



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VZDUCHOTECHNIKA PRŮMYSLOVÉ HALY

VENTILATION OF INDUSTRIAL HALL

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

David Schenk

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PAVEL UHER, Ph.D.

BRNO 2018



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	David Schenk
Název	Vzduchotechnika průmyslové haly
Vedoucí práce	Ing. Pavel Uher, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2017
Datum odevzdání	25. 5. 2018

V Brně dne 30. 11. 2017

doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
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

- práce bude zpracována v souladu s platnými předpisy (zákony, vyhláškami, normami) pro navrhování zařízení techniky staveb

- obsah a uspořádání práce dle směrnice FAST:

- a) titulní list,
- b) zadání VŠKP,
- c) abstrakt v českém a anglickém jazyce, klíčová slova v českém a anglickém jazyce,
- d) bibliografická citace VŠKP dle ČSN ISO 690,
- e) prohlášení autora o původnosti práce, podpis autora,
- f) poděkování (nepovinné),
- g) obsah,
- h) úvod,
- i) vlastní text práce s touto osnovou:

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

j) závěr,

k) seznam použitých zdrojů,

l) seznam použitých zkratk a symbolů,

m) seznam příloh,

n) přílohy - výkresy

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).

2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

Ing. Pavel Uher, Ph.D.

Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá vzduchotechnikou průmyslové haly. V první části se věnuje problematice hluku ve vzduchotechnice. Druhá část se zabývá návrhem vzduchotechnického systému pro výrobní halu a administrativní a hygienické zázemí. Poslední řeší projektovou dokumentaci navržených zařízení.

KLÍČOVÁ SLOVA

Hluk ve vzduchotechnice, útlum hluku, vytěšňovací větrání, distribuce vzduchu, průmyslová hala.

ABSTRACT

The bachelor thesis deals with the ventilation of industry hall. The first part deals with the issue of noise in air conditioning. The second part deals with the design of the air conditioning system for the production hall and administrative and hygienic facilities. The last part deals with the design documentation of the designed equipments.

KEYWORDS

Noise in ventilation, damping of noise, displacement ventilation, distribution of air, industry hall.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

David Schenk *Vzduchotechnika průmyslové haly*. Brno, 2018. 83 s., 35 s. příl.
Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav
technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Pavel Uher, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 25. 5. 2018

David Schenk
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu bakalářské práce Ing. Pavlu Uhrovi, Ph.D. za poskytnuté rady a odbornou pomoc při zpracovávání mé práce.

Obsah

Úvod.....	12
1 Teoretická část.....	14
1.1 Zvuk	14
1.1.1 Úvod.....	14
1.1.2 Vlastnosti zvuku	14
1.1.3 Vliv zvuku na lidský organismus.....	15
1.2 Hluk ve vzduchotechnice	15
1.2.1 Úvod.....	15
1.2.2 Akustické veličiny	16
1.2.3 Zdroje hluku ve vzduchotechnice	17
1.3 Šíření hluku ve vzduchotechnice	17
1.3.1 Šíření hluku potrubím do místnosti	18
1.3.2 Šíření hluku ve volném prostředí	19
1.4 Útlum hluku ve vzduchotechnice	20
1.4.1 Prvky útlumu hluku	20
1.4.2 Tlumiče hluku	20
1.4.3 Metody snižování hluku	23
1.5 Hygienické limity hluku	24
1.5.1 Chráněný venkovní prostor	24
1.5.2 Chráněný venkovní prostor staveb.....	25
1.5.3 Chráněný vnitřní prostor staveb	25
1.5.4 Pracoviště	26
2 Výpočtová část.....	28
2.1 Analýza objektu	28
2.1.1 Popis objektu.....	28
2.1.2 Rozdělení na funkční celky.....	28
2.2 Tepelná bilance.....	31
2.2.1 Tepelná ztráta	31
2.2.2 Tepelná zátěž	32

2.3	Stanovení průtoku vzduchu	37
2.3.1	Výpočet objemového průtoku vzduchu	37
2.4	Tlakové poměry	41
2.5	Distribuce vzduchu	41
2.5.1	Návrh distribučních elementů.....	41
2.6	Dimenzování potrubí a tlaková ztráta.....	46
2.6.1	Výpočet VZT potrubí pro zařízení 1	46
2.6.2	Výpočet VZT potrubí pro zařízení 2.....	49
2.6.3	Výsledná tlaková ztráta potrubí	49
2.7	Vzduchotechnické jednotky	49
2.7.1	Zařízení 1	49
2.7.2	Zařízení 2	50
2.8	Úpravy vzduchu.....	52
2.8.1	Výpočet teploty přiváděného vzduchu	52
2.9	Chladicí jednotky fancoil.....	57
2.10	Útlum hluku	57
2.11	Tepelná izolace potrubí	61
3	Projekt	63
3.1	Technická zpráva.....	63
3.1.1	Úvod.....	63
3.1.2	Podklady pro zpracování	63
3.1.3	Výpočtové hodnoty klimatických poměrů.....	64
3.1.4	Základní koncepční řešení	64
3.1.5	Popis technického řešení.....	66
3.1.6	Nároky na energie	68
3.1.7	Měření a regulace.....	69
3.1.8	Požadavky na ostatní profese	69
3.1.9	Protihluková opatření	70
3.1.10	Protipožární opatření.....	70
3.1.11	Izolace a nátěry.....	71

3.1.12	Montáž, provoz, údržba a obsluha zařízení	71
3.1.13	Závěr	71
3.2	Technická specifikace.....	72
3.3	Funkční schémata	75
4	Závěr.....	77
5	Použité zdroje	78
6	Seznam použitých zkratk a označení	80
7	Seznam obrázků, tabulek a grafů	81
8	Seznam příloh	82
A.	Přílohy výpočtové části	82
B.	Přílohy výkresové části.....	83
Přílohy.....		84

Úvod

Moje bakalářská práce se zabývá tématem vzduchotechniky průmyslové haly. Toto téma jsem si vybral z důvodu bližšího prozkoumání dané problematiky. Osobně mám zkušenost s prací ve výrobní hale, která nemá vhodně navrženou vzduchotechniku.

Kombinace hluku ze vzduchotechniky a hluku na pracovišti při několika hodinovém pracovním vytížení může být zdraví nebezpečná. Proto jsem se v teoretické části zaměřil na šíření hluku ve vzduchotechnice a jeho možné utlumení.

1 Teoretická část

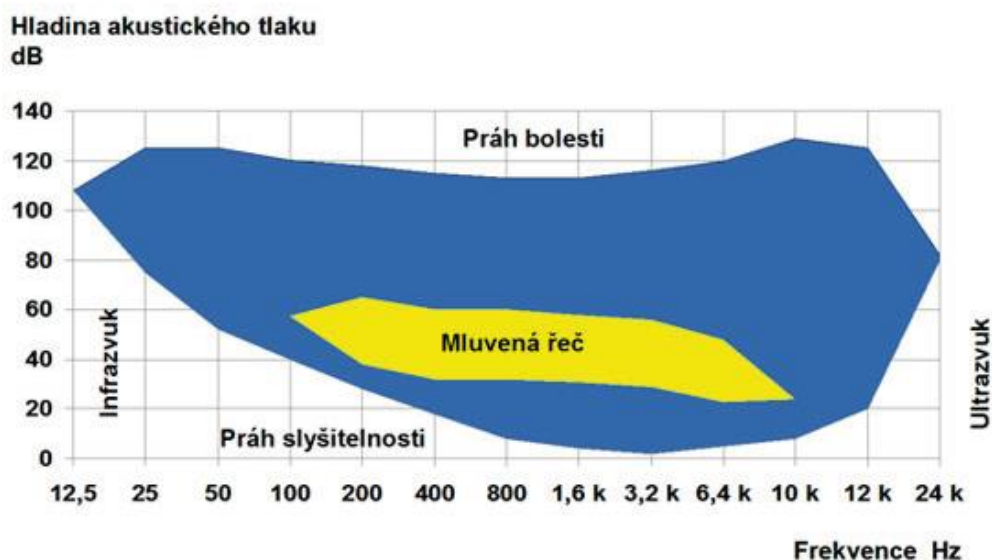
1.1 Zvuk

1.1.1 Úvod

V dnešní době je kladen velký důraz na dodržení hygienických limitů hluku. V oblasti vzduchotechniky je zapotřebí zajistit vhodné podmínky nejen pro lidský organismus, ale i pro stavební konstrukci. Činností vzduchotechnických zařízení vznikají negativní vjemy v podobě hluku a vibrací. Přílišný hluk může mít za následek vážné zdravotní problémy nebo může negativně ovlivňovat pracovní nasazení. Provozem ventilátorů ve vzduchotechnických jednotkách vznikají vibrace, které můžou ovlivnit správnou funkci stavebních konstrukcí. Tyto dvě složky je nutno eliminovat nebo alespoň snížit na požadované hodnoty.

1.1.2 Vlastnosti zvuku

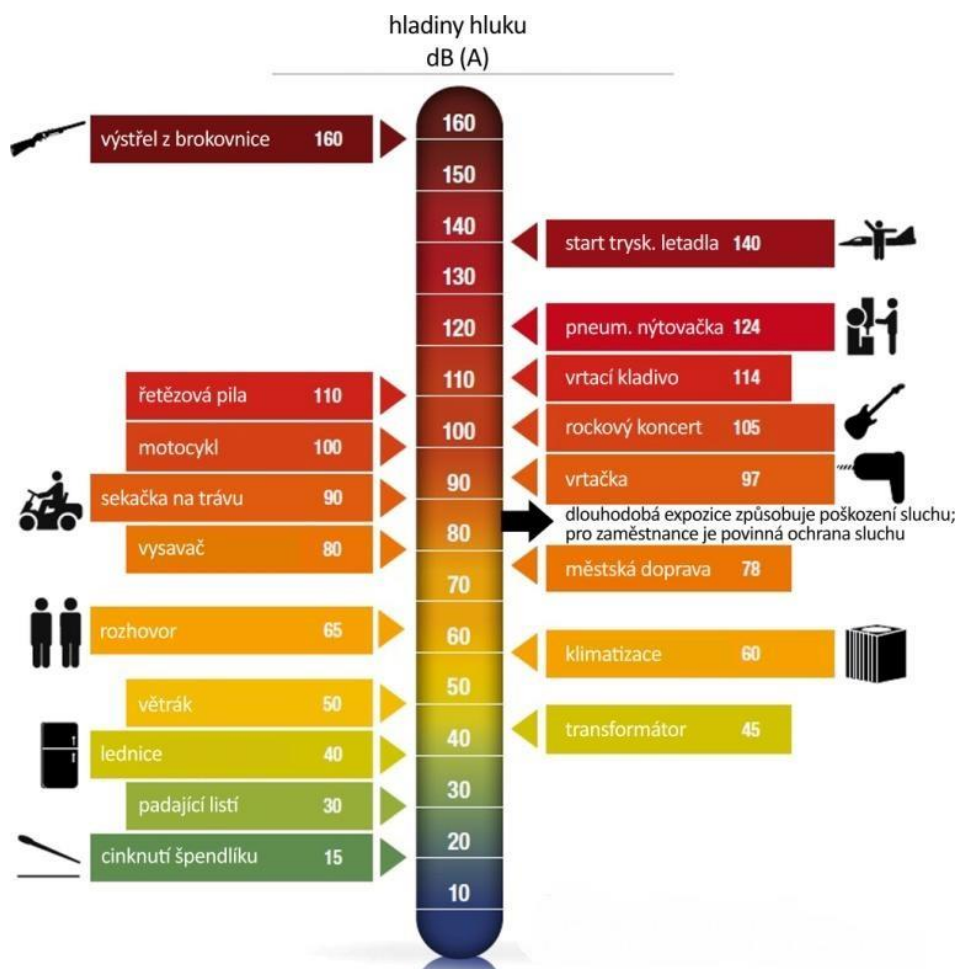
Zvuk je mechanické vlnění částic, které se šíří v prostředí. Zvuk je každý akustický podnět vyvolávající sluchový vjem. Rychlost šíření zvuku je konstantní a jeho rychlost dosahuje ve vzduchu hodnoty 340 m/s. Pro lidské ucho je slyšitelný zvuk o frekvenčním rozsahu v rozmezí od 16 Hz do 20 kHz. Frekvence pod spodní hranicí se nazývá infrazvuk a pro lidské ucho je neslyšitelný, ale projevuje se malými vibracemi. Frekvence nad horní hranicí se nazývá ultrazvuk. Hluk je daný svou velikostí [dB] a jakostí [Hz].



Obrázek 1 Oblast slyšitelnosti zvuku člověkem [6]

1.1.3 Vliv zvuku na lidský organismus

Vnímání frekvence zvuku je velice individuální, a především horní hranice slyšitelnosti je závislá mj. na věku. Následující obrázek ukazuje různé hladiny hluku v závislosti na prováděné činnosti. Hladina kolem 20 dB je na samém prahu slyšitelnosti. Nad hladinu 85 dB nesmí být člověk dlouhodobě vystaven bez chráničů sluchu jinak vzniká riziko trvalého poškození. Na hranici 130 dB začíná práh bolesti. Při hodnotě kolem 160 dB může dojít k prasknutí bubínku.



Obrázek 2 Zobrazení hladin hluku [8]

1.2 Hluk ve vzduchotechnice

1.2.1 Úvod

Provozem vzduchotechnickým zařízení vzniká hluk a chvění. Tyto složky mohou nepříznivě působit na vnitřní mikroklima, okolí vzduchotechniky nebo stavební konstrukci. Pokud tyto hodnoty překročí maximální hodnoty, které jsou stanoveny normou nebo nařízením vlády musí být navrženy elementy, které tyto složky co nejvíce redukují.

1.2.2 Akustické veličiny

Mezi základní akustické veličiny potřebné pro výpočet útlumu hluku patří:

- Akustický tlak

$$p = p_o \cdot \cos \omega \cdot (\tau - x/c) \quad [Pa] \quad (1.1)$$

Lidské ucho vnímá akustické tlaky od $2 \cdot 10^{-5}$ Pa. V porovnání s barometrickým tlakem (10^5 Pa) je tato hodnota zanedbatelná.

- Hladina akustického tlaku

$$L_p = 20 \cdot \log(p/p_o) \quad [dB] \quad (1.2)$$

Referenční hodnota akustického tlaku $p_o = 2 \cdot 10^{-5}$ Pa.

- Akustický výkon

$$W = F \cdot v = p \cdot v \cdot S \quad [W] \quad (1.3)$$

Celková akustická energie, která je vyprodukovaná ze zdroje. Výsledná hodnota nejde zachytit sluchem.

- Hladina akustického výkonu

$$L_W = 10 \cdot \log(W/W_o) \quad [dB] \quad (1.4)$$

Referenční hodnota akustického výkonu $W_o = 10^{-12}$ Pa.

- Hladina akustického výkonu radiálního ventilátoru

$$L_p = L_{sp} + 10 \cdot \log V_p + 20 \cdot \log 0,1 \cdot \Delta p_c \quad [dB] \quad (1.5)$$

Výsledná hodnota závisí na vzduchovém a tlakovém výkonu a konstrukci. Hladina měrného akustického tlaku L_{sp} je dána výrobcem v rozmezí mezi 58-64 dB.

- Hladina akustického tlaku ve vzdálenosti r

$$L_r = L_p + 10 \cdot \log(Q/4 \cdot \pi \cdot r^2) \quad [dB] \quad (1.6)$$

Výpočet se provádí pro zjištění akustického tlaku v místě posouzení od zdroje hluku. Hodnotu ovlivňuje směrový činitel.

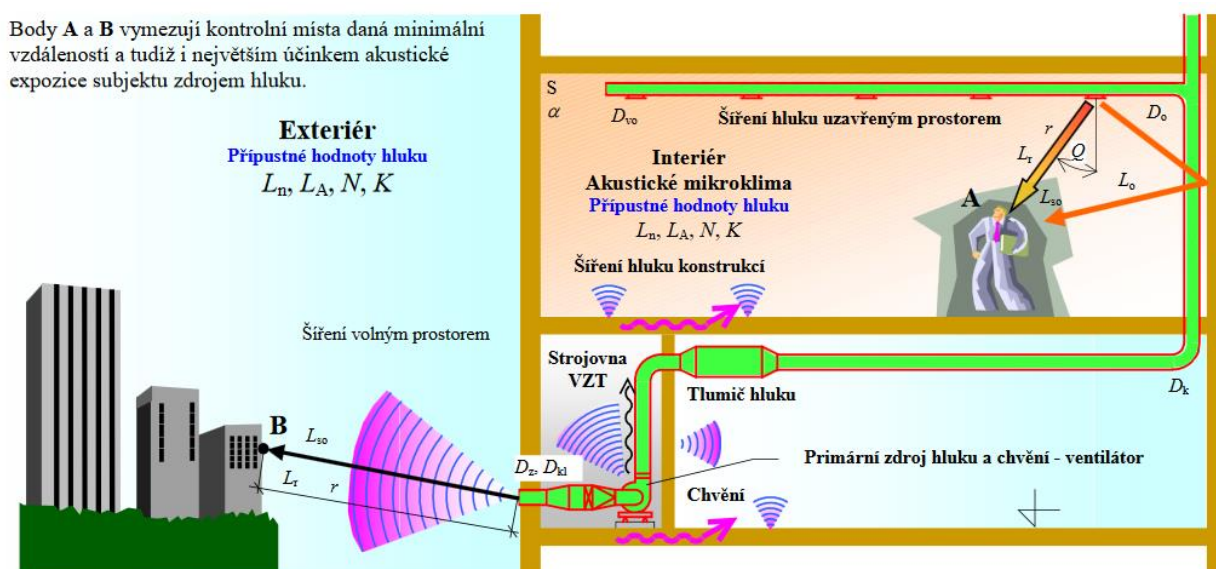
1.2.3 Zdroje hluku ve vzduchotechnice

Zdroje hluku by se daly rozdělit na dvě hlavní skupiny, a to kde hluk přímo vzniká a na samotné rozvody vzduchotechnického potrubí. Hluk vzniká ve vzduchotechnických jednotkách, které obsahují ventilátory, ohřívače, chladiče, zvlhčovače a další. Největším zdrojem hluku v jednotce je ventilátor s elektromotorem. Hladina akustického výkonu závisí na jeho konstrukci, vzduchovém a tlakovém výkonu. Hladinu akustického výkonu jde redukovat správným návrhem ventilátoru. Pokud je návrh proveden na samé hranici vzduchového výkonu ventilátoru bude akustický výkon vysoký.

V potrubních rozvodech vzniká hluk při proudění vzduchu. Hluk vzniká především při vysoké rychlosti proudění v potrubí o malém profilu. Dále ale i při změnách profilu, v kolenech, odbočkách a koncových elementech. Distribuční elementy se zpravidla navrhují, aby hladina akustického tlaku nepřesahovala 40 dB.

1.3 Šíření hluku ve vzduchotechnice

Zvuk se od zdroje šíří všemi směry a svými akustickými vlastnostmi ovlivňuje své okolí. Zvuk se nešíří jen vzduchem, ale i stavební konstrukcí, a to jako chvění. Šíření zvuku lze rozdělit na šíření hluku uzavřeným prostorem a na šíření hluku volným prostorem. Níže přiložený obrázek popisuje situaci, kdy je hlavním zdrojem hluku ventilátor. Ventilátor je umístěn ve strojovně a svou činností produkuje hluk a chvění. Pomocí potrubí a stavební konstrukce se hluk a chvění přenášejí do interiéru a exteriéru kde můžou negativně ovlivnit požadované mikroklima.



Obrázek 3 Schéma šíření hluku od ventilátoru [7]

1.3.1 Šíření hluku potrubím do místnosti

Pro určení hodnoty hladiny akustického tlaku v místě trvale vyskytující se osoby je zapotřebí provést několik výpočtů. Výpočty je třeba provádět v několika frekvenčních pásmech. Tyto frekvence nabývají hodnot 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 a 8000 Hz. Základní hodnotou pro výpočet je hladina akustického výkonu od ventilátoru v těchto pásmech. Výpočet se zpravidla provádí pro nejbližší distribuční element od zdroje hluku.

1.3.1.1 Přirozený útlum

V přirozeném útlumu potrubí bereme v potaz trasu od jednotky po koncovou místnost, kde se vzduch přivádí nebo odvádí. Rovná trasa potrubí má horší akustické vlastnosti než více „klikatá“.

	Hodnoty akustického útlumu v oktavových pásmech						
menší strana potrubí v mm	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Rovné potrubí /bm délky							
200 až 355	0,6	0,45	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
400 až 710	0,6	0,3	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
800 až 1600	0,3	0,15	0,1	0,06	0,06	0,06	0,06
Pravoúhlé oblouky a kolena	s vodícími plechy						
250 až 450	0	0	1	2	3	3	3
500 až 900	0	1	2	3	3	3	3
1000 až 2000	1	2	3	3	3	3	3

Obrázek 4 Přirozený útlum hluku v potrubí

- Útlum v přímém potrubí

$$D_t = 0,45 - (0,235 \cdot \log \sqrt{a \cdot b} + 0,374) \cdot \log f_m / 31,5 \quad [dB] \quad (1.7)$$

Zvukové vlny uvnitř potrubí narážejí na stěny a tím se vytváří útlum hluku. Čím delší je trasa potrubí tím větší útlum na dostaneme.

- Útlum hluku v kolenech

Útlum je zajištěn zpětným odrazem. Oblouky a kolena s vodícími plechy mají menší přirozený útlum než kolena ostrá.

- Útlum hluku v rozšíření potrubí

$$D_z = 10 \cdot \log \left[\frac{(S_1 + S_2)}{(4 \cdot S_1 \cdot S_2)} \right] \quad [dB] \quad (1.8)$$

Vzniká zvětšením vlnové délky v rozšířeném potrubí.

- Útlum hluku v rozbočkách potrubí

$$D_o = 10 \cdot \log \sum S_c / S_i \quad [dB] \quad (1.9)$$

V rozbočkách dochází k rozdělení akustického toku do více směrů. Útlum se určí z poměru odbočujících průřezů k ploše odbočujícího průřezu.

- Útlum koncovým odrazem

Vzniká zpětným odrazem. Útlum s přibývajícím frekvencí klesá.

- Útlum ohebným potrubím

V případě napojení koncového elementu přes ohebnou hadici je zapotřebí ji také započítat. Útlum závisí na typu ohebné hadice.

- Útlum tlumícím elementem

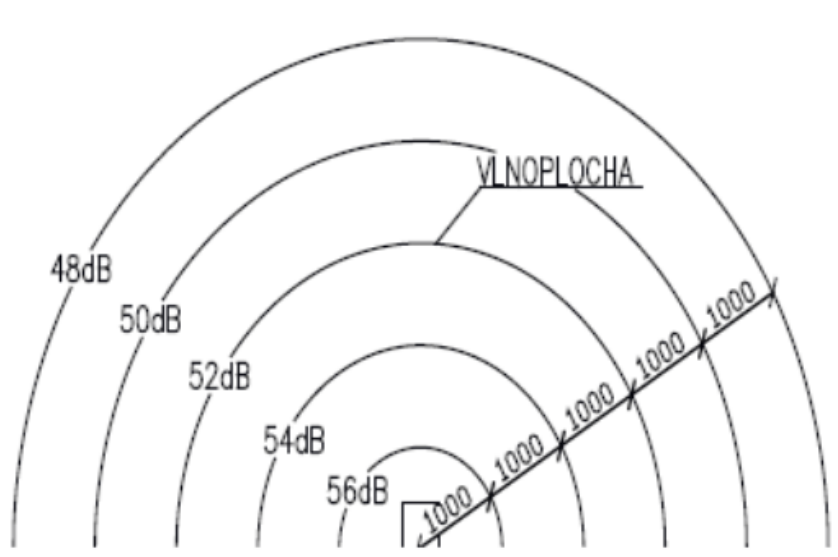
Pokud výpočet nevyhoví předepsané hodnotě hladiny akustického tlaku v místnosti je potřeba do výpočtu zahrnout tlumič hluku, který razantně zvětší útlum hluku v potrubí.

- Celkový přirozený útlum hluku

Součet všech dílčích složek přirozeného útlumu.

1.3.2 Šíření hluku ve volném prostředí

Útlum hluku ve volném prostředí je dán primárně vzdáleností od zdroje hluku po místo s výskytem osob. Se zvětšující se vzdáleností klesá potřeba útlumu hluku.



Obrázek 5 Šíření zvuku ve vnějším prostředí [6]

Útlumu hluku pomáhá působení přírodních i umělých překážek (stromy, keře nebo akustické bariéry). Dále dochází k útlumům hluku vlivem klimatických podmínek (absorbce ve vzduchu, déšť, vítr, mlha, sníh).

- Útlum absorbcí

Je závislý na relativní vlhkosti vzduchu a frekvenci. Při stoupající frekvenci jsou dosažené útlumy větší. Při vyšší vlhkosti a menší frekvenci je útlum menší.

- Útlum přízemním efektem

Uplatňuje se při šíření zvuku nad terénem do výšky 30-60 m, kdy je zvuk oslabován přirozenou pohltivostí terénu. Útlum není frekvenčně závislý.

- Útlum vlivem překážek

Umožňuje řešit snížení hluku pohlcením zvuku nebo jeho odražením do volného prostoru. Útlum se počítá pro jednotlivá frekvenční pásma.

1.4 Útlum hluku ve vzduchotechnice

1.4.1 Prvky útlumu hluku

- Aktivní

Primárním tlumícím elementem ve vzduchotechnice jsou tlumiče hluku. Tyto elementy je nutné navrhnout, pokud přirozený útlum potrubí nestačí na snížení hluku šířeného od jeho zdroje. Dalším tlumícím elementem jsou materiály a konstrukce pohlcující zvuk. Jejich struktura je pórovitá, vláknitá nebo houbovitá s malou objemovou hmotností.

- Pasivní

Tyto prvky nejsou přímo implementovány na vzduchotechnických zařízeních. Využívají se už při samotném návrhu dispozice objektu, výběru vhodného ventilátoru nebo použitím izolace pro zdroj hluku.

1.4.2 Tlumiče hluku

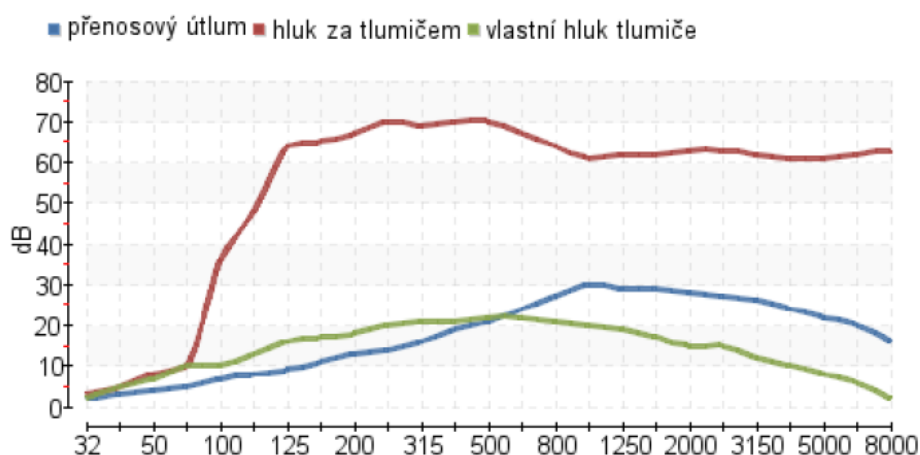
Jsou základním prvkem pro útlum ve vzduchotechnice. Vyrábí se v provedení pro čtyřhranné i kruhové potrubí. Jedná se o část potrubí, které je vyložené pohltivým materiálem. Funkce tlumiče se vyjadřuje jako vložený útlum, který se definuje jako rozdíl hladin akustického výkonu před a za tlumičem. Tlumič představuje překážku pro plynulé proudění vzduchu je tudíž sám zdrojem hluku a tato vlastnost se definuje jako vlastní akustický výkon tlumiče. Optimální rychlost v průřezu tlumiče

by se měla pohybovat mezi 3-4 m/s a neměla by překročit hodnotu 5 m/s. Tlumiče je vhodné umisťovat co nejblíže jednotce. Pro potřeby vzduchotechniky používáme tlumiče absorpční.

AKUSTICKÝ VÝKON VENTILÁTORU:

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
hl. akust. výkonu s váhovým filtrem A: [dB(A)]	0	0	73	84	91	91	91	85	79	96

ÚTLUM HLUKU:



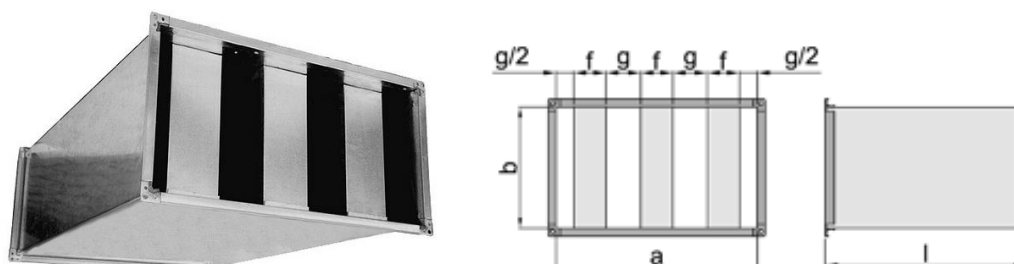
VÝSLEDNÉ HODNOTY:

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	
přenosový útlum:	2	5	9	14	21	30	28	24	16	-	dB
vlastní hluk tlumiče:	2	10	16	20	22	20	15	10	2	27	dB(A)
hl. akust. výkonu za tlumičem s váh. filt. A:	3	10	64	70	70	61	63	61	63	75	dB(A)

Obrázek 6 Příklad útlumu kulisovým tlumičem

1.4.2.1 Tlumič hluku kulisový

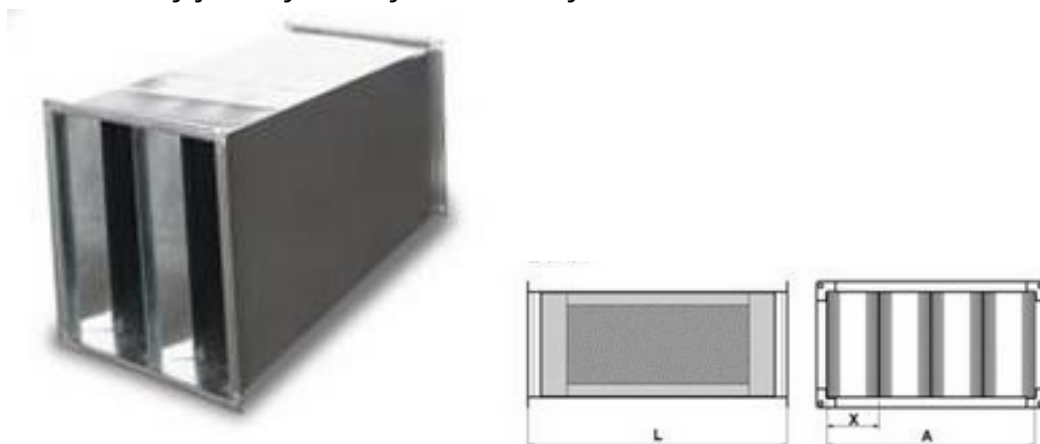
Tlumič je složený z kulis, které jsou z minerální vaty. Šířka kulis je 100 nebo 200 mm. Útlum v oblasti nízkých kmitočtů závisí na tloušťce kulis a v oblasti vysokých kmitočtů rozhoduje vzdálenost mezi nimi. Vzdálenost je standardně 100 mm minimálně však 50 mm.



Obrázek 7 Kulisový tlumič

1.4.2.2 Tlumiče buňkové

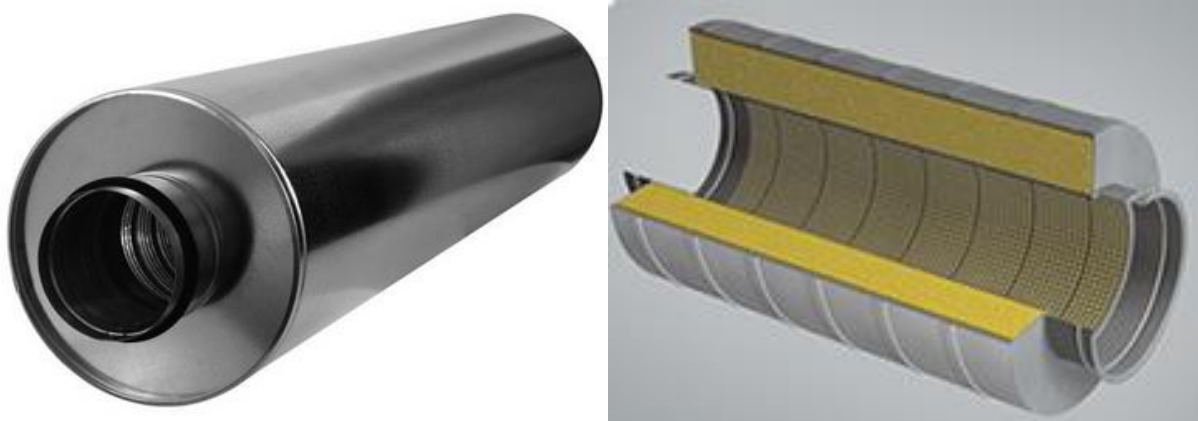
Skládají se z jednotlivých buněk, které jsou tvořeny pohltivým materiálem. Standardní buňky jsou vyrobeny s náběhovými stěnami.



Obrázek 8 Tlumič buňkový

1.4.2.3 Tlumiče kruhové

Absorpční materiál pokrývá vnitřní stěny tlumiče, který je zakryt děrovaným plechem. Při průměru nad 500 mm je tlumič vybaven středním jádrem.



Obrázek 9 Tlumič kruhový

1.4.2.4 Ohebné kruhové potrubí

Ohebné potrubí se zdvojeným pláštěm, mezi kterým je absorpční materiál. Toto potrubí se používá pro napojení distribučních elementů.



Obrázek 10 Ohebné kruhové potrubí

1.4.3 Metody snižování hluku

Tyto metody se využívají pro pasivní útlum hluku. Vhodným použitím těchto metod na samém začátku projektu můžeme zmírnit pozdější požadavky na útlum hluku.

1.4.3.1 Redukce zdroje hluku

V ideálním případě by se zdroj hluku odstranil. To ale není často možné a je potřeba jeho hluk redukovat. Redukce může proběhnout např. snížením otáček zdroje nebo snížením rychlosti proudění vzduchu. Vhodný je návrh zdroje s nižším akustickým výkonem.

1.4.3.2 Dispozice zdroje hluku

Tato metoda se používá na začátku navrhování projektu. Jedná se o vhodné umístění zdroje hluku nebo strojovny v objektu. Není vhodné umístit strojovnu vzduchotechniky hned vedle místnosti s trvalým pobytem osob kvůli možnému narušení akustické pohody.

1.4.3.3 Zvuková izolace

Metoda spočívá v navržení vhodné zvukové izolace, kterou následně izolujeme zdroj hluku. V případě strojovny vzduchotechniky se může jednat o izolaci celé místnosti. Toho dosáhneme návrhem kvalitních zvukově izolačních stěn, příček a stropů.

1.4.3.4 Zvuková pohltivost

Tato metoda vychází z použití absorpčních materiálů, které pohlcují akustickou energii. Dalším způsobem je použití antivibračních nátěrů k utlumení chvění tenkých prvků.

1.5 Hygienické limity hluku

Hygienické limity pro hluk a vibrace jsou v České republice staveny v Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. Lze je považovat za mez přijatelného rizika a jsou určeny dle společenských kompromisů. Jejich překročení neznamena okamžité zdravotní poškození. Ve vzduchotechnice dbáme na dodržení limitů z hlediska udržení požadovaného mikroklimatu. Pro nejvyšší přípustné hodnoty hluku jsou určeny pro 4 kategorie

1.5.1 Chráněný venkovní prostor

Pro pozemky určené k rekreaci, sportu, léčení a výuce. Nepatří mezi ně pozemky určené pro zemědělské účely, lesy a venkovní pracoviště.

Doba	Chráněný prostor	Hygienický limit hluku [dB]			
		1	2	3	4
Denní i noční	Chráněný venkovní prostor lůžkových zdravotnických zařízení včetně lázní	50	50	55	65
	Chráněný ostatní venkovní prostor	50	55	60	70

1) Platí pro hluk z provozu stacionárních zdrojů, hluk z veřejné produkce hudby, hluk na účelových komunikacích a hluk ze železničních stanic zajišťujících vlakotvorné práce.

2) Platí pro hluk z dopravy na silnicích III. třídy a místních komunikacích III. třídy a dráhách.

3) Platí pro hluk z dopravy na dálnicích, silnicích I. a II. třídy a místních komunikacích I. a II. třídy v území, kde hluk z dopravy na těchto komunikacích je převažující nad hlukem z dopravy na ostatních pozemních komunikacích. Použije se pro hluk z dopravy na dráhách v ochranném pásmu dráhy.

4) Použije se v případě staré hlukové zátěže z dopravy na pozemních komunikacích s výjimkou účelových komunikací a dráhách dle bodů 2) a 3). Dále platí v chráněných venkovních prostorech staveb při umístění bytu v přístavbě nebo nástavbě stávajícího obytného objektu nebo víceúčelového objektu nebo v případě výstavby ojedinělého obytného, nebo víceúčelového objektu v rámci dostavby proluk, a výstavby ojedinělých obytných nebo víceúčelových objektů v rámci dostavby center obcí a jejich historických částí.

Obrázek 11 Limitní hodnoty hluku ve chráněném venkovním prostoru [9]

1.5.2 Chráněný venkovní prostor staveb

Prostor do 2 m v okolí staveb bytových a rodinných domů, staveb pro školní a předškolní výchovu a pro zdravotní a sociální účely.

Doba	Chráněný prostor	Hygienický limit hluku [dB]			
		1	2	3	4
Denní	Chráněný venkovní prostor staveb lůžkových zdravotnických zařízení včetně lázní	45	50	55	65
	Chráněný venkovní prostor ostatních staveb	50	55	60	70
Noční, železniční doprava	Chráněný venkovní prostor staveb lůžkových zdravotnických zařízení včetně lázní	40	45	50	60
	Chráněný venkovní prostor ostatních staveb	45	50	55	65
Noční, ostatní	Chráněný venkovní prostor staveb lůžkových zdravotnických zařízení včetně lázní	35	40	45	55
	Chráněný venkovní prostor ostatních staveb	40	45	50	60

1) Platí pro hluk z provozu stacionárních zdrojů, hluk z veřejné produkce hudby, hluk na účelových komunikacích a hluk ze železničních stanic zajišťujících vlakotvorné práce.

2) Platí pro hluk z dopravy na silnicích III. třídy a místních komunikacích III. třídy a dráhách.

3) Platí pro hluk z dopravy na dálnicích, silnicích I. a II. třídy a místních komunikacích I. a II. třídy v území, kde hluk z dopravy na těchto komunikacích je převažující nad hlukem z dopravy na ostatních pozemních komunikacích. Použije se pro hluk z dopravy na dráhách v ochranném pásmu dráhy.

4) Použije se v případě staré hlukové zátěže z dopravy na pozemních komunikacích s výjimkou účelových komunikací a dráhách dle bodů 2) a 3). Dále platí v chráněných venkovních prostorech staveb při umístění bytu v přístavbě nebo nástavbě stávajícího obytného objektu nebo víceúčelového objektu nebo v případě výstavby ojedinělého obytného, nebo víceúčelového objektu v rámci dostavby proluk, a výstavby ojedinělých obytných nebo víceúčelových objektů v rámci dostavby center obcí a jejich historických částí.

Obrázek 12 Limitní hod. hluku ve chráněném venkovním prostoru staveb [9]

1.5.3 Chráněný vnitřní prostor staveb

Pro obytné a pobytové místnosti. Nepatří zde místnosti ve stavbách pro individuální rekreaci a ve stavbách pro výrobu a skladování.

charakter hluku (zdroje)	kritérium		limitní hodnoty
	v denní době 6 až 22 hodin	v noční době 22 až 6 hodin	
1) hluk pronikající vzduchem zvenčí s výjimkou ad 2) a hluk dopravy na účelových komunikacích	$L_{Aeq, 8h}$ (dB) stanovená za 8 nejhluchnějších po sobě jdoucích hodin	$L_{Aeq, 1h}$ (dB) stanovená za nejvíce hlučnou hodinu	40 dB + korekce
2) hluk dopravy na veřejných pozemních komunikacích, drahách, hluk leteckého provozu	$L_{Aeq, 16h}$ (dB) stanovená za celou denní dobu	$L_{Aeq, 8h}$ (dB) stanovená za celou noční dobu	40 dB + korekce
3) hluk šířící se ze zdrojů uvnitř objektu	L_{Amax} (dB) maximální hladina	L_{Amax} (dB) maximální hladina	40 dB + korekce
4) hluk ze stavební činnosti uvnitř objektu	$L_{Aeq, 14h}$ (dB) stanovená pro dobu od 7 do 21 hodin		40 dB + 15 dB + korekce
5) zvuk elektronicky zesílené hudby v prostoru pro posluchače	$L_{Aeq, 4h}$ (dB) stanovená pro dobu $T = 4$ hod.		100 dB

Obrázek 13 Limitní hod. hluku ve chráněném vnitřním prostoru staveb [10]

druh chráněného vnitř. prostoru	doba pobytu	korekce [dB]
nemocniční pokoje	doba mezi 6.00 a 22.00 hodinou doba mezi 22.00 a 6.00 hodinou	0 -15
lékařské vyšetřovny, ordinace	po dobu používání	-5
obytné místnosti	doba mezi 6.00 a 22.00 hodinou doba mezi 22.00 a 6.00 hodinou	0 *) -10 *)
hotelové pokoje	doba mezi 6.00 a 22.00 hodinou doba mezi 22.00 a 6.00 hodinou	+10 0
přednáškové síně, učebny a pobytové místnosti škol, jeslí, mateřských škol a školských zařízení		+5

Obrázek 14 Korekce dle doby pobytu [10]

1.5.4 Pracoviště

Jedná se o místo, které je určené pro výkon činnosti zaměstnanců. Základní pracovní doba pro, pro kterou se navrhuje je 8 hodin.

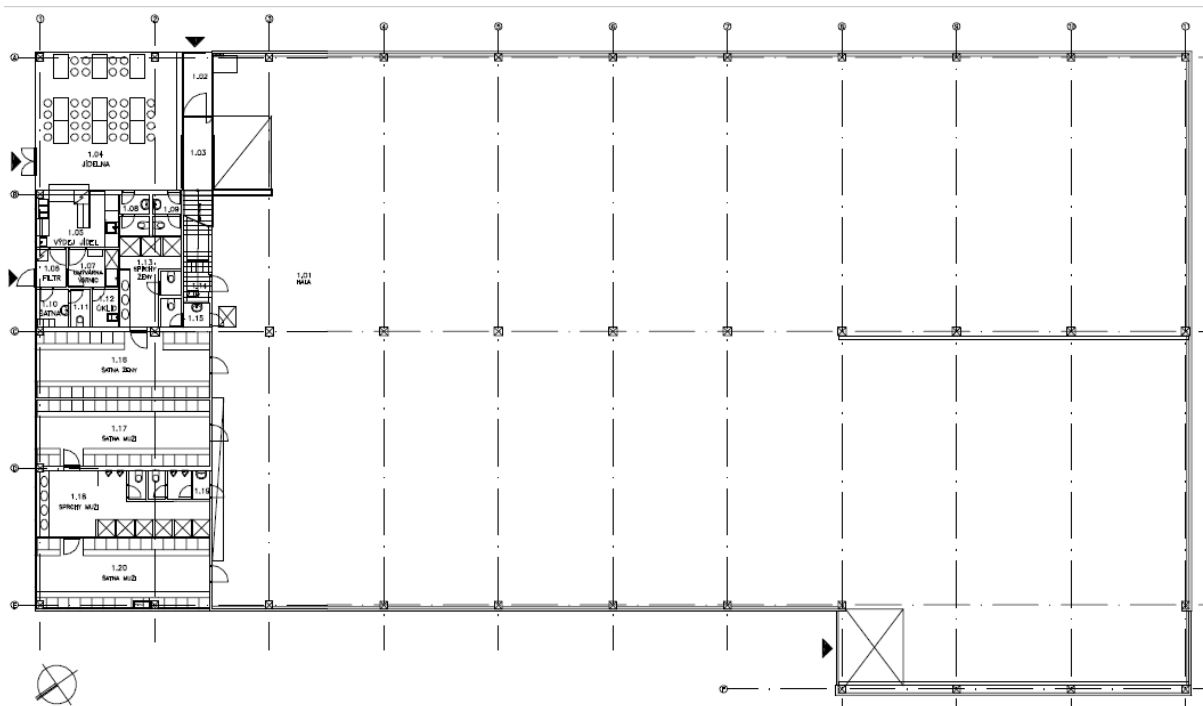
charakteristika	zvuk na pracovišti celkem	zvuk vzduchotechniky nebo pronikající ze sousedních prostor
všechna pracoviště	max. $L_{Aeq,8h} = 85$ dB *)	max. $L_{Aeq,T} = 70$ dB
duševní práce náročná na pozornost a soustředění, tvůrčí práce	max. $L_{Aeq,8h} = 50$ dB	
$L_{Aeq,8h}$ = ekvivalentní hladina akustického tlaku A za 8 hodin trvání pracovní směny $L_{Aeq,T}$ = ekvivalentní hladina akustického tlaku A za dobu T (hodin) trvání rušivého zvuku (ta může být kratší, než doba pracovní směny)		
*) Jedná se jen o ochranu sluchu. Při překročení limitu $L_{Aeq,8h} = 80$ dB musí zaměstnavatel poskytnout zaměstnancům osobní ochranné pomůcky proti hluku. Při překročení limitu $L_{Aeq,8h} = 85$ dB musí zaměstnavatel zajistit, aby zaměstnanci osobní ochranné pomůcky používali.		

Obrázek 15 Limitní hodnoty hluku na pracovišti [10]

2 Výpočtová část

2.1 Analýza objektu

2.1.1 Popis objektu



Jedná se o objekt průmyslové haly ve městě Blansko. Výroba se soustřeďuje na převážně plastové komponenty pro motorky. Budova se skládá z hlavního prostoru pro výrobu a administrativně-hygienického zázemí umístěného v 1. a 2. NP. Hlavní vstup pro zaměstnance je situovaný na jihovýchodní straně budovy. Na severozápadní straně se nachází vrata pro k nákladovému prostoru. V tomto rohu se nachází mostový jeřáb pro manipulaci s materiálem. Dále na severovýchodní straně jsou dva vstupy pro zaměstnance jídelny a úklidu.

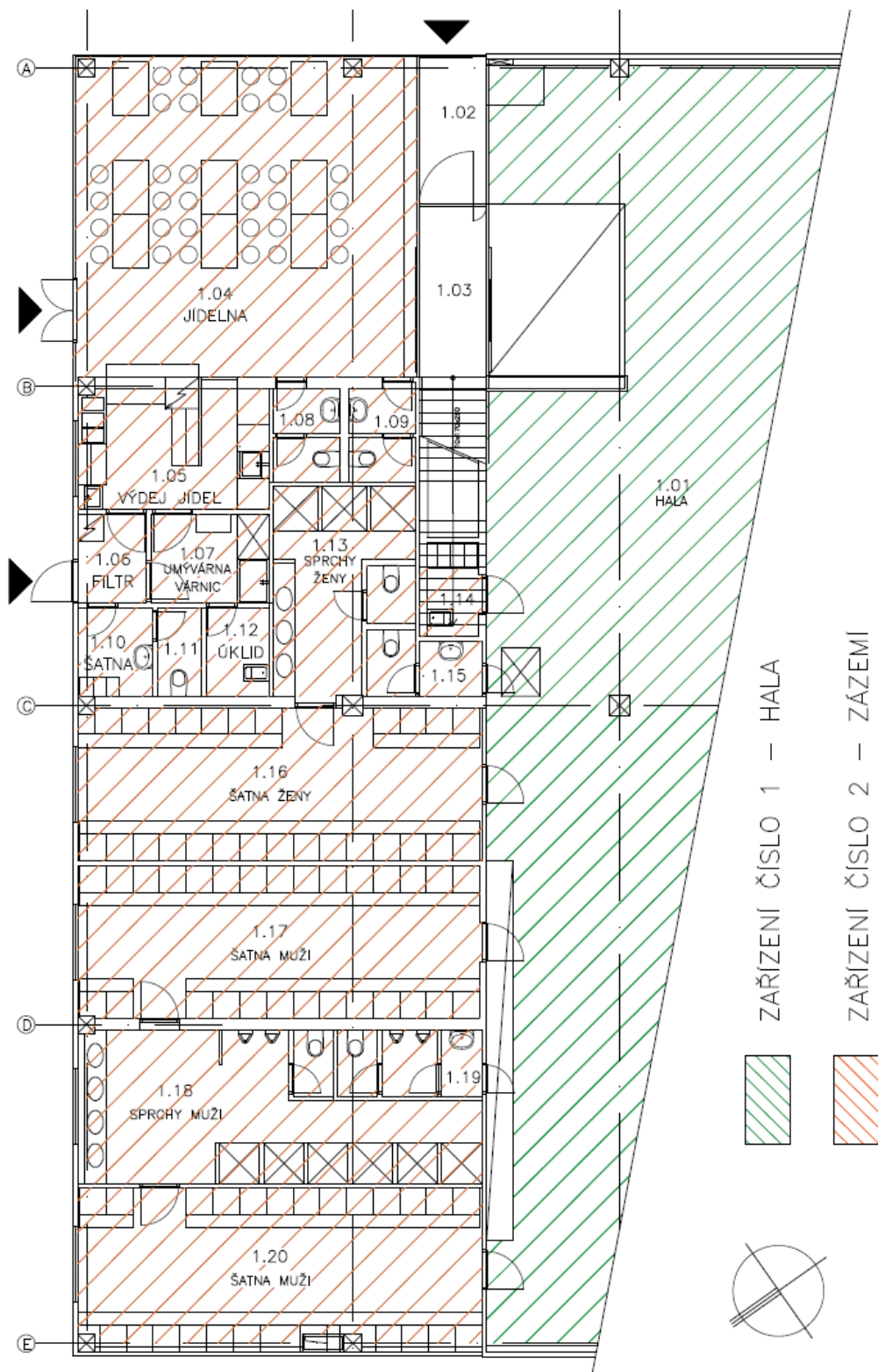
2.1.2 Rozdělení na funkční celky

Z hlediska návrhu vzduchotechnického zařízení je nutno budovu rozdělit na samostatné funkční celky. Každý funkční celkem má vlastní vzduchotechnickou jednotku. Jednotky budou používány nezávisle na sobě.

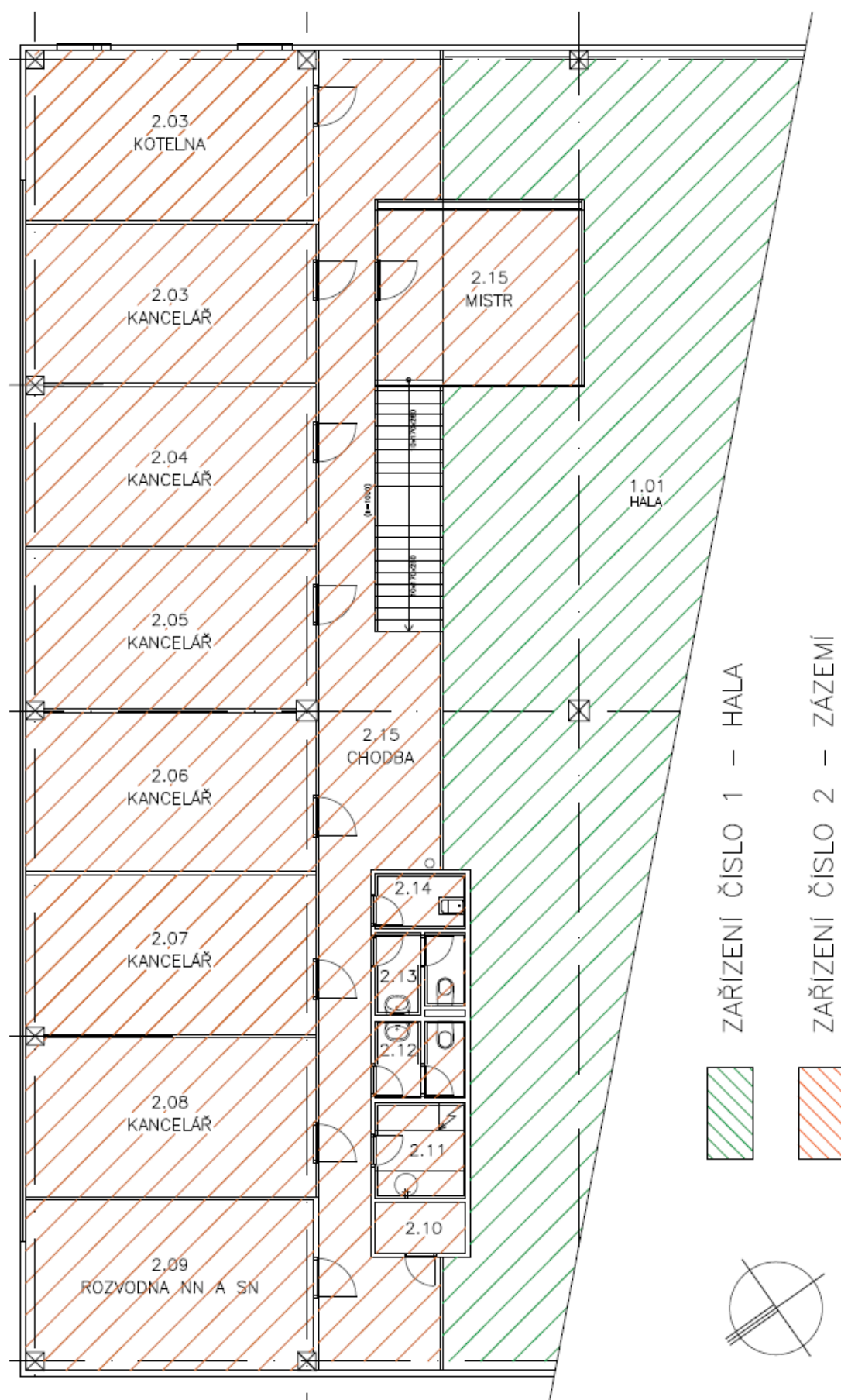
Funkční celky	1. Hala
	2. Zázemí

První celek je samostatná hala. Celek bude řešen zařízením číslo 1.

Druhý celek je rozdělen na 1. NP, kde se nachází hygienické zázemí a zázemí pro zaměstnance. Ve 2. NP se nachází administrativní zázemí, kotelna a rozvodna NN a SN.



Obrázek 16 Rozdělení na funkční celky 1.NP



Obrázek 17 Rozdělení na funkční celky 2.NP

2.2 Tepelná bilance

Funkční celek 1 bude vytápěn a klimatizován pomocí vzduchotechnické jednotky. Celek 2 bude vytápěn otopnými tělesy a vzduchotechnická jednotka pokryje pouze ztrátu větráním. V místnostech kanceláří, mistra a jídelny budou umístěny lokální jednotky pro klimatizaci.

2.2.1 Tepelná ztráta

Tepelná ztráta je vypočítaná pro místnost 1.01 Hala. Výpočet byl proveden ručně pomocí programu Excel. V tepelné ztrátě větráním se zohlední pouze větrání infiltrací.

Tabulka 1 Výpočet tepelné ztráty

Místnost 1.01 HALA							
Výpočtová venkovní teplota θ_e (C°)		-15	Výpočtová teplota $\theta_{int,i}$ (C°)			20	
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	e _k	A _k ·U _{kc} ·e _k
SO _{JV}	Stěna ochlazovaná jihovýchodní	274,1	0,2	0,05	0,25	1,0	68,5
SO _{SZ}	Stěna ochlazovaná severozápadní	307,1	0,2	0,05	0,25	1,0	76,8
SO _{JZ}	Stěna ochlazovaná jihozápadní	232,2	0,2	0,05	0,25	1,0	58,0
SO _S	Stěna ochlazovaná severní	8,4	0,2	0,05	0,25	1,0	2,1
O1	Okno (5,5x2)	143,0	1,4	0	1,4	1,0	200,2
VO1	Vrata ochlazované (4x5)	20,0	1,8	0	1,8	1,0	36,0
STR1	Střecha (51x28,8+4*18)	1541,0	0,14	0,05	0,17	1,0	262,0
Celková tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							734,4
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Ozn.	Popis	A _k	U _k	f _{ij}	A _k ·U _{kc} ·f _{ij}		
SN	Stěna neochlazovaná		178,9	1,5	-0,06	-15,3	
Celková tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$ (W/K)							-15,3
Tepelné ztráty zeminou							
Ozn.	Popis	A _k	U _{equiv,k}	A _k · U _{equiv,k}	f _{g1}	f _{g2}	G _w f _{g1} · f _{g2} · G _w
PDL1	Podlaha (51x28,8+4*18)	1541,0	0,12	184,92	1,45	0,43	1 0,62
			($\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}$)	184,92			
Celková tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$ (W/K)							114,1
Celková tepelná ztráta prostupem $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$						833,2	
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	H _{T,i}	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ (W)			
20	-15	35	802,43	$\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}) \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$			
				29 164			

Tabulka 2 Výpočet tepelné ztráty – pokračování

Tepelná ztráta větráním – přirozené větrání				
Objem místnosti V_i (m^3)	Výpočtová v. teplota θ_e	Výpočtová v. teplota $\theta_{int,i}$	Hygienické požadavky	
			n (h^{-1})	$V_{min,i}$ (m^3/h)
10428	-15	20	0	0,00
Počet nechráněných otvorů	Výškový korekční činitel ϵ	Činitel zaclonění e	n_{50}	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ (m^3/h)
13	1	0,03	1,0	625,68
Výpočet tepelné ztráty větráním				
max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Tep. ztr. větráním $\Phi_{V,i}$ (W)	
625,68	212,73	35	7 446	
Celkový tepelný výkon $\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} =$			36 609 W	

2.2.2 Tepelná zátěž

Tepelná ztráta je vypočtena pro místnost 1.01 Hala. Výpočet byl proveden ručně.

Vstupní hodnoty

Rozměry místnosti: délka $a =$ 51 m
 šířka $b =$ 28,8 m
 světlá výška s.v.= 7,1 m
 Teplota v exteriéru $t_e =$ 33 °C
 Teplota v místnosti $t_i =$ 27 °C
 Teplota ve vedlejší místnosti $t_{i2} =$ 26 °C
 Počet osob 30

Tabulka 3 Parametry oken

Parametr	Okno JV			Okno SZ		
Počet		8	ks		5	ks
Výška okna	$a =$	2,00	m	$a =$	2,00	m
Šířka okna	$b =$	5,50	m	$b =$	5,50	m
Šířka rámu	$\text{š.r.} =$	0,10	m	$\text{š.r.} =$	0,10	m
Výška zasklení	$l_a =$	1,90	m	$l_a =$	1,90	m
Šířka zasklení	$l_b =$	5,40	m	$l_b =$	5,40	m
Odstup od svislé stínící překážky	$f =$	0,10	m	$f =$	0,10	m
Odstup od vodorovné stínící překážky	$g =$	0,10	m	$g =$	0,10	m
Hloubka okna (venkovní nadpraží)	$c =$	0,12	m	$c =$	0,12	m
Hloubka okna (venkovní ostění)	$d =$	0,12	m	$d =$	0,12	m
Plocha okna	$S_{ok1} =$	11,00	m^2	$S_{ok2} =$	11,00	m^2
Plocha zasklení	$S_{o1} =$	10,26	m^2	$S_{o2} =$	10,26	m^2

Součinitel prostupu tepla okna $U_w = 1,4 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$

Okna jsou na jihovýchodní a severozápadní fasádě. Dle tabulky č. 10 normy ČSN 73 0548 je maximální intenzita sluneční radiace I_0 v 10 hodin.

Výška slunce nad obzorem	$h = 52^\circ$
Sluneční azimut	$\alpha = 131^\circ$
Azimut stěny SV	$\gamma = 135^\circ$
Azimut stěny SZ	$\gamma = 315^\circ$
Maximální intenzita sluneční radiace	$I_0 = 506 \text{ W/m}^2$
Intenzita difuzní radiace	$I_{\text{diff}} = 130 \text{ W/m}^2$

2.2.2.1 Tepelná zátěž z vnějšího prostředí

Tepelná zátěž okny

Vodorovný stín

$$e_1 = c \cdot \tan|\alpha - \gamma| \text{ [m]} \quad (1.10)$$

$$e_1 = 0,1 \text{ m}$$

Svislý stín

$$e_2 = d \cdot \frac{\tan h}{\cos|\alpha - \gamma|} \text{ [m]} \quad (1.11)$$

$$e_2 = 0,15 \text{ m}$$

c	hloubka okna (venkovní nadpraží)
α	sluneční azimut
γ	azimut stěny
d	hloubka okna (venkovní ostění)
h	výška slunce nad obzorem

Osluněná část okna

$$S_{os} = [l_a - (e_1 - f)] \cdot [l_b - (e_2 - g)] \text{ [m]} \quad (1.12)$$

l_a	výška zasklení
l_b	šířka zasklení
f	odstup od svislé stínící překážky
g	odstup od vodorovné stínící překážky

Okno JV: stín dopadá na rám – započítání celého zasklení $S_{os1, JV} = 10,16 \text{ m}^2$

Okno SZ: rozdíl azimutů je $>90^\circ$, to znamená, že je okno celé ve stínu $S_{os2, SZ} = 0 \text{ m}^2$

Tepelný zisk sluneční radiací

$$Q_{or} = [S_{os} \cdot I_0 \cdot c_0 + (S_o - S_{os}) \cdot I_{0\ dif}] \cdot s \quad [W] \quad (1.13)$$

S_{os} osluněný povrch okna

S_o plocha zasklení

I_0 celková intenzita sluneční radiace, procházející standartním jednoduchým zasklením

I_{diff} celková difúzní sluneční radiace, procházející standartním jednoduchým zasklením

c_0 korekce na čistotu atmosféry

s stínící součinitel

Okno jihovýchodní

$Q_{or}/1$ okno = 592 W

Celkem všechna okna

Q_{or} = 4733 W

Okno severozápadní

$Q_{or}/1$ okno = 180 W

Celkem všechna okna

Q_{or} = 900 W

Tepelné zisky oken konvekci

$$Q_{ok} = S_{ok} \cdot U_w \cdot (t_e - t_i) \quad [W] \quad (1.14)$$

S_{ok} plocha okna

U_w součinitel prostupu tepla okna

t_e teplota vnějšího vzduchu pro 10 hodin

Okno jihovýchodní

$Q_{ok}/1$ okno = -34 W

Celkem všechna okna

Q_{ok} = -271 W

Okno severozápadní

$Q_{ok}/1$ okno = -34 W

Celkem všechna okna

Q_{ok} = -169 W

Celková tepelná zátěž okny

$$Q_o = Q_{or} + Q_{ok} \quad [W] \quad (1.15)$$

Q_o = 5192 W

Tepelná zátěž vnějších stěn

Středně těžká stěna

$$Q_s = U_s \cdot S \cdot [(t_{rm} - t_i) + m \cdot (t_{r\psi} - t_{rm})] \quad [W] \quad (1.16)$$

U_s	součinitel prostupu tepla stěnou
S	plocha stěny bez otvorů
T_{rm}	průměrná rovnocenné sluneční teplota vnějšího vzduchu za 24. hodin
M	součinitel zmenšení teplotního kolísání
$t_{r\psi}$	rovnocenná sluneční teplota v době o Ψ dříve
Ψ	fázové posunutí teplotního kmitu

Součinitel zmenšení teplotního kolísání

$$m \doteq \frac{1+7,6 \cdot \delta}{2500^\delta} \quad [-] \quad (1.17)$$

Fázové posunutí teplotních kmitů

$$\psi \doteq 32\delta - 0,5 \quad [h] \quad (1.18)$$

δ tloušťka stěny

Stěna jihovýchodní	$U_s=0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ $S= 274,1 \text{ m}^2$ $t_{rm}= 30,2 \text{ }^\circ\text{C}$	$Q_{JZ}= -142 \text{ W}$
Stěna severozápadní	$U_s=0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ $S= 307,1 \text{ m}^2$ $t_{rm}= 27,8 \text{ }^\circ\text{C}$	$Q_{JZ}= -246 \text{ W}$
Stěna jihozápadní	$U_s=0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ $S= 232,17 \text{ m}^2$ $t_{rm}= 30,2 \text{ }^\circ\text{C}$	$Q_{JZ}= -120 \text{ W}$

Celková tepelná zátěž vnějších stěn

$$Q_s = -507 \text{ W}$$

Tepelná zátěž střechou

$$Q_{str} = U \cdot S \cdot (t_e - t_i) \quad [W] \quad (1.19)$$

U součinitel prostupu tepla střechou
S plocha střechy
T_e teplota vnějšího vzduchu v 10hodin

$$Q_{str} = 6042 \text{ W}$$

Tepelná zátěž od vnitřních stěn

$$Q_{si} = U_s \cdot S \cdot (t_{io} - t_i) \quad [W] \quad (1.20)$$

U_s součinitel prostupu tepla stěnou
S plocha stěny
T_{io} teplota na druhé straně stěny

$$Q_{si} = -475 \text{ W}$$

2.2.2.2 Tepelná zátěž z vnitřního prostředí

Produkce tepla od lidí

$$Q_l = q_m \cdot n \quad [W] \quad (1.21)$$

q_m produkce citelného tepla lidmi pro různé teploty a různé činnosti (60)
n počet osob (30)

$$Q_l = 1800 \text{ W}$$

Produkce tepla svítidly

$$Q_{sv} = S_s \cdot P_s \cdot c_1 \cdot c_2 \quad [W] \quad (1.22)$$

S_s podlahová plocha zmenšená o přirozeně osvětlenou plochu
P_s výkon osvětlení vztažený k podlahové ploše
C₁ součinitel současnosti používání svítidel
C₂ zbytkový součinitel

$$Q_{sv} = 16182 \text{ W}$$

Produkce tepla stroji

Hodnota byla určena teoreticky. Na hale se nenachází žádné masivní stroje.

$$Q_{st} = 10000 \text{ W}$$

2.2.2.3 Vodní zisky

$$M_w = n_l \cdot m_{lw} \quad [g/s] \quad (1.23)$$

m_l produkce vodní páry na jednu osobu pro různé teploty a činnosti (150)

n_l počet osob (30)

$$M_w = 1,25 \text{ g/s}$$

2.2.2.4 Celková tepelná zátěž

$$Q_l = Q_{or} + Q_{ok} + Q_s + Q_{si} + Q_l + Q_{sv} \quad [W] \quad (1.24)$$

Tepelné zisky oken	$Q_o = 5192 \text{ W}$
Tepelná zátěž vnějších stěn	$Q_s = -507 \text{ W}$
Tepelná zátěž vnitřních stěn	$Q_{si} = -475 \text{ W}$
Tepelná zátěž střechou	$Q_{str} = 6042 \text{ W}$
Tepelná produkce lidí	$Q_l = 1800 \text{ W}$
Tepelná produkce svítidel	$Q_{sv} = 16182 \text{ W}$
Produkce tepla stroji	$Q_{st} = 10000 \text{ W}$
Celková tepelná zátěž	$Q_L = 38234 \text{ W}$
Celková tepelná ztráta	$Q_Z = 36609 \text{ W}$
Vodní zisky	$M_w = 1,25 \text{ g/s}$

2.3 Stanovení průtoku vzduchu

V případě zařízení 1 je pro výpočet rozhodující hodnota tepelné zátěže. U zařízení 2 rozhoduje dávka čerstvého vzduchu na osobu nebo množství odváděného vzduchu na zařizovací předmět.

2.3.1 Výpočet objemového průtoku vzduchu

Zařízení 1 je navrženo na pokrytí celé tepelné bilance. Pro provoz jednotky je vybrán větší letní průtok. Jednotka bude mít celoroční konstantní průtok $22760 \text{ m}^3/\text{h}$. Součástí deskového rekuperátoru bude obtoková klapka. Ta zajistí, že odvodní vzduch z haly bude opětovně využit spolu s částí přívodního čerstvého vzduchu. Potřeba čerstvého vzduchu byla v tomto případě zvětšena o $2,5 \text{ h}^{-1}$.

Objemový zimní průtok vzduchu celkem

$$V_{pz} = \frac{Q_z}{\rho \cdot c \cdot \Delta t} \cdot 3600 \text{ [m}^3/\text{h]} \quad (1.25)$$

$$V_{pz} = \frac{36609}{1,2 \cdot 1010 \cdot (26 - 20)} \cdot 3600 \cong 18150 \text{ m}^3/\text{h}$$

Objemový letní průtok vzduchu celkem

$$V_{pl} = \frac{Q_L}{\rho \cdot c \cdot \Delta t} \cdot 3600 \text{ [m}^3/\text{h]} \quad (1.26)$$

$$V_{pl} = \frac{38234}{1,2 \cdot 1010 \cdot (27 - 22)} \cdot 3600 \cong \mathbf{22760 \text{ m}^3/\text{h}}$$

Objemový průtok čerstvého vzduchu

$$V_{pe} = n \cdot Y \text{ [m}^3/\text{h]} \quad (1.27)$$

$$V_{pe} = 30 \cdot 70 = 2100 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V_{pe} = 2,5 \cdot 2100 = \mathbf{5250 \text{ m}^3/\text{h}}$$

Objemový průtok oběhového vzduchu

$$V_{pi} = V_{pl} - V_{pe} \text{ [m}^3/\text{h]} \quad (1.28)$$

$$V_{pi} = 22760 - 5250 = \mathbf{17510 \text{ m}^3/\text{h}}$$

Číslo místnosti	Název místnosti	Plocha		Světla výška	Objem	Počet osob	Dávka vzduchu na osobu	Pož. intenzita výměny vzduchu	Teplota přívodního vzduchu léto	ti	f	Relativné vlhkost léto	Teplota v interiéru léto	tpz	ti	f	Relativné vlhkost zima	Tepelné zisky	Qz	Vodní zisky	Přívod vzduchu	Odvod vzduchu
		A	sv																			
		m ²	m	m ³			m ³ /h	h ⁻¹	°C	°C	(%)	(%)	°C	°C	(%)	(%)	W	W	Mw	Mw	m ³ /h	m ³ /h
Zařízení číslo 1																						
1.01	Hala	1468,8	7,1	10428	30	70	2	22	27	26	55	26	20	40	38234	36609	1,25	22760	22760			22760
Zařízení číslo 2																						
1.04	Jídelna	55,6	2,6	144,6	30	30	5	26	26	22	55	22	22	40	-	-	0,97	900	530			
1.05	Výdej jídel	11,7	2,6	30,5	-	-	3	26	26	22	55	22	22	40	-	-	-	0	100			
1.06	Filtr	3,1	2,6	8,1	-	-	3	26	26	22	55	22	22	40	-	-	-	0	30			
1.07	Umývárna várníc	5,3	2,6	13,8	-	-	3	26	26	22	55	22	22	40	-	-	-	0	45			
1.08	WC muži	3,0	2,6	7,8	-	-	2	26	26	22	55	22	22	40	-	-	-	0	80			
1.09	WC ženy	3,0	2,6	7,8	-	-	2	26	26	22	55	22	22	40	-	-	-	0	80			
1.10	Šatna	3,4	2,6	8,8	-	-	3	26	26	22	55	22	22	40	-	-	-	110	0			
1.11	WC šatna	1,7	2,6	4,4	-	-	2	26	26	22	55	22	22	40	-	-	-	0	110			
1.12	Úklidová místnost	2,8	2,6	7,3	-	-	2	26	26	22	55	22	22	40	-	-	-	0	30			
1.13	Sprchy ženy	12,8	2,6	33,3	-	-	4	26	26	22	55	22	22	40	-	-	-	0	750			
1.14	Úklidová místnost	2,3	2,6	6,0	-	-	2	26	26	22	55	22	22	40	-	-	-	0	30			
1.15	WC ženy	3,4	2,6	8,8	-	-	2	26	26	22	55	22	22	40	-	-	-	80	80			
1.16	Šatna ženy	31,4	2,6	81,6	-	-	3	26	26	22	55	22	22	40	-	-	-	750	0			
1.17	Šatna muži	31,1	2,6	80,7	-	-	3	26	26	22	55	22	22	40	-	-	-	720	0			
1.18	Sprchy muži	25,4	2,6	66,0	-	-	4	26	26	22	55	22	22	40	-	-	-	0	1440			
1.19	WC muži	4,6	2,6	11,9	-	-	2	26	26	22	55	22	22	40	-	-	-	130	130			
1.20	Šatna muži	32,4	2,6	84,2	-	-	3	26	26	22	55	22	22	40	-	-	-	720	0			

Obrázek 18 Tabulka průtoků vzduchu

Číslo místnosti	Název místnosti	Plocha		Světla výška	Objem	Počet osob	Dávka vzduchu na osobu	Pož. intenzita výměny vzduchu	Teplota přívodního vzduchu léto	Teplota v interiéru léto	Relativní vlhkost léto	Teplota přívodního vzduchu zima	Teplota v interiéru zima	Relativní vlhkost zima	Tepelné zisky	Tepelná ztráta	Vodní zisky	Přívod vzduchu	Odvod vzduchu
		A	sv		Vm				tpl	ti	φ	tpz	ti	φ	Ql	Qz	Mw	Vp	Vo
		m ²	m		m ³	(-)	m ³ /h	h ⁻¹	°C	°C	(%)	°C	°C	(%)	W	W	g/s	m ³ /h	m ³ /h
2.01	Chodba	48,8	2,6	126,9	-	-	-	-	26	26	55	22	22	40	-	-	-	220	-
2.02	Kotelna	24,0	2,6	62,4	-	-	-	2	26	26	55	22	22	40	-	-	-	125	125
2.03	Kancelář	22,4	2,6	58,2	2	50	50	3	26	26	55	22	22	40	-	-	0,07	330	330
2.04	Kancelář	22,4	2,6	58,2	2	50	50	3	26	26	55	22	22	40	-	-	0,07	330	330
2.05	Kancelář	22,4	2,6	58,2	2	50	50	3	26	26	55	22	22	40	-	-	0,07	330	330
2.06	Kancelář	22,4	2,6	58,2	2	50	50	3	26	26	55	22	22	40	-	-	0,07	330	330
2.07	Kancelář	22,4	2,6	58,2	2	50	50	3	26	26	55	22	22	40	-	-	0,07	330	330
2.08	Kancelář	22,4	2,6	58,2	2	50	50	3	26	26	55	22	22	40	-	-	0,07	330	330
2.09	Rozvodna NN a SN	24,0	2,6	62,4	-	-	-	2	26	26	55	22	22	40	-	-	-	125	125
2.11	Kuchyně	4,2	2,6	10,9	-	-	-	3	26	26	55	22	22	40	-	-	-	-	30
2.12	WC muži	3,2	2,6	8,4	-	-	-	2	26	26	55	22	22	40	-	-	-	-	80
2.13	WC ženy	3,2	2,6	8,4	-	-	-	2	26	26	55	22	22	40	-	-	-	-	80
2.14	Úklidová místnost	2,4	2,6	6,2	-	-	-	2	26	26	55	22	22	40	-	-	-	-	30
2.15	Mistr	18,0	2,6	46,8	2	50	50	3	26	26	55	22	22	40	-	-	0,07	295	295

Obrázek 19 Tabulka průtoků vzduchu – pokračování

2.4 Tlakové poměry

Obě zařízení budou pracovat v rovnotlakém režimu. U zařízení 1 se přívod i odvod vzduchu odehrává pouze v místnosti 1.01 Hala. U zařízení 2 bude kombinace rovnotlakého a podtlakového režimu. Podtlakově bude řešen odvod vzduchu z hygienických místností a místností sprch.

2.5 Distribuce vzduchu

V objektu jsou využity čtyři typy distribučních elementů. V rámci haly jsou využity velkoplošné vyústky umístěné na podlaze a vyústky do kruhového potrubí pod stropem. Pro administrativní a hygienické zázemí jsou použity vířivé vyústky a talířové ventily. Dále budou pro distribuci využity dveřní a stěnové mřížky.

2.5.1 Návrh distribučních elementů

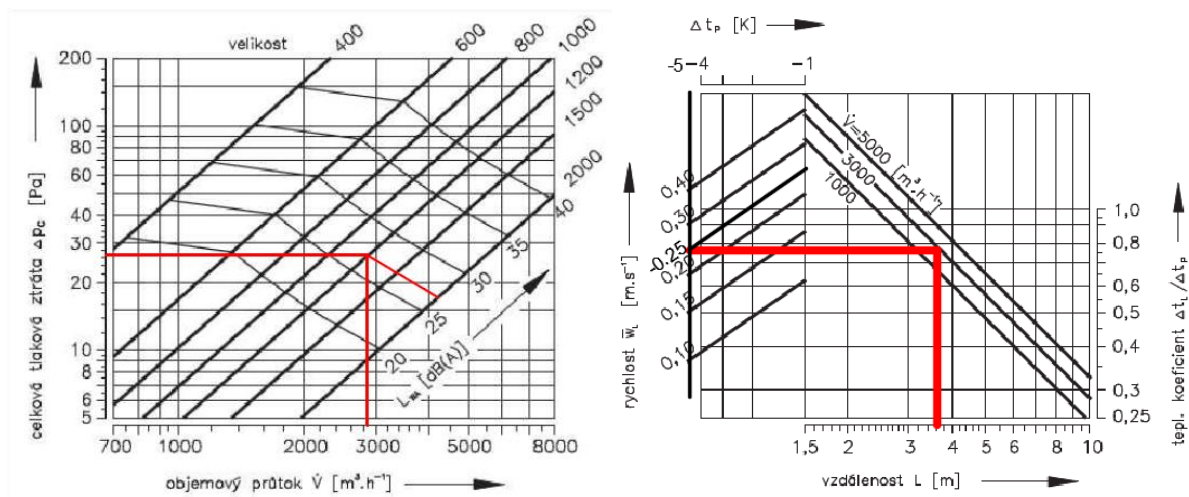
2.5.1.1 Velkoplošné vyústky

Vyústky jsou navrženy od firmy MANDÍK. Na hale je umístěno 8 vyústek. Přiváděný průtok vyústkou činí 2845 m³/h. Pro zajištění maximální rychlosti vzduchu v pobytové bude před vyústkou 3,6m ochranné pásmo ve, kterém se nebude pracovník dlouhodobě vyskytovat.

Navrhuji velkoplošné vyústky Mandík VPVM-S 1200x1500 R.

	Jm. rozměr	hrdlo Ø D	Výška vyústí H				
			750	1000	1250	1500	2000
VPVM-K	400	313	1250	1400	1500	1650	1800
	600	498	2400	2600	2900	3100	3300
	800	558	3100	3450	3600	3900	4200
	1000	628	3800	4230	4500	4800	5300
	1200	708	4700	5300	5500	6000	6500
	1480	798	6100	6660	7000	7660	8100
VPVM-S	400	248	660	730	770	830	900
	600	398	1400	1530	1700	1800	1900
	800	448	1800	2000	2100	2250	2450
	1000	498	2200	2430	2600	2800	3000
	1200	558	2750	3050	3200	3450	3700
	1500	628	3450	3800	4000	4300	4600
	2000	798	5150	5800	6000	6500	7000

Obrázek 20 Maximální průtok m³/h [12]

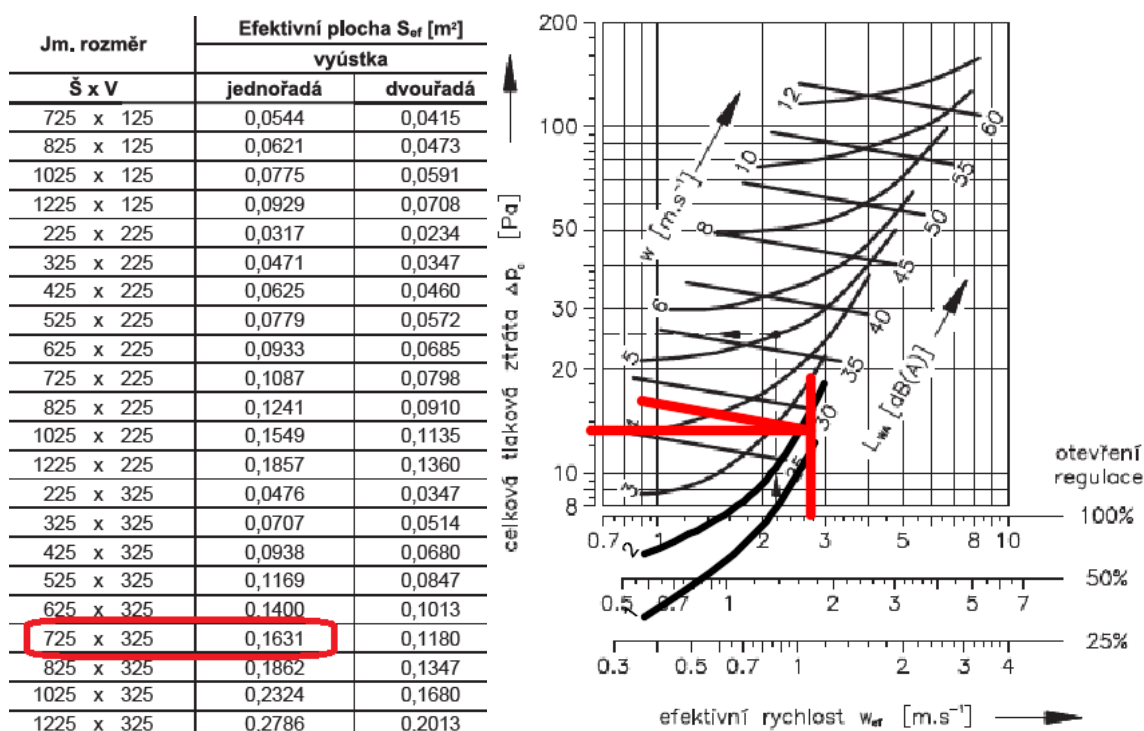


Obrázek 21 Tlaková ztráta, akustický výkon a rychlost proudění [12]

Rozdíl teplot vzduchu $\Delta t_p = 5 \text{ K}$
Délka proudu vzduchu $L = 3,6 \text{ m}$
Po korekci na výšku vyústí $\Delta p_c = 26 \cdot 0,8 \approx 21 \text{ Pa}$
 $L_{wa} = 27 - 1 = 26 \text{ dB}$

2.5.1.2 Vyústka pro kruhové potrubí

Vyústky jsou navrženy od firmy MANDÍK. Celkem je v potrubí umístěno 14 vyústek. Odváděný průtok vyústkou činí $1625 \text{ m}^3/\text{h}$. Navrhuji vyústky pro kruhové potrubí MANDÍK VNKM 1 725x325/630/R1.



Obrázek 22 Rozměr, efektivní plocha, tlaková ztráta a akustický výkon [14]

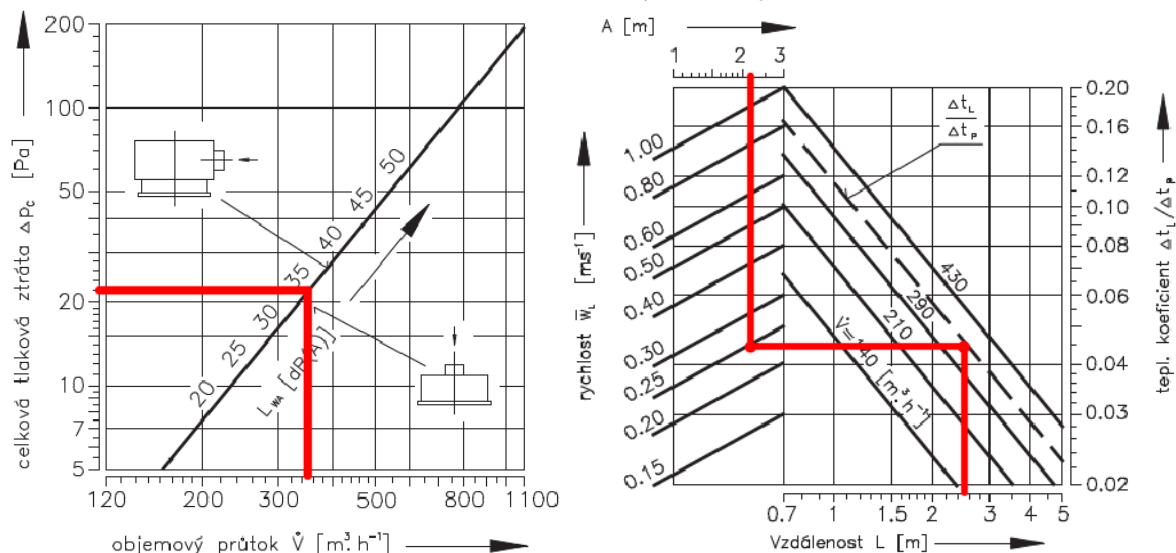
Rychlost v potrubí	$w = 1,45 \text{ m/s}$
Efektivní rychlost	$w_{\text{ef}} = (1625/3600) / 0,1631 = 2,77 \text{ m/s}$
Tlaková ztráta	$\Delta p_c = 13 \text{ Pa}$
Akustický výkon	$L_{\text{wa}} = 24 \text{ dB}$

2.5.1.3 Vířivá vyústka

Vyústky jsou navrženy od firmy MANDÍK. Vzorový návrh je řešen pro místnost 1.12 Sprchy. Celkový odváděný průtok činí $700 \text{ m}^3/\text{h}$. Použity dvě vyústky s průtokem $350 \text{ m}^3/\text{h}$. Vyústky jsou umístěny v podhledu místnosti. Každá je opatřena připojovací skříní s vodorovným připojením. Navrhují vyústky Mandík VVM 500 C/V/O/24/R.

Jmenovitý rozměr	300 8 lamel	400, 500, 600, 625 16 lamel	500 24 lamel	600, 625 24 lamel
$\dot{V}_{\text{max}} [\text{m}^3/\text{h}]$	180	320	420	660
$\dot{V}_{\text{min}} [\text{m}^3/\text{h}]$	55	100	140	200
$L_{\text{WAmax}} [\text{dB(A)}]$	39	40	39	40
$L_{\text{WAmin}} [\text{dB(A)}]$	<20	<20	<20	<20
$S_{\text{ef}} [\text{m}^2]$	0,007	0,014	0,021	0,295

Obrázek 23 Základní parametry [13]



Obrázek 24 Tlaková ztráta, akustický výkon a rychlost proudění [13]

Vzdálenost vyústek	$A = 2,2 \text{ m}$
Vodorovná + svislá vzdálenost	$L = 2,5 \text{ m}$
Tlaková ztráta	$\Delta p_c = 22 \text{ Pa}$
Akustický výkon	$L_{\text{wa}} = 34 \text{ dB}$

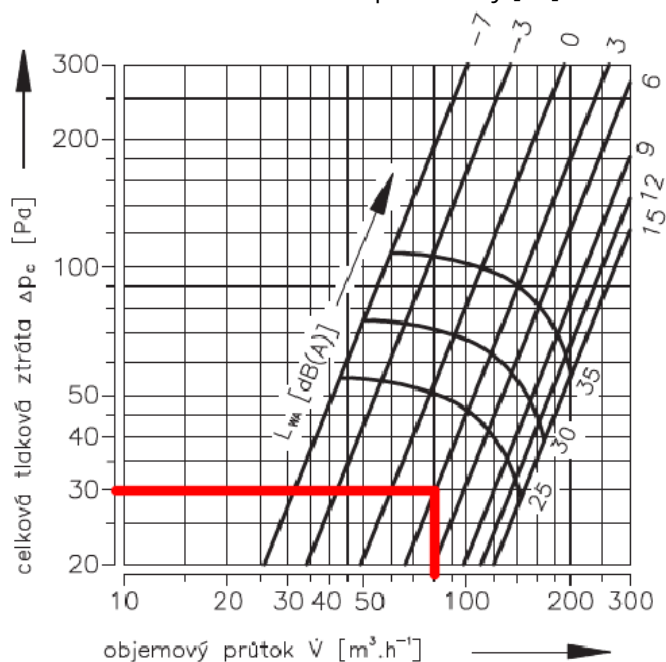
2.5.1.4 Talířový ventil

Ventil je navržen od firmy MANDÍK. Vzorový návrh je řešen pro místnost 1.14 WC ženy. Přiváděný průtok činí 80 m³/h.

Navrhuji talířový ventil Mandík TVPM 125.

Jm. rozměr	80	100	125	150
$\dot{V}_{\max}$ [m ³ .h ⁻¹]	60	90	150	200

Obrázek 25 Základní parametry [10]



Obrázek 26 Tlaková ztráta a akustický výkon [15]

Tlaková ztráta $\Delta p_c = 30 \text{ Pa}$
 Akustický výkon $L_{wa} = < 20 \text{ dB}$

2.5.1.5 Dvevní mřížka

Mřížka je navržena od firmy Systemair. Vzorový návrh je řešen pro místnost 1.14 WC ženy. Požadovaný přenos vzduchu je 80 m³/h. Rychlost proudění přes mřížku bude maximálně 2 m/s. Přenos bude probíhat mezi místnostmi s umyvadlem kde bude vzduch přiváděn a místnostmi s klozetem kde bude vzduch odváděn.

Navrhuji dvevní mřížku Systemair NOVA-D-1-200 x 100-UR2

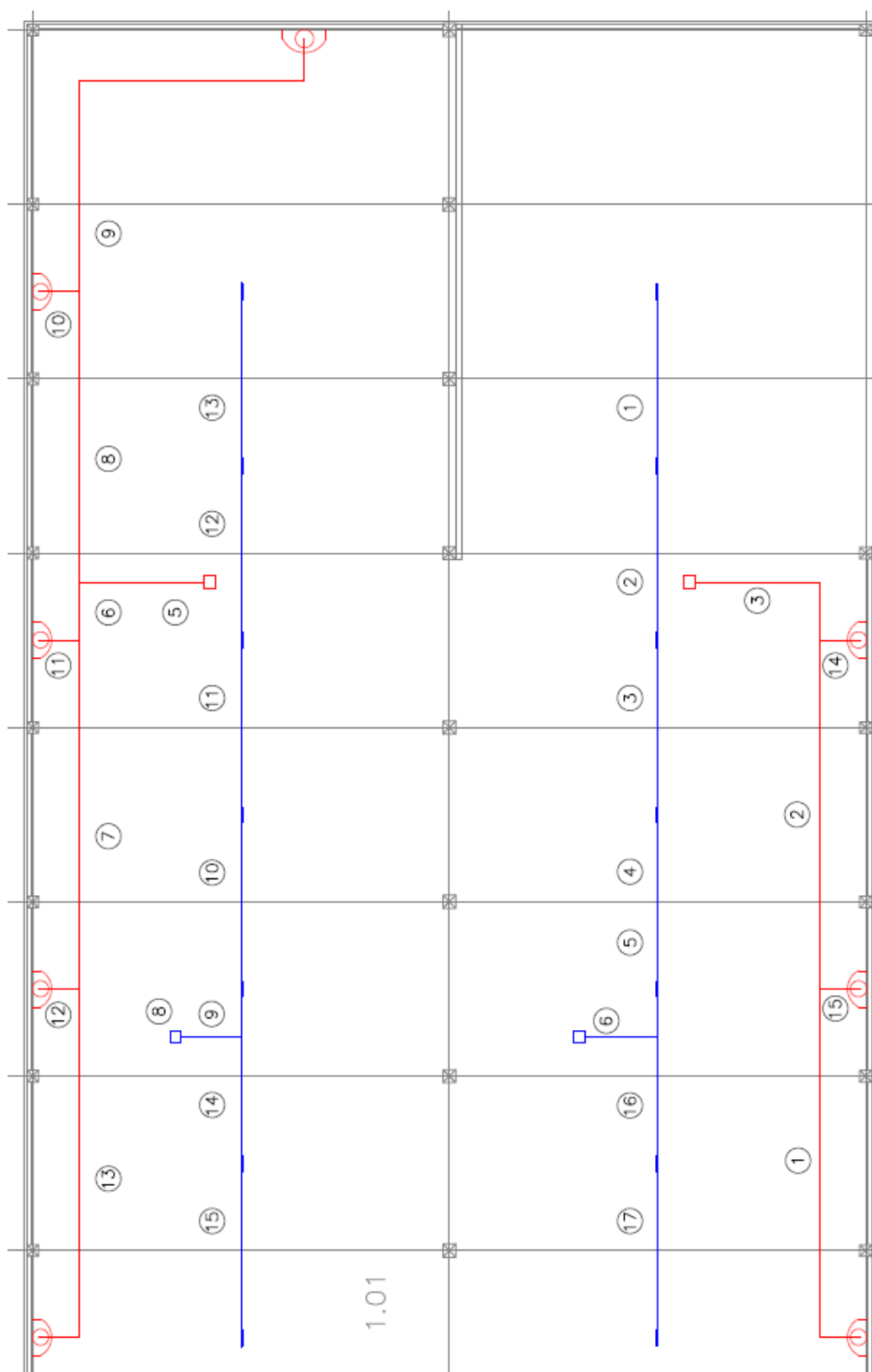


Mřížka je navržena od firmy Systemair. Vzorový návrh je řešen pro místnost 1.10 Sprchy. Požadovaný přenos vzduchu je 720 m³/h. Rychlost proudění přes mřížku bude maximálně 2,5 m/s. Přenos bude probíhat mezi místností šatna ženy kde bude vzduch přiváděn a místností sprch kde bude vzduch odváděn. Navrhuji stěnovou mřížku od firmy Systemair NOVA-E-1-400x300-UR



2.6 Dimenzování potrubí a tlaková ztráta

2.6.1 Výpočet VZT potrubí pro zařízení 1



Obrázek 29 Zařízení 1 - dimenzační schéma

Zařízení číslo 1 - Hala																
Přívodní potrubí																
Z plánu			Hodnoty								Tlaková ztráta				Poznámky	
			Předběžné				Skutečné - vypočtené									
č.u.	V	I	v'	S'	d'	d	a _x b	d	S	v	R	ξ	R·L	Z	Z+R·L	
-	(m ³ ·h ⁻¹)	(m)	(ms ⁻¹)	(m ²)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(m ²)	(ms ⁻¹)	(Pam ⁻¹)	-	(Pa)	(Pa)	(Pa)	
1	2845	0,79	18,5	3,0	0,263	579,14	φ 630	630	0,312	2,54	0,23	1,8	4,26	6,9	11,2	2x koleno, 2x redukce
2	5690	1,58	12,0	3,5	0,452	758,27	φ 800	800	0,503	3,14	0,23	0,6	2,76	3,6	6,3	odbočka, redukce
3	8535	2,37	2,0	3,5	0,677	928,69	φ 900	900	0,636	3,73	0,44	0,6	0,88	5,0	5,9	odbočka, redukce
	8535	2,37	12,5	3,5	0,677	928,69	800x800	900	0,636	3,73	0,44	2,1	5,50	17,5	23,0	3x koleno, redukce
4	22760	6,32	4,5	5,5	1,149	1209,8	1250x1000	1250	1,227	5,15	0,50	1,1	2,25	17,5	19,8	odbočka, redukce
													Σ	66	Pa	
														21	velkoplošná výust'	
														13	tlumič hluku	
														1	regulační klapka	
													Σ Δp _z	101	Celková tlaková ztráta	

Zbývající úseky																
5	14225	3,95	3,5	4,5	0,878	1057,4	1000x1000	1000	0,785	5,03	0,27	2,3	0,95	34,9	35,9	2x koleno, odbočka, red.
6	8535	2,37	2,0	3,5	0,677	928,69	φ 900	900	0,636	3,73	0,44	0,6	0,88	5,0	5,9	odbočka, redukce
7	5690	1,58	12,0	3,5	0,452	758,27	φ 800	800	0,503	3,14	0,44	0,6	5,28	3,6	8,8	odbočka, redukce
8	5690	1,58	10,0	3,5	0,452	758,27	φ 800	800	0,503	3,14	0,44	0,6	4,40	3,6	8,0	odbočka, redukce
9	2845	0,79	15,0	3,0	0,263	579,14	φ 630	630	0,312	2,54	0,23	2,1	3,45	8,1	11,5	3x koleno, red.
10	2845	0,79	6,5	3,0	0,263	579,14	φ 630	630	0,312	2,54	0,23	0,9	1,50	3,5	5,0	1x koleno, redukce
11	2845	0,79	6,5	3,0	0,263	579,14	φ 630	630	0,312	2,54	0,23	0,9	1,50	3,5	5,0	1x koleno, redukce
12	2845	0,79	6,5	3,0	0,263	579,14	φ 630	630	0,312	2,54	0,23	0,9	1,50	3,5	5,0	1x koleno, redukce
13	2845	0,79	18,5	3,0	0,263	579,14	φ 630	630	0,312	2,54	0,23	1,8	4,26	6,9	11,2	2x koleno, 2x redukce
14	2845	0,79	6,5	3,0	0,263	579,14	φ 630	630	0,312	2,54	0,23	0,9	1,50	3,5	5,0	1x koleno, redukce
15	2845	0,79	6,5	3,0	0,263	579,14	φ 630	630	0,312	2,54	0,23	0,9	1,50	3,5	5,0	1x koleno, redukce
													Σ	106,1	Pa	

Obrázek 30 Zařízení 1 – přívodní potrubí

Odvodní potrubí

Odvodní potrubí																
Z plánu				Hodnoty								Tlaková ztráta			Poznámky	
				Předběžné			Skutečné - vypočtené									
č.u.	V		I	v'	S'	d'	d	s	v	R	ξ	R·L	Z	Z+R·L		
-	(m ³ h ⁻¹)	(m ³ s ⁻¹)	(m)	(ms ⁻¹)	(m ²)	(mm)	(mm)	(m ²)	(ms ⁻¹)	(Pam ⁻¹)	-	(Pa)	(Pa)	(Pa)		
1	1625	0,45	6,0	3,0	0,150	437,69	φ 630	0,312	1,45	0,41	0	2,46	0,0	2,5		
2	3250	0,90	6,0	3,0	0,301	618,99	φ 710	0,396	2,28	0,30	0,3	1,8	0,9	2,7	odbočka	
3	4875	1,35	6,0	3,5	0,387	701,87	φ 800	0,503	2,69	0,35	0,6	2,1	2,6	4,7	odbočka, redukce	
4	6500	1,81	6,0	3,5	0,516	810,45	φ 800	0,503	3,59	0,34	0,6	2,04	4,6	6,7	odbočka, redukce	
5	8125	2,26	1,0	3,5	0,645	906,11	φ 900	0,636	3,55	0,34	0,6	0,34	4,5	4,9	odbočka, redukce	
6	11375	3,16	12,4	4,0	0,790	1002,9	900x900	0,785	4,02	0,28	2,3	3,458	22,3	25,8	2x koleno, odbočka, red.	
7	22760	6,32	2,0	5,5	1,149	1209,8	1250x1000	1,227	5,15	0,24	1,1	0,48	17,5	18,0	odbočka, redukce	
													Σ	65	Pa	
														13	výustka	
														13	tlumič hluku	
													Σ Δp _z	91	Celková tlaková ztráta	

Zbývající úseky		8	11375	3,16	6,0	4,0	0,790	1002,9	900x900	1000	0,785	4,02	0,24	2,3	1,44	22,3	23,8	2x koleno, odbočka, red.
	9	8125	2,26	1,5	3,5	0,645	906,11	φ 900	φ 900	900	0,636	3,55	0,34	0,6	0,51	4,5	5,0	odbočka, redukce
	10	6500	1,81	6,0	3,5	0,516	810,45	φ 800	φ 800	800	0,503	3,59	0,34	0,6	2,04	4,6	6,7	odbočka, redukce
	11	4875	1,35	6,0	3,5	0,387	701,87	φ 800	φ 800	800	0,503	2,69	0,35	0,6	2,1	2,6	4,7	odbočka, redukce
	12	3250	0,90	6,0	3,0	0,301	618,99	φ 710	φ 710	710	0,396	2,28	0,30	0,3	1,8	0,9	2,7	odbočka
	13	1625	0,45	6,0	3,0	0,150	437,69	φ 630	φ 630	630	0,312	1,45	0,41	0	2,46	0,0	2,5	
	14	3250	0,90	6,0	3,0	0,301	618,99	φ 710	φ 710	710	0,396	2,28	0,30	0,6	1,8	1,9	3,7	odbočka, redukce
	15	1625	0,45	6,0	3,0	0,150	437,69	φ 630	φ 630	630	0,312	1,45	0,41	0	2,46	0,0	2,5	
	16	3250	0,90	6,0	3,0	0,301	618,99	φ 710	φ 710	710	0,396	2,28	0,24	0,6	1,44	1,9	3,3	odbočka, redukce
	17	1625	0,45	6,0	3,0	0,150	437,69	φ 630	φ 630	630	0,312	1,45	0,24	0	1,44	0,0	1,4	
													Σ	56	Pa			

Obrázek 31 Zařízení 1 – odvodní potrubí

2.6.2 Výpočet VZT potrubí pro zařízení 2

Dimenzační schéma a dimenzační tabulky jsou obsaženy v příloze.

2.6.3 Výsledná tlaková ztráta potrubí

Tabulka 4 Tabulka výsledné tlakové ztráty

Zařízení 1	
Přívodní potrubí	101 Pa
Odvodní potrubí	91 Pa
Zařízení 2	
Přívodní potrubí	114 Pa
Odvodní potrubí	129 Pa

2.7 Vzduchotechnické jednotky

Pro návrh jednotek byl použit software AeroCad od společnosti Remak a.s. Obě jednotky jsou umístěny v exteriéru na střeše.

2.7.1 Zařízení 1

Jednotka pracuje průtokem 22760 m³/h vzduchu, externí tlakovou ztrátou 101 Pa na přívodu a 91 Pa na odvodu. V létě bude jednotka schopna zchladit na 26 °C a v zimě vytopit na 20 °C. Pro jednotku byla zvolena modelová řada REMAK AeroMaster XP 28 od společnosti Remak a.s.

Součástí jednotky je deskový rekuperátor zpětného získávání tepla s účinností 68 %. Součástí rekuperátoru je obtoková klapka. Jednotka obsahuje komoru pro zvlhčení vzduchu $\phi=27\%$. Na odvodu a přívodu vzduchu do jednotky jsou osazeny filtry vzduchu třídy M5. Na odvodu vzduchu z jednotky je umístěn tlumič hluku pro zmenšení hluku vystupujícímu do exteriéru.

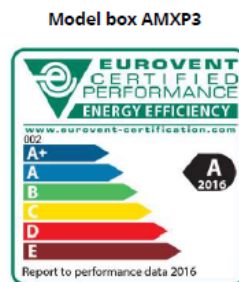
Základní parametry zařízení		
Druh, rozměr	AeroMaster XP 28	
Typ řídicího systému	Není	
Hmotnost (+10%)	3 774 kg	
Umístění jednotky	Vnější	
Materiálové provedení		
Vnější plášť	Lakovaný plech (RAL 9002)	
Vnitřní plášť	Pozinkovaný plech	
	Přívod	Odvod
Průtok vzduchu	22760 m³/h	22760 m³/h
Externí tlaková rezerva	101 Pa	91 Pa
Rychlost v průřezu	3.29 m/s	3.29 m/s
Příkon ventilátorů	6.12 kW	5.19 kW
1. stupeň filtrace	M5	M5
2. stupeň filtrace	-	-
SFP _I	967 W.m³.s	821 W.m³.s

Model box AMXP3

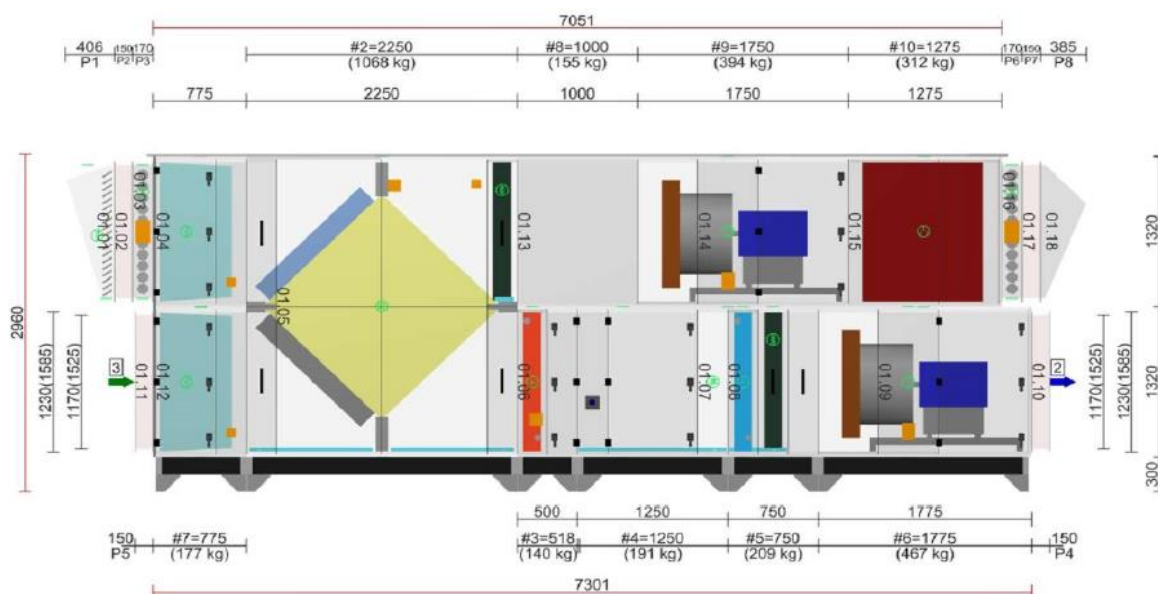


Parametry pláště dle EN1886			
Celkový příkon jednotky	30.05 kW	Mechanická stabilita	D2(M)
Napájecí napětí		Netěsnost skříně	L2(M)
Celkový proud I _{max}		Termická izolace	T3(M)
		Faktor tepelných mostů	TB3(M)
SFP _{AHU}	1788 W.m³.s	Netěsnost mezi filtrem a rámem	< 0,5 % (F9)

Nejdůležitější parametry vybraných komponentů			
	Na straně vzduchu		Na straně média
Zpětný zisk tepla	-15.0 → 8.9 °C		68 %
Směšování	8.9 → 17.4 °C		77.0 %
Ohřev	17.4 → 26.0 °C		64.1 kW
Chlazení	28.4 → 27.0 °C		10.0 kW
Vlhčení	26.0 → 26.0 °C		23 → 27 %
			70/49 °C, Voda, 2.5 kPa, 2.62 m³/h
			7/13 °C, Voda, 1.1 kPa, 1.43 m³/h
			25.0 kg/h, 18.8 kW



Obrázek 32 Základní parametry zařízení 1



Obrázek 33 Vzduchotechnické zařízení 1

2.7.2 Zařízení 2

Jednotka pracuje s průtokem 6010 m³/h vzduchu, externí tlakovou ztrátou 114 Pa na přívodu a 129 Pa na odvodu. V létě bude jednotka schopna zchladit na 25 °C a v zimě vytopit na 22 °C. Pro jednotku byla zvolena modelová řada REMAK AeroMaster XP 10 od společnosti Remak a.s.

Součástí jednotky je deskový rekuperátor zpětného získávání tepla s účinností 72 %. Jednotka obsahuje komoru pro zvlhčení vzduchu $\phi=36\%$. Na odvodu a přívodu vzduchu do jednotky jsou osazeny filtry vzduchu třídy M5.

Základní parametry zařízení

Druh, rozměr	AeroMaster XP 10
Typ řídicího systému	Není

Hmotnost (+/-10%)	1 854 kg
Umístění jednotky	Vnější
Materiálové provedení	
Vnější plášť	Lakovaný plech (RAL 9002)
Vnitřní plášť	Pozinkovaný plech

	Přívod	Odvod
Průtok vzduchu	6010 m ³ /h	6010 m ³ /h
Externí tlaková rezerva	114 Pa	129 Pa
Rychlost v průřezu	2.40 m/s	2.40 m/s
Příkon ventilátorů	2.00 kW	1.96 kW
1. stupeň filtrace	M5	M5
2. stupeň filtrace	-	-
SFP _i	1200 W.m ³ .s	1174 W.m ³ .s

Model box AMXP3



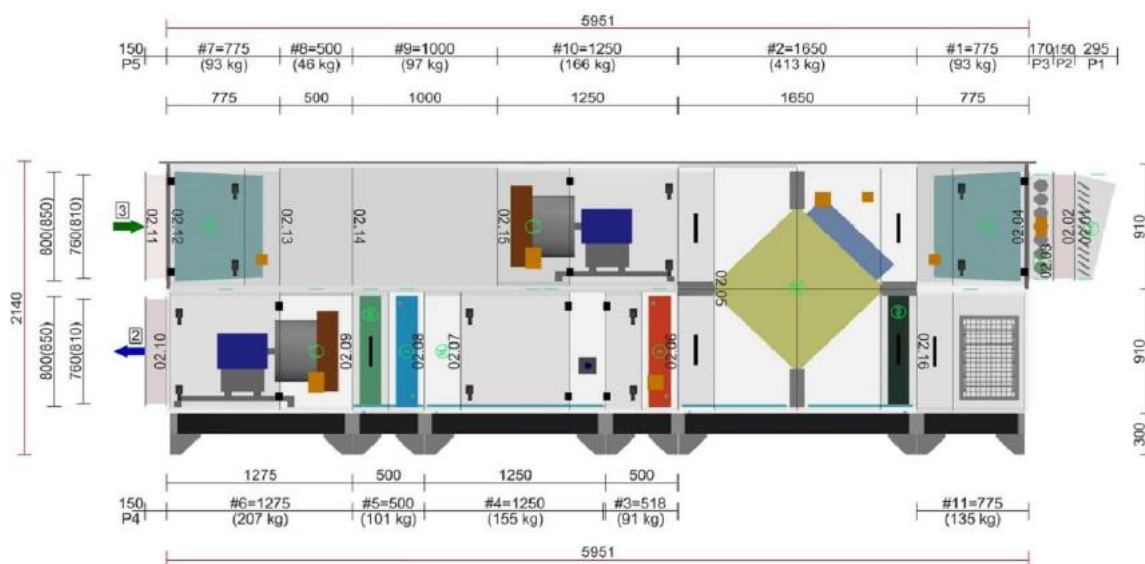
Parametry pláště dle EN1886

Celkový příkon jednotky	37.71 kW	Mechanická stabilita	D2(M)
Napájecí napětí		Netěsnost skříně	L2(M)
Celkový proud I _{max}		Termická izolace	T3(M)
		Faktor tepelných mostů	TB3(M)
SFP _{AHU}	2374 W.m ³ .s	Netěsnost mezi filtrem a rámem	< 0,5 % (F9)

Nejdůležitější parametry vybraných komponentů

	Na straně vzduchu		Na straně média
Zpětný zisk tepla	-15.0 → 11.8 °C	72 %	
Ohřev	11.8 → 22.0 °C	20.6 kW	70/44 °C, Voda, 2.5 kPa, 0.68 m ³ /h
Chlazení	33.0 → 26.0 °C	13.2 kW	7/17 °C, Voda, 1.9 kPa, 1.11 m ³ /h
Vlhčení	22.0 → 22.0 °C	6 → 36 %	45.0 kg/h, 33.8 kW

Obrázek 34 Základní parametry zařízení 2



Obrázek 35 Vzduchotechnické zařízení 2

2.8 Úpravy vzduchu

2.8.1 Výpočet teploty přiváděného vzduchu

Výpočet teploty přiváděného vzduchu v zimním období, který proudí za systémem ZZT. V h-x diagramech jsou zobrazeny změny vzduchu.

$$t_1 = t_e + \frac{\eta}{100} \cdot (t_i - t_e) \text{ [}^\circ\text{C]} \quad (1.29)$$

η	tepelná účinnost ZZT
t_1	teplota přiváděného vzduchu za ZZT
t_i	teplota v interiéru
t_e	teplota v exteriéru

Zařízení 1

$$t_1 = -15 + \frac{68}{100} \cdot (20 + 15) = 8,8 \text{ }^\circ\text{C}$$

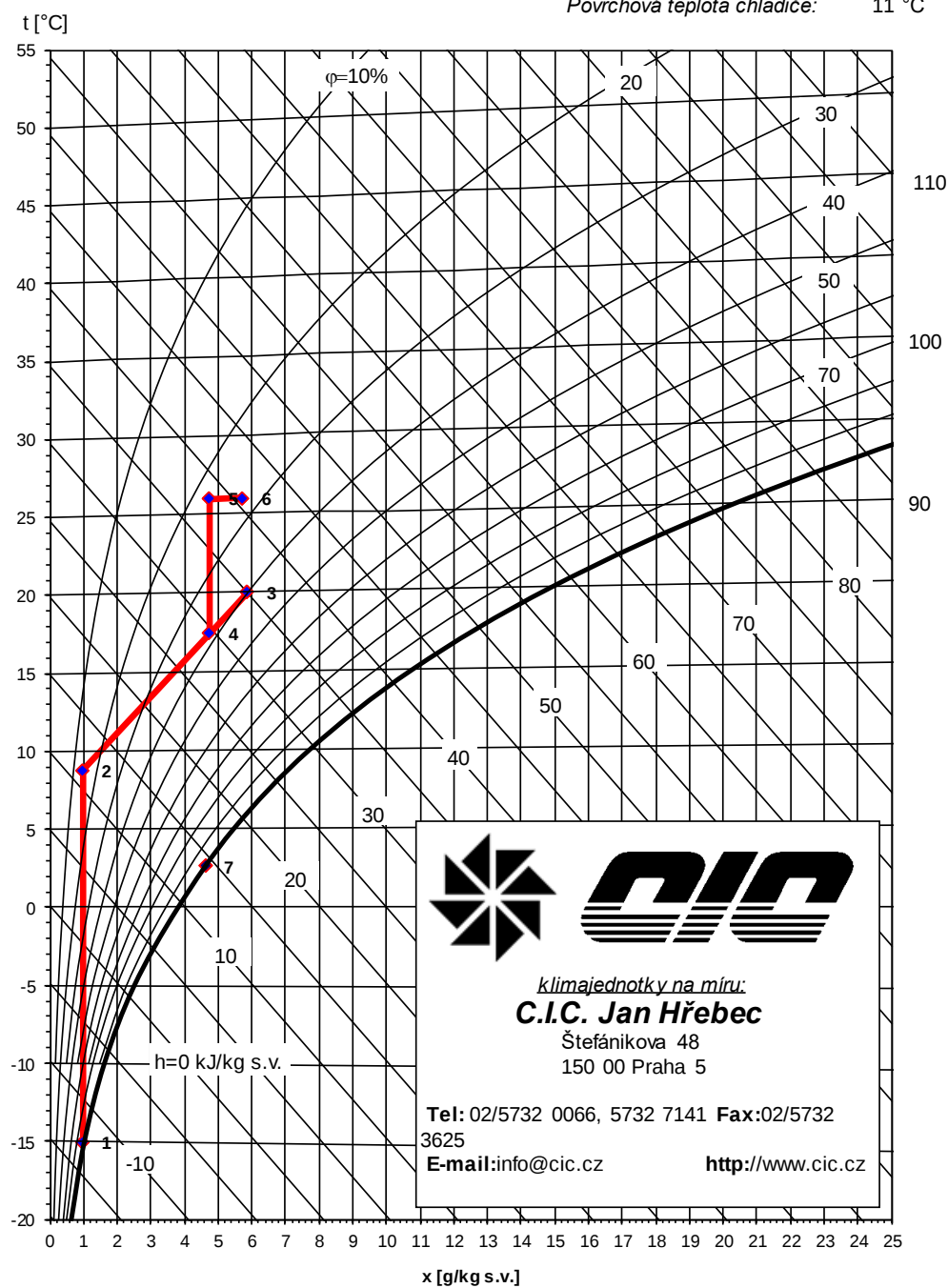
Zařízení 2

$$t_1 = -15 + \frac{72}{100} \cdot (22 + 15) = 11,6 \text{ }^\circ\text{C}$$

Zařízení číslo 1 - Teplovzdušné vytápění výrobní haly

Max. vlhkost při úpravách: 100 %

Povrchová teplota chladiče: 11 °C

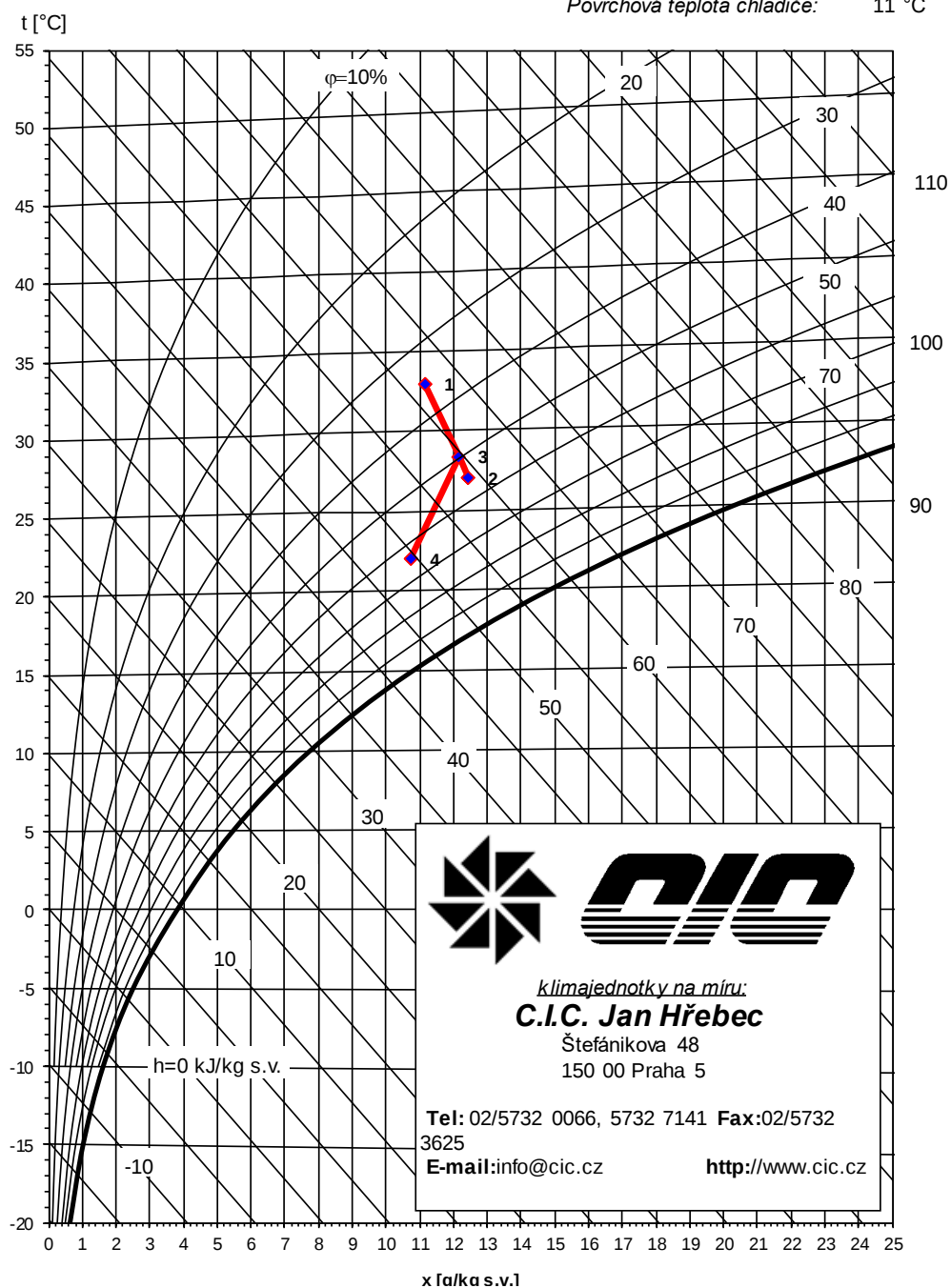


			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			Exteriér	bod 1	Interiér	Smíšení	Ohřev	Vlhčení	bod 2			
Teplota	t	°C	-15,0	8,8	20,0	17,4	26,0	26,0	2,6			
rel.vlhkost	φ	%	95%	14%	40%	38%	23%	27%	100%			
měr. vlhkost	x	g/kg s.v.	1,0	1,0	5,9	4,7	4,7	5,7	4,6			
entalpie	h	kJ/kg s.v.	-12,7	11,3	35,1	29,6	38,4	40,9	14,2			
hustota	ρ	kg/m3	1,35	1,23	1,18	1,20	1,16	1,16	1,26			
t.vlhkého tepl.	tv	°C	-15,1	1,0	12,3	10,0	13,5	14,5	2,6			
Skut. průtok	Vs	m3/h	20 272	5 107	17 850	22 957	23 634	23 671	21 782			
Norm. průtok	Vn	m3/h	22 760	5 250	17 510	22 760	22 760	22 760	22 760			
Předaný výkon	P	kW		42,1			66,2	19,1				
Odpařené vody	qw	kg/h		0,0		0,0	0,0	26,9				

Obrázek 36 H-x diagram zařízení 1-zima

Psychrometrický diagram dle Molliera
Zařízení číslo 1 - Klimatizace výrobní haly

Tlak vzduchu: 100 kPa
 Max. vlhkost při úpravách: 100 %
 Povrchová teplota chladiče: 11 °C



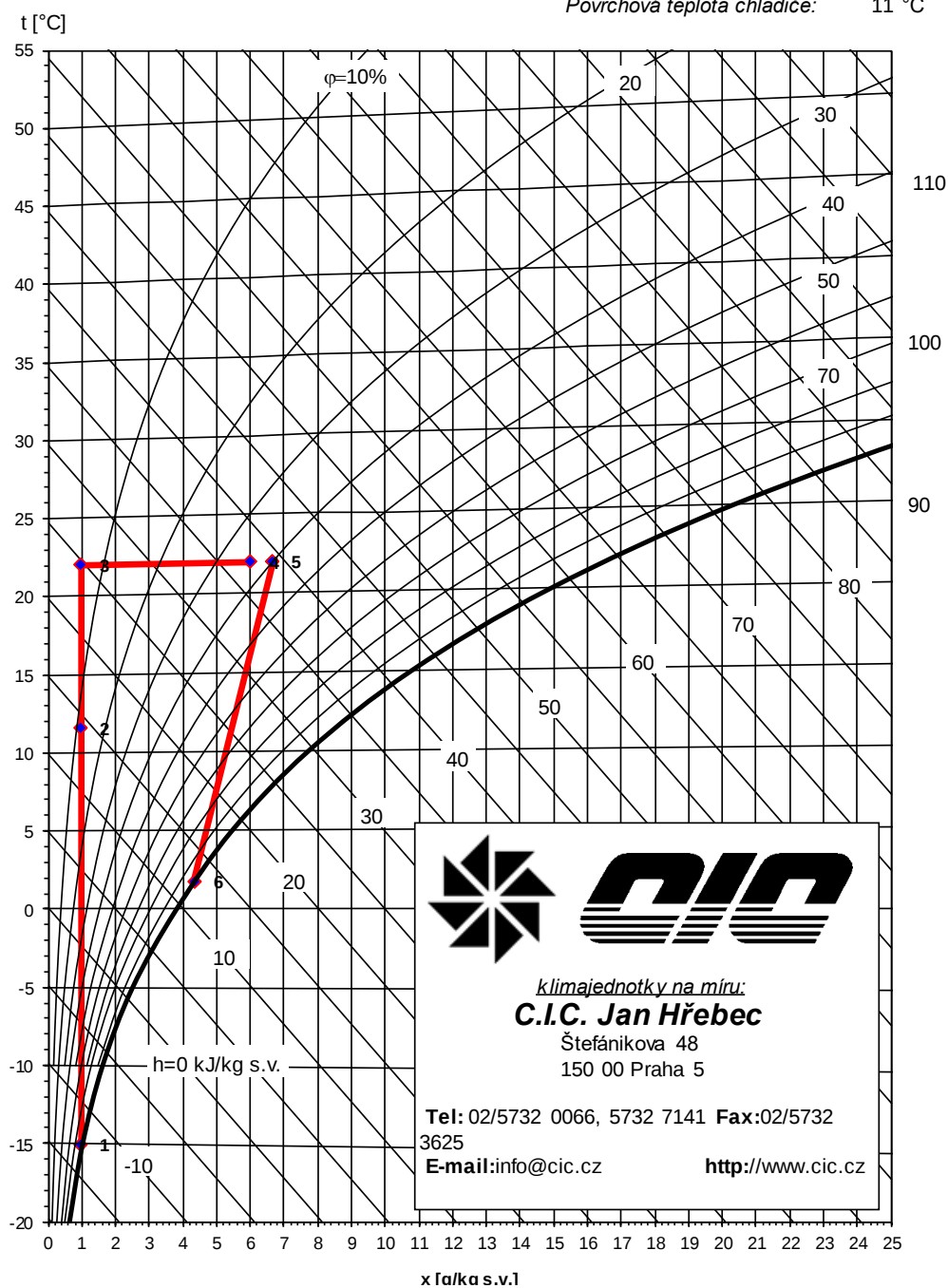
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			Exteriér	Interiér	Směšování	Přívod						
Teplota	t	°C	33,0	27,0	28,4	22,0						
rel. vlhkost	φ	%	35%	55%	50%	64%						
měr. vlhkost	x	g/kg s.v.	11,2	12,4	12,2	10,7						
entalpie	h	kJ/kg s.v.	61,9	59,0	59,7	49,5						
hustota	ρ	kg/m ³	1,13	1,15	1,15	1,17						
t. vlhkého tepl.	tv	°C	21,1	20,3	20,5	17,3						
Skut. průtok	Vs	m ³ /h	5 636	18 467	24 104	23 541						
Norm. průtok	Vn	m ³ /h	5 250	17 510	22 760	22 760						
Předaný výkon	P	kW				-77,3						
Odpařené vody	qw	kg/h			0,0	-38,6						

Obrázek 37 H-x diagram zařízení 1-léto

Zařízení číslo 2 - Nucené větrání zázemí

Max. vlhkost při úpravách: 100 %

Povrchová teplota chladiče: 11 °C



			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			Exteriér	bod 1	Ohřev	Vlhčení	Interiér	bod 2				
Teplota	t	°C	-15,0	11,6	22,0	22,0	22,0	1,8				
rel.vlhkost	φ	%	95%	11%	6%	36%	40%	100%				
měr. vlhkost	x	g/kg s.v.	1,0	1,0	1,0	6,0	6,7	4,3				
entalpie	h	kJ/kg s.v.	-12,7	14,2	24,7	37,5	39,1	12,7				
hustota	ρ	kg/m3	1,35	1,22	1,18	1,18	1,18	1,26				
t.vlhkého tepl.	tv	°C	-15,1	2,6	7,9	13,2	13,8	1,8				
Skut. průtok	Vs	m3/h	5 353	5 905	6 120	6 170	6 176	5 732				
Norm. průtok	Vn	m3/h	6 010	6 010	6 010	6 010	6 010	6 010				
Předaný výkon	P	kW		53,9	21,1	25,6		-52,9				
Odpařené vody	qw	kg/h		0,0	0,0	36,2		-16,6				

Obrázek 38 H-x diagram zařízení 2-zima

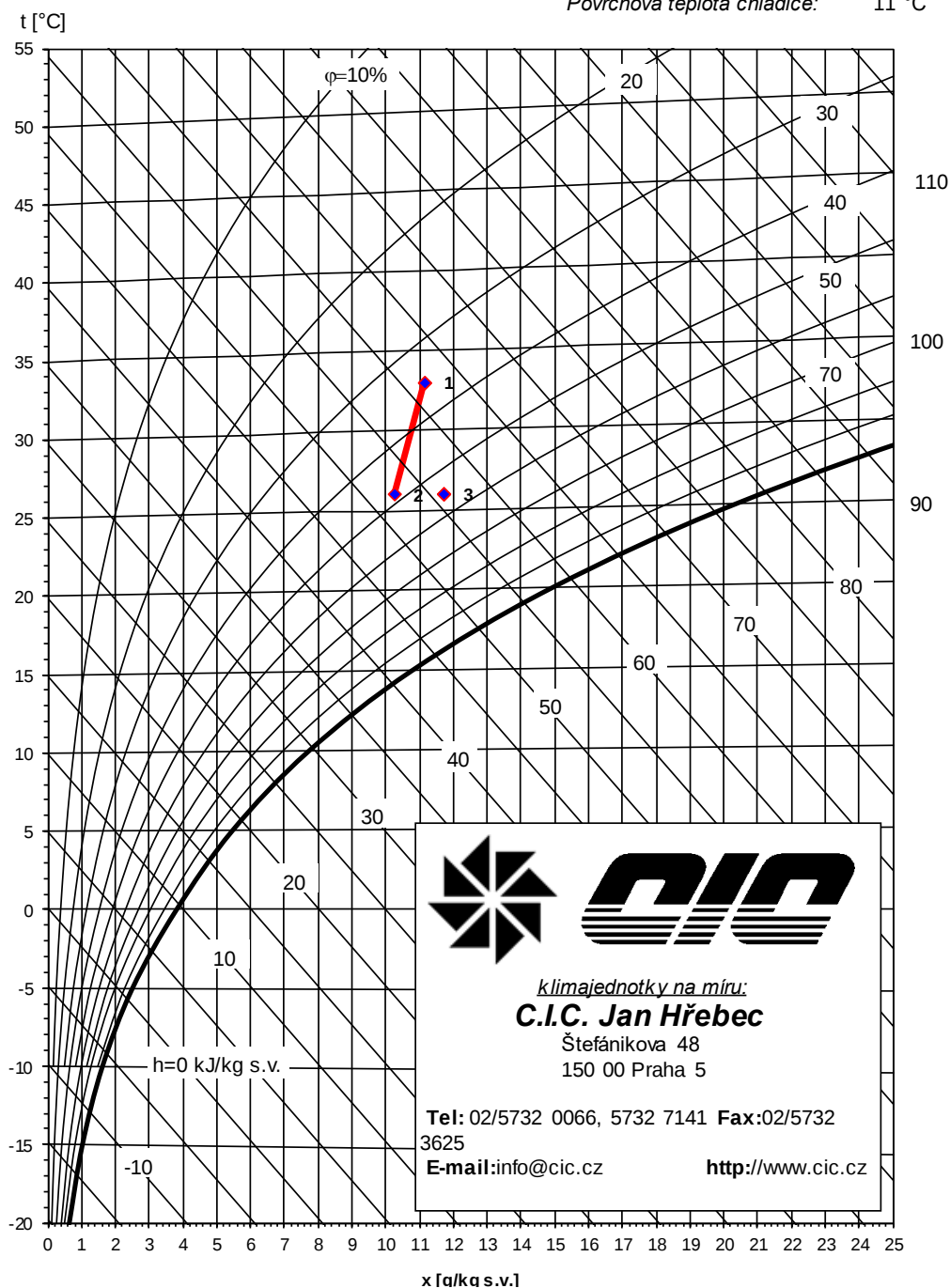
Psychrometrický diagram dle Molliera

Zařízení číslo 2 - Nucené větrání zázemí

Tlak vzduchu: 100 kPa

Max. vlhkost při úpravách: 100 %

Povrchová teplota chladiče: 11 °C



			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			Exteriér	Přívod	Interiér							
Teplota	t	°C	33,0	26,0	26,0							
rel. vlhkost	φ	%	35%	48%	55%							
měr. vlhkost	x	g/kg s.v.	11,2	10,2	11,7							
entalpie	h	kJ/kg s.v.	61,9	52,4	56,1							
hustota	ρ	kg/m ³	1,13	1,16	1,16							
t. vlhkého tepl.	tv	°C	21,1	18,3	19,5							
Skut. průtok	Vs	m ³ /h	6 452	6 296	6 310							
Norm. průtok	Vn	m ³ /h	6 010	6 010	6 010							
Předaný výkon	P	kW		-19,1								
Odpařené vody	qw	kg/h		-6,6								

Obrázek 39 H-x diagram zařízení 2-léto

2.9 Chladící jednotky fancoil

Chladící jednotky jsou instalovány v kombinaci se vzduchotechnickým zařízením. Přívod chladícího média není tímto projektem řešen.

Jednotky jsou umístěny pouze v místnostech kancelářů, mistra a jídelny v rámci zařízení 2.

Jednotky jsou navrženy od firmy Sinclair. Návrh proveden dle tepelné zátěže kanceláře. Potřeba chladícího výkonu je 663 W.



TECHNICKÉ PARAMETRY

Model			SF-250H	SF-400H
Napájení		V/Ph/Hz		220-240/1/50
Průtok vzduchu (H/M/L)		m³/h	425/410/320	680/550/504
		CFM	250/241/188	400/324/297
Chlazení	Výkon (H/M/L)	kW	2,63/2,2/1,97	3,28/2,90/2,66
	Průtok vody	l/h	452	564
	Tlaková ztráta	kPa	23,1	42
Topení	Výkon (H/M/L)	kW	3,36/2,85/2,35	4,37/3,77/3,35
	Tlaková ztráta	kPa	22	40
Příkon		W	10,7	33
Hladina hluku (akustický tlak) (H/M/L)		dB(A)	30/26/23	36/32/29

Obrázek 40 Základní parametry [16]

2.10 Útlum hluku

Hluk, který vzniká v jednotce a šíří se vzduchovody přes distribuční elementy do místnosti je zapotřebí udržet pod normovou hladinou hluku.

Zařízení 1

Ve vzduchovodech navrhnuty kulisové tlumiče hluku THKU od firmy Mart s.r.o. Vzorový návrh je pro nejbližší vyústky v příslušných větvích.

Zařízení 2

V tomto zařízení není potřeba návrhu tlumičů hluku. Všechny distribuční elementy jsou navrženy, aby jejich hladina akustického tlaku nepřesahovala 40 dB. Dále je každý napojen přes ohebné tlumící potrubí.

Tabulka 5 Zařízení 1 - útlum hluku v přívodním potrubí

Ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU – 1.01 HALA PŘÍVODNÍ POTRUBÍ								
	frekvence (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L _w	Hluk ventilátoru								
L _w	Hladina akustického výkonu zdroje 1	73	84	91	91	91	85	79	96
L _w	Součet	73	84	91	91	91	85	79	96
D _p	Přírozený útlum								
	Tlumič hluku	9	14	21	30	28	24	16	
	Rovné potrubí 1250x1000 mm, 2,5m	0,5	0,3	0,0	-0,3	-0,6	-0,9	-1,2	
	Odbočka z hlavní větve	4	4	4	4	4	4	4	
	Rovné potrubí 1000x1000 mm, 10,5m	2,4	1,2	0,0	-1,2	-2,4	-3,5	-4,7	
	Koleno 1000x1000 mm (2ks)	2,0	4,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	
	Odbočka	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	
	Odbočka k vyústce	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	
	Rovné potrubí ϕ 630 mm, 6,5m	1,7	1,1	0,5	-0,1	-0,8	-1,4	-2,0	
	Koleno ϕ 630 mm	0,0	1,0	2,0	3,0	3,0	3,0	3,0	
	Útlum koncovým odrazem D3	4,6	1,8	2,1	0,7	0,2	0,1	0,0	
L _{v1}	Hladina akustického výkonu ve vyústce	42	50	48	42	46	47	51	56
L _{vy}	Hladina akustického výkonu vyústky								26
K	Korekce na počet vyústek				počet vyústek:			8	9
L _s	Hladina akustického výkonu přívodních vyústek								65
Q	směrový činitel								2
r	vzdálenost od vyústky k pracovníkovy								3
A	pohltivá plocha místnosti m ²				4245,7	pohltivost (-)		0,1	425
L _{so}	Hladina akustického tlaku v místě pracovníka								49
L _{p,A}	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti								55

Tabulka 6 Zařízení 1 - útlum hluku v odvodním potrubí

OZN.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU – 1.01 HALA ODVODNÍ POTRUBÍ								
	frekvence (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L _{vv}	Hluk ventilátoru								
L _{vv}	Hladina akustického výkonu zdroje 1	67	73	70	69	71	62	60	77
L _{vv}	Součet	67	73	70	69	71	62	60	77
D _p	Přirozený útlum								
	Tlumič hluku	9	14	21	30	28	24	16	
	Rovné potrubí 1250x1000 mm, 2,5m	0,5	0,3	0,0	-0,3	-0,6	-0,9	-1,2	
	Odbočka z hlavní větve	4	4	4	4	4	4	4	
	Rovné potrubí 900x900 mm, 9,5m	2,2	1,2	0,1	-0,9	-1,9	-3,0	-4,0	
	Koleno 900x900 mm(2ks)	0,0	2,0	4,0	6,0	6,0	6,0	6,0	
	Odbočka	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	
	Rovné potrubí ϕ 900 mm, 1,5m	0,4	0,2	0,0	-0,1	-0,3	-0,4	-0,6	
	Útlum koncovým odrazem D3	2,9	1,0	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	
L _{v1}	Hladina akustického výkonu ve vyústce	44	47	37	27	32	29	36	48
L _{vy}	Hladina akustického výkonu vyústky								33
K	Korekce na počet vyústek				počet vyústek:			14	11
L _s	Hladina akustického výkonu odvodních vyústek								59
L _{sc}	Hladina akustického výkonu všech vyústek								66
Q	Směrový činitel								2
r	Vzdálenost od vyústky k pracovníkovy								4,7
A	Pohltivá plocha místnosti m ²				4245,7	pohltivost (-)		0,1	425
L _{so}	Hladina akustického tlaku v místě pracovníka								48
L _{p,A}	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti								55

Exteriér

Součástí jednotky 1 je na odvodní větvi tlumič hluku pro snížení hluku vycházejícího z jednotky do okolí. Vzorový výpočet je pro obě jednotky.

Tabulka 7 Zařízení 1 - útlum hluku exteriér

ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU – ZAŘÍZENÍ 1 EXTERIÉR								
	frekvence (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L _w	Hluk ventilátoru								
L _w	Vstup na přívodu do jednotky	67	71	68	64	64	53	50	75
L _w	Výstup na odvodu z jednotky	68	68	63	50	54	59	62	72
L _w	Součet	71	73	69	64	64	60	62	77
Q	Směrový činitel								1
r	Vzdálenost od jednotky k chodci								20
L _r	Útlum hluku vzdáleností								-37
L _b	Hladina hluku v místě chodce								40
L _{nb}	Přípustná hladina hluku								40
D	Nutný útlum hluku								0

Tabulka 8 Zařízení 2 - útlum hluku exteriér

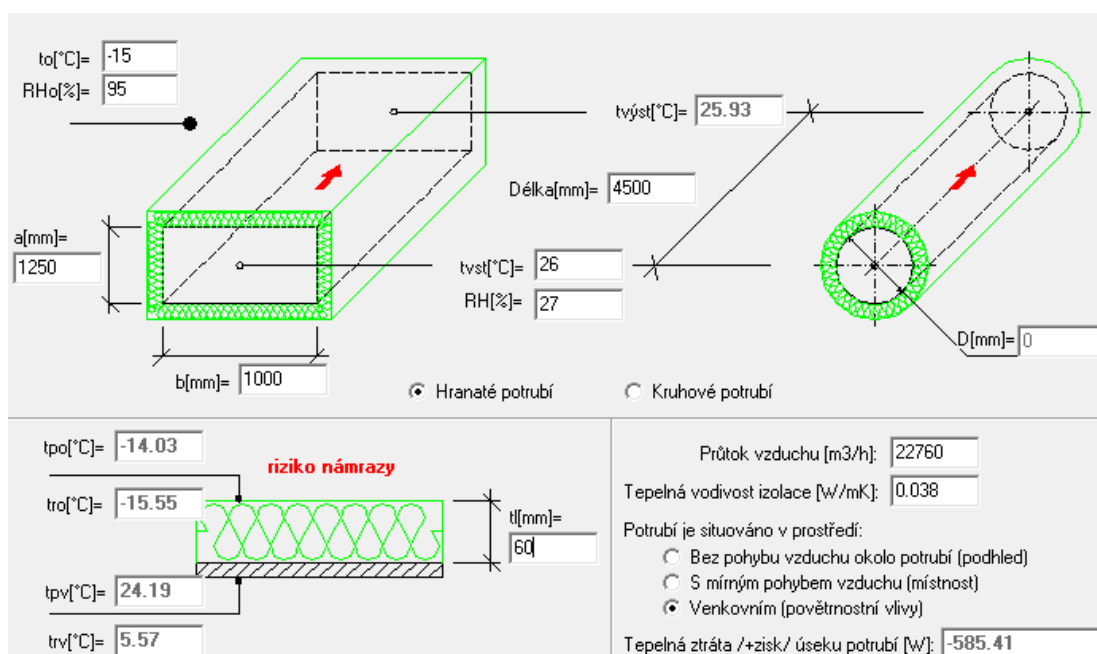
ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU – ZAŘÍZENÍ 2 EXTERIÉR								
	frekvence (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L _w	Hluk ventilátoru								
L _w	Vstup na přívodu do jednotky	41	54	52	47	40	30	25	57
L _w	Výstup na odvodu z jednotky	47	62	63	68	57	51	44	70
L _w	Součet	48	63	63	68	57	51	44	70
Q	Směrový činitel								1
r	Vzdálenost od jednotky k chodci								15
L _r	Útlum hluku vzdáleností								-35
L _b	Hladina hluku v místě chodce								36
L _{nb}	Přípustná hladina hluku								40
D	Nutný útlum hluku								-4

2.11 Tepelná izolace potrubí

Pro potrubí vedené v exteriéru byla navrhnutá tepelná izolace pro zamezení kondenzace vzduchu uvnitř nebo na povrchu potrubí a proti zabránění poklesu teploty o více jak 1 °C. Izolováno bude pouze potrubí vedené v exteriéru. Potrubí v exteriéru musí být dále oplechováno.

Výpočet byl proveden v programu TERUNA. Ukázkový výpočet je pro zařízení 1 na přívodním potrubí ihned za jednotkou.

Pro obě zařízení byla navrhnutá izolace ROCKWOOL Techrock 40 ALS. Pro zařízení 1 se jedná o tloušťku 60 mm a pro zařízení 2 40 mm.



Obrázek 41 Zařízení 1 - výpočet tloušťky izolace

3 Projekt

3.1 Technická zpráva

3.1.1 Úvod

Předmětem této projektové dokumentace je vzduchotechnika průmyslové haly a jejího zázemí v Blansku. Výroba se soustřeďuje na převážně plastové komponenty pro motorky. Objekt je rozdělen na jednopodlažní výrobní halu a dvojpodlažní administrativní a hygienické zázemí. Navržené vzduchotechnické řešení zajišťuje požadovanou výměnu vzduchu zázemí a dostatečné množství vzduchu k pokrytí tepelných ztrát a zisků haly.

3.1.2 Podklady pro zpracování

- Podkladem pro zpracování výkresové dokumentace byly výkresy půdorysů, řezy stavební části a příslušná technologie umístěná na hale.
- Podklady výrobců

Mandík, a.s.

Remak, a.s.

Mart, s.r.o.

Sinclair

Systemair, a.s.

Rockwool, a.s.

- Normy a předpisy

ČSN 12 7010/Z1 Vzduchotechnická zařízení – Navrhování větracích a klimatizačních zařízení – Obecná ustanovení

ČSN 73 0548 Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů

ČSN 73 05 40-3 Tepelná ochrana budov – část 3: Návrhové hodnoty veličin

ČSN EN 12 831 Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu

ČSN 01 3154 Technické výkresy – Instalace – Vzduchotechnika, klimatizace

ČSN 38 3350 Zásobování teplem, všeobecné zásady

ČSN 73 0872 Požární bezpečnost staveb. Ochrana staveb proti šíření požáru vzduchotechnickým zařízení

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. 6/2003 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky vnitřního prostředí

Vyhláška č. 499/2006 Sb. O dokumentaci staveb ze znění pozdějších předpisů

3.1.3 Výpočtové hodnoty klimatických poměrů

Místo:	Blansko
Nadmořská výška:	271 m n. m.
Normální tlak vzduchu:	98,4 kPa
Výpočtová teplota vzduchu:	Léto = 33 °C, Zima = -15 °C
Entalpie:	Léto = 66,8 kJ/kg
Relativní vlhkost:	Léto = 35 %, Zima = 95 %

3.1.3.1 Výpočtové hodnoty vnitřního mikroklimatu

Teplotní parametry interiéru

- Hala léto = 27 °C, zima = 20 °C
- Zázemí léto = 26 °C, zima = 22 °C

V prostorách zázemí vzduchotechnická jednotka pokrývá pouze ztrátu větráním. V letním období se v místnostech kanceláří, mistra a jídelny ke chlazení využívají lokální jednotky fancoil. V zimním období budou místnosti vytápěny otopnými tělesy nebo podlahovým vytápěním. Výsledná teplota v letním nebo zimním období není garantovaná. V prostoru haly bude jednotka pokrývat celý tepelný zisk a tepelnou ztrátu.

Rychlost proudění vzduchu v pobytové zóně nepřekračuje 0,25 m/s.

Hluk ve vnitřním a vnějším prostoru stavby v denní době nepřesáhne maximální hladinu akustického tlaku. V noční době není uvažováno s provozem vzduchotechnických zařízení.

Maximální hladina akustického tlaku

- Zázemí 40 dB
- Hala 55 dB
- Exteriér 40 dB

3.1.4 Základní koncepční řešení

K zajištění všech požadavků byly navrženy nízkotlaké systémy. Vzduchotechnická zařízení jsou navržena tak, aby splnila příslušné normy, potřebné hygienické požadavky a oborové zvyklosti (minimální dávka čerstvého vzduchu na osobu, doporučená intenzita větrání, dostatečné filtrace čerstvého vzduchu). Obě jednotky mají navrženo zpětné získávání tepla.

Objekt je rozdělen na dva funkční celky. Každý celek má svou vzduchotechnickou jednotku.

- Zařízení 1 Klimatizace výrobní haly
- Zařízení 2 Nucené větrání zázemí

Obě vzduchotechnické jednotky budou umístěny na střeše na pevném ránu, který bude řešen v rámci jiné profese.

Provoz VZT zařízení bude řízen samostatným systémem MaR.

3.1.4.1 Hygienické požadavky

Větrání bude navrženo v souladu s hygienickými předpisy.

Dávka větracího vzduchu na osobu:

- Hala 70 m³/h osobu
- Kancelář, mistr 50 m³/h osobu
- Jídelna 30 m³/h osobu

Množství odváděného vzduchu z hygienického zařízení:

- Klozet 50 m³/h
- Pisoár 25 m³/h
- Umyvadlo 30 m³/h
- Sprcha 100 m³/h

Třídy filtrace vzduchu jsou uvedeny v popisu VZT jednotek.

3.1.4.2 Tepelná zátěž, tepelná ztráta, vlhkostní zisky

Tepelná zátěž, tepelná ztráta a vlhkostní zisky jsou vypočteny pro zařízení 1.

- Tepelný zisk 38234 W
- Tepelná ztráta 36609 W
- Vlhkostní zisky 1,25 g/s

3.1.4.3 Technologické větrání a chlazení

V objektu není požadavek na technologické větrání a chlazení

3.1.4.4 Energetické zdroje

Elektrická energie je uvažována pro pohon elektromotorů VZT a parní vyvíječ –soustava 3NPE 400 V, 50 Hz.

Tepelná energie je uvažována pro ohřev vzduchu v tepelných výměnících vzduchotechnických jednotek. Bude využívána voda s teplotním spádem 70/50 °C.

Strojovna vytápění je ve 2.NP. Napojení vodních ohřivačů bude přes regulační uzly. Napojení výměníku a dodávku regulačních uzlů zajistí profese vytápění. Chlazení venkovního vzduchu ve výměnících vzduchotechnických jednotek a ve fancoilech bude zajišťovat centrální zdroj chladu. Dodávku tohoto zařízení a napojení zajistí profese chlazení.

3.1.5 Popis technického řešení

Vzduchotechnické zařízení bude sloužit pro tvorbu a udržení interního mikroklimatu dle požadavku na vnitřní prostředí. VZT jednotky budou umístěny ve venkovním prostředí na střeše objektu. VZT jednotky budou napojeny přes zápachovou uzávěrku na potrubí pro odvod kondenzátu do kanalizace.

Navržené systémy VZT budou nízkotlaké. Přívod vzduchu bude pomocí protidešťové žaluzie navrhnuté v rámci VZT jednotek. Odvod vzduchu bude řešen pomocí výfukového nástavce v rámci VZT jednotek. U zařízení 2 bude odvod vyosen, aby nedocházelo k mísení přívodního a odpadního vzduchu. Na přívodu i odvodu vzduchu budou osazeny regulační klapky.

Doprava vzduchu bude pomocí potrubí čtyřhranného, kruhového při průměrech větších než $\phi 630$ a kruhového Spiro při menších průměrech. Potrubí v exteriéru bude izolováno, aby se zabránilo kondenzaci.

Distribuční prvky pro zařízení 1 jsou voleny pro přívod jako velkoplošné vyústky a na odvodu jako vyústky pro kruhové potrubí. Velkoplošné vyústky jsou napojeny přímo na potrubí. Pro zařízení 2 jsou použity talířové ventily pro hygienické zázemí. V ostatních místnostech jsou použity vířivé vyústky. Distribuční elementy jsou napojeny pomocí ohebného potrubí Sonoflex. Všechny elementy jsou připojeny přes regulační klapku.

Navržená vzduchotechnická zařízení jsou rozdělena do následujících funkčních celků:

- Zařízení 1 – Hala

Hala bude větrána centrálně upravovaným vzduchem pomocí vzduchotechnické jednotky REMAK AeroMaster XP 28, která je umístěna v exteriéru na střeše haly. Jednotka je vybavena zpětným získáváním tepla s obtokovou klapkou pro snížení pořizovacích a provozních nákladů. Rozhodující parametr návrhu jsou tepelné zisky o hodnotě $Q_L = 38234 \text{ W}$. Potřebný průtok vzduchu je tedy $22760 \text{ m}^3/\text{h}$.

Jednotka se skládá z těchto částí:

Přívodní část je ve složení – protidešťová žaluzie, tlumící vložka, regulační klapka, filtr M5, deskový rekuperátor, ohříváč, parní zvlhčovač, chladič s eliminátorem kapek, ventilátor a tlumící vložka.

Odvodní část je ve složení – tlumící vložka, filtr M5, deskový rekuperátor, prázdná sekce, ventilátor, tlumič hluku, regulační klapka, tlumící vložka a výfukový nástavec.

Větrání haly je provedeno vytěšňovacím způsobem, kdy je vzduch přiváděn v úrovni pracujících osob a odváděn pod stropem. Upravený přívodní vzduch je veden vzduchotechnickým potrubím do haly, kde je distribuován pomocí velkoplošných vyústí. Každá vyústka přivádí 2845 m³/h vzduchu.

Odvodní vzduch je z prostoru haly odváděn vyústkami do kruhového potrubí. Každá vyústka odvádí 1625 m³/h vzduchu. Odpadní vzduch je odváděn vzduchotechnickým potrubím do jednotky, kde odevzdá teplo přívodnímu vzduchu a díky obtokové klapce část vzduchu opět využije.

Hluk od jednotky do potrubí pro sání a výtlak je utlumen kulisovými tlumiči hluku v příslušných vzduchovodech.

Potrubí vedené v exteriéru je opatřeno tepelnou izolací z kamenné vlny tloušťky 60 mm.

Systém je navržen jako rovnotlaký a o regulaci se stará profese MaR.

- Zařízení 2 – Zázemí

Zázemí bude větráno centrálně upravovaným vzduchem pomocí vzduchotechnické jednotky REMAK AeroMaster XP 10, která je umístěna v exteriéru na střeše haly. Jednotka je vybavena zpětným získáváním tepla. Návrh potřebného vzduchového výkonu byl proveden s ohledem na počet osob v místnostech, dávku vzduchu na zařizovací předmět a výměnu vzduchu. Vzduchový výkon je tedy 6010 m³/h.

Jednotka se skládá z těchto částí:

Přívodní část je ve složení – protidešťová žaluzie, tlumící vložka, regulační klapka, filtr M5, deskový rekuperátor, ohříváč, parní zvlhčovač, chladič s eliminátorem kapek, ventilátor a tlumící vložka.

Odvodní část je ve složení – tlumící vložka, filtr M5, prázdná sekce, prázdná sekce, ventilátor, deskový rekuperátor, rohová sekce s regulační klapkou, tlumící vložka a výfukový nástavec.

K distribuci vzduchu se využívají vířivé vyústi a talířové ventily. Ve všech místnostech kromě kotelny a rozvodny NN a SN budou instalovány kazetové podhledy. V 1.NP bude přívod vzduchu do jídelny distribuován vířivými vyústkami. Odvod bude řešen částečně z místnosti jídelny, výdeje jídel vířivými vyústkami a podtlakově talířovými ventily z místností filtr, umývárna várnic a WC přes dveřní mřížky. U šaten a sprch je řešen přívod vzduchu vířivými vyústkami v šatnách a odvod vířivými vyústkami ze sprch přes stěnové mřížky. Ve 2.NP bude vzduch přiváděn vířivými vyústkami na chodbu a podtlakově odváděn talířovými ventily přes dveřní mřížky v místnostech kuchyňky, úklidu a WC. U zbylých místností bude využito rovnotlakého větrání. Chodba je od haly (zařízení 1) oddělena skleněnou zdí, aby nedocházelo k mísení vzduchu a přenosu hluku.

V místnostech kanceláří, mistra a jídelny budou umístěny nástěnné klimatizační jednotky. Jejich napojení řeší profese chlazení.

Každý distribuční element je připojen přes ohebné potrubí a regulační klapku.

K rozvodům vzduchu je využita kombinace čtyřhranného a kruhového Spiro potrubí.

Potrubí vedené v exteriéru je opatřeno tepelnou izolací z kamenné vlny tloušťky 40 mm.

3.1.6 Nároky na energie

Ke správnému chodu vzduchotechnických zařízení je potřeba celoročně zajistit následující energie a média:

- Elektrický příkon

Zařízení 1

VZT jednotka	30,05 kW
--------------	----------

Zařízení 2

VZT jednotka	37,71 kW
--------------	----------

Jednotky Fancoil	8x10,7 W
------------------	----------

- Topná voda pro obě zařízení $t_w = 70/50\text{ °C}$

- Chladicí voda pro obě zařízení $t_w = 7/13\text{ °C}$
- Instalovaný chladicí výkon

Zařízení 1

VZT jednotka	10 kW
--------------	-------

Zařízení 2

VZT jednotka	13,2 kW
Jednotky Fancoil	8x1,97 kW

3.1.7 Měření a regulace

Navržený systém bude řízen a regulovaný samostatným systémem měření a regulace profese MaR:

Je požadováno:

- Zajistit regulaci výkonu VZT jednotek
- Snímání signalizace zanesení filtrů
- Regulace výkonu ventilátorů na přívodu i odvodu vzhledem k míře zanesení filtrů
- Zajistit osazení uzavíracích klapek na jednotce a servopohonů u ventilátorů
- Ovládání uzavíracích klapek na jednotce a dodání servopohonů
- Signalizace polohy regulačních klapek (otevřeno – zavřeno)
- Zajistit protimrazovou ochranu výměníků. Při poklesu teploty použít trojcestný ventil a nucený oběh média pomocí čerpadla. Měření teploty vody
- Signalizace poruchy
- Regulace bude pracovat dle časového plánu

3.1.8 Požadavky na ostatní profese

Stavba

- Na střeše zřízení nosných konstrukcí pro VZT jednotky
- Zřízení servisních lávek na střeše
- Zhotovení prostupů pro vzduchotechnické potrubí, otvory musí být minimálně o 50 mm větší na každé straně potrubí
- Provést utěsnění prostupů, utěsnění musí být pružné, aby nedocházelo nepříznivému ovlivnění mezi potrubím a stavební konstrukcí
- Potrubí procházející střechou musí být oplechováno proti zatékání
- Připravit otvory do dveří pro osazení dveřních mřížek
- Mezi šatnou a sprchou připravit otvor ve zdi pro osazení stěnové mřížky

Elektro

- VZT zařízení napojit na elektrickou rozvodnou síť
- Uzemnit VZT zařízení a potrubních rozvodů
- Zajistit napojení čerpadel vodních okruhů ohříváčů a chladičů
- U ventilátorů bude instalovaný vypínač pro možnost opravy

Zdravotechnika

- Odvod kondenzátu z kondenzačních van jednotek a lokálních jednotek fancoil
- Napojení parních zvlhčovačů na vodovod a kanalizaci

Vytápění

- Napojit vodní ohříváče vzduchotechnický jednotek na topnou vodu
- Voda musí být chemicky a mechanicky upravena, aby nedocházelo k zanášení výměníků
- Před a za výměníky osadit teploměry

Chlazení

- Napojit vodní chladiče vzduchotechnický jednotek na chladicí vodu
- Voda musí být chemicky a mechanicky upravena, aby nedocházelo k zanášení výměníků
- Před a za výměníky osadit teploměry

Měření a regulace

- V rámci regulace je nutné zajistit funkce, nezbytné pro správný chod VZT zařízení

3.1.9 Protihluková opatření

Hluk způsobený provozem VZT jednotek a rozvodem vzduchu v potrubí nesmí překročit hygienické limity hluku stanovené nařízením vlády č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.

Všechny potrubní rozvody napojeny na VZT jednotky budou napojeny přes tlumicí vložky. U zařízení 1 jsou na přívodním a odvodním potrubí jsou umístěny tlumiče hluku.

3.1.10 Protipožární opatření

Požární úseky jsou rozděleny dle funkčních celků objektu.

Žádné potrubí ani zařízení neprochází dvěma požárními úseky, tudíž se s protipožárním opatřením neuvažuje.

3.1.11 Izolace a nátěry

Je navrhnutá tepelná izolace z desek z kamenné vlny, hydrofobizované s polepem hliníkovou fólií s minimálním součinitelem tepelné vodivosti $\lambda = 0,038 \text{ W/mK}$. Izolací budou opatřeny všechny potrubí v exteriéru. V případě zařízení 1 bude tloušťka izolace 60 mm a u zařízení 2 bude tloušťka 40 mm. Tepelnou izolací budou izolovány i pružné manžety VZT jednotek. Potrubí, které se nachází v interiéru izolováno nebude. Potrubí vedené v exteriéru dále musí být oplechováno.

Jednotky budou povrchově upraveny už z výroby. Pozinkované potrubí v interiéru nebude dále upravováno, v exteriéru bude opatřeno lakem.

3.1.12 Montáž, provoz, údržba a obsluha zařízení

Montáž vzduchotechnických zařízení, klimatizačních jednotek, rozvodů topné a chladicí vody bude provedena odbornou firmou s příslušným oprávněním k provedení práce. Zařízení budou po montáži odzkoušena a vyregulována. Obsluha zařízení musí být řádně proškolená. Údržba zařízení musí být prováděna v pravidelných intervalech dle požadavků výrobce.

3.1.13 Závěr

Pro objekt byly navrženy dvě VZT zařízení. Jednotky jsou umístěny na střeše objektu a jsou uzpůsobeny pro venkovním použití. Navržené vzduchotechnické zařízení splňují požadavky na bezpečnost, tepelnou pohodu a hospodárnost provozu.

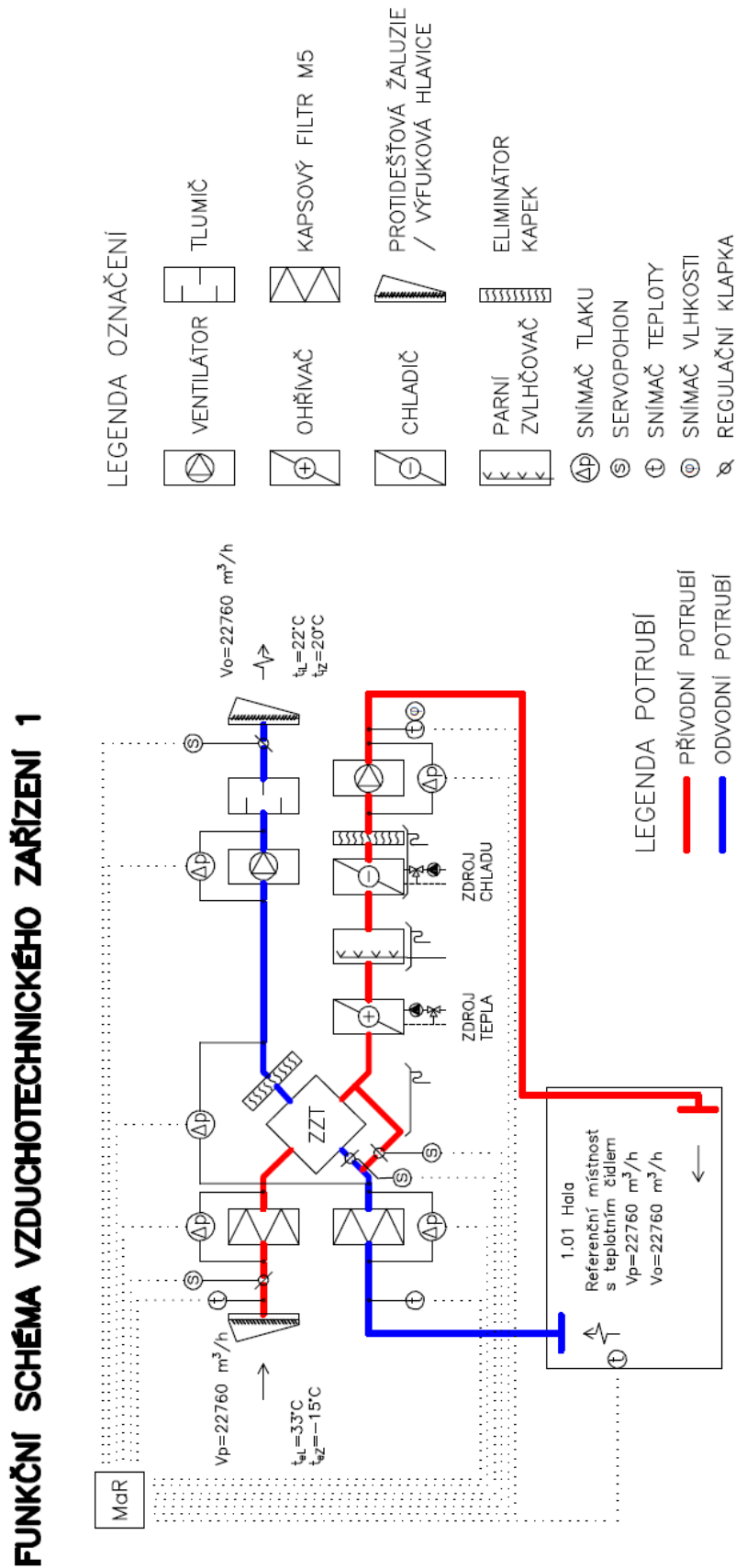
3.2 Technická specifikace

Zařízení číslo 1 – Klimatizace a vytápění výrobní haly			
Poz.	Popis	MJ	Počet
1.01	Vzduchotechnická jednotka REMAK AeroMaster XP 28 ; průtok vzduchu 22760 m ³ /h; ZZT: deskový rekuperátor $\eta=68\%$; hmotnost 3774 kg; celkový příkon jednotky 30,05 kW	kpl	1
1.02	Velkoplošná výust' MANDÍK VPVM-S 1200x1500 R	ks	8
1.03	Vyústka pro kruhové potrubí MANDÍK VNKM 1 725x325/630/R1	ks	14
1.04	Tlumič hluku Mart THKU.1250.1000.1000-3 5X KTH.100.1000.1000 PV	Ks	1
1.05	Tlumič hluku Mart THKU.1250.1000.1000-3 5X KTH.100.1000.1000 OV	Ks	1
1.06	Regulační klapka čtyřhranná MANDÍK RKM 1250x1000 mm	ks	4
1.07	Regulační klapka kruhová MANDÍK RKKM $\phi 630$	ks	8
	Kruhové potrubí z pozinkovaného plechu, včetně tvarovek		
	$\phi 630$ / 14,2 % tvarovek	bm	108
	$\phi 710$ / 9,3 % tvarovek	bm	21,5
	$\phi 800$ / 5,2 % tvarovek	bm	58
	$\phi 900$ / 40 % tvarovek	bm	14,5
	Čtyřhranné potrubí z pozinkovaného plechu, včetně tvarovek		
	do obvodu 3200 / 12,3 % tvarovek	bm	15,5
	do obvodu 4460 / 40 % tvarovek	bm	34
	do obvodu 5600 / 56 % tvarovek	bm	12,5
	Tepelná izolace		
	Tepelná izolace pro vzduchotechnické potrubí ROCKWOOL TECHROCK 40 ALS z kamenné vlny s polepem hliníkovou fólií. Součinitel tepelné vodivosti $\lambda=0,035$ W/mK. Tloušťka izolace 60 mm.	m ²	170

Zařízení číslo 2 - Větrání zázemí			
Poz.	Popis	MJ	Počet
2.01	Vzduchotechnická jednotka REMAK AeroMaster XP 10 ; průtok vzduchu 6155 m ³ /h; ZZT: deskový rekuperátor $\eta=72\%$; hmotnost 1834 kg; celkový příkon 37,87 kW	kpl	1
2.02	Talířový ventil MANDÍK TVOM 80	ks	5
2.03	Talířový ventil MANDÍK TVOM 100	ks	5
2.04	Talířový ventil MANDÍK TVPM 125	ks	3
2.05	Talířový ventil MANDÍK TVOM 125	ks	4
2.06	Vířivá výust MANDÍK VVM 300 C/V/P/8/R	ks	4
2.07	Vířivá výust MANDÍK VVM 300 C/V/O/8/R	ks	3
2.08	Vířivá výust MANDÍK VVM 500 C/V/P/16/R	ks	1
2.09	Vířivá výust MANDÍK VVM 500 C/V/O/16/R	ks	3
2.10	Vířivá výust MANDÍK VVM 500 C/V/P/24/R	ks	12
2.11	Vířivá výust MANDÍK VVM 500 C/V/O/24/R	ks	8
2.12	Vířivá výust MANDÍK VVM 600 C/V/P/24/R	ks	2
2.13	Vířivá výust MANDÍK VVM 600 C/V/O/24/R	ks	3
2.14	Dveřní mřížka Systemair NOVA-D-1-200x150-UR1	ks	7
2.15	Dveřní mřížka Systemair NOVA-D-1-300x150-UR1	ks	10
2.16	Dveřní mřížka Systemair NOVA-D-1-400x200-UR1	ks	2
2.18	Stěnová mřížka Systemair NOVA-E-1-400x300-UR	ks	6
2.19	Nástěnná jednotka fan coil Sinclair SF-250H, chl. výkon 1,97 kW	ks	8
2.20	Regulační klapka čtyřhranná MANDÍK RKM 500x500 mm	ks	2
2.21	Regulační klapka čtyřhranná MANDÍK RKM 400x500 mm	ks	6
2.22	Regulační klapka kruhová MANDÍK RKKM $\phi 80$	ks	5
2.23	Regulační klapka kruhová MANDÍK RKKM $\phi 100$	ks	10
2.24	Regulační klapka kruhová MANDÍK RKKM $\phi 125$	ks	2
2.25	Regulační klapka kruhová MANDÍK RKKM $\phi 140$	ks	5
2.26	Regulační klapka kruhová MANDÍK RKKM $\phi 200$	ks	18
2.27	Regulační klapka kruhová MANDÍK RKKM $\phi 225$	ks	4
2.28	Regulační klapka kruhová MANDÍK RKKM $\phi 250$	ks	7
2.29	Regulační klapka kruhová MANDÍK RKKM $\phi 315$	ks	2
2.30	Regulační klapka kruhová MANDÍK RKKM $\phi 355$	ks	1
	Ohebné potrubí Sonoflex		
	$\phi 80$	bm	5
	$\phi 100$	bm	5
	$\phi 125$	bm	7
	$\phi 160$	bm	7
	$\phi 200$	bm	24
	$\phi 250$	bm	5

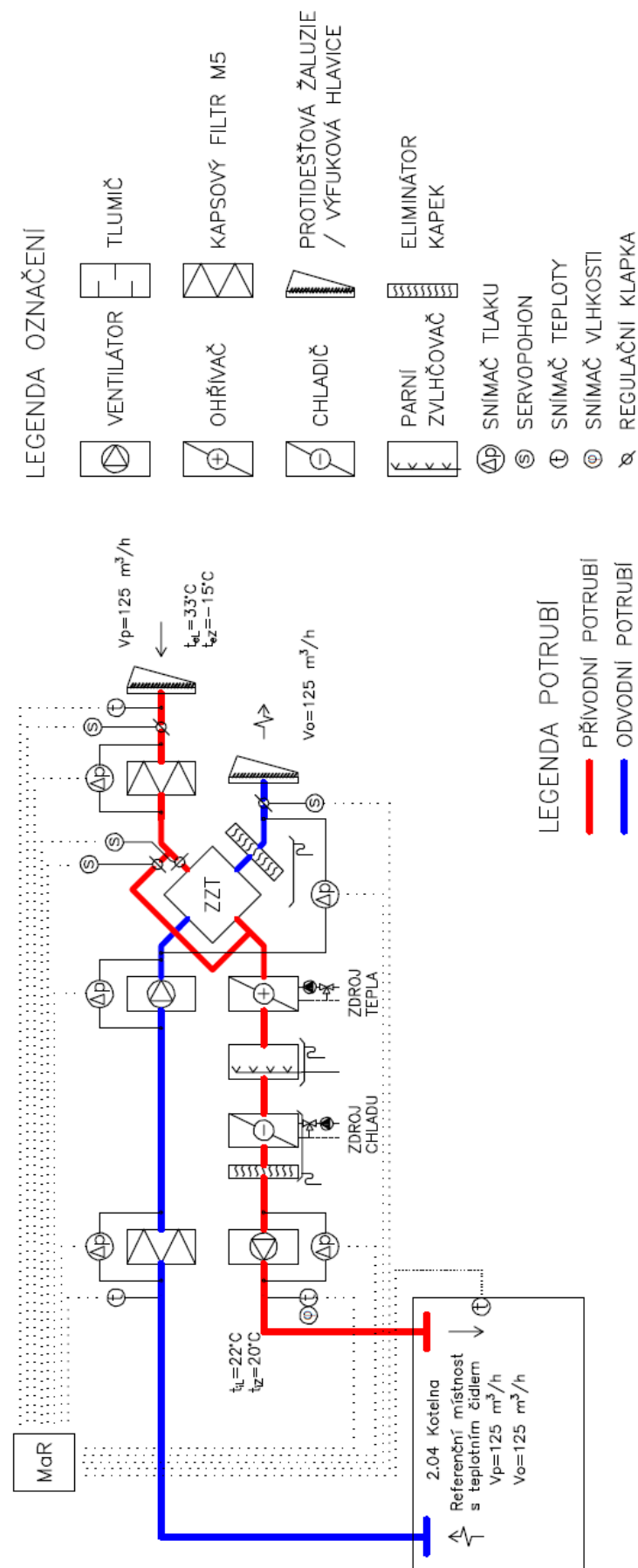
Spiro potrubí z pozinkovaného plechu, včetně tvarovek		
φ80 / 5 % tvarovek	bm	6
φ100 / 10 % tvarovek	bm	5
φ125 / 5 % tvarovek	bm	7,5
φ140 / 5 % tvarovek	bm	10,5
φ180 / 14,5 % tvarovek	bm	8
φ200 / 6 % tvarovek	bm	15
φ225 / 6 % tvarovek	bm	13,5
φ250 / 10 % tvarovek	bm	12
φ280 / 55 % tvarovek	bm	2,5
φ315 / 23 % tvarovek	bm	29
φ355 / 32 % tvarovek	bm	31,5
Čtyřhranné potrubí z pozinkovaného plechu, včetně tvarovek		
do obvodu 1500 / 8 % tvarovek	bm	12,5
do obvodu 1890 / 20 % tvarovek	bm	49,5
do obvodu 2630 / 21 % tvarovek	bm	26,5
Tepelná izolace		
Tepelná izolace pro vzduchotechnické potrubí ROCKWOOL TECHROCK 40 ALS z kamenné vlny s polepem hliníkovou fólií. Součinitel tepelné vodivosti $\lambda=0,035$ W/mK. Tloušťka izolace 40 mm.	m ²	118

3.3 Funkční schémata



Obrázek 42 Funkční schéma zařízení 1

FUNKČNÍ SCHÉMA VZDUCHOTECHNICKÉHO ZAŘÍZENÍ 2



Obrázek 43 Funkční schéma zařízení 2

4 Závěr

Výsledkem bakalářské práce je zpracovaná dokumentace pro vzduchotechniku průmyslové haly v profesi vzduchotechnika. Navržené zařízení udržují v místnostech požadované mikroklima a splňují nároky na bezpečnost a ekonomickou hospodárnost. O výsledné mikroklima v obsluhovaných místnostech se starají dvě vzduchotechnické jednotky, které jsou z prostorových důvodů umístěny v exteriéru na střeše objektu.

Zařízení jsou navržena tak, aby nebyl nutný návrh dalších tlumících prvků v exteriéru, které by zvýšili kapitálové nároky.

Práce byla zpracována dle projekčních doporučení, platných norem, vyhlášek a zákonů.

5 Použité zdroje

1. HIRŠ, Jiří a GEBAUER, Günter. *Vzduchotechnika v příkladech*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006. ISBN 80-7204-486-9
2. MAURER, Karel. *Vzduchotechnická zařízení: pro 3. a 4. ročník SPŠ stavební[sic] studijního oboru TZB*. Praha: Sobotáles, 2007. ISBN 978-80-86817-21-0
3. CHYSKÝ, Jaroslav a HEMZAL, Karel *Větrání a klimatizace*. Brno: Bolit-B Press, 1993. ISBN 80-901574-0-8
4. Vyhláška č. 6/2003 Sb. *kteou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb*. 2003
5. ČSN 73 0548 *Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů*. 1986.
6. JELÍNEK, RUBINA A BLASINSKI. Akustika a protihluková opatření ve vzduchotechnice. *Tzb-info.cz* [Online] [Citace: 20.5.2017]
<https://vetrani.tzb-info.cz/10319-akustika-a-protihlukova-opatreni-ve-vzduchotechnice>
7. HIRŠ A GEBAUER. *TZB – Vzduchotechnika, Modul BT02-11 Hluk a chvění ve vzduchotechnice*. [Online] [Citace: 20.5.2017]
<http://lences.cz/domains/lences.cz/skola/subory/Skripta/BT02-TZB%20III/M11-Hluk%20a%20chveni%20ve%20vzduchotechnice.pdf>
8. Kolik decibelů škodí. *Auris audio*. [Online] [Citace: 20.5.2017]
<https://www.auris-audio.cz/kolik-decibelu-skodi>
9. PEŠTA, Jan a ZWIENER, Viktor. Hlukové limity, měření hluku a hlukové studie. *Atelier-dek.cz* [Online] [Citace: 20.5.2017]
https://atelier-dek.cz/hlukove-limity-mereni-hluku-hlukove-studie-194#272_2011
10. KAŇKA, Jan. Informační obsah zvuku a okolnosti jeho působení – limity hluku. *Tzb-info.cz* [Online] [Citace: 20.5.2017]
<https://stavba.tzb-info.cz/akustika-staveb/219-informacni-obsah-zvuku-a-okolnosti-jeho-pusobeni-limity-hluku>
11. REMAK, a.s. *AeroCad*. [Online] [Citace: 2.5.2017]
<http://www.remak.eu/cs/aerocad>

12. Mandík, a.s. *Velkoplošná výúst VPVM*. [Online] [Citace: 2.5.2017]
<http://mandik.cz/produktova-rada/distribucni-elementy/vyuste-a-ostatni/vpvm>
13. Mandík, a.s. *Výúst s vířivým výtokem vzduchu VVM*. [Online] [Citace: 2.5.2017]
<http://mandik.cz/produktova-rada/distribucni-elementy/anemostaty/vvm>
14. Mandík, a.s. *Výústka pro kruhové potrubí VNKM*. [Online] [Citace: 2.5.2017]
<http://mandik.cz/produktova-rada/distribucni-elementy/mrizky-a-vyustky/vnkm>
15. Mandík, a.s. *Talířový ventil TVOM, TVPM*. [Online] [Citace: 2.5.2017]
<http://mandik.cz/produktova-rada/distribucni-elementy/dyzy-a-ventily/tvom,-tvpm>
16. Sinclair. *Nástěnné jednotky, 2 trubkové* [Online] [Citace: 2.5.2017]
<http://www.sinclair-solutions.com/cs/produkty/chillery-a-fan-coil-jednotky/nastenne-jednotky-2-trubkove/5377-sf-250h-053201200000120.html>
17. Systemair, a.s. *Nova – D* [Online] [Citace: 2.5.2017]
<https://www.systemair.com/cz/Ceska/Products/distribucni-elementy/mrizky-a-vyustky-nova/dverni-mrizky/nova-d/Nova-D/>
18. Systemair, a.s. *Nova – E* [Online] [Citace: 2.5.2017]
<https://www.systemair.com/cz/Ceska/Products/distribucni-elementy/mrizky-a-vyustky-nova/prepousteci-mrizky/nova-e/Nova-E/>
19. Mart, a.s. *MartAkustik* [Online] [Citace: 2.5.2017]
<http://mart.cz/martakustik/>
20. Rockwool, a.s. *Techrock 40 ALS* [Online] [Citace: 2.5.2017]
<http://www.rockwool.cz/produkty/techrock-40-als/>
21. DVOŘÁK, Josef. *Hluk ve vzduchotechnice (I) – Základní pojmy a praktické vztahy. Tzb-info.cz* [Online] [Citace: 21.5.2017]
<https://vetrani.tzb-info.cz/teorie-a-vypocty-vetrani-klimatizace/626-hluk-ve-vzduchotechnice-i-zakladni-pojmy-a-prakticke-vztahy>
22. DVOŘÁK, Josef. *Hluk ve vzduchotechnice (II) – šíření hluku ve volném prostředí. Tzb-info.cz* [Online] [Citace: 21.5.2017]
<https://m.tzb-info.cz/631-hluk-ve-vzduchotechnice-ii-sireni-hluku-ve-volnem-prostredi>

6 Seznam použitých zkratek a označení

Zkratky

č.u.	číslo úseku
poz.	pozice
ozn.	označení
s.v.	světla výška
l	délka (m)
PV	přívodní vzduch
OV	odvodní vzduch
ZZT	zpětné získávání tepla

Fyzikální veličiny

c	měrná tepelná kapacita (J/kg·K)
d	průměr potrubí (mm)
h	měrná entalpie (J/kg)
L	hladina akustického tlaku (dB)
m	hmotnostní průtok (kg/s)
n	násobnost výměny vzduchu (h ⁻¹)
p	tlak (Pa)
P	jmenovitý elektrický příkon (W)
q	jmenovitý průtok (m ³ /s)
Q	tepelný výkon (W)
R	měrná tlaková ztráta (Pa/m)
S	plocha (m ²)
t	čas (s), teplota (°C)
U	součinitel prostupu tepla (W/m ² ·K)
v	rychlost (m/s)
V	objemový průtok (m ³ /h), (m ³ /s)
x	měrná vlhkost (g/kg)
Z	tlaková ztráta místními odpory (Pa)
α	součinitel přestupu tepla (W/m ² ·K)
φ	relativní vlhkost (%)
η	účinnost (%)
λ	tepelná vodivost (W/m·K)
θ	teplota (°C)
ξ	součinitel vřazených odporů (-)
ε	efektivita (-)
ρ	hustota (kg/m ³)

7 Seznam obrázků, tabulek a grafů

Seznamy obrázků, tabulek a grafů se generují automaticky dle titulků v textu.

Obrázky

Obrázek 1	Oblast slyšitelnosti zvuku člověkem [6].....	14
Obrázek 2	Zobrazení hladin hluku [8].....	15
Obrázek 3	Schéma šíření hluku od ventilátoru [7]	17
Obrázek 4	Přirozený útlum hluku v potrubí.....	18
Obrázek 5	Šíření zvuku ve vnějším prostředí [6]	19
Obrázek 6	Příklad útlumu kulisovým tlumičem.....	21
Obrázek 7	Kulisový tlumič.....	21
Obrázek 8	Tlumič buňkový.....	22
Obrázek 9	Tlumič kruhový	22
Obrázek 10	Ohebné kruhové potrubí.....	23
Obrázek 11	Limitní hodnoty hluku ve chráněném venkovním prostoru [9].....	24
Obrázek 12	Limitní hod. hluku ve chráněném venkovním prostoru staveb [9] ...	25
Obrázek 13	Limitní hod. hluku ve chráněném vnitřním prostoru staveb [10]	25
Obrázek 14	Korekce dle doby pobytu [10]	26
Obrázek 15	Limitní hodnoty hluku na pracovišti [10]	26
Obrázek 16	Rozdělení na funkční celky 1.NP	29
Obrázek 17	Rozdělení na funkční celky 2.NP	30
Obrázek 18	Tabulka průtoků vzduchu.....	39
Obrázek 19	Tabulka průtoků vzduchu – pokračování.....	40
Obrázek 20	Maximální průtok m^3/h [12]	41
Obrázek 21	Tlaková ztráta, akustický výkon a rychlost proudění [12].....	42
Obrázek 22	Rozměr, efektivní plocha, tlaková ztráta a akustický výkon [14]	42
Obrázek 23	Základní parametry [13]	43
Obrázek 24	Tlaková ztráta, akustický výkon a rychlost proudění [13].....	43
Obrázek 25	Základní parametry [10]	44
Obrázek 26	Tlaková ztráta a akustický výkon [15]	44
Obrázek 27	Dveřní mřížka [17]	45
Obrázek 28	Stěnová mřížka [18].....	45
Obrázek 29	Zařízení 1 - dimenzační schéma.....	46
Obrázek 30	Zařízení 1 – přívodní potrubí.....	47
Obrázek 31	Zařízení 1 – odvodní potrubí	48
Obrázek 32	Základní parametry zařízení 1	50
Obrázek 33	Vzduchotechnické zařízení 1	50

Obrázek 34 Základní parametry zařízení 2	51
Obrázek 35 Vzduchotechnické zařízení 2	51
Obrázek 36 H-x diagram zařízení 1–zima	53
Obrázek 37 H-x diagram zařízení 1–léto.....	54
Obrázek 38 H-x diagram zařízení 2–zima	55
Obrázek 39 H-x diagram zařízení 2–léto.....	56
Obrázek 40 Základní parametry [16]	57
Obrázek 41 Zařízení 1 - výpočet tloušťky izolace	61
Obrázek 42 Funkční schéma zařízení 1	75
Obrázek 43 Funkční schéma zařízení 2	76

Tabulky

Tabulka 1 Výpočet tepelné ztráty	31
Tabulka 2 Výpočet tepelné ztráty – pokračování	32
Tabulka 3 Parametry oken	32
Tabulka 4 Tabulka výsledné tlakové ztráty.....	49
Tabulka 5 Zařízení 1 - útlum hluku v přívodním potrubí	58
Tabulka 6 Zařízení 1 - útlum hluku v odvodním potrubí.....	59
Tabulka 7 Zařízení 1 - útlum hluku exteriér	60
Tabulka 8 Zařízení 2 - útlum hluku exteriér	60

8 Seznam příloh

A. Přílohy výpočtové části

- A1. Zařízení 2 – tepelný zisk kanceláře
- A2. Zařízení 2 – dimenzační schéma
- A3. Zařízení 2 – dimenzační tabulky
- A4. Zařízení 1 – vzduchotechnická jednotka
- A5. Zařízení 2 – vzduchotechnická jednotka
- A6. Zařízení 2 – útlum hluku kanceláře

B. Přílohy výkresové části

Výkres č.01 – Půdorys 1.NP Hala

Výkres č.02 – Půdorys 1.NP Zázemí

Výkres č.03 – Půdorys 2.NP Zázemí

Výkres č.04 – Řezy vzduchotechnikou Hala

Výkres č.05 – Řezy vzduchotechnikou Zázemí

Výkres č.06 – Půdorys střechy

Výkres č.07 – Schéma technologie

Přílohy

A1. Zařízení 2 – tepelný zisk kanceláře

Vstupní hodnoty

Rozměry místnosti: délka $a = 6,4 \text{ m}$
 šířka $b = 3,5 \text{ m}$
 světla výška s.v.= $2,6 \text{ m}$

Teplota v exteriéru $t_e = 33 \text{ °C}$

Teplota v místnosti $t_i = 26 \text{ °C}$

Teplota ve vedlejší místnosti $t_{i2} = 26 \text{ °C}$

Počet osob 2

Parametr	Okno 1 SV			Okno 2 SV		
Počet		1	ks		1	ks
Výška okna	$a =$	2,00	m	$a =$	2,00	m
Šířka okna	$b =$	0,90	m	$b =$	2,50	m
Šířka rámu	š.r. =	0,10	m	š.r. =	0,10	m
Výška zasklení	$l_a =$	1,90	m	$l_a =$	1,90	m
Šířka zasklení	$l_b =$	0,80	m	$l_b =$	2,40	m
Odstup od svislé stínící překážky	$f =$	0,00	m	$f =$	0,00	m
Odstup od vodorovné stínící překážky	$g =$	0,00	m	$g =$	0,00	m
Hloubka okna (venkovní nadpraží)	$c =$	0,12	m	$c =$	0,12	m
Hloubka okna (venkovní ostění)	$d =$	0,12	m	$d =$	0,12	m
Plocha okna	$S_{ok1} =$	1,80	m ²	$S_{ok2} =$	5,00	m ²
Plocha zasklení	$S_{o1} =$	1,52	m ²	$S_{o2} =$	4,56	m ²

Součinitel prostupu tepla okna $U_w = 1,4 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$

Okna jsou na severovýchodní a severozápadní fasádě. Dle tabulky č. 10 normy ČSN 73 0548 je maximální intenzita sluneční radiace I_0 v 7 hodin.

Výška slunce nad obzorem $h = 25^\circ$
Sluneční azimut $\alpha = 88^\circ$
Azimut stěny SV $\gamma = 45^\circ$
Maximální intenzita sluneční radiace $I_0 = 361 \text{ W/m}^2$
Intenzita difuzní radiace $I_{\text{diff}} = 80 \text{ W/m}^2$

Tepelná zátěž z vnějšího prostředí

Tepelná zátěž okny

Vodorovný stín

$$e_1 = c \cdot \tan|\alpha - \gamma| \text{ [m]} \quad (1.10)$$

$$e_1 = 0,11 \text{ m}$$

Svislý stín

$$e_2 = d \cdot \frac{\tan h}{\cos|\alpha - \gamma|} \text{ [m]} \quad (1.11)$$

$$e_2 = 0,08 \text{ m}$$

c hloubka okna (venkovní nadpraží)

α sluneční azimut

γ azimut stěny

d hloubka okna (venkovní ostění)

h výška slunce nad obzorem

Osluněná část okna

$$S_{os} = [l_a - (e_1 - f)] \cdot [l_b - (e_2 - g)] \text{ [m]} \quad (1.12)$$

l_a výška zasklení

l_b šířka zasklení

f odstup od svislé stínící překážky

g odstup od vodorovné stínící překážky

Okno 1 SV: rozdíl azimutů je $<90^\circ$, $S_{o1,SV} = 1,31 \text{ m}^2$

Okno 2 SV: rozdíl azimutů je $<90^\circ$, $S_{o1,SV} = 4,35 \text{ m}^2$

Tepelný zisk sluneční radiací

$$Q_{or} = [S_{os} \cdot I_o \cdot c_o + (S_o - S_{os}) \cdot I_{o\ dif}] \cdot s \text{ [W]} \quad (1.13)$$

S_{os} osluněný povrch okna

S_o plocha zasklení

I_o celková intenzita sluneční radiace, procházející standartním jednoduchým zasklením

I_{diff} celková difúzní sluneční radiace, procházející standartním jednoduchým zasklením

c_o korekce na čistotu atmosféry

s stínící součinitel

Okno severovýchodní

$Q_{or/1 \text{ okno}} = 56 \text{ W}$

Celkem všechna okna

$Q_{or} = 56 \text{ W}$

Okno severovýchodní
Q_{or}/1 okno = 182 W

Celkem všechna okna
Q_{or}= 182 W

Tepelné zisky oken konvekcí

$$Q_{ok} = S_{ok} \cdot U_w \cdot (t_e - t_i) \quad [W] \quad (1.14)$$

S_{ok} plocha okna
U_w součinitel prostupu tepla okna
t_e teplota vnějšího vzduchu pro 10 hodin

Okno severovýchodní
Q_{ok}/1 okno = -16 W

Celkem všechna okna
Q_{ok}= -16 W

Okno severovýchodní
Q_{ok}/1 okno = -46 W

Celkem všechna okna
Q_{ok}= -46 W

Celková tepelná zátěž okny

$$Q_o = Q_{or} + Q_{ok} \quad [W] \quad (1.15)$$

$$Q_o = 177 \text{ W}$$

Tepelná zátěž vnějších stěn

Středně těžká stěna

$$Q_s = U_s \cdot S \cdot [(t_{rm} - t_i) + m \cdot (t_{r\psi} - t_{rm})] \quad [W] \quad (1.16)$$

U_s součinitel prostupu tepla stěnou
S plocha stěny bez otvorů
T_{rm} průměrná rovnocenné sluneční teplota vnějšího vzduchu za 24. hodin
M součinitel zmenšení teplotního kolísání
t_{rψ} rovnocenná sluneční teplota v době o Ψ dříve
Ψ fázové posunutí teplotního kmitu

Součinitel zmenšení teplotního kolísání

$$m \doteq \frac{1+7,6 \cdot \delta}{2500 \delta} \quad [-] \quad (1.17)$$

Fázové posunutí teplotních kmitů

$$\psi \doteq 32 \delta - 0,5 \quad [h] \quad (1.18)$$

δ tloušťka stěny
 Stěna severovýchodní $U_s=0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$
 $S= 2,43 \text{ m}^2$
 $t_{rm}= 27,8 \text{ }^\circ\text{C}$ $Q_{JZ}= -5 \text{ W}$

Celková tepelná zátěž vnějších stěn
 $Q_s= -5 \text{ W}$

Tepelná zátěž střechou

$$Q_{str} = U \cdot S \cdot (t_e - t_i) \text{ [W]} \quad (1.19)$$

U součinitel prostupu tepla střechou
 S plocha střechy
 T_e teplota vnějšího vzduchu v 10hodin

$$Q_{str} = 30 \text{ W}$$

Tepelná zátěž od vnitřních stěn

$$Q_{si} = U_s \cdot S \cdot (t_{io} - t_i) \text{ [W]} \quad (1.20)$$

U_s součinitel prostupu tepla stěnou
 S plocha stěny
 T_{io} teplota na druhé straně stěny

$$Q_{si} = 0 \text{ W}$$

Tepelná zátěž z vnitřního prostředí

Produkce tepla od lidí

$$Q_l = q_m \cdot n \text{ [W]} \quad (1.21)$$

q_m produkce citelného tepla lidmi pro různé teploty a různé činnosti (62)
 n počet osob (2)

$$Q_l= 124 \text{ W}$$

Produkce tepla svítidly

$$Q_{sv} = S_s \cdot P_s \cdot c_1 \cdot c_2 \quad [\text{W}] \quad (1.22)$$

S_s podlahová plocha zmenšená o přirozeně osvětlenou plochu

P_s výkon osvětlení vztažený k podlahové ploše

C_1 součinitel současnosti používání svítidel

C_2 zbytkový součinitel

$$Q_{sv} = 336 \text{ W}$$

Produkce tepla stroji

Hodnota byla určena teoreticky. Na hale se nenachází žádné masivní stroje.

$$Q_{st} = 0 \text{ W}$$

Vodní zisky

$$M_w = n_l \cdot m_{lw} \quad [\text{g/s}] \quad (1.23)$$

m_l produkce vodní páry na jednu osobu pro různé teploty a činnosti (116)

n_l počet osob (2)

$$M_w = 0,06 \text{ g/s}$$

Celková tepelná zátěž

$$Q_l = Q_{or} + Q_{ok} + Q_s + Q_{si} + Q_l + Q_{sv} \quad [\text{W}] \quad (1.24)$$

Tepelné zisky oken $Q_o = 177 \text{ W}$

Tepelná zátěž vnějších stěn $Q_s = -5 \text{ W}$

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

Tepelná zátěž střechou $Q_{str} = 30 \text{ W}$

Tepelná produkce lidí $Q_l = 124 \text{ W}$

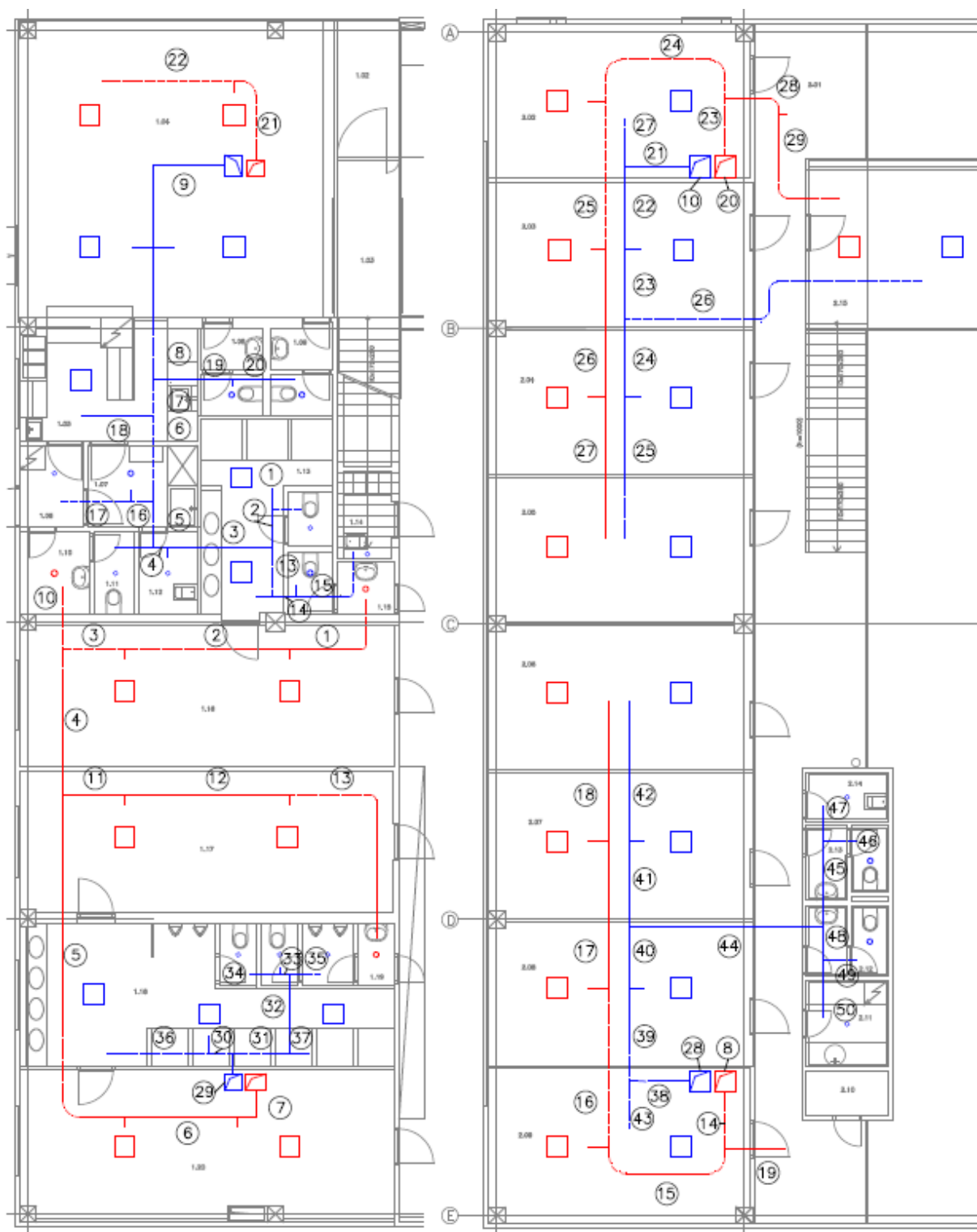
Tepelná produkce svítidel $Q_{sv} = 336 \text{ W}$

Produkce tepla stroji $Q_{st} = 0 \text{ W}$

Celková tepelná zátěž $Q_L = 663 \text{ W}$

Vodní zisky $M_w = 0,06 \text{ g/s}$

A2. Zařízení 2 – dimenzační schéma



A3. Zařízení 2 – dimenzační tabulky

Zařízení číslo 2																	
Přívodní potrubí																	
Z plánu				Předběžné				Hodnoty							Tlaková ztráta		Poznámky
				Skutečné - vypočtené													
č.u.	V	l	v'	S'	d'	d	a x b	d	S	v	R	ξ	R·L	Z	Z+R·L		
-	(m ³ h ⁻¹)	(m ³ s ⁻¹)	(ms ⁻¹)	(m ²)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(m ²)	(ms ⁻¹)	(pam ⁻¹)	-	(Pa)	(Pa)	(Pa)		
1	80	0,02	0,50	3	0,007	97,115	φ 125	125	0,012	1,81	0,52	1,2	0,26	2,4	2,6	1x koleno, odbočka, red.	
2	455	0,13	4,00	3	0,042	231,61	φ 250	250	0,049	2,57	0,27	0,6	1,08	2,4	3,5	odbočka, red.	
3	910	0,25	1,50	3	0,084	327,54	φ 315	315	0,078	3,24	0,42	0,6	0,63	3,8	4,4	odbočka	
4	940	0,26	3,55	3	0,087	332,89	φ 315	315	0,078	3,35	0,50	0,6	1,775	4,0	5,8	odbočka, red.	
5	1790	0,50	9,00	4	0,124	397,83	355x400	425	0,142	3,50	0,55	1,2	4,95	8,8	13,8	1xkoleno, odbočka, red.	
6	2150	0,60	3,30	4	0,149	436,01	400x400	450	0,159	3,76	0,41	0,3	1,353	2,5	3,9	odbočka	
7	2510	0,70	3,50	4	0,174	471,1	400x450	480	0,181	3,85	0,34	0,9	1,19	8,0	9,2	1xkoleno, odbočka	
8	3660	1,02	20,00	4,5	0,226	536,34	500x500	560	0,246	4,13	0,38	1,8	7,6	18,4	26,0	2xkoleno, odbočka, red.	
9	6010	1,67	2,50	5	0,334	652,01	560x630	670	0,353	4,74	0,30	1,1	0,75	14,8	15,5	odbočka, redukce	
													Σ		85		
															28	talířový ventil	
															1	regulační klapka	
													Σ Δp ₂		114	Celková tlaková ztráta	

Zbývající úseky hlavní větve

10	110	0,03	2,0	3	0,010	113,88	φ 125	125	0,012	2,49	1	0,3	2	1,1	3,1	redukce
11	850	0,24	1,5	3	0,079	316,56	φ 315	315	0,078	3,03	0,45	0,3	0,675	1,7	2,3	redukce
12	490	0,14	4,0	3	0,045	240,35	φ 250	250	0,049	2,77	0,45	0,6	1,8	2,8	4,6	odbočka, redukce
13	130	0,04	5,3	3	0,012	123,8	φ 140	140	0,015	2,35	1	1,2	5,3	4,0	9,3	1x koleno, odbočka, red.
14	1135	0,32	6,0	3	0,105	365,8	φ 355	355	0,099	3,19	0,25	0,6	1,5	3,7	5,2	odbočka, redukce
15	1025	0,28	6,0	3	0,095	347,62	φ 355	355	0,099	2,88	0,25	1,5	1,5	7,4	8,9	2x koleno, odbočka
16	900	0,25	3,8	3	0,083	325,74	φ 355	355	0,099	2,53	0,45	0,6	1,71	2,3	4,0	odbočka, redukce
17	600	0,17	3,8	3	0,056	265,96	φ 315	315	0,078	2,14	0,67	0,6	2,546	1,6	4,2	odbočka, redukce
18	300	0,08	4,3	3	0,028	188,06	φ 225	225	0,040	2,10	0,67	0,6	2,881	1,6	4,5	odbočka, redukce
19	125	0,03	2,0	3	0,012	121,39	φ 125	125	0,012	2,83	0,67	0,6	1,34	2,9	4,2	odbočka, redukce
														Σ	46,0	Pa

Vedlejší větev číslo 1

20	2335	0,65	20,0	4	0,162	454,38	400x500	500	0,196	3,30	0,34	1,5	6,8	9,8	16,6	2x koleno, red.
21	900	0,25	3,5	3	0,083	325,74	φ 315	315	0,078	3,21	0,45	1,8	1,575	11,1	12,7	2x koleno, odbočka, red.
22	450	0,13	4,0	3	0,042	230,33	φ 250	250	0,049	2,55	0,67	0,6	2,68	2,3	5,0	odbočka, redukce
23	1435	0,40	1,0	3	0,133	411,31	φ 400	400	0,126	3,17	0,58	0,3	0,58	1,8	2,4	redukce
24	1025	0,28	5,2	3	0,095	347,62	φ 355	355	0,099	2,88	0,45	1,5	2,34	7,4	9,8	2x koleno, odbočka
25	900	0,25	3,6	3	0,083	325,74	φ 355	355	0,099	2,53	0,45	0,6	1,62	2,3	3,9	odbočka, redukce
26	600	0,17	3,6	3	0,056	265,96	φ 315	315	0,078	2,14	0,67	0,6	2,412	1,6	4,1	odbočka, redukce
27	300	0,08	3,6	3	0,028	188,06	φ 225	225	0,040	2,10	0,67	0,6	2,412	1,6	4,0	odbočka, redukce
28	425	0,12	2,5	3	0,039	223,84	φ 225	225	0,040	2,97	0,67	0,6	1,675	3,2	4,8	1x koleno, odbočka, red.
29	300	0,08	4,0	3	0,028	188,06	φ 200	200	0,031	2,65	0,45	1,5	1,8	6,3	8,1	1x koleno, redukce
														Σ	71,5	Pa

Zařízení číslo 2 - Zázemí

Odvodní potrubí																				
Z plánu				Hodnoty												Tlaková ztráta				Poznámky
				Předběžné				Skutečně - vypočtené												
č.u.	V			I	V'	S'	d'	d	a×b	d	S	v	R	ξ	R·L	Z	Z+R·L			
-	(m ³ h ⁻¹)	(m ³ s ⁻¹)		(m)	(ms ⁻¹)	(m ²)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(m ²)	(ms ⁻¹)	(Pam ⁻¹)	-	(Pa)	(Pa)	(Pa)			
1	350	0,10		2,20	3	0,032	203,13	φ 250	250	250	0,049	1,98	0,82	0,6	1,804	1,4	3,2	1x koleno		
2	400	0,11		0,50	3	0,037	217,16	φ 250	250	250	0,049	2,26	1,00	0,9	0,5	2,8	3,3	odbočka, redukce		
3	860	0,24		2,50	3	0,080	318,41	φ 355	355	355	0,099	2,41	0,45	0,8	1,125	2,8	3,9	odbočka		
4	890	0,25		0,50	3	0,082	323,92	φ 355	355	355	0,099	2,50	0,45	0,6	0,225	2,2	2,5	odbočka		
5	1000	0,28		1,00	3	0,093	343,35	φ 355	355	355	0,099	2,81	0,31	0,8	0,31	3,8	4,1	odbočka		
6	1080	0,30		2,00	3	0,100	356,82	φ 355	355	355	0,099	3,03	0,31	0,9	0,62	5,0	5,6	odbočka, red.		
7	1180	0,33		0,50	3	0,109	372,98	φ 355	355	355	0,099	3,31	0,31	0,6	0,155	3,9	4,1	odbočka		
8	1340	0,37		2,50	3,5	0,106	367,98	φ 355	355	355	0,099	3,76	0,45	0,9	1,125	7,6	8,8	odbočka, red.		
9	1870	0,52		5,00	3,5	0,148	434,7	355x355	400	400	0,126	4,13	0,40	1,7	2	17,4	19,4	1x koleno, odbočka, red.		
10	3195	0,89		20,00	4,5	0,197	501,11	400x500	500	500	0,196	4,52	0,35	2,1	7	25,7	32,7	2x koleno, odbočka, red.		
11	6010	1,67		2,00	5	0,334	652,01	560x630	670	670	0,353	4,74	0,32	0,8	0,64	10,8	11,4	odbočka		
														Σ	99					
															29				výustka	
															1				regulační klapka	
														Σ Δp ₂	129				Celková tlaková ztráta	

Zbývající úseky hlavní větve																
13	460	0,13	0,5	3	0,043	232,87	φ 280	280	0,062	2,08	0,67	0,3	0,335	0,8	1,1	redukce
14	110	0,03	1,0	3	0,010	113,88	φ 140	140	0,015	1,98	1,00	1,1	1	2,6	3,6	odbočka, redukce
15	30	0,01	2,0	3	0,003	59,471	φ 80	80	0,005	1,66	0,31	2,1	0,62	3,5	4,1	2xkoleno, odbočka, red.
16	80	0,02	0,5	3	0,007	97,115	φ 100	100	0,008	2,83	1,00	0,3	0,5	1,4	1,9	redukce
17	30	0,01	2,3	3	0,003	59,471	φ 80	80	0,005	1,66	0,31	0,9	0,713	1,5	2,2	odbočka, redukce
18	100	0,03	2,3	3	0,009	108,58	φ 125	125	0,012	2,26	0,67	0,3	1,541	0,9	2,5	redukce
19	160	0,04	1,9	3	0,015	137,34	φ 140	140	0,015	2,89	1,00	0,3	1,9	1,5	3,4	redukce
20	80	0,02	2,3	3	0,007	97,115	φ 100	100	0,008	2,83	1,25	0,9	2,875	4,3	7,2	odbočka, redukce
21	1325	0,37	1,5	3	0,123	395,23	φ 355	355	0,099	3,72	0,21	0,3	0,315	2,5	2,8	redukce
22	1200	0,33	2,0	3	0,111	376,13	φ 355	355	0,099	3,37	0,45	1,1	0,9	7,5	8,4	odbočka, redukce
23	900	0,25	3,6	3	0,083	325,74	φ 315	315	0,078	3,21	0,31	0,9	1,116	5,6	6,7	odbočka, redukce
24	600	0,17	3,6	3	0,056	265,96	φ 315	315	0,078	2,14	0,67	0,9	2,412	2,5	4,9	odbočka, redukce
25	300	0,08	3,6	3	0,028	188,06	φ 225	225	0,040	2,10	0,67	0,9	2,412	2,4	4,8	odbočka, redukce
26	300	0,08	16,1	3	0,028	188,06	φ 200	200	0,031	2,65	0,45	2,7	7,245	11,4	18,6	3xkoleno, odbočka, red.
27	125	0,03	3,6	3	0,012	121,39	φ 140	140	0,015	2,26	0,67	0,3	2,412	0,9	3,3	redukce
													Σ	72	Pa	

Z plánu				Hodnoty								Tlaková ztráta				Poznámky
Předběžné				Skutečné - vypočtené								R·L (Pa)Z (Pa)Z+R·L (Pa)				
Č.u.	V	I	v'	S'	d'	d	a·b	d	S	v	R	ξ	R·L (Pa)	Z (Pa)	Z+R·L (Pa)	
-	(m ³ h ⁻¹)	(m)	(ms ⁻¹)	(m ²)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(m ²)	(ms ⁻¹)	(Pam ⁻¹)	-	(Pa)	(Pa)	(Pa)	
Vedlejší větev číslo 1 (Spodní)																
28	2815	0,78	20,0	4	0,195	498,9	400x500	500	0,196	3,98	0,31	1,5	6,2	14,3	20,5	2xkoleno, redukce
29	1570	0,44	3,5	3,5	0,125	398,3	355x355	400	0,126	3,47	0,24	0,9	0,84	6,5	7,3	odbočka, redukce
30	920	0,26	0,8	3	0,085	329,3	φ 315	315	0,078	3,28	0,31	1,1	0,248	7,1	7,3	odbočka, redukce
31	650	0,18	0,6	3	0,060	276,8	φ 280	280	0,062	2,93	0,31	0,3	0,186	1,5	1,7	redukce
32	180	0,05	1,5	3	0,017	145,7	φ 180	180	0,025	1,96	1,25	0,9	1,875	2,1	4,0	odbočka, redukce
33	115	0,03	1	3	0,011	116,4	φ 140	140	0,015	2,08	1,00	0,9	0,5	2,3	2,8	odbočka, redukce
34	50	0,01	1,5	3	0,005	76,78	φ 100	100	0,008	1,77	1,25	0,6	1,875	1,1	3,0	odbočka, redukce
35	65	0,02	1,5	3	0,006	87,54	φ 100	100	0,008	2,30	1,25	0,6	1,875	1,9	3,8	odbočka, redukce
36	460	0,13	0,8	3	0,043	232,9	φ 250	250	0,049	2,60	0,67	0,6	0,503	2,4	2,9	odbočka, redukce
37	470	0,13	0,8	3	0,044	235,4	φ 250	250	0,049	2,66	0,67	0,6	0,503	2,5	3,0	odbočka, redukce
38	1245	0,35	1,9	3	0,115	383,1	φ 355	355	0,099	3,49	0,21	0,3	0,399	2,2	2,6	redukce
39	1120	0,31	2,1	3	0,104	363,4	φ 355	355	0,099	3,14	0,39	1,1	0,819	6,5	7,3	odbočka, redukce
40	820	0,23	3,6	3	0,076	310,9	φ 315	315	0,078	2,92	0,21	0,6	0,756	3,1	3,8	odbočka
41	600	0,17	3,6	3	0,056	266	φ 315	315	0,078	2,14	0,45	0,9	1,62	2,5	4,1	odbočka, redukce
42	300	0,08	0,5	3	0,028	188,1	φ 225	225	0,040	2,10	0,67	0,3	0,335	0,8	1,1	redukce
43	125	0,03	1,5	3	0,012	121,4	φ 140	140	0,015	2,26	0,90	0,3	1,35	0,9	2,3	redukce
44	220	0,06	4,5	3	0,020	161	φ 180	180	0,025	2,40	0,90	1,1	4,05	3,8	7,9	odbočka, redukce
45	110	0,03	2,5	3	0,010	113,9	φ 140	140	0,015	1,98	0,67	0,3	1,675	0,7	2,4	redukce
46	50	0,01	0,8	3	0,005	76,78	φ 100	100	0,008	1,77	0,67	0,6	0,503	1,1	1,6	odbočka, redukce
47	30	0,01	0,8	3	0,003	59,47	φ 80	80	0,005	1,66	0,67	0,6	0,503	1,0	1,5	odbočka, redukce
48	110	0,03	1,0	3	0,010	113,9	φ 140	140	0,015	1,98	1,00	0,3	1	0,7	1,7	redukce
49	50	0,01	0,8	3	0,005	76,78	φ 100	100	0,008	1,77	0,67	0,6	0,503	1,1	1,6	odbočka, redukce
50	30	0,01	1,3	3	0,003	59,47	φ 80	80	0,005	1,66	0,67	0,6	0,838	1,0	1,8	odbočka, redukce
													Σ		93	Pa

A4. Zařízení 1 – vzduchotechnická jednotka

REMAK

Název projektu

Vzduchotechnika průmyslové haly

Technická specifikace zařízení

Číslo zařízení	Název zařízení	Určení jednotky	Strana
01	Hala	Standardní prostředí	2

ID nabídky

Vypracoval

Projekt vytvořen:

Tisk:

David Schenk - VUT FAST

02.01.2018,12:15

21.05.2018,14:26

ID nabídky
Projekt
Číslo / Název zařízení
Určení jednotky

[1] Vzduchotechnika průmyslové haly
01 / Hala
Standardní prostředí



STRUČNÁ SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ

Základní parametry zařízení

Druh, rozměr	AeroMaster XP 28	
Typ řídicího systému	Není	
Hmotnost (+10%)	3 774 kg	
Umístění jednotky	Vnější	
Materiálové provedení		
Vnější plášť	Lakovaný plech (RAL 9002)	
Vnitřní plášť	Pozinkovaný plech	
	Přívod	Odvod
Průtok vzduchu	22760 m³/h	22760 m³/h
Externí tlaková rezerva	101 Pa	91 Pa
Rychlost v průřezu	3.29 m/s	3.29 m/s
Příkon ventilátorů	6.12 kW	5.19 kW
1. stupeň filtrace	M5	M5
2. stupeň filtrace	-	-
SFP	967 W.m⁻³.s	821 W.m⁻³.s

Model box AMXP3



Parametry pláště dle EN1886			
Celkový příkon jednotky	30.05 kW	Mechanická stabilita	D2(M)
Napájecí napětí		Netěsnost skříně	L2(M)
Celkový proud I _{max}		Termická izolace	T3(M)
		Faktor tepelných mostů	TB3(M)
SFP _{AHU}	1788 W.m⁻³.s	Netěsnost mezi filtrem a rámem	< 0,5 % (F9)

Nejdůležitější parametry vybraných komponentů

	Na straně vzduchu		Na straně média	
Zpětný zisk tepla	-15.0 → 8.9 °C	68 %		
Směšování	8.9 → 17.4 °C	77.0 %		
Ohřev	17.4 → 26.0 °C	64.1 kW	70/49 °C, Voda, 2.5 kPa, 2.62 m³/h	
Chlazení	28.4 → 27.0 °C	10.0 kW	7/13 °C, Voda, 1.1 kPa, 1.43 m³/h	
Vlhčení	26.0 → 26.0 °C	23 → 27 %	25.0 kg/h, 18.8 kW	

Detailní specifikace a výsledné parametry jsou součástí detailní specifikace vzduchotechnického zařízení

Hlukové parametry zařízení

	LwA _{okt} * [dB]								LwA** [dB(A)]
Oktávové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Přívod - sání	47	67	71	68	64	64	53	50	75
Přívod - výtlač	54	73	84	91	91	91	85	79	97
Přívod - okolí	47	57	65	64	61	61	56	46	70
Odvod - sání	47	67	73	70	69	71	62	60	78
Odvod - výtlač	53	68	68	63	50	54	59	62	72
Odvod - okolí	48	58	65	64	61	62	56	47	70

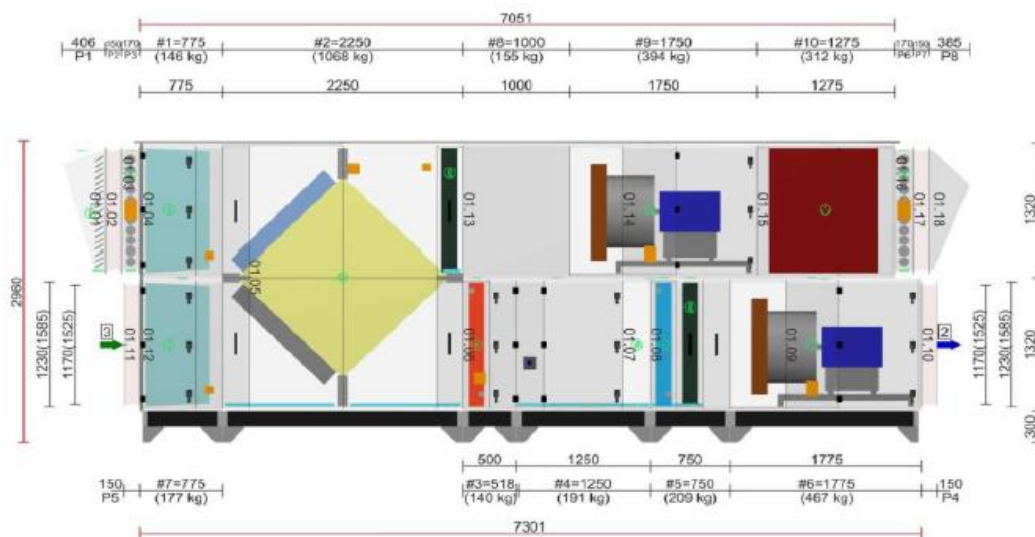
* Hladiny akustického výkonu v oktávových pásmech

** Celková hladina akustického výkonu

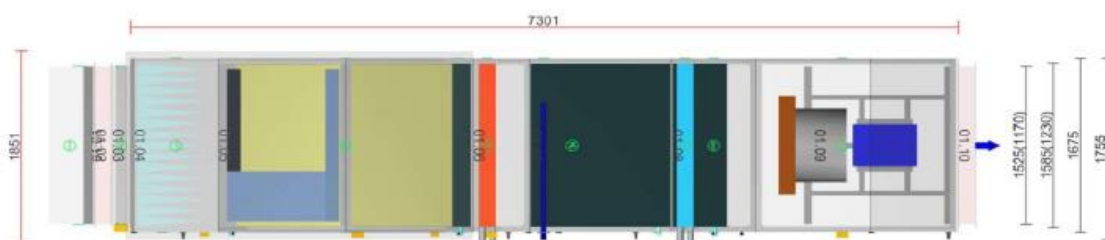
GRAFICKÉ POHLEDY

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



ID nabídky
 Projekt [1] Vzduchotechnika průmyslové haly
 Číslo / Název zařízení 01 / Hala
 Určení jednotky Standardní prostředí



DETAILNÍ PARAMETRY ZAŘÍZENÍ

01.01 Protidešťová žaluzie Přívod XPZO 1525-1170

Kód XPZO1511R
 Nominální průtok vzduchu 5235 m³/h
 Tlaková ztráta 2 Pa

01.02 Tlumič vložka Přívod DV 1525-1170

Kód VDV011511
 Nominální průtok vzduchu 5235 m³/h

01.03 Klapka Přívod LK 1525-1170

Kód VLK011511
 Nominální průtok vzduchu 5235 m³/h
 Plocha klapky 1,78 m²
 Třída těsnosti 2
 Počet servopohonů 1 ks
 Krouticí moment serva 20 Nm

Příslušenství vestavěné

- Servopohon SM 24A-SR, Kód: XPSESS24S, Počet: 1

01.04 Filtr Přívod XPNH 28/5 ECOD

Kód XPNH028-S005S
 Servisní přístup Zprava
 Materiál vnitřního pláště Pozinkovaný plech
 Nominální průtok vzduchu 5235 m³/h
 Tlaková ztráta 105 Pa
 Třída filtrace M5
 Typ filtru Kapsový
 Počáteční / Koncová tlaková ztráta 10 / 200 Pa
 Koncová tlaková ztráta podle výrobce 450 Pa

Příslušenství vestavěné

- Panel čelní - vstup XPK 28/P, Kód: XPKO028RS-P, Počet: 1
- Montážní sada panelu XPK 28/P (MSP), Kód: MPKO028RS-P, Počet: 1
- Snímač tlakové difference P33 N (30 - 500 Pa), Kód: XPP33N, Počet: 1

Skladba filtru

- Kód AX **11Z50041861**
- Rozměr vložky (délka × výška × hloubka) 287x592x550 mm
- Třída filtrace M5
- Počet kapes v jedné vložce 3 ks
- Počet vložek v jedné filtrační vestavbě **2 ks**
- Kód AX **11Z50041866**
- Rozměr vložky (délka × výška × hloubka) 592x592x550 mm
- Třída filtrace M5
- Počet kapes v jedné vložce 6 ks
- Počet vložek v jedné filtrační vestavbě **4 ks**

ID nabídky
 Projekt [1] Vzduchotechnika průmyslové haly
 Číslo / Název zařízení 01 / Hala
 Určení jednotky Standardní prostředí



DETAILNÍ PARAMETRY ZAŘÍZENÍ

01.01 Protidešťová žaluzie	Přívod	XPZO 1525-1170
Kód	XPZO51511R	
Nominální průtok vzduchu	5235 m³/h	
Tlaková ztráta	2 Pa	
01.02 Tlumicí vložka	Přívod	DV 1525-1170
Kód	VDV011511	
Nominální průtok vzduchu	5235 m³/h	
01.03 Klapka	Přívod	LK 1525-1170
Kód	VLK011511	
Nominální průtok vzduchu	5235 m³/h	
Plocha klapek	1.78 m²	
Třída těsnosti	2	
Počet servopohonů	1 ks	
Krouticí moment serva	20 Nm	
Příslušenství vestavěné		
• Servopohon SM 24A-SR, Kód: XPSESS24S, Počet: 1		
01.04 Filtr	Přívod	XPNH 28/5 ECOD
Kód	XPNH028-S005S	
Servisní přístup	Zprava	
Materiál vnitřního pláště	Pozinkovaný plech	
Nominální průtok vzduchu	5235 m³/h	
Tlaková ztráta	105 Pa	
Třída filtrace	M5	
Typ filtru	Kapsový	
Počáteční / Koncová tlaková ztráta	10 / 200 Pa	
Koncová tlaková ztráta podle výrobce	450 Pa	

Příslušenství vestavěné

- Panel čelní - vstup XPK 28/P, Kód: XPKO028RS-P, Počet: 1
- Montážní sada panelu XPK 28/P (MSP), Kód: MPKO028RS-P, Počet: 1
- Snímač tlakové difference P33 N (30 - 500 Pa), Kód: XPP33N, Počet: 1

Skladba filtru

- | | |
|---|--------------------|
| • Kód AX | 11Z50041861 |
| • Rozměr vložky (délka × výška × hloubka) | 287x592x550 mm |
| • Třída filtrace | M5 |
| • Počet kapes v jedné vložce | 3 ks |
| • Počet vložek v jedné filtrační vestavbě | 2 ks |
| | |
| • Kód AX | 11Z50041866 |
| • Rozměr vložky (délka × výška × hloubka) | 592x592x550 mm |
| • Třída filtrace | M5 |
| • Počet kapes v jedné vložce | 6 ks |
| • Počet vložek v jedné filtrační vestavbě | 4 ks |

Určení jednotky

Standardní prostředí



01.05 Deskový rekuperátor	Přívod/Odvod	XPMK 28/BS (FV - 120/R - 157 - Optim)		
Kód	XPMK128RS0-L11S121FVGR01		Zima	Léto
Nominální průtok vzduchu	22760 / 22760 m³/h	Teplota / Vlhkost - Přívod		
Tlaková ztráta	24 / 25 Pa	Vstup	-15,0 °C / 95 %	33,0 °C / 35 %
Rychlost v průřezu	1,1 / 1,1 m/s	Výstup	8,9 °C / 14 %	33,0 °C / 35 %
Materiálové provedení kostky	V - Standard	Teplota / Vlhkost - Odvod		
Typ	-	Vstup	20,0 °C / 40 %	27,0 °C / 55 %
Rozteč lamel	4,6 mm	Výstup	0,8 °C / 100 %	27,0 °C / 55 %
		Účinnost	68 %	
		Suchá teplotní účinnost	62 %	
		Výkon	41,0 kW	

Příslušenství vestavěné

- Obtoková klapka LK (PMO), Kód: , Počet: 1
- Servopohon klapky obtoku SM 24A-SR/D, Kód: XPS5524S, Počet: 1
- Snímač namrzání P33 M (30 - 500 Pa) D, Kód: XPP33M, Počet: 1

01.05 Eliminátor kapek	Odvod	XPNU 28
Nominální průtok vzduchu	22760 m³/h	
Tlaková ztráta	3 Pa	

01.05 Eliminátor kapek	Přívod	XPBATH 28
Nominální průtok vzduchu	22760 m³/h	

01.05 Směšování	Přívod	XPMIX 28		
Kód	XPMK128RS0-L11S121FVGRO1		Zima	Léto
Nominální průtok vzduchu	22760 m³/h	Teplota / Vlhkost		
Tlaková ztráta	28 / Pa	Vstup	8.9 °C / 14 %	33.0 °C / 35 %
		Výstup	17.4 °C / 38 %	28.4 °C / 50 %
		Poměr cirkul. vzduchu (ICH)	0.0 %	0.0 %
		Poměr cirkul. vzduchu	77.0 %	77.0 %

Příslušenství vestavěné

- Směšovací klapka LK, Kód: , Počet: 1
- Servopohon směšování SM 24A-SR, Kód: XPSESS24S, Počet: 1

01.06 Vodní ohřevač		Přívod	XPNC 28/1R	
Kód	XPNC028-S01		Zima	Léto
Nominální průtok vzduchu	22760 m³/h	Teplota / Vlhkost		
Tlaková ztráta	41 Pa	Vstup	17.4 °C / 38 %	28.4 °C / 50 %
Rychlost v průřezu	4.1 m/s	Výstup	26.0 °C / 23 %	28.4 °C / 50 %
Teplonosné medium	Voda			
Počet řad	1	Teplotní spád		70 / 49 °C
Počet okruhů	1			
Rozteč lamel	2.1 mm	Výkon	64.1 kW	
Materiál				
Materiál trubek	Cu	Teplonosné medium		
Materiál lamel	Al	Průtok	2.62 m³/h	
Připojení		Tlaková ztráta	2.5 kPa	
Průměr připojení	2"			
Vodní obsah	11.03l			
Typ	8.35.CU.11.AL.31.01.1425.21.W.X.X.010.031.R 2" L			

Příslušenství vestavěné

ID nabídky
Projekt [1] Vzduchotechnika průmyslové haly
Číslo / Název zařízení 01 / Hala
Určení jednotky Standardní prostředí



- Protimrazové čidlo NS 130 R, Kód: XPNS130R, Počet: 1
- Doplnková protimrazová ochrana CAP 3M, Kód: XPNSCAP3, Počet: 1

Příslušenství nenařtované

- Směšovač uzel SUMX 6,3/EU (3), Kód: VSU0463B-, Počet: 1

01.07 Zvlhčovač parní	Přívod	CA-UE 25/125C		
Kód	CA-UE0251251C		Zima	Léto
Nominální průtok vzduchu	22760 m³/h	Teplota /Vlhkost		
Tlaková ztráta	20 Pa	Vstup	26.0 °C / 23 %	28.4 °C / 50 %
Systém distribuce páry	elektrodový	Výstup	26.0 °C / 27 %	28.4 °C / 50 %
Napájecí napětí zvlhčovače	3NPE 400 V, 50 Hz			
Elektrický příkon zvlhčovače	18.8 kW	Parní výkon (požadovaný)	24.9 kg/h	
Délka připojovacích hadic	3 m	Parní výkon (skutečný)	25.0 kg/h	
		Zvlhčovací dráha (minimální)	0.1 m	

Příslušenství vestavěné

- Základní hygrostat DPDC, Kód: 31E55010198, Počet: 1
- Omezovací hygrostat DPDC, Kód: 31E55010198, Počet: 1

Příslušenství nenařtované

- Souprava pro odvod kondenzátu XPOO 301, Kód: XPOOS31, Počet: 1

01.08 Vodní chladič	Přívod	XPND 28/1R		
Kód	XPND028-S01		Zima	Léto
Nominální průtok vzduchu	22760 m³/h	Teplota /Vlhkost		
Tlaková ztráta	42 Pa	Vstup	26.0 °C / 27 %	28.4 °C / 50 %
Suchá tlaková ztráta	- Pa	Výstup	26.0 °C / 27 %	27.0 °C / 54 %
Rychlost v průřezu	4.1 m/s			
Teplonosné médium	Voda	Teplotní spád	7 / 13 °C	
Počet řad	1			
Počet okruhů	1	Výkon		10.0 kW
Rozeč lámel	2.1 mm	Množství kondenzátu		0.0 kg/h
Materiál		Teplonosné médium		
Materiál trubek	Cu	Průtok teplonos. média		1.43 m³/h
Materiál lamel	Al	Tlaková ztráta		1.1 kPa
Připojení				
Průměr připojení	2"			
Vodní obsah	11.03l			
Typ	8.35.CU.11.AL.31.01.1425.21.W.X.X.010.031.R 2" L			

Poznámka: Ventilátor je navržen na základě mokré tlakové ztráty výměníku.

Příslušenství nenařtované

- Směšovač uzel chladiče SUMX 2,5/EU (1), Kód: VSU0425B-, Počet: 1
- Souprava pro odvod kondenzátu XPOO 301, Kód: XPOOS31, Počet: 1

01.08 Eliminátor kapek	Přívod	XPNU 28		
Kód	XPNU028-S0			
Nominální průtok vzduchu	22760 m³/h			
Tlaková ztráta	58 Pa			

ID nabídky
Projekt
Číslo / Název zařízení
Určení jednotky

[1] Vzduchotechnika průmyslové haly
01 / Hala
Standardní prostředí



01.09 Ventilátor	Přívod	XPVP 710-7,5/J4 (IE2)
Kód	XPVP028RS071OPAD4B75A1	
Nominální průtok vzduchu	22760 m³/h	
Statický tlak	422 Pa	
Celkový tlak	544 Pa	
Externí tlaková ztráta	101 Pa	
Proud v pracovním bodě	12.33A	
Výkon na hřídeli	5406 W	
Otáčky ventilátoru (n)/(nmax)	1334/14001/min	
Požadované otáčky v prac. bodě	95 %	
Účinnost – η_{st}	64 %	
Účinnost – $\eta_{\text{st,sys}}$	56 %	
Účinnost – $\eta_{\text{st,sys}}$	44 %	
Elektrický příkon	6.12 kW	
Specifický výkon ventilátoru	967 W.m⁻³.s	
Rychlost v průřezu	3.29 m/s	
Pracovní frekvence	45 Hz	
Pracovní frekvence max.	48 Hz	
Typ ventilátoru	S volným oběžným kolem	
Typ	ER71C-4DN.H7.1R	
Zapojení ventilátoru	Samostatně	
Převod	Přímý	
K-faktor	490	
Max. rozsah čidla průtoku vzduchu	26838 m³/h	
Motor		
Třída účinnosti motoru	IE2	
Výkon motoru nom.	7500 W	
Jmenovitý proud	14.79A	
Napájecí napětí motoru	3NPE 400 V, 50 Hz	
Počet pólů	4	
Jištění	Termistory	

Poznámka: Ventilátor je navržen se zohledněním systémového efektu.

Příslušenství vestavěné

- Panel čelní - výtlač XPK 28/P, Kód: XPKO028RS-P, Počet: 1, Tlaková ztráta: 1 Pa
- Montážní sada panelu XPK 28/P (MSP), Kód: MPKO028RS-P, Počet: 1
- Regulace na konstantní tlak/průtok CPG-P (příprava pro čidlo CPG), Kód: CPG03, Počet: 1

Příslušenství nenamontované

- Regulátor výkonu XPFM 7.5 (IP21), Kód: XPFMIM753B20, Počet: 1
- Servisní vypínač XPSV S25/03-E, Kód: XPSVV253, Počet: 1

01.10 Tlumič vložka	Přívod	DV 1525-1170
Kód	VDV011511	
Nominální průtok vzduchu	22760 m³/h	
01.11 Tlumič vložka	Odvod	DV 1525-1170
Kód	VDV011511	
Nominální průtok vzduchu	22760 m³/h	

ID nabídky
Projekt [1] Vzduchotechnika průmyslové haly
Číslo / Název zařízení 01 / Hala
Určení jednotky Standardní prostředí



01.12 Filtr	Odvod	XPNH 28/5 ECOD
Kód	XPNH028-S005S	
Servisní přístup	Zprava	
Materiál vnitřního pláště	Pozinkovaný plech	
Nominální průtok vzduchu	22760 m³/h	
Tlaková ztráta	136 Pa	
Třída filtrace	M5	
Typ filtru	Kapsový	
Počáteční / Koncová tlaková ztráta	72 / 200 Pa	
Koncová tlaková ztráta podle výrobce	450 Pa	

Příslušenství vestavěné

- Panel čelní - vstup XPK 28/P, Kód: XPK0028RS-P, Počet: 1, Tlaková ztráta: 1 Pa
- Montážní sada panelu XPK 28/P (MSP), Kód: MPKO028RS-P, Počet: 1
- Snímač tlakové difference P33 N (30 - 500 Pa), Kód: XPP33N, Počet: 1

Skladba filtru

- | | |
|---|--------------------|
| • Kód AX | 11Z50041861 |
| • Rozměr vložky (délka × výška × hloubka) | 287x592x550 mm |
| • Třída filtrace | M5 |
| • Počet kapes v jedné vložce | 3 ks |
| • Počet vložek v jedné filtrační vestavbě | 2 ks |
| | |
| • Kód AX | 11Z50041866 |
| • Rozměr vložky (délka × výška × hloubka) | 592x592x550 mm |
| • Třída filtrace | M5 |
| • Počet kapes v jedné vložce | 6 ks |
| • Počet vložek v jedné filtrační vestavbě | 4 ks |

01.13 Sekce prázdná	Odvod	XPJP 28/E
---------------------	-------	-----------

Kód	XPJP028RS0-E	
Nominální průtok vzduchu	5235 m³/h	

01.14 Ventilátor	Odvod	XPVP 710-7,5/J4 (IE2)
------------------	-------	-----------------------

Kód	XPVP028RS071OPAD4B75A1	
Nominální průtok vzduchu	5235 m³/h	
Statický tlak	286 Pa	
Celkový tlak	409 Pa	
Externí tlaková ztráta	91 Pa	
Proud v pracovním bodě	11.33 A	
Výkon na hřídeli	4557 W	
Otáčky ventilátoru (n)/(n _{max})	1286/1400 1/min	
Požadované otáčky v prac. bodě	92 %	
Účinnost – η _{EL}	57 %	
Účinnost – η _{S,sys}	50 %	
Účinnost – η _{st,sys}	35 %	
Elektrický příkon	5.19 kW	
Specifický výkon ventilátoru	821 W.m ⁻³ .s	
Rychlost v průřezu	0.76 m/s	
Pracovní frekvence	44 Hz	
Pracovní frekvence max.	48 Hz	
Typ ventilátoru	S volným oběžným kolem	
Typ	ER71C-4DN.H7.1R	
Zapojení ventilátoru	Samostatně	
Převod	Přímý	
K-faktor	490	
Max. rozsah čidla průtoku vzduchu	26838 m³/h	
Motor		
Třída účinnosti motoru	IE2	

ID nabídky
Projekt
Číslo / Název zařízení
Určení jednotky

[1] Vzduchotechnika průmyslové haly
01 / Hala
Standardní prostředí



Výkon motoru nom.	7500 W
Jmenovitý proud	14.79 A
Napájecí napětí motoru	3NPE 400 V, 50 Hz
Počet pólů	4
Jištění	Termistory

Poznámka: Ventilátor je navržen se zohledněním systémového efektu.

Příslušenství vestavěné

- Regulace na konstantní tlak/průtok CPG-P (příprava pro čidlo CPG), Kód: CPG03, Počet: 1

Příslušenství nenamontované

- Regulátor výkonu XPFM 7.5 (IP21), Kód: XPFMIM753B20, Počet: 1
- Servisní vypínač XPSV S25/03-E, Kód: XPSVV2.53, Počet: 1

01.15 Tlumič hluku	Odvod	XPPO 28/S
Kód	XPPO028RS0-S	
Nominální průtok vzduchu	5235 m³/h	
Tlaková ztráta	2 Pa	

Příslušenství vestavěné

- Panel čelní - výstup XPK 28/P, Kód: XPKO028RS-P, Počet: 1
- Montážní sada panelu XPK 28/P (MSP), Kód: MPKO028RS-P, Počet: 1

01.16 Klapka	Odvod	LK 1525-1170
Kód	VLK011511	
Nominální průtok vzduchu	5235 m³/h	
Plocha klapek	1.78 m²	
Třída těsnosti	2	
Počet servopohonů	1 ks	
Krouticí moment serva	20 Nm	

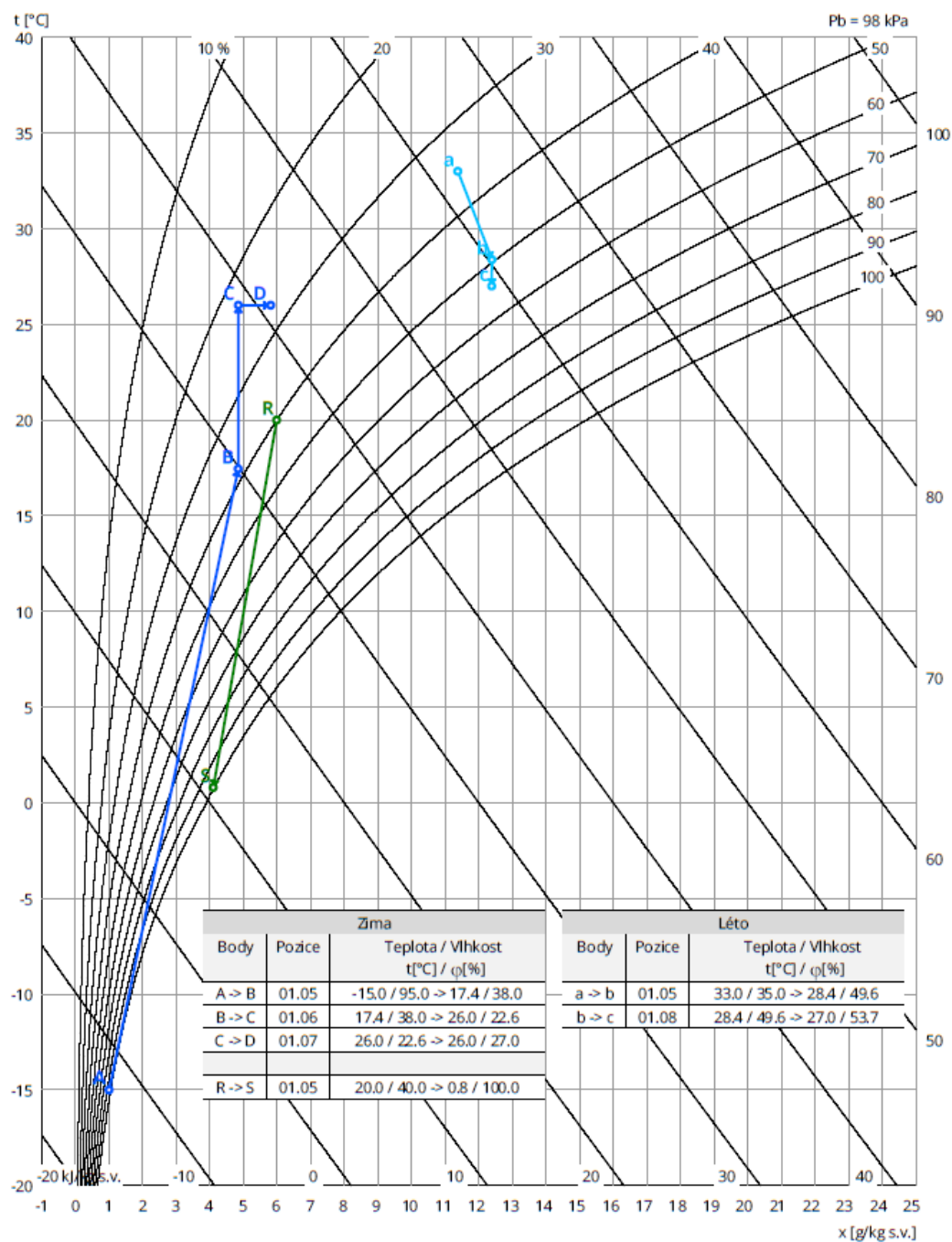
Příslušenství vestavěné

- Servopohon SM 24A-SR, Kód: XPSESS24S, Počet: 1

01.17 Tlumič vložka	Odvod	DV 1525-1170
Kód	VDV011511	
Nominální průtok vzduchu	5235 m³/h	

01.18 Výfukový nástavec	Odvod	XPFO 1525-1170
Kód	XPFOS1511R	
Nominální průtok vzduchu	5235 m³/h	

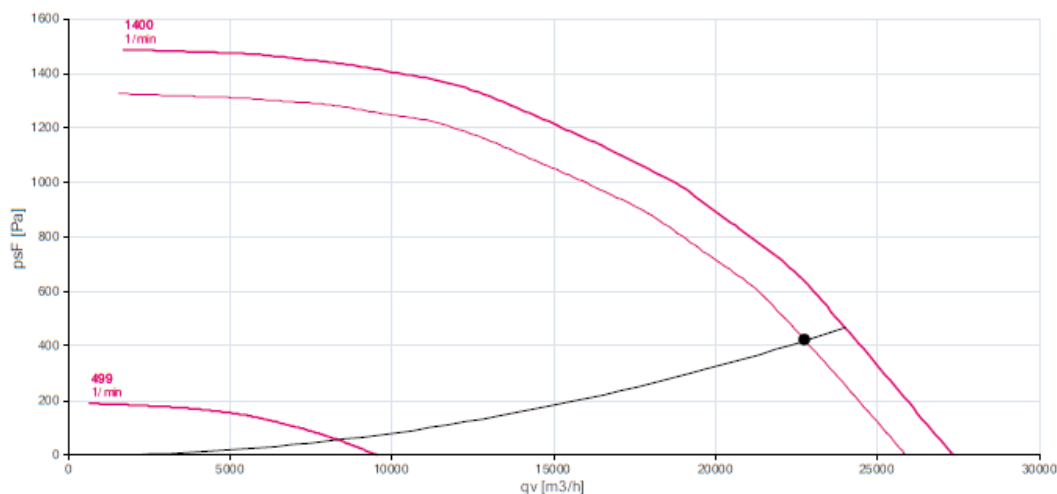
Psychrometrický diagram



Charakteristika ventilátorů

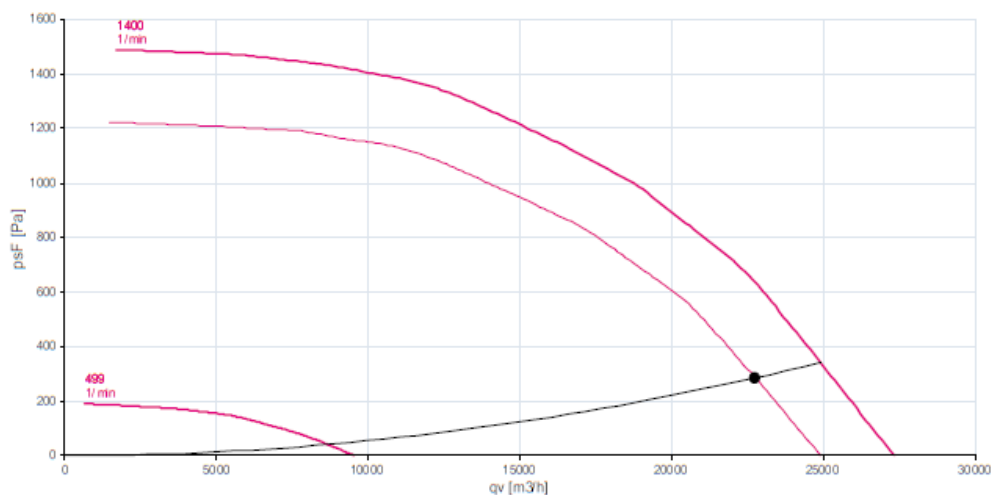
Přívodní větev

Typ	V_v [m³/h]	$\Sigma \Delta p_s$ [Pa]	$\Sigma \Delta p_r$ [Pa]	n [1/min]	U [V]	P [kW]	η [%]
XPVP 710-7,5/J4 (IE2)	22760	422	544	1334	3NPE 400 V, 50 Hz	7.50	44



Odvodní větev

Typ	V_v [m³/h]	$\Sigma \Delta p_s$ [Pa]	$\Sigma \Delta p_r$ [Pa]	n [1/min]	U [V]	P [kW]	η [%]
XPVP 710-7,5/J4 (IE2)	22760	286	409	1286	3NPE 400 V, 50 Hz	7.50	35



A4. Zařízení 1 – vzduchotechnická jednotka

REMAK

Název projektu

Vzduchotechnika průmyslové haly

Technická specifikace zařízení

Číslo zařízení	Název zařízení	Určení jednotky	Strana
02	Zázemí	Standardní prostředí	2

ID nabídky

Vypracoval

Projekt vytvořen:

Tisk:

David Schenk - VUT FAST

11.01.2018,15:58

21.05.2018,14:29

ID nabídky
Projekt
Číslo / Název zařízení
Určení jednotky

[2] Vzduchotechnika průmyslové haly
02 / Zázemí
Standardní prostředí



STRUČNÁ SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ

Základní parametry zařízení

Druh, rozměr	AeroMaster XP 10	
Typ řídicího systému	Není	
Hmotnost (+10%)	1 854 kg	
Umístění jednotky	Vnější	
Materiálové provedení		
Vnější plášť	Lakovaný plech (RAL 9002)	
Vnitřní plášť	Pozinkovaný plech	
	Přívod	Odvod
Průtok vzduchu	6010 m³/h	6010 m³/h
Externí tlaková rezerva	114 Pa	129 Pa
Rychlost v průřezu	2.40 m/s	2.40 m/s
Příkon ventilátorů	2.00 kW	1.96 kW
1. stupeň filtrace	M5	M5
2. stupeň filtrace	-	-
SFP	1200 W.m⁻³.s	1174 W.m⁻³.s

Model box AMXP3



Parametry pláště dle EN1886

Celkový příkon jednotky	37.71 kW	Mechanická stabilita	D2(M)
Napájecí napětí		Netěsnost skříně	L2(M)
Celkový proud I _{max}		Termická izolace	T3(M)
		Faktor tepelných mostů	TB3(M)
SFP _{AHU}	2374 W.m⁻³.s	Netěsnost mezi filtrem a rámem	< 0,5 % (F9)

Nejdůležitější parametry vybraných komponentů

	Na straně vzduchu		Na straně média
Zpětný zisk tepla	-15,0 → 11,8 °C	72 %	
Ohřev	11,8 → 22,0 °C	20,6 kW	70/44 °C, Voda, 2,5 kPa, 0,68 m³/h
Chlazení	33,0 → 26,0 °C	13,2 kW	7/17 °C, Voda, 1,9 kPa, 1,11 m³/h
Vlhčení	22,0 → 22,0 °C	6 → 36 %	45,0 kg/h, 33,8 kW

Detailní specifikace a výsledné parametry jsou součástí detailní specifikace vzduchotechnického zařízení

Hlukové parametry zařízení

	LwA _{okt} * [dB]								LwA** [dB(A)]
Oktávové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Přívod - sání	33	40	53	50	47	39	29	24	56
Přívod - výtlak	44	54	70	76	82	74	70	64	84
Přívod - okolí	37	38	51	49	53	44	41	31	57
Odvod - sání	36	48	64	66	67	62	58	54	72
Odvod - výtlak	41	47	61	63	67	57	51	44	70
Odvod - okolí	37	38	51	49	52	43	40	30	56

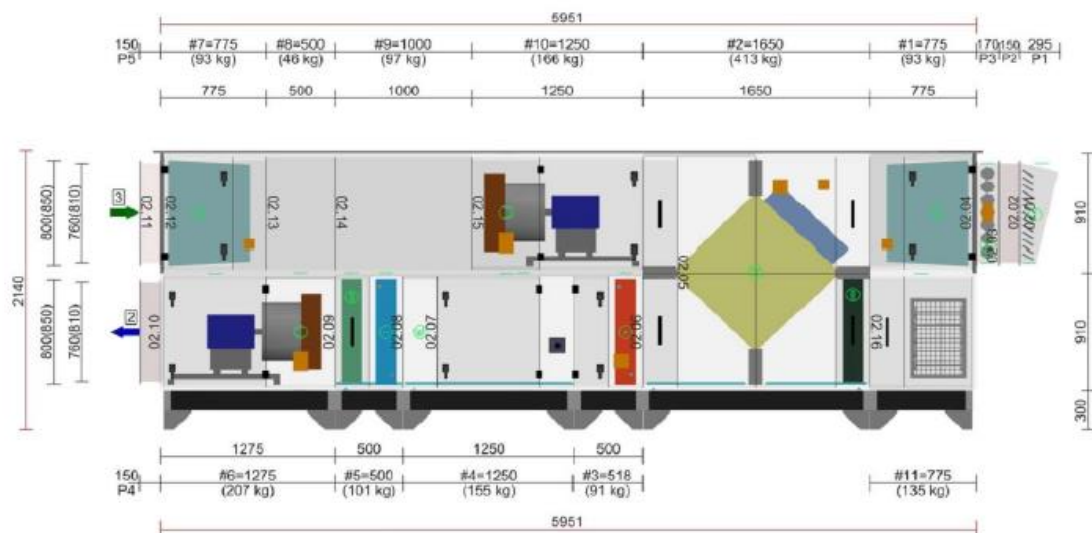
* Hladiny akustického výkonu v oktávových pásmech

** Celková hladina akustického výkonu

GRAFICKÉ POHLEDY

Bokorys servisní strany

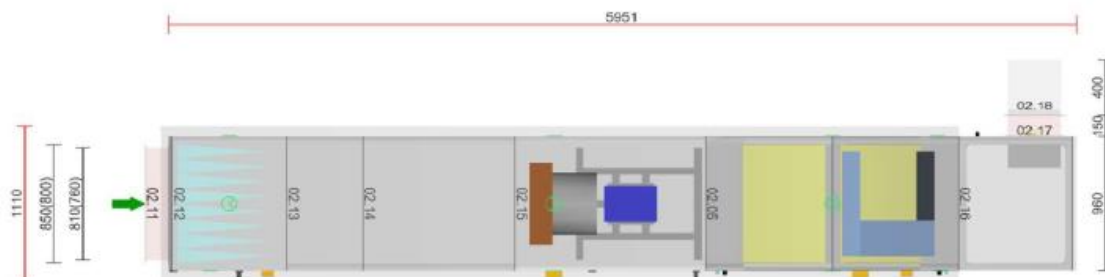
Číslování větví: 1 - venkovní vzduch, 2 - přívodní vzduch, 3 - odtahový vzduch, 4 - odpadní vzduch, 5 - cirkulační vzduch



Půdorys přívodní větve



Půdorys odtahové větve



ID nabídky
Projekt
Číslo / Název zařízení
Určení jednotky

[2] Vzduchotechnika průmyslové haly
02 / Zázemí
Standardní prostředí



DETAILNÍ PARAMETRY ZAŘÍZENÍ

02.01 Protidešťová žaluzie	Přívod	XPZO 810-760
Kód	XPZOS8176R	
Nominální průtok vzduchu	6010 m³/h	
Tlaková ztráta	17 Pa	
02.02 Tlumič vložka	Přívod	DV 810-760
Kód	VDV018176	
Nominální průtok vzduchu	6010 m³/h	
02.03 Klapka	Přívod	LK 810-760
Kód	VLK018176	
Nominální průtok vzduchu	6010 m³/h	
Tlaková ztráta	2 Pa	
Plocha klapek	0.62 m²	
Třída těsnosti	2	
Počet servopohonů	1 ks	
Krouticí moment serva	10 Nm	

Příslušenství vestavěné

- Servopohon NM 230A, Kód: XPSES23-, Počet: 1

02.04 Filtř	Přívod	XPNH 10/5 ECOD
Kód	XPNH010-S005S	
Servisní přístup	Zleva	
Materiál vnitřního pláště	Pozinkovaný plech	
Nominální průtok vzduchu	6010 m³/h	
Tlaková ztráta	123 Pa	
Třída filtrace	M5	
Typ filtru	Kapsový	
Počáteční / Koncová tlaková ztráta	45 / 200 Pa	
Koncová tlaková ztráta podle výrobce	450 Pa	

Příslušenství vestavěné

- Panel čelní - vstup XPK 10/P, Kód: XPKO010RS-P, Počet: 1
- Montážní sada panelu XPK 10/P (MSP), Kód: MPKO010RS-P, Počet: 1
- Snímač tlakové difference P33 N (30 - 500 Pa), Kód: XPP33N, Počet: 1

Skladba filtru

- Kód AX **11Z50041863**
- Rozměr vložky (délka × výška × hloubka) 420x805x600 mm
- Třída filtrace M5
- Počet kapes v jedné vložce 4 ks
- Počet vložek v jedné filtrační vestavbě **2 ks**

ID nabídky
Projekt
Číslo / Název zařízení
Určení jednotky

[2] Vzduchotechnika průmyslové haly
02 / Zázemí
Standardní prostředí



02.05 Deskový rekuperátor	Přívod/Odvod	XPMK 10/BP (SV - 85/AX - 85,5 - Optim)		
Kód	XPMK1 10RS0-L12P120SVEH01		Zima	Léto
Nominální průtok vzduchu	6010 / 6010 m³/h	Teplota / Vlhkost - Přívod		
Tlaková ztráta	340 / 355 Pa	Vstup	-15,0 °C / 95 %	33,0 °C / 35 %
Rychlost v průřezu	3,0 / 3,0 m/s	Výstup	11,8 °C / 11 %	33,0 °C / 35 %
Materiálové provedení kostky	V - Standard	Teplota / Vlhkost - Odvod		
Typ	-	Vstup	22,0 °C / 40 %	26,0 °C / 55 %
Rozteč lamel	5,1 mm	Výstup	1,4 °C / 100 %	26,0 °C / 55 %
		Účinnost	72 %	
		Suchá teplotní účinnost	65 %	
		Výkon	52,0 kW	

Příslušenství vestavěné

- Obtoková klapka LK (PMO), Kód: , Počet: 1
- Servopohon klapky obtoku NM 230A, Kód: XPSES23-, Počet: 1
- Snímač namrzání CAP 3M, Kód: XPNSCAP3, Počet: 1

02.05 Eliminátor kapek	Odvod	XPNU 10		
Nominální průtok vzduchu	6010 m³/h			
Tlaková ztráta	31 Pa			

02.05 Eliminátor kapek	Přívod	XPBATH 10		
Nominální průtok vzduchu	6010 m³/h			

02.06 Vodní ohřevač	Přívod	XPNC 10/1R		
Kód	XPNC010-S01		Zima	Léto
Nominální průtok vzduchu	6010 m³/h	Teplota / Vlhkost		
Tlaková ztráta	26 Pa	Vstup	11,8 °C / 11 %	33,0 °C / 35 %
Rychlost v průřezu	3,1 m/s	Výstup	22,0 °C / 6 %	33,0 °C / 35 %
Teplonosné medium	Voda			
Počet řad	1	Teplotní spád	70 / 44 °C	
Počet okruhů	1			
Rozteč lamel	2,1 mm	Výkon	20,6 kW	
Materiál				
Materiál trubek	Cu	Teplonosné medium		
Materiál lamel	Al	Průtok	0,68 m³/h	
Připojení		Tlaková ztráta	2,5 kPa	
Průměr připojení	1 "			
Vodní obsah	2,86 l			
Typ	8.35.CU.11.AL.21.01.0725.21.W.X.X.003.021.R 1" L			

Příslušenství vestavěné

- Protimrazové čidlo NS 130 R, Kód: XPNS130R, Počet: 1
- Doplňková protimrazová ochrana CAP 3M, Kód: XPNSCAP3, Počet: 1

Příslušenství nenamontované

- Směšovač uzel SUMX 1/EU (3), Kód: VSU0410B-, Počet: 1

ID nabídky
Projekt
Číslo / Název zařízení
Určení jednotky

[2] Vzduchotechnika průmyslové haly
02 / Zázemí
Standardní prostředí



02.07 Zvlhčovač pamí	Přívod	CA-UE 45/60C		
Kód	CA-UE0450601C		Zima	Léto
Nominální průtok vzduchu	6010 m³/h	Teplota / Vlhkost		
Tlaková ztráta	11 Pa	Vstup	22.0 °C / 6 %	33.0 °C / 35 %
Systém distribuce páry	elektrodový	Výstup	22.0 °C / 36 %	33.0 °C / 35 %
Napájecí napětí zvlhčovače	3NPE 400 V, 50 Hz			
Elektrický příkon zvlhčovače	33.8 kW	Parní výkon (požadovaný)	35.3 kg/h	
Délka připojovacích hadic	3 m	Parní výkon (skutečný)	45.0 kg/h	
		Zvlhčovací dráha (minimální)	0.6 m	

Příslušenství vestavěné

- Základní hygrostat DPDC, Kód: 31E55010198, Počet: 1
- Omezovací hygrostat DPDC, Kód: 31E55010198, Počet: 1

Příslušenství nenamontované

- Souprava pro odvod kondenzátu XPOO 300, Kód: XPOOS30, Počet: 1

02.08 Vodní chladič	Přívod	XPND 10/2R		
Kód	XPND010-S02		Zima	Léto
Nominální průtok vzduchu	6010 m³/h	Teplota / Vlhkost		
Tlaková ztráta	49 Pa	Vstup	22.0 °C / 36 %	33.0 °C / 35 %
Suchá tlaková ztráta	49 Pa	Výstup	22.0 °C / 36 %	26.0 °C / 52 %
Rychlost v průřezu	3.1 m/s			
Teplonosné médium	Voda	Teplotní spád	7 / 17 °C	
Počet řad	2			
Počet okruhů	1	Výkon		13.2 kW
Rozteč lamel	2.1 mm	Množství kondenzátu		0.0 kg/h
Materiál		Teplonosné médium		
Materiál trubek	Cu	Průtok teplonos. média		1.11 m³/h
Materiál lamel	Al	Tlaková ztráta		1.9 kPa
Připojení				
Průměr připojení	1 "			
Vodní obsah	5.16 l			
Typ	8.35.CU.11.AL.21.02.0725.21.W.X.X.007.042.R 1" L			

Poznámka: Ventilátor je navržen na základě mokré tlakové ztráty výměníku.

Příslušenství nenamontované

- Směšovací uzel chladiče SUMX 1,6/EU (2), Kód: VSU0416B-, Počet: 1
- Souprava pro odvod kondenzátu XPOO 300, Kód: XPOOS30, Počet: 1

02.08 Eliminátor kapek	Přívod	XPNU 10		
Kód	XPNU010-S0			
Nominální průtok vzduchu	6010 m³/h			
Tlaková ztráta	31 Pa			

ID nabídky
Projekt
Číslo / Název zařízení
Určení jednotky

[2] Vzduchotechnika průmyslové haly
02 / Zázemí
Standardní prostředí



02.09 Ventilátor	Přívod	XPVP 450-2,2/J4 (IE2)
Kód	XPVP010RS045OPAD4B2Z21	
Nominální průtok vzduchu	6010 m³/h	
Statický tlak	713 Pa	
Celkový tlak	759 Pa	
Externí tlaková ztráta	114 Pa	
Proud v pracovním bodě	3.51 A	
Výkon na hřídeli	1649 W	
Otáčky ventilátoru (n)/(nmax)	1843/2020 1/min	
Požadované otáčky v prac. bodě	91 %	
Účinnost – $\eta_{s,u}$	77 %	
Účinnost – $\eta_{s,sys}$	63 %	
Účinnost – $\eta_{st,sys}$	59 %	
Elektrický příkon	2.00 kW	
Specifický výkon ventilátoru	1200 W.m ⁻³ .s	
Rychlost v průřezu	2.40 m/s	
Pracovní frekvence	63 Hz	
Pracovní frekvence max.	70 Hz	
Typ ventilátoru	S volným oběžným kolem	
Typ	ER45C-4DN.E7.CR	
Zapojení ventilátoru	Samostatně	
Převod	Přímý	
K-faktor	197	
Max. rozsah čidla průtoku vzduchu	6230 m³/h	
Motor		
Třída účinnosti motoru	IE2	
Výkon motoru nom.	2200 W	
Jmenovitý proud	4.76 A	
Napájecí napětí motoru	3NPE 400 V, 50 Hz	
Počet pólů	4	
Jištění	Termistory	

Poznámka: Ventilátor je navržen se zohledněním systémového efektu.

Příslušenství vestavěné

- Panel čelní - výtlač XPK 10/P, Kód: XPKO010RS-P, Počet: 1
- Montážní sada panelu XPK 10/P (MSP), Kód: MPKO010RS-P, Počet: 1
- Regulace na konstantní tlak/průtok CPG-P (příprava pro čidlo CPG), Kód: CPG03, Počet: 1

Příslušenství nena montované

- Regulátor výkonu XPFM 2.2 (IP21), Kód: XPFMIM223B20, Počet: 1
- Servisní vypínač XPSV S16/03-E, Kód: XPSV163, Počet: 1

02.10 Tlumicí vložka	Přívod	DV 810-760
Kód	VDV018176	
Nominální průtok vzduchu	6010 m³/h	
02.11 Tlumicí vložka	Odvod	DV 810-760
Kód	VDV018176	
Nominální průtok vzduchu	6010 m³/h	

ID nabídky
Projekt
Číslo / Název zařízení
Určení jednotky

[2] Vzduchotechnika průmyslové haly
02 / Zázemí
Standardní prostředí



02.12 Filtř	Odvod	XPNH 10/5 ECOD
Kód	XPNH010-S005S	
Servisní přístup	Zprava	
Materiál vnitřního pláště	Pozinkovaný plech	
Nominální průtok vzduchu	6010 m³/h	
Tlaková ztráta	123 Pa	
Třída filtrace	M5	
Typ filtru	Kapsový	
Počáteční / Koncová tlaková ztráta	45 / 200 Pa	
Koncová tlaková ztráta podle výrobce	450 Pa	

Příslušenství vestavěné

- Panel čelní - vstup XPK 10/P, Kód: XPK0010RS-P, Počet: 1
- Montážní sada panelu XPK 10/P (MSP), Kód: MPKO010RS-P, Počet: 1
- Snímač tlakové difference P33 N (30 - 500 Pa), Kód: XPP33N, Počet: 1

Skladba filtru

- Kód AX
- Rozměr vložky (délka × výška × hloubka)
- Třída filtrace
- Počet kapes v jedné vložce
- Počet vložek v jedné filtrační vestavbě

11Z50041863
420x805x600 mm
M5
4 ks
2 ks

02.13 Sekce prázdná	Odvod	XJP 10/S
Kód	XJP010RS0-S	
Nominální průtok vzduchu	6010 m³/h	

02.14 Sekce prázdná	Odvod	XJP 10/E
Kód	XJP010RS0-E	
Nominální průtok vzduchu	6010 m³/h	

02.15 Ventilátor	Odvod	XPVP 450-2,2/J4 (IE2)
Kód	XPVP010RS045OPAD4B2Z21	
Nominální průtok vzduchu	6010 m³/h	
Statický tlak	694 Pa	
Celkový tlak	740 Pa	
Externí tlaková ztráta	129 Pa	
Proud v pracovním bodě	3,47 A	
Výkon na hřídeli	1607 W	
Otáčky ventilátoru (n)/(nmax)	1827/2020 1/min	
Požadované otáčky v prac. bodě	90 %	
Účinnost – η_{sL}	77 %	
Účinnost – $\eta_{s,sys}$	63 %	
Účinnost – $\eta_{st,sys}$	59 %	
Elektrický příkon	1,96 kW	
Specifický výkon ventilátoru	1174 W.m ⁻³ .s	
Rychlost v průřezu	2,40 m/s	
Pracovní frekvence	63 Hz	
Pracovní frekvence max.	70 Hz	
Typ ventilátoru	S volným oběžným kolem	
Typ	ER45C-4DN.E7.CR	
Zapojení ventilátoru	Samostatně	
Převod	Přímý	
K-faktor	197	
Max. rozsah čidla průtoku vzduchu	6230 m³/h	
Motor		
Třída účinnosti motoru	IE2	
Výkon motoru nom.	2200 W	

ID nabídky
Projekt
Číslo / Název zařízení
Určení jednotky

[2] Vzduchotechnika průmyslové haly
02 / Zázemí
Standardní prostředí



Jmenovitý proud	4,76 A
Napájecí napětí motoru	3NPE 400 V, 50 Hz
Počet pólů	4
Jištění	Termistory

Poznámka: Ventilátor je navržen se zohledněním systémového efektu.

Příslušenství vestavěné

- Regulace na konstantní tlak/průtok CPG-P (příprava pro čidlo CPG), Kód: CPG03, Počet: 1

Příslušenství nenamontované

- Regulátor výkonu XPFM 2.2 (IP21), Kód: XPFMIM223B20, Počet: 1
- Servisní vypínač XPSV S16/03-E, Kód: XPSV163, Počet: 1

02.16 Sekce rohová	Odvod	XPBR 10/V
Kód	XPBR010RS0LILV	
Nominální průtok vzduchu	6010 m³/h	
Tlaková ztráta	16 Pa	

Příslušenství vestavěné

- Panel čelní - plný XPK 10/L, Kód: XPKO010RS-L, Počet: 1
- Montážní sada panelu XPK 10/L (MSP), Kód: MPKO010RS-L, Počet: 1

Vnitřní klapka	Odvod	XPB 10/500-S B
Kód	PXPB010RS0500SB0	
Nominální průtok vzduchu	6010 m³/h	
Tlaková ztráta	40 Pa	

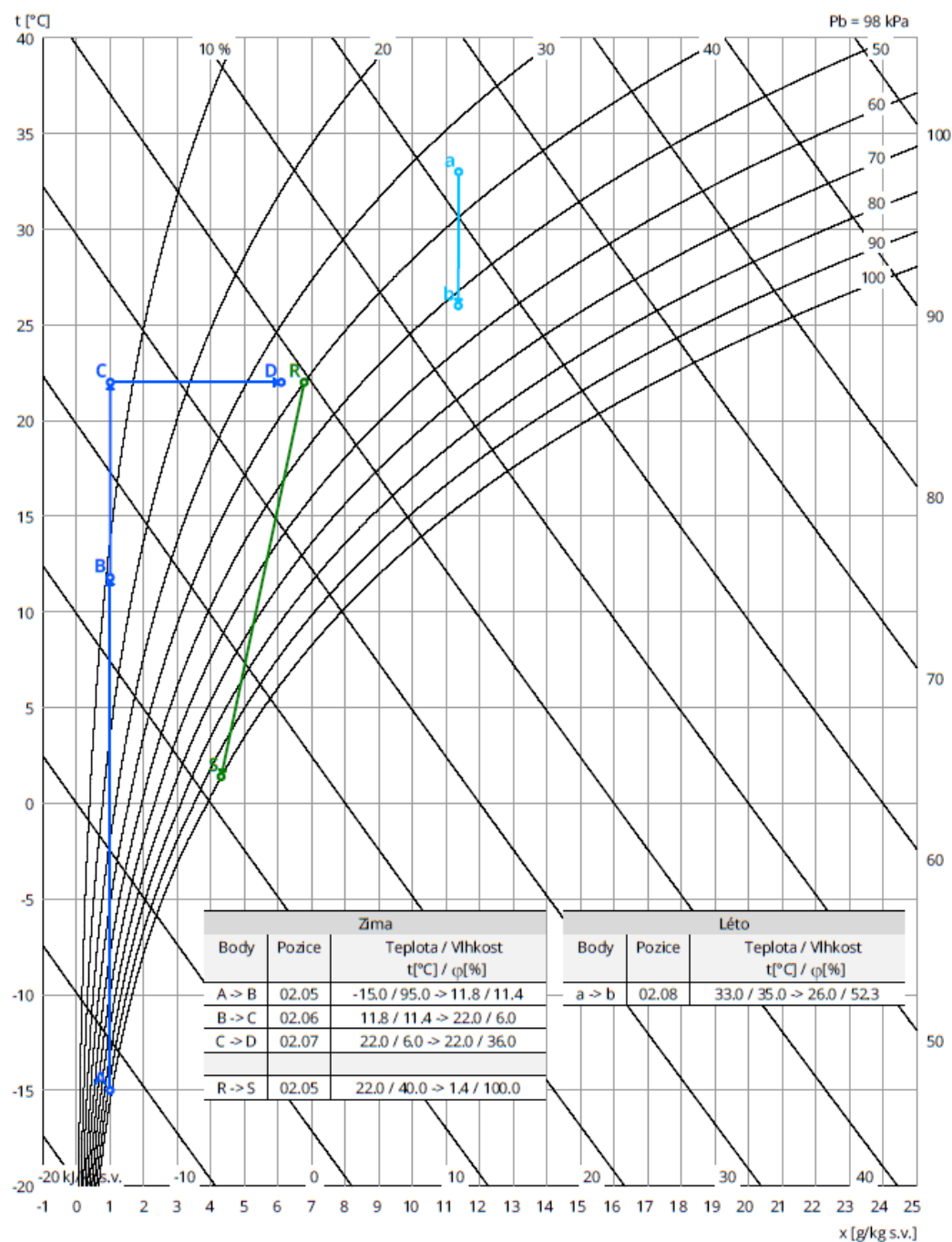
Příslušenství vestavěné

- Servopohon NM 24A-SR, Kód: XPSESN24S, Počet: 1

02.17 Tlumicí vložka	Odvod	DV 350-560
Kód	VDV013556	
Nominální průtok vzduchu	6010 m³/h	

02.18 Výfukový nástavec	Odvod	XPFO 350-560
Kód	XPFO3556R	
Nominální průtok vzduchu	6010 m³/h	

Psychrometrický diagram



ID nabídky
Projekt
Číslo / Název zařízení
Určení jednotky

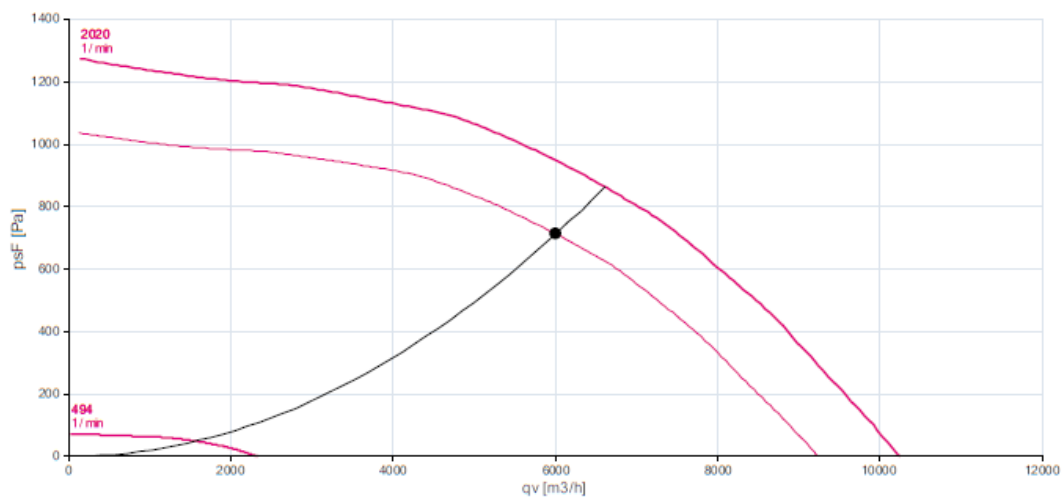
[2] Vzduchotechnika průmyslové haly
02 / Zázemí
Standardní prostředí



Charakteristika ventilátorů

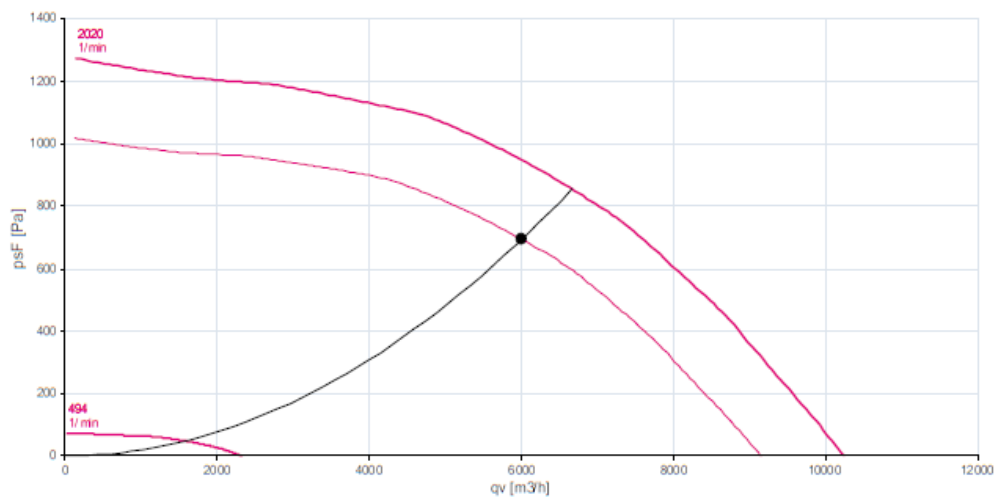
Přívodní větev

Typ	V_e [m³/h]	$\Sigma \Delta p_s$ [Pa]	$\Sigma \Delta p_r$ [Pa]	n [1/min]	U [V]	P [kW]	η [%]
XPVP 450-2,2/J4 (IE2)	6010	713	759	1843	3NPE 400 V, 50 Hz	2.20	59



Odvodní větev

Typ	V_e [m³/h]	$\Sigma \Delta p_s$ [Pa]	$\Sigma \Delta p_r$ [Pa]	n [1/min]	U [V]	P [kW]	η [%]
XPVP 450-2,2/J4 (IE2)	6010	694	740	1827	3NPE 400 V, 50 Hz	2.20	59



A6. Zařízení 2 – útlum hluku kanceláře

ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU - 2.03 KANCELÁŘ PŘÍVODNÍ POTRUBÍ								
	frekvence (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L _w	Hluk ventilátoru								
L _w	Hladina akustického výkonu zdroje 1	54	71	76	83	74	70	64	85
L _w	Součet	54	71	76	83	74	70	64	85
D _p	Přirozený útlum								
	Rovné potrubí 630x560 mm, 2m	0,5	0,3	0,1	-0,1	-0,3	-0,4	-0,6	
	Odbočka z hlavní větve	4	4	4	4	4	4	4	
	Rovné potrubí 400x500 mm, 8,5m	2,3	1,6	0,8	0,1	-0,6	-1,4	-2,1	
	Koleno 400x450 mm (2ks)	0,0	0,0	2,0	4,0	6,0	6,0	6,0	
	Odbočka	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	
	Rovné potrubí ϕ 400 mm, 1,2m	0,3	0,3	0,2	0,1	0,0	-0,1	-0,2	
	Změna ϕ	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	
	Rovné potrubí ϕ 355 mm, 4,9m	3,3	3,1	3,0	2,9	3,0	3,1	3,2	
	Koleno ϕ 355 mm (2ks)	0,0	0,0	2,0	4,0	6,0	6,0	6,0	
	Odbočka k vyústce	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	
	Ohebné potrubí ϕ 200 mm	16,0	21,0	17,5	13,5	10,0	12,5	8,0	
	Útlum koncovým odrazem D3	12,3	7,3	2,1	0,7	0,2	0,1	0,0	
L _{v1}	Hladina akustického výkonu ve vyústce	0	16	27	37	28	23	23	38
L _{vy}	Hladina akustického výkonu vyústky								33
K	Korekce na počet vyústek				počet vyústek:			1	0
L _s	Hladina akustického výkonu přírodních vyústek								39
Q	Směrový činitel								2
r	Vzdálenost od vyústky k pracovníkovy								0,8
A	Pohltivá plocha místnosti m ²				102,9	pohltivost (-)		0,2	21
L _{so}	Hladina akustického tlaku v místě pracovníka								36
L _{p,A}	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti								40

ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU - 2.03 KANCELÁŘ ODVODNÍ POTRUBÍ								
	frekvence (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L _{vv}	Hluk ventilátoru								
L _{vv}	Hladina akustického výkonu zdroje 1	48	65	67	68	63	59	55	72
L _{vv}	Součet	48	65	67	68	63	59	55	72
D _p	Přirozený útlum								
	Rovné potrubí 560x630, 2m	0,5	0,3	0,1	-0,1	-0,3	-0,4	-0,6	
	Odbočka z hlavní větve	4	4	4	4	4	4	4	
	Rovné potrubí 400x500, 8,5m	2,3	1,6	0,8	0,1	-0,6	-1,4	-2,1	
	Koleno (2ks)	0,0	0,0	2,0	4,0	6,0	6,0	6,0	
	Odbočka	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	
	Rovné potrubí φ355, 3,8m	1,1	0,8	0,5	0,2	0,0	-0,3	-0,6	
	Odbočka	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	
	Odbočka k vyústce	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	
	Ohebné potrubí φ200	16,0	21,0	17,5	13,5	10,0	12,5	8,0	
	Útlum koncovým odrazem D3	12,3	7,3	3,4	1,2	0,4	0,1	0,0	
L _{v1}	Hladina akustického výkonu ve vyústce	0	16	24	31	29	24	26	35
L _{vy}	Hladina akustického výkonu vyústky								33
K	Korekce na počet vyústek				počet vyústek:			1	0
L _s	Hladina akustického výkonu odvodních vyústek								37
L _{sc}	Hladina akustického výkonu všech vyústek								41
Q	Směrový činitel								2
r	Vzdálenost od vyústky k pracovníkovy								0,8
A	Pohltivá plocha místnosti m ²				102,9	pohltivost (-)		0,2	21
L _{so}	Hladina akustického tlaku v místě pracovníka								38
L _{p,A}	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti								40