

**ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE**

**FAKULTA
STAVEBNÍ**



**BAKALÁŘSKÁ
PRÁCE**

2018/2019

**JAN
HOLUB**

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ**

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



**NÁVRH SYTÉMU VĚTRÁNÍ HOTELU V
KRKONOŠÍCH**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

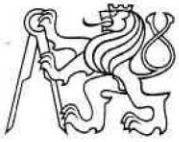
Vypracoval:

Jan Holub

Vedoucí práce:

Ing. Miroslav Urban, Ph.D.

2018 / 2019



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Holub Jméno: Jan Osobní číslo: 435918

Zadávací katedra: K125 - Katedra technických zařízení budov

Studijní program: Architektura a stavitelství

Studijní obor: Architektura a stavitelství

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Návrh systému větrání hotelu v Krkonoších

Název bakalářské práce anglicky: Design o ventilation systém of hotel in Krkonoše mountains

Pokyny pro vypracování:

Bakalářská práce se bude zabývat objektem horského hotelu v Krkonoších. Na objektu bude zpracována studie koncepce větrání objektu. Na základě zpracované studie bude následně vypracovaný projekt větrání objektu v rozsahu:

- určení množství větraného vzduchu a vzduchových výkonů pro jednotlivé provozy,
- návrh vzduchotechnických jednotek a vzduchotechnických zařízení,
- návrh a dimenzování trasy VZT rozvodu a výpočet tlakových ztrát,
- hlukové posouzení

Zpracování výkresové dokumentace bez výpisu materiálu.

Seznam doporučené literatury:


Gebauer, G., Horká, H., Rubínová, O.: Vzduchotechnika


Chyzký, J., Hemzal, K.: Větrání a klimatizace

Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Miroslav Urban, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce: 20.2.2019

Termín odevzdání bakalářské práce: 26.5.2019


Podpis vedoucího práce


Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

20.02.2019

Datum převzetí zadání


Podpis studenta(ky)

Prohlašuji, že jsem svoji bakalářskou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a podkladů.

V Praze dne 26. 05. 2019

Podpis:

Rád bych tímto poděkoval panu Ing. Miroslavu Urbanovi, Ph.D. za odborné konzultace a rady v průběhu zpracování této bakalářské práce.

OBSAH

OBSAH.....	5
ANOTACE.....	10
KLÍČOVÁ SLOVA.....	10
ANNOTATION.....	10
KEY WORDS.....	10
PŘEHLED POUŽITÝCH ZKRATEK A OZNAČENÍ.....	11
SEZNAM TABULEK A GRAFŮ.....	11
SEZNAM OBRÁZKŮ.....	13
ÚVOD.....	15
TEORETICKÁ ČÁST – REŠERŠE.....	16
1.1 VĚTRÁNÍ WELLNESS S BAZÉNOVOU HALOU.....	16
1.1.1 HYGIENICKÉ POŽADAVKY NA VNITŘNÍ MIKROKLIMA.....	16
1.1.1.1 Trichloramin (NCl ₃).....	17
1.1.2 VLHKOSTNÍ ZÁTĚŽ.....	18
1.1.3 STAVEBNÍ PŘIPRAVENOST.....	18
1.1.4 PROBLÉMY PŘI NEDOSTATEČNÉM VĚTRÁNÍ WELLNESS.....	19
1.1.5 STANOVENÍ PRŮTOKU VZDUCHU.....	20
1.1.5.1 Výpočet dle VDI 2089 (starší vydání) ^{[1] [14] [34]}	20
1.1.5.2 Výpočet dle VDI 2089 (nové vydání) ^{[1] [14] [34]}	21
1.1.5.3 Výpočet dle Technického průvodce č. 31 ^[1]	22
1.1.6 DIMENZOVÁNÍ MNOŽSTVÍ VĚTRACÍHO VZDUCHU VZDUCHOTECHNICKÉ JEDNOTKY PRO WELLNESS A BAZÉNOVOU HALU ^{[1] [9]} ^[34] 23	
1.1.7 ZÁVĚR.....	24
1.2 PROVOZNÍ VĚTRÁNÍ GARÁŽÍ.....	25
1.2.1 OBECNÉ POŽADAVKY.....	25
1.2.2 ŠKODLIVINY UVOLŇOVANÉ PŘI PROVOZU GARÁŽÍ.....	26
1.2.3 DIMENZOVÁNÍ VĚTRÁNÍ A HYGIENICKÉ POŽADAVKY.....	26
1.2.3.1 Přirozené větrání hromadných garáží.....	26

1.2.3.2	Nucené větrání hromadných garáží.....	27
1.2.4	ZÁVĚR	29
1.3	VĚTRÁNÍ POKOJŮ PRO HOSTY	30
1.3.1	OBECNÉ POŽADAVKY	30
1.3.2	VĚTRACÍ SYSTÉMY.....	31
1.3.2.1	Nucené podtlakové větrání.....	31
1.3.2.2	Nucené rovnotlaké větrání	32
1.3.2.3	Hybridní větrání	33
1.3.3	ZÁVĚR	34
2.	VÝPOČTOVÁ ČÁST	35
2.1	ÚVOD	35
2.2	ANALÝZA OBJEKTU, ROZDĚLENÍ NA FUNKČNÍ CELKY VZT	35
2.3	TEPELNÉ BILANCE	39
2.3.1	VENKOVNÍ KLIMATICKÉ PROSTŘEDÍ OBJEKTU	39
2.3.2	POŽADAVKY NA VNITŘNÍ PROSTŘEDÍ	40
2.3.3	TEPELNÉ ZTRÁTY	40
2.3.3.1	Prostup tepla stavebními konstrukcemi.....	40
2.3.4	TEPELNÉ ZISKY OD VNITŘNÍCH ZDROJŮ.....	41
2.3.4.1	Tepelné zisky od lidí ^[6]	41
2.3.4.2	Tepelné zisky od osvětlení ^[6]	41
2.3.5	PŘESTUP TEPLA MEZI VODNÍ HLADINOU A OKOLNÍM VZDUCHEM ^[6] 42	
2.3.6	CELKOVÉ TEPELNÉ ZISKY	42
2.4	PRŮTOKY VZDUCHU, TLAKOVÉ POMĚRY	43
2.4.1	BAZÉNOVÁ HALA A WELLNESS	43
2.4.2	POKOJE PRO HOSTY A SPOLEČNÉ PROSTORY 1. PP – 3. NP	45
2.4.3	POKOJE PRO HOSTY A SPOLEČNÉ PROSTORY 3. NP – 4. NP.....	46
2.4.4	MALÁ BYTOVÁ JEDNOTKA PRO KADEŘNICTVÍ.....	47
2.4.5	VENTILÁTOR PRO ODTAH VZDUCHU Z HROMADNÝCH GARÁŽÍ.....	48
2.5	DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ A TLAKOVÁ ZTRÁTA	49
2.5.1	NÁVRH PORUBÍ.....	49

2.5.2	TLAKOVÁ ZTRÁTA NA HLAVNÍ VĚTVI.....	50
2.5.2.1	Tlaková ztráta třením	50
2.5.2.2	Místní tlaková ztráta.....	50
2.5.2.3	Celková tlaková ztráta.....	50
2.5.2.4	Zařízení č. 1 – větrání a klimatizace bazénové haly a wellness	51
2.5.2.5	Zařízení č. 2 – větrání a klimatizace pokojů pro hosty a společných prostor 1. NP až 3. NP	53
2.5.2.6	Zařízení č. 3 - větrání a klimatizace pokojů pro hosty a společných prostor 3. NP – 4.NP	55
2.5.2.7	Zařízení č. 4 – malá bytová jednotka pro kadeřnictví	57
2.5.2.8	Zařízení č. 5 - odtah vzduchu z hromadných garáží.....	59
2.6	ÚPRAVY VZDUCHU, NÁVRH VZT JEDNOTEK (hx – diagramy).....	61
2.6.1	VZT JEDNOTKA Č. 1 – VĚTRÁNÍ A KLIMATIZACE BAZÉNOVÉ HALY A WELLNESS	61
2.6.2	VZT JEDNOTKA Č. 2 – VĚTRÁNÍ A KLIMATIZACE POKOJŮ PRO HOSTY A SPOLEČNÝCH PROSTOR	64
2.6.3	VZT JEDNOTKA Č. 3 – VĚTRÁNÍ A KLIMATIZACE POKOJŮ PRO HOSTY A SPOLEČNÝCH PROSTOR	67
2.6.4	VZT JEDNOTKA Č. 4 – „MALÁ“ BYTOVÁ JEDNOTKA PRO KADEŘNICTVÍ.....	70
2.6.5	ZAŘÍZENÍ Č. 5 – ODTAH VZDUCHU Z HROMADNÝCH GARÁŽÍ.....	73
2.7	INSTALOVANÉ KONCOVÉ ELEMENTY.....	74
2.7.1	TALÍŘOVÝ VENTIL.....	74
2.7.2	STROPNÍ ANEMOSTAT	75
2.7.3	DÝZA S DALEKÝM DOSAHEM.....	75
2.7.4	DÝZA ATREA	76
2.7.5	VĚTRACÍ MŘÍŽKA.....	76
2.7.6	ŠTĚRBINOVÁ VÝÚSTĚ	76
2.8	ÚTLUM HLUKU	77
2.8.1	ZAŘÍZENÍ 1 – MÍSTNOST Č. 0.24 MASÁŽE	78
2.8.1.1	Stanovení útlumu a vlastního hluku elementů s uvažováním vlastního hluku elementů	79
2.8.1.2	Opakovaný výpočet se zařazením tlumičů hluku.....	80

2.8.1.3	Definování oblasti útlumu konkrétního tlumiče hluku.....	81
2.9	IZOLACE POTRUBÍ.....	82
3.	TECHNICKÁ ZPRÁVA.....	84
3.1	ÚVOD	84
3.2	PARAMETRY OBJEKTU	84
3.3	PARAMETRY INSTALOVANÝCH ZAŘÍZENÍ.....	85
3.3.1	ZAŘÍZENÍ 1 - VĚTRÁNÍ WELLNESS A SPA	85
3.3.1.1	Popis technického řešení	85
3.3.1.2	Parametry čerstvého a odpadního vzduchu.....	86
3.3.2	ZAŘÍZENÍ 2 - VĚTRÁNÍ POKOJŮ A SPOLEČNÝCH PROSTOR 1. PP – 3.NP 86	
3.3.2.1	Popis technického řešení	86
3.3.2.2	Parametry čerstvého a odpadního vzduchu.....	87
3.3.3	ZAŘÍZENÍ 3 - VĚTRÁNÍ POKOJŮ A SPOLEČNÝCH PROSTOR 3. NP – 4. NP 87	
3.3.3.1	Popis technického řešení	87
3.3.3.2	Parametry čerstvého a odpadního vzduchu.....	88
3.3.4	ZAŘÍZENÍ 4 - VĚTRÁNÍ KOMERČNÍHO PROSTORU (KADERŇNICTVÍ)..	88
3.3.4.1	Popis technického řešení	88
3.3.4.2	Parametry čerstvého a odpadního vzduchu.....	89
3.3.5	ZAŘÍZENÍ 5 - VĚTRÁNÍ HROMADNÝCH GARÁŽÍ	89
3.3.5.1	Popis technického řešení	89
3.3.5.2	Parametry čerstvého a odpadního vzduchu.....	90
3.3.6	DOHŘEV PŘÍVODNÍHO VZDUCHU	90
3.3.7	VESTAVĚNÁ DIGITÁLNÍ REGULACE	90
3.3.8	PROTIHKUKOVÁ OPATŘENÍ	92
3.3.9	PROTIPOŽÁRNÍ OPATŘENÍ.....	92
3.3.10	POŽADAVKY NA PROFESE	92
3.3.10.1	Elektro a MaR	92
3.3.10.2	ZTI	92
3.3.10.3	ÚT	92

3.3.11	ZÁVĚR	93
	ZÁVĚR.....	93
	SEZNAM LITERATURY A PODKLADŮ	94
4.	SEZNAM PŘÍLOH.....	97
4.1	1.PP_ODPADNÍ A ČERSTVÍ VZDUCH	97
4.2	1.NP_ODPADNÍ A ČERSTVÍ VZDUCH	97
4.3	2.NP_ODPADNÍ A ČERSTVÍ VZDUCH	97
4.4	3.NP_ODPADNÍ A ČERSTVÍ VZDUCH	97
4.5	4.NP_ODPADNÍ A ČERSTVÍ VZDUCH	97
4.6	ŘEZY	97
4.7	POHLEDY	97
4.8	SCHÉMA VZT JEDNOTEK.....	97
4.9	MONTÁŽNÍ DETAILS	97

ANOTACE

Tato bakalářská práce se věnuje projektu vzduchotechnického systému, který zabezpečuje optimální vnitřní mikroklima v prostoru hotelu v Krkonoších. Objekt je rozdělen do čtyřech provozních celků a pro každý je navrženo nezávislé zařízení. Zvláštní pozornost, v teoretické části práce, je obecně věnována prostorům s vysokou relativní vlhkostí. V případě tohoto objektu se jedná o prostory wellness s bazénovou halou situované v suterénu. Dalšími částmi, které jsou v rámci projektu řešeny, jsou tři patra pokojů pro hosty, komerční jednotka kadeřnictví a hromadné garáže.

KLÍČOVÁ SLOVA

- vzduchotechnika, bazénová hala, wellness, hotel, větrání, odpar z vodní hladiny, vnitřní mikroklima, relativní vlhkost, kvalita vnitřního ovzduší

ANNOTATION

This Bachelor Thesis deals with design of air-conditioning system which provide optimal indoor air quality in a Mountain hotel. The building is divided into four operational units and for each of them is designed an independent facility. Special attention is generally dedicated to areas with high relative humidity. This property is a wellness area with a pool hall located in the basement. Other parts of project are three floors of guest rooms, a commercial hairdresser and a mass garage.

KEY WORDS

- air conditioning, pool hall, wellness, hotel, ventilation, water evaporation, inner microclimate, relative humidity, indoor air quality

PŘEHLED POUŽITÝCH ZKRATEK A OZNAČENÍ

ZZT – zpětné získávání tepla

ZTI – zdravotně technické instalace (kanalizace, vodovod)

MaR – měření a regulace

TZB – technické zařízení budov

ZOKT – zařízení pro odvod kouře a tepla

NP – nadzemní podlaží

V_e – objem venkovního vzduchu

V_p – objem přiváděného vzduchu

V_c – objem cirkulačního vzduchu

V_o – objem odváděného vzduchu

Fyzikální veličiny:

T – teplota [$^{\circ}\text{C}$]

V – objemový průtok [$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$]

w – rychlost proudění [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$]

SEZNAM TABULEK A GRAFŮ

Tabulka 1.1: Požadavky na vnitřní prostředí a větrání bazénů, převzato z 97/2014. ^[18]	17
Tabulka 1.2: Součinitel přenosu hmoty pro bazény, převzato z VDI 2089 (starší vydání). ^[14] ..	20
Tabulka 1.3: Součinitel přenosu hmoty pro bazény, převzato z VDI 2089 (nové vydání). ^[14] ...	21
Tabulka 1.4: Frekvence výměny vozidel f [$1/\text{h}$], převzato z ČSN 73 6058. ^[22]	27
Tabulka 1.5: Emise oxidu uhelnatého jednoho vozidla, převzato z ČSN 73 6058. ^[22]	29
Tabulka 1.6: Koncentrace CO_2 a jeho vliv na člověka, převzato z 323/2017 Sb. ^[38]	30
Tabulka 2.1: Klimatické podmínky.....	39
Tabulka 2.2: Požadavky na vnitřní prostředí	40
Tabulka 2.3: Prostup tepla stavebními konstrukcemi.	40
Tabulka 2.4: Tepelné zisky od lidí	41
Tabulka 2.5: Tepelné zisky od osvětlení.....	41
Tabulka 2.6: Přestup tepla mezi vodní hladinou a vzduchem.	42
Tabulka 2.7: Stanovení množství odpařené vody a návrh množství větracího vzduchu, porovnání metodik výpočtu.....	43
Tabulka 2.8: Požadovaný průtok vzduchu pro zařízení číslo 1.....	44
Tabulka 2.9: Požadovaný průtok vzduchu pro zařízení číslo 2.....	45
Tabulka 2.10: Požadovaný průtok vzduchu pro zařízení číslo 3.....	46
Tabulka 2.11: Požadovaný průtok vzduchu pro zařízení číslo 4.....	47

Tabulka 2.12: Výpočet provozního větrání dle ČSN 73 6058.	48
Tabulka 2.13: Doporučené rychlosti proudění dle typu objektu.	49
Tabulka 2.14: Doporučené rychlosti potrubí dle druhu a pozice VZT elementu.	49
Tabulka 2.15: Tlakové ztráty na hlavní větvi od VZT zařízení číslo 1.	51
Tabulka 2.16: Tlakové ztráty koncových prvků na hlavní větvi od VZT zařízení číslo 1.	52
Tabulka 2.17: Tlakové ztráty na hlavní větvi od VZT zařízení číslo 2.	53
Tabulka 2.18: Tlakové ztráty koncových prvků na hlavní větvi od VZT zařízení číslo 2.	54
Tabulka 2.19: Tlakové ztráty na hlavní větvi od VZT zařízení číslo 3.	55
Tabulka 2.20: Tlakové ztráty koncových prvků na hlavní větvi od VZT zařízení číslo 3.	56
Tabulka 2.21: Tlakové ztráty na hlavní větvi od VZT zařízení číslo 4.	57
Tabulka 2.22: Tlakové ztráty koncových prvků na hlavní větvi od VZT zařízení číslo 4.	58
Tabulka 2.23: Tlakové ztráty na hlavní větvi od VZT zařízení číslo 5.	59
Tabulka 2.24: Tlakové ztráty koncových prvků na hlavní větvi od VZT zařízení číslo 5.	60
Tabulka 2.25: Parametry talířových ventilů TROX, převzato z ^[41]	74
Tabulka 2.26: Parametry stropních anemostatů TROX ADLR, převzato z ^[41]	75
Tabulka 2.27: Výpočet pro návrh tlumiče hluku.	79
Tabulka 2.28: Posouzení trasy z hlediska hluku s vraženým tlumičem hluku.	80
Tabulka 2.29: Návrh parametrů tlumiče hluku.	81
Graf 2.30: Návrh oblasti útlumu tlumiče hluku pro jednotlivá oktávová pásma.	81
Tabulka 3.1: Parametry čerstvého vzduchu (e2).	86
Tabulka 3.2: Parametry odpadního vzduchu (i1).	86
Tabulka 3.3: Parametry čerstvého vzduchu (e2).	87
Tabulka 3.4: Parametry odpadního vzduchu (i1).	87
Tabulka 3.5: Parametry čerstvého vzduchu (e2).	88
Tabulka 3.6: Parametry odpadního vzduchu (i1).	88
Tabulka 3.7: Parametry čerstvého vzduchu (e2).	89
Tabulka 3.8: Parametry odpadního vzduchu (i1).	89

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1.1: Schéma chemické reakce v bazénové vodě ^[25]	18
Obrázek 1.2: Schéma rozmístění koncových prvků v bazénové hale ^[27]	19
Obrázek 1.3: Nucené podtlakové větrání s přívodem vzduchu větracími otvory a odvodem vzduchu do společného potrubí a) centrální, b) lokální; 1 přiváděný venkovní vzduch, převáděný vzduch, 3 odváděný vzduch, 4 odpadní vzduch, 5 odvodní ventilátor, 6 přivodní větrací otvor, 7 potrubní síť, 8 tlumič hluku; převzato z ^[37]	32
Obrázek 1.4: Nucené rovnotlaké větrání s přívodem a odvodem vzduchu realizované větrací jednotkou se ZZT a) centrální b) lokální; 1 přiváděný vzduch, 2 převáděný vzduch, 3 odváděný vzduch, 4 sání venkovního vzduchu, 5 odpadní vzduch, 6 potrubní síť, 7 tlumič hluku, 8 větrací jednotka se ZZT, 9 alternativní dohřev, 10 přeslechový tlumič; převzato z ^[37]	33
Obrázek 2.1: Funkční schéma 1.PP.	36
Obrázek 2.2: Funkční schéma 1.NP	36
Obrázek 2.3: Funkční schéma 3.NP	37
Obrázek 2.4: Funkční schéma 2.NP	37
Obrázek 2.5: Funkční schéma 4.NP	38
Obrázek 2.6: Technický popis VZT jednotky číslo 1, výstup z programu ATREA.	61
Obrázek 2.7: h-x diagram VZT jednotky číslo 1 pro zimní a letní návrhový stav, výstup z programu ATREA.	62
Obrázek 2.8: VZT schéma jednotky číslo 1, výstup z programu ATREA.	63
Obrázek 2.9: Technický popis VZT jednotky číslo 2, výstup z programu ATREA.	64
Obrázek 2.10: h-x diagram VZT jednotky číslo 2 pro zimní a letní návrhový stav, výstup z programu ATREA.	65
Obrázek 2.11: VZT schéma jednotky číslo 2, výstup z programu ATREA.	66
Obrázek 2.12: Technický popis VZT jednotky číslo 3, výstup z programu ATREA.	67
Obrázek 2.13: h-x diagram VZT jednotky číslo 3 pro zimní a letní návrhový stav, výstup z programu ATREA.	68
Obrázek 2.14: VZT schéma jednotky číslo 3, výstup z programu ATREA.	69
Obrázek 2.15: Technický popis VZT jednotky číslo 4, výstup z programu ATREA.	70
Obrázek 2.16: h-x diagram VZT jednotky číslo 4 pro zimní a letní návrhový stav, výstup z programu ATREA.	71
Obrázek 2.17: VZT schéma jednotky číslo 4, výstup z programu ATREA.	72
Obrázek 2.18: Katalogový list ventilátoru, převzato z ^[35]	73
Obrázek 2.19: Talířový ventil TROX série LVS, převzato z ^[41]	74
Obrázek 2.20: Stropní anemostat TROX ADLR, převzato z ^[41]	75
Obrázek 2.21: Dýza s dalekým dosahem TROX DUK, převzato z ^[41]	75
Obrázek 2.22: Štěrbínové dýzy ATREA typ DARS, převzato z ^[30]	76
Obrázek 2.23: Větrací mřížky, pásy výústí, převzato z ^[41]	76
Obrázek 2.24: Štěrbínová výúst', série VSD35, převzato z ^[41]	77
Obrázek 2.25: Schéma potrubní sítě pro řešený případ	77

Obrázek 2.26: Schéma potrubní sítě pro řešený případ.	77
Obrázek 2.27: Schéma posuzované místnosti a trasy potrubí.	78
Obrázek 2.28: Návrh tepelné izolace potrubí, výstup z programu IsoDim.	82
Obrázek 2.29: Katalogový list tepelné izolace, převzato z projekčních podkladů společnosti ISOVER.	83
Obrázek 3.1: Napojení VZT jednotky na kalizaci.	92

ÚVOD

Tato bakalářská práce se věnuje návrhu vzduchotechniky a tvorbě optimálního vnitřního mikroklimatu v objektu horského hotelu. Objekt se nachází ve významném turistickém a lyžařském středisku Špindlerův Mlýn v Krkonoších. Z historického hlediska patří budova k nejstarším stavením v oblasti. Původní tzv. Špalková bouda začala na přelomu 19. a 20. století fungovat jako ubytovací zařízení. Po 1. světové válce dostala nové jméno: Hotel Windsor, které přetrvalo dodnes. V roce 2007 byla majiteli přistavěna budova wellness, které mimo jiné obsahuje garážová stání a další ubytovací kapacity. V této práci se bude autor zabývat návrhem vzduchotechniky právě v rámci této přístavby.

Teoretická část této bakalářské práce se zabývá souhrnem předepsaných požadavků a doporučení pro návrh větrání řešených provozů. Velký důraz je kladen zejména na prostory zatížené vysokou relativní vlhkostí, kde hrozí riziko kondenzace vodní páry a s tím spojené negativní vlivy na vnitřní mikroklima. Je tudíž nutné přistupovat k návrhu větrání zodpovědně s ohledem na předepsaná doporučení.

Rešerše zpracované v teoretické části práce a další poznatky jsou uplatněny a využity pro projekt vzduchotechnického systému pro provoz wellness budovy hotelu Windsor.

TEORETICKÁ ČÁST – REŠERŠE

1.1 VĚTRÁNÍ WELLNESS S BAZÉNOVOU HALOU

Prostory v budovách, ve kterých se nachází prvky s otevřenou vodní hladinou, ať už se jedná o aquapark, rodinný bazén, terapeutický bazén ve wellness, vířivku, patří mezi provozy se zvláštními nároky na zabezpečení optimálního mikroklimatu a tepelné pohody jejich uživatelů. ^{[1] [9] [23]}

Z pohledu návštěvníků můžeme rozlišit tři typy krytých bazénů: Bez hlediště, s hledištěm a terapeutické. U bazénů s hledištěm je příhodné zabezpečit vhodné podmínky pro plavce i diváky. ^{[1] [9] [23]}

Hlavním požadavkem při návrhu vzduchotechnické jednotky je zejména odvod vodní páry, která vzniká evaporací z vodní hladiny bazénu. Zásadním parametrem pro dimenzování je tedy vodní plocha bazénu případně vířivek, ochlazovacích bazénků saun, atp. Dalšími proměnnými mohou být počet sprch a celková obsazenost prostoru. Také je potřebné uvažovat se zvýšenou teplotou prostoru, vzduchotechnika tedy musí umožňovat částečné vytápění prostoru nebo musí být tepelné ztráty větráním kompenzovány otopnou soustavou. Větrací zařízení zároveň slouží k odvodu trichloraminu (NCl_3). ^{[1] [9] [23]}

Nejsložitější z pohledu větrání jsou bazény prosklené, u nich je další úlohou větracího systému omezení srážení vodní páry na zasklení a zabránění vzniku konvenčních proudů a sálavému účinku chladného povrchu skel, zvláště v zimním období. ^{[1] [9] [23]}

1.1.1 HYGIENICKÉ POŽADAVKY NA VNITŘNÍ MIKROKLIMA

Zákon č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví ^[17] stanoví podmínky vnitřního mikroklimatu v prostorech bazénů. Tento zákon mj. uvádí: „*Provozovatel přírodního nebo umělého koupaliště či sauny je povinen monitorovat jakost vody ke koupání a zajistit ve vnitřních prostorech mikroklimatické podmínky upravené prováděcím právním předpisem.*“ Prováděcím předpisem se rozumí vyhláška číslo 97/2014 Sb., kterou se mění vyhláška č. 238/2011 Sb. o stanovené hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch. ^[18]

Parametr	Bazénová hala	Přílehlé prostory	Vstupní hala
Teplota vzduchu	o 1 až 3 K vyšší než teplota vody v bazénu	sprchy 24 až 27 °C šatny a místnosti pro pobyt osob 20 až 22 °C	min. 17 °C
Relativní vlhkost vzduchu	max. 65 %	sprchy 85% ostatní prostory 50 %	-
Intenzita výměny vzduchu	min. 2 h ⁻¹	sprchy min 8 h ⁻¹ šatny 5 až 6 h ⁻¹	min. 1 h ⁻¹
Koncentrace trichloraminu	doporučený limit 0,5 mg	-	-

Tabulka 1.1: Požadavky na vnitřní prostředí a větrání bazénů, převzato z 97/2014. ^[18]

1.1.1.1 Trichloramin (NCl₃)

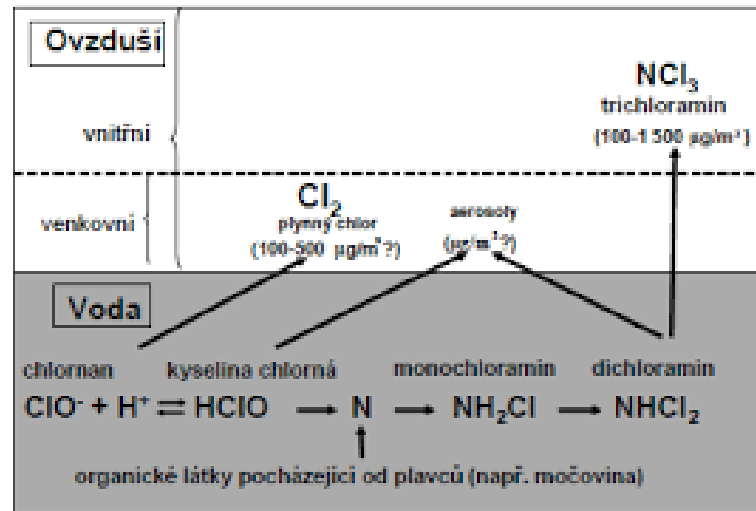
Snahou všech provozovatelů veřejných bazénů, koupališť atp. je udržení čisté a hygienicky nezávadné vody. Je tedy pochopitelné, že se do bazénové vody dávkuje dezinfekční látky. Konvenční a dosud nezastupitelnou látkou je chlor a sole kyseliny chlorné.

Zásadním negativem bazénových dezinfekcí na bázi chlóru a solí kyseliny chlorné je, že reagují s močovinou a amonným solemi. Touto reakcí vzniká postupně trichloramin, který je konečným produktem, jenž vytéká do okolního vzduchu.

Jedná se o plyn, který vzniká reakcí volného chloru (bazénové dezinfekce) s mikroorganismy a organickými látkami, vnášených do vody lidmi, nejčastěji těmi, které obsahují dusík (moč, sekrety, pot).

Dnes jsou již známé výsledky podrobných studií zabývajících se zdravotními následky při dlouhodobé expozici trichloraminu. Do jisté míry byl prokázán vztah respiračních potíží a poškození dýchacího ústrojí u závodních plavců nebo plavčíků. V literatuře se také uvádí vztah mezi návštěvností bazénů a zvýšeným výskytem astmatu u dětské populace.

Z těchto důvodů musí být vzduchotechnické systémy bazénových hal koncipovány tak, aby dokázaly, krom vzdušné vlhkosti, odvětrat také nežádoucí trichloramin. Maximální koncentraci trichloraminu v ovzduší stanoví vyhláška č. 238/2011 Sb. o stanovení hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity písky v pískovištích venkovních hracích ploch ve znění pozdějších předpisů. ^{[18] [23] [25]}



Obrázek 1.1: Schéma chemické reakce v bazénové vodě^[25]

1.1.2 VLHKOSTNÍ ZÁTĚŽ

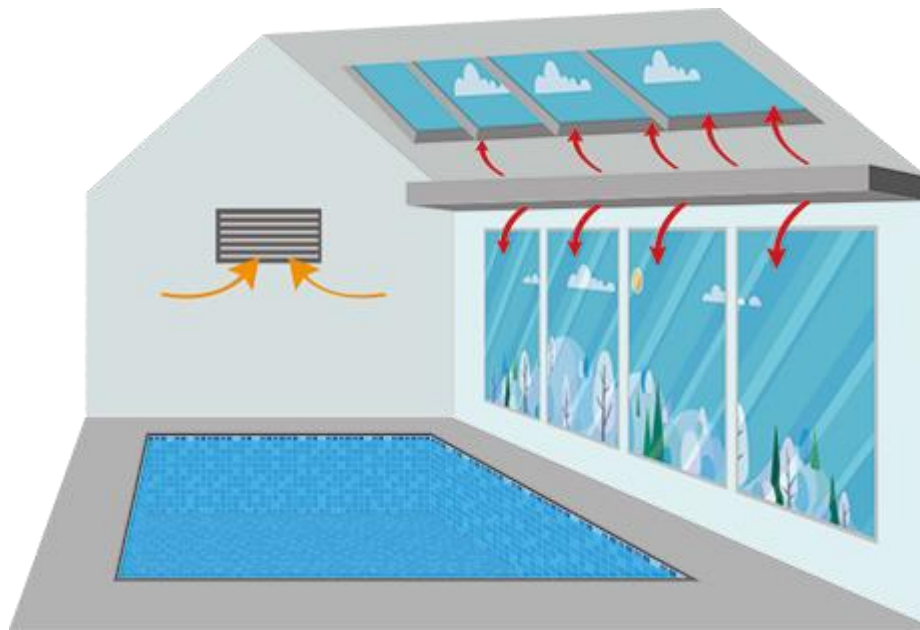
Vlhký vzduch můžeme definovat jako směs plynů a par, tvořenou suchým vzduchem a vodou, ve formě predehřáté páry či mlhy.^[6]

Pro správný návrh vzduchotechnického zařízení bazénové haly, která je v našem případě součástí hotelového wellness, je rozhodujícím parametrem vlhkostní zátěž. Množství větracího vzduchu se navrhuje dle velikosti vodní plochy a odparu z vodní hladiny. V návrhu je třeba reflektovat i zvýšenou teplotu vzduchu v prostoru, tudíž je vhodné uvažovat vzduchotechniku se ZZT. Abychom zabránili nežádoucímu úniku vlhkého vzduchu do jiných částí objektu je třeba koncipovat systém jako mírně podtlakový. Množství přivodního vzduchu by mělo být zhruba o 5–10 % nižší než množství vzduchu odváděného.^[1]

Odpařování v sobě zahrnuje přenos tepla i vlhkosti, přičemž oba procesy ovlivňují termodynamický stav vzduchu nad těmito povrchy. Pro samotný výpočet transferu vlhkosti z volné vodní hladiny bazénu je možné využít několika postupů. Dnes se často používají návrhové softwary vydávané samotnými výrobci a dodavateli vzduchotechnických zařízení. Vhodnou alternativou jsou též postupy výpočtů uvedené v Technickém průvodci č. 31.,^[1] nezřídka se také při návrhu vychází z německé normy VDI 2018^[14]. Tyto dvě varianty budou rozvedeny níže.

1.1.3 STAVEBNÍ PŘIPRAVENOST

Návrh bazénové haly vyžaduje úzkou spolupráci mezi architektem a projektantem vzduchotechnického zařízení. Dnes často používané velkoformátové zasklení může sice z architektonické hlediska působit elegantně, ovšem je nezbytné zajistit dostatečný prostor pro osazení koncových prvků vzduchotechniky. Jejich přivodní výústě by měli směřovat právě na zasklené plochy, tak aby alespoň omezili kondenzaci na jejím povrchu.^{[1][9]}



Obrázek 1.2: Schéma rozmístění koncových prvků v bazénové hale ^[27]

1.1.4 PROBLÉMY PŘI NEDOSTATEČNÉM VĚTRÁNÍ WELLNESS

Nevhodný návrh odvětrání prostorů bazénové haly se může velmi negativně projevit už v prvních letech provozu objektu. Snaha ušetřit na kvalitním návrhu a technickém řešení může do budoucna pro stavebníka znamenat daleko větší finanční náklady na případné rekonstrukce, sanace a opravy. ^{[1] [3] [9] [26]}

Jestliže nezajistíme uspokojivý odvod vlhkostní zátěže, způsobené intenzivním odparem z volné vodní hladiny, zvyšuje se relativní vlhkost prostoru. Pokud bude překročena teplota rosného bodu dojde k plošné kondenzaci vodních par na površích stavebních konstrukcí, zejména prosklených stěn a oken. Kondenzát způsobuje značnou degradaci těchto konstrukcí a v kombinaci s vysokou relativní vlhkostí vytváří pro návštěvníky velmi nekomfortní prostředí, zejména pocit dusna a nepříjemné oděrové mikroklima. ^{[1] [3] [9] [26]}

Dalším nepříznivým projevem je vytvoření vhodného prostředí pro růst plísní, jejichž spóry, emitované do prostoru, mohou u lidí vyvolávat alergie a způsobovat respirační potíže. V neposlední řadě šíří velmi nepříjemný zápach v zasaženém prostoru. Mezi nejčastější zástupce plísní, vyskytujících se na stavebních konstrukcích, můžeme pozorovat např. *Cladosporium*, *Penicillium* nebo *Aspergillus versicolor*. ^{[1] [3] [9] [26]}

V mnoha objektech, které dosud neprošli celkovou rekonstrukcí se objevují pouze odvlhčovací kondenzační jednotky. Jejich dosah je často nedostatečný a není schopen pokrýt celou plochu bazénu. Tudíž dochází ke značné kondenzaci a tvorbě plísní a také odparů chemické dezinfekce vody, jejíž důsledky již byly zmiňovány. ^{[1] [3] [9] [26]}

1.1.5 STANOVENÍ PRŮTOKU VZDUCHU

1.1.5.1 Výpočet dle VDI 2089 (starší vydání) ^{[1] [14] [34]}

Množství odpařené vody stanovíme ze vztahu:

$$M_w = \varepsilon \cdot S_{hl} \cdot (p''_{v(tw)} - p_{v(ti)}) \cdot 3600 \left[\frac{g}{h} \right] \quad (1.1)$$

Kde:

ε $\left[\frac{g}{s \cdot m^2 \cdot hPa} \right]$ součinitel přenosu hmoty viz tabulka (1.2)

S_{hl} $[m^2]$ plocha volné vodní hladiny

$p''_{v(tw)}$ $[hPa]$ tlak syté páry při teplotě vzduchu rovné teplotě vody

$p_{v(ti)}$ $[hPa]$ tlak páry při teplotě vnitřního vzduchu

Charakter provozu	$\varepsilon [g/m^2 \cdot s \cdot mbar]$
Soukromý bazén	$3,6 \cdot 10^{-3}$
Veřejný bazén	$7,8 \cdot 10^{-3}$
Bazén s vlnobitím	$9,7 \cdot 10^{-3}$

Tabulka 1.2: Součinitel přenosu hmoty pro bazény, převzato z VDI 2089 (starší vydání). ^[14]

1.1.5.2 Výpočet dle VDI 2089 (nové vydání) ^{[1] [14] [34]}

Množství odpařené vody stanovíme ze vztahu:

$$M_w = \frac{\beta_{(p|n)}}{R_V \cdot T} \cdot S_{hl} \cdot (p''_{v(tw)} - p_{v(ti)}) \left[\frac{kg}{h} \right] \quad (1.2)$$

Kde:

β	$[m \cdot h^{-1}]$	<i>součinitel přenosu hmoty viz tabulka (1.3)</i>
R_V	$[J \cdot (kg \cdot K)^{-1}]$	<i>plynová konstanta pro vodní páru (461,52)</i>
T	$[K]$	<i>aritmetický průměr teploty vody a vzduchu</i>
S_{hl}	$[m^2]$	<i>plocha volné vodní hladiny</i>
$p''_{v(tw)}$	$[hPa]$	<i>tlak syté páry při teplotě vzduchu rovné teplotě vody</i>
$p_{v(ti)}$	$[hPa]$	<i>tlak páry při teplotě vnitřního vzduchu</i>

Charakter provozu	Nepoužívaný bazén n [m · h ⁻¹]	Používaný bazén p [m · h ⁻¹]
Zakrytý bazén	0,7	-
Soukromý bazén	7,0	21
Veřejný bazén (hloubka vody > 1,35 m)	7,0	28
Veřejný bazén (hloubka vody > 1,35 m)	7,0	40
Bazén s vlnobitím	7,0	50

Tabulka 1.3: Součinitel přenosu hmoty pro bazény, převzato z VDI 2089 (nové vydání). ^[14]

1.1.5.3 Výpočet dle Technického průvodce č. 31 ^[1]

Množství odpařené vody stanovíme ze vztahu:

$$M_w = \beta \cdot S_{hl} \cdot (p''_{v(tw)} - p_{v(ti)}) \left[\frac{kg}{h} \right] \quad (1.3)$$

Kde:

β	$\left[\frac{kg}{h \cdot m^2 \cdot hPa} \right]$	<i>součinitel přenosu hmoty, dle (1.4)</i>
S_{hl}	$[m^2]$	<i>plocha volné vodní hladiny</i>
$p''_{v(tw)}$	$[hPa]$	<i>tlak syté páry při teplotě vzduchu rovné teplotě vody</i>
$p_{v(ti)}$	$[hPa]$	<i>tlak páry při teplotě vnitřního vzduchu</i>

Pro malé rychlosti proudění, tj. do $0,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ uvažujeme pro součinitel přenosu vlhkosti dle následujícího vztahu:

$$\beta = 0,124 + 0,11 \cdot w \left[\frac{kg}{h} \cdot m^2 \cdot kPa \right] \quad (1.4)$$

Kde:

w	$[m/s]$	<i>rychlost proudění vzduchu</i>
-----	---------	----------------------------------

Množství odpařené vody lze také stanovit z rozdílu měrných vlhkostí vzduchu při teplotě vody a vnitřního vzduchu.

$$M_w = \beta_x \cdot S_{hl} \cdot (x''_{(tw)} - x_{(ti)}) \left[\frac{kg}{h} \cdot m^2 \cdot kPa \right] \quad (1.5)$$

Kde:

β_x	$[kg/h \cdot m^2]$	<i>součinitel přenosu hmoty dle (1.6)</i>
S_{hl}	$[m^2]$	<i>plocha volné vodní hladiny</i>
$x''_{(tw)}$	$\left[\frac{kg}{kg \text{ s. v.}} \right]$	<i>měrná vlhkost vzduchu při teplotě vody</i>
$x_{(ti)}$	$\left[\frac{kg}{kg \text{ s. v.}} \right]$	<i>měrná vlhkost vzduchu při teplotě vnitřního vzduchu</i>

Součinitel přenosu vodní páry se stanoví ze vztahu:

$$\beta_x = 25 + 19 \cdot w \left[\frac{kg}{h} \cdot m^2 \right] \quad (1.6)$$

Kde:

w	$[m/s]$	<i>rychlost proudění vzduchu</i>
-----	---------	----------------------------------

1.1.6 DIMENZOVÁNÍ MNOŽSTVÍ VĚTRACÍHO VZDUCHU VZDUCHOTECHNICKÉ JEDNOTKY PRO WELLNESS A BAZÉNOVOU HALU ^{[1] [9] [34]}

Výpočet provedeme primárně pro letní návrhový stav, ten je pro stanovení množství přiváděného vzduchu zásadní z hlediska zátěže vázaným teplem. Následně provedeme ověření parametrů vnitřního prostředí pro zimní extrém.

Z množství odpařené vody z vodní hladiny bazénu, kterou jsem stanovili výše se vypočte množství přiváděného vzduchu dle následujícího vzorce.

$$V_p = \frac{M_w}{(x_l - x_{pl}) \cdot \rho} \quad (1.7)$$

Kde:

V_p	$\left[\frac{m^3}{h} \right]$	<i>množství přiváděného vzduchu</i>
M_w	$\left[\frac{g}{h} \right]$	<i>množství odpařené vodní páry</i>
x_l	$\left[\frac{g}{kg \text{ s. v.}} \right]$	<i>požadovaná měrná vlhkost vzduchu v bazékové hale</i>
x_{pl}	$\left[\frac{g}{kg \text{ s. v.}} \right]$	<i>měrná vlhkost přivodního vzduchu</i>
ρ	$\left[\frac{kg}{m^3} \right]$	<i>hustota vzduchu</i>

Abychom garantovali dostatečné provětrání bazénové haly zvolíme hodnotu požadované výměny vzduchu v rozmezí 4-6 h⁻¹. Následně je nezbytné splnění této podmínky ověřit dle následujícího vztahu:

$$V_p = I \cdot V_H \quad (1.8)$$

Kde:

V_p	$\left[\frac{m^3}{h} \right]$	<i>množství přiváděného vzduchu</i>
M_w	$\left[\frac{1}{h} \right]$	<i>intenzita výměny vzduchu v bazénové hale</i>
V_H	$[m^3]$	<i>objem prostoru bazénové haly</i>

Dále musíme zajistit optimální poměr přiváděného vzduchu ku vzduchu čerstvému. Budeme vycházet z toho, že se v prostoru bazénové haly intenzivně pohybují lidé. Ideální dávka čerstvého vzduchu v prostoru bazénu by se měla pohybovat kolem 30 m³/hod na

osobu, dle Nařízení vlády č. 32/2016 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci ^[15]. Maximální kapacitu návštěvníků bazénu určíme dle vyhlášky č. 97/2014 Sb., kterou se mění vyhláška č. 238/2011 Sb., o stanovené hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch ^[18], která stanoví, že maximální kapacita bazénové haly činí dvojnásobek kapacity vodní plochy bazénu. Dále uvádí, že plocha pro jednoho neplavce činí 3 m², plocha pro jednoho plavce 5 m². Dávku čerstvého vzduchu tedy stanovíme z následujícího vztahu:

$$V_e = V_{os} \cdot N \quad (1.9)$$

Kde:

V_e	$\left[\frac{m^3}{h} \right]$	<i>množství čerstvého vzduchu</i>
V_{os}	$\left[\frac{m^3}{h} \right]$	<i>minimální množství čerstvého vzduchu na osobu</i>
N	$[-]$	<i>počet koupajících se osob</i>

1.1.7 ZÁVĚR

Z výše uvedených poznatků je zřejmé, že při návrhu vzduchotechniky pro bazénovou halu je třeba postupovat důsledně, vzhledem ke složitosti fyzikálního problému. Bude třeba využít všech uvedených postupů pro dimenzování průtoku vzduchu a jejich následným porovnání s doporučenými hodnotami navrhnout optimální vzduchotechnické zařízení. Konkrétní výpočty jsou uvedeny ve Výpočtové části této práce. Jelikož česká legislativa nestanoví direktivní postup návrhu je na projektantovi, jaký postup zvolí. Výběr správné metodiky má zásadní vliv na určení množství odpařené vodní páry. Často při stejných vstupech dostáváme diametrálně odlišné hodnoty z jednotlivých metod, je tedy nutný určitý vhlad do problematiky, aby bylo dosaženo vyváženosti návrhu.

Autor se v této práci přiklání k volbě vzduchotechnické jednotky, která je schopná zajistit požadovanou výměnu vzduchu a není třeba dodatečné použití odvlhčovací jednotky. Dalším atributem systému je odvod trichloraminu. Je nutné volit vhodné distribuční prvky a jejich rozmístění, tak aby obrazy proudění zajistili rovnoměrnou výměnu vzduchu ve všech místech bazénové haly. Při nesprávném návrhu mohou vznikat místa stagnace, která jsou nežádoucí, zejména nad vodní hladinou.

Z textu je zřejmé, že pro zajištění vhodného mikroklimatu v bazénových halách, které současně musí být zdravotně nezávadné, je nutné řešit kompromis mezi dvěma požadavky. Ve finále se jedná o optimalizaci rychlosti vzduchu v mezní výšce nad hladinou, která by neměla překročit 0,2 m · s⁻¹, a ředění koncentrace trichloraminu a odvod odparu z vodní hladiny.

1.2 PROVOZNÍ VĚTRÁNÍ GARÁŽÍ

V dnešní době vysoké míry automobilů je nezbytné zohlednit parkování vozidel při projektování budov komerční i bytové výstavby, čemuž se do jisté míry musely přizpůsobit současné právní předpisy.

Garáže můžeme rozdělit ze stavebního hlediska na:

- hromadné garáže
- jednotlivé a řadové garáže

Dle požadavků na větrání:

- prostory, ve kterých se vozidla pohybují vlastním motorem
- prostory pro trvalý pobyt osob např. ostraža, garážmistr

Dále můžeme rozlišovat:

- nadzemní garáže
- podzemní garáže

Současná legislativa ^[16] také rozlišuje prostory stání a komunikací pro pohyb vozidel vlastním motorem na:

- prostory s vyloučením parkování vozidel s pohonem na alternativní plynná paliva (LPG, CNG, H₂)
- prostory, kde lze parkovat vozidla s pohonem na alternativní plynná paliva (LPG, CNG, H₂)

1.2.1 OBECNÉ POŽADAVKY

Ve všech typech garáží, kde se vozidla pohybují vlastním motorem, je při návrhu větrání rozhodujícím parametrem emise škodlivých látek z výfukových plynů a jejich hygienické ocenění. Tam, kde je umožněno parkování vozidel s pohonem na alternativní plynná paliva, musí větrací systémy zohlednit zvýšené riziko výbuchu, které může nastat při úniku těchto paliv do ovzduší garáže. ^{[1] [3] [9]}

Větrání garáží může být řešeno buď přirozeně (pouze v nadzemních podlažích) nebo nuceně. Požadavky a určující podmínky pro větrání garáží jsou uvedeny v normě ČSN 73 6058. ^[22]

Dále se můžeme setkat se zvláštními typy garáží, jejich využití nalezneme převážně v objektech, kde není dostatečná plocha pro realizaci hromadných samoobslužných garáží (rekonstrukce). Jsou to nejčastěji systémy s automatickým parkováním (zakladače), nebo garáže s řízením vozidel obsluhou (hotely). Zde se uplatňují obecné předpisy pro pracovní prostředí, konkrétně nařízení vlády č. 32/2016 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, ve znění pozdějších předpisů. ^[15] (zajištění hygienicky vhodného prostředí pro personál). ^{[1] [3] [9]}

Zařízení pro odvod kouře a tepla (ZOKT) z prostoru garáží se navrhuje dle ČSN 73 0804^[20]. Požární bezpečnost vzduchotechnických systémů řeší ČSN EN 15423^[19] a ČSN 73 0872^[72].

1.2.2 ŠKODLIVINY UVOLŇOVANÉ PŘI PROVOZU GARÁŽÍ

V podzemních garážích je vzduch relativně statický, bez přirozeného proudění. Prostory garáží jsou zároveň zatěžovány exhalací výfukových plynů. Nejpodstatnějšími škodlivinami ve výfukových plynech jsou oxid uhelnatý, oxidy dusíku, oxid siřičitý, cyklické uhlovodíky (deriváty pyrenu), aldehydy, nespálené uhlovodíky, olovo, saze a olejová mlha.

Pro člověka jsou nejvíce škodlivé zejména oxid uhelnatý, který má při vdechování větších koncentrací dusivé toxické účinky a deriváty pyrenu s karcinogenním účinkem. Neméně škodlivým je i akrolein s toxickým dráždivým účinkem. V sazích mohou být obsaženy kondenzované karcinogenní uhlovodíky.^{[1][3][9]}

1.2.3 DIMENZOVÁNÍ VĚTRÁNÍ A HYGIENICKÉ POŽADAVKY

Při dimenzování větrání nejčastěji vycházíme z předpokládaného množství oxidu uhelnatého, zejména u zážehových motorů je parametr emise CO naprosto rozhodující. Je předpoklad, že dosažením tohoto průtoku se sníží i koncentrace ostatních škodlivin pod přípustné meze.

Oxid uhelnatý, známý též jako kysličník uhelnatý, je bezbarvý jedovatý plyn bez chuti a zápachu. Jeho toxicita je způsobena silnou afinitou k hemoglobinu, kdy při jeho vdechování vzniká v krvi karboxylhemoglobin (COHb), jenž zamezuje okysličování tkání. Vazba oxidu uhelnatého na hemoglobin je přibližně dvousetkrát silnější než u kyslíku. Důsledkem otravy oxidem uhelnatým je snížení pozornosti, bolesti hlavy a další nepříznivé následky vedoucí až k smrti.

Množství COHb v krvi je závislé na intenzitě dýchání osob, času vdechování a koncentraci CO ve vdechovaném vzduchu. Běžný obsah COHb v krvi je přibližně 0,4 %, za mezí přípustnou hodnotu je považováno 3 % COHb.^{[1][3][9]}

1.2.3.1 Přirozené větrání hromadných garáží

U nadzemních hromadných garáží lze využít i přirozené větrání, které lze řešit buď jako příčné provětrání otvory v protilehlých obvodových stěnách, nebo větracími otvory.^[9]

1.2.3.1.1 Přirozené příčné větrání

Tento princip je možné uplatnit v prostorech garáží, kde jsou dvě protilehlé obvodové stěny vzdáleny maximálně 60 m. V každé protilehlé stěně se pravidelně rozmístí otvory o volném průřezu. Tento průřez činí minimálně 1/6 z celkové plochy vertikálních obvodových stěn (včetně vnějších), tzn. 1/3 celkové plochy vertikálních obvodových stěn parkovacího prostoru. Spodní hranu umístíme nejvýše 0,5 m nad úroveň čisté podlahy.

Horní hrana musí být minimálně 0,3 m nad stropem. Z exteriéru musí být otvory nejméně 0,3 m nad okolním terénem. ^{[1][3][9]}

1.2.3.1.2 Přirozené větrání otvory ve stěnách a stropěch

Zde vycházíme z požadavků volné plochy větracích otvorů na jedno parkovací stání.

- pro frekvenci výměny vozidel na stání $\leq 0,4$ l/h je plocha otvoru rovna $0,15 \text{ m}^2$
- pro frekvenci výměny vozidel na stání $\geq 0,4$ l/h je plocha otvoru rovna $0,30 \text{ m}^2$

Kde $f \left[\frac{1}{h} \right] = \frac{1}{\tau_p}$ (τ_p [h] je doba parkování jednoho vozidla viz tab. 1.4

Druh garáže	Frekvence $f \left[\frac{1}{h} \right]$
Obytné doby $\sum P \geq 50$	0,2
Obytné domy $\sum P < 50$	0,3
Administrativní budovy $\sum P \geq 50$	0,4
Administrativní budovy $\sum P < 50$	0,5
Parkovací objekty (Park & Ride)	0,5
Nákupní centra se smíšeným provozem (gastro, prodejny, služby)	0,8
Kulturní, zábavní objekty	1,0
Jednotlivé prodejny s omezenou nabídkou zboží	1,5

Tabulka 1.4: Frekvence výměny vozidel f [1/h], převzato z ČSN 73 6058. ^[22]

Otvory se umísťují z poloviny u podlahy a u stropu, jejich plochu lze sdružovat, za předpokladu, že bude zaručeno rovnoměrné provětrání celého prostoru. Vodorovná vzdálenost mezi otvory činní nejvýše 20 m. Stěny bez otvorů mohou být od otvorů v maximální vzdálenosti 10 m. ^{[1][3][9]}

1.2.3.2 Nucené větrání hromadných garáží

1.2.3.2.1 Obecné požadavky

Objemový průtok vzduchu samoobslužných garáží všech typů se určí na základě množství škodlivin v prostoru. Primárně se jedná o emise CO, NO_x, C₆H₆, prachové částice a saze. Rozhodující škodlivinou pro účely dimenzování nuceného větrání je oxid uhelnatý CO. Průtok odváděného vzduchu musí být zpravidla o 10–20 % vyšší, než průtok přiváděného vzduchu. Pokud se nejedná o garáž pro parkování pohotovostních vozidel např. IZS, tak se přiváděný vzduch neupravuje (nefiltruje, neohřívá). Pro odtah vzduchu postačí radiální ventilátor vložený do koncového úseku potrubí. Většinou se navrhuje separátně jedno zařízení pro jedno podlaží garáží. ^{[1][3][9]}

Pro dimenzování množství odváděného vzduchu rozlišujeme dva typy provozu garáží: Garáže s průběžnou výměnou vozidel a garáže se špičkovým provozem. V prvním případě se jedná o garáže, kde lze očekávat výměna aut v pravidelném taktu. Takový provoz očekáváme v garážích kancelářských budov, obchodních centrech, hotelech.

Špičkový provoz znamená extrémní zatížení, kdy je v krátkém čase parkovací prostor naplněn nebo vyprázdněn. Jedná se zejména o garáže při sportovních halách, divadlech, kde lze takové chování uživatelů předpokládat. Metodika pro návrh je v obou případech odlišná. ^{[1] [3] [9]}

Intenzita větrání v hromadných garážích se samoobslužným provozem nesmí být menší než $0,5 \text{ h}^{-1}$. Hodnota CO musí být trvale pod maximální přípustnou hodnotou $C_{\text{CO,p}} = 50 \text{ ppm}$. S ohledem na hospodárnost provozu se systém provozuje přerušovaně s využitím čidel pro detekci oxidu uhelnatého. ^{[1] [3] [9]}

Výustě pro odtaž se, pokud možno, umisťují co nejbližší výfuku aut, ideálně pro každé parkovací místo. U rozlehlějších garáží se využívá proudových ventilátorů pro rovnoměrné provětrání prostoru (JET systém). ^{[1] [3] [9]}

Podzemní garáže je nutné v době provozu nepřetržitě monitorovat, k čemuž slouží zejména čidla EPS, signalizace koncentrace CO, teploty vzduchu, kouřová čidla, kamerový systém. Veškeré informační systémy jsou soustředěny do jednoho řídicího centra, obvykle správce objektu, popřípadě automatický systém. ^{[1] [3] [9]}

V případě, že koncentrace CO překročí 50 ppm, je ventilátor automaticky spuštěn na plný výkon. Zároveň je zabráněno vjezdu vozidel a vizuální signalizace musí upozornit na nutnost opuštění prostoru. V garáži, kde je možné parkovat vozidla s pohonem na plynná paliva musí detekční a signalizační systém, v případě jejich úniku, zabezpečit: Aktivaci nuceného provozního větrání při dosažení 10 % koncentrace dolní meze výbušnosti, při 20 % dosažení dolní meze výbušnosti spustit havarijní větrání. Vyhlášení požárního poplachu a zákaz vjezdu dalších aut se udává při dosažení 50 % dolní meze výbušnosti. ^{[1] [3] [9]}

1.2.3.2.2 Návrh množství větracího vzduchu

Při dimenzování množství odváděného vzduchu musíme zohlednit mnoho parametrů. Zejména frekvenci výměny vozidel, emise oxidu uhelnatého vozidel, které norma ^[22] dělí do třech provozních situací (rovina, stoupání, volnoběh), délka trasy auta, doba chodu motoru, doba volnoběhu. ^{[1] [3] [9]}

Jízda [m^3/hod]		Volnoběh
Rovina, klesání $\dot{V}_{co,j,rov}$	Stoupání	$\dot{V}_{co,v}$ [m^3/s]
$5 \cdot 10^{-5}$	5 %	$6,5 \cdot 10^{-5}$
	10 %	$8,9 \cdot 10^{-5}$
	15 %	$13,0 \cdot 10^{-5}$
		$2,2 \cdot 10^{-5}$

Tabulka 1.5: Emise oxidu uhelnatého jednoho vozidla, převzato z ČSN 73 6058. ^[22]

Samotný výpočet vyžaduje mnoho vstupních údajů a pečlivost jejich volby. Pro účely této bakalářské práce bylo využito softwaru: „Výpočet provozního větrání dle ČSN 73 6058“ ^[22] z internetových stránek Společnosti pro techniku prostředí (www.stpcr.cz). Výsledky jsou zaneseny do přehledné tabulky ve Výpočtové části práce.

1.2.4 ZÁVĚR

V řešeném objektu hotelu se hromadné garáže nacházejí v podzemní části. Z tohoto důvodu autor zvolil systém nuceného větrání. Dispoziční řešení neumožňuje větrat jednotlivá patra samostatně, proto je navrženo horizontální potrubí, vedené pod stropem, odvedeno do společného stoupacího potrubí. Dvě patra garáží budou větrána jedním odtahovým ventilátorem umístěným v posledním úseku stoupacího potrubí SPIRO. Potrubí bude vyústěno v „kapliče“ na střeše druhého podlaží garáží, které současně slouží jako venkovní parkoviště. Vjezd do podzemních garáží je situován v prvním nadzemním podlaží, patro níže je obsluhováno autovýtahem umístěným v rámci prostoru garáží. Přívod čerstvého vzduchu je zajištěn perforovanými garážovými vraty. Pro garážové patro v přízemí venkovní vzduch přiváděn přes větrací mřížku v obvodové stěně, která je šachtou vyvedena nad úroveň přilehlého terénu.

1.3 VĚTRÁNÍ POKOJŮ PRO HOSTY

Požadavky na větrání hotelových pokojů, resp. hotelových prostorů obecně, se příliš neliší od požadavků na větrání bytových domů. Při návrhu je však nutné zohlednit, že nejvyšší obsazenost hotelu bývá v ranních a večerních hodinách. Nepravidelné obsazení často vyžaduje individuální regulaci, jak chodu, tak teploty. V dnešní době již nelze pro nové objekty, popř. objekty s moderními okny uvažovat, dle ČSN EN 15665/Z1^[36], s přívodem vzduchu pouze infiltrací včetně mikroventilace. Ani dříve nebylo pro majitele příhodné, aby klienti manipulovali s okny, za účelem větrání, a bylo tudíž výhodnější instalovat vzduchotechnické zařízení i v rámci pokojů pro hosty.^{[1][3][6][9]}

Součástí každého pokoje je standardně koupelna s WC. Běžně je větrání řešeno podtlakově, odtažením vzduchu z prostoru koupelny a přiváděním vzduchu do prostoru ložnice, odkud je nasáván otvorem ve dveřích zpět do koupelny.^{[1][3][6][9]}

1.3.1 OBECNÉ POŽADAVKY

Hlavní zdrojem znečištění vzduchu v objektech je oxid uhličitý CO₂, koncentrace tohoto metabolitu se významně podílí na kvalitě vnitřního prostředí. Zpravidla se ve špatně větraných prostorech nesetkáme se život ohrožující koncentrací CO₂, ale jeho zvýšená přítomnost ovlivňuje pohodu a pracovní výkonost. Lidé dlouhodobě pobývajících v takových prostorech mohou pociťovat ospalost, únavu bolesti hlavy atp. Maximální koncentraci CO₂ v obytných prostorách upravuje vyhláška 323/2017 Sb., kterou se mění vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby ve znění vyhlášky č. 20/2012 Sb., která stanoví, že maximální koncentrace nesmí v obytných místnostech překročit hodnotu 1500 ppm.^[38]

Koncentrace CO ₂	Místo výskytu CO ₂ , vliv na člověka
400–700 ppm	koncentrace ve venkovním ovzduší
800–1200 ppm	vyhovující koncentrace CO ₂ v obytných prostorách
1500 ppm	maximální přípustná koncentrace CO ₂ v obytných prostorách
> 1500 ppm	nastávají příznaky únavy a ospalosti člověka
> 2500 ppm	ospalost, letargie, bolesti hlavy
> 5000 ppm	nedoporučuje se delší pobyt

Tabulka 1.6: Koncentrace CO₂ a jeho vliv na člověka, převzato z 323/2017 Sb.^[38]

Další znečišťující látky jsou zejména těkavé organické látky emitované například z nábytku, koberců, nátěrů.

1.3.2 VĚTRACÍ SYSTÉMY

1.3.2.1 Nucené podtlakové větrání

1.3.2.1.1 Centrální systém

Odtah vzduchu z místností, se zdrojem škodlivin (koupelny, WC, kuchyně), zajišťuje centrální ventilátor, obvykle umístěn v nejvyšším místě budovy. Venkovní vzduch je přisáván z exteriéru. ^{[3] [6] [9] [37]}

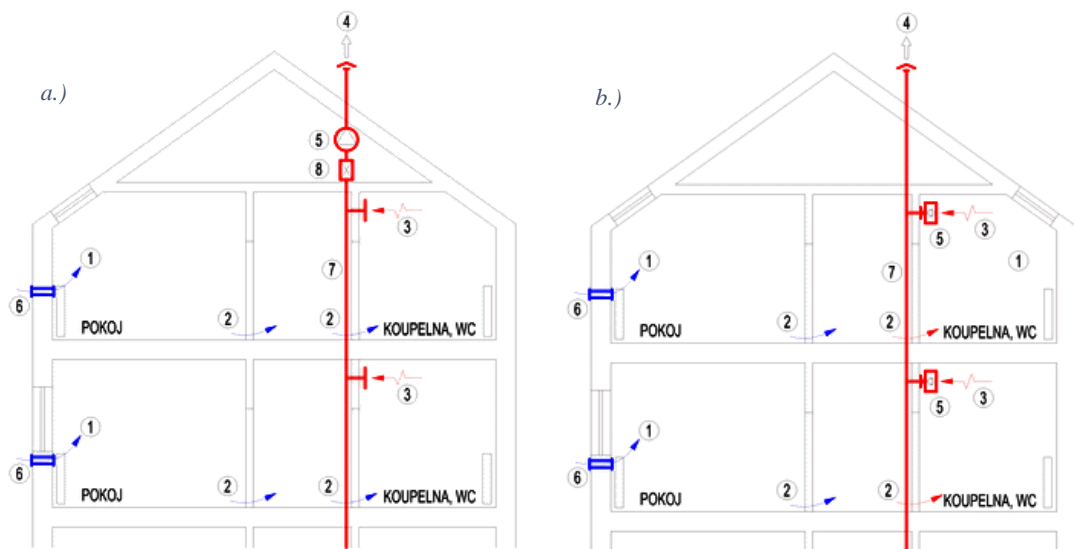
Při současných nárocích na tepelně izolační vlastnosti výplní, a s tím související neprůvzdušností, je nezbytné přírodní otvory integrovat přímo do výplní nebo zabudovat do obvodových stěn. Takové otvory se nejčastěji umísťují do nadpraží okenních výplní, méně vhodné jsou i varianty osazení do parapetu nad otopné těleso. K dispozici jsou dnes již sofistikované výrobky, které mohou být osazeny vzduchovým filtrem, tlumičem hluku a uzavíracím členem. Ventilátory také umožňují zapojení do systému řízení spotřeby na základě pokynů od elektronických čidel, např. CO₂, relativní vlhkosti nebo uživatelského nastavení. Ventilátor, který je vybaven snímačem tlakové difference odpovídá na rozdíl tlaku změnou otáček a upravuje tlak ve stoupacím potrubí na konstantní hodnotu. Otvory mohou mít libovolný tvar, ať už kruhové, šěrbinové nebo obdélníkové. ^{[3] [6] [9] [37]}

Nevýhodou tohoto systému je absence zpětného získávání tepla ZZT. Tepelné ztráty musí zcela kompenzovat otopná soustava. Výhodou je nízká pořizovací cena a jednoduchost systému (v porovnání s nuceným rovnotlakým větráním). ^{[3] [6] [9] [37]}

1.3.2.1.2 Lokální systém

Odtah vzduchu je separátně zajištěn pro každou bytovou jednotku radiálním ventilátorem. Zpravidla je ventilátor umístěn v blízkosti stoupacího potrubí, v místnosti, kde je realizován odtah škodlivin (koupelna, WC). Použití odsávacích zákrytů v kuchyních není vhodné s ohledem na náročnou údržbu, pokud není samostatné stoupací potrubí je nepřípustné. ^{[3] [6] [9] [37]}

Ventilátory jsou vybaveny zpětnou klapkou, která zabraňuje šíření pachů mezi bytovými jednotkami, což je jednou z nevýhod tohoto systému. Při zanedbání údržby ventilátoru se zpětné klapky stávají nefunkčními a pachy se mohou šířit do sousedních prostor. Další nevýhodou je malá účinnost ventilátorů a hluk, který je emitován rovnou do místnosti. Hladina akustického výkonu ventilátoru je úměrná jeho dopravnímu výkonu. ^{[3] [6] [9] [37]}



Obrázek 1.3: Nucené podtlakové větrání s přívodem vzduchu větracími otvory a odvodem vzduchu do společného potrubí a) centrální, b) lokální; 1 přiváděný venkovní vzduch, převáděný vzduch, 3 odváděný vzduch, 4 odpadní vzduch, 5 odvodní ventilátor, 6 přívodní větrací otvor, 7 potrubní síť, 8 tlumič hluku; převzato z [37]

1.3.2.2 Nucené rovnotlaké větrání

Oproti podtlakovému větrání je rovnotlaké větrání komfortnější řešení. Při dnes se zvyšujících nárocích na kvalitní a regulovatelné vnitřní mikroklima budov se stává standardem v občanské a komerční výstavbě. Používá se i tam, kde není optimální kvalita venkovního vzduchu nebo vysoké hlukové zatížení. [3] [6] [9] [37]

Rovnotlaké větrání zabezpečují odtah znečištěného vzduchu a zároveň přivádí vzduch čerství. Výhodou je bezesporu možnost úpravy venkovního vzduchu, která se odehrává ve VZT jednotce. Jednotku, která standardně venkovní vzduch filtruje, lze doplnit ZZT výměníkem, dohřevem, chlazením. Ventilátory umožňují regulaci výkonu, čímž je umožněno jejich ovládání na základě uživatelských preferencí nebo automatizaci, dle informací z čidel relativní vlhkosti, CO₂ a dalších. [3] [6] [9] [37]

1.3.2.2.1 Lokální systém

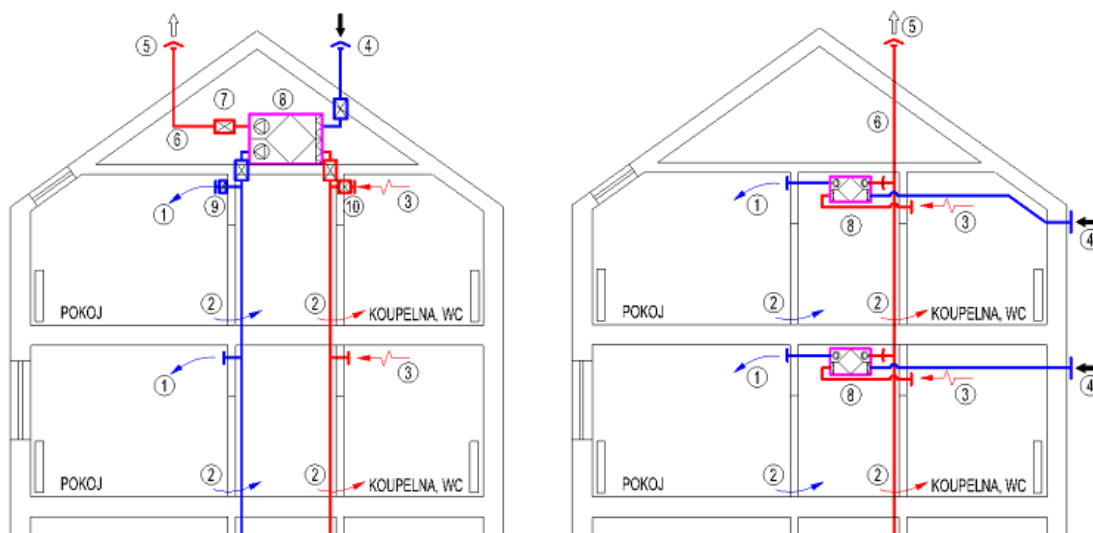
Pro individuální větrání bytových jednotek je vhodné využít „malých“ větracích jednotek, která jsou opatřeny filtrací vzduchu, ventilátory a obvykle také výměníkem ZZT. Přívod vzduchu může být zajištěn centrálním potrubím nebo pro každou jednotku zvlášť z fasády. Odtah je realizován společným potrubím. [3] [6] [9] [37]

Výhodou tohoto řešení je naprostá kontrola a regulace systému přímo uživateli dané bytové jednotky. Veškeré nákladů spojené s provozem a údržbou zařízení jdou tak přímo za majitelem, popř. nájemcem bytu. Nevýhodou je celkem malá účinnost ventilátorů, způsobená kompaktností jednotky. Častým problémem bývá také hlučnost jednotky a prostorové nároky na její umístění přímo v obytném prostoru. Velikost zařízení umožňuje jeho umístění do snížených podhledů například v koupelnách nebo technických místnostech bytu. [3] [6] [9] [37]

1.3.2.2 Centrální systém

Základ systému tvoří centrální vzduchotechnická jednotka, která zabezpečuje přívod čerstvého a odvod znehodnoceného vzduchu. Současně se v jednotce vzduch upravuje na požadované parametry (filtrace, předehřev). Jednotka bývá osazena výměníkem ZZT. Vzduch je distribuován do příslušných místností pomocí dvojice potrubí. Pro rozptýlení přiváděného vzduchu slouží v místnostech distribuční prvky. Ty musí mít dostatečný dosah proudu a vhodné umístění, aby bylo zabezpečeno konstantní provětrání celé místnosti. [3] [6] [9] [37]

Nevýhodou systému jsou zejména prostorové nároky pro umístění VZT jednotky a vzduchovodů. Zpravidla je nutné uvažovat se samostatnou místností (strojovna vzduchotechniky) v nejnižší nebo nejvyšším podlaží objektu. Ventilátory musí být opatřeny tlumiči hluku, aby nedocházelo k nežádoucímu šíření hluku do bytových jednotek nebo venkovního prostředí. Také může docházet k nežádoucím přeslechům mezi bytovými jednotkami, což se dá řešit přeslechovými tlumiči nebo se distribuční elementy napojí přes ohebné „flexo“ hadice s požadovaným útlumem hluku. [3] [6] [9] [37]

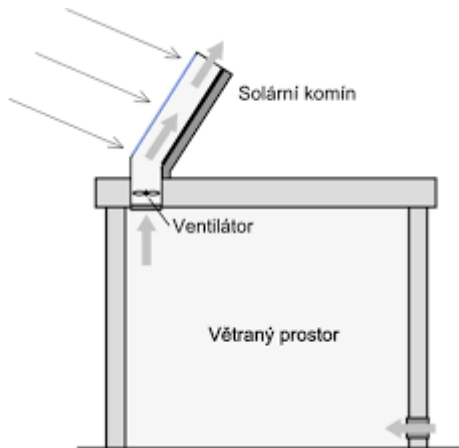


Obrázek 1.4: Nucené rovnotaké větrání s přívodem a odvodem vzduchu realizované větrací jednotkou se ZZT a) centrální b) lokální; 1 přiváděný vzduch, 2 převáděný vzduch, 3 odváděný vzduch, 4 sání venkovního vzduchu, 5 odpadní vzduch, 6 potrubní síť, 7 tlumič hluku, 8 větrací jednotka se ZZT, 9 alternativní dohřev, 10 přeslechový tlumič; převzato z [37]

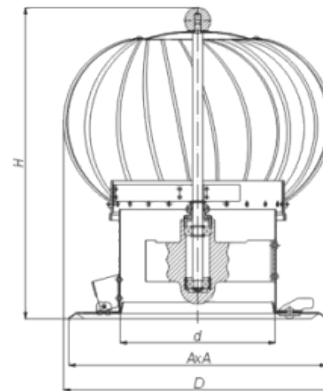
1.3.2.3 Hybridní větrání

Jedná se o kombinovaný systém, který v sobě zahrnuje účinky přirozených vztlakových sil a sil mechanických (nucené větrání). Princip hybridního větrání je v kombinování nebo střídání obou režimů, jak přirozeného, tak nuceného. Motivem pro použití hybridního systému je udržení kvality vnitřního vzduchu za co nejmenších provozních nákladů. Nutnou součástí systému je inteligentní řídicí jednotka, která kontinuálně vyhodnocuje údaje z čidel (koncentrace CO₂) a nastavuje provozní režim objektu. V praxi to znamená, že nucené větrání je sepnuto pouze pokud je to nezbytné a většinu času je budova větrána přirozeně. [3] [6] [9] [37]

Přívod vzduchu je zajišťován např. samoregulačními vyústky se servopohonem, které se umísťují pod okna obytných místností. Vyústky zabezpečují konstantní průtok vzduchu i při změně tlakových poměrů uvnitř objektu a lze je elektronicky ovládat (uzavřít). Systém je dále osazen samoodtahovou hlavicí, která využívá přirozených účinků větru nebo solárním komínem na střeše budovy a již zmiňovanou řídicí jednotkou a čidly CO₂.^{[3][6][9][37]}



Obrázek 1.5: Schéma solárního ohřevu při přirozeném větrání, převzato z^[39]



Obrázek 1.6: Samoodtahová hlavice (ventilační turbína), převzato z^[40]

1.3.3 ZÁVĚR

Na základě předešlého textu se autor rozhodl použít pro větrání pokojů pro hosty a dalších hotelových prostorů centrální systém nuceného větrání se dvěma velkokapacitními VZT jednotkami. Jelikož se jedná o objekt hotelu není nutné a ani žádoucí mít pro každý pokoj zvlášť „malou“ VZT jednotku. Podtlakové větrání se v tomto případě také nejeví jako vhodné vzhledem k dispozičnímu upořádání objektu a chladnému venkovnímu prostředí při největší obsazenosti objektu.

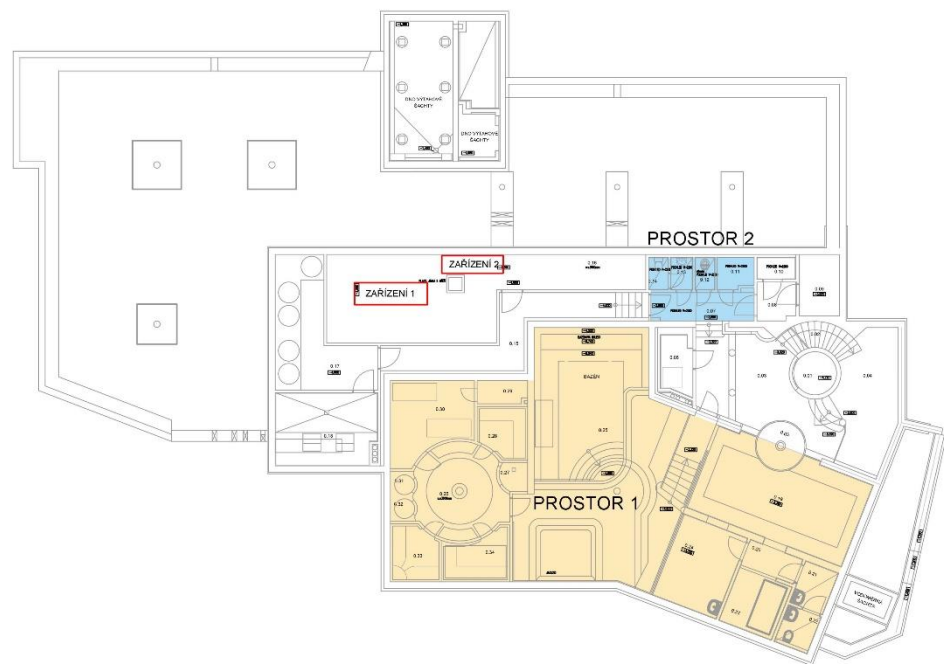
2. VÝPOČTOVÁ ČÁST

2.1 ÚVOD

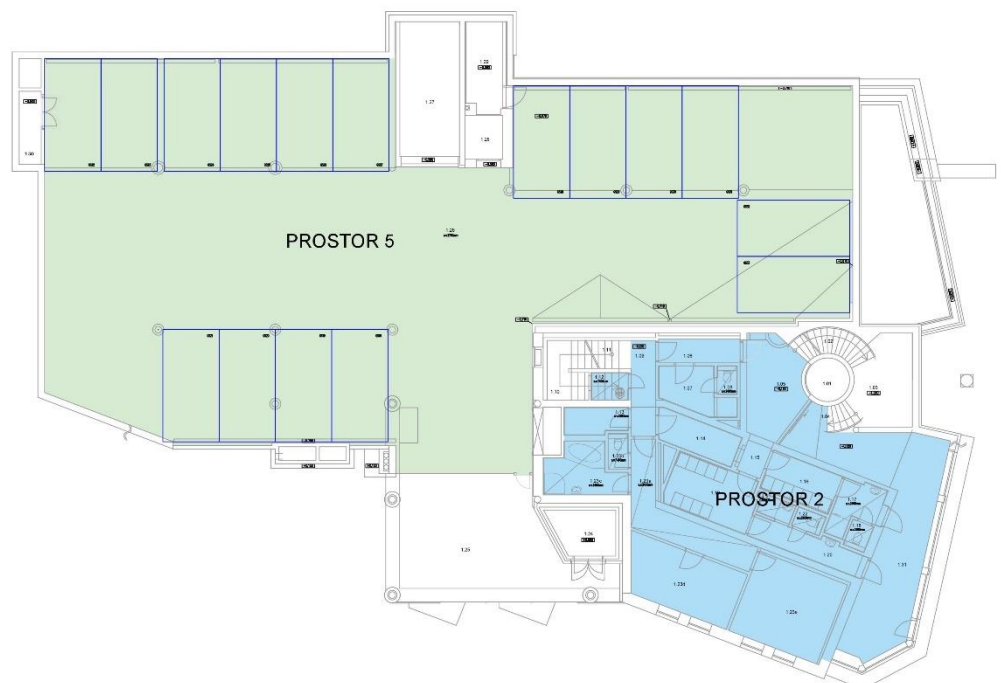
Po teoretickém úvodu se v této části bakalářské práce nalezneme výpočty potřebné pro návrh vzduchotechnických zařízení daného objektu. Dle zvyklostí je zde rozepsán výpočet tepelných bilancí objektu, průtoku vzduchu, dimenzování potrubí, úpravy vzduchu s využitím Mollierových diagramů, výkonové parametry vzduchotechnických zařízení a výpočet hlukového útlumu. Výpočty jsou uvedeny v přehledných tabulkách a vychází ze vztahů citovaných v teoretické části této práce.

2.2 ANALÝZA OBJEKTU, ROZDĚLENÍ NA FUNKČNÍ CELKY VZT

Objekt je členěn na čtyři funkční celky VZT. Zařízení číslo 1 je umístěno v 1.PP, v místnosti 0.16 – STOJOVNÁ VZT A TECHNOLOGIE BAZÉNU, a zabezpečuje úpravu vzduchu a odvlhčení pro prostor wellness, tj. bazénová hala, sauny a přidružené prostory (sprchy, masáže, solárium). Druhá jednotka je osazena v téže technické místnosti a obsluhuje pokoje pro hosty, šatny a společné prostory v 1.NP až 3.NP. Třetí vzduchotechnické zařízení je umístěno v podkrovním prostoru nad 4.NP a větrá prostory v 3.NP a 4.NP. Zařízení číslo 4 je „malá“ rekuperační jednotka pro použití zejména v rodinných domech, která slouží k úpravě vzduchu v komerčním prostoru, který je v současné době využíván jako kadeřnictví. Páté zařízení je odtahový ventilátor, jenž slouží pro odvod vzduchu z prostoru garáží.



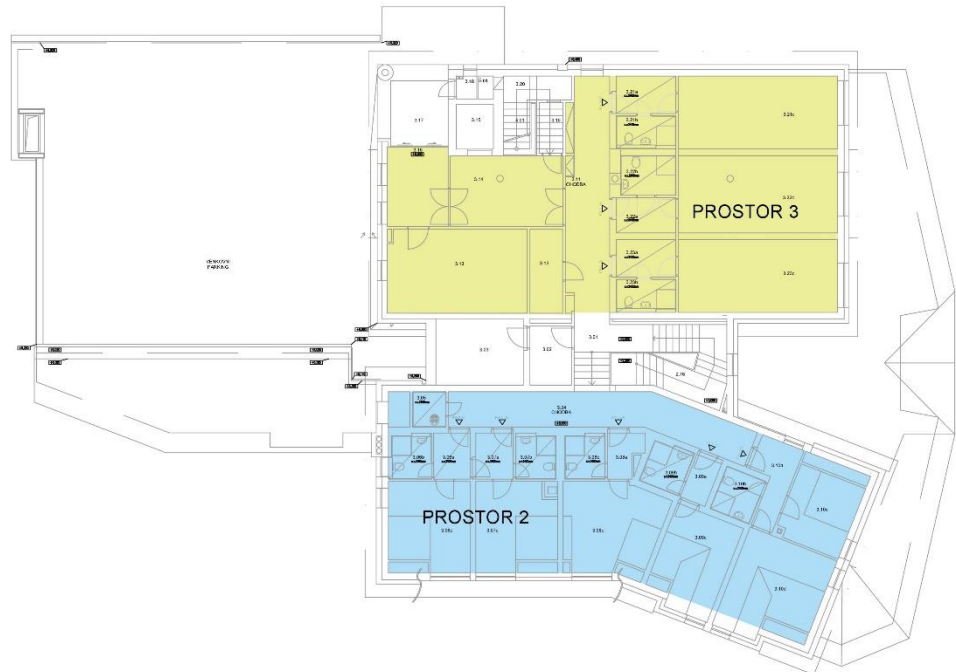
Obrázek 2.1: Funkční schéma 1.PP



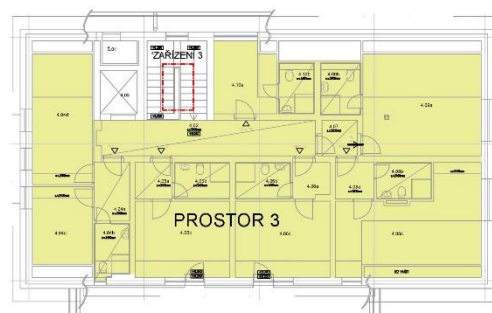
Obrázek 2.2: Funkční schéma 1.NP



Obrázek 2.4: Funkční schéma 2.NP



Obrázek 2.3: Funkční schéma 3.NP



Obrázek 2.5: Funkční schéma 4.NP

2.3 TEPELNÉ BILANCE

Zásadní pro návrh vzduchotechnických systémů je tepelná a hmotnostní bilance objektu. Výpočet se provádí dle ČSN 73 0548 ^[24], přičemž výpočet tepelných ztrát je obsahem ČSN 06 210 ^[25]. Celková tepelná bilance prostoru se stanoví jako součet jednotlivých dílčích složek tepla citelného a vázaného. ^{[1][4]}

$$Q = Q_{or} + Q_{sv} + Q_{os} + \Phi_{T,i} + Q_{hl} + Q_{výp} \quad [W] \quad (2.1)$$

Kde:

Q_{or}	[W]	<i>tepelné zisky sluneční radiací</i>
Q_{sv}	[W]	<i>tepelné zisky z osvětlení</i>
Q_{os}	[W]	<i>tepelné zisky od lidí</i>
$\Phi_{T,i}$	[W]	<i>prostup tepla obvodovými konstrukcemi objektu</i>
Q_{hl}	[W]	<i>přestup mezi vodní hladinou a vnitřním vzduchem</i>
$Q_{výp}$	[W]	<i>zátěž vázaným teplem daná odparem z vodní hladiny</i>

2.3.1 VENKOVNÍ KLIMATICKÉ PROSTŘEDÍ OBJEKTU

Řešený objekt hotelu se nachází v horském středisku Špindlerův Mlýn v nadmořské výšce cca. 730 m n.m. Okolní klima je tedy velmi specifické. Pro výpočty byly použity hodnoty venkovního prostředí uvedené v následující tabulce.

Špindlerův Mlýn	Venkovní teplota [C°]	Relativní vlhkost [%]	Měrná vlhkost [g/kg]	Entalpie [kJ/kg]
LÉTO	24,00	62,46	9,63	45,98
ZIMA	-18,00	87,30	4,26	13,81

Tabulka 2.1: Klimatické podmínky

2.3.2 POŽADAVKY NA VNITŘNÍ PROSTŘEDÍ

		Teplota vzduchu [C°]	Relativní vlhkost	Maximální rychlost proudění [m/s]	Hluk [dB/A]
Bazénová hala	LÉTO	30	0,55	2,0	max 40 dB dle ^[38]
	ZIMA	30	0,65	2,0	
Relax zóna	LÉTO	26	0,55	3,0	
	ZIMA	26	0,65	3,0	
Koupelny a sprchy	LÉTO	24	0,55	2,0	
	ZIMA	24	0,65	2,0	
Pokoje pro hosty	LÉTO	20	0,50	3,0	
	ZIMA	20	0,60	3,0	
Společné prostory	LÉTO	18	0,50	3,0	
	ZIMA	18	0,60	3,0	
Parking	LÉTO	15	0,50	4,0	
	ZIMA	15	0,60	4,0	

Tabulka 2.2: Požadavky na vnitřní prostředí

2.3.3 TEPELNÉ ZTRÁTY

2.3.3.1 Prostup tepla stavebními konstrukcemi

$\Sigma\Phi_{T,i}$	756 W
Průměrný součinitel prostupu tepla k_c	0,053 W · m ⁻² K ⁻¹
Přirážka p_1	0
Přirážka p_2	0
Přirážka p_3	0
Q_p	756 W

Tabulka 2.3: Prostup tepla stavebními konstrukcemi.

2.3.4 TEPELNÉ ZISKY OD VNITŘNÍCH ZDROJŮ

Výpočet byl proveden pro prostor bazénové haly, kde jsou požadavky na udržení optimální teploty markantní. Dotápění bude řešeno zcela otopnou soustavou, a to jak v rámci wellness, tak v celém objektu. V prostoru bazénové haly je navrženo podlahové vytápění.

2.3.4.1 Tepelné zisky od lidí ^[6]

$$Q_{os} = n_1 \cdot 6,2 \cdot (36 - t_i) [W] \quad (2.2)$$

$$n_1 = 0,85 \cdot n_{ženy} + 0,75 \cdot n_{děti} + n_{muži} \quad (2.3)$$

Kde:

n_1 [-] celkový počet osob dle vztahu (2.3)

t_i [C°] teplota vnitřního vzduchu

		n_1 [-]	Q_{os} [W]
Muži	15 osob	39	1450,8
Děti	10 osob		
Ženy	15 osob		

Tabulka 2.4: Tepelné zisky od lidí.

2.3.4.2 Tepelné zisky od osvětlení ^[6]

$$Q_{sv} = S_s \cdot P_s \cdot c_1 \cdot c_2 [W] \quad (2.4)$$

Kde:

S_s [m²] plocha prostoru

P_s [W · m⁻²] příkon svítidel

c_1, c_2 [-] součinitelé soudobosti

		svítivost zářivek [lx]	Q_{sv} [W]
S_s	77,61 m ²	750	679,1
P_s	25 W · m ⁻²		
c_1	0,5		
c_2	0,7		

Tabulka 2.5: Tepelné zisky od osvětlení.

2.3.5 PŘESTUP TEPLA MEZI VODNÍ HLADINOU A OKOLNÍM VZDUCHEM ^[6]

$$Q_{hl} = l_w \cdot M_w \quad [W] \quad (2.5)$$

$$M_w = (7 + 3,5w) \cdot S \cdot (x_p'' - x_p) \cdot 10^{-3} \quad [g \cdot h^{-1}] \quad (2.6)$$

Kde:

M_w $[g \cdot h^{-1}]$ odpar z mokrých povrchů a hladiny bazénů, dle (2.6)

l_w $[J \cdot kg^{-1}]$ výparné teplo vody

S $[m^2]$ mokrá plocha

w $[m \cdot s^{-1}]$ rychlost proudění

x_p'' $[g/kg_A]$ měrná vlhkost nasyceného vzduchu při teplotě povrchu

x_p $[g/kg_A]$ měrná vlhkost vzduchu nasd povrchem

		$Q_{hl} [W]$
M_w	2,784	1,265
l_w	0,454 J · kg ⁻¹	
S	77,61 m ²	
x_p''	6,26	
x_p	4,21	

Tabulka 2.6: Přestup tepla mezi vodní hladinou a vzduchem.

2.3.6 CELKOVÉ TEPELNÉ ZISKY

$$Q = Q_{or} + Q_{sv} + Q_{os} + \Phi_{T,i} + Q_{hl} + Q_{výp} \quad [W]$$

$$Q = 0 + 679,1 + 1450,8 - 756 + 1,265 + 0 \quad [W]$$

$$\mathbf{Q = 1375,16 W}$$

2.4 PRŮTOKY VZDUCHU, TLAKOVÉ POMĚRY

2.4.1 BAZÉNOVÁ HALA A WELLNESS

č. m.		plocha volné vodní hladiny	součinitel přenosu hmoty	součinitel přenosu hmoty	tlak páry při teplotě vzduchu rovné teplotě vody	tlak páry při teplotě vnitřního vzduchu	množství odpařené vody	množství větracího vzduchu
		S_{hl} [m ²]	ϵ [g/s.m ² .hPa]	ρ [kg/h.m ² .hPa]	$p_{v(tw)}^{sat}$ [hPa]	$p_{v(ti)}$ [hPa]	M_w [g/h]	V_p [kg/m ³]
VÝPOČET DLE VDI 2089								
1	HLAVNÍ BAZÉN	31,99	0,0036		37,78	26,20	4800,96	2012,13
2	JACUZZI	9,14	0,0097		62,74	30,50	10290,00	
VÝPOČET DLE Technického průvodce č. 31								
1	HLAVNÍ BAZÉN	31,99		0,1570	37,78	26,20	5815,97	1392,31
2	JACUZZI	9,14		0,1570	62,74	30,50	4626,38	

Tabulka 2.7: Stanovení množství odpařené vody a návrh množství větracího vzduchu, porovnání metodik výpočtu.

č. m.	název místnosti	podlahová plocha		světla		objem		prostor		obsazenost		množství větracího vzduchu								
		plocha		výška		místnosti		výměna		produkce		dle počtu		dle CO ₂		požadovaný	dávka			
		A	[m ²]	h	[m]	V	[m ³]	η	[h ⁻¹]	m _{CO2}	[m ³ /h/os]	p	[h ⁻¹]	V _v	[m ³ /h]	V _v	[m ³ /h]	V _p	[m ³ /h]	V _e
1.PP																				
00.19	ODPOČÍVÁRNA	28,86		3,00		86,58		2		0,017	8	200,00	173,16	143,16	300,00	200,00				
00.22	TOALETA	2,96		2,40		7,10		4		0,017	1	25,00	28,42	17,89	50,00	30,00				
00.23	SOLÁRIUM	6,81		2,60		17,71		2		0,017	1	25,00	35,41	17,89	50,00	30,00				
00.24	MASÁŽE	12,31		3,60		44,32		6		0,017	2	50,00	265,90	35,79	200,00	50,00				
00.25	BAZENOVÁ HALA	77,61		3,20		248,35									1800,00	340,00				
00.26	PŘEDSÍŇ WELLNESS	15,55		2,60		40,43		3		0,017	4	100,00	121,29	71,58	150,00	100,00				
00.27	OCHLAZOVACÍ SPRCHA	1,66		2,40		3,98		8		0,017	1	25,00	31,87	17,89	50,00	25,00				
00.30	KLEOPATRINA LÁZEŇ	12,25		2,60		31,85		8		0,017	3	75,00	254,80	53,68	250,00	75,00				
00.31	VÍCEÚČELOVÁ SPRCHA	0,71		2,40		1,70		10		0,017	1	25,00	17,04	17,89	50,00	25,00				
00.32	VÍCEÚČELOVÁ SPRCHA	0,72		2,40		1,73		10		0,017	1	25,00	17,28	17,89	50,00	25,00				
											Požadovaný průtok celkem:					2950,00	900,00			

Tabulka 2.8: Požadovaný průtok vzduchu pro zařízení číslo 1.

2.4.4 MALÁ BYTOVÁ JEDNOTKA PRO KADEŘNICTVÍ

č. m.	název místnosti	podlahová plocha [m ²]	světla výška [m]	objem místnosti [m ³]	prostor		obsazenost		nmožství větracího vzduchu							
					vzduch na plochu [m ³ /(h.m ²)]	výměna vzduchu [h ⁻¹]	produkce CO ₂	max. počet osob	dle plochy [m ³ /h]	dle počtu osob [m ³ /h]	dle výměny [m ³ /h]	dle CO ₂ [m ³ /h]	požadovaný průtok vzduchu [m ³ /h]	dávk čerstvého vzduchu [m ³ /h]		
		A	h	V	V _{pos}	η	m _{CO2}	p	V _e	V _e	V _p	V _p	V _p	V _p	V _e	
2.NP		47,86						7								
2.04	KADEŘNICTVÍ	30,70	2,60	79,82	1,0	2,0	0,017	6	30,70	150,00	159,64	107,37				
2.05	CHODBA	2,67	2,40	6,41	2,0	0,5	0,017	0	5,34	0,00	3,20	0,00				
2.06	PŘEDSÍŇ	2,52	2,40	6,05	1,0	2,0	0,017	1	2,52	25,00	12,10	17,89				
2.07	TOALETA-ZÁKAZNÍCI	1,54	2,40	3,70	5,0	4,0	0,017	1	7,70	25,00	14,78	17,89				
2.08	KOUPELNA-ZAMĚŠTNANCI	3,18	2,40	7,63	5,0	5,0	0,017	1	15,90	25,00	38,16	17,89				
2.09	ÚKLID	1,26	2,40	3,02	1,0	4,0	0,017	0	1,26	0,00	12,10	0,00				
2.10	ŠATNA-ZAMĚŠTNANCI	2,76	2,40	6,62	5,0	2,0	0,017	1	13,80	25,00	13,25	17,89				
2.11	SKLAD	3,23	2,40	7,75	1,5	2,0	0,017	1	4,85	25,00	15,50	17,89				
									Požadovaný průtok celkem:						260,00	260,00

Tabulka 2.11: Požadovaný průtok vzduchu pro zařízení číslo 4.

2.4.5 VENTILÁTOR PRO ODTAH VZDUCHU Z HROMADNÝCH GARÁŽÍ

Úsek se špičkovou výměnou vozidel	Počet vozidel současně v provozu n (-)	Vnitřní objem úseku $V_{\text{úsek}}$ (m ³)	Počet stání vozidel v úseku P (-)	Počet projíždících vozidel v úsecích	Parkující vozidla				Projíždějící vozidla				Průtok vzduchu V (m ³ /h)	Měrný průtok vzduchu V_m (m ³ /h.stání)	Intenzita větrání I (1/h)	Skutečný průtok vzduchu V_{skut} (m ³ /h)				
					Délka trasy rovina S_{rov} (m)	Délka trasy klesání $S_{\text{kl.}}$ (m)	Délka trasy stoupání $S_{\text{st.}}$ (m)	Sklon rampy (%)	Doba Volnoběhu t_v (s)	Délka trasy rovina S_{rov} (m)	Délka trasy klesání $S_{\text{kl.}}$ (m)	Délka trasy stoupání $S_{\text{st.}}$ (m)					Sklon rampy (%)	Doba Volnoběhu t_v (s)		
1. PP	0	1 418	18	128	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2 582	143	1,8	2 582
2. PP	0	1 418	18	0	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	258	14	0,2	709
3. PP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0
4. PP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0
5. PP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0
6. PP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0
7. PP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0
8. PP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0
9. PP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0
10. PP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0
11. PP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0
12. PP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0
13. PP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0
14. PP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0
15. PP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0
16. PP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0
17. PP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0
18. PP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0
19. PP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0
20. PP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0
Celkem V_c (m ³ /h)												2 840	Celkem $V_{c,skut}$ (m ³ /h)		3 290					

Tabulka 2.12: Výpočet provozního větrání dle ČSN 73 6058.

2.5 DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ A TLAKOVÁ ZTRÁTA

2.5.1 NÁVRH PORUBÍ

Návrh rozměrů vzduchotechnického potrubí byl proveden tzv. „rychlostní metodou“, kdy známe průtok vzduchu potrubím a zvolíme rychlost proudění vzduchu $w[m \cdot s^{-1}]$, dle doporučených hodnot. Rychlost proudění směrem k ventilátoru narůstá. ^[9]

Provedení	$w[m \cdot s^{-1}]$
Byty	3–5
Hotelové pokoje, lůžkové pokoje nemocnic	4–5
Malé kanceláře, knihovny, čítárny	5–6
Divadla, posluchárny	4–6
Velké kanceláře, restaurace, obchody, banky	6 – 7,5
Běžné obchody, kavárny	5–9
Průmyslové aplikace	10 - 12,5

Tabulka 2.13: Doporučené rychlosti proudění dle typu objektu.

Druh budovy	$w[m \cdot s^{-1}]$		
	obytná	veřejná	průmyslová
Potrubí			
Za ventilátorem	5 - 8,5	7,5 - 11	10–14
Hlavní stoupačky	4–6	5–8	6–11
Odbočky rozvodu v podlaží	3–5	3 – 6,5	4–9
Odvod vzduchu	3,5 – 4,5	4 – 5,5	5–9
Elementy			
Venkovní žaluzie sání	2,5 - 4	2,5 – 4,5	3–5
Odvodní vyústky	do 2,0	do 2,5	do 3

Tabulka 2.14: Doporučené rychlosti potrubí dle druhu a pozice VZT elementu.

Vypočteme nutný průřez potrubí $S [mm^2]$, a z něj stanovíme rozměr $d [mm]$ nebo $a \times b [mm]$ dle příslušné výrobní řady potrubí, dle vztahu: ^[9]

$$S = \frac{Q}{w} [mm^2] \quad (2.7)$$

Kde:

Q $[m^3 \cdot h^{-1}]$ objemový průtok vzduchu

w $[m \cdot s^{-1}]$ požadovaná rychlost proudění

Řada potrubí: 80, 100, 125, 140, 160, 180, 200, 250, 315, 355, 400, 450, 500, 560, 630, 710, 800, 900, 1000, 1120, 1250, 1400, 1600, 1800, 2000

2.5.2 TLAKOVÁ ZTRÁTA NA HLAVNÍ VĚTVI

Hlavní větev je zpravidla ta s největší tlakovou ztrátou. ^[9]

2.5.2.1 Tlaková ztráta třením

$$\Delta p_{z,t} = \lambda \frac{l}{d} p_d = \lambda \frac{l}{d} \frac{w^2}{2} = R \cdot l \quad (2.8)$$

Kde:

λ	[-]	<i>součinitel třecích ztrát</i>
d	[m]	<i>charakteristický rozměr (průměr)</i>
l	[-]	<i>délka potrubí</i>
p_d	[Pa]	<i>dynamický tlak</i>
w	[m · s ⁻¹]	<i>rychlost proudění</i>
ρ	[kg · m ⁻³]	<i>hustota vzduchu $\rho = 1,2$</i>

2.5.2.2 Místní tlaková ztráta

$$\Delta p_{z,m} = \Sigma \xi p_d = \Sigma \xi \frac{w^2}{2} \rho \quad (2.9)$$

Kde:

ξ	[-]	<i>součinitel místních ztrát (ztrátový součinitel)</i>
-------	-----	--------------------------------------------------------

Součinitel místní tlakové ztráty ξ pro odlišné druhy tvarovek používaných ve vzduchotechnice bývá určen na základě experimentálních měření. Hodnoty součinitele ξ se mohou notně lišit v závislosti na použitém zdroji. ^[9]

2.5.2.3 Celková tlaková ztráta

Celková tlaková ztráta potrubní sítě je určena součtem ztráty třením místních tlakových ztrát. ^[9]

2.5.2.4 Zařízení č. 1 – větrání a klimatizace bazénové haly a wellness

Úsek	Obdélníkový průřez		Kruhový průřez	Kontrola zadání rozměrů	Průtok Q [m ³ /hod]	Délka úseku l [mm]	Plocha potřebí A [m ²]	Rychlost proudění w [m/s]	Obvod průtočného průřezu U [m]	Ekvivalentní průměr de [m]	Reynoldsovo číslo Re [-]	Součinitel tření		Tlakové ztráty třením		Součinitel vřazeného odporu Ksf [-]	Tlakové ztráty místními odpory		Celková tlaková ztráta úseku [Pa]
	Rozeř 1 a [mm]	Rozeř 2 b [mm]										Průměr d [mm]	Lambda [-]	Přif [Pa]	Pksf [Pa]				
1-2 H	500	710	0	Vpřádku	2800	800,0	0,355	6,0	2,420	0,387	234 711	0,0184	0,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,57
2 H	630	300	0	Vpřádku	2800	630,0	0,189	6,0	1,860	0,406	162 581	0,0200	0,70	0,85	19,28	0,85	19,28	19,98	
2-3 H	630	300	0	Vpřádku	2800	800,0	0,189	4,0	1,860	0,406	108 387	0,0210	0,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,42	
3 H	630	300	0	Vpřádku	2800	630,0	0,189	4,0	1,860	0,406	108 387	0,0210	0,33	0,85	8,57	0,85	8,57	8,90	
4-5 H	630	300	0	Vpřádku	2800	500,0	0,189	4,0	1,860	0,406	108 387	0,0210	0,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,78	
5 H	630	300	0	Vpřádku	2800	500,0	0,189	4,0	1,860	0,406	108 387	0,0210	0,26	0,30	3,02	0,30	3,02	3,28	
5-6 H	630	200	0	Vpřádku	2250	1 500,0	0,126	4,0	1,660	0,304	80 964	0,0225	1,12	0,00	0,00	0,00	0,00	1,12	
6-7 H	630	200	0	Vpřádku	2250	500,0	0,126	4,0	1,660	0,304	80 964	0,0225	0,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,37	
7-8 H	630	200	0	Vpřádku	2250	1 900,0	0,126	4,0	1,660	0,304	80 964	0,0225	1,42	0,00	0,00	0,00	0,00	1,42	
8 H	600	200	0	Vpřádku	2250	500,0	0,120	3,0	1,600	0,300	60 000	0,0234	0,22	0,25	1,42	0,25	1,42	1,64	
8-9 H	600	200	0	Vpřádku	1975	1 800,0	0,120	4,0	1,600	0,300	80 000	0,0226	1,37	0,00	0,00	0,00	0,00	1,37	
9 H	560	200	0	Vpřádku	1975	500,0	0,112	4,0	1,520	0,295	78 596	0,0227	0,39	0,30	3,02	0,30	3,02	3,41	
9-10 H	560	200	0	Vpřádku	1700	1 300,0	0,112	4,0	1,520	0,295	78 596	0,0227	1,01	0,00	0,00	0,00	0,00	1,01	
10 H	560	200	0	Vpřádku	1700	500,0	0,112	4,0	1,520	0,295	78 596	0,0227	0,39	0,90	9,07	0,90	9,07	9,46	
10-11 H	560	200	0	Vpřádku	1700	3 000,0	0,112	4,0	1,520	0,295	78 596	0,0227	2,33	0,00	0,00	0,00	0,00	2,33	
11 H	560	200	0	Vpřádku	1700	500,0	0,112	3,0	1,520	0,295	58 947	0,0235	0,23	0,20	1,13	0,20	1,13	1,36	
11-12 H	500	200	0	Vpřádku	1150	4 300,0	0,100	4,0	1,400	0,286	76 190	0,0229	3,47	0,00	0,00	0,00	0,00	3,47	
12 H	500	200	0	Vpřádku	1150	200,0	0,100	3,0	1,400	0,286	57 143	0,0237	0,09	0,85	4,82	0,85	4,82	4,91	
12-13 H	400	200	0	Vpřádku	600	1 400,0	0,080	4,0	1,200	0,267	71 111	0,0232	1,23	0,00	0,00	0,00	0,00	1,23	
13 H	400	200	0	Vpřádku	600	250,0	0,080	3,0	1,200	0,267	53 333	0,0241	0,13	0,15	0,85	0,15	0,85	0,98	
13-14 H	400	200	0	Vpřádku	600	1 860,0	0,080	3,0	1,200	0,267	53 333	0,0241	0,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,95	
14 H	400	200	0	Vpřádku	600	200,0	0,080	3,0	1,200	0,267	53 333	0,0241	0,10	0,35	1,98	0,35	1,98	2,09	
14-15 H	400	100	0	Vpřádku	400	1 355,0	0,040	3,0	1,000	0,160	32 000	0,0272	1,30	0,00	0,00	0,00	0,00	1,30	
15 H	400	100	0	Vpřádku	400	200,0	0,040	3,0	1,000	0,160	32 000	0,0272	0,19	0,35	1,98	0,35	1,98	2,18	
15-16 H	200	100	0	Vpřádku	200	5 060,0	0,020	3,0	0,600	0,133	26 667	0,0284	6,10	0,00	0,00	0,00	0,00	6,10	
16 H	200	100	0	Vpřádku	200	200,0	0,020	3,0	0,600	0,133	26 667	0,0284	0,24	0,55	3,12	0,55	3,12	3,36	
16-17 H	200	100	0	Vpřádku	200	1 490,0	0,020	3,0	0,600	0,133	26 667	0,0284	1,80	0,00	0,00	0,00	0,00	1,80	
17 H	200	100	0	Vpřádku	200	300,0	0,020	3,0	0,600	0,133	26 667	0,0284	0,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,36	
S = 86,2																			

Tabulka 2.15: Tlakové ztráty na hlavní větvi od VZT zařízení číslo 1.

Tlakové ztráty konkrétních prvků			
Číslo úseku	Název prvku	Tlaková ztráta prvku	
		Parm	[Pa]
1	VZT jednotka DUPLEX 3500 ME	213	
2	tlumič hluku IAA 355	4	
3	tlumič hluku IAA 355	4	
17	štěrbinová výust' TORX VSD35	15	
Celkové tlakové ztráty			
Rozvody		86,2	Pa
Prvky		236,0	Pa
Celkem		322,2	Pa

Tabulka 2.16: Tlakové ztráty koncových prvků na hlavní větvi od VZT zařízení číslo 1.

2.5.2.5 Zařízení č. 2 – větrání a klimatizace pokojů pro hosty a společných prostor 1. NP až 3. NP

Úsek	Obdélníkový průřez		Kruhový průřez		Kontrola zadání rozměrů	Průtok [m ³ /hod]	Délka úseku [mm]	Plocha potrubí [m ²]	Rychlost proudění [m/s]	Obvod průtočného průřezu [m]	Ekvivalentní průměr [m]	Reynoldsovo číslo [-]	Součinitel tření [-]	Tlakové ztráty třením [Pa]	Součinitel vřazeného odporu [-]	Tlakové ztráty místními odpory [Pa]	Celková tlaková ztráta úseku [Pa]
	Rozměr 1 [mm]	Rozměr 2 [mm]	Průměr [mm]	d													
1 H	0	0	315	0	Vpovídá	2160	470	0,078	7,7	0,990	0,315	161 681	0,0206	1,15	0,0	0,00	1,15
2 H	0	0	315	0	Vpovídá	2160	450	0,078	7,7	0,990	0,315	161 681	0,0206	1,10	0,5	18,67	19,77
3 H	0	0	315	0	Vpovídá	2160	2 000	0,078	7,7	0,990	0,315	161 681	0,0206	4,88	0,0	0,00	4,88
4 H	300	500	0	0	Vpovídá	2160	450	0,150	4,0	1,600	0,375	100 000	0,0214	0,26	0,7	6,55	6,81
5 H	300	500	0	0	Vpovídá	2160	500	0,150	4,0	1,600	0,375	100 000	0,0214	0,29	0,6	5,54	5,83
6 H	300	500	0	0	Vpovídá	2160	500	0,150	4,0	1,600	0,375	100 000	0,0214	0,29	0,3	3,02	3,31
7 H	300	500	0	0	Vpovídá	2060	6 500	0,150	3,8	1,600	0,375	95 370	0,0216	3,43	0,0	0,00	3,43
8 H	0	0	450	0	Vpovídá	2060	500	0,159	3,6	1,414	0,450	107 937	0,0208	0,19	0,3	2,45	2,64
9 H	0	0	450	0	Vpovídá	2060	2 250	0,159	3,6	1,414	0,450	107 937	0,0208	0,85	0,7	5,71	6,56
10 H	0	0	450	0	Vpovídá	2060	500	0,159	3,6	1,414	0,450	107 937	0,0208	0,19	0,0	0,00	0,19
11 H	0	0	355	0	Vpovídá	2060	600	0,099	5,8	1,115	0,355	136 822	0,0207	0,74	0,0	0,00	0,74
12 H	200	500	0	0	Vpovídá	1060	350	0,100	2,9	1,400	0,286	56 085	0,0238	0,16	0,7	3,82	3,98
13 H	200	500	0	0	Vpovídá	1060	490	0,100	2,9	1,400	0,286	56 085	0,0238	0,22	0,0	0,00	0,22
14 H	200	500	0	0	Vpovídá	1060	450	0,100	2,9	1,400	0,286	56 085	0,0238	0,20	0,3	1,64	1,84
15 H	200	500	0	0	Vpovídá	1060	4 000	0,100	2,9	1,400	0,286	56 085	0,0238	1,82	0,0	0,00	1,82
16 H	0	0	315	0	Vpovídá	1060	500	0,078	3,8	0,990	0,315	79 344	0,0225	0,32	0,5	4,50	4,82
17 H	0	0	315	0	Vpovídá	1060	2 600	0,078	3,8	0,990	0,315	79 344	0,0225	1,67	0,0	0,00	1,67
18 H	0	0	315	0	Vpovídá	1060	500	0,078	3,8	0,990	0,315	79 344	0,0225	0,32	0,6	5,40	5,72
19 H	0	0	250	0	Vpovídá	520	2 800	0,049	2,9	0,785	0,250	49 043	0,0245	1,50	0,0	0,00	1,50
20 H	0	0	250	0	Vpovídá	520	500	0,049	2,9	0,785	0,250	49 043	0,0245	0,27	0,3	1,64	1,90
21 H	450	100	0	0	Vpovídá	520	0	0,045	3,2	1,100	0,164	35 017	0,0268	0,00	0,0	0,00	0,00
22 H	0	0	125	0	Vpovídá	100	0	0,012	2,3	0,393	0,125	18 863	0,0298	0,00	0,0	0,00	0,00
																$\Sigma =$	78,8

Tabulka 2.17: Tlakové ztráty na hlavní větvi od VZT zařízení číslo 2.

Tlakové ztráty konkrétních prvků			
Číslo úseku	Název prvku	Tlaková ztráta prvku	
		Parm	[Pa]
1	VZT jednotka DUPLEX 2400	197	
0	tlumič hluku IAA 355	4	
0	tlumič hluku IAA 355	4	
		S =	205,0
Celkové tlakové ztráty			
	Rozvody	78,8	Pa
	Prvky	205,0	Pa
	Celkem	283,8	Pa

Tabulka 2.18: Tlakové ztráty koncových prvků na hlavní větvi od VZT zařízení číslo 2.

2.5.2.6 Zařízení č. 3 - větrání a klimatizace pokojů pro hosty a společných prostor 3. NP – 4.NP

Úsek	Obdélníkový průřez		Kruhový průřez	Kontrola zadání rozměrů	Průtok [m ³ /hod]	Délka úseku [mm]	Plocha potrubí [m ²]	Rychlost průtoku [m/s]	Obvod průtočného průřezu [m]	Ekviva- lentní průměr [m]	Reynold- sovo číslo [-]	Součinitel tření [-]	Tlakové ztráty třením [Pa]	Součinitel vzácného odporu [-]	Tlakové ztráty míst- ními odpory [Pa]	Celková tlaková ztráta úseku [Pa]	
	Rožměr 1 [mm]	Rožměr 2 [mm]															Průměr [mm]
1 H	500	100	0	Vpouštění	730	500	0,050	4,1	1,200	0,167	45 062	0,0259	0,81	0,0	0,00	0,81	
2 H	500	100	0	Vpouštění	730	200	0,050	4,1	1,200	0,167	45 062	0,0259	0,32	0,7	7,25	7,58	
3 H	500	100	0	Vpouštění	730	3 090	0,050	4,1	1,200	0,167	45 062	0,0259	4,98	0,0	0,00	4,98	
4 H	500	100	0	Vpouštění	730	200	0,050	4,1	1,200	0,167	45 062	0,0259	0,32	0,7	7,25	7,58	
5 H	355	100	0	Vpouštění	630	4 040	0,036	4,9	0,910	0,156	51 282	0,0257	10,18	0,0	0,00	10,18	
6 H	355	100	0	Vpouštění	630	200	0,036	4,9	0,910	0,156	51 282	0,0257	0,50	0,4	6,12	6,63	
7 H	280	100	0	Vpouštění	450	4 000	0,028	4,5	0,760	0,147	43 860	0,0263	8,98	0,0	0,00	8,98	
8 H	280	100	0	Vpouštění	450	200	0,028	4,5	0,760	0,147	43 860	0,0263	0,45	0,5	6,28	6,73	
9 H	200	100	0	Vpouštění	200	200	0,020	2,8	0,600	0,133	24 691	0,0286	0,21	0,0	0,00	0,21	
10 H	200	100	0	Vpouštění	100	800	0,020	1,4	0,600	0,133	12 346	0,0312	0,23	0,3	0,36	0,59	
11 H	0	0	125	Vpouštění	100	5 600	0,012	2,3	0,393	0,125	18 863	0,0298	4,31	0,0	0,00	4,31	
																$\Sigma =$	58,6

Tabulka 2.19: Tlakové ztráty na hlavní větvi od VZT zařízení číslo 3.

Tlakové ztráty konkrétních prvků			
Číslo úseku	Název prvku	Tlaková ztráta prvku	
		Parm	[Pa]
1	VZT jednotka DUPLEX 1500	185	
10	dýza TROX	5	
		S =	190,0
Celkové tlakové ztráty			
Rozvody		58,6	Pa
Prvky		190,0	Pa
Celkem		248,6	Pa

Tabulka 2.20: Tlakové ztráty koncových prvků na hlavní větvi od VZT zařízení číslo 3.

2.5.2.7 Zařízení č. 4 – malá bytová jednotka pro kadeřnictví

Úsek	Obdélníkový průřez		Kruhový průřez	Kontrola zadání rozměrů	Průtok [m ³ /hod]	Délka úseku [mm]	Plocha potrubí [m ²]	Rychlost proudění [m/s]	Obvod průtočného průřezu [m]	Ekvivalentní průměr [m]	Reynoldsovo číslo [-]	Součinitel tření [-]	Tlakové ztráty třením [Pa]	Součinitel vřazeného odporu [-]	Tlakové ztráty místními odpory [Pa]	Celková tlak. ztráta úseku [Pa]
	a [mm]	b [mm]														
1-2 H	0	0	180	Vpórádku	260	2 420	0,025	2,8	0,565	0,180	34 058	0,0266	1,82	0,0	0,00	1,82
2 H	0	0	180	Vpórádku	260	200	0,025	2,8	0,565	0,180	34 058	0,0266	0,15	0,6	2,79	2,94
2-3 H	0	0	180	Vpórádku	260	1 420	0,025	2,8	0,565	0,180	34 058	0,0266	1,07	0,0	0,00	1,07
3 H	0	0	125	Vpórádku	260	300	0,012	5,9	0,393	0,125	49 043	0,0265	1,39	0,9	19,64	21,02
3-4 H	0	0	125	Vpórádku	130	3 750	0,012	2,9	0,393	0,125	24 522	0,0289	4,72	0,0	0,00	4,72
4 H	0	0	125	Vpórádku	130	200	0,012	2,9	0,393	0,125	24 522	0,0289	0,25	0,6	3,00	3,25
4-5 H	0	0	125	Vpórádku	130	1 050	0,012	2,9	0,393	0,125	24 522	0,0289	1,32	0,0	0,00	1,32
															$\Sigma =$	36,1

Tabulka 2.21: Tlakové ztráty na hlavní větvi od VZT zařízení číslo 4.

Tlakové ztráty konkrétních prvků			
Číslo úseku	Název prvku	Tlaková ztráta prvku	
		Parm	[Pa]
1	VZT jednotka DUPLEX 370 EC5	87	
5	stropní anemostat TROX ADLR	5	
		$\Sigma =$	92,0
Celkové tlakové ztráty			
	Rozvody	36,1	Pa
	Prvky	92,0	Pa
	Celkem	128,1	Pa

Tabulka 2.22: Tlakové ztráty koncových prvků na hlavní větvi od VZT zařízení číslo 4.

2.5.2.8 Zařízení č. 5 - odtah vzduchu z hromadných garáží

Úsek	Obdélníkový průřez		Kruhový průřez		Kontrola zadání rozměrů	Průtok Q [m ³ /hod]	Délka úseku l [mm]	Plocha potrubí A [m ²]	Rychlost proudění w [m/s]	Obvod průtočného průřezu U [m]	Ekvivalentní průměr de [m]	Reynoldsovo číslo Re [-]	Součinitel tření		Tlakové ztráty třením		Součinitel vzácného odporu Ks [-]	Tlakové ztráty místními odpory		Celková tlaková ztráta úseku [Pa]
	Rožměr 1 a [mm]	Rožměr 2 b [mm]	Průměr d [mm]	Lambda [-]									Přif [Pa]	Pksif [Pa]						
1 H	0	0	500	Vpořádku	3500	500	0,196	5,0	1,571	0,500	165 050	0,0195	0,30	0,0	0,00	0,30	0,0	0,00	0,30	
2 H	0	0	500	Vpořádku	3500	3 030	0,196	5,0	1,571	0,500	165 050	0,0195	1,83	0,0	0,00	1,83	0,0	0,00	1,83	
3 H	0	0	500	Vpořádku	3500	200	0,196	5,0	1,571	0,500	165 050	0,0195	0,12	0,6	0,00	0,12	0,6	0,00	0,12	
4 H	0	0	450	Vpořádku	1750	2 805	0,159	3,1	1,414	0,450	91 694	0,0213	0,78	0,0	0,00	0,78	0,0	0,00	0,78	
5 H	0	0	450	Vpořádku	1750	200	0,159	3,1	1,414	0,450	91 694	0,0213	0,06	0,6	0,00	0,06	0,6	0,00	0,06	
6 H	500	250	0	Vpořádku	1050	4 420	0,125	3,9	1,500	0,333	86 420	0,0236	2,80	0,0	0,00	2,80	0,0	0,00	2,80	
7 H	500	250	0	Vpořádku	1050	5 330	0,125	2,3	1,500	0,333	51 852	0,0236	1,29	0,0	0,00	1,29	0,0	0,00	1,29	
8 H	300	250	0	Vpořádku	1050	4 900	0,075	3,9	1,100	0,273	70 707	0,0232	3,97	0,0	0,00	3,97	0,0	0,00	3,97	
9 H	300	250	0	Vpořádku	1050	200	0,075	3,9	1,100	0,273	70 707	0,0232	0,16	0,7	0,00	0,16	0,7	0,00	0,16	
10 H	300	250	0	Vpořádku	1050	4 450	0,075	3,9	1,100	0,273	70 707	0,0232	3,61	0,0	0,00	3,61	0,0	0,00	3,61	
11 H	300	250	0	Vpořádku	1050	200	0,075	3,9	1,100	0,273	70 707	0,0232	0,16	0,7	0,00	0,16	0,7	0,00	0,16	
12 H	300	250	0	Vpořádku	1050	7 350	0,075	3,9	1,100	0,273	70 707	0,0232	5,96	0,0	0,00	5,96	0,0	0,00	5,96	
13 H	300	250	0	Vpořádku	1050	200	0,075	3,9	1,100	0,273	70 707	0,0232	0,16	0,7	0,00	0,16	0,7	0,00	0,16	
14 H	300	250	0	Vpořádku	1050	3 170	0,075	3,9	1,100	0,273	70 707	0,0232	2,57	0,0	0,00	2,57	0,0	0,00	2,57	
15 H	300	250	0	Vpořádku	1050	200	0,075	3,9	1,100	0,273	70 707	0,0232	0,16	0,7	0,00	0,16	0,7	0,00	0,16	
16 H	300	250	0	Vpořádku	1050	3 275	0,075	3,9	1,100	0,273	70 707	0,0232	2,65	0,0	0,00	2,65	0,0	0,00	2,65	
17 H	300	250	0	Vpořádku	1050	200	0,075	3,9	1,100	0,273	70 707	0,0232	0,16	0,7	0,00	0,16	0,7	0,00	0,16	
18 H	300	150	0	Vpořádku	700	4 970	0,045	4,3	0,900	0,200	57 613	0,0246	7,20	0,0	0,00	7,20	0,0	0,00	7,20	
19 H	300	150	0	Vpořádku	700	5 570	0,045	4,3	0,900	0,200	57 613	0,0246	8,07	0,0	0,00	8,07	0,0	0,00	8,07	
20 H	300	150	0	Vpořádku	350	7 355	0,045	2,2	0,900	0,200	28 807	0,0269	2,90	0,0	0,00	2,90	0,0	0,00	2,90	
																				Σ = 90,8

Tabulka 2.23: Tlakové ztráty na hlavní větvi od VZT zařízení číslo 5.

Tlakové ztráty konkrétních prvků			
Číslo úseku	Název prvku	Tlaková ztráta prvku	
		Parm	[Pa]
1	protidešťová žaluzie	6	
0	ventilátor	110	
0	tlumič hluku IAA 355	4	
		S =	120,0
Celkové tlakové ztráty			
Rozvody		90,8	Pa
Prvky		120,0	Pa
Celkem		210,8	Pa

Tabulka 2.24: Tlakové ztráty koncových prvků na hlavní větví od VZT zařízení číslo 5.

2.6 ÚPRAVY VZDUCHU, NÁVRH VZT JEDNOTEK (hx – diagramy)

2.6.1 VZT JEDNOTKA Č. 1 – VĚTRÁNÍ A KLIMATIZACE BAZÉNOVÉ HALY A WELLNESS

Vzduchotechnická jednotka číslo 1 slouží k přívodu čerstvého vzduchu a odtahu odpadního vzduchu z bazénové haly, wellness a přidružených prostor. Jednotka je umístěna ve strojovně VZT v 1. PP objektu. Návrh jednotky byl proveden za použití návrhového softwaru společnosti ATREA, spol. s.r.o. Podrobná specifikace viz přílohy této práce.



Technický popis

Nominální hodnoty

Nabídka č.:

Akce: 125BPAA

Pozice: Zařízení 1

strana 1 / 3

Jednotka **DUPLEX 3500 Multi Eco** Specifikace:

DUPLEX 3500 Multi Eco / 10/0 - Me.110.EC3 - Mi.110.EC3 - S7.C - Fe.K4 - Fi.K4 - B.LM24A - C.LM24A-SR - Ke.LM24A-SR - He1.400/400.TR - He2.710/500.TR - Hi1.400/400.TR - Hi2.710/500.TR - FT - RD5 - PFe - PFi - SW - EXTCM.3.s - CPTOUCH.B.Wh - ErP 2016, 2018

Typ jednotky

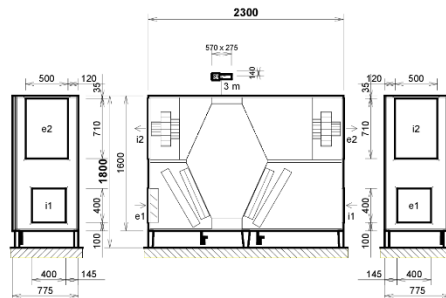
- Vnitřní s protiproudým rekuperátorem

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



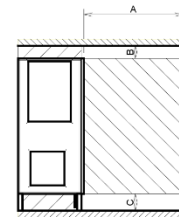
Provedení **10/0** parapetní pohled z čela (ze strany dveří)

Hmotnost: cca 383 kg, Dodávka jednotky vcelku



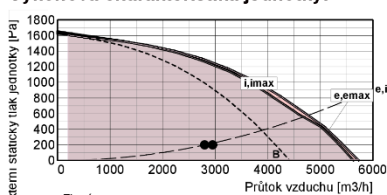
hrdlo	druh	rozměr	příslušenství
e1	e1 - venkovní vzduch (ODA)	400 x 400 mm	uzavírací klapka, 4x závit M6 pro přírubu 20 mm
e2	e2 - přiváděný vzduch (SUP)	710 x 500 mm	4x závit M6 pro přírubu 20 mm
i1	i1 - odváděný vzduch (ETA)	400 x 400 mm	4x závit M6 pro přírubu 20 mm
i2	i2 - odpadní vzduch (EHA)	710 x 500 mm	4x závit M6 pro přírubu 20 mm
K	výstup kondenzátu (EHA)	Ø 32/40 mm	sifon

Manipulační prostor



A	otvírání dveří	min. 1200 mm
B	regulační modul	min. 150 mm
C	odvod kondenzátu	min. 200 mm

Výkonová charakteristika jednotky:



Zimní provoz:
e-přívod (400 V), i-odvod (400 V), B-by-pass
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	58	41	51	54	53	46	37	30	<25
výtlač e2	86	62	71	80	83	77	70	62	52
sání i1	58	38	51	51	55	44	37	25	<25
výtlač i2	85	59	69	79	82	78	72	64	55
plášť do okolí	62	42	54	58	54	52	51	41	31

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

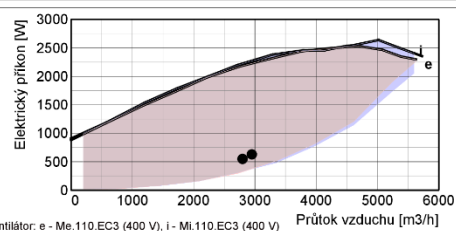
Hladina akustického tlaku LpA (dB)

plášť do okolí	41	<25	33	38	33	31	30	<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	m ³ /h	2800	2950
Externí statický tlak jednotky	Pa	200	200
Napětí (jmenovité)	V	400	400
Příkon (v pracovním bodě)	kW	0,55	0,63
Počet otáček (v pracovním bodě)	1/min	1786	1851
Max. příkon (pro dimenzování)	kW	2,50	2,50
Max. proud (pro dimenzování)	A	3,8	3,8
Typ ventilátorů	Me.110	Mi.110	
Druh ventilátoru (s proměnlivými otáčkami)	EC3	EC3	



Ventilátor: e - Me.110.EC3 (400 V), i - Mi.110.EC3 (400 V)



h-x diagram
Nominální hodnoty

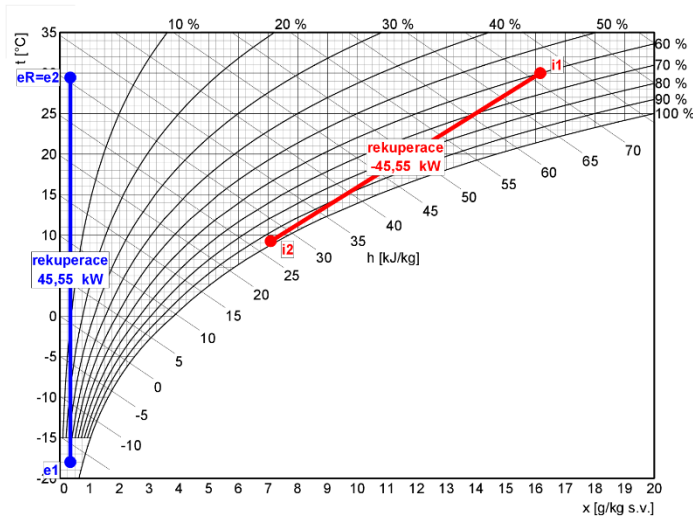
Nabídka č.:
Akce: 125BPAA
Pozice: Zařízení 1

strana 1 / 1

Jednotka **DUPLEX 3500 Multi Eco** Specifikace:

DUPLEX 3500 Multi Eco / 10/0 - Me.110.EC3 - Mi.110.EC3 - S7.C - Fe.K4 - Fi.K4 - B.LM24A - C.LM24A-SR - Ke.LM24A-SR - He1.400/400.TR - He2.710/500.TR - Hi1.400/400.TR - Hi2.710/500.TR - FT - RD5 - PFe - PFi - SW - EXTCM.3.s - CPTOUCH.B.Wh - ErP 2016, 2018

Zimní provoz



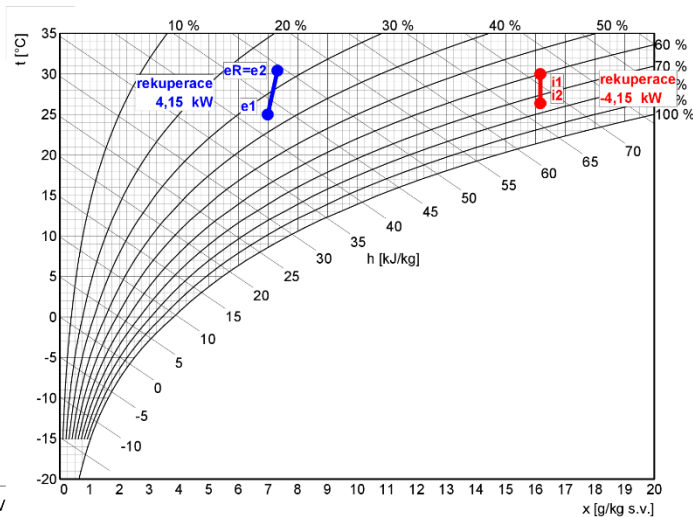
Přívod

	popis	t [°C]	rh [%]
e1	venkovní vzduch	-18,0	45
eR	rekuperace	29,5	1

Odvod

	popis	t [°C]	rh [%]
i1	odváděný vzduch	30,0	60
i2	rekuperace	9,3	97

Letní provoz



Přívod

	popis	t [°C]	rh [%]
e1	venkovní vzduch	25,0	35
eR	rekuperace	30,4	26

Odvod

	popis	t [°C]	rh [%]
i1	odváděný vzduch	30,0	60
i2	rekuperace	26,4	74

Soubor: BPAA.adu
Datum tisku: 21.5.2019

Obrázek 2.7: h-x diagram VZT jednotky číslo 1 pro zimní a letní návrhový stav, výstup z programu ATREA.



Vzduchotechnické schéma

Nominální hodnoty

Nabídka č.:

Akce: 125BPAA

Pozice: Zařízení 1

strana 1 / 1

Jednotka	DUPLEX 3500 Multi Eco	Specifikace:	DUPLEX 3500 Multi Eco / 10/0 - Me.110.EC3 - S7.C - Fe.K4 - Fi.K4 - B.LM24A - C.LM24A-SR - Ke.LM24A-SR - He1.400/400.TR - He2.710/500.TR - Hi1.400/400.TR - Hi2.710/500.TR - FT - RD5 - PFe - PFi - SW - EXTCM.3.s - CPTOUCH.B.Wh - ErP 2016, 2018
----------	------------------------------	--------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

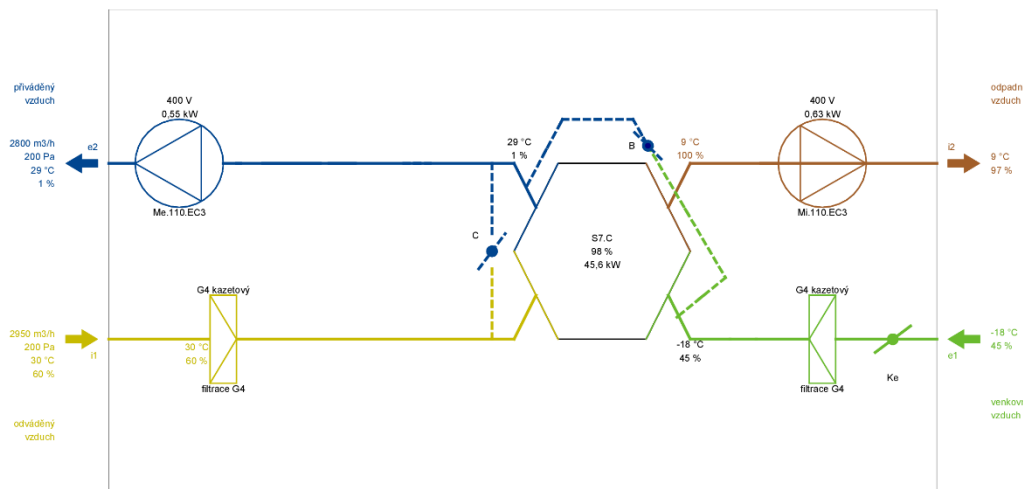
Zimní provoz

e1 - venkovní vzduch (ODA)

e2 - přiváděný vzduch (SUP)

i1 - odváděný vzduch (ETA)

i2 - odpadní vzduch (EHA)



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

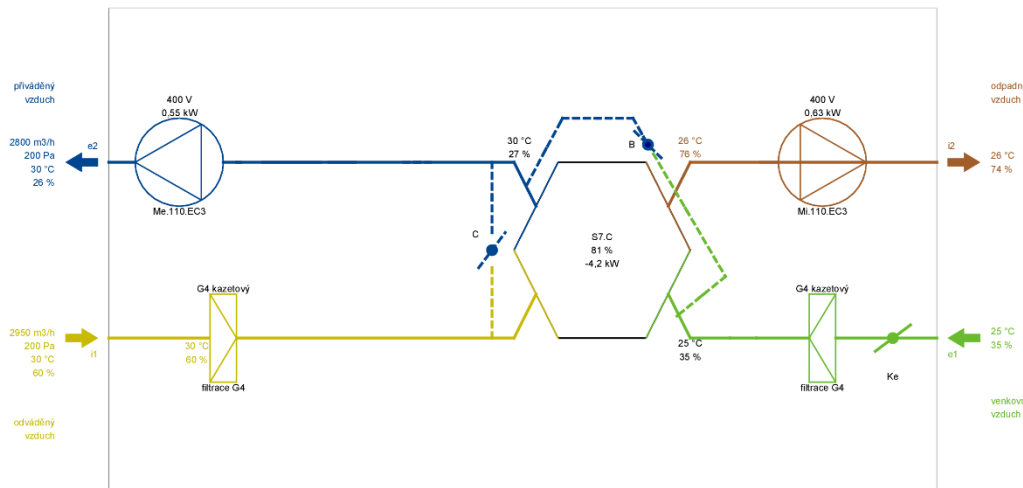
Letní provoz

e1 - venkovní vzduch (ODA)

e2 - přiváděný vzduch (SUP)

i1 - odváděný vzduch (ETA)

i2 - odpadní vzduch (EHA)



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

Verze programu: 8.90.231 / CZ / 0
ze dne: 27.2.2019

Soubor: BPAA.adu
Datum tisku: 21.5.2019

Obrázek 2.8: VZT schéma jednotky číslo 1, výstup z programu ATREA.

2.6.2 VZT JEDNOTKA Č. 2 – VĚTRÁNÍ A KLIMATIZACE POKOJŮ PRO HOSTY A SPOLEČNÝCH PROSTOR

Vzduchotechnická jednotka číslo 2 zajišťuje přívod čerstvého vzduchu a odtah odpadního vzduchu z pokojů pro hosty a některých dalších prostor objektu. Je umístěna ve strojovně vzduchotechniky v 1. PP objektu.

Návrh jednotky byl proveden za použití návrhového softwaru společnosti ATREA, spol. s.r.o. Podrobná specifikace viz přílohy této práce.



Technický popis

Nominální hodnoty

Nabídka č.:

Akce: 125BPAA

Pozice: Zařízení 2

strana 1 / 3

Jednotka **DUPLEX 2400 Basic** Specifikace: DUPLEX 2400 Basic / 10/10 - Me.119.EC1 - Mi.119.EC1 - K750.G - Fe.K4 - Fi.K4 - B.LM24A - Ki.LM24A - H.D315.TR - FT - RD5 - SW - CM.s - CPTOUCH.B.Wh - ErP x

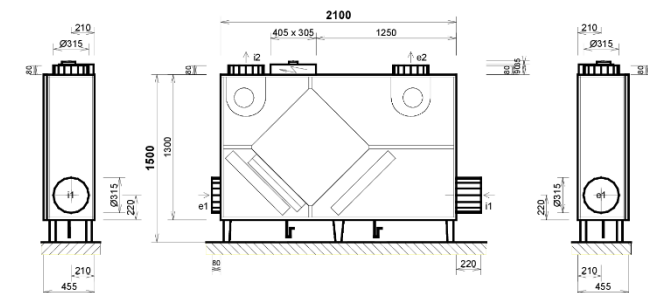
Typ jednotky

- Vnitřní s křížovým rekuperátorem

- Pro jednotku nebylo požadováno plnění nařízení EU 1253/2014 a není tudíž určena pro aplikace, kde je toto nařízení vyžadováno.

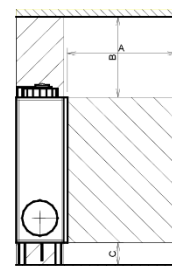
Provedení **10/10** parapetní pohled z čela (ze strany dveří)

Hmotnost: cca 275 kg, Dodávka jednotky vcelku



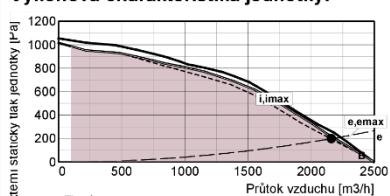
hrdlo	druh	rozměr	přisušenství
e1	e1 - venkovní vzduch (ODA)	Ø 315 mm	
e2	e2 - přiváděný vzduch (SUP)	Ø 315 mm	
i1	i1 - odváděný vzduch (ETA)	Ø 315 mm	uzavírací klapka
i2	i2 - odpadní vzduch (EHA)	Ø 315 mm	
K	výstup kondenzátu	Ø 32/40 mm	sifon

Manipulační prostor



A	otvírání dveří	min. 1000 mm
B	regulační modul	min. 720 mm
C	odvod kondenzátu	min. 200 mm

Výkonová charakteristika jednotky:



Zimní provoz:

e-přívod (230 V), i-odvod (230 V), B-by-pass

emax-přívod (230 V), imax-odvod (230 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	59	41	51	50	56	52	44	26	<25
výtlaček e2	87	56	66	80	80	82	80	73	67
sání i1	68	45	56	66	61	55	47	36	<25
výtlaček i2	89	57	70	86	80	82	79	73	67
plášť do okolí	60	35	42	52	56	54	53	38	28

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.

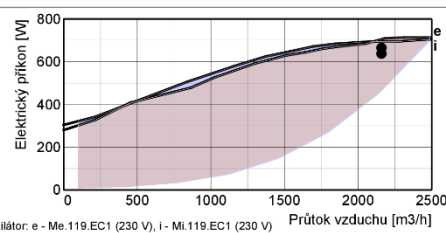
Hladina akustického tlaku LpA (dB)

plášť do okolí	39	<25	<25	31	35	33	32	<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 2160	2160
Externí statický tlak jednotky	Pa 200	200
Napětí (jmenovité)	V 230	230
Příkon (v pracovním bodě)	kW 0,67	0,64
Počet otáček (v pracovním bodě)	1/min 2870	2759
Max. příkon (pro dimenzování)	kW 0,78	0,78
Max. proud (pro dimenzování)	A 3,9	3,9
Typ ventilátorů	Me.119	Mi.119
Druh ventilátorů (s proměnlivými otáčkami)	EC1	EC1



Ventilátor: e - Me.119.EC1 (230 V), i - Mi.119.EC1 (230 V)



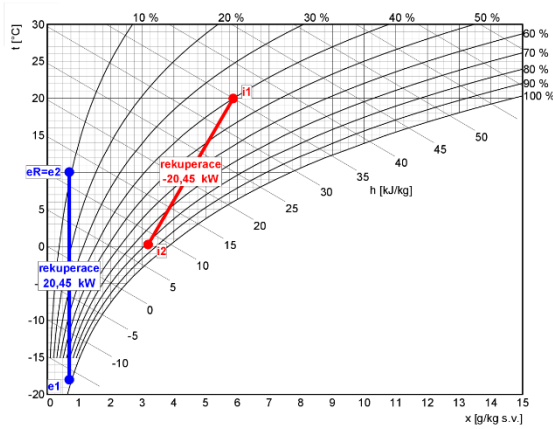
h-x diagram
Nominální hodnoty

Nabídka č.:
Akce: 125BPAA
Pozice: Zařízení 2

strana 1 / 1

Jednotka **DUPLEX 2400 Basic** Specifikace: DUPLEX 2400 Basic / 10/10 - Me.119.EC1 - Mi.119.EC1 - K750.G - Fe.K4 - Fi.K4 - B.LM24A - Ki.LM24A - H.D315.TR - FT - RD5 - SW - CM.s - CPTOUCH.B.Wh - ErP x

Zimní provoz



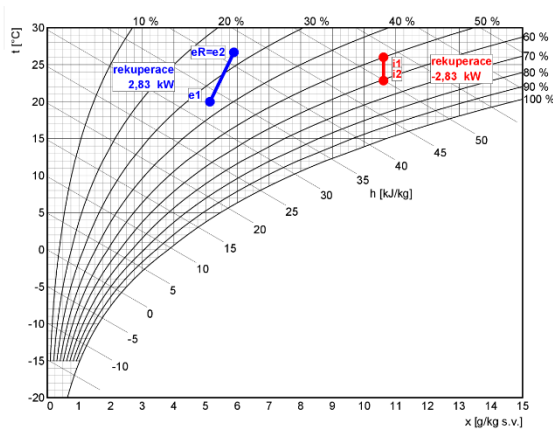
Přívod

popis	t [°C]	rh [%]
e1 venkovní vzduch	-18,0	90
eR rekuperace	10,0	9

Odvod

popis	t [°C]	rh [%]
i1 odváděný vzduch	20,0	40
i2 rekuperace	0,3	82

Letní provoz



Přívod

popis	t [°C]	rh [%]
e1 venkovní vzduch	20,0	35
eR rekuperace	26,7	27

Odvod

popis	t [°C]	rh [%]
i1 odváděný vzduch	26,0	50
i2 rekuperace	22,9	61

Obrázek 2.10: h-x diagram VZT jednotky číslo 2 pro zimní a letní návrhový stav, výstup z programu ATREA.



Vzduchotechnické schéma

Nominální hodnoty

Nabídka č.:

Akce: 125BPAA

Pozice: Zařízení 2

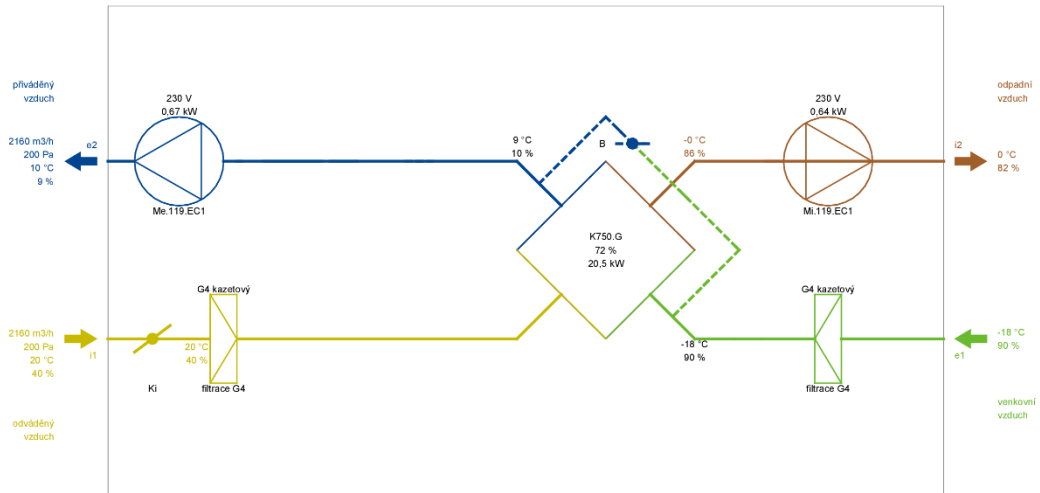
strana 1 / 1

Jednotka **DUPLEX 2400 Basic** Specifikace: DUPLEX 2400 Basic / 10/10 - Me.119.EC1 - Mi.119.EC1 - K750.G - Fe.K4 - Fi.K4 - B.LM24A - Ki.LM24A - H.D315.TR - FT - RD5 - SW - CM.s - CPTOUCH.B.Wh - ErP x

Zimní provoz

e1 - venkovní vzduch (ODA)
i1 - odváděný vzduch (ETA)

e2 - přiváděný vzduch (SUP)
i2 - odpadní vzduch (EHA)

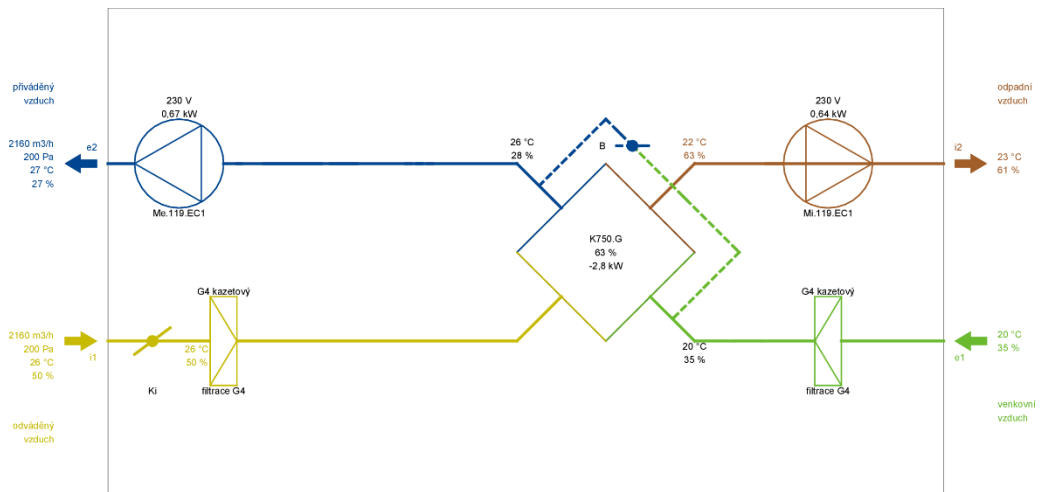


Poznámka: Schématické znázornění funkcí jednotky. Umístění vstupů a výstupů nemusí přesně souhlasit se skutečným provedením a konfigurací hrdel.

Letní provoz

e1 - venkovní vzduch (ODA)
i1 - odváděný vzduch (ETA)

e2 - přiváděný vzduch (SUP)
i2 - odpadní vzduch (EHA)



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

Verze programu: 8.90.231 / CZ / 0
ze dne: 27.2.2019

Soubor: BPAA.adu
Datum tisku: 22.5.2019

Obrázek 2.11: VZT schéma jednotky číslo 2, výstup z programu ATREA.

2.6.3 VZT JEDNOTKA Č. 3 – VĚTRÁNÍ A KLIMATIZACE POKOJŮ PRO HOSTY A SPOLEČNÝCH PROSTOR

Vzduchotechnická jednotka číslo 3 zajišťuje přívod čerstvého vzduchu a odtah odpadního vzduchu z pokojů pro hosty a některých dalších prostor objektu. Je umístěna v nejvyšším podlaží objektu v podkrovním prostoru nad schodištěm.

Návrh jednotky byl proveden za použití návrhového softwaru společnosti ATREA, spol. s.r.o. Podrobná specifikace viz přílohy této práce.



Technický popis

Nominální hodnoty

Nabídka č.:

Akce: 125BPAA

Pozice: Zařízení 3

strana 1 / 3

Jednotka **DUPLEX 1500 Multi Eco** Specifikace: DUPLEX 1500 Multi Eco / 30/neurčeno - Me.119.EC1 - Mi.119.EC1 - S7.C - Fe.K4 - Fi.K4 - B.LM24A - H.D315.TR - RD5 - PFe - PFI - SW - CM.s - CPTOUCH.B.Wh - ErP 2016, 2018

Typ jednotky

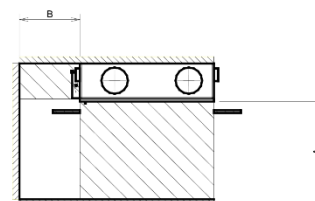
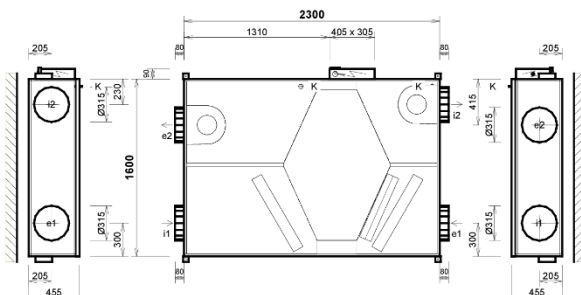
- Vnitřní s protiproudým rekuperátorem

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



Provedení **30/neurčeno** podstropní pohled shora (ze zadní strany)
Hmotnost: cca 262 kg, Dodávka jednotky vcelku

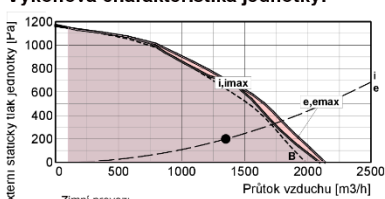
Manipulační prostor



hrdlo	druh	rozměr	příslušenství
e1	e1 - venkovní vzduch (ODA)	Ø 315 mm	
e2	e2 - přiváděný vzduch (SUP)	Ø 315 mm	
i1	i1 - odváděný vzduch (ETA)	Ø 315 mm	
i2	i2 - odpadní vzduch (EHA)	Ø 315 mm	
K	výstup kondenzátu	Ø 32/40 mm	sifon

A otvírání dveří pod jednotkou min. 1200 mm
B regulační modul min. 720 mm

Výkonová charakteristika jednotky:



Zimní provoz:
e-přívod (230 V), i-odvod (230 V), B-by-pass
emax-přívod (230 V), imax-odvod (230 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	58	46	50	55	47	52	43	29	<25
výtlak e2	79	55	70	75	71	73	69	63	54
sání i1	58	45	46	56	51	47	40	34	<25
výtlak i2	82	67	74	78	75	75	72	66	57
plášť do okolí	61	46	52	56	58	49	44	31	<25

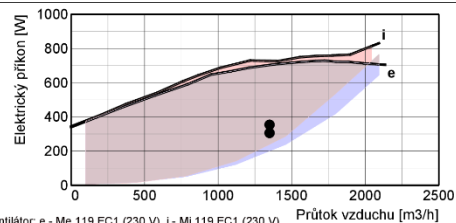
Akustický výkon do okolí je vypočten pro současný provoz **obou ventilátorů** a je změřen podle normy ISO 3744. Akustický výkon na hrdech je změřen podle normy ISO 5136.

Hladina akustického tlaku LpA (dB)

Hladina akustického tlaku do okolí je uváděna ve vzdálenosti 3 m pro současný provoz obou ventilátorů a je změřena podle normy ISO 3744.									
plášť do okolí	41	25	31	36	38	29	<25	<25	<25

Ventilátory

	přívod	odvod
Vzduchové množství	m ³ /h 1350	1350
Externí statický tlak jednotky	Pa 200	200
Napětí (jmenovité)	V 230	230
Příkon (v pracovním bodě)	kW 0,31	0,35
Počet otáček (v pracovním bodě)	1/min 2238	2291
Max. příkon (pro dimenzování)	kW 0,78	0,78
Max. proud (pro dimenzování)	A 3,9	3,9
Typ ventilátorů	Me.119	Mi.119
Druh ventilátoru (s proměnlivými otáčkami)	EC1	EC1



Ventilátor: e - Me.119.EC1 (230 V), i - Mi.119.EC1 (230 V)

Připojovací prvky

	přívod	odvod
Vstupní hrdla e1, i1	mm Ø 315	Ø 315
připojení	pevné	pevné
Výstupní hrdla e2, i2	mm Ø 315	Ø 315
připojení	pevné	pevné
Odvod kondenzátu K	mm 2 x Ø32/40	

Regulační a uzavírací klapky

By-passová klapka (integrovaná v jednotce)

Typ servopohonu

LM24A

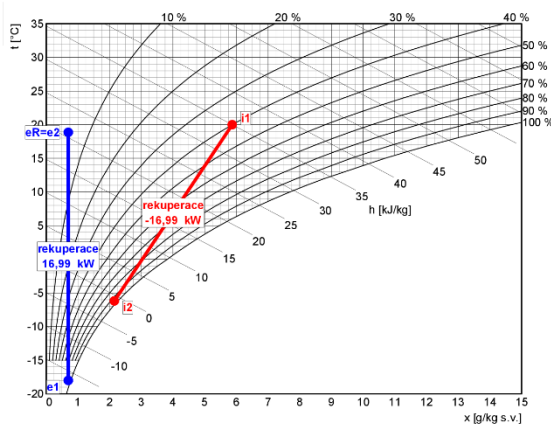


h-x diagram
Nominální hodnoty
Nabídka č.:
Akce: 125BPAA
Pozice: Zařízení 3

strana 1 / 1

Jednotka **DUPLEX 1500 Multi Eco** Specifikace: DUPLEX 1500 Multi Eco / 30/neurčeno - Me.119.EC1 - Mi.119.EC1 - S7.C - Fe.K4 - Fi.K4 - B.LM24A - H.D315.TR - RD5 - PFe - PFi - SW - CM.s - CPTOUCH.B.Wh - ErP 2016, 2018

Zimní provoz



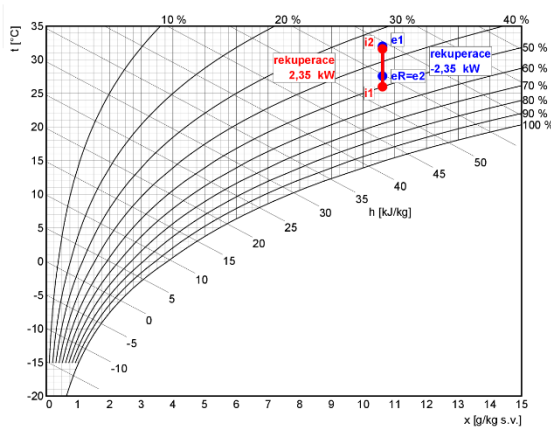
Přívod

popis	t [°C]	rh [%]
e1 venkovní vzduch	-18,0	90
eR rekuperace	18,9	5

Odvod

popis	t [°C]	rh [%]
i1 odváděný vzduch	20,0	40
i2 rekuperace	-6,2	95

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	31,6	36

Verze programu: 8.90.231 / CZ / 0
 ze dne: 27.2.2019

Soubor: BPAA.adu
 Datum tisku: 22.5.2019

Obrázek 2.13: h-x diagram VZT jednotky číslo 3 pro zimní a letní návrhový stav, výstup z programu ATREA.



Vzduchotechnické schéma

Nominální hodnoty

Nabídka č.:

Akce: 125BPAA

Pozice: Zařízení 3

strana 1 / 1

Jednotka **DUPLEX 1500 Multi Eco** Specifikace:

DUPLEX 1500 Multi Eco / 30/neurčeno - Me.119.EC1 -
Mi.119.EC1 - S7.C - Fe.K4 - Fi.K4 - B.LM24A - H.D315.TR - RD5
- PFe - PFi - SW - CM.s - CPTOUCH.B.Wh - ErP 2016, 2018

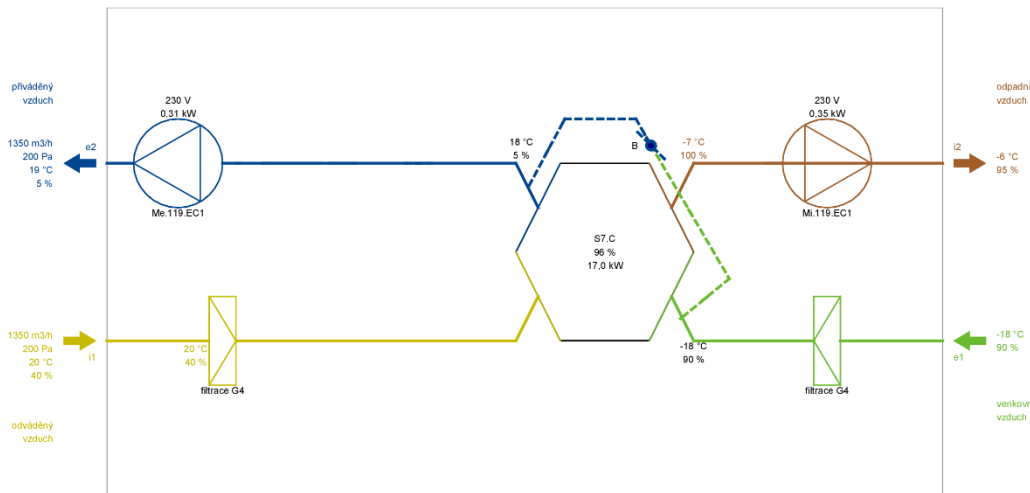
Zimní provoz

e1 - venkovní vzduch (ODA)

e2 - přiváděný vzduch (SUP)

i1 - odváděný vzduch (ETA)

i2 - odpadní vzduch (EHA)



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

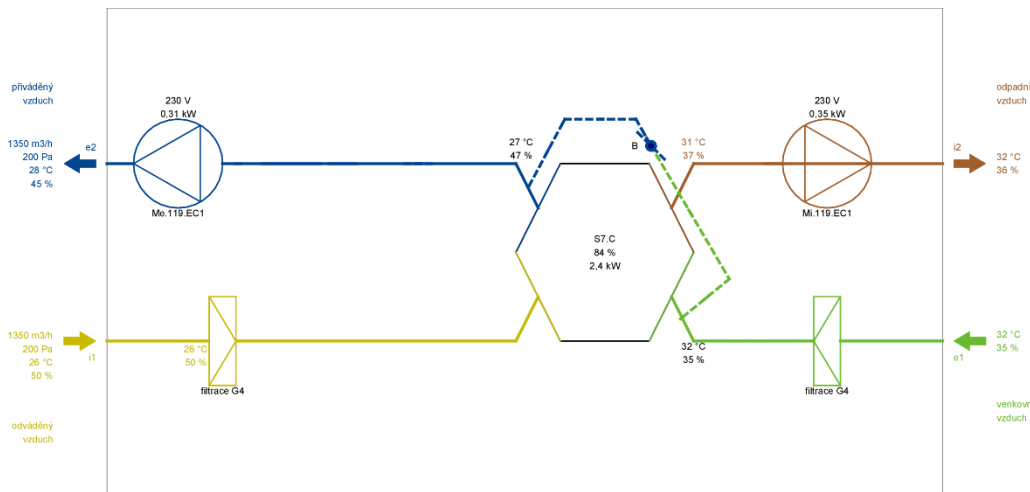
Letní provoz

e1 - venkovní vzduch (ODA)

e2 - přiváděný vzduch (SUP)

i1 - odváděný vzduch (ETA)

i2 - odpadní vzduch (EHA)



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

Verze programu: 8.90.231 / CZ / 0
ze dne: 27.2.2019

Soubor: BPAA.adu
Datum tisku: 22.5.2019

Obrázek 2.14: VZT schéma jednotky číslo 3, výstup z programu ATREA.

2.6.4 VZT JEDNOTKA Č. 4 – „MALÁ“ BYTOVÁ JEDNOTKA PRO KADEŘNICTVÍ

Vzduchotechnická jednotka číslo 4 zajišťuje přívod čerstvého vzduchu a odtah odpadního vzduchu z komerčního prostoru hotelu, který je v současnosti provozován jako kadeřnictví. Je umístěna v pohledu v místnosti, která slouží jako sklad v rámci kadeřnictví.

Návrh jednotky byl proveden za použití návrhového softwaru společnosti ATREA, spol. s.r.o. Podrobná specifikace viz přílohy této práce



Technický popis

strana 1 / 2

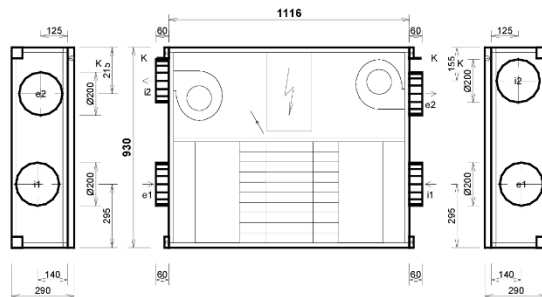
Nabídka č.:
Akce: 125BPAA
Pozice: Zařízení 4

Jednotka **DUPLEX 370 EC5.RD5** Specifikace: DUPLEX 370 EC5.RD5 - G4 vyplétací - G4 vyplétací - CP Touch (B) barva bílá - ErP A+

- Jednotka splňuje ErP (Ecodesign) - nařízení EU 1253/2014 a 1254/2014, platné od 1.1.2018.

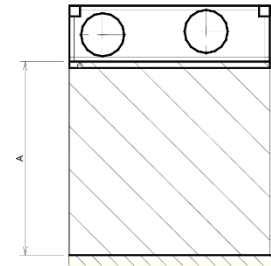
Pohled shora (půdorys)

Hmotnost: cca 58 kg, Dodávka jednotky vcelku



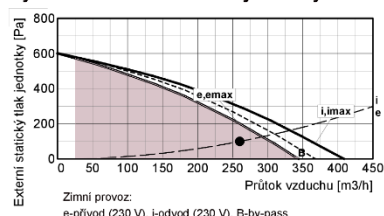
hrdlo	druh	rozměr	příslušenství
e1	e1 - venkovní vzduch (ODA)	Ø 200 mm	
e2	e2 - přiváděný vzduch (SUP)	Ø 200 mm	
i1	i1 - odváděný vzduch (ETA)	Ø 200 mm	
i2	i2 - odpadní vzduch (EHA)	Ø 200 mm	
K	výstup kondenzátu	Ø 16/22 mm	

Manipulační prostor



A | otvírání dveří | min. 900 mm

Výkonová charakteristika jednotky:



Akustické parametry:

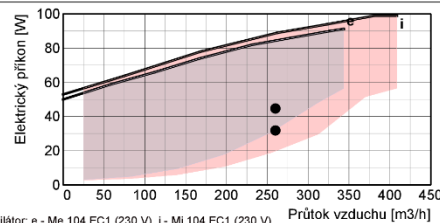
Hladina akustického výkonu LwA (dB)

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	47	40	36	35	41	43	36	<25	<25
výtlač e2	73	46	55	64	70	65	61	55	44
sání i1	45	34	35	36	33	41	36	<25	<25
výtlač i2	69	42	52	64	65	62	59	52	41
plášť do okolí	40	33	29	35	36	25	<25	<25	<25

Akustický výkon do okolí je vypočten pro současný provoz **obou ventilátorů** a je změřen podle normy ISO 3744. Akustický výkon na hrdech je změřen podle normy ISO 5136.
Hladina akustického tlaku LpA (dB)
plášť do okolí <25 <25 <25 <25 <25 <25 <25 <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	m3/h	260	260
Externí statický tlak jednotky	Pa	100	100
Napětí (jmenovité)	V	230	230
Příkon (v pracovním bodě)	W	45	32
Počet otáček (v pracovním bodě)	1/min	2977	2618
Max. příkon (pro dimenzování)	W	120	120
Max. proud (pro dimenzování)	A	1	1
Typ ventilátorů	Me.104	Mi.104	
Druh ventilátoru (s proměnlivými otáčkami)	EC1	EC1	



Přípojovací prvky

	přívod	odvod	
Vstupní hrdla e1, i1	mm	Ø 200	Ø 200
připojení		pevné	pevné
Výstupní hrdla e2, i2	mm	Ø 200	Ø 200
připojení		pevné	pevné
Odvod kondenzátu K	mm	2 x Ø16/22	

Regulační a uzavírací klapky

By-passová klapka (integrovaná v jednotce)

Typ servopohonu

CM24



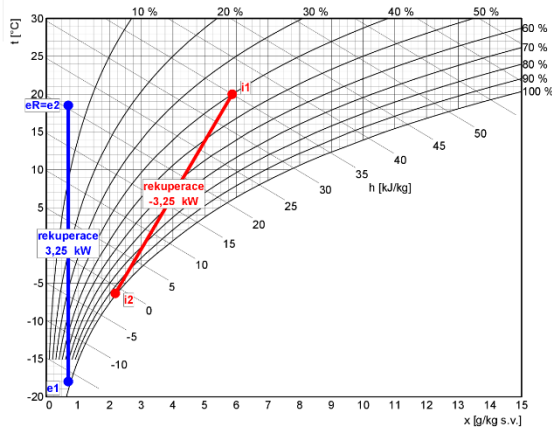
h-x diagram

strana 1 / 1

Nabídka č.:
Akce: 125BPAA
Pozice: Zařízení 4

Jednotka **DUPLEX 370 EC5.RD5** Specifikace: DUPLEX 370 EC5.RD5 - G4 vyplétací - G4 vyplétací - CP Touch (B) barva bílá - ErP A+

Zimní provoz



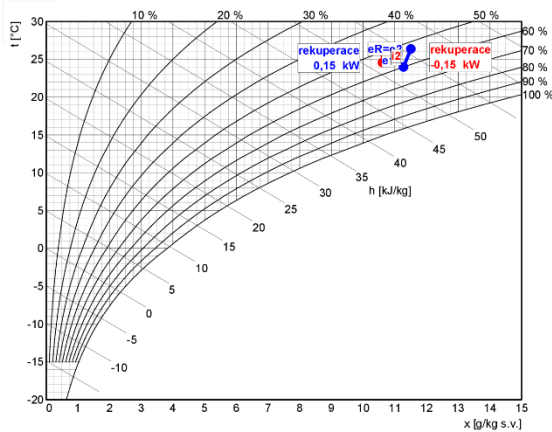
Přívod

popis	t [°C]	rh [%]
e1 venkovní vzduch	-18,0	90
eR rekuperace	18,5	5

Odvod

popis	t [°C]	rh [%]
i1 odváděný vzduch	20,0	40
i2 rekuperace	-6,3	98

Letní provoz



Přívod

popis	t [°C]	rh [%]
e1 venkovní vzduch	24,0	60
eR rekuperace	26,4	53

Odvod

popis	t [°C]	rh [%]
i1 odváděný vzduch	26,0	50
i2 rekuperace	24,6	55

Obrázek 2.16: h-x diagram VZT jednotky číslo 4 pro zimní a letní návrhový stav, výstup z programu ATREA.



Vzduchotechnické schéma

strana 1 / 1

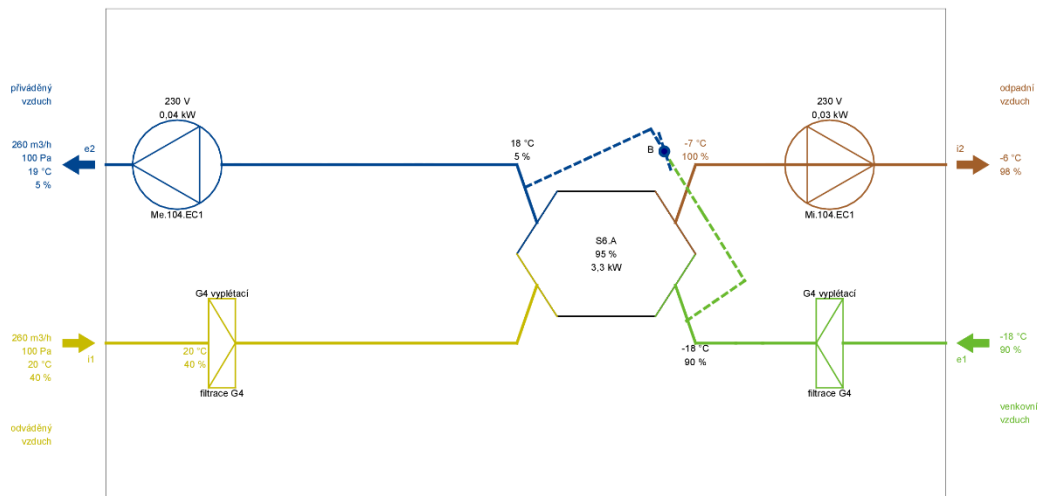
Nabídka č.:
Akce: 125BPAA
Pozice: Zařízení 4

Jednotka **DUPLEX 370 EC5.RD5** Specifikace: DUPLEX 370 EC5.RD5 - G4 vylétací - G4 vylétací - CP Touch (B) barva bílá - ErP A+

Zimní provoz

e1 - venkovní vzduch (ODA)
i1 - odváděný vzduch (ETA)

e2 - přiváděný vzduch (SUP)
i2 - odpadní vzduch (EHA)

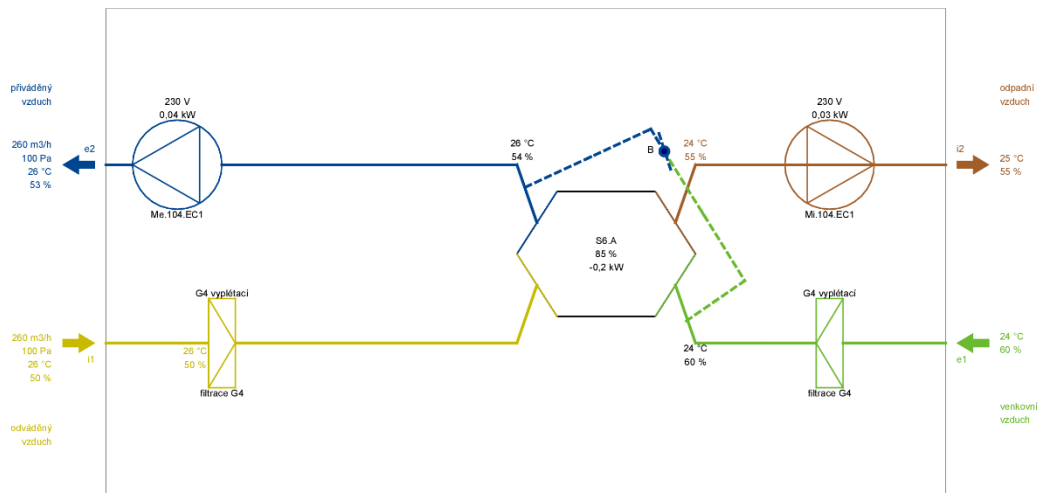


Poznámka: Schématické znázornění funkce jednotky. Umístění vstupů a výstupů nemusí přesně souhlasit se skutečným provedením a konfigurací hrdel.

Letní provoz

e1 - venkovní vzduch (ODA)
i1 - odváděný vzduch (ETA)

e2 - přiváděný vzduch (SUP)
i2 - odpadní vzduch (EHA)



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

Verze programu: 8.90.231 / CZ / 0
ze dne: 27.2.2019

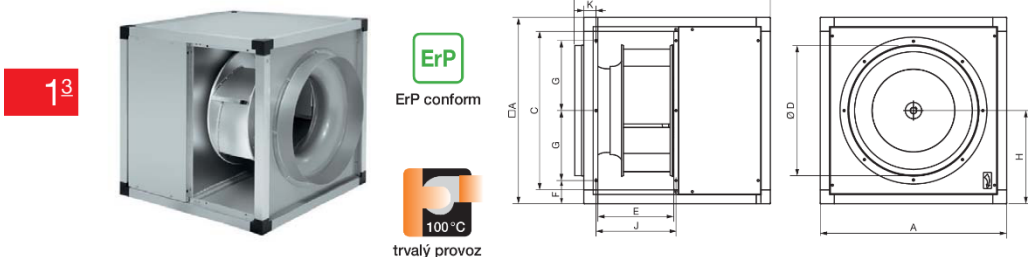
Soubor: BPAA.adu
Datum tisku: 22.5.2019

Obrázek 2.17: VZT schéma jednotky číslo 4, výstup z programu ATREA.

2.6.5 ZAŘÍZENÍ Č. 5 – ODTAH VZDUCHU Z HROMADNÝCH GARÁŽÍ

264

Zvukově izolované ventilátory pro kuchyně IP55

KABB, KABTSoler&Palau
Ventilation Group

Typ	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K
KABB / KABT /4-3000/315	505	547	405	315	204	100	152,5	253	225,5	40
KABB / KABT /4-4000/355	550	592	450	355	230	100	175	275	248	40,5
KABB / KABT /4-6000/450	630	675	530	450	248	100	215	315	269	40
KABT/4-9000/500	710	753	590	500	276	100	255	355	293	51,5
KABT/4-12000/560	800	844	680	560	326	100	300	400	343,5	51,5

Technické parametry

■ Skříň

je z ocelového, galvanicky pozinkovaného plechu, sendvičového provedení. Skříň je uvnitř opatřena vrstvou zvukově izolujícího materiálu. Ventilátor je uložen ve skříni na odpružených profilech, aby se omezil přenos vibrací.

Na skříni je osazeno kruhové sací hrdlo pro připojení flexibilních hadic nebo kruhového potrubí. Na výtlaku je čtyřhranný otvor, kam lze připojit redukci na kruhové potrubí, která se dodává samostatně. Skříň obsahuje vanu pro odvod tukového kondenzátu, odvodní hrdlo kondenzátu je nutno namontovat v souladu s polohou ventilátoru a zároveň je nutno zvolit vhodný sklon ventilátoru směrem k hrdlu.

■ Oběžné kolo

je radiální s dozadu zahnutými lopatkami. Oběžné kolo je staticky a dynamicky vyváženo, je volně běžící a bez spirální skříně.

■ Motor

je asynchronní s odporovou kotvou. Motory jsou sériově vybaveny termopojistkou, vinutí je v úpravě s ochranou proti vlhkosti s izolací třídy F a pracovní teplotou -20 až 100 °C. Motor je umístěn mimo proud vzdušný. Uzávěřená a bezúdržbová kuličková ložiska mají tukovou náplň na dobu životnosti. Krytí IP55.

■ Svorkovnice

je standardně z černého plastu, je volně na přívodním kabelu od motoru a je ji možno samořeznými šrouby přišroubovat na dobře přístupné místo na skříni. Délka kabelu 0,8 m, krytí IP55.

■ Hluk

emitovaný ventilátorem je uveden v tabulkách pro 3 části výkonové křivky (volný výtlak, střední a vysoká tlaková ztráta).

■ Montáž

se provádí s ohledem na konstrukci, provoz ventilátoru a revizní činnost výlučně s osou motoru vodorovně a vanou kondenzátu vespod.

■ Pokyny

Ventilátory jsou vhodné pro vzduchotechnické aplikace, kde se s výhodou uplatní nízká hlučnost ventilátoru. Ventilátory jsou zejména vhodné pro velkokapacitní kuchyně, k odvětrání restaurací, sportovních hal, nemocnic, skladů a bazénů.

■ Příslušenství VZT

- CHV přechod na výtlak
- IAE KABT pružná spojka
- CTI KABT krycí stříška
- KSE-M silentblok vnitřní (K 7.1)
- KSE-RAEM silentblok vnější (K 7.1)
- VBM, KAA spojovací manžeta (K 7.1)
- NAZ, NAZ-D velké kuch. digestoře (K 6)
- ZAZZ, ZAZZ-D velké kuch. digestoře (K 6)
- MSK, MSKM škrtkové klapky (K 7.1)
- MFLT tukové filtry do kruh. potrubí (K 7.1)
- MAA, MTS tlumiče hluku (K 7.1)
- PER samotížné klapky (K 7.1)

■ Příslušenství EL

- MSE, MSD motorový spouštěč pro připojení termokontaktu (K 8.2)
- REB elektronický regulátor otáček (K 8.1)
- REV transformátorový regulátor otáček (K 8.1)
- SQA čidlo kvality vzduchu (K 8.2)
- DTS PSA tlakový spínač (K 8.2)
- RTR prostorový termostat (K 8.2)
- HYG, HIG hygrometry (K 8.2)
- VFVN frekvenční měniče (K 8.1)
- VFKB, VFTM frekvenční měniče (K 8.1)

Typ	otáčky [min ⁻¹]	výkon [W]	napětí [V]	proud [A]	průtok [m ³ /h]	max. teplota [°C]	akust. tlak* [dB(A)]	hmotnost [kg]	regulace
KABB/4-3000/315	1370	305	230	1,6	2470	70	59/53/60	14	REB 2,5; REV 3
KABB/4-4000/355	1385	487	230	2,0	3790	50	62/54/64	21	REB 2,5; REV 3
KABB/4-6000/450	1400	935	230	3,9	5780	40	65/53/70	32	REB 5; REV 5
KABT/4-3000/315	1430	327	230/400	1,2/0,7	2750	100	60/54/61	14	VFVN-020-3L-1
KABT/4-4000/355	1450	561	230/400	2,1/1,2	4000	100	63/55/65	21	VFVN-020-3L-2
KABT/4-6000/450	1495	1094	230/400	4,2/2,4	6120	100	67/55/71	32	VFVN-020-3L-5
KABT/4-9000/500	1430	2022	230/400	6,1/3,5	8840	100	76/62/77	46	VFVN-020-3L-6
KABT/4-12000/560	1460	2673	400	5,0	11400	100	71/59/75	58	VFVN-020-3L-8

* sání/do okolí/výtlak. Akustický tlak měřen ve volném poli ve vzdálenosti 1,5 m.

elektrodesign@elektrodesign.cz

Obrázek 2.18: Katalogový list ventilátoru, převzato z [35].

2.7 INSTALOVANÉ KONCOVÉ ELEMENTY

2.7.1 TALÍŘOVÝ VENTIL

Talířové ventily série LVS se hodí pro veškeré větrací systémy. Vyznačují se kvalitním zpracováním a designem. Nastavení průtoku vzduchu je možné manuálně pootočením talíře. Tím se docílí rozdílných akustických hodnot a tlakových ztrát. ^[41]



Obrázek 2.19: Talířový ventil TROX série LVS, převzato z ^[41].

Rozměry								Tabulka rychlého výběru (Definice viz strana 4)						
Typ	Velik.	B	ØC	ØD	ØD ₁	ØE*	hmotnost v kg	Typ	Velik.	Ṽ v m ³ /h	Ṽ v l/s	Δpt v Pa	L _{WA} v dB(A)	L in m
LVS	100	40	99	132	125	104	0.200	LVS s = 0 mm	100	115	32	130	40	-
	125	46	124	162	150	129	0.290		125	180	50	135	40	-
	160	54	159	205	185	164	0.440		160	260	72	125	40	-
	200	61	199	245	225	204	0.590		200	350	97	110	40	-
Z-LVS	100	40	99	132	125	104	0.230	Z-LVS s = 12 mm	100	100	28	37	40	1.7
	125	46	124	162	150	129	0.320		125	155	43	77	40	2.5
	160	54	159	205	185	164	0.500		160	235	65	90	40	4.0
	200	61	199	245	225	204	0.670		200	290	81	90	40	4.6

* Rozměr „E“ se musí přizpůsobit podle použitého potrubí!

Tabulka 2.25: Parametry talířových ventilů TROX, převzato z ^[41].

2.7.2 STROPNÍ ANEMOSTAT

Stropní anemostaty sérií ADLR a ADLR-Q jsou určeny k instalaci pod strop. ^[41]



Obrázek 2.20: Stropní anemostat TROX ADLR, převzato z ^[41].

Velikost	Ø B	Ø D	H ₁	H ₂	□ K	Ø P	Ø R ₁	Ø R ₂	AK-označení pro horizont. připojení vzduchu
1	201.5	123	233	220	266	202	244	192	AK 019
2	257.5	158	233	250	290	258	300	248	AK 020
3	313.5	198	233	295	372	314	356	304	AK 021
4	369.5	248	267	345	476	362	412	360	AK 022
5	425.5	248	267	345	476	426	468	416	AK 023
6	481.5	313	298	410	567	482	542	472	AK 024
7	537.5	313	298	410	590	578	598	528	AK 025
8	593.5	313	298	410	615	590	654	584	AK 026

Tabulka 2.26: Parametry stropních anemostatů TROX ADLR, převzato z ^[41].

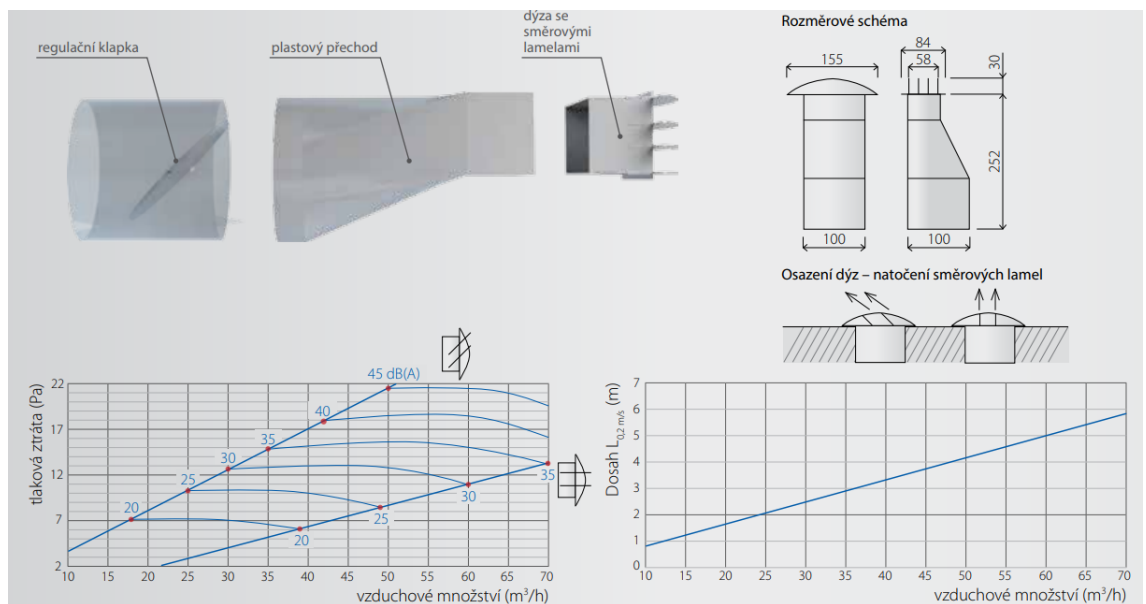
2.7.3 DÝZA S DALEKÝM DOSAHEM

Dýzy s dalekým dosahem se uplatňují zejména tam, kde je nutné, aby přiváděný vzduch překonal velké vzdálenosti mezi vyústí a zónou pobytu. Typicky se tyto prvky umisťují po stranách prostoru. Nastavitelné dýzy umožňují přizpůsobení proudu přiváděného vzduchu jakýmkoliv podmínkám. Směr proudění přiváděného vzduchu lze snadno nastavit ručně. ^[41]



Obrázek 2.21: Dýza s dalekým dosahem TROX DUK, převzato z ^[41].

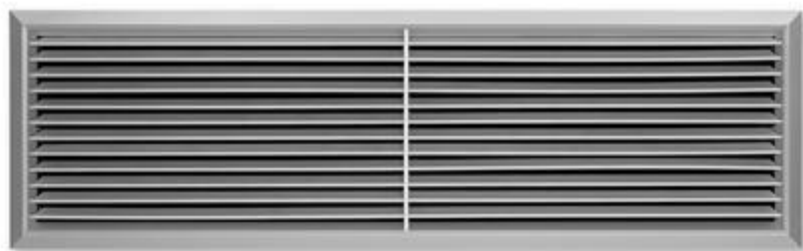
2.7.4 DÝZA ATREA



Obrázek 2.22: Štěrbínové dýzy ATREA typ DARS, převzato z [30].

2.7.5 VĚTRACÍ MŘÍŽKA

Větrací mřížky, jakož i pásy výústí jsou aplikovatelné jako výústě vzduchu k větrání (přírodní vzduch) a odtah (odpadní vzduch). Jsou vhodné pro instalaci do stěn, podlah, dveří, výřezů čtyřhranného nebo kruhového potrubí. Instalaci lze realizovat přímo do výřezů čtyřhranného nebo kruhového potrubí jakož i s montážními rámečky např. do zdiva. [41]



Obrázek 2.23: Větrací mřížky, pásy výústí, převzato z [41].

2.7.6 ŠTĚRBINOVÁ VÝÚŠŤ

Štěrbínové výústě VSD35 se dodávají v 1 až 4řadém provedení. Čelní výúst' je nezávisle na počtu štěrbin vždy z jednoho kusu, a proto nevznikají patrné spáry. Série VSD35 je použitelná v prostorách od 2,6 m do 4,0 m. Kvůli své malé vestavné výšce jsou

štěrbinové výústě vhodné pro nízké mezistropní prostory, a především pro instalaci do zavěšených stropních systémů. Charakterizují se vysokou indukcí, kterou se dosáhne brzkého vyrovnání teplotní difference přiváděného vzduchu a rychlosti vyfukovaného vzduchu. ^[41]



Obrázek 2.24: Štěrbinová výústě, série VSD35, převzato z ^[41].

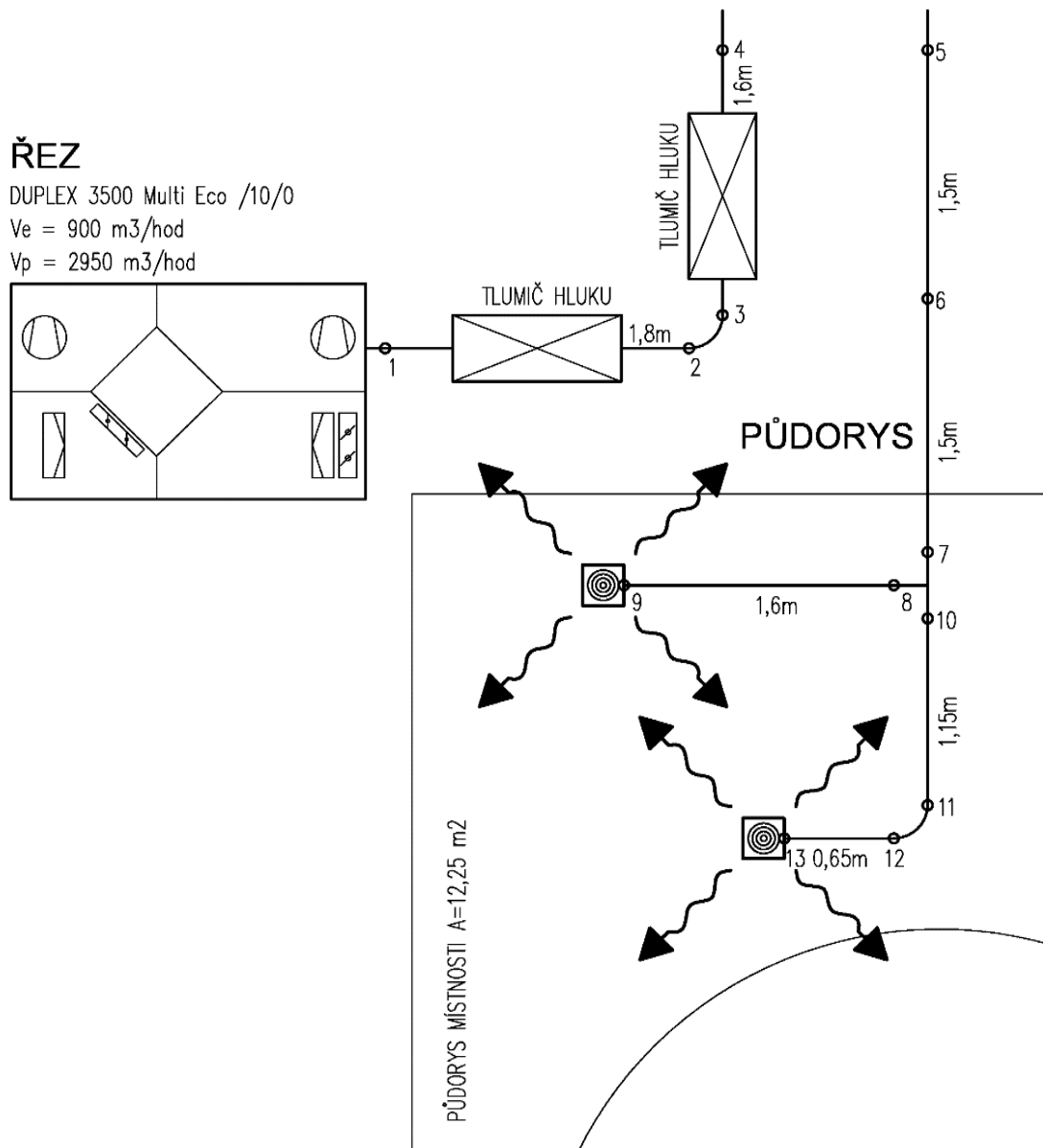
2.8 ÚTLUM HLUKU

Hluk je možné definovat, jako každý nežádoucí zvuk, který vyvolává rušivý nebo nepříjemný pocit nebo poškozuje zdraví. Hluk, je tedy každý zvuk, který nás obtěžuje při běžné činnosti a je tedy nežádoucí. ^{[3] [6] [35]}

V posledním desetiletí se začala odborná veřejnost intenzivně debatovat o škodlivé hlukové zátěži, které může negativně ovlivnit vnitřní prostory budovy a v horším případě může mít i negativní dopad na zdraví a kondici uživatelů objektu. ^{[3] [6] [35]}

Ochrana před vnějšími a vnitřními zdroji hluku se tak začala dostávat do popředí zájmu stavebních inženýrů a architektů. Ať už při samotném projektování stavebních konstrukcí a výběru vhodných materiálů, tak i při rozhodování o umístění a útlumu vnitřních zdrojů hluku. Těmi jsou především vzduchotechnická zařízení, jimiž se následně šíří hluk potrubní sítí. ^{[3] [6] [35]}

2.8.1 ZAŘÍZENÍ 1 – MÍSTNOST Č. 0.24 MASÁŽE



Obrázek 2.27: Schéma posuzované místnosti a trasy potrubí.

2.8.1.2 Opakovaný výpočet se zařazením tlumičů hluku

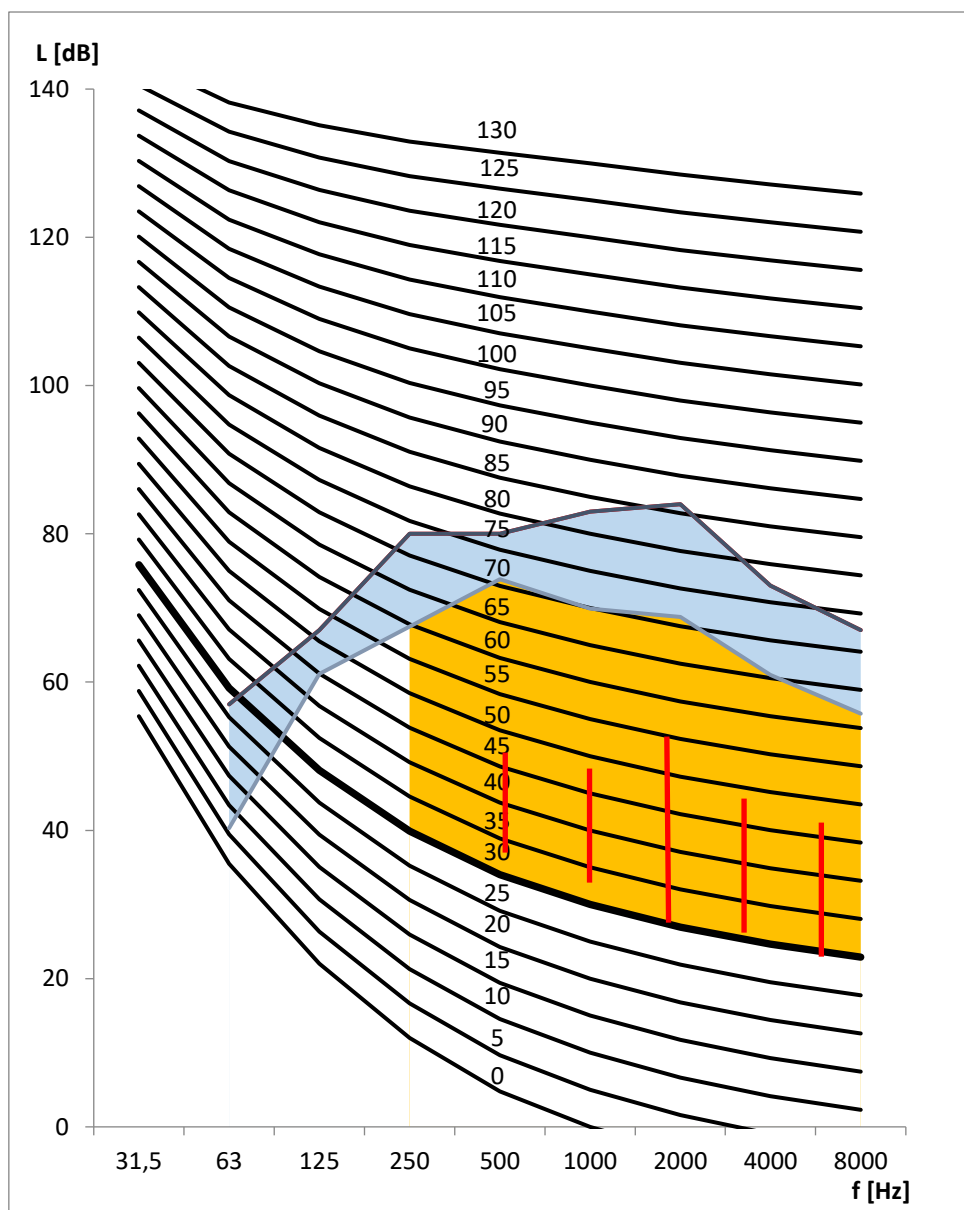
f [Hz]		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Hladina akustického výkonu L_{wA} [dB]	ÚSEK	L_{wA} [dB]	L_{wA} [dB]	L_{wA} [dB]	L_{wA} [dB]	L_{wA} [dB]	L_{wA} [dB]	L_{wA} [dB]	L_{wA} [dB]
Ventilátor Me.119.EC1	1								
sání e1		41	52	50	56	53	44	27	25
výtlaček e2		57	67	80	80	83	84	73	67
sání i1		46	57	66	62	55	48	36	25
výtlaček i2		58	71	85	81	83	80	74	69
plášť do okolí		37	43	52	57	55	54	39	29
L_{rel} [dB]		4	5,4	6,5	7,7	9,2	10	13,8	21
		rozměr potrubí A [mm]	rozměr potrubí B [mm]	průměr potrubí [mm]	plocha potrubí [m ²]	rychlost vzduchu [m.s ⁻¹]	délka trasy [m]	průtok [m ³ .h ⁻¹]	
Tlumič hluku IAA 355 axb=700x400mm; L=1000	1-2	500	710	/	0,3550	5,0	1,3	2650	
útlum D_1 [dB]		0,00	4,00	9,00	21,00	30,00	29,00	28,00	22,00
vlastní hluk L_{p1} [dB]		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Koleno čtyřhranné potrubí	2-3	630	300	/	0,1890	5,0		2650,00	
útlum D_2 [dB]		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
vlastní hluk L_{p2} [dB]		36,07	31,34	32,01	30,44	28,87	27,37	25,86	24,36
Tlumič hluku IAA 355 axb=700x400mm; L=1000	3-4	630	300	/	0,1890	4,0	1,6	2650,00	
útlum D_3 [dB]		0,00	4,00	9,00	21,00	30,00	29,00	28,00	22,00
vlastní hluk L_{p3} [dB]		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Koleno čtyřhranné potrubí	4-5	630	300	/	0,1890	4,0		2650,00	
útlum D_4 [dB]		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
vlastní hluk L_{p4} [dB]		28,70	23,98	25,71	24,14	22,57	21,07	19,56	18,06
Čtyřhranné potrubí	5-6	630	300	/	0,1890	4,0	1,5	2650,00	
útlum D_5 [dB]		0,65	0,65	0,64	0,64	0,63	0,63	0,63	0,62
vlastní hluk L_{p5} [dB]		28,87	27,47	26,37	25,17	23,67	22,87	19,07	11,87
Čtyřhranné potrubí	6-7	300	300	/	0,0900	3,0	1,5	550,00	
útlum D_6 [dB]		0,65	0,65	0,65	0,64	0,64	0,64	0,63	0,63
vlastní hluk L_{p6} [dB]		19,40	18,00	16,90	15,70	14,20	13,40	9,60	2,40
Odbočka	7-8	300	150	/	0,0450	3,0		550,00	
útlum D_7 [dB]		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
vlastní hluk L_{p7} [dB]		17,92	13,19	12,75	11,19	9,62	8,12	6,61	5,11
Flexo potrubí SONOFLEX	8-9	/	/	125	0,0123	3,0	1,6	125,00	
útlum D_8 [dB]		18,40	30,40	40,00	35,80	25,60	19,20	24,00	14,40
vlastní hluk L_{p8} [dB]		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Anemostat TROX ADLR	9	/	/	/	/	/	/	/	/
útlum D_9 [dB]		1,00	1,00	7,00	-4,00	-15,00	-27,00	-24,00	-12,00
vlastní hluk L_{p9} [dB]		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Čtyřhranné potrubí	10-11	300	150	/	0,0450	3,0	1,15	550,00	
útlum D_{10} [dB]		0,50	0,50	0,50	0,50	0,49	0,49	0,49	0,49
vlastní hluk L_{p10} [dB]		16,39	14,99	13,89	12,69	11,19	10,39	6,59	-0,61
Odbočka	11-12	300	100	/	0,0300	3,0		550,00	
útlum D_{11} [dB]		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
vlastní hluk L_{p11} [dB]		17,92	13,19	12,75	11,19	9,62	8,12	6,61	5,11
Flexo potrubí SONOFLEX	12-13	/	/	125	0,0123	3,0	0,65	125,00	
útlum D_{12} [dB]		7,48	12,35	16,25	13,33	10,40	7,80	9,75	8,85
vlastní hluk L_{p12} [dB]		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Anemostat TROX ADLR	13	/	/	/	/	/	/	/	/
útlum D_{13} [dB]		1,00	1,00	7,00	-4,00	-15,00	-27,00	-24,00	-12,00
vlastní hluk L_{p13} [dB]		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SOUHRN									
Celkový útlum úsek 1-9 [dB]	$\sum D_{1-9}$	20,70	40,70	66,29	75,08	71,87	51,47	57,26	47,65
Hladina akustického výkonu v bodě 9 [dB]	$L_{D,9}$	36,30	26,30	13,71	4,92	11,13	32,53	15,74	19,35
Výsledná hladina akustického výkonu v bodě 9 [Pa]	$L_{w,9}$	39,99	34,29	33,96	32,44	30,92	34,30	27,87	26,51
Výsledná hladina akustického tlaku od místa 9 [dB]	$L_{p,9}$	39,99	34,29	33,96	32,44	30,92	34,30	27,87	26,51
Celkový útlum úsek 1-13 [dB]	$\sum D_{1-13}$	29,69	50,55	81,04	63,91	37,77	3,76	15,50	22,99
Hladina akustického výkonu v bodě 13 [dB]	$L_{D,13}$	27,31	16,45	-1,04	16,09	45,23	80,24	57,50	44,01
Výsledná hladina akustického výkonu v bodě 13 [dB]	$L_{w,13}$	40,03	34,38	34,04	32,52	31,01	34,33	27,94	26,57
Výsledná hladina akustického tlaku od místa 9 [Pa]	$L_{p,13}$	40,03	34,38	34,04	32,52	31,01	34,33	27,94	26,57
Korekce [dB]	K_{Ai}	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1	-1,1
Hladina akustického tlaku A [dB(A)]	$L_{p,A}$	38,6							
Maximální hladina akustického tlaku dle 272/2011 Sb.	$L_{p,A,max}$	40,0							
VYHOVUJE									

Tabulka 2.28: Posouzení trasy z hlediska hluku s vraženým tlumičem hluku.

2.8.1.3 Definování oblasti útlumu konkrétního tlumiče hluku

	frekvenční pásma [Hz]								
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Ventilátor L_{WA} [dB]		57	67	80	80	83	84	73	67
Výsledná hl. ak. tlaku [Pa]		40,3	61,1	67,5	73,9	69,9	68,8	61,0	55,8
Plocha 1		57	67	80	80	83	84	73	67
Plocha 2		40,3	61,1	67,5	73,9	69,9	68,8	61,0	55,8
N30	75,83	59,2	48,1	39,9	34,02	30	26,95	24,65	22,9
Tlumič				27,6	39,9	39,9	41,8	36,3	32,9
Plocha 3				67,5	73,9	69,9	68,8	61,0	55,8
Plocha 4				39,9	34,02	30	26,95	24,65	22,9

Tabulka 2.29: Návrh parametrů tlumiče hluku.



Graf 2.30: Návrh oblasti útlumu tlumiče hluku pro jednotlivá oktávová pásma.

2.9 IZOLACE POTRUBÍ

Návrh tepelné izolace potrubí byl proveden ve výpočtovém softwaru IsoDim od společnosti Saint Gobain Construction Products a.s., Divize Isover. Ve strojovně vzduchotechniky je navržena tepelné izolace Orstech DP 80 v tloušťce 50 mm s deklarovaným součinitelem tepelné vodivosti $\lambda = 0,041 \text{ W/m.K}$. Výrobek splňuje všechny technické parametry ve shodě s platnými normami.



Tepelná ztráta



Projekt, zodpovědná osoba: Jan Holub



Výpočet provést pro:

- Potrubí
- Kruhový vzduchovod
- Čtyřhranný vzduchovod
- Vzduchovod izolovaný zevnitř
- Plochu
- Plochu izolovanou zevnitř

Orientace

- Vodorovná
- Svislá

Opláštění (vnější povrch)

Hliník, stucco-design

Uživatelsky definovaná emisivita: 0.4

Výběr návrhového kritéria:

- Daná tloušťka izolace
- Maximální povrchová teplota
- Požadovaná teplota na povr. [°C]: 30
- Maximální tepelná ztráta
- Požadovaný tepelný tok [W/m]: 10
- Požadovaný tepelný tok [W/m²]: 50
- Nutná tloušťka izolace podle ČSN EN 12828
- Podíl předaného tepla, který je považován za tep. ztrátu (0-1): 1
- Daná izolační třída (ČSN EN 12828)
- Izolační třída (1-6): 4

Rozměry

Průměr potrubí [mm]: 315 Výška potrubí [mm]: 200 Šířka potrubí [mm]: 200

Délka potrubí [m]: 1 Plocha [m²]: 10 Emisivita neizolovaného povrchu: 0.5

Izolace (1. vrstva)

Orstech DP 80 (EN 12667-měřené hodnoty)

Standardně vyráběná tloušťka izolace [mm]: 30

Uživatelsky definovaná tloušťka [mm]: 30

2. vrstva izolace

Orstech DP 80 (EN 12667-měřené hodnoty)

Standardně vyráběná tloušťka izolace [mm]: 30

Uživatelsky definovaná tloušťka [mm]: 30

3. vrstva izolace

Orstech DP 80 (EN 12667-měřené hodnoty)

Standardně vyráběná tloušťka izolace [mm]: 30

Uživatelsky definovaná tloušťka [mm]: 30

Okrajové podmínky výpočtu

- Interiér Teplota okolí [°C]: 10
- Exteriér Rychlost větru [m/s]: 2
- Zadat součinitel přestupu tepla [W/m²K]: 5

Teplota média [°C]: 30

Průtok [m/s]: 3

Výpočet spotřeby energie

Provozní doba [h/rok]: 8760

Náklady na kWh energie: 4

Emise CO2 [g/kWh]: 750

Měna: CZK

Doplnkové vybavení (ventily, příruby)

Vybrat typ: Kulový kohout

Uživatelsky definovaný typ:

Ekvivalentní délka potrubí [m]: 1

Počet kusů: 1

Výsledky

Výsledky	Nutná tloušťka izolace	Standardní tl. izolace
Izolační třída	3	3
Tloušťka izolace	40.8 mm	50.0 mm
Povrchová teplota	13.1 °C	12.6 °C
Tepelná ztráta	16.2 W/m	13.8 W/m
Hustota tepelného toku na m² vnějšího povrchu izolace	13.0 W/m²	10.6 W/m²
Vnější součinitel přestupu tepla	4.18 W/m²K	4.07 W/m²K
Tepelná ztráta bez izolace	126.4 W/m	-
Součinitel přestupu tepla U _L	0.81 W/mK	0.69 W/mK

Doporučené odstupové vzdálenosti

a:	150 mm
b:	50 mm
c:	258 mm
d:	565 mm
e:	358 mm

Obrázek 2.28: Návrh tepelné izolace potrubí, výstup z programu IsoDim.

Orstech DP 80 (TECH Wired Mat MT 4.1) Rohož na pletivu



Kód specifikace: MW – EN 14303 – T2 – ST(+)-640 – W51 – CL10

CHARAKTERISTIKA VÝROBKU

Orstech DP 80 je rohož z kamenné vlny s jednostranně našitým drátěným pletivem. Standardně se dodává ve variantě pozinkované pletivo a pozinkovaný šicí drát. Na vyžádání, pro teploty vyšší než 400 °C a/nebo pro nerezové povrchy, je možné nabídnout rohož šitou nerezovým drátem na pozinkovaném pletivu (označení Orstech DP 80 X) nebo rohož šitou nerezovým drátem na nerezovém pletivu (označení Orstech DP 80 X-X); obě varianty podle AGI Q 132 a ČSN EN 10223-2.

POUŽITÍ

Rohož na pletivu Orstech DP 80 je vhodná jako tepelná a/nebo akustická izolace potrubí, technologických zařízení, kotlů, pecí a kouřovodů s vysokým teplotním zatížením.

Přestože jsou vlákna izolace hydrofobizovaná, rohož je nutné v konstrukci vhodným způsobem chránit před vlhkem (v exteriéru před povětrnostními vlivy) a případným mechanickým poškozením.

Nejvyšší provozní teplota ve smyslu normy ČSN EN 14706 je 640 °C. V části izolace, která je vystavena teplotám vyšším než 150 °C dochází k jednorázovému odpaření pojiva. V oblastech s nižší teplotou k tomuto jevu nedochází.

ROZMĚRY

Označení	Tloušťka (mm) ¹⁾	Rozměry (mm)	Balení (m ²)	Rollé v balíku	Balíků na paletě	m ² na paletě
Orstech DP 80	40	2 × 500 × 5000	5,0	2	21	105,0
Orstech DP 80	50	2 × 500 × 4000	4,0	2	21	84,0
Orstech DP 80	60	2 × 500 × 3000	3,0	2	21	63,0
Orstech DP 80	70	2 × 500 × 3000	3,0	2	18	54,0
Orstech DP 80	80	2 × 500 × 2500	2,5	2	21	52,5
Orstech DP 80	90	2 × 500 × 2000	2,0	2	21	42,0
Orstech DP 80	100	2 × 500 × 2000	2,0	2	21	42,0
Orstech DP 80	120*	2 × 500 × 2000	2,0	2	18	36,0

Na vyžádání lze dodat úpravu ALU (vložená hliníková fólie pod pletivem). Po dohodě s výrobcem lze dodat i v šíři 1000 mm (neplatí pro rohože s nerezovým pletivem).
¹⁾ Tloušťka se měří pod zátěží 1000 Pa. Proto při montáži, může izolační tloušťka být větší, než je nominální montovaná tloušťka. Při předobjednání plechového opláštění prosím brát toto v úvahu. * Minimální množství nutno konzultovat s výrobcem.

TECHNICKÉ PARAMETRY

Parametr	Jednotka	Hodnota								Norma	
TEPELNÉ VLASTNOSTI											
Deklarovaná hodnota součinitele tepelné vodivosti λ_0 dle ČSN EN ISO 13787	°C	50	100	150	200	250	300	400	500	600	640
Měřená hodnota souč. tepelné vodivosti podle ČSN EN 12667	W·m ⁻¹ ·K ⁻¹	0,041	0,047	0,055	0,065	0,076	0,089	0,118	0,155	0,201	0,220
Nejvyšší provozní teplota ST(+)/ na straně polepu	°C	640 / max. 100								ČSN EN 14706	
Měrná tepelná kapacita c_p	J·kg ⁻¹ ·K ⁻¹	800								-	
FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI											
Objemová hmotnost	kg·m ⁻³	80								ČSN EN 1602, ČSN EN 13470	
Krátkodobá nasákavost (W ₁) WS	kg·m ⁻²	<< 1								ČSN EN 1609	
Odpor proti proudění vzduchu σ	kPa·s·m ⁻²	> 45								ČSN EN 29053	
PROTIPOŽÁRNÍ VLASTNOSTI											
Reakce na oheň	-	A1								ČSN EN 13501-1	
Bod tání t_f	°C	≥ 1000								DIN 4102 díl 17	
AKUSTICKÉ VLASTNOSTI											
Praktický činitel zvukové pohltivosti α_p dle ČSN EN ISO 354 a ČSN EN ISO 11654	Frekvence	Hz	125	250	500	1000	2000	4000			
		Tloušťka	40 mm	0,15	0,60	1,00	1,00	0,95	1,00		
			60 mm	0,35	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		
			80 mm	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		
Stanovení jednočíslné veličiny podle ČSN EN ISO 11654	Tloušťka	Vážená zvuková pohltivost	-	α_w	Třída zvukové pohltivosti						
		40 mm	0,90	A							
		60 mm	1,00	A							
		80 mm	1,00	A							
ZATŘÍDĚNÍ DLE AGI Q 132											
Zatřídění izolačního materiálu	-	10.07.02.40.08								AGI Q 132	

Součinitel tepelné vodivosti pro 0 °C: $\lambda_0 = 0,032 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$. Hodnota slouží pouze pro porovnání produktů podle vyhlášky 193/2007 Sb. – dle § 5, odst. 8 (pro tepelné izolace rozvodů) a § 8, odst. 1 a 2 (pro tepelné izolace zásobníků teplé vody a expanzních nádob). Uvedená tepelná vodivost neslouží k návrhu, protože rohože na pletivu z minerální vlny nejsou vhodné na chladič rozvodů, ani na zásobníky chladu.

1. 7. 2017 Uvedené informace jsou platné v době vydání technického listu. Výrobce si vyhrazuje právo tyto údaje měnit.

Dívize **ISOVER**
Saint-Gobain Construction Products CZ a.s.
 Smrčková 2485/4, 180 00 Praha 8
 e-mail: info@isover.cz, www.isover.cz

ISOVER
 SAINT-GOBAIN

Nejširší nabídka tepelných, zvukových a protipožárních izolací

Obrázek 2.29: Katalogový list tepelné izolace, převzato z projekčních podkladů společnosti ISOVER.

3. TECHNICKÁ ZPRÁVA

3.1 ÚVOD

Předmětem technické zprávy je popis řešení řízeného větrání objektu horského hotelu Windsor v katastrální území Špindlerův Mlýn, č. KÚ: 763098.

Při návrhu byly použity tyto podklady:

- stavební dokumentace a pasport objektu zhotovený 11/2016 firmou 3AS, spol. s.r.o.
- příslušné právní předpisy, vyhlášky a normy ČSN, EN
- technické podklady výrobce zařízení ATREA, spol. s.r.o. Jablonec nad Nisou
- technické podklady firmy TROX Austria GmbH
- technické podklady firmy ELEKTRODESIGN ventilátory, spol. s.r.o.

3.2 PARAMETRY OBJEKTU

Vzduchotechnický systém je instalován v objektu o čtyřech nadzemních podlažích a jednoho podzemního podlaží. V objektu se nachází celkem 21 pokojů pro hosty. Objekt je částečně zapuštěn do svahu. Konstruktivní systém objektu je zděný s železobetonovým suterénem a architektonicky připomíná tradiční horskou chatu. Větrání je řešeno odděleně. Centrálně jsou zvlášť větrány pokoje a společné prostory, zvlášť wellness a spa, vzduchotechnickými jednotkami DUPLEX. Pro kadeřnictví je použita jednotka DUPLEX 370 EC5. Hromadné garáže jsou větrány odtahovými ventilátory firmy Elektrodesign s odtahem vzduchu mimo objekt.

Hotel se nachází v oblasti s venkovní výpočtovou teplotou:	-18 °C
Charakteristické číslo budovy B:	8 Pa ^{0,67}
Užitná plocha objektu:	2070,13 m ²
Užitný prostor objektu:	6213,39 m ³
Počet osob v objektu při plné obsazenosti:	85
Počet osob v objektu mimo hlavní sezónu:	30

3.3 PARAMETRY INSTALOVANÝCH ZAŘÍZENÍ

3.3.1 ZAŘÍZENÍ 1 - VĚTRÁNÍ WELLNESS A SPA

3.3.1.1 Popis technického řešení

Vzduchotechnická jednotka DUPLEX 3500 Multi Eco je nainstalovaná v místnosti 0.16 – STROJOVNA VZDUCHOTECHNIKY A TECHNOLOGIE BAZÉNU. Čerství vzduch je do jednotky nasáván přes protidešťovou žaluzii, která je umístěna ve ventilační šachtě vyústěné nad povrchem okolního terénu, do jednotky se převede stoupacím potrubím SPIRO \varnothing 400 mm, které následně přechází do čtyřhranného potrubí 300x630 mm vedeného pod stropem 1. PP. Potrubí je sdružené pro přívod čerstvého vzduchu i vzduchotechnickou jednotku číslo 2. Potrubí se rozvětví v místnosti 0.16, kde je redukováno na menší průměry. Souběžně s přívodním potrubím (i2) je vedeno potrubí pro odtah odpadního vzduchu do exteriéru (e1).

Čerství vzduch (e2) je z jednotky veden přes dvojici tlumičů hluku IAA 355, čtyřhranným potrubím. V rámci strojovny VZT se potrubí rozvětňuje, jedna z větví zajišťuje přívod čerstvého vzduchu pro zónu wellness, kde se nachází sauna. Potrubí je vedeno v podhledu. Vzduch je k distribučním prvkům přiváděn tepelně a zvukově izolačním potrubím SONOFLEX. Vzduch je distribuován do místností pomocí anemostatů TROX série ADLR, které jsou v zákrytu SDK podhledu. Druhá větev potrubí o větší dimenzi pokračuje do prostoru bazénové haly, kde distribuuje čerství vzduch pomocí dýz s dalekým dosahem TROX a větracích mřížek. Dále větev pokračuje v SDK podhledu až do prostoru tzv. relax zóny, kde se nachází hygienické zázemí wellness a odpočívárna. Zde je vzduch analogicky přiváděn k distribučním prvků pomocí potrubí SONOFLEX. Jako distribuční elementy jsou zde využity štěrbinové výustě v prostoru odpočívárny a anemostaty. Vše od výrobce TROX.

Odpadní vzduch (i1) je odváděn z hygienického zázemí talířovými ventily TROX do flexibilního potrubí SONOFLEX, to se sbíhá do čtyřhranného potrubím, které je vedeno v podhledu, přes bazénovou halu a sauna zónu. Z bazénové haly je vzduch odváděn přes větrací mřížky přímo v potrubí. Z prostoru saun je odpadní vzduch odtahován též talířovými ventily TROX.

3.3.1.2 Parametry čerstvého a odpadního vzduchu

3.3.1.2.1 Parametry čerstvého vzduchu (e2)

MÍSTNOST	e2 [m ³ /h]
SAUNA ZÓNA	550
RELAX ZÓNA	600
BAZÉNOVÁ HALA	1800
CELKEM	2950

Tabulka 3.1: Parametry čerstvého vzduchu (e2).

3.3.1.2.2 Parametry odpadního vzduchu (i1)

MÍSTNOST	i1 [m ³ /h]
SAUNA ZÓNA	550
RELAX ZÓNA	600
BAZÉNOVÁ HALA	1650
CELKEM	2800

Tabulka 3.2: Parametry odpadního vzduchu (i1).

3.3.2 ZAŘÍZENÍ 2 - VĚTRÁNÍ POKOJŮ A SPOLEČNÝCH PROSTOR 1. PP – 3.NP

3.3.2.1 Popis technického řešení

Vzduchotechnická jednotka DUPLEX 2400 Basic je umístěna v místnosti 0.16 – STROJOVNA VZDUCHOTECHNIKY A TECHNOLOGIE BAZÉNU. Čerství vzduch je do jednotky nasáván přes protidešťovou žaluzii, která je umístěna ve ventilační šachtě vyústěné nad povrchem okolního terénu, do jednotky se převede stoupacím potrubím SPIRO \varnothing 400 mm, které následně přechází do čtyřhranného potrubí 300x630 mm vedeného pod stropem 1. PP. Potrubí je sdružené pro přívod čerstvého vzduchu i vzduchotechnickou jednotku číslo 1. Potrubí se rozvětví v místnosti 0.16, kde je redukováno na menší průměry. Souběžně s přívodním potrubím (i2) je vedeno potrubí pro odtah odpadního vzduchu do exteriéru (e1).

Čerství vzduch (e2) je z jednotky veden přes tlumič hluku IAA 355, následně pokračuje čtyřhranným potrubím v podhledu do stoupacího potrubí, které je vedeno nad bazénovou halou. V 1.NP je potrubí vedeno v podhledu do prostoru šaten a přilehlých prostor, stoupacím potrubím je čerství vzduch distribuován pro pokoje pro hosty ve 2. NP a 3. NP.

Odpadní vzduch (i2) je odváděn z hygienických zázemí talířovými ventily nebo větracími mřížkami. Potrubí je vedeno paralelně s přívodním potrubím.

Na výstupech z šachet budou osazeny požární klapky.

3.3.2.2 Parametry čerstvého a odpadního vzduchu

3.3.2.2.1 Parametry čerstvého vzduchu (e2)

MÍSTNOST	e2 [m ³ /h]
1. PP	100
1. NP	1000
POKOJE 2. NP	540
POKOJE 3. NP	520
CELKEM	2160

Tabulka 3.3: Parametry čerstvého vzduchu (e2).

3.3.2.2.2 Parametry odpadního vzduchu (i1)

MÍSTNOST	i1 [m ³ /h]
1. PP	100
1. NP	1000
POKOJE 2. NP	540
POKOJE 3. NP	520
CELKEM	2160

Tabulka 3.4: Parametry odpadního vzduchu (i1).

3.3.3 ZAŘÍZENÍ 3 - VĚTRÁNÍ POKOJŮ A SPOLEČNÝCH PROSTOR 3. NP – 4. NP

3.3.3.1 Popis technického řešení

Vzduchotechnická jednotka DUPLEX 1500 Multi Eco je umístěna v nejvyšším podlaží objektu, v podkrovním prostoru nad schodištěm. Čerství vzduch je do jednotky nasáván přes protidešťovou žaluzii, která je umístěna ve ventilační šachtě vyústěné nad střechou objektu. Paralelně je z jednotky odváděn odpadní vzduch do exteriéru.

Čerství vzduch (e2) je z jednotky veden přes tlumič hluku IAA 355. Následně se potrubí větví na 2 větve, z nichž jedna zajišťuje přívod čerstvého vzduchu do pokojů ve 4. NP a druhá je stoupacím potrubím svedena do 3. NP objektu.

Odpadní vzduch (i2) je odváděn z hygienických zázemí talířovými ventily nebo větracími mřížkami. Potrubí je vedeno paralelně s přívodním potrubím.

Na výstupech z šachet a na schodišti budou porubí osazeno požárními klapkami.

3.3.3.2 Parametry čerstvého a odpadního vzduchu

3.3.3.2.1 Parametry čerstvého vzduchu (e2)

MÍSTNOST	e2 [m ³ /h]
3. PP	620
POKOJE 4. NP	730
CELKEM	1350

Tabulka 3.5: Parametry čerstvého vzduchu (e2).

3.3.3.2.2 Parametry odpadního vzduchu (i1)

MÍSTNOST	i1 [m ³ /h]
3. PP	620
POKOJE 4. NP	730
CELKEM	1350

Tabulka 3.6: Parametry odpadního vzduchu (i1).

3.3.4 ZAŘÍZENÍ 4 - VĚTRÁNÍ KOMERČNÍHO PROSTORU (KADEŘNICTVÍ)

3.3.4.1 Popis technického řešení

Vzduchotechnická jednotka DUPLEX 370EC5 je nainstalovaná v místnosti 2.11 – SKLAD. Sání čerstvého vzduchu přes protidešťovou žaluzii umístěnou na fasádě objektu, do jednotky se přivede plechovým potrubím 250x80 mm s tloušťkou izolace 60 mm. Před jednotkou bude redukováno na kruhové potrubí SONOVAC DN 160.

Čerstvý vzduch (e2) je z jednotky veden ohebným potrubím SONOFLEX, vedeným v podhledech a SDK zákrytech. Do místnosti 2.04 – KADEŘNICTVÍ se distribuuje dvěma stropními anemostaty ADLR od výrobce TROX.

Vzduch z místnosti se odvádí štěrbinami výšky 8 mm pod dveřmi bez prahů.

Ostatní místnosti prostoru jsou větrány podtlakově, dále je odváděn odpadní vzduch z místnosti 2.04 – kadeřnictví. Hygienická výměna je zajištěna samostatným ventilátorem umístěným v jednotce, spouštění z jednotlivých míst ručně podle potřeby. Čerstvý vzduch je při chodu odváděcího ventilátoru pro nárazové odvětrání přiváděn s výměnou maximálně h⁻¹. V rekuperačním výměníku dojde k předání tepelné energie s účinností cca 87 %.

Rozvody odpadního vzduchu jsou vedeny flexibilním potrubím s tepelnou izolací THERMOFLEX spojovaným tvarovkami, je vedeno pod stropy v podhledech a SDK zákrytech. Jako sací elementy jsou použity talířové ventily pro odtah vzduchu TROX LVS/G1. Odtahové větve od jednotlivých odvětrávaných míst, které vedou odpadní vzduch, se před vstupem do VZT jednotky spojí, odváděný vzduch předá teplo v

rekuperačním výměníku vzduchu přiváděnému, a dále pokračuje plechovým potrubím 250x80 s tepelnou izolací k výfukovému fasádnímu přechodu na fasádě objektu, kde je vyfouknut.

Větrání komerčního prostoru kadeřnictví bude řízeno regulátorem CP 08 RD ve spojení s čidlem hodnoty CO₂ pro udržení optimálního mikroklima v prostoru při hospodárném větrání.

3.3.4.2 Parametry čerstvého a odpadního vzduchu

3.3.4.2.1 Parametry čerstvého vzduchu (e2)

MÍSTNOST	e2 [m ³ /h]
2.04 - KADEŘNICTVÍ	2x + 130
CELKEM	+ 260

Tabulka 3.7: Parametry čerstvého vzduchu (e2).

3.3.4.2.2 Parametry odpadního vzduchu (i1)

MÍSTNOST	i1 [m ³ /h]
2.04 - KADEŘNICTVÍ	1x 140
2.07 – TOALETA ZÁKAZNÍCI	1x 40
2.08 – KOUPELNA ZAMĚSTNANCI	1x 50
2.09 - ÚKLID	2x 30
CELKEM	-260

Tabulka 3.8: Parametry odpadního vzduchu (i1).

Kondenzát z jednotky je sveden z vývodu do vtoku se zápachovou uzávěrkou (doporučujeme typ HL21,HL 136), umístěného v blízkosti jednotky. Podklady pro napojení je možné stáhnout z internetových stránek výrobce jednotky DUPLEX EC – spol. Atrea s.r.o.

3.3.5 ZAŘÍZENÍ 5 - VĚTRÁNÍ HROMADNÝCH GARÁŽÍ

3.3.5.1 Popis technického řešení

Garáže jsou větrány podtlakově radiálním ventilátorem KABB/4-4000/355. Ventilátor je umístěn mimo garážové stání v místnosti 2.26 – STROJOVNA VZT. Za ventilátorem je umístěn tlumič hluku IAA 355. Odsávaný vzduch je odváděn plechovým potrubím proměnné dimenze pod stropem garáží. Odpadní potrubí pokračuje za ventilátorem stoupacím potrubím SPIRO, které je vyvedeno do „kapličky“ na střechu 2. NP, která slouží jako parkovací plocha, a je přes protidešťovou žaluzii vyfukován do exteriéru.

Přívodní čerstvý vzduch je do garáží, v rámci 2.NP, nasáván perforovanou sekcí v garážových vratech. Do prostoru garáží v 1.NP bude čerství vzduch nasáván přes větrací šachtu vyvedenou nad terén, osazenou protidešťovou žaluzií.

Odtahový ventilátor bude vybaven regulací otáček TRN v pěti stupních výkonu v závislosti na údajích z čidla CO₂, které je použito jako indikátor znečištění a bude umístěno v blízkosti autovýtahu. Je nutné použít atestované čidlo pro měření v garážích.

3.3.5.2 Parametry čerstvého a odpadního vzduchu

Parametry odpadního vzduchu i1: 3500 m³/h

Množství vzduchu na 1 garážové stání: 90 m³/h

Výměna vzduchu: 1,0 h⁻¹

3.3.6 DOHŘEV PŘÍVODNÍHO VZDUCHU

Přívodní vzduch nebude dohříván. Tepelné ztráty větráním budou zcela kompenzovány otopnou soustavou.

3.3.7 VESTAVĚNÁ DIGITÁLNÍ REGULACE

Vzduchotechnické jednotky DUPLEX standardně obsahují vestavěný digitální modul regulace.

System je možné ovládat:

- digitální regulace RD5
- centrálním řídicím signálem 0-10 V

Regulátor RD5 umožňuje jednoduché dálkové ovládání všech provozních režimů jednotky včetně naprogramování automatického týdenního režimu.

Digitální regulační modul ve spojení s regulátorem RD5 zajišťuje následující funkce:

- řízení otáček obou ventilátoru, a to buď dle průtoku (funkce konstantní průtok) nebo podle tlaku (vstup 0-10 V)
- automatické řízení klapky by-passu podle teploty
- automatická regulace zpětného získávání chladu
- čidlo venkovní teploty
- funkce nočního chlazení
- protimrazová ochrana rekuperačního výměníku
- výstup pro ovládání uzavírací klapky na přívodu a odtahu
- řízení cirkulační klapky
- manostat přívodní filtr PFe
- manostat odvodní fltr PFi
- univerzální poplachová hlášení (výstup 24 V DC)

Regulátor RD5 bude přijímat informace z prostorového čidla CO₂, a řídit větrání pokojů pro hosty podle koncentrace CO₂.

3.3.8 PROTIHKUKOVÁ OPATŘENÍ

Instalací a provozem navrženého VZT zařízení nevznikne vyšší hladina hluku, než povolují hygienické normy. Na všech přívodních a odtahových větvích (od zdroje hluku) v jsou instalovány tlumiče hluku. Do pokojů pro hosty a ostatních obytných místností je vzduch distribuován tepelně a zvukově izolačním potrubím SONOFLEX.

Stavební akustika a pronikání akustického tlaku z vzduchotechnických zařízení do přilehlých místností je minimální a neuvažuje se.

3.3.9 PROTIPOŽÁRNÍ OPATŘENÍ

Z hlediska protipožárních úprav bude instalace provedena dle ČSN 73 0872. Jednotlivé rozvody VZT v bytových jednotkách jsou instalovány v jednom požárním úseku. Připojení odtahu sklepa a prostupy pro přívod vzduchu do kotelny prochází mezi požárními úseky otvorem do 12 000 mm², který nevyžaduje požární klapku. Větrací prostupy pro přívod vzduchu jsou opatřeny požární klapkou. Odtahové potrubí z podzemních garáží je v průchodu požárně dělicí konstrukcí opatřeno požárními klapkami. Všechny prostupy požárně dělicí konstrukcí budou dotěsněny pružným tmelem s odpovídající požární odolností. Instalací nedojde k porušení citované normy.

3.3.10 POŽADAVKY NA PROFESE

3.3.10.1 Elektro a MaR

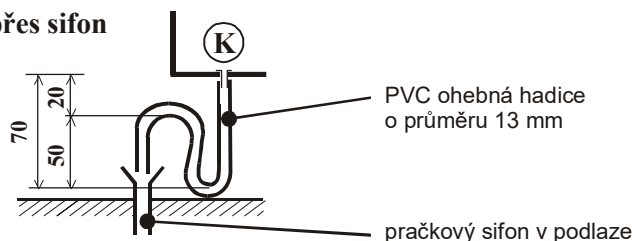
- Elektrické zapojení ventilátoru KABB/4-4000/355 viz podklady výrobce Elektrodesign. Není předmětem této projektové dokumentace VZT.
- Zapojení vzduchotechnický jednotek DUPLEX viz podklady výrobce ATREA. Není předmětem této projektové dokumentace VZT.

3.3.10.2 ZTI

- Viz samostatný podklad: Podklady pro ZTI – vývod kondenzátu a jejich provedení. Není součástí této projektové dokumentace VZT.

Detail odvodnění přes sifon

(není součástí dodávky)



Obrázek 3.1: Napojení VZT jednotky na kalizaci.

3.3.10.3 ÚT

Vzduchotechnický systém není přímo připojen na otopnou soustavu. Dohřev vzduchu není vyžadován.

3.3.11 ZÁVĚR

Po dokončení montáže celého zařízení je nezbytně nutné systém zprovoznit servisním technikem s autorizací firmy ATREA, spol. s.r.o, který zároveň nastaví požadované parametry systému a regulačních elementů. Zprovoznění systému musí být doloženo Protokolem o zaregulování a nastavení systému.

Projekt byl zpracován podle platných předpisů a ČSN za předpokladu montáže odbornými pracovníky. Případné změny nebo doplňky je třeba předem projednat a dohodnout s projektantem. Větrání je navrženo s celoročním trvalým provozem, k zajištění odpovídajícího vnitřního mikroklimatu.

ZÁVĚR

Rezultátem této bakalářské práce je návrh kompletního VZT systému pro wellness objekt, který je součástí horského hotelu v lyžařském rezortu Špindlerův Mlýn. Soustava celkem obsahuje tři velkokapacitní VZT jednotky DUPLEX, jednu „malou“ VZT jednotku a odtahový ventilátor pro garáže. Samozřejmě mnoho dalších komponent, které by byli součástí výkazu materiálu, který tato práce neobsahuje. Jednotlivá zařízení a komponenty jsou navrženy tak, aby korespondovaly s platnými hygienickými normami a vytvářely vhodné mikroklimatické prostředí v objektu. Teoretická část práce se věnuje rešerším jednotlivých přístupů při dimenzování VZT zařízení, jejich výhody a nevýhody a aplikace na tento konkrétní projekt.

Zpracování této práce mi umožnilo nahlédnout do problematiky oboru vzduchotechniky a tvorby vnitřního mikroklimatu, který je dnes velmi žádaný v kontextu snižování energetické náročnosti budov. Jsem přesvědčen, že to pro mne bude mít velký přínos ať již v budoucím studiu, tak praxi.

SEZNAM LITERATURY A PODKLADŮ

1. CHYSKÝ, Jaroslav, Karel Hemzal a kol. Větrání a klimatizace. Praha : BOLIT-B press, 1993. ISBN 80-901574-0-8.
2. SANTAMOURIS, M. a Peter WOUTERS. Building ventilation: the state of the art. London: Earthscan, 2006. ISBN 1-84407-130-8.
3. CLEMENTS-CROOME, Derek a Brian M. ROBERTS. Airconditioning and ventilation of buildings. 2nd ed. Oxford: Pergamon Press, 1981.
4. CENTNEROVÁ, Lada a Karel PAPEŽ. Technická zařízení budov 30: Vzduchotechnika. Cvičení. Praha: ČVUT, 2000. ISBN 80-01-02251-X.
5. DUFKA, Jaroslav. Větrání a klimatizace domů a bytů. 2., přeprac. vyd. Praha: Grada, 2005. Profi & hobby. ISBN 80-247-1144-3.
6. HIRŠ, Jiří a Günter GEBAUER. Vzduchotechnika v příkladech. Brno: CERM, 2006. ISBN 80-7204-486-9.
7. KHALIL, E. E. Air distribution in buildings. Boca Raton: CRC Press, c2014. Mechanical and aerospace engineering. ISBN 978-1-4665-9463-0.
8. LANGLEY, Billy C. Air conditioning and refrigeration: Troubleshooting handbook. Reston: Reston Publ., 1980.
9. DRKAL, František a Vladimír ZMRHAL. Vybrané statě z větrání a klimatizace. V Praze: České vysoké učení technické, 2018. ISBN 978-80-01-06458-0.
10. GEBAUER, Günter, Olga RUBINOVÁ a Helena HORKÁ. Vzduchotechnika. Brno: ERA, 2005. Technická knihovna. ISBN 80-7366-027-X.
11. BLASINSKI, P., RUBINA, A., 2011: Modelování fyzikálních jevů 1 – Odpar z vodní hladiny TZB-info [online]. [28.11.2011]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/8076-modelovani-fyzikalnich-jevu-1-odpar-z-vodni-hladiny>
12. SCHWARZER, J. Návrh a dimenzování VZT pro bazény I. A II. TZB-info. 2008.
13. KONTRA, J., 2012: Praktický návrh bazénové odvlhčovací jednotky KLMV – větrací TZB-info [online]. [24.04.2012]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/prumyslova-vzduchotechnika/8522-prakticky-navrh-bazenove-odvlhcovaci-jednotky-klmv-vetraci>
14. VDI 2089 Blatt 1: Technische Gebäudeausrüstung von Schwimmbädern. 2010.
15. Nařízení vlády č. 32/2016 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, ve znění pozdějších předpisů. [online]. Dostupné z <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2007-361/zneni-20181029>
16. Vyhláška č. 268/2011 Sb., kterou se mění vyhláška č. 23/2008 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb. [online]. Dostupné z <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-268>

17. Vyhláška č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů. [online]. Dostupné z <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-258>
18. Vyhláška č. 97/2014 Sb., kterou se mění vyhláška č. 238/2011 Sb. o stanovené hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch. [online]. Dostupné z <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2014-97>
19. ČSN EN 15423: 2011 Větrání budov – Protipožární opatření vzduchotechnických systémů
20. ČSN 73 0804: 2010 Požární bezpečnost staveb – Výrobní objekty
21. ČSN 73 0872: 1996 Požární bezpečnost staveb. Ochrana staveb proti šíření požáru vzduchotechnickým zařízením.
22. ČSN 73 6058: 2011 Jednotlivé, řadové a hromadné garáže
23. BLASINSKI, P., RUBINA, A., 2014: Distribuce vzduchu v bazénových halách – část 1 TZB-info [online]. [09.04.2014]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vnitri-prostredi/11319-distribuce-vzduchu-v-bazenovych-halach-cast-1>
24. ČSN 73 0548: Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů.
25. Voisin C., Sardella A., Bernard A. Riziko alergických onemocnění spojené s návštěvou bazénů s chlorovanou vodou. Hygiena 2008, 53(3): 93-101 [online]. Dostupné z: <https://apps.szu.cz/svi/hygiena/archiv/h2008-3-04-full.pdf>.
26. ADAMOVSKEJ D.: Větrání plaveckých bazénů, podklady pro cvičení, katedra technických zařízení budov, fakulta stavební ČVUT [online]. Dostupné z: http://tzb.fsv.cvut.cz/files/vyuka/tz31/zadani/tz31-u2-vetrani_bazenu.pdf
27. Projekční podklady firmy Dantherm A/S [online]. Dostupné z: https://www.dantherm.com/media/2351179/air-distribution_ceiling-ducting.png?width=459&height=310
28. Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. [online]. Dostupné z <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-272>
29. Projekční podklady společnosti Saint Gobain Construction Products a.s., Divize Isover [online]. Dostupné z <https://www.isover.cz/>
30. Projekční podklady společnosti ATREA, spol. s.r.o. [online]. Dostupné z <https://www.atrea.cz/>
31. Projekční podklady společnosti Elektrodesign ventilátory, spol. s.r.o. [online]. Dostupné z <http://www.elektrodesign.cz/>
32. NOVÝ, Richard. Hluk a chvění. Vyd. 3. Praha: České vysoké učení technické, 2009. ISBN 9788001043479;8001043479;.

33. SCHWARZER, J., 2006: Teorie vlhkého vzduchu (I) TZB-info [online]. [19.05.2006]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/teorie-a-vypocty-vetrani-klimatizace/3323-teorie-vlhkeho-vzduchu-i>
34. SCHWARZER, J., 2007: Návrh a dimenzování VZT pro bazény (I) TZB-info [online]. [02.07.2007]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/teorie-a-vypocty-vetrani-klimatizace/4218-navrh-a-dimenzovani-vzt-pro-bazeny-i>
35. Internetové stránky společnosti Ekosoftware, spol. s.r.o [online]. Dostupné z <https://www.ekosoftware.cz/zvuk-a-hluk>
36. ČSN EN 15665/Z1: 2009 Větrání budov – Stanovení výkonových kritérií pro větrací systémy obytných budov.
37. ZMRHAL V., PETLACH J., 2011: Systém větrání obytných budov TZB-info [online]. [17.10.2011]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vnitri-prostredi/11319-distribuce-vzduchu-v-bazenovych-halach-cast-1>
38. Vyhláška č. 323/2017 Sb., kterou se mění vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby ve znění vyhlášky č. 20/2012 Sb. [online]. Dostupné z <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2017-323>
39. ADAMOVSKEÝ D., 2013: Využití solárního komínu pro větrání budov [online]. [23.10.2013]. Dostupné z: https://www.google.com/url?sa=i&source=images&cd=&ved=2ahUKEwjH7Kzc1qDiAhXFZlAKHbUvCtIQjRx6BAGBEAQ&url=http%3A%2F%2Fwww.stpcr.cz%2F%3Fdownload%3D%2Fsborinhob2013%2F27_adamovsky.pdf&psig=AOvVaw3SVFocxkJKNDNpXVIVFoQ0&ust=1558117654037004
40. Internetové stránky firmy TEWIKO systems, spol. s.r.o. [online]. Dostupné z: <http://www.tewiko.cz/kominova-technika/img/ventialcne-turbiny-hybrid-graf.gif>
41. Projekční podklady společnosti TROX Austria GmbH [online]. Dostupné z: <https://www.trox.cz/>

4. SEZNAM PŘÍLOH

- 4.1 1.PP_ ODPADNÍ A ČERSTVÍ VZDUCH**
- 4.2 1.NP_ ODPADNÍ A ČERSTVÍ VZDUCH**
- 4.3 2.NP_ ODPADNÍ A ČERSTVÍ VZDUCH**
- 4.4 3.NP_ ODPADNÍ A ČERSTVÍ VZDUCH**
- 4.5 4.NP_ ODPADNÍ A ČERSTVÍ VZDUCH**
- 4.6 ŘEZY**
- 4.7 POHLEDY**
- 4.8 SCHÉMA VZT JEDNOTEK**
- 4.9 MONTÁŽNÍ DETAILY**