



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VZDUCHOTECHNIKA TĚLOCVIČNY

AIRCONDITION OF SCHOOLS GYM

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Lukáš Sotolář

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. OLGA RUBINOVÁ, Ph.D.

BRNO 2018



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

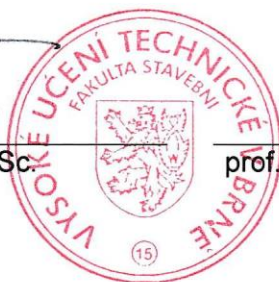
Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608R001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Lukáš Sotolář
Název	Vzduchotechnika tělocvičny
Vedoucí práce	Ing. Olga Rubinová, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2017
Datum odevzdání	25. 5. 2018

V Brně dne 30. 11. 2017

doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu



prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

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

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu

B. Výpočtová část

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

tepelné bilance,

průtoky vzduchu, tlakové poměry

distribuce vzduchu,

dimenzování potrubí a tlaková ztráta,

úpravy vzduchu, návrh VZT jednotek (hx diagramy),

útlum hluku

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

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část 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

Celá bakalářská práce je rozdělena na 3 části: první teoretická část, druhá výpočtová část a třetí je projekční část. V teoretické části se věnuji tepelným zátěžím budov včetně budov s obecnou polohou konstrukce a ve výpočtové části řeším vzduchotechniku tělocvičny i se sportovním zázemím.

KLÍČOVÁ SLOVA

Tepelné zisky, klimatologické podmínky, sluneční záření, sluneční deklinace, azimut stěny, teplota a vlhkost vzduchu, vzduchotechnika, tělocvična, distribuce vzduchu

ABSTRACT

The thesis is divided into three parts. The first part is the theoretical part. The theoretical part deals with the heat load of buildings, which also include buildings with a general location. The second part is the computational part. The computational part is focused on heating, ventilating and air conditioning (HVAC) of the gym. The last part of the thesis is the design part.

KEYWORDS

Heat gains, climatological conditions, solar irradiance, solar declination, azimuth area construction, Air temperature, air humidity, heating, ventilating and air conditioning (HVAC), gym, air distribution

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Lukáš Sotolář *Vzduchotechnika tělocvičny*. Brno, 2018. 140 s., 32 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 19. 5. 2018

Lukáš Sotolář
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

První člověk, kterému bych chtěl obzvláště poděkovat, je paní Ing. Olga Rubinová, Ph.D., vedoucí mé diplomové práce. Především za její trpělivý a vstřícný přístup, za odborné rady a cenné zkušenosti, které mi předávala po celou dobu zpracovávání mojí první a poslední bakalářské práce

Další, ke komu směřuje moje poděkování je mojí rodině. Především rodičům, kteří mě neustále podporovali po všech stránkách a umožnili mi tak dosáhnout vysokoškolského vzdělání, dále pak bratrovi, který mi pomáhal při plnění školních povinností.

Poděkování také směřuje k mým kamarádům, a spolužákům, které jsem poznával během celého studia, a se kterými jsem strávil mnoho času při řešení problémů zadaných prací a projektů.

OBSAH

A.	TEORETICKÁ ČÁST	13
1.	TEPELNÁ A HMOTNOSTNÍ ZÁTĚŽ BUDOV.....	14
2.	TEPELNÁ ZÁTĚŽ Z VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ.....	15
2.1	TEPELNÉ ZISKY OKNY	15
2.2	TEPELNÉ ZISKY STĚN	17
2.3	TEPELNÉ ZISKY INFILTRACÍ VENKOVNÍHO VZDUCHU	18
3.	TEPELNÁ A HMOTNOSTNÍ ZÁTĚŽ Z VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ	19
3.1	TEPELNÁ PRODUKCE OSOB	19
3.2	TEPELNÁ PRODUKCE SVÍTIDEL	20
3.3	TEPELNÁ PRODUKCE OD JÍDEL	20
4.	OSTATNÍ PRODUKCE TEPLA.....	21
5.	TEPELNÉ ZTRÁTY	21
6.	VODNÍ ZISKY	21
7.	ZÁTĚŽ ŠKODLIVIN.....	22
8.	DŮSLEDKY TEPELNÝCH ZÁTĚŽÍ NA MIKROKLIMA BUDOVY.....	22
9.	METEOROLOGICKÉ A KLIMATOLOGICKÉ ZÁKLADY.....	23
9.1	SLUNEČNÍ ZÁŘENÍ.....	24
9.2	TEPLOTA A VLHKOST VZDUCHU	28
9.3	TĚLAK VZDUCHU	30
9.4	VÍTR.....	30
9.5	ZÁVĚR.....	31
B.	VÝPOČTOVÁ ČÁST	32
1.	ÚVOD - VÝPOČTOVÁ ČÁST	33
2.	KLIMATICKÉ PODMÍNKY	33
3.	ANALÝZA OBJEKTU	33
4.	TEPELNÉ ZTRÁTY	35
4.1	VÝPOČET SOUČiniteLE TEPLA „U“	35

4.2	VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT.....	37
5.	TEPELNÁ ZÁTĚŽ TĚLOCVIČNY	39
5.1	INTENZITA SLUNEČNÍ RADIACE	41
5.2	SN1 – TEPELNÁ ZÁTĚŽ STĚNY Z VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ (SEVEROZÁPADNÍ STĚNA).....	41
5.3	SN2 – TEPELNÁ ZÁTĚŽ STĚNY Z VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ (SEVEROVÝCHODNÍ STĚNA).....	41
5.4	SN3 – TEPELNÁ ZÁTĚŽ STĚNY Z VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ (JIHOVÝCHODNÍ STĚNA).....	41
5.5	TEPELNÁ ZÁTĚŽ SLUNEČNÍ RADIACE PRO OKNA	42
5.6	SN4 – TEPELNÁ ZÁTĚŽ STŘEŠNÍHO PLÁŠTĚ	43
5.7	PRODUKCE TEPLA OD LIDÍ.....	49
5.8	PRODUKCE TEPLA OD SVÍTIDEL.....	49
5.9	VODNÍ ZISKY	50
5.10	ZÁVĚR.....	50
6.	TLAKOVÉ POMĚRY MÍSTNOSTÍ	50
7.	TEPELNÁ BILANCE.....	52
8.	DISTRIBUCE VZDUCHU	53
8.1	DISTRIBUČNÍ PRVKY TĚLOCVIČNY.....	53
8.2	DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ PRO DISTRIBUCI VZDUCHU - TĚLOCVIČNA	56
8.3	DISTRIBUČNÍ PRVKY ZÁZEMÍ SPORTOVNÍ HALY	59
8.4	DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ PRO DISTRIBUCI VZDUCHU – ZÁZEMÍ SPORTOVNÍ HALY.....	62
8.5	NÁVRH PROTIDEŠŤOVÉ ŽALUZIE	71
9.	ÚTLUM HLUKU	71
9.1	ÚTLUM HLUKU TĚLOCVIČNY.....	72
9.2	ÚTLUM HLUKU ZÁZEMÍ TĚLOCVIČNY	78
10.	NÁVRH IZOLACE	84
11.	NÁVRH VZT JEDNOTEK.....	85
11.1	VZDUCHOTECHNICKÁ JEDNOTKA Č.1 – TĚLOCVIČNA.....	85
11.1.1	VÝPOČET VÝKONU STROJNÍHO ZAŘÍZENÍ VZT Č. 1 TĚLOVZDUŠNÉ VĚTRÁNÍ A KLIMATIZACE	87
11.2	VZDUCHOTECHNICKÁ JEDNOTKA Č.2 – ZÁZEMÍ TĚLOCVIČNY	89

11.2.1	VÝPOČET VÝKONU STROJNÍHO ZAŘÍZENÍ VZT Č. 2 TEPLOVZDUŠNÉ VĚTRÁNÍ.....	90
C.	PROJEKTOVÁ ČÁST	92
1.	TECHNICKÁ ZPRÁVA.....	93
1.1	ÚVOD	93
1.2	POPIS STAVBY	93
1.3	PODKLADY PRO ZPRACOVÁNÍ.....	93
1.4	VÝPOČTOVÉ HODNOTY KLIMATICKÝCH PODMÍNEK	94
1.5	VÝPOČTOVÉ HODNOTY VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ	94
2.	ZÁKLADNÍ KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ.....	95
2.1	KONCEPCE VZDUCHOTECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ	95
2.2	HYGIENICKÉ VĚTRÁNÍ.....	96
2.3	ENERGETICKÉ ZDROJE	96
3.	TECHNICKÉ ŘEŠENÍ VZT JEDNOTEK	97
3.1	VZT JEDNOTKA Č. 1 – TEPLOVZDUŠNÉ VĚTRÁNÍ A KLIMATIZACE	97
3.2	NUCENÉ VĚTRÁNÍ ZÁZEMÍ TĚLOCVIČNY	97
3.3	NÁROKY NA ENERGIE	97
3.4	MĚŘENÍ A REGULACE	98
4.	NÁROKY NA SOUVISEJÍCÍ PROFESE.....	98
4.1	STAVEBNÍ ÚPRAVY	98
4.1.1	ZAŘÍZENÍ Č. 1 TEPLOVZDUŠNÉ VĚTRÁNÍ A KLIMATIZACE TĚLOCVIČNY	98
4.1.2	ZAŘÍZENÍ Č. 2 NUCENÉ VĚTRÁNÍ ZÁZEMÍ TĚLOCVIČNY	98
4.2	SILNOPROUD	98
4.3	VYTÁPĚNÍ.....	99
4.4	CHLAZENÍ	99
4.5	ZDRAVOTNÍ TECHNIKA	99
5.	PROTIHLUKOVÁ A PROTIDEŠŤOVÁ OPATŘENÍ	99
6.	IZOLACE A NÁTĚRY.....	99
7.	PROTIPOŽÁRNÍ OPATŘENÍ	100
8.	MONTÁŽ, PROVOZ, ÚDRŽBA A PROVOZ	100
9.	ZÁVĚR.....	100

10.	PŘÍLOHY K TECHNICKÉ ZPRÁVĚ	100
10.1	TECHNICKÁ ZPRÁVA VZT JEDNOTKY Č.1 - TĚLOCVIČNA	100
10.2	TECHNICKÁ ZPRÁVA VZT JEDNOTKY Č.2 – ZÁZEMÍ TĚLOCVIČNY	100
11.	TECHNICKÉ SPECIFIKACE.....	104
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	106
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ.....	107
	SEZNAM OBRÁZKŮ	109
	SEZNAM TABULEK.....	110
	PŘÍLOHY.....	112

ÚVOD

Téma, kterému jsem se věnoval v této bakalářské práci je vzduchotechnika tělocvičny. Cílem práce je navrhnout vzduchotechniku, který bude na úrovni projektové dokumentace. Projekt má mít alespoň vzduchotechnická zařízení.

Celá práce se dělí na tři části: teoretická výpočtová a projektová. Vzhledem k obloukové konstrukci střešního pláště, teoretická část pojednává o způsobu stanovení tepelných zisků, a to i vzhledem k obecné poloze konstrukce vůči slunečnímu záření a vlivům klimatu.

Druhá, výpočtová část pak demonstruje způsob výpočtu pro návrh vzduchotechniky sportovní haly včetně jejího zázemí, která je samostatně stojící stavbou v městě Brně. Výpočet zahrnuje veškerou problematiku pro správný a postupný návrh vzduchotechnických zařízení a to: stanovení tepelných zisků a ztrát, tlakové poměry místností pro rovnotlaký systém výměny vzduchu a následnou distribuci, útlum a úpravu vzduchu.

Třetí projektová část pak obsahuje technickou zprávu, do které jsou shrnuty výsledky návrhu vzduchotechniky tělocvičny.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

A. TEORETICKÁ ČÁST

A. THE THEORETICAL PART

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Lukáš Sotolář

VEDOUCÍ PRÁCE

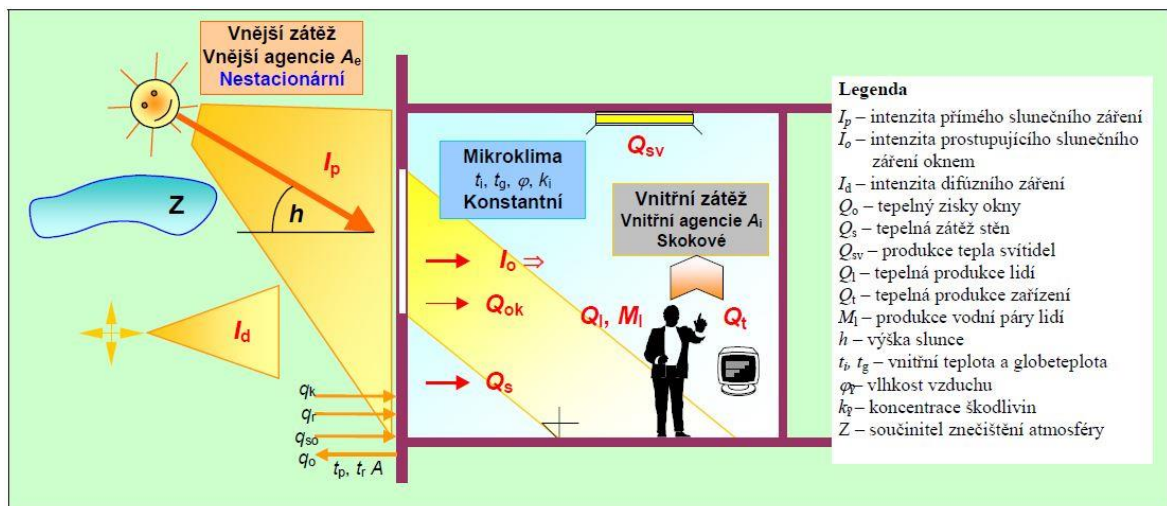
SUPERVISOR

Ing. OLGA RUBINOVÁ, Ph.D.

BRNO 2018

1. TEPELNÁ A HMOTNOSTNÍ ZÁTĚŽ BUDOV

Nejdůležitější a první částí pro návrh vzduchotechnických systémů je tzv. tepelná a hmotnostní bilance, která sleduje, a konkrétními hodnotami stanoví, tok tepla a látek skutečných extrémů během denního provozu budov. Výměny tepla jsou formátovány vnějšími okrajovými podmínkami, kterým jsou budovy vystavovány, a vnitřní prostředí budov by mělo být konstantní v době exploatace. K vyhodnocení nákladů na provoz se uplatňují roční spotřeby energií. Výchozí veličiny pro stanovení výpočtu tepelných zátěží jsou zejména teplota vzduchu, vlhkost, sluneční záření a entalpie, která se určuje podle polohy a místa daného objektu a z požadovaného stavu vnitřního mikroklimatu budovy. Výsledkem bilancí jsou potom tepelné ztráty, popřípadě tepelné zisky, vodní zisky a produkce škodlivin. S přispěním těchto výsledků lze určit průtoky vzduchu a navrhnout optimální vzduchotechnické zařízení a zároveň určit i potřebu energií. Kvůli vnějším okrajovým podmínkám fyzikálních dějů jsou řešení proměnlivá a nestabilní. Pro návrh VZT systémů jsou nezbytné hodnoty poukazující na reálné extrémy okrajových podmínek, a to z pravidla pro stacionární stav. Prognóza a modelování skutečných stavů budov, místností i systémů jsou základním podkladem dynamické výstupy zátěží stanovené reálnými hodnotami pro nestacionární okrajové podmínky. Na tuto problematiku poukazuje typický obrázek A.1.1.



Obrázek A.1.1. Názorný mechanismus výměny tepla a látek [1]

Základní pojmy užívané při stanovení tepelně hmotnostních bilance

- Tepelná zátěž – je to souhrnný tepelný tok do klimatizovaných částí budov, jež klimatizační zařízení musí pokrýt. Zjednodušeně je to jedna ze složek tepelných zisků zmenšená o složku akumulace.
- Tepelné zisky – jsou to veškeré složky tepelných toků vstupující do budovy (místnosti), které způsobují nárůst teploty interiéru
- Tepelné ztráty – jsou složky tepelných toků, které se sdílí z teplejších prostorů do chladnějších
- Vodní zisky – jsou veškeré produkce vodní páry ve vnitřním prostoru
- Produkce škodlivin – udává výskyt škodlivých látek v pozorovaném prostoru
- Intenzita výměny vzduchu – určuje násobnost nutné výměny objemu vzduchu v prostoru v rámci jedné časové jednotky (zpravidla m³/hodinu)

Pro stanovení hodnot výše uvedených veličin jsou nepostradatelné fyzikální, klimatické a geometrické údaje.

2. TEPELNÁ ZÁTĚŽ Z VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ

Počátkem pro řešení vnější tepelné zátěže je mechanismus sluneční radiace popsany na obrázku A.1.1. Mikroklima místnosti je ovlivňováno složkami tepelného toku z exteriéru, které způsobují tepelné zisky okny Q_{ok} , tepelné zisky radiací Q_{or} , tepelné zisky stěnami Q_s a infiltrací venkovního vzduchu Q_i .

2.1 Tepelné zisky okny

Tepelný zisk okny konvekcí stanovujeme pro celkovou plochu okna včetně rámu jako S_o a součinitele prostupu tepla okna U_o , pro teplotu exteriéru t_e a pro danou denní dobu zátěže dle rovnice:

$$Q_{ok} = S_o \cdot U_o \cdot (t_e - t_i) \quad (1.1)$$

Kde S_o – plocha okna včetně rámu [m²]

U_o – součinitel prostupu tepla oknem [Wm⁻²K⁻¹]

t_e – teplota vzduchu pro určitou dobu výpočtu tepelné zátěže [°C]

t_i – teplota vzduchu interiéru [°C]

Tepelný zisk sluneční radiací Q_{or} se počítá pro osluněný povrch okna (dveří) S_{os} a zastíněnou plochu ($S_o - S_{os}$) podle vztahu:

$$Q_{or} = [S_{os} \cdot I_o \cdot c_o + (S_o - S_{os}) \cdot I_{odif}] \cdot s \quad (1.2)$$

kde S_{os} – osluněný povrch okna [m²]

I_o – intenzita přímé sluneční radiace pro příslušnou dobu výpočtu [Wm⁻²]

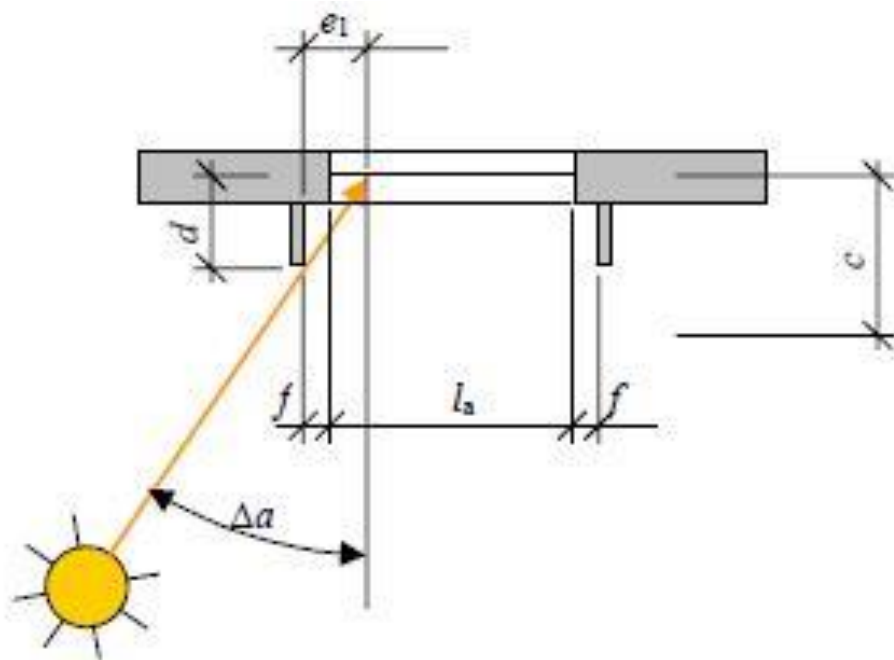
c_o – součinitel čistoty atmosféry [-]

S_o – celková plocha okna včetně rámu [m²]

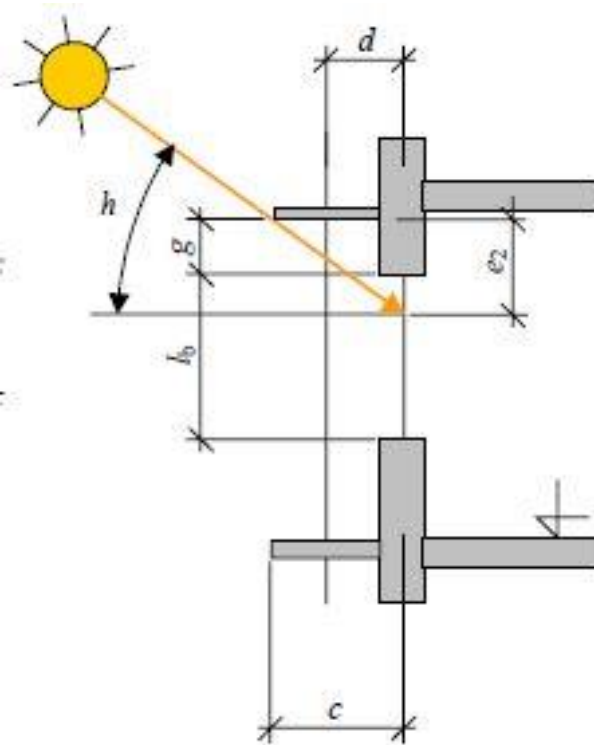
I_{odif} – intenzita difuzní sluneční radiace pro příslušnou dobu výpočtu [Wm⁻²]

s – stínící součinitel [-]

Osluněný povrch okna je uvažován jako ideální obdélník stínu, který popisuje obrázky A.2.1.1. – vertikální stín a A.2.1.2. horizontální stín, pro výšku a šířku zasklení.



Obrázek A.2.1.1. Vertikální stín [2]



Obrázek A.2.1.2. Horizontální stín [3]

Příslušné délky stínů e_1 a e_2 určíme pro rozdíl slunečního azimutu α a azimutu stěny α_s a výšky slunce nad obzorem h a to dle následujícího vztahu:

Horizontální stín

$$e_1 = c \cdot \tan |\alpha - \gamma| \quad (1.3)$$

Svislý stín

$$e_2 = d \cdot (\tan h_s / |\alpha - \gamma|) \quad (1.4)$$

kde chloubka okna (venkovní nadpraží) [m]

αazimut slunce [°]

γazimut stěny [°]

2.2 Tepelné zisky stěn

Tepelné zisky stěn probíhají při složitém a nestacionárním tepelném ději, který je tvořen radiací a vedením tepla. Tento děj se pro projektová řešení nahrazuje dějem kvazistacionárním s přihlédnutím na vliv akumulace, útlum a časové zpoždění. S uvážením na řádově menší vliv, než mají průhledné konstrukce, je problematika idealizována, a proto se do výpočtu zavádí tzv. rovnocenná sluneční teplota t_r , závislá

na teplotě vnějšího vzduchu, součiniteli poměrné pohltivosti A , intenzitě dopadající přímé sluneční radiace I a součiniteli přestupu tepla na vnějším povrchu α_e . Zavedením rovnocenné sluneční teploty se problematika sdílení tepla ohřívanou stěnou přetvořila na jednoduchý prostup tepla. Z důvodu ulehčení ručních výpočtů se pak vnější stěna rozděluje do třech kategorií: lehké stěny, středně těžké stěny a těžké stěny

Lhké stěny jsou považovány ty, které mají svoji tloušťku d maximálně 0,08 m. tyto konstrukce mají malou tepelnou kapacitu a časové zpoždění teplotních kmitů ψ je téměř zanedbatelné, a tudíž lze prostup tepla řešit stejně jako pro stacionární stav dle rovnice:

$$Q_s = S_s \cdot U_s \cdot (t_r - t_i) \quad (1.5)$$

Středně těžké stěny jsou ty, jejichž tloušťka d nabývá hodnot v rozmezí od 0,08 m do 0,45 m. Dále jdou označeny vyšší tepelnou kapacitou, která ovlivňuje větší výkyvy teplot na straně interiéru, takže i prostup tepla stěnou stanovený dle rovnice:

$$Q_s = S_s \cdot U_s \cdot [(t_{rm} - t_i) + m \cdot (t_{r\psi} - t_i)] \quad (1.6)$$

Těžké stěny jsou zbývající stěny sahající svou tloušťkou d za hranici 0,45 m. Tyto stěny mají tak vysokou tepelnou kapacitu, že výkyv teplot na vnitřní straně povrchu můžeme ve výpočtu zcela zanedbat a tepelný prostup pak určit dle vztahu:

$$Q_s = S_s \cdot U_s \cdot (t_{rm} - t_i) \quad (1.7)$$

kde S_s – plocha stěny [m^2]

U_s – součinitel prostupu tepla stěny [$Wm^{-2}K^{-1}$]

t_r – rovnocenná sluneční teplota [$^{\circ}C$]

t_i – teplota vzduchu interiéru [$^{\circ}C$]

t_{rm} – průměrná rovnocenná sluneční teplota vzduchu za 24 hodin [$^{\circ}C$]

$t_{r\psi}$ – průměrná rovnocenná sluneční teplota vzduchu o časový posun ψ [$^{\circ}C$]

m – součinitel zmenšení teplotního kolísání

2.3 Tepelné zisky infiltrací venkovního vzduchu

Tento způsob tepelného zisku se projevuje jen o u klimatizačních systémů, které tvoří podtlak místnosti a tím zapříčiní vnikání vnějšího vzduchu do interiéru. Tato

tepelná zátěž je charakterizována objemem vzduchu V_e o teplotě t_e , jeho hustotou ρ a měrnou tepelnou kapacitou c . Hodnota zátěže se pak spočítá dle rovnice:

$$Q_e = V_e \cdot \rho \cdot c \cdot (t_e - t_i) \quad (1.8)$$

kde V_e – objem vnějšího vzduchu [m^3]
 ρ – hustota vnějšího vzduchu [m^3kg^{-1}]
 c – tepelná kapacity vnějšího vzduchu [JK^{-1}]

3. TEPELNÁ A HMOTNOSTNÍ ZÁTĚŽ Z VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ

Tepelnou zátěž vnitřního prostředí obytných budov tvoří produkce tepla osob, svítidel, jídla a spotřebičů.

3.1 Tepelná produkce osob

Produkce tepla lidí je ovlivněna především jeho pohybovou aktivitou, oděvem a stavem okolního prostředí, které je charakterizováno především jeho teplotou, vlhkostí a rychlostí proudění vzduchu. V této složce tepelného zisku je započteno pouze citelné teplo, které závisí na teplotě vnitřního vzduchu a aktivitě člověka. Jako směrodatné je považována produkce citelného tepla muže o hodnotě 62 W a to za mírné aktivity při práci a teplotě okolního vzduchu 20 °C. Tepelná produkce se jinak určí podle tabulky produkce citelného tepla.

Tabulka A.3.1.1. Produkce citelného tepla q_{lm} , vodní páry m_{lw} a metabolického tepla lidí Q_m

Činnost	Místo činnosti	Q_m	Produkce q_{lm} a m_{lw} lidí [W] pro teplotu [°C]							
			21		24		25		26	
			W	q_{lm}	m_{lw}	q_{lm}	m_{lw}	q_{lm}	m_{lw}	q_{lm}
Sedící, odpočívající	divadlo, kino	115	93	33	74	60	68	70	62	79
Sedící, mírně aktivní	kanceláře, byty	140	93	70	74	98	68	107	62	116
Stojící, lehká práce	obchody, sklady	150	90	89	72	116	66	125	60	134
Chodící, přecházející	obchodní domy, banky	160	96	95	77	124	70	134	64	143
Náročnější fyzická práce	dílny	240	99	203	79	226	73	234	55	244
Mírný tanec	sály	260	116	215	92	250	85	261	77	273

Pro bližší výpočet při odlišné teplotě nebo jiném počtu osob se hodnota produkce tepla stanoví podle vzorce:

$$Q_l = n_l \cdot 6,2 \cdot (36 - t_i) \quad (1.9)$$

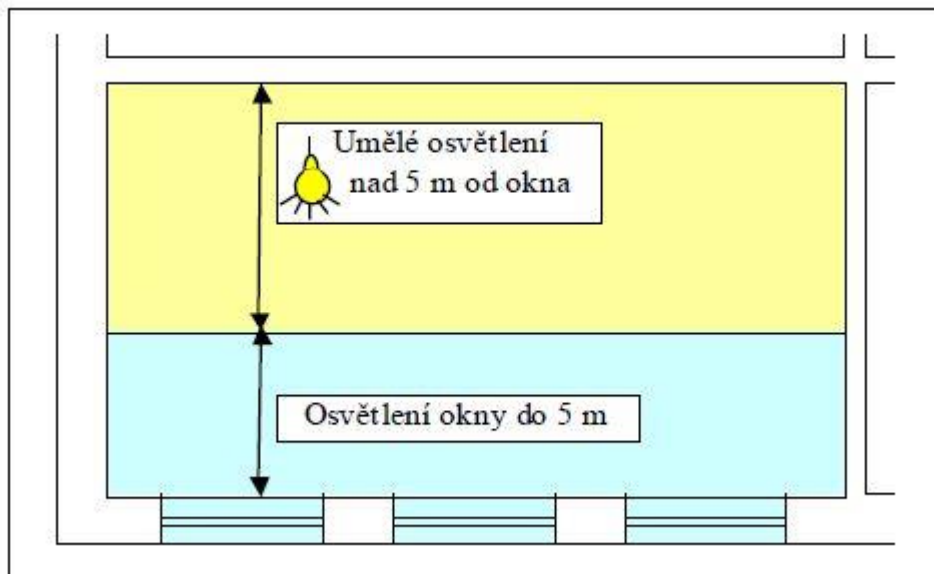
kde n_l – počet osob

3.2 Tepelná produkce svítidel

Je to tepelná tok, který se určuje na základě elektrického příkonu svítidel P podle vztahu:

$$Q_{sv} = P \cdot c_1 \cdot c_2 \quad (1.10)$$

kde P – elektrický příkon [W]



Obrázek A.3.2.1. Schéma osvětlené plochy místnosti [4]

3.3 Tepelná produkce od jídel

Tepelné zisky od jídel jsou uvažovány především ve stravovacích zařízeních jídelny, kuchyně, restaurace atd. a produkce tepla je stanovena dle následujícího rozdělení:

- Restaurace od jednoho jídla u stolu 5Wh a vodní zisky 10 g

- V restauracích vyšších tříd se počítá 1 jídlo za hodinu pro jeden stůl
- Ostatním restauracím jsou pak počítány 2 jídla na místo a v jídelnách jsou to 3 jídla na místo pro jednu hodinu

4. OSTATNÍ PRODUKCE TEPLA

Dále je potom uvažována i složka přestupu tepla mezi prostory s rozdílnou teplotou a produkce tepla od ventilátorů a ohřátý vzduch ve vzduchovodech. Tyto zdroje pak podrobně popisuje norma ČSN 73 0548.

5. TEPELNÉ ZTRÁTY

Výpočet tepelné ztráty je prvotní veličinou pro stanovení klimatizačního systému, a to zejména pro teplovzdušné vytápění během zimního období. Tento výpočet vychází ze sdílení tepla prostupem, a to pro předem odhadnutý stacionární stav, tj. z konstantní teploty především vnější teploty. Podrobnou metodiku výpočtu řídí norma ČSN EN 12831.

6. VODNÍ ZISKY

Za vodní zisky v bytových a občanských budovách je považována především produkce páry od lidí, pára vycházející z ohřívání pokrmů a hladiny o vyšší teplotě, než je sama teplota okolního vzduchu. Vodní zisky jsou pak stanoveny jako součin produkce za jednotku a množství zdrojů páry. Primární jsou však v obytných budovách vodní zisky lidí a odpařování vody z mokřích povrchů. V technologických provozech je vhodnější vycházet z konkrétních zdrojů produkce páry. Vztah pro určení produkce vodní páry lidí vypadá následovně:

$$M_{wl} = n_l \cdot g_w \quad (1.11)$$

kde n_l – počet osob
 g_w – produkce vodní páry člověka

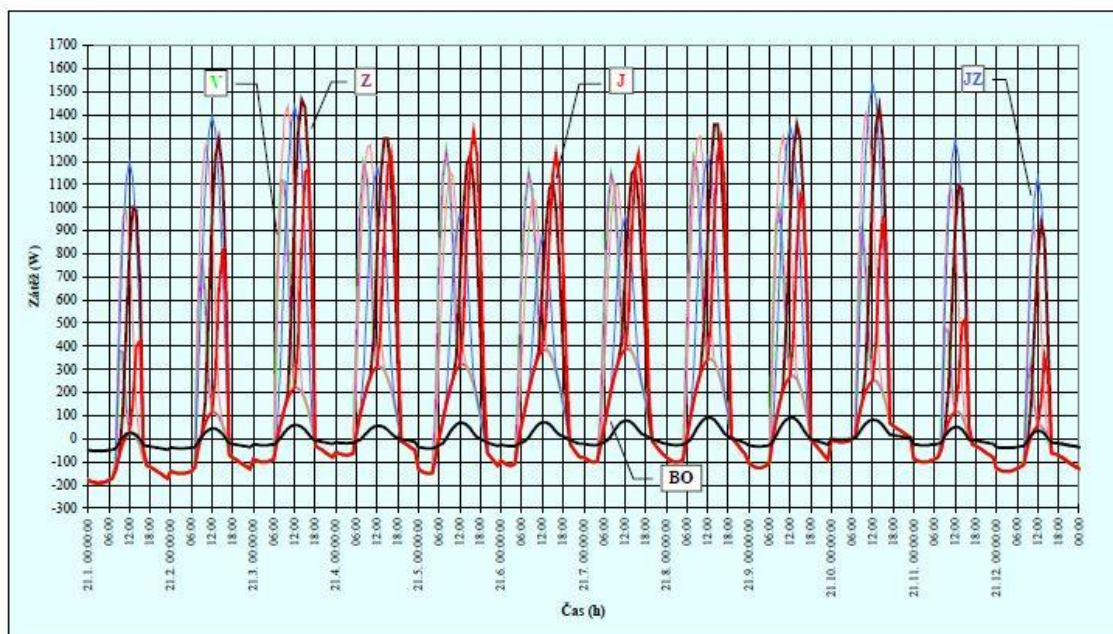
Produkce vodní páry závisí i na aktivitě člověka a na teplotě interiéru. Tyto hodnoty za daných činností při teplotách určitých teplotách lze stanovit dle tabulky A.3.1.1.

7. ZÁTĚŽ ŠKODLIVIN

Tuto tepelnou zátěž utvářejí toky škodlivých látek zejména při užívání budov, technologických procesech ale i příroda sama. Základní složku v obytných a občanských budovách je vydechovaný oxid uhličitý CO₂, oděry, oxid siřičitý SO₂, oxid uhelnatý CO dále pak oxidy dusíku a formaldehyd. Řešení pro výše uvedené prvky hmotnostních bilancí je složitý problém díky nelehko kvalifikovatelných jednotkových toků, které závisí na místní podmínkách. Ideální je monitoring koncentrace škodlivin v ovzduší a určení stanovení emisí na jednotku plochy nebo hmotnost zdroje.

8. DŮSLEDKY TEPELNÝCH ZÁTĚŽÍ NA MIKROKLIMA BUDOVY

Tepelnou zátěž pojatou jako tepelný tok pak bezprostředně ovlivňují výměny tepla a tím i tepelné stavy jednotlivých místností. Nejvýraznější vliv na stav vnitřního prostředí má potom složka tepelné zátěže oken. „Vliv tepelných zátěží se projeví v zateplených budovách s minimalizovanými tepelnými ztrátami (v zateplených bytech často až na hodnotu 50–200 W) neregulovaným vzestupem vnitřní teploty vytápěných místnostech v čase oslunění místnosti ve slunečních dnech zimního a zejména přechodového období. Tepelná zátěž jakožto tepelný příkon místností může ve slunečních dnech dosahovat pro okno 1,5 – 1,8 v závislosti na orientaci a ročním období hodnot 400–1400 W, jak je patrné z grafu.“ [1]



Obrázek A.8.1. Graf průběhu vnější tepelné zátěže okna [5]

9. METEOROLOGICKÉ A KLIMATOLOGICKÉ ZÁKLADY

Zásadní věci pro návrh vzduchotechnických systémů jsou meteorologické a klimatické podmínky lokality, ve které se budova nachází. Klimatické poměry nám definují jakýsi střední stav ovzduší pro danou lokalitu. Typickými veličinami jsou průměrné, respektive dlouhodobě průměrné veličiny, jež jsou teplota, vlhkost, tlak, rychlost a směr větru, oblačnost a vodní srážky. Meteorologické poměry nám ukazují aktuální povětrnostní stav atmosféry vztažený pro konkrétní lokalitu v konkrétním čase. Tyto povětrnostní podmínky jsou základními ukazateli pro provoz vzduchotechnických systémů. Klimatické poměry, ze kterých jsou odvozené průměrné veličiny za dlouhodobé období, jsou výchozími ukazateli pro návrh vzduchotechnických systémů. Hodnoty klimatických podmínek pro českou republiku vyplývají z vnitrozemské polohy ve střední Evropě. Zde je typicky mírné podnebí s pravidelným a výrazným střídáním ročních období a česká republika se nachází právě na hranice, kde se střetává přímořského podnebí s vlivem Atlantického oceánu a vnitrozemské podnebí s vlivem euroasijské pevniny. Členitý povrch na relativně malé rozloze způsobuje, že se izotermy téměř kryjí s vrstevnicemi. Četnost srážek, se kterým pak souvisí vlhkost vzduchu kolísá mezi 450 a 1500 mm za rok.



Obrázek A.9.1. Schéma geografických faktorů tvořící klima ČR [6]

Zásadní veličiny klimatu pro dimenzování vzduchotechnických případně klimatických systémů:

- Teplota vzduchu, teplota mokrého teploměru, vlhkost vzduchu a entalpie
- Atmosférický tlak
- Intenzita slunečního záření

9.1 Sluneční záření

Teplu na Zemi způsobuje sluneční záření. V našich podmínkách (české republiky) dopadá na jeden metr čtverečný 1200 kWh energie v důsledku slunečního záření, což je hodnota, kterou vydá 250 kg spáleného uhlí. Přibližně 8 minut trvá přenos energie od Slunce na zemský povrch. Sluneční záření je rozdělujeme do tří složek:

- Ultrafialové – má vlnovou délku menší jak 390 nm, a před vniknutím do zemské atmosféry vytváří asi 7 % energie celého elektromagnetického slunečního záření. Většina tohoto záření je pochycena ozonovou vrstvou ve stratosféře.
- Viditelné – jeho vlnová délka je v rozmezí od 390 nm do 760 nm. Toto sluneční záření vytváří barevné spektrum počínaje fialovou barvou a červenou konče. Než vnikne do atmosféry, tvoří asi 48 % energie celého elektromagnetického slunečního záření.
- Infračervené – je poslední záření, které má vlnovou délku větší než 760 nm a tvoří zbývajících 45 % slunečního záření před vniknutím do zemské atmosféry.

Zemskou atmosféru tvoří především dusík a kyslík a zasahuje do výšky přes 1000 km, což je pořád stále relativně malá vrstva. Tyto plyny mají v atmosféře svou funkci a to takovou, že ve výškách nad 60 km pohlcují rentgenové a ultrafialové záření, čímž jsou ionizovány. V nižších vrstvách atmosféry, cca ve 30 až 20 km je zachycováno ultrafialové záření v ozonové vrstvě. Pohlcováním tohoto silného záření se tzv. ozonosféra zahřívá. Atmosféra odrazí pak celkově asi třetinu slunečního záření, část pohltí a rozptýlí, a tím snižuje jeho intenzitu a dochází ke změně jeho spektra. Sluneční záření dělíme na **přímé sluneční záření** a **rozptýlené (difuzní)**. Díky veliké vzdálenosti od Slunce si můžeme dovolit říci, že sluneční záření tvoří svazek paprsků vzájemně rovnoběžných přicházejících do oka pozorovatele. Naproti tomu rozptýlené sluneční záření vzniká v důsledku rozptylu přímých slunečních paprsků na molekulách plyných složek vzduchu, na mikrokapičkách vody a na nejrůznějších aerosolových částicích vyskytujících se v zemské atmosféře. Jednou ze složek difuzního záření pak tvoří i sálání okolních ploch, stavebních objektů, terénu atd. pro popsání dopadu slunečního

záření na Zemi je **intenzita slunečního záření I**, která je definována jako množství zářivé energie dopadající na jednotkovou plochu, která je orientovaná kolmo na sluneční paprsky. Průnik skrze atmosféru intenzitu slunečního záření snižuje, mluvíme pak o míře umenšení intenzity, tzv. součinitel znečištění atmosféry **z**, který je závislý na obsahu příměsí ve vzduchu (tj. kvalita atmosféry podle množství přítomných aerosolů a nejrůznějších plynů, především kyslíku a ozónu) a nadmořské výšce **H** (atmosférickém tlaku). Toto znečištění atmosféry je proměnlivé jak denním, tak ročním cyklu. Jeho typického měsíční hodnoty v rámci české republiky pak uvádí tabulka normy ČSN 73 0548.

Tabulka A.9.1.1. Součinitel znečištění atmosféry

měsíc	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen
z	3	4	5	5	5	4	4	3

Hodnotu dopadajícího slunečního záření na zemský povrch pak definujeme obecně takto:

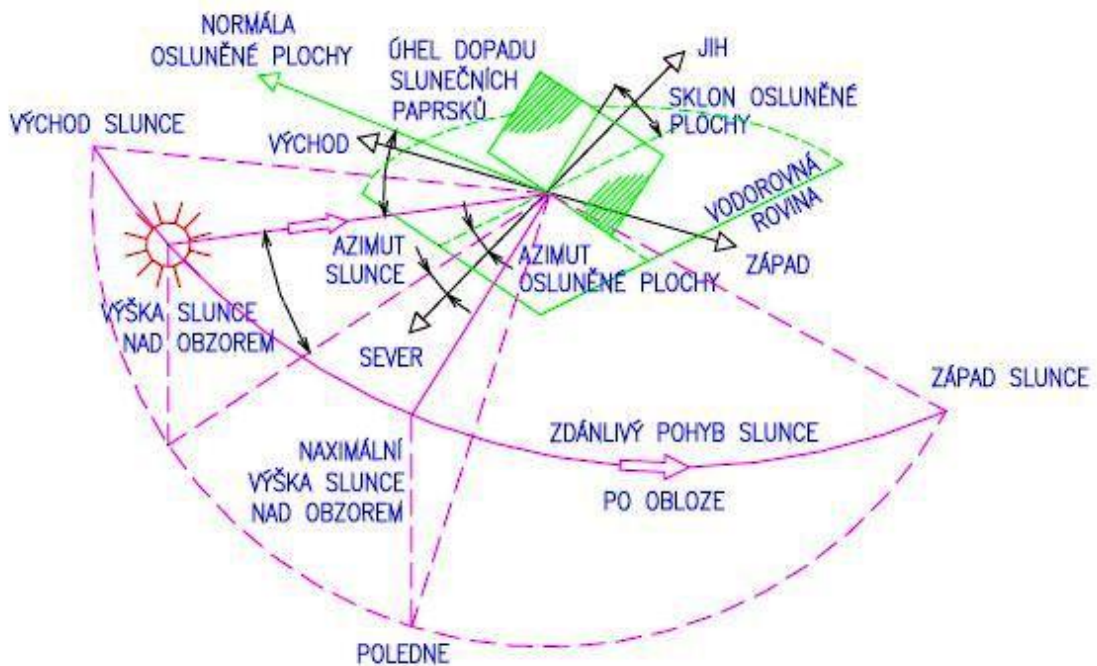
$$I_p = I_k \cdot \exp \left[-0,1 \cdot Z \cdot \left(\frac{16000 - H}{16000 + H} \right)^{-0,8} \right] \quad (1.12)$$

- kde I_k – sluneční konstanta [W/m²]
 z – součinitel znečištění atmosféry [-]
 H – nadmořská výška [m n.m.]
 h – výška slunce nad obzorem [°]

Pro sluneční záření je propustnost atmosféry dána relativní tloušťkou atmosféry, což je trajektorie slunečního paprsku na povrch Země. Je však nezbytné zohlednit zaoblení Zeměkoule a refrakci slunečních paprsků, projevující se v malých výškách Slunce **h**.

„Směr dopadu slunečních paprsků je dán vzájemnou polohou Slunce a osluněné plochy. Zatímco u osluněné plochy jde zpravidla o stálou polohu určenou orientací ke světovým stranám a úhel sklonu od vodorovné roviny, mění se poloha Slunce na obloze v závislosti na čase. Polohu Slunce je výhodné popisovat úhlovými souřadnicemi, pro znázornění pohybu Slunce využíváme představy nehybné Země a Slunce pohybujícího se po

kulové ploše. V každém okamžiku je poloha Slunce dána výškou nad obzorem h a azimutem a . Azimut a je definován jako úhlová odchylka od severu.“ [2]



Obrázek A.9.1.1. Grafické znázornění slunečních souřadnic [7]

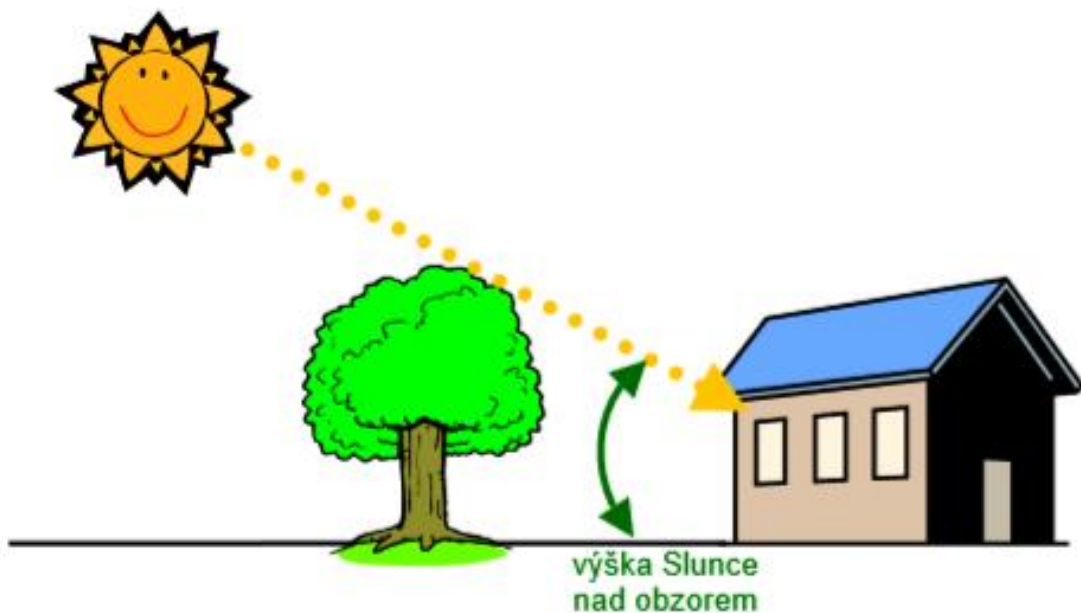
Sluneční deklinace δ znázorňuje, jak se mění poloha Země vůči Slunci s ohledem na natočení zemské osy ke slunci, a zároveň popisuje zeměpisnou šířku, když je v daný den při 12 hodině (v poledne) Slunce kolmo nad obzorem. Dny sluneční rovnodennosti nesou hodnotu 0, a dny slunovratu pak hodnotu přibližně $23,5^\circ$. Zeměpisná šířka je označena jako φ . Další veličinou je časový úhel měřený ve stupních označený jako τ , v době od 12 polední hodiny (uvažujeme potom že během jedné hodiny se Země pootočí o 15° , tzn. že například pro 14. hodinu stanovujeme časový úhel $15^\circ \cdot 14 = 210^\circ$). Skutečný sluneční čas je tedy uvažovaný z idealizovaného rovnoměrného oběhu Země kolem Slunce.

Azimut stěny a_{st} se stanovuje jako odchylka normály stěny (kolmá přímka jdoucí od stěny ven) od severu po směru hodinových ručiček. Celkové sluneční záření, které dopadá na osluněnou plochu lze stanovit následujícím způsobem. Je to součet přímého a difuzního záření. Tabelovány jsou hodnoty celkového slunečního záření, jež dopadá na osluněnou plochu orientované stěny a jeho příslušné hodnoty celkového slunečního záření, které projde jednoduchým oknem. Jelikož stanovit hodnoty tímto způsobem je relativně náročné, používáme zjednodušenou metodu výpočtu tepelné zátěže stěn, ve které se počítá s rovnocennou hodnotou sluneční teploty, zahrnující dopad slunečního záření i vliv teploty vzduchu.

Tabulka A.9.1.2. Intenzita sluneční radiace pro obecnou polohu svislé konstrukce [8]

Intenzita sluneční radiace (W/m^2) dopadající na různě orientované svislé stěny a vodorovnou plochu (H)															
Směr	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
S	59	136	110	117	138	153	163	166	163	153	138	117	110	136	59
SV	98	333	432	417	325	189	163	166	163	153	138	117	92	63	28
V	96	372	555	628	605	505	351	166	163	153	138	117	92	63	28
JV	55	230	407	540	611	615	556	442	289	153	138	117	92	63	28
J	28	63	92	204	340	454	530	556	530	454	340	204	92	63	28
JZ	28	63	92	117	138	153	289	442	556	615	611	540	407	230	55
Z	28	63	92	117	138	153	163	166	351	505	605	628	555	372	92
SZ	28	63	92	117	138	153	163	166	163	189	325	417	432	333	98
H	54	177	332	491	634	747	819	843	819	747	634	491	332	177	54

Maxima sluneční radiace jsou vykazovány vždy na těch stranách, vůči kterým je Slunce na obzoru v poloze nejbližší kolmému směru. Pro východní a západní stranu jsou pak hodnoty sluneční radiace symetrické.



Obrázek A.9.1.2. Výška slunce na obzorem [9]

9.2 Teplota a vlhkost vzduchu

Pro správnou dimenzi klimatizačního zařízení má teplota venkovního vzduchu stěžejní význam. Teplota exteriéru zahrnuje složky proudění vzduchu v atmosféře, teplotu zemského povrchu, dopadajícím slunečním zářením přímého i difuzního, pohltivostí zemského povrchu a v neposlední řadě větrem. To způsobuje, že i málo osluněná místa vykazují vysoké hodnoty teploty vzduchu, a to právě v důsledku proudění teplého z okolních míst.

Průměr teplot během dne harmonicky kolísá. V létě okolo 4 hodiny vykazujeme minimální teploty, v zimě je to až 8 hodiny. Maximální hodnoty pak měříme v létě v rozmezí 13 a 15. hodiny.

Výpočtové hodnoty teploty a vlhkosti vzduchu jsou pro Českou republiku tabulovány za dobu 50ti let. V letním období je teplota vzduchu doprovázena další významnou fyzikální veličinou, kterou je nezpochybnitelně vlhkost vzduchu. Tu můžeme definovat různými způsoby, a to jako běžnou měrnou vlhkost, anebo s pomocí entalpie vzduchu. Minima vlhkosti vzduchu pak měříme v zimním období a maxima v letním období. Je to proto, že v celém ročním cyklu je vykazováno velké kolísání vlhkosti vzduchu, které je silně spojené s teplotou venkovního vzduchu. Během dne se měrná vlhkost či entalpie výrazně nemění.

Tabulka A.9.2.1. Návrhové klimatické hodnoty pro letní a zimní období pro bývalá okresní města České republiky podle ČSN 38 3350 během let 1901-1950 [10]

Město	h (m)	p (kPa)	Zimní období				Letní období		
			t _e (°C)	d	t _{es} (°C)	D	t _a (°C)	h _e (kJkg ⁻¹)	t _m (°C)
Blansko	278	98,0	-15	229	3,3	3360	27	51,2	19,5
Břeclav	159	99,3	-12	215	4,1	2990	30	59,1	20,1
Brno	227	98,5	-12v	222	3,6	3200	29	56,2	19,2
Bruntál	546	94,8	-18v	255	2,7	3900	26	48,2	16,1
Děčín	141	99,6	-12	225	3,8	3200	29	56,2	19,2
Frydek - Místek	300	97,7	-15v	225	3,4	3290	29	53,2	18,5
Havlíčkův Brod	422	96,3	-15v	239	2,8	3630	26	49,8	17,5
Hodonín	162	99,3	-12	208	3,9	2930	30	59,1	20,0
Chomutov	330	97,3	-12v	223	3,7	3190	27	51,2	17,9
Jičín	278	98,0	-15	223	3,5	3230	28	54,1	18,9
Jihlava	516	95,2	-15	243	3,0	3650	27	49,0	17,2
Karviná	230	98,5	-15	223	3,6	3210	29	53,2	18,5
Kolín	223	98,7	-12v	216	4,0	3032	28	57,1	19,5
Kroměříž	207	98,8	-12	217	3,5	3150	29	58,2	19,9
Liberec	357	99,9	-18	241	3,1	3590	27	51,2	17,9
Litoměřice	171	99,2	-12v	222	3,7	3180	29	56,2	19,2
Louny	201	98,9	-12	219	3,7	3140	29	58,2	19,9
Most	230	98,5	-12v	223	3,7	3190	29	56,2	19,2
Náchod	344	97,2	-15	235	3,1	3500	26	49,8	17,5
Nový Jičín	282	98,0	-15v	229	3,3	3370	26	51,9	18,2
Olomouc	226	98,7	-15	221	3,4	3230	29	56,2	19,2
Opava	258	98,1	-15	228	3,5	3310	27	51,2	17,9
Ostrava	217	98,7	-15	219	3,6	3160	29	53,2	18,5
Pardubice	223	98,7	-12v	224	3,7	3200	29	56,2	19,2
Praha	181	99,1	-12	216	4,0	3020	30	54,1	18,9
Přerov	212	98,8	-12	218	3,5	3160	29	58,2	19,9
Prostějov	226	98,7	-15	220	3,4	3210	29	56,2	19,2
Sokolov	403	96,5	-15v	239	3,4	3490	26	49,8	17,5
Strakonice	392	96,7	-15	236	3,3	3470	28	54,1	18,9
Svitavy	447	96,0	-15	235	2,9	3550	27	53,2	18,5
Šumperk	317	97,5	-15v	230	3,0	3450	28	54,1	18,9
Tábor	480	95,6	-15	236	3,0	3540	28	51,9	18,3
Třebíč	406	96,4	-15	247	2,5	3820	28	51,9	18,3
Zlín	234	98,5	-12	216	3,6	3110	27	56,0	19,2

9.3 Tlak vzduchu

Tato složka má pro stanovení vzduchotechnických výpočtů téměř zanedbatelný význam, protože změny tlaku jsou zapříčiněny změnou stavu počasí, které se do výpočtu nezahrnují. Atmosférický tlak má významné projevy jen při velkých nadmořských výškách. V lokalitách 0 m n.m. (na hladině měře) je průměrný tlak 101,4 kPa. Průměrný atmosférický tlak na území české republiky je 98,1 kPa. Konkrétní hodnoty pak pro jednotlivá města jsou dána tabulkou A.9.2.1.

Pro stanovení potřeby tepla pro větrání počítáme s tzv. denostupni D , jež definujeme vztahem:

$$D = d \cdot (t_{is} - t_{es}) \quad (1.13)$$

kde d – počet dnů topného období
 t_{is} – průměrná hodnota teploty vnitřního vzduchu
 t_{es} – průměrná hodnota teploty venkovního vzduchu

Počet denostupňů pro daná města uvádí tabulka A.9.2.1.

9.4 Vítr

Vítr je pojem, kterým pojednáváme o proudění vzduchu v troposféře, způsobeným tlakovými rozdíly. Směr a rychlost větru ovlivňuje reliéf krajiny a zástavba. Rychlost větru nabývá maximálních hodnot v odpoledních hodinách a minimálních hodnot pak večer a přes noc, a to velmi výrazně v zimním a letním období. Můžeme teda tvrdit, že rychlost větru je závislá na denním kolísání teplot. Talkové poměry zapříčiněné působením větru pak vytváří na návětrné straně přetlak a na závětrné straně podtlak, čímž může docházet k ovlivnění množství nasávaného a vyfukovaného vzduchu na fasádě objektu. Tento jev nazýváme obtékání budovy větrem, při které může dojít ke zkratu odpadního vzduchu do sání venkovního vzduchu.

Nejvyšší rychlosti větru jsou pak měřeny při teplotách v rozmezí 0 až 5 °C, při výpočtových tzn. Minimálních teplotních podmínkách je rychlost větru nižší. Ve výpočtu přirozeného větrání se pak posuzuje podle konkrétních podmínek, zdali je například Prostějov více či méně vhodná kombinace nízké teploty a tomu příslušná rychlost větru, nebo naopak vysoké teploty, a jím odpovídající vysoké rychlosti větru. Tyto zjištěné hodnoty pak odpovídají zajištěnosti podmínek na 99,6 %, což znamená, že můžeme v průměrném roce uvažovat méně příznivé klimatické podmínky asi 35 hodin v roce.

9.5 Závěr

„Venkovní klimatické podmínky formují teplotní prostředí v budovách. Výpočtové hodnoty klimatických veličin jsou základním podkladem pro dimenzování vzduchotechnického zařízení (tepelná bilance, výkony výměníků) Stěžejní veličina vnějšího prostředí v letním období je sluneční záření, v zimním období teplota vzduchu. Působení větru na budovu je podstatné z hlediska infiltrace a situování otvorů pro výfuk a sání vzduchu.“ [3]



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

B. VÝPOČTOVÁ ČÁST

B. THE COMPUTATIONAL PART

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Lukáš Sotolář

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. OLGA RUBINOVÁ, Ph.D.

BRNO 2018

1. ÚVOD – VÝPOČTOVÁ ČÁST

Samostatně stojící sportovní hala je tvořena dvěma hlavními částmi: tělocvična a zázemí tělocvičny. Tělocvična tvoří samotnou část a zázemí tělocvičny jsou všechny ostatní místnosti: zádveří, vstupní hala, chodba, technická místnost, kancelář, sklad, nářadovna, šatna pro muže se sprchami, šatna pro ženy se sprchami, veřejné WC pro muže, ženy a invalidní osoby a úklidovou komorou. Obloukový nosný systém je tvořen dřevěnými vazníky přimontovaných na atypických prefabrikovaných železobetonových prvcích, které jsou zakotveny do železobetonových patek. Přilehlé zázemí tělocvičny má potom konstrukční výšku 3,660 m a světlou výšku 3,000 m. Střešní plášť je navržený z dřevěného bednění opatřený tepelně izolační vrstvou a povrchem z hydroizolační folie z PVC. Obvodové opláštění tělocvičny je provedeno systémem HELUZ. Výplně otvorů jsou v platových oken s běžným zasklením. Tělocvična dosahuje světlé výšky v rozmezí od 5,28 m do 12,19 m. Tato velké rozpětí je způsobeno obloukovým tvarem střešní konstrukce.

2. KLIMATICKÉ PODMÍNKY

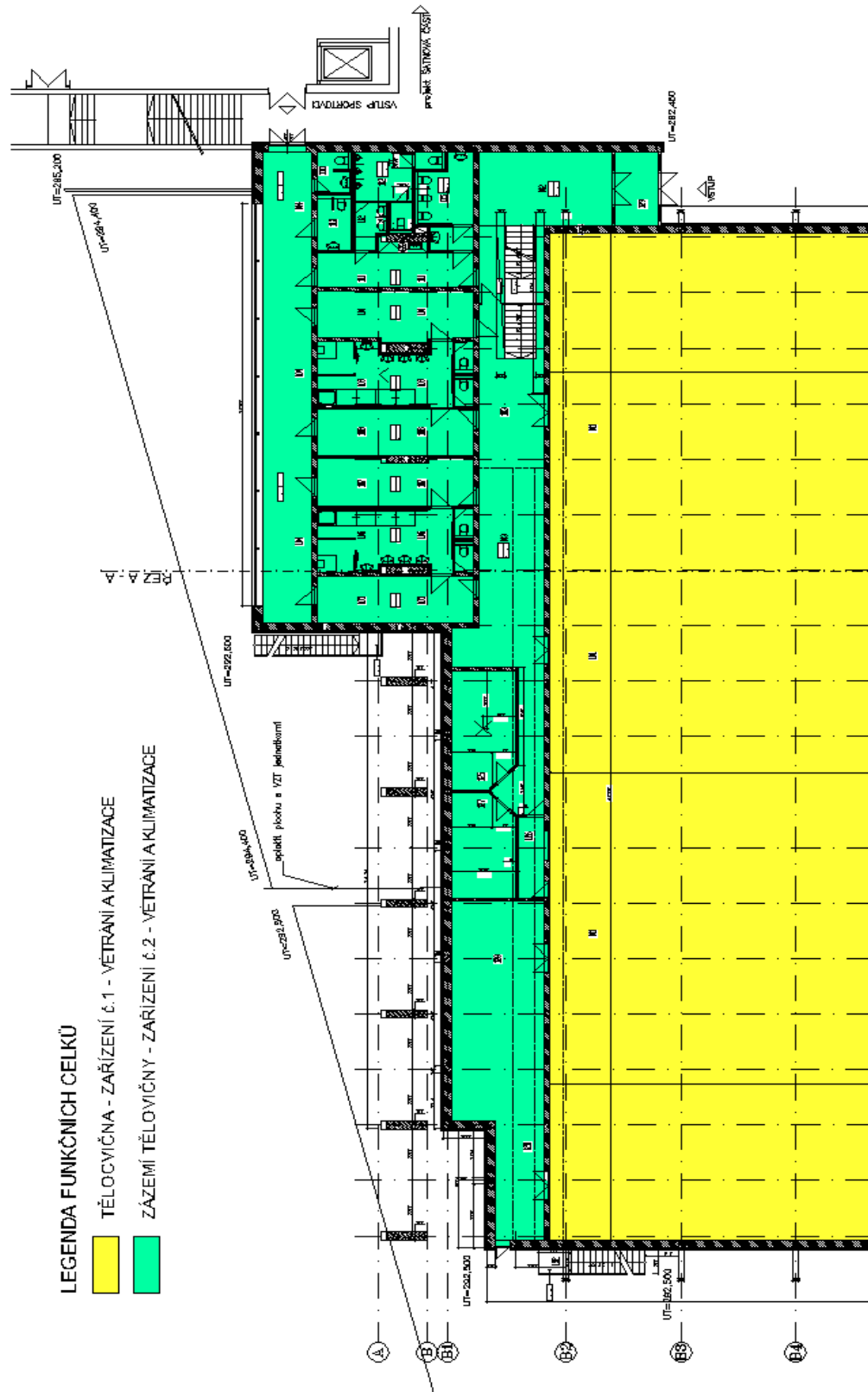
Objekt je umístěn v lokalitě Brno, a tudíž všechny návrhové klimatické podmínky byly stanoveny pro tuto oblast. Tyto podmínky shrnuje tabulka níže.

Tabulka B.2.1. Klimatické podmínky pro Brno

BRNO	Teplota [°C]	Entalpie [kJ/kg]
Léto	30	57,5
Zima	-12	-

3. ANALÝZA OBJEKTU

Celou stavbu jsem rozdělil na dva celky. Každý z těchto celků bude obsluhovat samostatná vzduchotechnická jednotka. Tělocvična je prvním celkem a bude obsluhována čtyřmi stejnými jednotkami VZT 1, která budou umístěny venku na jihozápadní straně od sportovní haly. Jedná se o plochou střechu, která je dostupná vnějším schodištěm. Zázemí sportovní haly bude obsluhovat jednotka VZT 2, umístěná v místnosti 1.27.



Obrázek B.3.1. Rozdělení objektu na funkční části

4. TEPELNÉ ZTRÁTY

4.1 Výpočet součinitele tepla „U“

Výpočet součinitele prostupu jsem stanovil dle příslušných vzorců uvedených v normě ČSN 730540 2:2011.

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

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

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

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

Tabulka B.4.1.1. Přehled přestupu tepla na vnější a vnitřní straně

Konstrukce	R_{si} [m ² K/W]	R_{si} [m ² K/W]
Vnější stěna	0,13	0,4
Střecha	0,1	0,4
Podlaha na zemině	0,17	0

Tabulka B.4.1.2. Výpočet součinitele prostupu tepla vnější stěny

konstrukce	č.v.	materiál	d [m]	λ [W/mK]	R_i [m ² K/W]	ΣR_i [m ² K/W]	R_{si} [m ² K/W]	R_{se} [m ² K/W]	R_T [m ² K/W]	U [W/m ² K]	$U_{n,rc}$ [W/m ² K]
Obvodová stěna	1	Omítka vápenná	0,02	0,88	0,02	6,20	0,13	0,04	6,37	0,16	0,20
	2	HELUZ PLUS 38 broušená	0,38	0,13	3,04						
	3	Tep. izolace EPS	0,11	0,04	2,97						
	4	Omítka perlitová	0,02	0,12	0,17						

Tabulka B.4.1.3. Výpočet součinitele prostupu tepla střešního pláště

konstrukce	č.v.	materiál	d [m]	λ [W/mK]	R_i [m ² K/W]	ΣR_i [m ² K/W]	R_{si} [m ² K/W]	R_{se} [m ² K/W]	R_T [m ² K/W]	U [W/m ² K]	$U_{n,rc}$ [W/m ² K]
střešní plášť	1	Hydroizolační folie PVC	0,002	0,20	0,01	5,93	0,10	0,04	6,07	0,16	0,16
	2	Hydroizolační folie PVC	0,002	0,20	0,01						
	3	Paropropustná folie	0,001	0,20	0,01						
	4	OSB deska	0,02	0,08	0,27						
	5	Paropropustná folie	0,001	0,20	0,01						
	6	Tepelná izolace XPS	0,06	0,03	1,76						
	7	Tepelná izolace XPS	0,06	0,03	1,76						
	8	Tepelná izolace XPS	0,06	0,03	1,76						
	9	Paropropustná folie	0,00	0,20	0,01						
	10	Dřevěné bednění	0,06	0,18	0,33						

Tabulka B.4.1.4. Výpočet součinitele prostupu tepla podlahy v tělocvičně

konstrukce	č.v.	materiál	d [m]	λ [W/mK]	R_i [m ² K/W]	ΣR_i [m ² K/W]	R_{sj} [m ² K/W]	R_{se} [m ² K/W]	R_T [m ² K/W]	U [W/m ² K]	$U_{n,rc}$ [W/m ² K]
Podlaha v tělocvičně	1	Přůž tvrdá	0,02	0,16	0,10	2,54	0,17	0,00	2,71	0,37	0,55
	2	Asfaltový pás typ "R"	0,00	0,10	0,01						
	3	Dřevěná rohož	0,05	0,18	0,28						
	4	Betonová z keramzitu	0,05	0,28	0,18						
	5	Tepelná izolace XPS	0,06	0,03	1,76						
	6	Hydroizolace	0,00	0,20	0,02						
	7	ŽB deska	0,25	1,36	0,18						

4.2 Výpočet tepelných ztrát

Provedený výpočet JE v souladu s normou ČSN EN 12 831. Výpočet tepelných ztrát byl provedený zjednodušenou metodou, tj. že lineární vazby ΔU byly stanoveny příslušnými tabulkovými veličinami. Celkové tepelné ztráty se potom skládají ze ztrát přímo do venkovního prostředí a tepelných ztrát vytápěných na rozdílné teploty a tepelných ztrát zeminou. Tepelné ztráty větráním nebyly ve výpočtu zohledněny.

Tabulka B.4.2.1. Tepelné ztráty místnosti 101 TĚLOCVIČNA

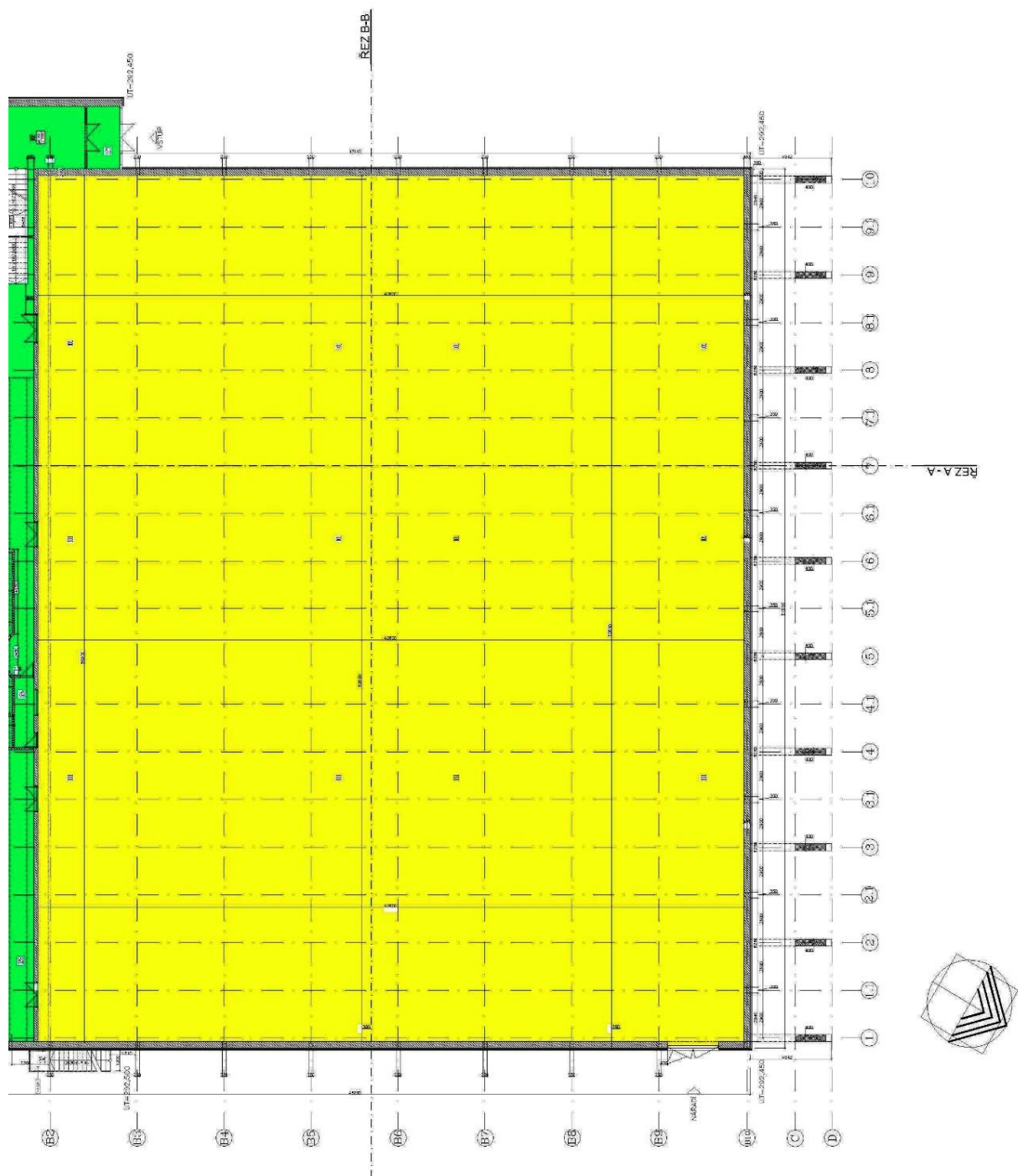
101	TĚLOCVIČNA				Výpočtová vnitřní teplot		Výpočtová venkovná teplota	
					15		-12	
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí								
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU	Ukc	ek	Ak.Ukc.ek	
SN1	Venkovní stěna SZ	433,86	0,16	0,02	0,16	1,00	69,42	
SN2	Venkovní stěna SV	2078,55	0,16	0,02	0,16	1,00	332,57	
SN3	Venkovní stěna JV	424,56	0,16	0,02	0,16	1,00	67,93	
DV1	Dveře do exteriéru	9,30	1,80	0,02	1,12	1,00	10,42	
ST1	Střecha	2 276,17	0,16	0,02	0,14	1,00	318,66	
Celková měrná tepelná ztráta přímá do venkovního prostředí $H_{t,ie} = \sum k Ak.Ukc.ek$							798,99	
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty								
Č.k.	Popis	Ak	Uk	fij	Ak.Uk.fij			
SN4	Vnitřní stěna	116,91	0,60	-0,17	-11,71			
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů rozdílných teplot $H_{t,ij} = \sum k Ak.Ukc.fij$							-11,714382	
Tepelné ztráty zeminou								
Č.k.	Popis	Ak	Uequiv,bf	Ak.Uequiv,bf	fg1	fg2	Gw	fg1*fg2.Gw
PDL1	Podlaha na zemi-ně	2 165,36	0,37	801,18	1,45	0,42	1,00	0,61
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{t,ig} = (\sum k Ak.Uequiv,bf).fg1.fg2.Gw(W/K)$							487,92	
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i} = H_{t,ie} + H_{t,ij} + H_{t,ig}$							1 275,20	
θ_{int}	θ_e	$\theta_{int} - \theta_e$	$H_{T,i}$		Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i} (W)$			
15	-12	27	1 275,20		34 430,41			
Celková tepelná ztráta					34 430		[W]	

kde

Ak	plocha části (k) konstrukce budovy [m ²]
Uk	součinitel prostupu tepla čisti konstrukce (k) [m ² K/W]
ΔU	korekční součinitel [m ² K/W]
Ukc	korekční součinitel prostupu tepla části konstrukce budovy (k) [m ² K/W]
ek	korekční součinitel exponování [-]
fij	součinitel redukce teploty [-]
Uequiv,bf	ekvivalentní součinitel prostupu tepla konstrukce v kontaktu se zeminou [-]
fg1	opravný součinitel [-]
fg2	opravný teplotní součinitel [-]
Gw	opravný součinitel na vliv spodní vody [-]

5. TEPELNÁ ZÁTĚŽ TĚLOCVIČNY

Tepelná zátěž pro výpočet byla uvažována z exteriéru do interiéru. Z exteriéru je uvažován tepelný zisk oken radiací, tepelný zisk oken konvekce, tepelná zátěž stěny (těžké stěny) a tepelná zátěž střešního pláště sportovní haly. Z vnitřního prostředí je uvažována produkce tepla od lidí a osvětlení. Tepelná zátěž je provedena v souladu s normou ČSN 730548.



Obrázek B.5.1. Orientace sportovní haly ke světovým stranám

5.1 Intenzita sluneční radiace

- doba výpočtu byla zadána ve 12 hodin
- provoz haly je celodenní
- výška slunce nad obzorem ve 12 hodin je pro měsíc červen a pro 50° s.š. stanovena výpočtem
- sluneční azimut je ve 12 hodin pro měsíc červen $\alpha = 180^\circ$

5.2 SN1 – Tepelná zátěž stěny z vnějšího prostředí (severozápadní stěna)

$$Q_{sn1} = U_s \cdot S \cdot (t_{rm} - t_i) \text{ [W]}$$

$$Q_{sn1} = 0,16 \cdot 433,86 \cdot (34,6 - 15) \text{ [W]}$$

$$\underline{Q_{sn1} = 1361 \text{ [W]}}$$

5.3 SN2 – Tepelná zátěž stěny z vnějšího prostředí (severovýchodní stěna)

$$Q_{sn2} = U_s \cdot S \cdot (t_{rm} - t_i) \text{ [W]}$$

$$Q_{sn2} = 0,16 \cdot 278,86 \cdot (34,6 - 15) \text{ [W]}$$

$$\underline{Q_{sn2} = 873,53 \text{ [W]}}$$

5.4 SN3 – Tepelná zátěž stěny z vnějšího prostředí (jihovýchodní stěna)

$$Q_{sn3} = U_s \cdot S \cdot (t_{rm} - t_i) \text{ [W]}$$

$$Q_{sn3} = 0,16 \cdot 424,56 \cdot (45,6 - 15) \text{ [W]}$$

$$\underline{Q_{sn3} = 2010,72 \text{ [W]}}$$

Celková tepelná zátěž stěn z vnějšího prostředí

$$Q_{s,celkové} = Q_{sn1} + Q_{sn2} + Q_{sn3} \text{ [W]}$$

$$Q_{s,celkové} = 1361 + 873,51 + 2010,72 \text{ [W]}$$

$$\underline{Q_{s,celkové} = 4245,23 \text{ [W]}}$$

5.5 Tepelná zátěž sluneční radiace pro okna

Osluněná část okna

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

$$S_{os} = [2,8 - (0,044 - 0,1)] \cdot (2,7 - (0,39 - 0,1)) \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\underline{S_{os} = 6,88 \text{ [m}^2\text{]}}$$

- 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]

Vodorovný stín

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

$$e_1 = 0,165 \cdot \tan |120 - 135| \text{ [m]}$$

$$\underline{e_1 = 0,044 \text{ [m]}}$$

- kde chloubka okna (venkovní nadpraží) [m]
 αazimut slunce [°]
 γazimut stěny [°]

Svislý stín

$$e_2 = d \cdot (\tan h_s / |\alpha - \gamma|) \text{ [m]}$$

$$e_2 = 0,5 \cdot (\tan 37 / |120 - 135|) \text{ [m]}$$

$$\underline{e_2 = 0,39 \text{ [m]}}$$

Tepelný zisk okna radiací

$$Q_{or} = [S_{os} \cdot l_o \cdot c_o + (S_o - S_{os}) l_{odif}] \cdot s \text{ [W]}$$

$$Q_{or} = [6,88 \cdot 316 \cdot 0,85 + (9,3 - 6,88) 141] \cdot 0,55 \text{ [W]}$$

$$\underline{Q_{or} = 1204,05 \text{ [W]}}$$

kde S_{os}osluněná část okna [m²]
 I_ocelková intenzita radiace procházející oknem [Wm⁻²]
 C_okorekce na čistotu atmosféry [-]
 S_oplocha zasklení okna [m²]
 I_{odif} intenzita difúzní radiace procházející oknem [Wm⁻²]
 sstínící součinitel [-]

Tepelný zisk okna konvekcí

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

$$Q_{ok} = 9,3 \cdot 1,2 \cdot (45,6 - 24) \text{ [W]}$$

$$\underline{Q_{ok} = 241 \text{ [W]}}$$

Celková tepelná zátěž oken

$$Q_{o,celkové} = Q_{or} + Q_{ok} \text{ [W]}$$

$$Q_{s,celkové} = 1204,05 + 241 \text{ [W]}$$

$$\underline{Q_{s,celkové} = 1445,05 \text{ [W]}}$$

5.6 SN4 – Tepelná zátěž střešního pláště

Tepelná zátěž od střešního pláště byla provedena dle normy ČSN 730548. Vzhledem k obloukovému tvaru střechy byla pro výpočet použita metoda obecně orientované plochy konstrukce, která se pro zjednodušení výpočtu rozdělila na 3 části. Pro každou tuto část byl výpočet proveden zvlášť kvůli jistému odklonu od slunce jedné strany střechy vůči druhé viz obrázek:

Průběh teplot venkovního vzduchu během dne

$$t_e = t_{e,max} - A [1 - \sin(15\tau - 135)] \text{ [}^\circ\text{C]}$$

$$t_e = 30 - 7 \cdot [1 - \sin(15 \cdot 12 - 135)] \text{ [}^\circ\text{C]}$$

$$\underline{t_e = 27,95 \text{ [}^\circ\text{C]}}$$

kde $t_{e,max}$maximální teplota v příslušném dnu [°C]
 Aamplituda kolísání teplot venkovního vzduchu [K]

τsluneční čas [h]

Sluneční deklinace

$$\delta = -23,5 \cos(30 \cdot M)$$

$$\delta = -23,5 \cos(30 \cdot 6)$$

$$\underline{\delta = 23,5}$$

kde M.....číslo měsíce

Výška slunce nad obzorem

$$\sin h = 0,766 \sin \delta - 0,643 \cos \delta \cdot \cos (15\tau) [^\circ]$$

$$\sin h = 0,766 \sin 23,5 - 0,643 \cos 23,5 \cdot \cos (15 \cdot 12) [^\circ]$$

$$\sin h = 0,894 [^\circ]$$

$$\underline{h = 63,4 [^\circ]}$$

kde τsluneční čas [h]

δsluneční deklinace [-]

Intenzita sluneční radiace

$$I_d = 1350 \exp \{ \{-0,1z \{ [(16 - H)/(16 + H)] / \sin h \}^{0,8} \} \} [W/m^2]$$

$$I_d = 1350 \exp \{ \{-0,1 \cdot 5 \cdot \{ [(16 - 0,3)/(16 + 0,3)] / \sin 63,4 \}^{0,8} \} \} [W/m^2]$$

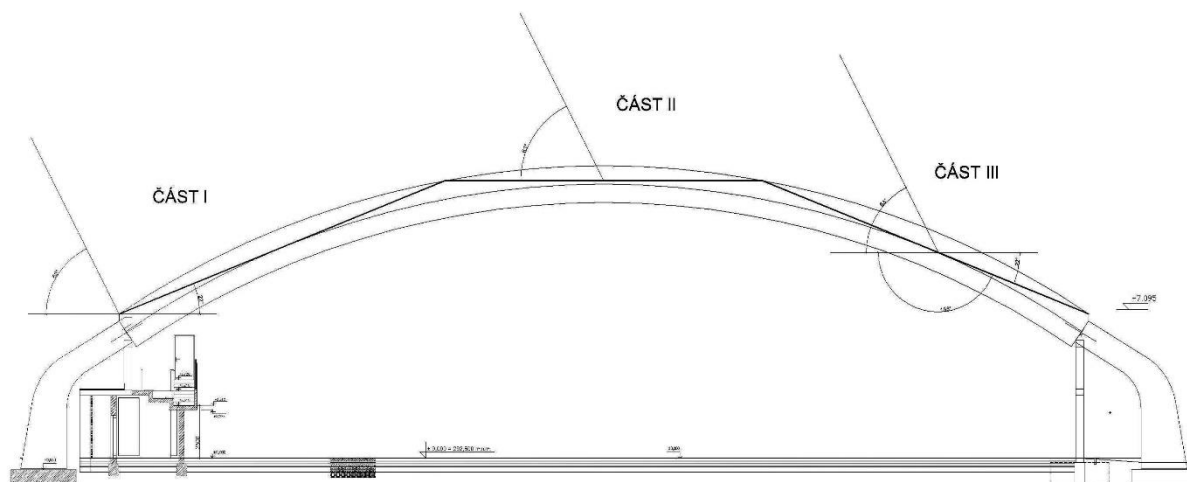
$$\underline{I_d = 794 [W/m^2]}$$

kde z.....součinitel znečištění atmosféry dle ČSN 73 0548 pro červen = 5

Sos.....osluněná část okna [m²]

H.....nadmořská výška (průměr měst pro ČSSR) = 0,3 [km]

h.....výška slunce nad obzorem [°]



Obrázek B.5.6.1. Rozdělení střešního pláště na části různě orientované vůči směru slunečnímu záření

Úhel mezi normálou osluněného povrchu a směru paprsku pro střešní konstrukci část I.

$$\cos\theta = \sin h \cdot \cos \alpha + \cos h \cdot \sin \alpha \cdot \cos (a-\gamma) \text{ [}^\circ\text{]}$$

$$\cos\theta = \sin \cos 63,4 \cdot \cos 22 + \cos 63,4 \cdot \sin 22 \cdot \cos (180-150) \text{ [}^\circ\text{]}$$

$$\underline{\cos\theta = 0,97431 \text{ [}^\circ\text{]}}$$

$$\theta = 13 \text{ [}^\circ\text{]}$$

kde hvýška slunce nad obzorem [°]
 αúhel konstrukce s vodorovnou rovinou sevřený s odvrácenou stranou od slunce [°]
 aazimutový úhel slunce ve 12:00 hodin [°]
 γúhel normály konstrukce vzatý stejně jako azimutový uhel slunce [°]

Intenzita slunečního záření v přímém směru

$$I_{p,směr} = I_d \cdot \cos \theta \text{ [W/m}^2\text{]}$$

$$I_{p,směr} = 794,06 \cdot 0,97431 \text{ [W/m}^2\text{]}$$

$$\underline{I_{p,směr} = 774 \text{ [W/m}^2\text{]}}$$

kde I_dsluneční intenzita sluneční radiace
 $\cos \theta$hodnota cosinus uhlu θ [-]

Průměrná rovnícenná sluneční teplota vnějšího vzduchu za 24 hodin

$$t_{mr} = t_e + [(I_{p,směr} \cdot \epsilon) / \alpha] [^{\circ}\text{C}]$$

$$t_{mr} = 27,95 + [(774 \cdot 0,8) / 25] [^{\circ}\text{C}]$$

$$\underline{t_{mr} = 53 [^{\circ}\text{C}]}$$

- kde h.....výška slunce nad obzorem [°]
t_e.....průběh teplot venkovního vzduchu během dne [°C]
I_d.....intenzita přímé sluneční radiace [W/m²]
ε.....emisivita = 0,8
α..... = 25

Tepelný zisk od střešního pláště (lehká konstrukce)

$$Q_1 = S \cdot U \cdot (t_{mr} - t_i) [W]$$

$$Q_1 = 869,32 \cdot 0,16 \cdot (53 - 24) [W]$$

$$\underline{Q_1 = 3993 [W]}$$

- Kde S.....plocha střešní konstrukce části I [m²]
U.....součinitel prostupu tepla střešního pláště [W/m²K]
t_{mr}.....průměrná rovnícenná sluneční teplota vnějšího vzduchu za 24 hodin [°C]
t_i.....teplota interiéru [°C]

Úhel mezi normálou osluněného povrchu a směru paprsku pro střešní konstrukci části II.

$$\cos\theta = \sin h \cdot \cos \alpha + \cos h \cdot \sin \alpha \cdot \cos (a-\gamma) [^{\circ}]$$

$$\cos\theta = \sin 63,4 \cdot \cos 0 + \cos 63,4 \cdot \sin 0 \cdot \cos (180-150) [^{\circ}]$$

$$\underline{\cos\theta = 0,89415 [^{\circ}]}$$

$$\theta = 27 [^{\circ}]$$

- kde h.....výška slunce nad obzorem [°]
α.....úhel konstrukce s vodorovnou rovinou sevřený s odvrácenou stranou od slunce [°]
a.....azimutový úhel slunce ve 12:00 hodin [°]
γ.....úhel normály konstrukce vzatý stejně jako azimutový uhel slunce [°]

Intenzita slunečního záření v přímém směru

$$I_{p,směr} = I_d \cdot \cos \theta \text{ [W/m}^2\text{]}$$

$$I_{p,směr} = 794,06 \cdot 0,89415 \text{ [W/m}^2\text{]}$$

$$\underline{I_{p,směr} = 710 \text{ [W/m}^2\text{]}}$$

kde I_dsluneční intenzita sluneční radiace
 $\cos \theta$hodnota cosinus uhlu θ [-]

Průměrná rovnocenná sluneční teplota vnějšího vzduchu za 24 hodin

$$t_{mr} = t_e + [(I_{p,směr} \cdot \epsilon) / \alpha] \text{ [}^\circ\text{C]}$$

$$t_{mr} = 27,95 + [(710 \cdot 0,8) / 25] \text{ [}^\circ\text{C]}$$

$$\underline{t_{mr} = 51 \text{ [}^\circ\text{C]}}$$

kde hvýška slunce nad obzorem [$^\circ$]
 t_eprůběh teplot venkovního vzduchu během dne [$^\circ\text{C}$]
 I_dintenzita přímé sluneční radiace [W/m^2]
 ϵemisivita = 0,8
 α = 25

Tepelný zisk od střešního pláště (lehká konstrukce)

$$Q_2 = S \cdot U \cdot (t_{mr} - t_i) \text{ [W]}$$

$$Q_2 = 780,52 \cdot 0,16 \cdot (51 - 24) \text{ [W]}$$

$$\underline{Q_2 = 3331 \text{ [W]}}$$

kde Splocha střešní konstrukce části I [m^2]
 Usoučinitel prostupu tepla střešního pláště [$\text{W/m}^2\text{K}$]
 t_{mr}průměrná rovnocenná sluneční teplota vnějšího vzduchu za 24 hodin [$^\circ\text{C}$]
 t_iteplota interiéru [$^\circ\text{C}$]

Úhel mezi normálou osluněného povrchu a směru paprsku pro střešní konstrukci části III.

$$\cos\theta = \sin h \cdot \cos \alpha + \cos h \cdot \sin \alpha \cdot \cos (a-\gamma) [^\circ]$$

$$\cos\theta = \sin 63,4 \cdot \cos (-22) + \cos 63,4 \cdot \sin (-22) \cdot \cos (180-150) [^\circ]$$

$$\underline{\cos\theta = 0,68378 [^\circ]}$$

$$\theta = 47 [^\circ]$$

- kde h.....výška slunce nad obzorem [°]
α.....úhel konstrukce s vodorovnou rovinou sevřený s odvrácenou stranou od slunce [°]
a.....azimutový úhel slunce ve 12:00 hodin [°]
γ.....úhel normály konstrukce vzatý stejně jako azimutový uhel slunce [°]

Intenzita slunečního záření v přímém směru

$$I_{p,směr} = I_d \cdot \cos \theta [W/m^2]$$

$$I_{p,směr} = 794,06 \cdot 0,68378 [W/m^2]$$

$$\underline{I_{p,směr} = 543 [W/m^2]}$$

- kde I_dsluneční intenzita sluneční radiace
 $\cos \theta$hodnota cosinus uhlu θ [-]

Průměrná rovnocenná sluneční teplota vnějšího vzduchu za 24 hodin

$$t_{mr} = t_e + [(I_{p,směr} \cdot \epsilon) / \alpha] [^\circ C]$$

$$t_{mr} = 27,95 + [(543 \cdot 0,8) / 25] [^\circ C]$$

$$\underline{t_{mr} = 45 [^\circ C]}$$

- kde h.....výška slunce nad obzorem [°]
 t_eprůběh teplot venkovního vzduchu během dne [°C]
 I_dintenzita přímé sluneční radiace [W/m²]
ε.....emisivita = 0,8
α..... = 25

Tepelný zisk od střešního pláště (lehká konstrukce)

$$Q_3 = S \cdot U \cdot (t_{mr} - t_i) \text{ [W]}$$

$$Q_3 = 869,32 \cdot 0,16 \cdot (45 - 24) \text{ [W]}$$

$$\underline{Q_3 = 2966 \text{ [W]}}$$

- kde S.....plocha střešní konstrukce části I [m²]
U.....součinitel prostupu tepla střešního pláště [W/m²K]
t_{mr}.....průměrná rovnocenná sluneční teplota vnějšího vzduchu za 24 hodin [°C]
t_i.....teplota interiéru [°C]

Celková tepelná zátěž střešního pláště

$$Q_{\text{celkové}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 \text{ [W]}$$

$$Q_{\text{celkové}} = 3993 + 3331 + 2966 \text{ [W]}$$

$$\underline{Q_{\text{celkové}} = 10290 \text{ [W]}}$$

5.7 Produkce tepla od lidí

$$Q_{\text{lidé}} = n \cdot 6,2 \cdot (36 - t_i) \text{ [W]}$$

$$Q_{\text{lidé}} = 100 \cdot 6,2 \cdot (36 - 24) \text{ [W]}$$

$$Q_{\text{lidé}} = 7440 \text{ [W]}$$

- kde n.....počet osob
t_i.....teplota interiéru [°C]

5.8 Produkce tepla od svítidel

$$Q_{sv} = S_v \cdot P_s \cdot c_1 \cdot c_2 \text{ [W]}$$

$$Q_{sv} = 2165,36 \cdot 15 \cdot 1 \cdot 1 \text{ [W]}$$

$$Q_{sv} = 32480,04 \text{ [W]}$$

kde S_vpodlahová plocha zmenšená o přirozeně osvětlenou plochu u oken [m]
 P_svýkon osvětlení [W/m²]
 c_1součinitel současnosti používání svítidel [-]
 c_2zbytkový součinitel 1 [W]

5.9 Vodní zisky

$$Q_l = n_l \cdot m_l \text{ [g/h]}$$

sportující $Q_l = 50 \cdot 250 = 12500 \text{ [g/h]}$

diváci $Q_l = 50 \cdot 98 = 4900 \text{ [g/h]}$

$$Q_l = 12500 + 4900 = 17400 \text{ [g/h]}$$

kde n_lpočet osob
 m_lprodukce vodní páry na osobu [g/h]

5.10 Závěr

Tabulka B.5.10.1. Přehled výsledků tepelné zátěže

Přehled výsledků tepelné zátěže [W]	[W]
tepelné zisky vnějších stěn	4 245
tepelné zisky oken	1 445
tepelné zisky střešního pláště	10 290
tepelné zisky od lidí	7 440
tepelné zisky od svítidel	32 480
Σ	55 900

6. TLAKOVÉ POMĚRY MÍSTNOSTÍ

VZT zařízení 1 pro tělocvičnu bude rovněž pracovat v rovnotlakém režimu bez žádného výskytu přetlaku, protože bude zajišťovat pouze výměnu vzduchu na hrací ploše.

Zařízení VZT 2 pro zázemí tělocvičny bude navrženo tak, aby pracovalo v rovnotlakém režimu. S přetlaky v místnostech se počítá na odvod z přilehlých místností. Přetlaky v místnostech 105 a 107 bude zajištěn odvodem do místnosti 106 a to mřížkami ve dveřích o rozměrech 500 x 125 mm. Stejným způsobem bude zajištěné

tlakové vyrovnání přetlaku z místností 108 a 110 do místnosti 109, stejně tak z chodby 111 do sociálních zařízení 115 a 112. Přetlak z chodby 104 bude odveden do místností 113 a 130 mřížkami ve dveřích o rozměrech 500 x 125 mm a z chodby 103 do kotelny 125 stejnou mřížkou ve dveřích o rozměrech 500 x 125 mm.

Tabulka B.6.1. Potřebná výměna vzduchu pro jednotlivé prvky

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

Tabulka B.6.2. Přehled tlakových poměrů

Tlakové poměry							
Podlaží	č.m.	Název	Plocha	Objem	VZD/h	Přívod	Odvod
Zařízení č.1 - Klamatizace tělocvičny							
1.	101	Tělocvična	2165,36	21715,55	1,5x	33000	33000
					Σ	33000	33000
Podlaží	č.m.	Název	Plocha	Objem	VZD/h	Přívod	Odvod
Zařízení č. 2 - Větrání zázemí tělocvičny							
1.	104	Chodba	60,50	181,51	2x	560	360
1.	105	Šatna muži L	17,16	51,47	-	700	150
1.	106	Sprchy muži	21,46	64,37	-	-	1100
1.	107	Šatna muži P	16,81	50,43	-	700	150
1.	108	Šatna ženy L	16,62	49,85	-	700	150
1.	109	Sprchy ženy	21,60	64,79	-	-	1100
1.	110	Šatna ženy P	17,73	53,18	-	700	150
1.	111	Chodba	12,68	38,04	2x	650	-
1.	112	WC muži	12,81	38,42	-	-	340
1.	113	WC invalide	4,48	13,44	-	-	100
1.	115	WC ženy	10,80	32,41	-	-	310
1.	130	Úklidová komora	3,14	9,41	-	-	100
1.	129	Zádveří	7,44	22,32	-	-	-
1.	102	Hala	22,65	67,96	-	-	-
1.	103	Chodba	80,44	241,31	2x	600	500
1.	125	Kotelna	16,80	50,40	2x	-	100
1.	127	Strojovna VZT	14,89	44,68	3x	100	100
1.	126	Sklad	5,30	15,90	3x	50	50
1.	128	Nářad'ovna	61,46	184,38	3x	50	50
					Σ	4810	4810

7. TEPELNÁ BILANCE

Tabulka B.7.1. Tepelné bilance přiváděného vzduchu

zisky [W]	ztráty [W]	V (m ³ /s)	P [kg/m ³]	c [J/kgK]	teplota zima [°C]	teplota léto [°C]
56000	34430	9	1,2	1010	15	26
t _p	=	(-Q + (V x ρ x c) x t _i) / (V x ρ x c) [°C]				
léto	chlazení	20,9				
zima	vytápění	18,2				

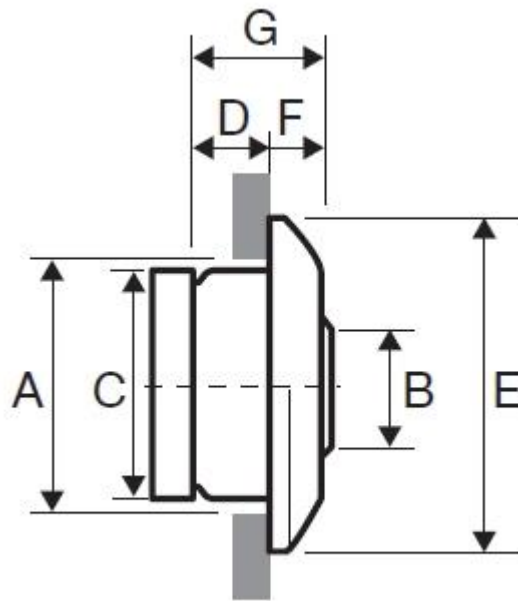
8. DISTRIBUCE VZDUCHU

8.1 Distribuční prvky tělocvičny

Přívod vzduchu do sportovní haly bude zajištěn pomocí dýz typu NZL-W 450 od výrobce ELEKTRODESING VENTILÁTORY, s.r.o. Dýzy s dlouhým dosahem a možností ručního otáčení o 360° a odklonu až o 30° pro vytvoření kompaktního proudu vzduchu, budou namontovány přes přípojovací přírubu přímo na přívodní potrubí. Dýzy mají optimalizovaný desing pro zajištění nízké hlučnosti. Potrubí bude použito kruhové přívodní potrubí typu SPIRO. Maximální průměr potrubí je 1200 mm a nejmenší průměr roury je 500 mm.

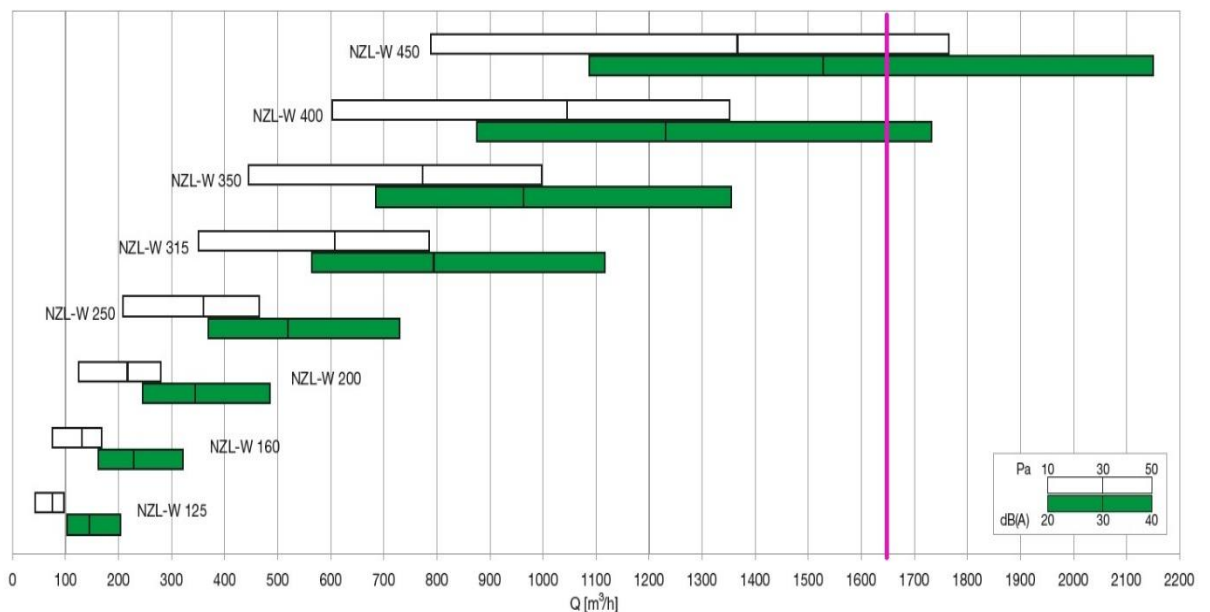


Obrázek B.8.1.1. Dýza NZL-W 450 [11]



A	B	C	D	E	F	G
470	276	448	233	520	41	274

Obrázek B.8.1.2. Dýza NZL-W 450, rozměry [12]

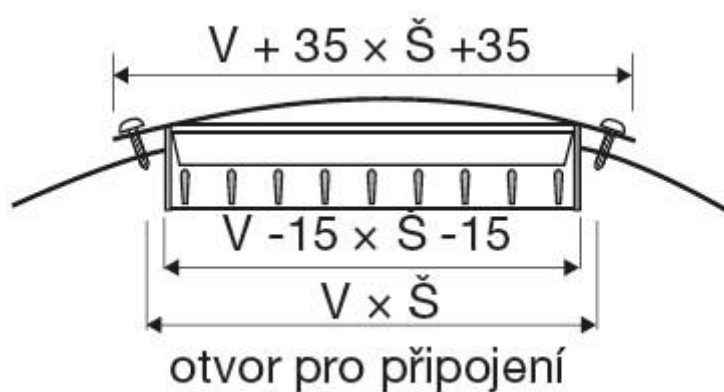


Obrázek B.8.1.3. Tabulka pro určení tlakové ztráty a akustického výkonu přívodních dýz

Odvod vzduchu ze sportovní haly bude zajištěn odvodními mřížkami. Odvodní mřížky typu KVK/KVP 1000x200 mm. Výústky budou vyrobeny z ocelového plechu a budou namontovány přímo na odvodním potrubí, které bude stejně jako přívodní typu SPIRO.



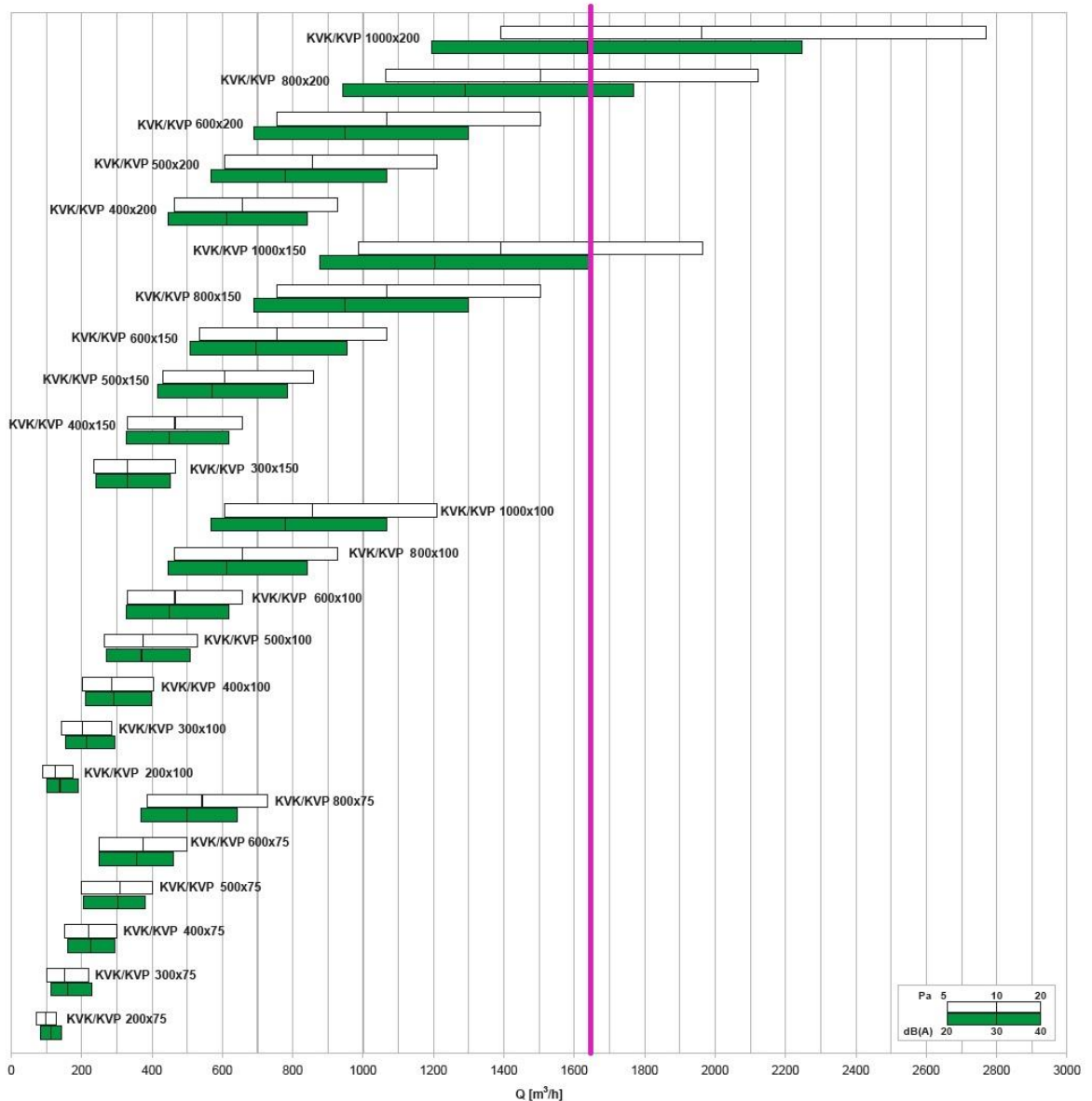
Obrázek B.8.1.4. Odvodní mřížka ocelová |KVK/KVP 1000x200 mm [13]



Š	V
300	100

Obrázek B.8.1.5. Odvodní mřížka ocelová |KVK/KVP 1000x200 mm – rozměry [14]

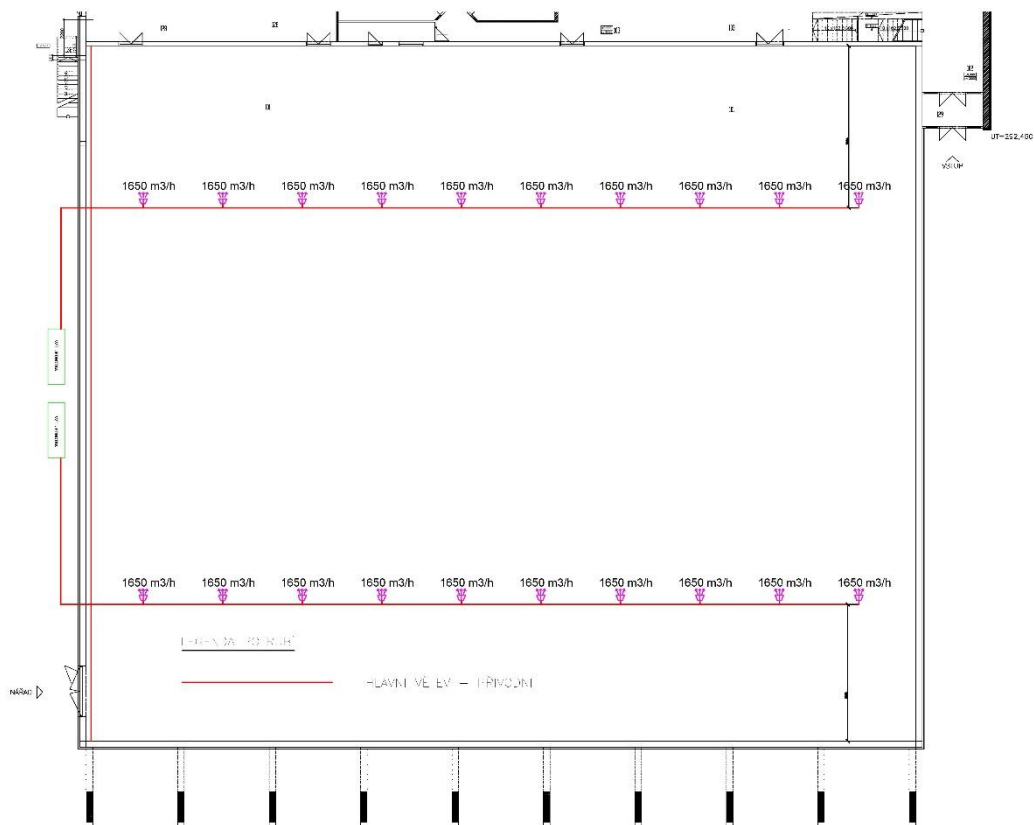
Tabulka rychlého návrhu



Obrázek B.8.1.6. Tabulka pro určení tlakové ztráty a akustického výkonu odvodních mřížek

8.2 Dimenzování potrubí pro distribuci vzduchu - tělocvična

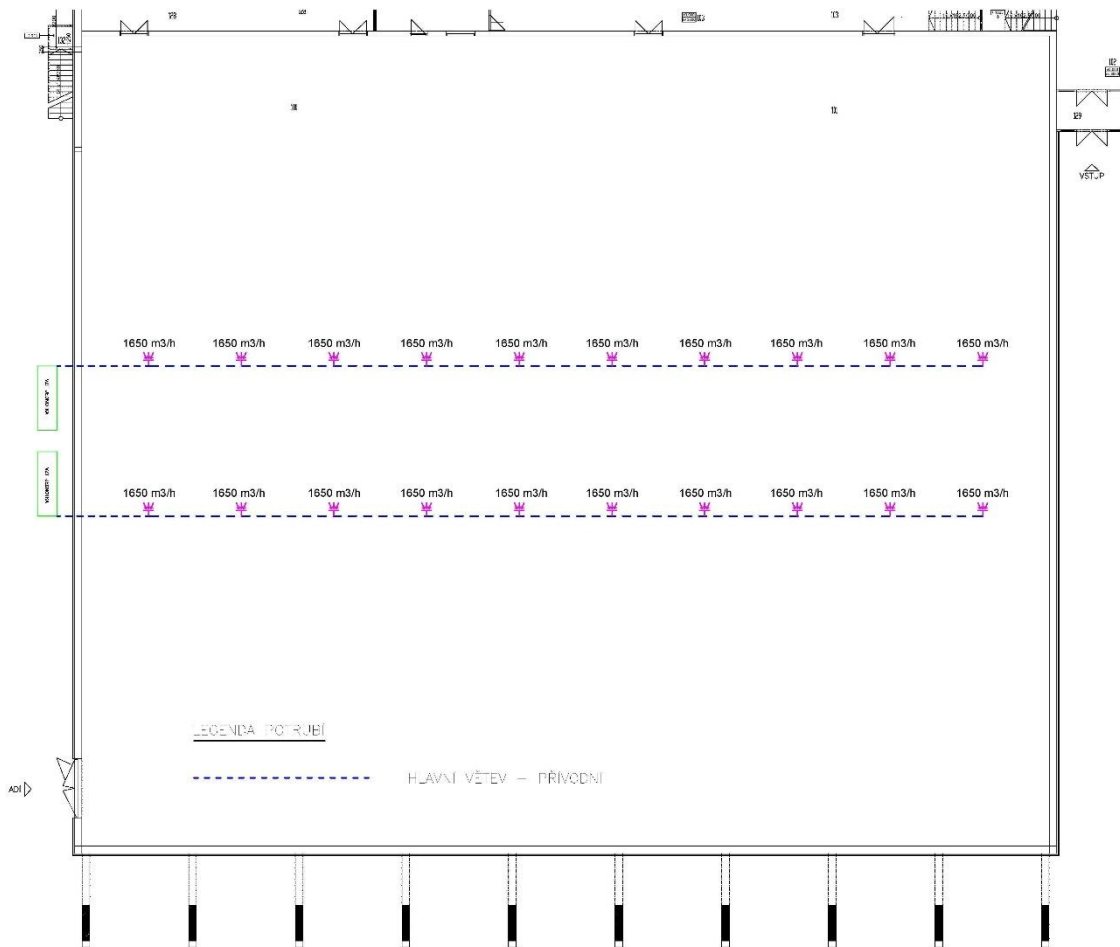
Distribuci vzduchu tělocvičny zajišťují 4 stejná vzduchotechnická zařízení označené stejně jako VZT 1, a pro snazší montáž potrubí jsou umístěny před jihozápadní štítovou stěnou tělocvičny. Z těchto vzduchotechnických jednotek vede čtyřhranné potrubí o rozměrech 1250x1250 mm, které se v interiéru se převede redukční přechodkou do kruhového potrubí o průměru 1200 mm.



Obrázek B.8.2.1. Schéma dimenzování potrubí pro přívod vzduchu tělocvičny

Tabulka B.8.2.1. Tabulka dimenzování přívodního potrubí vzduchu tělocvičny

Hlavní větev - přívodní - TĚLOCVIČNA												
u	V	L	v'	S	d'	Průměr	d	v	R	ξ	Z	Z+R*L
-	m³/h	m	m/s	m²	m	mm	m	m/s	Pa/m	-	Pa	Pa
Hlavní větev – přívodní												
1	1650	4,87	3,00	0,153	0,441	DN 500	0,500	2,33	0,125	0,3	0,969	1,577
2	3300	4,87	3,15	0,291	0,609	DN 650	0,650	2,76	0,135	0,3	1,356	2,014
3	4950	4,87	3,30	0,417	0,728	DN 750	0,750	3,11	0,120	0,3	1,722	2,306
4	6600	4,87	3,45	0,531	0,823	DN 850	0,850	3,23	0,135	0,3	1,855	2,513
5	8250	4,87	3,60	0,637	0,900	DN 900	0,900	3,60	0,115	0,3	2,307	2,867
6	9900	4,87	3,75	0,733	0,966	DN 1000	1,000	3,50	0,100	0,3	2,179	2,666
7	11550	4,87	3,90	0,823	1,023	DN 1100	1,100	3,38	0,132	0,3	2,026	2,669
8	13200	4,87	4,05	0,905	1,074	DN 1100	1,100	3,86	0,136	0,3	2,646	3,308
9	14850	4,87	4,20	0,982	1,118	DN 1200	1,200	3,65	0,090	0,3	2,365	2,803
10	16500	15,60	4,35	1,054	1,158	DN 1200	1,200	4,05	0,119	2,4	23,354	25,210
Σ.....												47,933



Obrázek B.8.2.2. Schéma dimenzování potrubí pro odvod vzduchu tělocvičny

Tabulka B.8.2.2. Tabulka dimenzování odvodního potrubí vzduchu tělocvičny

Hlavní větev - odvodní - TĚLOCVIČNA												
u	V	L	v'	S	d'	Průměr	d	v	R	ξ	Z	Z+ R*L
-	m³/h	m	m/s	m²	m	mm	m	m/s	Pa/m	-	Pa	Pa
Hlavní větev – odvodní												
1	1650	4,87	3,00	0,153	0,441	DN 500	0,500	2,33	0,125	0,3	0,969	1,577
2	3300	4,87	3,15	0,291	0,609	DN 650	0,650	2,76	0,135	0,3	1,356	2,014
3	4950	4,87	3,30	0,417	0,728	DN 750	0,750	3,11	0,12	0,3	1,722	2,306
4	6600	4,87	3,45	0,531	0,823	DN 850	0,850	3,23	0,135	0,3	1,855	2,513
5	8250	4,87	3,60	0,637	0,900	DN 900	0,900	3,60	0,115	0,3	2,307	2,867
6	9900	4,87	3,75	0,733	0,966	DN 1000	1,000	3,50	0,1	0,3	2,179	2,666
7	11550	4,87	3,90	0,823	1,023	DN 1100	1,100	3,38	0,132	0,3	2,026	2,669
8	13200	4,87	4,05	0,905	1,074	DN 1100	1,100	3,86	0,136	0,3	2,646	3,308
9	14850	4,87	4,20	0,982	1,118	DN 1200	1,200	3,65	0,09	0,3	2,365	2,803
10	16500	15,60	4,35	1,054	1,158	DN 1200	1,200	4,05	0,119	2,4	23,354	25,210
Σ.....												47,933

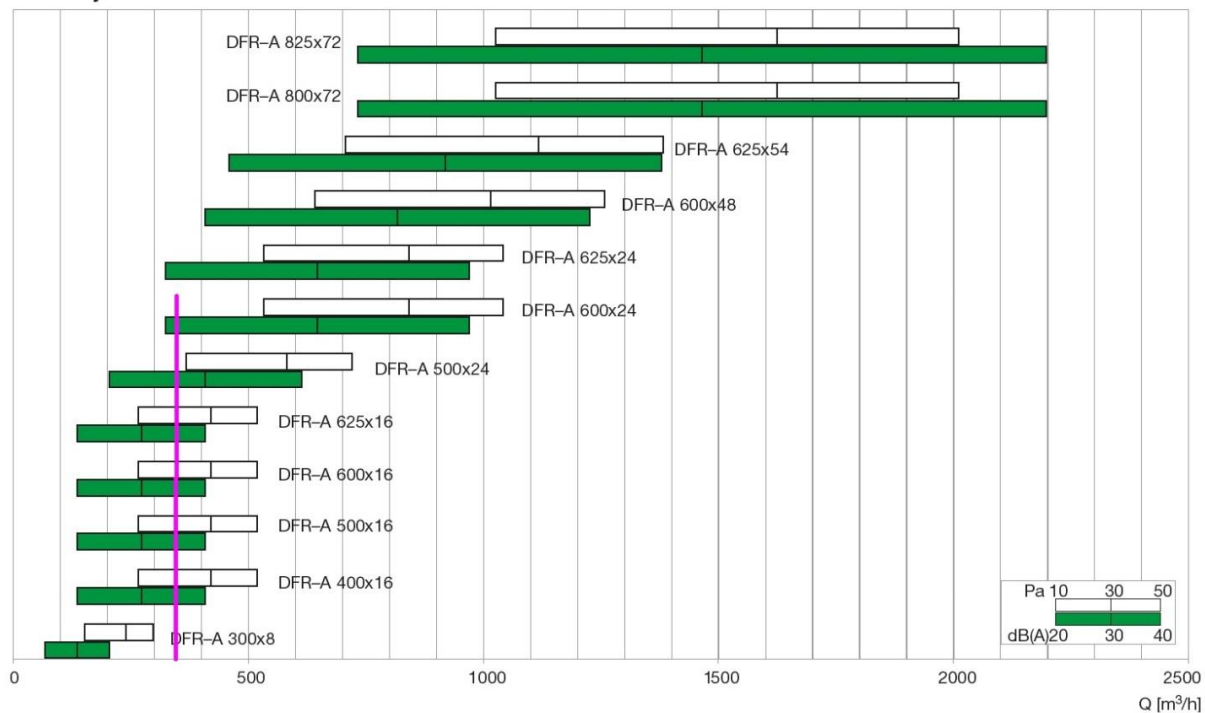
8.3 Distribuční prvky zázemí sportovní haly

Pro přívod vzduchu do zázemí sportovní haly jsem navrhnul vířivé vyústky vzduchu DFR-A 500X16 a DFR-A 500X24, a pro místnosti s výměnnou vzduchu pod 100 m³/h jsou navrženy vyústky DFR-A 300X8 od výrobce EKODESING VENTILÁTORY, s.r.o., a budou napojeny ohebným flexo potrubím. Zázemí tělocvičny bude zajišťovat vzduchotechnické zařízení VZT 2 umístěné v místnosti 127, ze kterého bude vzduch rozveden čtyřhranným potrubím do zázemí sportovní haly.



Obrázek B.8.3.1. Vířivá vyústka pro přívod vzduchu pro zázemí tělocvičny [15]

Tabulka rychlého návrhu

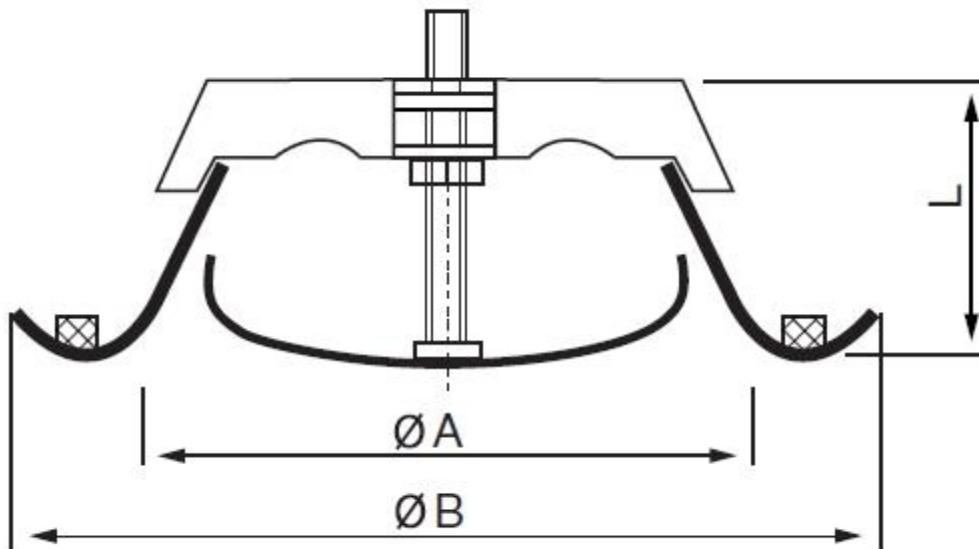


Obrázek B.8.3.2. Tabulka pro určení tlakové ztráty a akustického výkonu přívodního vzduchu zázemí tělocvičny

Odvod vzduchu ze zázemí tělocvičny bude zajištěn pomocí odvodních talířových ventilů typu KO 200 až KO 100 podle množství odvodního vzduchu. Odvodní mřížky jsou navrženy od společnosti ELEKTRODESING VENTILÁTORY, s.r.o. Ventily budou lakované a napojeny ohebným flexo potrubím.



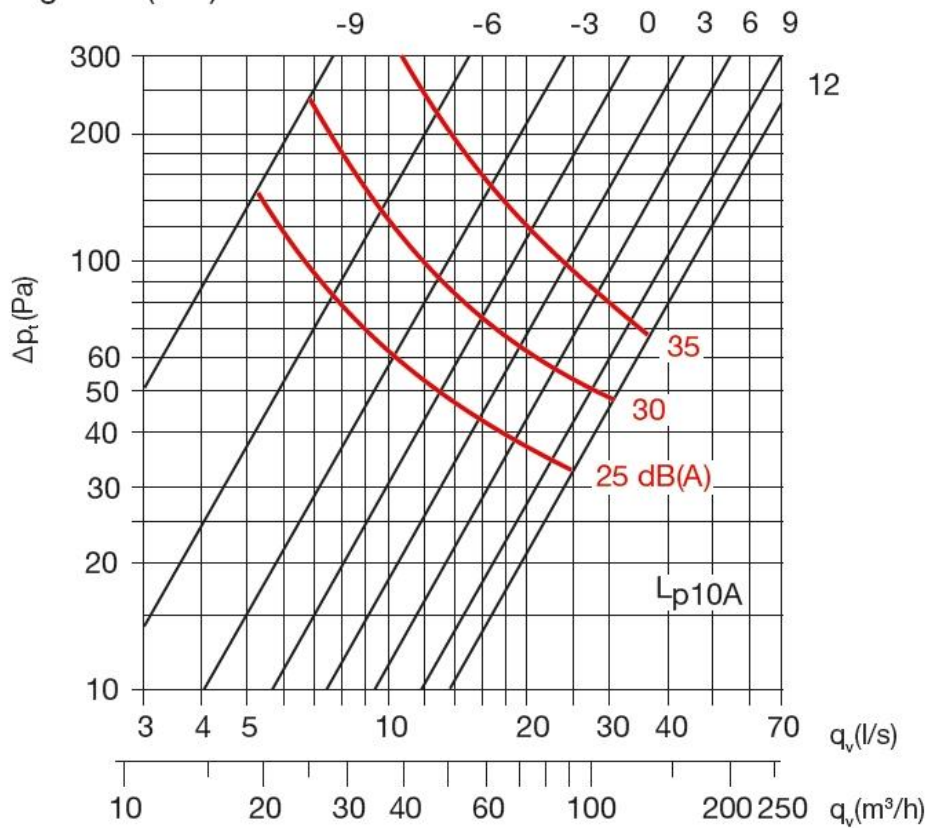
Obrázek B.8.3.3. Talířový ventil pro odvod vzduchu ze zázemí tělocvičny [16]



Ø A	Ø B	L
95	137	55

Obrázek B.8.3.4. Odvodní talířový ventil KO 100 – rozměry [17]

KO, KOC 100
regulace (mm)



Obrázek B.8.3.5. Odvodní talířový ventil KO 100 – rozměry

8.4 Dimenzování potrubí pro distribuci vzduchu – zázemí sportovní haly

Distribuci vzduchu pro zázemí tělocvičny zajišťují bude zajišťovat vzduchotechnické zařízení VZT 2 umístěné ve strojovně VZT – místnost 127.Z této vzduchotechnické jednotky bude vyvedeno čtyřhranné potrubí o rozměrech 450 x 900 mm které je následně rozvedeno do zázemí sportovní haly.

Tabulka B.8.4.1. Tabulka dimenzování přívodního potrubí vzduchu zázemí tělocvičny hlavní větev

Hlavní větev - přívodní - ZÁZEMÍ TĚLOCVIČNY												
u	V	L	v'	S	d'	A x B	d	v	R	ξ	Z	Z+R*L
-	m ³ /h	m	m/s	m ²	m	mm	m	m/s	Pa/m	-	Pa	Pa
Hlavní větev – přívodní												
1	190	8,9	3	0,018	0,150	200x200	0,200	2,83	0,72	0,6	2,854	9,262
2	380	8,5	3,25	0,032	0,203	200x200	0,200	3,36	0,69	0,9	6,020	11,885
3	560	7,5	3,5	0,044	0,238	250x250	0,250	3,17	0,48	1,2	7,140	10,740
4	910	1,2	3,75	0,067	0,293	250x355	0,293	3,75	0,6	0,9	7,495	8,215
5	3660	2,5	4	0,254	0,569	450x800	0,576	3,90	0,28	0,9	8,117	8,817
6	4010	1,3	4,25	0,262	0,578	450x800	0,576	4,27	0,34	0,3	3,248	3,690
7	4310	3,5	4,5	0,266	0,582	450x800	0,576	4,59	0,39	2	25,015	26,380
8	4810	8,1	4,75	0,281	0,598	450x900	0,600	4,73	0,27	0,6	7,939	10,126
Σ.....												89,115

Tabulka B.8.4.2. Tabulky dimenzování přívodního potrubí vzduchu zázemí tělocvičny vedlejší větev

Vedlejší větev – přívodní												
u	V	L	v'	S	d'	A x B	d	v	R	ξ	Z	Z+R*L
-	m ³ /h	m	m/s	m ²	m	mm	m	m/s	Pa/m	-	Pa	Pa
9	325	1,4	3	0,030	0,196	200x200	0,200	2,87	0,56	1,1	5,382	6,166
10	675	2,5	3,25	0,058	0,271	225x400	0,288	2,88	0,46	1,1	5,399	6,549
11	1350	7,5	3,5	0,107	0,369	400x400	0,400	2,98	0,23	1,1	5,804	7,529
12	2050	1,1	3,5	0,163	0,455	450x500	0,474	3,23	0,28	0,9	5,553	5,861
13	2400	1,5	3,5	0,190	0,492	450x560	0,499	3,41	0,27	0,9	6,197	6,602
14	2750	6,0	3,75	0,204	0,509	450x630	0,525	3,53	0,21	0,9	6,640	7,900
Σ.....												40,607

**Tabulka B.8.4.3. Tabulky dimenzování přívodního potrubí vzduchu zázemí tělocvičny ve-
dlejší větev-ostatní**

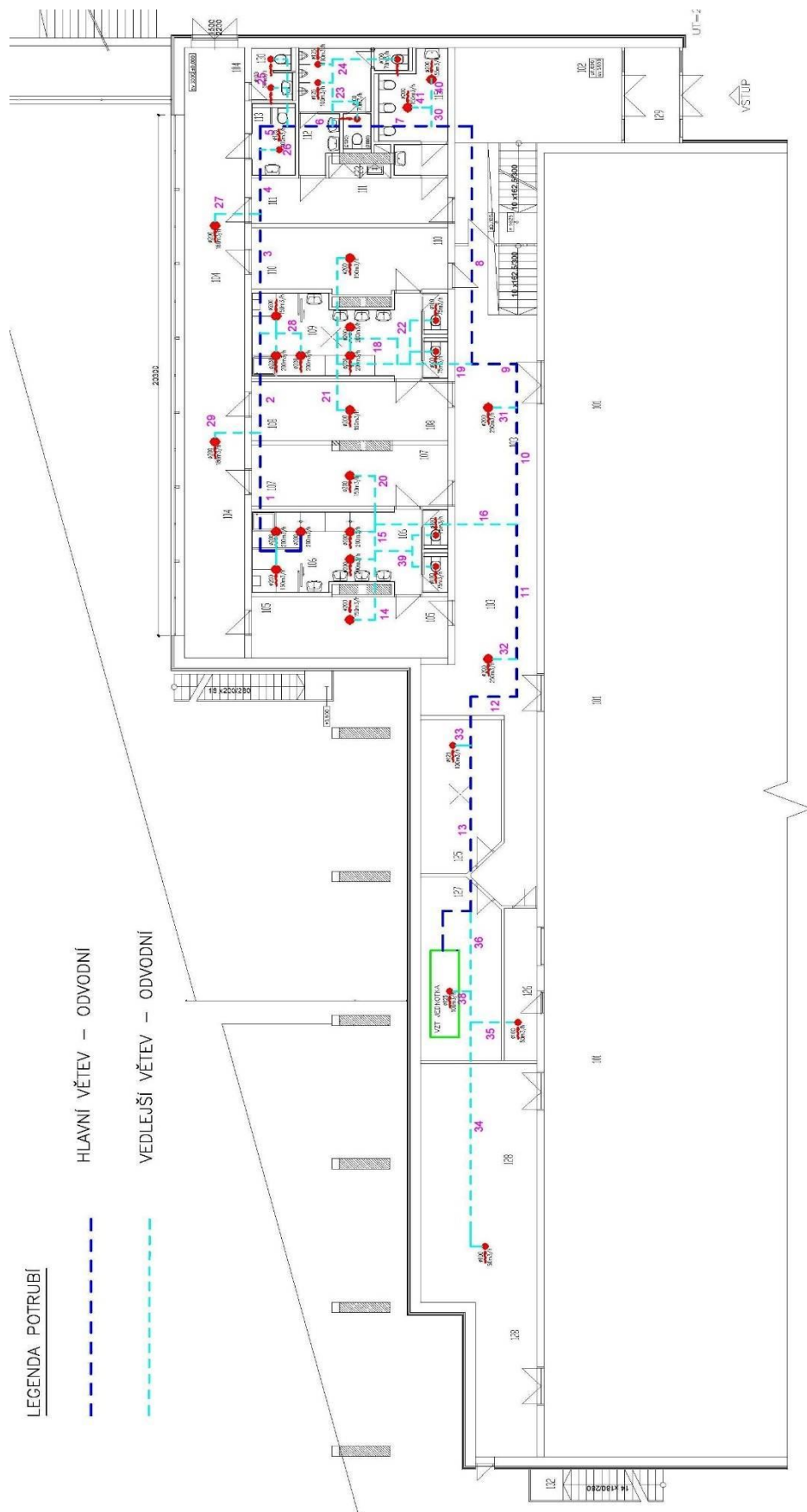
Vedlejší větev – přívodní - ostatní												
u	V	L	v'	S	d'	A x Bšířka	d	v	R	ξ	Z	Z + R*L
-	m ³ /h	m	m/s	m ²	m	mm	m	m/s	Pa/m	-	Pa	Pa
15	350	0,6	3	0,032	0,203	200x200	0,212	2,75	0,43	1,1	4,944	5,202
16	325	1,4	3	0,030	0,196	200x200	0,200	2,87	0,52	1,1	5,382	6,110
17	350	0,6	3	0,032	0,203	200x200	0,212	2,75	0,42	1,1	4,944	5,196
18	675	1,2	3,25	0,058	0,271	225x400	0,288	2,88	0,46	1,1	5,399	5,951
19	350	1,7	3,25	0,030	0,195	200x200	0,200	3,09	0,61	0,6	3,405	4,442
19a	350	1,7	3,25	0,030	0,195	DN 200	0,200	3,09	0,61	0,6	3,405	4,442
20	350	3,0	3,25	0,030	0,195	200x200	0,200	3,09	0,61	0,6	3,405	5,235
20a	350	3,0	3,25	0,030	0,195	DN 200	0,200	3,09	0,61	0,6	3,405	5,235
21	350	3,0	3,25	0,030	0,195	200x200	0,200	3,09	0,61	0,6	3,405	5,235
21a	350	3,0	3,25	0,030	0,195	DN 200	0,200	3,09	0,61	0,6	3,405	5,235
22	350	1,7	3,25	0,030	0,195	200x200	0,200	3,09	0,61	0,6	3,405	4,442
22a	350	1,7	3,25	0,030	0,195	DN 200	0,200	3,09	0,61	0,6	3,405	4,442
23	350	0,6	3,25	0,030	0,195	DN 200	0,200	3,09	0,61	0,6	3,405	3,771
24	300	7,2	4	0,021	0,163	160x200	0,178	3,35	0,97	1,2	7,973	14,957
Σ.....												79,893

**Tabulka B.8.4.4. Tabulky dimenzování přívodního potrubí vzduchu zázemí tělocvič-
ny vedlejší větev-ostatní**

Vedlejší větev – přívodní - ostatní												
u	V	L	v'	S	d'	A x Bšířka	d	v	R	ξ	Z	Z + R*L
-	m ³ /h	m	m/s	m ²	m	mm	m	m/s	Pa/m	-	Pa	Pa
25	50	5,3	3,5	0,004	0,071	100x100	0,100	1,77	0,65	0,9	1,668	5,113
25a	50	5,3	3,5	0,004	0,071	DN 100	0,100	1,77	0,65	0,9	1,668	5,113
26	200	5,0	3,75	0,015	0,137	100x250	0,143	3,46	1,33	0,3	2,127	8,777
27	500	5,8	4	0,035	0,210	180x280	0,219	3,69	0,92	1,1	8,861	14,197
28	50	1,0	3,5	0,004	0,071	100x100	0,100	1,77	0,65	0,9	1,668	2,318
28a	50	1,0	3,5	0,004	0,071	DN 100	0,100	1,77	0,65	0,9	1,668	2,318
29	100	0,5	3,5	0,008	0,101	100x125	0,111	2,87	1,05	0,9	4,394	4,919
29a	100	0,5	3,5	0,008	0,101	DN 150	0,111	2,87	1,05	0,9	4,394	4,919
30	300	1,0	3,5	0,024	0,174	180x180	0,180	3,27	0,84	1,7	10,802	11,642
30a	300	1,0	3,5	0,024	0,174	DN 180	0,180	3,27	0,84	1,7	10,802	11,642
31	350	0,8	3,5	0,028	0,188	160x250	0,195	3,26	0,68	0,6	3,767	4,311
32	180	0,6	3,5	0,014	0,135	125x180	0,148	2,91	0,78	0,6	3,003	3,471
33	190	0,6	3,25	0,016	0,144	125x180	0,148	3,07	1,2	0,6	3,346	4,066
Σ.....												82,804

Tabulka B.8.4.5. Tabulky dimenzování potrubí sání vzduchu zázemí tělocvičny

Hlavní větev - sání - ZÁZEMÍ TĚLOCVIČNY												
u	V	L	v'	S	d'	Průměr	d	v	R	ξ	Z	Z + R*L
-	m ³ /h	m	m/s	m ²	m	mm	m	m/s	Pa/m	-	Pa	Pa
Hlavní větev – odvodní												
1	4810	3,40	4,70	0,284	0,602	450X900	0,576	5,13	0,125	0,3	4,673	5,098



Obrázek B.8.4.2. Schéma dimenzování potrubí pro odvod vzduchu zázemí tělocvičny

Tabulka B.8.4.6. Tabulky dimenzování odvodního potrubí vzduchu zázemí tělocvičny hlavní větev

Hlavní větev – odvodní - ZÁZEMÍ TĚLOCVIČNY												
u	V	L	v'	S	d'	A x Bšířka	d	v	R	ξ	Z	Z + R*L
-	m ³ /h	m	m/s	m ²	m	mm	m	m/s	Pa/m	-	Pa	Pa
Hlavní větev – odvodní												
1	550	5,8	3	0,051	0,255	250x280	0,264	2,79	0,38	0,6	2,769	4,966
2	730	4,0	3,125	0,065	0,287	250x400	0,308	2,72	0,3	0,9	3,950	5,150
3	1280	4,1	3,25	0,109	0,373	280x560	0,373	3,25	0,25	0,9	5,646	6,671
4	1460	3,5	3,375	0,120	0,391	315x560	0,403	3,18	0,26	0,6	3,594	4,504
5	1560	1,1	3,5	0,124	0,397	315x560	0,403	3,40	0,29	0,6	4,103	4,422
6	1660	2,2	3,625	0,127	0,402	315x560	0,403	3,61	0,36	0,6	4,646	5,438
7	2000	3,5	3,75	0,148	0,434	355x560	0,435	3,74	0,27	0,6	4,968	5,913
8	2310	10,4	3,875	0,166	0,459	400x560	0,467	3,75	0,28	1,2	9,978	12,890
9	3160	2,8	4	0,219	0,529	450x630	0,525	4,05	0,34	1,5	14,613	15,565
10	3410	3,9	4,125	0,230	0,541	450x710	0,551	3,97	0,35	0,3	2,805	4,170
11	4260	7,2	4,25	0,278	0,595	450x800	0,576	4,54	0,35	1,5	18,328	20,848
12	4510	4,9	4,375	0,286	0,604	450x800	0,576	4,81	0,37	1,2	16,434	18,247
13	4810	7,9	4,5	0,297	0,615	450x900	0,576	5,13	0,38	2,1	32,713	35,715
Σ.....												144,498

Tabulka B.8.4.7. Tabulky dimenzování odvodního potrubí vzduchu zázemí tělocvičny vedlejší větev

Vedlejší větev – odvodní												
u	V	L	v'	S	d'	A x Bšířka	d	v	R	ξ	Z	Z + R*L
-	m ³ /h	m	m/s	m ²	m	mm	m	m/s	Pa/m	-	Pa	Pa
14	150	3,5	3,875	0,011	0,117	125x125	0,125	3,40	1,37	0,6	4,098	8,893
15	700	1,1	4	0,049	0,249	200x315	0,245	4,12	0,79	0,9	9,071	9,940
16	850	7,1	4,125	0,057	0,270	200x400	0,267	4,22	0,85	0,8	8,429	14,464
Σ.....												33,298

Tabulka B.8.4.8. Tabulky dimenzování odvodního potrubí vzduchu zázemí tělocvičny vedlejší větev-ostatní

Vedlejší větev – odvodní												
u	V	L	v'	S	d'	A x Bšířka	d	v	R	ξ	Z	Z + R*L
-	m ³ /h	m	m/s	m ²	m	mm	m	m/s	Pa/m	-	Pa	Pa
17	150	3,7	3,75	0,011	0,119	125x125	0,125	3,40	1,34	0,6	4,098	9,056
18	300	1,8	3,875	0,022	0,165	160x180	0,169	3,71	1,12	1,1	8,995	11,011
19	850	2,7	4	0,059	0,274	250x315	0,279	3,86	0,64	1,5	13,256	14,984
Σ.....												82,813

Tabulka B.8.4.9. Tabulky dimenzování odvodního potrubí vzduchu zázemí tělocvičny vedlejší větev-ostatní

Vedlejší větev – odvodní - ostatní												
u	V	L	v'	S	d'	A x B	d	v	R	ξ	Z	Z + R*L
-	m ³ /h	m	m/s	m ²	m	mm	m	m/s	Pa/m	-	Pa	Pa
20	150	2,4	4	0,010	0,115	125x125	0,125	3,40	1,34	0,6	4,098	7,314
21	150	2,3	3,75	0,011	0,119	125x125	0,125	3,40	1,34	0,6	4,098	7,180
22	550	0,6	3,875	0,039	0,224	200x280	0,233	3,58	0,68	0,6	4,564	4,972
23	170	1	3,625	0,013	0,129	100x180	0,129	3,61	1,57	0,6	4,641	6,211
24	170	1,7	3,625	0,013	0,129	100x180	0,129	3,61	1,57	0,6	4,641	7,310
25	100	1,9	3,5	0,008	0,101	125x125	0,125	2,26	1,71	0,6	1,821	5,070
26	100	0,5	3,375	0,008	0,102	125x125	0,125	2,26	1,71	0,6	1,821	2,676
27	180	1,7	3,25	0,015	0,140	125x180	0,148	2,91	0,82	0,6	3,003	4,397
28	550	1,5	3,125	0,049	0,249	250x280	0,25	3,11	0,48	0,6	3,444	4,164
29	180	1,7	3	0,017	0,146	125x180	0,148	2,91	0,78	0,6	3,003	4,329
30	310	0,6	3,75	0,023	0,171	180x180	0,18	3,38	0,74	0,3	2,035	2,479
31	250	0,8	4	0,017	0,149	125x180	0,148	4,04	1,23	0,6	5,793	6,777
32	250	0,8	4,25	0,016	0,144	125x180	0,148	4,04	1,23	0,6	5,793	6,777
33	100	0,7	4,375	0,006	0,090	100x100	0,1	3,54	2,13	0,6	4,447	5,938
Σ.....												75,595

Tabulka B.8.4.10. Tabulky dimenzování odvodního potrubí vzduchu zázemí tělocvičny vedlejší větev-ostatní

Vedlejší větev – odvodní - ostatní												
u	V	L	v'	S	d'	A x B	d	v	R	ξ	Z	Z + R*L
-	m ³ /h	m	m/s	m ²	m	mm	m	m/s	Pa/m	-	Pa	Pa
34	50	8,4	4,25	0,003	0,065	100x100	0,1	1,77	0,56	0,6	1,112	5,816
35	100	1,5	4,375	0,006	0,090	100x100	0,1	3,54	2,15	0,3	2,223	5,448
36	200	1,6	4,5	0,012	0,125	125x125	0,125	4,53	2,3	0,6	7,286	10,966
37	50	2,1	4,25	0,003	0,065	100x100	0,1	1,77	0,56	0,6	1,112	2,288
38	100	1,1	4,375	0,006	0,090	100x100	0,1	3,54	2,15	0,6	4,447	6,812
39	550	1,3	3,875	0,039	0,224	200x280	0,233	3,58	0,63	0,6	4,564	5,383
40	155	1,2	3,625	0,012	0,123	125x125	0,125	3,51	1,41	0,6	4,376	6,068
41	155	0,9	3,625	0,012	0,123	125x125	0,125	3,51	1,41	0,6	4,376	5,645
Σ.....												48,426

Tabulka B.8.4.11. Tabulky dimenzování potrubí výtlačku vzduchu zázemí tělocvičny

Hlavní větev - výtlačk - ZÁZEMÍ TĚLOCVIČNY												
u	V	L	v'	S	d'	Průměr	d	v	R	ξ	Z	Z + R*L
-	m ³ /h	m	m/s	m ²	m	mm	m	m/s	Pa/m	-	Pa	Pa
Hlavní větev – odvodní												
1	4810	7,20	4,70	0,284	0,602	450x900	0,576	5,13	0,125	0,3	4,673	5,573

Tabulka B.8.4.12. Návrh koncových elementů pro přívod vzduchu do tělocvičny

Distribuční prvky tělocvičny - přívodní									
Číslo zařízení	Číslo místnosti	Název	Plocha	Objem	Označení výústky	počet	prtok na 1 element	Δpc Pa	Lwa dB
1	101	Tělocvična	2165,36	21715,55	NZL-W 450	10,00	1650	45,00	32,00

Tabulka B.8.4.13. Návrh koncových elementů pro podvod vzduchu z tělocvičny

Distribuční prvky tělocvičny - odvodní									
Číslo zařízení	Číslo místnosti	Název	Plocha	Objem	Označení výústky	počet	prtok na 1 element	Δpc Pa	Lwa dB
1	101	Tělocvična	2165,36	21715,55	KVK/KVP 1000X200	10,00	1650	7,00	31,00

Tabulka B.8.4.14. Návrh koncových elementů pro přívod vzduchu do zázemí tělocvičny

Distribuční prvky pro zázemí tělocvičny - přívodní									
Číslo zařízení	Číslo místnosti	Název	Plocha	Objem	Označení výústky	počet	prtok na 1 element	Δpc Pa	Lwa dB
2	104	Chodba	60,50	181,51	DFR-A 500X16	2	190	10	24
					DFR-A 500X16	1	180	10	23
2	105	Šatna muži L	17,16	51,47	DFR-A 500X24	2	350	10	27,5
2	107	Šatna muži P	16,81	50,43	DFR-A 500X24	2	350	10	27,5
2	108	Šatna ženy L	16,62	49,85	DFR-A 500X24	2	350	10	27,5
2	110	Šatna ženy P	17,73	53,18	DFR-A 500X24	2	350	10	27,5
2	111	Chodba	12,68	38,04	DFR-A 500X24	2	325	10	25
2	103	Chodba	80,44	241,31	DFR-A 500X24	2	325	10	25
2	127	Strojovna VZT	14,89	44,68	DFR-A 300X8	1	100	10	24
2	126	Sklad	5,30	15,90	DFR-A 300X8	1	50	10	20
2	128	Nářadovna	61,46	184,38	DFR-A 300X8	1	50	10	20

Tabulka B.8.4.15. Návrh koncových elementů pro odvod vzduchu do zázemí tělocvičny

Distribuční prvky pro zázemí tělocvičny - odvodní									
Číslo zařízení	Číslo místnosti	Název	Plocha	Objem	Označení výustky	Počet	Průtok na 1 element	Δp Pa	L _{wa} dB
2	104	Chodba	60,50	181,51	KO 200	2	180	38	25
2	105	Šatna muži L	17,16	51,47	KO 200	1	150	30	25
2	106	Sprchy muži	21,46	64,37	KO 200	4	200	48	31
					KO 200	1	150	30	25
					KO 100	2	75	42	25
2	107	Šatna muži P	16,81	50,43	KO 200	1	150	30	25
2	108	Šatna ženy L	16,62	49,85	KO 200	1	150	30	25
2	109	Sprchy ženy	21,60	64,79	KO 200	4	200	48	31
					KO 200	1	150	30	25
					KO 100	2	75	42	25
2	110	Šatna ženy P	17,73	53,18	KO 200	1	150	30	25
2	112	WC muži	12,81	38,42	KO 125	2	100	46	25
					KO 100	2	70	46	25
2	113	WC invalide	4,48	13,44	KO 125	1	100	46	25
2	115	WC ženy	10,80	32,41	KO 200	2	155	34	25
2	130	Úklidová komora	3,14	9,41	KO 100	2	50	54	27
2	103	Chodba	80,44	241,31	KO 200	2	250	38	28
2	125	Kotelna	16,80	50,40	KO 125	1	100	46	25
2	127	Strojovna VZT	14,89	44,68	KO 125	1	100	46	25
2	126	Sklad	5,30	15,90	KO 100	1	50	54	27
2	128	Nářadovna	61,46	184,38	KO 100	1	50	54	27

8.5 Návrh protidešťové žaluzie

Obecný postup pro stanovení efektivní plochy protidešťové žaluzie určíme podle vzorce

$$S = V / v \quad [\text{m}^2] \quad (1.21)$$

kde S efektivní plocha protidešťové žaluzie [m^2]

Vprůtok vzduchu [m^3/s]

vrychlost proudícího vzduchu [m/s]

- Sání přívodního vzduchu

$$S = (4810/3600) / 4,73 = 0,28 \text{ m}^2$$

Návrh: 900 x 450 m

$$S_{\text{ef}} = 0,31 \text{ m}^2$$

9. ÚTLUM HLUKU

Útlum hluku bude proveden v souladu s nařízením vlády č. 272/2011 Sb. Výpočet je určen pro čtyřhranné potrubí za pomoci softwaru MartAkustik od firmy MART.

Tlumiče byly navrhnuty tak, aby hluk, který vychází z nejbližší vyústky, jak na přívodním, tak odvodním potrubí, nepřesahoval požadovaný limit. Jako nejkritičtější místa jsem pro posouzení uvažoval vyústky, které jsou VZT jednotkám nejbližší.

Další navržené tlumiče jsou pro útlum hluku vycházejících ze sání a výtlačky vzduchu. Tyto tlumiče byly navrženy na požadovaný hluk při nočním provozu.

9.1 Útlum hluku tělocvičny

Tabulka B.9.1.1. Útlum hluku pro přívodní a odvodní potrubí tělocvičny

Zařízení č.1 Tělocvična									
Přívodní potrubí									
č.	hladina akustického výkonu	125	250	500	1000	2000	4000	8000	suma
1	Přívod-výtlač L_{vent}	73	86	81	79	77	74	68	88
2	Přirozený útlum								
3	Přímé potrubí (9,9)	2,97	1,49	0,99	0,59	0,59	0,59	0,59	
4	Oblouky, kolena: 4KS	4,00	8,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	
7	Flexi potrubí	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
8	Útlum koncovým odrazem (D3)	11,4	6,5	2,9	1,0	0,3	0,1	0,0	
10	Hluk ve vyústce L_w	54,6	70,0	65,1	65,4	64,1	61,3	55,4	73
11	Vlastní hluk vyústky								27,5
12	Hluk vystupující z vyústky L_s								73
13	Korekce na počet vyústek K_1								12
14	Hluk všech přívodních vyústek								85
Odvodní potrubí									
č.	hladina akustického výkonu	125	250	500	1000	2000	4000	8000	suma
1	Přívod-výtlač L_{vent}	70	71	78	76	72	68	62	82
2	Přirozený útlum								
3	Přímé potrubí (15,9)	4,77	2,39	1,59	0,95	0,95	0,95	0,95	
4	Oblouky, kolena: 5KS	5,00	10,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	
7	Flexi potrubí	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
8	Útlum koncovým odrazem (D3)	9,1	4,7	1,8	0,6	0,2	0,0	0,0	
12	Hluk ve vyústce L_w	51,15	53,95	59,58	59,47	55,88	52,00	46,03	64
13	Vlastní hluk vyústky								25
14	Hluk vystupující z vyústky L_s								64
15	Korekce na počet vyústek K_1								10
16	Hluk všech odvodních vyústek								74
Vliv přívodního i odvodního potrubí určíme jako součtovou hladinu:							$L_{w,s} =$	86	dB
Útlum hluku v místnosti									
Součinitel absorpce α vyjadřuje poměrnou pohltivost:							$A = \alpha * S =$	180,2	m ²
Útlum hluku v místnosti:				$L_p =$	75,3	dB	$>$	50	dB
Pro daný účel místnosti je přípustná hladina 50dB				→	musíme navrhnout tlumič hluku				

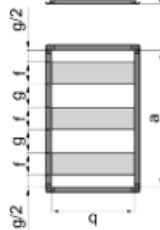


VSTUPNÍ HODNOTY

typ tlumiče:
kulisový

číslo pozice:

GEOMETRIE:



šířka tlumiče:
a = 1250 mm
výška tlumiče:
b = 1250 mm
délka tlumiče:
l = 800 mm

šířka kulisy:
f = 200 mm
počet kulis:
e = 5

průtočná mezera:
g = 50 mm

náběhové hrany:
ano

odtokové hrany:
ano

PARAMETRY PROUDĚNÍ:

průtok vzduchu:
Q = 16500 m³/h

hustota vzduchu:
p = 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. výkon s váhovým filtrem A:	0	0	56	73	69	65	64	61	55	76
[dB(A)]										

KÓD OBJEDNÁVKY: **JEKUL1250.1250.800-3.5X.KTH.200.1250.800**

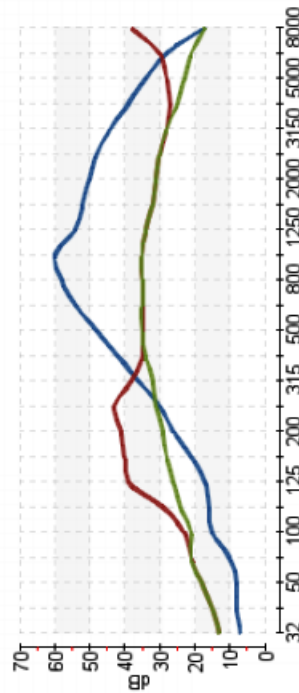


Technické řešení:
Vysoké učení technické v Brně - Fakulta stavební - Ústav technických zařízení budov

VÝSLEDNÉ HODNOTY

ÚTLUM HLUKU:

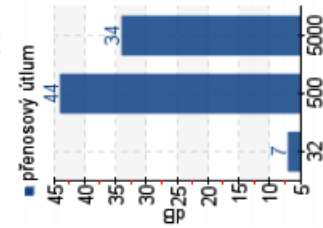
■ přenosový útlum ■ hluk za tlumičem ■ vlastní hluk tlumiče



VÝSLEDNÉ HODNOTY:

frekvence:frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
přenosový útlum:	7	10	17	30	48	60	50	39	17	-
vlastní hluk tlumiče:	13	21	26	31	35	35	31	25	17	40
hl. akust. výkon za tlumičem s váh. filt. A:	13	21	39	43	35	35	31	27	38	46
[dB(A)]										

VYBRANÉ FREKVENCE:



TLAKOVÁ ZTRÁTA TLUMIČE:

tlaková ztráta:	115	Pa
plocha tlumiče:	1.56	m ²

RYCHLOST PROUDĚNÍ:

v celkovém průřezu:	2.9	m/s
ve volné ploše:	14.7	m/s

Všechny uvedené hodnoty jsou vypočítány s tolerancí ± 10%.

Obrázek B.9.1.1. Návrh tlumiče hluku pro přívodní a odvodní potrubí tělocvičny

Tabulka B.9.1.2. Útlum hluku pro přívodní a odvodní potrubí tělocvičny

Přívodní potrubí									
Návrh: 2x THKU.1250.800-3 5X KTH.200.1250.800									
č.	hladina akustického výkonu	125	250	500	1000	2000	4000	8000	suma
10	Hluk ve vyústce L_w	54,6	70,0	65,1	65,4	64,1	61,3	55,4	73
	Útlum tlumiče hluku	52,0	62,0	70,0	70,0	62,0	50,0	34,0	
	Hluk ve vyústce L_w	2,6	8,0	-4,9	-4,6	2,1	11,3	21,4	22
11	Vlastní hluk vyústky								28
12	Hluk vystupující z vyústky L_s								29
13	Korekce na počet vyústek K_1								12
14	Hluk všech přívodních vyústek								41
Odvodní potrubí									
Návrh: THKU.1250.1250.800-3 5X KTH.200.1250.800									
č.	hladina akustického výkonu	125	250	500	1000	2000	4000	8000	suma
10	Hluk ve vyústce L_w	51,1	53,9	59,6	59,5	55,9	52,0	46,0	64
	Útlum tlumiče hluku	17	31,0	35,0	35,0	31,0	25,0	17,0	
	Hluk ve vyústce L_w	25,1	22,9	24,6	24,5	24,9	27,0	29,0	34
11	Vlastní hluk vyústky								32
12	Hluk vystupující z vyústky L_s								36
13	Korekce na počet vyústek K_1								10
14	Hluk všech přívodních vyústek								46
	Vliv přívodního i odvodního potrubí určíme jako součtovou hladinu:						$L_{w,s} =$	47	dB
	Útlum hluku v místnosti								
	Součinitel absorpce α vyjadřuje poměrnou pohltivost:						$A = \alpha \cdot S =$	180,2	m^2
	Útlum hluku v místnosti:			$L_p =$	37,1	dB	\leq	50	dB

Tabulka B.9.1.3. Útlum hluku pro sání a výtlač potrubí tělocvičny

Zařízení č.1 Tělocvična										
Sání										
č.	hladina akustického výkonu	125	250	500	1000	2000	4000	8000	suma	
1	Přívod-výtlač L_{vent}	61,0	53,0	45,0	26,0	25,0	32,0	32,0	80	
2	Přirozený útlum									
3	Přímé potrubí (0)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
4	Oblouky, kolena: 1KS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
8	Útlum koncovým odrazem (D3)	1,20	0,40	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00		
10	Hluk na fasádě	59,80	52,60	44,90	26,00	25,00	32,00	32,00	61	
11	Útlum vzdáleností	Q	r							
	Hluk vystupující z vyústky L_s	2	4							
									51	
Výtlač										
č.	hladina akustického výkonu	125	250	500	1000	2000	4000	8000	suma	
1	Přívod-výtlač L_{vent}	64,0	53,0	51,0	38,0	37,0	47,0	48,0	65	
2	Přirozený útlum									
3	Přímé potrubí (2)	0,60	0,30	0,20	0,12	0,12	0,12	0,12		
4	Oblouky, kolena: 3KS	3,00	6,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00		
8	Útlum koncovým odrazem (D3)	1,20	0,40	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00		
12	Hluk na fasádě	59,20	46,30	41,70	28,88	27,88	37,88	38,88	60	
13	Útlum vzdáleností	Q	r							
		2	4							
									55	
	Vliv sacího i výtlačového potrubí určíme jako součtovou hladinu:						$L_{w,s} =$	56	dB	
	Útlum hluku v exteriéru:				$L_p =$	56,5	dB	>	40	dB
	Pro daný účel místnosti je přípustná hladina 40dB				→	musíme navrhnout tlumič hluku				

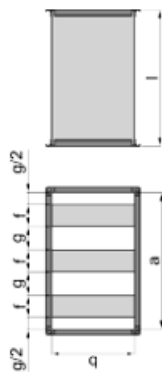


VSTUPNÍ HODNOTY

typ tlumiče:
kulisový

číslo pozice:

GEOMETRIE:



šířka tlumiče:
a = 1250 mm

výška tlumiče:
b = 1250 mm

délka tlumiče:
l = 100 mm

šířka kulisy:
f = 200 mm

počet kulis:
e = 5

průtočná mezera:
g = 50 mm

odtokové hrany:
ano

PARAMETRY PROUDĚNÍ:

průtok vzduchu:
Q = 16500 m³/h

hustota vzduchu:
p = 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 váhovým filtrem A:	0	0	59	53	45	26	25	32	32	60

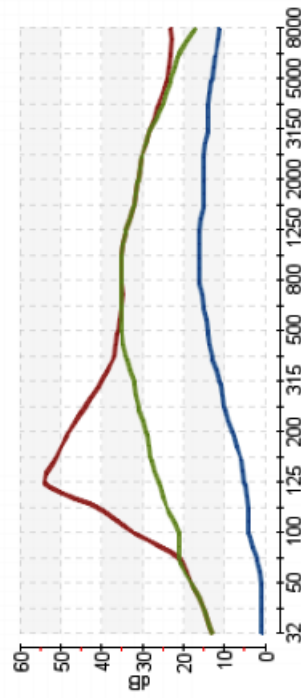
KÓD OBJEDNÁVKY: **JHKU.1250.1250.100-3.5X.KH.200.1250.100**

Technické řešení:
MST
Vysoké učení technické v Brně - Fakulta stavební - Ústav technických zařízení budov

VÝSLEDNÉ HODNOTY

ÚTLUM HLUKU:

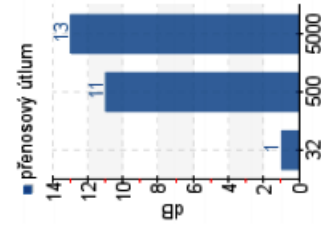
■ přenosový útlum ■ hluk za tlumičem ■ vlastní hluk tlumiče



VÝSLEDNÉ HODNOTY:

frekvence:frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
přenosový útlum:	1	2	5	10	14	16	15	14	11	-
vlastní hluk tlumiče:	13	21	26	31	35	35	31	25	17	40
hl. akust. výkonu za tlumičem s váh. filt. A:	13	21	54	44	36	35	31	26	23	55

VYBRANÉ FREKVENCE:



TLAKOVÁ ZTRÁTA TLUMIČE:

tlaková ztráta:	69	Pa
plocha tlumiče:	1.56	m ²

RYCHLOST PROUDĚNÍ:

v celkovém průřezu:	2.9	m/s
ve volné ploše:	14.7	m/s

Všechny uvedené hodnoty jsou vypočítány s tolerancí ± 10%.

Obrázek B.9.1.2. Návrh tlumiče hluku pro sání a výtlač vzduchu tělocvičny

Tabulka B.9.1.4. Útlum hluku pro sání a výtlač potrubí tělocvičny

Sání										
Návrh: THKU.1250.1250.100-3 5X KTH.200.1250.100										
č.	hladina akustického výkonu	125	250	500	1000	2000	4000	8000	suma	
1	Sání L_w	59,8	52,6	44,9	26,0	25,0	32,0	32,0	53	
	Útlum tlumiče hluku	26,0	31,0	35,0	35,0	31,0	25,0	17,0		
	Hluk na fasádě	33,8	21,6	9,9	-9,0	-6,0	7,0	15,0	34	
	Útlum vzdáleností	Q	r							
		2	4							
									26	
Výtlač										
Návrh: THKU.1600.630.500-3 50X kth.200.630.500										
č.	hladina akustického výkonu	125	250	500	1000	2000	4000	8000	suma	
10	Výtlač L_w	59	46	42	29	28	38	39	49	
	Útlum tlumiče hluku	26,0	31,0	35,0	35,0	31,0	25,0	17,0		
	Hluk na fasádě	33,2	15,3	6,7	-6,1	-3,1	12,9	21,9	34	
	Útlum vzdáleností	Q	r							
		2	4							
									38	
	Vliv sacího i výtlačového potrubí určíme jako součtovou hladinu:						$L_{w,s} =$	38	dB	
	Útlum hluku v exteriéru:			$L_p =$	38,3	dB	\leq	40	dB	

9.2 Útlum hluku zázemí tělocvičny

Tabulka B.9.2.1. Útlum hluku pro přívodní a odvodní potrubí zázemí tělocvičny

Zařízení č.2 Zázemí tělocvičny									
Přívodní potrubí									
č.	hladina akustického výkonu	125	250	500	1000	2000	4000	8000	suma
1	Přívod-výtlač L_{vent}	77	86	92	84	72	63	53	94
2	Přirozený útlum								
3	Přímé potrubí (10,2)	6,12	3,06	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	
4	Oblouky, kolena: 5KS	0,00	5,00	10,00	15,00	15,00	15,00	15,00	
7	Flexi potrubí	20,30	16,60	14,80	15,10	15,90	21,20	5,00	
8	Útlum koncovým odrazem (D3)	11,4	6,5	2,9	1,0	0,3	0,1	0,0	
10	Hluk ve vyústce L_w	39,2	54,8	62,8	51,4	39,3	25,2	31,4	64
11	Vlastní hluk vyústky								27,5
12	Hluk vystupující z vyústky L_s								64
13	Korekce na počet vyústek K_1								12
14	Hluk všech přívodních vyústek								76
Odvodní potrubí									
č.	hladina akustického výkonu	125	250	500	1000	2000	4000	8000	suma
1	Přívod-výtlač L_{vent}	54	63	59	49	40	36	25	65
2	Přirozený útlum								
3	Přímé potrubí (2,5+3)	3,30	1,26	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	
4	Oblouky, kolena: 4KS	0,00	4,00	8,00	12,00	12,00	12,00	12,00	
7	Flexi potrubí	21,10	18,50	17,30	17,60	17,10	17,40	5,00	
8	Útlum koncovým odrazem (D3)	9,1	4,7	1,8	0,6	0,2	0,0	0,0	
12	Hluk ve vyústce L_w	20,52	34,58	31,05	18,00	9,91	5,73	7,16	36
13	Vlastní hluk vyústky								25
14	Hluk vystupující z vyústky L_s								37
15	Korekce na počet vyústek K_1								10
16	Hluk všech přívodních vyústek								47
	Vliv přívodního i odvodního potrubí určíme jako součtovou hladinu:						$L_{w,s} =$	76	dB
	Útlum hluku v místnosti								
	Součinitel absorpce α vyjadřuje poměrnou pohltivost:						$A = \alpha * S =$	180,2	m ²
	Útlum hluku v místnosti:			$L_p =$	65,4	dB	$>$	50	dB
	Pro daný účel místnosti je přípustná hladina 50dB			→	musíme navrhnout tlumič hluku				



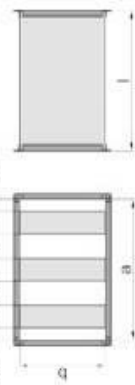
VSTUPNÍ HODNOTY

typ tlumiče:
kulisový

číslo pozice:

GEOMETRIE:

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



šířka tlumiče:
 $a = 900$ mm
výška tlumiče:
 $b = 450$ mm
délka tlumiče:
 $l = 1200$ mm
náběhové hrany:
ano

šířka kulisy:
 $f = 100$ mm
počet kulis:
 $e = 6$
průtočná mezera:
 $g = 50$ mm
odtokové hrany:
ano

PARAMETRY PROUDĚNÍ:

průtok vzduchu:
 $Q = 4810$ 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 sériovým filtrem A:	0	0	40	55	63	52	40	25	32	64
dB(A)										

KOD OBJEDNÁVKY: JHKU.900.450.1200-3.6X.KTH.100.450.1200

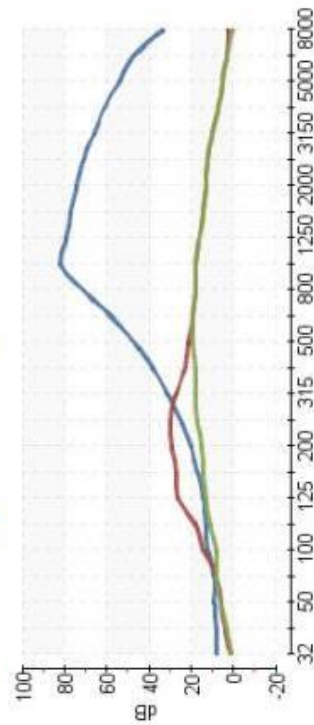


Technické řešení:
Vysoká učení technické v. Brně - Fakulta stavební - Ústav technických zařízení budov

VÝSLEDNÉ HODNOTY

ÚTILUM HLUKU:

■ přenosový útlum ■ hluk za tlumičem ■ vlastní hluk tlumiče

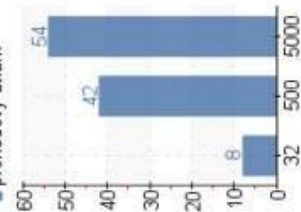


VÝSLEDNÉ HODNOTY:

frekvence:frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
přenosový útlum:	8	9	14	25	47	82	74	61	33	-
vlastní hluk tlumiče:	1	8	13	17	19	18	13	7	0	24
hl. akust. výkonu za tlumičem s váh. filt. A:	1	8	26	30	21	18	13	7	2	32
dB(A)										

VYBRANÉ FREKVENCE:

■ přenosový útlum



TLAKOVÁ ZTRÁTA TLUMIČE:

tlaková ztráta:	56	Pa
plocha tlumiče:	0.41	m ²

RYCHLOST PROUDĚNÍ:

v celkovém průřezu:	3.3	m/s
ve volné ploše:	9.9	m/s

Všechny uvedené hodnoty jsou vypočítány s tolerancí ± 10%.

Obrázek B.9.2.1. Návrh tlumiče hluku pro přívodní a odvodní potrubí zázemí tělocvičny

Tabulka B.9.2.2. Návrh tlumiče hluku pro přívodní a odvodní potrubí zázemí tělocvičny

Přívodní potrubí									
Návrh: TKHU.900.450.1200-3 6X KTH.100.450.1200									
č.	hladina akustického výkonu	125	250	500	1000	2000	4000	8000	suma
10	Hluk ve vyústce L_w	39,2	54,8	62,8	51,4	39,3	25,2	31,4	64
	Útlum tlumiče hluku	13,0	17,0	19,0	18,0	13,0	7,0	0,0	
	Hluk ve vyústce L_w	26,2	37,8	43,8	33,4	26,3	18,2	31,4	45
11	Vlastní hluk vyústky								28
12	Hluk vystupující z vyústky L_s								45
13	Korekce na počet vyústek K_1								12
14	Hluk všech přívodních vyústek								57
Odvodní potrubí									
Návrh: TKHU.900.450.1200-3 6X KTH.100.450.1200									
č.	hladina akustického výkonu	125	250	500	1000	2000	4000	8000	suma
10	Hluk ve vyústce L_w	20,5	34,6	31,0	18,0	9,9	5,7	7,2	36
	Útlum tlumiče hluku	6,0	10,0	13,0	15,0	14,0	12,0	8,0	
	Hluk ve vyústce L_w	14,5	24,6	18,0	3,0	-4,1	-6,3	-0,8	26
11	Vlastní hluk vyústky								32
12	Hluk vystupující z vyústky L_s								33
13	Korekce na počet vyústek K_1								10
14	Hluk všech přívodních vyústek								43
	Vliv přívodního i odvodního potrubí určíme jako součtovou hladinu:						$L_{w,s} =$	58	dB
	Útlum hluku v místnosti								
	Součinitel absorpce α vyjadřuje poměrnou pohltivost:						$A = \alpha \cdot S =$	180,2	m ²
	Útlum hluku v místnosti:			$L_p =$	47,2	dB	\leq	50	dB

Tabulka B.9.2.3. Útlum hluku pro sání a výtlačk potrubí zázemí tělocvičny

Zařízení č.2 Zázemí tělocvičny										
Sání										
č.	hladina akustického výkonu	125	250	500	1000	2000	4000	8000	suma	
1	Přívod-výtlačk L_{vent}	54,0	60,0	62,0	47,0	35,0	25,0	25,0	80	
2	Přirozený útlum									
3	Přímé potrubí (2,5+1)	2,10	1,05	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53		
4	Oblouky, kolena: 1KS	0,00	1,00	2,00	3,00	3,00	3,00	3,00		
8	Útlum koncovým odrazem (D3)	1,20	0,40	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00		
10	Hluk na fasádě	50,70	57,55	59,38	43,48	31,48	21,48	21,48	62	
11	Útlum vzdáleností	Q	r							
	Hluk vystupující z vyústky L_s	2	4							
									51	
Výtlačk										
č.	hladina akustického výkonu	125	250	500	1000	2000	4000	8000	suma	
1	Přívod-výtlačk L_{vent}	78,0	87,0	90,0	83,0	73,0	65,0	55,0	93	
2	Přirozený útlum									
3	Přímé potrubí (1+2,5+3)	3,90	1,95	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98		
4	Oblouky, kolena: 3KS	0,00	3,00	6,00	9,00	9,00	9,00	9,00		
8	Útlum koncovým odrazem (D3)	1,20	0,40	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00		
12	Hluk na fasádě	72,90	81,65	82,93	73,03	63,03	55,03	45,03	86	
13	Útlum vzdáleností	Q	r							
		2	4							
									55	
	Vliv sacího i výtlačkového potrubí určíme jako součtovou hladinu:						$L_{w,s} =$	56	dB	
	Útlum hluku v exteriéru:			$L_p =$	56,5	dB	>	40	dB	
	Pro daný účel místnosti je přípustná hladina 40dB			→	musíme navrhnout tlumič hluku					



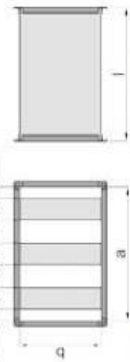
VSTUPNÍ HODNOTY

typ tlumiče:
kulisový

číslo pozice:

GEOMETRIE:

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



šířka tlumiče:

$a = 900$ mm

šířka kulisy:

$f = 100$ mm

výška tlumiče:

$b = 450$ mm

počet kulis:

$e = 6$

délka tlumiče:

$l = 1200$ mm

průčinná mezera:

$g = 50$ mm

náběhové hrany:

ano

odtokové hrany:

ano

PARAMETRY PROUDĚNÍ:

průtok vzduchu:

$Q = 4810$ 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. výkon s váhovým filtrem A: [dB(A)]	0	0	51	58	60	44	32	22	22	63

KÓD OBJEDNÁVKY: **THKU.900.450.1200-3 6X KH.100.450.1200**

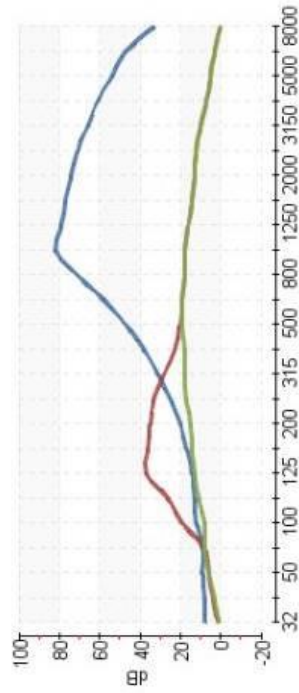


Technické řešení:
Vysoké učení technické v Brně – Fakulta stavební – Ústav technických zařízení budov

VÝSLEDNÉ HODNOTY

ÚTLUM HLUKU:

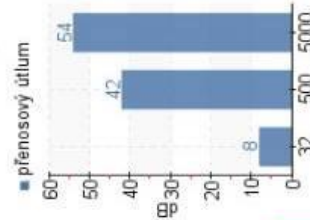
■ přenosový útlum ■ hluk za tlumičem ■ vlastní hluk tlumiče



VÝSLEDNÉ HODNOTY:

frekvence/frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
přenosový útlum:	8	9	14	25	47	82	74	61	33	-
vlastní hluk tlumiče:	1	8	13	17	19	18	13	7	0	24
hl. akust. výkon za tlumičem s váh. filt. A:	1	8	37	33	20	18	13	7	0	39

VYBRANÉ FREKVENCE:



TLAKOVÁ ZTRÁTA TLUMIČE:

tlaková ztráta:	56 Pa
plocha tlumiče:	0,41 m ²

RYCHLOST PROUDĚNÍ:

v celkovém průřezu:	3,3 m/s
ve volné ploše:	9,9 m/s

Všechny uvedené hodnoty jsou vypočteny s tolerancí ± 10%.

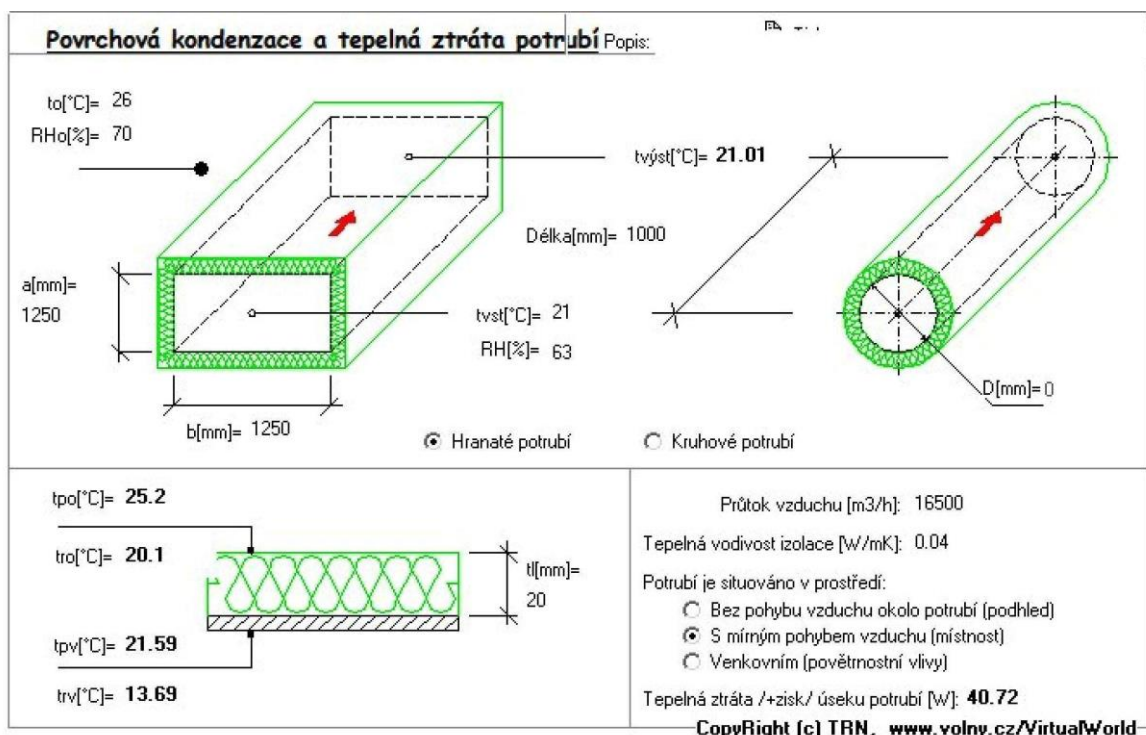
Obrázek B.9.2.2. Návrh tlumiče hluku pro přívodní a odvodní potrubí zázemí tělocvičny

Tabulka B.9.2.4. Návrh tlumiče hluku pro sání a výtlač potrubí zázemí tělocvičny

Sání										
Návrh: THKU.900.450.1200-3 6X KTH.10.450.1200										
č.	hladina akustického výkonu	125	250	500	1000	2000	4000	8000	suma	
1	Sání L_w	51,0	58,0	60,0	44,0	32,0	22,0	22,0	62	
	Útlum tlumiče hluku	13,0	17,0	19,0	18,0	13,0	7,0	0,0		
	Hluk na fasádě	38,0	41,0	41,0	26,0	19,0	15,0	22,0	45	
	Útlum vzdáleností	Q	r							
		2	4							
									26	
Výtlač										
Návrh: THKU.900.450.1200-3 6X KTH.10.450.1200										
č.	hladina akustického výkonu	125	250	500	1000	2000	4000	8000	suma	
10	Výtlač L_w	73	82	83	73	63	55	45	86	
	Útlum tlumiče hluku	13,0	17,0	19,0	18,0	13,0	7,0	0,0		
	Hluk na fasádě	59,9	64,7	63,9	55,0	50,0	48,0	45,0	68	
	Útlum vzdáleností	Q	r							
		2	4							
									38	
	Vliv sacího i výtlačového potrubí určíme jako součtovou hladinu:						$L_{w,s} =$	38	dB	
	Útlum hluku v exteriéru:			$L_p =$	38,3	dB	\leq	40	dB	

10. NÁVRH IZOLACE

Návrh pro izolaci potrubí by provedený v programu Teruna. Jako nejkritičtější místo pro návrh jsem uvažoval pro tělocvičnu. Pro přívodní vzduch o teplotě 21 °C a teplotě okolního vzduchu 26 °C. Izolace je zvolena Lamelová rohož LAROCK s hliníkovou fólií. O tloušťce 20 mm. Izolace bude použita na všechny sací a výfuková potrubí.



Obrázek B.10.1 Návrh izolace proti kondenzaci vodní páry

11. NÁVRH VZT JEDNOTEK

11.1 Vzduchotechnická jednotka č.1 – Tělocvična

Návrh VZT jednotky č. 1 určené pro úpravu mikroklimatu tělocvičny byl proveden v návrhovém programu firmy Remak, a.s. AeroCAD, a bude pracovat v rovnotlakém režimu.

ID nabídky
Projekt
Číslo / Název zařízení
Určení jednotky

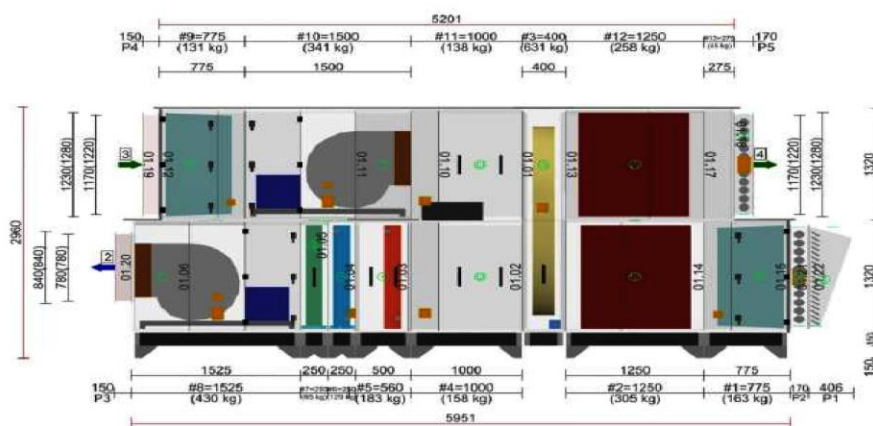
[1] VZT 1 - Tělocvična
01 / VZT 1 - Tělocvična
Standardní prostředí



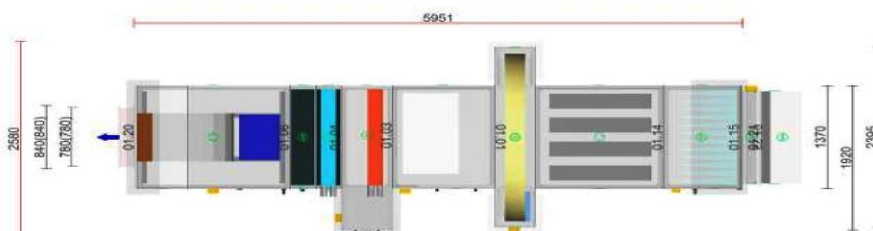
GRAFICKÉ POHLEDY

Bokorys servisní strany

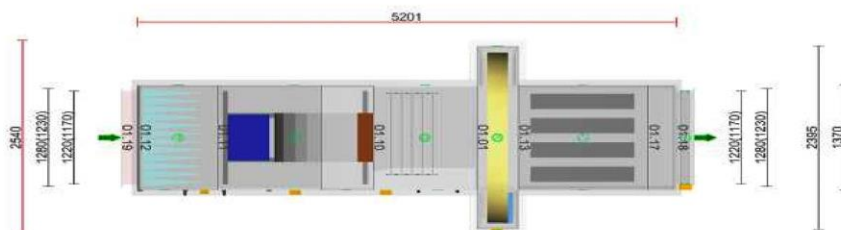
Číslování větví: 1 - venkovní vzduch, 2 - přívodní vzduch, 3 - odtahový vzduch, 4 - odpadní vzduch, 5 - cirkulační vzduch



Půdorys přívodní větve



Půdorys odtahové větve



Vytvořeno 04.05.2018,13:30 v programu AeroCAD verze 6. 6. 30 (19.04.2018), výtisknuto 18.05.2018,16:50

Strana : 4 / 18

Obrázek B.11.1.1. VZT jednotka č. 1 – Teplovzdušný větrání a klimatizace tělocvičny

ID nabídky
 Projekt [1] VZT 1 - Tělocvična
 Číslo / Název zařízení 01 / VZT 1 - Tělocvična
 Určení jednotky Standardní prostředí



STRUČNÁ SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ

Základní parametry zařízení

Druh, rozměr	AeroMaster XP 22	
Typ řídicího systému	Není	
Hmotnost (+-10%)	3 395 kg	
Umístění jednotky	Vnější	
Materiálové provedení		
Vnější plášť	Lakovaný plech (RAL 9002)	
Vnitřní plášť	Pozinkovaný plech	

	Přívod	Odvod
Průtok vzduchu	16500 m ³ /h	16500 m ³ /h
Externí tlaková rezerva	98 Pa	90 Pa
Rychlost v průřezu	2.96 m/s	2.96 m/s
Příkon ventilátorů	6.58 kW	5.03 kW
1. stupeň filtrace	M5	M5
2. stupeň filtrace	-	-
SFP _i	1436 W.m ⁻³ .s	1097 W.m ⁻³ .s

Parametry pláště dle EN1886

Celkový příkon jednotky	11.98 kW	Mechanická stabilita	D2(M)
Napájecí napětí		Netěsnost skříně	L2(M)
Celkový proud I _{max}		Termická izolace	T3(M)
SFP _{AHU}	2534 W.m ⁻³ .s	Faktor tepelných mostů	TB3(M)
		Netěsnost mezi filtrem a rámem	< 0,5 % (F9)

Nejdůležitější parametry vybraných komponentů

	Na straně vzduchu		Na straně média
Zpětný zisk tepla	-12.0 → 8.5 °C	76 %	
Směšování	8.5 → 8.5 °C	0.0 %	
Ohřev	8.5 → 19.0 °C	59.7 kW	70/49 °C, Voda, 1.9 kPa, 2.45 m ³ /h
Chlazení	29.0 → 20.0 °C	47.7 kW	7/13 °C, Voda, 2.3 kPa, 6.83 m ³ /h

Detailní specifikace a výsledné parametry jsou součástí detailní specifikace vzduchotechnického zařízení

Hlukové parametry zařízení

Oktávové pásmo	LwA _{okt} * [dB]								LwA** [dB(A)]
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Přívod - sání	56	61	53	45	26	25	32	32	63
Přívod - výtlak	63	73	76	81	79	77	74	68	85
Přívod - okolí	55	55	56	54	49	47	45	34	61
Odvod - sání	53	70	71	78	76	72	68	62	82
Odvod - výtlak	52	64	53	51	38	37	47	48	65
Odvod - okolí	47	55	53	53	50	47	45	35	60

* Hladiny akustického výkonu v oktávových pásmech

** Celková hladina akustického výkonu

11.1.1 Výpočet výkonu strojního zařízení VZT č. 1 Teplovzdušné větrání a klimatizace

Letní období – chladič

Tepelná zátěž tělocvičny 56 000 W

$$\Delta_t = Q / V_p \times \rho \times c \quad [\text{K}]$$

$$\Delta_t = 56\,000 / (9 \times 1,2 \times 1010) \quad [\text{K}]$$

$$\Delta_t = 6,1 \text{ [K]} \quad \Rightarrow \quad t_p = 20,9 \text{ }^\circ\text{C}$$

Citelný výkon chladiče:

$$Q_{\text{ch}} = V_p \times \rho \times c \times \Delta_t \quad [\text{kW}]$$

$$Q_{\text{ch}} = 9,1 \times 1,2 \times 1010 \times (27 - 20,9) \quad [\text{kW}]$$

$$Q_{\text{ch}} = 66,5 \quad [\text{kW}]$$

Zimní období – ohříváč

Tepelná ztráta tělocvičny 34 430 W

$$\Delta_t = Q / V_p \times \rho \times c \quad [\text{K}]$$

$$\Delta_t = 34\,430 / (9,1 \times 1,2 \times 1010) \quad [\text{K}]$$

$$\Delta_t = 3,2 \text{ [K]} \quad \Rightarrow \quad t_p = 18,2 \text{ }^\circ\text{C}$$

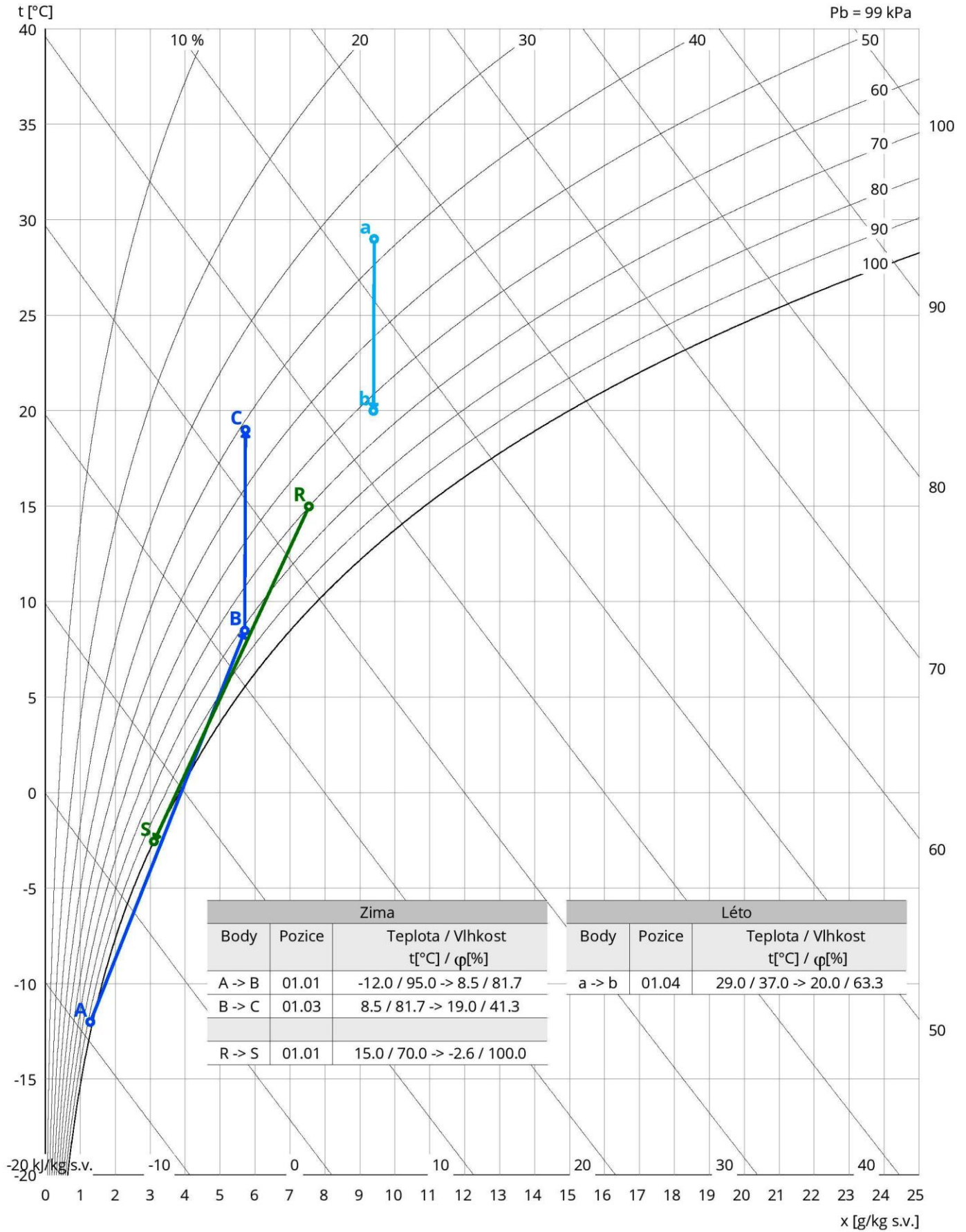
Citelný výkon ohříváče:

$$Q_{\text{ch}} = V_p \times \rho \times \Delta_h \quad [\text{kW}]$$

$$Q_{\text{ch}} = 9,1 \times 1,2 \times 11 \quad [\text{kW}]$$

$$Q_{\text{ch}} = 120 \quad [\text{kW}]$$

Psychrometrický diagram



11.2 Vzduchotechnická jednotka č.2 – Zázemí tělocvičny

Návrh VZT jednotky č. určené pro úpravu mikroklimatu zázemí tělocvičny byl proveden v návrhovém programu firmy ATREA v programu DUPLEX, a bude pracovat v rovnotlakém režimu.



Technický popis

Nominální hodnoty

Nabídka č.:

Akce:
Pozice: VZT 2 - ZÁZEMÍ TĚLOCVIČNY

strana 2 / 10

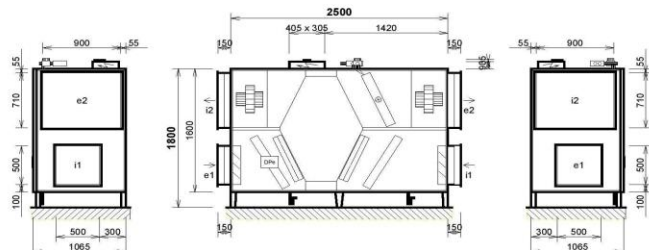
Jednotka	DUPLEX 6500 Multi	Specifikace:	DUPLEX 6500 Multi / 10/neurčeno - Me.116.EC3 - Mi.116.EC3 - Fe.K5 - Fi.K5 - B.LM24A - C.LM24A-SR - T.3 - Ke.LF24-SR - Ki.LM24A - RE-TP04.LM24A-SR - He1.500/500.P - He2.710/900.P - Hi1.500/500.P - Hi2.710/900.P - FT - RD5 - PFe - PFI - MMe - SW - CM.s - CPTOUCH.B.Wh - ErP 2016, 2018
----------	--------------------------	--------------	--

Typ jednotky
- Vnitřní s protiproudým rekuperátorem
- Jednotka splňuje ErP (Ecodesign) - nařízení EU 1253/2014, platné od 1.1.2016 i 1.1.2018.



Provedení **10/neurčeno** parapetní pohled z čela (ze strany dveří)
Hmotnost: cca 574 kg, Dodávka jednotky vcelku

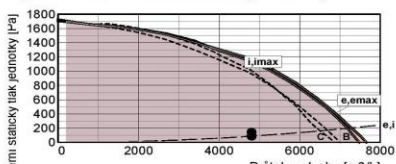
Manipulační prostor



hrdlo	druh	rozměr	příslušenství
e1	e1 - venkovní vzduch (ODA)	500 x 500 mm	uzavírací klapka, pružná manžeta
e2	e2 - přiváděný vzduch (SUP)	710 x 900 mm	pružná manžeta
i1	i1 - odváděný vzduch (ETA)	500 x 500 mm	uzavírací klapka, pružná manžeta
i2	i2 - odpadní vzduch (EHA)	710 x 900 mm	pružná manžeta
K	výstup kondenzátu	2x Ø32 mm/40 mm	sifon
T	Vodní ohřeváč	1" vnitřní	připojovací rozměr - regulační uzel

A	otvírání dveří	min. 1300 mm
C	regulační uzel	min. 800 mm
D	odvod kondenzátu	min. 200 mm

Výkonová charakteristika jednotky:



Zimní provoz:
e-přívod (400 V), i-odvod (400 V), B-by-pass, C-cirkulace
emax-přívod (400 V), imax-odvod (400 V)
Jednotka obsahuje ventilátory vybavené EC technologií. Tyto ventilátory jsou plynule regulovatelné v celé vyznačené oblasti.

Akustické parametry:

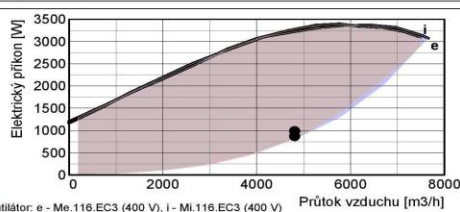
Frekvence [Hz]	Hladina akustického výkonu LwA (dB)								
	Total	63	125	250	500	1 k	2 k	4 k	8 k
sání e1	65	43	54	63	59	49	40	36	<25
výtlač e2	93	70	77	86	92	84	72	63	53
sání i1	65	39	54	60	62	47	35	<25	<25
výtlač i2	93	70	78	87	90	83	73	65	55
plášť do okolí	62	43	46	60	55	54	43	40	30

Akustický výkon do okolí je vypočten pro současný provoz **obou ventilátorů** a je změřen podle normy ISO 3744. Akustický výkon na hrdlech je změřen podle normy ISO 5136.

Hladina akustického tlaku LpA (dB)	plášť do okolí								
	42	<25	25	39	34	33	<25	<25	<25
plášť do okolí	42	<25	25	39	34	33	<25	<25	<25

Hladina akustického tlaku do okolí je uváděna ve vzdálenosti 3 m pro současný provoz **obou ventilátorů** a je změřena podle normy ISO 3744.

Ventilátory	přívod	odvod
Vzduchové množství	m ³ /h	4810
Externí statický tlak jednotky	Pa	144
Napětí (jmenovité)	V	400
Příkon (v pracovním bodě)	kW	0,9
Počet otáček (v pracovním bodě)	1/min	1818
Max. příkon (pro dimenzování)	kW	3,3
Max. proud (pro dimenzování)	A	5,4
Typ ventilátorů	Me.116	Mi.116
Druh ventilátoru (s proměnlivými otáčkami)	EC3	EC3



Verze programu: 8.80.005 / CZ / 0
ze dne: 6.4.2018

Soubor: VZT 2 - ZAZEMI TELOCVICNY.adu
Datum tisku: 6.5.2018

Obrázek B.11.2.1. VZT jednotka č. 2 – Zázemí tělocvičny

11.2.1 Výpočet výkonu strojního zařízení VZT č. 2 Teplovzdušné větrání

Zimní období – ohřivač

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

$$Q_{ch} = 1,3 \times 1,2 \times 1010 \times (24 + 24) \quad [kW]$$

$$Q_{ch} = 1,57 \quad [kW]$$



h-x diagram

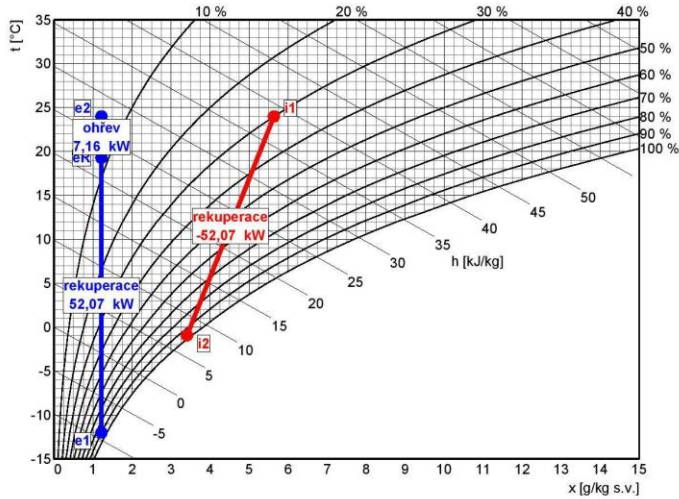
Nominální hodnoty
Nabídka č.:

strana 7 / 10

Akce:
Pozice: VZT 2 - ZÁZEMÍ TĚLOCVIČNY

Jednotka **DUPLEX 6500 Multi** Specifikace: DUPLEX 6500 Multi / 10/neurčeno - Me.116.EC3 - Mi.116.EC3 - Fe.K5 - Fi.K5 - B.LM24A - C.LM24A-SR - T.3 - Ke.LF24-SR - Ki.LM24A - RE-TPO4.LM24A-SR - He1.500/500.P - He2.710/900.P - Hi1.500/500.P - Hi2.710/900.P - FT - RD5 - PFe - PFi - MMe - SW - CM.s - CPTOUCH.B.Wh - ErP 2016, 2018

Zimní provoz



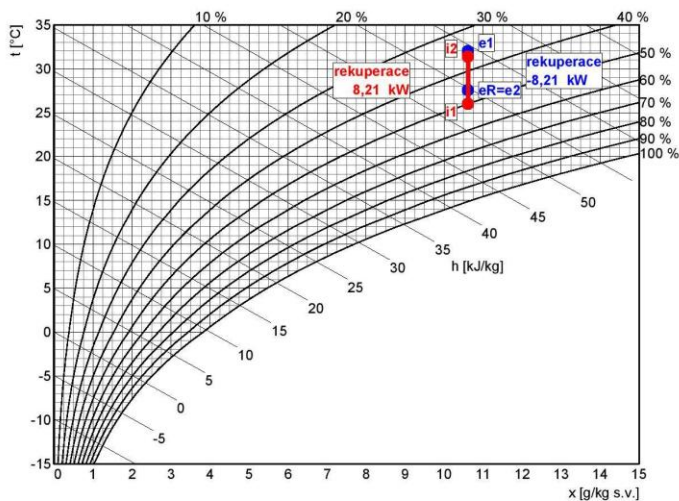
Přívod

	popis	t [°C]	rh [%]
e1	venkovní vzduch	-12,0	90
eR	rekuperace	19,3	9
e2	ohřev	24,0	6

Odvod

	popis	t [°C]	rh [%]
i1	odváděný vzduch	24,0	30
i2	rekuperace	-0,9	96

Letní provoz



Přívod

	popis	t [°C]	rh [%]
e1	venkovní vzduch	32,0	35
eR	rekuperace	27,6	45

Odvod

	popis	t [°C]	rh [%]
i1	odváděný vzduch	26,0	50
i2	rekuperace	31,4	36



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

C. PROJEKTOVÁ ČÁST

C. THE PROJECT PART

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Lukáš Sotolář

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. OLGA RUBINOVÁ, Ph.D.

BRNO 2018

1. TECHNICKÁ ZPRÁVA

1.1 Úvod

Výsledkem zpracování této bakalářské práce bylo navrhnout vzduchotechnické zařízení pro sportovní halu na úroveň reálné proveditelnosti stavby.

1.2 Popis stavby

Samostatně stojící sportovní hala je tvořena dvěma hlavními částmi: tělocvična a zázemí tělocvičny. Tělocvična tvoří samotnou část a zázemí tělocvičny jsou všechny ostatní místnosti: zádveří, vstupní hala, chodba, technická místnost, kancelář, sklad, nářadovna, šatna pro muže se sprchami, šatna pro ženy se sprchami, veřejné WC pro muže, ženy a invalidní osoby a úklidovou komorou. Obloukový nosný systém je tvořen dřevěnými vazníky přimontovaných na atypických prefabrikovaných železobetonových prvcích, které jsou zakotveny do železobetonových patek. Přilehlé zázemí tělocvičny má potom konstrukční výšku 3,660 m a světlou výšku 3,000 m. Střešní plášť je navržený z dřevěného bednění opatřený tepelně izolační vrstvou a povrchem z hydroizolační folie z PVC. Obvodové opláštění tělocvičny je provedeno systémem HELUZ. Výplně otvorů jsou v platových oken s běžným zasklením. Tělocvična dosahuje světlé výšky v rozmezí od 5,28 m do 12,19 m. Tato velké rozpětí je způsobeno obloukovým tvarem střešní konstrukce.

1.3 Podklady pro zpracování

Pro zpracování této práce byla poskytnuta dokumentace stavebního a architektonického návrhu stavby. Dokumentace projektu se skládala z půdorysu celé sportovní haly a jednoho řezu. Součástí podkladu jsou příslušné zákony a prováděcí vyhlášky, České technické normy a technické 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 Energetická náročnost budov – Výpočet tepelného výkonu
- ČSN 73 0802 Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty
- ATREA DUPLEX – Program pro návrh VZT jednotek
- Teruna – program pro návrh izolací
- Mandík – podklady výrobce
- Elektrodesing – podklady výrobce

1.4 Výpočtové hodnoty klimatických podmínek

Vzhledem již k reálnému umístění stavby bylo místo pro výpočet klimatických podmínek zvoleno Brno a skutečná nadmořská výška města Brna

Tabulka C.1.4.1. Klimatické podmínky pro Brno

BRNO	Teplota [°C]	Entalpie [kJ/kg]
Léto	30	57,5
Zima	-12	-

1.5 Výpočtové hodnoty vnitřního prostředí

VZT zařízení 1 pro tělocvičnu bude pracovat v rovnotlakém režimu bez žádného výskytu přetlaku, protože bude zajišťovat pouze výměnu vzduchu na hrací ploše.

Zařízení VZT 2 pro zázemí tělocvičny bude navrženo tak, aby pracovalo v rovnotlakém režimu. S přetlaky v místnostech se počítá na odvod z přilehlých místností. Přetlaky v místnostech 105 a 107 bude zajištěn odvodem do místnosti 106 a to mřížkami ve dveřích o rozměrech 500 x 125 mm. Stejným způsobem bude zajištěné tlakové vyrovnání přetlaku z místností 108 a 110 do místnosti 109, stejně tak z chodby 111 do sociálních zařízení 115 a 112. Přetlak z chodby 104 bude odveden do místností 113 a 130 mřížkami ve dveřích o rozměrech 500 x 125 mm a z chodby 103 do kotelny 125 stejnou mřížkou ve dveřích o rozměrech 500 x 125 mm.

Tabulka C.1.5.1. Vnitřní návrhové podmínky pro zařízení VZT

Informace o místnosti			zima		léto		Hladina akustického hluku [dBa]
Podlaží	Číslo	Název	Teplota [°C]	Rel. Vlhkost [%]	Teplota [°C]	Rel. Vlhkost [%]	
1.	101	Tělocvična	15	30	26	70	50

Tabulka C.1.5.2. Vnitřní návrhové podmínky pro zařízení VZT 2

Informace o místnosti			zima		léto		Hladina akustického hluku [dBa]
Podlaží	Číslo	Název	Teplota [°C]	Rel. Vlhkost [%]	Teplota [°C]	Rel. Vlhkost [%]	
1	129	Zádveří	15	-	-	-	
1	102	Hala	15	-	-	-	
1	103	Chodba	15	-	-	-	
1	125	Kotelna	15	-	-	-	
1	127	Strojovny VZT	15	-	-	-	
1	126	Sklad	15	-	-	-	
1	128	Nářadovna	15	-	-	-	
1	104	Chodba	15	-	-	-	
1	105	Šatna muži L	22	-	-	-	50
1	106	Sprchy muži	24	-	-	-	50
1	107	Šatna muži P	24	-	-	-	50
1	108	Šatna ženy L	24	-	-	-	50
1	109	Sprchy ženy	24	-	-	-	50
1	110	Šatna ženy P	22	-	-	-	50
1	111	Chodba	20	-	-	-	
1	112	WC muži	20	-	-	-	
1	113	WC invalide	20	-	-	-	
1	115	WC ženy	20	-	-	-	
1	130	Úklidová komora	15	-	-	-	

Provozní doba tělocvičny je od 8:00 – 00:00, takže požadavek na útlum hluku v exteriéru je také splněn.

2. ZÁKLADNÍ KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ

2.1 Koncepte vzduchotechnických zařízení

Vzduchotechnická jednotka č. 1 zajišťuje pro tělocvičnu v zimě teplovzdušné větrání a v létě klimatizaci. Skladba jednotky obsahuje protidešťovou žaluzii, uzavírací klapky, filtry, tlumiče hluku, rotační rekuperátor, směšovací komoru, vodní ohřívač, vodní chladič, eliminátor kapek, ventilátory, prázdná komora. Tlumiče hluku jsou sou-

částí vzduchotechnické jednotky na straně sání venkovního vzduchu a na straně výtlaku vzduchu z interiéru. Na straně přívodu vzduchu a odvodu vzduchu jsou tlumiče hluku instalovány ve čtyřhranném potrubí co nejbližší ventilátorům. Samotná jednotka bude umístěna venku vedle štítové stěny na jihozápadní straně na K její obsluze a údržbě bude zhotovena obslužná plošina z kokové konstrukce široká 5,3 m dostatečné k obsluze a je opatřena zábradlím. Jednotka stojí na základovém roštu a stříšku pro odolnost vůči dešti a větru. Pro distribuci bylo použito čtyřhranné potrubí, které je v interiéru tělocvičny redukováno přechodem na kruhové SPIRO potrubí. Venkovní potrubí je opatřeno vhodnou izolací stejně jako vnitřní část potrubí proti kondenzaci vodní páry.

Vzduchotechnická jednotka č. 2 sloučí pouze k nucenému větrání pro hygienickou výměnu vzduchu. Skládá se z ventilátorů, rekuperačního výměníku, vodního ohřívače, regulačních a uzavíracích klapek. Regulace množství průtoku vzduchu zajišťují pak jednotlivé distribuční prvky. Strojovna vzduchotechniky tvoří samostatný požární úsek, je tedy opatřen 2 požárními klapkami. Pro zázemí je použito čtyřhranné potrubí. Strojovna je přístupná z chodby mezi zázemím a tělocvičnou.

2.2 Hygienické větrání

Tabulka C.2.2.1. Požadovaná hygienická výměna vzduchu

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

V prostorách pro běžný pohyb osob je navržena výměna vzduchu minimálně 2x za hodinu. V ostatních místnostech je potom výměna vzduchu stanovena dle tabulkových hodnot. Obě jednotky vykazují třídu filtrace M5.

2.3 Energetické zdroje

Pro chod veškerých zařízení bude třeba zajistit dostatečný příkon elektrické energie. Hlavním kritériem bude příkon elektromotorů ventilátorů a zdroj chladu pro vodní chlazení.

Ohřev teplé vody bude zprostředkovávat stávající kotel, pracující v teplotním spádu 90/60 °C.

Chlazení pak bude nepřímé. Teplonosná látka bude distribuována v měděných trubkách k VZT jednotce č. 1. Chlazení bude mít teplotní spád 6/12 °C.

3. TECHNICKÉ ŘEŠENÍ VZT JEDNOTEK

3.1 VZT jednotka č. 1 – Teplovzdušné větrání a klimatizace

Zařízení bylo sestaveno z jednotlivých komponentů. Druh jednotky je Aero-Master XP 22 pro venkovní prostředí. Jednotka je umístěna na jihozápadní straně vedle štítové stěny, je tudíž opatřena stříškou XPSO 22. Přívod i odvod je dimenzovaný na 16500 m³/h. Komponenty přívodu vzduchu: protidešťová žaluzie, klapka, filtr kapsový (M5), tlumič hluku, rotační rekuperátor (max. účinnost: 76 %, citelný výkon: 110,8 kW), směšovací komora, ohříváč (teplotní spád. 70/49, výkon), chladič (teplotní spád 7/13, výkon 47,7 kW), eliminátor kapek, ventilátor (elektrický příkon 6,58 kW, převod řemenný, účinnost 66%), a tlumící vložka. Komponenty pro odvod: tlumící vložka, filtr (G5), ventilátor (elektrický příkon 5,03 kW, převod řemenný, účinnost 63 %, směšovací komora, tlumič hluku, prázdná komora, klapka, tlumič hluku

3.2 Nucené větrání zázemí tělocvičny

Zařízení bylo sestaveno z jednotlivých komponentů. Druh jednotky DUPLEX 6500 Multi. Jednotka je umístěna v budově ve strojovně vzduchotechniky. Přívod i odvod je dimenzovaný na 4810 m³/h. Komponenty na přívodu: pružná manžeta, uzavírací klapka, ventilátor (elektrický příkon 0,9 kW), rekuperační výměník (účinnost 87 %, výkon 52,1), vodní ohříváč (teplotní spád 70/50, výkon 7,2 kW), filtr (M5), pružná manžeta. Komponenty na odvodu: pružná manžeta, uzavírací klapka, ventilátor (elektrický příkon 1,0 kW), filtr (M5), pružná manžeta.

Podrobnější specifikace viz. příloha.

3.3 Nároky na energii

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

3.4 Měření a regulace

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

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

4. NÁROKY NA SOUVISEJÍCÍ PROFESE

4.1 Stavební úpravy

4.1.1 Zařízení č. 1 Teplovzdušné větrání a klimatizace tělocvičny

Jednotky se nachází venku vedle jihozápadní štítové stěny. Z důvodu sání vzduchu umístěného ve spodní části VZT jednotky bylo třeba navrhnout konstrukci, aby zařízení neleželo přímo na zemi a zamezilo se tak nasátí nečistot. Napodél stěny bu proto postavena lávka z kovové konstrukce. Pochozí vrstva bude z ocelové mřížoviny. Tato manipulační plošina musí být opatřena zábradlím minimální výšky 900 mm.

4.1.2 Zařízení č. 2 Nucené větrání zázemí tělocvičny

Jednotka bude umístěna ve strojovně vzduchotechniky. Pro instalaci jednotky je třeba rozšířit dveře na světlu šířku 1250 mm. Místnost je třeba vyspádovat kvůli odvodu kondenzátu. U výfuku a sání je třeba zohlednit překlad na otvory, z důvodu prostupu skrze nosné zdi.

4.2 Silnoproud

- Zdroj pro VZT jednotky
- Zdroj všech servopohonů
- Uzemnění zařízení

4.3 Vytápění

Teplovodní ohříváče je třeba napojit na vnitřní rozvodnou síť o teplotním spádu 70/49 °C. K ohříváčům povedou měděné trubky DN 25. Potrubí ke VZT č.1 je nutno izolovat. Je nezbytné zajistit vytápění pro zázemí tělocvičny.

4.4 Chlazení

Systém chlazení se nachází na střeše. Teplotní spád je 7/13 °C. Přívod do vodního chladiče bude zajištěn měděným potrubím rozvodem do DN 25.

4.5 Zdravotní technika

Ve strojovně VZT je třeba vytvořit podlahovou vpust' pro odvod kondenzátu. Vpust' bude mít zápachovou uzávěrku. U VZT jednotky č. 1 není třeba navrhovat zdravotnické zařízení odvod kondenzátu bude přirozeně odkapávat a odváděn bude dle spádování terénu od budovy.

5. PROTIHLUKOVÁ A PROTIDEŠŤOVÁ OPATŘENÍ

Dle 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 na straně sání a výtlačky navrženy jako součást VZT jednotky a doplněny dalšími tlumiči pro nedostatečný útlum hluku. Do rozvodných potrubí tělocvičny byly umístěny tlumiče hluku na přívodu i odvodu vzduchu. U VZT jednotky č. 2 jsou umístěny tlumiče hluku na sacím, přívodním, odvodním i výfukovém potrubí. Všechny rotační stroje budou uloženy na pružných manžetách.

6. IZOLACE A NÁTĚRY

Pro vnější rozvody od zařízení č. 1 byla navržena tepelná izolace jako lamelová rohož LAROCK z minerální vlny na hliníkové fólii (venku opláštěna pozinkovaným plechem). U rozvodů pak stejná izolace o tloušťce 20 mm. U zařízení č. 2 budou izolovány rozvody na straně exteriéru. Tepelná izolace LAROCK minerální vlna tl 20 mm.

7. PROTIPOŽÁRNÍ OPATŘENÍ

Strojovna utváří samostatný požární úsek. V místě prostupu požárně dělícími konstrukcemi budou osazeny požární klapky na přívodním i na odvodním potrubí. Regulaci těchto klapek bude zajišťovat MaR.

8. MONTÁŽ, PROVOZ, ÚDRŽBA A PROVOZ

Montáž VZT jednotek budou provádět kvalifikovaní technici. Před samotným zpuštěním bude provedena komplexní kontrola. Kontrolována bude především správnost komponentů dle technické specifikace, jejich seřízení a bude provedena zkouška funkčnosti. Jednotky budou kontrolovány v průběhu provozu minimálně 2 ročně kvalifikovaným technikem.

9. ZÁVĚR

Navržený vzduchotechnický systém vytváří tepelnou pohodu vnitřního mikro-klima, splňuje požadavky na výměnu vzduchu, útlum hluku a hygienické požadavky.

10. PŘÍLOHY K TECHNICKÉ ZPRÁVĚ

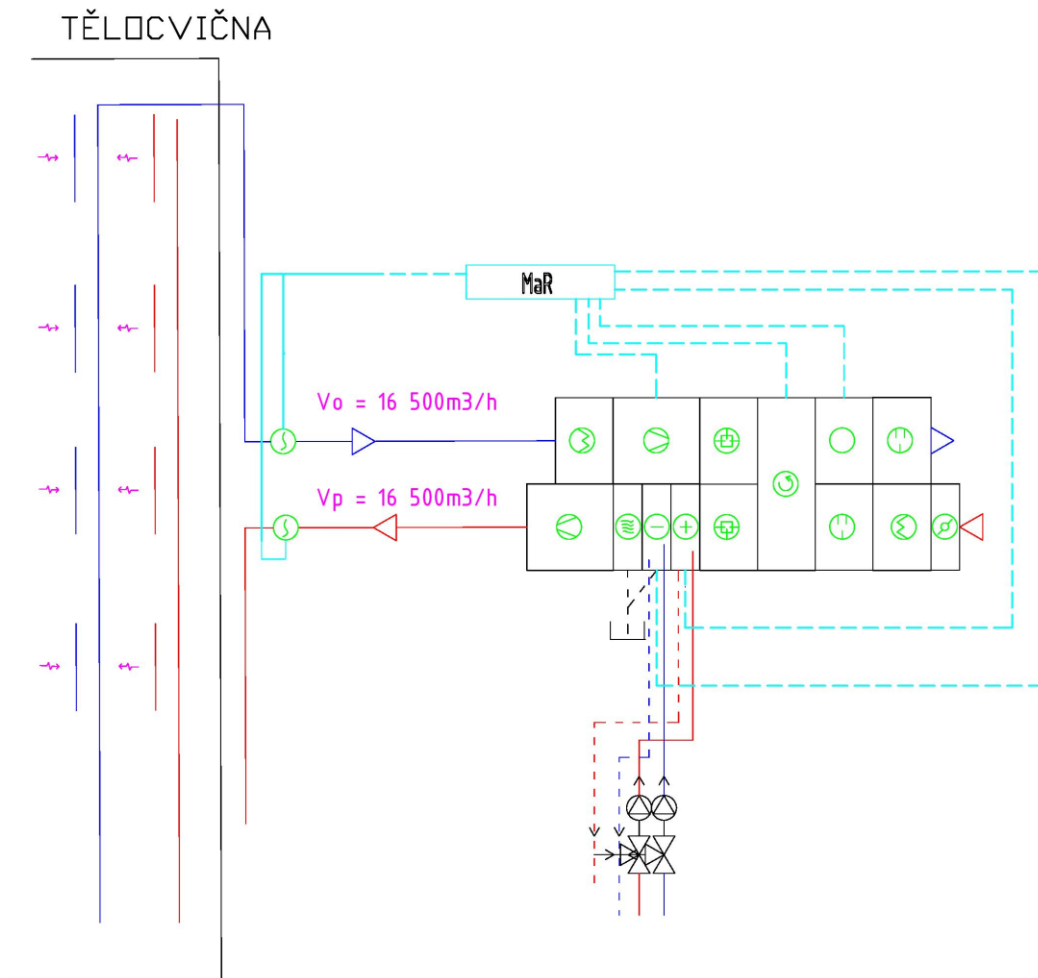
10.1 Technická zpráva VZT jednotky č.1 - Tělocvična

10.2 Technická zpráva VZT jednotky č.2 – Zázemí tělocvičny

TABULKA ZAŘÍZENÍ

		Ventilátor					Elektřina				Ohřev			Chlazení				
Technická pozice	Vzduchotechnika tělocvičny	přívod/odvod	ožstvi vzduchu	Externí tlak	Počet	Elektrický příkon jednotkový	Elektrický příkon celkem	Elektrický proud jednotkový	Napětí/frekvence	Topný příko 70/49 °C	Průtok média	Tlaková ztráta výměníku	chladičí výkon 7/13	Průtok média	Tlaková ztráta výměníku	Kondenzát		
-	-	m3/h	Pa	ks	kW	kW	A	W/Hz	kW	m3/h	kPa	kW	m3/h	kPa	kg/h			
1.1.1.	VZT jednotka č. 1																	
	uzavírací klapka															Servopohon NM 24A-SR		
	kapsový filtr M5															Smímač tlakové diference P33 N (30 - 500 Pa)		
	tlumič hluku																	
	rotační rekuperátor															NPE 230 V.50 Hz;Snímač namrzání N5 120		
	směšování přívod																	
	vodní ohřivač															Směšovací uzel SUMX 6,3/EU (2)		
	vodní chladič															Směšovací uzel SUMX 25/EU (2)		
	eliminátor kapek															Souprava pro odvod kondenzátu XPOO 301		
	ventilátor	P/O	16500	89	2	6,58	11,84	6,58	3*400/50	59,7	16500	37	47,7	16500	135	Smímač tlakové diference P33 V (20 - 200 Pa)		
	tlumičí vložka																	
	kapsový filtr M5															Smímač tlakové diference P33 N (30 - 500 Pa)		
	směšování odvod																	
	vnitřní klapka															Servopohon NM 24A-SR		
2.1.1.	Zařízení č. 2 Zázemí tělocvičny																	
	centrální jednotka																	
	ventilátor	P/O	4810	89	2	3,3	3,3	5,4	400V-EC	7,2	4810	-	-	-	-			
	rekuperační výměník															Typ výměníku S7.C rekuperační		
	vodní ohřivač															protimrazový termostat 016-H6929-109 6m		
	regulační a uzavírací klapky															servopohon LF24A-SR		
	uzavírací klapka															servopohon LM24A-SR		
	filtrace M5															čidlo teploty venkovního vzduchu ADS Tea		
	celkem					9,88												

FUNKČNÍ SCHÉMA VZT JENDOTKY č.1



LEGENDA PRVKŮ

GRAFICKÁ ZNAČKA	POZNÁMKA
	TLUMIČ HLUKU
	ROTAČNÍ REKUPERÁTOR
	FILTR
	UZAVÍRACÍ KLAPKA
	SMĚŠOVACÍ KOMORA
	OHŘÍVAČ
	CHLADIČ
	ELIMINÁTOR KAPEK
	VENTILÁTOR
	PRÁZDNÁ SEKCE

MaR systém měření a regulace

odvod kondenzátu

přívod

odvod



Vzduchotechnické schéma

Nominální hodnoty

Nabídka č.:

Akce:

Pozice: VZT 2 - ZÁZEMÍ TĚLOCVIČNY

strana 6 / 10

Jednotka **DUPLEX 6500 Multi** Specifikace:

DUPLEX 6500 Multi / 10/neurčeno - Me.116.EC3 - Mi.116.EC3 - Fe.K5 - Fi.K5 - B.LM24A - C.LM24A-SR - T.3 - Ke.LF24-SR - Ki.LM24A - RE-TPO4.LM24A-SR - He1.500/500.P - He2.710/900.P - Hi1.500/500.P - Hi2.710/900.P - FT - RD5 - PFe - PFi - MMe - SW - CM.s - CPTOUCH.B.Wh - ErP 2016, 2018

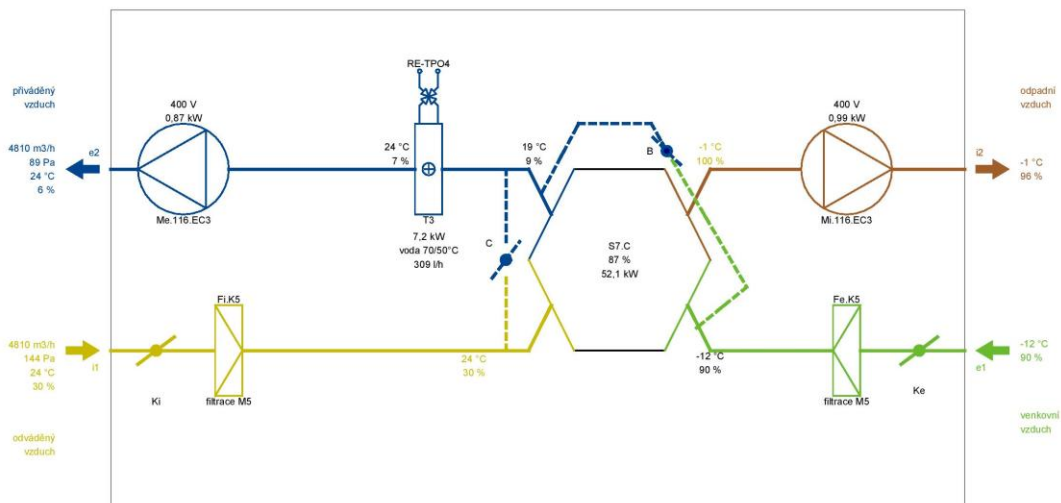
Zimní provoz

e1 - venkovní vzduch (ODA)

e2 - přiváděný vzduch (SUP)

i1 - odváděný vzduch (ETA)

i2 - odpadní vzduch (EHA)



Poznámka: Schématické znázornění funkcí jednotky. Umístění vstupů a výstupů nemusí přesně souhlasit se skutečným provedením a konfigurací hrdel.

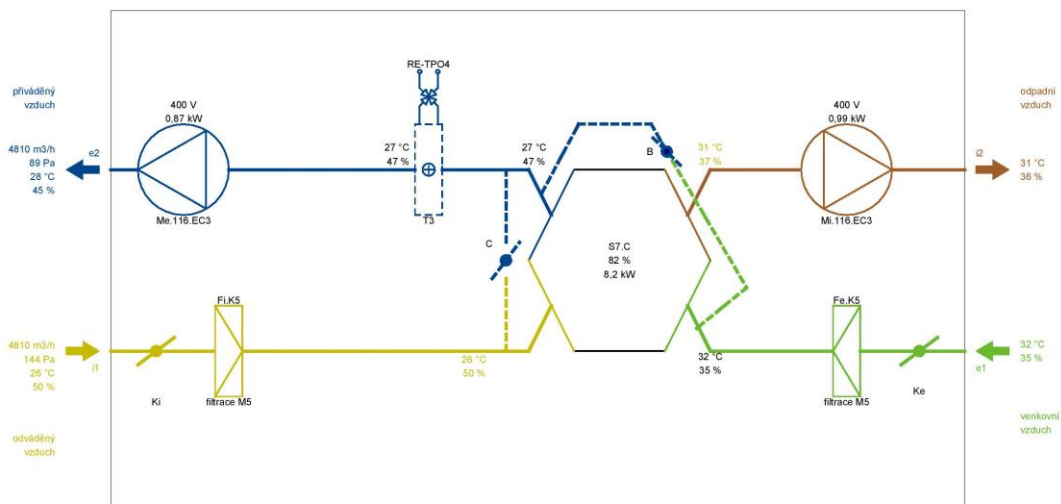
Letní provoz

e1 - venkovní vzduch (ODA)

e2 - přiváděný vzduch (SUP)

i1 - odváděný vzduch (ETA)

i2 - odpadní vzduch (EHA)



Poznámka: Schématické znázornění funkcí jednotky. Umístění vstupů a výstupů nemusí přesně souhlasit se skutečným provedením a konfigurací hrdel.

Verze programu: 8.80.005 / CZ / 0
ze dne: 6.4.2018

Soubor: VZT 2 - ZAZEMI TELOCVICNY.adu
Datum tisku: 6.5.2018

11. TECHNICKÉ SPECIFIKACE

1. Teplovzdušné větrání a klimatizace

1.1 VZT jednotka

1.1.1 VZT s rotačním rekuperátorem

1.2 Tlumiče hluku

1.2.1 Tlumič hluku THKU.1250.1250.800 2x

1.3 Distribuční prvky pro přívod vzduchu

1.3.1 Dýza s velkým dosahem NZL-W 450 20x

1.4 Distribuční prvky odvodního vzduchu

1.4.1 Odvodní mřížky KVK/KVP 1000x200 mm

1.8 Potrubí SPIRO

1.8.1 Kruhové potrubí SPIRO d=1200 mm / 10 % tvarovek 25 m

1.8.2 Kruhové potrubí SPIRO d=1100 mm / 10 % tvarovek 40 m

1.8.4 Kruhové potrubí SPIRO d=1000 mm / 10 % tvarovek 20 m

1.8.5 Kruhové potrubí SPIRO d=900 mm / 10 % tvarovek 20 m

1.8.6 Kruhové potrubí SPIRO d=850 mm / 10 % tvarovek 20 m

1.8.7 Kruhové potrubí SPIRO d=750 mm / 10 % tvarovek 20 m

1.8.8 Kruhové potrubí SPIRO d=650 mm / 10 % tvarovek 20 m

1.8.9 Kruhové potrubí SPIRO d=500 mm / 10 % tvarovek 20 m

1.9 Čtyřhranné potrubí

1.8.0 Čtyřhranné potrubí 1250/1250 mm / 10 % tvarovek 32 m

2. Teplovzdušné větrání a klimatizace

2.1 VZT jednotka

2.1.1 VZT s deskovým výměníkem

2.1 Požární klapky

2.1.2 Požární klapka

2.1.2 Tlumič hluku THKU.900.450.1200 4x

2.1.3 Tlumiče hluku

2.1.3 Tlumič hluku THKU.900.450.1200 4x

2.2 Přívodní prvky

2.2.1 Vířivá výust' DFR A 500X24 12x

2.2.2 Vířivá výust' DFR A 500X16 3x

2.2.3 Vířivá výust' DFR A 500X8 3x

2.2 Odvodní prvky

2.3.1 Talířový ventil KO 200 18x

2.3.2 Talířový ventil KO 125 4x

2.3.3 Talířový ventil KO 100 12x

2.4 Protidešťová žaluzie

2.4.1 Protidešťová žaluzie 900x450 mm

2.8 čtýrhenné potrubí

Čtýrhenné potrubí do obvodu 2400 mm / 30 % tvarovek 32 m

Čtýrhenné potrubí do obvodu 2000 mm / 30 % tvarovek 20 m

Čtýrhenné potrubí do obvodu 1700 mm / 30 % tvarovek 40 m

Čtýrhenné potrubí do obvodu 1000 mm / 30 % tvarovek 50 m

Čtýrhenné potrubí do obvodu 500 mm / 30 % tvarovek 20 m

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

Literatura

- HIRŠ, Jiří a Günter GEBAUER. *Vzduchotechnika v příkladech*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006. ISBN 80-720-4486-9
- RUBINA, Aleš, Olga RUBINOVÁ a Pavel UHER. *BT02 – TZB III _ Vzduchotechnika: sbírka příkladů*. Brno: Litera Brno, c2013. ISBN 978-80-903586-6-9
- HIRŠ, Jiří a Günter GEBAUER. *TZB – VZDUCHOTECHNIKA: MODUL BT02-04 METEOROLOGICKÉ ZÁKLADY*. Brno, 2005. [2] [3] [6] [7] [8] [9] [10]
- HIRŠ, Jiří a Günter GEBAUER. *TZB – VZDUCHOTECHNIKA: MODUL BT02-05 TEPELNÉ BILANCE PRO VZDUCHOTECHNIKU*. Brno, 2005. [1] [1] [2] [3] [4] [5]

České normy, vyhlášky a předpisy

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

Elektronické zdroje

ČSN online [online]. [cit. 2018-05-24]. Dostupné z: <https://csnonline.agentura-cas.cz/>

Tzb-info [online]. [cit. 2018-05-24]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vnitri-prostredi/3065-tepelne-zisky-od-vnitrnich-zdroju>

Tepelné ztráty [online]. [cit. 2018-05-24]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/107-vypocet-tepelne-zraty-objektu-dle-csn-06-0210>

Součinitel prostupu tepla [online]. [cit. 2018-05-24]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/136-normove-hodnoty-soucinitele-prostupu-tepla-un-20-jednotlivych-konstrukci-dle-csn-73-0540-2-2011-tepelna-ochrana-budov-cast-2-pozadavky>

Výřivý anemostat [online]. [cit. 2018-05-24]. Dostupné z: <http://www.elektrodesign.cz/web/cs/product/dfr-a-300x8-s-virivy-anemostat> [15]

Odvodní talířový ventil [online]. [cit. 2018-05-24]. Dostupné z: <http://www.elektrodesign.cz/web/cs/product/ko-100-talirovy-ventil-odvodni> [16] [17]

Dýza s dlouhým dosahem [online]. [cit. 2018-05-24]. Dostupné z: <http://www.elektrodesign.cz/web/cs/product/nzl-w-450-dyza-s-dlouhym-dosahem> [11] [12]

Odvodní mřížka [online]. [cit. 2018-05-24]. Dostupné z: <http://www.elektrodesign.cz/web/cs/product/kvp2-h-2-0-300x100-vyustka-prumyslova> [13] [14]

Utlum hluku [online]. [cit. 2018-05-24]. Dostupné z: <http://www.mart.cz/martakustik/>

Teruna [online]. [cit. 2018-05-24]. Dostupné z: <http://www.technikabudov.cz/software/>

Izolace potrubí [online]. [cit. 2018-05-24]. Dostupné z: <https://www.rajstavitelu.cz/p/820-rockwool-larock-65-als/40-mm>

Spiro potrubí [online]. [cit. 2018-05-24]. Dostupné z: <http://www.elektrodesign.cz/web/cs/product/spiro-315-spiropotrubi-3-m>

VZT REMAK [online]. [cit. 2018-05-24]. Dostupné z: <https://www.remak.eu/cs/dokumenty>

ATREA [online]. [cit. 2018-05-24]. Dostupné z: <http://www.atrea.cz/cz/duplex-cz>

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

š	šířka
d	délka
v	výška
s.š.	severní šířka
m.č.	místnost číslo
VZT	vzduchotechnika
Δt_{Po}	zrychlení [m/s^2]
B_{5K}	teplotní součinitel B pro teplotní rozdíl $\Delta t_{Po} = 5 K$
Q	tepelná zátěž vnitřního prostoru [W]
Δt	rozdíl teploty odváděného vzduchu t_0 a venkovního vzduchu t_e [$^{\circ}C$]
ho	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) [$\text{m}^2\text{K/W}$]
ΔU	korekční součinitel [$\text{m}^2\text{K/W}$]
U_{kc}	korekční součinitel prostupu tepla části konstrukce budovy (k) [$\text{m}^2\text{K/W}$]
e_k	korekční činitel exponování [-]
f_{ij}	součinitel redukce teploty [-]
b_u	korekční činitel exponování [-]
U_{equiv}	ekvivalentní součinitel prostupu tepla konstrukce v kontaktu se zemi-
b_f	nou [-]
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]
f	hloubka okna (venkovní nadpraží) [m]
h_s	výška slunce nad obzorem [m]
S_{OS}	osluněná část okna [m^2]
l_o	celková intenzita radiace procházející oknem [Wm^{-2}]
c_o	korekce na čistotu atmosféry [-]
S_o	plocha zasklení okna [m^2]
l_{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_l	intenzita difúzní radiace procházející oknem [Wm^{-2}]
v	rychlost proudění vzduchu [m/s]

Inde-

xy

e exteriér

i interiér

l lidé

p přívod / pracovní

pdl podlaha

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek A.1.1. *Názorný mechanismus výměny tepla a látek [1]*

Obrázek A.2.1.1. *Vertikální stín [2]*

Obrázek A.2.1.2. *Horizontální stín [3]*

Obrázek A.3.2.1. *Schéma osvětlené plochy místnosti [4]*

Obrázek A.8.1. *Graf průběhu vnější tepelné zátěže okna [5]*

Obrázek A.9.1. *Schéma geografických faktorů tvořící klima ČR [6]*

Obrázek A.9.1.1. *Grafické znázornění slunečních souřadnic [7]*

Obrázek A.9.1.2. *Výška slunce na obzorem [9]*

Obrázek B.3.1. *Rozdělení objektu na funkční části*

Obrázek B.5.1. *Orientace sportovní haly ke světovým stranám*

Obrázek B.5.6.1. *Rozdělení střešního pláště na části různě orientované vůči směru slunečnickému záření*

Obrázek B.8.1.1. *Dýza NZL-W 450 [11]*

Obrázek B.8.1.2. *Dýza NZL-W 450, rozměry [12]*

Obrázek B.8.1.3. *Tabulka pro určení tlakové ztráty a akustického výkonu přívodních dýz*

Obrázek B.8.1.4. *Odvodní mřížka ocelová |KVK/KVP 1000x200 mm [13]*

Obrázek B.8.1.5. *Odvodní mřížka ocelová |KVK/KVP 1000x200 mm – rozměry [14]*

Obrázek B.8.1.6. *Tabulka pro určení tlakové ztráty a akustického výkonu odvodních mřížek*

Obrázek B.8.2.1. Schéma dimenzování potrubí pro přívod vzduchu tělocvičny
Obrázek B.8.2.2. Schéma dimenzování potrubí pro odvod vzduchu tělocvičny
Obrázek B.8.3.1. Vířivá vyústka pro přívod vzduchu pro zázemí tělocvičny [15]
Obrázek B.8.3.2. Tabulka pro určení tlakové ztráty a akustického výkonu přívodního vzduchu zázemí tělocvičny
Obrázek B.8.3.3. Talířový ventil pro odvod vzduchu ze zázemí tělocvičny [16]
Obrázek B.8.3.4. Odvodní talířový ventil KO 100 – rozměry [17]
Obrázek B.8.3.5. Odvodní talířový ventil KO 100 – rozměry
Obrázek B.8.4.1. Schéma dimenzování potrubí pro přívod vzduchu zázemí tělocvičny
Obrázek B.8.4.2. Schéma dimenzování potrubí pro odvod vzduchu zázemí tělocvičny
Obrázek B.9.1.1. Návrh tlumiče hluku pro přívodní a odvodní potrubí tělocvičny
Obrázek B.9.1.2. Návrh tlumiče hluku pro sání a výtlač vzduchu tělocvičny
Obrázek B.9.2.1. Návrh tlumiče hluku pro přívodní a odvodní potrubí zázemí tělocvičny
Obrázek B.9.2.2. Návrh tlumiče hluku pro přívodní a odvodní potrubí zázemí tělocvičny
Obrázek B.10.1. Návrh izolace proti kondenzaci vodní páry
Obrázek B.11.1.1. VZT Jednotka č. 1 – Teplovzdušný větrání a klimatizace tělocvičny
Obrázek B.11.2.1. VZT Jednotka č. 2 – Zázemí tělocvičny

SEZNAM TABULEK

Tabulka A.3.1.1. Produkce citelného tepla q_{im} , vodní páry m_{iw} a metabolického tepla lidí Q_m
Tabulka A.9.1.1. Součinitel znečištění atmosféry
Tabulka A.9.1.2. Intenzita sluneční radiace pro obecnou polohu svislé konstrukce [8]
Tabulka A.9.2.1. Návrhové klimatické hodnoty pro letní a zimní období pro bývalá okresní města České republiky podle ČSN 38 3350 během let 1901-1950 [10]
Tabulka B.2.1. Klimatické podmínky pro Brno
Tabulka B.4.1.1. Přehled přestupu tepla na vnější a vnitřní straně
Tabulka B.4.1.2. Výpočet součinitele prostupu tepla vnější stěny
Tabulka B.4.1.3. Výpočet součinitele prostupu tepla střešního pláště
Tabulka B.4.1.4. Výpočet součinitele prostupu tepla podlahy v tělocvičně
Tabulka B.4.2.1. Tepelné ztráty místnosti 101 TĚLOCVIČNA
Tabulka B.5.10.1. Přehled výsledků tepelné zátěže
Tabulka B.6.1. Potřebná výměna vzduchu pro jednotlivé prvky
Tabulka B.6.2. Přehled tlakových poměrů
Tabulka B.7.1. Tepelné bilance přiváděného vzduchu
Tabulka B.8.2.1. Tabulka dimenzování přívodního potrubí vzduchu tělocvičny
Tabulka B.8.2.2. Tabulka dimenzování odvodního potrubí vzduchu tělocvičny

Tabulka B.8.4.1. *Tabulka dimenzování přívodního potrubí vzduchu zázemí tělocvičny hlavní větev*

Tabulka B.8.4.2. *Tabulky dimenzování přívodního potrubí vzduchu zázemí tělocvičny vedlejší větev*

Tabulka B.8.4.3. *Tabulky dimenzování přívodního potrubí vzduchu zázemí tělocvičny vedlejší větev-ostatní*

Tabulka B.8.4.4. *Tabulky dimenzování přívodního potrubí vzduchu zázemí tělocvičny vedlejší větev-ostatní*

Tabulka B.8.4.5. *Tabulky dimenzování potrubí sání vzduchu zázemí tělocvičny*

Tabulka B.8.4.6. *Tabulky dimenzování odvodního potrubí vzduchu zázemí tělocvičny hlavní větev*

Tabulka B.8.4.7. *Tabulky dimenzování odvodního potrubí vzduchu zázemí tělocvičny vedlejší větev*

Tabulka B.8.4.8. *Tabulky dimenzování odvodního potrubí vzduchu zázemí tělocvičny vedlejší větev-ostatní*

Tabulka B.8.4.9. *Tabulky dimenzování odvodního potrubí vzduchu zázemí tělocvičny vedlejší větev-ostatní*

Tabulka B.8.4.10. *Tabulky dimenzování odvodního potrubí vzduchu zázemí tělocvičny vedlejší větev-ostatní*

Tabulka B.8.4.11. *Tabulky dimenzování potrubí výtlačku vzduchu zázemí tělocvičny*

Tabulka B.8.4.12. *Návrh koncových elementů pro přívod vzduchu do tělocvičny*

Tabulka B.8.4.13. *Návrh koncových elementů pro podvod vzduchu z tělocvičny*

Tabulka B.8.4.14. *Návrh koncových elementů pro přívod vzduchu do zázemí tělocvičny*

Tabulka B.8.4.15. *Návrh koncových elementů pro odvod vzduchu do zázemí tělocvičny*

Tabulka B.9.1.1. *Útlum hluku pro přívodní a odvodní potrubí tělocvičny*

Tabulka B.9.1.2. *Útlum hluku pro přívodní a odvodní potrubí tělocvičny*

Tabulka B.9.1.3. *Útlum hluku pro sání a výtlač potrubí tělocvičny*

Tabulka B.9.1.4. *Útlum hluku pro sání a výtlač potrubí tělocvičny*

Tabulka B.9.2.1. *Útlum hluku pro přívodní a odvodní potrubí zázemí tělocvičny*

Tabulka B.9.2.2. *Návrh tlumiče hluku pro přívodní a odvodní potrubí zázemí tělocvičny*

Tabulka B.9.2.3. *Útlum hluku pro sání a výtlač potrubí zázemí tělocvičny*

Tabulka B.9.2.4. *Návrh tlumiče hluku pro sání a výtlač potrubí zázemí tělocvičny*

Tabulka C.1.4.1. *Klimatické podmínky pro Brno*

Tabulka C.1.5.1. *Vnitřní návrhové podmínky pro zařízení VZT*

Tabulka C.1.5.2. *Vnitřní návrhové podmínky pro zařízení VZT 2*

Tabulka C.2.2.1. *Požadovaná hygienická výměna vzduchu*

PŘÍLOHY

A Výkresy

Výkres č. 1 – PŮDORYS TĚLOCVIČNY + POHLED

Výkres č. 2 – PŮDORYS ZÁZEMÍ TĚLOCVIČNY

ŘEZ PŘÍČNÝ A-A´

ŘEZ STROJOVNA

B Výstupy z programů AeroCad a ATREA Duplex

Technická zpráva VZT č. 1 - Tělocvična

Technická zpráva VZT č. 2 – Zázemí tělocvičny



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

TECHNICKÁ ZPRÁVA

VZT JEDNOTKY Č. 1 - TĚLOCVIČNA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Lukáš Sotolář

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. OLGA RUBINOVÁ, Ph.D.

BRNO 2018

ID nabídky
 Projekt [1] VZT 1 - Tělocvična
 Číslo / Název zařízení 01 / VZT 1 - Tělocvična
 Určení jednotky Standardní prostředí



STRUČNÁ SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ

Základní parametry zařízení

Druh, rozměr	AeroMaster XP 22	
Typ řídicího systému	Není	
Hmotnost (+-10%)	3 395 kg	
Umístění jednotky	Vnější	
Materiálové provedení		
Vnější plášť	Lakovaný plech (RAL 9002)	
Vnitřní plášť	Pozinkovaný plech	

	Přívod	Odvod
Průtok vzduchu	16500 m ³ /h	16500 m ³ /h
Externí tlaková rezerva	98 Pa	90 Pa
Rychlost v průřezu	2.96 m/s	2.96 m/s
Příkon ventilátorů	6.58 kW	5.03 kW
1. stupeň filtrace	M5	M5
2. stupeň filtrace	-	-
SFP _i	1436 W.m ⁻³ .s	1097 W.m ⁻³ .s

Parametry pláště dle EN1886

Celkový příkon jednotky	11.98 kW	Mechanická stabilita	D2(M)
Napájecí napětí		Netěsnost skříně	L2(M)
Celkový proud I _{max}		Termická izolace	T3(M)
		Faktor tepelných mostů	TB3(M)
SFP _{AHU}	2534 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 → 8.5 °C	76 %	
Směšování	8.5 → 8.5 °C	0.0 %	
Ohřev	8.5 → 19.0 °C	59.7 kW	70/49 °C, Voda, 1.9 kPa, 2.45 m ³ /h
Chlazení	29.0 → 20.0 °C	47.7 kW	7/13 °C, Voda, 2.3 kPa, 6.83 m ³ /h

Detailní specifikace a výsledné parametry jsou součástí detailní specifikace vzduchotechnického zařízení

Hlukové parametry zařízení

Oktávové pásmo	LwA _{okt} * [dB]								LwA** [dB(A)]
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Přívod - sání	56	61	53	45	26	25	32	32	63
Přívod - výtlak	63	73	76	81	79	77	74	68	85
Přívod - okolí	55	55	56	54	49	47	45	34	61
Odvod - sání	53	70	71	78	76	72	68	62	82
Odvod - výtlak	52	64	53	51	38	37	47	48	65
Odvod - okolí	47	55	53	53	50	47	45	35	60

* Hladiny akustického výkonu v oktávových pásmech

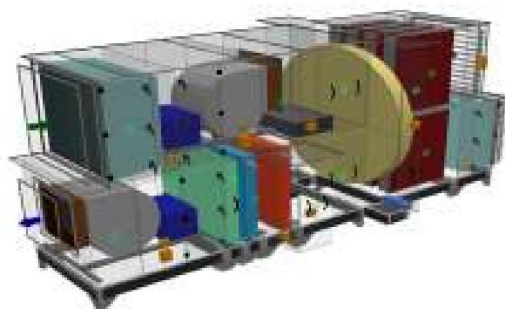
** Celková hladina akustického výkonu

ID nabídky
Projekt
Číslo / Název zařízení
Určení jednotky

[1] VZT 1 - Tělocvična
01 / VZT 1 - Tělocvična
Standardní prostředí



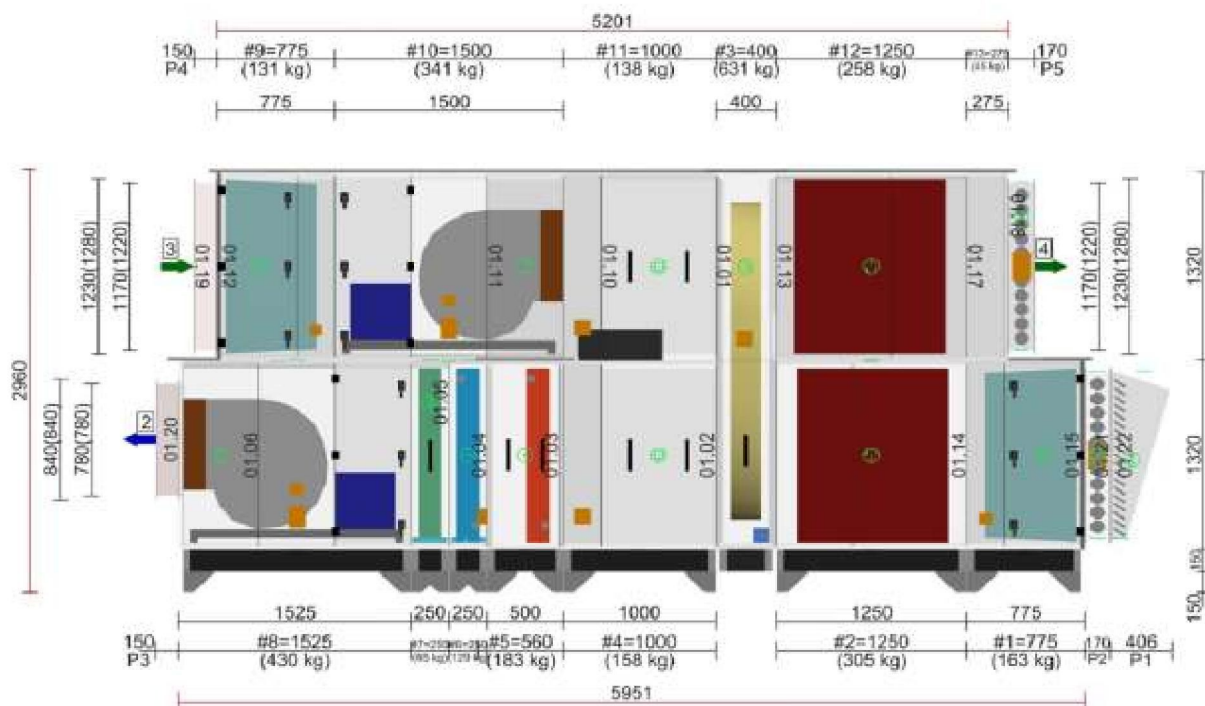
Axonomrický pohled na zařízení



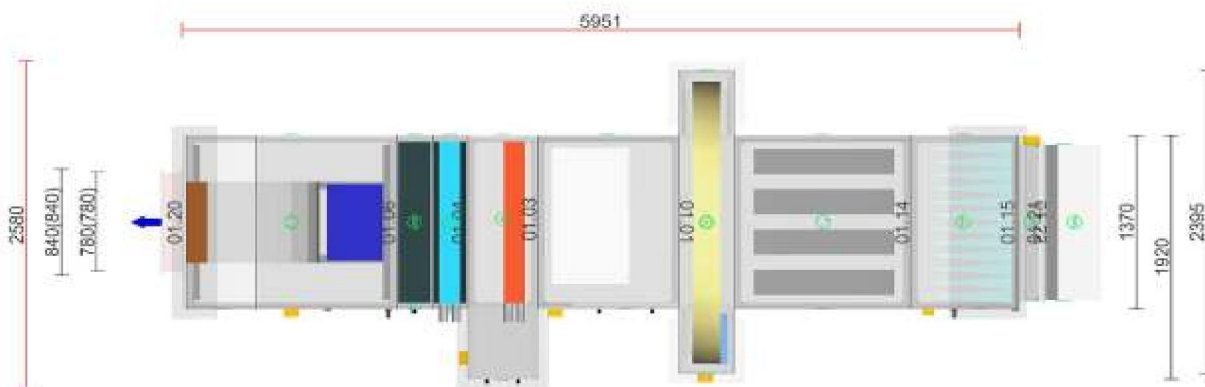
GRAFICKÉ POHLEDY

Bokorys servisní strany

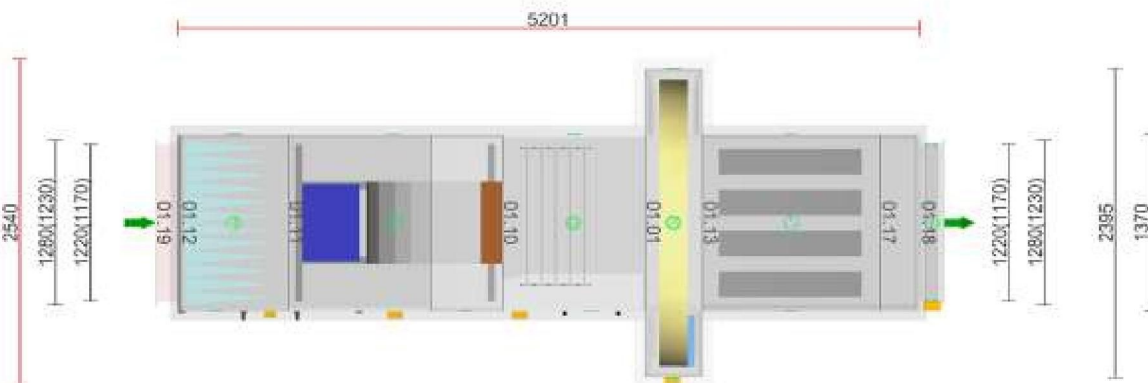
Číslování větví: 1 - venkovní vzduch, 2 - přírodní vzduch, 3 - odtahový vzduch, 4 - odpadní vzduch, 5 - cirkulační vzduch



Půdorys přírodní větve



Půdorys odtahové větve



ID nabídky
 Projekt [1] VZT 1 - Tělocvična
 Číslo / Název zařízení 01 / VZT 1 - Tělocvična
 Určení jednotky Standardní prostředí



DETAILNÍ PARAMETRY ZAŘÍZENÍ

01.22 Protidešťová žaluzie Přívod XPZO 1220-1170

Kód XPZOS1211R
 Nominální průtok vzduchu 16500 m³/h
 Tlaková ztráta 24 Pa

01.21 Klapka Přívod LK 1220-1170

Kód VLK011211
 Nominální průtok vzduchu 16500 m³/h
 Tlaková ztráta 2 Pa
 Plocha klapek 1.43 m²
 Třída těsnosti 2
 Počet servopohonů 1 ks
 Kroutící moment serva 10 Nm

Příslušenství vestavěné

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

01.15 Filtr Přívod XPNH 22/5 ECOD

Kód XPNH022-S005S
 Servisní přístup Zleva
 Materiál vnitřního pláště Pozinkovaný plech
 Nominální průtok vzduchu 16500 m³/h
 Tlaková ztráta 131 Pa
 Třída filtrace M5
 Typ filtru Kapsový
 Počáteční / Koncová tlaková ztráta 61 / 200 Pa
 Koncová tlaková ztráta podle výrobce 450 Pa

Příslušenství vestavěné

- Panel čelní - vstup XPK 22/P, Kód: XPKO022RS-P, Počet: 1
- 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 **11Z50041866**
- Rozměr vložky (délka × výška × hloubka) 592x592x550 mm
- Třída filtrace M5
- Počet kapes v jedné vložce 6 ks
- Počet vložek v jedné filtrační vestavbě **4 ks**

01.14 Tlumič hluku Přívod XPPO 22/S

Kód XPPO022RS0-S
 Nominální průtok vzduchu 16500 m³/h
 Tlaková ztráta 28 Pa

ID nabídky
 Projekt
 Číslo / Název zařízení
 Určení jednotky

[1] VZT 1 - Tělocvična
 01 / VZT 1 - Tělocvična
 Standardní prostředí



01.01 Rotační rekuperátor	Přívod/Odvod	XPXR 22/8	Zima	Léto
Kód	XPXR022RS0L82B10FRA			
Nominální průtok vzduchu	16500 / 16500 m ³ /h	Teplota / Vlhkost - Přívod		
Tlaková ztráta	109 / 110 Pa	Vstup	-12.0 °C / 95 %	29.0 °C / 37 %
Rychlost v průřezu	2.2 / 2.4 m/s	Výstup	8.5 °C / 81 %	29.0 °C / 37 %
Typ výměníku	Vlhkostní EZ	Teplota / Vlhkost - Odvod		
Výška vlny / šířka rotoru	1,9 / 200 mm	Vstup	15.0 °C / 70 %	26.0 °C / 70 %
Průměr vnější	2220 mm	Výstup	-2.6 °C / 100 %	26.0 °C / 70 %
Motor				
Napájecí napětí	3NPE 230 V, 50 Hz	Teplotní účinnost	76 %	
Výkon	370 W	Suchá teplotní účinnost	75 %	
Proud max.	6.10 A	Výkon		
Napájecí napětí regulátoru	1NPE 230 V, 50 Hz	Celkový výkon	170.5 kW	
		Citelný výkon	110.8 kW	
		Vázaný výkon	59.8 kW	

Příslušenství vestavěné

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

Příslušenství nenamontované

- Regulátor otáček XPFM 0.37 (IP21) 1x230V (85 Hz), Kód: XPFMIM031A20, Počet: 1

01.02 Směšování	Přívod	XPID 22/S	Zima	Léto
Kód	XPID022RS0LNLS			
Nominální průtok vzduchu	16500 m ³ /h	Teplota / Vlhkost		
Tlaková ztráta	2 Pa	Vstup	8.5 °C / 81 %	29.0 °C / 37 %
		Výstup	8.5 °C / 82 %	29.0 °C / 37 %
		Poměr cirkul. vzduchu (ICH)	0.0 %	0.0 %
		Poměr cirkul. vzduchu	0.0 %	0.0 %

01.03 Vodní ohřivač	Přívod	XPNC 22/1R	Zima	Léto
Kód	XPNC022-S01			
Nominální průtok vzduchu	16500 m ³ /h	Teplota / Vlhkost		
Tlaková ztráta	37 Pa	Vstup	8.5 °C / 82 %	29.0 °C / 37 %
Rychlost v průřezu	3.8 m/s	Výstup	19.0 °C / 41 %	29.0 °C / 37 %
Teplonosné medium	Voda			
Počet řad	1	Teplotní spád	70 / 49 °C	
Počet okruhů	1			
Rozteč lamel	2.1 mm	Výkon	59.7 kW	
Materiál				
Materiál trubek	Cu	Teplonosné medium		
Materiál lamel	Al	Průtok	2.45 m ³ /h	
Připojení		Tlaková ztráta	1.9 kPa	
Průměr připojení	2"			
Vodní obsah	9.84 l			
Typ	8.35.CU.11.AL.31.01.1120.21.W.X.X.010.031.R 2" L			

Příslušenství vestavěné

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

Příslušenství nenamontované

- Směšovací uzel SUMX 6,3/EU (2), Kód: VSU0463B-, Počet: 1

ID nabídky
 Projekt [1] VZT 1 - Tělocvična
 Číslo / Název zařízení 01 / VZT 1 - Tělocvična
 Určení jednotky Standardní prostředí



01.04 Vodní chladič	Přívod	XPND 22/4R		
Kód	XPND022-S04		Zima	Léto
Nominální průtok vzduchu	16500 m ³ /h	Teplota / Vlhkost		
Tlaková ztráta	135 Pa	Vstup	19.0 °C / 41 %	29.0 °C / 37 %
Suchá tlaková ztráta	- Pa	Výstup	19.0 °C / 41 %	20.0 °C / 63 %
Rychlost v průřezu	3.8 m/s			
Teplonosné medium	Voda	Teplotní spád	7 / 13 °C	
Počet řad	4			
Počet okruhů	1	Výkon		47.7 kW
Rozteč lamel	2.1 mm	Množství kondenzátu		0.0 kg/h
Materiál		Teplonosné medium		
Materiál trubek	Cu	Průtok teplonos. média		6.83 m ³ /h
Materiál lamel	Al	Tlaková ztráta		2.3 kPa
Připojení				
Průměr připojení	2"			
Vodní obsah	24.92 l			
Typ	8.35.CU.11.AL.31.04.1120.21.W.X.X.040.124.R 2" L			

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

Příslušenství nenamontované

- Směšovací uzel chladiče SUMX 25/EU (2), Kód: VSU04B5B-, Počet: 1
- Souprava pro odvod kondenzátu XPOO 301, Kód: XPOOS31, Počet: 1

01.05 Eliminátor kapek	Přívod	XPNU 22
Kód	XPNU022-S0	
Nominální průtok vzduchu	16500 m ³ /h	
Tlaková ztráta	47 Pa	

Příslušenství nenamontované

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

01.06 Ventilátor	Přívod	XPVA 500-280/150-7,5-J4 (IE2)
Kód	XPVA022RS050PUMS4B75R1	
Nominální průtok vzduchu	16500 m ³ /h	
Statický tlak	615 Pa	
Proud v pracovním bodě	11.84 A	
Otáčky ventilátoru (n)/(nmax)	782/- 1/min	
Výkon ventilátoru	5.74 kW	
Účinnost	66 %	
Elektrický příkon	6.58 kW	
Specifický výkon ventilátoru	1436 W.m ⁻³ .s	
Rychlost v průřezu	2.96 m/s	
Pracovní frekvence	50 Hz	
Typ ventilátoru	Spirální skříň	
Zapojení ventilátoru	Samostatně	
Převod	Řemenový	
Motor		
Třída účinnosti motoru	IE2	
Výkon motoru nom.	7500 W	
Napájecí napětí motoru	3NPE 400 V, 50 Hz	
Proud max.	14.60 A	
Počet pólů	4	
Jištění	Termokontakty	

Poznámka: Ventilátor je navržen se zohledněním systémového efektu.

Příslušenství vestavěné

- Panel čelní - výtlač XPK 22/A, Kód: XPK0022RS-A, Počet: 1

ID nabídky
 Projekt [1] VZT 1 - Tělocvična
 Číslo / Název zařízení 01 / VZT 1 - Tělocvična
 Určení jednotky Standardní prostředí



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

Příslušenství nenamontované

- Regulátor výkonu XPFM 7.5 (IP21), Kód: XPFMIM753B20, Počet: 1

01.20 Tlumič vložka Přívod DV 780-780

Kód VDV017878
 Nominální průtok vzduchu 16500 m³/h

01.19 Tlumič vložka Odvod DV 1220-1170

Kód VDV011211
 Nominální průtok vzduchu 16500 m³/h

01.12 Filtr Odvod XPNH 22/5 ECOD

Kód XPNH022-S005S
 Servisní přístup Zprava
 Materiál vnitřního pláště Pozinkovaný plech
 Nominální průtok vzduchu 16500 m³/h
 Tlaková ztráta 131 Pa
 Třída filtrace M5
 Typ filtru Kapsový
 Počáteční / Koncová tlaková ztráta 61 / 200 Pa
 Koncová tlaková ztráta podle výrobce 450 Pa

Příslušenství vestavěné

- Panel čelní - vstup XPK 22/P, Kód: XPKO022RS-P, Počet: 1
- 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 **11Z50041866**
- Rozměr vložky (délka × výška × hloubka) 592x592x550 mm
- Třída filtrace M5
- Počet kapes v jedné vložce 6 ks
- Počet vložek v jedné filtrační vestavbě **4 ks**

ID nabídky
 Projekt [1] VZT 1 - Tělocvična
 Číslo / Název zařízení 01 / VZT 1 - Tělocvična
 Určení jednotky Standardní prostředí



01.11 Ventilátor Odvod XPVA 450-250/180-5,5-J6 (IE2)

Kód	XPVA022RS045PTPS6B55R1
Nominální průtok vzduchu	16500 m ³ /h
Statický tlak	364 Pa
Proud v pracovním bodě	10.46 A
Otáčky ventilátoru (n)/(nmax)	702/- 1/min
Výkon ventilátoru	4.23 kW
Účinnost	63 %
Elektrický příkon	5.03 kW
Specifický výkon ventilátoru	1097 W.m ⁻³ .s
Rychlost v průřezu	2.96 m/s
Pracovní frekvence	50 Hz
Typ ventilátoru	Spirální skříň
Zapojení ventilátoru	Samostatně
Převod	Řemenový
Motor	
Třída účinnosti motoru	IE2
Výkon motoru nom.	5500 W
Napájecí napětí motoru	3NPE 400 V, 50 Hz
Proud max.	12.10 A
Počet pólů	6
Jištění	Termokontakty

Poznámka: Ventilátor je navržen se zohledněním systémového efektu.

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

Příslušenství nenamontované

- Regulátor výkonu XPFM 5.5 (IP21), Kód: XPFMIM553B20, Počet: 1

01.10 Směšování Odvod XPID 22/R

Kód	XPID022RSOPLIR	Zima	Léto
Nominální průtok vzduchu	16500 m ³ /h	Teplota / Vlhkost	
Tlaková ztráta	2 Pa	Vstup	15.0 °C / 70 % 26.0 °C / 70 %

Vnitřní klapka Odvod XPHD 22/1000-S B

Kód	PXPH022RS1000SBO
Nominální průtok vzduchu	16500 m ³ /h

Příslušenství vestavěné

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

01.13 Tlumič hluku Odvod XPPO 22/S

Kód	XPPO022RS0-S
Nominální průtok vzduchu	16500 m ³ /h
Tlaková ztráta	28 Pa

01.17 Sekce prázdná Odvod XPJP 22/K

Kód	XPJP022RS0-K
Nominální průtok vzduchu	16500 m ³ /h

Příslušenství vestavěné

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

ID nabídky
Projekt [1] VZT 1 - Tělocvična
Číslo / Název zařízení 01 / VZT 1 - Tělocvična
Určení jednotky Standardní prostředí



01.18 Klapka Odvod LK 1220-1170

Kód	VLK011211
Nominální průtok vzduchu	16500 m ³ /h
Tlaková ztráta	2 Pa
Plocha klapek	1.43 m ²
Třída těsnosti	2
Počet servopohonů	1 ks
Kroutící moment serva	10 Nm

Příslušenství vestavěné

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

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	162.5 kg	300 mm	Lakovaný plech (RAL 9002)	Stavitelný
#2	1370 x 1320 x 1250 mm	305.0 kg	300 mm	Lakovaný plech (RAL 9002)	Stavitelný
#3	2455 x 2790 x 400 mm	631.4 kg	-	Lakovaný plech (RAL 9002)	-
#4	1430 x 1320 x 1000 mm	158.0 kg	300 mm	Lakovaný plech (RAL 9002)	Stavitelný
#5	1955 x 1320 x 560 mm	182.6 kg	300 mm	Lakovaný plech (RAL 9002)	Stavitelný
#6	1470 x 1320 x 250 mm	128.5 kg	300 mm	Lakovaný plech (RAL 9002)	Stavitelný
#7	1410 x 1320 x 250 mm	84.5 kg	300 mm	Lakovaný plech (RAL 9002)	Stavitelný
#8	1441 x 1320 x 1525 mm	429.5 kg	300 mm	Lakovaný plech (RAL 9002)	Stavitelný
#9	1441 x 1320 x 775 mm	130.5 kg	-	Lakovaný plech (RAL 9002)	-
#10	1441 x 1320 x 1500 mm	340.6 kg	-	Lakovaný plech (RAL 9002)	-
#11	1430 x 1320 x 1000 mm	138.0 kg	-	Lakovaný plech (RAL 9002)	-
#12	1370 x 1320 x 1250 mm	258.0 kg	-	Lakovaný plech (RAL 9002)	-
#13	1370 x 1320 x 275 mm	44.7 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	-	-	-
Celkem		3118.5 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	-	#7
Souprava pro odvod kondenzátu	1	1.0 kg	Ne	-	#6
Spojovací sada montážní	1	3.9 kg	Ano	-	#1
Spojovací sada montážní	1	3.9 kg	Ano	-	#2
Spojovací sada montážní	2	7.9 kg	Ano	-	#4
Spojovací sada montážní	2	7.9 kg	Ano	-	#6
Spojovací sada montážní	1	3.9 kg	Ano	-	#7
Spojovací sada montážní	1	3.9 kg	Ano	-	#9
Spojovací sada montážní	1	3.9 kg	Ano	-	#10
Spojovací sada montážní	1	3.9 kg	Ano	-	#11
Spojovací sada montážní	2	7.9 kg	Ano	-	#12
Spojovací sada montážní	12	12.0 kg	Ne	-	-
Spojovací sada montážní	1	3.9 kg	Ano	-	#2
Spojovací sada montážní	2	7.9 kg	Ano	-	#5
Spojovací sada montážní	1	3.9 kg	Ano	-	#7
Spojovací sada montážní	1	3.9 kg	Ano	-	#8
Spojovací sada montážní	1	3.9 kg	Ano	-	#10
Spojovací sada montážní	1	3.9 kg	Ano	-	#11
Spojovací sada montážní	1	3.9 kg	Ano	-	#13
Spojovací sada montážní	5	5.0 kg	Ne	-	-
Stříška	11	93.1 kg	Ano	Lakovaný plech (RAL 9002)	-
Spojovací lišta stříšek	7	3.0 kg	Ano	Lakovaný plech (RAL 9002)	-

*** Položky nenamontované ve výrobě jsou dodávány volně ložené

SEZNAM POLOŽEK MAR

Řídicí jednotka a příslušenství měření a regulace

ID nabídky
 Projekt [1] VZT 1 - Tělocvična
 Číslo / Název zařízení 01 / VZT 1 - Tělocvična
 Určení jednotky Standardní prostředí



Položka	Počet	Hmotnost	Montáž ve výrobě ***	Číslo bloku
Regulátor výkonu	1	10.0 kg	Ne	#8
Směšovací uzel chladiče	1	11.5 kg	Ne	#6
Směšovací uzel	1	7.5 kg	Ne	#5
Regulátor otáček	1	0.6 kg	Ne	#3
Regulátor výkonu	1	1.0 kg	Ne	#10
Skříň regulátorů SKFM 80-55-30/2SP	1	26.0 kg	-	-
Skříň regulátorů SKFM 80-55-30/2SP	1	26.0 kg	-	-

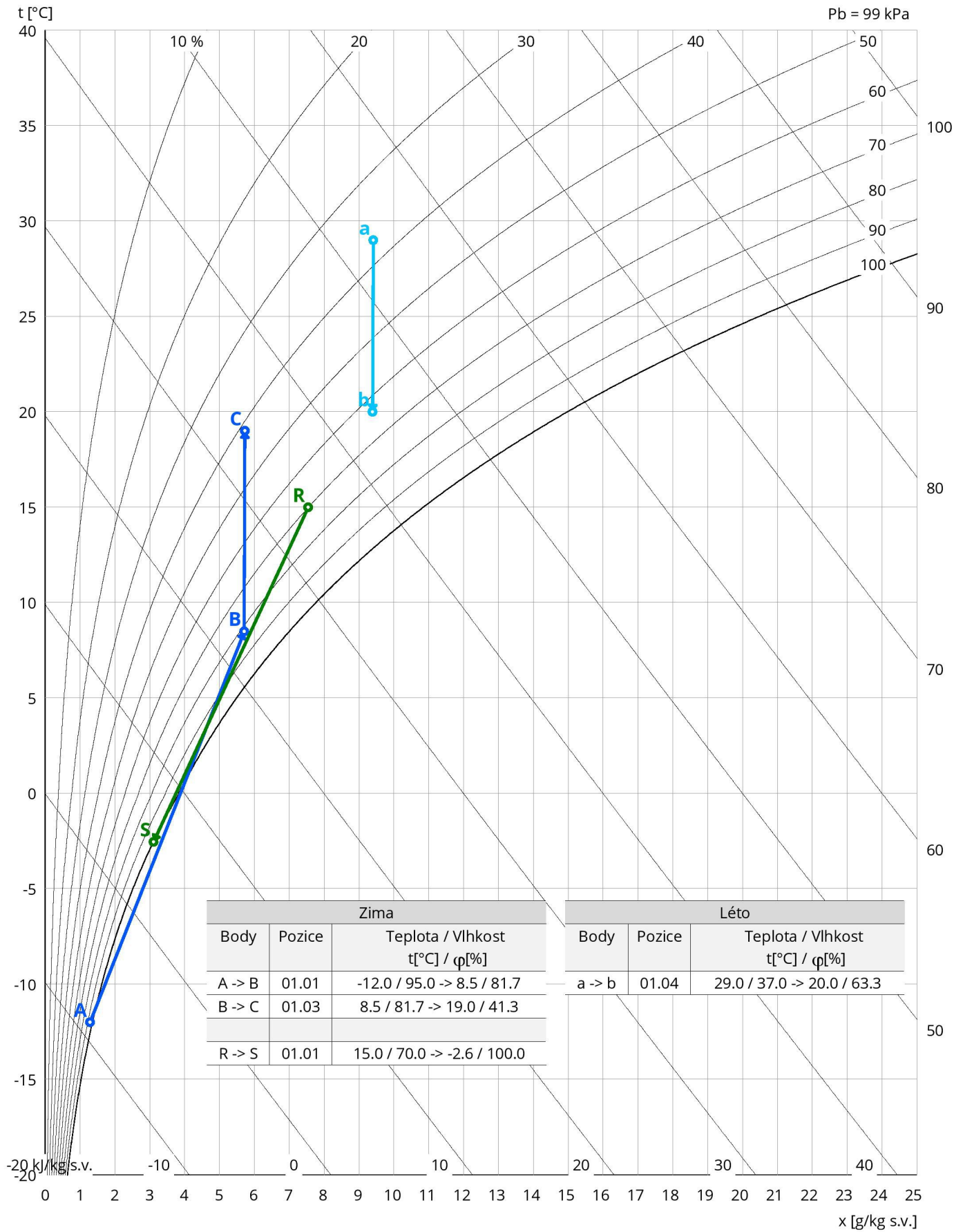
*** Položky nenamontované ve výrobě jsou dodávány volně ložené

Celková hmotnost zařízení 3 395 kg

ROZMÍSTĚNÍ REGULÁTORŮ VÝKONU V EXTERNÍCH SKŘÍŇÍCH

SKFM 80-55-30/2SPO	XPFM 7.5 (IP21)	Přívodní větev	pro sekci 01.06 (XPAA 22/P-S)
	XPFM 0.37 (IP21) 1x230V (85 Hz)	Přívodní větev	pro sekci 01.01 (XPXR 22/8)
SKFM 80-55-30/2SPO	XPFM 5.5 (IP21)	Odvodní větev	pro sekci 01.11 (XPAA 22/P-S)

Psychrometrický diagram

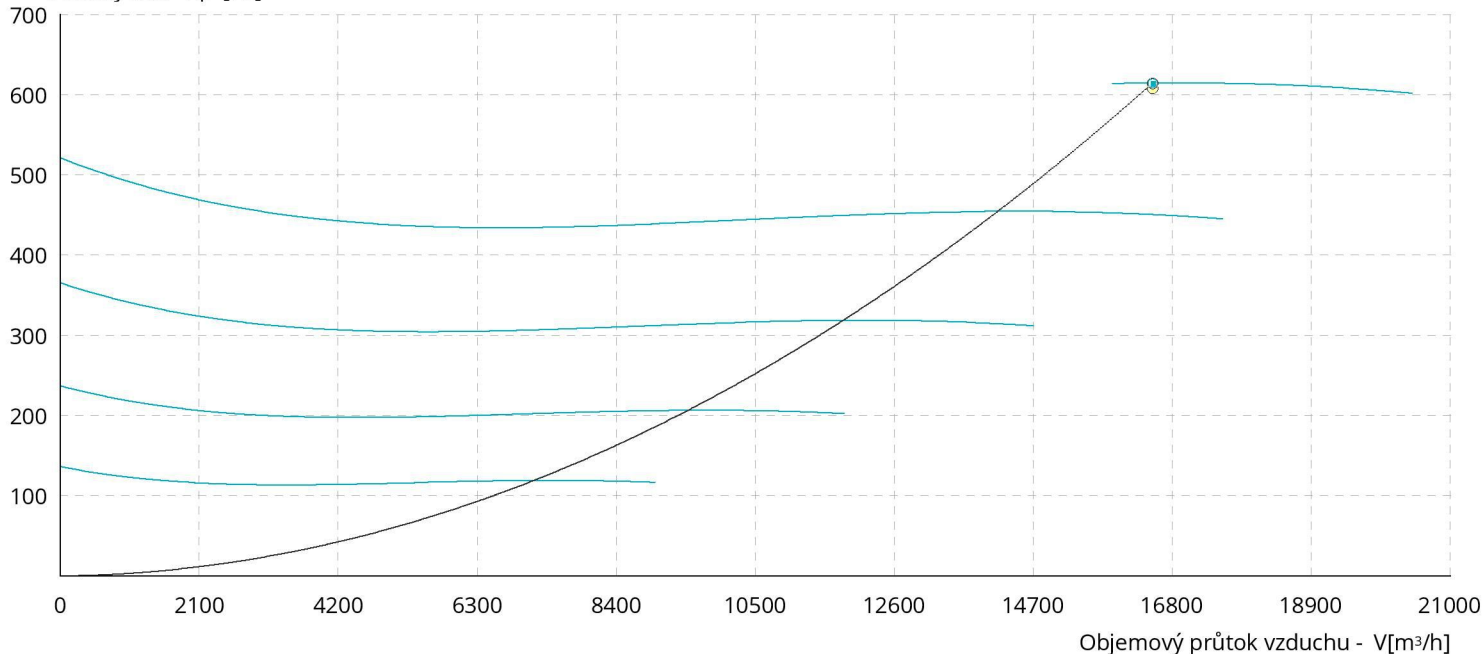


Charakteristika ventilátorů

Přívodní větev

Typ	V_n [m ³ /h]	$\Sigma \Delta p_s$ [Pa]	$\Sigma \Delta p_t$ [Pa]	n [1/min]	U [V]	P [kW]	η [%]
XPVA 500-280/150-7,5-J4 (IE2)	16500	615	691	782	3NPE 400 V, 50 Hz	5.74	66

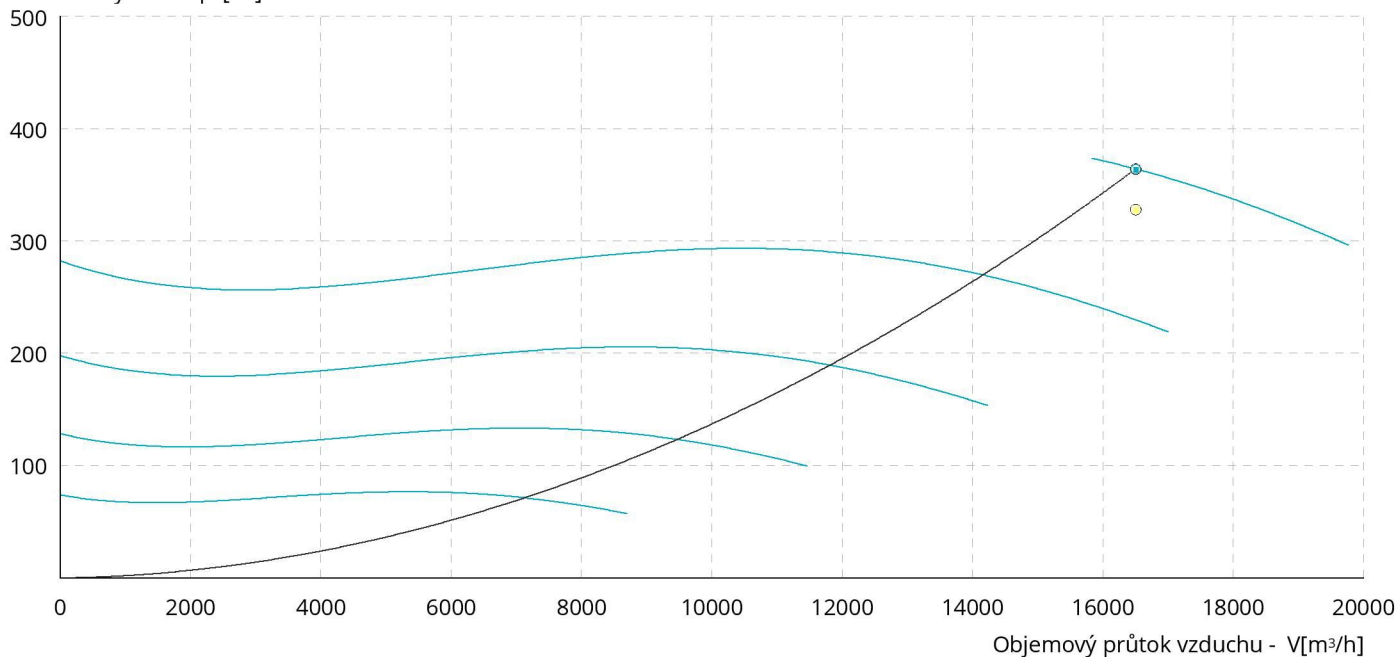
Statický tlak - Δp_s [Pa]



Odvodní větev

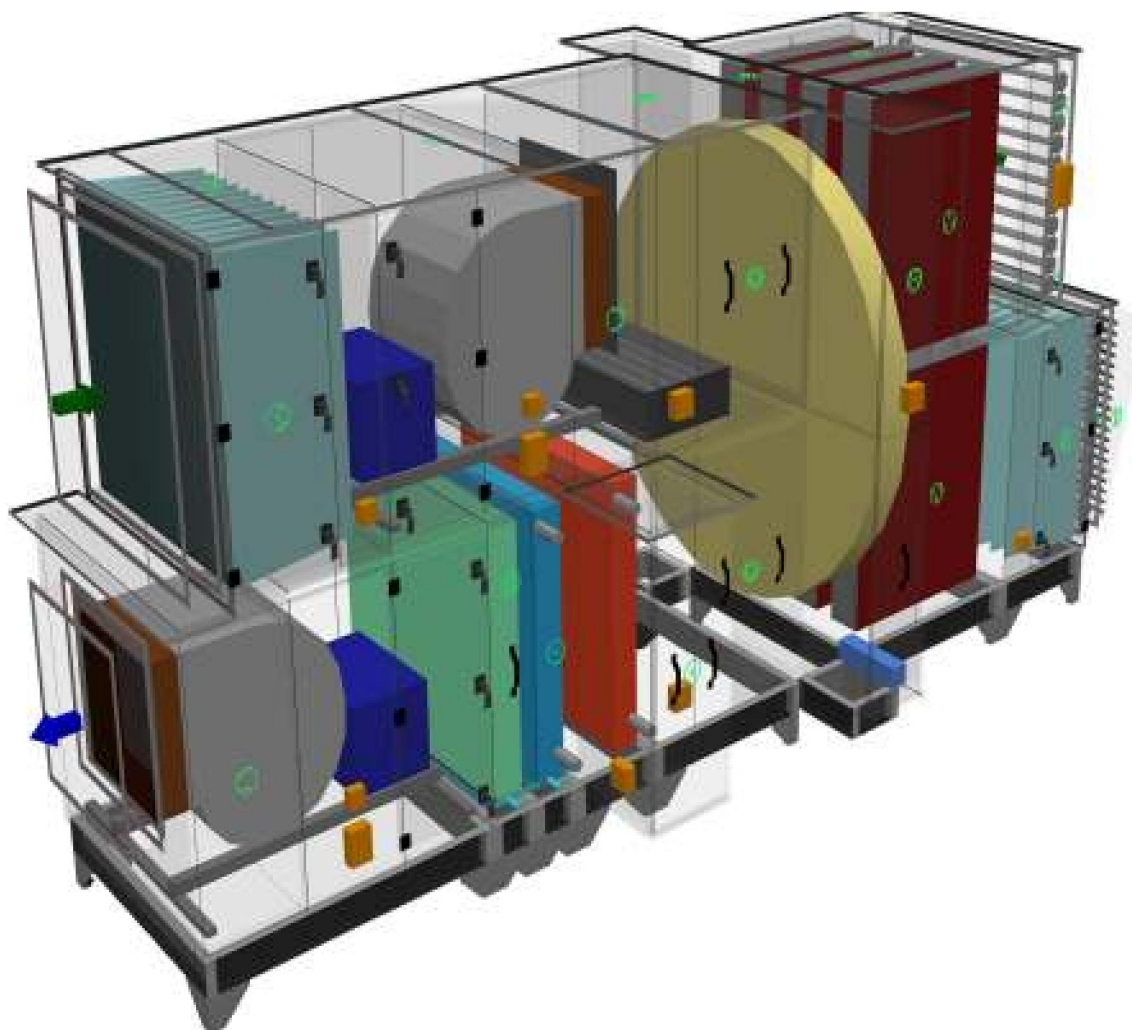
Typ	V_n [m ³ /h]	$\Sigma \Delta p_s$ [Pa]	$\Sigma \Delta p_t$ [Pa]	n [1/min]	U [V]	P [kW]	η [%]
XPVA 450-250/180-5,5-J6 (IE2)	16500	364	485	702	3NPE 400 V, 50 Hz	4.23	63

Statický tlak - Δp_s [Pa]



ROZŠÍŘENÝ VÝKRESOVÝ VÝSTUP

Axonometrický pohled na zařízení

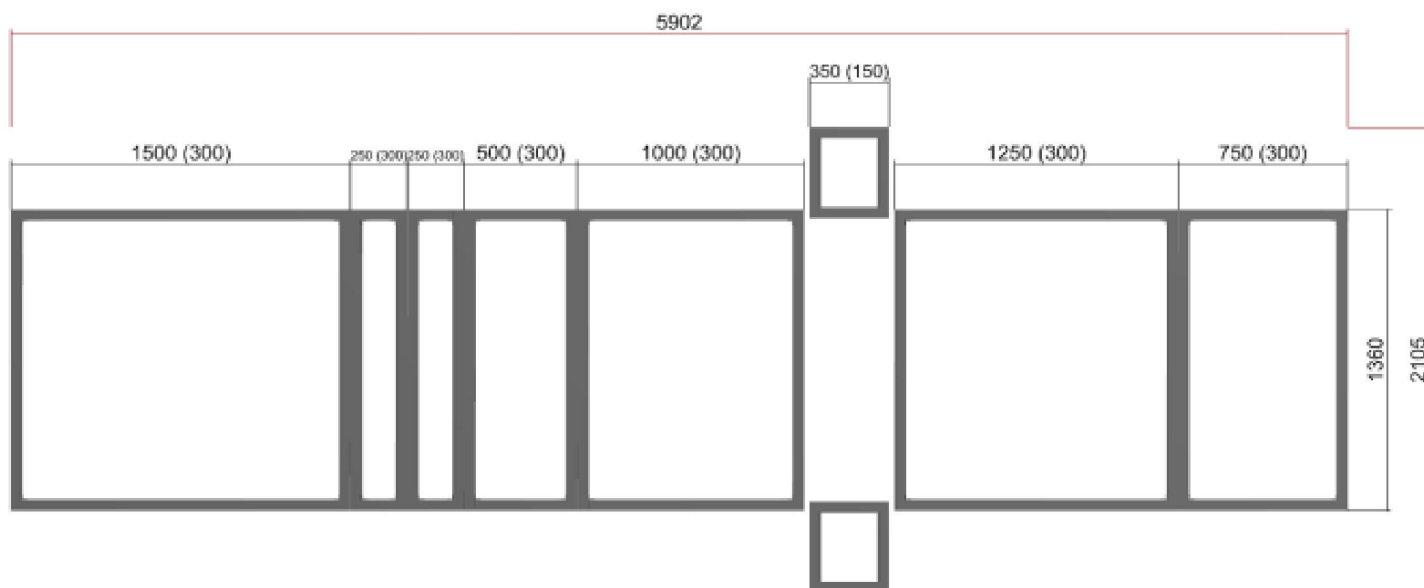


Transportní bloky

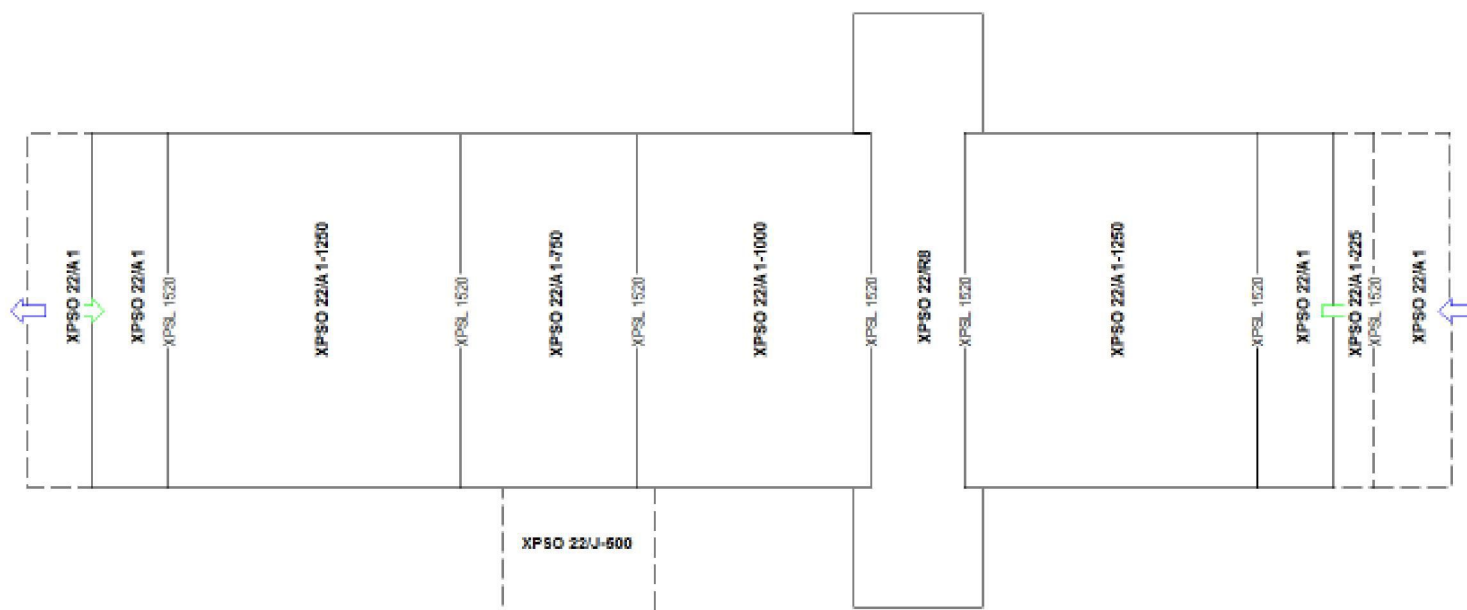


Základové rámy

Obrysovové rozměry X = 2105 mm, Y = 5902 mm, Šířka paty rámového profilu = 40 mm



Stříšky



SEZNAM KOMPONENTŮ ZAŘÍZENÍ

Pozice	Název komponentu	Typové označení	ks	Hmotnost	Informace*		
					A	B	C
01.22	Protidešťová žaluzie	XPZO 1220-1170	1	73.0 kg			
01.21	Klapka uzavírací	LK 1220-1170	1	19.5 kg			
	Servopohon	SM 24A-SR	1				x
01.15	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 22/5 ECOD	1				x
	Snímač tlakové difference	P33 N (30 - 500 Pa)	1				x
01.14	Sekce tlumiče hluku	XPPO 22/S	1	258.0 kg			
01.01	Sekce rotačního rekuperátoru	XPRX 22/8	1	632.0 kg			
	Regulátor otáček	XPFM 0.37 (IP21) 1x230V (85 Hz)	1				x
	Snímač namrzání	NS 120	1				x
01.02	Sekce směšování	XPID 22/S	1	124.0 kg			
01.03	Sekce ohříváče	XPTP 22/S	1	165.1 kg			
	Vodní ohříváč	XPNC 22/1R	1				x
	Směšovací uzel	SUMX 6,3/EU (2)	1				
	Protimrazové čidlo	NS 130 R	1				x
	Doplňková protimrazová ochrana	CAP 3M	1				x
01.04	Sekce chladiče	XPYO 22/V	1	118.0 kg			
	Vodní chladič	XPND 22/4R	1				x
	Směšovací uzel chladiče	SUMX 25/EU (2)	1				
	Souprava pro odvod kondenzátu	XPOO 301	1				
01.05	Sekce eliminátoru	XPUO 22	1	62.5 kg			
	Eliminátor kapek	XPNU 22	1				x
	Souprava pro odvod kondenzátu	XPOO 301	1				
01.06	Sekce ventilátoru	XPAA 22/P-S	1	380.5 kg			
	Panel čelní - výtlak	XPK 22/A	1				x
	Montážní sada panelu	XPK 22/A (MSP)	1				
	Ventilátor	XPVA 500-280/150-7,5-J4 (IE2)	1				x
	Regulátor výkonu	XPFM 7.5 (IP21)	1				
	Snímač tlakové difference	P33 V (20 - 200 Pa)	1				x
01.20	Tlumicí vložka	DV 780-780	1	5.0 kg			
01.19	Tlumicí vložka	DV 1220-1170	1	7.7 kg			
01.12	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 22/5 ECOD	1				x
	Snímač tlakové difference	P33 N (30 - 500 Pa)	1				x
01.11	Sekce ventilátoru	XPAA 22/P-S	1	341.6 kg			
	Panel čelní - výtlak	XPM 22/A	1				x
	Ventilátor	XPVA 450-250/180-5,5-J6 (IE2)	1				x
	Regulátor výkonu	XPFM 5.5 (IP21)	1				
	Snímač tlakové difference	P33 V (20 - 200 Pa)	1				x
01.10	Sekce směšování	XPID 22/R	1	138.0 kg			
	Servopohon	NM 24A-SR	1				x
01.13	Sekce tlumiče hluku	XPPO 22/S	1	258.0 kg			
01.17	Sekce prázdná	XPJP 22/K	1	44.7 kg			
	Panel čelní - výstup	XPK 22/P	1				x
	Montážní sada panelu	XPK 22/P (MSP)	1				
01.18	Klapka uzavírací	LK 1220-1170	1	19.5 kg			
	Servopohon	SM 24A-SR	1				x
01.XX	Spojovací sada montážní	XPSS1 22/S0-B	12	47.3 kg			
01.XX	Spojovací sada montážní	XPSS2 22/S0	12	12.0 kg			
01.XX	Spojovací sada montážní	XPSS1 22/S0-A	8	31.5 kg			
01.XX	Spojovací sada montážní	XPSS3 22/S0	5	5.0 kg			
01.XX	Základový rám	XPR 22/750-3S	1	32.0 kg			
01.XX	Základový rám	XPR 22/1250-3S	1	47.0 kg			
01.XX	Základový rám	XPR 22/1000-3S	1	34.0 kg			

ID nabídky
Projekt
Číslo / Název zařízení
Určení jednotky

[1] VZT 1 - Tělocvična
01 / VZT 1 - Tělocvična
Standardní prostředí



01.XX	Základový rám	XPR 22/500-3S	1	25.0 kg
01.XX	Základový rám	XPR 22/250-3S	1	23.0 kg
01.XX	Základový rám	XPR 22/250-3S	1	23.0 kg
01.XX	Základový rám	XPR 22/1500-3S	1	59.0 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/A1	1	4.6 kg
01.XX	Stříška	XPSO 22/A1	1	4.6 kg
01.XX	Stříška	XPSO 22/J-500	1	3.7 kg
01.XX	Stříška	XPSO 22/R8	1	11.9 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/A1-750	1	9.9 kg
01.XX	Stříška	XPSO 22/A1-1000	1	12.9 kg
01.XX	Spojovací lišta stříšek	XPSL 1520	7	3.0 kg
01.23	Skříň regulátorů	SKFM 80-55-30/2SPO	1	26.0 kg
01.24	Skříň regulátorů	SKFM 80-55-30/2SPO	1	26.0 kg

Vysvětlivka*:

A – zahrnuto v součtu cen vzduchotechniky

B – zahrnuto v součtu cen regulace

C – zabudované příslušenství (uvnitř nebo na komponentu)



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

TECHNICKÁ ZPRÁVA

VZT JEDNOTKY Č. 2 – ZÁZEMÍ TĚLOCVIČNY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Lukáš Sotolář

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. OLGA RUBINOVÁ, Ph.D.

BRNO 2018



Technický popis

Nominální hodnoty

Nabídka č.:

Akce:

Pozice: VZT 2 - ZÁZEMÍ TĚLOCVIČNY

strana 2 / 10

Jednotka **DUPLEX 6500 Multi** Specifikace:

DUPLEX 6500 Multi / 10/neurčeno - Me.116.EC3 - Mi.116.EC3 - Fe.K5 - Fi.K5 - B.LM24A - C.LM24A-SR - T.3 - Ke.LF24-SR - Ki.LM24A - RE-TPO4.LM24A-SR - He1.500/500.P - He2.710/900.P - Hi1.500/500.P - Hi2.710/900.P - FT - RD5 - PFe - PFi - MMe - SW - CM.s - CPTOUCH.B.Wh - ErP 2016, 2018

Typ jednotky

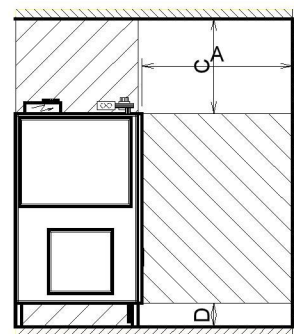
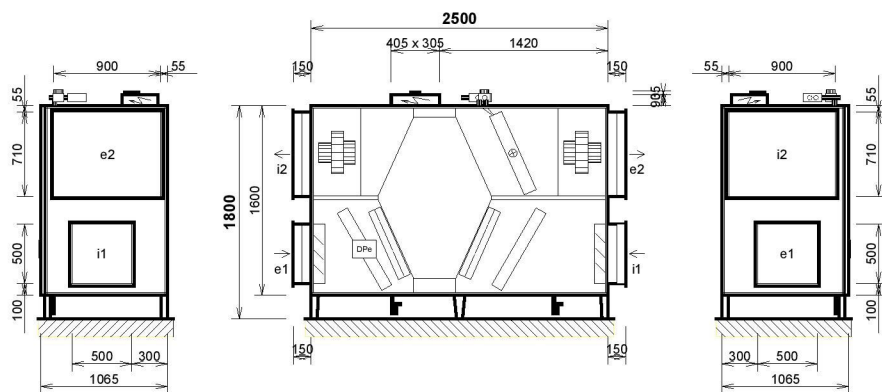
- Vnitřní s protiproudým rekuperátorem
- Jednotka splňuje ErP (Ecodesign) - nařízení EU 1253/2014, platné od 1.1.2016 i 1.1.2018.



Provedení **10/neurčeno** parapetní pohled z čela (ze strany dveří)

Hmotnost: cca 574 kg, Dodávka jednotky vcelku

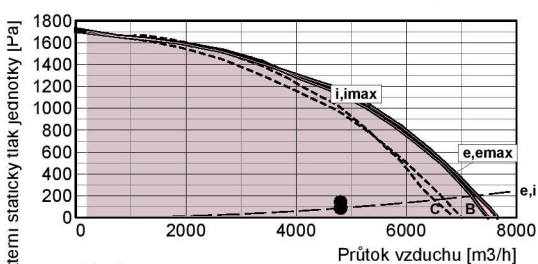
Manipulační prostor



hrdlo	druh	rozměr	příslušenství
e1	e1 - venkovní vzduch (ODA)	500 x 500 mm	uzavírací klapka, pružná manžeta
e2	e2 - přiváděný vzduch (SUP)	710 x 900 mm	pružná manžeta
i1	i1 - odváděný vzduch (ETA)	500 x 500 mm	uzavírací klapka, pružná manžeta
i2	i2 - odpadní vzduch (EHA)	710 x 900 mm	pružná manžeta
K	výstup kondenzátu	2x Ø32 mm/40 mm	sifon
T	Vodní ohřeváč	1" vnitřní	přípojovací rozměr - regulační uzel

A	otvírání dveří	min. 1300 mm
C	regulační uzel	min. 800 mm
D	odvod kondenzátu	min. 200 mm

Výkonová charakteristika jednotky:



Zimní provoz:

e-přívod (400 V), i-odvod (400 V), B-by-pass, C-cirkulace
 emax-přívod (400 V), imax-odvod (400 V)

Jednotka obsahuje ventilátory vybavené EC technologií. Tyto ventilátory jsou plynule regulovatelné v celé vyznačené oblasti.

Akustické parametry:

Hladina akustického výkonu LwA (dB)

Frekvence [Hz]	Total dB (A)	63 dB(A)	125 dB(A)	250 dB(A)	500 dB(A)	1 k dB(A)	2 k dB(A)	4 k dB(A)	8 k dB(A)
sání e1	65	43	54	63	59	49	40	36	<25
výtlač e2	93	70	77	86	92	84	72	63	53
sání i1	65	39	54	60	62	47	35	<25	<25
výtlač i2	93	70	78	87	90	83	73	65	55
plášť do okolí	62	43	46	60	55	54	43	40	30

Akustický výkon do okolí je vypočten pro současný provoz **obou ventilátorů** a je změřen podle normy ISO 3744. Akustický výkon na hrdlech je změřen podle normy ISO 5136.

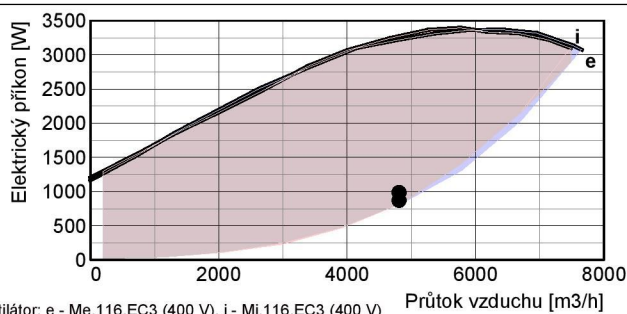
Hladina akustického tlaku LpA (dB)

plášť do okolí	42	<25	25	39	34	33	<25	<25	<25
----------------	----	-----	----	----	----	----	-----	-----	-----

Hladina akustického tlaku do okolí je uváděna ve vzdálenosti 3 m pro současný provoz **obou ventilátorů** a je změněna podle normy ISO 3744.

Ventilátory

	přívod	odvod
Vzduchové množství	m3/h	4810
Externí statický tlak jednotky	Pa	89
Napětí (jmenovité)	V	400
Příkon (v pracovním bodě)	kW	0,9
Počet otáček (v pracovním bodě)	1/min	1818
Max. příkon (pro dimenzování)	kW	3,3
Max. proud (pro dimenzování)	A	5,4
Typ ventilátorů	Me.116	Mi.116
Druh ventilátoru (s proměnlivými otáčkami)	EC3	EC3





Technický popis

Nominální hodnoty

Nabídka č.:

Akce:

Pozice: VZT 2 - ZÁZEMÍ TĚLOCVIČNY

strana 3 / 10

Jednotka **DUPLEX 6500 Multi** Specifikace:

DUPLEX 6500 Multi / 10/neurčeno - Me.116.EC3 - Mi.116.EC3 - Fe.K5 - Fi.K5 - B.LM24A - C.LM24A-SR - T.3 - Ke.LF24-SR - Ki.LM24A - RE-TPO4.LM24A-SR - He1.500/500.P - He2.710/900.P - Hi1.500/500.P - Hi2.710/900.P - FT - RD5 - PFe - PFi - MMe - SW - CM.s - CPTOUCH.B.Wh - ErP 2016, 2018

Připojovací prvky

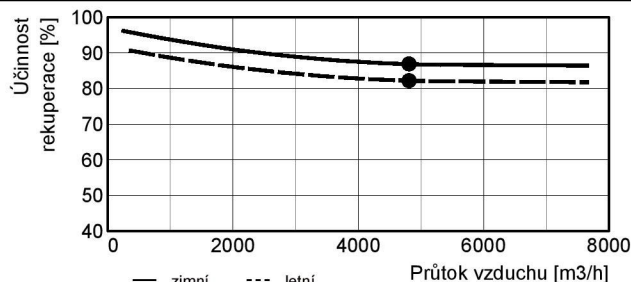
		přívod	odvod
Vstupní hrdla e1, i1 připojení	mm	500x500 pružné	500x500 pružné
Výstupní hrdla e2, i2 připojení	mm	710x900 pružné	710x900 pružné
Odvod kondenzátu K	mm	2 x Ø32/40	

Regulační a uzavírací klapky

	Typ servopohonu
Uzavírací klapka e1 (součást jednotky)	LF24-SR
Uzavírací klapka i1 (součást jednotky)	LM24A
By-passová klapka (integrovaná v jednotce)	LM24A
Cirkulační klapka (integrovaná v jednotce)	LM24A-SR

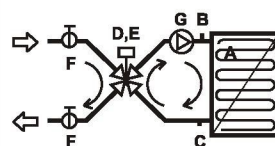
Rekuperační výměník

		přívod	odvod
Vzduchové množství	m ³ /h	4810	4810
Vstupní teplota	°C	-12	24
Výstupní teplota	°C	19	-1
Vstupní vlhkost	% r.h.	90	30
Výstupní vlhkost	% r.h.	9	100
Účinnost rekuperace zimní (letní)	%	87 (82)	
Výkon výměníku zimní (letní)	kW	52,1 (8,2)	
Tvorba kondenzátu	l/h	13,3	
Typ rekuperačního výměníku		S7.C rekuperační	



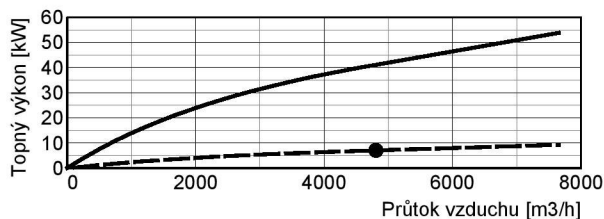
Vodní ohřivač

		přívod	
Topné médium		voda	
Vzduchové množství	m ³ /h	4810	
Vstupní teplota (za rekuperací)	°C	19	
Výstupní teplota (za ohřivačem)	°C	24	
Topný výkon	kW	7,2	
Teplotní spád topného média	°C	70 / 50	
Průtok média (ze zdroje)	l/h	309	
Připojovací rozměr (regulační uzel)		1" vnitřní	
Typ ohřivače		T 6500 3R / typ 2 vestavěný	



Příslušenství (součástí dodávky)		
A	protimrazový termostat	016-H6929-109 - 6m 2)
B	odkalovací ventil	zátka 2)
C	odkalovací ventil	zátka 2)
Regulační uzel: RE-TPO4.LM24A-SR		
D	směšovací ventil	IVAR.MIX4, Kv 12, 1" 2)
E	servopohon	LM24A-SR 2)
F	kulový ventil	1" 2)
G	čerpadlo	WILO YONOS PARA RS 20/ 2) 6- RKC

1 - dodáváno samostatně
2 - osazeno a připojeno



Filtrace

		přívod	odvod
Typ		kazetový	
Třída filtrace		M5	M5
Počet filtrů	ks	2	2
Rozměr kazety	mm	750x495x96	750x495x96

Příslušenství (součástí dodávky)

Sklonný manometr pro zobrazení stavu přívodního filtru.
Manostat PFe pro signalizaci zanesení přívodního filtru
Manostat PFi pro signalizaci zanesení odvodního filtru

Regulace: Digitální regulace

Základní funkce jednotky	RD5 400V-EC / 400V-EC na jednotce standardní poloha
Umístění regulačního modulu	1,9 kW
Celkový příkon (v pracovním bodě)	CP Touch (B) barva bílá
Ovládání	SW
Hlavní vypínač	

Čidla (součástí dodávky)

Čidlo teploty venkovního vzduchu (ODA)	ADS TEa
Čidlo teploty odváděného vzduchu (ETA)	ADS TEb
Čidlo teploty odpadního vzduchu (EHA)	ADS TU2
Čidlo teploty přiváděného vzduchu (SUP)	ADS TU1



Technický popis

Nominální hodnoty

Nabídka č.:

Akce:

Pozice: VZT 2 - ZÁZEMÍ TĚLOCVIČNY

strana 4 / 10

Jednotka **DUPLEX 6500 Multi** Specifikace:

DUPLEX 6500 Multi / 10/neurčeno - Me.116.EC3 - Mi.116.EC3 - Fe.K5 - Fi.K5 - B.LM24A - C.LM24A-SR - T.3 - Ke.LF24-SR - Ki.LM24A - RE-TPO4.LM24A-SR - He1.500/500.P - He2.710/900.P - Hi1.500/500.P - Hi2.710/900.P - FT - RD5 - PFe - PFi - MMe - SW - CM.s - CPTOUCH.B.Wh - ErP 2016, 2018

ErP (NRVU)

Informace o větracích jednotkách pro obytné budovy podle NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) č. 1253/2014, čl. 4 odst. 2

Název nebo ochranná známka výrobce:	ATREA s.r.o.
Identifikační značka modelu:	DUPLEX 6500 Multi
Typ jednotky:	Větrací jednotka pro jiné než obytné budovy (NRVU) Obousměrná větrací jednotka (BVU) s proměnlivými otáčkami
Typ pohonu:	deskový rekuperační výměník
Typ systému pro zpětné získávání tepla:	82 %
Tepelná účinnost zpětného získávání tepla:	1,34 m ³ /s
Jmenovitý průtok vzduchu:	1,7 kW
Efektivní elektrický příkon:	947 Ws/m ³
SFP int:	1,8 / 1,8 m/s (přívod / odvod)
Účinná nátoková rychlost:	89 / 144 Pa (přívod / odvod)
Jmenovitý vnější tlak:	274 / 344 Pa (přívod / odvod)
Vnitřní tlaková ztráta větracích součástí:	68,4 / 68,4 % (přívod / odvod)
Statická účinnost ventilátorů (dle 327/2011):	0,9 %
Max. vnější netěsnost:	2,0 %
Max. vnitřní netěsnost:	Zvolené filtry nepodléhají klasifikaci.
Energetická klasifikace filtrů:	V jednotce je nutno pravidelně měnit filtry vzduchu. Zanesené vzduchové filtry způsobují snížení výkonu a celkové účinnosti větrací jednotky.
Upozornění:	63 dB (A)
Akustický výkon skříně (LwA):	www.atrea.cz/erp
Internetová adresa návodu na demontáž:	Jednotka splňuje ErP (Ecodesign) - nařízení EU 1253/2014, platné od 1.1.2016 i 1.1.2018.
Jednotka splňuje ErP (Ecodesign) - nařízení EU 1253/2014, platné od 1.1.2016 i 1.1.2018.	(ve výpočtu zahrnuta korekce filtru)

Upozornění:

Jednotka je určena do prostorů normálních s teplotou od 5 do 55 °C (nesmí být vystavena povětrnostním vlivům, zejména dešti nebo sněhu !).

V případě, že je jednotka umístěna v prostoru normálním s teplotou klesající pod +5 °C, je nutno dostatečně tepelně chránit:

- topný okruh vodního ohříváče nemrznoucí náplní s odpovídající tepelnou odolností
- vývod kondenzátu topným kabelem, který se automaticky spíná termostatem



Rozměrový náčres

Nabídka č.:

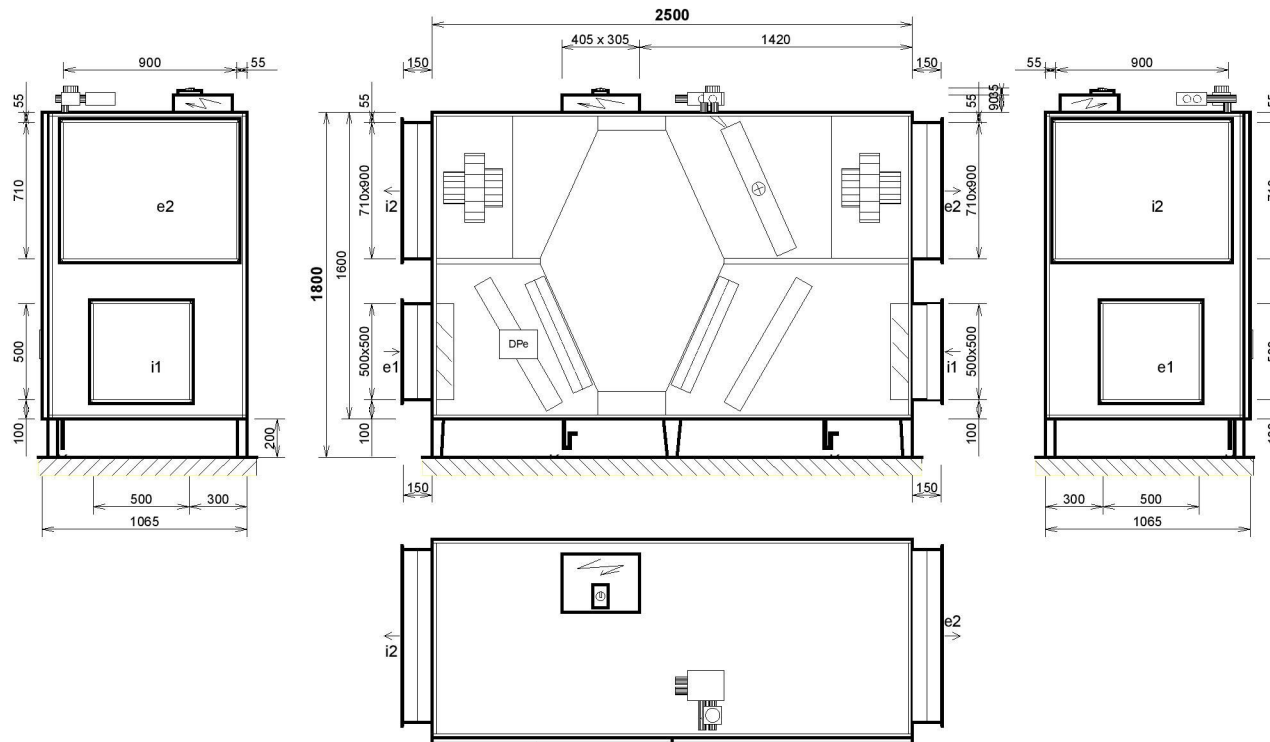
Akce:

Pozice: VZT 2 - ZÁZEMÍ TĚLOCVIČNY

Jednotka **DUPLEX 6500 Multi** Specifikace:

DUPLEX 6500 Multi / 10/neurčeno - Me.116.EC3 - Mi.116.EC3 - Fe.K5 - Fi.K5 - B.LM24A - C.LM24A-SR - T.3 - Ke.LF24-SR - Ki.LM24A - RE-TPO4.LM24A-SR - He1.500/500.P - He2.710/900.P - Hi1.500/500.P - Hi2.710/900.P - FT - RD5 - PFe - PFi - MMe - SW - CM.s - CPTOUCH.B.Wh - ErP 2016, 2018

Provedení **10/0** parapetní pohled z čela (ze strany dveří)
Hmotnost: cca **574 kg**

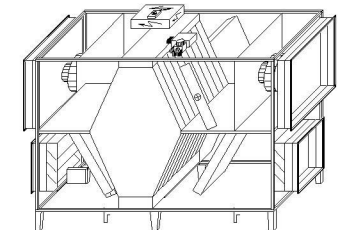


Při osazování jednotky dbejte na minimální manipulační prostor - viz technický popis.

hrdlo	druh	rozměr	příslušenství
e1	e1 - venkovní vzduch (ODA)	500 x 500 mm	uzavírací klapka, pružná manžeta
e2	e2 - přiváděný vzduch (SUP)	710 x 900 mm	pružná manžeta
i1	i1 - odváděný vzduch (ETA)	500 x 500 mm	uzavírací klapka, pružná manžeta
i2	i2 - odpadní vzduch (EHA)	710 x 900 mm	pružná manžeta
K	výstup kondenzátu	2x Ø32 mm/40 mm	sifon
T	Vodní ohřivač	1" vnitřní	připojovací rozměr - regulační uzel

Poznámky:

- Dodávka jednotky vcelku
- dveře - 2 části
- Schéma je určeno pouze pro základní informaci, závazné rozměry obdržíte s dodávkou zařízení, případně na vyžádání od výrobce.
- otvory pro šrouby pro připojení potrubí (pro jedno hrdlo): 4x M6
- šířka příruby: 20 mm





Vzduchotechnické schéma

Nominální hodnoty

Nabídka č.:

Akce:

Pozice: VZT 2 - ZÁZEMÍ TĚLOCVIČNY

strana 6 / 10

Jednotka **DUPLEX 6500 Multi** Specifikace:

DUPLEX 6500 Multi / 10/neurčeno - Me.116.EC3 - Mi.116.EC3 - Fe.K5 - Fi.K5 - B.LM24A - C.LM24A-SR - T.3 - Ke.LF24-SR - Ki.LM24A - RE-TPO4.LM24A-SR - He1.500/500.P - He2.710/900.P - Hi1.500/500.P - Hi2.710/900.P - FT - RD5 - PFe - PFi - MMe - SW - CM.s - CPTOUCH.B.Wh - ErP 2016, 2018

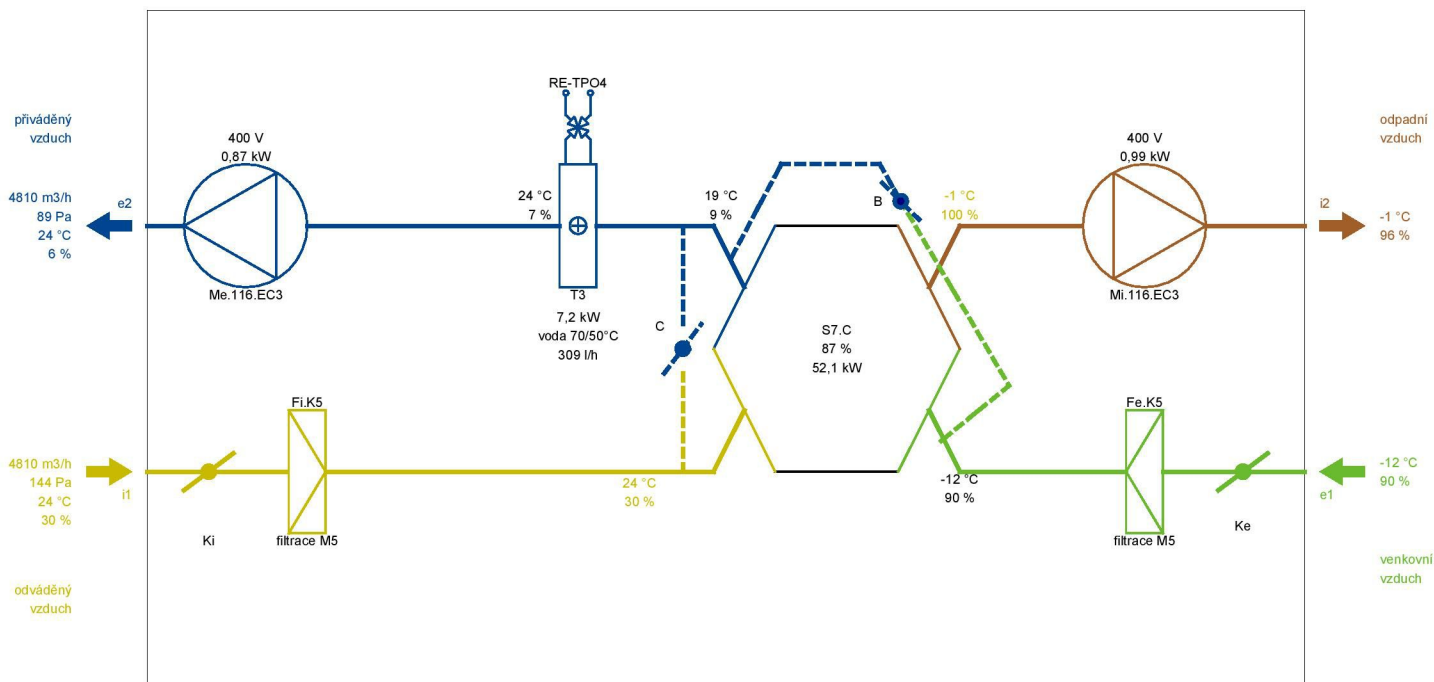
Zimní provoz

e1 - venkovní vzduch (ODA)

e2 - přiváděný vzduch (SUP)

i1 - odváděný vzduch (ETA)

i2 - odpadní vzduch (EHA)



Poznámka: Schématické znázornění funkcí jednotky. Umístění vstupů a výstupů nemusí přesně souhlasit se skutečným provedením a konfigurací hrdel.

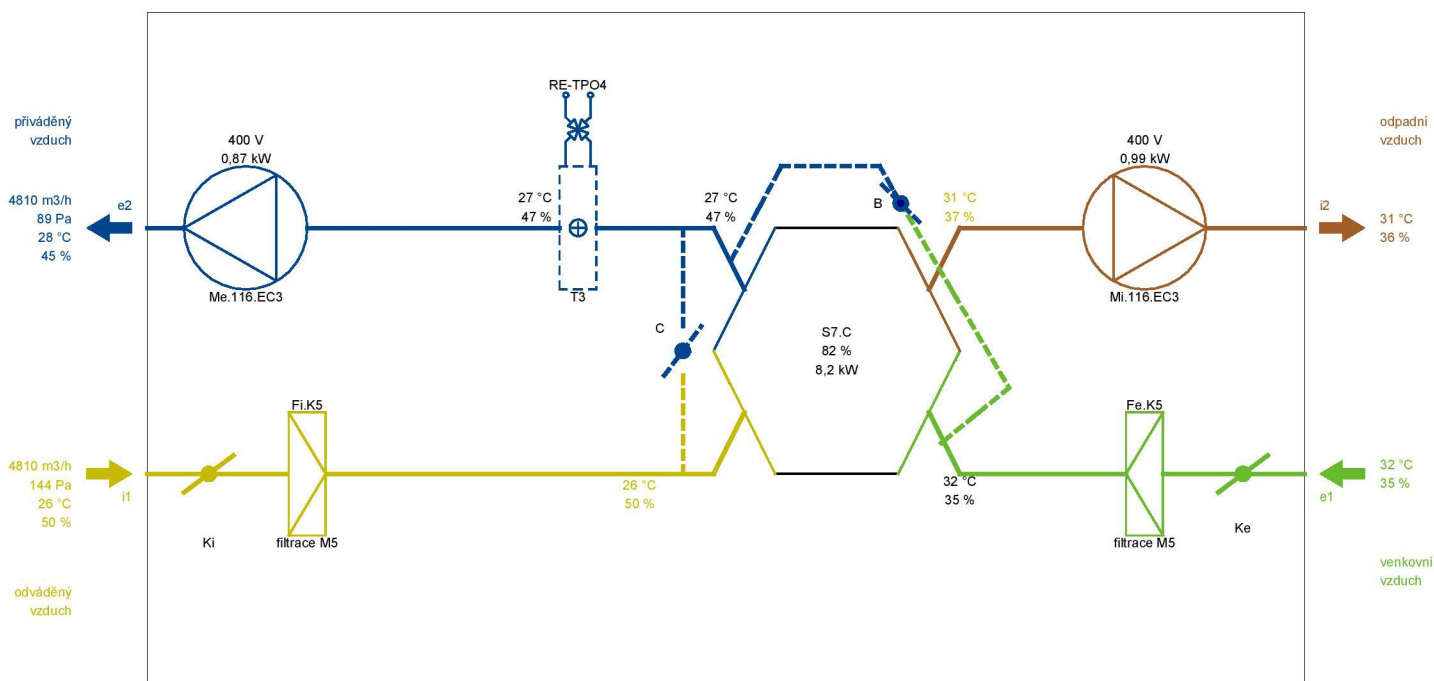
Letní provoz

e1 - venkovní vzduch (ODA)

e2 - přiváděný vzduch (SUP)

i1 - odváděný vzduch (ETA)

i2 - odpadní vzduch (EHA)



Poznámka: Schématické znázornění funkcí jednotky. Umístění vstupů a výstupů nemusí přesně souhlasit se skutečným provedením a konfigurací hrdel.



h-x diagram

Nominální hodnoty

Nabídka č.:

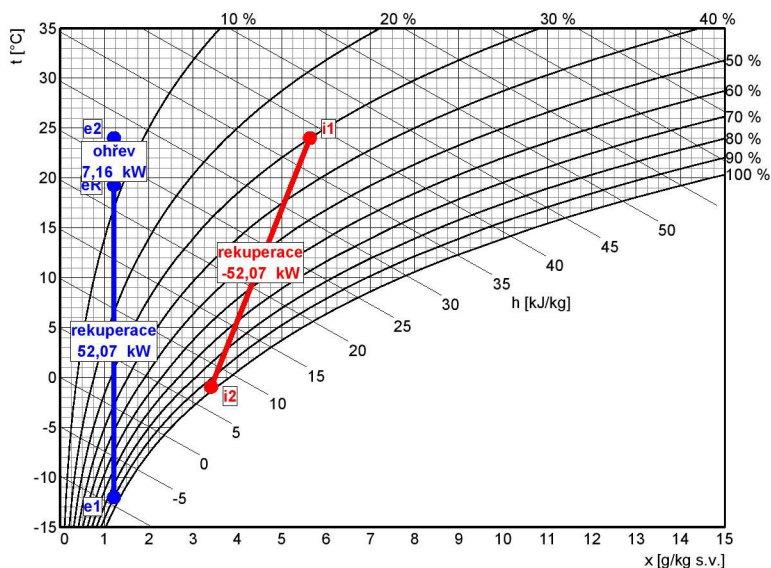
Akce:

Pozice: VZT 2 - ZÁZEMÍ TĚLOCVIČNY

Jednotka **DUPLEX 6500 Multi** Specifikace:

DUPLEX 6500 Multi / 10/neurčeno - Me.116.EC3 - Mi.116.EC3 - Fe.K5 - Fi.K5 - B.LM24A - C.LM24A-SR - T.3 - Ke.LF24-SR - Ki.LM24A - RE-TPO4.LM24A-SR - He1.500/500.P - He2.710/900.P - Hi1.500/500.P - Hi2.710/900.P - FT - RD5 - PFe - PFi - MMe - SW - CM.s - CPTOUCH.B.Wh - ErP 2016, 2018

Zimní provoz



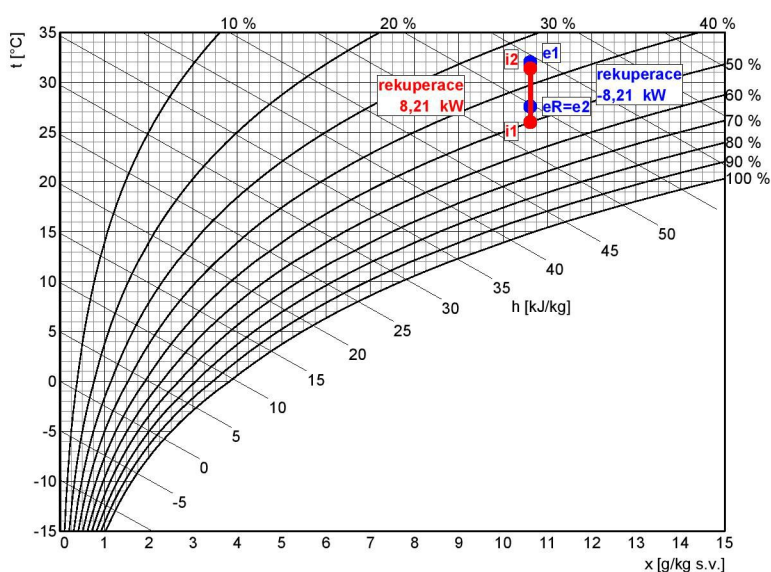
Přívod

	popis	t [°C]	rh [%]
e1	venkovní vzduch	-12,0	90
eR	rekuperace	19,3	9
e2	ohřev	24,0	6

Odvod

	popis	t [°C]	rh [%]
i1	odváděný vzduch	24,0	30
i2	rekuperace	-0,9	96

Letní provoz



Přívod

	popis	t [°C]	rh [%]
e1	venkovní vzduch	32,0	35
eR	rekuperace	27,6	45

Odvod

	popis	t [°C]	rh [%]
i1	odváděný vzduch	26,0	50
i2	rekuperace	31,4	36



Požadavky na stavbu pro instalaci jednotky

strana 8 / 10

Nabídka č.:

Akce:

Pozice: VZT 2 - ZÁZEMÍ TĚLOCVIČNY

Jednotka **DUPLEX 6500 Multi** Specifikace:

DUPLEx 6500 Multi / 10/neurčeno - Me.116.EC3 - Mi.116.EC3 - Fe.K5 - Fi.K5 - B.LM24A - C.LM24A-SR - T.3 - Ke.LF24-SR - Ki.LM24A - RE-TPO4.LM24A-SR - He1.500/500.P - He2.710/900.P - Hi1.500/500.P - Hi2.710/900.P - FT - RD5 - PFe - PFi - MMe - SW - CM.s - CPTOUCH.B.Wh - ErP 2016, 2018

Elektro	
Napětí	400 V
Proud	11 A
Doporučené odjištění	3x 16A (char. C)
Typ a dimenze kabelů	viz schéma el. zapojení

Vytápění		Příslušenství (součásti dodávky)																																
Topné médium	voda	<table border="1"><tr><td>A</td><td>protimrazový termostat</td><td>016-H6929-109 - 6m</td><td>2)</td></tr><tr><td>B</td><td>odkalovací ventil</td><td>zátka</td><td>2)</td></tr><tr><td>C</td><td>odkalovací ventil</td><td>zátka</td><td>2)</td></tr><tr><td colspan="4">Regulační uzel: RE-TPO4.LM24A-SR</td></tr><tr><td>D</td><td>směšovací ventil</td><td>IVAR.MIX4, Kv 12, 1"</td><td>2)</td></tr><tr><td>E</td><td>servopohon</td><td>LM24A-SR</td><td>2)</td></tr><tr><td>F</td><td>kulový ventil</td><td>1"</td><td>2)</td></tr><tr><td>G</td><td>čerpadlo</td><td>WILO YONOS PARA RS 20/ 2)</td><td>6- RKC</td></tr></table> <p>1 - dodáváno samostatně 2 - osazeno a připojeno</p>	A	protimrazový termostat	016-H6929-109 - 6m	2)	B	odkalovací ventil	zátka	2)	C	odkalovací ventil	zátka	2)	Regulační uzel: RE-TPO4.LM24A-SR				D	směšovací ventil	IVAR.MIX4, Kv 12, 1"	2)	E	servopohon	LM24A-SR	2)	F	kulový ventil	1"	2)	G	čerpadlo	WILO YONOS PARA RS 20/ 2)	6- RKC
A	protimrazový termostat		016-H6929-109 - 6m	2)																														
B	odkalovací ventil		zátka	2)																														
C	odkalovací ventil		zátka	2)																														
Regulační uzel: RE-TPO4.LM24A-SR																																		
D	směšovací ventil		IVAR.MIX4, Kv 12, 1"	2)																														
E	servopohon	LM24A-SR	2)																															
F	kulový ventil	1"	2)																															
G	čerpadlo	WILO YONOS PARA RS 20/ 2)	6- RKC																															
Topný výkon	7,16 kW																																	
Teplotní spád topného média	70 / 50 °C																																	
Průtok média (ze zdroje)	309 l/h																																	
Tlaková ztráta média	6,42 kPa *)																																	
Připojovací rozměr (regulační uzel)	1" vnitřní																																	

*) Tlaková ztráta výměníku je pokryta regulačním uzlem RE-TPO4.

Zdravotní technika		
Odvod kondenzátu počet	2	Umístění odvodů kondenzátu viz rozměrový náčrtek
Odvod kondenzátu průměr potrubí	DN 32/40	
Tvorba kondenzátu (letní)	0,0 l/h	
Tvorba kondenzátu (zimní)	13,3 l/h	



Požadavky na stavbu pro instalaci jednotky

strana 9 / 10

Nabídka č.:

Akce:

Pozice: VZT 2 - ZÁZEMÍ TĚLOCVIČNY

Jednotka **DUPLEX 6500 Multi** Specifikace:

DUPLEX 6500 Multi / 10/neurčeno - Me.116.EC3 - Mi.116.EC3 - Fe.K5 - Fi.K5 - B.LM24A - C.LM24A-SR - T.3 - Ke.LF24-SR - Ki.LM24A - RE-TPO4.LM24A-SR - He1.500/500.P - He2.710/900.P - Hi1.500/500.P - Hi2.710/900.P - FT - RD5 - PFe - PFi - MMe - SW - CM.s - CPTOUCH.B.Wh - ErP 2016, 2018

Stavba

Rozměry jednotky

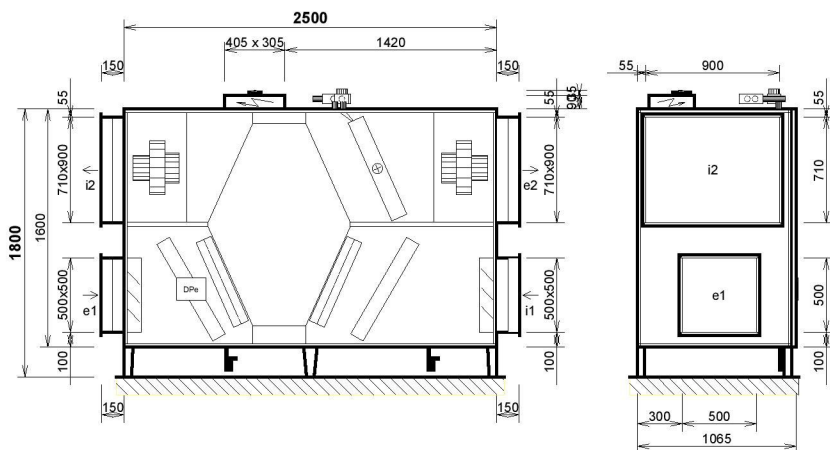
délka 2500 mm
výška (bez podstavných
noh) 1600 mm
hloubka 1065 mm

Hmotnost

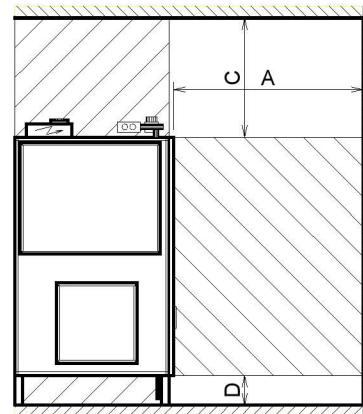
cca 574 kg

Rozměrový náčrt:

Provedení 10/0 parapetní pohled z čela (ze strany dveří)



Manipulační prostor



hrdlo	druh	rozměr	příslušenství
e1	e1 - venkovní vzduch (ODA)	500 x 500 mm	uzavírací klapka, pružná manžeta
e2	e2 - přiváděný vzduch (SUP)	710 x 900 mm	pružná manžeta
i1	i1 - odváděný vzduch (ETA)	500 x 500 mm	uzavírací klapka, pružná manžeta
i2	i2 - odpadní vzduch (EHA)	710 x 900 mm	pružná manžeta
K	výstup kondenzátu	2x Ø32 mm/40 mm	sífon
T	Vodní ohřivač	1" vnitřní	připojovací rozměr - regulační uzel

A	otvírání dveří	min. 1300 mm
C	regulační uzel	min. 800 mm
D	odvod kondenzátu	min. 200 mm

Osazení jednotky:

Provedení: parapetní 10

Podstavné nohy - počet: 6 ks

Podstavné nohy - rozteč: viz rozměrový náčrt

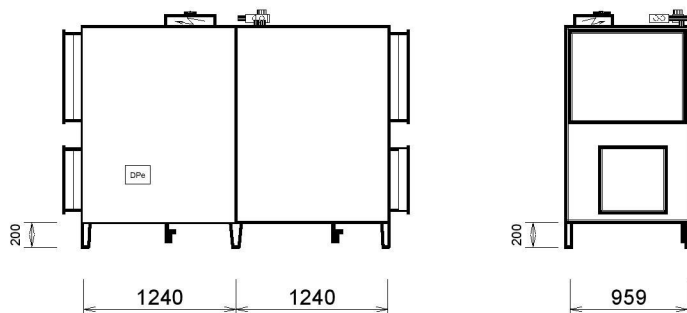




Schéma zapojení

strana 10 / 10

Nabídka č.:

Akce:

Pozice: VZT 2 - ZÁZEMÍ TĚLOCVIČNY

Jednotka **DUPLEX 6500 Multi** Specifikace:

DUPLEX 6500 Multi / 10/neurčeno - Me.116.EC3 - Mi.116.EC3 - Fe.K5 - Fi.K5 - B.LM24A - C.LM24A-SR - T.3 - Ke.LF24-SR - Ki.LM24A - RE-TPO4.LM24A-SR - He1.500/500.P - He2.710/900.P - Hi1.500/500.P - Hi2.710/900.P - FT - RD5 - PFe - PFi - MMe - SW - CM.s - CPTOUCH.B.Wh - ErP 2016, 2018

svorky regulace	kabel	použití	kontrola
-----------------	-------	---------	----------

Silové napájení

	CYKY 5x2,5	Me.116.EC3, 400V/5,4A Mi.116.EC3, 400V/5,4A jištění 3x 16A (char. C)		<input type="checkbox"/>
--	------------	--	--	--------------------------

Ovládání a komunikace

	SYKFY 2x2x0,5		Ovladač CP Touch (paralelní zapojení více ovladačů - viz uživatelský návod) maximální délka kabelu - 50 m	<input type="checkbox"/>
	CYKY 20x1,5 CYKY 20x1,5 CYKY 20x1,5		Osvětlení, Tlačítko (WC, Koupelna) Osvětlení, Tlačítko (WC, Koupelna) Spínač Externí vstupy (pro signály 230 V)	<input type="checkbox"/>
	SYKFY 2x2x0,5		Havarijní STOP kontakt	<input type="checkbox"/>
	UTP CAT 5e		Ethernet rozhraní, TCP/IP, vč. Modbus TCP protokolu - z výroby nastavena IP adresa 172.20.20.20 - volitelně: "https://control.atrea.eu"	<input type="checkbox"/>
	SYKFY 2x2x0,5		Univerzální poruchový výstup (24V DC, max. 100mA)	<input type="checkbox"/>
	SYKFY 2x2x0,5		Výstup informace o provozu ventilátorů (24V DC, max. 100mA)	<input type="checkbox"/>

Ohřivače a chladiče

	SYKFY 2x2x0,5		Ovládání kotle (výstupní signál 24V DC / max. 150 mA)	<input type="checkbox"/>
--	---------------	--	---	--------------------------

Externí čidla

	SYKFY 2x2x0,5		Čidlo 0-10V (CO ₂ , vlhkost, diferenční tlak a pod.) nebo beznapěťový spínací kontakt	<input type="checkbox"/>
	SYKFY 2x2x0,5		Čidlo 0-10V (CO ₂ , vlhkost, diferenční tlak a pod.) nebo beznapěťový spínací kontakt	<input type="checkbox"/>

Schéma zapojení uvádí pouze svorky pro připojení externích vodičů a zařízení.
 Svorky zapojené z výroby uváděné nejsou.
 Slaboproudé kabely se nesmí vést v souběhu se silovými ! (viz příslušné normy).