600. Tlaková ztráta a akustický výkon [14]

Obrázek 4 - Vířivá výust VVPM [15]

Diagram 5.2.3. TVPM 125



Obrázek 5 - Talířový ventil TVPM 125. Tlaková ztráta a akustický výkon [16]

Obrázek 6 - Talířový ventil TVOM [17]

2.4.2.1 DISTRIBUČNÍ PRVKY PRO ZAŘÍZENÍ Č.1

Tabulka 27 - Distribuční prvky - Zařízení č. 1 - Větrání administrativy

Č.M	ÚČEL MÍSTNOSTÍ	PLOCHA (m ²)	VÝŠKÁ (m)	OBJEM (m ³)	PŘÍVOD/ODVOD	OZNAČENÍ VÝUSTKY	POČET (KS)	PRŮTOK CELKEM (m ³ /h)		PRŮTOK NA 1 ELEMENT (m ³)		Δpc NA 1 ELEMENT (Pa)		Lwa (dB)
ZAŘÍZENÍ č. 1 - Větrání administrativy														
1.01	RECEPCE	48,36	3,30	159,59	P	Talířový ventil Mandík TVPM 160	1	200	200	68	68	28		
					O	-	-	-	-	-	-	-		
1.02	ŠATNA	4,69	3,30	15,48	P	-	-	-	-	-	-	-		
					O	Talířový ventil Mandík TVOM 125	1	100	100	32	32	8		
1.03	ŘEDITEL	33,79	3,30	111,51	P	Talířový ventil Mandík TVPM 160	1	150	150	33	33	14		
					O	Talířový ventil Mandík TVOM 125	1	100	100	32	32	8		
1.04	KANCELÁŘ	224,18	3,30	739,79	P	Vířivá vyúst Mandík VVPM 600 C/V/P/R	1	800	450	18	38	33		
					P	Vířivá vyúst Mandík VVPM 500 C/V/P/R	1		350	20		32		
					O	Vířivá vyúst Mandík VVPM 500 C/V/O/R	1	750	400	22	40	34		
					P	Vířivá vyúst Mandík VVPM 400 C/V/O/R	1		300	18		32		
1.05	ŠATNA	4,79	3,30	15,81	P	-	-	-	-	-	-	-		
					O	Talířový ventil Mandík TVOM 125	1	100	100	32	32	8		
1.06	KUCHYŇKA	5,22	3,30	17,23	P	-	-	-	-	-	-	-		
					O	Talířový ventil Mandík TVOM 80	1	50	50	55	55	27		
1.07	CHODBA	81,09	3,30	267,60	P	Vířivá vyúst Mandík VVPM 600 C/V/P/R	1	500	500	22	22	37		
					O	-	-	-	-	-	-	-		
1.14	WC PŘEDSÍN ŽENY	5,85	3,30	19,31	P	-	-	-	-	-	-	-		
					O	-	-	-	-	-	-	-		
1.14a	WC ŽENY A	1,5	3,30	4,95	P	-	-	-	-	-	-	-		
					O	Talířový ventil Mandík TVOM 80	1	50	50	55	55	27		
1.14b	WC ŽENY B	1,5	3,30	4,95	P	-	-	-	-	-	-	-		
					O	Talířový ventil Mandík TVOM 80	1	50	50	55	55	27		
1.15	WC PŘEDSÍN MUŽI	6,12	3,30	20,20	P	-	-	-	-	-	-	-		
					O	-	-	-	-	-	-	-		
1.15a	WC MUŽI A	3,53	3,30	11,65	P	-	-	-	-	-	-	-		
					O	Talířový ventil Mandík TVOM 80	1	50	50	55	55	27		
1.15b	WC MUŽI B	1,5	3,30	4,95	P	-	-	-	-	-	-	-		
					O	Talířový ventil Mandík TVOM 80	1	50	50	55	55	27		
1.15c	WC MUŽI C	1,5	3,30	4,95	P	-	-	-	-	-	-	-		
					O	Talířový ventil Mandík TVOM 80	1	50	50	55	55	27		
1.16	WC MUŽI - INV	2,88	3,30	9,50	P	-	-	-	-	-	-	-		
					O	Talířový ventil Mandík TVOM 80	1	50	50	55	55	27		
1.17	WC ŽENY - INV	2,88	3,30	9,50	P	-	-	-	-	-	-	-		
					O	Talířový ventil Mandík TVOM 80	1	50	50	55	55	27		
1.18	ÚKLIDOVÁ MÍSTNOST	5,14	3,30	16,96	P	-	-	-	-	-	-	-		
					O	Talířový ventil Mandík TVOM 80	1	50	50	55	55	27		
1.19	WC PŘEDSÍN MUŽI	3,94	3,30	13,00	P	-	-	-	-	-	-	-		
					O	-	-	-	-	-	-	-		
1.19a	WC MUŽI A	1,5	3,30	4,95	P	-	-	-	-	-	-	-		
					O	Talířový ventil Mandík TVOM 80	1	50	50	55	55	27		
1.19b	WC MUŽI B	3,59	3,30	11,85	P	-	-	-	-	-	-	-		
					O	Talířový ventil Mandík TVOM 80	1	50	50	55	55	27		
1.20	WC PŘEDSÍN ŽENY	4,10	3,30	13,53	P	-	-	-	-	-	-	-		
					O	-	-	-	-	-	-	-		
1.20a	WC ŽENY A	1,5	3,30	4,95	P	-	-	-	-	-	-	-		
					O	Talířový ventil Mandík TVOM 80	1	50	50	55	55	27		

2.4.2.2 DISTRIBUČNÍ PRVKY PRO ZAŘÍZENÍ Č.2

Tabulka 28 - Distribuční prvky - Zařízení č. 2 - Větrání šaten

Č.M	ÚČEL MÍSTNOSTI	PLOCHA (m ²)	VÝŠKA (m)	OBJEM (m ³)	PŘÍVOD/ODVOD	OZNACENÍ VÝUSTKY	POČET (KS)	PŘŮTOK CELKEM (m ³ /h)	PŘŮTOK NA 1 ELEMENT (m ³ /h)	Δpc NA 1 ELEMENT (Pa)	Δpc CELKEM (Pa)	Lwa (dB)
1.12	ŠATNA MUŽI	47,27	3,30	155,99	P	Vřířivá vyúst Mandík VVPM 500 C/V/P/R	2	850	450	34	62	38
1.12a	SPRCHY MUŽI	10,49	3,30	34,62	O	Vřířivá vyúst Mandík VVPM 600 C/V/O/R	1	500	500	22	22	36
1.12b	WC MUŽI	2,06	3,30	6,80	P	-	-	-	-	-	-	-
					O	Vřířivá vyúst Mandík VVPM 400 C/V/O/R	1	300	300	18	18	32
					P	-	-	-	-	-	-	-
					O	Talířový ventil Mandík TVOM 80	1	50	50	-	-	-
1.13	ŠATNA ŽENY	62,73	3,30	207,01	P	Vřířivá vyúst Mandík VVPM 500 C/V/P/R	2	850	450	34	61	38
1.13a	SPRCHY ŽENY	8,96	3,30	29,57	O	Vřířivá vyúst Mandík VVPM 600 C/V/O/R	1	500	500	22	22	36
					P	-	-	-	-	-	-	-
					O	Vřířivá vyúst Mandík VVPM 400 C/V/O/R	1	300	300	-	-	-
1.13b	WC ŽENY	1,5	3,30	4,95	P	-	-	-	-	-	-	-
					O	Talířový ventil Mandík TVOM 80	1	50	50	55	55	27

2.4.2.3 DISTRIBUČNÍ PRVKY PRO ZAŘÍZENÍ Č.3

Tabulka 29 - Distribuční prvky - Zařízení č. 3 - Větrání jídelny

Č.M	ÚČEL MÍSTNOSTI	PLOCHA (m ²)	VÝŠKA (m)	OBJEM (m ³)	PŘÍVOD/ODVOD	OZNAČENÍ VÝUSTKY	POČET (KS)	PRŮTOK CELKEM (m ³ /h)	PRŮTOK NA 1 ELEMENT (m ³ /h)	Δpc NA 1 ELEMENT (Pa)	Δpc CELKEM (Pa)	Lwa (dB)
ZAŘÍZENÍ Č. 3 - VĚTRÁNÍ JÍDELNY												
1.08	JÍDELNA/ŠKOLÍCÍ MÍSTNOST	61,37	3,30	202,52	P	Vířivá vyústí Mandik VVPM 500 C/V/P/R	2	750	400	28	48	36
1.09	VÝDEJNA JÍDLA	21,57	3,30	74,18	O	Vířivá vyústí Mandik VVPM 400 C/V/O/R	2	600	300	18	36	32
1.10	MYTÍ NÁDOBÍ	8,34	3,30	27,52	P	Vířivá vyústí Mandik VVPM 400 C/V/P/R	1	300	300	27	27	34
1.11	CHODBA	7,50	3,30	24,75	O	Vířivá vyústí Mandik VVPM 400 C/V/O/R	1	300	300	18	17	32
1.11a	PŘEDSÍN	3,9	3,30	12,87	P	Talířový ventil Mandik TVPM 125	1	100	100	46	46	25
1.11b	WC PŘEDSÍN	6,15	3,30	20,30	O	Talířový ventil Mandik TVOM 125	1	100	100	32	32	8
1.11c	WC	1,83	3,30	6,04	P	Talířový ventil Mandik TVOM 80	1	50	50	46	46	25
1.11d	ŠATNA	5,93	3,30	19,57	O	Talířový ventil Mandik TVOM 80	1	50	50	55	55	27
1.11e	ÚKLIDOVÁ MÍSTNOST	1,4	3,30	4,62	P	Talířový ventil Mandik TVOM 80	1	50	50	55	55	27

2.5 DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ

Tabulka 30 - Dimenzování přívodního potrubí – Zařízení č. 1

PŘÍVOD				HODNOTY										TLAK. ZTRÁTA		POZNÁMKA (dr vypočet)
Č.Ú.	v		l	PŘEDBĚŽNÉ		SKUTEČNÉ - VYPOČTENÉ								R ₁ · l	ξ · Pd (Z)	
	m ³ /h	m ³ /s		w' (R' ₁)	S' (d' _r)	d a*b (ø)	d _r	S	w	p _a (Z)	R ₁	ξ				
-	m ³ /h	m ³ /s	m	m/s	m ²	mm	mm	m ²	m/s	Pa	Pa·m ⁻¹	-	Pa	Pa		
ZAŘÍZENÍ č. 1 - Přívodní potrubí																
1	500	0,14	16,7	2,0	0,069	280	315	0,296	0,069	2,02	2,44	0,226	0,6	3,77	1,47	0,297
2	700	0,19	1,5	2,5	0,078	280	400	0,329	0,085	2,29	3,14	0,238	0,6	0,36	1,88	0,315
3	850	0,24	16,8	3,0	0,079	280	400	0,329	0,085	2,78	4,63	0,336	1,5	5,64	6,94	0,317
4	1650	0,46	5,3	3,5	0,131	400	400	0,400	0,126	3,65	7,98	0,352	1,8	1,87	14,37	0,408
														Σ	11,64	24,66
														Σ	36,30	Pa
														Σ	18,00	Pa
														Σ	24,00	Pa
														Σ	122,78	Pa
														Σ	34,00	Pa
														Σ	235,08	Pa

PŘÍVOD				HODNOTY										TLAK. ZTRÁTA		POZNÁMKA (dr vypočet)
Č.Ú.	v		l	PŘEDBĚŽNÉ		SKUTEČNÉ - VYPOČTENÉ								R ₁ · l	ξ · Pd (Z)	
	m ³ /h	m ³ /s		w' (R' ₁)	S' (d' _r)	d a*b (ø)	d _r	S	w	p _a (Z)	R ₁	ξ				
-	m ³ /h	m ³ /s	m	m/s	m ²	mm	mm	m ²	m/s	Pa	Pa·m ⁻¹	-	Pa	Pa		
ZAŘÍZENÍ č. 1 - Přívodní potrubí - Recepce																
1	200	0,06	5,5	2,4	0,023	160	200	0,178	0,025	2,23	2,99	0,423	0,6	2,33	1,79	0,172
														Σ	2,33	1,79
														Σ	4,12	Pa

PŘÍVOD				HODNOTY										TLAK. ZTRÁTA		POZNÁMKA (dr vypočet)
Č.Ú.	v		l	PŘEDBĚŽNÉ		SKUTEČNÉ - VYPOČTENÉ								R ₁ · l	ξ · Pd (Z)	
	m ³ /h	m ³ /s		w' (R' ₁)	S' (d' _r)	d a*b (ø)	d _r	S	w	p _a (Z)	R ₁	ξ				
-	m ³ /h	m ³ /s	m	m/s	m ²	mm	mm	m ²	m/s	Pa	Pa·m ⁻¹	-	Pa	Pa		
ZAŘÍZENÍ č. 1 - Přívodní potrubí - Ředitel																
1	150	0,04	9,1	2,8	0,015	125	180	0,148	0,017	2,42	3,52	0,809	1,2	7,36	4,22	0,138
														Σ	7,36	4,22
														Σ	11,59	Pa

PŘÍVOD				HODNOTY										TLAK. ZTRÁTA		POZNÁMKA (dr vypočet)
Č.Ú.	v		l	PŘEDBĚŽNÉ		SKUTEČNÉ - VYPOČTENÉ								R ₁ · l	ξ · Pd (Z)	
	m ³ /h	m ³ /s		w' (R' ₁)	S' (d' _r)	d a*b (ø)	d _r	S	w	p _a (Z)	R ₁	ξ				
-	m ³ /h	m ³ /s	m	m/s	m ²	mm	mm	m ²	m/s	Pa	Pa·m ⁻¹	-	Pa	Pa		
ZAŘÍZENÍ č. 1 - Přívodní potrubí - Kancelář																
1	400	0,11	8,4	2,5	0,044	200	280	0,233	0,043	2,61	4,07	0,422	0,6	3,54	2,44	0,238
2	800	0,22	12,3	3,0	0,074	355	280	0,313	0,077	2,89	5,00	0,336	1,2	4,13	6,01	0,307
														Σ	7,68	8,45
														Σ	16,13	Pa

Tabulka 31 - Dimenzování odvodního potrubí – Zařízení č. 1

ODVOD			HODNOTY										TLAK. ZTRÁTA		POZNÁMKA (dr vypočet)		
Č.Ú.	V		l	PŘEDBĚŽNÉ		SKUTEČNÉ - VYPOČTENÉ								R ₁ . l		ξ . Pd (Z)	
				w' (R' ₁)	S' (d',)	d a*b (∅)	d _r	S	w	p _d (Z)	R ₁	ξ					
-	m ³ /h	m ³ /s	m	m/s	m ²	mm	mm	m ²	m/s	Pa	Pa.m ⁻¹	-	Pa	Pa			
ZAŘÍZENÍ č. 1 - Odvodní potrubí																	
1	50	0,01	1,6	2,2	0,006	100	100	0,100	0,008	1,77	1,88	0,624	0,6	1,00	1,13	0,090	
2	100	0,03	2,3	2,4	0,012	125	125	0,125	0,012	2,26	3,07	0,684	0,6	1,57	1,84	0,121	
3	150	0,04	2,2	2,6	0,016	125	160	0,140	0,015	2,71	4,40	0,809	0,6	1,78	2,64	0,143	
4	200	0,06	1,6	2,8	0,020	160	160	0,160	0,020	2,76	4,58	0,686	0,6	1,10	2,75	0,159	
5	250	0,07	3,8	3,0	0,023	160	200	0,178	0,025	2,79	4,67	0,608	2,1	2,31	9,81	0,172	
6	350	0,10	11,5	3,2	0,030	180	250	0,209	0,034	2,83	4,82	0,587	0,6	6,75	2,89	0,197	
7	550	0,15	11,7	3,4	0,045	225	250	0,237	0,044	3,46	7,20	0,687	1,2	8,04	8,64	0,239	
8	650	0,18	6,9	3,6	0,050	250	250	0,250	0,049	3,68	8,12	0,641	0,6	4,42	4,87	0,253	
9	700	0,19	3,9	3,8	0,051	250	250	0,250	0,049	3,96	9,41	0,739	0,6	2,88	5,65	0,255	
10	800	0,22	6,9	4,0	0,056	250	280	0,264	0,055	4,06	9,89	0,842	0,6	5,81	5,93	0,266	
11	1250	0,35	1,8	4,2	0,083	280	400	0,329	0,085	4,08	10,01	0,628	0,6	1,13	6,01	0,324	
12	1650	0,46	6,8	4,4	0,104	355	400	0,376	0,111	4,13	10,22	0,636	0,6	4,32	6,13	0,364	
														Σ	41,12	58,29	
														Σ	99,41 Pa		
															25,00 Pa		VÝUŠŤ
															24,00 Pa		KLAPKY
															153,29 Pa		VÝFUK
															34,00 Pa		TLUMIČ HLUKU
														Σ	335,70 Pa		

ODVOD			HODNOTY										TLAK. ZTRÁTA		POZNÁMKA (dr vypočet)		
Č.Ú.	V		l	PŘEDBĚŽNÉ		SKUTEČNÉ - VYPOČTENÉ								R ₁ . l		ξ . Pd (Z)	
				w' (R' ₁)	S' (d',)	d a*b (∅)	d _r	S	w	p _d (Z)	R ₁	ξ					
-	m ³ /h	m ³ /s	m	m/s	m ²	mm	mm	m ²	m/s	Pa	Pa.m ⁻¹	-	Pa	Pa			
ZAŘÍZENÍ č. 1 - Odvodní potrubí - WC INV																	
1	50	0,01	2,0	2,6	0,005	100	100	0,100	0,008	1,77	1,88	0,637	0,6	1,27	1,13	0,082	
2	100	0,03	1,0	3,2	0,009	100	125	0,111	0,010	2,87	4,94	2,213	0,6	2,21	2,97	0,105	
														Σ	3,49	4,09	
														Σ	7,58 Pa		

ODVOD			HODNOTY										TLAK. ZTRÁTA		POZNÁMKA (dr vypočet)		
Č.Ú.	V		l	PŘEDBĚŽNÉ		SKUTEČNÉ - VYPOČTENÉ								R ₁ . l		ξ . Pd (Z)	
				w' (R' ₁)	S' (d',)	d a*b (∅)	d _r	S	w	p _d (Z)	R ₁	ξ					
-	m ³ /h	m ³ /s	m	m/s	m ²	mm	mm	m ²	m/s	Pa	Pa.m ⁻¹	-	Pa	Pa			
ZAŘÍZENÍ č. 1 - Odvodní potrubí - WC																	
1	50	0,01	1,9	2	0,007	100	100	0,100	0,008	1,77	1,88	0,634	0,6	1,20	1,13	0,094	
2	100	0,03	2,3	2,4	0,012	125	125	0,125	0,012	2,26	3,07	0,686	0,6	1,58	1,84	0,121	
3	150	0,04	2,3	2,8	0,015	125	160	0,140	0,015	2,71	4,40	0,809	0,6	1,86	2,64	0,138	
4	200	0,06	2,9	3,2	0,017	125	180	0,148	0,017	3,23	6,26	0,812	1,5	2,35	9,39	0,149	
														Σ	7,00	14,99	
														Σ	21,99 Pa		

ODVOD				HODNOTY										TLAK. ZTRÁTA		POZNÁMKA (dr vypočet)
Č.Ú.	V		l	PŘEDBĚŽNÉ		SKUTEČNÉ - VYPOČTENÉ							R ₁ . l	ξ . Pd (Z)		
				w' (R' ₁)	S' (d' _r)	d a*b (∅)	d _r	S	w	p _d (Z)	R ₁	ξ				
-	m ³ /h	m ³ /s	m	m/s	m ²	mm	mm	m ²	m/s	Pa	Pa.m ⁻¹	-	Pa	Pa		
ZAŘÍZENÍ č. 1 - Odvodní potrubí - Ředitel																
1	100	0,03	3,7	3	0,009	100	160	0,123	0,012	2,34	3,28	1,107	0,6	4,10	1,97	0,109
2	450	0,13	8,2	4	0,031	180	225	0,200	0,031	3,98	9,50	0,985	1,5	8,08	14,25	0,199
														Σ	12,17	16,22
														Σ	28,39	Pa

Tabulka 32 - Dimenzování přívodního potrubí – Zařízení č. 2

PŘÍVOD				HODNOTY										TLAK. ZTRÁTA		POZNÁMKA (dr vypočet)
Č.Ú.	V		l	PŘEDBĚŽNÉ		SKUTEČNÉ - VYPOČTENÉ							R ₁ . l	ξ . Pd (Z)		
				w' (R' ₁)	S' (d' _r)	d a*b (∅)	d _r	S	w	p _d (Z)	R ₁	ξ				
-	m ³ /h	m ³ /s	m	m/s	m ²	mm	mm	m ²	m/s	Pa	Pa.m ⁻¹	-	Pa	Pa		
ZAŘÍZENÍ č. 2 - Přívodní potrubí																
1	425	0,12	3,7	2	0,059	200	400	0,267	0,056	2,11	2,67	0,204	0,6	0,75	1,60	0,274
2	850	0,24	3,9	2,5	0,094	315	400	0,352	0,097	2,43	3,53	0,391	0,6	1,52	2,12	0,347
3	1275	0,35	3,7	3	0,118	355	400	0,376	0,111	3,19	6,10	0,225	0,6	0,83	3,66	0,388
4	1700	0,47	47,2	3,5	0,135	400	400	0,400	0,126	3,76	8,47	0,383	3,6	18,08	30,50	0,414
														Σ	21,19	37,88
														Σ	59,07	Pa
															33,00	Pa
															24,00	Pa
															122,78	Pa
															34,00	Pa
														Σ	272,85	Pa

Tabulka 33 - Dimenzování odvodního potrubí – Zařízení č. 2

ODVOD				HODNOTY										TLAK. ZTRÁTA		POZNÁMKA (dr vypočet)
Č.Ú.	V		l	PŘEDBĚŽNÉ		SKUTEČNÉ - VYPOČTENÉ							R ₁ . l	ξ . Pd (Z)		
				w' (R' ₁)	S' (d' _r)	d a*b (∅)	d _r	S	w	p _d (Z)	R ₁	ξ				
-	m ³ /h	m ³ /s	m	m/s	m ²	mm	mm	m ²	m/s	Pa	Pa.m ⁻¹	-	Pa	Pa		
ZAŘÍZENÍ č. 2 - Odvodní potrubí																
1	500	0,14	2,8	2	0,069	225	400	0,288	0,065	2,13	2,73	0,164	0,6	0,46	1,64	0,297
2	550	0,15	2,9	2,4	0,064	225	400	0,288	0,065	2,35	3,30	0,183	0,6	0,53	1,98	0,285
3	850	0,24	3,3	2,8	0,084	280	400	0,329	0,085	2,78	4,63	0,211	0,6	0,70	2,78	0,328
4	1150	0,32	2,7	3,2	0,100	315	400	0,352	0,097	3,28	6,47	0,356	0,6	0,96	3,88	0,357
5	1200	0,33	3,6	3,6	0,093	315	400	0,352	0,097	3,43	7,04	0,384	0,6	1,38	4,22	0,343
6	1700	0,47	42,5	4	0,118	400	400	0,400	0,126	3,76	8,47	0,383	2,4	16,28	20,33	0,388
														Σ	20,31	34,83
														Σ	55,14	Pa
															21,00	Pa
															24,00	Pa
															153,29	Pa
															34,00	Pa
														Σ	287,43	Pa

Tabulka 34 - Dimenzování přívodního potrubí – Zařízení č. 3

PŘÍVOD			HODNOTY										TLAK. ZTRÁTA		POZNÁMKA (dr vypočet)		
Č.Ú.	V		I	PŘEDBĚŽNÉ		SKUTEČNÉ - VYPOČTENÉ						R ₁ . I	ξ . Pd (Z)				
	m ³ /h	m ³ /s		w' (R' ₁)	S' (d'.)	d a*b (ø)	d _r	S	w	p _d (Z)	R ₁			ξ			
-	m ³ /h	m ³ /s	m	m/s	m ²	mm	mm	m ²	m/s	Pa	Pa.m ⁻¹	-	Pa	Pa			
ZAŘÍZENÍ č. 3 - Přívodní potrubí																	
1	300	0,08	7,2	2	0,042	250	225	0,237	0,044	1,89	2,14	0,273	0,6	1,97	1,28	0,230	
2	400	0,11	2,4	2,5	0,044	250	225	0,237	0,044	2,52	3,81	0,442	1,2	1,06	4,57	0,238	
3	500	0,14	6,8	3	0,046	250	225	0,237	0,044	3,15	5,95	0,465	0,9	3,16	5,35	0,243	
4	1250	0,35	44,6	3,5	0,099	315	400	0,352	0,097	3,57	7,64	0,434	2,4	19,36	18,33	0,355	
														Σ	25,54	29,54	
														Σ	<u>55,08 Pa</u>		
															<u>26,50 Pa</u>		VÝUŠŤ
															<u>24,00 Pa</u>		KLAPKY
															<u>122,78 Pa</u>		SÁNÍ
															<u>34,00 Pa</u>		TLUMIČ HLUKU
														Σ	<u>262,36 Pa</u>		

PŘÍVOD			HODNOTY										TLAK. ZTRÁTA		POZNÁMKA (dr vypočet)	
Č.Ú.	V		I	PŘEDBĚŽNÉ		SKUTEČNÉ - VYPOČTENÉ						R ₁ . I	ξ . Pd (Z)			
	m ³ /h	m ³ /s		w' (R' ₁)	S' (d'.)	d a*b (ø)	d _r	S	w	p _d (Z)	R ₁			ξ		
-	m ³ /h	m ³ /s	m	m/s	m ²	mm	mm	m ²	m/s	Pa	Pa.m ⁻¹	-	Pa	Pa		
ZAŘÍZENÍ č. 3 - Přívodní potrubí - Jídelna																
1	400	0,11	4,9	2,5	0,044	200	280	0,233	0,043	2,61	4,07	0,308	0,6	1,51	2,44	0,238
2	750	0,21	1,4	3	0,069	315	280	0,296	0,069	3,03	5,50	0,335	0,6	0,47	3,30	0,297
														Σ	1,98	5,74
														Σ	<u>7,72 Pa</u>	

Tabulka 35 - Dimenzování odvodního potrubí – Zařízení č. 3

ODVOD			HODNOTY										TLAK. ZTRÁTA		POZNÁMKA (dr vypočet)		
Č.Ú.	V		I	PŘEDBĚŽNÉ		SKUTEČNÉ - VYPOČTENÉ						R ₁ . I	ξ . Pd (Z)				
	m ³ /h	m ³ /s		w' (R' ₁)	S' (d'.)	d a*b (ø)	d _r	S	w	p _d (Z)	R ₁			ξ			
-	m ³ /h	m ³ /s	m	m/s	m ²	mm	mm	m ²	m/s	Pa	Pa.m ⁻¹	-	Pa	Pa			
ZAŘÍZENÍ č. 3 - Odvodní potrubí																	
1	50	0,01	1,9	2	0,007	100	100	0,100	0,008	1,77	1,88	0,643	0,6	1,22	1,13	0,094	
2	100	0,03	3,4	2,3	0,012	100	160	0,123	0,012	2,34	3,28	0,745	0,6	2,53	1,97	0,124	
3	400	0,11	3,1	2,6	0,043	200	280	0,233	0,043	2,61	4,07	0,422	0,6	1,31	2,44	0,233	
4	450	0,13	2,3	2,9	0,043	200	280	0,233	0,043	2,93	5,16	0,521	0,6	1,20	3,09	0,234	
5	500	0,14	5,2	3,2	0,043	200	280	0,233	0,043	3,26	6,37	0,635	1,2	3,30	7,64	0,235	
6	550	0,15	5,7	3,5	0,044	200	280	0,233	0,043	3,58	7,70	0,744	0,9	4,24	6,93	0,236	
7	1250	0,35	51,8	4	0,087	280	400	0,329	0,085	4,08	10,01	0,598	2,4	30,98	24,02	0,332	
														Σ	44,78	47,23	
														Σ	<u>92,01 Pa</u>		
															<u>17,50 Pa</u>		VÝUŠŤ
															<u>24,00 Pa</u>		KLAPKY
															<u>153,29 Pa</u>		VÝFUK
															<u>34,00 Pa</u>		TLUMIČ HLUKU
														Σ	<u>320,80 Pa</u>		

ODVOD			HODNOTY											TLAK. ZTRÁTA		POZNÁMKA (dr vypočet)	
			PŘEDBĚŽNÉ		SKUTEČNÉ - VYPOČTENÉ												
Č.Ú.	V		l	w' (R' ₁)	S' (d'r)	d a*b (ø)	d _r	S	w	p _a (Z)	R ₁	ξ	R ₁ . l	ξ . Pd (Z)			
-	m ³ /h	m ³ /s	m	m/s	m ²	mm	mm	m ²	m/s	Pa	Pa.m ⁻¹	-	Pa	Pa			
ZARÍZENÍ č. 3 - Odvodní potrubí - Jídelna																	
1	300	0,08	3,9	2	0,042	250	225	0,237	0,044	1,89	2,14	0,296	0,6	1,15	1,28	0,230	
2	600	0,17	2,5	3	0,056	315	225	0,263	0,054	3,07	5,65	0,335	0,6	0,84	3,39	0,266	
3	700	0,19	4,3	3,5	0,056	315	225	0,263	0,054	3,58	7,69	0,416	0,6	1,79	4,61	0,266	
														Σ	3,78	9,29	
														Σ	13,07 Pa		

Tabulka 36 - Dimenzování přívodního potrubí – Strojovna vzduchotechniky sání

ODVOD			HODNOTY											TLAK. ZTRÁTA		POZNÁMKA (dr vypočet)	
			PŘEDBĚŽNÉ		SKUTEČNÉ - VYPOČTENÉ												
Č.Ú.	V		l	w' (R' ₁)	S' (d'r)	d a*b (ø)	d _r	S	w	p _a (Z)	R ₁	ξ	R ₁ . l	ξ . Pd (Z)			
-	m ³ /h	m ³ /s	m	m/s	m ²	mm	mm	m ²	m/s	Pa	Pa.m ⁻¹	-	Pa	Pa			
Strojovny vzduchotechniky - Sání 1+2+3																	
1	1700	0,47	7,8	4	0,118	400	400	0,400	0,126	3,76	8,47	0,383	1,2	2,99	10,17	0,388	
2	3350	0,93	7,8	4	0,233	560	560	0,560	0,246	3,78	8,56	0,266	1,2	2,07	10,28	0,544	
3	4600	1,28	9,5	4	0,319	710	560	0,626	0,308	4,15	10,34	0,258	2,4	2,45	24,82	0,638	
														Σ	7,51	45,26	
															70,00 Pa		ŽALUZIE
														Σ	122,78 Pa		

Tabulka 37 - Dimenzování přívodního potrubí – Strojovna vzduchotechniky výfuk

ODVOD			HODNOTY											TLAK. ZTRÁTA		POZNÁMKA (dr vypočet)	
			PŘEDBĚŽNÉ		SKUTEČNÉ - VYPOČTENÉ												
Č.Ú.	V		l	w' (R' ₁)	S' (d'r)	d a*b (ø)	d _r	S	w	p _a (Z)	R ₁	ξ	R ₁ . l	ξ . Pd (Z)			
-	m ³ /h	m ³ /s	m	m/s	m ²	mm	mm	m ²	m/s	Pa	Pa.m ⁻¹	-	Pa	Pa			
Strojovny vzduchotechniky - Výfuk 1+2+3																	
1	1700	0,47	6,4	4	0,118	400	400	0,400	0,126	3,76	8,47	0,383	1,2	2,45	10,17	0,388	
2	3350	0,93	6,4	4	0,233	560	560	0,560	0,246	3,78	8,56	0,266	1,2	1,70	10,28	0,544	
3	4600	1,28	13,4	4	0,319	710	560	0,626	0,308	4,15	10,34	0,258	3,6	3,46	37,23	0,638	
														Σ	7,61	57,67	
															88,00 Pa		ŽALUZIE
														Σ	153,29 Pa		

2.6 NÁVRH VZDUCHOTECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ

Vzduchotechnické jednotky byly navrženy pomocí softwaru AeroCAD [21] firmy Remak, a.s. Všechny jednotky jsou typu AeroMaster XP 04.

2.6.1 NÁVRH VZDUCHOTECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ Č. 1



STRUČNÁ SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ

Základní parametry zařízení		
Druh, rozměr	AeroMaster XP 04	
Řídicí jednotka VCS (Climatix)	Ne	
Hmotnost (+/-10%)	592 kg	
Umístění VZT jednotky	Vnitřní	
Materiálové provedení		
Vnější plášť	Lakovaný plech (RAL 9002)	
Vnitřní plášť	Pozinkovaný plech	
	Přívod	Odvod
Průtok vzduchu	1650 m ³ /h	1650 m ³ /h
Externí tlaková rezerva	236 Pa	336 Pa
Rychlost v průřezu	1.67 m/s	1.67 m/s
Výkon motoru nominální	0.75 kW	0.75 kW
Typ motoru ventilátoru	AC motor	AC motor
Frekv. měnič součást dodávky	Ano (IP21)	Ano (IP21)
1. stupeň filtrace	M5 / ISO ePM 10 >60%	G3 / ISO Coarse 50 %
2. stupeň filtrace	-	-
SFP _{vi}	689 W.m ³ .s	804 W.m ³ .s
	Parametry pláště dle EN1886	
	Mechanická stabilita	D2(M)
	Netěsnost skříně	L1(R)
	Netěsnost skříně (reál. jednotka)	L3(R) @ -400Pa, L3(R) @ +400Pa
	Termická izolace	T4(M)
SFP _{WAHU}	1493 W.m ³ .s	Faktor tepelných mostů TB3(M)
		Netěsnost mezi filtrem a rámem < 0,5 % (F9)

Model box AMXP3



Nejdůležitější parametry vybraných komponentů			
	Na straně vzduchu		Na straně média
Zpětný zisk tepla	-12.0 → 9.7 °C		66 %, 3.5 kW
Směšování	9.7 → 17.6 °C		70.0 %
Ohřev	17.6 → 20.0 °C		1.3 kW 70/24 °C, Voda, 0.0 kPa, 0.02 m ³ /h, 1 "

Detailní specifikace a výsledné parametry jsou součástí detailní specifikace vzduchotechnického zařízení

Hlukové parametry zařízení

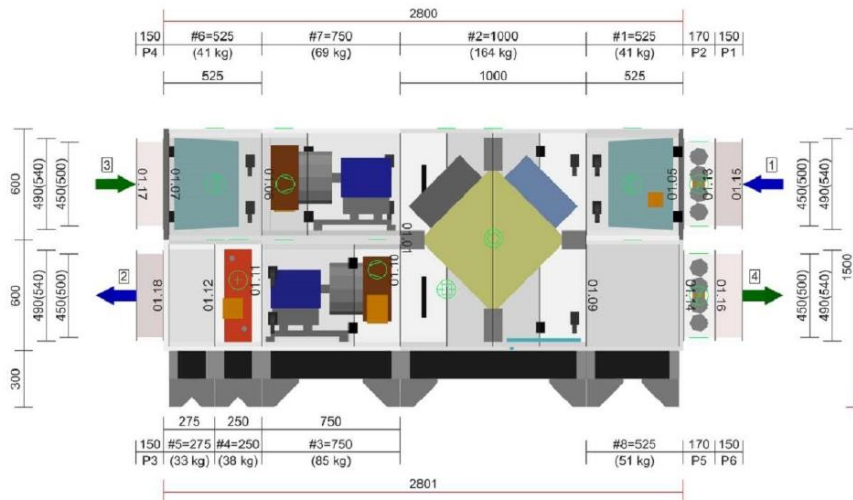
	LwAokt [dB(A)]								ΣLwA [dB(A)]
Oktávové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Přívod - sání	40	40	49	53	49	44	40	40	56
Přívod - výtlač	40	48	62	68	73	71	66	59	76
Přívod - okolí	40	40	43	41	44	41	40	40	50
Odvod - sání	40	47	57	63	62	60	58	54	68
Odvod - výtlač	40	43	55	59	63	60	54	47	66
Odvod - okolí	40	40	44	41	45	42	40	40	51

Obrázek 7 - Vzduchotechnické zařízení č. 1 – specifikace

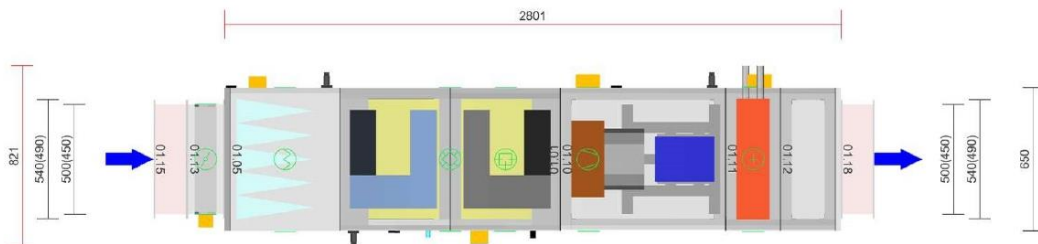
GRAFICKÉ POHLEDY

Bokorys servisní strany

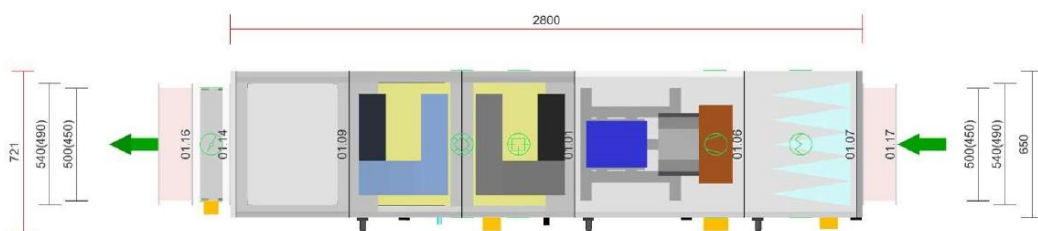
Číslování větví: 1 - venkovní vzduch, 2 - přívodní vzduch, 3 - odtahový vzduch, 4 - odpadní vzduch, 5 - cirkulační vzduch



Půdorys přívodní větve



Půdorys odtahové větve



Obrázek 8 - Vzduchotechnické zařízení č. 1 – grafické pohledy

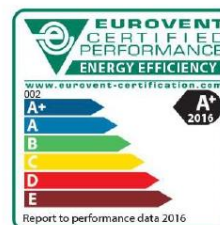
2.6.2 NÁVRH VZDUCHOTECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ Č. 2



STRUČNÁ SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ

Základní parametry zařízení									
Druh, rozměr	AeroMaster XP 04								
Řídicí jednotka VCS (Climatix)	Ne								
Hmotnost (+/-10%)	592 kg								
Umístění VZT jednotky	Vnitřní								
Materiálové provedení									
Vnější plášť	Lakovaný plech (RAL 9002)								
Vnitřní plášť	Pozinkovaný plech								
	Přívod	Odvod							
Průtok vzduchu	1700 m ³ /h	1700 m ³ /h							
Externí tlaková rezerva	273 Pa	288 Pa							
Rychlost v průřezu	1.72 m/s	1.72 m/s							
Výkon motoru nominální	0.75 kW	0.75 kW							
Typ motoru ventilátoru	AC motor	AC motor							
Frekv. měnič součást dodávky	Ano (IP21)	Ano (IP21)							
1. stupeň filtrace	M5 / ISO ePM 10 >60%	G3 / ISO Coarse 50 %							
2. stupeň filtrace	-	-							
SFP ₀	734 W.m ³ .s	742 W.m ³ .s							
	Parametry pláště dle EN1886								
	Mechanická stabilita	D2(M)							
	Netěsnost skříně	L1(R)							
	Netěsnost skříně (reál. jednotka)	L3(R) @ -400Pa, L3(R) @ +400Pa							
	Termická izolace	T4(M)							
SFP _{WAHU}	1477 W.m ³ .s	Faktor tepelných mostů TB3(M)							
		Netěsnost mezi filtrem a rámem < 0,5 % (F9)							
Nejdůležitější parametry vybraných komponentů									
	Na straně vzduchu	Na straně média							
Zpětný zisk tepla	-12.0 → 9.7 °C	66 %, 3.6 kW							
Směšování	9.7 → 17.6 °C	70.0 %							
Ohřev	17.6 → 20.0 °C	1.3 kW							
		70/24 °C, Voda, 0.0 kPa, 0.03 m ³ /h, 1 "							
<i>Detailní specifikace a výsledné parametry jsou součástí detailní specifikace vzduchotechnického zařízení</i>									
Hlukové parametry zařízení									
	LwA _{okt} [dB(A)]								ΣLwA [dB(A)]
Oktávové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Přívod - sání	40	41	49	54	50	45	41	40	57
Přívod - výtlak	40	48	63	69	74	72	67	60	77
Přívod - okolí	40	40	44	42	45	43	40	40	51
Odvod - sání	40	47	57	63	62	60	58	54	68
Odvod - výtlak	40	43	55	59	63	59	54	47	66
Odvod - okolí	40	40	44	41	45	42	40	40	51

Model box AMXP3

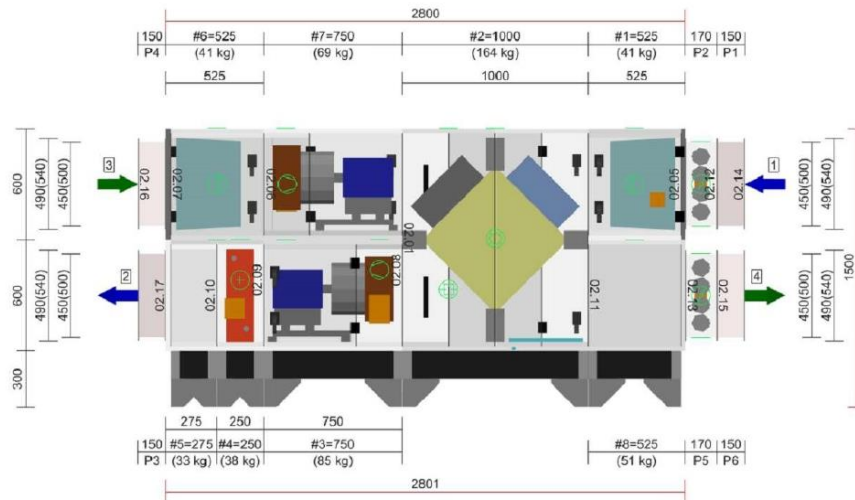


Obrázek 9 - Vzduchotechnické zařízení č. 2 – specifikace

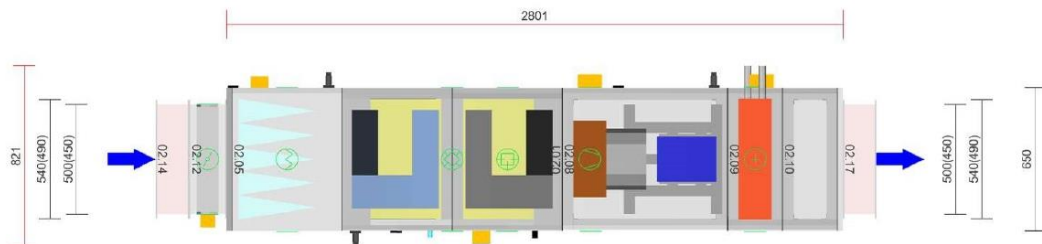
GRAFICKÉ POHLEDY

Bokorys servisní strany

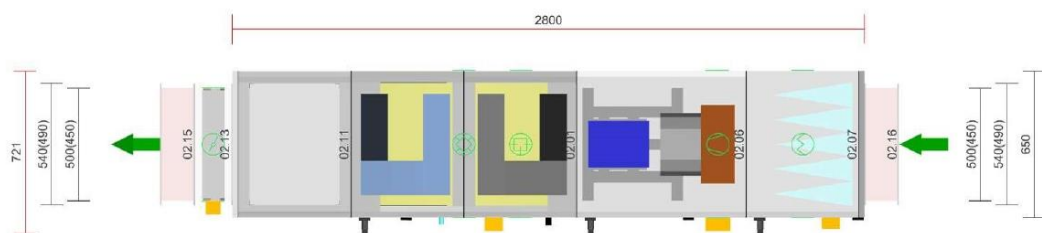
Číslování větví: 1 - venkovní vzduch, 2 - přívodní vzduch, 3 - odtahový vzduch, 4 - odpadní vzduch, 5 - cirkulační vzduch



Půdorys přívodní větve



Půdorys odtahové větve



Obrázek 10 - Vzduchotechnické zařízení č. 2 – grafické pohledy

2.6.3 NÁVRH VZDUCHOTECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ Č. 3



STRUČNÁ SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ

Základní parametry zařízení									
Druh, rozměr	AeroMaster XP 04								
Řídicí jednotka VCS (Climatix)	Ne								
Hmotnost (+/-10%)	592 kg								
Umístění VZT jednotky	Vnitřní								
Materiálové provedení									
Vnější plášť	Lakovaný plech (RAL 9002)								
Vnitřní plášť	Pozinkovaný plech								
	Přívod	Odvod							
Průtok vzduchu	1250 m³/h	1250 m³/h							
Externí tlaková rezerva	262 Pa	321 Pa							
Rychlost v průřezu	1.27 m/s	1.27 m/s							
Výkon motoru nominální	0.75 kW	0.75 kW							
Typ motoru ventilátoru	AC motor	AC motor							
Frekv. měnič součást dodávky	Ano (IP21)	Ano (IP21)							
1. stupeň filtrace	M5 / ISO ePM 10 >60%	G3 / ISO Coarse 50 %							
2. stupeň filtrace	-	-							
SFP _{ei}	773 W.m ⁻³ .s	843 W.m ⁻³ .s							
		Parametry pláště dle EN1886							
		Mechanická stabilita	D2(M)						
		Netěsnost skříně	L1(R)						
		Netěsnost skříně (reál. jednotka)	L3(R) @ -400Pa, L3(R) @ +400Pa						
		Termická izolace	T4(M)						
SFP _{VAHU}	1615 W.m ⁻³ .s	Faktor tepelných mostů	TB3(M)						
		Netěsnost mezi filtrem a rámem	< 0,5 % (F9)						
Nejdůležitější parametry vybraných komponentů									
	Na straně vzduchu		Na straně média						
Zpětný zisk tepla	-12.0 -> 10.1 °C		67 %, 2.7 kW						
Směšování	10.1 -> 17.7 °C		70.0 %						
Ohřev	17.7 -> 20.0 °C		0.9 kW						
			70/21 °C, Voda, 0.0 kPa, 0.02 m³/h, 1 "						
<i>Detailní specifikace a výsledné parametry jsou součástí detailní specifikace vzduchotechnického zařízení</i>									
Hlukové parametry zařízení									
	LwAokt [dB(A)]								ΣLwA [dB(A)]
Oktávové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Přívod - sání	40	40	47	50	46	42	40	40	54
Přívod - výtlak	40	47	60	65	69	68	62	59	73
Přívod - okolí	40	40	41	40	41	40	40	40	49
Odvod - sání	40	45	55	59	59	58	55	52	65
Odvod - výtlak	40	43	53	57	59	56	50	46	63
Odvod - okolí	40	40	42	40	41	40	40	40	49

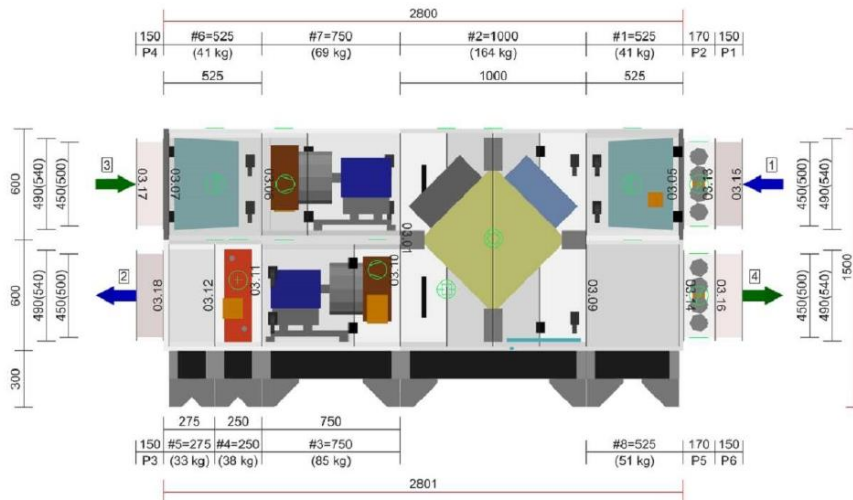


Obrázek 11 - Vzduchotechnické zařízení č. 3 – specifikace

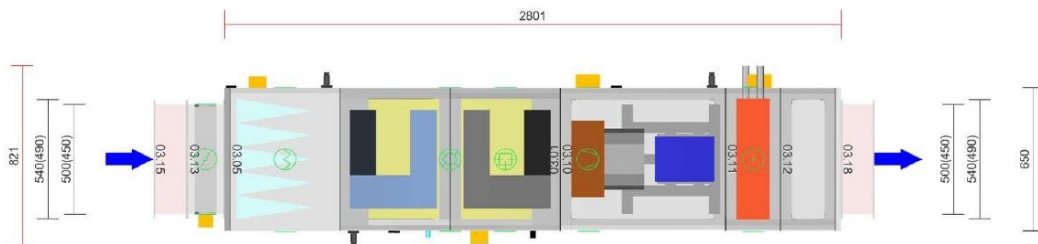
GRAFICKÉ POHLEDY

Bokorys servisní strany

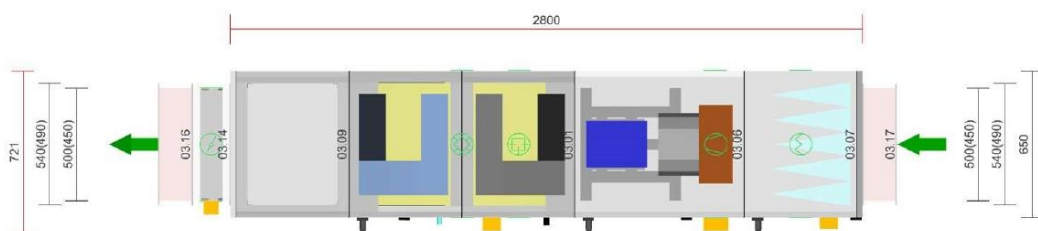
Číslování větví: 1 - venkovní vzduch, 2 - přívodní vzduch, 3 - odtahový vzduch, 4 - odpadní vzduch, 5 - cirkulační vzduch



Půdorys přívodní větve



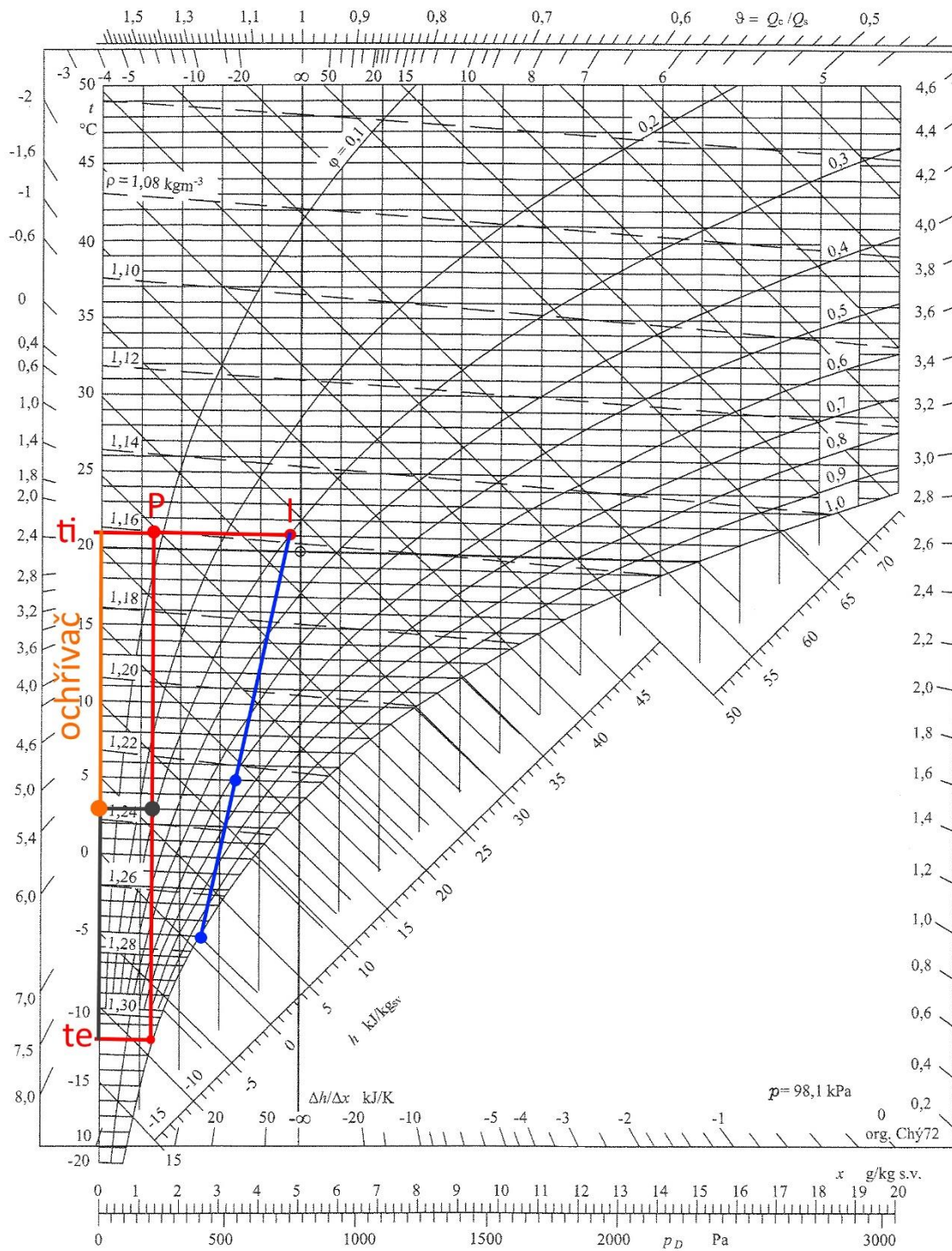
Půdorys odtahové větve



Obrázek 12 - Vzduchotechnické zařízení č. 3 – grafické pohledy

2.6.4 ÚPRAVY VZDUCHU V H-X DIAGRAMU

Mollierův $h - x$ ($i - x$) diagram



Obrázek 13 - $h-x$ diagram pro zimní období zařízení č. 1

2.6.5 NÁVRH KLIMATIZAČNÍCH JEDNOTEK



Obrázek 14 - Schéma chlazených místnosti

Vzduchotechnické zařízení č. 1, 2 a 3 neobsahuje chladič, z tohoto důvodu v místnostech s největší tepelnou zátěží bylo navrženo klimatizační zařízení.

Vnitřní chladicí jednotky byly navrženy v místnostech č. 1.01 (recepce), č. 1.03 (ředitel), č. 1.04 (kancelář) a č. 1.08 (jídelna). Zařízení bylo navrženo na základě potřebného chladicího výkonu v jednotlivých místnostech.

Tabulka 38 - Návrh klimatizačních jednotek

Č.	Účel místnosti	Teplota interieru [C°]	Teplená zátěž [kW]	Potřebný výkon [kW]	Typ jednotky	Počet [ks]	Výkon [kW]	Průtok vzduchu [m³/h]	Hladina akustického tlaku [dB]
1.01	RECEPCE	25	0,96	1,30	Toshiba MMK-UP0051HP-E	1	1,7	270-455	25-33
1.03	ŘEDITEL	25	0,84	1,00	Toshiba MMK-UP0051HP-E	1	1,7	270-455	25-33
1.04	KANCELÁŘ	25	3,25	5,10	Toshiba MMU-UP0091HP-E	2	2,7	378-570	29-38
1.08	JÍDELNA/ŠKOLÍCÍ MÍSTNOST	25	1,70	4,80	Toshiba RAV-RM561MUT-E	1	5,0	546-800	30-38

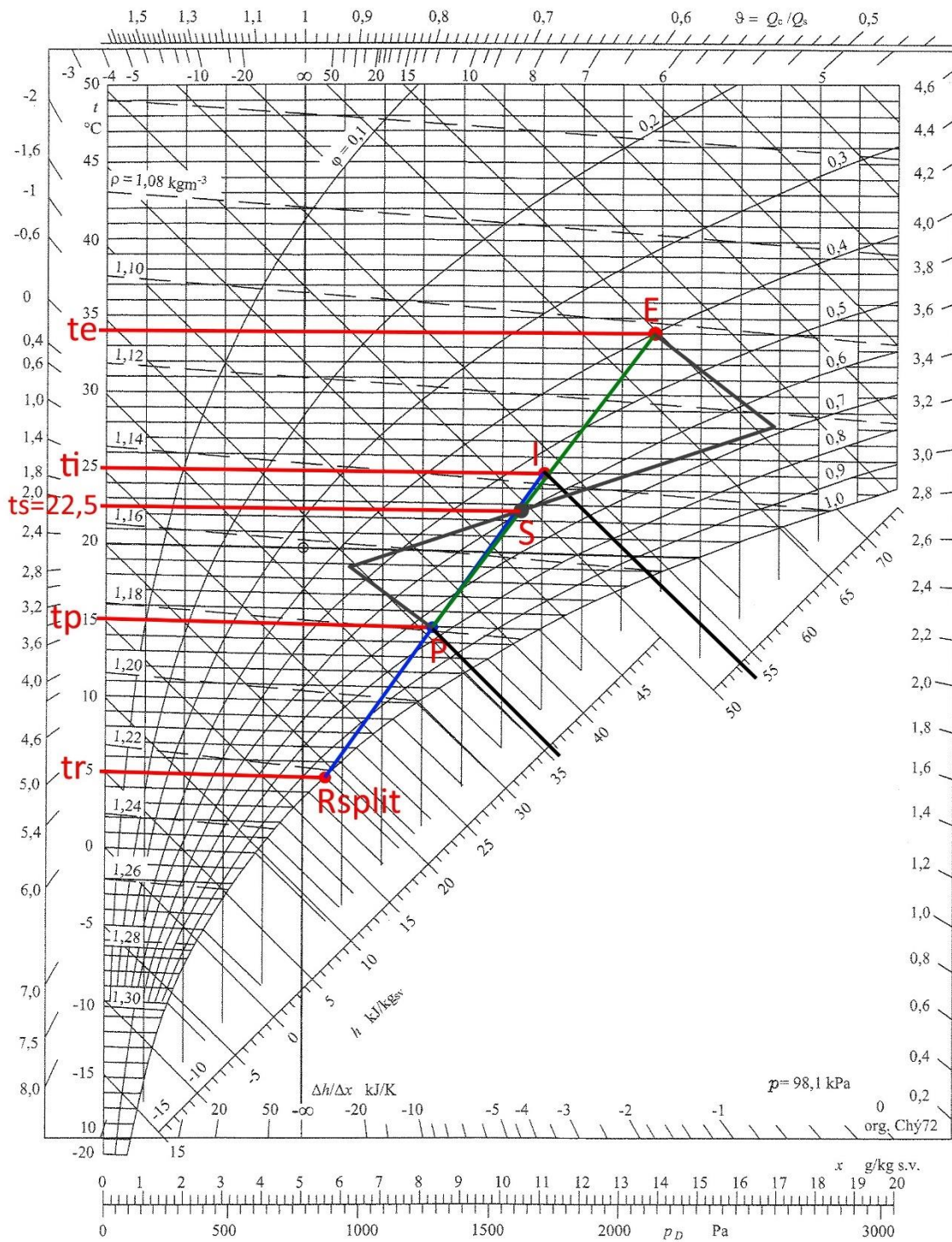


Obrázek 15 - Vnitřní nástěnná jednotka [18]



Obrázek 16 - Vnitřní kazetová jednotka [19]

Mollierův $h - x$ ($i - x$) diagram



Obrázek 17 - $h-x$ diagram pro chlazení v letním období

2.7 ÚTLUM HLUKU

2.7.1 ÚTLUM HLUKU PRO ZAŘÍZENÍ Č. 1 (INTERIÉR)

Tabulka 39 - Útlum hluku pro zařízení č. 1 - přívod

Útlum hluku pro zařízení 1 - přívodní potrubí (výtlak)										
P	Lwa (dB(A) / f (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Součet
1	Přívod - výtlak (výstup) Lvent	40	48	62	68	73	71	66	59	77
2	Přirozený utlum:									
3	Rovné potrubí - 13,7 m	8,22	8,22	4,11	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	
4	Oblouky - 4 ks	0	0	0	4	8	12	12	12	
5	Odbočka z hlavní větve	3,28	3,28	3,28	3,28	3,28	3,28	3,28	3,28	
6	Odbočka k vyústce	4,44	4,44	4,44	4,44	4,44	4,44	4,44	4,44	
7	Ohebné potrubí - \varnothing 250, 1,0 m	8,50	15,00	19,00	16,00	12,50	9,00	11,50	7,00	
8	Útlum koncovým obrazem	11	7	3	1	0	0	0	0	
9	Hluk ve vyústce Lw - bez tlumiče	4,56	10,06	28,17	37,22	42,72	40,22	32,72	30,22	46
10	Vlastní hluk vyústky L1									33
11	Hluk vystupující z vyústky Ls									46
12	Korekce na počet vyústek K1 - 2 ks									3
13	Hluk všech přívodních vyústek L - bez tlumiče									49
9	Hluk ve vyústce L1 - bez tlumiče	4,56	10,06	28,17	37,22	42,72	40,22	32,72	30,22	46
	Útlum tlumiče hluku	3	6	13	50	26	22	15	11	
	Hluk ve vyústce L1 - s tlumičem	1,56	4,06	15,17	0	16,72	18,22	17,72	19,22	25
10	Vlastní hluk vyústky Ldp									33
11	Hluk vystupující z vyústky Ls									33
12	Korekce na počet vyústek K1 - 2 ks									3
13	Hluk všech přívodních vyústek L - s tlumičem									36

Tabulka 40 - Útlum hluku pro zařízení č. 1 - odvod

Útlum hluku pro zařízení 1 - odvodní potrubí (sání)										
P	Lwa (dB(A) / f (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Součet
1	Odvod - sání (výstup) Lvent	40	47	57	63	62	60	58	54	68
2	Přirozený utlum:									
3	Rovné potrubí - 8 m	4,80	4,80	2,40	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	
4	Oblouky - 3 ks	0	0	0	3	6	9	9	9	
5	Odbočka z hlavní větve	4,36	4,36	4,36	4,36	4,36	4,36	4,36	4,36	
6	Odbočka k vyústce	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	
7	Ohebné potrubí - \varnothing 200, 0,6 m	5,40	9,60	12,60	10,50	8,10	6,00	7,50	4,80	
8	Útlum koncovým obrazem	12	7	3	1	0	0	0	0	
9	Hluk ve vyústce Lw - bez tlumiče	11,99	19,79	33,19	41,49	40,89	37,99	34,49	33,19	46
10	Vlastní hluk vyústky L1									34
11	Hluk vystupující z vyústky Ls									46
12	Korekce na počet vyústek K1 - 2 ks									3
13	Hluk všech přívodních vyústek L - bez tlumiče									49
9	Hluk ve vyústce L1 - bez tlumiče	11,99	19,79	33,19	41,49	40,89	37,99	34,49	33,19	46
	Útlum tlumiče hluku	3	6	13	50	26	22	15	11	
	Hluk ve vyústce L1 - s tlumičem	8,99	13,79	20,19	0	14,89	15,99	19,49	22,19	27
10	Vlastní hluk vyústky Ldp									34
11	Hluk vystupující z vyústky Ls									34
12	Korekce na počet vyústek K1 - 2 ks									3
13	Hluk všech přívodních vyústek L - s tlumičem									37

Výpočet hladiny akustického tlaku. Zařízení č. 1 v místnosti 1.04 (kancelář).

Hluk potrubí (přívod a odvod):

$$L_{W,S} = 10 \cdot \log(10^{0,1 \cdot 49} + 10^{0,1 \cdot 49}) = 52 \text{ dB} \quad (1.1)$$

Celková pohltivá plocha, kde $\alpha = 0,2$ (absorpce hluku do ploch v místnosti):

$$A = \alpha \cdot S = 0,2 \cdot 220,66 = 44,13 \text{ m}^2 \quad (1.2)$$

Vzdálenost posluchače od zdroje hluku:

$$r = 2,7 - 1,9 = 0,8 \text{ m} \quad (1.3)$$

Skutečná hladina akustického tlaku v místě posluchače, kde $Q = 2$ (směrový činitel):

$$L_P = L_{W,S} + 10 \cdot \log \left(\frac{2}{4 \cdot \pi \cdot r^2} + \frac{4}{A} \right) = 52 + 10 \cdot \log \left(\frac{2}{4 \cdot \pi \cdot 0,8^2} + \frac{4}{44,13} \right) = 47,3 \text{ dB} \quad (1.4)$$

Pro daný účel místnosti je přípustná hladina hluku 40 dB. Nutné navrhnout tlumič hluku na přívodní i odvodní potrubí.

Hladina akustického tlaku s tlumičem:

$$L_{W,S} = 10 \cdot \log(10^{0,1 \cdot 36} + 10^{0,1 \cdot 37}) = 40 \text{ dB} \quad (1.5)$$

$$L_P = L_{W,S} + 10 \cdot \log \left(\frac{2}{4 \cdot \pi \cdot r^2} + \frac{4}{A} \right) = 40 + 10 \cdot \log \left(\frac{2}{4 \cdot \pi \cdot 0,8^2} + \frac{4}{44,13} \right) = 35,3 \text{ dB} \quad (1.6)$$

Přípustná hladina hluku v kontrolním místě vyhovuje.

2.7.2 ÚTLUM HLUKU PRO ZAŘÍZENÍ Č. 2 (INTERIÉR)

Tabulka 41 - Útlum hluku pro zařízení č. 2- přívod

Útlum hluku pro zařízení 2 - přívodní potrubí (výtlak)										
P	Lwa (dB/A) / f (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Součet
1	Přívod - výtlak (výstup) Lvent	40	48	63	69	74	72	67	60	76
2	Přirozený utlum:									
3	Rovné potrubí - 42,1 m	25,26	25,26	12,63	6,32	6,32	6,32	6,32	6,32	
4	Oblouky - 6 ks	0	0	0	6	12	18	18	18	
5	Odbočka z hlavní větve	0	0	0	0	0	0	0	0	
6	Odbočka k vyústce	7,42	7,42	7,42	7,42	7,42	7,42	7,42	7,42	
7	Ohebné potrubí - \varnothing 200, 0,6 m	5,40	9,60	12,60	10,50	8,10	6,00	7,50	4,80	
8	Útlum koncovým obrazem	11	7	3	1	0	0	0	0	
9	Hluk ve vyústce Lw - bez tlumiče	0	0	27,35	37,77	40,17	34,27	27,77	23,47	43
10	Vlastní hluk vyústky L1									38
11	Hluk vystupující z vyústky Ls									43
12	Korekce na počet vyústek K1 - 2 ks									3
13	Hluk všech přívodních vyústek L - bez tlumiče									46
9	Hluk ve vyústce L1 - bez tlumiče	0	0	27,35	37,77	40,17	34,27	27,77	23,47	43
	Útlum tlumiče hluku	3	6	13	50	26	22	15	11	
	Hluk ve vyústce L1 - s tlumičem	0	0	14,35	0	14,17	12,27	12,77	12,47	20
10	Vlastní hluk vyústky Ldp									38
11	Hluk vystupující z vyústky Ls									38
12	Korekce na počet vyústek K1 - 2 ks									3
13	Hluk všech přívodních vyústek L - s tlumičem									41

Tabulka 42 - Útlum hluku pro zařízení č. 2 - odvod

Útlum hluku pro zařízení 2 - odvodní potrubí (sání)										
P	Lwa (dB/A) / f (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Součet
1	Odvod - sání (výstup) Lvent	40	47	57	63	62	60	58	54	67
2	Přirozený utlum:									
3	Rovné potrubí - 37,7 m	22,62	22,62	11,31	5,66	5,66	5,66	5,66	5,66	
4	Oblouky - 5 ks	0	0	0	5	10	15	15	15	
5	Odbočka z hlavní větve	0	0	0	0	0	0	0	0	
6	Odbočka k vyústce	5,52	5,52	5,52	5,52	5,52	5,52	5,52	5,52	
7	Ohebné potrubí - \varnothing 250, 0,8 m	6,80	12,00	15,20	12,80	10,00	7,20	9,20	5,60	
8	Útlum koncovým obrazem	10	5	3	0	0	0	0	0	
9	Hluk ve vyústce Lw - bez tlumiče	0	1,86	21,97	34,03	30,83	26,63	22,63	22,23	37
10	Vlastní hluk vyústky L1									36
11	Hluk vystupující z vyústky Ls									37
12	Korekce na počet vyústek K1 - 2 ks									3
13	Hluk všech přívodních vyústek L - bez tlumiče									40
9	Hluk ve vyústce L1 - bez tlumiče	0	1,86	21,97	34,03	30,83	26,63	22,63	22,23	37
	Útlum tlumiče hluku	3	6	13	50	26	22	15	11	
	Hluk ve vyústce L1 - s tlumičem	0	0	8,97	0,00	5	5	7,63	11,23	16
10	Vlastní hluk vyústky Ldp									36
11	Hluk vystupující z vyústky Ls									36
12	Korekce na počet vyústek K1 - 1 ks									3
13	Hluk všech přívodních vyústek L - s tlumičem									39

Výpočet hladiny akustického tlaku. Zařízení č. 2 v místnosti 1.12 (šatna).

Hluk potrubí (přívod a odvod):

$$L_{W,S} = 10 \cdot \log(10^{0,1 \cdot 46} + 10^{0,1 \cdot 40}) = 47 \text{ dB} \quad (2.1)$$

Celková pohltivá plocha, kde $\alpha = 0,2$ (absorpce hluku do ploch v místnosti):

$$A = \alpha \cdot S = 0,2 \cdot 45,6 = 9,12 \text{ m}^2 \quad (2.2)$$

Vzdálenost posluchače od zdroje hluku:

$$r = 2,7 - 1,9 = 0,8 \text{ m} \quad (2.3)$$

Skutečná hladina akustického tlaku v místě posluchače, kde $Q = 2$ (směrový činitel):

$$L_P = L_{W,S} + 10 \cdot \log \left(\frac{2}{4 \cdot \pi \cdot r^2} + \frac{4}{A} \right) = 47 + 10 \cdot \log \left(\frac{2}{4 \cdot \pi \cdot 0,8^2} + \frac{4}{9,12} \right) = 45,4 \text{ dB} \quad (2.4)$$

Pro daný účel místnosti je přípustná hladina hluku 40 dB. Přípustná hladina hluku v kontrolním místě vyhovuje. Tlumič hluku bude navržen pro větší komfort osob.

Hladina akustického tlaku s tlumičem:

$$L_{W,S} = 10 \cdot \log(10^{0,1 \cdot 41} + 10^{0,1 \cdot 39}) = 43 \text{ dB} \quad (2.5)$$

$$L_P = L_{W,S} + 10 \cdot \log \left(\frac{2}{4 \cdot \pi \cdot r^2} + \frac{4}{A} \right) = 43 + 10 \cdot \log \left(\frac{2}{4 \cdot \pi \cdot 0,8^2} + \frac{4}{9,12} \right) = 41,4 \text{ dB} \quad (2.6)$$

2.7.3 ÚTLUM HLUKU PRO ZAŘÍZENÍ Č. 3 (INTERIÉR)

Tabulka 43 - Útlum hluku pro zařízení č. 3 - přívod

Útlum hluku pro zařízení 3 - přívodní potrubí (výtlak)										
P	Lwa (dB/A) / f (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Součet
1	Přívod - výtlak (výstup) Lvent	40	47	60	65	69	68	62	59	73
2	Přirozený utlum:									
3	Rovné potrubí - 44,2 m	26,52	26,52	19,89	13,26	8,84	8,84	8,84	8,84	
4	Oblouky - 5 ks	0	0	0	5	10	15	15	15	
5	Odbočka z hlavní větve	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	
6	Odbočka k výústce	4,44	4,44	4,44	4,44	4,44	4,44	4,44	4,44	
7	Ohebné potrubí - \varnothing 200, 0,6 m	5,40	9,60	12,60	10,50	8,10	6,00	7,50	4,80	
8	Útlum koncovým obrazem	11	7	3	1	0	0	0	0	
9	Hluk ve výústce Lw - bez tlumiče	0	0	16,22	26,95	33,77	29,87	22,37	22,07	36
10	Vlastní hluk výústky L1									36
11	Hluk vystupující z výústky Ls									36
12	Korekce na počet výústek K1 - 2 ks									3
13	Hluk všech přívodních výústek L - bez tlumiče									39
9	Hluk ve výústce L1 - bez tlumiče	0	0	16,22	26,95	33,77	29,87	22,37	22,07	36
	Útlum tlumiče hluku	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Hluk ve výústce L1 - s tlumičem	0	0	0	0	0	0	0	0	9
10	Vlastní hluk výústky Ldp									36
11	Hluk vystupující z výústky Ls									36
12	Korekce na počet výústek K1 - 2 ks									3
13	Hluk všech přívodních výústek L - s tlumičem									39

Tabulka 44 - Útlum hluku pro zařízení č. 3 - odvod

Útlum hluku pro zařízení 3 - odvodní potrubí (sání)										
P	Lwa (dB/A) / f (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Součet
1	Odvod - sání (výstup) Lvent	40	45	55	59	59	58	55	52	64
2	Přirozený utlum:									
3	Rovné potrubí - 52,2 m	31,32	31,32	23,49	15,66	10,44	10,44	10,44	10,44	
4	Oblouky - 6 ks	0	0	0	6	12	18	18	18	
5	Odbočka z hlavní větve	4,12	4,12	4,12	4,12	4,12	4,12	4,12	4,12	
6	Odbočka k výústce	4,46	4,46	4,46	4,46	4,46	4,46	4,46	4,46	
7	Ohebné potrubí - \varnothing 200, 0,6 m	5,40	9,60	12,60	10,50	8,10	6,00	7,50	4,80	
8	Útlum koncovým obrazem	12	7	3	1	0	0	0	0	
9	Hluk ve výústce Lw - bez tlumiče	0	0	7,33	17,26	19,88	14,98	10,48	10,18	23
10	Vlastní hluk výústky L1									32
11	Hluk vystupující z výústky Ls									32
12	Korekce na počet výústek K1 - 2 ks									3
13	Hluk všech přívodních výústek L - bez tlumiče									35
9	Hluk ve výústce L1 - bez tlumiče	0	0	7,33	17,26	19,88	14,98	10,48	10,18	23
	Útlum tlumiče hluku	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Hluk ve výústce L1 - s tlumičem	0	0	0	0	0	0	0	0	3
10	Vlastní hluk výústky Ldp									32
11	Hluk vystupující z výústky Ls									32
12	Korekce na počet výústek K1 - 2 ks									3
13	Hluk všech přívodních výústek L - s tlumičem									35

Výpočet hladiny akustického tlaku. Zařízení č. 3 v místnosti 1.08 (jídlna).

Hluk potrubí (přívod a odvod):

$$L_{W,S} = 10 \cdot \log(10^{0,1 \cdot 39} + 10^{0,1 \cdot 35}) = 41 \text{ dB} \quad (3.1)$$

Celková pohltivá plocha, kde $\alpha = 0,2$ (absorpce hluku do ploch v místnosti):

$$A = \alpha \cdot S = 0,2 \cdot 65,6 = 13,2 \text{ m}^2 \quad (3.2)$$

Vzdálenost posluchače od zdroje hluku:

$$r = 2,7 - 1,9 = 0,8 \text{ m} \quad (3.3)$$

Skutečná hladina akustického tlaku v místě posluchače, kde $Q = 2$ (směrový činitel):

$$L_P = L_{W,S} + 10 \cdot \log \left(\frac{2}{4 \cdot \pi \cdot r^2} + \frac{4}{A} \right) = 41 + 10 \cdot \log \left(\frac{2}{4 \cdot \pi \cdot 0,8^2} + \frac{4}{13,2} \right) = 38,4 \text{ dB} \quad (3.4)$$

Pro daný účel místnosti je přípustná hladina hluku 40 dB. Přípustná hladina hluku v kontrolním místě vyhovuje. Návrh tlumiče hluku není nutný.

2.7.4 ÚTLUM HLUKU PRO ZAŘÍZENÍ Č. 1-3 (SÁNÍ)

Tabulka 45 - Útlum hluku pro zařízení č. 1 – přívod (sání)

Útlum hluku pro zařízení 1 - přívodní potrubí (sání)										
P	Lwa (dB/A) / f (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Součet
1	Přívod - sání (výstup) Lvent	40	40	49	53	49	44	40	40	56
2	Přirozený utlum:									
3	Rovné potrubí - 13,4 m	8,04	8,04	4,02	2,01	2,01	2,01	2,01	2,01	
4	Oblouky - 6 ks	0	0	6	12	18	18	18	18	
5	Hluk v přívodním potrubí Lw	31,96	31,96	38,98	38,99	28,99	23,99	19,99	19,99	43
6	Hluk vycházející z přívodního potrubí									43

Tabulka 46 - Útlum hluku pro zařízení č. 2 – přívod (sání)

Útlum hluku pro zařízení 2 - přívodní potrubí (sání)										
P	Lwa (dB/A) / f (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Součet
1	Přívod - sání (výstup) Lvent	40	41	49	54	50	45	41	40	57
2	Přirozený utlum:									
3	Rovné potrubí - 17,5 m	10,50	10,50	5,25	2,63	2,63	2,63	2,63	2,63	
4	Oblouky - 6 ks	0	0	6	12	18	18	18	18	
5	Hluk v přívodním potrubí Lw	29,50	30,50	37,75	39,38	29,38	24,38	20,38	19,38	43
6	Hluk vycházející z přívodního potrubí									43

Tabulka 47 - Útlum hluku pro zařízení č. 3 – přívod (sání)

Útlum hluku pro zařízení 3 - přívodní potrubí (sání)										
P	Lwa (dB/A) / f (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Součet
1	Přívod - sání (výstup) Lvent	40	40	47	50	46	42	40	40	54
2	Přirozený utlum:									
3	Rovné potrubí - 9,5 m	5,70	5,70	2,85	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	
4	Oblouky - 6 ks	0	0	6	12	18	18	18	18	
5	Hluk v přívodním potrubí Lw	34,30	34,30	38,15	36,58	26,58	22,58	20,58	20,58	42
6	Hluk vycházející z přívodního potrubí									42

Výpočet hladiny akustického tlaku. Strojovna vzduchotechniky (přívod (sání))

Hluk potrubí:

$$L_{W,S} = 10 \cdot \log(10^{0,1 \cdot 43} + 10^{0,1 \cdot 43} + 10^{0,1 \cdot 42}) = 48 \text{ dB} \quad (4.1)$$

Vzdálenost posluchače od zdroje hluku:

$$r = 3 \text{ m} \quad (4.2)$$

Skutečná hladina akustického tlaku v místě posluchače, kde $Q = 2$ (směrový činitel):

$$L_P = L_{W,S} + 10 \cdot \log(2/(4 \cdot \pi \cdot r^2)) = 48 + 10 \cdot \log(2/(4 \cdot \pi \cdot 3^2)) = 30,5 \text{ dB} \quad (4.3)$$

V okolí dané budovy maximální přípustná hladina akustického tlaku ve vzdálenosti 10 m je ve dne 50 dB a v noci 40 dB . Přípustná hladina hluku v kontrolním místě vyhovuje. Návrh tlumiče hluku není nutný.

2.7.5 ÚTLUM HLUKU PRO ZAŘÍZENÍ Č. 1-3 (VÝTLAK)

Tabulka 48 - Útlum hluku pro zařízení č. 1 – odvod (výtlak)

Útlum hluku pro zařízení 1 - odvodní potrubí (výtlak)										
P	L _{wa} (dB/A) / f (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Součet
1	Odvod - výtlak (výstup) L _{vent}	40	43	55	59	63	60	54	47	66
2	Přirozený utlum:									
3	Rovné potrubí - 10,7 m	6,42	6,42	3,21	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	
4	Oblouky - 4 ks	0	0	4	8	12	12	12	12	
5	Hluk v přívodním potrubí L _w	33,58	36,58	47,79	49,40	49,40	46,40	40,40	33,40	55
6	Hluk vycházející z přívodního potrubí									55

Tabulka 49 - Útlum hluku pro zařízení č. 2 – odvod (výtlak)

Útlum hluku pro zařízení 2 - odvodní potrubí (výtlak)										
P	L _{wa} (dB/A) / f (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Součet
1	Odvod - výtlak (výstup) L _{vent}	40	43	55	59	63	59	54	47	66
2	Přirozený utlum:									
3	Rovné potrubí - 14,7 m	8,82	8,82	4,41	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	
4	Oblouky - 4 ks	0	0	4	8	12	12	12	12	
5	Hluk v přívodním potrubí L _w	31,18	34,18	46,59	48,80	48,80	44,80	39,80	32,80	54
6	Hluk vycházející z přívodního potrubí									54

Tabulka 50 - Útlum hluku pro zařízení č. 3 – odvod (výtlak)

Útlum hluku pro zařízení 3 - odvodní potrubí (výtlak)										
P	L _{wa} (dB/A) / f (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Součet
1	Odvod - výtlak (výstup) L _{vent}	40	43	53	57	59	56	50	46	63
2	Přirozený utlum:									
3	Rovné potrubí - 6,7 m	4,02	4,02	2,01	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
4	Oblouky - 4 ks	0	0	4	8	12	12	12	12	
5	Hluk v přívodním potrubí L _w	35,98	38,98	46,99	48,00	46,00	43,00	37,00	33,00	53
6	Hluk vycházející z přívodního potrubí									53

Výpočet hladiny akustického tlaku. Strojovna vzduchotechniky (odvod (výtlak))

Hluk potrubí:

$$L_{W,S} = 10 \cdot \log(10^{0,1 \cdot 55} + 10^{0,1 \cdot 54} + 10^{0,1 \cdot 53}) = 59 \text{ dB} \quad (5.1)$$

Vzdálenost posluchače od zdroje hluku:

$$r = 10,2 \text{ m} \quad (5.2)$$

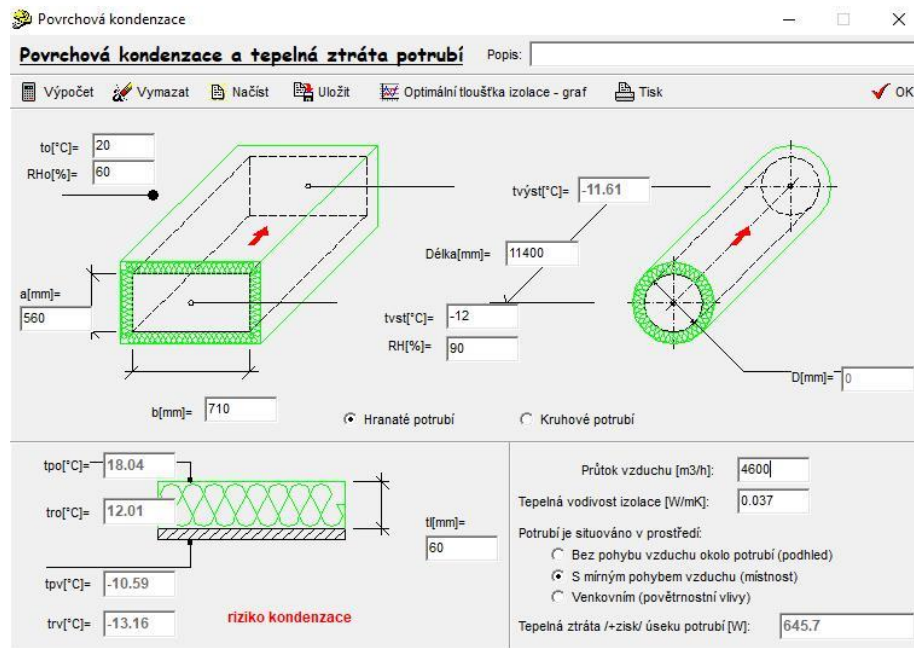
Skutečná hladina akustického tlaku v místě posluchače, kde $Q = 2$ (směrový činitel):

$$L_P = L_{W,S} + 10 \cdot \log(2/(4 \cdot \pi \cdot r^2)) = 59 + 10 \cdot \log(2/(4 \cdot \pi \cdot 10,2^2)) = 30,8 \text{ dB} \quad (5.3)$$

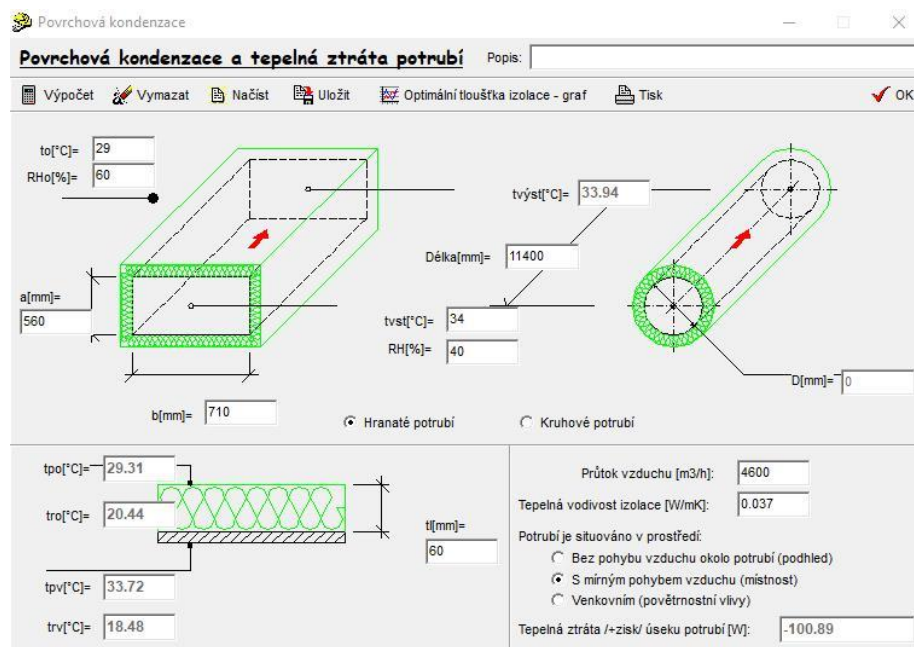
V okolí dané budovy maximální přípustná hladina akustického tlaku ve vzdálenosti 10 m je ve dne 50 dB a v noci 40 dB . Přípustná hladina hluku v kontrolním místě vyhovuje. Návrh tlumiče hluku není nutný.

2.8 IZOLACE POTRUBÍ

Z důvodu vzniku kondenzace na potrubí ve strojově vzduchotechniky, potrubí nutno izolovat. Návrh izolace byl proveden pomocí softwaru Teruna [20]. Byla navržena tepelná izolace tloušťky 60 mm.



Obrázek 18 – Návrh izolace potrubí směrem do exteriéru v zimě



Obrázek 19 – Návrh izolace potrubí směrem do exteriéru v létě



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VZDUCHOTECHNIKA V ZÁZEMÍ VÝROBNÍ HALY

AIR CONDITIONING IN THE BACKGROUND OF THE PRODUCTION HALL

ČÁST C – PROJEKTOVÁ ČÁST

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Evgenii Stepanov

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. OLGA RUBINOVÁ, Ph.D.

BRNO 2022

3. TECHNICKÁ ZPRÁVA

3.1 ÚVOD

Předmětem této projektové dokumentace je návrh vzduchotechnického zařízení v zázemí výrobní haly. Hlavním cílem je vytvoření a údržba vhodného mikroklima pro pracovní prostředí. Návrh vzduchotechnického systému stanoven tak, aby splňoval legislativu a zajistil potřebné množství vzduchu pro větrání. Objekt se nachází v městě Brno.

3.1.1 PODKLADY PRO ZPRACOVÁNÍ

Podkladem pro zpracování byla projektová dokumentace skládající se z půdorysu a řezů. Součástí podkladů jsou příslušné zákony, prováděcí vyhlášky a podklady od výrobců:

- Nařízení vlády č. 68/2010 Sb., stanovení podmínek ochrany zdraví při práci
- Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci
- Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
- Vyhláška č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov, ve znění vyhlášky č. 230/2015 Sb.
- Vyhláška č. 268/2011 Sb., kterou se mění vyhláška č. 23/2008 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb
- ČSN 12 7010 – Navrhování větracích a klimatizačních zařízení (2014)
- ČSN 73 0548 – Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů (1986)
- ČSN 73 0802 – Požární bezpečnost staveb (2009 + Z1 2013)
- ČSN 01 3454 Technické výkresy – Instalace – Vzduchotechnika, klimatizace (2006)
- Podklady od výrobců:
 - Mandík a.s.
 - Remak a.s.

3.1.2 VÝPOČTOVÉ HODNOTY KLIMATICKÝCH POMĚRŮ

Místo: Brno

Nadmořská výška: 227 m n. m.

Tlak vzduchu: 100 kPa

Výpočtová teplota vzduchu v létě: +34 °C, relativní vlhkost – 40%

Výpočtová teplota vzduchu v zimě: -12°C, relativní vlhkost – 90%

Entalpie vzduchu: léto 66,2 kJ/kg

3.1.3 VÝPOČTOVÉ HODNOTY VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ

Tabulka 51 – Výpočtové hodnoty vnitřního prostředí

ZAŘÍZENÍ 1 - Větrání administrativy		Léto		Zima	
		Teplota v místnosti [°C]	Relativní vlhkost [%]	Teplota v místnosti [°C]	Relativní vlhkost [%]
Č.M	ÚČEL MÍSTNOSTÍ				
1.01	RECEPCE	25	55	18	40
1.02	ŠATNA	25	55	20	40
1.03	ŘEDITEL	25	55	22	40
1.04	KANCELÁŘ	25	55	22	40
1.05	ŠATNA	25	55	20	40
1.06	KUCHYŇKA	25	-	20	-
1.07	CHODBA	25	-	15	-
1.14	WC PŘEDSÍN ŽENY	25	-	20	-
1.14a	WC ŽENY A	25	-	20	-
1.14b	WC ŽENY B	25	-	20	-
1.15	WC PŘEDSÍN MUŽI	25	-	20	-
1.15a	WC MUŽI A	25	-	20	-
1.15b	WC MUŽI B	25	-	20	-
1.15c	WC MUŽI C	25	-	20	-
1.16	WC MUŽI - INV	25	-	20	-
1.17	WC ŽENY - INV	25	-	20	-
1.18	ÚKLIDOVÁ MÍSTNOST	25	-	18	-
1.19	WC PŘEDSÍN MUŽI	25	-	20	-
1.19a	WC MUŽI A	25	-	20	-
1.19b	WC MUŽI B	25	-	20	-
1.20	WC PŘEDSÍN ŽENY	25	-	20	-
1.20a	WC ŽENY A	25	-	20	-

ZAŘÍZENÍ 2 - Větrání šaten		Léto		Zima	
Č.M	ÚČEL MÍSTNOSTÍ	Teplota v místnosti [°C]	Relativní vlhkost [%]	Teplota v místnosti [°C]	Relativní vlhkost [%]
1.12	ŠATNA MUŽI	25	-	20	-
1.12a	SPRCHY MUŽI	25	-	24	-
1.12b	WC MUŽI	25	-	20	-
1.13	ŠATNA ŽENY	25	-	20	-
1.13a	SPRCHY ŽENY	25	-	24	-
1.13b	WC ŽENY	25	-	20	-
ZAŘÍZENÍ 3 - Větrání jídelny		Léto		Zima	
Č.M	ÚČEL MÍSTNOSTÍ	Teplota v místnosti [°C]	Relativní vlhkost [%]	Teplota v místnosti [°C]	Relativní vlhkost [%]
1.08	JÍDELNA/ŠKOLÍCÍ MÍSTNOST	25	-	20	-
1.09	VÝDEJNA JÍDLA	25	-	20	-
1.10	MYTÍ NÁDOBÍ	25	-	20	-
1.11	CHODBA	25	-	15	-
1.11a	PŘEDSÍN	25	-	15	-
1.11b	WC PŘEDSÍN	25	-	20	-
1.11c	WC	25	-	20	-
1.11d	ŠATNA	25	-	20	-
1.11e	ÚKLIDOVÁ MÍSTNOST	25	-	18	-

Maximální rychlost proudění vzduchu v pobytové zóně je menší než 0,25 m/s. Hluk ve vnějším chráněném prostoru v denní době max. 50 dB, v noci max. 40 dB.

3.2 ZÁKLADNÍ KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ

Nucené větrání je navrženo pro 3 funkční zóny a každá jednotka obsluhuje jednu z řešených zón. První zónu tvoří kancelářské prostory, chodba a hygienické zázemí pro muže a ženy. Druhou zónu tvoří hygienické zázemí pro muže a ženy. Třetí zónu tvoří jídelna/školící místnost. Všechny prostory hygienického zázemí budou opatřeny podtlakovým větráním s úhradou vzduchu z okolních prostorů. Pro odvod tepelné zátěže z kancelářských prostor byl navržen multi-split systém pro chlazení. Vzduchotechnické jednotky jsou složeny z filtrů, deskového rekuperátoru, ventilátorů, vodního ohříváče a uzavíracích klapek. Provoz VZT jednotek je řízen samostatným systémem MaR.

3.2.1 HYGIENICKÉ VĚTRÁNÍ A KLIMATIZACE

Vzduchotechnické jednotky jsou navrženy podle hygienických předpisů. Hygienické místnosti navrženy tak, aby tvořily podtlakovou zónu, aby nedocházelo k šíření zápach do zbytku objektu.

Větrání hygienických prostor vytvořeno tak, aby splnilo minimální dávku vzduchu na osobu:

- Osoba lehce pracující – 50 m³/h
- Sprchy – 150 m³/h
- WC – 50 m³/h
- Pisoár – 25 m³/h
- Umyvadlo – 30 m³/h
- Výlevka – 50 m³/h

Pro přiváděný vzduch je navržen filtr třídy M5 pro všechny jednotky. Pro odváděný vzduch je navržen filtr třídy G3, také pro všechny jednotky. Vytápění hygienických místností je zajištěno pomocí nástěnných otopných těles.

3.2.2 TECHNOLOGICKÉ VĚTRÁNÍ A CHLAZENÍ

V kancelářských místnostech je navržen multi-split systém pro chlazení. Jednotky tohoto systému budou použity v letním období pro chlazení a v zimním období pro přitápění místnosti aby byly splněny podmínky pro vnitřní mikroklima.

3.2.3 ENERGETICKÉ ZDROJE

Elektrická energie

Elektrická energie je využívána pro pohon ventilátorů vzduchotechnických jednotek a venkovních klimatizačních jednotek.

Tepelná energie

Tepelná energie je využívána pro ohřev vzduchu ve vzduchotechnických jednotkách. Pro ohřev vzduchu bude sloužit vodní ohříváč s topnou vodou o teplotním spádu 70/50 °C.

3.3 POPIS TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ

3.3.1 ZAŘÍZENÍ Č. 1 – VĚTRÁNÍ ADMINISTRATIVY

Zařízení č. 1 slouží k zajištění nuceného větrání v administrativní části budovy. V této části se nachází kancelář, ředitelna, recepce, chodba a hygienické místnosti. V hygienických místnostech koncové vzduchotechnické elementy tvoří podtlak, naopak na chodbě vytvořen přetlak. S toho vzniká rovnotlakový systém aby bylo omezeno vniknutí pachů a odérů do ostatních místností. Jednotka přivádí a odvádí 1650 m³/h vzduchu aby byli zajištěny požadavky na výměnu vzduchu v této zóně.

Vzduchotechnická jednotka byla navržena v programu AeroCAD. Typem jednotky je AeroMaster XP. Na přívodní větvi jednotka obsahuje následující komponenty: tlumící vložku, uzavírací klapku, filtr třídy M5, deskový rekuperátor, ventilátor, vodní ohříváč s teplotním spádem 70/50 °C a tlumící vložku. Na odvodní větvi jednotka obsahuje následující komponenty: tlumící vložku, filtr třídy G3, ventilátor, deskový rekuperátor, uzavírací klapku a tlumící vložku. Vzduchotechnická jednotka umístěna na podlaze pomocí základového rámu o výšce 300 mm.

Potrubí v strojovně budu opatřeno tepelnou izolací tl. 60 mm z důvodu prevence vzniku kondenzace. Ukončení přívodního a odvodního potrubí VZT jednotky na straně exteriéru opatřeno protidešťovou žaluzií.

3.3.2 ZAŘÍZENÍ Č. 2 – VĚTRÁNÍ ŠATEN

Zařízení č. 2 slouží k zajištění nuceného větrání v prostoru šaten. V této části se nachází šatny, sprchy a hygienické místnosti. V prostoru šaten a hygienických místnostech koncové vzduchotechnické elementy tvoří podtlak, naopak na chodbě vytvořen přetlak. S toho vzniká rovnotlakový systém aby bylo omezeno vniknutí pachů a odérů do ostatních místnosti. Jednotka přivádí a odvádí 1700 m³/h vzduchu aby byli zajištěny požadavky na výměnu vzduchu v této zóně.

Vzduchotechnická jednotka byla navržena v programu AeroCAD. Typem jednotky je AeroMaster XP. Na přívodní větvi jednotka obsahuje následující komponenty: tlumící vložku, uzavírací klapku, filtr třídy M5, deskový rekuperátor, ventilátor, vodní ohříváč s teplotním spádem 70/50 °C a tlumící vložku. Na odvodní větvi jednotka obsahuje následující komponenty: tlumící vložku, filtr třídy G3, ventilátor, deskový rekuperátor, uzavírací klapku a tlumící vložku. Vzduchotechnická jednotka umístěna na podlaze pomocí základového rámu o výšce 300 mm.

Potrubí v strojovně budu opatřeno tepelnou izolací tl. 60 mm z důvodu prevence vzniku kondenzace. Ukončení přívodního a odvodního potrubí VZT jednotky na straně exteriéru opatřeno protidešťovou žaluzií.

3.3.3 ZAŘÍZENÍ Č. 3 – VĚTRÁNÍ JÍDELNY

Zařízení č. 3 slouží k zajištění nuceného větrání v jídelně. V této části se jídelna, výdejna jídla a hygienické místnosti. V jídelně a hygienických místnostech koncové vzduchotechnické elementy tvoří podtlak, naopak na chodbě vytvořen přetlak. S toho vzniká rovnotlakový systém aby bylo omezeno vniknutí pachů a odérů do

ostatních místnosti. Jednotka přivádí a odvádí 1250 m³/h vzduchu aby byli zajištěny požadavky na výmenu vzduchu v této zóně.

Vzduchotechnická jednotka byla navržena v programu AeroCAD. Typem jednotky je AeroMaster XP. Na přívodní větvi jednotka obsahuje následující komponenty: tlumící vložku, uzavírací klapku, filtr třídy M5, deskový rekuperátor, ventilátor, vodní ohřívač s teplotním spádem 70/50 °C a tlumící vložku. Na odvodní větvi jednotka obsahuje následující komponenty: tlumící vložku, filtr třídy G3, ventilátor, deskový rekuperátor, uzavírací klapku a tlumící vložku. Vzduchotechnická jednotka umístěna na podlaze pomocí základového rámu o výšce 300 mm.

Potrubí v strojovně budou opatřeno tepelnou izolací tl. 60 mm z důvodu prevence vzniku kondenzace. Ukončení přívodního a odvodního potrubí VZT jednotky na straně exteriéru opatřeno protidešťovou žaluzií.

3.4 NÁROKY NA ENERGIE

K zajištění chodu větracích a klimatizačních jednotek je potřeba zajistit zdroje energie uvedené v technických specifikacích zařízení.

3.5 MĚŘENÍ A REGULACE

Navržené systémy VZT budou řízeny a regulovány samostatným systémem měření a regulace – profese MaR.

Systém MaR zajišťuje:

- Ovládání chodu ventilátorů, silové napájení ovládaných zařízení
- Regulace teploty vzduchu řízením výkonu teplovodního ohřívače v zimním období
- Umístění teplotních a vlhkostních čidel podle požadavku
- Protimrazová ochrana deskového výměníku nastavením obtokové klapky
- Ovládání uzavíracích klapek na jednotce včetně dodání servopohonů

- Při poklesnutí teploty:
 - vypnutí ventilátoru
 - uzavření klapek
 - otevření třístenného ventilu
 - spuštění čerpadla
- Signalizace bezporuchového chodu ventilátorů pomocí diferenčního snímače tlaku
- Plynulá regulace výkonu ventilátorů frekvenčními měniči na přívodu i odvodu vzhledem k zanášení filtrů a možnosti nastavení vzduchového výkonu zařízení podle potřeby provozu a časového rozvrhu
- Snímání a signalizace zanesení filtrů
- Poruchová signalizace

3.6 NÁROKY NA SOUVISEJÍCÍ PROFESE

3.6.1 STAVEBNÍ ÚPRAVY

- Zajištění únosnosti konstrukčního systému ve strojovně vzduchotechniky
- Strojovna musí být vybavena podlahovou vpustí
- Podlaha v strojovně musí mít spad do středu směrem k podlahové vpustí
- Zajištění revizních otvoru pro přístup k regulačním klapkám, požárním klapkám a ventilátorům
- Obložení a dotěsnění prostupů vzduchotechnických potrubí z důvodu prevence vibracím
- Otvory pro prostupy vzduchovodů musí být zapravení

3.6.2 SILNOPROUD

- Silové napojení všech vzduchotechnických a klimatizačních zařízení musí být podle tabulky výkonů
- Každé zařízení musí být připojeno na samostatný jistič

- Každé zařízení musí mít uzemněny

3.6.3 VYTÁPĚNÍ

- Připojení ohřívačů vzduchotechnických jednotek na topnou vodu o teplotě 70/50 °C

3.6.4 ZDRAVOTNÍ TECHNIKA

- Ve strojovné vzduchotechniky musí být umístěna podlahová vpust pro odvod kondenzátu od VZT jednotek
- Bude zajištěn odvod kondenzátu z klimatizačních jednotek

3.7 PROTIHLUKOVÁ A PROTIOTŘESOVÁ OPATŘENÍ

- V potrubí budou uloženy kulisové tlumiče hluku který slouží k eliminaci hluku od ventilátoru
- Potrubí bude připojeno k vzduchotechnickým jednotkám pomocí pružných manžet který přispívá k zmenšení vibrace
- Pro uložení potrubí na táhlech bude použita tlumící guma

3.8 IZOLACE A NÁTĚRY

Potrubí pro sanii přírodního vzduchu a výfuk odvodního vzduchu ve strojovně bude opatřeno tepelnou izolací Isover Orsrech 65H tloušťky 60 mm. Opatření potrubí nátěrem proběhat nebude.

3.9 PROTIPOŽÁRNÍ OPATŘENÍ

Strojovna vzduchotechniky bude tvořit samostatný požární úsek. Na hranici s jinými požárními úseky budou instalovány požární klapky z důvodu bránění šíření požaru. Požární klapky budou instalovány podle technické dokumentace.

3.10 MONTÁŽ, PROVOZ, ÚDRŽBA A OBSLUHA ZAŘÍZENÍ

Montáž vzduchotechnických jednotek bude prováděn podle dokumentace od výrobce. Pracovníky který budou provádět montáž VZT jednotek budou proškoleni o BOZP. Kontrola a údržba jednotek bude prováděná podle pokynu od výrobce. Do strojovny vzduchotechniky bude zajištěn přístup jenom tech pracovníku který splnily požadavky na kontrolu a údržbu zařízení na základě předpisů dodavatele.

3.11 ZÁVĚR

Jednotlivá vzduchotechnická a klimatizacni zařízení splňují požadavky na provoz a větrání daného objektu. Zařízení bylo navrženo tak aby zajistila komfort a optimalni podmínky mikroklimatu v místnostech. Návrh je proveden podle platné legislativy.

4. SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ

4.1 TECHNICKÁ SPECIFIKACE

Tabulka 52 – Technická specifikace zařízení č. 1

Zařízení č. 1 - Větrání administrativy			
Pozice	Specifikace položky	Počet	Jednotka
1.01	VZT jednotka Remax AeroMaster XP 04, průtok vzduchu 1650 m ³ /h, Přívodní větev: tlumící vložka, uzavírací klapka, filtr třídy M5, deskový rekuperátor, ventilátor s volným oběžným kolem, vodní ohřivač s teplotním spádem 70/50 °C, tlumící vložka. Odvodní větev: tlumící vložka, filtr třídy G3, ventilátor, deskový rekuperátor, uzavírací klapka, tlumící vložka.	1	ks
1.02	Kulisový tlumič hluku Lindab SLRS 100 100 400 400 750	2	ks
1.03	Vířivá vyústí Mandík VVPM 600 C/V/P/R	2	ks
1.04	Vířivá vyústí Mandík VVPM 500 C/V/P/R	1	ks
1.05	Vířivá vyústí Mandík VVPM 500 C/V/O/R	1	ks
1.06	Vířivá vyústí Mandík VVPM 400 C/V/O/R	1	ks
1.07	Talířový ventil Mandík TVPM 160	2	ks
1.08	Talířový ventil Mandík TVOM 80	12	ks
1.09	Talířový ventil Mandík TVOM 125	3	ks
1.10	Požární klapka Mandík FDMQ 280x400	1	ks
1.11	Požární klapka Mandík FDMQ 355x280	1	ks
1.12	Požární klapka Mandík FDMQ 355x400	1	ks
1.13	Regulační klapka Mandík RKM 180x225 atp.	1	ks
1.14	Regulační klapka Mandík RKM 180x250 atp.	1	ks
1.15	Regulační klapka Mandík RKM 225x250 atp.	1	ks
1.16	Regulační klapka Mandík RKM 250x250 atp.	1	ks
1.17	Regulační klapka Mandík RKM 280x355 atp.	1	ks
1.18	Regulační klapka Mandík RKM 280x400 atp.	1	ks
1.19	Ohebné potrubí Sonoflex Ø80, tloušťka izolace 25 mm	7,8	bm
1.20	Ohebné potrubí Sonoflex Ø125, tloušťka izolace 25 mm	2	bm
1.21	Ohebné potrubí Sonoflex Ø160, tloušťka izolace 25 mm	1,3	bm
1.22	Ohebné potrubí Sonoflex Ø200, tloušťka izolace 25 mm	2,8	bm
1.23	Ohebné potrubí Sonoflex Ø250, tloušťka izolace 25 mm	2	bm

1.24	Čtyřhranné potrubí z pozinkovaného plechu sk.I mm / % tvarovek		bm
	1600 / 40%	5,6	bm
	1510 / 10%	8,5	bm
	1360 / 10%	16,4	bm
	1270 / 10%	10,3	bm
	1190 / 10%	15,5	bm
	1060 / 40%	2,1	bm
	1000 / 10%	15,9	bm
	960 / 10%	7,1	bm
	950 / 10%	11,4	bm
	860 / 10%	11,6	bm
	810 / 10%	7,4	bm
	720 / 30%	8,7	bm
	640 / 40%	1,1	bm
	610 / 30%	10,9	bm
	570 / 40%	1,7	bm
	520 / 20%	3,3	bm
	500 / 20%	6,1	bm
	400 / 30%	5,2	bm
1.25	Protidešťová žaluzie sání Aumayr WG-V 800 x 710	1	ks
1.26	Protidešťová žaluzie výfuk Aumayr WG-V 800 x 710	1	ks
1.27	Tepelná izolace Isover Orstech LSP H tl. 60 mm	24,8	m ²

Tabulka 53 – Technická specifikace zařízení č. 2

Zařízení č. 2 - Větrání šaten			
Pozice	Specifikace položky	Počet	Jednotka
2.01	VZT jednotka Remax AeroMaster XP 04, průtoku vzduchu 1700 m ³ /h, Přívodní větev: tlumící vložka, uzavírací klapka, filtr třídy M5, deskový rekuperátor, ventilátor s volným oběžným kolem, vodní ohříváč s teplotním spádem 70/50 °C, tlumící vložka. Odvodní větev: tlumící vložka, filtr třídy G3, ventilátor, deskový rekuperátor, uzavírací klapka, tlumící vložka.	1	ks
2.02	Kulisový tlumič hluku Lindab SLRS 100 100 400 400 750	2	ks
2.03	Vířivá vyúst Mandík VVPM 500 C/V/P/R	4	ks
2.04	Vířivá vyúst Mandík VVPM 400 C/V/O/R	2	ks
2.05	Vířivá vyúst Mandík VVPM 600 C/V/O/R	2	ks
2.06	Talířový ventil Mandík TVOM 80	2	ks
2.07	Požární klapka Mandík FDMQ 400x400	2	ks
2.08	Ohebné potrubí Sonoflex Ø80, tloušťka izolace 25 mm	2,8	bm
2.09	Ohebné potrubí Sonoflex Ø200, tloušťka izolace 25 mm	5	bm
2.10	Ohebné potrubí Sonoflex Ø250, tloušťka izolace 25 mm	1,8	bm
2.11	Čtyřhranné potrubí z pozinkovaného plechu sk.l mm / % tvarovek		bm
	1600 / 10%	86,4	bm
	1500 / 20%	3,2	bm
	1430 / 10%	6,8	bm
	1360 / 30%	2,2	bm
	1250 / 20%	4,1	bm
	1200 / 20%	3,7	bm
2.12	Tepelná izolace Isover Orstech LSP H tl. 60 mm	18,6	m ²

Tabulka 54 – Technická specifikace zařízení č. 3

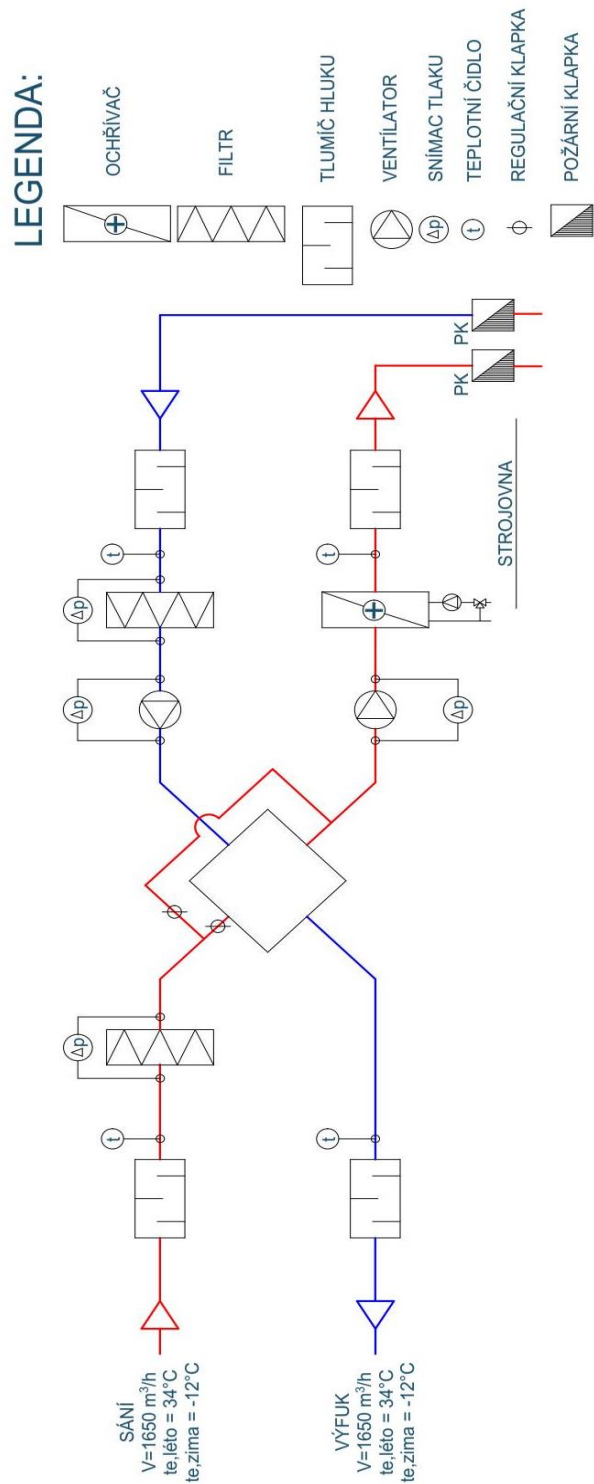
Zařízení č. 3 - Větrání jídelny			
Pozice	Specifikace položky	Počet	Jednotka
3.01	VZT jednotka Remax AeroMaster XP 04, průtoku vzduchu 1250 m ³ /h, Přívodní větev: tlumící vložka, uzavírací klapka, filtr třídy M5, deskový rekuperátor, ventilátor s volným oběžným kolem, vodní ohřivač s teplotním spádem 70/50 °C, tlumící vložka. Odvodní větev: tlumící vložka, filtr třídy G3, ventilátor, deskový rekuperátor, uzavírací klapka, tlumící vložka.	1	ks
3.02	Vířivá vyúst Mandík VVPM 400 C/V/P/R	1	ks
3.03	Vířivá vyúst Mandík VVPM 500 C/V/P/R	2	ks
3.04	Vířivá vyúst Mandík VVPM 400 C/V/O/R	3	ks
3.05	Talířový ventil Mandík TVPM 125	2	ks
3.06	Talířový ventil Mandík TVOM 80	5	ks
3.07	Talířový ventil Mandík TVOM 125	1	ks
3.08	Požární klapka Mandík FDMQ 280x400	1	ks
3.09	Požární klapka Mandík FDMQ 315x400	1	ks
3.10	Regulační klapka Mandík RKM 250x225 atp.	1	ks
3.11	Regulační klapka Mandík RKM 200x280 atp.	1	ks
3.12	Regulační klapka Mandík RKM 315x225 atp.	1	ks
3.13	Regulační klapka Mandík RKM 315x280 atp.	1	ks
3.14	Ohebné potrubí Sonoflex Ø80, tloušťka izolace 25 mm	4,4	bm
3.15	Ohebné potrubí Sonoflex Ø125, tloušťka izolace 25 mm	3,2	bm
3.16	Ohebné potrubí Sonoflex Ø200, tloušťka izolace 25 mm	4,6	bm
3.17	Čtyřhranné potrubí z pozinkovaného plechu sk.l mm / % tvarovek		bm
	1430 / 10%	44,2	bm
	1360 / 10%	50,5	bm
	1190 / 40%	1,1	bm
	1080 / 10%	9,1	bm
	960 / 10%	9,5	bm
	950 / 10%	18,3	bm
	520 / 30%	2,3	bm
	400 / 30%	1,8	bm
3.18	Tepelná izolace Isover Orstech LSP H tl. 60 mm	58,2	m ²

Tabulka 55 – Technická specifikace klimatizace

Zařízení č. 1+2 - Klimatizace vybraných místností			
Pozice	Specifikace položky	Počet	Jednotka
4.01	Venkovní jednotka split Toshiba MCY-MHP0406HT-E, max. výkon 12,1 Kw	1	ks
4.02	Venkovní jednotka split Toshiba RAV-GM561ATP-E, max. výkon 5 kW	1	ks
4.03	Vnitřní kazetová jednotka Toshiba RAV-RM561MUT-E, max. výkon 5 kW	1	ks
4.04	Vnitřní kazetová jednotka Toshiba MMU-UP0091HP-E, max. výkon 2,7 kW	2	ks
4.05	Vnitřní nástěnná jednotka Toshiba MMK-UP0051HP-E, max. výkon 1,7 kW	2	ks
4.06	Cu potrubí ø 6,35 mm	1	kpl
4.07	Cu potrubí ø 9,52 mm	1	kpl
4.08	Zajištění odvodu kondenzátu	1	kpl

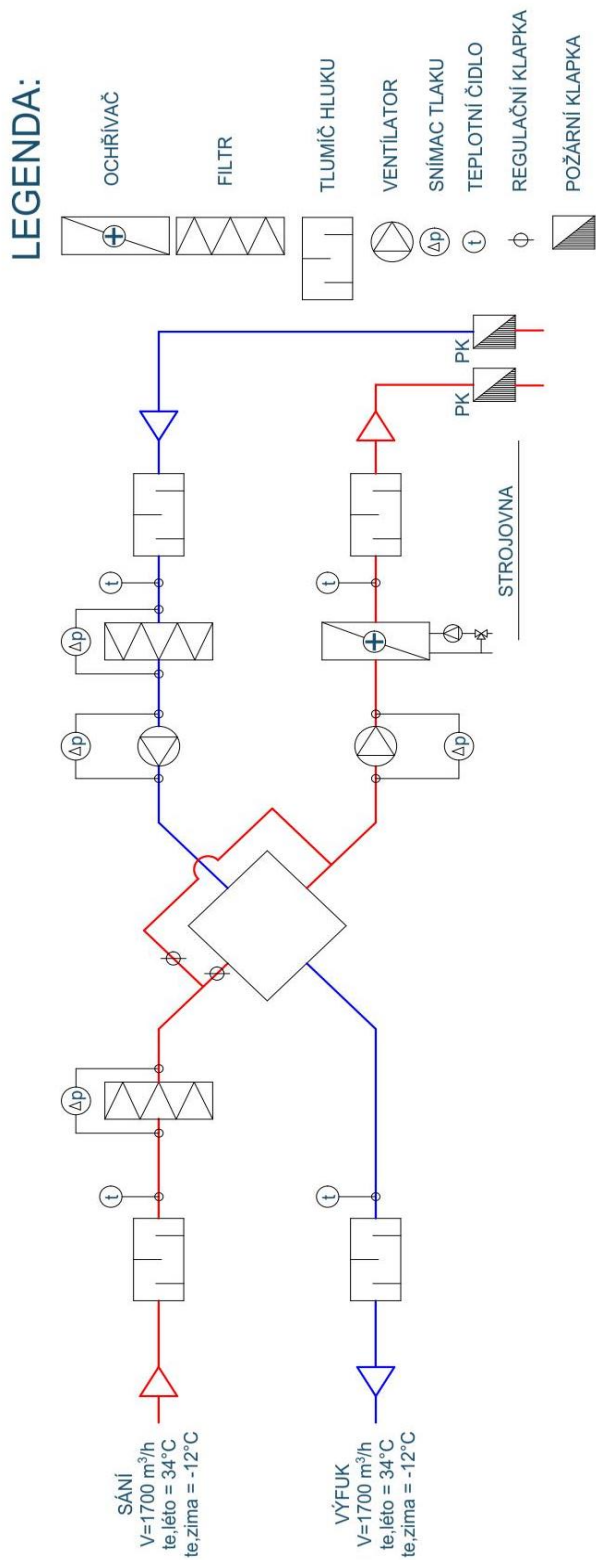
4.2 FUNKČNÍ SCHÉMATA

4.2.1 FUNKČNÍ SCHÉMA PRO ZAŘÍZENÍ Č. 1



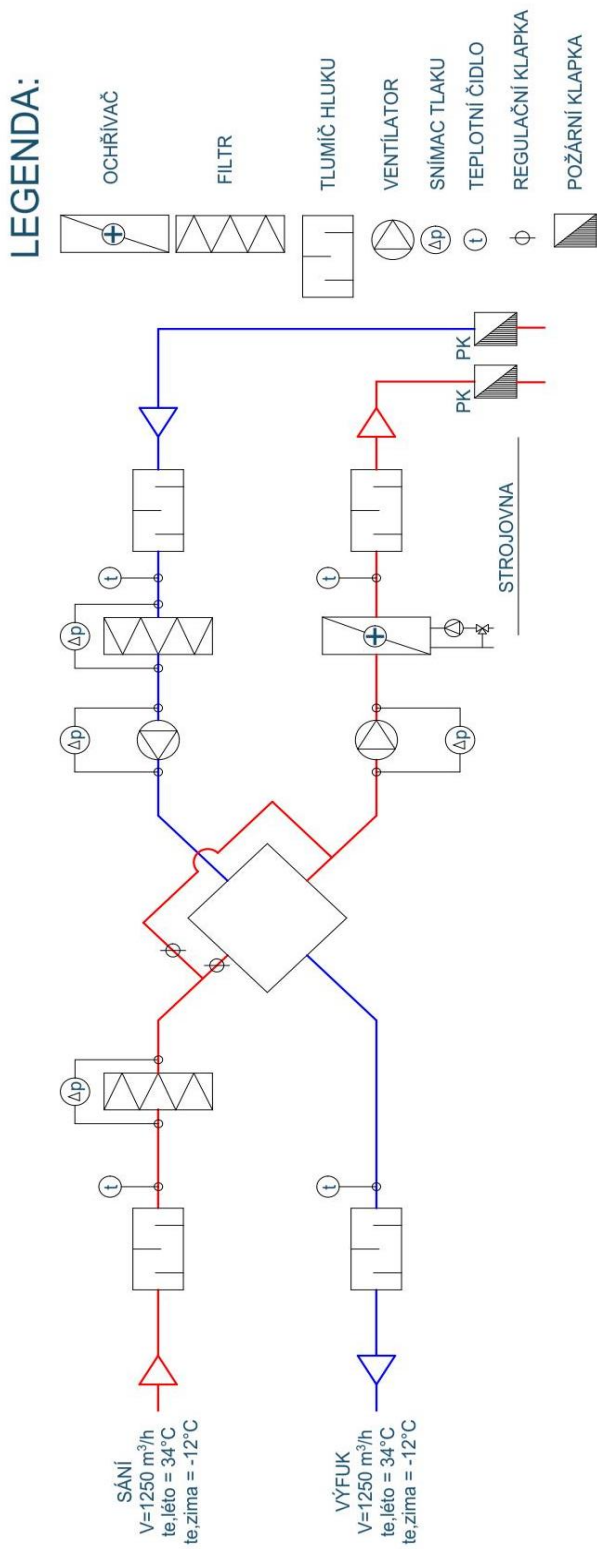
Obrázek 20 – Funkční schéma vzduchotechnických zařízení č. 1

4.2.2 FUNKČNÍ SCHÉMA PRO ZAŘÍZENÍ Č. 2



Obrázek 21 – Funkční schéma vzduchotechnických zařízení č. 2

4.2.3 FUNKČNÍ SCHÉMA PRO ZAŘÍZENÍ Č. 3



Obrázek 22 – Funkční schéma vzduchotechnických zařízení č. 3

4.3 NÁROKY NA ENERGIE

Tabulka 56 – Nároky na energie

Zařízení č.	Název	Ventilátor			Elektrina				Ohřev			Chlazení			Ovládání	
		Prívod/odvod	Množství vzduchu	Externí tlak	Počet	Elektrický příkon jednotkovy	Elektrický příkon celkem	Elektrický proud jednotkovy	Nápetí/frekvence	Topený výkon	Průtok média	Tlaková ztráta výměníku	Chladicí výkon	Průtok média		Tlaková ztráta výměníku
		m3/h	Pa	ks	kW	kW	A	V/Hz	kW	m3/h	kPa	kW	m3/h	kPa		
1.01	VZT jednotka č. 1															
	přívodní ventilátor	P	1650	236	1	0,37	1,60	3x400/50								motor řízený - MaR
	vodní ohřivač								1,30	0,02	13,00					směšovací uzel - MaR
	odvodní ventilátor	O	1650	336	1	0,41	1,60	3x400/50								motor řízený - MaR
2.01	VZT jednotka č. 2															
	přívodní ventilátor	P	1700	273	1	0,40	1,60	3x400/50								motor řízený - MaR
	vodní ohřivač								1,30	0,03	13,00					směšovací uzel - MaR
	odvodní ventilátor	O	1700	288	1	0,39	1,60	3x400/50								motor řízený - MaR
3.01	VZT jednotka č. 3															
	přívodní ventilátor	P	1250	262	1	0,31	1,60	3x400/50								motor řízený - MaR
	vodní ohřivač								0,90	0,02	7,00					směšovací uzel - MaR
	odvodní ventilátor	O	1250	321	1	0,33	1,60	3x400/50								motor řízený - MaR
4.01	Venkovní jednotka MCY-MHP0406HT-E		4020		1	2,80	20,50	230/N/50	12,50							regulace MaR
4.02	Venkovní jednotka Toshiba RAV-GM561ATP-E		2400		1	1,50	13,20	230/N/50	5,30							regulace MaR
4.03	Vnitřní jednotka MMU-UP0091HP-E		455		2	0,61	0,17	230/N/50	3,20							regulace MaR
4.04	Vnitřní jednotka MMK-UP0051HP-E		1040		2	0,76	0,22	230/N/50	1,90							regulace MaR
4.05	Vnitřní jednotka RAV-RM561MUT-E		800		1	0,72	0,20	230/N/50	5,30							regulace MaR

ZÁVĚR

Výsledkem této bakalářské práce je návrh vzduchotechnické jednotky v zázemí výrobní haly. Objekt je rozdělen do třech funkčních zón a pro každou zónu navrženo samostatné vzduchotechnické zařízení.

Zařízení č. 1 slouží k zajištění nuceného větrání v administrativní části budovy. V této části se nachází kancelář, ředitelna, recepce, chodba a hygienické místnosti.

Zařízení č. 2 slouží k výměně vzduchu v prostoru šaten a hygienických místností.

Zařízení č. 3 je navrženo pro větrání v jídelně.

V kancelářských prostorech, recepci, ředitelně a v jídelně za účelem chlazení v letním období slouží systém multi split.

Jednotlivá vzduchotechnická a klimatizační zařízení splňují požadavky provozu a větrání daného objektu. Zařízení vyhovují hygienickým požadavkům a zvyšují komfort pracovního prostředí.

POUŽITÉ ZDROJE

Publikace a normy

[1] Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. Kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci ze dne 12. prosince 2007. www.zakonyprolidi.cz [Online].

[Citace: 26.05.2022] <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2007-361#Sum>

Elektronické zdroje

[2] zsbozp.vubp. Pracovní prostředí. [Online]. [Citace: 26.05.2022]

Dostupné z: <https://zsbozp.vubp.cz/pracovni-prostredi>

[3] zsbozp.vubp. Hodnocení pracovního prostředí. [Online]. [Citace: 26.05.2022]

Dostupné z: <https://zsbozp.vubp.cz/metodicky-pristup-k-hodnoceni-pracovniho-prostredi>

[4] zsbozp.vubp. Rizikové faktory. [Online]. [Citace: 26.05.2022]

Dostupné z: <https://zsbozp.vubp.cz/rizikove-faktory>

[5] zsbozp.vubp. Teplotně-vlhkostní podmínky mikroklima. [Online].

[Citace: 26.05.2022] Dostupné z: <https://zsbozp.vubp.cz/teplotne-vlhkostni-podminky-mikroklima-zatez-teplem-a-zatez-chladem>

[6] zsbozp.vubp. Chemické faktory. [Online]. [Citace: 26.05.2022]

Dostupné z: <https://zsbozp.vubp.cz/chemicke-faktory>

[7] zsbozp.vubp. Fyziologické faktory. [Online]. [Citace: 26.05.2022]

Dostupné z: <https://zsbozp.vubp.cz/fyziologicke-faktory>

[8] zsbozp.vubp. Biologické faktory. [Online]. [Citace: 26.05.2022]

Dostupné z: <https://zsbozp.vubp.cz/biologicke-faktory>

[9] zsbozp.vubp. Fyzikální faktory. [Online]. [Citace: 26.05.2022]

Dostupné z: <https://zsbozp.vubp.cz/fyzikalni-faktory>

[10] zsbozp.vubp. Psychologické faktory. [Online]. [Citace: 26.05.2022]

Dostupné z: <https://zsbozp.vubp.cz/psychologicke-faktory>

[11] zsbozp.vubp. Ergonomie. [Online]. [Citace: 26.05.2022]

Dostupné z: <https://zsbozp.vubp.cz/ergonomie>

[12] DRKAL, F., LAIN, M., SCHWARZER, J., ZMRHAL, V., Klimatizace a průmyslová vzduchotechnika. Přednáškové texty pro studijní program Inteligentní budovy.

Praha: Evropský sociální fond, Praha & EU. vubp [Online]. [Citace: 26.05.2022]

Dostupné z: <https://docplayer.cz/7142018-Klimatizace-a-prumyslova-vzduchotechnika.html>

Obrázkové zdroje

[13] zsbozp.vubp. Rizikové faktory pracovního prostředí. [Online]. [Citace:

26.05.2022] Dostupné z: <https://zsbozp.vubp.cz/rizikove-faktory>

[14] MANDÍK, a.s. Vířivá výust VVPM. Tlaková ztráta a akustický výkon. [Online].

[Citace: 26.05.2022] Dostupné z: https://www.mandik.cz/getattachment/b73269c3-068f-4e37-8abb-a36ef7a8c3c9/007_99_cz_VVPM.aspx

[15] MANDÍK, a.s. Vyúst s vířivým výtokem vzduchu. [Online].

[Citace: 26.05.2022] Dostupné z: <https://www.mandik.cz/produktova-rada/distribucni-elementy/anemostaty/vvpm>

[16] MANDÍK, a.s. Talířový ventil. Tlaková ztráta a akustický výkon. [Online]. [Citace:

26.05.2022] Dostupné z: https://www.mandik.cz/getattachment/b73269c3-068f-4e37-8abb-a36ef7a8c3c9/007_99_cz_VVPM.aspx

[17] MANDÍK, a.s. Talířový ventil. [Online]. [Citace: 26.05.2022] Dostupné z:

<https://www.mandik.cz/produktova-rada/distribucni-elementy/dyzy-a-ventily/tvom,-tvpm>

[18] TOSHIBA. Vnitřní nástěnná jednotka. [Online]. [Citace: 26.05.2022] Dostupné z: <https://www.toshiba-aircondition.com/cz/podrobnosti-ovnitrnich-jednotkach-vrf/ceiling-serie-7-smmsu.html>

[19] TOSHIBA. Vnitřní kazetová jednotka. [Online]. [Citace: 26.05.2022] Dostupné z: <https://www.toshiba-aircondition.com/cz/podrobnosti-ovnitrnich-jednotkach-vrf/60x60-slim-cassette-smmsu.html>

Další použité zdroje

[20] Technika budov. Teruna v 1.5b. [Online]. [Citace: 26.05.2022] Dostupné z: www.technikabudov.cz/software/

[21] REMAK. a.s. AeroCAD. [Online]. [Citace: 26.05.2022] Dostupné z: <https://www.remak.eu/cs/aerocad>

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A OZNAČENÍ

Zkratky:

č. – číslo

k-ce – konstrukce

kv – konstrukční výška

MaR – měření a regulace

max. – maximálně

min. – minimálně

NP – nadzemní podlaží

os – osoba

sv – světlá výška

VŠKP – vysokoškolská kvalifikační práce

VZT – vzduchotechnika

ZZT – zpětné získávání tepla

Fyzikální veličiny:

Označení	Veličina	Jednotka
HT	Celková tepelná ztráta	[W]
L	Délka úseku	[m]
UN	Doporučená hodnota souč. prostupu tepla	[W/(m ² ·K)]
Lw	Hladina akustického výkonu	[dB]
q	Jmenovitý průtok vzduchu	[m ³ /h]
v'	Návrhová rychlost proudění	[m/s]
V	Objem	[m ³]
Qv	Objemový průtok	[m ³ /h]
A	Podlahová plocha	[m ²]
S	Průtočná plocha	[m ²]
Vo	Průtok vzduchu	[m ³]
wL	Rychlost proudění v místě posluchače	[m/s]
B	Šířka potrubí	[m]
v	Skutečná rychlost proudění	[m/s]
U	Součinitel prostupu tepla	[W/(m ² ·K)]
ξ	Součinitel vřazených odporů	[-]
Δp	Tlaková ztráta	[Pa]
R	Tlaková ztráta třením	[Pa]
Z	Tlaková ztráta vřazenými odpory	[Pa]
H	Výška místnosti	[m]
H _z	Výška posluchače	[m]
A	Výška potrubí	[m]

SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ

Obrázky

Obrázek 1 – Rizikové faktory pracovního prostředí [13]	16
Obrázek 2 - Rozdělení objektu na zóny.....	28
Obrázek 3 - Vířivá výust' VVPM 600. Tlaková ztráta a akustický výkon [14]	53
Obrázek 4 - Vířivá výust' VVPM [15].....	53
Obrázek 5 - Talířový ventil TVPM 125. Tlaková ztráta a akustický výkon [16].....	53
Obrázek 6 - Talířový ventil TVOM [17].....	53
Obrázek 7 - Vzduchotechnické zařízení č. 1 – specifikace	62
Obrázek 8 - Vzduchotechnické zařízení č. 1 – grafické pohledy.....	63
Obrázek 9 - Vzduchotechnické zařízení č. 2 – specifikace	64
Obrázek 10 - Vzduchotechnické zařízení č. 2 – grafické pohledy.....	65
Obrázek 11 - Vzduchotechnické zařízení č. 3 – specifikace	66
Obrázek 12 - Vzduchotechnické zařízení č. 3 – grafické pohledy.....	67
Obrázek 13 - h-x diagram pro zimní období zařízení č. 1	68
Obrázek 14 - Schéma chlazených místnosti	69
Obrázek 15 - Vnitřní nástěnná jednotka [18].....	69
Obrázek 16 - Vnitřní kazetová jednotka [19]	69
Obrázek 17 - h-x diagram pro chlazení v letním období	70
Obrázek 18 – Návrh izolace potrubí směrem do exteriéru v zimě	81
Obrázek 19 – Návrh izolace potrubí směrem do exteriéru v létě	81
Obrázek 20 – Funkční schéma vzduchotechnických zařízení č. 1	98
Obrázek 21 – Funkční schéma vzduchotechnických zařízení č. 2	99
Obrázek 22 – Funkční schéma vzduchotechnických zařízení č. 3	100

Tabulky

Tabulka 1 - Výpočet tepelných ztrát místnosti 1.03.....	29
Tabulka 2 - Výpočet tepelných ztrát místnosti 1.04.....	30
Tabulka 3 - Výpočet tepelných ztrát místnosti 1.08.....	31
Tabulka 4 - Výpočet tepelné zátěže místnosti 1.03.....	32
Tabulka 5 - Výpočet tepelné zátěže místnosti 1.03.....	33
Tabulka 6 - Výpočet tepelné zátěže místnosti 1.03.....	34
Tabulka 7 - Výpočet tepelné zátěže místnosti 1.03.....	35
Tabulka 8 - Výpočet tepelné zátěže místnosti 1.03.....	36
Tabulka 9 - Výpočet tepelné zátěže místnosti 1.04.....	37
Tabulka 10 - Výpočet tepelné zátěže místnosti 1.04	38
Tabulka 11 - Výpočet tepelné zátěže místnosti 1.04	39
Tabulka 12 - Výpočet tepelné zátěže místnosti 1.04	40
Tabulka 13 - Výpočet tepelné zátěže místnosti 1.04	41
Tabulka 14 - Výpočet tepelné zátěže místnosti 1.04	42
Tabulka 15 - Výpočet tepelné zátěže místnosti 1.04	43
Tabulka 16 - Výpočet tepelné zátěže místnosti 1.04	44
Tabulka 17 - Výpočet tepelné zátěže místnosti 1.04	45
Tabulka 18 - Výpočet tepelné zátěže místnosti 1.08	46
Tabulka 19 - Výpočet tepelné zátěže místnosti 1.08	47
Tabulka 20 - Výpočet tepelné zátěže místnosti 1.08	48
Tabulka 21 - Výpočet tepelné zátěže místnosti 1.08	49
Tabulka 22 - Výpočet tepelné zátěže místnosti 1.08	50
Tabulka 23 - Celková teplená zátěž.....	50
Tabulka 24 - Výpočet průtoků vzduchu - Zařízení č. 1 - Větrání administrativy	51
Tabulka 25 - Výpočet průtoků vzduchu - Zařízení č. 2 - Větrání šaten	52
Tabulka 26 - Výpočet průtoků vzduchu - Zařízení č. 3 - Větrání jídelny	52
Tabulka 27 - Distribuční prvky - Zařízení č. 1 - Větrání administrativy	54
Tabulka 28 - Distribuční prvky - Zařízení č. 2 - Větrání šaten.....	55

Tabulka 29 - Distribuční prvky - Zařízení č. 3 - Větrání jídelny.....	56
Tabulka 30 - Dimenzování přívodního potrubí – Zařízení č. 1	57
Tabulka 31 - Dimenzování odvodního potrubí – Zařízení č. 1	58
Tabulka 32 - Dimenzování přívodního potrubí – Zařízení č. 2.....	59
Tabulka 33 - Dimenzování odvodního potrubí – Zařízení č. 2.....	59
Tabulka 34 - Dimenzování přívodního potrubí – Zařízení č. 3.....	60
Tabulka 35 - Dimenzování odvodního potrubí – Zařízení č. 3.....	60
Tabulka 36 - Dimenzování přívodního potrubí – Strojovna vzduchotechniky sání ..	61
Tabulka 37 - Dimenzování přívodního potrubí – Strojovna vzduchotechniky výfuk	61
Tabulka 38 - Návrh klimatizačních jednotek.....	69
Tabulka 39 - Útlum hluku pro zařízení č. 1 - přívod	71
Tabulka 40 - Útlum hluku pro zařízení č. 1 - odvod	71
Tabulka 41 - Útlum hluku pro zařízení č. 2- přívod	73
Tabulka 42 - Útlum hluku pro zařízení č. 2 - odvod	73
Tabulka 43 - Útlum hluku pro zařízení č. 3 - přívod	75
Tabulka 44 - Útlum hluku pro zařízení č. 3 - odvod	75
Tabulka 45 - Útlum hluku pro zařízení č. 1 – přívod (sání).....	77
Tabulka 46 - Útlum hluku pro zařízení č. 2 – přívod (sání).....	77
Tabulka 47 - Útlum hluku pro zařízení č. 3 – přívod (sání).....	77
Tabulka 48 - Útlum hluku pro zařízení č. 1 – odvod (výtlak).....	79
Tabulka 49 - Útlum hluku pro zařízení č. 2 – odvod (výtlak).....	79
Tabulka 50 - Útlum hluku pro zařízení č. 3 – odvod (výtlak).....	79
Tabulka 51 – Výpočtové hodnoty vnitřního prostředí.....	84
Tabulka 52 – Technická specifikace zařízení č. 1	93
Tabulka 53 – Technická specifikace zařízení č. 2	95
Tabulka 54 – Technická specifikace zařízení č. 3	96
Tabulka 55 – Technická specifikace klimatizace	97
Tabulka 56 – Nároky na energie	101

SEZNAM PŘÍLOH

A. Přílohy návrhové části

A.1 Zařízení č. 1

A.2 Zařízení č. 2

A.3 Zařízení č. 3

B. Přílohy výkresové části

B.1 Půdorys 1. NP (1:50)

B.2 Půdorys střechy (1:50)

B.3 Řezy (1:50)