

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VZDUCHOTECHNIKA SPORTOVNÍHO PAVILONU

AIR-CONDITIONING SYSTEM OF A SPORTS HALL

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

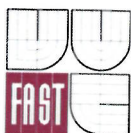
ALEŠ ONDEREK

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

ING. OLGA RUBINOVÁ, PHD

BRNO 2016



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 Aleš Onderek

Název Vzduchotechnika sportovního pavilonu

Vedoucí bakalářské práce Ing. Olga Rubinová, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce 30. 11. 2015

Datum odevzdání bakalářské práce 27. 5. 2016

V Brně dne 30. 11. 2015

.....
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 (zadání, cíle práce, požadované výstupy)

A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu

B. Výpočtová část

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

průtoky vzduchu, tlakové poměry

distribuce vzduchu,

dimenzování potrubí a tlaková ztráta,

úpravy vzduchu, návrh VZT jednotek (hx diagramy),

útlum hluku

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

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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



Ing. Olga Rubinová, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Bakalářská práce je členěna do tří částí: teoretická, výpočtová a projekční. V praktické části následující bakalářské práce řeším návrh vzduchotechniky sportovního pavilonu, který zahrnuje tělocvičnu a její zázemí. V teoretické části se zabývám vzduchotechnikou prostorů s velkým objemem vzduchu. Na závěr teoretické části je popsána distribuce vzduchu velkých objemů.

KLÍČOVÁ SLOVA

Větrání halových objektů, distribuce vzduchu, vzduchotechnika, dýza, sportovní pavilon

ABSTRACT

The present bachelor thesis consists of three parts: theoretical, computational and design part. The practical part of the bachelor thesis deals with the design of air-conditioning system of a sports hall which includes a gymnasium and its sanitary facilities. The theoretical part is focused on the air-conditioning system of large-volume air spaces and in the end of the theoretical part, the large-volume air-distribution system is described.

KEY WORDS

Ventilation system of sports hall spaces, air-distribution system, air-conditioning system, a nozzle, sports hall

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

ONDEREK, Aleš. *Vzduchotechnika sportovního pavilonu*. Brno, 2016. 108 s., 20 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně – Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Olga Rubinová, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ:

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

V Brně dne 26.5.2016

.....
podpis autora
Aleš Onderek

Tímto bych chtěl poděkovat paní Ing. Olze Rubinové, PhD. za veškerou její snahu předávat cenné zkušenosti, ochotu a trpělivost. Děkuji také svojí rodině, která mě při studiu neustále podporovala.

OBSAH

ÚVOD.....	11
A. TEORETICKÁ ČÁST.....	12
A.1 VĚTRÁNÍ HALOVÝCH OBJEKTŮ	13
A.1.1 PROVOZY TEPLÉ A HORKÉ.....	14
A.1.1.1 TEPLOTNÍ ČINITEL B	15
A.1.1.2 PRŮTOK VĚTRACÍHO VZDUCHU	17
A.1.1.3 ÚČINNÝ TLAK.....	17
A.1.1.4 STANOVENÍ VELIKOSTI AERAČNÍCH OTVORŮ	19
A.1.1.5 OKRAJOVÉ PODMÍNKY VÝPOČTU A KOMBINOVANÉ VĚTRÁNÍ	20
A.1.2 CHLADNÉ PROVOZY.....	20
A.1.2.1 SPECIFICKÉ VLASTNOSTI CHLADNÝCH PROVOZŮ.....	20
A.1.3 VĚTRÁNÍ SPORTOVNÍCH A VÍCEÚČELOVÝCH HAL POMOCÍ DECENTRALIZAČNÍCH JEDNOTEK ...	23
A.2 DISTRIBUCE VZDUCHU VELKÝCH OBJEMŮ	26
ÚVOD.....	26
A.2.1 VELKOOBJEMOVÉ PROSTOROVÉ VYÚSTKY	26
A.2.2 VELKOOBJEMOVÁ VYÚŠŤ –BURE	28
A.2.3 DÝZY	29
B. VÝPOČTOVÁ ČÁST	32
B.1 ÚVOD – VÝPOČTOVÁ ČÁST	33
B.2 KLIMATICKÉ PODMÍNKY.....	33
B.3 ANALÝZA OBJEKTU	33
B.4 TEPELNÉ ZTRÁTY	35
B.4.1 VÝPOČET SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA „ U “.....	35
B.4.2 VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT	37
B.5 TEPELNÁ ZÁTĚŽ TĚLOCVIČNY	40
B.5.1 INTENZITA SLUNEČNÍ RADIACE	41
B.5.2 TEPELNÝ ZISK SLUNEČNÍ RADIACE PRO JEDNO OKNO.....	42
B.5.3 TEPELNÝ ZISK OKEN KONVEKČÍ	43
B.5.4 CELKOVÁ TEPELNÁ ZÁTĚŽ OKNY.....	43
B.5.5 TEPELNÁ ZÁTĚŽ VNĚJŠÍCH STĚN	43
B.5.6 PRODUKCE TEPLA OD LIDÍ	45
B.5.7 VODNÍ ZISKY	45
B.5.8 ZÁVĚR	46
B.6 TLAKOVÉ POMĚRY MÍSTNOSTÍ	46
B.7 DISTRIBUCE VZDUCHU	48
B.7.1 DISTRIBUČNÍ PRVKY TĚLOCVIČNY	48
B.7.2 DISTRIBUCE VZDUCHU TĚLOCVIČNY – DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ.....	52
B.7.3 DISTRIBUČNÍ PRVKY ZÁZEMÍ TĚLOCVIČNY	56
B.7.4 DISTRIBUCE VZDUCHU ZÁZEMÍ TĚLOCVIČNY – DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ.....	57
B.7.4.1 NÁVRH PROTIDEŠŤOVÉ ŽALUZIE.....	63

B.8	ÚTLUM HLUKU	65
B.8.1	ÚTLUM HLUKU ZÁZEMÍ TĚLOCVIČNY	65
B.8.2	ÚTLUM HLUKU TĚLOCVIČNY	70
B.9	NÁVRH IZOLACÍ	74
B.10	NÁVRH VZT JEDNOTEK	75
B.10.1	VZT JEDNOTKA Č. 1	75
B.10.1.1	VÝPOČTY VÝKONŮ STROJNÍCH ZAŘÍZENÍ VZT Č. 1 TEPLOVZDUŠNÉ VĚTRÁNÍ A KLIMATIZACE TĚLOCVIČNY 77	
B.10.2	VZT JEDNOTKA Č. 2	80
B.10.2.1	VÝPOČTY VÝKONŮ STROJNÍCH ZAŘÍZENÍ VZT Č. 2 – NUCENÉ VĚTRÁNÍ ZÁZEMÍ TĚLOCVIČNY	82
C.	PROJEKT	84
C.1	TECHNICKÁ ZPRÁVA	85
C.1.1	POPIS OBJEKTU	85
C.1.2	PODKLADY PRO ZPRACOVÁNÍ	85
C.1.3	VÝPOČTOVÉ HODNOTY KLIMATICKÝCH PODMÍNEK	86
C.1.4	VÝPOČTOVÉ HODNOTY VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ	86
C.2	ZÁKLADNÍ KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ	87
C.2.1	KONCEPCE VZDUCHOTECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ	87
C.2.2	HYGIENICKÉ VĚTRÁNÍ	87
C.2.3	ENERGETICKÉ ZDROJE	88
C.3	POPIS TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ	88
C.3.1	ZAŘÍZENÍ Č. 1 – TEPLOVZDUŠNÉ VĚTRÁNÍ A KLIMATIZACE TĚLOCVIČNY	88
C.3.2	NUCENÉ VĚTRÁNÍ ZÁZEMÍ TĚLOCVIČNY	88
C.3.3	NÁROKY NA ENERGIE	89
C.3.4	MĚŘENÍ A REGULACE	89
C.4	NÁROKY NA SOUVISEJÍCÍ PROFESE	89
C.4.1	STAVEBNÍ ÚPRAVY	89
C.4.1.1	ZAŘÍZENÍ Č. 1 TEPLOVZDUŠNÉ VĚTRÁNÍ A KLIMATIZACE TĚLOCVIČNY	89
C.4.1.2	NUCENÉ VĚTRÁNÍ ZÁZEMÍ TĚLOCVIČNY	89
C.4.2	SILNOPROUD	89
C.4.3	VYTÁPĚNÍ	90
C.4.4	CHLAZENÍ	90
C.4.5	ZDRAVOTNÍ TECHNIKA (ZTI)	90
C.5	PROTIHLUKOVÁ A PROTITŘESOVÁ OPATŘENÍ	90
C.6	IZOLACE A NÁTĚRY	90
C.7	PROTIPOŽÁRNÍ OPATŘENÍ	90
C.8	MONTÁŽ, PROVOZ, ÚDRŽBA A OBSLUHA ZAŘÍZENÍ	90
C.9	ZÁVĚR	91
C.10	PŘÍLOHY TECHNICKÉ ZPRÁVY	91
C.10.1	TABULKA ZAŘÍZENÍ	91
C.10.2	FUNKČNÍ SCHÉMA VZT JEDNOTKY Č. 1	91
C.10.3	FUNKČNÍ SCHÉMA VZT JEDNOTKY Č. 2	91
C.11	TECHNICKÁ SPECIFIKACE	95

ZÁVĚR.....	98
D. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	99
E. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	103
F. SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK.....	105
PŘÍLOHY.....	108
A. VÝKRESY	108
A.1 VÝKRES Č. 1 – PŮDORYS 1. NP ZÁZEMÍ TĚLOCVIČNY	108
A.2 VÝKRES Č. 2 – ŘEZ A-Á, B-B', C-Ć, D-D'.....	108
A.3 VÝKRES Č. 3 – PŮDORYS 1. NP TĚLOCVIČNA – PŘÍVOD	108
A.4 VÝKRES Č. 4 – PŮDORYS 1. NP TĚLOCVIČNA – ODVOD	108
B. VÝSTUP Z PROGRAMU AEROCAD	108
B.1 VZT JEDNOTKA Č.1 – TEPLOVZDUŠNÉ VĚTRÁNÍ A KLIMATIZACE	108
B.2 VZT JEDNOTKA Č.2 – NUCENÉ VĚTRÁNÍ ZÁZEMÍ TĚLOCVIČNY	108

ÚVOD

Tématem bakalářské práce je vzduchotechnika sportovního pavilonu. Náplní práce je navrhnout vzduchotechniku na úroveň projektové dokumentace. Mají být navržena 2-3 vzduchotechnická zařízení.

Bakalářská práce je rozdělena na tři části: teoretickou, výpočtovou a projekční. V první, teoretické části se budu zabývat vzduchotechnikou halových objektů a objektů, kde dochází k výměně velkých objemů vzduchu. Závěr této části jsem věnoval distribučním prvkům pro velké objemy.

Ve druhé, výpočtové části navrhuji vzduchotechniku sportovního pavilonu, který je součástí základní školy. Tato část obsahuje důležitou problematiku pro správný návrh vzduchotechniky. Jedná se o tepelné ztráty, tepelné zátěže, tlakové poměry místností, distribuci vzduchu, útlum hluku a úpravu vzduchu. V poslední části zvané projekt je zpracována technická zpráva, ve které jsou shrnuty výsledky celého návrhu vzduchotechniky.

A. TEORETICKÁ ČÁST

A.1 Větrání halových objektů

Halové objekty, mezi které patří výrobní haly, skladovací haly a prodejní haly, můžeme rozdělit podle tepelné zátěže do tří kategorií, jak uvádí Schwarzer (2009, s:124):

- *haly s relativně malou tepelnou zátěží (produkce tepla od vnitřních zdrojů $q \leq 25 \text{ W/m}^3$) – haly chladné,*
- *haly s vyšší tepelnou zátěží ($25 < q \leq 80 \text{ W/m}^3$) – haly teplé,*
- *haly s vysokou tepelnou zátěží ($q > 80 \text{ W/m}^3$) – haly horké.*

Haly teplé a horké můžeme větrat v létě i zimě přirozeným způsobem – aerací. Vnitřní zdroje produkují značné množství tepla. Tepelné zisky bývají tak velké, že je nutno haly i v zimě odvětrávat, aby bylo dosaženo přijatelné tepelné pohody. Z toho tedy jasně vyplývá, že haly teplé a horké není nutno v zimě vytápět. Převážně se jedná o provozy hutního a energetického průmyslu.

Haly chladné je nutno v zimě vytápět – vnitřní zisky tepla nejsou dostačující. Vnitřní zisky jsou zanedbatelné, někdy dokonce i nulové. Nedostačují tedy pro pokrytí tepelných ztrát. To je jeden z důvodů, proč nelze chladné haly v zimě větrat přirozeným způsobem. U hal chladných se projevuje i výrazný vliv venkovní letní tepelné zátěže; při návrhu větrání pro letní období je vhodné uvažovat akumulaci tepla do nosných konstrukcí objektu. Je nutno však s touto problematikou počítat už na úplném začátku návrhu stavby. Projektant musí zajistit, aby obvodové plochy byly schopné akumulovat teplo, které se následně použije na pokrytí tepelných ztrát.



Obrázek A.1.1 Skladovací hala- typický chladný provoz [33]

A.1.1 Provozy teplé a horké

Provozy teplé a horké se vyznačují velkými vnitřními zisky Q , které vyplývají z charakteru výrobního procesu haly. Jedná se například o ocelárny, válcovny, slévárny či sklárny. Jelikož výrobní proces produkuje značné vnitřní zisky, je nutno uvažovat s velkými objemy vzduchu pro úpravu vnitřního mikroklimatu. Instalace a provoz nuceného větrání se v tomto případě může vyznačovat vysokými finančními náklady. Pro odvod tepelné zátěže je proto rozšířené větrání o tzv. aeraci. Nad zdrojem tepla je umístěn světlík, který z části odvede mohutný konvekční tok od zdroje tepla produkující velké množství tepelných zisků.

Cílem je tedy navrhnout velikost aeračních otvorů, které budou schopné odvést část vnitřních zisků. Cílem návrhu je tedy výpočet otvoru pro letní i zimní provoz. „Při výpočtech pro letní období se většinou neuvažují vnější zisky, neboť v porovnání se zisky vnitřními jsou zanedbatelné, pro zimní období se do výpočtu zahrnuje tepelná ztráta objektu. Výpočty vycházejí ze známé zátěže vnitřního provozu Q (W).“ (Schwarzer, 2009, s:122)

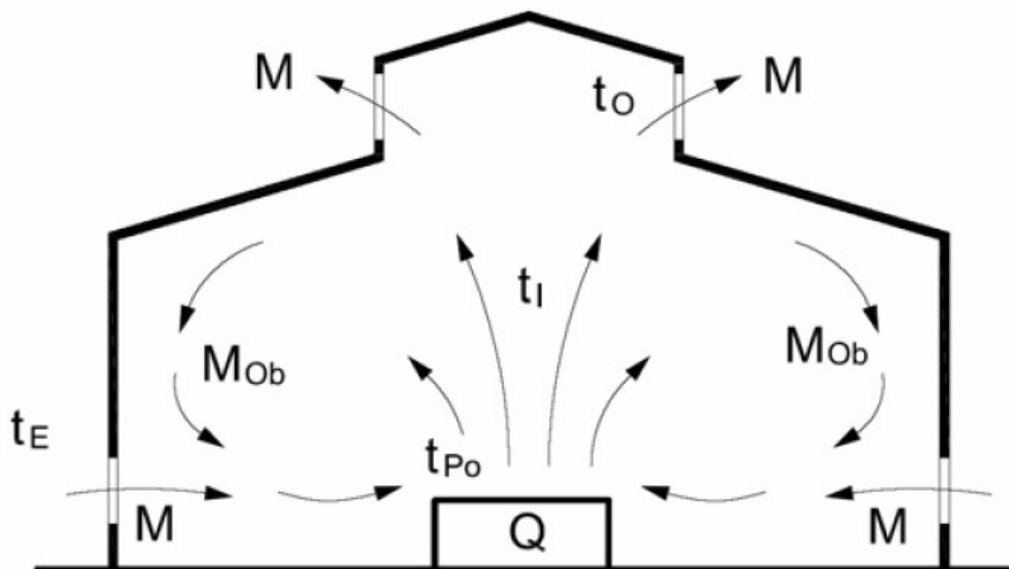


Obrázek A.1.2 Typický horký provoz, slévárna Kuřim [34]

A.1.1.1 Teplotní činitel B^1

Nad zdrojem tepla vzniká konvektivní proud vzduchu. Konvektivní proud vzduchu se šíří především gravitačními silami nebo pomocí vztlačových sil. Konvektivní proud vzduchu má v horní části větraného prostoru teplotu t_o . Část tohoto vzduchu je odváděna do venkovního prostředí, část se vrací zpět do vnitřního prostoru a je označována jako oběhový vzduch M_{Ob} . Oběhový vzduch se v pracovní oblasti mísí s přiváděným venkovním vzduchem M . Teplota vzduchu v pracovní oblasti t_{Po} je dána směšovací rovnicí

$$t_{Po} = \frac{t_E \times M + t_o \times M_{Ob}}{M + M_{Ob}} \quad [^\circ\text{C}] \quad (1.1)$$



Obrázek A.1.3 Schéma větrání aerací [35]

Teplotní činitel B vyjadřuje poměr oběhového vzduchu a celkového průtoku vzduchu proudícího do pracovní oblasti. Je dán vztahem

$$B = \frac{M_{Ob}}{M + M_{Ob}} \quad [-]. \quad (1.2)$$

¹ Vzorce v kapitole, převzaté z DRKAL, František – LAIN, Jiří - SCHWARZER, Jan - ZMRHAL, Vladimír. *Klimatizace a průmyslová vzduchotechnika*. Praha: Evropský sociální fond, Praha @ EU: Investujeme do vaší budoucnosti. 2009. Kapitola 17.

Po sloučení vztahů (1.1) a (1.2) potom platí

$$B = \frac{M_{Ob}}{M+M_{Ob}} = \frac{t_{Po}-t_E}{t_O-t_E} \quad [-]. \quad (1.3)$$

Teplotní činitel B je získáván experimentálně. V tab. A1.2 jsou uvedeny jeho typické hodnoty v závislosti na charakteru provozu. Údaje jsou platné pro rozdíl teplot

$$\Delta t_{Po} = t_{Po} - t_E = 5K \quad [-]. \quad (1.4)$$

Jsou-li přívaděcí otvory v zimním období ve výšce 4-5 metrů nad zemí, zvyšuje se B o hodnotu ΔB , viz Tabulka A.1.1

Tabulka A.1.1 Zvýšení teplotního součinitele ΔB v závislosti na výšce haly

výška haly h (m)	h < 15	h < 20	h < 25	30
ΔB (-)	0,15	0,13	0,12	0,11

Pro jiné rozdíly teploty v pracovní oblasti a venkovního vzduchu je třeba provést přepočítání teplotního součinitele B dle vztahu

$$B_x = 0,525 \times B_{5K} \times \Delta t_{Po}^{0,4} \quad [-] \quad (1.5)$$

kde

Δt_{Po} Δt_{Po}

B_{5K}teplotní součinitel B pro teplotní rozdíl $\Delta t_{Po} = 5K$.

Jestliže tedy známe hodnotu teplotního činitele B, teploty venkovního vzduchu t_E a teploty v pracovní oblasti $t_{Po} = t_E + \Delta t_{Po}$, lze určit teplotu odváděného vzduchu t_O .

Ze vztahu (1.3.) je patrné, že u provozů s vysokým podílem oběhového vzduchu se bude zvyšovat i hodnota teplotního součinitele B.

Tabulka A.1.2 Teplotní činitel B pro různé druhy provozu

Provoz	Druh	B
Ocelárny	Martinské pece	0,30 - 0,35
	elektrické pece	0,35 - 0,40
	odlévací hala	0,25 - 0,30
Válcovny	Pece	0,25 - 0,30
	válcové tratě	0,30 - 0,35
Slévárny	Tavírny, kuplovny	0,40 - 0,45
	Odlévárny	
	Chladicí úseky	

A.1.1.2 Průtok větracího vzduchu²

Pro stanovení průtoku venkovního vzduchu pro odvedení tepelné zátěže se vychází ze vztahu

$$Q = M \times c \times \Delta t \quad [\text{W}] \quad (1.6)$$

kde

Q.....tepelná zátěž vnitřního prostoru [W]

c.....měrná tepelná kapacita vzduchu [J/kg K]

Δtrozdíl teploty odváděného vzduchu t_0 a venkovního vzduchu t_e [°C].

Po úpravě je potřebný hmotnostní průtok vzduchu pro odvedení vnitřní zátěže

$$M = \frac{Q}{c \times (t_0 - t_e)} \quad [\text{kg/s}]. \quad (1.7)$$

Teplota odváděného vzduchu t_0 je stanovena na základě znalosti teplotního součinitele B.

A.1.1.3 Účinný tlak³

Účinný tlak Δp je vyvozen rozdílem hustot vzduchu

$$\Delta p = h \times g \times \Delta \rho = h_0 \times g \times (\rho_e - \rho_i) \quad [\text{Pa}] \quad (1.8)$$

kde

h_0vertikální vzdálenost os aeračních otvorů [m]

ρ_ihustota pro střední teplotu v prostoru t_i [kg/m³]

ρ_ehustota venkovního vzduchu [kg/m³]

Střední teplota v prostoru t_i je dána vztahem

$$t_i = \frac{t_{p0} + t_0}{2} \quad [\text{kg/s}]. \quad (1.9)$$

² Vzorce v kapitole, převzaté z DRKAL, František – LAIN, Jiří - SCHWARZER, Jan - ZMRHAL, Vladimír. *Klimatizace a průmyslová vzduchotechnika*. Praha: Evropský sociální fond, Praha @ EU: Investujeme do vaší budoucnosti. 2009. Kapitola 17.

³ Vzorce v kapitole, převzaté z DRKAL, František – LAIN, Jiří - SCHWARZER, Jan - ZMRHAL, Vladimír. *Klimatizace a průmyslová vzduchotechnika*. Praha: Evropský sociální fond, Praha @ EU: Investujeme do vaší budoucnosti. 2009. Kapitola 17.

Schéma rozložení tlaku ve vertikálním směru je na Obrázek A.1.4.

Účinný tlak Δp vytváří tlakové rozdíly na příváděcích a odváděcích otvorech

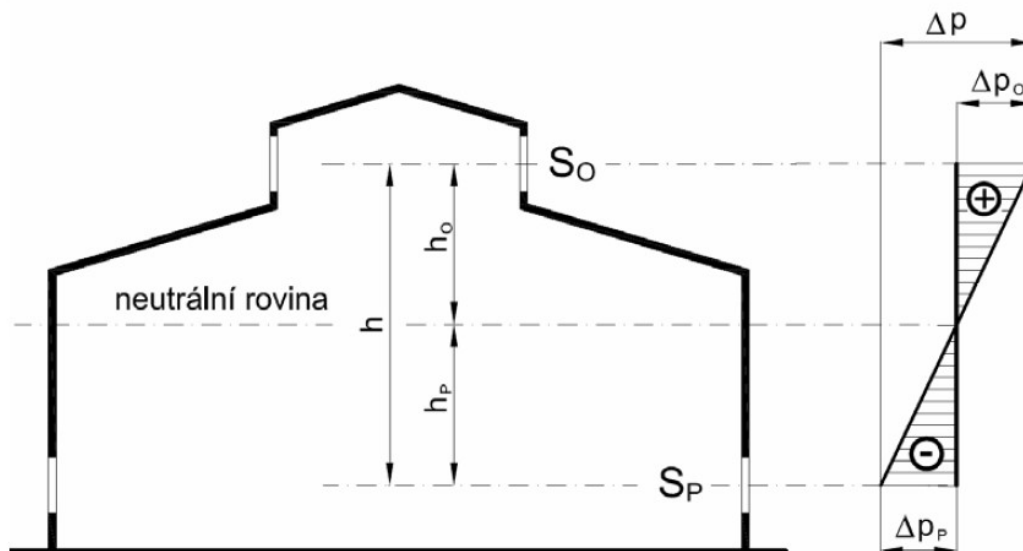
$$\Delta p = \Delta p_p + \Delta p_o \quad [\text{Pa}]. \quad (1.10)$$

kde

Δp_prozdíl statických tlaků před a za příváděcími otvory [Pa]

Δp_orozdíl statických tlaků před a za odváděcími otvory [Pa]

Poměr $\Delta p_p / \Delta p_o$ se volí v rozmezí 1 až 2. Neutrální osa je ve středu větraného prostoru v případě, kdy platí $\Delta p_p / \Delta p_o = 1$.



Obrázek A.1.4 Rozložení tlaku ve vertikálním směru [36]

Rozložení tlaku na příváděcích otvorech by nemělo být větší jak $\Delta p_p < 5 \text{ Pa}$. Hrozil by zde vznik průvanu, který je pro provoz nepřijatelný.

Stanovení hustoty vzduchu lze provést na základě stavové rovnice pro ideální plyn z „normálních hodnot“.

$$\frac{p_N}{\rho_N \times r \times T_N} = \frac{p}{\rho \times r \times T} \quad (1.11)$$

kde

ptlak [Pa]

ρhustota [kg/m^3]

Ttermodynamická teplota [K]

r.....měrná plynová konstanta suchého vzduchu [J/kgK], normální hodnoty pro vzduch jsou:

- Termodynamická teplota $T_N = 273,15$ K
- Normální tlak $p_N = 101\,325$ Pa
- Hustota vzduchu $\rho_N = 1,293$ kg/m³.

Přepočet pak bude dán vztahem

$$\rho = \frac{1,293 \times 273,15}{t + 273,15} \times \frac{p}{101325} \quad (1.12)$$

A.1.1.4 Stanovení velikosti aeračních otvorů⁴

Výpočet vychází ze vztahu pro objemový průtok

$$V = \mu \times S \times w \quad [\text{kg/s}]. \quad (1.13)$$

kde

S.....plocha otvoru [m²]

w.....rychlost vzduchu [m/s]

μprůtokový součinitel [-]

Rychlosti v otvorech lze určit ze vztahů, které vyjadřují změnu rozdílu statických tlaků na tlaky dynamické

$$\Delta p_p = \frac{\rho_E \times w_p^2}{2} \quad (1.14)$$

$$\Delta p_p = \frac{\rho_o \times w_o^2}{2} \quad (1.15)$$

Pro stanovení plochy aeračního otvoru pak bude platit obecně

$$S = \frac{V}{\mu \times w} = \frac{M}{\rho \times \mu \times w} \quad [\text{m}^2]. \quad (1.16)$$

⁴ Vzorce v kapitole, převzaté z DRKAL, František – LAIN, Jiří - SCHWARZER, Jan - ZMRHAL, Vladimír. *Klimatizace a průmyslová vzduchotechnika*. Praha: Evropský sociální fond, Praha @ EU: Investujeme do vaší budoucnosti. 2009. Kapitola 17.

Pro přiváděcí otvor

$$S_p = \frac{M}{\mu_p \times \sqrt{2 \times \Delta p_p \times \rho_E}} \quad [\text{m}^2]. \quad (1.17)$$

Pro odváděcí otvor

$$S_o = \frac{M}{\mu_o \times \sqrt{2 \times \Delta p_o \times \rho_E}} \quad [\text{m}^2]. \quad (1.18)$$

A.1.1.5 Okrajové podmínky výpočtu a kombinované větrání

Při výpočtu aerace se uvažuje suchý vzduch o barometrickém tlaku 98,1 kPa. Pro letní období se předpokládá venkovní teplota $t_E = 30 \text{ }^\circ\text{C}$, pro zimní období $t_E = 0 \text{ }^\circ\text{C}$. V některých případech je však vhodné provést výpočty i pro další teploty, abychom dosáhli správného návrhu vzduchotechnického zařízení. Rozmezí teplot volíme tak, abychom pokryli výskyt všech teplot v daném okolí během jednoho ročního období. Tím si ověříme, zda je účinek přirozeného větrání efektivní.

Důležitou součástí při návrhu je regulování průtoku přiváděného vzduchu. Regulaci provedeme změnami průřezů aeračních otvorů. Velikost změny aeračních otvorů je závislá na změně vnitřních zisků a na klimatických podmínkách v exteriéru.

Ve velmi prostorných halách, které mají také velké výměny vzduchu, nedosáhneme požadovaného vnitřního mikroklimatu jen větráním aerací. Proto je zde nutné navrhovat větrání nucené. Čerstvý vzduch se přivádí do střední části haly. Kraje jsou obsluhovány aerací. Odvod vzduchu se však provádí vždy přirozeně.

Tabulka A.1.3 Průtokový součinitel μ pro přiváděcí otvor s žaluzií s vodorovnými listy

Poměr otvoru k šířce	Sklon listu od roviny otvoru				
	15 °	16 °	17 °	18 °	19 °
1	0,15	0,3	0,44	0,56	0,64
0,5	0,13	0,27	0,39	0,56	0,61

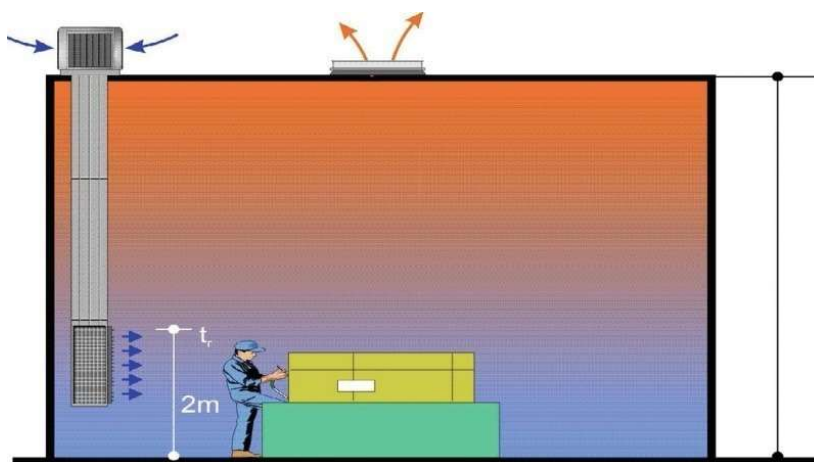
A.1.2 Chladné provozy

A.1.2.1 Specifické vlastnosti chladných provozů

V zimním období je nutné pro provoz pokrýt tepelné ztráty budovy. Vhodné je tedy klimatizace kombinovat se systémem vytápění. V místnostech s menší výškou ($h < 2 - 4\text{m}$) a nevýraznými zdroji škodlivin se vytápění a větrání řeší samostatnými systémy vytápění a směšovacího větrání nebo jedním společným směšovacím systémem teplovzdušného vytápění a větrání. „Podstatně významnější je vazba větrání a vytápění ve vyšších halách. Zde lze uplatnit směšovací systém teplovzdušného větrání a vytápění s horizontálním nebo vertikálním přívodem vzduchu. Horizontální přívod teplého vzduchu je neefektivní (pokud se vzduch nepřivádí vyšší rychlostí

tryskami); proud teplého vzduchu vlivem neizotermičnosti se ohýbá směrem ke stropu, nedosahuje pásma pobytu osob.“ (Schwarzer, 2009, s:126). Výsledkem tohoto jevu je špatné provětrání míst, kde se vyskytují osoby.

Vhodnější je tedy použití přívodu teplého vzduchu vertikálně. Jedná se o jev, který probíhá shora dolů. Vůbec neefektivnější variantou je však kombinace záplavového větrání se stropním vytápěním. Nevýhodou však může být malý výkon stropního vytápění, které lze použít jen ve výjimečných případech.



Obrázek A.1.5 Záplavové větrání ve vysokých halách [37]

Jak bylo popsáno výše, chladných halách jsou vnitřní zisky velmi malé někdy až nulové a nepokryjí tedy tepelné ztráty. Chladné haly tedy nemůžeme větrat přirozeným způsobem dle několika okolností, jak popisuje Schwarzer, 2009, s:126

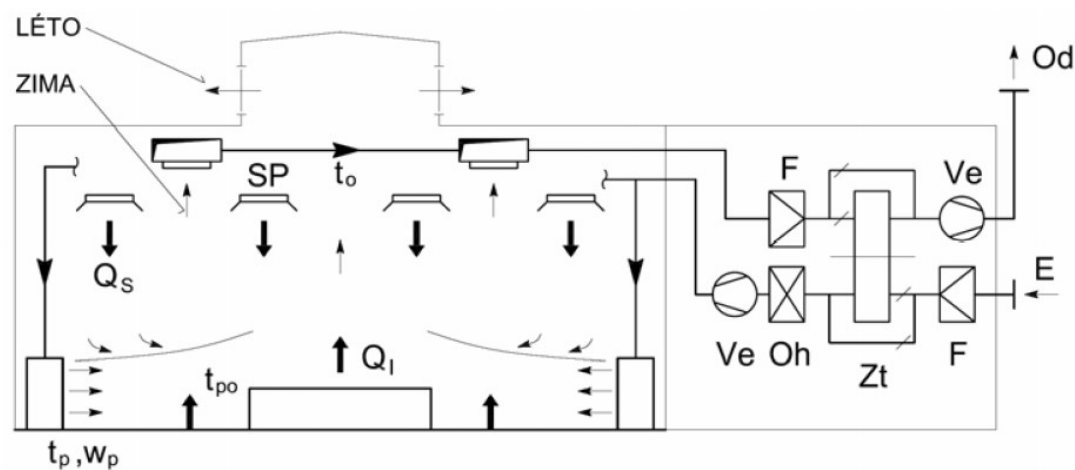
- *tepelných* – zdroje tepla jsou malé a při přívodu venkovního chladného vzduchu v zimě teplota vzduchu v pásmu pobytu osob klesá pod hygienicky přípustnou mez; dodatečný ohřev vzduchu v prostoru haly vytápěcí soustavou (z extrémní teploty venkovního vzduchu – 12 až 18 °C) není nereálný,
- *dispozičních* – uspořádání výrobních, prodejních ploch znemožňuje vhodně rozmístit otvory pro přirozený přívod vzduchu; u dispozičně členitých hal (zvláště s relativně malým poměrem obvodu k půdorysné ploše) nelze zajistit rovnoměrně provětrání celého prostoru,
- *hygienických* – hygienické směrnice umožňují přirozené větrání pouze v místnostech, kde není nutný přívod filtrovaného a v zimě ohřívání vzduchu.

K větrání chladných hal se používají proto systémy nuceného větrání, případně větrání sdruženého (kombinace větrání nuceného s větráním přirozeným). Vzduch do hal se přivádí zaplavovacím nebo směšovacím principem.

Zaplavovací princip s přívodem vzduchu do pásma pobytu osob velkoplošnými výústěmi nebo dýzami se projevuje potlačeným směšováním přiváděného vzduchu se vzduchem v místnosti, což má za následek, že nedochází k rozptylování malých částí prachu nebo drobných organismů. Tím dochází ke zlepšení využití čerstvého vzduchu přiváděného z exteriéru. Zaplavovací větrání

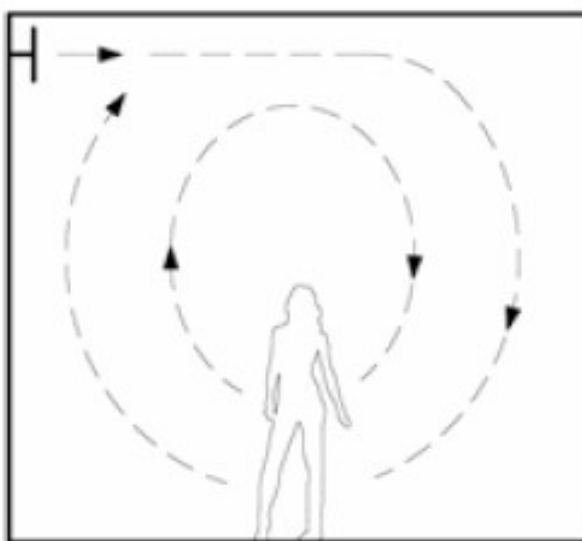
je podmíněné tím, že přiváděný vzduch musí mít nižší teplotu než je teplota vnitřního vzduchu za pobytu osob. Jedná se zhruba o 3 až 5 K. K ohřátí vzduchu z exteriéru můžeme využít například tepelné zdroje nebo vytápěcí soustavu, která zajišťuje potřebné mikroklima. Účinným systémem v tomto případě je sálavé vytápění, nejčastěji se sálavými panely, nebo zářiči Obrázek A.1.6. Přiváděný vzduch se v hale ohřívá při proudění podél podlahy zahřáté sálavými zdroji. Rychlost výstupu vzduchu z velkoplošných výustí se má pohybovat v rozmezí $w_p = 0,1$ až $0,5\text{m/s}$. Je to především z důvodu snížení rizika podchlazení osob, pobývajících v blízkosti výustí – trvalá pracovní místa mají být vzdálena minimálně 2 m od výustí.

Jelikož technologické zařízení produkuje značné množství škodlivin (plyny, páry, prach i nadměrné teplo), musí být haly opatřeny odsávacími zařízeními, která nám zajistí nezávadnost vzduchu v hale. Důvody jsou hygienické a ekonomické – dochází ke snížení produkce škodlivin do prostoru haly a tím se snižuje i potřeba venkovního vzduchu pro celkové větrání; dále jsou to požadavky na odlučování škodlivin. Účinnost odlučovacích zařízení je vyšší v případě vyšších vstupních koncentrací do odlučovačů (tj. u místního odsávání) než u relativně nízkých koncentrací při celkovém větrání.



Obrázek A.1.6 Schéma zaplavovacího větrání v kombinaci se sálavým vytápěním [38]

V halách, kde není velký výskyt škodlivin, můžeme použít distribuci vzduchu pomocí směšování, které zajistí bez problémů vnitřní tepelnou pohodu prostředí. Pro distribuci vzduchu použijeme prvky, které můžeme nastavit tak, aby proud byl mimo výskyt osob. Můžeme použít i vyšší vstupní rychlosti, protože vzduch není situován na osoby. Směšovací princip celkového větrání vede k rovnoměrnějšímu rozptýlení škodlivin v prostoru haly; pro dosažení stejných koncentrací škodlivin v pásmu pobytu osob, při stejných zdrojích škodlivin, je potřebný větší průtok čerstvého venkovního vzduchu než u zaplavovacího principu.



Obrázek A.1.7 Princip směšování vzduchu [39]

„Vzduch při celkovém větrání hal se odvádí nuceně, různě situovanými výústěmi, převážně pod stropem. Rozmístění odsávacích výústí podstatně neovlivňuje rovnoměrnost provětrání prostoru, výrazně vyšší vliv mají výústě přiváděcí. Pro letní provoz, u jednopodlažních hal, lze využít otevřítelné střešní světlíky; v zimním období je tento způsob nevýhodný, podle teplotních a tlakových poměrů v hale může některými světlíky proudit do haly chladný venkovní vzduch.“ (Schwarzer, 2009, s:126).

A.1.3 Větrání sportovních a víceúčelových hal pomocí decentralizačních jednotek

Už z názvu kapitoly vyplývá, že sportovní a víceúčelové haly mají mnoho společného. Při jejich návrhu můžeme postupovat obdobně. K větrání, vytápění a chlazení těchto prostor můžeme využít decentralizovaných větracích jednotek.

Požadavky na projektování víceúčelových hal udává např. norma DIN 18032-1, v ní jsou uvedené nejčastěji používané typy hal. Celé sportovní pavilony bývají často členěny na menší sportoviště což je nutné při návrhu zohlednit. Proudění vzduchu bude jiná u lezecké stěny a u kurtu na badminton. S ohledem na využití plochy pro sportovní aktivitu se zpravidla jedná o pole s rozměry 15 x 27m nebo 22 x 22m.

Tabulka A.1.4 Nejčastěji používané rozměry hal

Typ haly	š x d x v	počet polí
Jednoduchá	15 x 27 x 5,5 m	1 x (15 x 27) m
Dvojitá	22 x 44 x 7 m	2 x (22 x 22) m
Trojitá	27 x 45 x 7 m	3 x (15 x 27) m

Nezbytný vzduchový výkon je závislý na tom, na jaký výkon bude navrhován. Můžeme totiž navrhovat pro čistě sportovní využití nebo sportovní využití doplněné obecně. Je tedy nutné zvážit počet lidí a jejich aktivitu. Tyhle údaje je vhodné promyslet s provozovatelem daného centra, který bude vědět bližší informace o následném využívání sportovního areálu nebo sportoviště. Tohle rozhodování nakonec potkalo i mě. Tělocvičnu ve výpočtové části po poradě s mojí vedoucí a využití její zkušeností z praxe navrhuji pro 100 osob. Věřím, že pokud se budu oboru vzduchotechniky dále věnovat, bude tohle rozhodování na začátku každého projektu pro mě jednodušší.

Na každého sportovce se standardně uvažuje s přívodem $60 \text{ m}^3/\text{h}$ a na diváka $20 \text{ m}^3/\text{h}$ čerstvého vzduchu. Dle obsazenosti haly, která se mění v průběhu dne, je nutno zvážit vhodného větracího systému, který se dokáže určitým situacím přizpůsobit.

Možným návrhem může být decentralizační zařízení



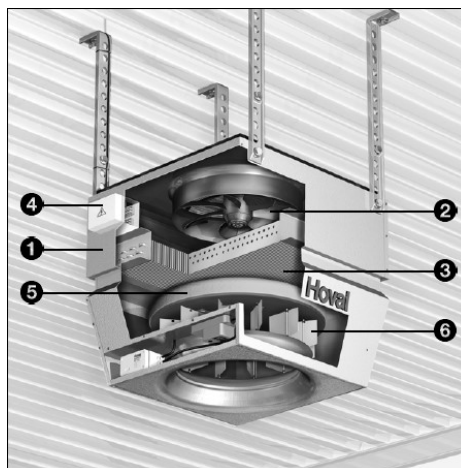
Obrázek A.1.8 Decentralizační jednotka firmy Hoval [49]

Protože haly často slouží více účelům, jsou kladeny vysoké požadavky z hlediska hluku jednotek. Decentralizační jednotky jsou vybaveny tlumiči hluku, jak na straně přívodu, tak i odvodu vzduchu. Tím, že jednotka umožňuje redukovat výkon, také přispívá v daných situacích ke snížení hluku. Rozdílný stupeň obsazenosti haly potom v konkrétních případech pomáhají řešit ventilátory s frekvenčními měniči.



Obrázek A.1.9 Jednotka vybavená tlumiči hluku přiváděného i odváděného vzduchu [50]

⁵ „Zařízení je ovládáno a regulováno speciálně vyvinutým systémem měření a regulace určeného pro decentralní vzduchotechnické jednotky, umožňující nezávislé druhy provozu podle využití jednotlivých částí haly. Lze tak například zajistit větrání jedné části a přitom v druhé pouze temperovat na sníženou teplotu. Součástí systému ovládání jednotky je i automatická regulace nastavení vyústek podle diference teploty přiváděného okolního vzduchu. Prostor je rovnoměrně vyvětráván, chlazen či ohříván za všech provozních okolností, aniž by byl průvan.“



Obrázek A.1.10 Konstrukce decentralizační jednotky [51]

Decentralizační jednotka se skládá z:

⁵ TZB- info, Větrání a klimatizace- Průmyslová vzduchotechnika, firemní článek Hoval spol. s.r.o.

- 1- Kryt
- 2- Ventilátor
- 3- Tepelný výměník
- 4- Svorkovnice
- 5- Tlumič hluku
- 6- Přestavitelná vířivá vyústka

Decentralizační jednotky jsou velmi vhodné systémy pro úpravu vnitřního mikroklimatu na sportovištích. Jako provozovatel těchto jednotek bych byl velmi spokojený s tím, že mi jednotka šetří náklady, protože dokáže regulovat výkon na aktuální potřebě úpravy vzduchu. Dále také systém neobsahuje žádné trubní rozvody, což znamená, že nemusím zabývat tím jestli jsou vzduchovody zanesené a jejich následnou údržbou.

Tenhle systém je zatím na svém „začátku“ a vnímám ho jako velký potenciál v oboru vzduchotechniky, který by mohl přinést mnoho ulehčení.

A.2 Distribuce vzduchu velkých objemů

ÚVOD

V předcházejících kapitolách jsme si popsali, jak správně navrhnout vzduchotechniku v objektech, které jsou typické svým velkým prostorem v interiéru. Z toho vyplývá, že distribuce vzduchu bude probíhat pomocí prvků, které mohou tyto velké objemy zajistit. Typickými prvky pro distribuci vzduchu velkých objemů jsou: velkoobjemové prostorové vyústky, dýzy...

V následujících kapitolách se budu detailněji zabývat problematikou jednotlivých prvků.

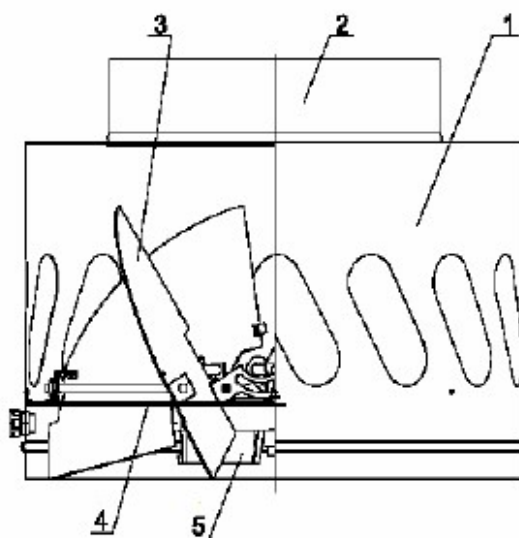
A.2.1 Velkoobjemové prostorové vyústky

V dnešní době je trendem mít vysoké nároky. Výjimkou nezůstává ani vzduchotechnika. V průmyslových objektech se vyžaduje, aby koncové vývody vzduchu byly konstruovány s větší přesností, manipulační schopností, flexibilitou a efektivitou. Možnost automatické změny proudění studeného nebo teplého vzduchu se v dnešní době zařazuje ke standardním nárokům moderních přívodů vzduchu. Velkoobjemové vyústky nám všechny požadavky mohou splnit.



Obrázek A.2.1 Velkoobjemová vyústka [40]

Velkoobjemová vyústka je konstrukčně řešena tak, aby pokryla potřebné dávky vzduchu především v objektech, které mají vysoké požadavky na dávky vzduchu. Jedná se především o průmyslové objekty. Tato vyústka umožňuje přivádět čerstvý vzduch o různých teplotách bezprostředně do pobytové zóny pracovníků, a to i do prostorů, které jsou zatížené škodlivými látkami nebo vysokou teplotou. Vzduch je tedy při výstupu z distribučního prvku minimálně znečištěný. Přiváděný vzduch proudí shora a vyfukuje směrem dolů nebo do stran. Instalace výfukové výšky může být v rozmezí 3-10 metrů. Vyústku můžeme nastavit na měnící se pracovní podmínky nebo na letní a zimní provoz ručně či automaticky.

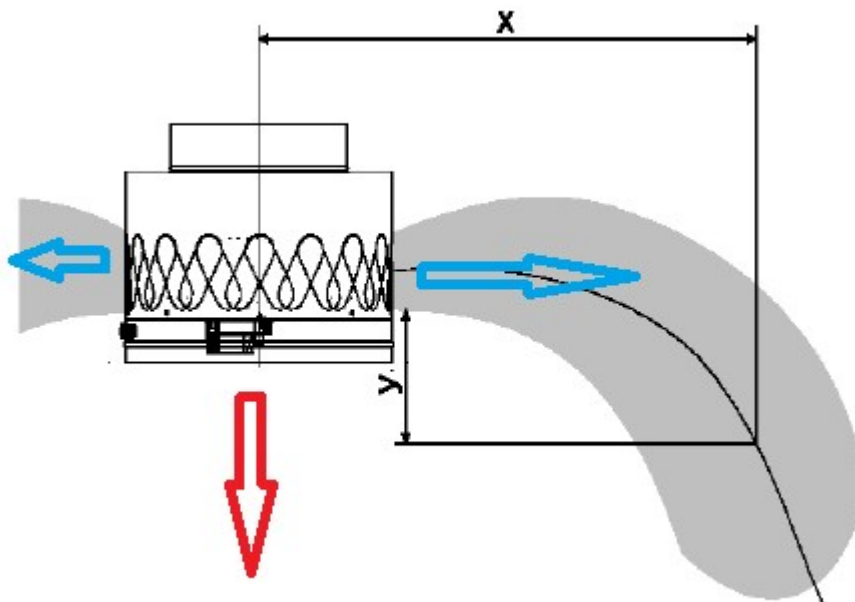


Obrázek A.2.2 Konstrukční řešení velkoobjemové vyústky [41]

Velkoobjemová vyústka se skládá z:

- 1- Plášť opatřený jednotlivými speciálními otvory
- 2- Připojovací hrdlo
- 3- Usměrňovací klapka
- 4- Usměrňovací mechanismus
- 5- Servopohon

Velkoobjemové vyústky jsou vyrobené z pozinkovaného plechu z nelegovaných konstrukčních ocelí. Spojení jednotlivých částí vyústky je provedeno svařováním, nýtováním a zaklepáváním.



Obrázek A.2.3 Příklad proudění vzduchu, studený vzduch v horizontální poloze - letní provoz [42]

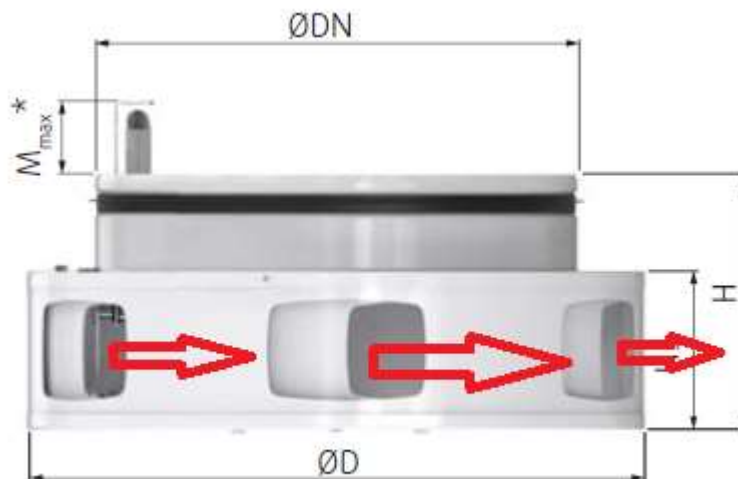
A.2.2 Velkoobjemová vyúst' -BURE

Jedná se o prvek, který nám zajišťuje distribuci přívodního upraveného vzduchu. Může být jak v režimu topení, tak i chlazení. Prvek je vhodný pro instalaci do prostor s vysokou instalační výškou. Jedná se především o haly výstavní plochy, skladovací plochy a průmyslové objekty. Doporučená výška instalace je v rozmezí čtyř až patnácti metrů.



Obrázek A.2.4 Velkoobjemová výúst BURE [43]

Konstrukce je sestavena tak, že vzájemné propojení lamel umožňuje měnit obraz proudění z horizontálního (chlazení) na vertikální (topení). Změnu proudění vzduchu můžeme nastavit pomocí servopohonu nebo tepelnou patronou. U varianty řízení tepelnou patronou reagují lamely na změnu teploty. Výhodou tohoto systému je automatizace celého systému, což vnímám jako velkou výhodu. Nevýhodou je ovšem pořizovací cena. Další možností je ruční seřízení pomocí posuvného mechanismu s aretací polohy na horní straně vyústí. Rozsah je v rozmezí 1 až 5, přičemž pozice 1 odpovídá plně horizontálnímu proudění a pozice 5 plně vertikálnímu proudění vzduchu.



Obrázek A.2.5 Velkoobjemová výúst BURE, pozice 1 [44]

A.2.3 Dýzy

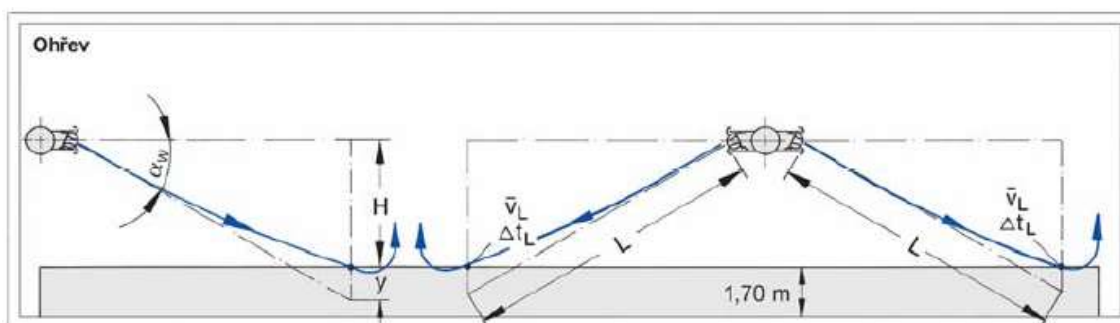
Dýza je koncový vzduchotechnický prvek pro přívod vzduchu na velké vzdálenosti. Jelikož dokáže distribuovat i velké množství vzduchu, je vhodná do letištních hal, prostorů nádraží a své uplatnění najde i v obchodních centrech. Může být vybavena automatickým ovládním proudu vzduchu.



Obrázek A.2.6 Dýza DDM II [45]

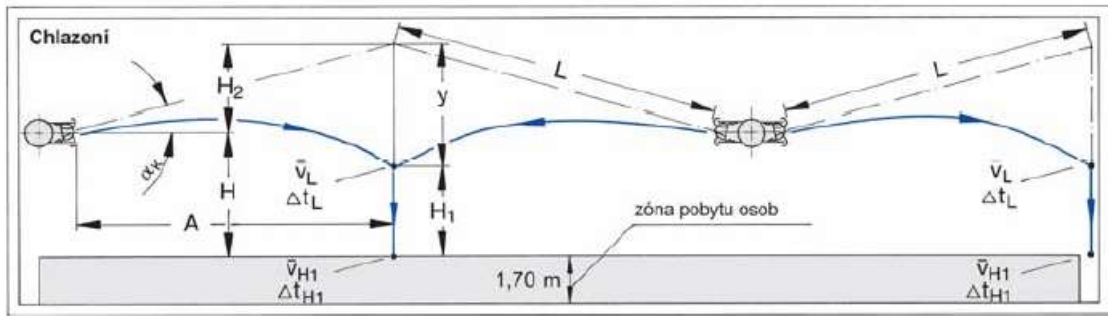
Její největší předností je daleký dosah přiváděného vzduchu a možnost nastavení směru proudu je zvláště účelné. Musíme brát v potaz, zda bude v ročním cyklu sloužit pro chlazení nebo vytápění. V této závislosti musí dojít k jejímu nastavení. Proudění vzduchu pro jednotlivá období si popíšeme níže.

Pro zimní období se trysky směřují k podlaze, protože neizotermní proud teplého vzduchu má tendenci se obracet směrem vzhůru, při horizontálním výstupu by přiváděný teplý vzduch nedosáhl místa pohybu osob.



Obrázek A.2.7 Nastavení dýz v režimu vytápění [46]

V letním období by nastavení dýz způsobovalo vysoké ochlazení pobytu osob a nebyly by tak splněny podmínky přivodu vzduchu do interiéru. Z hlediska rozdílu teplot přiváděného vzduchu a teploty vzduchu v interiéru pro letní období nastavíme dýzu směrem nahoru.



Obrázek A.2.8 Nastavení dýz v režimu chlazení [47]

Dýzy je možné sestavit vedle sebe do čelní desky. Tenhle typ sestavených jednotek se využívá zejména v prostorech letištních hal.



Obrázek A.2.9 Dýzy v čelní desce [48]

Tahle kapitola byla pro mě obzvlášť přínosná. Nabyté znalosti jsem totiž následně využil v praktické části. Sestavení dýz pro letní a zimní období v programu HaltonHit pro mě nebylo žádným problémem a ve výsledku jsem studiem téhle kapitoly ušetřil čas ve výpočtové části.

B. VÝPOČTOVÁ ČÁST

B.1 Úvod – výpočtová část

Sportovní pavilon je součástí základní školy a je s ní spojen „krčkem“. Skládá se ze dvou hlavních částí: zázemí tělocvičny a tělocvična. Zázemí tělocvičny je tvořeno vstupem, recepcí, chodbou, kotelnou, hygienickým zázemím, šatnami, úklidovou komorou, kabinetem s hygienickým zázemím, nářadovnou a skladem. Svislý nosný systém je tvořen systémem PTH. Vodorovné konstrukce jsou vytvořeny z předpjatých stropních panelů. Zázemí má konstrukční výšku 3,575 m a světlou výšku 3,1 m. Nosná konstrukce tělocvičny je navržena jako montovaný skelet. Výplně otvorů a prosklené fasády v obvodovém plášti budou plastové se zasklením. Tělocvična má světlou výšku v rozmezí 6,75m až 9,15m.

B.2 Klimatické podmínky

Stavba se nachází v lokalitě Brno a všechny návrhové klimatické podmínky byly tedy použity pro tuhle oblast. Klimatické podmínky jsou shrnuty v následující tabulce

Tabulka B.2.1 Klimatické podmínky stavby

Brno	Teplota	Entalpie
	(°C)	(kJ/kg)
LÉTO	30	57,5
ZIMA	-12	-

B.3 Analýza objektu

Objekt jsem rozdělil na dvě části. Každou část bude obsluhovat jedna vzduchotechnická jednotka. Tělocvična bude obsluhována jednotkou VZT 1, která bude umístěna na střeše zázemí tělocvičny. Jedná se o plochou střechu, která je dostupná z vnějšku pomocí žebříku. Zázemí sportovního pavilonu bude obsluhováno jednotkou VZT 2, která je umístěna v místnosti 1.05.

B.4 Tepelné ztráty

B.4.1 Výpočet součinitele prostupu tepla „U“

Dle následujících vztahů, převzatých z normy ČSN 730540 – 2:2011, jsem vypočítal součinitele prostupu tepla.

$$U = \frac{1}{R_t} \quad [\text{W}/\text{m}^2\text{K}] \quad (1.19)$$

$$R_t = R_{si} + R + R_{se} \quad [\text{m}^2\text{K}/\text{W}] \quad (1.20)$$

$$R = \sum \frac{d_i}{\lambda_i} \quad [\text{m}^2\text{K}/\text{W}] \quad (1.21)$$

Tepelné odpory při přestupu tepla dle ČSN 730540 – 3 viz. tabulka 2.1

Tabulka B.4.1 Přehled přestupů tepla na vnější a vnitřní straně

konstrukce	R_{si} [m ² K/W]	R_{se} [m ² K/W]
vnější stěna	0,13	0,4
střecha	0,10	0,4
podlaha na zemině	0,17	0,00

Tabulka B.4.2 Výpočet součinitele prostupu tepla vnější stěny tělocvičny

Vnější stěna - tělocvična		d	λ	R	R_{si}	R_T	R_{se}	U
		[m]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[W/m ² K]
1	Obklad přírodní	0,015	0,5	0,100	0,13	6,853	0,04	0,14
2	Vzduchová mezera	0,125	0,2	0,625				
3	Tepelná izolace EPS	0,15	0,047	3,191				
4	PTH 44 P + D	0,44	0,15	2,933				
5	Trapézový plech	0,0015	0,47	0,003				
6								
7								
8								

Tabulka B.4.3 Výpočet součinitele prostupu tepla vnější stěny zázemí tělocvičny

Vnější stěna – zázemí tělocvičny		d	λ	R	R_{si}	R_T	R_{se}	U
		[m]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[W/m ² K]
1	Omítka	0,015	0,47	0,032	0,13	5,096	0,04	0,19
2	PTH 44 P + D	0,44	0,15	2,933				
3	Tepelná izolace EPS	0,1	0,047	2,128				
4	Trapézový plech	0,0015	0,47	0,003				
5								
6								
7								
8								

Tabulka B.4.4 Výpočet součinitele prostupu tepla střechy nad tělocvičnou a zázemím tělocvičny

Střecha nad tělocvičnou a zázemím tělocvičny		d	λ	R	R_{si}	R_T	R_{se}	U
		[m]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[W/m ² K]
1	Asfaltový pás typ „R“	0,005	0,21	0,0238	0,10	8,27	0,04	0,12
2	Asfaltový pás typ „R“	0,005	0,21	0,0238				
3	Tepelná izolace EPS	0,11	0,047	2,3404				
4	Tepelná izolace EPS	0,11	0,047	2,3404				
5	Parotěsná fólie	0,00125	0,21	0,0119				
6	Dřevěné bednění	0,00125	0,18	0,0694				
7	Vzduchová mezera	0,68	0,2	3,4000				
8	Dřevěné bednění	0,00125	0,22	0,0568				

Tabulka B.4.5 Výpočet součinitele prostupu tepla podlahy v tělocvičně PDL - 1

Podlaha v tělocvičně- PDL1		d	λ	R	R_{si}	R_T	R_{se}	U
		[m]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[W/m ² K]
1	Pryžová podlož	0,007	0,16	0,0438	0,17	2,35	0,00	0,40
2	Asfaltový pás typ „R“	0,032	0,098	0,3265				
3	Dvojitý dřevěný rošt	0,05	0,18	0,2778				
4	Betonová mazanina	0,04	1,23	0,0325				
5	Tepelná izolace EPS	0,06	0,039	1,5385				
6	Hydroizolace	0,00125	0,18	0,0238				
7	Železobetonová deska	0,15	1,43	0,1049				

Tabulka B.4.6 Výpočet součinitele prostupu tepla podlahy v zázemí tělocvičny PDL - 2

Podlaha v zázemí tělocvičny-PDL2		d	λ	R	R_{si}	R_T	R_{se}	U
		[m]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[W/m ² K]
1	Keramická dlažba	0,008	1,01	0,0079	0,17	2,49	0,00	0,38
2	Betonová mazanina	0,055	1,23	0,0447				
3	Tepelná izolace EPS	0,09	0,039	2,3077				
4	Hydroizolace	0,005	0,21	0,0238				
5	Železobetonová deska	0,15	1,43	0,1049				

B.4.2 Výpočet tepelných ztrát

Samotný výpočet byl proveden dle ČSN EN 12 831. Výpočet tepelných ztrát byl stanoven zjednodušeným způsobem, což znamená, že lineární tepelné vazby ΔU byly stanoveny dle tabulkové veličiny. Celkové tepelné ztráty se skládají ze ztrát přímo do venkovního prostředí, tepelných ztrát z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty, tepelných ztrát vytápěných na rozdílné teploty a tepelných ztrát zeminou. Tepelné ztráty větráním byly zanedbány.

Tabulka B.4.7 Tepelné ztráty místnosti 1.23 TĚLOCVICNA

I.23	TĚLOCVICNA			Výpočtová vnitřní teplota			Výpočtová venkovní teplota	
				15 °C			-12 °C	
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí								
Č.k	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$	
SN1	Venkovní stěna	197,9	0,14	0,02	0,16	1	31,66	
OZ1	Okna do exteriéru	67,2	1,1	0,02	1,12	1	75,26	
SN2	Venkovní stěna	132,67	0,14	0,02	0,16	1	21,23	
SN3	Venkovní stěna	277,64	0,14	0,02	0,16	1	44,42	
OZ2	Okna do exteriéru	67,2	1,1	0,02	1,12	1	75,26	
SN4	Venkovní stěna	132,67	0,14	0,02	0,16	1	21,23	
DN1	Venkovní stěna	5,625	1,1	0,02	1,12	1	6,30	
STR1	Střecha	648,79	0,12	0,02	0,14	1	90,83	
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							366,20	
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty								
Č.k	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$			
SN6	Stěna do M.Č.1.10	16,375	0,67	-0,167	-1,83			
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů rozdílných teplot $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							-1,83	
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem								
Č.k	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$	
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ (W/K)							0,00	
Tepelné ztráty zeminou								
Č.k	Popis	A_k	$U_{equiv,bf}$	$A_k \cdot U_{equiv,bf}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
PDL2	Podlaha na zemině	648,79	0,21	136,25	1,45	0,41	1	0,6
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,bf}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$ (W/K)							81,00	
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$							445,37	
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ (W)				
15	-15	30	445,37	13361				
Celková tepelná ztráta:				13361 W				

Tabulka B.4.8 Tepelné ztráty místnosti 1.19 ŠATNA - ŽENY

1.19	ŠATNA - ŽENY				Výpočtová vnitřní teplota		Výpočtová venkovní teplota	
					24 °C		-12 °C	
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí								
Č.k	Popis	Ak	Uk	ΔU	Ukc	ek	Ak.Ukc.ek	
SN1	Venkovní stěna	13,07	0,19	0,02	0,21	1	2,74	
OZ1	Okno do exteriéru	2	1,1	0,02	1,12	1	2,24	
SN2	Venkovní stěna	24,06	0,19	0,02	0,21	1	5,05	
OZ2	Okno do exteriéru	2	1,1	0,02	1,12	1	2,24	
STR1	Střecha	28,13	0,12	0,02	0,14	1	3,94	
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $HT_{,ie} = \sum_k Ak.Ukc.ek$ (W/K)							16,22	
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty								
Č.k	Popis	Ak	Uk		fij	Ak.Uk.fij		
SN3	Stěna do M.Č. 1.04	3,14	0,41		0,128	0,16		
DN1	Stěna do M.Č. 1.04	1,773	1,1		0,128	0,25		
SN4	Stěna do M.Č. 1.21	9,89	0,67		-0,114	-0,76		
SN5	Stěna do M.Č. 1.20	15,88	0,67		-0,114	-1,21		
DN3	Stěna do M.Č.1.20	1,773	1,1		-0,114	-0,22		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů rozdílných teplot $HT_{,ij} = \sum_k Ak.Uk.fij$ (W/K)							-1,78	
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem								
Č.k	Popis	Ak	Uk	ΔU	Ukc	bu	Ak.Ukc.ek	
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $HT_{,iue} = \sum_k Ak.Ukc.bu$ (W/K)							0,00	
Tepelné ztráty zeminou								
Č.k	Popis	Ak	Uequiv,bf	Ak.Uequiv,bf	fg1	fg2	Gw	fg1.fg2.Gw
PDL2	Podlaha na zemině	28,13	0,21	5,91	1,45	0,46	1	0,7
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $HT_{,ig} = (\sum_k Ak.Uequiv,bf).fg1.fg2.Gw$ (W/K)							3,91	
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $HT_{,i} = HT_{,ie} + HT_{,iue} + HT_{,ij} + HT_{,ig}$							18,35	
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i-\theta_e}$	$HT_{,i}$		Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ (W)			
20	-15	35	18,35		642			
Celková tepelná ztráta:					641 W			

kde

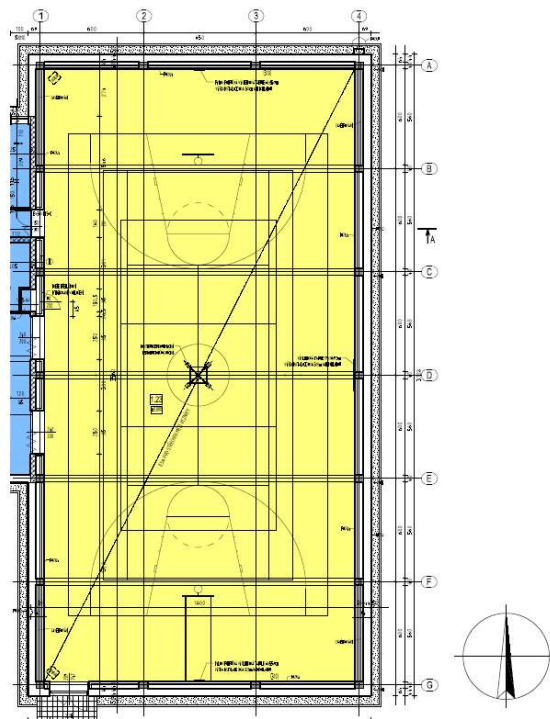
A_kplocha části (k) konstrukce budovy [m²]

U_ksoučinitel prostupu tepla části konstrukce budovy (k) [m²K/W]

- ΔUkorekční součinitel [m^2K/W]
 U_{kc} korekční součinitel prostupu tepla části konstrukce budovy (k) [m^2K/W]
 e_kkorekční činitel exponování [-]
 f_{ij} součinitel redukce teploty [-]
 b_ukorekční činitel exponování [-]
 $U_{equiv,bf}$ekvivalentní součinitel prostupu tepla konstrukce v kontaktu se zemí [-]
 f_{g1}opravný součinitel [-]
 f_{g2}opravný teplotní součinitel [-]
 G_kopravný součinitel na vliv spodní vody [-]

B.5 Tepelná zátěž tělocvičny

Tepelná zátěž je počítána z vnějšího a vnitřního prostředí. Z vnějšího prostředí uvažují: tepelné zisky oken radiací, tepelné zisky oken konvekce a tepelnou zátěž vnějších stěn (středně těžkých stěn). Z vnitřního prostředí uvažují tepelnou produkci lidí. Letní zátěž je počítána dle ČSN 730548.



Obrázek B.5.1 Orientace tělocvičny ke světovým stranám

B.5.1 Intenzita sluneční radiace

Tabulka B.5.1 Intenzita sluneční radiace

	Čas (h ⁻¹)	8	12	16
Východní fasáda	$I_{DV} = A_V \times I_{OV}$	$9,81 \times 539 = 5288$	$9,81 \times 141 = 1383$	$9,81 \times 539 = 5288$
Západní fasáda	$I_{DZ} = A_Z \times I_{OZ}$	$9,81 \times 100 = 981$	$9,81 \times 141 = 1383$	$9,81 \times 100 = 981$
Σ intenzity slun. radiace....(Wm ⁻²)		6269	2766	6269

- nejvíce zisky okny v 8h nebo v 16h
- provoz školy je od 8:00 do 14:30 => doba výpočtu je 8:00
- výška slunce nad obzorem v 8h je pro měsíc červenec a pro 50° s.š. $h = 34$
- sluneční azimut je v 8h pro měsíc červenec $\alpha = 100$

Osluněná část okna

$$S_{os} = [l_a - (e_1 - f)] \times [l_b - (e_2 - g)] \quad [m^2] \quad (1.22)$$

kde

l_avýška zasklení [m]

l_bšířka zasklení [m]

fodstup od svislé stínící překážky [m]

godstup od vodorovné stínící překážky [m]

dhloubka okna (venkovní nadpraží) [m]

e_1vodorovný stín [m]

e_2svislý stín [m]

Východ:

Vodorovný stín:

$$e_1 = c \times \tan|\alpha - \gamma| \quad [m^2] \quad (1.23)$$

kde

chloubka okna (venkovní nadpraží) [m]

αazimut slunce [°]

γazimut stěny [°]

$$= 0,2 \times \tan|100 - 90| = 0,0035 \text{ m} \quad \text{» stín dopadá na rám}$$

$$g \leq f$$

$$0,0035 \text{ m} \leq 0,05 \text{ m} \quad \text{» stín dopadá na rám}$$

Svislý stín:

$$e_2 = d \times \frac{\tan h_s}{\cos|\alpha - \gamma|} \quad (1.24)$$

kde

dhloubka okna (venkovní nadpraží) [m]

h_svýška slunce nad obzorem [m]

$$= 0,25 \frac{\tan 34}{\cos|100 - 90|} = 0,171 \text{ m}$$

$$S_{os} = [1,8 \times [5,45 - (0,171 - 0,05)]] = 9,5922 \text{ m}^2$$

Západ:

» rozdíl azimutů stěny a slunce $|\alpha - \gamma| \geq 90^\circ$, okno je celé ve stínu

$$|100 - 270| \geq 90$$

$$S_{os} = 0$$

B.5.2 Tepelný zisk sluneční radiace pro jedno okno

$$Q_{or} = [S_{os} \times I_0 \times c_0 + (S_0 - S_{os}) \times I_{odif}] \times s \quad [\text{m}^2] \quad (1.25)$$

kde

S_{os}osluněná část okna [m²]
 I_0celková intenzita radiace procházející oknem [Wm⁻²]
 C_0korekce na čistotu atmosféry [-]
 S_oplocha zasklení okna [m²]
 I_{dif}intenzita difúzní radiace procházející oknem [Wm⁻²]
 sstínící součinitel [-]

$$O_{or,východ} = [9,5922 \times 539 \times 1,15 + (9,84 - 9,5922) \times 100] \times 0,25 = 1491,88 \text{ m}^2$$

$$O_{or,západ} = [0 \times 100 \times 1,15 + 9,81 \times 100] \times 1 = 980,00 \text{ m}^2$$

B.5.3 Tepelný zisk oken konvekcí

$$Q_{ok} = S_{ok} \times U_0 \times (t_e - t_i) \quad [W] \quad (1.26)$$

kde

U_0součinitel prostupu tepla výplně otvoru [W/m²K]

t_iteplota interiéru [°C]

t_eteplota vnějšího vzduchu [°C]

$$= 9,81 \times 1,1 \times (46,3 - 15) = 337 \text{ W}$$

B.5.4 Celková tepelná zátěž okny

$$Q_{ok} = \sum O_{or} + \sum Q_{ok} \quad [W] \quad (1.27)$$

$$Q_{ok} = 6 \times 1494,88 + 6 \times 337 = 17\,899 \text{ W}$$

B.5.5 Tepelná zátěž vnějších stěn

- stěna středně těžká

$$Q_s = U_s \times S \times [(t_{rm} - t_i) + m \times (t_{r\psi} - t_{rm})] \quad [W] \quad (1.28)$$

kde

U_ssoučinitel prostupu tepla stěny [W/m²K]

Splocha stěny bez otvorů [m²]

t_{rm}průměrná rovnícná sluneční teplota vnějšího vzduchu za 24 hodin [°C]

m.....součinitel zmenšení teplotního kolísání [-]

$t_{r\psi}$rovnocenná sluneční teplota v době o ψ hodin dříve [°C]

$$m = \frac{1+7,6\delta}{2500^{\delta}} \quad [-] \quad (1.29)$$

$$\psi = 32\delta - 0,5 \quad [h] \quad (1.30)$$

kde

δtloušťka stěny [m]

ψfázové posunutí teplotních kmitů

SN1-ZÁPAD

$$m = \frac{1+7,6*0,44}{2500^{0,44}} = 0,14$$

$$\Psi = 32 * \delta - 0,5 = 32 * 0,44 - 0,5 = 14 \text{ h.}$$

» doba výpočtu je 8h » 8 – 14 = 18:00 » $t_{r\psi} = 42,8 \text{ °C}$

$$Q_s = 0,12 \times 197,7 \times [(29,7 - 15) + 0,14 \times (42,8 - 29,7)] = 392,25 \text{ W}$$

SN2-SEVER

$$m = \frac{1+7,6*0,44}{2500^{0,44}} = 0,14$$

$$\Psi = 32 * \delta - 0,5 = 32 * 0,44 - 0,5 = 14 \text{ h.}$$

» doba výpočtu je 8h » 8 – 14 = 18:00 » $t_{r\psi} = 33,4 \text{ °C}$

$$Q_s = 0,12 \times 132,67 \times [(26,2 - 15) + 0,14 \times (33,4 - 26,2)] = 194,35 \text{ W}$$

SN3-VÝCHOD

$$m = \frac{1+7,6*0,44}{2500^{0,44}} = 0,14$$

$$\Psi = 32 * \delta - 0,5 = 32 * 0,44 - 0,5 = 14 \text{ h.}$$

» doba výpočtu je 8h » 8 – 14 = 18:00 » $t_{r\psi} = 30,5 \text{ }^\circ\text{C}$

$$Q_s = 0,12 \times 277,64 \times [(29,7 - 15) + 0,14 \times (30,5 - 29,7)] = 822,48 \text{ W}$$

SN4-JIH

$$m = \frac{1+7,6*0,44}{2500^{0,44}} = 0,14$$

$$\psi = 32 * \delta - 0,5 = 32 * 0,44 - 0,5 = 14 \text{ h.}$$

» doba výpočtu je 8h » 8 – 14 = 18:00 » $t_{r\psi} = 30,5 \text{ }^\circ\text{C}$

$$Q_s = 0,12 \times 132,67 \times [(29,6 - 15) + 0,14 \times (30,5 - 29,6)] = 241,13 \text{ W}$$

$$\sum Q_s = 392,25 + 194,35 + 822,48 + 241,13 = 1650,21 \text{ W}$$

B.5.6 Produkce tepla od lidí

$$Q_{\text{lidé}} = n_l \times 6,2 \times (36 - t_i) \quad [\text{W}] \quad (1.31)$$

kde

n_lpočet lidí [ks]

$$Q_{\text{lidé}} = 110 \times 6,2 (36 - 15) = 14\,322 \text{ W}$$

B.5.7 Vodní zisky

$$Q_l = n_l \times m_l \quad [\text{g/h}] \quad (1.32)$$

kde

m_lprodukce vodní páry na jednu osobu [g/h]

$$Q_l = 110 \times 96 = 10\,560 \text{ g/h}$$

B.5.8 Závěr

Tabulka B.5.2 Přehled výsledků tepelné zátěže

tepelné zisky konvekcí	4 044 W
tepelné zisky oken radiací	17 899 W
tepelná zátěž vnějších stěn	1650,21 W
tepelná produkce lidí	14 322 W
Σ	37 915 W

B.6 Tlakové poměry místností

Zařízení VZT 1 bude pracovat v rovnotlakém režimu. Pro výpočet jsem uvažoval v tělocvičně 100 lidí. To proto, abych do výpočtu uvažil možné společenské akce, které by se v tělocvičně mohly pořádat. Zařízení VZT 2 bude také pracovat v rovnotlakém režimu. Přetlak v místnosti 1.02 na odvodu je zohledněn pro místnost 1.03. Do místnosti 1.03 bude ve dveřích mřížka 500 x 125 mm. Rovněž místnost 1.04 zajišťuje svým přetlakem přívod pro místnosti 1.06, 1.07, 1.08. Dveře do těchto místností budou opatřeny mřížkou 500 x 125 mm. Podobně se tlaky dorovnají v celém zázemí tělocvičny. Jednotlivé průtoky v místnosti jsem volil dle následující tabulky

Tabulka B.6.1 Potřeba vzduchu pro jednotlivé prvky

	potřeba vzduchu [m ³ /h]
pisoiár	25
šatní místo	25
umyvadlo	30
výlevka	30
záchod	50
sprcha	100

Tabulka B.6.2 Přehled tlakových poměrů v místnostech

Č. ZAŘÍZENÍ	Č. MÍSTNOSTI	ZADANÉ HODNOTY										VYPOČTENÉ HODNOTY						
		NÁZEV	PLOCHA (m ²)	OBJEM (m ³)	POČET OSOB	VZD/OSOBA (m ³ /h)	t(°C)	φ (%)	léto	zima	g/h	TEPELNÉ ZISKY	TEPELNĚ ZTRÁTY	Č. ZAŘÍZENÍ	VZD (m ³ /h)	VYMĚNA (h ⁻¹)	Č. ZAŘÍZENÍ	odvod
Zařízení č. 1 - Nucené větrání																		
1	1.23	Tělocvična	648,49	5155	20	100	30	70	15	10560	37915	13361	1	12900	3	1	12900	-
Zařízení č. 2 - Nucené větrání																		
2	1.02	Vstup	35,42	109,802	-	16x25	30	-	15	-	-	804	2	400	3	1	450	-
2	1.03	Recepce	10,11	31,341	1	50	30	-	20	-	-	405	2	50	1,5	1	-	-
2	1.04	Chodba	48,33	149,823	-	-	30	-	15	-	-	158	2	600	2	1	200	-
2	1.05	Kotelná	22,77	70,587	-	55	30	-	15	-	-	257	2	50	1,5	1	-	-
2	1.06	WC + předstíh - ženy	12,95	40,145	-	3x50,2x30	30	-	24	-	-	438	2	-	6	1	210	-
2	1.07	WC	4,3	13,33	-	50,30	30	-	24	-	-	98	2	-	3,8	1	80	-
2	1.08	WC + předstíh - muži	11,56	35,836	-	1x50,2x25,2x30	30	-	24	-	-	259	2	-	4,5	1	160	-
2	1.09	Uklídková komora	2,25	6,975	-	30	30	-	20	-	-	85	2	-	4,2	1	30	-
2	1.10	Kabinet	10,99	34,069	1	50	30	-	20	-	-	226	2	230	2	1	50	-
2	1.11	Sprcha + WC	4,85	15,035	-	1x100,1x50,1x30	30	-	24	-	-	158	2	-	12	1	180	-
2	1.12	Nářadovna	14,27	44,237	-	50	30	-	15	-	-	108	2	50	1	1	50	-
2	1.13	Nářadovna	43,33	134,323	-	50	30	-	15	-	-	426	2	50	1	1	50	-
2	1.14	Šatna - muži	17,47	54,157	-	12x25	30	-	20	-	-	157	2	300	5,4	1	-	-
2	1.15	Šatna - muži	18,03	55,893	-	12x25	30	-	20	-	-	243	2	300	5,4	1	-	-
2	1.16	Umyvárna - muži	20,79	64,449	-	4x100,4x30	30	-	24	-	-	331	2	-	8	1	520	-
2	1.17	WC - muži	3,87	11,997	-	1x50,1x30	30	-	24	-	-	110	2	-	4,2	1	80	-
2	1.18	Šatna - ženy	20,73	64,263	-	12x25	30	-	20	-	-	464	2	300	4,7	1	-	-
2	1.19	Šatna - ženy	28,13	87,203	-	12x25	30	-	20	-	-	642	2	300	3,5	1	-	-
2	1.20	Umyvárna - ženy	20,79	64,449	-	4x100,4x30	30	-	24	-	-	425	2	-	5	1	520	-
2	1.21	WC - ženy	3,87	11,997	-	1x50,1x30	30	-	24	-	-	96	2	-	4,2	1	80	-
2	1.22	Sklad	8,79	27,249	-	30	30	-	15	-	-	85	2	-	1	1	-	-
														2630				

B.7 Distribuce vzduchu

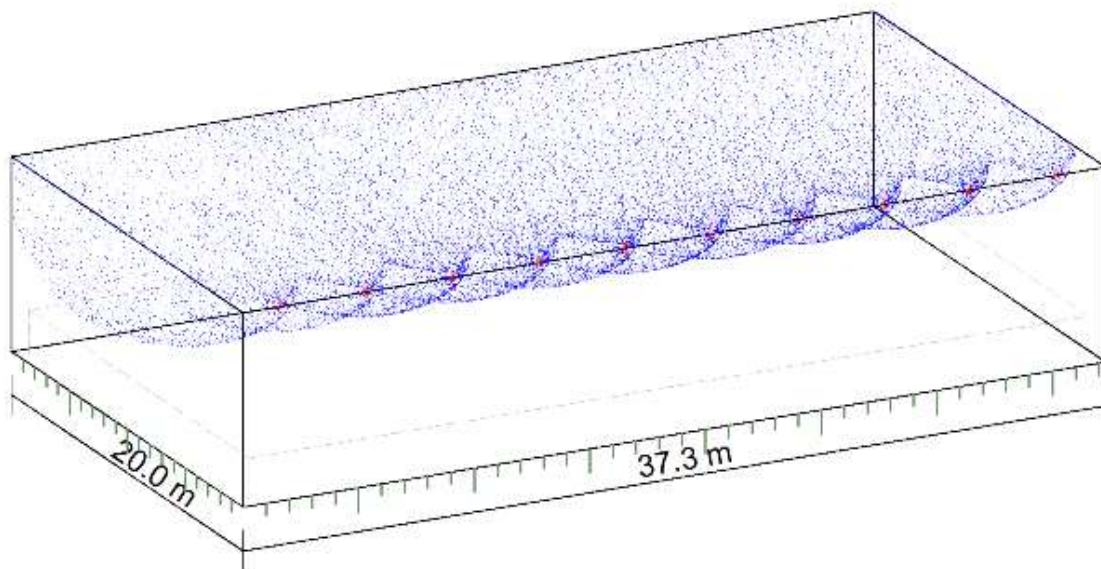
B.7.1 Distribuční prvky tělocvičny

Pro přívod vzduchu v tělocvičně budou použity dýzy TRS – 400 (CN) od firmy HALTON, které budou napojeny přes kruhové přípojovací hrdlo do kruhového potrubí. Dýza bude nastavena tak, aby vytvářela kompaktní široký proud vzduchu. Kompaktní široký proud vzduchu nastavíme pomocí centrálního kužele. Pro vytápění v zimním období nastavíme dýzu ve 45° směrem k podlaze. V letním období v režimu chlazení bude dýza nastavená ve 45° směrem ke stropu. Kruhové potrubí k přívodu dýz má maximální průměr 1,0 metru.



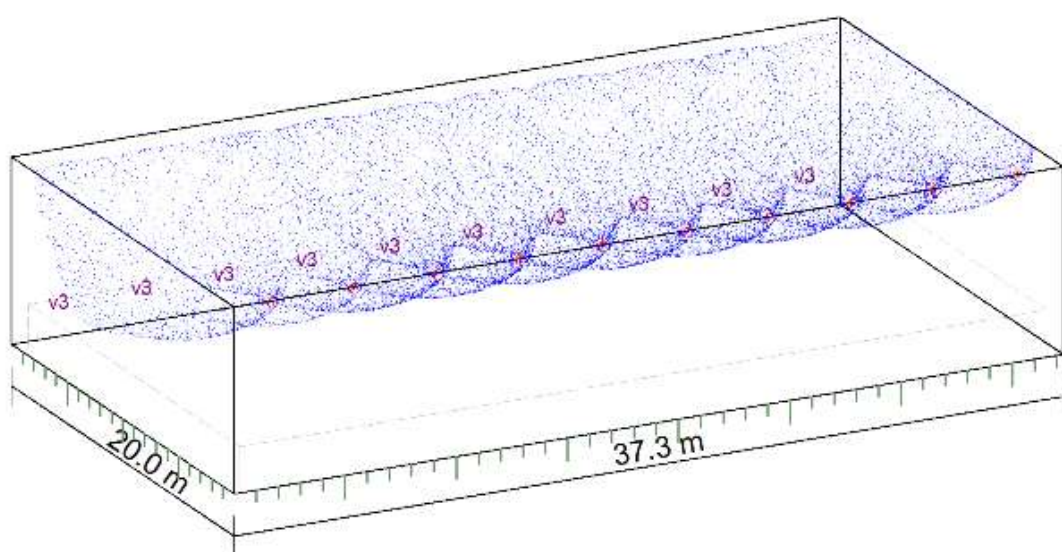
Obrázek B.7.1 Dýza TRS - 400(CN)

Vytápění		TRS-400(CW)		2007 01
Místnost: Tělocvična-1.23		Průtok přivodního vzduchu:	3600 l/s (10 x 360 l/s)	
Velikost místnosti:	37.3 x 20.0 x 8.0 m		4.8 l/(sm ²)	
Zóna pobytu:	h=1.8 m / dw=0.5 m	Teplota přivodního vzduchu:	25.0 °C	
Vzduch v místnosti:	15.0 °C / 70 %	Tlaková ztráta:	24 Pa	
Tepelná ztráta:	13361 W	Celk. hladina akust. tlaku:	25 dB(A)	
Instalační výška:	7.80 m	Celkový topný výkon:	44123 W (10 x 4412 W)	
			59 W/m ²	
		Úhel:	45.0°	
Bod stanovení rychlosti				
v				
ΔT				
				vlim = 0.20 m/s



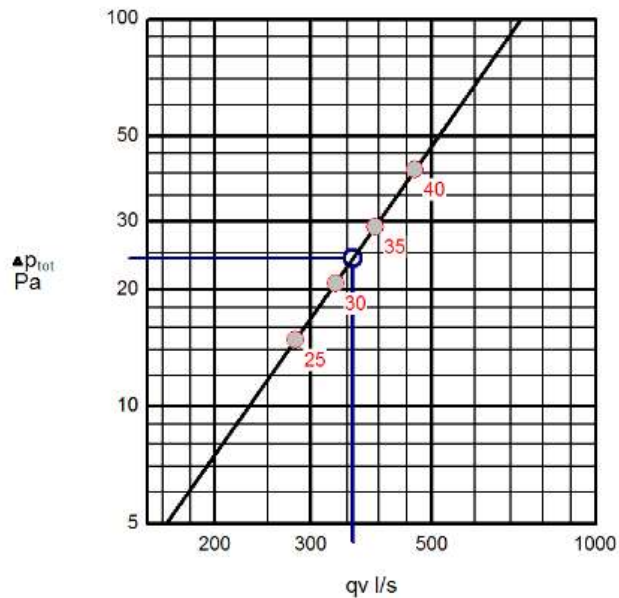
Obrázek B.7.2 Simulace proudění dýz v režimu vytápění

Chlazení		TRS-400(CW)		2007.01	
Místnost: Tělocvična-1.23		Průtok přívodního vzduchu:	3583 l/s (10 x 358 l/s)		
Velikost místnosti:	37.3 x 20.0 x 8.0 m		4.8 l/(sm ²)		
Zóna pobytu:	h=1.8 m / dw=0.5 m	Teplota přívodního vzduchu:	18.0 °C		
Vzduch v místnosti:	25.0 °C / 70 %	Tlaková ztráta:	24 Pa		
Tepelný zisk:	37915 W	Celk. hladina akust. tlaku:	25 dB(A)		
Instalační výška:	7.80 m	Celkový chladičí výkon:	29595 W (10 x 2960 W)		
			40 W/m ²		
		L _d :	14.2 m		
		Úhel:	45.0°		
Bod stanovení rychlosti	v3				
v	-0.20 m/s				
ΔT	-0.1 °C				
v _{lim} = 0.20 m/s					



Obrázek B.7.3 Simulace proudění dýz v režimu chlazení

TRS-400(CW)							
Přívod		2007.01					
qv=358 l/s				Δp _{tot} =24 Pa			
L _p Are 10m ² sab=32 dB(A)				NR/NC=30/28			
L _w dB							
63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1k Hz	2k Hz	4k Hz	8k Hz
3	35	32	34	34	25	13	3



Obrázek B.7.4 Tlaková ztráta a akustický výkon dýzy

Pro odvod vzduchu bude použito výustek pro kruhové potrubí typu VNKM. Rozměr výustek je 825 x 125 mm. Výustky budou v jednořadém provedení. Lamely budou otevřeny při provozu na 100%. Je třeba si stanovit:

$$Q = S \times v \quad [\text{m}^3/\text{s}] \quad (1.33)$$

kde

Q.....průtok potrubím [m³/s]

S.....plocha výustky [m²]

v.....rychlost proudění vzduchu [m/s]

$$Q = 0,825 \times 0,225 \times 3,0 = 0,556 \text{ m}^3/\text{s} = 2002 \text{ m}^3/\text{h}$$

A nyní si můžeme vypočítat efektivní rychlost w_{ef}

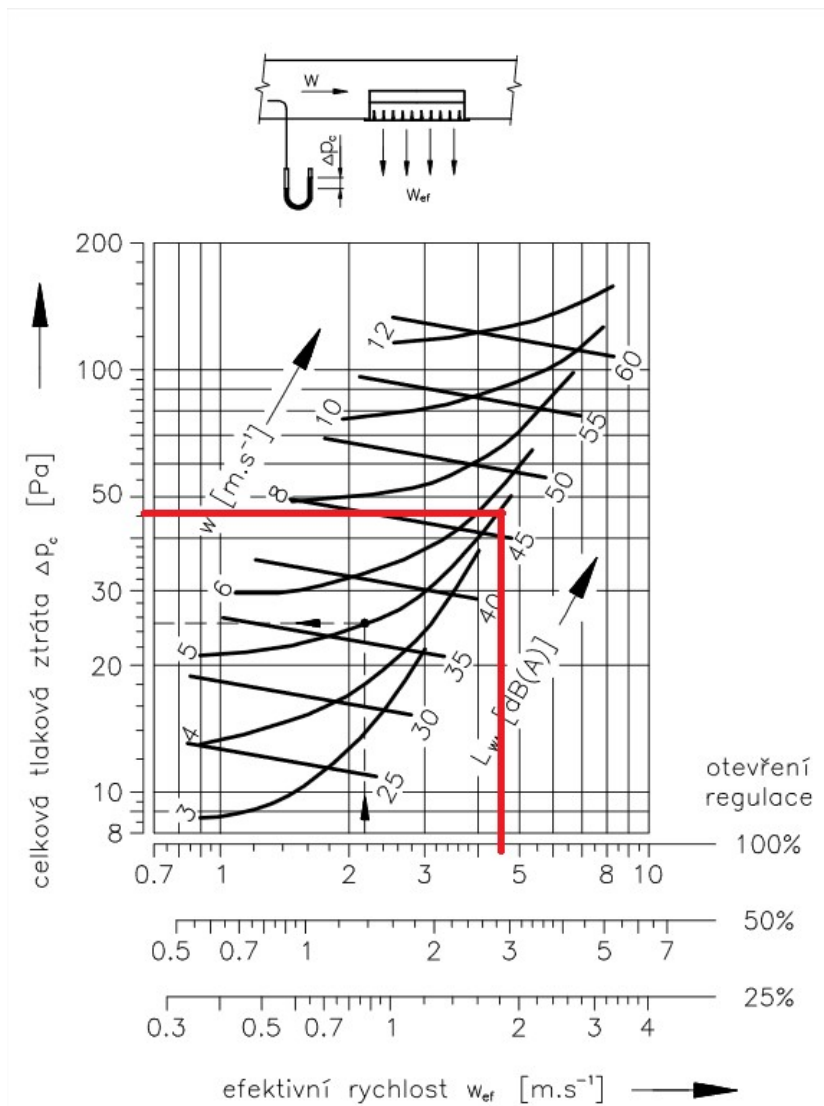
$$w_{ef} = Q / (3600 \times S_{ef}) \quad [\text{m}^3/\text{s}] \quad (1.34)$$

kde

S_{ef}efektivní plocha vyústky [m²]

$S_{ef} = 0,1241\text{m}^2$

$w_{ef} = 2002 / (3600 \times 0,1241) = 4,48 \text{ m/s}$



Obrázek B.7.5 Určení tlakové ztráty a akustického výkonu vyústky VNKM

Z grafu je tedy názorná tlaková ztráta vyústky 46 Pa a akustický výkon 47 dBA.

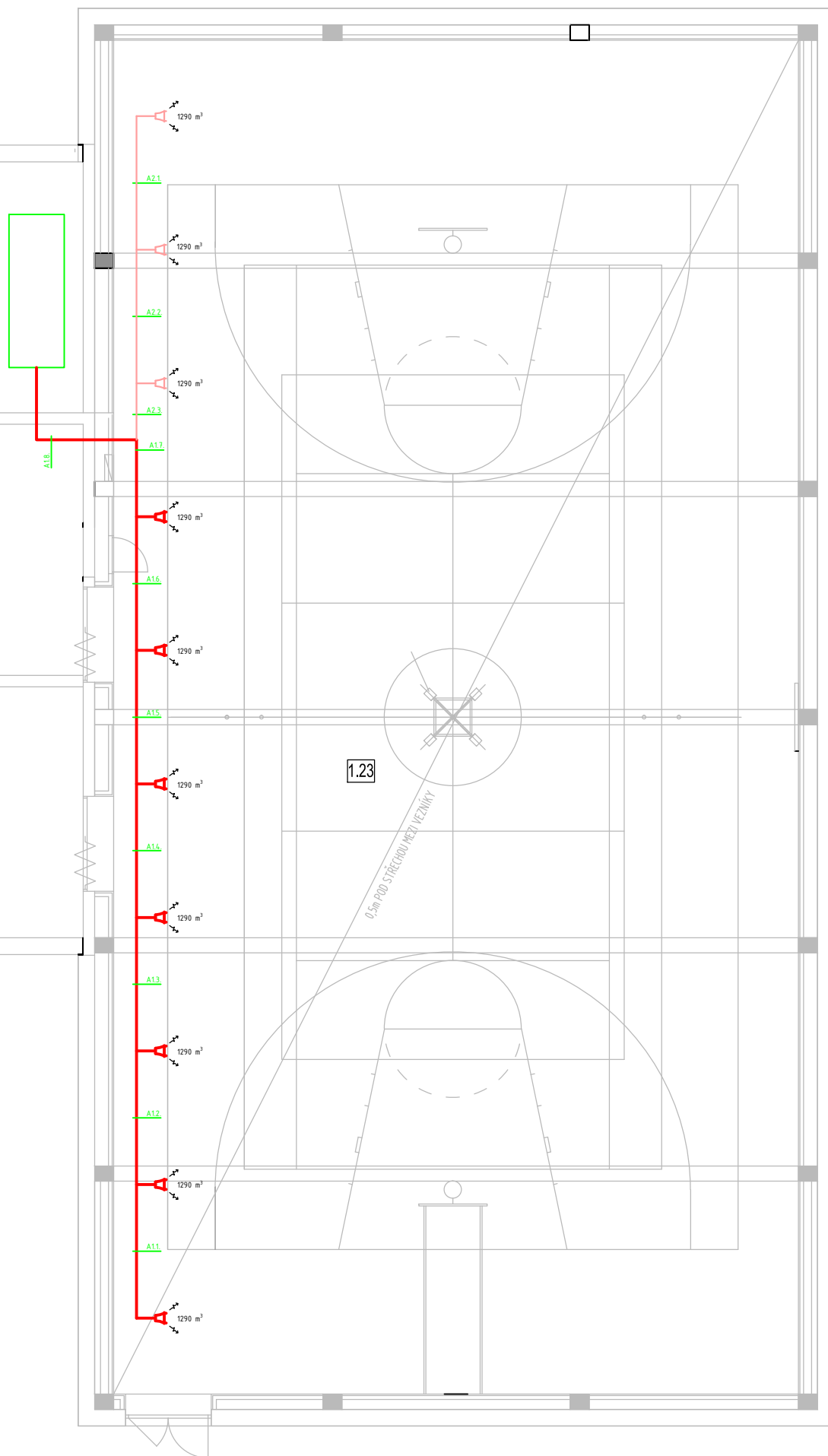
B.7.2 Distribuce vzduchu tělocvičny – dimenzování potrubí

Pro přívod vzduchu k jednotlivým distribučním elementům jsem zvolil kruhové potrubí. Čtyřhranné potrubí přivádí vzduch od VZT1, která je instalována na střeše.

DIMENZAČNÍ SCHÉMA PŘÍVODU TĚLOCVIČNY

HLAVNÍ VĚTEV

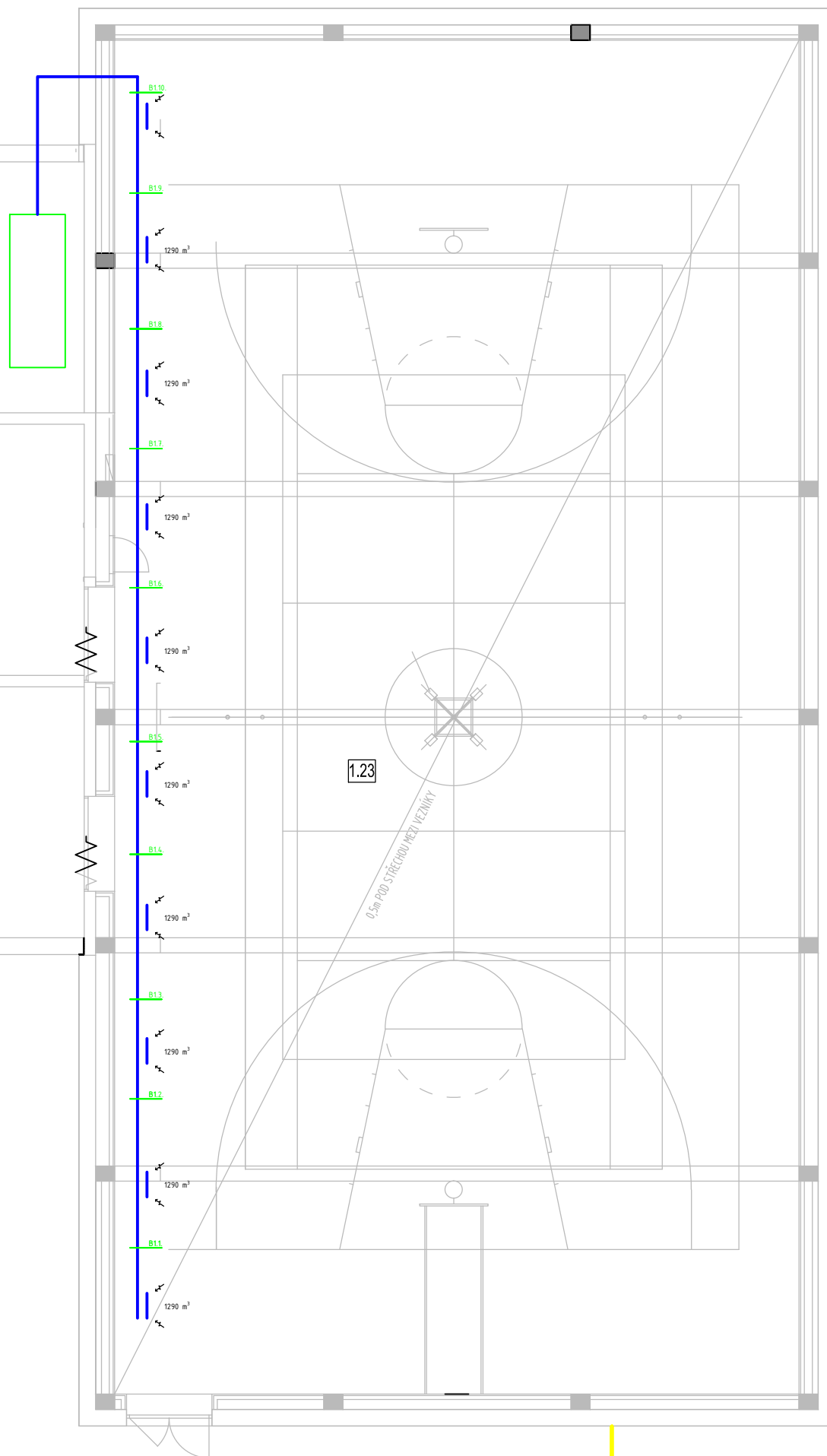
VEDLEŠÍ VĚTVE



VYTVORENO VE VYUKOVEM PRODUKTU SPOLECNOSTI AUTODESK

VYTVORENO VE VYUKOVEM PRODUKTU SPOLECNOSTI AUTODESK

DIMENZAČNÍ SCHÉMA ODVODUU TĚLOCVIČNY



VYTVORENO VE VYUKOVEM PRODUKTU SPOLECNOSTI AUTODESK

VYTVORENO VE VYUKOVEM PRODUKTU SPOLECNOSTI AUTODESK

Tabulka B.7.1 Přívod vzduchu do tělocvičny, hlavní větve A1.

Přívod - hlavní větve - A1. VZT 1 - Nucené větrání, teplovzdušné větrání a klimatizace												
u	V	L	v'	S	d'	h x b	d	v	R	ξ	Z	Z + R*L
-	m ³ /h	m	m/s	m ²	m	m	m	m/s	Pa/m	-	Pa	Pa
A1.1.	1290	3,5	3,70	0,097	0,351	-	0,355	3,620	0,450	0,6	4,644	6,219
A1.2.	2580	3,5	3,85	0,186	0,487	-	0,500	3,770	0,310	0,6	5,035	6,120
A1.3.	3870	3,5	4,00	0,269	0,585	-	0,560	3,972	0,210	0,6	5,591	6,326
A1.4.	5160	3,5	4,15	0,345	0,663	-	0,630	4,102	0,310	0,6	5,962	7,047
A1.5.	6450	3,5	4,30	0,417	0,728	-	0,716	3,818	0,310	0,3	2,582	3,667
A1.6.	7740	3,5	4,45	0,483	0,784	-	0,800	4,277	0,210	0,6	6,482	7,217
A1.7.	9030	2	4,60	0,545	0,833	-	0,850	4,420	0,310	0,6	6,923	7,543
A1.8.	12900	4,53	4,85	0,591	0,868	1250 x 1000	-	4,506	0,210	1,2	14,388	15,339
tlumič hluku a protipožární klapka => Δp = 2x20											Σ	99,48 Pa

Tabulka B.7.2 Přívod vzduchu do tělocvičny, vedlejší větve A2.

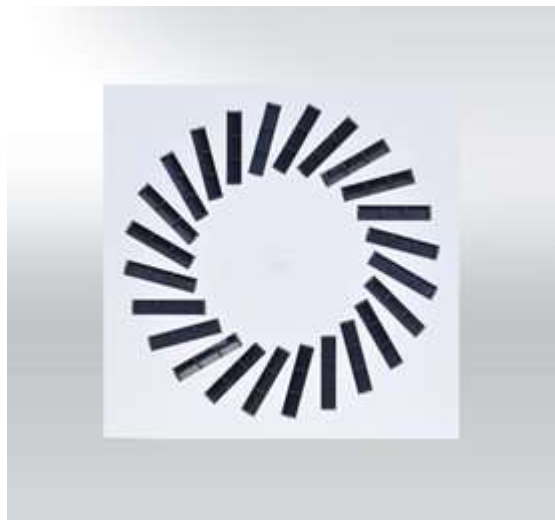
Přívod - vedlejší větve - A2. VZT 1 - Nucené větrání, teplovzdušné větrání a klimatizace												
u	V	L	v'	S	d'	h x b	d	v	R	ξ	Z	Z + R*L
-	m ³ /h	m	m/s	m ²	m	m	m	m/s	Pa/m	-	Pa	Pa
A2.1.	1290	3,5	4,30	0,083	0,326	-	0,355	3,620	0,450	0,6	4,644	6,219
A2.2.	2580	3,5	4,45	0,161	0,453	-	0,500	3,770	0,310	0,6	5,035	6,120
A2.3.	3870	1,5	4,60	0,234	0,545	-	0,560	3,972	0,210	0,6	5,591	5,906
											Σ	18,24 Pa

Tabulka B.7.3 Odvod vzduchu z tělocvičny, hlavní větve B1.

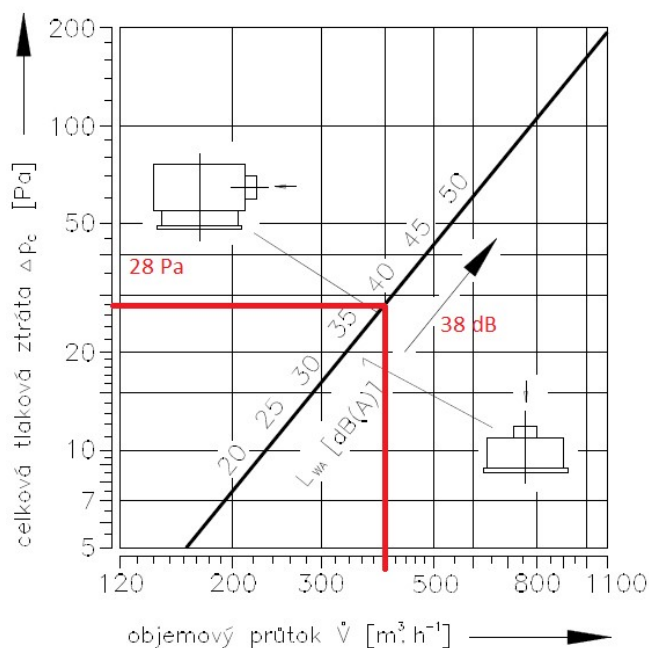
Odvod - hlavní větve - B1. VZT 1 - Nucené větrání, teplovzdušné větrání a klimatizace												
u	V	L	v'	S	d'	h x b	d	v	R	ξ	Z	Z + R*L
-	m ³ /h	m	m/s	m ²	m	m	m	m/s	Pa/m	-	Pa	Pa
B1.1.	1290	3	3,5	0,102	0,345	-	0,355	3,333	0,450	0,6	3,935	5,285
B1.2.	2580	3,5	3,65	0,196	0,500	-	0,500	3,522	0,310	0,6	4,395	5,480
B1.3.	3870	3,5	3,8	0,283	0,555	-	0,560	3,727	0,670	0,6	4,922	7,267
B1.4.	5160	3,5	3,95	0,363	0,615	-	0,630	3,833	0,210	0,6	5,206	5,941
A1.5.	6450	3,5	4,1	0,437	0,685	-	0,716	3,818	0,140	0,3	2,582	3,072
B1.6.	7740	3,5	4,3	0,500	0,798	-	0,800	4,277	0,210	0,6	6,482	7,217
B1.7.	9030	3,5	4,45	0,564	0,847	-	0,850	4,420	0,310	0,6	6,923	8,008
B1.8.	10320	3,5	4,55	0,630	0,896	-	0,900	4,506	0,450	0,6	7,194	8,769
B1.9.	11610	3,5	4,7	0,686	0,935	-	0,950	4,550	0,140	0,6	7,334	7,824
B1.10.	12900	7,3	4,85	0,739	0,970	1250 x 1000	-	4,562	0,210	0,6	7,375	8,908
tlumič hluku a protipožární klapka => Δp = 2x20											Σ	107,77 Pa

B.7.3 Distribuční prvky zázemí tělocvičny

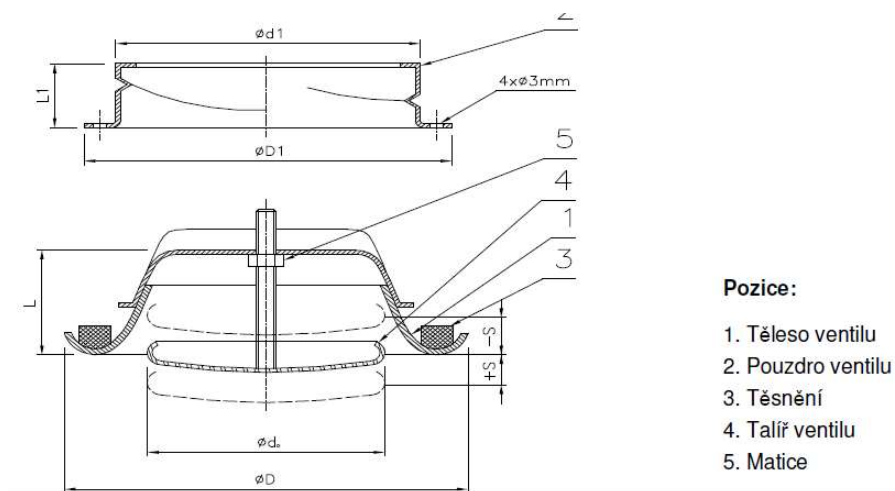
Jako přívodní prvky jsem zvolil buď vyústky s vířivým výtokem vzduchu VVM nebo talířový ventil. Jejich velikosti či přednastavení jsou uvedeny v tabulce. Plynulá regulace množství přiváděného vzduchu u přívodních kovových ventilů TVPM a regulace množství odváděného vzduchu kovových ventilů TVOM se provádí otáčením talířů ventilů. Nastavení talířů udává číslo v závorce za názvem, které je uvedeno v tabulce.



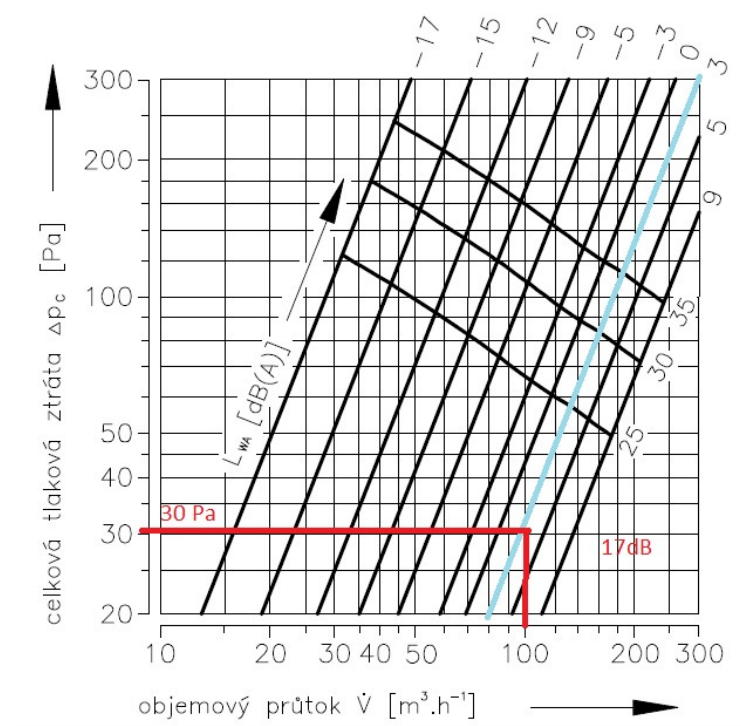
Obrázek B.7.6 Vyústka s vířivým výtokem vzduchu VVM



Obrázek B.7.7 Určení tlakové ztráty a akustického výkonu přívodního distribučního prvku v místnosti 1.02

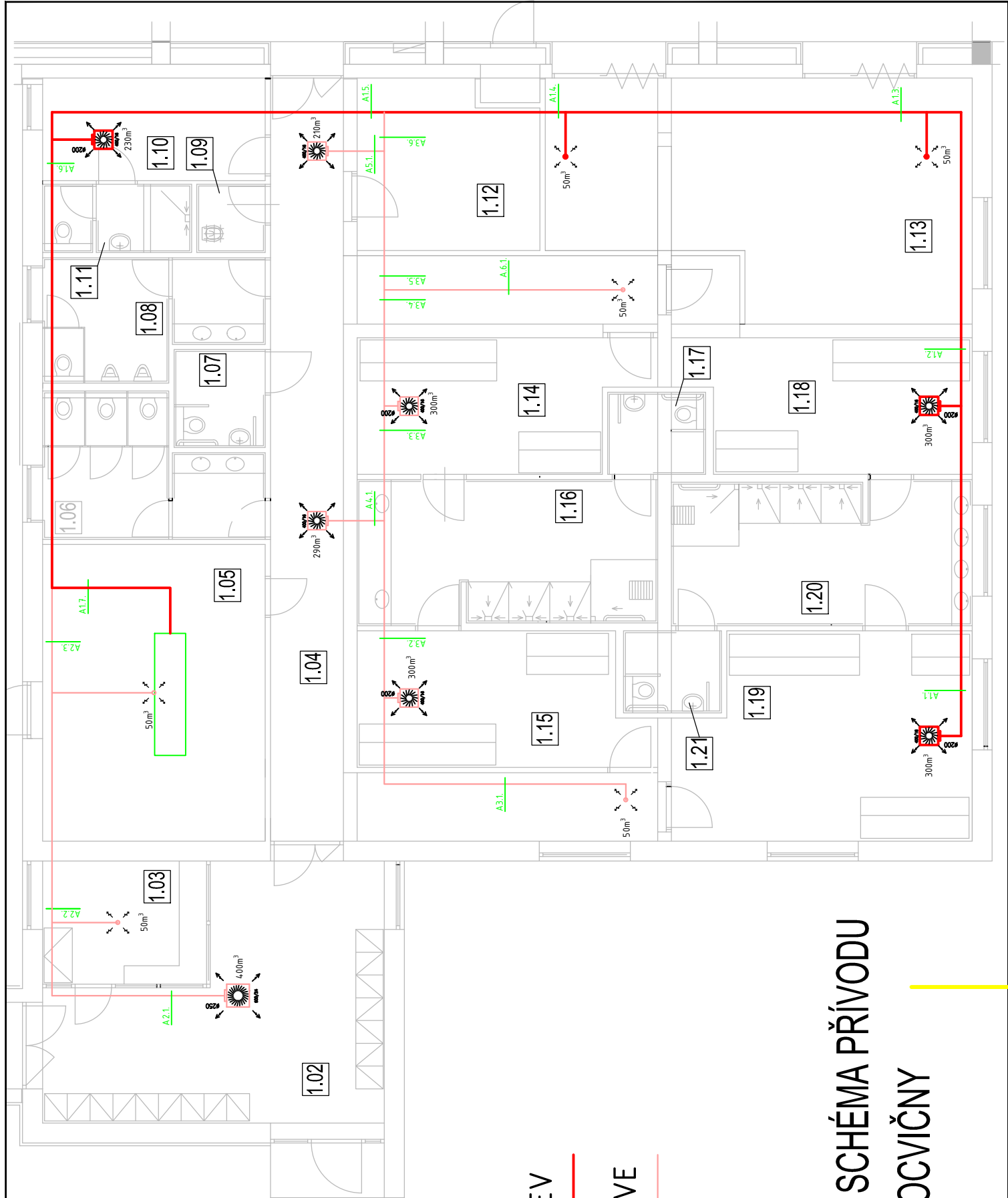


Obrázek B.7.8 Ventil pro odvod vzduchu TVOM



Obrázek B.7.9 Určení tlakové ztráty a akustického výkonu odvodního distribučního prvku v místnosti 1.11

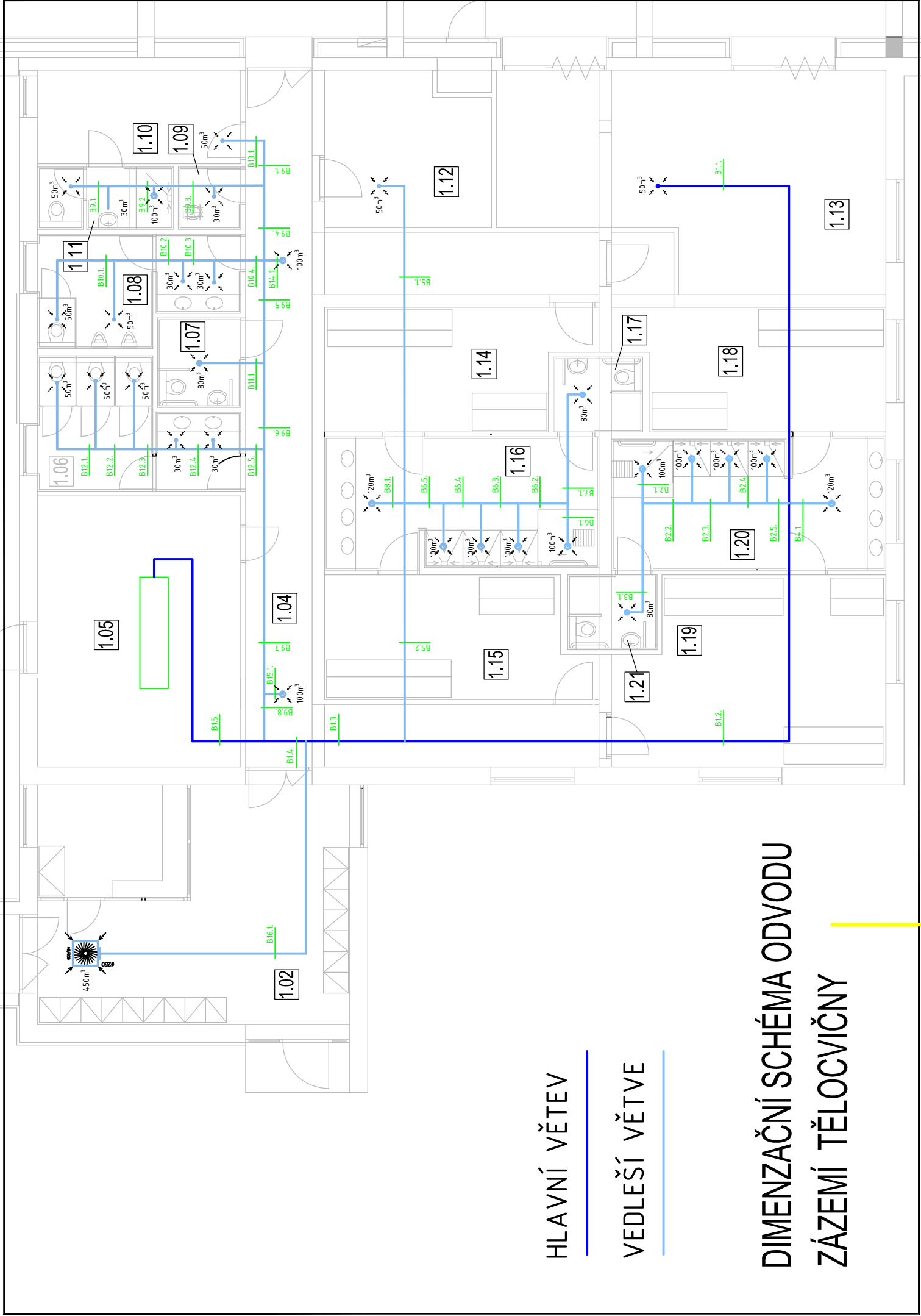
B.7.4 Distribuce vzduchu zázemí tělocvičny – dimenzování potrubí



HLAVNÍ VĚTEV

VEDLEŠÍ VĚTVE

DIMENZAČNÍ SCHEMA PŘÍVODU
ZÁZEMÍ TĚLOČVIČNÝ



HLAVNÍ VĚTEV

VEDLEŠÍ VĚTEV

DIMENZAČNÍ SCHÉMA ODVODU

ZÁZEMÍ TĚLOČVIČNÝ

Tabulka B.7.4 Přívod vzduchu do zázemí tělocvičny, přívod hlavní větve A1

Přívod - hlavní větev - A1. VZT 2 - Nucené větrání												
u	V	L	v'	S	d'	h x b	d	v	R	ξ	Z	Z + R*L
-	m ³ /h	m	m/s	m ²	m	m	m	m/s	Pa/m	-	Pa	Pa
A1.1.	300	7,25	3,15	0,026	0,184	200 x 180	0,189	2,970	0,670	0,6	3,126	7,983
A1.2.	600	6,95	3,3	0,051	0,254	200 x 355	0,256	3,238	0,450	0,6	3,715	6,842
A1.3.	650	7,95	3,45	0,052	0,258	200 x 400	0,267	3,225	0,670	0,6	3,684	9,011
A1.4.	700	4,00	3,6	0,054	0,262	200 x 450	0,277	3,227	0,450	0,6	3,689	5,489
A1.5.	1900	7,65	3,75	0,141	0,423	355 x 560	0,435	3,551	0,450	0,3	2,234	5,677
A1.6.	2130	10,95	3,85	0,154	0,442	355 x 630	0,454	3,655	0,310	0,6	4,733	8,127
A1.7.	2630	13,46	3,9	0,187	0,488	355 x 800	0,492	3,843	0,310	0,6	5,232	9,404
tlumič hluku a protipožární klapka => Δp = 2x20											Σ	92,53 Pa

Tabulka B.7.5 Přívod vzduchu do zázemí tělocvičny, vedlejší větve A2

Přívod - vedlejší větev - A2. VZT 2 - Nucené větrání												
u	V	L	v'	S	d'	h x b	d	v	R	ξ	Z	Z + R*L
-	m ³ /h	m	m/s	m ²	m	m	m	m/s	Pa/m	-	Pa	Pa
A2.1.	400	5,35	3,90	0,028	0,190	355 x 160	0,221	2,897	0,450	0,6	2,973	5,380
A2.2.	450	5,05	3,85	0,032	0,203	355 x 180	0,239	2,786	0,310	0,6	2,751	4,316
A2.3.	500	2,30	3,85	0,036	0,214	355 x 180	0,239	3,096	0,310	0,6	3,396	4,109
											Σ	13,80 Pa

Tabulka B.7.6 Přívod vzduchu do zázemí tělocvičny, vedlejší větve A3

Přívod - vedlejší větev - A3. VZT 2 - Nucené větrání												
u	V	L	v'	S	d'	h x b	d	v	R	ξ	Z	Z + R*L
-	m ³ /h	m	m/s	m ²	m	m	m	m/s	Pa/m	-	Pa	Pa
A3.1.	50	7,20	3,05	0,005	0,076	100 x 100	0,1	1,768	0,670	0,6	1,108	5,932
A3.2.	350	3,89	3,15	0,031	0,198	225 x 180	0,2	3,095	1,000	0,6	3,393	7,283
A3.3.	640	2,50	3,25	0,055	0,264	225 x 355	0,275	2,993	1,000	0,6	3,174	5,674
A3.4.	940	2,50	3,50	0,075	0,308	225 x 500	0,31	3,459	0,670	0,6	4,240	5,915
A3.5.	990	3,00	3,65	0,075	0,310	225 x 560	0,321	3,398	1,000	0,6	4,091	7,091
A3.6.	1200	0,85	3,75	0,089	0,330	225 x 630	0,332	3,850	0,670	0,6	5,253	5,822
											Σ	37,72 Pa

Tabulka B.7.7 Odvod vzduchu ze zázemí tělocvičny, hlavní větev B1.

Odvod - hlavní větev - B1. VZT 1 - Nucené větrání												
u	V	L	v'	S	d'	h x b	d	v	R	ξ	Z	Z + R*L
-	m ³ /h	m	m/s	m ²	m	m	m	m/s	Pa/m	-	Pa	Pa
B1.1.	50	10,75	3,5	0,004	0,071	100 x 100	0,1	1,768	0,670	0,6	1,108	8,310
B1.2.	650	15	3,65	0,049	0,251	355 x 200	0,256	3,508	0,670	0,3	2,180	12,230
B1.3.	1300	2,45	3,8	0,095	0,348	355 x 355	0,355	3,648	0,450	0,3	2,358	3,460
B1.4.	1750	1	3,95	0,123	0,396	355 x 450	0,397	3,927	0,450	0,3	2,732	3,182
B1.5.	2630	3,5	4,1	0,178	0,476	355 x 800	0,492	3,843	0,310	0,3	2,616	3,701
tlumič hluku a protipožární klapka => Δp = 2x20											Σ	70,88 Pa

Tabulka B.7.8 Odvod vzduchu ze zázemí tělocvičny, vedlejší větev B2.,B.6.

Odvod - vedlejší větev - B2.,B.6 VZT 1 - Nucené větrání												
u	V	L	v'	S	d'	h x b	d	v	R	ξ	Z	Z + R*L
-	m ³ /h	m	m/s	m ²	m	m	m	m/s	Pa/m	-	Pa	Pa
B2.1.	100	10,75	2,85	0,010	0,111	100 x 100	0,1	3,537	0,670	0,6	4,432	11,634
B2.2.	180	15	2,9	0,017	0,148	160 x 160	0,16	2,487	2,100	0,3	1,096	32,596
B2.3.	280	2,45	2,95	0,026	0,183	160 x 225	0,187	2,832	1,000	0,3	1,421	3,871
B2.4.	380	1	3,6	0,029	0,193	160 x 250	0,195	3,534	1,400	0,3	2,213	3,613
B2.5.	480	3,5	3,62	0,037	0,217	160 x 355	0,221	3,476	1,000	0,3	2,140	5,640
											Σ	57,35 Pa

Tabulka B.7.9 Odvod vzduchu ze zázemí tělocvičny, vedlejší větev B9.

Odvod - vedlejší větev - B9. VZT 1 - Nucené větrání												
u	V	L	v'	S	d'	h x b	d	v	R	ξ	Z	Z + R*L
-	m ³ /h	m	m/s	m ²	m	m	m	m/s	Pa/m	-	Pa	Pa
B9.1.	50	0,9	3,5	0,004	0,071	100 x 100	0,1	1,768	0,055	0,6	1,108	1,157
B9.2.	80	1,1	3,7	0,006	0,087	100 x 100	0,1	2,829	0,055	0,6	2,836	2,897
B9.3.	180	1,5	3,8	0,013	0,129	160 x 125	0,14	3,248	2,100	0,6	3,738	6,888
B9.4.	260	3	3,85	0,019	0,155	160 x 160	0,16	3,592	1,000	0,6	4,571	7,571
B9.5.	520	2,5	3,95	0,037	0,216	160 x 280	0,221	3,766	1,000	0,3	2,512	5,012
B9.6.	600	4,5	4	0,042	0,230	160 x 355	0,236	3,810	1,000	0,6	5,143	9,643
B9.7.	810	5,89	4,05	0,056	0,266	200 x 400	0,267	4,019	0,670	0,6	5,722	9,668
B9.8.	910	1,1	4,1	0,062	0,280	200 x 560	0,295	3,698	0,450	0,6	4,846	5,341
											Σ	48,18 Pa

Tabulka B.7.10 Odvod vzduchu ze zázemí tělocvičny, vedlejší větve B10.

Odvod - vedlejší větev - B10. VZT 1 - Nucené větrání												
u	V	L	v'	S	d'	h x b	d	v	R	ξ	Z	Z + R*L
-	m ³ /h	m	m/s	m ²	m	m	m	m/s	Pa/m	-	Pa	Pa
B10.1.	50	2,79	3,6	0,004	0,070	100 x 100	0,1	1,768	0,670	0,6	1,108	2,977
B10.2.	100	1,65	3,7	0,008	0,098	100 x 100	0,1	3,537	0,670	0,6	4,432	5,537
B10.3.	130	0,75	3,8	0,010	0,110	100 x 125	0,11	3,800	0,670	0,6	5,116	5,618
B10.4.	160	1,2	3,85	0,012	0,121	160 x 180	0,129	3,401	1,000	0,6	4,097	5,297
											Σ	19,43 Pa

Tabulka B.7.11 Odvod vzduchu ze zázemí tělocvičny, vedlejší větve B12.

Odvod - vedlejší větev - B12. VZT 1 - Nucené větrání												
u	V	L	v'	S	d'	h x b	d	v	R	ξ	Z	Z + R*L
-	m ³ /h	m	m/s	m ²	m	m	m	m/s	Pa/m	-	Pa	Pa
B12.1.	50	2,5	3,5	0,004	0,071	100 x 100	0,1	1,768	0,670	0,6	1,108	2,783
B12.2.	100	0,95	3,8	0,007	0,096	100 x 100	0,1	3,537	0,670	0,6	4,432	5,068
B12.3.	150	1	3,9	0,011	0,117	100 x 160	0,123	3,507	1,400	0,6	4,357	5,757
B12.4.	180	0,9	3,95	0,013	0,127	100 x 180	0,129	3,826	1,400	0,6	5,185	6,445
B12.5.	210	1,2	4	0,015	0,136	160 x 225	0,138	3,900	2,100	0,6	5,389	7,909
											Σ	27,96 Pa

Tabulka B.7.12 Sání vzduchu VZT2

Sání vzduchu - VZT 2 - Nucené větrání												
u	V	L	v'	S	d'	h x b	d	v	R	ξ	Z	Z + R*L
-	m ³ /h	m	m/s	m ²	m	m	m	m/s	Pa/m	-	Pa	Pa
A	2630	6,75	4,95	0,148	0,433	450x650	0,489	3,890	0,450	0,6	5,361	8,399
tlumič hluku, žaluzie => Δp = 2x20											Σ	48,40 Pa

Tabulka B.7.13 Výfuk vzduchu VZT2

Výfuk vzduchu - VZT 2 - Nucené větrání												
u	V	L	v'	S	d'	h x b	d	v	R	ξ	Z	Z + R*L
-	m ³ /h	m	m/s	m ²	m	m	m	m/s	Pa/m	-	Pa	Pa
B	2630	6,75	4,30	0,170	0,465	570 x 570	0,500	3,721	0,450	0,6	4,905	7,942
tlumič hluku, žaluzie => Δp = 2x20											Σ	47,94 Pa

B.7.4.1 Návrh protidešťové žaluzie

Obecně určíme efektivní plochu protidešťové žaluzie ze vzorce

$$S = V / v \quad [\text{m}^2] \quad (1.35)$$

kde

S..... efektivní plocha protidešťové žaluzie [m²]

V.....průtok vzduchu [m³/s]

v.....rychlost proudícího vzduchu [m/s]

- *Sání vzduchu*

$S = (2630/3600) / 4,95 = 0,14 \text{ m}^2 \Rightarrow$ navrhuji protidešťovou žaluzii od firmy MANDÍK, a.s.

450 x 710 mm (9 lamel)

$$S_{\text{ef}} = 0,1617 \text{ m}^2$$

- *Výfuk vzduchu*

$S = (2630/3600) / = 0,14 \text{ m}^2 \Rightarrow$ navrhuji protidešťovou žaluzii od firmy MANDÍK, a.s.

450 x 710 mm (9 lamel)

$$S_{\text{ef}} = 0,1617 \text{ m}^2$$

Tabulka B.7.14 Přehled distribučních prvků ve sportovním pavilonu

Distribuční prvky pro tělocvičnu												
Č. ZAŘÍZENÍ	Č. MÍSTNOSTI	NÁZEV	PLOCHA (m ²)	OBJEM (m ³)	PŘÍVOD/ODVOD	OZNAČENÍ VÝSTVKY	POČET (ks)	PRŮTOK NA 1 ELEMENT (m ³ /h)	Δpc (Pa)	Lwa (dB)	H (m)	Hz (m)
1	1.23	Tělocvična	648,49	5155	P	TRS - 400 (CN)	10	1290	42	36	7,8	6
					O	VNKM 1/ 825 x 125/100/R1	10	1290	46	47	7,8	6
Distribuční prvky pro zázemí tělocvičny												
Č. ZAŘÍZENÍ	Č. MÍSTNOSTI	NÁZEV	PLOCHA (m ²)	OBJEM (m ³)	PŘÍVOD/ODVOD	OZNAČENÍ VÝSTVKY	POČET (ks)	PRŮTOK NA 1 ELEMENT (m ³ /h)	Δpc (Pa)	Lwa (dB)	H (m)	Hz (m)
2	1.02	Vstup	35,42	109,802	P	VVM 500 C/S/P/24/R	1	400	28	38	3,1	1,3
2	1.03	Recepce	10,11	31,341	P	VVM 600 C/S/24/R TVPM 80(6)	1	450	14	27	3,1	1,3
2	1.04	Chodba	48,33	149,823	O	TVOM 125(6)	2	100	30	25	3,1	1,3
					P	TVPM 80(6)	2	50	36	25	3,1	1,3
					P	VVM 400 C/S/16/R	1,1	290,210	21,12	34,21	3,1	1,3
2	1.05	Strojovna	22,77	70,587	P	VNM 1A 200x75 R1	1	50	36	25	3,1	1,3
2	1.06	WC + předsiň - ženy	12,95	40,145	O	TVOM 80(0-6)	3,2	50,30	41,45	24,24	3,1	1,3
2	1.07	WC	4,3	13,33	O	TVOM 100(5)	1	80	35	15	3,1	1,3
2	1.08	WC + předsiň - muži	11,56	35,836	O	TVOM 80(0-6)	2,2	50,30	41,45	24,24	3,1	1,3
2	1.09	Úklidová komora	2,25	6,975	O	TVOM 80(-6)	1	30	45	24	3,1	1,3
2	1.10	Kabinet	10,99	34,069	P	VVM 400 C/S/16/R	1	230	14	26	3,1	1,3
					O	TVOM 80(0)	1	50	41	24	3,1	1,3
2	1.11	Sprcha + WC	4,85	15,035	O	TVOM 80(0-6)	1,1	50,30	41,45	24,24	3,1	1,3
					O	TVOM 125(3)	1	100	30	17	3,1	1,3
2	1.12	Nářadovna	14,27	44,237	P	TVPM 80(6)	1	50	36	25	3,1	1,3
2	1.13	Nářadovna	43,33	134,323	O	TVOM 80(0)	1	50	41	24	3,1	1,3
					P	TVPM 80(6)	1	50	36	25	3,1	1,3
2	1.14	Šatna - muži	17,47	54,157	P	TVOM 80(0)	1	50	41	24	3,1	1,3
2	1.15	Šatna - muži	18,03	55,893	P	VVM 400 C/S/16/R	1	300	26	35	3,1	1,3
2	1.16	Umyvárna - muži	20,79	64,449	O	TVOM 125(3)	4	100	30	17	3,1	1,3
					O	TVOM 125(5)	1	120	35	18	3,1	1,3
2	1.17	WC - muži	3,87	11,997	O	TVOM 100(5)	1	80	35	15	3,1	1,3
2	1.18	Šatna - ženy	20,73	64,263	P	VVM 400 C/S/16/R	1	300	26	35	3,1	1,3
2	1.19	Šatna - ženy	28,13	87,203	P	VVM 400 C/S/16/R	1	300	26	35	3,1	1,3
2	1.20	Umyvárna - ženy	20,79	64,449	O	TVOM 125(6)	4	100	30	20	3,1	1,3
					O	TVOM 125(5)	1	120	35	18	3,1	1,3
2	1.21	WC - ženy	3,87	11,997	O	TVOM 100(5)	1	80	35	15	3,1	1,3

B.8 Útlum hluku

Návrh tlumičů hluku byl proveden tak, aby bylo splněno nařízení vlády č. 272/2011 Sb. Pro čtyřhranné potrubí bylo použito pomocného softwaru od firmy Mart.

Jako referenční místnost pro útlum hluku zázemí tělocvičny jsem vybral pro přívod vyústku, která se nachází v kabinetu (m.č. 1.10.). Referenční místnost pro odvodní vyústku je chodba (m.č. 1.04.) . Jedná se o nejbližší vyústku k strojovně vzduchotechniky. Z toho plyne, že jsem vybral nejvíce kritická místa pro posouzení. Ostatní kombinace vyústek jsou tedy splněny.

Pro útlum hluku v tělocvičně jsem vybral pro přívodní potrubí vyústku, která je první za rozbočkou ve větším potrubí. Pro odvodní potrubí tu, která je nejbližší vzduchotechnické jednotce.

B.8.1 Útlum hluku zázemí tělocvičny

Tabulka B.8.1 Útlum hluku přívodního potrubí zázemí tělocvičny

VZT 2 -Nucené větrání zázemí tělocvičny									
PŘÍVODNÍ POTRUBÍ									
č.	Hladina akustického výkonu	125,00	250,00	500,00	1000,00	2000,00	4000,00	8000,00	Σ
1,00	Přívod - výtlak L_{vent}	64,60	73,10	72,70	73,70	75,90	71,30	65,20	80,83
2,00	Přirozený útlum								
3,00	Přímé potrubí $D_L - 10,9$ m	6,54	3,27	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	
4,00	Oblouky, kolena $D_{OK} - 4$ ks	0,00	4,00	8,00	12,00	12,00	12,00	12,00	
5,00	Odbočka D_o	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	
6,00	Ohebné potrubí	16,00	21,00	17,50	13,50	10,00	12,50	8,00	
7,00	Koncový odraz	14,06	8,83	4,48	1,73	0,54	0,15	0,04	
8,00	Útlum tlumiče hluku	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
9,00	Celkový útlum	37,48	37,98	32,50	29,75	25,06	27,17	22,56	
10,00	Hluk ve vyústce L_w	27,12	35,12	40,20	43,95	50,84	44,13	42,64	53,11
11,00	Vlastní hluk vyústce L_1								26,00
12,00	Hluk vystupující z vyústce L_5								53,11
13,00	Korekce na počet vyústce K_1								2,00
14,00	Hluk všech přívodních vyústce L								55,11

Tabulka B.8.2 Útlum hluku odvodního potrubí zázemí tělocvičny

VZT 2 - Nucené větrání zázemí tělocvičny									
ODVODNÍ POTRUBÍ									
č.	Hladina akustického výkonu	125,0	250,0	500,0	1000,0	2000,0	4000,0	8000,0	Σ
1	Přívod - výtlak L_{vent}	57,0	62,7	58,5	55,6	54,9	47,3	40,2	65,8
2	Přirozený útlum								
3	Přímé potrubí D_L - 4 m	2,4	1,2	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	
4	Oblouky, kolena D_{OK} - 2 ks	0,0	6,0	12,0	18,0	18,0	18,0	18,0	
5	Odbočka D_O	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	
6	Ohebné potrubí	19,0	25,0	20,5	16,0	12,0	15,0	9,0	
7	Koncový odraz	23,4	17,8	12,3	7,3	3,4	1,2	0,4	
8	Útlum tlumiče hluku	-	-	-	-	-	-	-	
9	Celkový útlum	46,2	51,4	46,9	43,3	35,4	36,3	29,4	
10	Hluk ve vyústce L_w	10,8	11,3	11,6	12,3	19,5	11,0	10,8	22,3
11	Vlastní hluk vyústce L_1								20,0
12	Hluk vystupující z vyústce L_s								22,3
13	Korekce na počet vyústce K_1								7,0
14	Hluk všech přívodních vyústce								29,3

Tabulka B.8.3 Posouzení útlumu hluku potrubí zázemí tělocvičny

Vliv přívodního a odvodního potrubí L_s							55,11
Útlum hluku v místnosti		S (m ²)	α (-)	Q (-)	r (m)		
		62	0,2	2	1,35		46,92524
Hygienický limit							50
							VYHOVUJE
NÁVRH TLUMIČE HLUKU:							
-							

Tabulka B.8.4 Útlum hluku sacího potrubí zázemí tělocvičny

VZT 2 - Nucené větrání zázemí tělocvičny									
SÁNÍ VZDUCHU									
č.	Hladina akustického výkonu	125,0	250,0	500,0	1000,0	2000,0	4000,0	8000,0	Σ
1	Přívod - výtlač L _{vent}	57,0	62,7	59,5	55,6	54,9	46,3	39,2	66,0
2	Přirozený útlum								
3	Přímé potrubí D _L - 5,3 m	3,2	1,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	
4	Oblouky, kolena D _{OK} - 5 ks	0,0	5,0	10,0	15,0	15,0	15,0	15,0	
7	Koncový odraz	14,0	8,8	4,4	1,7	0,5	0,2	0,0	
8	Útlum tlumiče hluku	14,0	26,0	49,0	85,0	77,0	63,0	34,0	
9	Celkový útlum	31,2	41,4	64,2	102,5	93,3	78,9	49,8	
10	Hluk na fasádě L _w	25,8	21,3	-4,7	-46,9	-38,4	-32,6	-10,6	27,2

Tabulka B.8.5 Posouzení útlumu hluku sacího potrubí zázemí tělocvičny

Útlum hluku vzdáleností		Q (-)	r (m)						
		5,0	1,5						36,6
Hygienický limit									40
								VYHOVUJE	
NÁVRH TLUMIČE HLUKU:									
-	MART 800x450/1500								

Tabulka B.8.6 Útlum hluku výfukového potrubí zázemí tělocvičny

VZT 2 - Nucené větrání zázemí tělocvičny									
VÝFUK VZDUCHU									
č.	Hladina akustického výkonu	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Σ
1	Přívod - výtlač L _{vent}	64,60	73,10	72,70	73,70	75,90	71,30	65,20	65,00
2	Přirozený útlum								
3	Přímé potrubí D _L - 2,5 m	1,50	0,75	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	
4	Oblouky, kolena D _{OK} - 2 ks	0,00	3,00	6,00	9,00	9,00	9,00	9,00	
7	Koncový odraz	13,98	8,76	4,43	1,71	0,53	0,15	0,04	
8	Útlum tlumiče hluku	14,0	26,0	49,0	85,0	77,0	63,0	34,0	
9	Celkový útlum	29,48	38,51	59,80	96,08	86,91	72,53	43,42	
10	Hluk na fasádě L _w	35,12	34,59	12,90	-22,38	-11,01	-1,23	21,78	37,99

Tabulka B.8.7 Posouzení útlumu hluku výfukové potrubí zázemí tělocvičny

Útlum hluku vzdáleností	Q (-)	r (m)	
	2,0	0,7	36,9
Hygienický limit			40
VYHOVUJE			
NÁVRH TLUMIČE HLUKU:			
-	MART 800x450/1500		



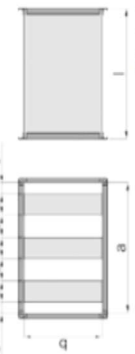
VÝSTUPNÍ HODNOTY

yp tlumiče:
cylindrový

číslo pozice:

GEOMETRIE:

$g/2$



šířka tlumiče:

$a = 800$ mm

výška tlumiče:

$b = 450$ mm

délka tlumiče:

$l = 1500$ mm

náběhové hrany:

ano

šířka kulisy:

$f = 100$ mm

počet kulis:

$e = 5$

průtočná mezera:

$g = 60$ mm

odtokové hrany:

ano

PARAMETRY PROUDĚNÍ:

průtok vzduchu:

$Q = 2630$ m³/h

hustota vzduchu:

$\rho = 1.2$ kg/m³

VYBRANÉ FREKVENCE:

frekvence: f
32 Hz 500 Hz 5000 Hz

AKUSTICKÝ VÝKON VENTILÁTORU:

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
hl. akust. výkonu s váhovou útlumem A ₁ [dB(A)]	0	0	57	63	60	56	55	46	39	66

KÓD OBJEDNÁVKY: **THKU.800.450.1500-3 5X KTH.100.450.1500**

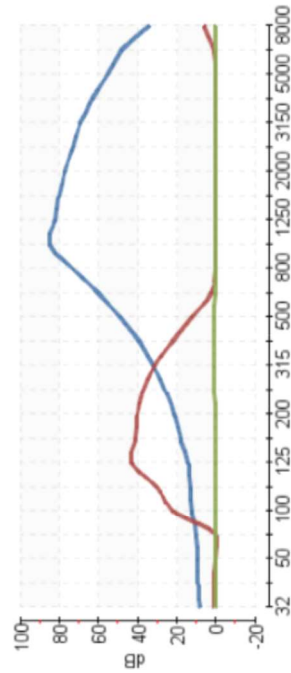
Technické řešení:

Vysoké učení technické v Brně - Fakulta stavební - Ústav technických zařízení budov

VÝSLEDNÉ HODNOTY

ÚTLUM HLUKU:

■ přenosový útlum ■ hluk za tlumičem ■ vlastní hluk tlumiče

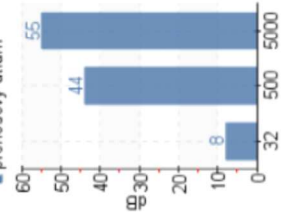


VÝSLEDNÉ HODNOTY:

frekvence:frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
přenosový útlum:	8	10	14	26	49	85	77	63	34	-
vlastní hluk tlumiče:	0	0	0	1	1	0	0	0	0	10
hl. akust. výkonu za tlumičem s váh. útl. A ₁	1	0	43	37	12	0	0	0	6	44

VYBRANÉ FREKVENCE:

■ přenosový útlum



TLAKOVÁ ZTRÁTA TLUMIČE:

tlaková ztráta:	16	Pa
plocha tlumiče:	0.36	m ²

RYCHLOST PROUDĚNÍ:

v celkovém průřezu:	2	m/s
ve volné ploše:	5.4	m/s

Všechny uvedené hodnoty jsou vypočteny s tolerancí ± 10%.

Obrázek B.8.1 Tlumič hluku zázemí tělocvičny

B.8.2 Útlum hluku tělocvičny

Tabulka B.8.8 Útlum hluku přívodního potrubí tělocvičny

VZT 1 - Nucené větrání, teplovzdušné větrání a klimatizace									
PŘÍVODNÍ POTRUBÍ									
č.	Hladina akustického výkonu	125,00	250,00	500,00	1000,00	2000,00	4000,00	8000,00	Σ
1,00	Přívod - výtlač L_{vent}	70,00	80,70	81,50	84,30	80,80	74,50	67,20	88,40
2,00	Přirozený útlum								
3,00	Přímé potrubí D_L - 3,45 m	2,07	1,04	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	
4,00	Oblouky, kolena D_{OK} - 4 ks	0,00	4,00	8,00	12,00	12,00	12,00	12,00	
5,00	Odbočka D_O	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	
7,00	Koncový odraz	12,33	7,30	3,40	1,21	0,36	0,10	0,03	
8,00	Útlum tlumiče hluku	13,00	23,00	39,00	63,00	58,00	47,00	27,00	
9,00	Celkový útlum	28,50	36,43	52,02	77,83	71,98	60,72	40,65	
10,00	Hluk ve vyústce L_w	41,50	44,27	29,48	6,47	8,82	13,78	26,55	46,26
11,00	Vlastní hluk vyústce L_1								32,00
12,00	Hluk vystupující z vyústce L_s								46,26
13,00	Korekce na počet vyústce K_1								10,00
14,00	Hluk všech přívodních vyústce L								56,26

Tabulka B.8.9 Útlum hluku odvodního potrubí zázemí tělocvičny

VZT 1 - Nucené větrání, teplovzdušné větrání a klimatizace									
ODVODNÍ POTRUBÍ									
č.	Hladina akustického výkonu	125,0	250,0	500,0	1000,0	2000,0	4000,0	8000,0	Σ
1	Přívod - výtlač L_{vent}	68,9	81,3	78,1	75,8	75,0	70,4	62,8	84,6
2	Přirozený útlum								
3	Přímé potrubí D_L - 4,5 m	2,7	1,4	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	
4	Oblouky, kolena D_{OK} - 3 ks	0,0	3,0	6,0	9,0	9,0	9,0	9,0	
6	Ohebné potrubí	19,0	25,0	20,5	16,0	12,0	15,0	9,0	
7	Koncový odraz	7,3	3,4	1,2	0,4	0,1	0,0	0,0	
8	Útlum tlumiče hluku	13,0	22,0	39,0	63,0	58,0	47,0	27,0	
9	Celkový útlum	42,0	54,8	67,4	89,0	79,8	71,7	45,7	
10	Hluk ve vyústce L_w	26,9	26,5	10,7	-13,2	-4,8	-1,3	17,1	30,0
11	Vlastní hluk vyústce L_1								47,0
12	Hluk vystupující z vyústce L_s								30,0
13	Korekce na počet vyústce K_1								10,0
14	Hluk všech odvodních vyústce L								40,0

Tabulka B.8.10 Posouzení útlumu hluku potrubí tělocvičny

Vliv přívodního a odvodního potrubí L_s						56,9
Útlum hluku v místnosti	S (m ²)	α (-)	Q (-)	r (m)		
	2448	0,2	2	4,75		36,29096
Hygienický limit						55
VYHOVUJE						
NÁVRH TLUMIČE HLUKU:						
PŘÍVOD	MART 1250X1000/1000					
ODVOD	MART 1250X1000/1000					



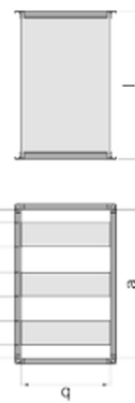
VSTUPNÍ HODNOTY

typ tlumiče:
kulisový

číslo pozice:

GEOMETRIE:

$g/2$ g f g f g f g f $g/2$



šířka tlumiče:

a = 1250 mm

výška tlumiče:

b = 1000 mm

délka tlumiče:

l = 1000 mm

náběhové hrany:

ano

PARAMETRY PROUDĚNÍ:

průtok vzduchu:

Q = 12900 m³/h

hustota vzduchu:

ρ = 1.2 kg/m³

šířka kulisy:

f = 100 mm

počet kulis:

e = 8

průtočná mezera:

g = 56.25 mm

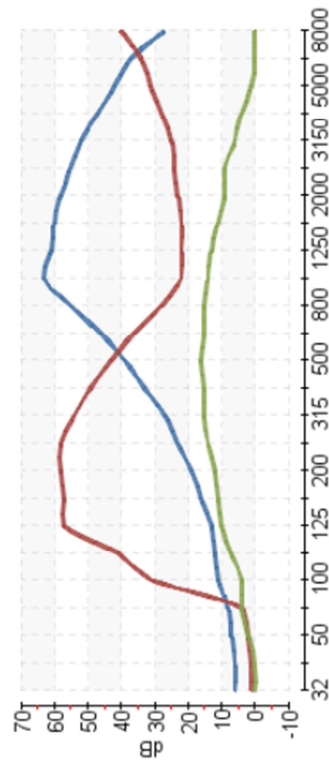
odtokové hrany:

ano

VÝSLEDNÉ HODNOTY

ÚTLUM HLUKU:

■ přenosový útlum ■ hluk za tlumičem ■ vlastní hluk tlumiče



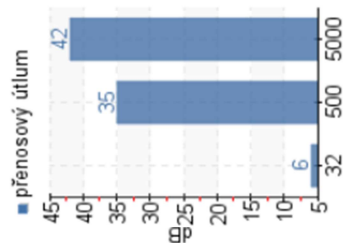
VÝSLEDNÉ HODNOTY:

frekvence:frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
přenosový útlum:	6	8	13	23	39	63	58	47	27	-
vlastní hluk tlumiče:	0	4	10	14	16	14	9	4	0	21
hl. akust. výkonu za tlumičem s váh. filt. A:	1	4	57	58	43	22	23	28	40	61

VYBRANÉ FREKVENCE:

frekvence: f
32 Hz 500 Hz 5000 Hz

VYBRANÉ FREKVENCE:



TLAKOVÁ ZTRÁTA TLUMIČE:

tlaková ztráta:	29	Pa
plocha tlumiče:	1.25	m ²

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	70	81	82	84	80	75	67	88

RYCHLOST PROUDĚNÍ:

v celkovém průřezu:	2.9	m/s
ve volné ploše:	8	m/s

KÓD OBJEDNÁVKY: THKU.1250.1000.1000-3 8X KTH.100.1000.1000



Technické řešení:

Yšoké učení technické v Brně - Fakulta stavební - Ústav technických zařízení budov

Všechny uvedené hodnoty jsou vypočteny s tolerancí ± 10%.

Obrázek B.8.2 Tlumič hluku tělocvičny

Tabulka B.8.11 Útlum hluku sání vzduchu tělocvičny

VZT 2 - Nucené větrání zázemí tělocvičny									
SÁNÍ VZDUCHU									
č.	Hladina akustického výkonu	125,0	250,0	500,0	1000,0	2000,0	4000,0	8000,0	Σ
1	Přívod - výtlač L_{vent}	53,0	63,0	53,0	49,0	48,0	44,0	37,0	64,1
-	Hluk u regulační klapky	53,0	63,0	53,0	49,0	48,0	44,0	37,0	64,1

Tabulka B.8.12 Posouzení útlumu hluku sání vzduchu tělocvičny

Útlum hluku vzdáleností		Q (-)	r (m)	
		2,0	13,5	33,5
Hygienický limit				40
				VYHOVUJE
NÁVRH TLUMIČE HLUKU:		REAMAK XPPO 22/N		

Tabulka B.8.13 Útlum hluku výfuk vzduchu tělocvičny

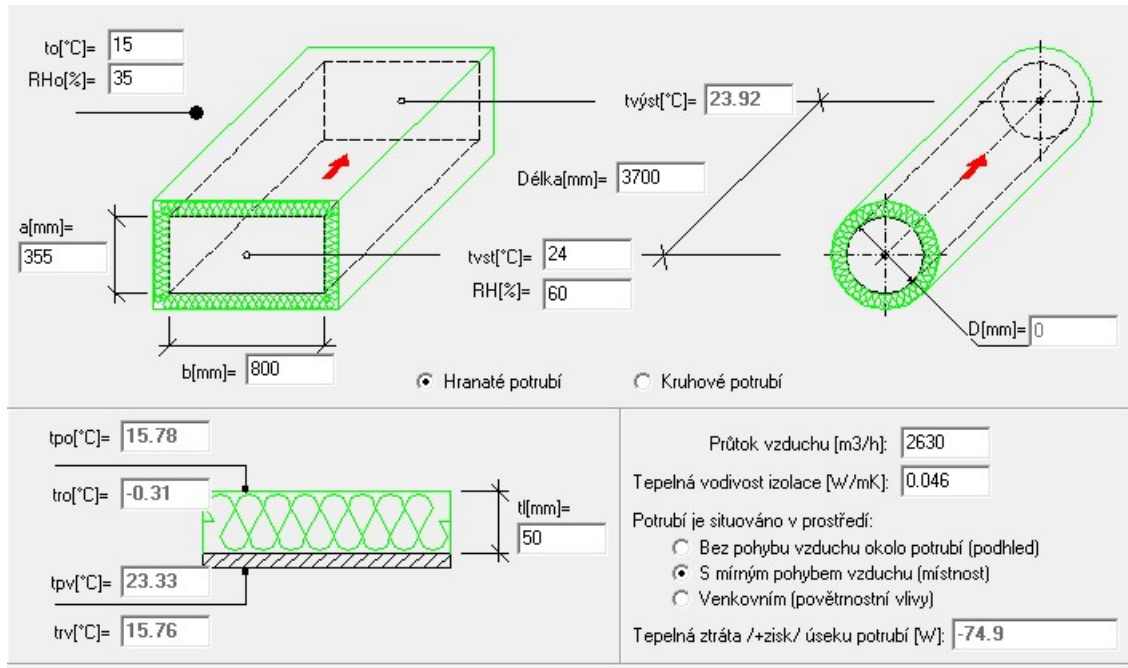
VZT 2 - Nucené větrání zázemí tělocvičny									
VÝFUK VZDUCHU									
č.	Hladina akustického výkonu	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Σ
1	Přívod - výtlač L_{vent}	53,00	63,00	53,00	49,00	48,00	44,00	33,00	64,09
-	Hluk u regulační klapky	53,00	63,00	53,00	49,00	48,00	44,00	33,00	64,09

Tabulka B.8.14 Posouzení útlumu hluku výfuku vzduchu tělocvičny

Útlum hluku vzdáleností		Q (-)	r (m)	
		2,0	13,5	33,5
Hygienický limit				40
				VYHOVUJE
NÁVRH TLUMIČE HLUKU:		REAMAK XPPO 22/N		

B.9 Návrh izolací

Návrh izolací jsem provedl v programu Teruna. Pro výpočet jsem vybral nejkritičtější stav, tedy odvod vzduchu ze sprch o teplotě 24 °C a velké relativní vlhkosti 60 %. Navržená izolace ORSTECH LSP 40. Lehká lamelová rohož na hliníkové fólii. Jednosměrná orientace vláken v lamelách, které jsou přilepeny kolmo k nosnému podkladu z vyztužené hliníkové fólie. Tloušťka navržené izolace je 50 mm. Izolována budou všechna sací a výfuková potrubí uvnitř budovy.



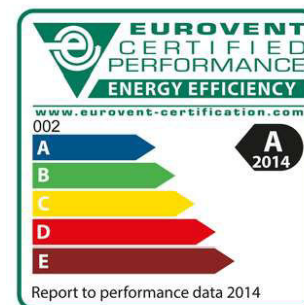
Obrázek B.9.1 Řešení posouzení tloušťky tepelné izolace

STRUČNÁ SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ

Základní parametry zařízení

Druh, rozměr	AeroMaster XP 22	
Typ řídicího systému	Není	
Hmotnost (+-10%)	2 959 kg	
Umístění jednotky	Vnější	
Materiálové provedení		
Vnější plášť	Lakovaný plech (RAL 9002)	
Vnitřní plášť	Pozinkovaný plech	
	Přívod	Odvod
Průtok vzduchu	12900 m ³ /h	12900 m ³ /h
Externí tlaková rezerva	546 Pa	707 Pa
Rychlost v průřezu	2.32 m/s	2.32 m/s
Příkon ventilátorů	6.12 kW	6.20 kW
1. stupeň filtrace	G4	G3
2. stupeň filtrace	-	-
SFP _i	1707 W.m ⁻³ .s	

Model box AMXP3



Parametry pláště dle EN1886

Celkový příkon jednotky	12.50 kW	Mechanická stabilita	D2(M)
Napájecí napětí	3×400V+N+PE 50Hz	Netěsnost skříně	L2(M)
Celkový proud I _{max}	48 A	Termická izolace	T3(M)
		Faktor tepelných mostů	TB3(M)
SFP _{AHU}	3437 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	-12.0 → 10.1 °C	82 %	
Směšování	10.1 → 11.1 °C	20 %	
Ohřev	11.1 → 25.0 °C	61.4 kW	90/56 °C, Voda, 0.8 kPa, 1.61 m ³ /h
Chlazení	25.8 → 17.8 °C	51.5 kW	6/12 °C, Voda, 2.7 kPa, 7.37 m ³ /h

Detailní specifikace a výsledné parametry jsou součástí detailní specifikace vzduchotechnického zařízení

Hlukové parametry zařízení

L _{wa} [dB(A)]	**	Přívod	Odvod	
Vstup		67.6	84.6	
Výstup		88.4	69.8	
Okolí		64.4	64.4	** Celková hladina akustického výkonu

B.10.1.1 Výpočty výkonů strojních zařízení VZT č. 1 Teplovzdušné větrání a klimatizace tělocvičny

- Letní období – chladič

Tepelná zátěž tělocvičny 37 915 W

$$\Delta t = Q / (V_p \times \rho \times c) \quad [K]$$

$$\Delta t = 37\,915 / (3,58 \times 1010 \times 1,2) = 8,7 \text{ K} \rightarrow t_p = 16,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Citelný výkon chladiče:

$$Q_{ch} = V_p \times \rho \times c \times \Delta t \quad [kW]$$

$$Q_{ch} = 3,58 \times 1010 \times 1,2 \times (25,2 - 16,5) = 37,7 \text{ kW}$$

- Zimní období – ohříváč

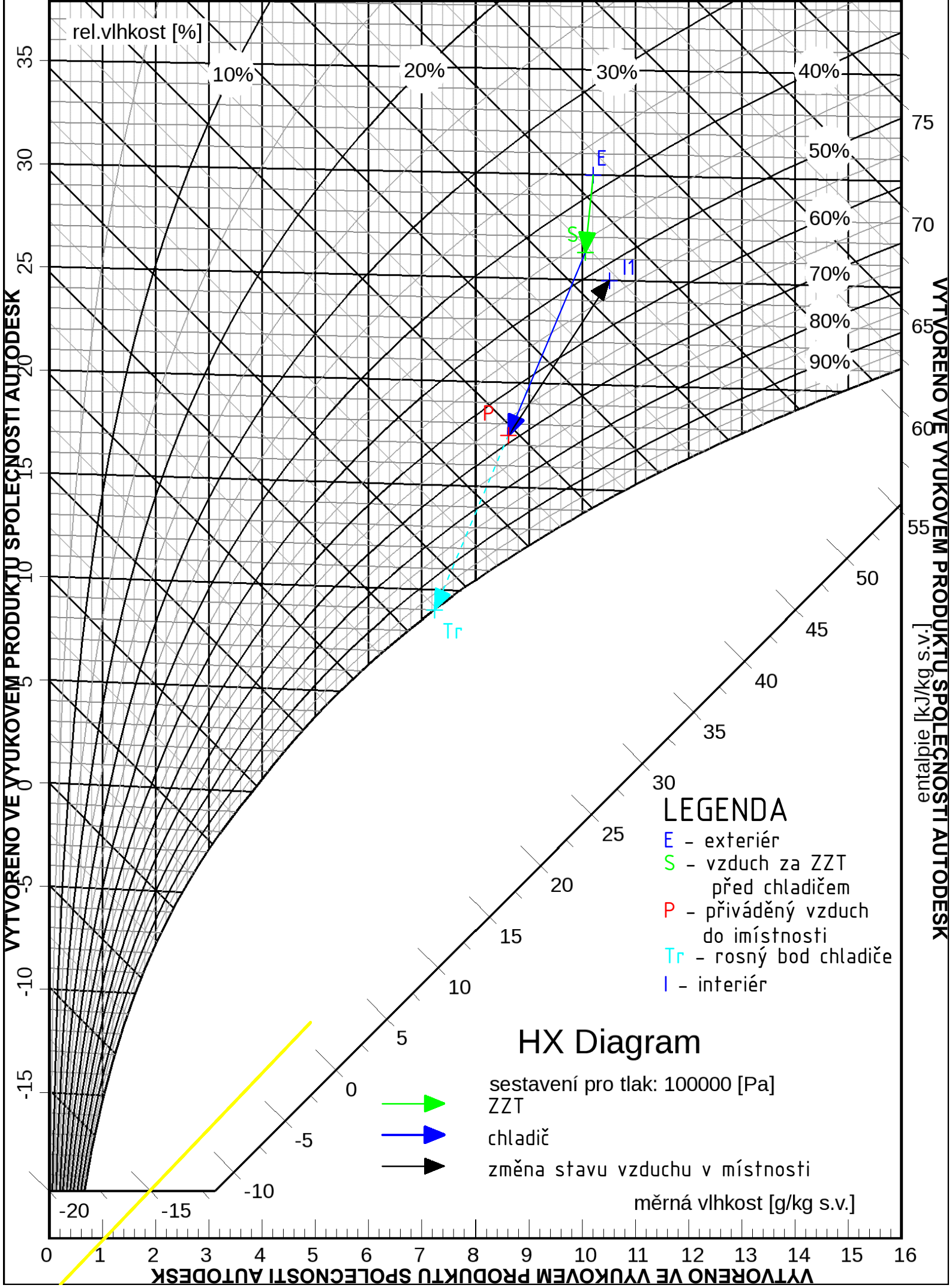
Tepelné ztráty tělocvičny 13 361 kW

$$\Delta t = 13\,361 / (3,58 \times 1010 \times 1,2) = 3,1 \text{ K} \rightarrow t_p = 18 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Citelný výkon ohříváče:

$$Q_{ch} = M \times \Delta h = V \times \rho \times \Delta h = 3,58 \times 1010 \times 10,1 = 36,5 \text{ kW}$$

teplota [°C] H-x diagram pro zařízeníč. 1. letní období

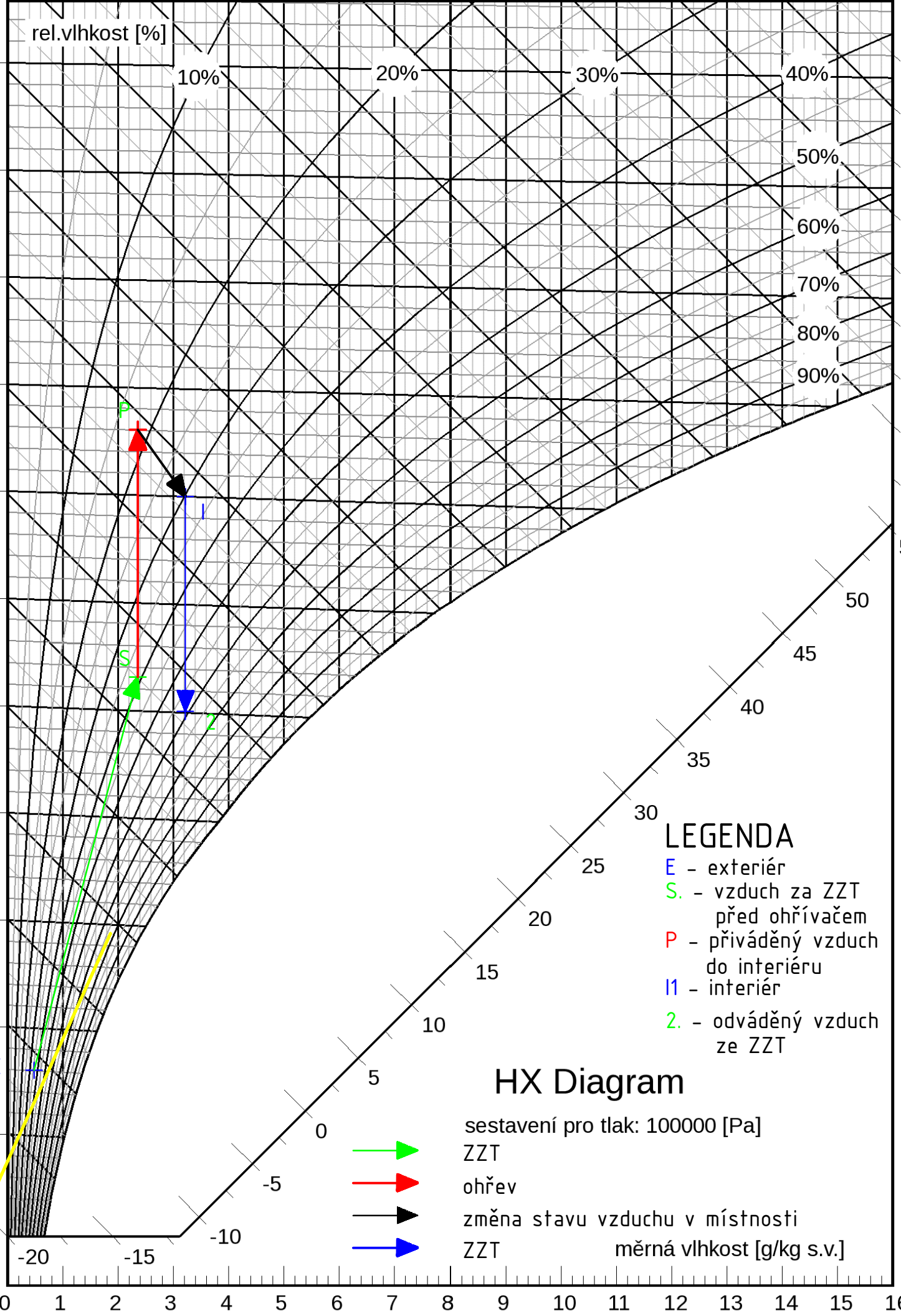


VYTVOŘENO VE VYUKOVÉM PRODUKTU SPOLEČNOSTI AUTODESK

VYTVOŘENO VE VYUKOVÉM PRODUKTU SPOLEČNOSTI AUTODESK

VYTVOŘENO VE VYUKOVÉM PRODUKTU SPOLEČNOSTI AUTODESK

H-x diagram pro zařízeníč. 1. zimní období



VYTVOŘENO VE VYUKOVÉM PRODUKTU SPOLEČNOSTI AUTODESK

VYTVOŘENO VE VYUKOVÉM PRODUKTU SPOLEČNOSTI AUTODESK

ID nabídky
 Projekt [1.] Nucené větrání zázemí tělocvičny
 Číslo / Název zařízení 01 / VZT2
 Určení jednotky Standardní prostředí



STRUČNÁ SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ

Základní parametry zařízení

Druh, rozměr	AeroMaster XP 06	
Typ řídicího systému	VCS (Climatix)	
Hmotnost (+-10%)	853 kg	
Umístění jednotky	Vnitřní	
Materiálové provedení		
Vnější plášť	Pozinkovaný plech	
Vnitřní plášť	Pozinkovaný plech	
	Přívod	Odvod
Průtok vzduchu	2630 m ³ /h	2630 m ³ /h
Externí tlaková rezerva	117 Pa	90 Pa
Rychlost v průřezu	1.61 m/s	1.61 m/s
Příkon ventilátorů	1.30 kW	1.23 kW
1. stupeň filtrace	M5	M5
2. stupeň filtrace	-	-
SFP _i	1785 W.m ⁻³ .s	1688 W.m ⁻³ .s

Model box AMXP3



Parametry pláště dle EN1886

Celkový příkon jednotky	2.54 kW	Mechanická stabilita	D2(M)
Napájecí napětí	3×400V+N+PE 50Hz	Netěsnost skříně	L2(M)
Celkový proud I _{max}	13 A	Termická izolace	T3(M)
		Faktor tepelných mostů	TB3(M)
SFP _{AHU}	3473 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	-12.0 → 16.1 °C	78 %	
Ohřev	16.1 → 21.0 °C	4.3 kW	90/35 °C, Voda, 0.0 kPa, 0.07 m ³ /h

Detailní specifikace a výsledné parametry jsou součástí detailní specifikace vzduchotechnického zařízení

Hlukové parametry zařízení

L _{wa} [dB(A)]	**	Přívod	Odvod	
Vstup		66.0	65.8	
Výstup		80.8	80.8	
Okolí		56.3	56.3	** Celková hladina akustického výkonu

B.10.2.1 Výpočty výkonů strojních zařízení VZT č. 2 – nucené větrání zázemí tělocvičny

- Zimní období – ohříváč

Výkon ohříváče za rotačním rekuperátorem s účinností 78%

$$t_1 = t_e + \eta \times (t_i - t_e) = -12 + 0,78 \times (24 + 12) = 16,1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Q_v = V_p \times \rho \times c \times \Delta t = 0,73 \times 1010 \times 1,2 \times (24 - 16,1) = 7 \text{ k W}$$

C. PROJEKT

C.1 Technická zpráva

ÚVOD

Předmětem této bakalářské práce bylo vypracování vzduchotechnického zařízení pro sportovní pavilon na úrovni stupně realizace stavby.

C.1.1 Popis objektu

Sportovní pavilon je součástí základní školy a je s ní spojen „krčkem“. Skládá se ze dvou hlavních částí: zázemí tělocvičny a tělocvična. Zázemí tělocvičny je tvořeno vstupem, recepcí, chodbou, kotelnou, hygienickým zázemím, šatnami, úklidovou komorou, kabinetem s hygienickým zázemím, nářadovnou a skladem. Svislý nosný systém je tvořen systémem POROTHERM. Vodorovné konstrukce jsou vytvořeny z předpjatých stropních panelů. Zázemí má konstrukční výšku 3,575 m a světlou výšku 3,1 m. Nosná konstrukce tělocvičny je navržena jako montovaný skelet. Výplně otvorů a prosklené fasády v obvodovém plášti budou plastové se zasklením. Tělocvična má světlou výšku v rozmezí 6,75m až 9,15m.

C.1.2 Podklady pro zpracování

Jako podklady pro zpracování celého projektu byla projektová dokumentace stavebního a architektonického řešení stavby. Projektová dokumentace obsahuje výkresy půdorysů, řezů, pohledů a půdorysu střechy. Součástí podkladů jsou příslušné zákony a prováděcí vyhlášky, České technické normy a podklady výrobců vzduchotechnických zařízení:

- ČSN EN 15251/2011 – Vstupní parametry vnitřního prostředí pro návrh a posouzení energetické náročnosti budov s ohledem na kvalitu vnitřního vzduchu, tepelného prostředí, osvětlení a akustiky
- ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov
- ČSN 01 3454 Technické výkresy – Instalace – Vzduchotechnika, klimatizace
- Předpis č. 272/2011 Sb. – Nařízení vlády o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
- vyhl. č. 343/2009 Sb. O hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých
- ČSN 73 0548 Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů
- ČSN 12 7010 Navrhování větracích a klimatizačních zařízení
- ČSN EN 12 831 Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu
- ČSN 73 0802 Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty
- HaltonHIT – program pro návrh a simulaci distribučních prvků
- AeroCAD – program pro návrh vzduchotechnických jednotek
- Teruna – program pro návrh tepelné izolace potrubí
- MartAkustik – program pro návrh tlumičů hluku
- Mandík – podklady výrobce
- Elektrodesign – podklady výrobce

- Halton – podklady výrobce

C.1.3 Výpočtové hodnoty klimatických podmínek

Jako výpočtové hodnoty klimatických veličin jsem volil hodnoty pro město Brno. Nadmořská výška 350 m.n.m.

Tabulka C.1.1 Klimatické podmínky pro výpočet

Brno	Teplota	Entalpie
	(°C)	(kJ/kg)
LÉTO	30	57,5
ZIMA	-12	-

C.1.4 Výpočtové hodnoty vnitřního prostředí

VZT jednotka č. 1 zajišťuje teplovzdušné větrání a klimatizaci tělocvičny. Tělocvična bude obsluhována rovnolace.

VZT jednotka č. 2 zajišťuje pouze nucené větrání všech prostor zázemí tělocvičny. Pracuje rovněž v rovnotlakém režimu. Abychom dosáhli rovnotlakého režimu, je do chodby a šaten přiváděno více vzduchu. Upravený vzduch se dále do jednotlivých místností dopravuje přes mřížky ve dveřích. Jelikož jednotka nezajišťuje v zimním období tepelnou pohodu prostředí, je nutno navrhnout systém vytápění pro pokrytí tepelných ztrát.

Tabulka C.1.2 Vnitřní návrhové podmínky pro VZT č. 1

Místnost	Výsledná teplota		Relativní vlhkost		Hladina akustického hluku (dBa)
	Zima	Léto	Zima	Léto	
	(°C)	(°C)	(%)	(%)	
Tělocvična	15	25	35	55	55

Tabulka C.1.3 Vnitřní návrhové podmínky pro VZT č. 2

Místnost	Výsledná teplota		Relativní vlhkost		Hladina akustického hluku (dBa)
	Zima	Léto	Zima	Léto	
	(°C)	(°C)	(%)	(%)	
Chodba	15	-	10	10	55
Šatny	24	-	50	50	
Umývárny	24	-	60	60	
Technické místnosti	15	-	20	30	
Obytné místnosti	20	-	30	35	

Provoz školy je 8:00 – 14:30, z toho vyplývá, že požadavek na útlum hluku pro venkovní prostředí je také splněn.

Rychlost proudění vzduchu v tělocvičně je maximálně do 0,5 m/s. V zázemí tělocvičny to je do 0,2 m/s. Všechny požadavky jsou splněny.

C.2 Základní koncepční řešení

C.2.1 Koncepce vzduchotechnických zařízení

Teplovzdušné větrání a klimatizace je navržena pro tělocvičnu, jedná se o VZT č.1. Jednotka se skládá z protidešťových žaluzií, uzavíracích klapek, filtrů, tlumičů hluku, rotačního rekuperátoru, směšovací komory, vodního ohříváče, vodního chladiče, eliminátorů kapek a ventilátorů. Na přívodním potrubí jsou na rozbočce na každou větev instalovány regulační klapky. Protipožární klapka se nachází ve stěně tělocvičny. Tlumiče hluku jsou nainstalovány v čtyřhranném potrubí co nejbližší ventilátorů. Vzduchotechnická jednotka je umístěna na střeše. Pro její obsluhu použijeme žebřík. Pro konstrukci VZT je nutno vytvořit základový rošt z válcovaných I profilů. Servisní plošina před VZT má šířku 1200 mm a je opatřena zábradlím. Jednotka obsahuje základový rošt a stříšku proti povětrnostním vlivům. K distribuci vzduchu bylo použito SPIRO potrubí a čtyřhranné potrubí. Jelikož část potrubí vede exteriérem, byla navrhována vhodná izolace a ochrana proti povětrnostním vlivům.

Nucené větrání je navrženo pro zázemí tělocvičny. Jedná se o VZT č. 2. Jednotka se skládá z tlumících vložek, uzavíracích klapek, filtrů, deskového rekuperátoru, vodního ohříváče a ventilátorů. Pro správně hydraulické vyvážení bude použito několik regulačních klapek, které jsou označeny ve výkresech. Jejich seřízení bude provedeno dle tlakových ztrát potrubí. Strojovna vzduchotechniky tvoří samostatný požární úsek, proto je opatřena třemi protipožárními klapkami. Tlumiče hluku jsou instalovány na výfuku a sání vzduchu. Výfuk a sání vzduchu je od sebe vzdálen více jak 1,5 m a je izolován. Pro distribuci vzduchu bylo použito čtyřhranné potrubí. Strojovna vzduchotechniky je opatřena dvojicí dveří. Jedny z vnitřního prostředí a druhé z exteriéru.

C.2.2 Hygienické větrání

Tabulka C.2.1 Přehled dávek vzduchu

	potřeba vzduchu [m ³ /h]
pisoár	25
šatní místnos	25
umyvadlo	30
výlevka	30
záchod	50
sprcha	100

V každé místnosti, kde se budou pravidelně pohybovat osoby, je výměna vzduchu minimálně $2h^{-1}$. U tělocvičny byla navržena $3h^{-1}$.

VZT jednotka č. 1 má jeden stupeň filtrace na straně sání třídy G4 a na přívodu do VZT G3.

VZT jednotka č. 2 má jeden stupeň filtrace na přívodu i odvodu M5.

C.2.3 Energetické zdroje

Pro chod všech zařízení je nutné zajistit dostatečný příkon elektrické energie. Převažujícím kritériem návrhu bude příkon elektromotorů ventilátorů a zdroj chladu pro vodní chlazení.

Pro ohřev teplé vody bude použit stávající kotel. Teplotní spád otopné vody 90/60 °C.

Chlazení bude probíhat nepřímo na střeše a teplotonosná látka bude distribuována v měděných trubkách k VZT jednotce č.1 . Teplotní spád 6/12 °C.

C.3 Popis technického řešení

C.3.1 Zařízení č. 1 – Teplovzdušné větrání a klimatizace tělocvičny

Jedná se o sestavenou vzduchotechnickou jednotku z jednotlivých komponentů. Typ jednotky je AeroMaster XP 22 do venkovního prostředí. Vzduchotechnická jednotka se nachází na střeše, proto je opatřena stříškou XPSO 22. Přívod i odvod vzduchu je dimenzován na $12\,900\text{ m}^3/\text{h}$. Komponenty přívodu vzduchu: protidešťová žaluzie, klapka, kapsový filtr (G4), tlumič hluku, rotační rekuperátor (účinnost v zimě 82%, účinnost v létě 78 %, max. citelný výkon v zimě je 74,3 kW), směšovací komora, ohříváč (tep. spád 90/56 °C, výkon 61,4 kW), vodní chladič (tep. Spád 6/12 °C, výkon 51,5 kW), eliminátor kapek, ventilátor (el. příkon 6,12 kW, řemenový převod, účinnost 80 %) a tlumící vložka. Komponenty pro odvod vzduchu: tlumící vložka, filtr (G3), ventilátor (el. příkon 6,2 kW, řemenový převod, účinnost 80 %), směšovací komora, vnitřní klapka, tlumič hluku, uzavírací klapka a výfukový nástavec.

C.3.2 Nucené větrání zázemí tělocvičny

Jedná se o sestavenou vzduchotechnickou jednotku z jednotlivých komponentů. Typ jednotky je AeroMaster XP 06 do vnitřního prostředí. Vzduchotechnická jednotka se nachází ve strojovně vzduchotechniky. Přívod i odvod vzduchu je dimenzován na $2\,630\text{ m}^3/\text{h}$. Komponenty přívodu vzduchu: tlumící vložka, uzavírací klapka, filtr (M5), deskový rekuperátor (účinnost 78%, výkon 24,3 kW), vodní ohříváč (tep. spád 90/35 °C, výkon 4,3 kW), ventilátor (el. příkon 1,3 kW, řemenový převod, účinnost 54%), tlumící vložka. Komponenty odvodu vzduchu: tlumící vložka, uzavírací klapka, filtr (M5), eliminátor kapek, ventilátor (el. příkon 1,23 kW, řemenový převod, účinnost 54%) a tlumící vložka.

Podrobnější specifikace z výstupu z programu AeroCAD viz. příloha.

C.3.3 Nároky na energii

Pro chod zařízení je nutno zajistit přívod elektrické energie. V tabulce, která je součástí technické zprávy v příloze, je přehled jednotlivých zařízení a jejich požadovaný příkon elektrické energie.

C.3.4 Měření a regulace

Jednotlivé prvky v sestavených vzduchotechnických jednotkách budou řízeny a regulovány samostatným systémem měření a regulace MaR:

- Regulace servopohonu uzavíracích klapek
- Snímání tlakové difference filtrů
- Snímání namrzání rotačního/deskového rekuperátoru
- Protimrazové čidlo na vodním ohříváči
- Regulace výkonu chladiče a ohříváče vlivem směšování
- Snímač tlakové difference provozu ventilátorů
- Snímače teplotních a vlhkostních čidel
- Regulace servopohonu požárních klapek
- Regulace servopohonu regulačních klapek
- Poruchová signalizace zařízení

C.4 Nároky na související profese

C.4.1 Stavební úpravy

C.4.1.1 Zařízení č. 1 Teplovzdušné větrání a klimatizace tělocvičny

Jednotka se nachází na střeše. Prostorové zázemí není omezující. Nutno brát ohled na hmotnost celého zařízení. Jednotka váží 2,96 tun. Proto je nutné navrhnout roštovou konstrukci na ploché střeše. Válcované nosníky typu I budou osazeny na nosných stěnách. Na nosnících bude vytvořen rošt. Na roštu bude osazena vzduchotechnická jednotka, která je na základovém rámu. Součástí roštu je manipulační plošina z ocelové mřížoviny. Manipulační plošina musí být opatřena zábradlím min. výšky 900 mm. U výlezu na střechu nutno osadit jistící oka. Je nutné, aby vše bylo zkontrolováno statikem.

C.4.1.2 Nucené větrání zázemí tělocvičny

Jednotka se nachází ve strojovně vzduchotechniky. Pro instalaci jednotky je nutné zvětšit dveře na světlou šířku 1250 mm. Celou místnost nutno vypsádovat kvůli odvodu kondenzátu. U výfuku a sání vzduchu je potřeba počítat s překlady. Min. světlá šířka překladu 1,0 m. Některá potrubí vedou přes nosné zdi a je tedy potřeba s těmito zásahy do nosných konstrukcí počítat.

C.4.2 Silnoproud

- Připojení VTZ jednotek

- Uzemnění zařízení
- Napojení všech servopohonu klapek

C.4.3 Vytápění

Teplovodní ohříváče napojit na vnitřní rozvodnou síť o teplotním spádu 90/60 °C. K ohříváčům povedou měděné trubky DN 25. Potrubní rozvod vedený ke VZT č. 1 je nutno izolovat. Je nutné zajistit vytápění prostorů zázemí tělocvičny otopnými tělesy.

C.4.4 Chlazení

Systém chlazení se bude nacházet na střeše. Přívod do vodního chladiče bude zajištěn měděným potrubím rozvodem do DN 25. Teplotní spád chladicí vody je 6/12 °C.

C.4.5 Zdravotní technika (ZTI)

Jedná se především o odvod kondenzátu z deskového nebo rotačního rekuperátoru, eliminátoru kapek a od chladičů vzduchu. U zařízení VZT č. 1 bude odvod kondenzátu řešen přes plochou střechu do nejbližší vpusti. U zařízení VZT č. 2 je nutno strojovnu vyspádovat a vytvořit podlahou vpustí, která odvede kondenzát.

C.5 Protihluková a protiotřesová opatření

Při posouzení předpisu č. 272/2011 Sb. –Nařízení vlády o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací byly navrženy jednotlivé tlumiče hluku. U VZT jednotky č. 1 jsou tlumiče součástí sestavené jednotky na sání a výfuku vzduchu. Do rozvodných tras tělocvičny byly vřazeny tlumiče na přívodu i odvodu vzduchu. U VZT jednotky č. 2 byly vřazeny tlumiče na výfukovém i sacím potrubí. Všechny trubní rozvody jsou připojeny ke vzduchotechnickým jednotkám přes tlumící vložky. Veškeré točivé stroje budou uloženy na pružných manžetách.

C.6 Izolace a nátěry

U venkovních rozvodů od zařízení č. 1 byla navržena tepelná izolace jako lehká lamelová rohož ze skelného vlákna na hliníkové fólii (izolace opláštěna pozinkovaným plechem tl. 2,5mm). U rozvodů od zařízení č.2 bude izolováno sací a výfukové potrubí. Tepelná izolace ORSTECH LSP 40.- lehká lamelová rohož na hliníkové fólii.

C.7 Protipožární opatření

Strojovna vzduchotechniky bude řešena jako samostatný požární úsek. Na každém potrubí vycházejícího z místnosti bude osazena protipožární klapka. Protipožární klapky budou řízeny systémem MaR.

C.8 Montáž, provoz, údržba a obsluha zařízení

Montáž vzduchotechniky bude provedena proškolenými technikami. Po namontování musí dojít před uvedením do provozu ke komplexní kontrole. Jedná se především o dodání komponentů shodujících se s technickou specifikací, správných napojení trubních systémů

(těsnost), vytvoření pružných systémů, nutnost zkontrolovat správnost nastavení všech komponentů,...

Údržbu a kontrolu bude provádět proškolená osoba. Celkové kontroly minimálně dvakrát ročně.

C.9 Závěr

Výše navržená vzduchotechnika vytváří tepelnou pohodu prostředí, splňuje požadavky na výměnu vzduchu, útlum hluku a hygienické požadavky.

C.10 Přílohy technické zprávy

C.10.1 Tabulka zařízení

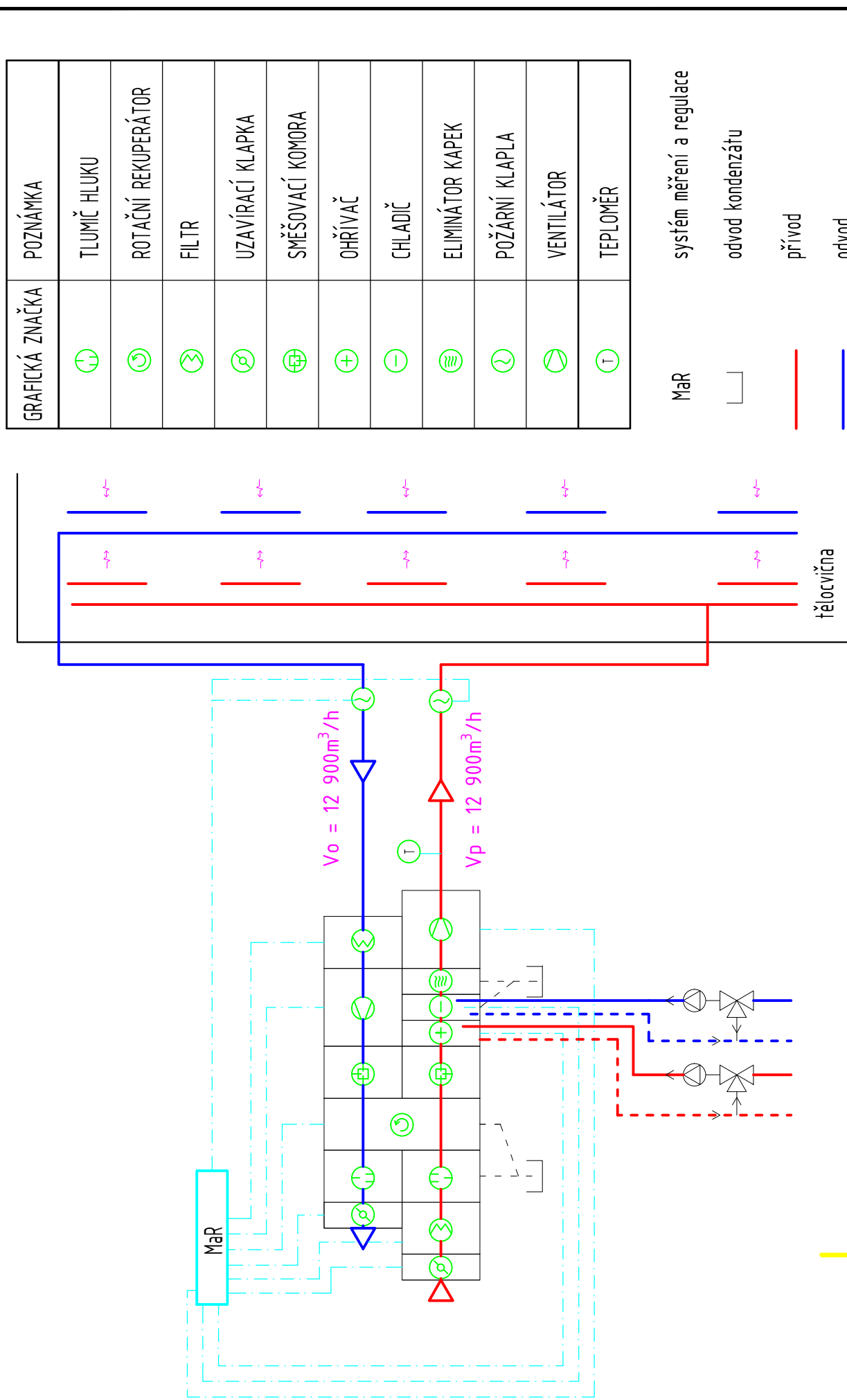
C.10.2 Funkční schéma VZT jednotky č. 1

C.10.3 Funkční schéma VZT jednotky č. 2

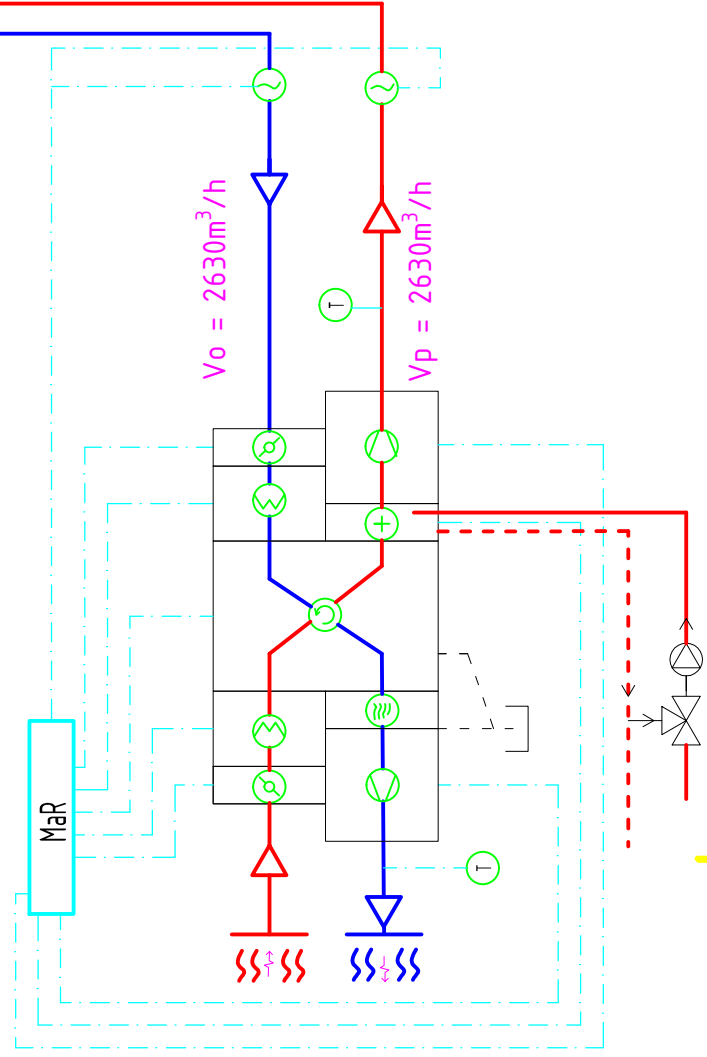
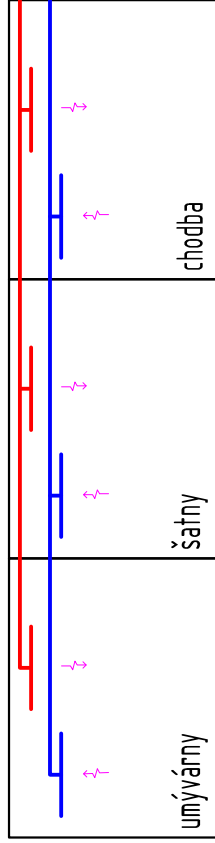
TABULKA ZAŘÍZENÍ

Technická pozice	Ventilátor				Elektrína			Ohřev		Chlazení			MaR/ovládací/ZTI				
	Přívod/odvod	Množství vzduchu (m ³ /h)	Externí tlak (Pa)	Počet (ks)	Elektrický příkon (kW)	Elektrický příkon celkem (kW)	Elektrický proud (A)	Napětí/frekve. (V)/(Hz)	Topný příkon 90/56 °C (kW)	Tlaková ztráta výměníku (kPa)	Průtok média (m ³ /h)	Tlaková ztráta výměníku (kPa)		Průtok média (m ³ /h)	Chladicí výkon 6/12 (kW)	Průtok média (m ³ /h)	Tlaková ztráta výměníku (kPa)
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1 Zařízení č. 1 Teplovzdušné větrání a klimatizace tělocvičny																	
1.1.1. Centrální VZT jednotka se ZZT																	
uzavírací klapka																	
kapsový filtr (G4)																	
tlumič hluku																	
rotační rekuperátor																	
směšování přívod																	
vodní ohřivač								61,4	1,61	0,8							
vodní chladič											51,5	7,37	2,7				
eliminátor kapek																	
ventilátor	P/O	12 900	1858	2	12,24	12,24	22	3x400/50									
tlumičí vložka																	
filtr (G3)																	
směšování odvod																	
vnitřní klapka																	
2 Zařízení č. 2 Nucené větrání zázemí tělocvičny																	
2.1.1. Centrální VZT jednotka se ZZT																	
tlumičí vložka																	
uzavírací klapka																	
filtr																	
deskový rekuperátor																	
vodní ohřivač								4,3	0,07	0							
ventilátor	P/O	2 630	1134	2	1,3	1,3											
CELKEM								65,7			51,5						

FUNKČNÍ SCHÉMA VZT JENDOTKY č.1



FUNKČNÍ SCHÉMA VZT JENDOTKY č.2



LEGENDA PRVKŮ

GRAFICKÁ ZNAČKA	POZNÁMKA
	TLUMIČ HLUKU
	DESKOVÝ REKUPERÁTOR
	FILTR
	UZAVÍRACÍ KLAPKA
	OHŘÍVAČ
	ELIMINÁTOR KAPEK
	POŽÁRNÍ KLAPLA
	VENTILÁTOR
	TEPLOMĚR

MaR systém měření a regulace

odvod kondenzátu

přívod

odvod

C.11 Technická specifikace

1. Teplovzdušné větrání a klimatizace tělocvičny

1.1. VZT jednotky

1.1.1 VZT jednotka s rotačním rekuperátorem.

1.2 Tlumiče hluku

1.2.1 Kulisový tlumič hluku THKU 1250x1000-1000 – **2ks**

1.3 Distribuční prvky pro přívod vzduchu

1.3.1 Dýza HALTON TRS – 400 (CN) – **10ks**

1.4 Distribuční prvky pro odvod vzduchu

1.4.1 Obdelníková vyústka VNKM 1/ 825 x 125/100/R1 – **10ks**

1.5 Protipožární klapky

1.5.1 Protipožární klapka PKTM 90 1000/1250-.51 – **1ks**

1.5.2 Protipožární klapka BSK-/EI90 1000/1250-.51 – **1ks**

1.6 Regulační prvky

1.6.1 Regulační klapka RKKM 560 S-.55 – **1ks**

1.6.2 Regulační klapka RKKM 850 S-.55 – **1ks**

1.7 Tepelná izolace

1.7.1 Lehká lamelová rohož ze skelného vlákna na hliníkové fólii (izolace opláštěna pozinkovaným plechem tl. 2,5mm) **65m²**

1.8 Spiro potrubí

Kruhové spiro potrubí ϕ 355 mm / 10% tvarovek – **10 m**

Kruhové spiro potrubí ϕ 500 mm / 10% tvarovek – **10 m**

Kruhové spiro potrubí ϕ 560 mm / 10% tvarovek – **7 m**

Kruhové spiro potrubí ϕ 630 mm / 10% tvarovek – **7 m**

Kruhové spiro potrubí ϕ 716 mm / 10% tvarovek – **7 m**

Kruhové spiro potrubí ϕ 800 mm / 10% tvarovek – **7 m**

Kruhové spiro potrubí ϕ 850 mm / 10% tvarovek – **6 m**

Kruhové spiro potrubí ϕ 900 mm / 10% tvarovek – **4 m**

Kruhové spiro potrubí ϕ 950 mm / 10% tvarovek – **4 m**

Kruhové spiro potrubí ϕ 1000 mm / 10% tvarovek – **2 m**

1.9 Čtyřhranné potrubí

Čtyřhranné potrubí z pozinkovaného plechu do obvodu 4500 mm / 35% tvarovek – **22 m**

2. Nucené větrání zázemí tělocvičny

2.1. VZT jednotky

2.1.1. VZT jednotka s deskovým rekuperátorem

2.2. Tlumiče hluku

2.2.1. Kulisový tlumič hluku THKU 800x450-1500 – **2ks**

2.3. Distribuční prvky pro přívod vzduchu

2.3.1. Vířivá výust' VVM 500 C/S/P/24/R – **1ks**

2.3.2. Talířový plastový ventil TVPM 80(6) – **4ks**

2.3.3. Obdelníková výust' VNM 1A 200x75 R1 – **1ks**

2.3.4. Vířivá výust' VVM 400 C/S/16/R – **6ks**

2.4. Distribuční prvky pro odvod vzduchu

2.4.1. Vířivá výust' VVM 600 C/S/24/R – **1ks**

2.4.2. Talířový plastový ventil TVOM 80 – **13ks**

2.4.3. Talířový plastový ventil TVOM 100 – **3ks**

2.4.4. Talířový plastový ventil TVOM 125 – **11ks**

2.5. Koncové prvky v exteriéru

2.5.1. Protidešťová žaluzie PDZM 710x450 – 123 – **2ks**

2.6. Protipožární prvky

2.6.1. Protipožární klapka PKTM 90 160/355-.51 – **1ks**

2.6.2. Protipožární klapka PKTM 90 630/355-.51 – **1ks**

2.6.3. Protipožární klapka PKTM 90 800/355-.51 – **1ks**

2.7. Regulační klapky

2.7.1. Regulační klapka RKM 560x200-.53 – **1ks**

2.7.2. Regulační klapka RKM 630x225-.53 – **1ks**

2.7.3. Regulační klapka RKM 180x355-.53 – **1ks**

2.7.4. Regulační klapka RKM 630x355-.53 – **1ks**

2.7.5. Regulační klapka RKM 200x250-.53 – **1ks**

2.7.6. Regulační klapka RKM 200x355-.53 – **2ks**

2.8. Tepelná izolace

Tepelná izolace ORSTECH LSP 45.- lehká lamelová rohož na hliníkové fólii – **45m²**

2.9. Ohebné potrubí

Ohebná hadice ALUFLEX MO 203 – **20m**

Ohebná hadice ALUFLEX MO 160 – **10m**

Ohebná hadice ALUFLEX MO 82 – **20**

2.10. Čtyřhranné potrubí

Čtyřhranné potrubí z pozinkovaného plechu do obvodu 2310 mm / 35% tvarovek – **10 m**

Čtyřhranné potrubí z pozinkovaného plechu do obvodu 1970 mm / 35%
tvarovek – **8 m**

Čtyřhranné potrubí z pozinkovaného plechu do obvodu 1970 mm / 35%
tvarovek – **9,5 m**

Čtyřhranné potrubí z pozinkovaného plechu do obvodu 700 mm / 45%
tvarovek – **28 m**

Čtyřhranné potrubí z pozinkovaného plechu do obvodu 1710 mm / 25%
tvarovek – **18 m**

Čtyřhranné potrubí z pozinkovaného plechu do obvodu 500 mm / 35%
tvarovek – **25 m**

Čtyřhranné potrubí z pozinkovaného plechu do obvodu 1300 mm / 40%
tvarovek – **18 m**

ZÁVĚR

Výsledkem bakalářské práce je navržená vzduchotechnika pro sportovní pavilon, která upravuje vzduch na požadovanou tepelnou pohodu vnitřního prostředí. Byly navrženy dvě vzduchotechnické jednotky, které upravují vzduch na požadovaný stav a přes vzduchovody jsou distribuovány do jednotlivých prostor.

V tělocvičně nám vzduchotechnika zajišťuje nejen výměnu vzduchu, ale i jeho úpravy jak v letním, tak i v zimním období. V letním období sportovci ocení možnost příjemného prostředí, protože jednotka umožňuje chlazení vzduchu. V zimním období je jednotka schopna celý prostor naopak vytopit. Jelikož jednotka v zimě pokrývá tepelné ztráty, není potřeba instalovat radiátory, které by byly překážkou pro plné využití prostoru tělocvičny.

V zázemí tělocvičny nám vzduchotechnická jednotka zajišťuje výměnu vzduchu. Především v prostoru umývárny je vzduchotechnická jednotka naprosto nezbytnou součástí, protože v jednom případě místnost neobsahuje žádné otvory do venkovního prostředí.

V teoretické části jsem se zabíral problematikou distribuce vzduchu velkých objemů. Některé nabyté znalosti jsem použil ve výpočtové části. Jedná se například o nastavení dýz pro letní a zimní období.

Navrhnutá vzduchotechnika je navržena dle platných norem a nařízení.

D. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

Literatura

1. DRKAL, František – LAIN, Jiří - SCHWARZER, Jan - ZMRRHAL, Vladimír. *Klimatizace a průmyslová vzduchotechnika*. Praha: Evropský sociální fond, Praha @ EU: Investujeme do vaší budoucnosti. 2009.
2. GEBAUER, Günter – RUBINOVÁ, Olga – HORKÁ, Helena . *Vzduchotechnika*. Druhé vydání. Brno : ERA group spol. s.r.o., 2007. ISBN: 978 – 80 – 7366-091-8
3. VRÁNA, Jakub a kolektiv. *VTechnická zařízení v praxi. Příručka pro stavaře*. První vydání. Praha: Grada Publishing, a.s., 2007. 332 s. ISBN: 978-80-247-1588-9

České normy, vyhlášky, předpisy

4. ČSN EN 15251/2011 – Vstupní parametry vnitřního prostředí pro návrh a posouzení
5. ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov
6. ČSN 01 3454 Technické výkresy – Instalace – Vzduchotechnika, klimatizace
7. Předpis č. 272/2011 Sb. – Nařízení vlády o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
8. vyhl. č. 343/2009 Sb. O hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých
9. ČSN 73 0548 Výpočet tepelní zátěže klimatizovaných prostorů
10. ČSN 12 7010 Navrhování větracích a klimatizačních zařízení
11. ČSN EN 12 831 Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu
12. ČSN 73 0802 Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty

Elektronické zdroje

13. POČINKOVÁ, Marcela. [online]
[cit. 2015-11-25]. URL: <<http://www.fce.vutbr.cz/TZB/pocinkova.m/>>
14. TZB-INFO. *Úprava vzduchu v klimatizačních zařízeních*. [online]
[cit. 2016-04-25]. URL: <<http://www.tzb-info.cz/3451-upravy-vzduchu-v-klimatizacnich-zarizenich-i>>
15. TZB-INFO. *Průmyslová vzduchotechnika*. [online]
[cit. 2016-04-25]. URL: <<http://vetrani.tzb-info.cz/prumyslova-vzduchotechnika>>
16. RUBINOVÁ, Olga. *Klimatizační systémy a chlazení pro vzduchotechniku*. [online]
[cit. 2016-05-15]. URL:<http://www.fce.vutbr.cz/TZB/rubinova.o/prednasky/A_VZT%2011_09.pdf>
17. ELEKTRODESIGN. *HX diagram pro projektanty*. [online]
[cit. 2016-02-12]. URL: <<http://www.elektrodesign.cz/web/cs/web/ke-stazeni/hx-diagram-pro-projektanty>>
18. ADAMOVSKEJ, Daniel. *Distribuce a proudění vzduchu v interiéru*. [online]
[cit. 2016-03-03]. URL:<<http://tzb.fsv.cvut.cz/files/vyuka/125es2/prednasky/125es2-02.pdf>>

19. VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ ENERGETICKÝ ÚSTAV. IV. *Kreslení vzduchotechniky*. [online]
[cit. 2016-05-15]. URL:< <http://ottp.fme.vutbr.cz/vyuka/cad/ICAD-4.pdf>>
20. ZMRHAL, Vladimír. 6. *Základy kreslení VZT zařízení*. [online]
[cit. 2016-05-15]. URL:< http://users.fs.cvut.cz/~zmrhavla/Projekt3/Podklady/06_Zasady%20kresleni%20VZT.pdf>

Elektronické podklady od výrobců

21. HALTON © 2014 GROUP. *Products*. [online]
[cit. 2014-04-09]. URL: < http://www.halton.com/cs_CZ/halton/products/-/product/APL>
22. MANDÍK A.S. *Vyústka pro kruhové potrubí VNKM*. [online].
[cit. 2016-04-09]. Podklad od výrobce. URL: < <http://www.mandik.cz/produktova-rada/distribucni-elementy/mrizky-a-vyustky/vnkm>>
23. MANDÍK A.S. *Vyúst s vířivým výtokem vzduchu VVM*. [online].
[cit. 2016-04-09]. Podklad od výrobce. URL: < <http://www.mandik.cz/produktova-rada/distribucni-elementy/anemostaty/vvm>>
24. MANDÍK A.S. *Talířový ventil TVOM, TVPM*. [online].
[cit. 2016-04-09]. Podklad od výrobce. URL: < <http://www.mandik.cz/produktova-rada/distribucni-elementy/dyzy-a-ventily/tvom,-tvpm>>
25. ELEKTRODESIGN VENTILÁTORY SPOL. S R.O.. *Spiro potrubí*. [online].
[cit. 2016-05-05]. Podklad od výrobce. URL: < <http://www.elektrodesign.cz/web/cs/rekuperace-tepelna-cerpadla/produkty/prislusenstvi-ohebne-hadice-tvarovky/spiro-potrubí>>
26. MART S.R.O.. *Čtyřhranné potrubí*. [online].
[cit. 2016-05-15]. Podklad od výrobce. URL: < http://www.mart.cz/pict/division_cs/detail/22.pdf>
27. DIVIZE ISOVER, SAINT-GOBAIN CONSTRUCTION PRODUCTS CZ A.S.. *Deska Orstech 45*. [online].
[cit. 2016-05-15]. Podklad od výrobce. URL: < <http://www.isover.cz/technicke-a-prumyslove-izolace>>
28. DIVIZE ISOVER, SAINT-GOBAIN CONSTRUCTION PRODUCTS CZ A.S.. *Lamelová rohož Isover ML-3*. [online].
[cit. 2016-05-15]. Podklad od výrobce. URL: << <http://www.isover.cz/technicke-a-prumyslove-izolace> >
29. MANDÍK A.S. *Talířový ventil TVOM, TVPM*. [online].
[cit. 2016-04-09]. Podklad od výrobce. URL: < <http://www.mandik.cz/produktova-rada/distribucni-elementy/dyzy-a-ventily/tvom,-tvpm>>
30. MANDÍK A.S. *Regulační čtyřhranná klapka RKM*. [online].
[cit. 2016-04-09]. Podklad od výrobce. URL: < <http://www.mandik.cz/produktova-rada/regulacni-technika/rkm>>
31. MANDÍK A.S. *Požární klapka PKTM 90-C(K)*. [online].
[cit. 2016-04-09]. Podklad od výrobce. URL: < <http://www.mandik.cz/produktova-rada/pozarni-technika/pktm-90-c%28k%29>>

32. MART S.R.O.. *Tlumič hluku kulisový*. [online].
[cit. 2016-05-15]. Podklad od výrobce. URL: http://www.mart.cz/pict/division_cs/detail/204.pdf>

Obrazové zdroje

33. SKODA AUTO.COM. *The new Logistics Centre at ŠKODA* [online]
[cit. 2016-05-18]. Obrázek. URL: < https://media.skoda-auto.com/en/_layouts/Skoda.PRPortal/pictures.aspx?category=2&pagesize=36&pageindex=8>
34. STUDIO RENNER. *Slévárna Kuřim*. [online]
[cit. 2016-05-18]. Obrázek. URL: < <http://www.studiorennen.cz/index.php?page=reference&strana=12>>
35. DRKAL, František – LAIN, Jiří - SCHWARZER, Jan - ZMRRHAL, Vladimír. *Klimatizace a průmyslová vzduchotechnika*. Praha: Evropský sociální fond, Praha @ EU: Investujeme do vaší budoucnosti. 2009. *Schéma větrání aerací*. Obrázek. Strana 122.
36. DRKAL, František – LAIN, Jiří - SCHWARZER, Jan - ZMRRHAL, Vladimír. *Klimatizace a průmyslová vzduchotechnika*. Praha: Evropský sociální fond, Praha @ EU: Investujeme do vaší budoucnosti. 2009. *Rozložení tlaku ve vertikálním směru*. Obrázek. Strana 124.
37. TZB-INFO. *Inteligentní průmyslové haly*. [online]
[cit. 2016-04-25]. Obrázek. URL: < <http://elektro.tzb-info.cz/inteligentni-budovy/6136-inteligentni-prumyslove-haly-cast-1>>
38. DRKAL, František – LAIN, Jiří - SCHWARZER, Jan - ZMRRHAL, Vladimír. *Klimatizace a průmyslová vzduchotechnika*. Praha: Evropský sociální fond, Praha @ EU: Investujeme do vaší budoucnosti. 2009. *Schéma zaplavovacího větrání v kombinaci se sálavým vytápěním*. Obrázek. Strana 127.
39. DRKAL, František – LAIN, Jiří - SCHWARZER, Jan - ZMRRHAL, Vladimír. *Klimatizace a průmyslová vzduchotechnika*. Praha: Evropský sociální fond, Praha @ EU: Investujeme do vaší budoucnosti. 2009. *Princip směšování vzduchu*. Obrázek. Strana 127.
40. SYSTEMAIR AB. *Velkoobjemové prostorové výústky*. [online]
[cit. 2016-04-25]. Obrázek. URL: < <https://www.systemair.com/globalassets/documentation/25846.pdf>>
41. SYSTEMAIR AB. *Konstrukční řešení Velkoobjemové prostorové výústky*. [online]
[cit. 2016-04-25]. Obrázek. URL: < <https://www.systemair.com/globalassets/documentation/25846.pdf>>
42. SYSTEMAIR AB. *Příklad na horizontální proudění vzduchu*. [online]
[cit. 2016-04-25]. Obrázek. URL: < <https://www.systemair.com/globalassets/documentation/25846.pdf>>
43. SYSTEMAIR AB. *Velkoobjemová výúst' - BURE*. [online]
[cit. 2016-04-25]. Obrázek. URL: <https://www.systemair.com/cz/Ceska/Products/distribucni-elementy/vyustky-a-difuzory/velkoobjemove-vyustky/>>
44. SYSTEMAIR AB. *Velkoobjemová výúst' – BURE v pozici nastavení 1* . [online]
[cit. 2016-04-25]. Obrázek. URL: < <https://www.systemair.com/cz/Ceska/Products/distribucni-elementy/vyustky-a-difuzory/velkoobjemove-vyustky/>>

45. MANDÍK A.S. *Dýza DDM II*. [online].
[cit. 2016-04-09]. Obrázek. URL: <<http://www.mandik.cz/produktova-rada/distribucni-elementy/dyzy-a-ventily/ddm-ii>>
46. DRKAL, František – LAIN, Jiří - SCHWARZER, Jan - ZMRRHAL, Vladimír. *Klimatizace a průmyslová vzduchotechnika*. Praha: Evropský sociální fond, Praha @ EU: Investujeme do vaší budoucnosti. 2009. *Nastavení dýz v režimu vytápění*. Obrázek. Strana 34.
47. DRKAL, František – LAIN, Jiří - SCHWARZER, Jan - ZMRRHAL, Vladimír. *Klimatizace a průmyslová vzduchotechnika*. Praha: Evropský sociální fond, Praha @ EU: Investujeme do vaší budoucnosti. 2009. *Nastavení dýz v režimu vytápění*. Obrázek. Strana 34.
48. ECO AIR. *Dýza v čelní desce*. [online].
[cit. 2016-04-09]. Obrázek. URL: <<http://www.ecoair.cz/pdf/ELFEA.pdf>>
49. HOVAL.. *Decentralizační jednotka*. [online]
[cit. 2016-04-25]. Obrázek. URL: <<http://www.hoval.cz/produkty/systemy-klimatizace-hal/>>
50. HOVAL.. *Decentralizační jednotka vybavená tlumiči hluku přiváděného i odváděného vzduchu*. [online]. [cit. 2016-04-25]. Obrázek. URL: <<http://www.hoval.cz/produkty/systemy-klimatizace-hal/>>
51. HOVAL.. *Konstrukce decentralizační jednotky*. [online]. [cit. 2016-04-25]. Obrázek. URL: <<http://www.hoval.cz/produkty/systemy-klimatizace-hal/>>

E. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

Zkratky

- š – šířka
- d – délka
- v – výška
- PTH – POROTHERM
- s.š. – severní šířka
- m.č. – místnost číslo
- TVPM – talířový ventil přívodní Mandík
- TVOM – talířový ventil odvodní Mandík
- MaR – systém měření a regulace

Fyzikální veličiny a jednotky

- Δt_{p0} – zrychlení [m/s^2]
- B_{5K} – teplotní součinitel B pro teplotní rozdíl $\Delta t_{p0} = 5K$
- Q – tepelná zátěž vnitřního prostoru [W]
- Δt – rozdíl teploty odváděného vzduchu t_0 a venkovního vzduchu t_e [$^{\circ}C$]
- h_o – vertikální vzdálenost os aeračních otvorů [m]
- ρ_i – hustota pro střední teplotu v prostoru t_i [kg/m^3]
- ρ_e – hustota venkovního vzduchu [kg/m^3]
- Δp_p – rozdíl statických tlaků před a za příváděcími otvory [Pa]
- Δp_o – rozdíl statických tlaků před a za odváděcími otvory [Pa]
- p – tlak [Pa]
- ρ – hustota [kg/m^3]
- T – termodynamická teplota [K]
- r – měrná plynová konstanta suchého vzduchu [J/kgK]
- S – tepelná zátěž vnitřního prostoru [W]
- w – rychlost vzduchu [m/s]
- μ – průtokový součinitel [-]
- A_k – plocha části (k) konstrukce budovy [m^2]
- U_k – součinitel prostupu tepla části konstrukce budovy (k) [m^2K/W]
- ΔU – korekční součinitel [m^2K/W]
- U_{kc} – korekční součinitel prostupu tepla části konstrukce budovy (k) [m^2K/W]
- e_k – korekční činitel exponování [-]
- f_{ij} – součinitel redukce teploty [-]
- b_u – korekční činitel exponování [-]
- $U_{equiv,bf}$ – ekvivalentní součinitel prostupu tepla konstrukce v kontaktu se zemí [-]
- f_{g1} – opravný součinitel [-]
- f_{g2} – opravný teplotní součinitel [-]
- G_k – opravný součinitel na vliv spodní vody [-]
- l_a – výška zasklení [m]
- l_b – šířka zasklení [m]

f – odstup od svislé stínící překážky [m]
 d – hloubka okna (venkovní nadpraží) [m]
 e_1 – vodorovný stín [m]
 e_2 – svislý stín [m]
 c – hloubka okna (venkovní nadpraží) [m]
 α – azimut slunce [°]
 γ – azimut stěny [°]
 d – výška zasklení [m]
 l_b – šířka zasklení [m]
 f – hloubka okna (venkovní nadpraží) [m]
 h_s – výška slunce nad obzorem [m]
 S_{OS} – osluněná část okna [m²]
 I_0 – celková intenzita radiace procházející oknem [Wm⁻²]
 c_0 – korekce na čistotu atmosféry [-]
 S_0 – plocha zasklení okna [m²]
 I_{odif} – intenzita difúzní radiace procházející oknem [Wm⁻²]
 s – stínící součinitel [-]
 t_i – teplota interiéru [°C]
 t_e – teplota vnějšího vzduchu [°C]
 m – součinitel zmenšení teplotního kolísání [-]
 $t_{r\psi}$ – rovnocenná sluneční teplota v době o ψ hodin dříve [°C]
 δ – tloušťka stěny [m]
 ψ – fázové posunutí teplotních kmitů
 m_1 – intenzita difúzní radiace procházející oknem [Wm⁻²]
 v – rychlost proudění vzduchu [m/s]

Indexy

e – exteriér
 i – interiér
 l – lidé
 p – přívod / pracovní
 pdl – podlaha

F. SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obrázky

Obrázek A.1.1 Skladovací hala- typický chladný provoz [33]	13
Obrázek A.1.2 Typický horký provoz, slévárna Kuřim [34]	14
Obrázek A.1.3 Schéma větrání aerací [35]	15
Obrázek A.1.4 Rozložení tlaku ve vertikálním směru [36]	18
Obrázek A.1.5 Záplavové větrání ve vysokých halách [37]	21
Obrázek A.1.6 Schéma zaplavovacího větrání v kombinaci se sálavým vytápěním [38]	22
Obrázek A.1.7 Princip směšování vzduchu [39]	23
Obrázek A.1.8 Decentralizační jednotka firmy Hoval [49]	24
Obrázek A.1.9 Jednotka vybavená tlumiči hluku přiváděného i odváděného vzduchu [50]	25
Obrázek A.1.10 Konstrukce decentralizační jednotky [51]	25
Obrázek A.2.1 Velkoobjemová vyústka [40]	27
Obrázek A.2.2 Konstrukční řešení velkoobjemové vyústky [41]	27
Obrázek A.2.3 Příklad proudění vzduchu, studený vzduchu v horizontální poloze - letní provoz [42]	28
Obrázek A.2.4 Velkoobjemová výúst BURE [43]	29
Obrázek A.2.5 Velkoobjemová výúst BURE, pozice 1 [44]	29
Obrázek A.2.6 Dýza DDM II [45]	30
Obrázek A.2.7 Nastavení dýz v režimu vytápění [46]	30
Obrázek A.2.8 Nastavení dýz v režimu chlazení [47]	31
Obrázek A.2.9 Dýzy v čelní desce [48]	31
Obrázek B.3.1 Rozdělení objektu na funkční celky	34
Obrázek B.5.1 Orientace tělocvičny ke světovým stranám	40
Obrázek B.7.1 Dýza TRS - 400(CN)	48
Obrázek B.7.2 Simulace proudění dýz v režimu vytápění	49
Obrázek B.7.3 Simulace proudění dýz v režimu chlazení	50
Obrázek B.7.4 Tlaková ztráta a akustický výkon dýzy	51
Obrázek B.7.5 Určení tlakové ztráty a akustického výkonu vyústky VNKM	52
Obrázek B.7.6 Vyústka s vířivým výtokem vzduchu VVM	56
Obrázek B.7.7 Určení tlakové ztráty a akustického výkonu přívodního distribučního prvku v místnosti 1.02	56
Obrázek B.7.8 Ventil pro odvod vzduchu TVOM	57
Obrázek B.7.9 Určení tlakové ztráty a akustického výkonu odvodního distribučního prvku v místnosti 1.11	57
Obrázek B.8.1 Tlumič hluku zázemí tělocvičny	69
Obrázek B.8.2 Tlumič hluku tělocvičny	72
Obrázek B.9.1 Řešení posouzení tloušťky tepelné izolace	74
Obrázek B.10.1 Vzduchotechnická jednotka č. 1 – Teplovzdušné větrání a klimatizace tělocvičny	75
Obrázek B.10.2 Vzduchotechnická jednotka č. 1 – Teplovzdušné větrání a klimatizace tělocvičny	75

Obrázek B.10.3 Vzduchotechnická jednotka č. 2 – Nucené větrání zázemí tělocvičny	80
Obrázek B.10.4 Vzduchotechnická jednotka č. 2 – Nucené větrání zázemí tělocvičny	80

Tabulky

Tabulka A.1.1 Zvýšení teplotního součinitele ΔB v závislosti na výšce haly	16
Tabulka A.1.2 Teplotní činitel B pro různé druhy provozu	16
Tabulka A.1.3 Průtokový součinitel μ pro přiváděcí otvor s žaluzií s vodorovnými listy	20
Tabulka A.1.4 Nejčastěji používané rozměry hal	23
Tabulka B.2.1 Klimatické podmínky stavby	33
Tabulka B.4.1 Přehled přestupů tepla na vnější a vnitřní straně	35
Tabulka B.4.2 Výpočet součinitele prostupu tepla vnější stěny tělocvičny	35
Tabulka B.4.3 Výpočet součinitele prostupu tepla vnější stěny zázemí tělocvičny	36
Tabulka B.4.4 Výpočet součinitele prostupu tepla střechy nad tělocvičnou a zázemím tělocvičny	36
Tabulka B.4.5 Výpočet součinitele prostupu tepla podlahy v tělocvičně PDL - 1	36
Tabulka B.4.6 Výpočet součinitele prostupu tepla podlahy v zázemí tělocvičně PDL - 2	37
Tabulka B.4.7 Tepelné ztráty místnosti 1.23 TĚLOCVIČNA	38
Tabulka B.4.8 Tepelné ztráty místnosti 1.19 ŠATNA - ŽENY	39
Tabulka B.5.1 Intenzita sluneční radiace	41
Tabulka B.5.2 Přehled výsledků tepelné zátěže	46
Tabulka B.6.1 Potřeba vzduchu pro jednotlivé prvky	46
Tabulka B.6.2 Přehled tlakových poměrů v místnostech	47
Tabulka B.7.1 Přívod vzduchu do tělocvičny, hlavní větev A1	55
Tabulka B.7.2 Přívod vzduchu do tělocvičny, vedlejší větev A2	55
Tabulka B.7.3 Odvod vzduchu z tělocvičny, hlavní větev B1	55
Tabulka B.7.4 Přívod vzduchu do zázemí tělocvičny, přívod hlavní větve A1	60
Tabulka B.7.5 Přívod vzduchu do zázemí tělocvičny, vedlejší větev A2	60
Tabulka B.7.6 Přívod vzduchu do zázemí tělocvičny, vedlejší větev A3	60
Tabulka B.7.7 Odvod vzduchu ze zázemí tělocvičny, hlavní větev B1	61
Tabulka B.7.8 Odvod vzduchu ze zázemí tělocvičny, vedlejší větev B2.,B.6.	61
Tabulka B.7.9 Odvod vzduchu ze zázemí tělocvičny, vedlejší větev B9.	61
Tabulka B.7.10 Odvod vzduchu ze zázemí tělocvičny, vedlejší větev B10.	62
Tabulka B.7.11 Odvod vzduchu ze zázemí tělocvičny, vedlejší větev B12.	62
Tabulka B.7.12 Sání vzduchu VZT2	62
Tabulka B.7.13 Výfuk vzduchu VZT2	63
Tabulka B.7.14 Přehled distribučních prvků ve sportovním pavilonu	64
Tabulka B.8.1 Útlum hluku přívodního potrubí zázemí tělocvičny	65
Tabulka B.8.2 Útlum hluku odvodního potrubí zázemí tělocvičny	66
Tabulka B.8.3 Posouzení útlumu hluku potrubí zázemí tělocvičny	66
Tabulka B.8.4 Útlum hluku sacího potrubí zázemí tělocvičny	67
Tabulka B.8.5 Posouzení útlumu hluku sacího potrubí zázemí tělocvičny	67
Tabulka B.8.6 Útlum hluku výfukového potrubí zázemí tělocvičny	67

Tabulka B.8.7 Posouzení útlumu hluku výfukové potrubí zázemí tělocvičny.....	68
Tabulka B.8.8 Útlum hluku přívodního potrubí tělocvičny.....	70
Tabulka B.8.9 Útlum hluku odvodního potrubí zázemí tělocvičny.....	70
Tabulka B.8.10 Posouzení útlumu hluku potrubí tělocvičny	71
Tabulka B.8.11 Útlum hluku sání vzduchu tělocvičny	73
Tabulka B.8.12 Posouzení útlumu hluku sání vzduchu tělocvičny	73
Tabulka B.8.13 Útlum hluku výfuk vzduchu tělocvičny	73
Tabulka B.8.14 Posouzení útlumu hluku výfuku vzduchu tělocvičny	73
Tabulka C.1.1 Klimatické podmínky pro výpočet	86
Tabulka C.1.2 Vnitřní návrhové podmínky pro VZT č. 1	86
Tabulka C.1.3 Vnitřní návrhové podmínky pro VZT č. 2	86
Tabulka C.2.1 Přehled dávek vzduchu	87

PŘÍLOHY

A. Výkresy

- A.1 Výkres č. 1 – Půdorys 1. NP Zázemí tělocvičny
- A.2 Výkres č. 2 – Řez A-Á, B-B', C-Ć, D-D'
- A.3 Výkres č. 3 – Půdorys 1. NP Tělocvična – přívod
- A.4 Výkres č. 4 – Půdorys 1. NP Tělocvična – odvod

B. Výstup z programu AeroCAD

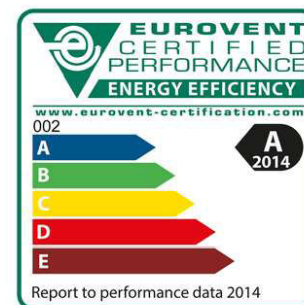
- B.1 VZT jednotka č.1 – Teplovzdušné větrání a klimatizace
- B.2 VZT jednotka č.2 – Nucené větrání zázemí tělocvičny

STRUČNÁ SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ

Základní parametry zařízení

Druh, rozměr	AeroMaster XP 22	
Typ řídicího systému	Není	
Hmotnost (+/-10%)	2 959 kg	
Umístění jednotky	Vnější	
Materiálové provedení		
Vnější plášť	Lakovaný plech (RAL 9002)	
Vnitřní plášť	Pozinkovaný plech	
	Přívod	Odvod
Průtok vzduchu	12900 m ³ /h	12900 m ³ /h
Externí tlaková rezerva	546 Pa	707 Pa
Rychlost v průřezu	2.32 m/s	2.32 m/s
Příkon ventilátorů	6.12 kW	6.20 kW
1. stupeň filtrace	G4	G3
2. stupeň filtrace	-	-
SFP _i	1707 W.m ⁻³ .s	

Model box AMXP3



Parametry pláště dle EN1886

Celkový příkon jednotky	12.50 kW	Mechanická stabilita	D2(M)
Napájecí napětí	3×400V+N+PE 50Hz	Netěsnost skříně	L2(M)
Celkový proud I _{max}	48 A	Termická izolace	T3(M)
		Faktor tepelných mostů	TB3(M)
SFP _{AHU}	3437 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	-12.0 → 10.1 °C	82 %	
Směšování	10.1 → 11.1 °C	20 %	
Ohřev	11.1 → 25.0 °C	61.4 kW	90/56 °C, Voda, 0.8 kPa, 1.61 m ³ /h
Chlazení	25.8 → 17.8 °C	51.5 kW	6/12 °C, Voda, 2.7 kPa, 7.37 m ³ /h

Detailní specifikace a výsledné parametry jsou součástí detailní specifikace vzduchotechnického zařízení

Hlukové parametry zařízení

L _{wa} [dB(A)] **	Přívod	Odvod	
Vstup	67.6	84.6	
Výstup	88.4	69.8	
Okolí	64.4	64.4	** Celková hladina akustického výkonu

DETAILNÍ HLUKOVÉ PARAMETRY ZAŘÍZENÍ

	LwAokt* [dB]								LwA** [dB(A)]
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Oktávové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Přívod - sání	50.7	60.9	66.3	50.1	36.8	38.0	37.4	32.8	67.6
Přívod - výtlak	61.0	70.0	80.7	81.5	84.3	80.8	74.5	67.2	88.4
Přívod - okolí	50.7	52.8	63.2	53.1	49.1	47.8	44.1	33.6	64.4
Odvod - sání	57.7	68.9	81.3	78.1	75.8	75.0	70.4	62.8	84.6
Odvod - výtlak	56.0	64.0	67.7	56.5	50.3	50.8	50.5	46.2	69.8
Odvod - okolí	50.7	52.8	63.2	53.1	49.1	47.8	44.1	33.6	64.4

* Hladiny akustického výkonu v oktávových pásmech

** Celková hladina akustického výkonu

DETAILNÍ PARAMETRY ZAŘÍZENÍ

01.21 Protidešťová žaluzie

Přívod

XPZO 1220-1170

Kód	XPZOS1211R
Nominální průtok vzduchu	10320 m ³ /h
Tlaková ztráta	9 Pa

01.20 Klapka

Přívod

LK 1220-1170

Kód	VLK011211
Nominální průtok vzduchu	10320 m ³ /h
Tlaková ztráta	1 Pa
Plocha klapek	1.43 m ²
Třída těsnosti	2
Počet servopohonů	1 ks
Krouticí moment serva	10 Nm

Příslušenství vestavěné

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

01.19 Filtr

Přívod

XPNH 22/4 ECOD

Kód	XPNH022-S004S
Servisní přístup	Zprava
Materiál vnitřního pláště	Pozinkovaný plech
Nominální průtok vzduchu	10320 m ³ /h
Tlaková ztráta	90 Pa
Třída filtrace	G4
Typ filtru	Kapsový
Počáteční / Koncová tlaková ztráta	29 / 150 Pa

Příslušenství vestavěné

- Panel čelní - vstup XPK 22/P, Kód: XPKO022RS-P, Počet: 1, Tlaková ztráta: 8 Pa
- Montážní sada panelu XPK 22/P (MSP), Kód: MPKO022RS-P, Počet: 1
- Snímač tlakové difference P33 N (30 - 500 Pa), Kód: XPP33N, Počet: 1

Skladba filtru

- Kód AX **11Z50041857**
- Rozměr vložky (délka × výška × hloubka) 592x592x305 mm
- Třída filtrace G4
- Počet kapes v jedné vložce 6 ks
- Počet vložek v jedné filtrační vestavbě **4 ks**

01.18 Tlumič hluku

Přívod

XPPO 22/N

Kód	XPPO022RS0-N
Nominální průtok vzduchu	10320 m ³ /h
Tlaková ztráta	7 Pa

01.05 Rotační rekuperátor	Přívod/Odvod	XPXR 22/7		
Kód	XPXR022RS0P72T10FRA		Zima	Léto
Nominální průtok vzduchu	10320 / 10320 m ³ /h	Teplota / Vlhkost - Přívod		
Tlaková ztráta	91 / 98 Pa	Vstup	-12.0 °C / 34 %	30.0 °C / 50 %
Rychlost v průřezu	1.9 / 1.9 m/s	Výstup	10.1 °C / 14 %	26.1 °C / 62 %
Typ výměníku	Teplotní	Teplota / Vlhkost - Odvod		
Výška vlny / šířka rotoru	1,9 / 200 mm	Vstup	15.0 °C / 30 %	25.0 °C / 50 %
Průměr vnější	2020 mm	Výstup	-4.8 °C / 100 %	29.0 °C / 39 %
Motor				
Napájecí napětí	3NPE 400 V, 50 Hz	Teplotní účinnost	82 %	79 %
Výkon	180 W	Výkon		
Proud max.	6.10 A	Celkový výkon	79.5 kW	14.0 kW
Napájecí napětí regulátoru	1NPE 230 V, 50 Hz	Citelný výkon	74.3 kW	14.0 kW
		Vázaný výkon	5.1 kW	0.0 kW

Příslušenství vestavěné

- Snímač namrzání NS 120, Kód: XPNS120N, Počet: 1

01.06 Směšování	Přívod	XPID 22/S		
Kód	XPID022RS0PNLS		Zima	Léto
Nominální průtok vzduchu	12900 m ³ /h	Teplota / Vlhkost		
Tlaková ztráta	4 Pa	Vstup	10.1 °C / 14 %	26.1 °C / 62 %
		Výstup	11.1 °C / 18 %	25.8 °C / 60 %
		Poměr cirkul. vzduchu (ICH)	50 %	0 %
		Poměr cirkul. vzduchu	20 %	20 %

01.07 Vodní ohřivač	Přívod	XPNC 22/1R		
Kód	XPNC022-S01		Zima	Léto
Nominální průtok vzduchu	12900 m ³ /h	Teplota / Vlhkost		
Tlaková ztráta	23 Pa	Vstup	11.1 °C / 18 %	25.8 °C / 60 %
Rychlost v průřezu	2.9 m/s	Výstup	25.0 °C / 8 %	25.8 °C / 60 %
Teplonosné medium	Voda			
Počet řad	1	Teplotní spád	90 / 56 °C	
Počet okruhů	1			
Rozteč lamel	2.1 mm	Výkon	61.4 kW	
Materiál				
Materiál trubek	Cu	Teplonosné medium		
Materiál lamel	Al	Průtok	1.61 m ³ /h	
Připojení		Tlaková ztráta	0.8 kPa	
Průměr připojení	2"			
Typ	8.35.CU.11.AL.31.01.1120.21.W.X.X.010.031.R 2" L			

Příslušenství vestavěné

- Směšovací uzel SUMX 2,5/EU (2), Kód: VSU0425B-, Počet: 1
- Protimrazové čidlo NS 130 R, Kód: XPNS130R, Počet: 1
- Doplňková protimrazová ochrana CAP 3M, Kód: XPNSCAP3, Počet: 1

01.08 Vodní chladič	Přívod	XPND 22/4R		
Kód	XPND022-S04		Zima	Léto
Nominální průtok vzduchu	12900 m ³ /h	Teplota / Vlhkost		
Tlaková ztráta	120 Pa	Vstup	25.0 °C / 8 %	25.8 °C / 60 %
Rychlost v průřezu	2.9 m/s	Výstup	25.0 °C / 8 %	17.8 °C / 86 %
Teplonosné medium	Voda			
Počet řad	4	Teplotní spád	6 / 12 °C	
Počet okruhů	1			
Rozteč lamel	2.1 mm	Výkon		51.5 kW
Materiál		Množství kondenzátu		25.1 kg/h
Materiál trubek	Cu	Teplonosné medium		
Materiál lamel	Al	Hmotnostní průtok		7.37 m ³ /h
Připojení		Tlaková ztráta		2.7 kPa
Průměr připojení	2"			
Typ	8.35.CU.11.AL.31.04.1120.21.W.X.X.040.124.R 2" L			

Příslušenství vestavěné

- Směšovací uzel chladiče SUMX 25/EU (2), Kód: VSU04B5B-, Počet: 1

01.08 Eliminátor kapek	Přívod	XPNU 22
Kód	XPNU022-S0	
Nominální průtok vzduchu	12900 m ³ /h	
Tlaková ztráta	29 Pa	

01.09 Ventilátor	Přívod	XPVR 500-200/224-5,5-J4 (IE2)
Kód	XPVR022-S050PRSS4B55R1	
Nominální průtok vzduchu	12900 m ³ /h	
Statický tlak	929 Pa	
Proud v pracovním bodě	10.83 A	
Jmenovitý proud	0.00 A	
Otáčky ventilátoru (n)/(nmax)	1601/0 1/min	
Požadované otáčky v prac. bodě	0 %	
Výkon ventilátoru	5.26 kW	
Účinnost	80 %	
Elektrický příkon	6.12 kW	
Specifický výkon ventilátoru	1707 W.m ⁻³ .s	
Rychlost v průřezu	2.31 m/s	
Pracovní frekvence	50 Hz	
Převod	Řemenový	
Motor		
Třída účinnosti motoru	IE2	
Výkon motoru nom.	5500 W	
Napájecí napětí motoru	3NPE 400 V, 50 Hz	
Proud max.	11.00 A	
Počet pólů	4	
Jištění	Termokontakty	

Příslušenství vestavěné

- Panel čelní - výtlač XPK 22/A, Kód: XPK0022RS-A, Počet: 1
- Montážní sada panelu XPK 22/A (MSP), Kód: MPKO022RS-A, Počet: 1
- Snímač tlakové diference P33 V (20 - 200 Pa), Kód: XPP33V, Počet: 1

01.10 Tlumič vložka	Přívod	DV 780-780
Kód	VDV017878	
Nominální průtok vzduchu	12900 m ³ /h	

01.11 Tlumič vložka Odvod DV 1220-1170

Kód	VDV011211
Nominální průtok vzduchu	12900 m ³ /h

01.12 Filtr Odvod XPNH 22/3 ECOD

Kód	XPNH022-S003S
Servisní přístup	Zleva
Materiál vnitřního pláště	Pozinkovaný plech
Nominální průtok vzduchu	12900 m ³ /h
Tlaková ztráta	92 Pa
Třída filtrace	G3
Typ filtru	Kapsový
Počáteční / Koncová tlaková ztráta	34 / 150 Pa

Příslušenství vestavěné

- Panel čelní - vstup XPK 22/P, Kód: XPKO022RS-P, Počet: 1, Tlaková ztráta: 12 Pa
- Montážní sada panelu XPK 22/P (MSP), Kód: MPKO022RS-P, Počet: 1
- Snímač tlakové diference P33 N (30 - 500 Pa), Kód: XPP33N, Počet: 1

Skladba filtru

- Kód AX **11Z50041850**
- Rozměr vložky (délka × výška × hloubka) 592x592x305 mm
- Třída filtrace G3
- Počet kapes v jedné vložce 6 ks
- Počet vložek v jedné filtrační vestavbě **4 ks**

01.13 Ventilátor Odvod XPVR 500-200/224-5,5-J4 (IE1)

Kód	XPVR022-S050PRSS4-55R1
Nominální průtok vzduchu	12900 m ³ /h
Statický tlak	929 Pa
Proud v pracovním bodě	10.83 A
Jmenovitý proud	0.00 A
Otáčky ventilátoru (n)/(nmax)	1601/0 1/min
Požadované otáčky v prac. bodě	0 %
Výkon ventilátoru	5.26 kW
Účinnost	80 %
Elektrický příkon	6.20 kW
Specifický výkon ventilátoru	1730 W.m ⁻³ .s
Rychlost v průřezu	2.31 m/s
Pracovní frekvence	50 Hz
Převod	Řemenový
Motor	
Třída účinnosti motoru	IE1
Výkon motoru nom.	5500 W
Napájecí napětí motoru	3NPE 400 V, 50 Hz
Proud max.	11.00 A
Počet pólů	4
Jištění	Termokontakty

Příslušenství vestavěné

- Panel čelní - výtlač XPM 22/A, Kód: XPMO022-S-A, Počet: 1
- Snímač tlakové diference P33 V (20 - 200 Pa), Kód: XPP33V, Počet: 1

01.14 Směšování Odvod XPID 22/R

Kód	XPID022RSOLLIR	Zima	Léto
Nominální průtok vzduchu	12900 m ³ /h	Teplota / Vlhkost	
Tlaková ztráta	4 Pa	Vstup	15.0 °C / 30 % 25.0 °C / 50 %

ID nabídky
Projekt
Číslo / Název zařízení
Určení jednotky

[1VZT] Teplovzdušné větrání a klimatizace
01 / 1-Teplovzdušné větrání a klimatizace
Standardní prostředí



Vnitřní klapka **Odvod** **XPHD 22/1000-S B**

Kód PXP022RS1000SB0
Nominální průtok vzduchu 12900 m³/h

Příslušenství vestavěné

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

01.15 Tlumič hluku **Odvod** **XPPO 22/N**

Kód XPPO022RS0-N
Nominální průtok vzduchu 10320 m³/h
Tlaková ztráta 7 Pa

Příslušenství vestavěné

- Panel čelní - výstup XPK 22/P, Kód: XPKO022RS-P, Počet: 1, Tlaková ztráta: 8 Pa
- Montážní sada panelu XPK 22/P (MSP), Kód: MPKO022RS-P, Počet: 1

01.16 Klapka **Odvod** **LK 1220-1170**

Kód VLK011211
Nominální průtok vzduchu 10320 m³/h
Tlaková ztráta 1 Pa
Plocha klapek 1.43 m²
Třída těsnosti 2
Počet servopohonů 1 ks
Krouticí moment serva 10 Nm

Příslušenství vestavěné

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

01.17 Výfukový nástavec **Odvod** **XPFO 1220-1170**

Kód XPFOS1211R
Nominální průtok vzduchu 10320 m³/h

SEZNAM POLOŽEK VZT

Výrobní (přepravní) bloky sekcí

Číslo bloku	Rozměry (Š × V × D) **	Hmotnost	Podstavný rám Výška *	Materiál pláště	Typ rámu
#1	1441 x 1320 x 775 mm	162.9 kg	300 mm	Lakovaný plech (RAL 9002)	Pevný
#2	1370 x 1320 x 750 mm	197.4 kg	300 mm	Lakovaný plech (RAL 9002)	Pevný
#3	2255 x 2790 x 400 mm	605.4 kg	300 mm	Lakovaný plech (RAL 9002)	Pevný
#4	1430 x 1320 x 1000 mm	158.4 kg	300 mm	Lakovaný plech (RAL 9002)	Pevný
#5	1470 x 1320 x 518 mm	132.3 kg	300 mm	Lakovaný plech (RAL 9002)	Pevný
#6	1470 x 1320 x 750 mm	240.4 kg	300 mm	Lakovaný plech (RAL 9002)	Pevný
#7	1441 x 1320 x 1525 mm	428.4 kg	300 mm	Lakovaný plech (RAL 9002)	Pevný
#8	1441 x 1320 x 525 mm	95.6 kg	-	Lakovaný plech (RAL 9002)	-
#9	1441 x 1320 x 1500 mm	353.5 kg	-	Lakovaný plech (RAL 9002)	-
#10	1430 x 1320 x 1000 mm	138.0 kg	-	Lakovaný plech (RAL 9002)	-
#11	1370 x 1320 x 775 mm	174.9 kg	-	Lakovaný plech (RAL 9002)	-
P1	1280 x 1230 x 407 mm	73.0 kg	-	Lakovaný plech (RAL 9002)	-
P2	1320 x 1230 x 171 mm	19.5 kg	-	-	-
P3	840 x 840 x 150 mm	5.0 kg	-	-	-
P4	1280 x 1230 x 150 mm	7.7 kg	-	-	-
P5	1320 x 1230 x 171 mm	19.5 kg	-	-	-
P6	1280 x 1230 x 386 mm	17.0 kg	-	Lakovaný plech (RAL 9002)	-
Celkem		2828.9 kg			

* V uvedené výšce rámu je započtena i výška podstavných nožek (pokud jsou osazeny).

** Uvedené rozměry nezahrnují balení.

Příslušenství vzduchotechnické jednotky

Položka	Počet	Hmotnost	Montáž ve výrobě ***	Materiál pláště	Číslo bloku
Souprava pro odvod kondenzátu	1	1.0 kg	Ne	-	#6
Spojovací sada montážní	6	48.0 kg	Ne	-	-
Stříška	10	75.1 kg	Ano	Lakovaný plech (RAL 9002)	-
Spojovací lišta stříšek	8	3.4 kg	Ano	Lakovaný plech (RAL 9002)	-

*** Položky nenamontované ve výrobě jsou dodávány volně ložené

SEZNAM POLOŽEK MAR

Řídící jednotka a příslušenství měření a regulace

Položka	Počet	Hmotnost	Montáž ve výrobě ***	Číslo bloku
Regulátor výkonu	1	1.0 kg	Ne	#7
Servisní vypínač	1	0.2 kg	Ne	#7
Regulátor otáček	1	0.6 kg	Ne	#3
Regulátor výkonu	1	1.0 kg	Ne	#9

*** Položky nenamontované ve výrobě jsou dodávány volně ložené

Celková hmotnost zařízení 2 959 kg

SEZNAM KOMPONENTŮ ZAŘÍZENÍ

Pozice	Název komponentu	Typové označení	ks	Hmotnost	Informace*		
					A	B	C
01.21	Protidešťová žaluzie	XPZO 1220-1170	1	73.0 kg			
01.20	Klapka uzavírací	LK 1220-1170	1	19.5 kg			
	Servopohon	SM 24A-SR	1				x
01.19	Sekce filtru	XPHO 22/D	1	130.5 kg			
	Panel čelní - vstup	XPK 22/P	1				x
	Montážní sada panelu	XPK 22/P (MSP)	1				
	Filtrační vložka	XPNH 22/4 ECOD	1				x
	Snímač tlakové difference	P33 N (30 - 500 Pa)	1				x
01.18	Sekce tlumiče hluku	XPPO 22/N	1	165.0 kg			
01.05	Sekce rotačního rekuperátoru	XPXR 22/7	1	590.0 kg			
	Regulátor otáček	XPFM 0.37 (IP21) 1x230V (85 Hz)	1				x
	Snímač namrznání	NS 120	1				x
01.06	Sekce směřování	XPID 22/S	1	124.0 kg			
01.07	Sekce ohříváče, servis	XPQW 22/S	1	106.9 kg			
	Vodní ohříváče	XPNC 22/1R	1				x
	Směšovací uzel	SUMX 2,5/EU (2)	1				
	Protimrazové čidlo	NS 130 R	1				x
	Doplňková protimrazová ochrana	CAP 3M	1				x
01.08	Sekce chladiče, eliminátor, servis	XPQY 22/V	1	209.0 kg			
	Vodní chladič	XPND 22/4R	1				x
	Směšovací uzel chladiče	SUMX 25/EU (2)	1				
	Eliminátor kapek	XPNU 22	1				x
	Souprava pro odvod kondenzátu	XPOO 301	1				
01.09	Sekce ventilátoru	XPAA 22/P-S	1	370.2 kg			
	Panel čelní - výtlak	XPK 22/A	1				x
	Montážní sada panelu	XPK 22/A (MSP)	1				
	Ventilátor	XPVR 500-200/224-5,5-J4 (IE2)	1				x
	Regulátor výkonu	XPFM 5.5 (IP21)	1				
	Servisní vypínač	XPSV S25/03-E	1				
	Snímač tlakové difference	P33 V (20 - 200 Pa)	1				x
01.10	Tlumicí vložka	DV 780-780	1	5.0 kg			
01.11	Tlumicí vložka	DV 1220-1170	1	7.7 kg			
01.12	Sekce filtru	XPHO 22/S	1	95.6 kg			
	Panel čelní - vstup	XPK 22/P	1				x
	Montážní sada panelu	XPK 22/P (MSP)	1				
	Filtrační vložka	XPNH 22/3 ECOD	1				x
	Snímač tlakové difference	P33 N (30 - 500 Pa)	1				x
01.13	Sekce ventilátoru	XPAA 22/P-S	1	354.5 kg			
	Panel čelní - výtlak	XPM 22/A	1				x
	Ventilátor	XPVR 500-200/224-5,5-J4 (IE1)	1				x
	Regulátor výkonu	XPFM 5.5 (IP21)	1				
	Snímač tlakové difference	P33 V (20 - 200 Pa)	1				x
01.14	Sekce směřování	XPID 22/R	1	138.0 kg			
	Servopohon	NM 24A-SR	1				x
01.15	Sekce tlumiče hluku	XPPO 22/N	1	174.9 kg			
	Panel čelní - výstup	XPK 22/P	1				x
	Montážní sada panelu	XPK 22/P (MSP)	1				
01.16	Klapka uzavírací	LK 1220-1170	1	19.5 kg			
	Servopohon	SM 24A-SR	1				x
01.17	Výfukový nástavec	XPFO 1220-1170	1	17.0 kg			
01.XX	Spojovací sada montážní	XPSS 22/M	6	48.0 kg			
01.XX	Základový rám	XPR 22/1500-3	1	59.4 kg			
01.XX	Základový rám	XPR 22/750-3	1	32.4 kg			
01.XX	Základový rám	XPR 22/500-3	1	25.4 kg			
01.XX	Základový rám	XPR 22/1000-3	1	34.4 kg			
01.XX	Základový rám	XPRRS 7-3	1	16.0 kg			
01.XX	Základový rám	XPR 22/750-3	1	32.4 kg			
01.XX	Základový rám	XPR 22/750-3	1	32.4 kg			

ID nabídky
Projekt
Číslo / Název zařízení
Určení jednotky

[1VZT] Teplovzdušné větrání a klimatizace
01 / 1-Teplovzdušné větrání a klimatizace
Standardní prostředí



01.XX	Stříška	XPSO 22/A1	1	4.6 kg
01.XX	Stříška	XPSO 22/A1	1	4.6 kg
01.XX	Stříška	XPSO 22/A1	1	4.6 kg
01.XX	Stříška	XPSO 22/R7	1	10.8 kg
01.XX	Stříška	XPSO 22/A1-250	1	3.7 kg
01.XX	Stříška	XPSO 22/A1-225	1	4.3 kg
01.XX	Stříška	XPSO 22/A1-1250	1	16.0 kg
01.XX	Stříška	XPSO 22/A1-1250	1	16.0 kg
01.XX	Stříška	XPSO 22/A1-250	1	3.7 kg
01.XX	Stříška	XPSO 22/A1-500	1	6.8 kg
01.XX	Spojovací lišta stříšek	XPSL 1520	8	3.4 kg

Vysvětlivka*:

A – zahrnuto v součtu cen vzduchotechniky

B – zahrnuto v součtu cen regulace

C – zabudované příslušenství (uvnitř nebo na komponentu)

ID nabídky
 Projekt [1.] Nucené větrání zázemí tělocvičny
 Číslo / Název zařízení 01 / VZT2
 Určení jednotky Standardní prostředí



STRUČNÁ SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ

Základní parametry zařízení

Druh, rozměr	AeroMaster XP 06	
Typ řídicího systému	VCS (Climatix)	
Hmotnost (+-10%)	853 kg	
Umístění jednotky	Vnitřní	
Materiálové provedení		
Vnější plášť	Pozinkovaný plech	
Vnitřní plášť	Pozinkovaný plech	
	Přívod	Odvod
Průtok vzduchu	2630 m ³ /h	2630 m ³ /h
Externí tlaková rezerva	117 Pa	90 Pa
Rychlost v průřezu	1.61 m/s	1.61 m/s
Příkon ventilátorů	1.30 kW	1.23 kW
1. stupeň filtrace	M5	M5
2. stupeň filtrace	-	-
SFP _i	1785 W.m ⁻³ .s	1688 W.m ⁻³ .s

Model box AMXP3



Parametry pláště dle EN1886

Celkový příkon jednotky	2.54 kW	Mechanická stabilita	D2(M)
Napájecí napětí	3×400V+N+PE 50Hz	Netěsnost skříně	L2(M)
Celkový proud I _{max}	13 A	Termická izolace	T3(M)
		Faktor tepelných mostů	TB3(M)
SFP _{AHU}	3473 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	-12.0 → 16.1 °C	78 %	
Ohřev	16.1 → 21.0 °C	4.3 kW	90/35 °C, Voda, 0.0 kPa, 0.07 m ³ /h

Detailní specifikace a výsledné parametry jsou součástí detailní specifikace vzduchotechnického zařízení

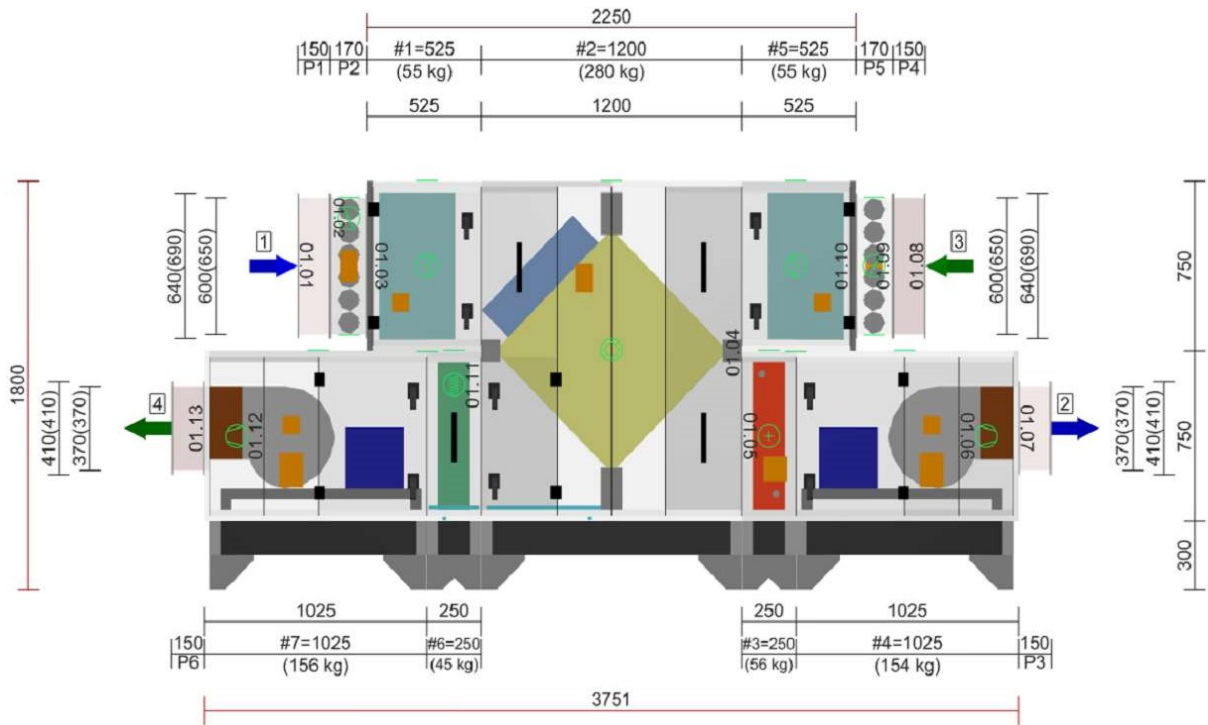
Hlukové parametry zařízení

L _{wa} [dB(A)]	**	Přívod	Odvod	
Vstup		66.0	65.8	
Výstup		80.8	80.8	
Okolí		56.3	56.3	** Celková hladina akustického výkonu

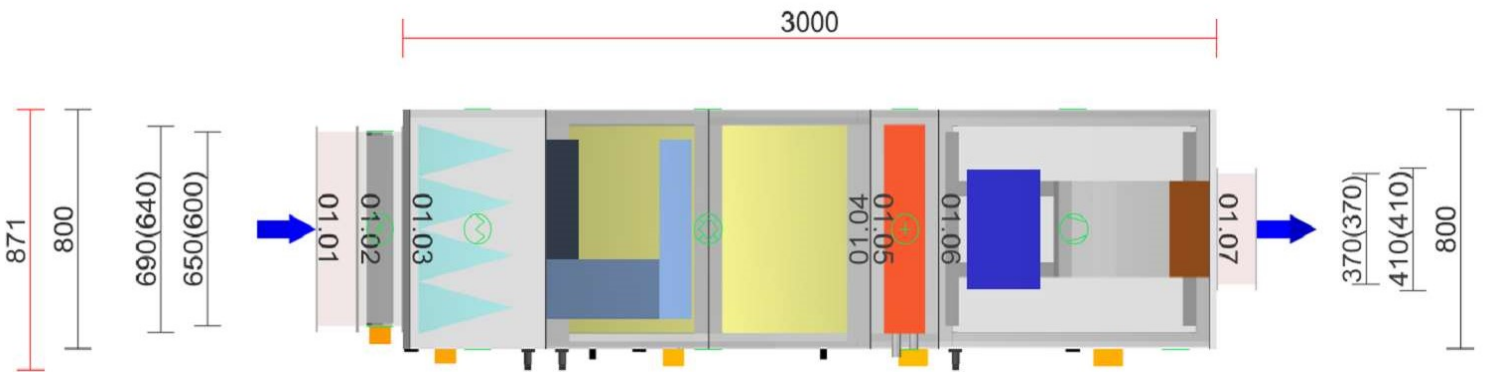
GRAFICKÉ POHLEDY

Bokorys servisní strany

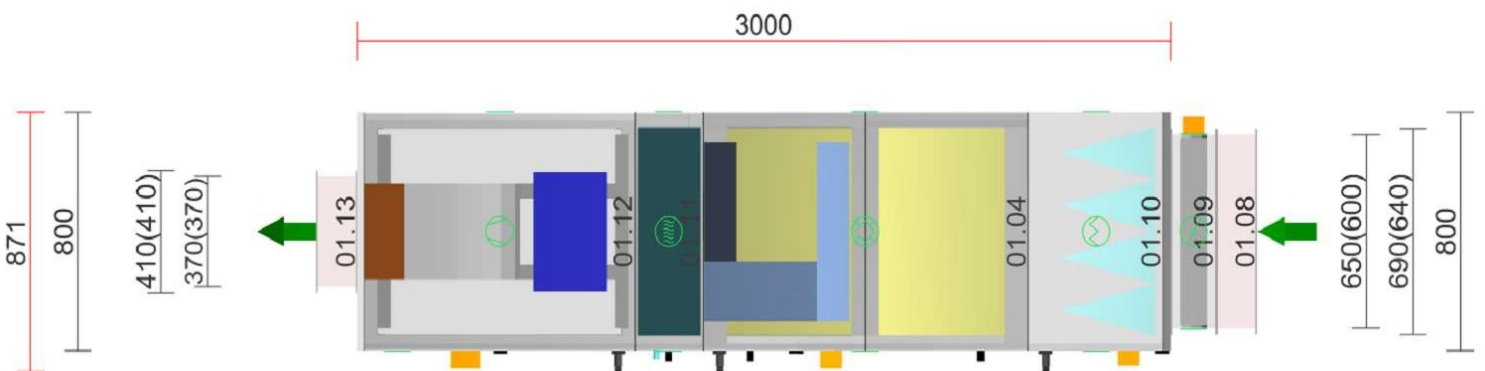
Číslování větví: 1 - venkovní vzduch, 2 - přívodní vzduch, 3 - odtahový vzduch, 4 - odpadní vzduch, 5 - cirkulační vzduch



Půdorys přívodní větve



Půdorys odtahové větve



DETAILNÍ HLUKOVÉ PARAMETRY ZAŘÍZENÍ

	LwAokt* [dB]								LwA** [dB(A)]
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Oktávové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Přívod - sání	46.9	57.0	62.7	59.5	55.6	54.9	46.3	39.2	66.0
Přívod - výtlak	51.5	64.6	73.1	72.7	73.7	75.9	71.3	65.2	80.8
Přívod - okolí	43.9	47.9	53.6	45.5	43.9	45.7	42.0	32.0	56.3
Odvod - sání	46.9	57.0	62.7	58.5	55.6	54.9	47.3	40.2	65.8
Odvod - výtlak	51.5	64.6	73.1	72.7	73.7	75.9	71.3	65.2	80.8
Odvod - okolí	43.9	47.9	53.6	45.5	43.9	45.7	42.0	32.0	56.3

* Hladiny akustického výkonu v oktávových pásmech

** Celková hladina akustického výkonu

DETAILNÍ PARAMETRY ZAŘÍZENÍ

01.01 Tlumič vložka Přívod DV 650-600

Kód	VDV016560
Nominální průtok vzduchu	2630 m ³ /h

01.02 Klapka Přívod LK 650-600

Kód	VLK016560
Nominální průtok vzduchu	2630 m ³ /h
Plocha klapek	0.39 m ²

Příslušenství vestavěné

- Servopohon NM 230A, Kód: XPSESN23-, Počet: 1

01.03 Filtr Přívod XPNH 06/5 (K)

Kód	XPNH006-S0K5S
Servisní přístup	Zprava
Materiál vnitřního pláště	Pozinkovaný plech
Nominální průtok vzduchu	2630 m ³ /h
Tlaková ztráta	129 Pa
Třída filtrace	M5
Typ filtru	Kapsový
Počáteční / Koncová tlaková ztráta	58 / 200 Pa

Příslušenství vestavěné

- Panel čelní - vstup XPK 06/P, Kód: XPKO006ZS-P, Počet: 1, Tlaková ztráta: 7 Pa
- Montážní sada panelu XPK 06/P (MSP), Kód: MPKO006ZS-P, Počet: 1
- Snímač tlakové diference P33 N (30 - 500 Pa), Kód: XPP33N, Počet: 1

Skladba filtru

- Kód AX **11Z50903058**
- Rozměr vložky (délka × výška × hloubka) 340x645x360 mm
- Třída filtrace M5
- Počet kapes v jedné vložce 5 ks
- Počet vložek v jedné filtrační vestavbě **2 ks**

ID nabídky
 Projekt
 Číslo / Název zařízení
 Určení jednotky

[1.] Nucené větrání zázemí tělocvičny
 01 / VZT2
 Standardní prostředí



01.04 Deskový rekuperátor Přívod/Odvod XPMQ 06/BP (SV - 70/A - 59,5)

Kód	XPMQ006ZS0-L11P200SVDA10		Zima	Léto
Nominální průtok vzduchu	2630 / 2630 m ³ /h	Teplota / Vlhkost - Přívod		
Tlaková ztráta	305 / 328 Pa	Vstup	-12.0 °C / 34 %	30.0 °C / 50 %
Rychlost v průřezu	2.2 / 2.1 m/s	Výstup	16.1 °C / 5 %	30.0 °C / 50 %
Materiálové provedení kostky	V - Standard	Teplota / Vlhkost - Odvod		
Typ	SV - 070/A - 59,5	Vstup	24.0 °C / 30 %	25.0 °C / 50 %
		Výstup	0.4 °C / 98 %	25.0 °C / 50 %
		Účinnost	78 %	
		Výkon	24.3 kW	

Příslušenství vestavěné

- Servopohon klapky obtoku NM 230A, Kód: XPSESN23-, Počet: 1
- Snímač namrzání NS 120, Kód: XPNS120N, Počet: 1

01.05 Vodní ohřivač Přívod XPNC 06/FR

Kód	XPNC006-S0F		Zima	Léto
Nominální průtok vzduchu	2630 m ³ /h	Teplota / Vlhkost		
Tlaková ztráta	10 Pa	Vstup	16.1 °C / 5 %	30.0 °C / 50 %
Rychlost v průřezu	2.3 m/s	Výstup	21.0 °C / 3 %	30.0 °C / 50 %
Teplonosné medium	Voda			
Počet řad	2	Teplotní spád		90 / 35 °C
Počet okruhů	1			
Rozteč lamel	10.0 mm	Výkon	4.3 kW	
Materiál				
Materiál trubek	Cu	Teplonosné medium		
Materiál lamel	Al	Průtok	0.07 m ³ /h	
Připojení		Tlaková ztráta	0.0 kPa	
Průměr připojení	1 "			
Typ	A.32.CU.20.AL.16.02.0565.A0.W.X.X.004.032.R 1" L			

Příslušenství vestavěné

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

01.06 Ventilátor Přívod XPVA 225-125/160-1,5-J4 (IE1)

Kód	XPVA006-S022PJND4-15R1		
Nominální průtok vzduchu	2630 m ³ /h		
Statický tlak	567 Pa		
Otáčky	1836 1/min		
Výkon ventilátoru	1.00 kW		
Účinnost	54 %		
Elektrický příkon	1.30 kW		
Specifický výkon ventilátoru	1785 W.m ⁻³ .s		
Rychlost v průřezu	1.61 m/s		
Pracovní frekvence	50 Hz		
Převod	Řemenový		
Motor			
Třída účinnosti motoru	IE1		
Výkon motoru nom.	1500 W		
Napájecí napětí motoru	3NPE 400 V, 50 Hz		
Proud max.	3.49 A		
Počet pólů	4		
Jištění	Termokontakty		

Příslušenství vestavěné

- Panel čelní - výtlač XPK 06/A, Kód: XPKO006ZS-A, Počet: 1
- Montážní sada panelu XPK 06/A (MSP), Kód: MPKO006ZS-A, Počet: 1
- Snímač tlakové diference P33 V (20 - 200 Pa), Kód: XPP33V, Počet: 1

ID nabídky
Projekt
Číslo / Název zařízení
Určení jednotky

[1.] Nucené větrání zázemí tělocvičny
01 / VZT2
Standardní prostředí



01.07 Tlumič vložka Přívod DV 370-370

Kód VDV013737
Nominální průtok vzduchu 2630 m³/h

01.08 Tlumič vložka Odvod DV 650-600

Kód VDV016560
Nominální průtok vzduchu 2630 m³/h

01.09 Klapka Odvod LK 650-600

Kód VLK016560
Nominální průtok vzduchu 2630 m³/h
Plocha klapek 0.39 m²

Příslušenství vestavěné

- Servopohon NM 230A, Kód: XPSESN23-, Počet: 1

01.10 Filtr Odvod XPNH 06/5 (K)

Kód XPNH006-S0K5S
Servisní přístup Zleva
Materiál vnitřního pláště Pozinkovaný plech
Nominální průtok vzduchu 2630 m³/h
Tlaková ztráta 129 Pa
Třída filtrace M5
Typ filtru Kapsový
Počáteční / Koncová tlaková ztráta 58 / 200 Pa

Příslušenství vestavěné

- Panel čelní - vstup XPK 06/P, Kód: XPKO006ZS-P, Počet: 1, Tlaková ztráta: 7 Pa
- Montážní sada panelu XPK 06/P (MSP), Kód: MPKO006ZS-P, Počet: 1
- Snímač tlakové diference P33 N (30 - 500 Pa), Kód: XPP33N, Počet: 1

Skladba filtru

- Kód AX **11Z50903058**
- Rozměr vložky (délka × výška × hloubka) 340x645x360 mm
- Třída filtrace M5
- Počet kapes v jedné vložce 5 ks
- Počet vložek v jedné filtrační vestavbě **2 ks**

01.11 Eliminátor kapek Odvod XPNU 06

Kód XPNU006-S0
Nominální průtok vzduchu 2630 m³/h
Tlaková ztráta 14 Pa

ID nabídky
Projekt
Číslo / Název zařízení
Určení jednotky

[1.] Nucené větrání zázemí tělocvičny
01 / VZT2
Standardní prostředí



01.12 Ventilátor Odvod XPVA 225-125/160-1,5-J4 (IE2)

Kód	XPVA006-S022PJND4B15R1
Nominální průtok vzduchu	2630 m ³ /h
Statický tlak	567 Pa
Otáčky	1836 1/min
Výkon ventilátoru	1.00 kW
Účinnost	54 %
Elektrický příkon	1.23 kW
Specifický výkon ventilátoru	1688 W.m ⁻³ .s
Rychlost v průřezu	1.61 m/s
Pracovní frekvence	50 Hz
Převod	Řemenový
Motor	
Třída účinnosti motoru	IE2
Výkon motoru nom.	1500 W
Napájecí napětí motoru	3NPE 400 V, 50 Hz
Proud max.	3.49 A
Počet pólů	4
Jištění	Termokontakty

Příslušenství vestavěné

- Panel čelní - výtlak XPK 06/A, Kód: XPKO006ZS-A, Počet: 1
- Montážní sada panelu XPK 06/A (MSP), Kód: MPKO006ZS-A, Počet: 1
- Snímač tlakové difference P33 V (20 - 200 Pa), Kód: XPP33V, Počet: 1

01.13 Tlumič vložka Odvod DV 370-370

Kód	VDV013737
Nominální průtok vzduchu	2630 m ³ /h

SPECIFIKACE NAVRŽENÉHO ŘÍDICÍHO SYSTÉMU

Popis

Řídicí jednotka VCS je řídicí a silový rozvaděč pro decentralní regulaci vzduchotechnického zařízení REMAK. Srdcem jednotky je řada regulátorů Climatix od společnosti Siemens vybavený řídicími algoritmy společnosti REMAK.

Hlavní regulační funkce

Regulace teploty vzduchu	
V prostoru (kaskádní regulace)	<input checked="" type="checkbox"/>
V přívodu	<input type="checkbox"/>
Regulace dle kvality vzduchu	
CO ₂	<input type="checkbox"/>
CO	<input type="checkbox"/>
VOC	<input type="checkbox"/>
Regulace na konstantní průtok	<input type="checkbox"/>
Regulace na konstantní tlak	<input type="checkbox"/>

Softwarové funkce

Časové režimy	<input checked="" type="checkbox"/>
Teplotní režimy	<input type="checkbox"/>
Noční vychlazování (freecooling)	<input checked="" type="checkbox"/>
Teplotní rozběh	<input type="checkbox"/>
Optimalizace startu	<input type="checkbox"/>
Kompenzace	<input checked="" type="checkbox"/>
Pokročilé nastavení požární ochrany	<input checked="" type="checkbox"/>

Řízení ventilátorů a ochranné funkce

Ventilátor	P	
- Řízení	V 5 stupních	<input checked="" type="checkbox"/>
- Ochrana	Termokontakt	<input checked="" type="checkbox"/>
- Hlídní proudění		<input checked="" type="checkbox"/>
Ventilátor	O	
- Řízení	V 5 stupních	<input checked="" type="checkbox"/>
- Ochrana	Termokontakt	<input checked="" type="checkbox"/>
- Hlídní proudění		<input checked="" type="checkbox"/>

Regulační procesy a ochranné funkce

Desková rekuperace	
- Řízení účinnosti	<input type="checkbox"/>
- Protimrazová ochrana	Pomocí by-passu <input checked="" type="checkbox"/>
Uzavírací klapky	P / O
- Přívodní	<input checked="" type="checkbox"/>
- Odtahová	<input checked="" type="checkbox"/>

Skříň řídicí jednotky

Typ	Plastová s prosklením
Velikost	610 × 448 × 160
Krytí	IP 65
Třída ochrany	I (EN 61140 ed.2)
Hlavní přívod	3×400V+N+PE 50Hz
Celkový proud I _{max}	13 A

Uživatelské ovládání

Lokální HMI	HMI SG	<input checked="" type="checkbox"/>
	HMI TM	<input type="checkbox"/>
	HMI DM	<input type="checkbox"/>
BMS	LON	<input type="checkbox"/>
	Modbus RTU	<input type="checkbox"/>
	BACnet/IP	<input type="checkbox"/>
Web	HMI Web	<input type="checkbox"/>
Externí řízení (kontakty)	Beznapěťový kontakt	<input type="checkbox"/>
	Dva beznapěťové kontakty	<input type="checkbox"/>
	Napěťový kontakt	<input type="checkbox"/>

Signalizace poruch a připojení externích prvků

Signalizace zanesení filtrů	<input checked="" type="checkbox"/>
Připojení signálu požárních klapek	<input checked="" type="checkbox"/>
Hláška pro kotelnu (požadavek na teplo)	<input type="checkbox"/>
Signalizace poruchy	<input type="checkbox"/>
Signalizace provozu a poruchy	<input type="checkbox"/>

SEZNAM POLOŽEK VZT

Výrobní (přepravní) bloky sekcí

Číslo bloku	Rozměry (Š × V × D) **	Hmotnost	Podstavný rám Výška *	Materiál pláště	Typ rámu
#1	871 x 750 x 525 mm	55.1 kg	-	Pozinkovaný plech	-
#2	871 x 1500 x 1200 mm	279.9 kg	300 mm	Pozinkovaný plech	Stavitelný
#3	860 x 750 x 250 mm	55.6 kg	300 mm	Pozinkovaný plech	Stavitelný
#4	871 x 750 x 1025 mm	153.8 kg	300 mm	Pozinkovaný plech	Stavitelný
#5	871 x 750 x 525 mm	55.1 kg	-	Pozinkovaný plech	-
#6	835 x 750 x 250 mm	45.4 kg	300 mm	Pozinkovaný plech	Pevný
#7	871 x 750 x 1025 mm	156.0 kg	300 mm	Pozinkovaný plech	Pevný
P1	690 x 640 x 150 mm	4.0 kg	-	-	-
P2	730 x 640 x 170 mm	13.0 kg	-	-	-
P3	410 x 410 x 150 mm	2.0 kg	-	-	-
P4	690 x 640 x 150 mm	4.0 kg	-	-	-
P5	730 x 640 x 170 mm	13.0 kg	-	-	-
P6	410 x 410 x 150 mm	2.0 kg	-	-	-
Celkem		838.9 kg			

* V uvedené výšce rámu je započtena i výška podstavných nožek (pokud jsou osazeny).

** Uvedené rozměry nezahrnují balení.

Příslušenství vzduchotechnické jednotky

Položka	Počet	Hmotnost	Montáž ve výrobě ***	Materiál pláště	Číslo bloku
Souprava pro odvod kondenzátu	1	2.0 kg	Ne	-	#2
Souprava pro odvod kondenzátu	1	1.0 kg	Ne	-	#6
Spojovací sada montážní	2	10.0 kg	Ne	-	-

*** Položky nenamontované ve výrobě jsou dodávány volně ložené

SEZNAM POLOŽEK MAR

Řídicí jednotka a příslušenství měření a regulace

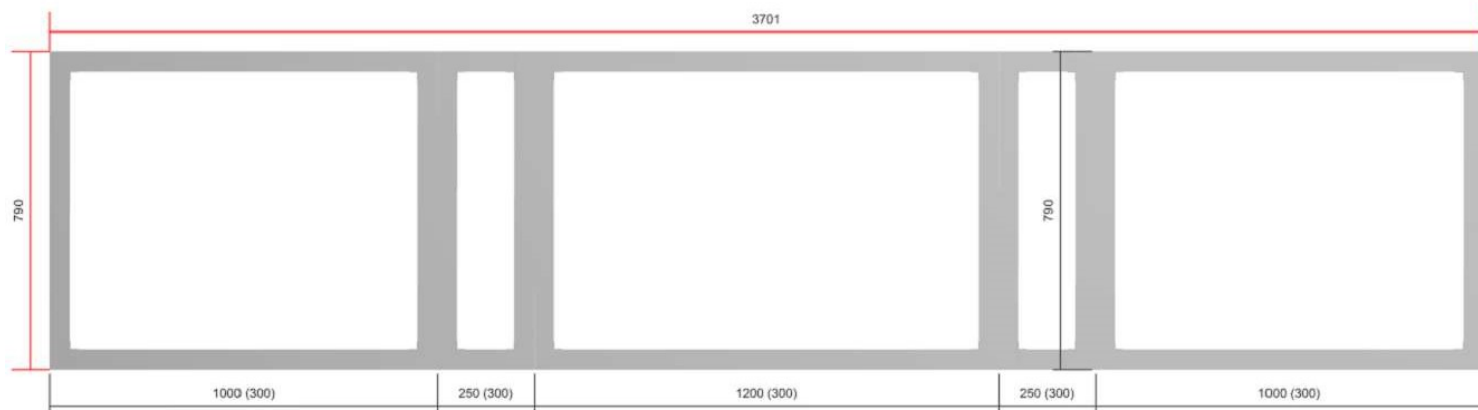
Položka	Počet	Hmotnost	Montáž ve výrobě ***	Číslo bloku
Regulátor výkonu	1	0.7 kg	Ne	#4
Servisní vypínač	1	0.1 kg	Ne	#4
Regulátor výkonu	1	0.7 kg	Ne	#7
Řídicí jednotka VCS	1	0.0 kg	Ne	-
Čidlo NS 120	1	0.1 kg	Ano	-
Čidlo NS 120	1	0.1 kg	Ano	-
Místní ovladač s displejem HMI SG	1	0.3 kg	Ano	-

*** Položky nenamontované ve výrobě jsou dodávány volně ložené

Celková hmotnost zařízení

853 kg

Základové rámy



SEZNAM KOMPONENTŮ ZAŘÍZENÍ

Pozice	Název komponentu	Typové označení	ks	Hmotnost	Informace*		
					A	B	C
01.01	Tlumicí vložka	DV 650-600	1	4.0 kg			
01.02	Klapka uzavírací	LK 650-600	1	13.0 kg			
01.03	Servopohon	NM 230A	1				x
	Sekce filtru	XPHO 06/S	1	55.1 kg			
01.04	Panel čelní - vstup	XPK 06/P	1				x
	Montážní sada panelu	XPK 06/P (MSP)	1				
	Filtrační vložka	XPNH 06/5 (K)	1				x
	Snímač tlakové difference	P33 N (30 - 500 Pa)	1				x
	Sekce deskového rekuperátoru s by-passem	XPMQ 06/BP (SV - 70/A - 59,5)	1	256.9 kg			
01.05	Servopohon klapky obtoku	NM 230A	1				x
	Souprava pro odvod kondenzátu	XPOK 300	1				
	Snímač namrzání	NS 120	1				x
	Sekce ohříváče	XPTV 06	1	43.0 kg			
	Vodní ohříváč	XPNC 06/FR	1				x
01.06	Protimrazové čidlo	NS 130 R	1				x
	Doplňková protimrazová ochrana	CAP 3M	1				x
	Sekce ventilátoru	XPAA 06/P	1	136.0 kg			
	Panel čelní - výtlak	XPK 06/A	1				x
	Montážní sada panelu	XPK 06/A (MSP)	1				
	Ventilátor	XPVA 225-125/160-1,5-J4 (IE1)	1				x
	Regulátor výkonu	XPFM 1.5 (IP21)	1				
Servisní vypínač	XPSV S16/03	1					
01.07	Snímač tlakové difference	P33 V (20 - 200 Pa)	1				x
01.07	Tlumicí vložka	DV 370-370	1	2.0 kg			
01.08	Tlumicí vložka	DV 650-600	1	4.0 kg			
01.09	Klapka uzavírací	LK 650-600	1	13.0 kg			
01.10	Servopohon	NM 230A	1				x
	Sekce filtru	XPHO 06/S	1	55.1 kg			
	Panel čelní - vstup	XPK 06/P	1				x
	Montážní sada panelu	XPK 06/P (MSP)	1				
	Filtrační vložka	XPNH 06/5 (K)	1				x
01.11	Snímač tlakové difference	P33 N (30 - 500 Pa)	1				x
	Sekce eliminátoru	XPUO 06	1	33.0 kg			
	Eliminátor kapek	XPNU 06	1				x
	Souprava pro odvod kondenzátu	XPOO 300	1				
01.12	Sekce ventilátoru	XPAA 06/P	1	137.3 kg			
	Panel čelní - výtlak	XPK 06/A	1				x
	Montážní sada panelu	XPK 06/A (MSP)	1				
	Ventilátor	XPVA 225-125/160-1,5-J4 (IE2)	1				x
	Regulátor výkonu	XPFM 1.5 (IP21)	1				
01.13	Snímač tlakové difference	P33 V (20 - 200 Pa)	1				x
01.13	Tlumicí vložka	DV 370-370	1	2.0 kg			
01.XX	Spojovací sada montážní	XPSS 06/M	2	10.0 kg			
01.XX	Základový rám	XPR 06/1000-3S	1	18.6 kg			
01.XX	Základový rám	XPR 06/250-3S	1	12.6 kg			
01.XX	Základový rám	XPR 06/1200-3S	1	25.0 kg			
01.XX	Základový rám	XPR 06/250-3	1	13.4 kg			
01.XX	Základový rám	XPR 06/1000-3	1	19.4 kg			
01.14	Řídicí jednotka	VCS	1	?			
	Čidlo teploty přívodního vzduchu v potrubí	NS 120	1				
	Čidlo teploty venkovního vzduchu	NS 120	1				
	Prostorový ovladač s displejem a čidlem	HMI SG	1				

Vysvětlivka*:

A – zahrnuto v součtu cen vzduchotechniky

B – zahrnuto v součtu cen regulace

C – zabudované příslušenství (uvnitř nebo na komponentu)