

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

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



ŘEŠENÍ VĚTRÁNÍ ZIMNÍHO STADIONU

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Bc. ADÉLA KOSTKOVÁ

Vedoucí diplomové práce:

doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D.

2016/2017


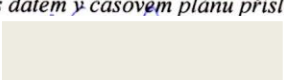


ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

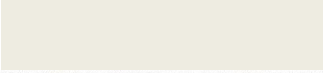
Příjmení: <u>Bc. Kostková</u>	Jméno: <u>Adéla</u>	Osobní číslo: <u>396123</u>
Zadávací katedra: <u>K125 - Katedra technických zařízení budov</u>		
Studijní program: <u>Budovy a prostředí</u>		
Studijní obor: <u>Budovy a prostředí</u>		

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: <u>Řešení větrání zimního stadionu</u>	
Název diplomové práce anglicky: <u>Ventilation system solution in ice-hockey stadium</u>	
Pokyny pro vypracování: Projekt větrání zimního stadionu. - projektová dokumentace se základními výpočty, výkresy a technickou zprávou.	
Studie na téma Vnitřní prostředí zimního stadionu.	
Seznam doporučené literatury: Gebauer, Gunter: Vzduchotechnika. Era 2007. ISBN 8073660918 Papež, Karel: Energetické a ekologické systémy budov 2 : vzduchotechnika, chlazení, elektroinstalace a osvětlení. ČVUT, Praha 2007. Daniels, Klaus: Technika budov - Příručka pro architekty a projektanty. Jaga 2003. ISBN 80-88905-60-5.	
Jméno vedoucího diplomové práce: <u>doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D.</u>	
Datum zadání diplomové práce: <u>6.10.2016</u>	Termín odevzdání diplomové práce: <u>8.1.2017</u>
	
Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové 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“.

<u>6.10.2016</u>	
Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)

SPECIFIKACE ZADÁNÍ

Jméno diplomanta: Bc. Adéla Kostková

Název diplomové práce: Řešení větrání zimního stadionu

Základní část: Projekt větrání podíl: 100 %

Formulace úkolů:

Projekt: Textová část - technická zpráva, výpočet množství vzduchu, návrh trasy soustavy rozvodů, návrh dimenzí rozvodů, základní bilanční výpočty. Výkresová část - půdorysy, nezbytné detaily, řešení technické místnosti, funkční schéma.

Studie na téma Vnitřní prostředí zimního stadionu - rozbor specifik vnitřního prostředí v prostoru zimního stadionu, způsoby řešení větrání stadionu, řešení chlazení ledové plochy.

Podpis vedoucího DP: 

Datum: 6. 10. 2016

Případné další části diplomové práce (části a jejich podíl určí vedoucí DP):

2. Část: _____ podíl: _____ %

Konzultant (jméno, katedra): _____

Formulace úkolů: _____

Podpis konzultanta: _____

Datum: _____

3. Část: _____ podíl: _____ %

Konzultant (jméno, katedra): _____

Formulace úkolů: _____

Podpis konzultanta: _____

Datum: _____

4. Část: _____ podíl: _____ %

Konzultant (jméno, katedra): _____

Formulace úkolů: _____

Podpis konzultanta: _____

Datum: _____

Prohlašuji, že jsem svoji diplomovou práci vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a podkladů.

V Praze dne 5. 1. 2017

.....
PODPIS

Poděkování

Chtěla bych poděkovat doc. Ing. Michalu Kabrhelovi, Ph.D. za pomoc při vedení mé diplomové práce, cenné rady a věcné připomínky. Mé poděkování patří též Ing. Vladimíru Brejchovi za spolupráci při získávání údajů pro projektovou část.

Anotace

Předkládaná diplomová práce se zabývá řešením větrání v objektu Horáckého zimního stadionu v Jihlavě. Práce se skládá ze tří částí. První se věnuje historickému vývoji v oblasti sportu i sportovních staveb a druhá studii na téma Vnitřní prostředí zimního stadionu. Ta je zaměřena na rozbor specifik daného prostředí, jako jsou způsoby řešení větrání objektu a chlazení ledové plochy. Hlavní součástí práce je projekt větrání zimního stadionu, který obsahuje kompletní návrh systému vzduchotechniky, jenž je vytvořen na základě výpočtu množství vzduchu.

Annotation

This thesis is active in addressing the ventilation in the object of the Horácký ice-hockey stadium in Jihlava. The work consists of three parts. The first part is devoted to historical development in the field of sports and sports buildings and the second one to a study of the topic - The indoor environment of the winter stadium. It is focused on the analysis of the environment specifics, such as ways of resolving the ventilation and cooling ice. The main part of this work is the project including the ventilation of ice-hockey stadium, which contains a proposal for a system of air conditioning , which is created on the basis of calculating the amount of air.

Klíčová slova

větrání, vzduchotechnika, zimní stadion, vnitřní prostředí, odvlhčování

Key words:

ventilation, air conditioning, ice-hockey stadium, indoor environment, dehumidification

Obsah

A. Teoretická část.....	10
A.1 Úvod.....	10
A.2 Historie sportu	11
A.2.1 Rozvoj sportu	11
A.2.2 Rozvoj zimních sportů	17
A.2.3 Sporty na ledové ploše	19
A.3 Historie a rozvoj zimních stadionů	22
A.3.1 Otevřené zimní stadiony	22
A.3.2 Kryté zimní stadiony	24
A.3.3 Víceúčelové haly	26
A.4 Současné trendy navrhování zimních stadionů.....	29
A.4.1 Konstrukce a materiály.....	29
A.4.2 Technická zařízení budov	32
A.4.3 Specifické technologie	34
A.5 Způsoby využívání ledové plochy	36
A.6 Závěr	37
B. Studie: Vnitřní prostředí zimních stadionů.....	39
B.1 Úvod.....	39
B.2 Parametry vnitřního prostředí.....	41
B.2.1 Stávající normy a předpisy.....	41
B.2.2 Požadované hodnoty	43
B.3 Specifické technologie zimních stadionů.....	45
B.3.1 Chlazení ledové plochy	45
B.3.2 Větrání zimních stadionů	51
B.4 Specifické problémy objektů s ledovou plochou.....	53

B.4.1 Popis problémů a jejich důsledky	53
B.4.2 Řešení problémů se vzdušnou vlhkostí	54
B.5 Závěr	57
C. Projektová část	59
C.1 Úvod.....	59
C.2 Historie Horáckého zimního stadionu	59
C.3 Popis stávajícího stavu.....	60
C.3.1 Provozní rozbor a dispozice objektu.....	60
C.3.2 Konstrukční systém a materiály.....	61
C.3.3 Technická zařízení budov.....	62
C.3.4 Technologie chlazení	63
C.4 Měření parametrů vnitřního prostředí.....	63
C.4.1 Průběh měření	63
C.4.2 Výsledky měření	63
C.4.3 Vyhodnocení měření	66
C.5 Návrh vzduchotechniky	66
C.5.1 Rozdělení objektu dle nároků na VZT jednotky.....	66
C.5.2 HL – větrání a klimatizace hlediště	68
C.5.3 LP – větrání a odvlhčování ledové plochy a ofukování stropu	76
C.5.4 ST – větrání šaten	83
C.5.5 RE – větrání restaurací (baru).....	86
C.5.6 OB – větrání obchodů a pronajímatelných prostor	94
C.5.7 KC – větrání kanceláří	102
C.5.8 DI – větrání dílen a přilehlých prostor	115
C.5.9 SB – větrání skyboxů.....	122
C.5.10 WC – větrání sociálních zařízení	124

C.5.11 DC – vzduchové clony	127
C.5.12 KU – větrání čajových kuchyněk	128
C.5.13 BY – větrání bytu správce	129
C.6 Závěr	131
Seznam obrázků a grafů.....	133
Seznam tabulek.....	136
Legislativa.....	138
Seznam zdrojů.....	139

A. Teoretická část

A.1 Úvod

Sport má v lidském životě nezastupitelnou roli, jelikož pohyb má významný vliv na fyzický i duševní rozvoj osobnosti. S ohledem na neustálý pokrok v technice, vědě i dalších odvětvích se v současnosti vedle mnohých kladů objevuje i jeho negativní dopad na lidský organismus, který je způsoben snižujícím se podílem fyzické aktivity při plnění pracovních povinností i domácích prací. Stále více lidí v dnešní době má tzv. sedavé zaměstnání, které je náparem pro záda, krční páteř a oči, ale především pro kardiovaskulární systém a srdce. Pohybové aktivity se tudíž stávají stále důležitější součástí vyplnění volného času. Probíhající trend se nese ve zvyšování počtu zaměstnanců v nevýrobních sférách, což znamená stále vyšší počet civilizačních chorob, mezi které patří již zmiňované poruchy kardiovaskulárního systému a srdce, ale i snížená odolnost organismu, nemoci dýchací soustavy, snižování svalové hmoty a vyšší riziko obezity spojené s jejími zdravotními důsledky.

Pozitivní stránkou vědecko-technického rozvoje je zvyšování množství volného času pro pracující obyvatelstvo, jež je spojeno se snížením pracovní doby. V minulosti můžeme vidět i povinných 65-75 odpracovaných hodin týdně, tento údaj se vztahuje zhruba k období 18. a 19. století. Do začátku 20. století probíhalo neustálé zkracování pracovní doby. Nakonec se její délka uzákonila na 8 hodin denně, což platí až do současnosti. V dnešní době má pracující člověk průměrně 124 dní z roku volno (počítány jsou volné víkendy a zákoníkem práce §212-215 stanovené čtyři týdnu dovolené). Dnes nemůže žádná společnost stanovovat náplň využívání volného času. Její působení je nepřímé, takže může pouze vytvářet příležitosti pro vhodné aktivity a maximální uspokojení obyvatel [1].

Výchova člověka v oblasti sportu začíná již od nejútlejšího věku, kdy je nejvýznamnější vliv rodiny. Ve školním věku přebírá část pohybové aktivity školní výuka při hodinách tělesné výchovy. Touto cestou lze nepřímo ovlivnit a organizovat i využívání volného času prostřednictvím nabídky sportovních kroužků. Při sportování se nerozvíjí

pouze fyzická zdatnost jedince, ale i jeho duševní stav. Sport nepřináší dětem jenom radost z pohybu, ale při správném vedení tělesné výchovy můžeme snížit negativní dopady hypokinézy, povzbudit smysl pro kolektivismus spojený i s charakterovými vlastnostmi jedince a celkově mít kladný vliv na psychiku člověka. Proto je důležité pokrýt potřeby jak výkonnostního sportu, tak i rekreačního pro všechny věkové kategorie obyvatelstva.

Moderní sportovní stavby by měly splňovat vysoké nároky na estetické, funkční, technické a provozní požadavky. Současně by měly objekty plnit hygienické a bezpečnostní předpisy. Při projektování tohoto typu staveb je třeba brát ohledy na provozní i investiční náklady budovy, které je třeba optimalizovat. Ideální by bylo plánovat výstavbu sportovních objektů se stejnými nároky na kvalitu i kvantitu jako projekty bytových, administrativních či průmyslových budov [1].

A.2 Historie sportu

A.2.1 Rozvoj sportu

Sport se začal rozvíjet současně s vývojem jednotlivých starověkých civilizací. Na každém kontinentu i v každé kultuře se tělesný pohyb vyvíjel jiným způsobem, a proto mají jednotlivé sporty zakořeněnou tradici na různých místech světa. Podle archeologických výzkumů tvořila tělesná výchova součást harmonické výchovy v protoindické kultuře již v letech 2300-1600 př. n. l. Hlavní fyzickou aktivitou bylo cvičení jógy, která si získává značnou popularitu i dnes a to na všech kontinentech.

Značné množství sportovních disciplín vzniklo na základě činností potřebných k přežití, převážně šlo o činnosti spojené s lovem a obranou. Vyrábělo se i mnoho speciálních předmětů, jež byly k těmto pohybovým aktivitám nezbytné (např. kopí, luky, praky, koule, ...). Jedním z důkazů potvrzujících tato fakta jsou malby v jeskyních a na skalách, které jsou k vidění takřka po celém světě. Liší se detaily v motivu znázorňující způsob lovu jednotlivých kultur – ve Francii a Španělsku jsou to lovci s luky a oštěpy, ve Skandinávii se objevují lovci na lyžích a na ostrovech v Polynésii lovci na člunech. Jeskynní malby se nachází i na ostatních kontinentech, známá jsou i naleziště v Austrálii, Asii nebo Spojených státech amerických.

Ve starověkých kulturách se na shánění potravy a obranu specializovali především

muži. V těchto společnostech byly přísně odlišené ženské a mužské role, jakožto jejich povinnosti vůči skupině. Rozdělení práce podle pohlaví i podle věku se zrcadlí ve fyzické kondici jednotlivých členů společenstva.

V průběhu let se začaly měřit rozdíly v individuálních výkonech, což se může považovat za počátek provozování sportu za účelem zábavy a zisku lepšího postavení ve společnosti. Postavení mužů se hodnotilo podle splnění pevně stanovených limitů na výkony v běhu, házení na cíl apod. Těmto iniciačním rituálům, které se dají označit za prověrku síly a odvahy jednotlivce, předcházely dlouhé přípravy ovlivněné i probíhajícími spory o území a moc. Ty daly základ vzniku bojových soutěžních her. Stejně tak postupný přechod k zemědělskému způsobu života spojený s domestikací a zkracení divokých zvířat umožnil vznik dalšího sportovního odvětví. Tím je jízda na zkracených koních a velbloudech nebo jízda na zvířatech nezkracených tzv. rodeo, populární dodnes převážně v USA. Za nejlepší jezdce se považovali Peršané, kteří jako první hráli i jezdecké pólo. Jejich jezdecké umění převzali i starověcí Řekové.

Jednou z nejstarších světových kultur je kultura čínská. V Číně vytvořili tamní mniši základy zápasnických technik, ze kterých se postupem doby vyvinula bojová umění jiu-jitsu a karate. Vliv této kultury je dobře patrný na vývoji pohybové výchovy v blízkém Japonsku, kde vznikly sporty jako sumo, judo, atd.

Na rozvoji sportu v Evropě měla největší podíl tělesná výchova v antickém Řecku, vycházející z pohybové kultury na ostrově Kréta (1500 př. n. l.). Tělesná výchova v Řecku se dala rozdělit podle dvou nejznámějších otrokářských států. První z nich je výchova spartská, která se zaměřovala už od brzkého věku dítěte na jeho připravenost pro boj. Její praktiky byly tvrdé až surové a z tělesné výchovy nebyly vyloučeny ani ženy. Veškeré vzdělávání mládeže spočívalo právě na pohybových aktivitách a vědomostní složka byla téměř vyloučena – děti se naučili pouze základy psaní a čtení.

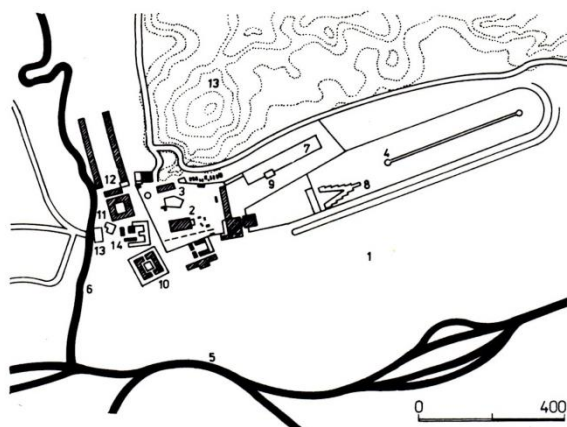
Na rozdíl od Sparty byla výchova mládeže v Aténách více komplexní. Byla zde v rovnováze zastoupena jak tělesná, tak i vědomostní a estetická část. Pro vyučování byly nejvýznamnějšími stavbami gymnázia, kde se nejdříve učily pouze pohybové činnosti a později byly přidány další složky vzdělávání. Sportovci cvičili bez oděvu, což vyplývá i ze samotné podstaty slova gymnasium (gymnos = nahý). Své vlastní názory na vliv tělesné výchovy na vzdělávání mládeže a občanů státu sepsali ve svých dílech i ti nejmocnější řečtí

filozofové, politici a lékaři. Např. Platón věřil v harmonii tělesné a duševní složky osobnosti a Sokrates byl zastáncem názoru, že občané mají povinnost se udržovat v dobré tělesné kondici, aby v případě potřeby mohli pomoci bránit svůj stát. V obou hlavních řeckých státech byly vydány vyhlášky a zákony, které upravovaly detaily týkající se povinnosti všech svobodných Řeků vzdělávat se v oblasti tělesné výchovy.

Vzhledem k velkému rozvoji sportovních aktivit začaly vznikat na základě různých tradic nejrůznější slavnosti a hry, z nichž některé získaly věhlas po celém Řecku. Mezi nejvýznamnější je možno zařadit nemejské hry v Nemei pořádané na počest boha Dia, pýthické hry v Delfách na počest boha Apollóna, isthmické hry konané na korinském Isthmu na počest boha Poseidona a panaténské hry v Aténách, které byly považovány za největší aténský svátek, na počest bohyně Atény. Svou slávou se ovšem ani jedny z těchto jmenovaných slavností nedokázaly vyrovnat hrám olympijským, na kterých se pravidelně scházeli ti nejlepší sportovci z celého Řecka. Ženám byla zakázána jak účast v soutěžích, tak i v hledišti. O jejich vzniku existuje celá řada legend, z nichž můžeme stanovit jejich historický počátek na rok 776 př. n. l. Nepřetržitě trvaly až do roku 393 n. l., což znamená, že délka jejich existence byla neuvěřitelných 1169 let [1].

Olympijské hry se odehrávaly pod Kronovým vrchem v Olympii. Značnou část areálu tvořil ohrazený posvátný okrsek Altis, do kterého mohli vstoupit pouze svobodně narození Řekové. Nejstarším chrámem v okrsku je svatyně bohyně Héry, na jejímž oltáři před chrámem je každé dva roky zapalován olympijský oheň, který je následně dopravován do aktuálního dějiště letních i zimních olympijských her. V chrámu byl též uložen disk Ifitův, na kterém byla zaznamenána dohoda se spartským králem o posvátném míru v době konání her. Ústředním chrámem okrsku byl ovšem palác boha Dia, kde v průběhu her hořel olympijský oheň. Další posvátnou stavbou je Fillipeion, což je kruhový objekt vybudovaný Alexandrem Velikým pro jeho otce Filipa sloužící jako pokladnice. Původně se v altisu konaly i sportovní disciplíny, a to v archaickém stadionu, jehož název i rozměry jsou odvozeny ze základního sprinterského běhu o délce 1 stadion = 192,27 m. Posléze se začal budovat nový stadion pro 40 000 diváků. Před ním stávala stoa, která fungovala jako jakási šatna, kde si sportovci odkládali šaty, a tudíž vcházeli do stadionu již nazí. Dodnes se na místě zachovala původní startovní čára, místo pro porotu a čestný podstavec, z něhož sledovala hry jediná žena, která sem měla přístup – kněžka bohyně

Demeter, a další sportoviště hyppodrom určený pro závody koňských spřežení. Ve světské části okrsku se nacházel prytaneion sloužící jako ubytovna a stravovna pro sportovce, dále gymnasium (trénink disciplín náročnějších na prostor – běh, hod oštěpem), palaistra (disciplíny s menšími prostorovými nároky – zápasy) a Leonidaion, které sloužilo jako luxusní ubytovna pro nejváženější hosty. Tento komplex se stal vzorem pro další starověké stadiony v Řecku [2].

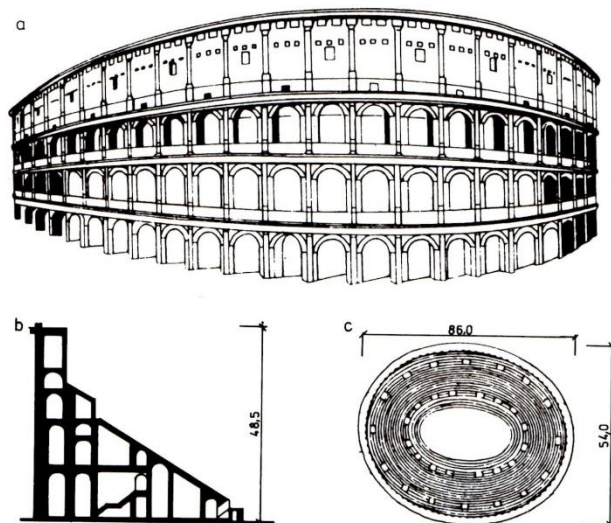


Obr. 1.1. Olympia s okolím
 1 — Olympia, 2 — altis, 3 — chrám Héry, 4 — hipodrom, 5 — Alpheus, 6 — Cladeus,
 7 — štadión, 8 — startovací boxy, 9 — hlavní tribúna, 10 — Leonidaion, 11 — palaestra,
 12 — gymnázion, 13 — Kronov vrch, 14 — kúpele

Obr. 01: Olympia s okolím [1]

Řecké názory na tělesnou výchovu značně ovlivnily i rozvoj pohybových aktivit v antickém Římě. Zde ovšem nebyl kladen takový důraz na rovnováhu v tělesném a duševním rozvoji jedince, ale šlo spíše o snahu vychovávat si zdatné vojáky. Gladiátorské hry, které v Římě vznikly, byly vytvořeny na základě etruského kultového zvyku, kde mezi sebou vojevůdci bojovali na život a na smrt. Gladiátoři bojovali mezi sebou anebo s dravou zvěří. Další variantou těchto surových představení bylo ztvárnění realistických námořních bitev, kde se v jednom čase objevilo i 19 000 bojovníků. V některých dobách bojovaly i ženy jako gladiátorky. Pro tyto hry se budovaly amfiteátry a cirky. Největší římský amfiteátr – koloseum byl vystavěn za vlády císaře Tita a jeho kapacita byla 80 000 diváků. Osy objektu mají délky 178,8 a 155,6 m, vnitřní rozměry arény jsou 85,8 a 53,6 m. Koloseum je tříposchodové, má 80 vchodů a dokonalý systém chodeb umožňující velmi rychlé vyprázdnění tribun. I tato aréna byla postavena tak, aby se mohla naplnit vodou pro realizaci námořních bitev. Dalším známým typem staveb podporujících pohybovou aktivitu římských občanů byly lázně. Byly velmi oblíbené nejspíše i pro nízkou cenu

vstupného a vysokou dostupnost. Za vlády císaře Konstantina jich v Římě bylo 867. Nejznámější byly Caracallový a Diocletianovy lázně, které byly největší, a najednou se zde mohlo koupat až 3 000 návštěvníků. V těchto zařízeních obecně nešlo pouze o rekreaci v teplých a studených bazénech, ale dalo se zde věnovat i jiným pohybovým hrám a zábavám. Římané je považovali za střediska společenského života s vhodnými příležitostmi k zaplnění volného času.



Obr. 1.8. Koloseum v Římě
a — panoramatický pohľad, b — rez, c — pôdorys

Obr. 02: Římské koloseum [1]

Po pádu Římské říše začala v Evropě nová éra středověku. Toto období je značně ovlivněno křesťanskou ideologií, která všechno tělesné označuje za hříšné. Proto nelze toto období označit za šťastné, co se rozvoje tělesné výchovy týče. Veškerá tělesná aktivita byla soustředěna pouze na výcvik vojenských sil. Prostí lidé se v pohybu zdokonalovali tancem, lidovými hrami a cvičením obratnosti. Roku 394 došlo k zákazu olympijských her a od tohoto data nevznikly žádné nové a významné sportovní stavby.

Ke zlepšení situace došlo v období renesance, kde tělesnou výchovu hojně propagoval významný humanista J. A. Komenský, který ji označil za nedílnou součást harmonické výuky, a zasazoval se o pěstování pohybu u dětí od nejútlejšího věku.

Vhodné podmínky pro rozvoj tělesné výchovy vytvořila kapitalistická společnost na přelomu 18. a 19. století. Začaly se znovu objevovat názory označující pohybovou aktivitu za přínosnou pro lidský organismus. Největší rozvoj nastal v Anglii, Švédsku a Německu. V těchto státech se na otevřených prostranstvích začaly budovat nová sportoviště a kryté

haly, které měly specifické vlastnosti odvíjející se od jednotlivých typů sportu. Zpočátku vznikaly tyto předchůdci dnešních tělocvičen neplánovitě a nevytvářely významné městské body, to vše se změnilo při obnovení tradice olympijských her v roce 1896 na podnět francouzského pacifisty Pierra de Coubertina. První novodobé hry se konaly v Aténách a od té doby se každé čtyři roky pořádají v jiné zemi. Všechny olympijské komplexy představují vrchol architektonické a konstrukční tvorby dané obdobím jejich vzniku.

V kapitalistické společnosti souvisí rozvoj tělesné výchovy s vývojem společenských tříd i národním uvědoměním. To podnítilo rozvoj sportu i u nás. V roce 1862 byla založena Tělocvičná jednota pražská – Sokol, jejím zakladatelem byl dr. Miroslav Tyrš, který byl velkým propagátorem tělesného rozvoje i u žen. Od roku 1868 se stala tělesná výchova povinnou součástí školní docházky v rozsahu 2 hodin týdně. Povinná tělesná výchova na gymnáziích se zavedla až později. Slavnost Sokola Pražského konaná v roce 1882 na Střeleckém ostrově bývá označována za I. všesokolský slet. Tyto slavnosti byly v nepravidelných intervalech pořádány až do roku 1948. Na podnět katolické církve byla založena tělovýchovná organizace Orel (1902-1909). K největšímu rozmachu sportovních odvětví došlo až po vzniku Československé republiky, kdy nastal největší rozvoj sokolského hnutí v Čechách i na Slovensku. V tomto období se v rámci sokolských jednot rozvíjela i ženská tělesná výchova, která časem získala i vlastní samosprávu. K dalšímu hromadnému veřejnému tělocvičnému vystoupení došlo v roce 1927, jež se konalo pod záštitou Federace dělnických tělovýchovných jednot v Praze na Maninách a dostalo název spartakiáda. První celostátní československá spartakiáda proběhla až v roce 1955.

Rozvoj tělovýchovného hnutí souvisí s výstavbou nových objektů určených pro kulturu a zábavu. Po první světové válce se tělesná výchova začíná rozdělovat podle specializací a vznikají jednotlivé kluby (fotbalový, tenisový, ...). To ovlivnilo podobu sportovních staveb z tohoto období, jelikož začínají vznikat monofunkční objekty určené pouze k danému typu sportu. Bleskový vývoj tělovýchovy u nás zbrzdila 2. světová válka, a proto pokračoval až po roce 1945.

Vzhledem ke změnám ve společnosti způsobených válkou bylo nutné přebudovat i tělovýchovnou soustavu. Došlo ke sjednocení všech tělovýchovných organizací a byl

schválen zákon o organizaci tělesné výchovy. Budování zařízení pro sport a rekreaci zaznamenalo druhou vlnu rychlého rozvoje. Stavělo se množství krytých bazénů, otevřených koupališť, tělocvičen a sportovních hal, otevřených i krytých ledových ploch. S rozmachem vrcholového sportu souvisí i prudký nárůst rekreačních sportovců, jejichž nároky bylo třeba také uspokojit. Vzhledem k vysokému zájmu o některé sporty, k jejichž provozování je zapotřebí specifické prostředí, dochází v podstatě až do současnosti k budování nových bazénových hal, tělocvičen i zimních stadionů [1].

A.2.2 Rozvoj zimních sportů

Původ většiny zimních sportů je, stejně jako u sportů letních, úplně jiný než zábava a způsob využití volného času. Hlavním důvodem jejich předchůdců byla snaha o přežití v krajinách s celoročním výskytem sněhu nebo pouze v zimních měsících.

Nejstarší dochované zmínky jsou o používání sněžnic a dřevěných prken uvázaných na nohu - malby z ostrova Rödöy v Norsku již z období 4000 př. n. l., z východního pobřeží Ladožského jezera a ze západního pobřeží Bílého moře, které se datují kolem roku 500 př. n. l. K dispozici jsou i archeologické nálezy lyží zdobené rytinami zvířat, z čehož je usuzováno, že byly používány převážně pro lov. Dalším účelem vytváření podobných vynálezů bylo překonávání velké vzdálenosti v zasněženém terénu a při bojových výpadech. V Evropě máme zdaleka nejvíce doložených informací o vývoji lyžování ze Skandinávských zemí, do okolních krajů informace o tomto způsobu dopravy pronikaly jen v minimální míře, sporé zmínky jsou v Anglii a Slovinsku. Teprve proslulý přejezd Nora Fridtjofa Nansena přes Grónsko v roce 1888 upoutal pozornost na „tajemná prkénka“. Největší zájem o ně se objevil po vydání zprávy o této výpravě a jejím následném překladu do němčiny. Norsko, rodná země Nansena, je považována za kolébkou lyžování. Došlo zde k dalšímu průlomu, kterým byl vynález speciálního telemarkového vázání a vykrojení lyží umožňující zatáčet [3]. Sjezdové lyžování je mladší a vzniklo jako druh zábavy. Nejvýznamnějším střediskem lyžování v Evropě se staly Alpy, jež byly do té doby vyhledávány převážně horolezci. Bylo vytvořeno několik samostatných škol, které měly vlastní techniky pro sjezd na lyžích, a podle jejich kvalit se umísťovali jezdci při prvních závodech. V roce 1924 vznikla Mezinárodní lyžařská federace, v tomtéž roce se na ZOH objevuje běh na lyžích a v roce 1936 i sjezdové lyžování. Od roku 1967 je pořádán každoroční Světový pohár v alpském lyžování [4].

Základní rozdělení lyžování je na alpské a severské. Mezi disciplíny alpského lyžování se řadí sjezd a slalom v různých variantách. Do severského lyžování patří běh a skoky na lyžích i jejich kombinace. Do této kategorie je možno zařadit alternativní způsob běhu na lyžích ve vysokohorském terénu známý jako skialpinismus. Moderní kategorií je akrobatické lyžování, při němž závodník předvádí nejrůznější salta a vruty při skocích nebo v U-rampě, při jízdě v boulicích, nebo soupeří s dalšími lyžaři na trati skikrosu. Samostatně organizovaným odvětvím je kombinace běhu na lyžích a střelby, známé jako biatlon. V minulosti byly prováděny nejrůznější pokusy o spojení lyží s nějakou hnací silou. V kombinaci s plachtou se dosahovalo rychlosti až 90 km/hod, ale větší popularitu si získal ski-jöring, kdy se lyžař nechal táhnout koněm. V dnešní době se závody ve ski-jöringu stále pořádají, ale koně vystřídal motocykl [4]. V současnosti se velké oblibě těší i snowboard, který byl vyvinut ze snurfu (široké dřevěné prkno s provázkem na špici, kterého se jezdec držel) na přelomu 60. a 70. let Tomem Simsem a Jakem Burtonem [5].

Další oblíbenou zimní aktivitou se stalo bobování a sáňkování. Obě tato odvětví jsou si podobná a jedná se o sjezd ve speciálně upraveném bobu (podle počtu osob: 1, 2 nebo 4) nebo na saních. Obě tyto disciplíny jsou již řadu let na programu ZOH. Využívání saní bylo pro potěchu návštěvníků na trase z přechodu Okraj do Konwar ke konci napoleonské éry, ale po dlouhou dobu zůstávalo krajovou zvláštností pro tamější elitu. Běžně se uvádí, že s využíváním přepravních saní pro turistické účely začal Stephan Hübner, který do svého hostince tímto způsobem přepravoval zákazníky. Pozvolna si tato zábava začala získávat oblibu. Rozvíjela se jako krkonošské specifikum, ale stala se i nejoblíbenější formou zimní aktivity v Sudetech. Na přelomu 19. a 20. století přichází móda novodobých saní z Alp. Je to vhodná zábava jak pro děti, tak i pro dospělé. Vznikaly dlouhé trasy, které umožňovaly pohyb v zasněžené krajině a pasivní pozorování světa [4].

Vývoj sportů, pro jejichž provozování je zapotřebí ledová plocha, bude blíže popsán v následující kapitole.

Nejdůležitějším měřením sil mezi jednotlivými sportovci v různých disciplínám jsou Zimní olympijské hry, které se konají pravidelně jednou za čtyři roky. V roce 1924 se ve francouzském Chamonix konal „Týden zimních sportů“ jako součást letních olympijských her. Další rok byl tento týden zpětně nazván jako I. zimní olympijské hry. Od té doby se zimní olympiáda konala téměř nepřetržitě až do roku 1992 (ZOH se nekonaly v roce 1940

a 1944 kvůli 2. světové válce) vždy ve stejný rok jako olympiáda letní. Olympijský výbor ale rozhodl, že se ZOH posunou o dva roky, proto se následující zimní olympijské hry konaly už v roce 1994 a pravidelný interval čtyř let opět platí až dodnes [6].

A.2.3 Sporty na ledové ploše

Jako u ostatních sportů ani pohybové aktivity na ledové ploše nevznikly pro zábavu. Jejich vznik byl podnícen potřebou překonat velké zamrzlé plochy v severských oblastech kvůli přežití. Ledová plocha se dala prostě přejít, ale lidé začaly vymýšlet jednodušší a hlavně rychlejší způsob přepravy.

O tom, kdy přesně se lidé začali po ledové ploše pohybovat rychle a lehce pomocí bruslí, není žádný přesný důkaz. Nejpravděpodobnější využití bylo přímo při lovu nebo při dlouhých cestách za zvěří. Úlovek pro ně znamenal přežití. Ze zvířat měli maso a kožešinu, ale i kosti, které právě používali pro výrobu různých nástrojů a časem i pro výrobu kostěných bruslí. Toto tvrzení podpírají četné nálezy ve Skandinávii, Anglii, Rusku i na našem území. Technika bruslení spočívala v klouzání po ledě, kdy se bruslař odrážel jednou nebo dvěma holemi. Velký zlom nastal ve 4. a 3. století př. n. l., kdy se v oblasti Irska, Francie, Švýcarska, Německa i Čech usídlily kmeny Keltů. Keltové byli mistři ve zpracování železa, díky čemuž započali novou éru ve vývoji bruslení. Začali vyrábět železné brusle, které umožňovaly rychlejší pohyb po ledě. Šlo o železné pásky zasazené do dřevěné destičky, nejstarší nalezené brusle tohoto typu jsou umístěny v budapeštském muzeu a jejich stáří je odhadováno na 2 000 let [7].

Další hmatatelné zmínky o bruslení pochází ze 13. století, kdy holanďtí malíři zachytili na plátnech bruslaře pohybující se po zamrzlých kanálech v různých pozicích, které se považují za první krasobruslařské prvky. V našich zemích patřilo bruslení také k oblíbeným zábavám, ale železné brusle si mohla dovolit pouze vrstva šlechticů, takže chudý venkovský lid používal stále brusle kostěné. Bruslení se těšilo i nadále velké oblibě, např. císař Rudolf II. uspořádal na svém dvoře velký karneval na ledě, na kterém nešlo o žádné sportovní výkony, ale pouze o společenskou událost. Stejně popularity dosahovalo bruslení i na francouzském královském dvoře, kde se provozovalo především na zamrzlých jezírcích v zámecké zahradě ve Versailles. Velkými zastánci v Německu byli F. Schiller, J. W. Goethe a F. G. Klopstock. Ne všichni byli ovšem tímto sportem uchvázeni. Našli se i odpůrci, mezi které patřil i jinak velký propagátor tělesné výchovy J. A. Komenský,

kterému se bruslení, stejně jako plavání, zdálo životu nebezpečné a nedůstojné. Ale rozvoj nezastavili, takže v 18. století v Nizozemí začali s pořádáním prvních závodů na zamrzlé vodní ploše v průplavu. Zde je nepřehlédnutelná spojitost se současnou kvalitou nizozemských rychlobruslařů. Z tohoto důvodu je možné označovat rychlobruslení jako první soutěžní disciplínu na bruslích.

Moderní bruslení vzniklo díky Američanu Jacksonu Hainesovi, který byl povoláním tanečník a jehož koníčkem se stalo bruslení. Postupně se snažil obě své radosti spojit a začal provozovat tanec na ledě. Jeho exhibiční vystoupení po evropských městech všechny diváky naprosto očarovala a byla označována za vzor elegance a ladnosti. Haines neustále vylepšoval jednotlivé figury a vytvářel další. Po jeho vzoru rozvíjeli bruslařské umění jeho studenti a vznikla první pravidla, která později převzala i Mezinárodní bruslařská unie a jejichž hlavní body platí dodnes. Velkým milníkem v oblasti krasobruslení se stal počátek 20. století, kdy Švéd Ulrich Salchow začal používat nové brusle se zoubky umožňující lepší odrazy při bruslení a hlavně odrazy do skoků. Jeho nejvýraznější úspěch byl v roce 1909, kdy předvedl skok s obratem o 180°. Provedení tohoto skoku je dodnes jedním ze základních prvků krasobruslení. Bruslení se velmi rychle šířilo i u nás a Pražané s velkou oblibou využívali prostor zamrzlé Vltavy. Zde má na rozvoji krasobruslení velký vliv propagátor sportu v Čechách dr. Josef Rössler–Ořovský. V roce 1889 založil v Praze proslulý Bruslařský závodní klub. Velký zlom v krasobruslení u nás způsobil otevření prvního umělého kluziště v Praze na Štvanici v roce 1931, jelikož umožňovalo pravidelné tréninky na ledě s odpovídající kvalitou po delší dobu v roce [8].

Jednou z nejoblíbenějších kolektivních her na severní polokouli je hokej. Jeho historie sahá až hluboko do minulosti a je rozpoznatelná v různých hrách se zahnutými hokejkami a míčky. Ve starověkých Aténách vznikl reliéf vyobrazující hru chlapců s míčky a holemi, jehož stáří je odhadováno na rok 480 př. n. l. V této době šlo vždy pouze o obdobu pozemního hokeje. Až v 16. století vznikly obrazy od vlámských malířů zachycující muže s hokejkou na ledě. Podobné doklady existují i v dalších částech Evropy. První zmínky o předchůdci hokeje v Evropě pochází z roku 1600 a jde o hru nazývanou „hurley“, která měla značnou oblibu převážně v Irsku. Byla to v podstatě kombinace golfu s hokejem. Kolem roku 1770 se tato hra díky přistěhovalcům dostala až do Severní Ameriky, přesněji řečeno do Nového Skotska v Kanadě. Odsud se v 19. století rozšířila i do

Bostonu, což vede k první zmínce o hokeji v USA. V Kanadě se hokej stal velmi oblíbeným a za jeho kolébku je považováno kanadské město Halifax, protože podle historiků se právě zde začal hokej v dnešní podobě hrát. Ve hře došlo v průběhu let k mnoha změnám, jež se týkaly puku, sítě v bránách, tvaru a velikosti hřiště, hokejek, bruslí, ... Např. sítě do branek byly dány až po nešťastné střele Francise Nelsona, která proletěla bránou a zasáhla do obličeje diváka na tribuně. Již v roce 1917 byla na severoamerickém kontinentu založena National Hockey League (NHL), která je nejprestižnější hokejovou ligou na světě až do současnosti. Mistrovství světa v hokeji se poprvé konalo v roce 1920 v rámci olympijských her. Od založení ZOH v roce 1924 se lední hokej stal jejich nedílnou součástí. V roce 2008 byla založena druhá nejlepší hokejová liga na světě – Kontinentální hokejová liga (KHL) pro týmy převážně z Východní Evropy a Severní Asie [9].

V Čechách byl nadšeným zastáncem tohoto sportu Emil Procházka, který se zasadil o vytvoření Českého Svazu Hockeyového v roce 1908. Hokej se stal oživením sportovního života v Praze již na přelomu století, ale nehrál se podle oficiálních pravidel. Teprve na počátku 20. století začalo pět družstev v Praze hrát pravidelně a podle regulí. V lednu 1909 se český výběr o 7 hráčích - ve složení Gruss, Vindyš, Malý, Hammer, J. Fleischmann, Jarkovský a Palouš, účastnil hokejového turnaje v Chamonix. I když zde všechnu utkání prohrál, po návratu do vlasti se jeho členové stali středem zájmu veřejnosti. Po této akci v Kanadě se uspořádalo I. Mistrovství Čech a v roce 1910 se též hrálo poprvé mistrovství Evropy. Češi se šampionátu zúčastnili až o rok později a celý turnaj ovládli. V průběhu let český potažmo československý výběr vyhrál několik mezinárodních turnajů a zdatně konkuroval světovým gigantům. V některých dobách 20. století se hokej stal více než sportem, kdy zápasy proti Sovětskému svazu sledovala s napětím většina národa. Změny v politické situaci zapříčinily odchod hráčů do zahraničí, z nichž někteří tam zanechaly nesmazatelnou stopu. Hokej se u nás stal jedním z nejpopulárnějších sportů, proto dodnes dochází ke stavbě nových zimních stadionů, které nyní nalezneme i v menších městech. Hokejové soutěže mají několik úrovní podle kvality a prestiže soutěže [10].

Poslední hrou na ledové ploše, která je známá po celém světě, je curling. K provozování tohoto sportu nejsou oproti těm předchozím za potřebí brusle, ale pouze speciální boty, curlingové kameny a koště. Jeho kořeny sahají do Skotska do 16. století. I když první curlingová organizace vznikla až v roce 1838 v Edinburghu. Na mezinárodní

půdu se tato hra dostala až v roce 1986, kdy vznikla mezinárodní curlingová federace (ICF), která předcházela dnešní World Curling Federation (WCF). Do Severní Ameriky se curling dostal díky přistěhovalcům. Stal se zde velmi oblíbeným a Kanada je dodnes curlingovou velmocí. Na olympijských hrách se tento sport objevil už v letech 1924 a 1928, ale pak se z programu olympiády vytratil a znovu se vrátil až v japonském Naganu roku 1998 [11].

A.3 Historie a rozvoj zimních stadionů

A.3.1 Otevřené zimní stadiony

Nekryté umělé ledové plochy byly první, které se u nás začaly budovat. Je to logické, neboť jejich realizace není tak obtížná a finančně nákladná. I dnes je v řadě případů umělé kluziště budováno jako otevřené, většinou ovšem v menších městech. Led je vyráběn pomocí chladicího zařízení, takže tím snižujeme závislost na počasí. Ale některá kluziště chladicím zařízením vybavena nebyla a led byl přírodní, proto bylo nutné spoléhat se pouze na příznivé počasí. Takové typy jsou dnes k vidění spíše na vesnicích, kde se v zimním období postaví mantinely a napustí voda, která při teplotách pod bodem mrazu vytvoří kluziště. U nekrytého zimního stadionu se nachází potřebné zázemí pro hráče a tribuny pro diváky v těsné blízkosti plochy. Je tu ale patrný velký diskomfort spojený s venkovní teplotou a nepředvídatelností počasí.

Nejstarší zimní stadion v České republice byl rovněž vybudován jako otevřený. Šlo o zimní stadion Štvanice v Praze. Výstavbě předcházelo množství událostí odehrávajících se na ostrově. Kvůli plánované stavbě mostu muselo město ostrov odkoupit od rodiny Židlických. Poté byl vybudován most spojující oba břehy Vltavy. Již v druhé polovině 19. století byl ostrov oblíbeným rekreačním místem Pražanů, nacházely se zde lázně, restaurace, letní aréna a později i tenisové kurty. Proto, když se začalo uvažovat o stavbě kluziště s umělým ledem, byla vybrána Štvanice. Projektantem objektu se stal akademický architekt Josef Fuchs, jeden z autorů Veletržního paláce. Stavba započala v roce 1930. Pro vytvoření umělého ledu bylo zapotřebí chladicího zařízení, jež vyrobily Brněnské strojovny podle patentu profesora Schmidta z Vídně. Toto zařízení bylo schopno v čase dvě hodiny vytvořit vrstvu ledu o tloušťce čtyři centimetry. První hokejové utkání se zde konalo ještě před samotným otevřením, a to dne 17. 1. 1931, kdy se proti sobě postavily týmy LTC klub

Praha a Manitoba Kanada. Oficiální otevření proběhlo až 6. 11. 1932. Stadion byl pojat velmi velkoryse, plocha kluziště byla rozdělena na dvě části – tradiční plocha hokejového hřiště a menší plocha pro volné bruslení. Ke stadionu přiléhala kavárna, ze dvou stran kryté ochozy a z jedné strany lehká pojízdná tribuna pro 850 diváků. V průběhu let se zde konaly čtyři mistrovství světa a Štvanice se stala tréninkovou základnou většiny hokejistů i krasobruslařů. K zastření objektu došlo až v roce 1956 [12]. Poté stadion procházel krizí, kdy konstrukce začaly pomalu chátrat, a město přestalo vkládat finanční prostředky na opravy. O obnovu se pokoušela soukromá firma, která stadion odkoupila, ale i přes nákladnou rekonstrukci byl tento z nařízení Magistrátu hlavního města Prahy v červnu 2011 zbourán [13].



Obr. 03: Zimní stadion Štvanice [14]

Druhá umělá ledová plocha vytvořená v bývalém Československu je v Bratislavě. Její historie začala vznikat již v roce 1871, kdy zde byla otevřena nejstarší stříkaná ledová plocha, která měla všechny nevýhody přírodního ledu. Objevilo se hned několik impulsů na výstavbu umělého kluziště. Mezi ně je možné zařadit žádosti obyvatel města, jež si bruslení velmi oblíbili, nebo i zrušení plánovaného zápasu s Massachusetts Rangers kvůli nepřízní počasí. Stavba nového kluziště započala v říjnu roku 1939 a pod vedením architekta J. Kordy byla dokončena v prosinci 1940. Stadion byl skromnější než v Praze, sektor pro diváky byl velmi omezený – stáli většinou kolem mantinelů nebo na malé tribuně s kapacitou 300 diváků. Šatny pro sportovce byly společné se sousedním koupalištěm. Teprve v letech 1948-1949 byly dostavěny betonové tribuny kolem ledové plochy, takže nová kapacita stadionu byla kolem 11 000 diváků. V roce 1958 byl učiněn další důležitý krok, čímž bylo zastřešení z důvodu konání mistrovství Evropy v krasobruslení. Stadion Ondreja Nepelu je po několika rozsáhlých rekonstrukcích, při

kterých došlo k opravě střechy, hlediště, zázemí pro sportovce i diváky a technologií, stále v provozu a řadí se mezi nejlepší na Slovensku [15].

Za zmínku stojí ještě v současnosti nejstarší fungující stadion v České republice, kterým je aréna v Českých Budějovicích. Po Praze a Bratislavě byly Budějovice třetím městem v Československu, kde byla vybudována umělá ledová plocha [16]. Původní nekrytý areál byl dokončen v roce 1946, zastřešení se dočkal v roce 1967. Roku 1979 došlo k rozsáhlé rekonstrukci, při níž byla přistavěna druhá ledová plocha. V letech 2002-2003 proběhla kompletní rekonstrukce, od této úpravy funguje stadion bez velkých změn dodnes [17].



Obr. 04: Zimní stadion Bratislava [15]



Obr. 05: Zimní stadion České Budějovice [16]

Na těchto třech popsaných stadionech je dobře vidět již relativně dlouhou historii staveb s ledovou plochou u nás. Ve většině případů vznikaly tyto objekty na žádosti obyvatel měst, kteří si velmi oblíbili bruslení a neměli možnost jej provozovat. Průběžně docházelo k modernizaci těchto otevřených kluzišť a postupem let došlo z důvodu komfortu návštěvníků i sportovců ke stavění krytých zimních stadionů.

A.3.2 Kryté zimní stadiony

Kryté zimní stadiony u nás vznikaly ve většině případů zastřešováním původních otevřených kluzišť. Až v několika posledních desetiletích se začaly stavět kompletní zastřešené zimní stadiony. Zastřešení ledové plochy vyřešilo spousty problémů souvisejících s klimatem, ale některé nové se objevily. V uzavřeném prostoru s lidmi při pronikání venkovního vzduchu začala vzrůstat relativní vlhkost vnitřního vzduchu, poté docházelo ke kondenzaci páry, což vedlo k tvorbě mlhy nad ledem, rosení střešní konstrukce atd.

Prvním krytým stadionem v České republice se stal Zimní stadion Josefa Kotase

v Ostravě. Původní nekryté kluziště bylo slavnostně otevřeno v roce 1947, bylo postaveno jako v pořadí páté s umělou ledovou plochou v tehdejší Československu. K dostavbě střechy došlo v květnu 1955, čímž se stalo ojedinělým vzorem pro další podobné objekty u nás. Ocelovou konstrukci střechy vyrobily Vítkovické železárny Klementa Gottwalda. Na jejím vyzdvižení a usazení do výše 15 metrů spolupracovaly Hutní montáže Ostrava, kterým se tento úkol podařilo splnit za pouhých 11 minut. Střešní konstrukce byla otevíratelná, čímž se v té době stala evropským unikátem. Stadion byl aktivně využíván týmem Vítkovic do roku 1985, od uzavření v roce 1993 chátral až do roku 2003, kdy byl zbořen [18].



Obr. 06: Zimní stadion Ostrava před zastřešením [19]



Obr. 07: Zimní stadion Ostrava po zastřešení [20]

V pořadí druhým krytým stadionem na našem území se stal již zmiňovaný zimní stadion Štvanice v Praze. Po pořádání několika velkých hokejových turnajů, jakož i čtyřnásobné uskutečnění mistrovství světa, se kluziště v roce 1956 dočkalo nové střešní konstrukce [12]. Ovšem po této přestavbě v šedesátých letech přestaly jednotlivé části stadionu soužití svému účelu a stadion začal chátrat. I přes mnohé pokusy o záchranu této jedinečné (především svou historií) sportovní stavby se to nepodařilo a objekt byl v červnu 2011 zbourán [13].

Třetím krytým stadionem u nás, který dodnes stále funguje, je Zimní stadion města Opavy. Jeho realizace byla dlouho odkládána a k výstavbě nakonec došlo a slavnostní otevření se konalo až několik let po válce, a sice v listopadu 1954. Opavský stadion byl v té době teprve jedenáctým v republice. Potřebný chlad pro výrobu umělého ledu dodávaly mrazírny umístěné přes ulici. Architektonická podoba objektu se odvíjela od původního vzhledu přírodního kluziště se zázemím, které na místě do té doby stávalo. Projektu se ujali pánové Ing. Arch. Josef Krischke a Ing. Josef Havlík. Podle jejich plánu dosahuje kapacita arény 5 000 návštěvníků. Stadion se stal velmi oblíbeným místem ve městě, i

z důvodu úspěšnosti místního hokejového týmu, proto se obyvatelé velmi brzy začali dožadovat zastřešení. A dočkali se velice rychle. Na podzim roku 1956 proběhla instalace deseti mohutných ocelových nosníků tvořících základ budoucí střechy. V následujícím roce došlo na realizaci střešního pláště a následně i vyzdění a zasklení obvodových stěn. Zimní stadion je v provozu dodnes, i když se zde nyní nehrají nejvyšší hokejové soutěže jako v minulosti. Protože v průběhu posledních dvanácti let došlo k demolici pražského stadionu na Štvanici i ostravského stadionu Josefa Kotase, je opavský zimní stadion nejstarším dochovaným krytým objektem s ledovou plochou v České republice [21].

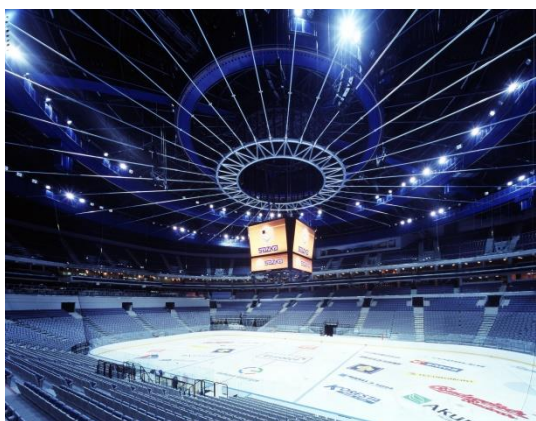
Na výše popsaných příkladech je patrné, že rekonstrukce starých zimních stadionů je velmi nákladná a ne vždy je schopná splnit všechny naše požadavky. Jak bylo psáno v úvodu kapitoly, může zastřešení objektu, který není při opravě dostatečně vybaven potřebnými technologiemi, přivést nové problémy s kondenzací vodní páry. V dnešní době je spousta takových letitých staveb spíše zbourána a postavena znovu. Proto se nyní často objevují zajímavá nová architektonická řešení tohoto typu objektů, které jsou schopny lépe splnit všechna kritéria zadavatele (kapacita, vybavenost, ...). Kromě toho ve velkých městech se již většinou ani nestaví monofunkční objekty s ledovou plochou, ale spíše víceúčelové haly, které je možno využít po celý rok a pro různé účely.

A.3.3 Víceúčelové haly

V posledních desetiletích se převážně ve velkých městech změnil trend navrhování zimních stadionů jako monofunkčních objektů. Dnes je mnohem populárnější výstavba víceúčelových hal, a to z mnoha důvodů. Víceúčelová hala se dá využívat po celý rok a hlavně pro různé účely. Arény se dokáží proměnit v koncertní sály, hokejová kluziště i hřiště pro nespočet dalších sportů. Finanční náročnost při realizaci i provozu bývá většinou vyšší, ale zase se ušetří peníze a hlavně prostor ve městě, protože již není potřebná výstavba více menších monofunkčních objektů.

Nejznámější víceúčelovou halou v České republice je pražská O2 Arena. Patří k nejmodernějším sportovním halám u nás, ale i ve světě. Před dokončením londýnské Millenium Dome O2 Areny byla považována za nejmodernější v Evropě. Autory architektonicko-urbanistického řešení jsou architekti Martin Vokatý, Vladimír Vokatý a Jiří Vít. Její stavba byla dokončena v roce 2004 a její kapacita je 11 000 až 20 000 diváků, podle účelu, kterému právě slouží. Úsměvným faktem zůstává, že aréna patří k největším

gastronomickým zařízením u nás, jelikož kapacita všech barů, restaurací a kaváren je téměř 3 000 míst. Objekt byl vytvořen z důvodu pořádání hokejového šampionátu v ČR, který se měl konat v roce 2003. Při realizaci ovšem vznikly problémy, a tak bylo pořadatelství o rok odloženo [22]. Nejunikátnější na celé budově je její střešní konstrukce navržená ve tvaru kulového vrchlíku, která svým tvarem připomíná deštník. Má průměr 135 metrů a je tvořena ocelovými vazníky, středovým tubusem a speciálními táhly. Obvodový plášť je tvořen speciálním sklem s mikroskopickými vrstvami drahých kovů. Aréna je vybavena nejmodernějšími technologiemi, které umožňují velmi rychlé změny scénáře jejího využití, jedná se zejména o pohyblivé spodní tribuny a podia, kruhové mosty ve střešním prostoru a pohyblivé lávky [23]. Hala je vybavena kvalitní vzduchotechnikou, která musí být navržena ve variantách pro různé možnosti využití, a složitým systémem ostatních profesí technického zařízení budov. Zajímavostí se může jevit několikakilometrové vedení trubek určené pro dopravu piva do všech restauračních zařízení v objektu. V hale se konají téměř všechna koncertní vystoupení známých zahraničních hudebníků, mezinárodní hokejové i tenisové turnaje a lze je upravit i pro představení freestyle motocrossu. V roce 2004 získala aréna titul Stavba roku, ale v současné době bývá kritizována za vysoké provozní náklady.



Obr. 08: O2 Arena Praha – interiér [23]



Obr. 09: O2 Arena Praha – exteriér [24]

Od roku 2007 je titulem „nejmodernější v Evropě“ označována hala Millenium Dome O2 Arena v Londýně. Tato aréna ale vznikla již mnohem dříve, o výstavbě rozhodla britská vláda již v roce 1994. Stavba byla financována z veřejných prostředků a měla posloužit k velkolepé oslavě milénia, což se také stalo a aréna byla otevřena v termínu, přesněji 1. 1. 2000. Objekt je umístěn v Greenwichi, protože na tomto místě nové tisíciletí

oficiálně začalo, jelikož leží přímo na nultém poledníku. Hala měla velké provozní náklady a problémy s programem. Byla uzavřena v období 2001-2007. Poté byla přejmenována na O2 Arenu a funguje dodnes. Londýnská hala má obrovské rozměry, její průměr je 365 metrů. Budova připomíná gigantický stan, pyšní se jedinečnou střešní konstrukcí, kterou tvoří dvanáct pětadevadesátimetrových vysokých žlutých podpěrných sloupů a sedmdesát dva kilometrů ocelových lan. Střešní plášť je vyroben z teflonu, jenž je navíc potažen tkaninou ze skleněných vláken. Jelikož je Dome obrovský skýtá v sobě nejenom krytou arénu, ale i výstavní prostory, hudební klub, kino, bary a restaurace. Hlavní náplní arény bývají koncerty a představení, ale i sportovní přenosy. V době letních olympijských her 2012 byla hala používána pro soutěže ve sportovní gymnastice a utkání v basketbalu. Nyní již po několik let hostí tenisový Turnaj mistrů [25].

Největší víceúčelovou halou v NHL je Bell Centre v kanadském Montrealu. Jeden z nejslavnějších hokejových klubů světa Montreal Canadiens hrával až donedávna ve staříčké hale Montreal Forum postavené již v roce 1924. Ta však přestala stačit požadavkům soutěže, návštěvníkům i sportovcům. Proto byla v roce 1996 postavena nová aréna s názvem Molson Centre. Až v roce 2002 byla víceúčelová hala přejmenována na Bell Centre. Jelikož je Montreal považován za hlavní město hokeje, není překvapivé, že nová hala má největší kapacitu v celé soutěži, přes 21 000 diváků. Vnější vzhled objektu není nikterak uhrančivý, připomíná spíše něco mezi továrnou, skladem nebo činžovním domem. Ovšem uvnitř skrývá špičkové vybavení. Zajímavostí je největší ukazatel skóre na světě. Všude po stěnách chodeb jsou umístěny obrazovky, které zprostředkovávají pohled na aktuální dění v hale. V hale i přes to, že je relativně nová, atmosféru umocňují vzpomínkové artefakty. V aréně visí vlajky připomínající slavné hráče i vyhrané trofeje. Zápasy v této hale se mohou pochlubit jednou z nejvyšších návštěvností. Stadion je vhodný jako všechny víceúčelové haly k vícero možnostem využití, proto se zde často konají kulturní a zábavní akce, koncerty, veletrhy i zápasy basketbalu [26].



Obr. 10: Millenium Dome Londýn [25]



Obr. 11: Bell Centre Montreal [26]

Víceúčelové haly se nacházejí po celém světě a mají široké možnosti využití. Záleží na tradici země, v které je budována, jaká bude její hlavní náplň využívání, ale je více než pravděpodobné, že nebude jediná. U projektování tohoto typu objektů je důležité klást důraz na mobilitu, která usnadňuje přetváření interiéru pro jednotlivé účely. Většinou se jedná o pohyblivé tribuny a podia, ale i podlahu. Důležitý je samozřejmě i architektonický návrh, který dokáže ze sportovní arény udělat esteticky krásný objekt, a projekty jednotlivých profesí technického zařízení budov. Zde vzniká komplikace především v návrhu vytápění a vzduchotechniky, který si musí poradit s různými požadavky za kteréhokoliv ročního období, jež jsou dány aktuálním způsobem využití. Ale to není dnes nezvládnutelné, takže pokud jsou všechny profese i součásti projektu kvalitně pracované, funguje stavba bez problémů i s relativně nízkými provozními náklady. Výstavba víceúčelových hal je dnes na vzestupu, což je způsobeno možností spojit více potřebných prostor ve městě do jednoho, čímž ušetříme finance i ceněné městské pozemky.

A.4 Současné trendy navrhování zimních stadionů

A.4.1 Konstrukce a materiály

Konstrukce a materiály používané pro stavbu zimních stadionů se mohou lišit hlavně podle lokality, velikosti objektu, jeho monofunkčnosti nebo víceúčelovosti, požadavků svazu na kvalitu hřiště a zázemí, atd. I přes to se dají nalézt společné znaky, které tyto objekty splňují [27]. Konstrukce všech velkorozponových hal můžeme rozdělit do tří skupin podle jejího převládajícího působení, jež je buď ohybové, tlakové, nebo

tahové, anebo se může vyskytovat i konstrukce se smíšeným působením (většinou kombinace ohybového s tlakovým).

První a nejzákladnější působení je ohybové – na vodorovném nosníku vzniká ohybový moment, na který je nutné celou konstrukci nadimenzovat. Na konstrukci vzniká tlačená a tažená část, její únosnost je dána součinem plochy a ramene, což znamená, že efektivnější konstrukce mají větší rameno vnitřních sil. Kvůli přenesení ohybu musí být správně navržený nosník ochráněn proti působení smykových sil. Pokud se použijí dva pásy, je nezbytné dbát na smykové spojovací prostředí. Jako spojovací prvky se nejčastěji používají hmoždíky a ozuby. Lze využít i jiný typ nosníku jako plnostěnný, příhradový nebo nosník s rámovými příčlemi. Ohýbané konstrukce se dělí podle základního uspořádání na bezvazníkové deskové systémy a vazníkové, podle charakteru namáhání vazby na plnostěnné, příhradové a s rámovými příčlemi a podle použitého materiálu. Deskové systémy se dají dále rozdělit na deskové konstrukce, prizmatické konstrukce a soustavy s plošnými nosníkovými prvky. U deskové konstrukce klesá schopnost přenášet zatížení nepřímo úměrně rozponu. Prizmatické lomenice mají únosnost vyšší, jelikož využívají účinného tvarování, které jim poskytuje velké rameno vnitřních sil, a stabilizaci tlačené části průřezu. Plošné nosníkové prvky představují konstrukční přechod mezi deskovými a vazníkovými soustavami, jedná se o spřažení desky a žeber, které je výhodné převážně pro betonové konstrukce. Vazníkové konstrukce se dělí podle počtu prvků na dvoustupňové (vazník a plošný prvek) a třístupňové (vazník, vaznice a plošný prvek), podle opěrného systému na sloupový a stěnový a podle typu vazníku. Výhodami vazníkových soustav jsou jednoduché prvky s jednoduchým stykováním a s menší citlivostí k vynuceným deformacím. Mezi negativa lze zařadit hlavně menší statickou účinnost a menší prostorovou tuhost. Při návrhu vazníku je důležité vybrat efektivní tvar nosníku, který vychází z vnějšího ohybového momentu. Hospodárnosti se dosáhne použitím tvaru odpovídajícímu průběhu ohybového namáhání. Dále je nezbytné učinit vhodná opatření zabraňující vybočení tlačných částí nosníku (ohybová tuhost pásnice, spolupůsobení s jinou pásnicí, připojení k jiné tuhé konstrukci, atd.).

Druhým typem jsou konstrukce, u nichž je převládající síla tlaková. To se vyskytuje především u rámu, lomeného rámu a oblouku, kdy je nejnütnější zachytit vodorovné síly v místě uchycení vazníku. Rozdělení rámových konstrukcí je podobné jako u vazníkových,

dělí se podle počtu prvků na dvoustupňové (rám a plochý prvek) a třístupňové (rám, vaznice a plochý prvek) a dále je možné dělení podle provedení rámu (plnostěnný, příhradový). Rámová příčle se chová jako pružně upnutý nosník, tuhost upnutí příčle závisí na tuhostech rámu a délkách příčle a stojky. Na rámové příčli vzniká ohybový moment, který je ovšem menší než u vaznicového systému, ale převládající je tlakové zatížení. Rámové soustavy jsou staticky velmi efektivní a mají vyšší příčnou tuhost, ale jsou citlivější k vynuceným deformacím a musí být zajištěné tuhé spojení v rámovém rohu. U obloukových konstrukcí může docházet k čistě tlakovému namáhání, a to za předpokladu, že bude soulad mezi výslednicovou čarou zatížení a tvarem střednice oblouku. Konstrukci je nutné stabilizovat proti vybočení v rovině oblouku i z roviny oblouku. Stabilitu lze zajistit zvýšením vlastní ohybové tuhosti tvarováním průřezu, využitím cizí ohybové tuhosti spojením s ohybově tuhým prvkem, nebo táhly. U tlačených konstrukcí je hlavním problémem zachycení vodorovných sil v patách oblouku, tuto překážku lze překonat třemi variantami opěrných systémů – uzavřený, otevřený a spojitý, a to pomocí opěrné základové konstrukce, přitížením paty oblouku nebo zachycením vodorovné síly táhlem.

Třetí skupinu tvoří konstrukce zavěšené, visuté a pneumatické, u kterých převládá převážně tahová síla, již je nutno přenést v místě uchycení ke sloupům, aby nedošlo ke zřícení. Zavěšené konstrukce se skládají ze tří základních prvků. Prvním je konstrukce opěrná, která je tlačená a je nutno ji dimenzovat na vzpěr. Její součástí je i kotvení důležité pro zachycení tahových sil v podepření. Druhá součást je systém zavěšení (svazkové nebo paralelní), u něhož tuhost podepření závisí na geometrickém uspořádání a síla na vzájemném úhlu táhla a konstrukce. Poslední částí je zavěšený prvek (nosník, rám), kdy jde o netuze podepřenou konstrukci. Visuté konstrukce působí v podstatě inverzně k obloukové konstrukci. Také zde vznikají velké horizontální síly, které je třeba zachytit, ovšem u visuté konstrukce se tyto síly objevují vysoko nad terénem. Tvar konstrukce se přizpůsobí tvaru výslednicové čáry působícího zatížení, kinematicky se deformuje, jelikož zatížení není konstantní. Mezi možnosti tvarové stabilizace patří přiměřená vlastní hmotnost, stabilizace předpjatými vlákny, ohybovou tuhostí, apod. Problém se zachycením vodorovné síly má řešení v opěrných systémech, z nichž nejefektivnější jsou uzavřené a spojitě. Poslední jsou pneumatické konstrukce, u kterých vnitřní přetlak způsobí tahové předpětí. Základními konstrukčními principy jsou pneumaticky předpjatá

nosná žebra, vnitřní přetlak v uzavřeném dvouvrstvém plášti nebo jednoplášťová nosná membrána s vnitřním přetlakem. Opět je důležité zachycení vodorovných sil, tentokrát u základové spáry, jež lze eliminovat tíhou základové konstrukce (beton, písek), aktivací tíhy zeminy (zemní kotvy, kotevní desky) nebo tíhou opěrné konstrukce (opěrné stěny, tribuny) [28].

U současných staveb zimních stadionů je možno nalézt téměř všechny popsané principy. Jde především o velikost rozponu, který je potřebný překonat, a o zvolené architektonicko-konstrukční řešení.

Mezi nejpoužívanější materiály nosných konstrukcí patří beton, ocel a dřevo. Z betonu jsou často vybudované vertikální nosné prvky (většinou sloupový, ale někdy i stěnový systém), ale vyrábí se i betonové vodorovné nosníky, rámové i obloukové konstrukce. Stejně prvky lze vyrábět i z oceli a dřeva. Velmi časté bývá i použití kombinace různých materiálů (např. betonové sloupy s ocelovými vazníky). Ale každý materiál není vhodný do každého prostředí, proto záleží na volbě projektanta, pro který se rozhodne [27].

Obvodové konstrukce jsou nejčastěji tvořeny nosnými stěnami, cihlovou vyzdívkou mezi nosnými sloupy nebo lehkým obvodovým pláštěm.

Při návrhu zimního stadionu i jiných velkorozponových objektů je velmi důležité zvolit vhodný konstrukční systém i vhodné materiály, neboť konstrukce je základní nosná kostra budovy, na které závisí celková stabilita objektu, bezpečnost uživatelů i bezproblémový provoz. Volba materiálu pro nosné i kompletační konstrukce je důležitá z hlediska komfortu uživatelů, energetické náročnosti objektu i bezchybné fungování provozu.

A.4.2 Technická zařízení budov

Předpokladem správně fungujícího objektu je dokonalý architektonicko-konstrukční návrh, ale i projekty veškerých potřených profesí technického zařízení budov. Díky nim se stane budova komfortní pro uživatele i provozovatele. Jakýkoliv špatný realizovaný návrh může nadělat dalekosáhlé problémy, jejichž odstranění je náročné jak finančně, tak i časově. Zde je uvedeno několik zásad pro návrh jednotlivých profesí v prostorách zimního stadionu.

Jednou z nejzákladnějších a nejsamozřejmějších surovin v každém objektu je voda.

Rozvod studené a teplé vody, stejně tak jako její příprava, je nezbytný pro stadion stejně jako pro každý jiný typ stavby. Rozvod studené vody je veden od vodovodní přípojky ke všem odběrným místům, délka a trasa vodovodních trubek závisí na dispozici. Jelikož jde o velmi rozsáhlý objekt s odběrnými místy roztroušenými ve velkých vzdálenostech, volí se většinou lokální příprava teplé vody. Průtokové ohřívače se umísťují k umyvadlům na toaletách pro veřejnost i zaměstnance. U šaten a jejich hygienického zázemí, ve kterém je množství sprch, používáme menší lokální elektrické ohřívače se zásobníkem, jenž je schopen pokrýt větší nárazovou potřebu teplé vody.

Potrubí kanalizace se skládá z přípojovacího potrubí, na které jsou napojeny jednotlivé zařizovací předměty, vedoucího ke splaškovému potrubí, které vede až ke svodnému potrubí, které je připojeno kanalizační přípojkou do veřejné sítě. Většina měst má v současnosti oddílnou kanalizaci, je tudíž potřebné oddělené vedení odpadní vody splaškové a dešťové. Ideální je zbavit se dešťové vody na pozemku vsakováním, případně ji použít pro zalévání nebo najít jiné vhodné využití. Je možné zvážit oddělené vedení šedé odpadní vody a její následné využití. Návrhovatelnost nelze v objektu tohoto typu zaručit a musela by se spočítat. Výpočet by spočíval ve stanovení množství vyprodukované šedé vody a množství upotřebitelné vody přečištěné, jejichž hodnoty by měly být v ideálním případě v rovnováze.

Připojení objektu na veřejný plynovod je potřebné převážně v případě využívání plynu pro výrobu tepla. Z plynovodní přípojky je plyn veden do kotelny, ve které jsou umístěny plynové kotle (jejich počet a výkon by záležel na výpočtu tepelných ztrát), které by jej využívaly jako palivo. Rozvod plynu po objektu není nutný, jelikož se v ostatních prostorách se nevyskytují jiná odběrná zařízení.

Vytápění objektu je většinou dvojího druhu. Vytápění hlavní haly má nejčastěji za úkol vzduchotechnika, kdy k zajištění požadované vnitřní teploty dochází teplovzdušně, a vytápění ostatních prostor, kde lze použít klasická otopná soustava s tělesy. Zdrojem tepla v objektu jsou většinou plynové kotle, nebo může být objekt zásoben dálkovým rozvodem tepla nebo alternativními zdroji. Za zdrojem je umístěn rozdělovač a sběrač, který oddělí jednotlivé větve otopné soustavy i rozvody teplé vody pro vzduchotechnické jednotky. Jako konečné prvky mohou být použity klasické deskové nebo trubkové radiátory, ale i konvektory. Volba vhodného typu tělesa závisí na řadě faktorů.

Rozvody elektřiny lze rozdělit na slaboproudý a silnoproudý. Správně vyprojektované rozvody zajistí bezproblémovou funkčnost osvětlení v celém objektu (včetně osvětlení nouzového), dostatečný počet zásuvek a přípojek, napojení EPS, zabezpečovací zařízení apod. Na rozvod elektřiny budou napojeny všechny vzduchotechnické jednotky, respektive jejich ventilátory.

Vzduchotechnickou soustavu na zimním stadionu můžeme rozdělit na dvě základní části, kterými je vzduchotechnický systém pro hlavní halu a pro ostatní provozy. Vzduchotechnika hlavní haly má za úkol zajistit příjemné vnitřní prostředí, což znamená hlavně úpravu teploty a relativní vlhkosti vzduchu. V hale se navrhuje zvlášť vzduchotechnické jednotky pro prostor hlediště a pro ledovou plochu, které zároveň zajišťují ofukování střešní konstrukce. To je potřebné z důvodu kondenzace vodní páry na chladném povrchu střešních vazníků. V halách se často vyskytuje teplovzdušné vytápění, takže jednotka musí být připravena a nadimenzována i na toto řešení. Vzhledem k vysokému množství lidí v prostoru se navrhuje větší počet jednotek, které musí zajistit dostatečný ohřev a hlavně odvlhčení vzduchu. V nových projektech se nejčastěji používá systému adsorpčního odvlhčování, které je vzhledem k teplotám vzduchu mnohem účinnější než odvlhčování kondenzační. Ostatní prostory musí být také větrány, a proto se rozdělí na skupiny s podobným provozem a se stejnými požadavky na přiváděný vzduch. Samostatné jednotky bývají pro nájemní prostory, restaurace a bufety, sociální zařízení, kanceláře, šatny a zázemí pro sportovce a technické místnosti.

V objektu zimního stadionu se kvůli jeho velikosti nachází všechny popsané profese technických zařízení budov a to ve velké míře. Projekty představují kilometry trubek a nejdůležitějším prvkem finálního řešení je koordinace jednotlivých profesí a jejich vzájemná spolupráce.

A.4.3 Specifické technologie

Unikátní systém používaný v objektech s kluzišťem je technologie chlazení na zimním stadionu a provedení ledové plochy. Jelikož se v dnešní době klade stále větší důraz na úspory finanční i energetické, snaží se tomuto trendu přizpůsobit i soustava chlazení. V procesu chlazení vzniká odpadní teplo, které se dá snadno využít.

Základní prvek systému je chladicí jednotka, ve které se vyrábí chlad, jenž je chladicím médiem dopravován do betonové desky pod ledem i do chladičů

vzduchotechnických jednotek a uzavřeným cyklem zpět do jednotky. Přebytečný chlad se akumuluje v zásobníku. Odpadní teplo se využívá pro technologii sněžné jámy, ve které se zajišťuje rozpouštění sněhu, i pro doplňování teplé vody do rolby. Ochlazená látka se vrací nazpátek do jednotky. Odpadní teplo lze také použít pro vytápění spodní vrstvy podloží ledové plochy nebo pro tepelné čerpadlo. Nevyužitelný přebytek odpadního tepla se odvede do adiabatického chladiče, kde dojde k ochlazení.

Chlazení je v naprosté většině případů zajišťováno pomocí strojního kompresorového chlazení, které pracuje dle principu obráceného Rankinova tepelného cyklu. Základní jednotky se dodávají v několika provedeních. První z nich je jednotka umístěná do strojovny s odděleným vzduchem chlazeným kondenzátorem mimo budovu, druhým typem je monoblok pro venkovní instalaci. Další možností je použití kompaktní vnitřní jednotky a vodou chlazeným kondenzátorem. Vnitřní kompaktní jednotka s vnějším chladičem kondenzátoru je ideální pro získávání odpadního tepla.

Kondenzátor ovšem musí být v každém případě napojen na externí chladič, aby nedošlo k jeho přehřátí při nadbytku tepla. Pro chlazení kondenzátoru lze využít několik způsobů. Jedním z typů je suché chlazení, u kterého dochází k ochlazení kapaliny za pomoci proudění vzduchu přes výměník. Chladiče se objevují s horizontálním a vertikálním prouděním vzduchu. Tento typ zařízení je vhodný kombinovat s konvenčními chladicími systémy, takže v zimním období s nízkou teplotou se využívá pouze pro tzv. freecooling, čímž ušetří provozní náklady. Dalším známým způsobem je použití chladících věží, kde se jedná buď o otevřený, nebo uzavřený cyklus. V otevřené věži dochází přímo ke styku chladicí vody s atmosférou. Chladicí voda je rozstříkována v horní části věže, poté stéká přes výplň věže do vany, odkud je odsávána čerpadlem zpět do okruhu. Proti stékající vodě proudí vzduch, který ji ochlazuje. V uzavřené chladicí věži nedochází ke styku chladicí vody s atmosférou. Chladicí voda proudí přes výměník umístěný v chladicí věži, kde je ochlazována. Rozstříkovaná voda, která se ochlazuje proudícím vzduchem, je v samostatném odděleném okruhu. Další varianta znamená použití adiabatického chladiče. Ten kombinuje vlastnosti suchého chlazení i chladicí věže. V základu jde o suchý chladič, který je na vstupu vzduchu do výměníku opatřen zvlhčovacím panelem, aby byl schopen dosáhnout nižších teplot chlazené kapaliny.

Jednou z hlavních možností využití odpadního tepla z procesu chlazení je

rozpuštění ledové tříště ve sněžné jámě. Sněžná jáma je vybetonovaný prostor o určitém objemu na ledovou tříšť vyprodukovanou rolbou při frézování (úpravě) ledové plochy. Odtávání se provádí sprchováním ledu vodou přehřátou na teplotu kolem 25°C. Voda z jámy je odebírána pomocí kalových čerpadel a po filtraci může být znovu použita pro odtávání ledu, nebo jako náplň pro rolby. K jejímu ohřátí použijeme odpadní teplo.

Další důležitou součástí chladicího systému je zásobník chladu. Podstatou akumulátorů chladu je odjímání tepla potřebného na fázovou přeměnu. V období, kdy máme vyrobeného chladu přebytek, je chladicí medium vedeno do zásobníku, kde odebírá teplo látky, která je uvnitř. Při nedostatku chladu se medium v zásobníku naopak ochlazuje, a tím předává teplo zpět. Použití zásobníku je finančně velmi výhodné, protože dokáže vyrovnat nerovnoměrnost potřeby chladu. Náplň v zásobníku může být voda i jiný materiál s fázovou přeměnou.

Pokud je celá chladicí soustava dobře naprojektována, je možno ušetřit značné množství provozních nákladů. Problémem zůstává, že většina zimních stadionů v České republice je přibližně z 60.-80. let, takže systém chlazení je velmi zastaralý. Proto je při rekonstrukci takových objektů vhodné vzpomenout si na technologii chlazení a soustavu zmodernizovat.

A.5 Způsoby využívání ledové plochy

Není nutností, aby se objekt s ledovou plochou využíval pouze pro jediný sport. Ani se tak v praxi běžně neděje. Je jasné, že některé sporty stejné kluziště využívat nemohou, a to především z důvodu tvaru a rozměrů. Mezi hlavní vlastnosti ledu, které jsou rozdílné pro jednotlivé disciplíny, patří teplota. Ta má výrazný vliv na kvalitu sportovních výkonů i komfortu při užívání ledové plochy sportovci.

Mezi specifické objekty s vnitřní ledovou plochou patří stadiony pro rychlobruslaře ojedinělé svým tvarem i velikostí. Jedná se o ovál dlouhý 400 metrů, s rovinou dlouhou 70 metrů a dvěma zatáčkami (180°) s poloměrem 25 metrů. Šířka trati se pohybuje mezi 4-5 metry. Pro rychlobruslení je zapotřebí mít velmi tvrdý led, proto je jeho teplota nejnižší vzhledem k ostatním sportům provozovaným na ledě. Aby se led dal označit za kvalitní, měl by dosahovat teploty -8°C [1]. V České republice do dnešního dne žádný rychlobruslařský stadion nestojí, i když se o jeho stavbě vážně uvažuje v Novém Městě na

Moravě. Problémem zde však není nedostatek financí na realizaci, ale obavy z financování provozu obrovského objektu s velkou energetickou náročností.

Dalším specifickým ledním sportem je curling. Plocha, na níž se hraje, je dráha o rozměrech 42,5 metrů na délku a minimálně 4,27 metrů na šířku (obvykle 4,75 m). Prvky jsou na dráze vyznačeny tak, aby se dalo hrát z obou kratších konců. Na konci dráhy jsou vyznačeny barevné soustředné kruhy (vzdálenost středu těchto kruhů je 34,75 m). Cílem je dostat co nejvíce kamenů ke středu. Ideální teplota ledu pro curling je $-4,4^{\circ}\text{C}$. Curlingové haly jsou u nás sice stále ojedinělé, ale pár jich existuje [11].

Obvyklejším sportem provozovaným na ledě je krasobruslení. Jeho výhodou je provoz na hřišti se stejnými rozměry jako pro hokej. Tudíž se mohou využít všechny stávající zimní stadiony. Velký rozdíl mezi hokejem a krasobruslením z hlediska ledu je právě jeho teplota. Jelikož krasobruslaři se pomocí zoubků na svých bruslích od ledu odrážejí a zpátky na něj dopadají, potřebují, aby byl měkčí. Z tohoto důvodu je ideální teploty ledu pro krasobruslení pouze $-3,3^{\circ}\text{C}$ [7]. Pro hokej je zapotřebí ledu tvrdšího, aby vydržel po celé trvání třetiny v dobrém stavu. Tudíž se jeho optimální teplota pohybuje v rozmezí $-5,5$ až -8°C [9].

Při použití moderních chladičích zařízení není problém teplotu ledu nastavit a udržovat. I při delším nepoužívání plochy se teplota lehce zvyšuje pro šetření provozních nákladů. Samozřejmě se nedá očekávat, že teplota klesne okamžitě, ale musí se počítat s určitou časovou prodlevou.

A.6 Závěr

Sport je, nebo by měl být, důležitou součástí života každého jednotlivce ideálně již od útlého věku. Nejde jen o samotnou fyzickou kondici, ale i vliv na psychický stav. Pravidelnou pohybovou aktivitou si lidé zlepšují svůj zdravotní stav a eliminují procento výskytu civilizačních chorob. U dětí je značný vliv rodičů, ale již od předškolního a školního věku se děti sportu musí věnovat alespoň v rámci povinné tělesné výchovy. Již v dávné historii učení filozofové přikládali tělesné výchově váhu stejně jako estetickému cítění a vědomostem.

V současnosti je v každém větším městě několik sportovních týmů, které se věnují rozličnému odvětví, i sportovišť, které provozování umožňují. Proto není problém najít si

vhodnou fyzickou aktivitu, která bude člověka zajímat a bavit.

Sportovní stavby mají historický původ již v antickém Řecku a prošly dlouhým vývojem až do současnosti. V provozu je spousta objektů, které vznikly před několika desítkami let, ale i novostaveb. Města se potýkají s otázkou, zda starší objekty rekonstruovat, nebo zdemolovat a vystavět nové. Tato otázka nemá univerzální odpověď a řešení situace jednotlivých objektů si vyžaduje individuální řešení.

Objekty zimních stadionů se vyskytují po celé České republice. Většina jich vznikla na popud obyčejných lidí, kteří si oblíbili bruslení jako zábavnou volnočasovou aktivitu a chtěli ji provozovat i mimo zimní sezónu. I jich se týká zmínka o rekonstrukcích, jelikož většina funkčních stadionů pochází z období 60. - 80. let minulého století. V dnešní době jsou stále častější demolice takových objektů a výstavby nových víceúčelových hal. Velké arény mají výhody v rychlé možnosti přestavby vnitřního prostoru pro různé události s potřebou velké kapacity návštěvníků. Důležitým aspektem výstavby nových stadionů je kvalitní návrh architektonického i konstrukčního řešení, které má v současnosti nekonečné možnosti výběru typu konstrukcí a materiálů. Nové objekty se mohou stát významnými body ve městě i s určitou estetickou kvalitou.

Nezanedbatelný podíl na kvalitě stavby mají všechny profese technického zařízení budov. Jejich návrh se pro každý typ objektu liší a má své zásady, jejichž dodržování pomáhá projektantovi vytvořit kvalitní a funkční návrh. Po realizaci by objekt měl splňovat bezpečnostní, hygienické i estetické požadavky. V zimních stadionech se vyskytuje i speciální technologie, která zajišťuje tvorbu ledové plochy. I v této oblasti došlo v posledních letech ke značnému rozvoji a je možno realizovat chladicí soustavu, jež bude funkční a energeticky i finančně výhodná.

B. Studie: Vnitřní prostředí zimních stadionů

B.1 Úvod

Z jedné z definic vyplývá, že vnitřní prostředí je životní prostředí v interiéru budov. Je to realita obklopující lidský organismus, který je s ní ve vzájemné interakci, a která neustále spoluvytváří jeho fyzický stav. Stav vnitřního mikroklimatu má vliv na zdraví člověka, produktivitu práce i pohodu prostředí.

V dnešní době se již vyskytují odborně popsány soubory příznaků a potíží uživatelů spojených s pobytem v budově známé jako SBS – syndrom nemocných budov. Mezi nejčastější příznaky patří podráždění očí, nosu, bolesti hlavy, únava. Většina z nich po opuštění budovy odezní. Existuje ale i diagnostikovatelná nemoc s jasnou příčinou, která se nazývá syndrom nemocí z budov (BRI). Mezi příznaky patří nachlazení, bolesti zad, strnutí šíje, a ty mají známou příčinu (průvan, výskyt plísní). Potíže přetrvávají i po opuštění budovy. Je snaha tyto problémy co nejvíce eliminovat a vytvářet vhodné prostředí pro člověka.

Mezi fyzikální faktory, jež vytvářejí výsledný stav prostředí, patří teplota, vlhkost, osvětlení, hluk, záření, rychlost proudění vzduchu a jeho kvalita. Mikroklima vnímá každý jedinec odlišně. Mezi faktory organismu, které toto subjektivní vnímání ovlivňují, patří věk, pohlaví, psychické faktory (stres, stav mysli), biologické pochody (spánek, práce) a rytmicita (srdeční tep, dýchání, tělesná teplota). Proto je velmi obtížné zajistit stav vnitřního mikroklimatu, ve kterém by byli všichni jedinci dokonale spokojeni. Existují ovšem doporučené hodnoty, při nichž je minimalizováno PPD (předpokládané procento nespokojených), což znamená, že spokojená by měla být většina.

Ovšem lidský organismus je velmi přizpůsobivý a dokáže se velmi dobře adaptovat. Adaptace probíhá buď změnou chování (změna oblečení, aktivity), aklimací (krátkodobé přivyknutí podmínkám), nebo aklimatizací (dlouhodobé přizpůsobení se podmínkám). Cílem návrhu funkčního a komfortního objektu je ovšem vytvořit prostředí co nejkvalitnější, bez nutnosti přizpůsobování se. V návrhu musí být zohledněna aktivita lidí, jejich předpokládané oblečení a další faktory, aby mohlo dojít k nastavení ideálních fyzikálních parametrů v interiéru.

Vnitřní prostředí se skládá z několika důležitých složek. Tepelně-vlhkostní mikroklima se dá popsat jako stav vnitřního prostředí z pohledu tepelných a vlhkostních toků mezi lidským tělem a jeho okolím. Nejčastější stížnosti bývají na vysokou/nízkou teplotu, chladnou podlahu, proměnnou teplotu, sálání, atd. Při snaze o ideální stav tohoto mikroklimatu je velmi důležité brát v úvahu fyzickou aktivitu osob a jejich předpokládané oblečení, což jsou faktory, které mají významný vliv na požadované parametry. Mezi fyzikální faktory prostředí spadající do tepelně-vlhkostního mikroklimatu je teplota (střední radiční, operativní, výsledná), vlhkost (relativní, měrná) a proudění vzduchu (rychlost, směr).

Druhou složkou vnitřního prostředí je oděrové mikroklima tvořené oděry v ovzduší, které na člověka působí a spoluvytváří jeho celkový stav. Oděry může člověk vnímat pozitivně (vůně) i negativně (zápach). Vnímaná kvalita vzduchu závisí na čichovém orgánu jedince, teplotě a vlhkosti v prostředí a době expozice.

Třetí složkou je toxické mikroklima, což představuje toky plyných toxických látek, kterým je člověk vystaven. Zdroje toxických látek mohou být vnější (doprava, průmysl) nebo vnitřní (stavební materiály, zařízení interiéru, činnost člověka).

Čtvrtou součástí vnitřního prostředí je aerosolové mikroklima, které je vytvářeno pevnými nebo kapalnými aerosoly v interiéru budovy. Lze jej rozdělit podle velikosti částic na inhalovatelné, jemné a ultrajemné, a podle jejich vzniku na přirozené (výbuchy sopky, pyl,...) a antropogenní (spalovací procesy, lomy, doprava, ...).

Pátou složkou je mikrobiální mikroklima. Mikroby se do interiérového vzduchu mohou dostat z venkovního ovzduší, ze stavebních konstrukcí, ze vzduchotechnického potrubí nebo produkcí člověka.

Další součástí vnitřního prostředí se nazývá ionizační mikroklima a zohledňuje působení ionizujícího záření – alfa, beta gama a neutronové, na lidský organismus.

Složkou vnitřního prostředí je i akustické mikroklima tvořené akustickými toky v ovzduší. Každý akustický tok = zvuk se dělí na hluk a tón. Jinými důležitými vnímanými vlastnostmi je frekvence, intenzita a průběh kmitání. Všechny tyto parametry určují, zda je nám zvuk příjemný nebo nepříjemný, jež je potřeba minimalizovat.

Další součástí prostředí je světelné mikroklima, které je vytvářeno světelnými toky. Je důležité pro pohodu prostředí a výrazně ovlivňuje produktivitu práce i psychický stav

člověka. Kvalitu světelného mikroklimatu ovlivňuje světelný tok, svítivost, osvětlenost, jas i teplota chromatičnosti daného světelného zdroje.

Elektrostatické mikroklima je složka prostředí tvořená elektrostatickými náboji na materiálech a elektrostatickými poli v uvažovaném prostoru. Zato elektroiontové mikroklima je vytvářeno pozitivními a negativními ionty v ovzduší. Elektromagnetickým střídavým polem elektromagnetických vln o vlnové délce větší než 1 mm se vytváří elektromagnetické mikroklima.

Poslední nezanedbatelnou složkou prostředí je psychické mikroklima, které zohledňuje subjektivní vnímání působení ostatních složek vnitřního prostředí na psychický stav člověka. Mezi nejvíce vnímané parametry patří tepelná, akustická a světelná pohoda. Na duševní státnu osobnosti působí i estetické provedení interiéru, např. jeho velikost, barevnost a dispozice [29].

Všechny složky vnitřního prostředí jsou pro kvalitní interiér nezbytností. V případě zimních stadionů je tomu také tak, ale v další práci se budu věnovat převážně části tepelně-vlhkostního mikroklimatu, která je jednou z nejproblematictějších v tomto typu objektů a je návštěvníky nejvíce vnímána. Je nezbytné brát zřetel i na akustické vlastnosti navrhovaných zařízení.

B.2 Parametry vnitřního prostředí

B.2.1 Stávající normy a předpisy

Při návrhu jakékoliv budovy je nutné dodržovat současné platné předpisy a zákony. Normy nejsou v České republice ve své podstatě povinné, ale může se na ně některý předpis odkazovat, nebo je jejich dodržování podmíněno ve smlouvě. Při návrhu zimních stadionů se v některých odvětvích setkáváme s problémem neexistujících nařízení. Zde je ideální nahlédnout do zahraničních předpisů nebo si vzít příklad z dokumentace jiného fungujícího projektu.

Pro návrh arény jsou v normě ČSN EN 12831 z roku 2005 dostupné doporučené vnitřní výpočtové teploty hlavní haly stadionu s přítomností diváků, ale lze v ní najít výpočtové teploty i pro ostatní prostory. Doporučené relativní vlhkosti jsou dostupné v již zrušené normě ČSN 06 0210. Vhodné vnitřní teploty a měrné i relativní vlhkosti lze porovnat se zahraničními zdroji, kde jsou uvedeny většinou ve firemních materiálech

jednotlivých dodavatelů nebo v interních předpisech zámořských soutěží.

Zásadním problémem při projektování vzduchotechniky na zimním stadionu je splnění hygienických požadavků na vnitřní prostředí staveb. Pro množství přiváděného vzduchu přímo do prostoru hlediště stadionu u nás neexistuje žádná platná legislativa. Proto je nezbytné dimenzovat množství vzduchu podle odborného odhadu na základě limitu podobného provozu nebo minima pro člověka. Základním ustanovením je vyhláška č. 20/2012 Sb., kterou se mění vyhláška č. 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby. Zde je uvedeno minimální množství venkovního vzduchu přiváděného na osobu a minimální intenzita výměna vzduchu pro pobytové místnosti. Dalším předpisem, jež by se dal pro tyto podmínky využít, je nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci. Zde jsou pracoviště rozdělena do jednotlivých tříd na základě fyzické náročnosti a k nim přiřazeny hodnoty minimálního množství čerstvého vzduchu na osobu. Pro přesnější stanovení ideální hodnoty je vhodné porovnání se zahraničními zdroji, které se danou problematikou zabývají (např. Ashrae Handbook).

V současné době je nutné dbát na ekodesign větracích jednotek. Od začátku roku 2016 vstoupily v platnost požadavky na větrací jednotky dle Nařízení komise (EU) č. 1253/2014 ze dne 7. července 2014. Toto nařízení má zásadní vliv na návrh, výrobu i osazování větracích jednotek. Nařízení obsahuje mnoho technicky i legislativně nejasných bodů, které se pokouší vyjasnit dokument vydaný organizací EVIA (European Ventilation Industry Association), která sdružuje výrobce vzduchotechniky v Evropě. Zde je důležitý článek, který vysvětluje, že nařízení EU nezahrnuje aplikace, kde alespoň jeden ze vzduchových proudů je definován průmyslovým nebo výrobním procesem (odvod tepla, odstranění plynných složek a částic vzniklých procesem atd.). Za procesní větrání se považuje např. větrání plaveckých bazénů, kuchyní, odsávání od strojů apod. Tudíž hlavní halu zimního stadionu lze zařadit na tento seznam, a proto se jí nařízení netýká.

V oblasti chlazení ledové plochy je několik důležitých předpisů, které se vztahují hlavně k bezpečnosti při manipulaci s jedovatými látkami, které se při procesu chlazení používají. Rozsáhlým předpisem je čtyřdílná norma ČSN EN 378-1+A2, 2+A2, 3+A1, 4+A1 „Chladicí zařízení a tepelná čerpadla – Bezpečnostní a environmentální požadavky“, která zahrnuje prakticky celou šíři požadavků na projekt, konstrukci, výrobu, montáž i instalaci, provoz, údržbu i likvidaci chladicích zařízení a spotřebičů ve vztahu k lokálnímu a

globálnímu životnímu prostředí. Norma ČSN 69 0012 „Tlakové nádoby stabilní“ určuje technická pravidla k jejich používání. Další důležitý předpis se týká všeobecných požadavků bezpečnosti práce, výrobních a provozních budov, tlakových nádob a chladicích zařízení. Jedná se o vyhlášku Českého úřadu bezpečnosti práce č. 48/1982 Sb. „Základní požadavky k zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení“. Jiné samostatné předpisy jsou určeny např. pro revize elektrozařízení a hromosvodů, revize hygienické a životního prostředí i požární ochranu.

Pro funkční a legislativně správný návrh jednotlivých profesí technického zařízení budov je velká řada nařízení a předpisů. Je důležité se v nich orientovat a dodržovat stanovené hodnoty. Doporučené hodnoty slouží projektantovi jako vodítko a jeho návrh se od nich většinou o mnoho neliší. V praxi se v některých oblastech, které nejsou naší legislativou zmapovány, používá tzv. odborný odhad, který se odvíjí od zkušeností z předchozích zakázek, nebo lze nahlédnout do zahraničních předpisů, jež jsou v některých oblastech propracovanější.

B.2.2 Požadované hodnoty

Ze všech předpisů, norem a nařízení českých i zahraničních jsou v této kapitole vypsány hodnoty pro jednotlivé parametry důležité pro projekt vzduchotechnického systému, který je součástí této diplomové práce.

Jako nejdůležitější parametr pro návrh množství vzduchu a následně i vzduchotechnické jednotky jsou teplota a vlhkost vzduchu. Tyto faktory ovlivňují tepelnou pohodu diváků i sportovců. V následující tabulce jsou vypsány hodnoty vnitřní výpočtové teploty, měrné a relativní vlhkosti vzduchu a teploty rosného bodu podle doporučení normy a různých výrobců odvlhčovacích zařízení.

ZDROJ INFORMACE	VNITŘNÍ TEPLOTA VZDUCHU	MĚRNÁ VLHKOST	RELATIVNÍ VLHKOST	TEPLOTA ROSNÉHO BODU
	[°C]	[g/kg s. v.]	[%]	[°C]
NORMY ČSN	15-20		75	
FLAIR [30]	>10	4-4,5	50-60	
SEN [31]		4,2-5		1,5-4
NHL [31]		4,3		1,7
GRASSO [32]	10-20	4-6	50	

Tab. 01: Doporučené hodnoty teploty a vlhkosti vzduchu

Dalším parametrem důležitým pro výpočet přiváděného vzduchu je množství venkovního vzduchu na osobu. Tyto hodnoty jsou jedny z těch, které je obtížné najít v české legislativě, jelikož prostředí zimního stadionu není v našich předpisech podrobně popsáno. Vycházíme z vyhlášky č. 20/2012 o technických požadavcích na stavby, která uvádí minimální množství venkovního vzduchu na osobu a minimální intenzitu výměny v pobytových místnostech, a z nařízení vlády č. 361/2007 Sb., která určuje množství vzduchu na osobu v souvislosti s kategorií pracovního prostředí. Další hodnoty jsou převzaty ze zahraniční předlohy Ashrae Handbook.

ZDROJ INFORMACE		MNOŽSTVÍ VZDUCHU	INTENZITA VÝMĚNY
		[m ³ /hod.os]	[h ⁻¹]
ASHRAE Handbook [33]		25	
GRASSO [32]		36	
Vyhláška č. 20/2012 Sb.		25	0,5
Nařízení vlády č. 361/2007 Sb.	Tř. práce I	25	
	Tř. práce IV	90	

Tab. 02: Doporučené hodnoty množství vzduchu a intenzity výměny

Důležitým parametrem, který rozhoduje o kvalitě sportovního výkonu, je teplota ledu. Ta se mění podle charakteru sportovní disciplíny, která se na ledové ploše právě odehrává. Změnu teploty řídí chladicí jednotka.

SPORT	TEPLOTA LEDU
	[°C]
HOKEJ	-5,5 až -8
KRASOBRUSLENÍ	-3,3
REKREAČNÍ BRUSLENÍ	-2,2
RYCHLOBRUSLENÍ	-8
CURLING	-4,4

Tab. 03: Doporučené hodnoty teploty ledu [34]

Teplota vzduchu nad ledovou plochou se pohybuje v rozmezí 5-12 °C, závisí především na povrchové teplotě ledu, která se mění podle provozované aktivity [34].

Zajištěním optimálních parametrů vnitřního prostředí zlepšíme nejen tepelnou pohodu, ale celkový komfort vnímaný diváky i sportovci. Pro udržení ideálních hodnot je nutný kvalitní návrh vzduchotechnického systému, jenž nám pomůže eliminovat negativní důsledky nevhodné teploty a vlhkosti vzduchu. Negativa způsobená vlhkostí se

neprojevují pouze na subjektivním hodnocení návštěvníků, ale časem se začínou důsledky objevovat i na stavu konstrukcí.

B.3 Specifické technologie zimních stadionů

B.3.1 Chlazení ledové plochy

Historie výroby ledu

Již ve starověku lidé objevili, že klouzání po ledě je zábavné i rychlejší než běžná chůze. Po vývoji vynálezu bruslí z kostěných po ocelové, zůstával stále problém s provozováním této pohybové aktivity pouze v zimním období na přírodním ledu. Jelikož si bruslení získávalo stále větší oblibu mezi lidmi, byla na jejich žádost vytvořena plocha s umělým ledem (v podstatě je toto označení nesprávné, protože led je stále přírodní, akorát způsob jeho výroby je umělý). Účelem chlazení je odnímat teplo předmětům nebo látkám, což je v souvislosti s výrobou ledu možné pouze strojním chlazením.

První umělá plocha vznikla v roce 1840 v Londýně. Byla vyrobena z chemických sloučenin – roztoky soli, alumu nebo síry. Údajně velmi zapáchala a nad jejím povrchem byla velmi častá tvorba mlhy, proto se bruslařům doporučovalo moc nepadat. John Gorrie, americký fyzik, si v roce 1851 nechal patentovat svůj stroj na výrobu ledu, který fungoval na principu komprese par. Toto zařízení bylo ovšem schopno vyrábět led pouze za teploty $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$. Postupně se začaly objevovat nová zařízení, jež pracovala na jiném principu nebo s jinými chladivy. Němec Carl von Linde použil zapáchající čpavek (amoniak NH_3), Švýcar Raoul Pictet navrhl stroj s jedovatý kyslíčnickem siřičitým (SO_2) a švýcarská firma Escher Wyss sestrojila kompresory pracující s oxidem uhličitým (CO_2).

Převratný návrh přišel v roce 1876, kdy Brit Dr. John Gamgee nechal cirkulovat glycerin okruhem z měděných trubek. Kompresory a čerpadla poháněla pára. Plocha, která jako první využila Gamgeeho chladicí stroj, se nacházela v londýnské čtvrti Chelsea a je literaturou označována za první strojní umělou ledovou plochu. Princip čerpání studené kapaliny sítí trubek byl velmi rychle kopírován po celé Evropě i ve Spojených státech. Vývoj chladicího zařízení pro zimní stadiony se od té doby nezastavil a používali se různé chladicí systémy i chladiva. Současné chladicí systémy pracují na principu oběhu s vypařováním pracovní látky v obězích parních/sorpčních nebo díky škrcení a expanzi plynu [35].

Chladicí oběh

Chladicí oběh je uzavřený a pracuje na principu koloběhu termodynamických změn, po kterých se pracovní látka zase navrácí do původního stavu. Látka se potrubím dostává do soustavy jednotlivých strojů a zařízení, tento cyklus se nazývá chladicí okruh a skládá se z tří typů prvků. Jsou to prvky, v nichž dochází k přenosu tepelné energie bez dodané mechanické energie zvnějšku (tepelné výměníky), prvky, v nichž dochází k přeměně mechanické energie v tepelnou (kompresory), a prvky, v nichž dochází ke škrcení, které je využíváno v řadě procesů pro snížení tlaku pracovní látky.

V oblasti strojního chlazení zimních stadionů je nejpoužívanějším typem oběhu tzv. parní oběh. Může se vyskytovat i oběh sorpční, ale jeho použití je výjimečné. Pro fungování parního oběhu je nejdůležitější součástí mechanicky poháněný kompresor (pístové, šroubové – objemové kompresory nejčastěji používané pro výrobu umělého ledu). Kompresor stlačí pracovní látku na žádaný tlak, při němž dojde k vypařování chladiva, a tím je dosaženo chladicího účinku. Látka musí být stlačena na takový tlak, aby byla umožněna kondenzace a odvod odpadního tepla do prostředí k tomu určenému [35].

Druhy chladiv

Chladivo je pracovní látka používaná v chladicím okruhu, mezi jejíž nejdůležitější vlastnosti patří výpar a přijímání tepla při nízkém tlaku a teplotě, které následně odevzdává při vyšším tlaku a teplotě, při čemž kondenzuje.

Látek s těmito vlastnostmi existují desítky, ovšem ne všechny jsou vhodné pro aplikaci na zimních stadionech. Nároky kladené na pracovní látku jsou velké, patří mezi ně vhodné fyzikální vlastnosti, chemické vlastnosti (toxická, výbušnost), fyziologické působení na lidský organismus, vliv na životní prostředí (ODP – potenciál poškozování ozónové vrstvy, GWP – potenciál globálního oteplování a TEWP – potenciál globálního oteplování – skleníkový efekt) a v neposlední řadě dostupnost na trhu a cena. Nároky jsou skutečně vysoké, tudíž i přes značné množství použitelných pracovních látek je výběr komplikovaný a ideální chladivo v současnosti neexistuje. Proto je vždy důležitá volba, která znamená upřednostnění některých požadavků před jinými. Rozhodnutí by mělo být finální, neboť při špatné volbě nelze pouze vyměnit chladivo, ale většinou je nutná výměna větší části celé strojní technologie.

Zjednodušeně lze chladiva rozdělit do dvou skupin, na přírodní a syntetická. Mezi

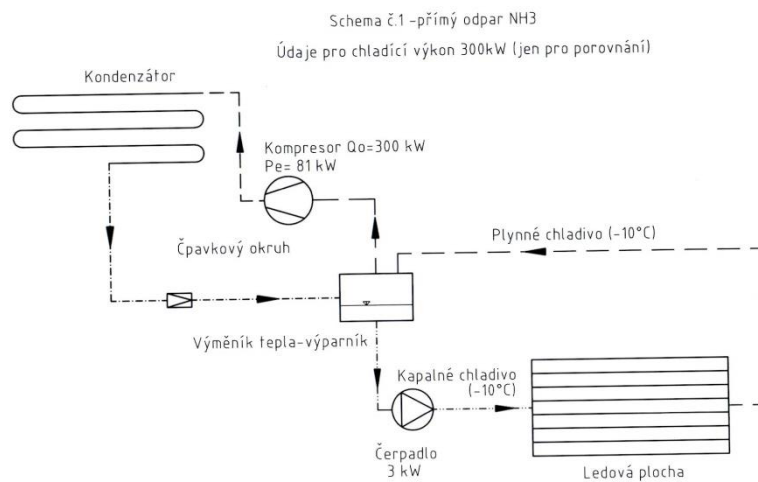
nejznámější a nejpoužívanější přírodní chladiva patří čpavek (NH_3), který má skvělé termodynamické vlastnosti a minimální vliv na životní prostředí (jeho hodnoty ODP a GWP jsou rovny nule). Je to také látka používaná již od samého počátku strojního chlazení. Bohužel má i čpavek své negativní znaky - jedovatost, hořlavost a výbušnost (poslední dvě zmiňované vlastnosti se projevují pouze za určitých podmínek, tudíž použití čpavku nevyžaduje nevybušné provedení strojní technologie), což přináší jistá bezpečnostní opatření spojená s jeho používáním. Druhým používaným zástupcem přírodních chladiv je oxid uhličitý (CO_2), jenž je také používán již od počátku strojní výroby chladu. Jeho velkou nevýhodou je potřeba relativně vysokého tlaku v systému, což znamenalo pokles v jeho používání. V současnosti je jeho užití opět na vzestupu, i když ne jako primární chladivo, nýbrž v sekundárním okruhu jako teponosná látka [35].

Druhá skupina chladicích látek – syntetická, byla přivedena na trh později kolem roku 1930 pod označením CFC. Látky jsou rovněž nazývány freony a jedná se o uměle vytvořené halogenové uhlovodíky. Po řadu let se lidé domnívali, že se na trhu objevila vhodná a hlavně bezpečná náhrada přírodních chladiv, při jejichž použití nehrozil vznik požáru ani výbuchu. Na negativní stránky se přišlo až později po objevu ozónové díry a přímého vlivu freonů na její poškozování. Po konferenci v roce 1987, kde vznikl Montrealský protokol, se začal zvyšovat tlak na výrobce chladiv s cílem přestat používat chladiva obsahující chlor, protože přímo ovlivňují stav ozónové vrstvy. Po tomto převratném objevu začal chemický průmysl na trh uvádět různé alternativy s označením HCFC, které se měly chovat ekologicky. Jenomže termodynamické vlastnosti těchto látek byly většinou horší než u těch přírodních, což znamenalo vyšší spotřebu elektrické energie i zvýšené provozní náklady. I přes zlepšení ODP mají syntetická chladiva stále velmi špatný potenciál globálního oteplování, proto i dnes podléhají tyto látky přísné ekologické regulaci, která by se měla v dalším průběhu ještě zpřísnit. V některých evropských zemích je k dnešnímu datu používání HCFC chladiv již zakázáno [36].

Z výše uvedených informací vyplývá, že snaha o vytvoření syntetických chladiv nepřinesla takový úspěch, v jaký se doufalo, a začínají se znovu uplatňovat přírodní chladiva jako čpavek a oxid uhličitý. Hlavním důvodem je vliv na životní prostředí, který má v současnosti mnohem větší váhu, než tomu bylo dřív.

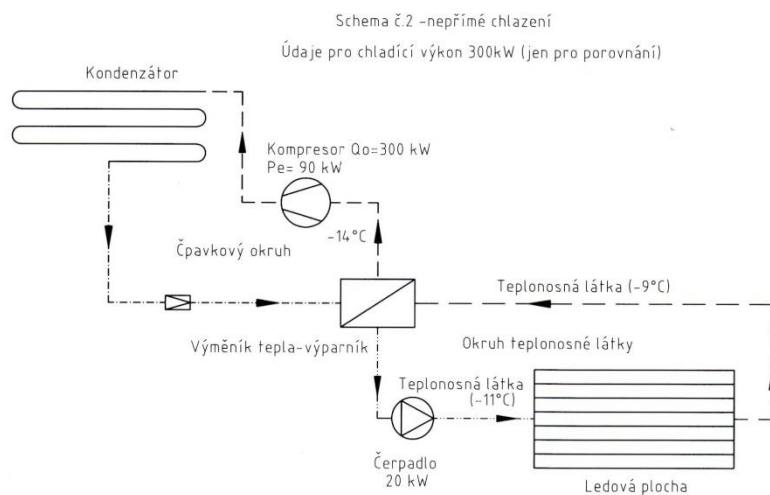
Typy chladicích systémů

Při výrobě umělých ploch se objevují dva základní systémy – s přímým nebo nepřímým odparem chladiva. U přímého odparu se chladivo o teplotě -10 °C čerpadlem ve strojovně dopravuje do chladicího systému v ledové ploše, respektive do betonové desky pod ledovou plochou. Pracovní látka odjímá teplo betonové desce, nad kterou se vytváří vrstva ledu. Látka se odpařuje za konstantní teploty a její pára je vedena potrubím zpět do strojovny. Teplota chladiva se v celé soustavě nemění, což je výhodné zejména v ohledu na kvalitu ledu, protože konstantní teplota v celé ploše zajišťuje homogenní ledovou vrstvu [35].



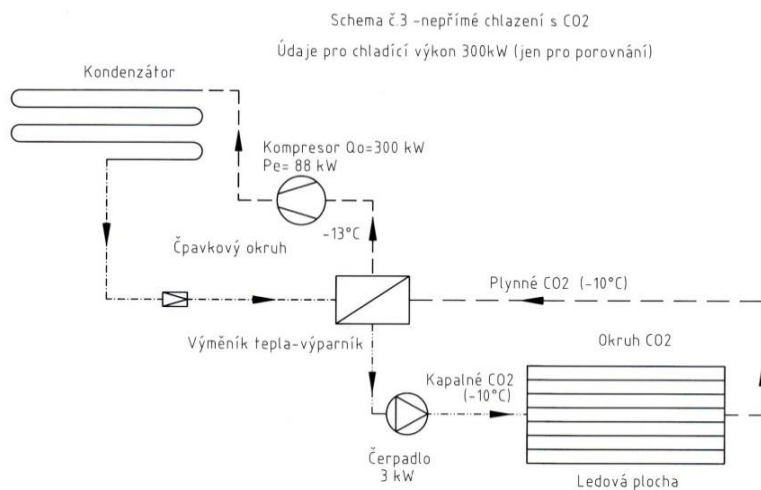
Obr. 12: Schéma přímého odparu NH_3 [35]

U nepřímého chlazení je primární okruh pracovní látky soustředěn pouze v prostoru strojovny chlazení. Do haly s kluzištěm je dopravovaná jenom teponosná látka, která je ve strojovně ve výměníku tepla ochlazována na teplotu kolem -11 °C . Čerpadlo dopravuje tuto látku do systému ledové plochy, kde odjímá teplo betonové desce, čímž nad ní dochází ke tvorbě ledu. Teponosná látka se ohřeje bez změny skupenství na teplotu kolem -9 °C a v tomto stavu se dostává zpět do strojovny, kde je ve výměníku opět ochlazena a znovu se vrací do trubkového registru v betonové desce. Z důvodu potřeby určitého teplotního spádu ve výměníku tepla ve strojovně je zapotřebí v primárním okruhu pracovat s nižší teplotou chladiva, což souvisí s vyšší spotřebou energie a vyššími provozními náklady. Dříve se jako teponosná látka nejvíce používala tzv. Solanka R (vodní roztok CaCl_2), dnes je k dispozici větší výběr (lihový roztok, ethylenglykol, monopropylenglykol, Coolstar, Pekosol a stále i Solanka R) [35].



Obr. 13: Schéma nepřímého odparu teplotnosné látky [35]

Alternativní variantou způsobu nepřímého chlazení, který se v současnosti začíná hojně používat, je využít CO_2 jako teplotnosnou látku. Oxid uhličitý spojuje výhody přímého i nepřímého chlazení. Je nejedovatý, nehořlavý a nevýbušný, proto je jeho použití bezpečnější a zároveň pracuje při odjímání tepla při konstantní teplotě jako čpavek. CO_2 je i levnou a dobře dostupnou alternativou. Nevýhodou ovšem zůstává vyšší provozní tlak v soustavě, který ovšem nesmí překročit přípustnou míru, což je potřeba ohlídat hlavně v době provozní přestávky [35].



Obr. 14: Schéma nepřímého odparu CO_2 [35]

Při porovnání jednotlivých způsobů chlazení se jako nejvýhodnější jeví přímý odpar s použitím čpavku. Je to látka ekologicky šetrná, levná a snadno dostupná, s výbornými termodynamickými vlastnostmi. Problém může nastat při použití ve velkých halách, kde

nemusí být příslušnými úřady schváleno jeho použití pro celý systém chlazení z důvodu bezpečnosti návštěvníků. Poté se jako výhodné jeví použít čpavek pouze pro primární systém a jako teponosnou látku použít CO₂. Vyšší pořizovací náklady než při užití jiných látek se relativně brzy vrátí sníženými provozními náklady za elektrickou energii.

Využití odpadního tepla

Při strojním chlazení vzniká značné množství odpadního tepla, které bylo dříve likvidováno chladiči kondenzátoru, ale nyní se stále více obrací pozornost k jeho využívání. Ve velkých objektech zimních stadionů jde o obrovské množství tepla, jež se dá využít při dalších procesech, které jsou pro fungování stadionu nezbytné.

Odpadní teplo se dá využít pro vyhřívání podkladní vrstvy ledové plochy, což ovlivňuje proces chlazení zvýšením jeho účinnosti. Mezi vyhřívanou a ochlazovanou betonovou vrstvou je silná vrstva tepelné izolace. Díky této skladbě nedochází ke ztrátám chladu do podloží.

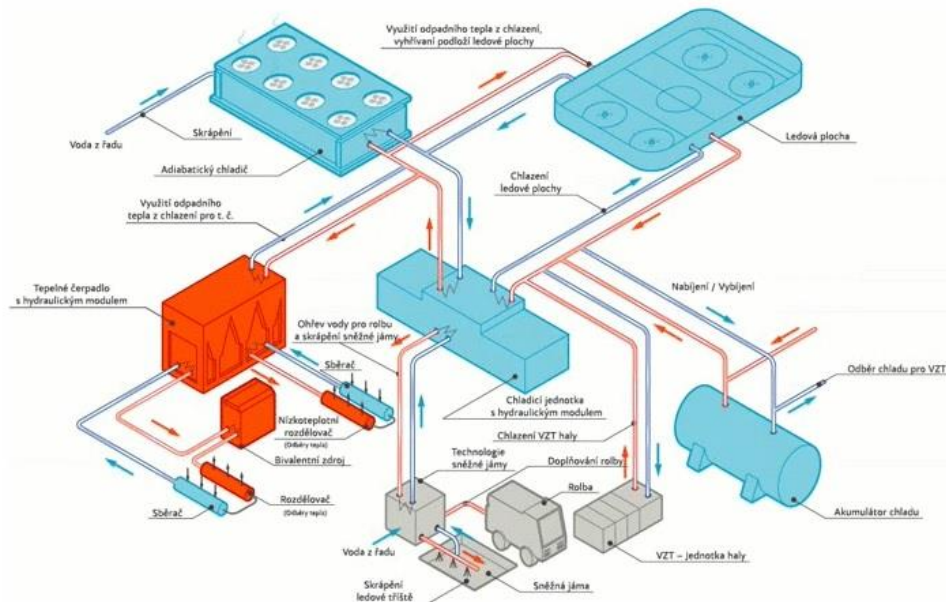
Teplo můžeme využít i v procesu velmi důležitém pro provoz zimního stadionu, a to pro roztávání ledové tříště ve sněžné jámě. Tříšť je kropená vodou o teplotě 25 °C, jež je zpětně čerpána, filtrována, dohřívána a znovu použita. Teplá voda je potřebná i pro náplň rolby, která ji využívá pro udržování povrchu ledové plochy. Pro ohřívání vody lze použít výměník tepla, kde využijeme odpadní teplo z chlazení.

Teplo je využitelné pro případná tepelná čerpadla, která mohou být v objektu stadionu použita pro přípravu otopné vody. Pokud je v objektu použit jiný zdroj tepla, což je velmi běžné, lze odpadní teplo využít pro dohřev otopné vody v zásobnících, které jsou potřebné z důvodu pokrytí nárazového odběru.

Při chlazení vzniká velké množství odpadního tepla a může se stát, že veškeré množství není využitelné. Proto musí být v soustavě instalován chladič kondenzátoru, který přebytečné teplo zlikviduje a odvede pryč ze systému [37].

Vytvoření soustavy s využitím odpadního tepla může být komplikovanější na návrh a instalaci zařízení a může mít vyšší pořizovací náklady, ale vzhledem k úspoře provozních nákladů je návratnost relativně krátká. Využitím odpadního tepla se sníží výkony tepelných zdrojů, čímž se může zvýšit i doba jejich životnosti. Nejedná se pouze o ekonomické, ale i ekologické důvody. Snížením výkonu spalovacích kotlů snížíme množství škodlivých látek vznikajících při hoření a unikajících do atmosféry. V odpadním teple ze

systému chlazení ledové plochy je velký potenciál, proto je vhodné ho využít i v přidružených prostorách. Není výjimkou, že např. plavecké bazény se objevují v těsném sousedství zimních stadionů, poněvadž je možné využít toto teplo pro výměňkový ohřev bazénové vody.



Obr. 15: Schéma systému chlazení [37]

B.3.2 Větrání zimních stadionů

Větrání hlavní haly

Větrání hlavní haly zimního stadionu se navrhuje jako zónové. Odděleně se větrá prostor tribun s diváky a ledové plochy. Hlavní škodlivinou, podle které se počítá množství přiváděného vzduchu, je vodní pára. Také je nutné splnit hygienické minimum množství čerstvého vzduchu na osobu [38]. Vysoký výskyt vodní páry v objektu je nejvíce patrný v přechodných měsících (duben, září), kdy je ledová plocha ještě v provozu a venkovní vzduch má vysokou měrnou vlhkost. Hlavním zdrojem vlhkosti na stadionu jsou lidé, ale značný vliv má i infiltrace, která je u starších objektů kolem 30%.

Vzduchotechnická jednotka pro tribuny s diváky má tedy několik úkolů. Musí být schopna přivést dostatečné množství čerstvého vzduchu, odvést přebytečnou vlhkost a v mnoha případech je tento prostor teplotně vytápěn. Z toho plyne vysoký výkon ohřivače, který musí veškeré množství venkovního vzduchu (předehřátého pomocí zpětného získávání tepla) ohřát na příslušnou teplotu, aby byly pokryty tepelné ztráty haly. Další důležitou součástí jednotky je výkonný chladič, který by měl být schopen

ochladit přiváděný vzduch natolik, aby se pokryla tepelná zátěž v letních měsících, kdy je stadion využíván pro jiné kulturní akce (koncerty, představení). Přívodní prvky vzduchotechniky se nejčastěji umísťují rovnoměrně nad tribuny, zatímco odvod je proveden pouze v jednom místě. Pro pokrytí potřeb diváků se navrhuje větší množství jednotek, zpravidla dvě nebo čtyři, které se rovnoměrně rozdělí. Jednotky pracují s venkovním i cirkulačním vzduchem, jejichž poměr je nastaven podle aktuálního množství diváků. Zařízení by mělo umožňovat takovou regulaci, aby mohlo pracovat pouze s cirkulačním vzduchem, a to z důvodu zvýšení vnitřní teploty v prázdné hale v době před příchodem diváků.

Zařízení pro ledovou plochu přivádějí upravený vzduch nad kluziště a vytváří v podélném směru vzduchovou bariéru oddělující prostor diváků. Část vzduchu je přiváděna směrem dolů k ledu a část nahoru pro ofukování střešní konstrukce. To je důležité pro eliminaci kondenzace vodní páry na konstrukci střechy. Jednotky upravující vzduch nad ledovou plochou často pracují pouze s cirkulačním vzduchem, kdy se předpokládá, že potřebný venkovní vzduch pro sportovce na hrací ploše je součástí čerstvého vzduchu dopravovaného jednotkami pro hlediště. Hlavní povinností zařízení je snížení obsahu vodní páry ve vzduchu. Proto mají jednotky výkonné funkční odvlhčovače, které pracují na adsorpčním principu. Vzduch je také v zimním období dohříván a v letním naopak chlazen. Vzduch je přiváděn rovnoměrně pomocí dýz nebo trysek umístěných nad ledovou plochou a odvod je soustředěn na okraji haly.

Při správném systému větrání je zvýšen divácký komfort hlavně z hlediska tepelně-vlhkostního a jsou eliminovány problémy specifické pro prostory s umělou ledovou plochou. Vzduchotechnická soustava může přinášet i delší životnost nosným konstrukcím, jelikož je chrání před působením nadměrné vzdušné vlhkosti.

Větrání ostatních prostor

V objektu jako je zimní stadion nebo jakákoliv jiná sportovní stavba, se vyskytuje mnoho přidružených provozů. Ve většině se jedná o zázemí pro sportovce a pro diváky. Ve sportovních objektech se vyskytuje velké množství šaten s hygienickým zázemím, prostory pro maséra a lékaře, místnosti pro trenéry a rozhodčí, administrativní část, stravovací zařízení a obchody. Některé prostory jsou pronajímatelné pro soukromé osoby, jiné jsou nezbytné pro umístění technologií, nebo uskladnění potřebných sportovních

pomůcek a náčiní.

Všechny tyto prostory je nutné větrat. Proto je důležité rozdělit si okolní prostory do skupin podle druhu provozu nebo požadavků na přiváděný vzduch a zajistit jejich výměnu vzduchu. Podle norem a vyhlášek je jasné, že hlavně strojovny musí mít samostatné jednotky pro havarijní situace, toalety se větrají podtlakově, pronajímatelné prostory by měly mít samostatné jednotky, aby si každý provozovatel mohl nastavit optimální parametry vzduchu. Kanceláře mají jiné požadavky na přiváděný vzduch než šatny a sklady atd. Proto se v objektu sportovních staveb vyskytuje velké množství malých vzduchotechnických jednotek, které zabezpečují bezproblémové fungování přidružených provozů.

Každá jednotka je navržena na základě rozdílných požadavků na vlastnosti vzduchu, vypočítaného množství přiváděného a odváděného vzduchu, které se stanovilo na základě různých hlavních škodlivin, i odlišného způsobu větrání (podtlakové, přetlakové, rovnotlaké) [39]. Mechanické větrání přináší větší komfort všem uživatelům jednotlivých místností, pomáhá dodržet správné minimální intenzity výměny vzduchu a zajišťuje kvalitnější vnitřní prostředí celého objektu.

B.4 Specifické problémy objektů s ledovou plochou

B.4.1 Popis problémů a jejich důsledky

Mnoho krytých stadionů se potýká s problémy, které souvisejí s vysokým obsahem vodní páry ve vzduchu, jde především o tvorbu mlhy nad ledovou plochou a degradace konstrukcí v hale vlivem působení vlhkosti. Tyto problémy a současně i zvýšení komfortu pro diváky i sportovce je možné vyřešit mechanickým větráním, protože se klimatizace stala nedílnou součástí moderních stadionů.

Zásadní problém pro diváky je tvorba mlhy nad ledovou plochou. K té dochází při promísení vlhkého vzduchu z venkovního prostředí, který vnikne do haly infiltrací nebo otevřenými dveřmi, se studeným vzduchem nad ledovou plochou. Dojde k poklesu teploty venkovního vzduchu s vysokou měrnou vlhkostí, což vyvolá zvýšení jeho relativní vlhkosti a současně i hustoty. Tento ochlazený vzduch začne klesat a po dosažení meze nasycení začne vznikat nad ledovou plochou mlha. Jelikož se tento vlhký vzduch drží mezi mantinely, není možné jeho přirozené promíchávání s okolním vzduchem v hale.

Mantinely s plexisklem vytvoří bariéru, která je z jedné strany ochlazována radiací od ledové plochy a z druhé strany ohřívána konvekci. Plexisklo má nízkou tepelnou vodivost, což znamená, že jeho povrchová teplota klesne pod hodnotu rosného bodu vzduchu nad ledovou plochou a na jeho povrchu začne kondenzovat voda. Mlha i orosená plexiskla jsou velmi nepříjemné jevy pro diváky, jelikož jim zhoršují pohled na hrací plochu.

Druhým neméně podstatným problémem objektů s vnitřní ledovou plochou je kondenzace vlhkosti a vznik plísní na stavebních konstrukcích (převážně spodní strana střešní konstrukce eventuálně podhledu). Pravděpodobnost výskytu kondenzace se zvyšuje s obsahem vodní páry ve vzduchu. K ochlazování střešní konstrukce dochází kvůli radiaci, která probíhá mezi ledovou plochou a střechou. Ledová plocha je chladnější, tudíž přebírá teplo od teplejší střešní konstrukce, a tím ji ochlazuje. Při poklesu teploty konstrukce pod teplotu rosného bodu, která je vyšší při vysoké měrné vlhkosti okolního vzduchu, začne na povrchu kondenzovat voda. To může způsobit chemickou a následně i biologickou degradaci materiálu a může mít vliv na stav elektronických zařízení instalovaných v arénách. Při orosení střešní konstrukce dochází ke skapávání vody do hřiště i do hlediště. Pokud kapky dopadnou na ledovou plochu, zmrznou a vytvoří malé krápníky, které značně snižují kvalitu ledu a znepríjemňují bruslařům pohyb po ploše. Poté je nutná častější nebo preciznější úprava ledu pomocí rolby nebo škrabek. Skapávání vody do hlediště značně snižuje komfort diváků [34].

Oba hlavní problémy objektů s vnitřním kluzištem jsou velmi nepříjemné pro návštěvníky, sportovce i provozovatele. Nejde pouze o zhoršený divácký zážitek, ale i o postupnou degradaci kompletačních i nosných konstrukcí, což má za následek snížení životnosti materiálu a jeho následnou výměnu, jež přináší zvýšené finanční náklady a snížené příjmy kvůli nutné odstávce provozu v době rekonstrukce.

B.4.2 Řešení problémů se vzdušnou vlhkostí

Mlha nad ledovou plochou

Vznik mlhy nad ledovou plochou a jeho příčiny byly popsány v předchozí kapitole. Zde budou popsány způsoby jejich řešení.

U starších stadionů se velmi často objevuje použití axiálních ventilátorů. Ty jsou umístěny v rohu kluziště a při vzniku mlhy jsou spuštěny, aby došlo ke zvýšenému proudění vzduchu nad ledem, ke kterému jinak kvůli bariéře z mantinelů nedochází, a

k přestupu tepla konvekcí ze vzduchu do ledu. Toto řešení ovšem není ideální, protože při přestupu tepla se povrch ledu ohřívá, tím se zhoršuje jeho kvalita a na některých místech může docházet dokonce k jeho odtávání.

Další řešení by se dalo označit za pasivní. Jde o stavební úpravy, které tkví ve snížení infiltrace a vytvoření vhodného zádveří nebo jiného prostoru či zařízení, jenž by oddělovalo venkovní prostředí od vnitřního, čímž by nedocházelo k tak velkému mísení s exteriérovým vzduchem s vysokou měrnou vlhkostí. Toto opatření by se nejvíce využilo v přechodných měsících, kdy je značné množství páry v objekty získáváno z venkovního vzduchu. Použitím těchto opatření se situace zlepšuje, ale jelikož nezahrnuje množství vodní páry, které vzniká při dýchání a pohybu osob, problém zcela nevyřeší.

Jako nejlepší způsob jak se zbavit problému s mlhou nad ledem se jeví rovnoměrně přivádět do prostoru ledové plochy odvlhčený vzduch a zajistit jeho optimální cirkulaci. To znamená, že je nutné mechanické větrání nastavit takovým způsobem, aby došlo k dostatečnému promísení současného vzduchu nad kluzištem s přiváděným odvlhčeným vzduchem upraveným v příslušném klimatizačním zařízení a při tom minimalizovat konvekci nad ledovou plochou, jež by vedla k odtávání a snížení kvality ledu [34].

Kondenzace vlhkosti na stavebních konstrukcích

Možností, jak minimalizovat riziko kondenzace na stavebních konstrukcích, je celá řada a mohou se rozdělit na pasivní a aktivní přístup. Kondenzace vzniká při poklesu povrchové teploty tělesa pod teplotu rosného bodu, takže možnými variantami se jeví zvýšení povrchové teploty konstrukce nebo naopak snížení hodnoty teploty rosného bodu. Obě možnosti se dají použít v různých provedeních.

Ochlazování střešní konstrukce je způsobeno přestupem tepla sáláním s ledovou plochou, proto je možné zvýšit povrchovou teplotu konstrukce, když snížíme radiační účinek mezi těmito protilehlými plochami. Toho lze dosáhnout v podstatě pouze změnou provedení podhledu, kdy projektant zvolí materiál s povrchovou úpravou s nízkou emisivitou. Nejnižší možné hodnoty lze dosáhnout při použití kovově lesklého povrchu, u něhož může hodnota emisivity řádově klesnout až na $\epsilon = 0,1$. Zde ale vyvstává další problém, jenž souvisí s rychlým znečištěním prachem nebo oxidací, jejichž vlivem rychle klesá počáteční kvalita. Nejpoužívanějším materiálem podhledu jsou v dnešní době pozinkované ocelové plechy. Jejich kvalita se blíží šedým tělesům. Plechy, jejichž povrch je

upraven nanesením plastů, sice dobře odolávají vlhkosti, ale mají vysokou emisivitu $\epsilon = 0,95$. Zároveň je potřeba dbát na akustické vlastnosti provedeného podhledu, protože to bývá hlavní důvod, proč je vlastně na stadionu instalován, a také na tepelný odpor akustické izolace, který by měl být směrem do meziprostoru minimální. Pokud by byl tepelný odpor vysoký, začala by povrchová teplota podhledu klesat.

Druhým možným řešením je zvýšení proudění vzduchu kolem střešní konstrukce. Toho lze docílit nasměrováním přírodních trysek ze vzduchotechnického potrubí směrem na konstrukci. Zvýšeným prouděním se povrch materiálu zahřeje, a tím lze eliminovat riziko kondenzace.

Teoreticky by šlo situaci řešit zahřátím stropu. Do stropní konstrukce by se nainstalovaly otopné rohože, čímž by došlo ke značnému zvýšení povrchové teploty podhledu nad teplotu rosného bodu. Tato možnost je spíše teoretická, protože při vysokém zvýšení povrchové teploty by došlo ke zvýšenému účinku radiace s ledovou plochou, což by znamenalo zvýšené nároky na chlazení ledové plochy [34].

Ideálním řešením, jak zabránit problémům s kondenzací vodní páry je snížení hodnoty teploty rosného bodu v hale. Při použití mechanického větrání s kvalitním odvlhčovačem se dosáhne v celém objemu haly teploty rosného bodu v předepsaném rozmezí. Odvlhčení vzduchu se dá provést dvěma způsoby – kondenzačním a adsorpčním. Kondenzační odvlhčení funguje na principu ochlazování vzduchu chladičem, jehož povrch má teplotu nižší než teplota rosného bodu. Proto zde dochází ke kondenzaci a vodní pára je ze vzduchu částečně odloučena. Efektivnější způsob odvlhčení funguje na principu adsorpce. V zařízení jsou použity materiály se schopností vázat vlhkost fyzikální cestou (silikagel) nebo chemickou reakcí (lithium-chlorid). Vzduch, který má být odvlhčen je nasáván ventilátorem a veden přes rotující sorpční kolo, kde je umístěna některá ze zmíněných látek. Zde dochází k navázání molekul vody na sorbent. Adsorpční odvlhčovače jsou schopné dosáhnout velmi kvalitních výsledků již při velmi nízkých teplotách, proto je jejich použití pro zimní stadiony vhodnější [39].

Všechna uvedená řešení problémů s kondenzací vlhkosti jsou technicky proveditelná, ale ne všechna jsou vhodná do ekonomického provozu stadionu. Je důležité zvážit, kterou variantu využít, protože tento problém nelze dlouhodobě přecházet a ignorovat. Působením vlhkosti konstrukce degraduje, a to jak chemicky, tak biologicky.

Může dojít i ke vzniku plísní, jejichž spory mohou být nebezpečné pro návštěvníky, proto je potřeba se nad problémem zamyslet, vybrat vhodné řešení a provést jej.

B.5 Závěr

Bezproblémový provoz objektu zimního stadionu je stejně jako u všech ostatních staveb nejvíce závislý na kvalitním návrhu a správných rozhodnutích, které musí projektant před samotnou realizací učinit. Většina zařízení a systémů totiž nelze jednoduše vyměnit, ale jedná se o náročné zásahy jak z hlediska technického, tak i finančního.

Specifickou technologií, která se na stadionech bezpodmínečně musí vyskytovat, je chlazení ledové plochy. Existuje množství variant, které se dají zároveň kombinovat. Projektant musí nejprve rozhodnout, zda se bude jednat o chlazení s přímým nebo nepřímým odparem. Poté stanoví, jaké pracovní a eventuálně teplonosné látky budou probíhat v chladicím potrubí. Z energetického hlediska je důležité nakládání s odpadním teplem, které vznikne při procesu chlazení v chladicí jednotce. V dnešní době je v podstatě nemyslitelné s ním dále nepracovat a veškeré teplo odvést pouze do chladiče kondenzátoru. Na stadionu je mnoho dalších systémů a technologií, které by toto teplo mohly jednoduše využít, mezi tyto patří např. odtávání ledové tříště ve sněžné jámě, náplň rolby, vyhřívání podloží ledové plochy, ohřev vody a jiné. Teprve přebytečné nevyužitelné teplo se odvádí chladičem.

Při projektu je třeba dbát na eliminaci dvou nejzásadnějších problémů, které objekty s vnitřní ledovou plochou postihují, což je tvorba mlhy nad kluzišťem a kondenzace vodní páry na okolních konstrukcích. Oba tyto problémy je nezbytné řešit, jelikož zhoršují komfort daného prostředí, životnost konstrukcí i kvalitu ledu. Existuje množství možných řešení, jak se problémů vyvarovat, ovšem některá jsou pouze teoretická a některá s sebou přináší zase další obtíže. Ideálním řešením obou problémů je instalace strojního větrání, které bude do haly přivádět potřebné množství odvlhčeného vzduchu. Protože vzduch bude mít nižší měrnou vlhkost, klesne jeho hodnota teploty rosného bodu, čímž se sníží riziko kondenzace na konstrukcích.

Větrání haly se projektuje jako zónové s odděleným přívodem vzduchu na tribuny s diváky a na ledovou plochu. Hlavním úkolem klimatizačních jednotek je ohřev,

respektive ochlazení vzduchu v letních měsících, a odvlhčení. K tomu dochází v odvlhčovači, který se pro provoz na zimním stadionu navrhuje převážně jako adsorpční. Vzduch bude nad ledovou plochu přiváděn pomocí trysek nebo dýz, čímž bude zajištěno promíchávání vzduchu mezi mantinely, nedojde ke zvýšení relativní vlhkosti vzduchu až do bodu nasycení, a tím bude zabráněno vzniku mlhy. Do prostoru tribun je velké množství upraveného vzduchu přiváděno rovnoměrně, množství je vypočítáno podle kapacity stadionu, proto je zapotřebí větší množství jednotek. Zpravidla se navrhuje dvě nebo čtyři. Odvod vzduchu je umístěn v několika bodech na fasádě blízko samotných vzduchotechnických jednotek, nebo se provádí pomocí prvků v potrubí na okraji haly.

Zimní stadion je v mnoha ohledech specifický objekt, ke kterému je tak i nutno přistupovat. Objevují se zde unikátní problémy, které se nesmí v době projektování zanedbat a musí být včas vyřešeny. Hlavní škodlivinou je zde vodní pára, jejíž obsah ve vzduchu je potřebné udržet v předepsaném množství. V České republice je problém s legislativou, která pro tyto objekty není dostatečně propracovaná. Proto je často nutné vycházet z odborných odhadů, upotřebit zkušenosti z předešlých projektů nebo nahlédnout do zahraničních předpisů.

Na závěr se dá říct, že veškeré systémy jsou stejně jako u všech staveb provázány a je důležité, aby spolupracovaly. Důležitá je koordinace jednotlivých profesí mezi sebou i vzhledem ke konstrukčnímu a dispozičnímu řešení objektu. To je v podstatě základ každé fungující a užívatelsky komfortní budovy.

C. Projektová část

C.1 Úvod

Projektová část diplomové práce se zabývá návrhem vzduchotechnického systému pro Horácký zimní stadion v Jihlavě. Projekt se bude vztahovat k současnému stavu stadionu, který dnes není mechanickým větráním vybaven.

Projekt musí zajistit zlepšení kvality vnitřního mikroklimatu, hlavně jeho tepelně-vlhkostní složky. Systémem větrání by se měly eliminovat problémy s tvorbou mlhy nad ledovou plochou, která je velice nepříjemná z diváckého hlediska, a mělo by se předcházet možné kondenzaci vodní páry na konstrukci. Příčiny i důsledky těchto obou problémů jsou detailně popsány ve studii v předchozí části práce.

Větrání bude rozděleno podle jednotlivých vzduchotechnických jednotek, jež budou zabezpečovat výměnu vzduchu v určitém provozu. Základem systému budou jednotky, které budou zajišťovat větrání hlavní haly stadionu. Ty se rozdělí na zařízení pro větrání tribun a ledové plochy. Dále se bude v objektu vyskytovat množství menších vzduchotechnických jednotek řídících větrání ostatních prostorů arény.

Návrh bude probíhat na základě výpočtu množství přiváděného vzduchu, které se odvíjí od množství škodlivin vzniklých v jednotlivých místnostech, odkud se musí s pomocí vzduchotechniky odvést. Projekt bude dále obsahovat návrhy jednotlivých klimatizačních a větracích jednotek, výpočet tlakových ztrát v soustavě potřebný k návrhu ventilátorů a regulačních prvků a návrh tlumičů hluku.

V příložených deskách je příslušná projektová dokumentace spolu s technickou zprávou a výkazem prvků.

C.2 Historie Horáckého zimního stadionu

Stavba stadionu v Jihlavě začala s mírnými rozpaky. Pro nový objekt bylo vyhlédnuto místo ve Smetanových sadech v centru města, kde kdysi stával městský hřbitov, kaplička, prušácká nemocnice, pekárna a skladiště. Z pekárny se později stal chudobinec a skladiště shořelo po zásahu bleskem.

První výkop se provedl dne 5. září 1954. V tomto okamžiku se rozpaky rozplynuli a

obyvatelé se začali těšit na stavbu, kterou si vytvářeli sami pro sebe. Začalo se stavět v podstatě bez peněz, většinu materiálu lidé prodali sami sobě na lístek a kupon poslali darem prozatímní správě. Aby byl dostatek financí, prodaly se i ploty pro reklamu, které v té době ještě ani nestály. V prosinci roku 1955 byla stavba dokončena a spustil se její provoz.

Stadion byl jako všechny ostatní z té doby postaven jako otevřený. K zastřešení došlo až v roce 1967. Od té doby funguje až do současnosti. V průběhu jeho provozu došlo k několika menším rekonstrukcím, které se týkaly výměny střešní krytiny, sedaček pro diváky, úpravy šaten a zázemí pro sportovce a úpravy povrchu skel v obvodovém plášti pro snížení tepelných zisků v letním období [40].

V roce 2013 byl dostavěn objekt malého „zimáčku“, který je v těsné blízkosti hlavního stadionu v místech bývalé venkovní plochy. Objekt má podzemní parkovací podlaží a novou ledovou plochu určenou převážně pro trénink mládeže a veřejné bruslení.

V současné době stále zůstává nezodpovězena otázka, co se bude se stadionem dít dál, jelikož životnost některých konstrukcí se blíží ke svému konci. To ovšem není předmětem této diplomové práce. Ta se bude zabývat pouze současným stavem stadionu a snahou o zlepšení vnitřního prostředí objektu bez konstrukčních úprav.

C.3 Popis stávajícího stavu

C.3.1 Provozní rozbor a dispozice objektu

Objekt zimního stadionu má pět podlaží. Jedno je podzemní a čtyři nadzemní. Nejdůležitější součástí celého objektu je hlavní hala s ledovou plochou. Ta se v místě ledové plochy rozprostírá přes výšku všech čtyř nadzemních podlaží, od ní dále do stran postupují svažující se tribuny, pod nimiž jsou situovány místnosti prvního i druhého nadzemního podlaží. Třetí nadzemní podlaží je v rovině horní hranice tribun. V čele budovy směrem do ulice Tolstého je dvoupodlažní část, kde jsou umístěny prostory restaurací, šaten a bytu správce. Ve čtvrtém nadzemním podlaží jsou na podélných stěnách situovány skyboxy. Podzemní podlaží není pod celým objektem stadionu, ale jsou zde pouze tři oddělené soubory. Jedním je zázemí pro strojovnu chlazení a potřebné přilehlé prostory, druhým je kotelna a ve třetí se nachází sklady restauračního zařízení.

Hlavní vchod je ve výšce druhého nadzemního podlaží a je situován do

Smetanových sadů. Zde jsou i dva boční vchody, které jsou zvýšené a vyústí na podestě mezi druhým a třetím podlažím objektu. Jeden vchod je z ulice Jiráskova, jeden z ulice Tolstého a jeden z vnitřního prostoru mezi starou a novou halou.

V objektu je spousta přidružených provozů a pronajímatelných prostor. Je zde kadeřnictví, obchod se sportovními potřebami, fanshop, bufet, restaurace i bar. Ve druhém podlaží je situována administrativní část stadionu, skladovací prostory, zázemí trenérů i byt správce. V přízemí jsou šatny a jejich hygienická zázemí, místnost maséra, dílny i rozcvičovna.

Objekt je velmi rozsáhlý, jeho rozměry jsou 88 a 71 m s výškou 18 m, rozměry ledové plochy jsou 58 a 28 m a kapacita dosahuje 7 500 diváků. Vzhledem k velkému objemu vnitřního vzduchu a vysoké kapacitě návštěvníků se dá očekávat i velké množství přiváděného vzduchu do prostoru hlavní haly.

C.3.2 Konstrukční systém a materiály

Hlavní část s vnitřní ledovou plochou tvoří železobetonový monolitický skelet se zděnými vyzdívkami a skleněnými výplněmi. Jedná se o nepodsklepený objekt s ocelovou konstrukcí střechy. Nosnými prvky konstrukce jsou ocelové příhradové vazníky girlandového tvaru se spodními táhly s prolomenou horní pásnicí, na nich jsou uloženy girlandové vazničky, na kterých je položeno dřevěné bednění a plechová krytina. Stropy jsou nejspíše tvořeny železobetonovou monolitickou deskou s průvlaky. Vnitřní nenosné příčky jsou zděné a mají tloušťku 150 mm.

Část objektu při Tolstého ulici je pravděpodobně zděná s tloušťkou nosných obvodových zdí převážně 500 mm. Vnitřní nosné zdi jsou také o tloušťce 500 mm a nenosné příčky mají 100 nebo 150 mm. Vzhledem k době výstavby objektu se předpokládá, že stropy budou železobetonové monolitické desky, popř. panely. Objekt je zastřešen plochou střechou s povrchovou krytinou PVC. Nejedná se o původní krytinu, ale již zrekonstruovanou.

Schodiště ve všech částech objektu jsou železobetonová monolitická a povrchovou teracovou úpravou.

Na všech objektech je použita vnější břizolitová škrábaná omítka v kombinaci s keramickým obkladem imitujícím spárované zdivo z plných cihel.

Vnitřní omítky jsou vápenocementové štukované hlazené doplněné keramickými a

dřevěnými obklady, nebo omyvatelnými nátěry, jak je vyznačeno v projektové dokumentaci. Povrchové úpravy podlah jsou převážně zastoupeny keramickou dlažbou, PVC a teracem.

Rozměry, tvar oken a dveří jsou patrné z výkresové dokumentace. Fasádní výplně otvorů jsou ocelová okna v barvě bílé a hnědé a ocelové dveře. Vnitřní dveře jsou vyrobeny ze dřeva do ocelových zárubní. Veškeré klempířské prvky jsou provedeny z pozinkovaného plechu bez povrchové úpravy.

C.3.3 Technická zařízení budov

Vodovod je napojen na stávající vodovodní řád. Vodovodní přípojka vede k objektu, zde za vodoměrnou sestavou pokračuje rozvod studené vody po celé budově. Trasy potrubí jsou dány dispozicí. Teplá užitková voda je připravována pomocí lokálních elektrických zásobníků TUV v hygienických zázemích sportovců. U umyvadel pro návštěvníky teče pouze studená voda.

Splašková odpadní voda a dešťová voda ze střech objektů je svedena pomocí stávající kanalizační přípojky do obecního kanalizačního řádu. V objektu není umístěno žádné zařízení na hospodaření s odpadní vodou.

Objekty jsou centrálně vytápěny plynovými kotelny umístěnými v suterénu 1PP pod objektem při Tolstého ulici a částečně kotelnou umístěnou při zázemí A mužstva. V kotelnách jsou umístěny rozdělovače a sběrače, které rozvádí pomocí jednotlivých topných větví teplo po celém objektu. Jako distribuční prvky jsou zde umístěny klasické žebrové radiátory.

Je provedena stávající NTL přípojka pouze pro plynovou kotelnu. Plyn funguje v objektu jako zdroj tepla centrálně připravovaného v kotelně. Jiná plynová odběrná zařízení v budově nejsou, tudíž nejsou potřeba žádné další rozvody.

Objekt je vybaven stávající kabelovou přípojkou NN. Vnitřní rozvody elektrické energie byly dle průzkumu vykonaného v roce 2007 nevyhovující.

Stávající větrání budovy je přirozené, okny. Místnosti uvnitř dispozice jsou větrány pomocí osazených elektrických ventilátorů nuceně podtlakově. Takový systém větrání je v současné době velmi zastaralý a nedostačující.

C.3.4 Technologie chlazení

Strojovna chlazení se nachází v 1PP a je v ní umístěn primární okruh chladicí soustavy s náplní ze čpavku (NH_3). Z toho vyplývá, že se jedná o systém s nepřímým odparem. Jako teplotonosná látka je použita Solanka R.

V systému chlazení je velký potenciál pro použití odpadního tepla, který není v tomto objektu náležitě využit. To by ovšem znamenalo rozsáhlejší rekonstrukci, která by se týkala ledové plochy, sněžné jámy a dalších technologií.

C.4 Měření parametrů vnitřního prostředí

C.4.1 Průběh měření

Dne 6. 4. 2016 ($t_e = 12,5 \text{ }^\circ\text{C}$, $r_e = 64,1 \text{ } \%$) jsem provedla na Horáckém zimním stadionu měření, které spočívalo ve zjištění povrchové teploty ledu, povrchové teploty plexiskla, teploty a relativní vlhkosti vzduchu v daných výškách nad ledovou plochou a v různých místech na tribunách. Měla jsem zapůjčené školní měřicí přístroje.

Měření jsem uskutečnila z důvodu zjištění skutečných hodnot jednotlivých parametrů vnitřního prostředí. Výsledky jsou přesné, ale při prázdném stadionu. Proto je velice pravděpodobné, že hodnota relativní vlhkosti se zvýší při naplnění tribun diváky. Změní se i teplota v hale, neboť lidé produkují teplo. Zároveň ale při jejich příchodu vnikne otevřenými dveřmi velké množství chladného venkovního vzduchu, stejně jako v obou přestávkách mezi třetinami.

Výsledky měření vyhodnotím, pomohou mi odhalit, zda je vnitřní prostředí na stadionu vyhovující či ne, a poskytnou vodítko pro případné zlepšení.

C.4.2 Výsledky měření

Výsledky měření jsem zapsala do tří tabulek: parametry ledu a nad ledovou plochou, teploty mantinelu a hodnoty v prostoru diváků.

První tabulka obsahuje hodnoty naměřené na ledové ploše. V prvním sloupci jsou číslem označeny body na ploše, kde k měření došlo. V následujícím sloupci je zaznamenán čas a poté již jednotlivé naměřené hodnoty. Měření proběhlo dvakrát, ovšem z časových důvodů již nebyla znovu zmapována všechna místa na hrací ploše a všechny výšky jako při prvním měření.

LEDOVÁ PLOCHA														
BOD	1. MĚŘENÍ								2. MĚŘENÍ					
	čas	povrchová teplota	teplota vzduchu výška 0,1m		teplota vzduchu výška 1m		teplota vzduchu výška 1,7m		čas	povrchová teplota	teplota vzduchu výška 0,1m		teplota vzduchu výška 1,7m	
			t,p	t0,1	r0,1	t1	r1	t1,7			r1,7	t,p	t0,1	r0,1
1	8:03	-2,8	10,8	35,4	10,1	49,1	10,1	73,3	9:00	-2,6	7,8	52,0	7,9	79,4
2	8:15	-2,5	9,7	48,7	9,6	60,9	9,6	75,5	9:03	-2,9	7,6	56,2	7,6	84,4
3	8:20	-2,0	9,1	46,2	9,2	63,1	9,2	76,3	9:04	-2,7	6,9	59,6	7,8	83,6
4	8:22	-3,8	9,1	56,6	9,2	66,6	9,3	78,3						
5	8:24	-3,2	9,0	48,6	9,0	64,0	9,2	78,3						
6	8:27	-2,9	9,0	47,8	9,0	65,3	9,1	77,6	9:05	-3,3	7,6	59,1	7,8	82,6
7	8:30	-2,9	8,8	45,3	8,7	66,5	8,8	78,9						
8	8:33	-2,8	8,4	47,5	8,5	70,1	8,6	79,5						
9	8:37	-2,9	8,2	48,6	8,4	74,0	8,4	79,6	9:07	-2,9	7,4	58,9	7,7	83,5
10	8:39	-3,1	8,2	57,0	8,3	70,4	8,4	82,0	9:09	-3,2	7,5	59,4	7,7	81,2
11	8:42	-3,2	8,2	54,4	8,3	68,6	8,4	80,6	9:11	-3,2	7,4	54,5	7,6	81,3

Tab. 04: Naměřené hodnoty v prostoru ledové plochy

Ve druhé tabulce jsou zapsány hodnoty povrchové teploty mantinelu. Opět jsou zde číslem označena místa měření a zaznamenán přesný čas. První hodnota ve výšce 0,1 m je téměř u ledu, kde je plné hrazení, následující dvě jsou již měřeny na plexiskle.

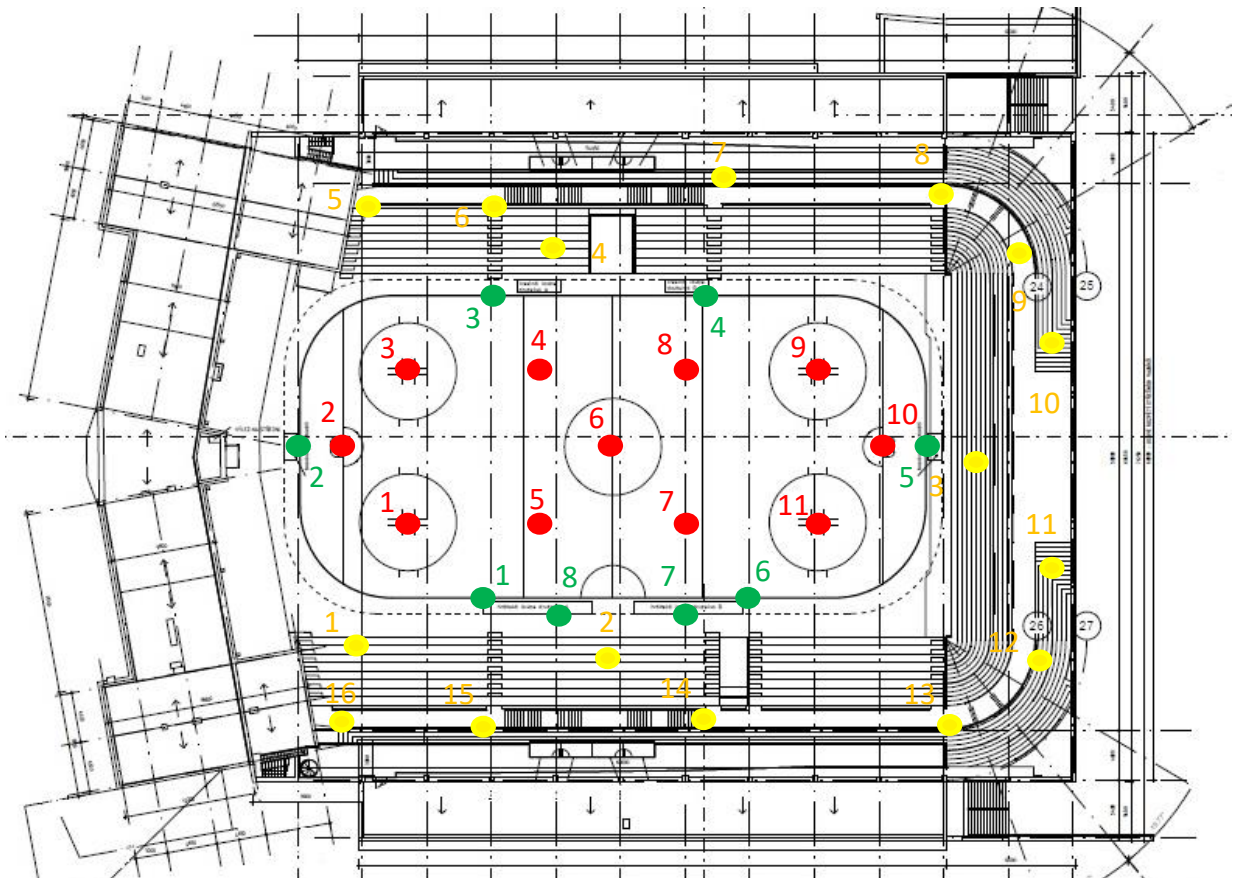
POVRCHOVÁ TEPLOTA MANTINELU									
BOD	1. MĚŘENÍ					2. MĚŘENÍ			
	čas	povrchová teplota výška 0,1m	povrchová teplota výška 1m	povrchová teplota výška 1,7m	čas	povrchová teplota výška 0,1m	povrchová teplota výška 1m	povrchová teplota výška 1,7m	
									t,p
1	8:47	2,2	6,0	8,0	9:15	2,8	6,4	8,6	
2	8:48	3,2	6,6	8,5	9:16	3,5	6,7	8,7	
3	8:49	3,5	6,4	8,3	9:17	3,6	6,6	8,8	
4	8:50	2,9	6,3	8,4	9:18	2,6	6,8	8,5	
5	8:52	2,6	6,3	8,1	9:19	2,9	6,3	8,3	
6	8:53	2,6	6,2	8,7	9:20	2,9	6,4	8,7	
7	8:54	8,2	9,0	10,1	9:21	8,4	9,2	10,1	
8	8:55	8,3	9,1	9,9	9:22	8,3	9,4	10,1	

Tab. 05: Naměřené hodnoty povrchové teploty mantinelu

Ve třetí tabulce jsou uvedeny hodnoty vnitřní teploty a relativní vlhkosti vzduchu na různých místech tribun, kde se vyskytují diváci. Místa měření jsou znovu označena číslem, která ukazují přesné umístění na stadionu. Za tabulkou následuje schéma objektu, kde jsou pro přehlednost zakresleny jednotlivé body měření.

PROSTOR DIVÁKŮ				
BOD	1. MĚŘENÍ			
	čas	teplota vzduchu		
		t	r	
1	9:33	8,9	83,5	
2	9:36	9,6	82,0	
3	9:37	10,1	81,4	
4	9:39	10,7	83,9	
5	9:40	11,0	75,2	
6	9:41	10,8	76,7	
7	9:42	11,2	73,1	
8	9:42	11,5	69,7	
9	9:43	11,4	73,0	
10	9:45	11,8	71,5	
11	9:46	11,7	70,5	
12	9:47	11,9	76,3	
13	9:48	11,9	70,9	
14	9:49	12	69,9	
15	9:50	11,9	71,1	
16	9:51	12	75,1	

Tab. 06: Naměřené hodnoty v prostoru diváků



Obr. 16: Schéma stadionu s vyznačením měřených míst

C.4.3 Vyhodnocení měření

Z výsledků měření povrchové teploty ledu můžeme potvrdit, že při použití nepřímého odparu v systému chlazení dochází k ohřátí teploty látky, což zapříčiňuje různé hodnoty na ledové ploše. Navíc se v průběhu měření teplota ledu postupně snižovala, protože správce objektu zvýšil výkon chladicí jednotky. Stávající teplota ledu by totiž nebyla vyhovující pro provozování hokeje.

Teplota vzduchu nad ledem odpovídá předepsanému rozmezí hodnot 5-12 °C. Ovšem relativní vlhkost dosahovala ve výšce 1,7 m nad kluzišťem více než 80 %. A to všechno bez přítomnosti diváků, bez vniku venkovního vzduchu otevřenými dveřmi a při sníženém výkonu chladicí jednotky. Tyto hodnoty nejsou ideální.

Povrchová teplota mantinelů je při aktuální obsazenosti a teplotě ledu v pořádku. Problém by mohl nastat při snížení teploty ledu, jelikož by mohl být vyšší sálavý účinek ledové plochy.

Z měření je vidět, že hodnoty v prostoru diváků jsou nevyhovující. Teplota by se měla pohybovat nad 15 °C a relativní vlhkost pod hodnotou 75 %. Hodnota vlhkosti je v některých místech vyhovující, ale stále se jedná o případ prázdného stadionu, proto se dá předpokládat, že při naplnění kapacity se hodnoty rapidně zhorší. Jelikož stávající objekt není vybaven mechanickým větráním, vzniká problém s vysokou vlhkostí ve vnitřním vzduchu.

Z měření lze vyvodit závěr, že stadion splňuje pouze některé předepsané požadavky, a to bez obsazenosti tribun. Při pobytu diváků v hale vzroste hodnota relativní vlhkosti vzduchu nad předepsané limity a přirozeným větráním není možné ji odvést. Proto by bylo přínosné navrhnout vhodné řešení strojního větrání celého objektu zimního stadionu, které by zajišťovalo odvlhčení vzduchu a zlepšilo i vnitřní teplotu.

C.5 Návrh vzduchotechniky

C.5.1 Rozdělení objektu dle nároků na VZT jednotky

V objektu zimního stadionu se bude vyskytovat velké množství vzduchotechnických jednotek. Proto je nutné udělat základní rozdělení na jednotlivé provozy, ve kterých je nutné mít samostatné vzduchotechnické zařízení. Každé z nich

bude pracovat s jinými požadavky na způsob větrání a parametry přiváděného vzduchu v různých provozních dobách. Základní rozdělení je na zařízení určená pro hlavní halu a pro ostatní provozy.

Zařízení pro hlavní halu

- HL – větrání a klimatizace hlediště
- LP – větrání a odvlhčování ledové plochy a ofukování stropu

Zařízení pro ostatní provozy

- ST – větrání šaten
- RO – větrání rozsvičovén
- RE – větrání restaurací (barů)
- OB – větrání obchodů a pronajímatelných prostor
- KC – větrání kanceláří
- DI – větrání dílny a přilehlých prostor
- SB – větrání skyboxů
- WC – větrání sociálních zařízení
- DC – vzduchové clony
- CHL – větrání strojoven chlazení
- RZ – větrání rozvoden
- TR – větrání trafostanic
- KU – větrání kuchyněk
- BY – větrání bytu správce

Podle tohoto rozdělení se budou navrhovat vzduchotechnické jednotky pro jednotlivé provozy tak, aby byla dodržena předepsaná výměna vzduchu ve všech místnostech stadionu podle platné legislativy.

Vzhledem k rozsahu objektu není řešeno větrání v prvním nadzemním a podzemním podlaží. To znamená, že není v textové části detailně zpracováno větrání strojovny chlazení, rozvodny, trafostanice a rozsvičovny. Dále se v tomto podlaží objevují šatny a restaurace, jejichž řešení větrání by bylo obdobné jako v podobných prostorech ve druhém podlaží. Princip větrání všech prostor je popsán v technické zprávě, která je součástí přílohy.

C.5.2 HL – větrání a klimatizace hlediště

Vzduchotechnické jednotky zajišťující přívod čerstvého vzduchu do objektu mají za úkol také upravit jeho parametry na žádané hodnoty. Jednotky pro hlediště budou čtyři a budou ve venkovním provedení, jelikož se umístí na střechu. Zařízení bude ohřívat vzduch, čímž bude vytápět hlavní halu.

Požadované parametry vnitřního vzduchu v hledišti

ZIMA:	18 °C	>60 % r. v. (48 %)	6 g/kg s. v.
LÉTO:	26 °C	>60 % r. v. (43 %)	9 g/kg s. v.

Výpočet množství vzduchu

Množství venkovního vzduchu se počítá z minimální hodnoty na osobu a podle násobnosti výměny vzduchu. Limitní hodnota pro osobu v pobytové místnosti je 25 m³/hod. V případě zimního stadionu snížíme hodnotu na 20 m³/hod, protože se předpokládá (ze zkušenosti), že v normálním provozu nedochází k naplnění kapacity. Kdyby k naplnění stadionu došlo, je 20 m³/hod/os dostačující pro zajištění vhodného vnitřního prostředí ve shromažďovacím prostoru.

Výpočet množství venkovního vzduchu

$$V_e = \Sigma(n \cdot V_{pos})$$

$$V_e = i \cdot V$$

n – počet lidí

V_{pos} – množství na osobu

i – intenzita výměny vzduchu

V – objem místnosti

OSOBY	n	V_{pos}	V_p
	[os.]	[m ³ /os]	[m ³ /os]
DIVÁCI	7500	min. 20	150000
ZAMĚSTNANCI	20	50	1000
HRÁČI	40	90	3600
TRENÉŘI, ...	10	70	700

Tab. 07: Množství čerstvého vzduchu na osobu

$$V_e = \Sigma(n \cdot V_{pos}) = \underline{\underline{155\,300\,m^3/hod}}$$

$$V_e = i \cdot V = 1 \cdot 64\,300 = \underline{\underline{64\,300\,m^3/hod}}$$

Výpočet množství přiváděného vzduchu

- Odvod tepelné ztráty

Vzduchotechnika pro oblast tribun bude odvádět tepelnou ztrátu prostupem. Tepelná ztráta větráním z důvodu přetlakové ventilace nevzniká. Tepelné zisky od diváků nezahrnujeme do výpočtu, jelikož vzduchotechnický systém musí nastavenou hodnotu teploty dosáhnout ještě před příchodem osob. Zisky z technologií se také nezapočítávají, protože v hale není velké množství zařízení produkujících teplo. Zahrnujeme pouze polovinu tepelných zisků od osvětlení. Druhá polovina je zohledněna při návrhu jednotek nad ledovou plochou. Teplota přiváděného vzduchu je navržena na 26 °C.

Tepelná ztráta pokrytá VZT tribun:

$$Q_C = Q_P - Q_O / 2$$

Q_O – tepelné zisky od osvětlení, z dokumentace stadionu převzata hodnota

$$Q_O = 100\,000\text{ W}$$

Q_P – tepelná ztráta prostupem

$$Q_P = \Sigma(A \cdot U \cdot (t_i - t_e))$$

t_i – teplota interiéru, $t_i = 18\text{ °C}$

t_e – teplota za konstrukcí, venku $t_e = -15\text{ °C}$

sousední místnosti $t_e = 20\text{ °C}$

zemina $t_e = 5\text{ °C}$

TYP KONSTRAKCE	U	A	t_e
	[W/m ² K]	[m ²]	[°C]
OBVODOVÁ ZEĎ	1,25	960	-15
OKNA + DVEŘE	5,65	1300	-15
		200	20
VNITŘNÍ ZEĎ	4,16	500	20
STŘECHA	1,3	4480	-15
PODLAHA - TRIBUNA	2,83	2780	20
PODLAHA - ZEMINA	1,17	695	5

Tab. 08: Hodnoty součinitele prostupu tepla

$$Q_P = \Sigma(A \cdot U \cdot (t_i - t_e)) = \underline{494\,100\text{ W}}$$

$$Q_C = Q_P - Q_O / 2 = 494\,100 - 100\,000 / 2 = \underline{444\,100\text{ W}}$$

$$V_P = \frac{Q_C}{\rho \times c \times (t_p - t_i)} = \frac{444\,100}{1,2 \times 1010 \times (26 - 18)} = \underline{165\,000\text{ m}^3/\text{hod}}$$

- Odvod tepelné zátěže

Tepelná zátěž přes konstrukce je počítána pomocí softwaru Q-Pro. Vnitřní zisky od osob a osvětlení jsou počítány zvlášť. Stejně jako u výpočtu tepelných ztrát je i zde v části osvětlení počítáno pouze s polovinou. Veškeré vnitřní zisky od osob jsou pokryty jednotkami pro tribuny, v letním provozu je snížena kapacita na 6 000 diváků. Návrhová teplota přívodního vzduchu je 18 °C.

$$Q_z = Q_o/2 + Q_{os} + Q_{pr}$$

Q_o – tepelné zisky od osvětlení, $Q_o = 100\ 000\ W$

Q_{os} – vnitřní zisky od osob, viz následující tabulka:

OSOBY		POČET	VYPRODUKOVANÉ TEPLO/OSOBA	VYPRODUKOVANÉ TEPLO CELKEM
DIVÁCI	SEDÍCÍ	1000	62	62000
	STOJÍCÍ	5000	60	300000
ZAMĚŠTNANCI		40	60	2400

Tab. 09: Tepelné zisky od osob

$$Q_{os} = \underline{\underline{364\ 400\ W}}$$

Q_{pr} - vnější tepelné zisky, výsledek z programu Q-Pro, $Q_{pr} = \underline{\underline{204\ 750\ W}}$

$$Q_z = 100\ 000/2 + 364\ 400 + 204\ 750 = \underline{\underline{619\ 150\ W}}$$

$$V_p = \frac{Q_z}{\rho \times c \times (t_i - t_p)} = \frac{619\ 150}{1,2 \times 1010 \times (26 - 18)} = \underline{\underline{230\ 000\ m^3/hod}}$$

- Odvod vodní páry

Velkým problémem zimních stadionů je vysoká koncentrace vodní páry. Velká produkce je od lidí, tu má za úkol odvést vzduchotechnika pro tribuny. Návrhová hodnota měrné vlhkosti přiváděného vzduchu jsou 4 g/kg s. v.

$$V_p = \frac{G}{\rho \times (x_i - x_p)}$$

G – množství vyprodukované vodní páry lidmi, k infiltraci nedochází z důvodu přetlakového větrání, zdrojem jsou lidé, viz tabulka:

OSOBY		POČET	VYPRODUKOVANÁ V. PÁRA/OSOBA	VYPRODUKOVANÁ V. PÁRA CELKEM
DIVÁCI	SEDÍCÍ	1731	30	51930
	STOJÍCÍ	5769	50	288450
ZAMĚSTNANCI		40	100	4000

Tab. 10: Produkce vodní páry osobami

$$G = 51930 + 288\,450 + 4000 = \underline{\underline{344\,380 \text{ g/hod}}}$$

$$V_{P,z} = \frac{344\,380}{1,2 \times (6-4)} = \underline{\underline{143\,500 \text{ m}^3/\text{hod}}}$$

$$V_{P,l} = \frac{344\,380}{1,2 \times (9-7)} = \underline{\underline{143\,500 \text{ m}^3/\text{hod}}}$$

Množství přiváděného vzduchu se stanoví na základě nejvyšší vypočtené hodnoty. Množství se může lišit pro zimní a letní provozní stav. V přechodných měsících, zejména v září, je vysoká měrná vlhkost exteriérového vzduchu, což způsobí i vyšší vlhkost v prostoru tribuny. Jelikož se vzduch bude ohřívát, klesne jeho relativní vlhkost pod doporučený limit.

ZIMA	$V_e = 155\,300 \text{ m}^3/\text{h}$	$V_p = \underline{\underline{165\,600 \text{ m}^3/\text{hod}}}$
LÉTO	$V_e = 155\,300 \text{ m}^3/\text{h}$	$V_p = \underline{\underline{230\,400 \text{ m}^3/\text{hod}}}$

Návrh trasy potrubí a distribučních prvků

Čtyři jednotky pro přívod vzduchu do prostoru hlediště budou umístěny na střeších u hlavní haly. V podélném směru je objekt třípodlažní a ve směru do ulice Tolstého je dvoupodlažní. Rozvod potrubí bude rovnoměrně přivádět vzduchu mezi diváky. Přívodními distribučními prvky jsou vířivé anemostaty. Tyto prvky jsou připojeny na flexi potrubí přes plenum boxy, které jsou dodávány s regulační klapkou, rozrážecím plechem a konzolou pro uchycení čelních desek. Akustický výkon anemostatu je 45dB, což splňuje limit pro hlavní halu, jehož hodnota je 55dB. Odvod vzduchu je proveden pomocí mřížek na fasádě v místě u vzduchotechnického zařízení. Odvody jsou tudíž pouze na čtyřech místech podle jednotek.

Návrh dimenze a výpočet tlakových ztrát

V následující tabulce je výpočet dimenzí potrubí v jednotlivých úsecích podle množství vzduchu a rychlosti proudění. Dále jsou zde vypočteny tlakové ztráty důležité pro návrh ventilátoru ve VZT jednotce a pro umístění regulačních klapek. Větev s největšími tlakovými ztrátami je oddělena v tabulce tučnou čarou. Jak bylo zmíněno již výše, každý anemostat je opatřen vlastní regulační klapkou, proto odpadá nutnost je umísťovat do jejich připojovacího potrubí. Vzhledem k zrcadlovému provedení jednotek, jsou tlakové ztráty i dimenze shodné u jednotek HL.01 a HL.02, zároveň také u zařízení HL.03 a HL. 04. Veškeré spočtené hodnoty jsou v tabulkách na následujících stránkách.

Přívod	Úsek	Obdélníkový průřez		Kruh. Průřez	Plocha potrubí	Průtok	Sřední rychlost proudění	Délka úseku	Tlakové ztráty třením	Celkové tlakové ztráty třením	Součinitel vřazeného odporu	Tlaková ztráta vřazenými odpory	Celková tlak.ztráta úseku
		VYSKA	SIRKA	PRUMER									
		a [mm]	b [mm]	d [mm]									
1 - připojení anemostatu	-	-	560	0,246	3200	3,6	300	1,000	0,30	-	-	32,00	32,30
2	-	-	560	0,246	3200	3,6	2900	0,240	0,70	1,32	10,33	11,02	
3	-	-	710	0,396	6400	4,5	7855	0,270	2,12	0,52	6,30	8,42	
4	-	-	900	0,636	12800	5,6	5885	0,310	1,82	0,32	6,00	7,83	
5	-	-	1000	0,785	19200	6,8	5885	0,400	2,35	0,32	8,86	11,22	
6	-	-	1120	0,985	25600	7,2	5885	0,400	2,35	0,32	10,01	12,37	
7	-	-	1250	1,227	32000	7,2	5885	0,360	2,12	0,32	10,08	12,20	
8	-	-	1250	1,227	38400	8,7	1520	0,460	0,70	0,32	14,52	15,22	
9	-	-	1500	1,766	57600	9,1	1000	0,400	0,40	0,32	15,76	16,16	
10	1400	1500	-	2,100	57600	7,6	10000	0,300	3,00	2,00	69,66	72,66	
11 - připojení anemostatu	-	-	560	0,246	3200	3,6	300	1,000	0,30	-	-	32,00	32,30
12	-	-	560	0,246	3200	3,6	2900	0,240	0,70	1,32	10,33	11,02	
13	-	-	710	0,396	6400	4,5	1525	0,270	0,41	0,52	6,30	6,71	
14 - připojení anemostatu	-	-	560	0,246	3200	3,6	300	1,000	0,30	-	-	32,00	32,30
15	-	-	560	0,246	3200	3,6	5920	0,240	1,42	1,32	10,33	11,75	
16	-	-	800	0,502	6400	3,5	6035	0,150	0,91	0,32	2,40	3,31	
17	-	-	900	0,636	9600	4,2	6035	0,180	1,09	0,32	3,38	4,46	
18	-	-	1000	0,785	12800	4,5	6035	0,180	1,09	0,32	3,94	5,03	
19	-	-	1120	0,985	16000	4,5	6035	0,160	0,97	0,32	3,91	4,88	
Odvod	Úsek	Obdélníkový průřez		Kruh. Průřez	Plocha potrubí	Průtok	Sřední rychlost proudění	Délka úseku	Tlakové ztráty -flexi	Tlakové ztráty třením	Součinitel vřazeného odporu	Tlaková ztráta vřazenými odpory	Celková tlak.ztráta úseku
		VYSKA	SIRKA	PRUMER									
		a [mm]	b [mm]	d [mm]									
1	1300	1500	-	1,950	54000	7,7	12650	0,320	4,05	3,00	171,51	175,56	

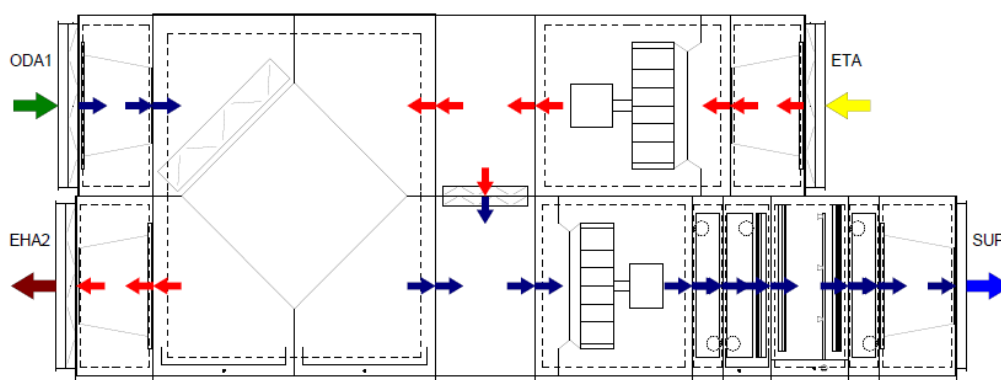
Tab. 11: HL.01, 02 - Dimenze a tlakové ztráty

Přívod	Úsek	Obdélníkový průřez		Kruh. Průřez	Plocha potrubí	Průtok	Sřední rychlost proudění	Délka úseku	Tlakové ztráty -flexi	Tlakové ztráty třením	Součinitel vřazeného odporu	Tlaková ztráta vřazenými odpory	Celková tlak.ztráta úseku
		VYSKA	SIRKA	PRUMER									
		a [mm]	b [mm]	d [mm]									
1 - připojení anemostatu	-	-	560	0,246	3200	3,6	300	1,000	0,30	-	-	32,00	32,30
2	-	-	560	0,246	3200	3,6	2900	0,240	0,70	1,32	10,33	11,02	
3	-	-	710	0,396	6400	4,5	2885	0,270	0,78	0,52	6,30	7,08	
4	-	-	900	0,636	9600	4,2	6090	0,180	1,10	0,52	5,49	6,58	
5	-	-	1000	0,785	19200	6,8	4495	0,400	1,80	0,32	8,86	10,66	
6	-	-	1250	1,227	28800	6,5	10250	0,290	2,97	0,42	10,72	13,69	
7	-	-	1250	1,227	38400	8,7	7790	0,460	3,58	0,42	19,06	22,64	
8	-	-	1500	1,766	44800	7,0	1520	0,250	0,38	0,30	8,94	9,32	
9	-	-	1500	1,766	57600	9,1	1000	0,400	0,40	1,02	50,22	50,62	
10	1400	1500	-	2,100	57600	7,6	10000	0,300	3,00	2,00	69,66	72,66	
11 - připojení anemostatu	-	-	560	0,246	3200	3,6	300	1,000	0,30	-	-	32,00	32,30
12	-	-	560	0,246	3200	3,6	2900	0,240	0,70	1,32	10,33	11,02	
13	-	-	710	0,396	6400	4,5	2885	0,270	0,78	0,52	6,30	7,08	
14	-	-	900	0,636	9600	4,2	950	0,180	0,17	0,52	5,49	5,66	
15 - připojení anemostatu	-	-	560	0,246	3200	3,6	300	1,000	0,30	-	-	32,00	32,30
16	-	-	560	0,246	3200	3,6	2900	0,240	0,70	1,32	10,33	11,02	
17	-	-	710	0,396	6400	4,5	7855	0,270	2,12	0,52	6,30	8,42	
18	-	-	900	0,636	9600	4,2	2830	0,180	0,51	0,54	5,70	6,21	
19 - připojení anemostatu	-	-	560	0,246	3200	3,6	300	1,000	0,30	-	-	32,00	32,30
20	-	-	560	0,246	3200	3,6	2900	0,240	0,70	1,32	10,33	11,02	
21	-	-	710	0,396	6400	4,5	1525	0,270	0,41	0,52	6,30	6,71	
22 - připojení anemostatu	-	-	560	0,246	3200	3,6	300	1,000	0,30	-	-	32,00	32,30
23	-	-	560	0,246	3200	3,6	5920	0,240	1,42	1,32	10,33	11,75	
24	-	-	800	0,502	6400	3,5	8200	0,270	2,21	0,50	3,76	5,97	
Odvod	Úsek	Obdélníkový průřez		Kruh. Průřez	Plocha potrubí	Průtok	Sřední rychlost proudění	Délka úseku	Tlakové ztráty - flexi	Tlakové ztráty třením	Součinitel vřazeného odporu	Tlaková ztráta vřazenými odpory	Celková tlak.ztráta úseku
		VYSKA	SIRKA	PRUMER									
		a [mm]	b [mm]	d [mm]									
1 - odvodní mřížka	1300	1500	-	1,950	54000	7,7	12650	0,320	4,05	3,00	171,51	175,56	

Tab. 12: HL.03, 04 - Dimenze a tlakové ztráty

Návrh VZT jednotky

Pro prostory hlediště jsou navrženy dva velmi podobné typy jednotek, rozdíl je pouze v přívodním ventilátoru z důvodu odlišné tlakové ztráty na potrubí. Jinak budou sestavené jednotky stejné. Zařízení bude na přívodu obsahovat tyto části: pružný spoj, žaluziová klapka, filtr, deskový výměník ZZT, směšovací komora, ventilátor s frekvenčním měničem, ohříváč, chladič, zvlhčovač a druhý ohřev. Na odvodu má části: pružný spoj, žaluziová klapka, filtr, ventilátor s frekvenčním měničem. Na obrázku je znázorněno schéma VZT jednotky a poté parametry jednotlivých komor.



Obr. 17: HL.01-04 – Schéma VZT jednotky

Přehled jednotky HL.01 - 04

Pozice v projektu: HL.01 - 04

Řada jednotky: TP12105

Velikost jednotky: HL63*

Tloušťka stěny: 50 mm

Provedení pláště (vnější): PZ

Provedení pláště (vnitřní): PZ

Průtok vzduchu - přívod: 57600 m³/h

Vlastní rozměry (mm): 11285 x 2900 x 4730

Obrysově rozměry (mm): 11670 x 2900 x 4730

Objemová hmotnost izolace 50 kg/m³

Průřezová rychlost: 2.60 m/s

Výška rámu a nohou 130 mm

Hmotnost: 7800 kg

Průtok vzduchu - odvod: 53000 m³/h

Technická data - přívodní části HL.01, 02

Koncový panel

s velkým otvorem

Klapka

1 Pa

Filtrační komora

kapsový filtr: G4 - 360

17 Pa

Tlaková rezerva:

Na zanesení filtrů

50 Pa

Složení filtrů: 12 / 592 x 592, 4 / 592 x 287, 3 / 287 x 592, 1 / 287 x 287

Rekuperační komora

Desková

Bypass

117 Pa

Přívod: 38830 m³/h

-18.0°C, 90%/10.7°C

Odvod: 34430 m³/h

18.0°C, 50%/-0.8°C

Statická účinnost: 80%

Teplý zisk: 331.0 kW

Příslušenství:

Sifon pro odvod kondenzátu

2 ks

Klapková komora

se dvěma klapkami

9 Pa

Ventilátorová komora

s volným oběžným kolem

2 Pa

Vzduch: 57600 m³/h

Externí tlaková ztráta: 200 Pa

Ventilátor: RH11C

Otáčky: 827 ot/min

Statická účinnost: 47.88%

Výkon: 16.3 kW

Dynamický tlak: 76 Pa

Celkový tlak: 762 Pa

Motor: 220-8AB

Napětí: 400/690 V

Zapojení: D/Y

Proud: 37.76/21.8 A

SFP: 1.427 kW/(m³/s), SFP4

Otáčky: 730 ot/min

Krytí: IP55

Výkon: 18,5 kW

Prac. bod ventilátoru: 56 Hz (max. 58 Hz)

Ochrana motoru: neosazena

Frekvenční měnič: 3x400V, 22kW, IP20

Kryty svorek: 18-22 kW

Hladiny akustických výkonů

pásmo	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	db(A)
Do okolí	56.0	56.0	60.0	53.0	50.0	37.0	29.0	29.0	55.4
Do sání	66.0	75.0	79.0	74.0	74.0	68.0	57.0	52.0	77.6
Do výtlaku	69.0	79.0	81.0	79.0	79.0	76.0	64.0	56.0	82.8

Ohřivací komora

Vodní dvouřadá

31 Pa

Vzduch: 41400 m³/h

11.1/23.0°C

Přípojka topného média G: 2 1/2"

Výkon: 165.0 kW

Médium: voda 80/60°C

Průtok: 7.296 m³/h

1.2 kPa

Chladicí komora

Vodní pětiřadá

93 Pa

Vzduch: 57600 m³/h

27.0/18.0°C

Eliminátor kapek

25 Pa

Přípojka chladicího média G 3"

Výkon: 268.8 kW

Médium: voda 6/12°C

Průtok: 41.387 m³/h

18.7 kPa

Entalpie

63.0/49.0 kJ/kg

Příslušenství:

Sifon pro odvod kondenzátu 1 ks

Zvlhčovací komora

Vodní

35 Pa

Vzduch: 41400 m³/h

23.0°C, 9%/16.0°C, 40%

Navlhčení: 120 l/h

Ohřivací komora

Vodní jednořadá

19 Pa

Vzduch: 41400 m³/h

16.0/26.0°C

Přípojka topného média G: 2"

Výkon: 138.7 kW

Médium: voda 80/60°C

Průtok: 6.131 m³/h

2.6 kPa

Filtrační komora

kapsový filtr: G4 - 360

38 Pa

Tlaková rezerva:

Na zanesení filtrů

50 Pa

Složení filtrů: 12 / 592 x 592, 4 / 592 x 287, 3 / 287 x 592, 1 / 287 x 287

Koncový panel

s velkým otvorem

0 Pa

Technická data - přívodní části HL.03, 04

Veškeré komory jsou shodné jako u jednotek HL.01, 02, jediný rozdíl je ve ventilátoru, který musí pokrýt větší externí tlakovou ztrátu způsobenou jiným vedením potrubí.

Ventilátorová komora

s volným oběžným kolem

2 Pa

Vzduch: 57600 m³/h

Externí tlaková ztráta: 240 Pa

Ventilátor: RH11C

Otáčky: 837 ot/min

Statická účinnost: 49.08%

Výkon: 17.0 kW

Dynamický tlak: 76 Pa

Celkový tlak: 802 Pa

Motor: 220-8AB

Napětí: 400/690 V

Zapojení: D/Y

Proud: 37.76/21.8 A

SFP: 1.473 kW/(m³/s), SFP4

Otáčky: 730 ot/min

Krytí: IP55

Výkon: 18,5 kW

Prac. bod ventilátoru: 57 Hz (max. 58 Hz)

Ochrana motoru: neosazena

Frekvenční měnič: 3x400V, 22kW, IP20

Kryty svorek: 18-22 kW

Hladiny akustických výkonů

pásmo	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	db(A)
Do okolí	55.0	56.0	60.0	53.0	50.0	37.0	30.0	30.0	55.6
Do sání	65.0	75.0	79.0	74.0	74.0	68.0	58.0	53.0	77.8
Do výtlaku	68.0	79.0	81.0	79.0	79.0	76.0	65.0	57.0	83.0

Technická data - odvodní části HL.01 - 04

Koncový panel

s velkým otvorem

1 Pa

Filtrační komora

kapsový filtr: G4 - 360

32 Pa

Tlaková rezerva:

Na zanesení filtrů

50 Pa

Složení filtrů: 12 / 592 x 592, 4 / 592 x 287, 3 / 287 x 592, 1 / 287 x 287

Ventilátorová komora

s volným oběžným kolem

1 Pa

Vzduch: 53000 m³/h

Externí tlaková ztráta: 180 Pa

Ventilátor: RH11C

Otáčky: 729 ot/min

Statická účinnost: 54.64%

Výkon: 10.9 kW

Dynamický tlak: 65 Pa

Celkový tlak: 529 Pa

Motor: 207-8AB

Napětí: 400/690 V

Zapojení: D/Y

Proud: 32.1/18.53 A

SFP: 0.846 kW/(m³/s), SFP3

Otáčky: 730 ot/min

Krytí: IP55

Výkon: 15 kW

Prac. bod ventilátoru: 50 Hz (max. 54 Hz)

Ochrana motoru: neosazena

Frekvenční měnič: 3x400V, 18.5kW, IP20

Kryty svorek: 18-22 kW

Hladiny akustických výkonů

pásmo	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	db(A)
Do okolí	56.0	54.0	57.0	50.0	47.0	34.0	27.0	27.0	52.7
Do sání	68.0	77.0	82.0	81.0	82.0	77.0	69.0	66.0	85.2
Do výtlaku	68.0	75.0	78.0	73.0	73.0	67.0	57.0	52.0	76.8

Klapková komora

se dvěma klapkami

7 Pa

Rekuperační komora

Desková viz přívod

127 Pa

Filtrační komora

kapsový filtr: G4 - 360

14 Pa

Tlaková rezerva:

Na zanesení filtrů

50 Pa

Složení filtrů: 12 / 592 x 592, 4 / 592 x 287, 3 / 287 x 592, 1 / 287 x 287

Koncový panel

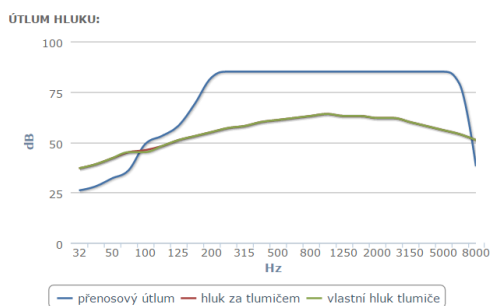
s velkým otvorem

1 Pa

Návrh tlumiče hluku

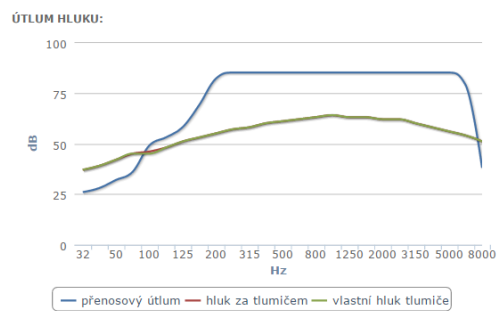
Mimo jednotku bude umístěn na potrubí tlumič hluku, který zabrání přenosu nežádoucího hluku ze zařízení do pobytové zóny. Tlumič se navrhuje na akustický tlak ventilátoru, který je částí jednotky. Jeho hladiny akustických výkonů jsou vypsány výše v popisu parametrů jednotlivých komor.

Pro přívodní potrubí jednotek HL.01, 02 i HL.03, 04 je navržen stejný kulisový tlumič o rozměrech 1500 x 1400 mm s délkou 3 000 mm. Tlumič tvoří 6 kulis o šířce 200 mm s 50 mm mezerami.



VÝSLEDNÉ HODNOTY

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	[]
přenosový útlum	26	36	58	85	85	85	85	85	38	-	dB
vlastní hluk tlumiče	37	45	51	57	61	64	62	58	51	68	dB(A)
hl. akust. výkonu za tlumičem s váh. filt. A:	37	45	51	57	61	64	62	58	51	68	dB(A)



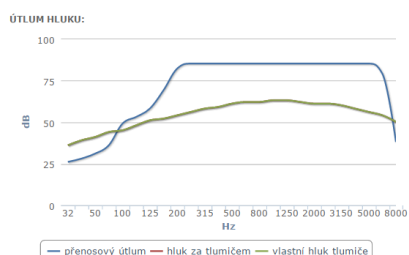
VÝSLEDNÉ HODNOTY

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	[]
přenosový útlum	26	36	58	85	85	85	85	85	38	-	dB
vlastní hluk tlumiče	37	45	51	57	61	64	62	58	51	68	dB(A)
hl. akust. výkonu za tlumičem s váh. filt. A:	37	45	51	57	61	64	62	58	51	68	dB(A)

Obr. 18: HL.01, 02 – Tlumič na přívodním potrubí

Obr. 19: HL.03, 04 – Tlumič na přívodním potrubí

Pro odvodní potrubí jednotek HL.01 - 04 je navržen kulisový tlumič o rozměrech 1500 x 1300 mm s délkou 3 000 mm. Tlumič tvoří 6 kulis o šířce 200 mm s 50 mm mezerami.



VÝSLEDNÉ HODNOTY

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	[]
přenosový útlum	26	36	58	85	85	85	85	85	38	-	dB
vlastní hluk tlumiče	36	44	51	56	61	63	61	58	50	68	dB(A)
hl. akust. výkonu za tlumičem s váh. filt. A:	36	44	51	56	61	63	61	58	50	68	dB(A)

Obr. 20: HL.01 - 04 – Tlumič na odvodním potrubí

Návrhy tlumičů jsou přibližné, vytvořené pomocí programu od firmy MartAkustik. Hodnoty v nižších oktávových pásmech jsou ponechány nad křivkou útlumu, jelikož se jedná o sportovní stavbu, kde je vysoká hladina akustických výkonů.

C.5.3 LP – větrání a odvlhčování ledové plochy a ofukování stropu

Vzduchotechnické jednotky pro udržení potřebných parametrů vzduchu nad ledovou plochou budou dvě a budou umístěny na střeše objektu směrem do ulice Tolstého. Hlavním úkolem jednotek bude odvádět přebytečnou vlhkost a upravovat teplotu vzduchu. Jednotky budou pracovat pouze s cirkulačním vzduchem. Přívod čerstvého vzduchu zabezpečují jednotky pro tribuny, do množství je započítaná i potřeba pro sportovce a realizační tým. Proto je $V_e = 0 \text{ m}^3/\text{h}$.

Parametry vnitřního vzduchu v hledišti

ZIMA:	14 °C	>60 % r. v. (40 %)	4 g/kg s. v.
LÉTO:	26 °C	>60 % r. v. (43 %)	9 g/kg s. v.

Výpočet množství přiváděného vzduchu

- Odvod tepelné ztráty

Vzduchotechnika umístěná nad ledovou plochou nebude primárně odvádět tepelnou ztrátu. Ovšem při návrhu teploty vzduchu je nutné zohlednit vliv ledové plochy na ochlazování vzduchu a naopak vliv osvětlení na jeho tepelný zisk. Proto počítáme množství přiváděného vzduchu i tímto způsobem. Návrhová teplota přiváděného vzduchu je 19°C.

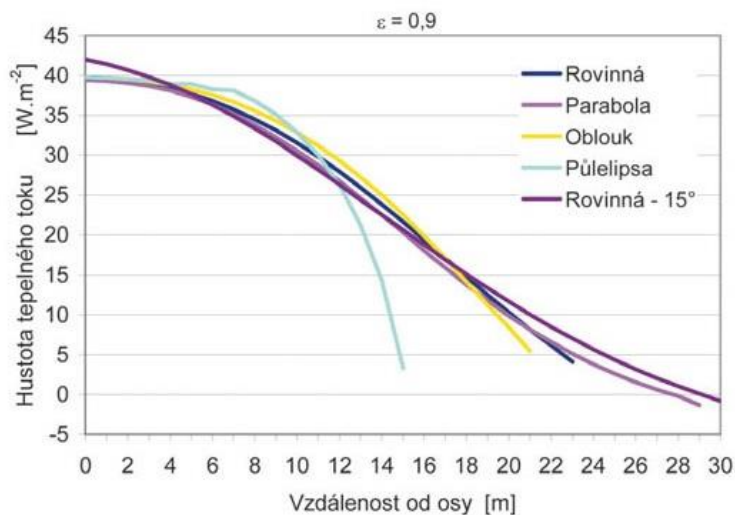
Tepelná ztráta pokrytá VZT ledové plochy:

$$Q_C = Q_L - Q_O / 2$$

Q_O – tepelné zisky od osvětlení, $Q_O = 100\,000\text{ W}$

Q_L – tepelná ztráta vlivem ledové plochy

Z přiloženého grafu je převzata hodnota pro tepelnou ztrátu ledem. Je zohledněn povrch stropu a tvar střechy. Vzhledem k šířce hřiště 28 m je z grafu odečtena přibližně průměrná hodnota tepelného toku 35 W/m^2 , který se zmenšuje se vzdáleností od osy hřiště.



Obr. 21: Tepelná ztráta ledové plochy [41]

$$Q_L = S \cdot q$$

S – plocha hřiště, $S = 1624\text{ m}^2$

q – hustota tepelného toku, $q = 35\text{ W/m}^2$

$$Q_L = 1624 \cdot 35 = \underline{56\,840\text{ W}}$$

$$Q_C = Q_L - Q_O/2 = 56\,840 - 100\,000/2 = \underline{6\,840\text{ W}}$$

$$V_P = \frac{Q_C}{\rho \times c \times (t_p - t_i)} = \frac{6\,840}{1,2 \times 1010 \times (19 - 14)} = \underline{4\,100\text{ m}^3/\text{hod}}$$

- Odvod tepelné zátěže

Vzduchotechnika nad ledovou plochou bude fungovat i v letním období, kdy bude mít za úkol odvést polovinu tepelných zisků od osvětlení. Zbytek tepelné zátěže obstarají jednotky pro hlediště.

$$Q_Z = Q_O/2$$

$$Q_Z = 100\,000/2 = \underline{50\,000\text{ W}}$$

$$V_P = \frac{Q_Z}{\rho \times c \times (t_i - t_p)} = \frac{50\,000}{1,2 \times 1010 \times (26 - 18)} = \underline{18\,600\text{ m}^3/\text{hod}}$$

- Odvod vodní páry

Problém tvorby mlhy nad ledovou plochou musí vyřešit vzduchotechnická zařízení umístěna nad kluzištem. Vlhkost zde vzniká od lidí (hráči a realizační tým) a velké množství vznikne při údržbě ledu. Cílem je udržet měrnou vlhkost na hodnotě 4 g/kg s. v. Návrhová hodnota měrné vlhkosti přiváděného vzduchu jsou 2 g/kg s. v.

$$V_P = \frac{G}{\rho \times (x_i - x_p)}$$

G – množství vyprodukované vodní páry lidmi a vzniklé při údržbě ledu, k infiltraci nedochází z důvodu přetlakového větrání; zdrojem jsou lidé, viz tabulka:

OSOBY	POČET	VYPRODUKOVANÁ V. PÁRA/OSOBA	VYPRODUKOVANÁ V. PÁRA CELKEM
HRÁČI	40	300	12000
TRENÉŘI, ...	10	100	1000

Tab. 13: LP - Produkce vodní páry osobami

$$G_{os} = 12\,000 + 1\,000 = \underline{13\,000\text{ g/hod}}$$

$G_L = 15 - 25\text{ kg/rolbování}$, zvolíme vyšší hodnotu

$$G = G_{os} + G_L = 13\,000 + 25\,000 = \underline{38\,000\text{ g/hod}}$$

$$V_{P,z} = \frac{38\,000}{1,2 \times (4 - 2)} = \underline{16\,000\text{ m}^3/\text{hod}}$$

Množství 16 000 m³/hod je hodnota, která určuje, jaký objem vzduchu bude dopravován do prostoru kluziště. Dalším úkolem vzduchotechnických zařízení je ovšem i ofukování konstrukce. Parametry přiváděného vzduchu budou stejné a množství zvolíme na základě odborného odhadu a podle dat z jiných projektů více než poloviční (cca 60 %).

Proto je celkové množství přiváděného vzduchu pomocí jednotek pro ledovou plochu spočítáno takto:

$$V_p = V_{p,L} + V_{p,S} = 16\,000 + 10\,000 = \underline{26\,000\text{ m}^3/\text{hod}}$$

Množství přiváděného vzduchu se stanoví na základě nejvyšší vypočtené hodnoty. Množství se může lišit pro zimní a letní provozní stav.

ZIMA	$V_e = 0\text{ m}^3/\text{h}$	$V_p = \underline{26\,000\text{ m}^3/\text{hod}}$
LÉTO	$V_e = 0\text{ m}^3/\text{h}$	$V_p = \underline{18\,600\text{ m}^3/\text{hod}}$

Návrh trasy potrubí a distribučních prvků

Dvě jednotky pro přívod vzduchu nad ledovou plochu budou umístěny na střeše objektu do ulice Tolstého. Přívodní potrubí povede v podélném směru nad kluzištěm a v pravidelných intervalech budou umístovány dýzy, jejichž většina bude nasměrována k ledu a menší část nahoru ke střešní konstrukci. Odvod bude zajištěn pomocí mřížek na potrubí v čele hlavní haly. Do přívodního potrubí není potřeba umísťovat regulační klapky, jelikož je potrubí přímé a dýzy jsou přimontovány pomocí speciálních nástavců s regulací. V odvodním potrubí se umístí na základě výpočtu tlakových ztrát.

Návrh dimenze a výpočet tlakových ztrát

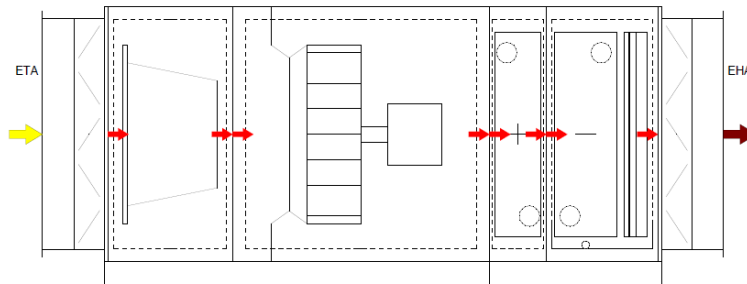
V tabulce je výpočet dimenzí v jednotlivých úsecích podle množství vzduchu v potrubí a rychlosti proudění. Dále jsou zde vypočteny tlakové ztráty důležité pro návrh ventilátoru ve VZT jednotce a pro umístění regulačních klapek. Jelikož jsou trasy obou jednotek pro ledovou plochu osově souměrné, výpočet je proveden pouze jednou a platí pro obě zařízení.

Přívod	Úsek	Obdélníkový průřez		Kruh. Průřez	Plocha potrubí	Průtok	Sřední rychlost proudění	Délka úseku	Tlakové ztráty třením	Celkové tlakové ztráty třením	Součinitel vřazeného odporu	Tlaková ztráta vřazenými odpory	Celková tlak.ztráta úseku
		VYSKA	SIRKA	PRUMER									
		a [mm]	b [mm]	d [mm]									
					S [m ²]	V m ³ /hod	W [m/s]	l [mm]	x [Pa/m]	Ptř [Pa]	Ksí [-]	PĚ [Pa]	Ptř [Pa]
1 - připojení dýzy	-	-	300	0,071	0,071	870	3,4	4000	0,490	1,96	0,20	59,40	61,36
2	-	-	355	0,099	0,099	1740	4,9	4000	0,760	3,04	0,30	4,30	7,34
3	-	-	450	0,159	0,159	2610	4,6	4000	0,490	1,96	0,20	2,50	4,46
4	-	-	500	0,196	0,196	3480	4,9	4000	0,500	2,00	0,20	2,91	4,91
5	-	-	560	0,246	0,246	4350	4,9	4000	0,430	1,72	0,20	2,89	4,61
6	-	-	630	0,312	0,312	5220	4,7	4000	0,340	1,36	0,20	2,60	3,96
7	-	-	710	0,396	0,396	6090	4,3	4000	0,250	1,00	0,00	0,00	1,00
8	-	-	710	0,396	0,396	6960	4,9	4000	0,320	1,28	0,20	2,86	4,14
9	-	-	800	0,502	0,502	7830	4,3	4000	0,220	0,88	0,00	0,00	0,88
10	-	-	800	0,502	0,502	8700	4,8	4000	0,270	1,08	0,20	2,78	3,86
11	-	-	900	0,636	0,636	9570	4,2	4000	0,180	0,72	0,00	0,00	0,72
12	-	-	900	0,636	0,636	10440	4,6	4000	0,210	0,84	0,00	0,00	0,84
13	-	-	900	0,636	0,636	11310	4,9	4000	0,250	1,00	0,20	2,93	3,93
14	-	-	1000	0,785	0,785	12180	4,3	4000	0,170	0,68	0,00	0,00	0,68
15	-	-	1000	0,785	0,785	13000	4,6	7900	0,190	1,50	0,40	5,08	6,58
16	800	1000	-	0,800	0,800	13000	4,5	11900	0,210	2,50	3,00	36,68	39,17
Odvod	Úsek	Obdélníkový průřez		Kruh. Průřez	Plocha potrubí	Průtok	Sřední rychlost proudění	Délka úseku	Tlakové ztráty - flexi	Tlakové ztráty třením	Součinitel vřazeného odporu	Tlaková ztráta vřazenými odpory	Celková tlak.ztráta úseku
		VYSKA	SIRKA	PRUMER									
		a [mm]	b [mm]	d [mm]									
					S [m ²]	V m ³ /hod	W [m/s]	l [mm]	x [Pa/m]	Ptř [Pa]	Ksí [-]	PĚ [Pa]	Ptř [Pa]
1 - mřížka	625	625	-	0,391	0,391	4335	3,1	300	0,160	0,05	0,00	39,00	39,05
2	-	-	630	0,312	0,312	4335	3,9	2550	0,240	0,61	0,30	2,69	3,30
3	-	-	800	0,502	0,502	8670	4,8	4300	0,270	1,16	0,39	5,38	6,54
4	-	-	1000	0,785	0,785	13000	4,6	2000	0,190	0,38	1,30	16,51	16,89
5	1000	800	-	0,800	0,800	13000	4,5	12500	0,210	2,63	2,00	39,00	41,63
6 - mřížka	625	625	-	0,391	0,391	4335	3,1	300	0,160	0,05	0,00	39,00	39,05
7 - mřížka	625	625	-	0,391	0,391	4335	3,1	300	0,160	0,05	0,00	39,00	39,05
8	-	-	630	0,312	0,312	4335	3,9	2550	0,240	0,61	0,30	2,69	3,30

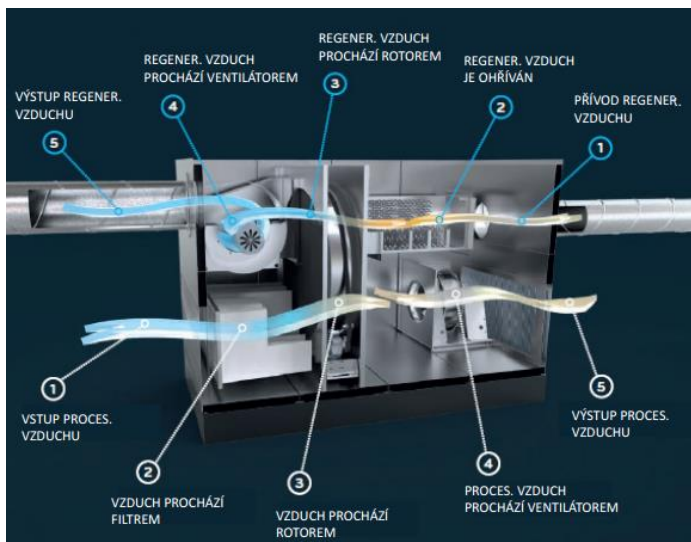
Tab. 14: LP.01-02 - Dimenze a tlakové ztráty

Návrh VZT jednotky

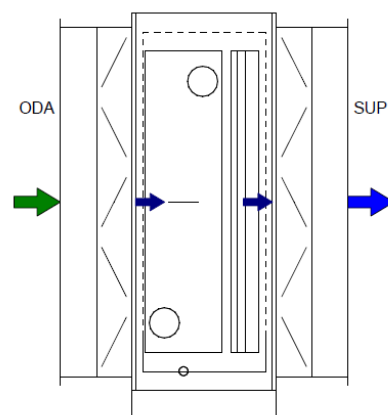
Pro prostor ledové plochy jsou navrženy dvě totožné vzduchotechnické jednotky, které pracují pouze s cirkulačním vzduchem. Jejich součástí je klapka, filtr, ventilátor, ohříváč a chladič. Součástí systému je samostatný adsorpční odvlhčovač typu Cotes Flexible CRT18000 s napojením na regenerační vzduch a jeden samostatný chladič. Jednotka musí být ve venkovním provedení.



Obr. 22: LP.01-02 – Schéma VZT jednotky



Obr. 23: LP.01-02 – Schéma adsorpčního odvlhčovače [42]



Obr. 24: LP.01-02 – Schéma

externího chladiče

Přehled VZT jednotky

Pozice v projektu: LP.01-02
Řada jednotky: TP12105
Velikost jednotky: HL16*
Tloušťka stěny: 50 mm
Provedení pláště (vnější): PZ
Provedení pláště (vnitřní): PZ
Průtok vzduchu: 13000 m³/h

Vlastní rozměry (mm): 2330 x 1650 x 1150
Obrysově rozměry (mm): 2840 x 1650 x 1150
Objemová hmotnost izolace 50 kg/m³
Průřezová rychlost: 2.45 m/s
Výška rámu a nohou 100 mm
Hmotnost: 675 kg

Technická data

Koncový panel
s velkým otvorem

Klapka

2 Pa

Filtrační komora

kapsový filtr: G4 - 360 35 Pa

Tlaková rezerva:

Na zanesení filtrů

50 Pa

Složení filtrů: 2 / 592 x 897, 1 / 287 x 897

Ventilátorová komora

s volným oběžným kolem

2 Pa

Vzduch: 13000 m³/h

Externí tlaková ztráta: 260 Pa

Ventilátor: RH50C

Otáčky: 2070 ot/min

Statická účinnost: 48.03%

Výkon: 3.5 kW

Dynamický tlak: 150 Pa

Celkový tlak: 677 Pa

Motor: 2P132S4

Napětí: 400/690 V

Zapojení: D/Y

Proud: 11.0/6.35 A

SFP: 1.096 kW/(m³/s), SFP3

Otáčky: 1440 ot/min

Krytí: IP55

Výkon: 5,5 kW

Prac. bod ventilátoru: 71 Hz (max. 77 Hz)

Ochrana motoru: neosazena

Frekvenční měnič: 3x400V, 5.5kW, IP20

Kryty svorek: 1f-2.2kW, 3.0 - 7.5 kW.

Hladiny akustických výkonů

pásmo	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	db(A)
Do okolí	43.0	42.0	54.0	49.0	50.0	37.0	36.0	33.0	52.6
Do sání	55.0	65.0	79.0	80.0	85.0	80.0	78.0	72.0	87.6
Do výtlaku	56.0	66.0	80.0	82.0	85.0	81.0	78.0	69.0	88.0

Ohřívací komora

Vodní dvouřadá

51 Pa

Vzduch: 13000 m³/h

14.0/16.0°C

Přípojka topného média G: 6/4"

Výkon: 8.7 kW

Médium: voda 80/60°C

Průtok: 0.385 m³/h 0.0 kPa

Chladicí komora

Vodní šestiřadá

102 Pa

Vzduch: 13000 m ³ /h		26.0/20.0°C
Eliminátor kapek		24 Pa
Přípojka chladicího média G 2"		Výkon: 36.2 kW
Médium: voda 6/12°C		Průtok: 6.650 m ³ /h 4.0 kPa
Entalpie		63.0/54.6 kJ/kg
Příslušenství:	Sifon pro odvod kondenzátu	1 ks
Koncový panel		
s velkým otvorem	Klapka	2 Pa
Přehled adsorpčního odvlhčovače		
Pozice v objektu:	LP.01-02	Vlastní rozměry (mm): 2440x1110x1480
Řada odvlhčovače:	CRT 18000	
Hmotnost:	1950kg	

Technická data

Průtok procesního vzduchu:	13 000 m ³ /h
Průtok regeneračního vzduchu:	4 000 m ³ /h
Napětí/fáze:	400 /3Ph+PE
Připojená zátěž:	149 kW
Ohřivač regeneračního vzduchu:	180 kW
Výkon:	98,3 kg/h

Přehled samostatného doplňkového chladiče

Pozice v projektu:	LP.01-02	Vlastní rozměry (mm): 520 x 1350 x 1450
Řada jednotky:	TP12105	Obrysově rozměry (mm): 1030 x 1350 x 1450
Velikost jednotky:	H16*	Objemová hmotnost izolace 50 kg/m ³
Tloušťka stěny:	50 mm	Průřezová rychlost: 2.31 m/s
Provedení pláště (vnější):	PZ	Výška rámu a nohou 100 mm
Provedení pláště (vnitřní):	PZ	Hmotnost: 315 kg
Průtok vzduch:	13000 m ³ /h	

Technická data

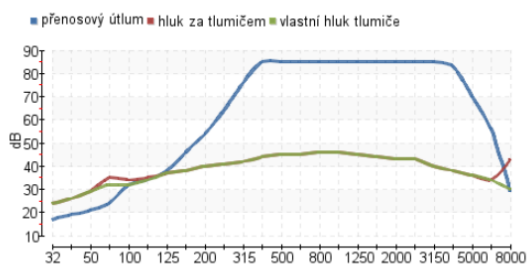
Koncový panel		
s velkým otvorem	Klapka	1 Pa
Chladicí komora		
Vodní šestiřadá		95 Pa
Vzduch: 13000 m ³ /h		24.0/18.0°C
Eliminátor kapek		21 Pa
Přípojka chladicího média G 2"		Výkon: 55.5 kW
Médium: voda 6/12°C		Průtok: 8.044 m ³ /h 5.2 kPa
Entalpie		63.0/50.2 kJ/kg
Příslušenství:	Sifon pro odvod kondenzátu	1 ks
Koncový panel		
s velkým otvorem	Klapka	1 Pa

Tlumič hluku

Mimo jednotky budou umístěny na potrubí dva tlumiče hluku, které zabrání přenosu nežádoucího hluku ze zařízení do pobytové zóny. Tlumiče se navrhují na akustický tlak ventilátoru, který je částí jednotky, podle typu potrubí (sání/výtlač). Jeden tlumič bude umístěn na odvodním potrubí a jeden na přívodním.

Pro obě potrubí je navržen kulisový tlumič o rozměrech 1000 x 800 mm s délkou 2 000 mm se čtyřmi kulisami o šířce 200 mm s mezerou 50 mm.

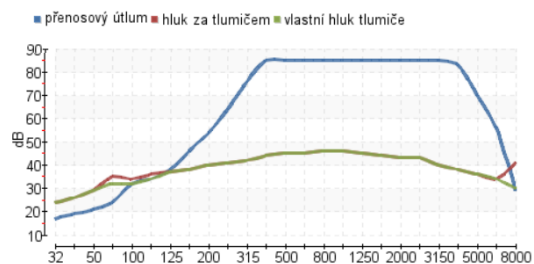
ÚTLUM HLUKU:



VÝSLEDNÉ HODNOTY:

frekvence:frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	
přenosový útlum:	17	24	38	64	85	85	83	29	-	-	dB
vlastní hluk tlumiče:	24	32	37	41	45	46	43	38	30	51	dB(A)
hl. akust. výkonu za tlumičem s vzh. filt. A:	24	35	37	41	45	46	43	38	43	52	dB(A)

ÚTLUM HLUKU:



VÝSLEDNÉ HODNOTY:

frekvence:frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	
přenosový útlum:	17	24	38	64	85	85	83	29	-	-	dB
vlastní hluk tlumiče:	24	32	37	41	45	46	43	38	30	51	dB(A)
hl. akust. výkonu za tlumičem s vzh. filt. A:	24	35	37	41	45	46	43	38	41	51	dB(A)

Obr. 25: LP.01-02 – Tlumič hluku na přívodním potrubí

Obr. 26: LP.01-02 – Tlumič hluku na odvodním potrubí

C.5.4 ST – větrání šaten

Množství větracího vzduchu v prostoru šaten se počítají podle množství šatnových míst. Na každé místo připadá 20 m³/hod čerstvého vzduchu. Vzduch bude přiváděn do prostoru šaten a odváděn částečně od tamtéž a částečně přes hygienické zázemí a chodbu tak, aby všechny prostory byly dostatečně provětrávané.

Výpočet množství vzduchu

č. místnosti	popis	objem místnosti	počet lidí	intenzita větrání	množství vzduchu na osobu	Ve - podle i	Ve - podle lidí	Ve	Vo
2NP64	CHODBA	56	-	1,5	-	84	-	-	100
2NP65	ŠATNA KRASOBRUSLENÍ	-	15	-	20	-	300	300	200
2NP66	ŠATNA KRASOBRUSLENÍ	-	15	-	20	-	300	300	200
2NP67	SKLAD VÝSTROJE	27	-	1,5	-	40,5	-	50	50
2NP68	KLUBOVNA	21	5	4	20	84	100	100	100
2NP69	SOCIÁLNÍ ZÁZEMÍ ŠATEN	-	-	-	-	-	-	-	100

Tab. 15: ST.01 – Výpočet množství vzduchu

Návrh trasy potrubí a distribučních prvků

Přívodní potrubí bude z jednotky vedeno podél stěny, která odděluje šatny od hlavní haly. Z něho povedou odbočky s distribučními prvky (anemostaty, talířové ventily), jež přivádí vzduch do místností. Odvod bude zabezpečen stejnými prvky z větraných prostor potrubím vedeným v chodbě. VZT jednotka bude umístěna na střeše.

Návrh dimenze a výpočet tlakových ztrát

Výpočty dimenzí a tlakových ztrát potrubí jsou uvedeny v tabulce na následující straně.

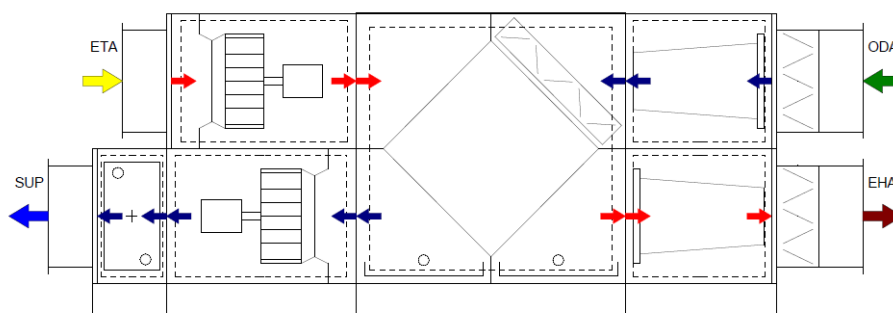
Přívod	Úsek	Obdélníkový průřez		Kruh. Průřez	Plocha potrubí	Průtok	Sřední rychlost proudění	Délka úseku	Tlakové ztráty	Tlakové ztráty třením	Součinitele I vřazenéh o odporu	Tlaková ztráta vřazenými odpory	Celková tlak.ztráta úseku
		VYSKA	SIRKA	PRUMER									
		a	b	d									
		[mm]	[mm]	[mm]									
1 - tal. ventil	-	-	100	0,008	100	3,5	650	1,000	0,65	0,00	20,00	20,65	
2	-	-	100	0,008	100	3,5	4770	2,290	10,92	1,50	11,27	22,19	
3	-	-	180	0,025	150	1,6	3204	0,272	0,87	0,50	0,81	1,68	
4	-	-	250	0,049	450	2,5	3890	0,369	1,44	0,50	1,95	3,38	
5	-	-	300	0,071	750	2,9	4600	0,292	1,34	0,70	3,65	5,00	
6	250	250	-	0,063	750	3,3	5500	0,608	3,34	0,40	2,67	6,01	
7 - tal. ventil	-	-	80	0,005	50	2,8	450	1,000	0,45	0,00	16,00	16,45	
8 - anemostat	-	-	180	0,025	300	3,3	920	1,000	0,92	0,00	15,00	15,92	
9 - anemostat	-	-	180	0,025	300	3,3	920	1,000	0,92	0,00	15,00	15,92	

Odvod	Úsek	Obdélníkový průřez		Kruh. Průřez	Plocha potrubí	Průtok	Sřední rychlost proudění	Délka úseku	Tlakové ztráty	Tlakové ztráty třením	Součinitele I vřazenéh o odporu	Tlaková ztráta vřazenými odpory	Celková tlak.ztráta úseku
		VYSKA	SIRKA	PRUMER									
		a	b	d									
		[mm]	[mm]	[mm]									
1 - tal. ventil	-	-	80	0,005	50	2,8	850	1,000	0,85	1,00	20,59	21,44	
2	-	-	100	0,008	100	3,5	1210	2,290	2,77	1,00	7,51	10,28	
3	-	-	180	0,025	235	2,6	1060	0,544	0,58	1,00	3,95	4,53	
4	-	-	180	0,025	285	3,1	2350	0,778	1,83	1,00	5,81	7,64	
5	-	-	180	0,025	315	3,4	860	0,939	0,81	1,20	8,52	9,33	
6	-	-	250	0,049	515	2,9	3350	0,474	1,59	1,20	6,12	7,71	
7	-	-	300	0,071	715	2,8	1090	0,355	0,39	1,00	4,74	5,13	
8	-	-	300	0,071	750	2,9	820	0,387	0,32	1,20	6,26	6,58	
9	250	250	-	0,063	750	3,3	4500	0,608	2,74	0,40	2,67	5,40	
10 - tal. ventil	-	-	80	0,005	50	2,8	920	1,000	0,92	0,00	16,00	16,92	
11 - tal. ventil	-	-	100	0,008	100	3,5	1100	1,000	1,10	0,00	25,00	26,10	
12	-	-	180	0,025	135	1,5	2740	0,207	0,57	1,00	1,30	1,87	
13 - tal. ventil	-	-	80	0,005	35	1,9	600	1,000	0,60	0,00	13,00	13,60	
14 - tal. ventil	-	-	80	0,005	50	2,8	1000	1,000	1,00	0,00	16,00	17,00	
15 - tal. ventil	-	-	80	0,005	30	1,7	600	1,000	0,60	0,00	13,00	13,60	
16 - tal. ventil	-	-	150	0,018	200	3,1	1000	1,000	1,00	0,00	35,00	36,00	
17 - tal. ventil	-	-	150	0,018	200	3,1	1000	1,000	1,00	0,00	35,00	36,00	
18 - tal. ventil	-	-	80	0,005	35	1,9	600	1,000	0,60	0,00	13,00	13,60	

Tab. 16: ST.01 – Dimenze a tlakové ztráty

Návrh VZT jednotky

Pro prostor šaten ve 2NP je navržena venkovní větrací jednotka s rekuperačním výměníkem. Je umístěna na střeše objektu a dopravuje 750 m³/hod čerstvého vzduchu.



Obr. 27: ST.01 – Schéma VZT jednotky

Přehled jednotky

Pozice v projektu: ST.01
Řada jednotky: TP12105
Velikost jednotky: HL2*
Tloušťka stěny: 50 mm
Provedení pláště (vnější): PZ
Provedení pláště (vnitřní): PZ
Průtok vzduchu - přívod: 750 m3/h

Vlastní rozměry (mm): 2035 x 750 x 900
Obrysově rozměry (mm): 2420 x 750 x 900
Objemová hmotnost izolace 50 kg/m3
Průřezová rychlost: 1.07 m/s
Výška rámu a nohou 100 mm
Hmotnost: 225 kg
Průtok vzduchu - odvod: 750 m3/h

Technická data - přívodní části

Koncový panel

s velkým otvorem

Klapka 0 Pa

Filtrační komora

kapsový filtr: G4 - 360

Na zanesení filtrů 7 Pa

Tlaková rezerva:

50 Pa

Složení filtrů: 1 / 592 x 287

Rekuperační komora

Desková

Bypass 84 Pa

Přívod: 750 m3/h

-15.0°C, 99%/10.9°C

Odvod: 750 m3/h

22.0°C, 50%/3.3°C

Statická účinnost: 74%

Tepelný zisk: 7.0 kW

Příslušenství:

Sifon pro odvod kondenzátu 2 ks

Ventilátorová komora

s volným oběžným kolem

0 Pa

Vzduch: 750 m3/h

Externí tlaková ztráta: 60 Pa

Ventilátor: RH22C

Otáčky: 2001 ot/min

Statická účinnost: 27.39%

Výkon: 0.1 kW

Dynamický tlak: 13 Pa

Celkový tlak: 215 Pa

Motor: 1P070M2

Napětí: 230/400 V

Zapojení: D/Y

Proud: 2.3/1.33 A

SFP: 0.740 kW/(m3/s), SFP2

Otáčky: 2740 ot/min

Krytí: IP55

Výkon: 0,55 kW

Prac. bod ventilátoru: 36 Hz (max. 73 Hz)

Ochrana motoru: neosazena

Frekvenční měnič: 1x230V=>3x230V, 0.75 kW

Kryty svorek: 0.37-0.75 kW

Hladiny akustických výkonů

pásmo	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	db(A)
Do okolí	16.0	16.0	22.0	18.0	21.0	12.0	7.0	1.0	23.4
Do sání	26.0	35.0	43.0	43.0	49.0	47.0	40.0	30.0	52.5
Do výtlaku	30.0	42.0	50.0	54.0	60.0	60.0	54.0	45.0	64.6

Ohřivací komora

Vodní jednořadá

1 Pa

Vzduch: 750 m3/h

10.9/22.0°C

Přípojka topného média G: 1"

Výkon: 2.3 kW

Médium: voda 80/60°C

Průtok: 0.101 m3/h 0.0 kPa

Koncový panel

s velkým otvorem

0 Pa

Technická data - odvodní části

Koncový panel

s velkým otvorem

0 Pa

Ventilátorová komora

s volným oběžným kolem

0 Pa

Vzduch: 750 m3/h

Externí tlaková ztráta: 80 Pa

Ventilátor: RH22C

Otáčky: 2069 ot/min

Statická účinnost: 28.59%

Výkon: 0.1 kW

Dynamický tlak: 13 Pa

Celkový tlak: 237 Pa

Motor: 1P070M2

Napětí: 230/400 V

Zapojení: D/Y

Proud: 2.3/1.33 A

SFP: 0.786 kW/(m3/s), SFP3

Otáčky: 2740 ot/min

Krytí: IP55

Výkon: 0,55 kW

Prac. bod ventilátoru: 37 Hz (max. 73 Hz)

Ochrana motoru: neosazena

Frekvenční měnič: 1x230V=>3x230V, 0.75 kW

Kryty svorek: 0.37-0.75 kW

Hladiny akustických výkonů

pásmo	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	db(A)
Do okolí	17.0	16.0	23.0	19.0	22.0	13.0	7.0	2.0	23.9
Do sání	29.0	40.0	51.0	55.0	61.0	60.0	54.0	47.0	64.8
Do výtlaku	29.0	37.0	46.0	46.0	52.0	50.0	42.0	33.0	55.1

Rekuperační komora

Desková viz přívod 88 Pa

Filtrační komora

kapsový filtr: G3 - 360

5 Pa

Tlaková rezerva:

Na zanesení filtrů

50 Pa

Složení filtrů: 1 / 592 x 287

Koncový panel

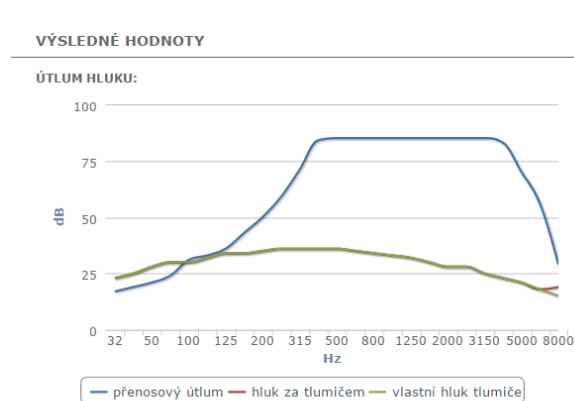
s velkým otvorem

Klapka

0 Pa

Návrh tlumiče hluku

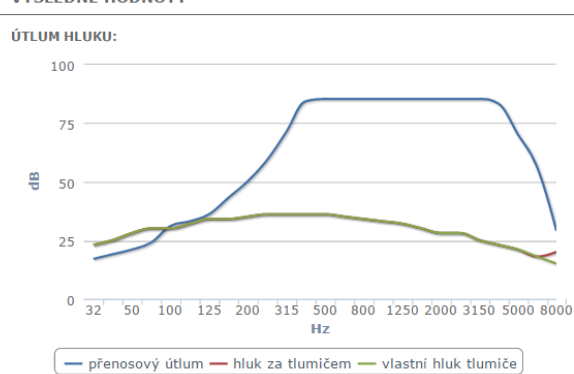
Pro útlum hluku jsou navrženy na přívodní i odvodní potrubí kulisové tlumiče o rozměrech 250x250x2000 mm.



VÝSLEDNÉ HODNOTY

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	[]
přenosový útlum	17	24	36	59	85	85	85	83	29	-	dB
vlastní hluk tlumiče	23	30	34	36	36	33	28	23	15	42	dB(A)
hl. akust. výkonu za tlumičem s váh. filt. A:	23	30	34	36	36	33	28	23	19	42	dB(A)

VÝSLEDNÉ HODNOTY



VÝSLEDNÉ HODNOTY

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	[]
přenosový útlum	17	24	36	59	85	85	85	83	29	-	dB
vlastní hluk tlumiče	23	30	34	36	36	33	28	23	15	42	dB(A)
hl. akust. výkonu za tlumičem s váh. filt. A:	23	30	34	36	36	33	28	23	20	42	dB(A)

Obr. 28: ST.01 – Tlumič hluku na přívodním potrubí

Obr. 29: ST.01 – Tlumič hluku na odvodním potrubí

C.5.5 RE – větrání restaurací (baru)

V objektu zimního stadionu se vyskytují tři provozy spojené s přípravou jídla nebo prodejem občerstvení. Mezi řešené provozy patří bufet ve 3NP a klub Queens ve 2NP. Bar Žába v 1NP, není detailně řešen. Každý prostor bude mít individuální větrání. Kvůli vysokým tepelným ziskům nejsou prostory chlazeny pomocí vzduchotechniky.

Bufet (3NP)

Vzduchotechnika bufetu bude mít za úkol přivádět dostatečné množství venkovního vzduchu do místnosti. Přívod vzduchu bude podél obvodové stěny a odvod

pomocí digestoře připojené na rekuperační jednotku.

Výpočet množství vzduchu

č. místnosti	popis	objem místnosti	počet lidí	intenzita větrání	množství vzduchu na osobu	Ve - podle i	Ve - podle lidí	Ve	Vo
3NPO3	BUFET	75	4	15	50	1125	200	1125	1125

Tab. 17: RE.01 – Výpočet množství vzduchu

Návrh trasy potrubí a distribučních prvků

Přívodní potrubí bude z jednotky vedeno podél stěny, v něm budou umístěny distribuční vyústky (mřížky v potrubí). Odvod bude zabezpečen digestoří bez odvodního ventilátoru, která bude napojena na jednotku s rekuperačním výměníkem. Přívod čerstvého vzduchu a odvod odpadního bude přes protidešťové žaluzie na obvodové stěně.

Návrh dimenze a výpočet tlakových ztrát

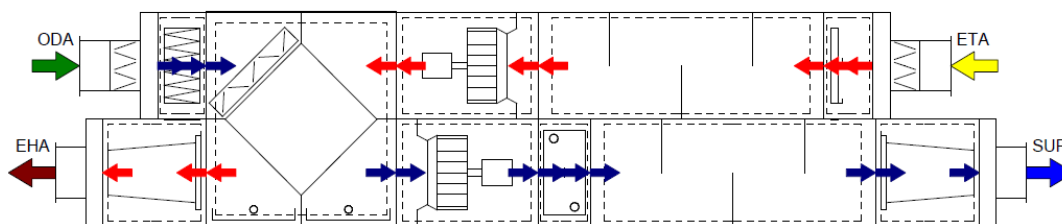
V tabulce je výpočet dimenzí v jednotlivých úsecích podle množství vzduchu v potrubí a rychlosti proudění. Dále jsou zde vypočteny tlakové ztráty důležité pro návrh ventilátoru ve VZT jednotce a pro umístění regulačních klapek.

Přívod	Úsek	Obdélníkový průřez		Kruh. Průřez	Plocha potrubí	Průtok	Sřední rychlost proudění	Délka úseku	Tlakové ztráty	Tlakové ztráty třením	Součinitel vřazeného odporu	Tlaková ztráta vřazenými odpory	Celková tlak.ztráta úseku
		VYSKA	SIRKA	PRUMER									
		a [mm]	b [mm]	d [mm]									
	1 - vyústka	-	-	180	0,025	285	3,1	2900	0,800	2,32	0,20	18,16	20,48
	2	-	-	250	0,049	570	3,2	1950	0,570	1,11	0,20	1,25	2,36
	3	-	-	355	0,099	1125	3,2	1410	0,340	0,48	0,60	3,59	4,07
	4	300	300	-	0,090	1125	3,5	2450	0,400	0,98	0,20	20,45	21,43
	5 - vyústka	-	-	180	0,025	285	3,1	2900	0,800	2,32	0,20	18,16	20,48
	6	-	-	250	0,049	570	3,2	1070	0,570	0,61	0,20	1,25	1,86
Odvod	Úsek	Obdélníkový průřez		Kruh. Průřez	Plocha potrubí	Průtok	Sřední rychlost proudění	Délka úseku	Tlakové ztráty	Tlakové ztráty třením	Součinitel vřazeného odporu	Tlaková ztráta vřazenými odpory	Celková tlak.ztráta úseku
		VYSKA	SIRKA	PRUMER									
		a [mm]	b [mm]	d [mm]									
	1 - digestoř	-	-	355	0,099	1125	3,2	2230	0,340	0,76	0,40	52,39	53,15
	2	300	300	-	0,090	1125	3,5	5450	0,400	2,18	0,20	20,45	22,63

Tab. 18: RE.01 – Dimenze a tlakové ztráty

Návrh VZT jednotky

Pro bufet je navržena podstropní VZT jednotka s rekuperačním výměníkem, která nasává i odvádí vzduch na fasádě. Nasávací a odvodní otvor je opatřen protidešťovou žaluzií a jsou od sebe vzdáleny na výšku podlaží. Jednotka obsahuje dvě tlumicí komory, které snižují hladinu hluku při chodu ventilátoru.



Obr. 30: RE.01 – Schéma VZT jednotky

Přehled jednotky

Pozice v projektu: RE.01
Řada jednotky: TP12105
Velikost jednotky: HL2.5*
Tloušťka stěny: 50 mm
Provedení pláště (vnější): PZ
Provedení pláště (vnitřní): PZ
Průtok vzduchu - přívod: 1125 m³/h

Vlastní rozměry (mm): 3835 x 800 x 900
Obrysová rozměry (mm): 4095 x 800 x 900
Objemová hmotnost izolace 50 kg/m³
Průřezová rychlost: 1.28 m/s
Výška rámu a nohou 0 mm
Hmotnost: 355 kg
Průtok vzduchu - odvod: 1125 m³/h

Technická data - přívodní části

Koncový panel

s malým otvorem

Klapka 1 Pa

Filtrační komora

Předfiltr: G3

15 Pa

Tlaková rezerva:

Na zanesení filtrů

50 Pa

Složení filtrů: 1 / 690 x 340

Rekuperační komora

Desková

Bypass

78 Pa

Přívod: 1125 m³/h

-15.0°C, 99%/5.7°C

Odvod: 1125 m³/h

20.0°C, 50%/4.7°C

Statická účinnost: 59%

Tepelný zisk: 8.0 kW

Příslušenství:

Sifon pro odvod kondenzátu

2 ks

Ventilátorová komora

s volným oběžným kolem

0 Pa

Vzduch: 1125 m³/h

Externí tlaková ztráta: 50 Pa

Ventilátor: RH22C

Otáčky: 2579 ot/min

Statická účinnost: 35.73%

Výkon: 0.1 kW

Dynamický tlak: 28 Pa

Celkový tlak: 301 Pa

Motor: 1P070M2

Napětí: 230/400 V

Zapojení: D/Y

Proud: 2.3/1.33 A

SFP: 0.767 kW/(m³/s), SFP3

Otáčky: 2740 ot/min

Krytí: IP55

Výkon: 0,55 kW

Prac. bod ventilátoru: 46 Hz (max. 73 Hz)

Ochrana motoru: neosazena

Frekvenční měnič: 1x230V=>3x230V, 0.75 kW

Krytí svorek: 0.37-0.75 kW

Hladiny akustických výkonů

pásmo	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	db(A)
Do okolí	19.0	18.0	26.0	24.0	27.0	20.0	13.0	8.0	29.1
Do sání	29.0	38.0	50.0	53.0	58.0	57.0	49.0	40.0	61.6
Do výtlaku	29.0	38.0	41.0	31.0	27.0	26.0	18.0	13.0	35.7

Ohřivací komora

Vodní jednořadá

14 Pa

Vzduch: 1125 m³/h

5.7/20.0°C

Přípojka topného média G: 1/2"

Výkon: 5.4 kW

Médium: voda 80/60°C

Průtok: 0.238 m³/h

0.5 kPa

Tlumící komora

Délka: 1000 mm

útlum v pásmu 250 Hz: 10.0 db(A)

6 Pa

Filtrační komora

kapsový filtr: G4 - 360

8 Pa

Tlaková rezerva:

Na zanesení filtrů

50 Pa

Složení filtrů: 1 / 690 x 340

Koncový panel s malým otvorem		0 Pa							
Technická data - odvodní části									
Koncový panel s malým otvorem	Klapka	1 Pa							
Filtrační komora lapač tuku		15 Pa							
Tlaková rezerva:	Na zanesení filtrů	50 Pa							
Složení filtrů: 1 / 690 x 340									
Tlumicí komora Délka: 1000 mm	útlum v pásmu 250 Hz: 10.0 db(A)	6 Pa							
Ventilátorová komora s volným oběžným kolem		0 Pa							
Vzduch: 1125 m ³ /h	Externí tlaková ztráta: 80 Pa								
Ventilátor: RH22C	Otáčky: 2637 ot/min	Statická účinnost: 36.98%							
Výkon: 0.1 kW	Dynamický tlak: 28 Pa	Celkový tlak: 327 Pa							
Motor: 1P070M2	Napětí: 230/400 V	Zapojení: D/Y							
Proud: 2.3/1.33 A	SFP: 0.811 kW/(m ³ /s), SFP3	Otáčky: 2740 ot/min							
Krytí: IP55	Výkon: 0,55 kW								
Prac. bod ventilátoru: 47 Hz (max. 73 Hz)	Ochrana motoru: neosazena								
Frekvenční měnič: 1x230V=>3x230V, 0.75 kW	Kryty svorek: 0.37-0.75 kW								
Hladiny akustických výkonů									
pásmo	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	db(A)
Do okolí	20.0	18.0	27.0	24.0	27.0	20.0	14.0	9.0	29.5
Do sání	28.0	36.0	41.0	31.0	27.0	25.0	19.0	15.0	35.9
Do výtlaku	32.0	39.0	50.0	51.0	57.0	57.0	49.0	40.0	61.5
Rekuperační komora									
Desková viz přívod									88 Pa
Filtrační komora									
kapsový filtr: G4 - 360									8 Pa
Tlaková rezerva:	Na zanesení filtrů								50 Pa
Složení filtrů: 1 / 690 x 340									
Koncový panel s malým otvorem		0 Pa							

Disco klub Queens

Klub Queens se nachází v druhém podlaží objektu do ulice Tolstého. Pro klub bude navržena samostatná větrací jednotka s rekuperačním výměníkem, která bude umístěna na střeše. V provozu se nachází prostory baru, salonek, zkušebny, zázemí pro personál, sklad a sociální zázemí pro návštěvníky. Z důvodu vysokých tepelných zisků, není chlazení řešeno pomocí vzduchotechniky, ale samostatným návrhem chladicího systému.

Výpočet množství vzduchu

č. místnosti	popis	objem místnosti	počet lidí	intenzita větrání	množství vzduchu na osobu	Ve - podle i	Ve - podle lidí	Ve	Vo
2NP76	DISCO KLUB	380	100	15	50	5700	5000	5700	5400
2NP77	SALONEK	75	15	10	50	750	750	750	750
2NP78	BAR	160	30	15	50	2400	1500	2400	2400
2NP79	SOCIÁLNÍ ZÁZEMÍ	-	-	-	-	-	-	-	255
2NP80	SKLAD	100	-	1	-	100	-	100	70
2NP81	CHODBA	52	-	1,5	-	78	-	-	80
2NP82	SKLAD	18	-	2	-	36	-	50	50
2NP83	ÚKLIDOVÁ KOMORA	15	-	3	-	45	-	50	50
2NP84	HUDEBNÍ ZKUŠEBNA	24	4	8	50	192	200	200	90
2NP85	HUDEBNÍ ZKUŠEBNA	24	4	8	50	192	200	200	90
2NP86	SKLAD	3,9	-	4	-	15,6	-	20	20
2NP88	SOCIÁLNÍ ZÁZEMÍ PRO PERSONÁL	-	-	-	-	-	-	-	225
2NP90	DENNÍ MÍSTNOST	25	3	6	50	150	150	150	90
2NP91	SOCIÁLNÍ ZÁZEMÍ PRO PERSONÁL	-	-	-	-	-	-	-	50
2NP99	SKLAD	16	-	3	-	48	-	50	50

Tab. 19: RE.02 – Výpočet množství vzduchu

Návrh trasy potrubí a distribučních prvků

Přívodní potrubí bude z jednotky umístěné na střeše svedeno v místě klubu, odkud povede do ostatních větraných prostor. Přívodními prvky v místnostech s návštěvníky budou vířivé anemostaty, ve skladech budou přívodní talířové ventily. Odvod bude zabezpečen talířovými ventily a výústkami, které budou napojeny na odvodní potrubí, jež dovede vzduch do jednotky s rekuperačním výměníkem.

Návrh dimenze a výpočet tlakových ztrát

V tabulce je výpočet dimenzí v jednotlivých úsecích podle množství vzduchu v potrubí a rychlosti proudění. Dále jsou zde vypočteny tlakové ztráty důležité pro návrh ventilátoru ve VZT jednotce a pro umístění regulačních klapek.

Přívod

Úsek	Obdélníkový průřez		Kruh. Průřez	Plocha potrubí	Průtok	Sřední rychlost proudění	Délka úseku	Tlakové ztráty	Tlakové ztráty třením	Součinitel vřazeného odporu	Tlaková ztráta vřazenými odpory	Celková tlak. ztráta úseku
	VYSKA	SIRKA	PRUMER									
	a [mm]	b [mm]	d [mm]	S [m ²]	V [m ³ /hod]	W [m/s]	l [mm]	x [Pa/m]	Př [Pa]	Ks [-]	PĚ [Pa]	Př [Pa]
1 - tal. ventil	-	-	80	0,005	50	2,8	1980	1,000	1,98	0,29	31,33	33,31
2	-	-	150	0,018	200	3,1	6460	0,759	4,90	0,30	1,78	6,68
3	-	-	250	0,049	220	1,2	320	0,109	0,03	0,35	0,33	0,36
4	-	-	250	0,049	420	2,4	2110	0,326	0,69	0,30	1,02	1,71
5	-	-	250	0,049	620	3,5	910	0,668	0,61	0,50	3,70	4,30
6	-	-	355	0,099	670	1,9	1160	0,133	0,15	0,30	0,64	0,79
7	-	-	355	0,099	720	2,0	1460	0,151	0,22	0,30	0,74	0,96
8	-	-	355	0,099	820	2,3	2020	0,191	0,39	0,30	0,95	1,34
9	-	-	710	0,396	7270	5,1	1660	0,347	0,58	0,50	7,81	8,39
10	650	650	-	0,423	7270	4,8	250	0,397	0,10	0,00	0,00	0,10
11	650	650	-	0,423	9670	6,4	5430	0,688	3,74	0,80	29,40	33,14
12 tal. ventil	-	-	80	0,005	20	1,1	2120	1,000	2,12	0,20	12,15	14,27
13 - anemostat	-	-	150	0,018	150	2,4	350	1,000	0,35	0,00	12,00	12,35
14 - anemostat	-	-	150	0,018	200	3,1	350	1,000	0,35	0,00	12,00	12,35
15 - anemostat	-	-	150	0,018	200	3,1	350	1,000	0,35	0,00	12,00	12,35
16 - tal. ventil	-	-	80	0,005	50	2,8	5640	1,000	5,64	0,00	30,00	35,64
17 - tal. ventil	-	-	80	0,005	50	2,8	320	1,000	0,32	0,00	18,00	18,32
18 - tal. ventil	-	-	80	0,005	50	2,8	320	1,000	0,32	0,00	40,00	40,32
19	-	-	150	0,018	50	0,8	4250	0,660	2,81	0,30	0,11	2,92
20	-	-	150	0,018	100	1,6	710	1,500	1,07	0,50	0,74	1,81
21 - tal. ventil	-	-	80	0,005	50	2,8	320	1,000	0,32	0,00	40,00	40,32
22 - anemostat	-	-	250	0,049	750	4,2	880	1,000	0,88	0,20	12,16	13,04
23	-	-	250	0,049	750	4,2	3850	0,952	3,67	0,45	4,87	8,53
24	-	-	400	0,126	2175	4,8	6630	0,633	4,20	0,70	9,72	13,91
25	-	-	630	0,312	3600	3,2	3570	0,171	0,61	0,30	1,85	2,46
26	-	-	630	0,312	5025	4,5	3080	0,314	0,97	0,50	6,02	6,99
27	-	-	710	0,396	6450	4,5	4120	0,278	1,15	0,50	6,15	7,30
28 - anemostat	-	-	400	0,126	1425	3,2	820	1,000	0,82	0,00	20,00	20,82
29 - anemostat	-	-	400	0,126	1425	3,2	1240	1,000	1,24	0,00	20,00	21,24
30 - anemostat	-	-	400	0,126	1425	3,2	3560	1,000	3,56	0,00	20,00	23,56
31 - anemostat	-	-	400	0,126	1425	3,2	3560	1,000	3,56	0,00	20,00	23,56
32 - anemostat	-	-	355	0,099	1200	3,4	1720	1,000	1,72	0,00	30,00	31,72
33	-	-	355	0,099	1200	3,4	4040	0,383	1,55	0,20	1,36	2,91
34	-	-	500	0,196	2400	3,4	2820	0,251	0,71	0,50	3,46	4,17
35 - anemostat	-	-	355	0,099	1200	3,4	1720	1,000	1,72	0,00	30,00	31,72

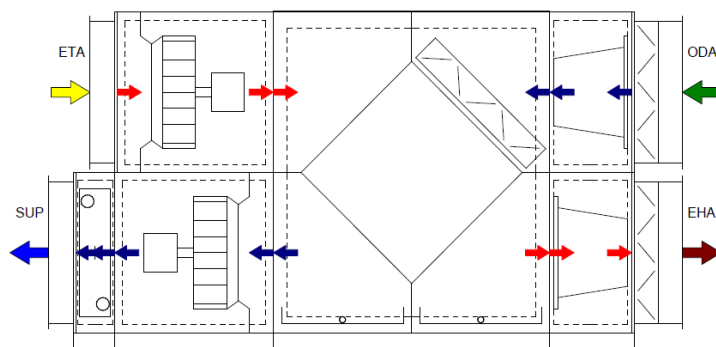
Odvod

Úsek	Obdélníkový průřez		Kruh. Průřez	Plocha potrubí	Průtok	Sřední rychlost proudění	Délka úseku	Tlakové ztráty	Tlakové ztráty třením	Součinitel vřazeného odporu	Tlaková ztráta vřazenými odpory	Celková tlak. ztráta úseku
	VYSKA	SIRKA	PRUMER									
	a [mm]	b [mm]	d [mm]	S [m ²]	V [m ³ /hod]	W [m/s]	l [mm]	x [Pa/m]	Př [Pa]	Ks [-]	PĚ [Pa]	Př [Pa]
1 - tal. ventil	-	-	150	0,018	225	3,5	450	1,000	0,45	0,00	40,00	40,45
2	-	-	250	0,049	335	1,9	1340	0,216	0,29	1,00	2,16	2,45
3	-	-	250	0,049	425	2,4	720	0,332	0,24	1,00	3,47	3,71
4	-	-	250	0,049	475	2,7	4390	0,408	1,79	1,20	5,21	7,00
5	-	-	250	0,049	515	2,9	900	0,474	0,43	1,00	5,10	5,53
6	-	-	250	0,049	565	3,2	1490	0,562	0,84	1,20	7,37	8,20
7	-	-	355	0,099	795	2,2	3900	0,181	0,71	1,00	2,99	3,70
8	-	-	355	0,099	865	2,4	2700	0,211	0,57	1,20	4,25	4,82
9	-	-	450	0,159	2065	3,6	5200	0,320	1,66	0,40	3,13	4,79
10	-	-	630	0,312	3265	2,9	6780	0,142	0,96	0,60	3,05	4,01
11	650	650	-	0,423	9670	6,4	5400	0,688	3,72	1,30	31,53	35,24
12 - tal. ventil	-	-	100	0,008	90	3,2	350	1,000	0,35	0,00	25,00	25,35
13	-	-	150	0,018	110	1,7	610	0,272	0,17	1,20	2,15	2,32
14 - tal. ventil	-	-	80	0,005	20	1,1	370	1,000	0,37	0,00	15,00	15,37
15 - tal. ventil	-	-	150	0,018	90	1,4	450	1,000	0,45	0,00	25,00	25,45
16 - tal. ventil	-	-	80	0,005	50	2,8	470	1,000	0,47	0,00	30,00	30,47
17 - tal. ventil	-	-	80	0,005	40	2,2	570	1,000	0,57	0,00	25,00	25,57
18 - tal. ventil	-	-	80	0,005	50	2,8	960	1,000	0,96	0,00	30,00	30,96
19 - tal. ventil	-	-	80	0,005	50	2,8	520	1,000	0,52	0,00	20,00	20,52
20	-	-	180	0,025	50	0,5	260	0,036	0,01	1,00	0,18	0,19
21	-	-	180	0,025	140	1,5	640	0,238	0,15	1,00	1,40	1,56
22	-	-	180	0,025	180	2,0	2750	0,349	0,96	1,00	2,32	3,28
23	-	-	180	0,025	230	2,5	1500	0,544	0,82	1,00	3,79	4,60
24 - tal. ventil	-	-	100	0,008	90	3,2	520	1,000	0,52	0,00	20,00	20,52
25 - tal. ventil	-	-	80	0,005	40	2,2	520	1,000	0,52	0,00	20,00	20,52
26 - tal. ventil	-	-	80	0,005	50	2,8	650	1,000	0,65	0,00	20,00	20,65
27 - tal. ventil	-	-	80	0,005	35	1,9	420	1,000	0,42	0,00	30,00	30,42
28	-	-	100	0,008	35	1,2	5200	0,339	1,76	1,00	0,92	2,68
29	-	-	100	0,008	70	2,5	1480	1,260	1,86	1,00	3,68	5,55
30 - tal. ventil	-	-	80	0,005	35	1,9	420	1,000	0,42	0,00	30,00	30,42
31 - výústka	-	-	200	0,031	375	3,3	4810	0,790	3,80	0,20	19,32	23,12
32	-	-	300	0,071	750	2,9	2900	0,387	1,12	0,28	1,46	2,58
33	-	-	450	0,159	2100	3,7	2960	0,334	0,99	0,00	0,00	0,99
34	-	-	450	0,159	2355	4,1	2740	0,412	1,13	1,20	12,19	13,32
35	-	-	630	0,312	3705	3,2	3210	0,182	0,58	0,00	0,00	0,58
36	-	-	630	0,312	5055	4,5	2420	0,320	0,77	0,20	2,44	3,21
37	-	-	710	0,396	6405	4,5	1850	0,272	0,50	0,00	0,00	0,50
38 - tal. ventil	-	-	80	0,005	50	2,8	1490	1,000	1,49	0,00	30,00	31,49
39	-	-	150	0,018	50	0,8	330	0,087	0,03	1,00	0,37	0,40
40	-	-	150	0,018	75	1,2	330	0,182	0,06	1,00	0,83	0,89
41	-	-	150	0,018	105	1,7	610	0,345	0,21	1,00	1,64	1,85
42	-	-	150	0,018	155	2,4	200	0,659	0,13	1,00	3,57	3,70
43	-	-	150	0,018	205	3,2	250	1,100	0,28	1,00	6,24	6,51
44	-	-	150	0,018	255	4,0	100	1,640	0,16	1,00	9,65	9,81
45 - tal. ventil	-	-	80	0,005	25	1,4	590	1,000	0,59	0,00	30,00	30,59
46 - tal. ventil	-	-	80	0,005	30	1,7	420	1,000	0,42	0,00	30,00	30,42
47 - tal. ventil	-	-	80	0,005	50	2,8	870	1,000	0,87	0,00	30,00	30,87
48 - tal. ventil	-	-	80	0,005	50	2,8	330	1,000	0,33	0,00	30,00	30,33
49 - tal. ventil	-	-	80	0,005	50	2,8	870	1,000	0,87	0,00	30,00	30,87

Tab. 20: RE.02 – Dimenze a tlakové ztráty

Návrh VZT jednotky

Pro hudební klub je navržena venkovní VZT jednotka s rekuperačním výměníkem, která nasává i odvádí vzduch střeše objektu. Na potrubí před jednotkou budou umístěny dva tlumiče hluku kvůli zabránění pronikání přílišného hluku do interiéru.



Obr. 31: RE.02 – Schéma VZT jednotky

Přehled jednotky

Pozice v projektu: RE.02

Řada jednotky: TP12105

Velikost jednotky: HL10*

Tloušťka stěny: 50 mm

Provedení pláště (vnější): PZ

Provedení pláště (vnitřní): PZ

Průtok vzduchu - přívod: 9670 m³/h

Vlastní rozměry (mm): 2985 x 1350 x 1800

Obrysově rozměry (mm): 3370 x 1350 x 1800

Objemová hmotnost izolace 50 kg/m³

Průřezová rychlost: 2.87 m/s

Výška rámu a nohou 100 mm

Hmotnost: 675 kg

Průtok vzduchu - odvod: 9670 m³/h

Technická data - přívodní části

Koncový panel

s velkým otvorem

Klapka 2 Pa

Filtrační komora

kapsový filtr: G4 - 360

49 Pa

Tlaková rezerva:

Na zanesení filtrů 50 Pa

Složení filtrů: 2 / 592 x 402, 2 / 592 x 287

Rekuperační komora

Desková

Bypass 141 Pa

Přívod: 9670 m³/h

-15.0°C, 99%/6.0°C

Odvod: 9670 m³/h

20.0°C, 50%/5.3°C

Statická účinnost: 60%

Tepelný zisk: 68.0 kW

Příslušenství:

Sifon pro odvod kondenzátu 2 ks

Ventilátorová komora

s volným oběžným kolem

2 Pa

Vzduch: 9670 m³/h

Externí tlaková ztráta: 100 Pa

Ventilátor: RH40C

Otáčky: 2999 ot/min

Statická účinnost: 31.14%

Výkon: 2.8 kW

Dynamický tlak: 212 Pa

Celkový tlak: 598 Pa

Motor: 2P112M2

Napětí: 400/690 V

Zapojení: D/Y

Proud: 7.78/4.5 A

SFP: 1.243 kW/(m³/s), SFP4

Otáčky: 2880 ot/min

Krytí: IP55

Výkon: 4 kW

Prac. bod ventilátoru: 52 Hz (max. 52 Hz)

Ochrana motoru: neosazena

Frekvenční měnič: 3x400V, 4kW, IP20

Kryty svorek: 1f-2.2kW, 3.0 - 7.5 kW

Hladiny akustických výkonů

pásmo	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	db(A)
Do okolí	43.0	42.0	56.0	50.0	53.0	41.0	38.0	38.0	55.0
Do sání	53.0	61.0	77.0	75.0	81.0	76.0	71.0	67.0	83.2
Do výtlaku	57.0	68.0	84.0	86.0	92.0	89.0	85.0	82.0	95.2

Ohřívací komora

Vodní	jednořadá	42 Pa
Vzduch:	9670 m ³ /h	6.0/20.0°C
Přípojka topného média G: 1"		Výkon: 27.9 kW
Médium: voda 80/60°C		Průtok: 1.303 m ³ /h
Koncový panel s velkým otvorem		1.0 kPa
		0 Pa

Technická data - odvodní části

Koncový panel s velkým otvorem		0 Pa
--	--	------

Ventilátorová komora s volným oběžným kolem		2 Pa
---	--	------

Vzduch: 9670 m ³ /h	Externí tlaková ztráta: 130 Pa
Ventilátor: RH40C	Statická účinnost: 30.87%
Výkon: 2.8 kW	Celkový tlak: 593 Pa
Motor: 2P112M2	Zapojení: D/Y
Proud: 7.78/4.5 A	Otáčky: 2880 ot/min
Krytí: IP55	Výkon: 4 kW
Prac. bod ventilátoru: 51 Hz (max. 52 Hz)	Ochrana motoru: neosazena
Frekvenční měnič: 3x400V, 4kW, IP20	Kryty svorek: 1f-2.2kW, 3.0 - 7.5 kW

Hladiny akustických výkonů

pásmo	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	db(A)
Do okolí	43.0	42.0	56.0	50.0	53.0	41.0	38.0	38.0	55.0
Do sání	55.0	66.0	84.0	86.0	92.0	88.0	85.0	83.0	94.9
Do výtlaku	55.0	63.0	79.0	77.0	83.0	78.0	73.0	69.0	85.2

Rekuperační komora

Desková viz přívod	158 Pa
--------------------	--------

Filtrační komora

kapsový filtr: G3 - 360	39 Pa
-------------------------	-------

Tlaková rezerva: Na zanesení filtrů	50 Pa
-------------------------------------	-------

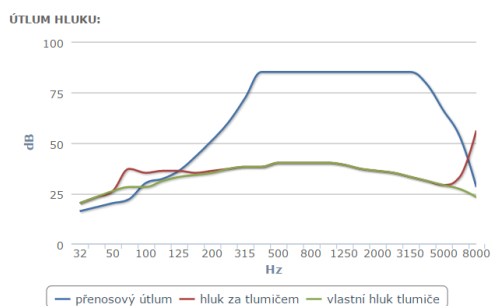
Složení filtrů: 2 / 592 x 402, 2 / 592 x 287

Koncový panel

s velkým otvorem	Klapka	2 Pa
------------------	---------------	------

Návrh tlumiče hluku

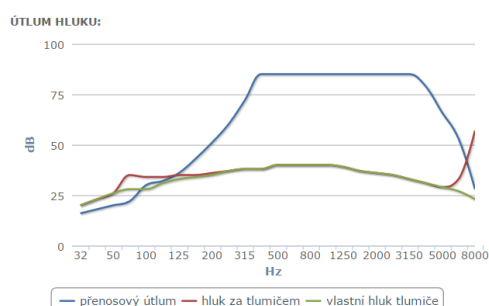
Na přívodní i odvodní potrubí bude navržen kulisový tlumič hluku o rozměrech 800x800x2500 mm se třemi kulisami o šířce 200 mm.



VÝSLEDNÉ HODNOTY

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	[]
přenosový útlum	16	22	36	60	85	85	79	28	-	dB	
vlastní hluk tlumiče	20	28	33	37	40	40	36	31	23	45	dB(A)
hl. akust. výkonu za tlumičem s váh. filt. A:	20	37	36	37	40	40	36	31	56	57	dB(A)

Obr. 32: RE.02 – Tlumič hluku na přívodním potrubí



VÝSLEDNÉ HODNOTY

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	[]
přenosový útlum	16	22	36	60	85	85	79	28	-	dB	
vlastní hluk tlumiče	20	28	33	37	40	40	36	31	23	45	dB(A)
hl. akust. výkonu za tlumičem s váh. filt. A:	20	35	35	37	40	40	36	31	57	58	dB(A)

Obr. 33: RE.02 – Tlumič hluku na odvodním potrubí

C.5.6 OB – větrání obchodů a pronajímatelných prostor

Fanshop (3NP)

Ve 3NP se nachází malý fanshop, který slouží návštěvníkům hokejových utkání pro nákup suvenýrů a produktů s logem domácího týmu. Jelikož je obchod v provozu pouze v zimní sezóně, není potřeba prostor chladit. Proto bude navržena pouze větrací jednotka, která bude pracovat pouze s čerstvým vzduchem a bude odvádět znehodnocený vzduch při zajištění rovnotlakého větrání.

Výpočet množství vzduchu

č. místnosti	popis	objem místnosti	počet lidí	intenzita větrání	množství vzduchu na osobu	Ve - podle i	Ve - podle lidí	Ve	Vo
3NP04	FANSHOP	105	10	2,5	30	262,5	300	300	300

Tab. 21: OB.01 – Výpočet množství vzduchu

Návrh trasy potrubí a distribučních prvků

Přívod vzduchu ohřátého na teplotu interiéru bude podél obvodové zdi, odvod vzduchu bude na opačné straně. Jako distribuční prvky budou použity vyústky (mřížky) v potrubí. Přívod čerstvého vzduchu bude přes protidešťovou žaluzii na fasádě stejně jako odvod. Mřížky budou vzdáleny na výšku podlaží.

Návrh dimenze a výpočet tlakových ztrát

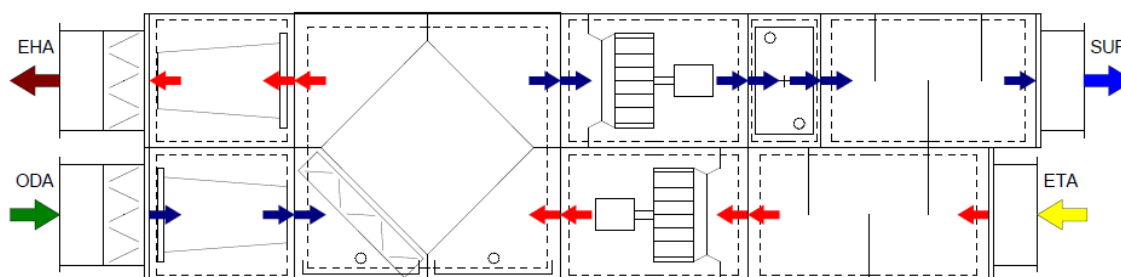
V tabulce je výpočet dimenzí v jednotlivých úsecích podle množství vzduchu v potrubí a rychlosti proudění. Dále jsou zde vypočteny tlakové ztráty důležité pro návrh ventilátoru ve VZT jednotce a pro umístění regulačních klapek.

Přívod	Úsek	Obdélníkový průřez		Kruh. Průřez	Plocha potrubí	Průtok	Sřední rychlost proudění	Délka úseku	Tlakové ztráty	Tlakové ztráty třením	Součinitel vřazeného odporu	Tlaková ztráta vřazenými odpory	Celková tlak.ztráta úseku
		VYSKA	SIRKA	PRUMER									
		a [mm]	b [mm]	d [mm]									
	1 - vyústka	-	-	100	0,008	100	3,5	3250	2,290	7,44	0,20	18,50	25,95
	2	-	-	150	0,018	200	3,1	2430	0,759	1,84	0,20	1,19	3,03
	3	-	-	180	0,025	300	3,3	1360	0,884	1,20	0,60	3,86	5,07
	4	200	200	-	0,040	300	2,1	2450	0,337	0,83	0,20	18,52	19,35
	5 - vyústka	-	-	100	0,008	100	3,5	1010	2,290	2,31	0,20	18,50	20,82
Odvod	Úsek	Obdélníkový průřez		Kruh. Průřez	Plocha potrubí	Průtok	Sřední rychlost proudění	Délka úseku	Tlakové ztráty	Tlakové ztráty třením	Součinitel vřazeného odporu	Tlaková ztráta vřazenými odpory	Celková tlak.ztráta úseku
		VYSKA	SIRKA	PRUMER									
		a [mm]	b [mm]	d [mm]									
	1 - vyústka	-	-	100	0,008	100	3,5	3250	2,290	7,44	0,20	18,50	25,95
	2	-	-	150	0,018	200	3,1	2430	0,759	1,84	0,20	1,19	3,03
	3	-	-	180	0,025	300	3,3	1360	0,884	1,20	0,90	5,80	7,00
	4	200	200	-	0,040	300	2,1	2450	0,337	0,83	0,60	19,56	20,39
	5 - vyústka	-	-	100	0,008	100	3,5	1010	2,290	2,31	0,20	18,50	20,82

Tab. 22: OB.01 – Dimenze a tlakové ztráty

Návrh VZT jednotky

Pro fanshop je navržena podstropní VZT jednotka s rekuperačním výměníkem, která nasává i odvádí vzduch na fasádě. Nasávací a odvodní otvor je opatřen protidešťovou žaluzií a jsou od sebe vzdáleny na výšku podlaží. Jednotka obsahuje dvě tlumicí komory, které snižují hladinu hluku při chodu ventilátoru.



Obr. 34: OB.01 – Schéma VZT jednotky

Přehled jednotky

Pozice v projektu: OB.01
Řada jednotky: TP12105
Velikost jednotky: HL2*
Tloušťka stěny: 50 mm
Provedení pláště (vnější): PZ
Provedení pláště (vnitřní): PZ
Průtok vzduchu - přívod: 300 m³/h

Vlastní rozměry (mm): 2695 x 550 x 800
Obrysově rozměry (mm): 3080 x 550 x 800
Objemová hmotnost izolace 50 kg/m³
Průřezová rychlost: 0.43 m/s
Výška rámu a nohou 0 mm
Hmotnost: 270 kg
Průtok vzduchu - odvod: 300 m³/h

Technická data - přívodní části

Koncový panel

s velkým otvorem

Klapka 0 Pa

Filtrační komora

kapsový filtr: G4 - 360

2 Pa

Tlaková rezerva:

Na zanesení filtrů 50 Pa

Složení filtrů: 1 / 592 x 287

Rekuperační komora

Desková

Bypass 74 Pa

Přívod:

300 m³/h -15.0°C, 99%/11.9°C

Odvod:

300 m³/h 20.0°C, 50%/2.7°C

Statická účinnost: 77%

Tepelný zisk: 4.0 kW

Příslušenství:

Sifon pro odvod kondenzátu 2 ks

Ventilátorová komora

s volným oběžným kolem

0 Pa

Vzduch: 300 m³/h

Externí tlaková ztráta: 55 Pa

Ventilátor: RH22C

Otáčky: 1688 ot/min

Statická účinnost: 18.32%

Výkon: 0.0 kW

Dynamický tlak: 4 Pa

Celkový tlak: 191 Pa

Motor: 1P070M2

Napětí: 230/400 V

Zapojení: D/Y

Proud: 2.3/1.33 A

SFP: 1.024 kW/(m³/s), SFP3

Otáčky: 2740 ot/min

Krytí: IP55

Výkon: 0,55 kW

Prac. bod ventilátoru: 30 Hz (max. 73 Hz)

Ochrana motoru: neosazena

Frekvenční měnič: 1x230V=>3x230V, 0.75 kW

Kryty svorek: 0.37-0.75 kW

Hladiny akustických výkonů

pásmo	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	db(A)
Do okolí	21.0	21.0	18.0	14.0	17.0	7.0	2.0	1.0	19.4
Do sání	31.0	40.0	39.0	39.0	45.0	42.0	35.0	24.0	48.1
Do výtlaku	33.0	44.0	38.0	35.0	36.0	32.0	27.0	21.0	40.1

Ohřívací komora

Vodní jednořadá	4 Pa
Vzduch: 300 m3/h	11.9/20.0°C
Přípojka topného média G: 1/2"	Výkon: 1.2 kW
Médium: voda 80/60°C	Průtok: 0.055 m3/h 0.0 kPa

Tlumící komora

Délka: 600 mm	útlum v pásmu 250 Hz: 8.0 db(A)	2 Pa
---------------	---------------------------------	------

Koncový panel

s velkým otvorem	0 Pa
------------------	------

Technická data - odvodní části

Koncový panel

s velkým otvorem	0 Pa
------------------	------

Tlumící komora

Délka: 600 mm	útlum v pásmu 250 Hz: 8.0 db(A)	2 Pa
---------------	---------------------------------	------

Ventilátorová komora

s volným oběžným kolem	0 Pa
------------------------	------

Vzduch: 300 m3/h	Externí tlaková ztráta: 60 Pa	
Ventilátor: RH22C	Otáčky: 1688 ot/min	Statická účinnost: 18.32%
Výkon: 0.0 kW	Dynamický tlak: 4 Pa	Celkový tlak: 191 Pa
Motor: 1P070M2	Napětí: 230/400 V	Zapojení: D/Y
Proud: 2.3/1.33 A	SFP: 1.024 kW/(m3/s), SFP3	Otáčky: 2740 ot/min
Krytí: IP55	Výkon: 0,55 kW	Ochrana motoru: neosazena
Prac. bod ventilátoru: 30 Hz (max. 73 Hz)		Kryty svorek: 0.37-0.75 kW
Frekvenční měnič: 1x230V=>3x230V, 0.75 kW		

Hladiny akustických výkonů

pásmo	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	db(A)
Do okolí	21.0	21.0	18.0	14.0	17.0	7.0	2.0	1.0	19.4
Do sání	31.0	42.0	38.0	35.0	36.0	31.0	27.0	22.0	39.8
Do výtlaku	33.0	42.0	41.0	41.0	47.0	44.0	37.0	26.0	50.1

Rekuperační komora

Desková viz přívod	73 Pa
--------------------	-------

Filtrační komora

kapsový filtr: G3 - 360	2 Pa
-------------------------	------

Tlaková rezerva:	Na zanesení filtrů	50 Pa
------------------	--------------------	-------

Složení filtrů: 1 / 592 x 287

Koncový panel

s velkým otvorem	Klapka	0 Pa
------------------	--------	------

Obchod se sportovními potřebami (2NP)

K obchodu se sportovními potřebami náleží i kancelář, která se nachází hned vedle prodejní plochy. Navržena bude podstropní VZT jednotka, která zajistí dostatečnou výměnu vzduchu v prostoru. Vzhledem k vysokým tepelným ziskům v místnostech, bude vzduchotechnika zajišťovat pouze přívod čerstvého vzduchu. Pro chlazení prostoru bude navržen samostatný chladicí systém.

Výpočet množství vzduchu

č. místnosti	popis	objem místnosti	počet lidí	intenzita větrání	množství vzduchu na osobu	Ve - podle i	Ve - podle lidí	Ve	Vo
2NP35	OBCHOD SE SPORTOVNÍMI POTŘEBAMI	237	15	2,5	30	592,5	450	600	600
2NP36	KANCELÁŘ OBCHODU	45	2	2	50	90	100	100	100

Tab. 23: OB.02 – Výpočet množství vzduchu

Návrh trasy potrubí a distribučních prvků

Přívod vzduchu ohřátého na teplotu interiéru bude podél obvodové zdi, odvod vzduchu bude na opačné straně. Jako distribuční prvky budou použity vyústky (mřížky) v potrubí. Přívod čerstvého vzduchu bude přes protidešťovou žaluzii na fasádě stejně jako odvod. Mřížky budou vzdáleny na výšku podlaží.

Návrh dimenze a výpočet tlakových ztrát

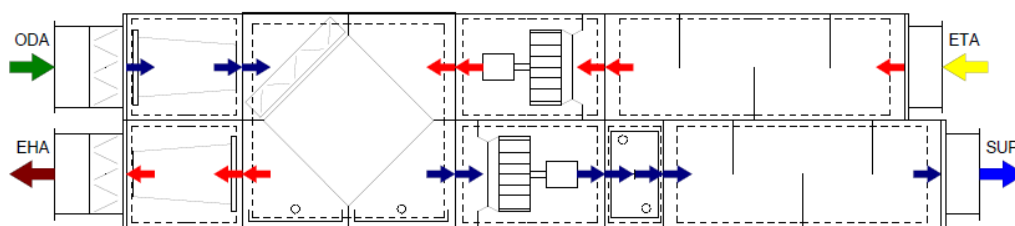
V tabulce je výpočet dimenzí v jednotlivých úsecích podle množství vzduchu v potrubí a rychlosti proudění. Dále jsou zde vypočteny tlakové ztráty důležité pro návrh ventilátoru ve VZT jednotce a pro umístění regulačních klapek.

Přívod	Úsek	Obdélníkový průřez		Kruh. Průřez	Plocha potrubí	Průtok	Sřední rychlost proudění	Délka úseku	Tlakové ztráty	Tlakové ztráty třením	Součinitel váženého odporu	Tlaková ztráta váženými odpory	Celková tlak.ztráta úseku
		VYSKA	SIRKA	PRUMER									
		a [mm]	b [mm]	d [mm]									
	1 - vyústka	-	-	150	0,018	100	1,6	3250	0,227	0,74	0,20	17,30	18,03
	2	-	-	200	0,031	300	2,7	2170	0,524	1,14	0,20	0,85	1,98
	3	-	-	300	0,071	700	2,8	2680	0,269	0,72	0,55	2,50	3,22
	4	250	250	-	0,063	700	3,1	3750	0,534	2,00	0,60	21,48	23,49
	5 - vyústka	-	-	150	0,018	200	3,1	4200	0,759	3,19	0,20	18,19	21,38
	6	-	-	200	0,031	400	3,5	2980	0,891	2,66	0,20	1,50	4,16
Odvod	Úsek	Obdélníkový průřez		Kruh. Průřez	Plocha potrubí	Průtok	Sřední rychlost proudění	Délka úseku	Tlakové ztráty	Tlakové ztráty třením	Součinitel váženého odporu	Tlaková ztráta váženými odpory	Celková tlak.ztráta úseku
		VYSKA	SIRKA	PRUMER									
		a [mm]	b [mm]	d [mm]									
	1 - vyústka	-	-	150	0,018	100	1,6	3250	0,227	0,74	0,20	17,30	18,03
	2	-	-	200	0,031	300	2,7	2170	0,524	1,14	0,20	0,85	1,98
	3	-	-	300	0,071	700	2,8	2680	0,269	0,72	1,20	5,45	6,17
	4	250	250	-	0,063	700	3,1	3750	0,534	2,00	0,60	21,48	23,49
	5 - vyústka	-	-	150	0,018	200	3,1	4200	0,759	3,19	0,20	18,19	21,38
	6	-	-	200	0,031	400	3,5	2980	0,891	2,66	0,20	1,50	4,16

Tab. 24: OB.02 – Dimenze a tlakové ztráty

Návrh VZT jednotky

Pro obchod se sportovními potřebami je navržena podstropní VZT jednotka s rekuperačním výměníkem, která nasává i odvádí vzduch na fasádě. Nasávací a odvodní otvor je opatřen protidešťovou žaluzií a jsou od sebe vzdáleny na výšku podlaží. Jednotka obsahuje dvě tlumicí komory, které snižují hladinu hluku při chodu ventilátoru.



Obr. 35: OB.02 – Schéma VZT jednotky

Přehled jednotky

Pozice v projektu: OB.02
Řada jednotky: TP12105
Velikost jednotky: HL2*
Tloušťka stěny: 50 mm
Provedení pláště (vnější): PZ
Provedení pláště (vnitřní): PZ
Průtok vzduchu - přívod: 700 m³/h

Vlastní rozměry (mm): 3095 x 550 x 800
Obrysová rozměry (mm): 3480 x 550 x 800
Objemová hmotnost izolace 50 kg/m³
Průřezová rychlost: 1,00 m/s
Výška rámu a nohou 0 mm
Hmotnost: 300 kg
Průtok vzduchu - odvod: 700 m³/h

Technická data - přívodní části

Koncový panel

s velkým otvorem

Klapka 0 Pa

Filtrační komora

kapsový filtr: G4 - 360

Na zanesení filtrů 6 Pa

Tlaková rezerva:

50 Pa

Složení filtrů: 1 / 592 x 287

Rekuperační komora

Desková

Bypass 80 Pa

Přívod: 700 m³/h

-15.0°C, 99%/11.0°C

Odvod: 700 m³/h

20.0°C, 50%/3.2°C

Statická účinnost: 74%

Tepelný zisk: 6.0 kW

Příslušenství:

Sifon pro odvod kondenzátu 2 ks

Ventilátorová komora

s volným oběžným kolem

0 Pa

Vzduch: 700 m³/h

Externí tlaková ztráta: 50 Pa

Ventilátor: RH22C

Otáčky: 1961 ot/min

Statická účinnost: 26.787%

Výkon: 0.1 kW

Dynamický tlak: 11 Pa

Celkový tlak: 215 Pa

Motor: 1P070M2

Napětí: 230/400 V

Zapojení: D/Y

Proud: 2.3/1.33 A

SFP: 0.764 kW/(m³/s), SFP3

Otáčky: 2740 ot/min

Krytí: IP55

Výkon: 0,55 kW

Prac. bod ventilátoru: 35 Hz (max. 73 Hz)

Ochrana motoru: neosazena

Frekvenční měnič: 1x230V=>3x230V, 0.75 kW

Kryty svorek: 0.37-0.75 kW

Hladiny akustických výkonů

pásmo	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	db(A)
Do okolí	17.0	16.0	21.0	17.0	21.0	11.0	6.0	1.0	22.9
Do sání	27.0	35.0	42.0	42.0	49.0	46.0	39.0	29.0	52.0
Do výtlaku	27.0	34.0	34.0	24.0	26.0	23.0	22.0	17.0	31.7

Ohřívací komora

Vodní jednořadá

10 Pa

Vzduch: 700 m³/h

9.8/20.0°C

Přípojka topného média G: 1/2"

Výkon: 2.1 kW

Médium: voda 80/60°C

Průtok: 0.093 m³/h 0.1 kPa

Tlumící komora

Délka: 1000 mm

útlum v pásmu 250 Hz: 15.0 db(A) 7 Pa

Koncový panel

s velkým otvorem

0 Pa

Technická data - odvodní části

Koncový panel

s velkým otvorem

0 Pa

Tlumicí komora

Délka: 1000 mm

útlum v pásmu 250 Hz: 15.0 db(A)

7 Pa

Ventilátorová komora

s volným oběžným kolem

0 Pa

Vzduch: 700 m³/h

Externí tlaková ztráta: 60 Pa

Ventilátor: RH22C

Otáčky: 1964 ot/min

Statická účinnost: 26.88%

Výkon: 0.1 kW

Dynamický tlak: 11 Pa

Celkový tlak: 216 Pa

Motor: 1P070M2

Napětí: 230/400 V

Zapojení: D/Y

Proud: 2.3/1.33 A

SFP: 0.765 kW/(m³/s), SFP3

Otáčky: 2740 ot/min

Krytí: IP55

Výkon: 0,55 kW

Prac. bod ventilátoru: 35 Hz (max. 73 Hz)

Ochrana motoru: neosazena

Frekvenční měnič: 1x230V=>3x230V, 0.75 kW

Kryty svorek: 0.37-0.75 kW

Hladiny akustických výkonů

pásmo	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	db(A)
Do okolí	17.0	16.0	21.0	18.0	21.0	11.0	6.0	1.0	23.0
Do sání	25.0	32.0	34.0	24.0	26.0	22.0	22.0	18.0	31.6
Do výtlaku	29.0	37.0	44.0	44.0	51.0	48.0	41.0	31.0	54.0

Rekuperační komora

Desková viz přívod

83 Pa

Filtrační komora

kapsový filtr: G3 - 360

5 Pa

Tlaková rezerva:

Na zanesení filtrů

50 Pa

Složení filtrů: 1 / 592 x 287

Koncový panel

s velkým otvorem Klapka

0 Pa

Kadeřnictví (2NP)

Prostor kadeřnictví se skládá z hlavní místnosti pro konání činnosti, malý sklad a sociální zázemí. Vzduch bude přiváděn do hlavní místnosti a do skladu, odkud bude také odváděn, další odvod vzduchu bude ze sociálního zázemí. Celkově bude systém pracovat jako rovnotlaký.

Výpočet množství vzduchu

č. místnosti	popis	objem místnosti	počet lidí	intenzita větrání	množství vzduchu na osobu	Ve - podle i	Ve - podle lidí	Ve	Vo
2NP70	KADEŘNICTVÍ	124,5	8	3	50	373,5	400	400	325
2NP71	SOCIÁLNÍ ZÁZEMÍ	-	-	-	-	-	-	-	75
2NP72	SKLAD	5,67	-	2	-	11,34	-	20	20

Tab. 25: OB.03 – Výpočet množství vzduchu

Návrh trasy potrubí a distribučních prvků

Přívod vzduchu ohřátého na teplotu interiéru bude podél obvodové zdi, odvod vzduchu bude na opačné straně. Přívod vzduchu do skladu bude pomocí samostatné

odbočky zakončené přívodním talířovým ventilem. Jako distribuční prvky v kadeřnictví budou použity vyústky (mřížky) v potrubí. Odvod bude navíc i z prostoru sociálního zázemí a skladu pomocí odvodních talířových ventilů. Přívod čerstvého vzduchu bude přes protidešťovou žaluzii na fasádě objektu stejně jako odvod odpadního vzduchu, který bude vzdálen na výšku podlaží.

Návrh dimenze a výpočet tlakových ztrát

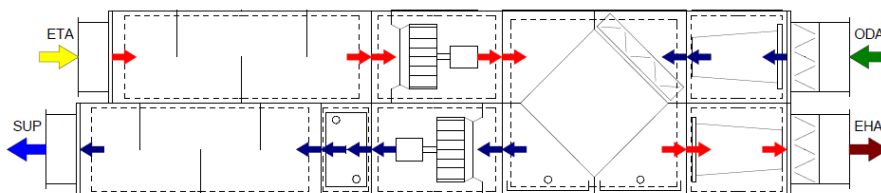
V tabulce je výpočet dimenzí v jednotlivých úsecích podle množství vzduchu v potrubí a rychlosti proudění. Dále jsou zde vypočteny tlakové ztráty důležité pro návrh ventilátoru ve VZT jednotce a pro umístění regulačních klapek.

Přívod	Úsek	Obdélníkový průřez		Kruh. Průřez	Plocha potrubí	Průtok	Sřední rychlost proudění	Délka úseku	Tlakové ztráty	Tlakové ztráty třením	Součinitel vřazeného odporu	Tlaková ztráta vřazenými odpory	Celková tlak.ztráta úseku
		VYSKA	SIRKA	PRUMER									
		a [mm]	b [mm]	d [mm]									
					S [m2]	V [m3/hod]	W [m/s]	l [mm]	x [Pa/m]	Ptř [Pa]	Ksí [-]	Př [Pa]	Ptř [Pa]
	1 - tal. ventil	-	-	80	0,005	20	1,1	3430	1,000	3,43	0,40	40,29	43,72
	2	-	-	150	0,018	155	2,4	1990	0,478	0,95	0,50	1,78	2,73
	3	-	-	200	0,031	420	3,7	1270	0,995	1,26	0,55	4,56	5,82
	4	200	200	-	0,040	420	2,9	4450	0,638	2,84	0,20	19,02	21,86
	5 - vyústka	-	-	150	0,018	135	2,1	1950	0,403	0,79	-	17,00	17,79
	6 - vyústka	-	-	150	0,018	135	2,1	1950	0,403	0,79	0,20	17,54	18,33
	7	-	-	180	0,025	270	2,9	650	0,730	0,47	-	17,00	17,47
Odvod	Úsek	Obdélníkový průřez		Kruh. Průřez	Plocha potrubí	Průtok	Sřední rychlost proudění	Délka úseku	Tlakové ztráty	Tlakové ztráty třením	Součinitel vřazeného odporu	Tlaková ztráta vřazenými odpory	Celková tlak.ztráta úseku
		VYSKA	SIRKA	PRUMER									
		a [mm]	b [mm]	d [mm]									
					S [m2]	V [m3/hod]	W [m/s]	l [mm]	x [Pa/m]	Ptř [Pa]	Ksí [-]	Př [Pa]	Ptř [Pa]
	1 - tal. ventil	-	-	80	0,005	25	1,4	360	1,000	0,36	-	40,00	40,36
	2	-	-	125	0,012	25	0,6	725	0,060	0,04	1,00	0,19	0,24
	3	-	-	125	0,012	75	1,7	960	0,460	0,44	-0,50	-0,87	-0,42
	4	-	-	126	0,012	95	2,1	260	0,720	0,19	-0,50	-1,35	-1,16
	5	-	-	150	0,018	205	3,2	360	1,100	0,40	-0,50	-3,12	-2,72
	6	-	-	200	0,031	420	3,7	1270	0,995	1,26	1,20	9,94	11,20
	7	200	200	-	0,040	420	2,9	7450	0,638	4,75	0,60	21,06	25,82
	8 - tal. ventil	-	-	80	0,005	50	2,8	240	1,000	0,24	-	40,00	40,24
	9 - tal. ventil	-	-	80	0,005	20	1,1	360	1,000	0,36	-	40,00	40,36
	10 - vyústka	-	-	150	0,018	110	1,7	3530	0,377	1,33	-	17,00	18,33
	11 - vyústka	-	-	150	0,018	110	1,7	1950	0,377	0,74	0,20	17,36	18,09
	12	-	-	180	0,025	220	2,4	650	0,502	0,33	-	17,00	17,33

Tab. 26: OB.03 – Dimenze a tlakové ztráty

Návrh VZT jednotky

Pro kadeřnictví a jeho zázemí je navržena podstropní VZT jednotka s rekuperačním výměníkem, která nasává i odvádí vzduch na fasádě. Nasávací a odvodní otvor je opatřen protidešťovou žaluzií a jsou od sebe vzdáleny na výšku podlaží. Jednotka obsahuje dvě tlumicí komory, které snižují hladinu hluku při chodu ventilátoru.



Obr. 36: OB.03 – Schéma VZT jednotky

Přehled jednotky

Pozice v projektu: OB.03
Řada jednotky: TP12105
Velikost jednotky: HL2*
Tloušťka stěny: 50 mm
Provedení pláště (vnější): PZ
Provedení pláště (vnitřní): PZ
Průtok vzduchu - přívod: 420 m³/h

Vlastní rozměry (mm): 3095 x 750 x 800
Obrysová rozměry (mm): 3480 x 750 x 800
Objemová hmotnost izolace 50 kg/m³
Průřezová rychlost: 0.60 m/s
Výška rámu a nohou 0 mm
Hmotnost: 300 kg
Průtok vzduchu - odvod: 420 m³/h

Technická data - přívodní části

Koncový panel

s velkým otvorem

Klapka 0 Pa

Filtrační komora

kapsový filtr: G4 - 360

Na zanesení filtrů 2 Pa

Tlaková rezerva:

50 Pa

Složení filtrů: 1 / 592 x 287

Rekuperační komora

Desková

Bypass 73 Pa

Přívod: 420 m³/h

-15.0°C, 99%/11.8°C

Odvod: 420 m³/h

20.0°C, 50%/2.7°C

Statická účinnost: 77%

Tepelný zisk: 4.0 kW

Příslušenství:

Sifon pro odvod kondenzátu 2 ks

Ventilátorová komora

s volným oběžným kolem

0 Pa

Vzduch: 420 m³/h

Externí tlaková ztráta: 75 Pa

Ventilátor: RH22C

Otáčky: 1775 ot/min

Statická účinnost: 19.94%

Výkon: 0.0 kW

Dynamický tlak: 4 Pa

Celkový tlak: 211 Pa

Motor: 1P070M2

Napětí: 230/400 V

Zapojení: D/Y

Proud: 2.3/1.33 A

SFP: 1.041 kW/(m³/s), SFP3 Otáčky: 2740 ot/min

Krytí: IP55

Výkon: 0,55 kW

Prac. bod ventilátoru: 32 Hz (max. 73 Hz)

Ochrana motoru: neosazena

Frekvenční měnič: 1x230V=>3x230V, 0.75 kW

Kryty svorek: 0.37-0.75 kW

Hladiny akustických výkonů

pásmo	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	db(A)
Do okolí	22.0	23.0	20.0	15.0	18.0	9.0	3.0	1.0	20.5
Do sání	32.0	42.0	41.0	40.0	46.0	44.0	36.0	25.0	49.2
Do výtlaku	32.0	41.0	33.0	22.0	23.0	21.0	19.0	13.0	30.4

Ohřívací komora

Vodní jednořadá

4 Pa

Vzduch: 420 m³/h

11.8/20.0°C

Přípojka topného média G: 1/2"

Výkon: 1.2 kW

Médium: voda 80/60°C

Průtok: 0.051 m³/h 0.0 kPa

Tlumící komora

Délka: 1000 mm

útlum v pásmu 250 Hz: 15.0 db(A) 2 Pa

Koncový panel

s velkým otvorem

0 Pa

Technická data - odvodní části

Koncový panel

s velkým otvorem

0 Pa

Tlumící komora

Délka: 1000 mm

útlum v pásmu 250 Hz: 15.0 db(A)

2 Pa

Ventilátorová komora

s volným oběžným kolem

0 Pa

Vzduch: 420 m³/h

Externí tlaková ztráta: 75 Pa

Ventilátor: RH22C

Otáčky: 1756 ot/min

Statická účinnost: 19.76%

Výkon: 0.0 kW

Dynamický tlak: 4 Pa

Celkový tlak: 206 Pa

Motor: 1P070M2

Napětí: 230/400 V

Zapojení: D/Y

Proud: 2.3/1.33 A

SFP: 1.026 kW/(m³/s), SFP3

Otáčky: 2740 ot/min

Krytí: IP55

Výkon: 0,55 kW

Ochrana motoru: neosazena

Prac. bod ventilátoru: 31 Hz (max. 73 Hz)

Kryty svorek: 0.37-0.75 kW

Frekvenční měnič: 1x230V=>3x230V, 0.75 kW

Hladiny akustických výkonů

pásmo	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	db(A)
Do okolí	22.0	22.0	19.0	15.0	18.0	8.0	3.0	1.0	20.3
Do sání	30.0	38.0	32.0	22.0	23.0	19.0	19.0	14.0	29.5
Do výtlaku	34.0	43.0	42.0	42.0	48.0	45.0	45.0	27.0	51.0

Rekuperační komora

Desková viz přívod

73 Pa

Filtrační komora

kapsový filtr: G3 - 360

2 Pa

Tlaková rezerva:

Na zanesení filtrů

50 Pa

Složení filtrů: 1 / 592 x 287

Koncový panel

s velkým otvorem

Klapka

0 Pa

C.5.7 KC – větrání kanceláří

Tyto prostory se rozdělí do několika skupin podle situování na stadionu. Každá skupina bude mít individuálně navrženou jednotku, která bude zajišťovat přívod dostatečného množství čerstvého vzduchu. Navržené jednotky jsou pouze větrací, tepelné zisky prostor jsou příliš vysoké pro pokrytí vzduchotechnikou, tudíž musí být navržen samostatný systém chlazení.

VIP prostory a zázemí (3NP)

Výpočet množství vzduchu

č. místnosti	popis	objem místnosti	počet lidí	intenzita větrání	množství vzduchu na osobu	Ve - podle i	Ve - podle lidí	Ve	Vo
3NP10	VIP	495	30	1,5	50	742,5	1500	1500	1340
3NP11	SOCIÁLNÍ ZÁZEMÍ	-	-	-	-	-	-	-	125
3NP12	CHODBA	37	-	2	-	74	-	-	75
3NP13	KANCELÁŘ TRENÉRA	19	2	0,5	50	9,5	100	100	80
3NP14	KANCELÁŘ LÉKAŘE	21	2	0,5	50	10,5	100	100	80
3NP15	SKLAD	18	-	1	-	18	-	20	20

Tab. 27: KC.01 – Výpočet množství vzduchu

Návrh trasy potrubí a distribučních prvků

VZT jednotka pro přívod a odvod vzduchu bude umístěna na střeše, která se nachází přímo nad větraným prostorem. Přívodní potrubí povede podél obvodové zdi a pro distribuci vzduchu v prostoru pro VIP jsou zvoleny vyústky (mřížky) v potrubí,

v prostoru kanceláří a skladu jsou talířové ventily. Stejně distribuční prvky jsou zvoleny i pro odvod. Regulační klapky do potrubí se umístí na základě výpočtu tlakových ztrát.

Návrh dimenze a výpočet tlakových ztrát

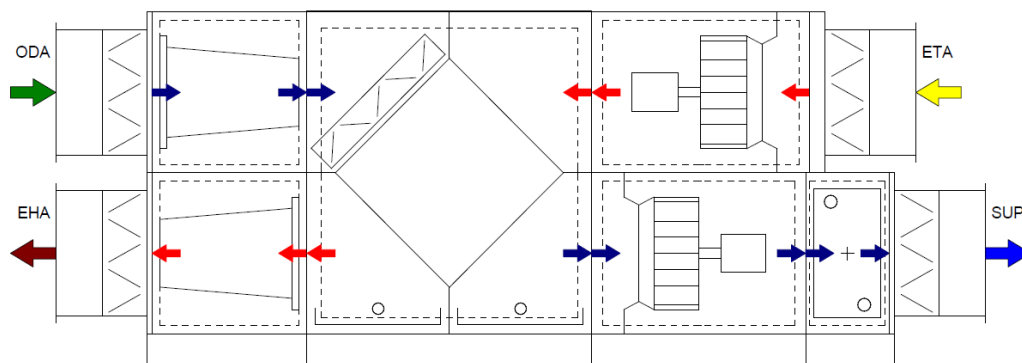
V tabulce je výpočet dimenzí v jednotlivých úsecích podle množství vzduchu v potrubí a rychlosti proudění. Dále jsou zde vypočteny tlakové ztráty důležité pro návrh ventilátoru ve VZT jednotce a pro umístění regulačních klapek.

Přívod	Úsek	Obdélníkový průřez		Kruh. Průřez	Plocha potrubí	Průtok	Sřední rychlost proudění	Délka úseku	Tlakové ztráty	Tlakové ztráty třením	Součinitel váženého odporu	Tlaková ztráta váženými odpory	Celková tlak.ztráta úseku
		VYSKA	SÍRKA	PRUMER									
		a [mm]	b [mm]	d [mm]									
1 - tal. ventil	-	-	100	0,008	20	0,7	1000	1,000	1,00	0,20	17,06	18,06	
2	-	-	100	0,008	20	0,7	5350	0,130	0,70	0,23	0,07	0,76	
3	-	-	150	0,018	120	1,9	3040	0,445	1,35	0,03	0,06	1,42	
4	-	-	150	0,018	220	3,5	2700	1,250	3,38	0,03	0,22	3,59	
5	-	-	250	0,049	435	2,5	3850	0,347	1,34	0,30	1,09	2,43	
6	-	-	250	0,049	650	3,7	3850	0,728	2,80	0,30	2,44	5,24	
7	-	-	300	0,071	865	3,4	4550	0,483	2,20	-	-	2,20	
8	355	355	-	0,126	1720	3,8	4650	0,476	2,21	0,20	11,72	13,94	
9 - tal. ventil	-	-	100	0,008	100	3,5	800	1,000	0,80	-	22,00	22,80	
10 - tal. ventil	-	-	100	0,008	100	3,5	800	1,000	0,80	-	22,00	22,80	
11 - výústka	-	-	150	0,018	215	3,4	3550	1,250	4,44	0,20	18,37	22,81	
12	-	-	250	0,049	430	2,4	3550	0,347	1,23	0,30	1,07	2,30	
13	-	-	250	0,049	645	3,7	3550	0,728	2,58	0,30	2,40	4,98	
14	-	-	300	0,071	855	3,4	2750	0,483	1,33	0,30	2,03	3,36	
Odvod	Úsek	Obdélníkový průřez		Kruh. Průřez	Plocha potrubí	Průtok	Sřední rychlost proudění	Délka úseku	Tlakové ztráty	Tlakové ztráty třením	Součinitel váženého odporu	Tlaková ztráta váženými odpory	Celková tlak.ztráta úseku
		VYSKA	SÍRKA	PRUMER									
		a [mm]	b [mm]	d [mm]									
1 - tal. ventil	-	-	100	0,008	80	2,8	3620	1,000	3,62	0,20	20,96	24,58	
2	-	-	150	0,018	160	2,5	850	0,697	0,59	1,20	4,56	5,15	
3	-	-	200	0,031	235	2,1	650	0,336	0,22	1,20	3,11	3,33	
4	-	-	200	0,031	255	2,3	2130	0,389	0,83	-0,30	-0,92	-0,09	
5	-	-	250	0,049	445	2,5	3900	0,362	1,41	-	0,00	1,41	
6	-	-	250	0,049	635	3,6	3900	0,698	2,72	0,20	1,55	4,27	
7	-	-	300	0,071	825	3,2	4520	0,230	1,04	0,20	1,26	1,04	
8	355	355	-	0,126	1585	3,5	2360	0,410	0,39	0,50	3,66	4,05	
9	355	355	-	0,126	1720	3,8	5970	0,476	0,41	0,80	16,90	17,31	
10 - tal. ventil	-	-	100	0,008	80	2,8	500	1,000	0,50	-	20,00	20,50	
11 - tal. ventil	-	-	100	0,008	75	2,7	1040	1,000	1,04	-	17,00	18,04	
12 - tal. ventil	-	-	100	0,008	20	0,7	2520	1,000	2,52	-	17,00	19,52	
13 - výústka	-	-	150	0,018	190	3,0	2900	0,956	2,77	0,20	18,07	20,84	
14	-	-	200	0,031	380	3,4	2900	0,810	2,35	0,20	1,36	3,71	
15	-	-	250	0,049	570	3,2	2900	0,572	1,66	0,20	1,25	2,91	
16	-	-	300	0,071	860	3,4	2700	0,397	1,07	-	-	1,07	
17 - tal. ventil	-	-	80	0,005	50	2,8	500	1,000	0,50	-	17,00	17,50	
18	-	-	125	0,012	50	1,1	450	0,210	0,09	1,00	0,77	0,86	
19	-	-	125	0,012	75	1,7	420	0,460	0,19	1,00	1,73	1,92	
20	-	-	125	0,012	125	2,8	580	1,110	0,64	1,00	4,81	5,45	
21 - tal. ventil	-	-	80	0,005	25	1,4	1060	1,000	1,06	-	17,00	18,06	
22 - tal. ventil	-	-	80	0,005	50	2,8	250	1,000	0,25	-	17,00	17,25	

Tab. 28: KC.01 – Dimenze a tlakové ztráty

Návrh VZT jednotky

Pro vybraný prostor je navržena jedna venkovní vzduchotechnická jednotka, která má za úkol přivést dostatečné množství čerstvého vzduchu do prostoru. Obsahuje deskovou rekuperační komoru a ohřivač, dále filtry a koncové prvky.



Obr. 37: KC.01 – Schéma VZT jednotky

Přehled jednotky

Pozice v projektu: KC.01
Řada jednotky: TP12105
Velikost jednotky: HL2.5*
Tloušťka stěny: 50 mm
Provedení pláště (vnější): PZ
Provedení pláště (vnitřní): PZ
Průtok vzduchu - přívod: 1720 m³/h

Vlastní rozměry (mm): 2100 x 800 x 1000
Obrysová rozměry (mm): 2610 x 800 x 1000
Objemová hmotnost izolace 50 kg/m³
Průřezová rychlost: 1.95 m/s
Výška rámu a nohou 100 mm
Hmotnost: 270 kg
Průtok vzduchu - odvod: 1720 m³/h

Technická data - přívodní části

Koncový panel

s velkým otvorem

Klapka 1 Pa

Filtrační komora

kapsový filtr: G4 - 360

19 Pa

Tlaková rezerva:

Na zanesení filtrů

50 Pa

Složení filtrů: 1 / 690 x 340

Rekuperační komora

Desková

Bypass 168 Pa

Přívod:

1720 m³/h

-15.0°C, 99%/4.9°C

Odvod:

1720 m³/h

20.0°C, 50%/5.4°C

Statická účinnost:

57%

Tepelný zisk: 11.0 kW

Příslušenství:

Sifon pro odvod kondenzátu

2 ks

Ventilátorová komora

s volným oběžným kolem

1 Pa

Vzduch:

1720 m³/h

Externí tlaková ztráta: 55 Pa

Ventilátor: RH22C

Otáčky: 3458ot/min

Statická účinnost: 36.82%

Výkon: 0.3 kW

Dynamický tlak: 67 Pa

Celkový tlak: 375 Pa

Motor: 1P070M2

Napětí: 230/400 V

Zapojení: D/Y

Proud: 2.3/1.33 A

SFP: 0.839 kW/(m³/s), SFP3

Otáčky: 2740 ot/min

Krytí: IP55

Výkon: 0,55 kW

Prac. bod ventilátoru: 62 Hz (max. 73 Hz)

Ochrana motoru: neosazena

Frekvenční měnič: 1x230V=>3x230V, 1.5 kW,

Kryty svorek: 1.5 kW, 3f-2.2kW

Hladiny akustických výkonů

pásmo 63 125 250 500 1000 2000 4000 8000 db(A)

Do okolí	27.0	24.0	31.0	32.0	35.0	29.0	23.0	18.0	37.4
Do sání	37.0	43.0	52.0	57.0	63.0	64.0	56.0	47.0	68.1
Do výtlaku	41.0	49.0	59.0	68.0	73.0	76.0	69.0	61.0	79.6

Ohřivací komora

Vodní dvouřadá 13 Pa

Vzduch: 1720 m³/h 4.9.0/20.0°C

Přípojka topného média G: 1"

Výkon: 9.2 kW

Médium: voda 80/60°C

Průtok: 0.408 m³/h 0.2 kPa

Koncový panel

s velkým otvorem

1 Pa

Technická data - odvodní části

Koncový panel

s velkým otvorem

Klapka

1 Pa

Ventilátorová komora

s volným oběžným kolem

1 Pa

Vzduch: 1720 m³/h

Externí tlaková ztráta: 65 Pa

Ventilátor: RH22C

Otáčky: 3484 ot/min

Statická účinnost: 38.25%

Výkon: 0.3 kW

Dynamický tlak: 67 Pa

Celkový tlak: 394 Pa

Motor: 1P070M2

Napětí: 230/400 V

Zapojení: D/Y

Proud: 2.3/1.33 A

SFP: 0.858 kW/(m³/s), SFP3

Otáčky: 2740 ot/min

Krytí: IP55

Výkon: 0,55 kW

Prac. bod ventilátoru: 62 Hz (max. 73 Hz)

Ochrana motoru: neosazena

Frekvenční měnič: 1x230V=>3x230V, 1.5 kW,

Kryty svorek: 1.5 kW, 3f-2.2kW

Hladiny akustických výkonů

pásmo	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	db(A)
Do okolí	27.0	24.0	31.0	32.0	35.0	29.0	23.0	18.0	37.5
Do sání	39.0	48.0	59.0	68.0	74.0	76.0	70.0	63.0	80.1
Do výtlaku	39.0	45.0	54.0	59.0	65.0	66.0	58.0	49.0	70.2

Rekuperační komora

Desková viz přívod

190 Pa

Filtrační komora

kapsový filtr: G4 - 360

19 Pa

Tlaková rezerva:

Na zanesení filtrů

50 Pa

Složení filtrů: 1 / 690 x 340

Koncový panel

s velkým otvorem

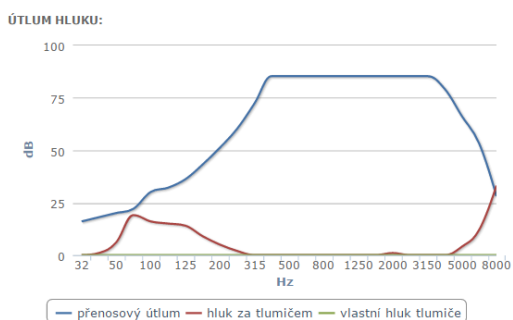
Klapka

1 Pa

Tlumič hluku

Na přívodním i odvodním potrubí jsou venku u VZT jednotky osazeny tlumiče hluku, které zabraňují přenosu hluku do interiéru. Jejich návrh závisí na hladině akustického tlaku ventilátorů v jednotce.

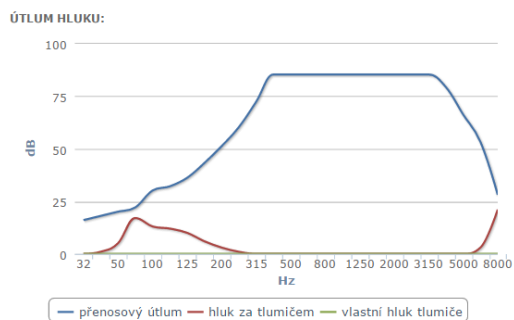
Pro obě potrubí je navržen kulisový tlumič s rozměry 800x800 mm, délky 2500mm se třemi kulisami o šířce 200 mm.



VÝSLEDNÉ HODNOTY

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	[]
přenosový útlum	16	22	36	60	85	85	85	79	28	-	dB
vlastní hluk tlumiče	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	dB(A)
hl. akust. výkonu za tlumičem s váh. filt. A:	0	19	14	2	0	0	1	0	33	34	dB(A)

Obr. 38: KC.01 – Tlumič hluku na přívodním potrubí



VÝSLEDNÉ HODNOTY

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	[]
přenosový útlum	16	22	36	60	85	85	85	79	28	-	dB
vlastní hluk tlumiče	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	dB(A)
hl. akust. výkonu za tlumičem s váh. filt. A:	0	17	10	1	0	0	0	0	21	23	dB(A)

Obr. 39: KC.01 – Tlumič hluku na odvodním potrubí

Kancelář trenérů (2NP)

V dvoupodlažní části objektu je kancelář trenérů se skladem výstroje a přilehlou chodbou. Obě místnosti budou větrány společnou VZT jednotkou umístěnou pod stropem v podhledu místnosti. Přívod a odvod vzduchu bude na střeše objektu.

Množství vzduchu

č. místnosti	popis	objem místnosti	počet lidí	intenzita větrání	množství vzduchu na osobu	Ve - podle i	Ve - podle lidí	Ve	Vo
2NP52	KANCELÁŘ TRENÉRŮ	75,3	4	2,5	50	188,25	200	200	100
2NP53	SKLAD VÝSTROJE	39,2	-	1,5	-	58,8	-	60	60
2NP54	CHODBA	63,3	-	1,5	-	100	-	-	100

Tab. 29: KC.02 – Výpočet množství vzduchu

Návrh trasy potrubí a distribučních prvků

VZT jednotka pro přívod a odvod vzduchu bude umístěna v podhledu skladu. Přívodní potrubí povede čerstvý vzduch a pro distribuci vzduchu v prostoru kanceláře je zvolen anemostat, v prostoru skladu jsou talířové ventily. Pro odvod jsou zvoleny talířové ventily a vyústky (mřížky) v potrubí na chodbě a v kanceláři. Regulační klapky do potrubí se umístí na základě výpočtu tlakových ztrát.

Návrh dimenze a výpočet tlakových ztrát

V tabulce je výpočet dimenzí a tlakových ztrát v jednotlivých úsecích.

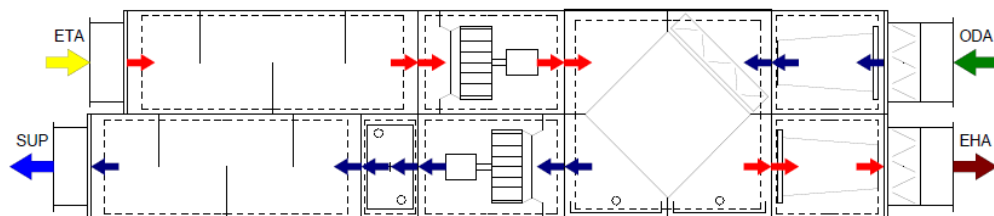
Přívod	Úsek	Obdélníkový průřez		Kruh. Průřez	Plocha potrubí	Průtok	Sřední rychlost proudění	Délka úseku	Tlakové ztráty	Tlakové ztráty třením	Součinitel váženého odporu	Tlaková ztráta váženými odpory	Celková tlaková ztráta úseku
		VYSKA	SIRKA	PRUMER									
		a	b	d	S	V	W	l	x	Ptř	Ksí	Pč	Ptř
	[mm]	[mm]	[mm]	[m2]	[m3/hod]	[m/s]	[mm]	[Pa/m]	[Pa]	[-]	[Pa]	[Pa]	
1 - tař. ventil	-	-	80	0,005	60	3,3	800	1,000	0,80	-	-	30,00	30,80
2	-	-	180	0,025	260	2,8	2520	0,680	1,71	0,70	3,39	5,10	
3	160	160	-	0,026	260	2,8	3250	0,789	2,56	0,40	18,91	21,47	
4 - anemostat	-	-	150	0,018	200	3,1	5370	1,000	5,37	-	-	17,00	22,37

Odvod	Úsek	Obdélníkový průřez		Kruh. Průřez	Plocha potrubí	Průtok	Sřední rychlost proudění	Délka úseku	Tlakové ztráty	Tlakové ztráty třením	Součinitel váženého odporu	Tlaková ztráta váženými odpory	Celková tlaková ztráta úseku
		VYSKA	SIRKA	PRUMER									
		a	b	d	S	V	W	l	x	Ptř	Ksí	Pč	Ptř
	[mm]	[mm]	[mm]	[m2]	[m3/hod]	[m/s]	[mm]	[Pa/m]	[Pa]	[-]	[Pa]	[Pa]	
1 - tař. ventil	-	-	80	0,005	60	3,3	800	1,000	0,80	-	-	30,00	30,80
2	-	-	180	0,025	260	2,8	4120	0,680	2,80	0,70	3,39	6,19	
3	160	160	-	0,026	260	2,8	6330	0,789	4,99	0,40	18,91	23,90	
4 - vyústka	-	-	150	0,018	100	1,6	3750	0,227	0,85	0,32	15,47	16,33	
5	-	-	150	0,018	200	3,1	3480	0,759	2,64	-	0,00	2,64	

Tab. 30: KC.02 – Dimenze a tlakové ztráty

Návrh VZT jednotky

Pro kancelář trenérů je navržena podstropní VZT jednotka s rekuperačním výměníkem, která nasává i odvádí vzduch na střechu objektu. Nasávací a odvodní otvor je opatřen mřížkou. Jednotka obsahuje dvě tlumicí komory, které snižují hladinu hluku při chodu ventilátoru.



Obr. 40: KC.02 – Schéma VZT jednotky

Přehled jednotky

Pozice v projektu: KC.02

Řada jednotky: TP12105

Velikost jednotky: HL2*

Tloušťka stěny: 50 mm

Provedení pláště (vnější): PZ

Provedení pláště (vnitřní): PZ

Průtok vzduchu - přívod: 260 m3/h

Vlastní rozměry (mm): 3095 x 750 x 800

Obrysově rozměry (mm): 3480 x 750 x 800

Objemová hmotnost izolace: 50 kg/m3

Průřezová rychlost: 0.57 m/s

Výška rámu a nohou: 0 mm

Hmotnost: 300 kg

Průtok vzduchu - odvod: 260 m3/h

Technická data - přívodní části

Koncový panel

s velkým otvorem

Klapka

0 Pa

Filtrační komora

kapsový filtr: G4 - 360

2 Pa

Tlaková rezerva:

Na zanesení filtrů

50 Pa

Složení filtrů: 1 / 592 x 287

Rekuperační komora

Desková

Bypass

74 Pa

Přívod: 260 m³/h -15.0°C, 99%/11.9°C
Odvod: 260 m³/h 20.0°C, 50%/2.7°C
Statická účinnost: 77% **Tepelný zisk:** 4.0 kW
Příslušenství: Sifon pro odvod kondenzátu 2 ks

Ventilátorová komora

s volným oběžným kolem 0 Pa

Vzduch: 260 m³/h **Externí tlaková ztráta:** 60 Pa
Ventilátor: RH22C **Otáčky:** 1708 ot/min **Statická účinnost:** 18.57%
Výkon: 0.0 kW **Dynamický tlak:** 4 Pa **Celkový tlak:** 196 Pa
Motor: 1P070M2 **Napětí:** 230/400 V **Zapojení:** D/Y
Proud: 2.3/1.33 A **SFP:** 1.037 kW/(m³/s), SFP3 **Otáčky:** 2740 ot/min
Krytí: IP55 **Výkon:** 0,55 kW
Prac. bod ventilátoru: 31 Hz (max. 73 Hz) **Ochrana motoru:** neosazena
Frekvenční měnič: 1x230V=>3x230V, 0.75 kW **Krytí svorek:** 0.37-0.75 kW

Hladiny akustických výkonů

pásmo	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	db(A)
Do okolí	22.0	22.0	19.0	14.0	17.0	8.0	2.0	1.0	19.7
Do sání	32.0	41.0	40.0	39.0	45.0	43.0	35.0	24.0	48.4
Do výtlaku	32.0	40.0	32.0	21.0	22.0	20.0	18.0	12.0	29.6

Ohřívací komora

Vodní jednořadá 4 Pa
Vzduch: 260 m³/h 11.9/20.0°C
Přípojka topného média G: 1/2" **Výkon:** 1.2 kW
Médium: voda 80/60°C **Průtok:** 0.054 m³/h 0.0 kPa

Tlumící komora

Délka: 1000 mm **útlum v pásmu 250 Hz:** 15.0 db(A) 2 Pa

Koncový panel

s velkým otvorem 0 Pa

Technická data - odvodní části

Koncový panel

s velkým otvorem 0 Pa

Tlumící komora

Délka: 1000 mm **útlum v pásmu 250 Hz:** 15.0 db(A) 2 Pa

Ventilátorová komora

s volným oběžným kolem 0 Pa

Vzduch: 260 m³/h **Externí tlaková ztráta:** 60 Pa
Ventilátor: RH22C **Otáčky:** 1688 ot/min **Statická účinnost:** 18.32%
Výkon: 0.0 kW **Dynamický tlak:** 4 Pa **Celkový tlak:** 191 Pa
Motor: 1P070M2 **Napětí:** 230/400 V **Zapojení:** D/Y
Proud: 2.3/1.33 A **SFP:** 1.024 kW/(m³/s), SFP3 **Otáčky:** 2740 ot/min
Krytí: IP55 **Výkon:** 0,55 kW
Prac. bod ventilátoru: 30 Hz (max. 73 Hz) **Ochrana motoru:** neosazena
Frekvenční měnič: 1x230V=>3x230V, 0.75 kW **Krytí svorek:** 0.37-0.75 kW

Hladiny akustických výkonů

pásmo	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	db(A)
Do okolí	21.0	21.0	18.0	14.0	17.0	7.0	2.0	1.0	19.4
Do sání	29.0	37.0	31.0	21.0	22.0	18.0	18.0	13.0	28.6
Do výtlaku	33.0	42.0	41.0	41.0	47.0	44.0	37.0	26.0	50.1

Rekuperační komora

Desková viz přívod 73 Pa

Filtrační komora

kapsový filtr: G3 - 360 2 Pa

Tlaková rezerva: **Na zanesení filtrů** 50 Pa

Složení filtrů: 1 / 592 x 287.

Koncový panel

s velkým otvorem **Klapka** 0 Pa

Kancelář údržby stadionu (2NP)

V severozápadním rohu stadionu jsou umístěny dvě kanceláře pro údržbu stadionu s vlastním WC a vstupní chodbou. Pro tuto část je navržena podstropní jednotka, která bude do kanceláří přivádět čerstvý vzduch v předepsaném množství a odvádět ho z těchto prostor i z WC a chodby. Celkově bude systém větrání rovnotlaký.

Množství vzduchu

č. místnosti	popis	objem místnosti	počet lidí	intenzita větrání	množství vzduchu na osobu	Ve - podle i	Ve - podle lidí	Ve	Vo
2NP92	KANCELÁŘ ÚDRŽBY STADIONU	45	3	2,5	50	112,5	150	150	100
2NP94	KANCELÁŘ	26	2	2,5	50	65	100	100	80
2NP95	WC	-	-	-	-	-	-	-	50
2NP96	CHODBA	6	-	0,5	-	3	-	-	20

Tab. 31: KC.03 – Výpočet množství vzduchu

Návrh trasy potrubí a distribučních prvků

VZT jednotka pro přívod a odvod vzduchu bude umístěna v podhledu větší kanceláře. Přívodní potrubí povede čerstvý vzduch a pro distribuci vzduchu v prostoru kanceláří je zvolen anemostat. Pro odvod je pro WC a chodbu zvolen talířový ventil a vyústky (mřížky) v potrubí v kancelářích. Regulační klapky do potrubí se umístí na základě výpočtu tlakových ztrát.

Návrh dimenze a výpočet tlakových ztrát

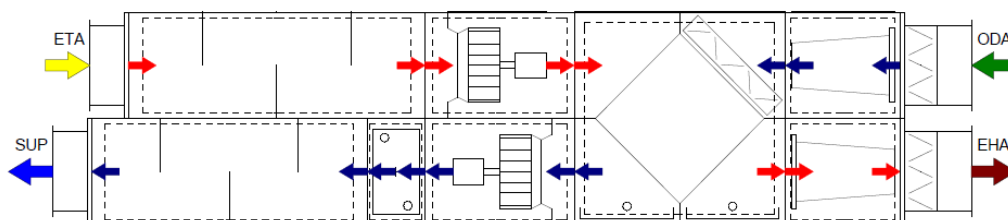
V tabulce je výpočet dimenzí a tlakových ztrát v jednotlivých úsecích potrubí.

Přívod	Úsek	Obdélníkový průřez		Kruh. Průřez	Plocha potrubí	Průtok	Sřední rychlost proudění	Délka úseku	Tlakové ztráty	Tlakové ztráty třením	Součinitelel vřazeného odporu	Tlaková ztráta vřazenými odporu	Celková tlak.ztráta úseku
		VYSKA	SÍRKA	PRUMER									
		a [mm]	b [mm]	d [mm]									
	1 - anemostat	-	-	100	0,008	100	3,5	1420	1,000	1,42	-	10,00	11,42
	2	-	-	100	0,008	100	3,5	1680	2,290	3,85	0,20	1,50	5,35
	3	-	-	180	0,025	250	2,7	1350	0,638	0,86	0,60	2,68	3,55
	4	160	160	-	0,026	250	2,7	3590	0,734	2,64	0,40	18,77	21,40
	5 - anemostat	-	-	160	0,020	150	2,1	900	1,000	0,90	-	12,00	12,90
	6	-	-	160	0,020	150	2,1	2540	0,492	1,25	-	0,00	1,25
Odvod	Úsek	Obdélníkový průřez		Kruh. Průřez	Plocha potrubí	Průtok	Sřední rychlost proudění	Délka úseku	Tlakové ztráty	Tlakové ztráty třením	Součinitelel vřazeného odporu	Tlaková ztráta vřazenými odporu	Celková tlak.ztráta úseku
		VYSKA	SÍRKA	PRUMER									
		a [mm]	b [mm]	d [mm]									
	1 - tal. ventil	-	-	80	0,005	50	2,8	540	1,000	0,54	-	30,00	30,54
	2	-	-	100	0,008	50	1,8	1230	0,660	0,81	1,00	1,88	2,69
	3	-	-	100	0,008	70	2,5	3230	1,260	4,07	1,40	5,15	9,22
	4	-	-	160	0,020	150	2,1	1440	0,492	0,71	-	0,00	0,71
	5	-	-	180	0,025	250	2,7	870	0,638	0,56	1,10	4,92	5,48
	6	160	160	-	0,026	250	2,7	4350	0,734	3,19	0,80	20,53	23,73
	7 - tal. ventil	-	-	80	0,005	20	1,1	540	1,000	0,54	-	18,00	18,54
	8 - vyústka	-	-	100	0,008	100	3,5	2780	2,290	6,37	-	10,00	16,37

Tab. 32: KC.03 – Dimenze a tlakové ztráty

Návrh VZT jednotky

Pro kancelář údržby stadionu je navržena podstropní VZT jednotka s rekuperačním výměníkem, která nasává i odvádí vzduch na střechu objektu. Jednotka obsahuje dvě tlumicí komory, které snižují hladinu hluku při chodu ventilátoru.



Obr. 41: KC.03 – Schéma VZT jednotky

Přehled jednotky

Pozice v projektu: KC.03

Řada jednotky: TP12105

Velikost jednotky: HL2*

Tloušťka stěny: 50 mm

Provedení pláště (vnější): PZ

Provedení pláště (vnitřní): PZ

Průtok vzduchu - přívod: 250 m³/h

Vlastní rozměry (mm): 3095 x 750 x 800

Obrysově rozměry (mm): 3480 x 750 x 800

Objemová hmotnost izolace: 50 kg/m³

Průřezová rychlost: 0.57 m/s

Výška rámu a nohou: 0 mm

Hmotnost: 300 kg

Průtok vzduchu - odvod: 250 m³/h

Technická data - přívodní části

Koncový panel

s velkým otvorem

Klapka

0 Pa

Filtrační komora

kapsový filtr: G4 - 360

Tlaková rezerva:

Na zanesení filtrů

2 Pa

50 Pa

Složení filtrů: 1 / 592 x 287

Rekuperační komora

Desková

Bypass

73 Pa

Přívod:

250 m³/h

-15.0°C, 99%/11.9°C

Odvod:

250 m³/h

20.0°C, 50%/2.7°C

Statická účinnost: 77%

Tepelný zisk: 4.0 kW

Příslušenství: Sifon pro odvod kondenzátu

2 ks

Ventilátorová komora

s volným oběžným kolem

0 Pa

Vzduch: 250 m³/h

Externí tlaková ztráta: 50 Pa

Ventilátor: RH22C

Otáčky: 1688 ot/min

Statická účinnost: 18.05%

Výkon: 0.0 kW

Dynamický tlak: 4 Pa

Celkový tlak: 186 Pa

Motor: 1P070M2

Napětí: 230/400 V

Zapojení: D/Y

Proud: 2.3/1.33 A

SFP: 1.012 kW/(m³/s), SFP3

Otáčky: 2740 ot/min

Krytí: IP55

Výkon: 0,55 kW

Prac. bod ventilátoru: 30 Hz (max. 73 Hz)

Ochrana motoru: neosazena

Frekvenční měnič: 1x230V=>3x230V, 0.75 kW

Kryty svorek: 0.37-0.75 kW

Hladiny akustických výkonů

pásmo	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	db(A)
Do okolí	21.0	21.0	18.0	13.0	17.0	7.0	2.0	1.0	19.2
Do sání	31.0	40.0	39.0	38.0	45.0	42.0	35.0	23.0	47.9
Do výtlaku	31.0	39.0	31.0	20.0	22.0	19.0	18.0	11.0	28.8

Ohřivací komora

Vodní jednořadá

4 Pa

Vzduch:	250 m ³ /h		10.9/20.0°C						
Přípojka topného média G: 1/2"		Výkon: 1.1 kW							
Médium: voda 80/60°C		Průtok: 0.048 m ³ /h	0.0 kPa						
Tlumicí komora									
Délka: 1000 mm	útlum v pásmu 250 Hz: 15.0 db(A)		2 Pa						
Koncový panel									
s velkým otvorem			0 Pa						
Technická data - odvodní části									
Koncový panel									
s velkým otvorem			0 Pa						
Tlumicí komora									
Délka: 1000 mm	útlum v pásmu 250 Hz: 15.0 db(A)		2 Pa						
Ventilátorová komora									
s volným oběžným kolem			0 Pa						
Vzduch: 250 m ³ /h		Externí tlaková ztráta: 80 Pa							
Ventilátor: RH22C	Otáčky: 1767 ot/min	Statická účinnost: 19.19%							
Výkon: 0.0 kW	Dynamický tlak: 4 Pa	Celkový tlak: 211 Pa							
Motor: 1P070M2	Napětí: 230/400 V	Zapojení: D/Y							
Proud: 2.3/1.33 A	SFP: 1.082 kW/(m ³ /s), SFP3	Otáčky: 2740 ot/min							
Krytí: IP55	Výkon: 0,55 kW								
Prac. bod ventilátoru: 32 Hz (max. 73 Hz)		Ochrana motoru: neosazena							
Frekvenční měnič: 1x230V=>3x230V, 0.75 kW		Kryty svorek: 0.37-0.75 kW							
Hladiny akustických výkonů									
pásma	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	db(A)
Do okolí	24.0	24.0	20.0	15.0	18.0	8.0	3.0	1.0	20.5
Do sání	32.0	40.0	33.0	22.0	23.0	19.0	19.0	14.0	30.1
Do výtlaku	36.0	45.0	43.0	42.0	48.0	45.0	38.0	27.0	51.1
Rekuperační komora									
Desková viz přívod									73 Pa
Filtrační komora									
kapsový filtr: G3 - 360									2 Pa
Tlaková rezerva:		Na zanesení filtrů							50 Pa
Složení filtrů: 1 / 592 x 287									
Koncový panel									
s velkým otvorem	Klapka								0 Pa

Kanceláře vedení stadionu (2NP)

Větrání těchto prostorů zajišťuje venkovní vzduchotechnická jednotka, která bude přivádět stejné množství vzduchu jako odvádět v jednotlivých kancelářích. Přívodními prvky budou vířivé anemostaty a odvod bude realizován pomocí vyústek do potrubí (mřížky).

Výpočet množství vzduchu

č. místnosti	popis	objem místnosti	počet lidí	intenzita větrání	množství vzduchu na osobu	Ve - podle i	Ve - podle lidí	Ve	Vo
2NP08	ZASEDACÍ MÍSTNOST	45,3	4	2	25	90,6	100	100	100
2NP09	SEKRETÁŘKA	93	3	1,5	50	139,5	150	150	150
2NP10	KANCELÁŘ ŘEDITELE	93	3	1,5	50	139,5	150	150	150
2NP11	KANCELÁŘ TRENÉRŮ	93	3	1,5	50	139,5	150	150	150
2NP12	MARKETING	45	3	1,5	50	67,5	150	150	150
2NP13	ARCHIV	43	-	2	-	86	-	100	100

Tab. 33: KC.04 – Výpočet množství vzduchu

Návrh trasy potrubí a distribučních prvků

Prívodní potrubí je vedeno podél obvodové stěny. Na něm jsou jednotlivé odbočky k anemostatům. Odvodní potrubí vede na opačné straně místností, v něm jsou umístěny odvodní distribuční vyústky. Obě potrubí vedou na střechu, kde je umístěna vzduchotechnická jednotka.

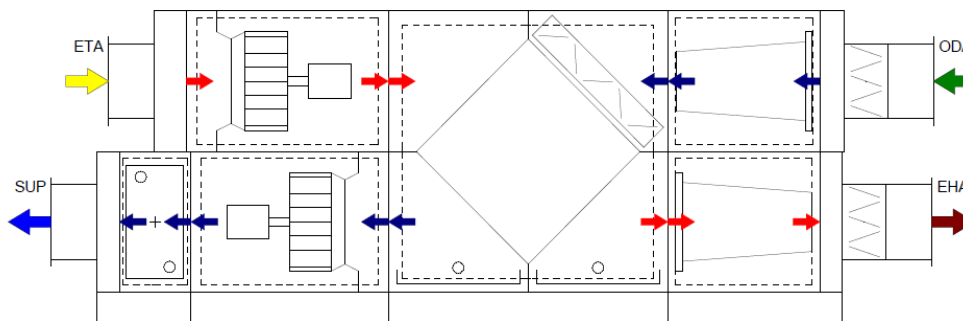
Návrh dimenze a výpočet tlakových ztrát

Prívod	Úsek	Obdélníkový průřez		Kruh. Průřez	Plocha potrubí	Průtok	Sřední rychlost proudění	Délka úseku	Tlakové ztráty	Tlakové ztráty třením	Součinitel vřazeného odporu	Tlaková ztráta vřazenými odpory	Celková tlak.ztráta úseku
		VYSKA	SIRKA	PRUMER	S	V	W	l	x	Ptř	Ks í	Př	Ptř
		[mm]	[mm]	[mm]	[m2]	m3/hod]	[m/s]	[mm]	[Pa/m]	[Pa]	[-]	[Pa]	[Pa]
	1 - anemostat	-	-	100	0,008	100	3,5	2320	1,000	2,32	-	10,00	12,32
	2	-	-	100	0,008	100	3,5	2500	2,290	5,73	1,50	11,27	16,99
	3	-	-	200	0,031	250	2,2	4400	0,375	1,65	0,30	0,88	2,53
	4	-	-	200	0,031	400	3,5	5560	0,891	4,95	0,50	3,76	8,71
	5	-	-	300	0,071	550	2,2	5750	0,219	1,26	0,30	0,84	2,10
	6	-	-	300	0,071	700	2,8	4360	0,341	1,49	0,30	1,36	2,85
	7	-	-	300	0,071	800	3,1	150	0,437	0,07	0,50	2,97	3,03
	8	250	250	-	0,063	800	3,6	4850	0,684	3,32	0,60	21,55	24,87
	9 - anemostat	-	-	150	0,018	150	2,4	2320	1,000	2,32	-	12,00	14,32
	10 - anemostat	-	-	150	0,018	150	2,4	2320	1,000	2,32	-	12,00	14,32
	11 - anemostat	-	-	150	0,018	150	2,4	2320	1,000	2,32	-	12,00	14,32
	12 - anemostat	-	-	150	0,018	150	2,4	2320	1,000	2,32	-	12,00	14,32
	13 - anemostat	-	-	100	0,008	100	3,5	2320	1,000	2,32	-	10,00	12,32
Odvod	Úsek	Obdélníkový průřez		Kruh. Průřez	Plocha potrubí	Průtok	Sřední rychlost proudění	Délka úseku	Tlakové ztráty	Tlakové ztráty třením	Součinitel vřazeného odporu	Tlaková ztráta vřazenými odpory	Celková tlak.ztráta úseku
		VYSKA	SIRKA	PRUMER	S	V	W	l	x	Ptř	Ks í	Př	Ptř
		[mm]	[mm]	[mm]	[m2]	[m3/hod]	[m/s]	[mm]	[Pa/m]	[Pa]	[-]	[Pa]	[Pa]
	1 - vyústka	-	-	150	0,018	100	1,6	2500	0,314	0,79	0,20	5,30	6,08
	2	-	-	200	0,031	250	2,2	4400	0,375	1,65	0,00	0,00	1,65
	3	-	-	200	0,031	400	3,5	5560	0,891	4,95	0,20	1,50	6,46
	4	-	-	300	0,071	550	2,2	5750	0,219	1,26	0,00	0,00	1,26
	5	-	-	300	0,071	700	2,8	4360	0,341	1,49	0,00	0,00	1,49
	6	-	-	300	0,071	800	3,1	150	0,437	0,07	0,40	2,37	2,44
	7	250	250	-	0,063	800	3,6	5650	0,684	3,86	0,60	21,55	25,42

Tab. 34: KC.04 – Dimenze a tlakové ztráty

Návrh VZT jednotky

Pro prostory je navržena venkovní větrací jednotka s rekuperačním výměníkem a ohřivačem vzduchu.



Obr. 42: KC.04 – Schéma VZT jednotky

Přehled jednotky

Pozice v projektu: KC.04

Řada jednotky: TP12105

Velikost jednotky: HL2*

Tloušťka stěny: 50 mm

Provedení pláště (vnější): PZ

Provedení pláště (vnitřní): PZ

Průtok vzduchu - přívod: 800 m³/h

Technická data - přívodní části

Koncový panel

s malým otvorem

Filtrační komora

kapsový filtr: G4 - 360

Tlaková rezerva:

Složení filtrů: 1 / 592 x 287

Rekuperační komora

Desková

Přívod: 800 m³/h

Odvod: 800 m³/h

Statická účinnost: 74%

Příslušenství: Sifon pro odvod kondenzátu

Ventilátorová komora

s volným oběžným kolem

Vzduch: 800 m³/h

Ventilátor: RH22C

Výkon: 0.1 kW

Motor: 1P070M2

Proud: 2.3/1.33 A

Krytí: IP55

Prac. bod ventilátoru: 38 Hz (max. 73 Hz)

Frekvenční měnič: 1x230V=>3x230V, 0.75 kW

Hladiny akustických výkonů

pásmo	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	db(A)
Do okolí	17.0	16.0	23.0	19.0	22.0	14.0	8.0	3.0	24.5
Do sání	27.0	35.0	44.0	44.0	50.0	49.0	41.0	32.0	53.8
Do výtlaku	31.0	42.0	51.0	55.0	61.0	62.0	55.0	47.0	66.0

Ohřivací komora

Vodní jednořadá

Vzduch: 800 m³/h

Vlastní rozměry (mm): 2140 x 750 x 900

Obrysově rozměry (mm): 2525 x 750 x 900

Objemová hmotnost izolace 50 kg/m³

Průřezová rychlost: 1.14 m/s

Výška rámu a nohou 100 mm

Hmotnost: 230 kg

Průtok vzduchu - odvod: 800 m³/h

Klapka	1 Pa
Na zanesení filtrů	8 Pa 50 Pa
Bypass	88 Pa
Tepelný zisk: 7.0 kW	-15.0°C, 99%/10.8°C 20.0°C, 50%/3.3°C
	2 ks
	0 Pa

Externí tlaková ztráta: 80 Pa

Otáčky: 2127 ot/min

Dynamický tlak: 14 Pa

Napětí: 230/400 V

SFP: 0.769 kW/(m³/s), SFP3

Výkon: 0,55 kW

Statická účinnost: 29.74%

Celkový tlak: 242 Pa

Zapojení: D/Y

Otáčky: 2740 ot/min

Ochrana motoru: neosazena

Kryty svorek: 0.37-0.75 kW

1 Pa

10.8/20.0°C

Přípojka topného média G: 1"

Médium: voda 80/60°C

Koncový panel

s malým otvorem

Technická data - odvodní části

Koncový panel

s malým otvorem

Ventilátorová komora

s volným oběžným kolem

Vzduch: 800 m3/h

Ventilátor: RH22C

Výkon: 0.1 kW

Motor: 1P070M2

Proud: 2.3/1.33 A

Krytí: IP55

Prac. bod ventilátoru: 37 Hz (max. 73 Hz)

Frekvenční měnič: 1x230V=>3x230V, 0.75 kW

Hladiny akustických výkonů

pásmo	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	db(A)
Do okolí	16.0	16.0	22.0	19.0	22.0	13.0	7.0	2.0	24.0
Do sání	28.0	40.0	50.0	55.0	61.0	60.0	54.0	47.0	64.9
Do výtlaku	28.0	37.0	45.0	46.0	52.0	50.0	42.0	33.0	55.2

Rekuperční komora

Desková viz přívod

Filtrační komora

kapsový filtr: G3 - 360

Tlaková rezerva:

Složení filtrů: 1 / 592 x 287

Koncový panel

s malým otvorem

Výkon: 2.4 kW

Průtok: 0.108 m3/h

0.0 kPa

0 Pa

0 Pa

0 Pa

Externí tlaková ztráta: 55 Pa

Otáčky: 2057 ot/min

Statická účinnost: 28.33%

Dynamický tlak: 14 Pa

Celkový tlak: 219 Pa

Napětí: 230/400 V

Zapojení: D/Y

SFP: 0.726 kW/(m3/s), SFP2

Otáčky: 2740 ot/min

Výkon: 0,55 kW

Ochrana motoru: neosazena

Kryty svorek: 0.37-0.75 kW

93 Pa

Na zanesení filtrů

6 Pa

50 Pa

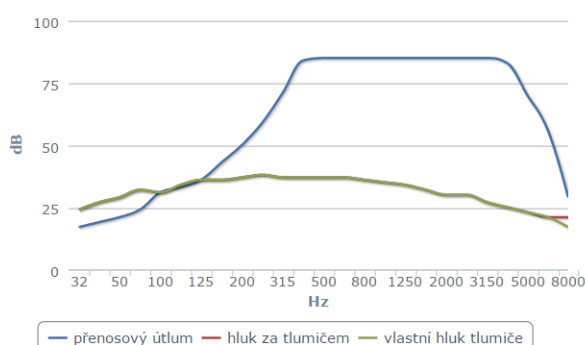
Klapka

1 Pa

Návrh tlumiče hluku

Pro přívodní i odvodní potrubí jsou navrženy kulisové tlumiče hluku o rozměrech 250x250x2000 mm.

ÚTLUM HLUKU:

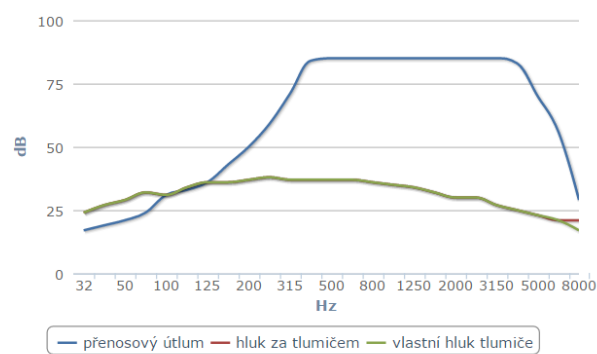


VÝSLEDNÉ HODNOTY

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	[]
přenosový útlum	17	24	36	59	85	85	85	83	29	-	dB
vlastní hluk tlumiče	24	32	36	38	37	35	30	25	17	43	dB(A)
hl. akust. výkonu za tlumičem s váh. filt. A:	24	32	36	38	37	35	30	25	21	43	dB(A)

Obr. 43: KC.04 – Tlumič hluku na přívodním potrubí

ÚTLUM HLUKU:



VÝSLEDNÉ HODNOTY

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	[]
přenosový útlum	17	24	36	59	85	85	85	83	29	-	dB
vlastní hluk tlumiče	24	32	36	38	37	35	30	25	17	43	dB(A)
hl. akust. výkonu za tlumičem s váh. filt. A:	24	32	36	38	37	35	30	25	21	43	dB(A)

Obr. 44: KC.04 – Tlumič hluku na odvodním potrubí

C.5.8 DI – větrání dílen a přilehlých prostor

Do této kategorie spadají veškeré dílenské a samostatné skladovací prostory. Jednotky budou navrhovány na doporučenou intenzitu výměny vzduchu a dílny i na dostatečné množství čerstvého vzduchu na osobu.

Skladovací prostory na jihovýchodní straně (2NP)

Pro skladovací prostory bude navržena jednotka pracující pouze s přiváděným venkovním a odváděným odpadním vzduchem, která bude obsahovat rekuperační výměník a ohřívač. Bude umístěna v technické místnosti ve 2NP.

Výpočet množství vzduchu

č. místnosti	popis	objem místnosti	počet lidí	intenzita větrání	množství vzduchu na osobu	Ve - podle i	Ve - podle lidí	Ve	Vo
2NP31	CHODBA	169	-	0,5	-	84,5	-	-	100
2NP32	SKLAD	138	-	0,5	-	69	-	100	80
2NP41	SKLAD	185	-	0,5	-	92,5	-	120	80
2NP42	SKLAD	185	-	0,5	-	92,5	-	120	80

Tab. 35: DI.01 – Výpočet množství vzduchu

Návrh trasy potrubí a distribučních prvků

VZT jednotka pro přívod a odvod vzduchu bude umístěna v technické místnosti ve 2NP. Přívodní potrubí povede čerstvý vzduch a pro distribuci vzduchu v prostoru skladů jsou zvoleny vyústky (mřížky) v potrubí a talířové ventily. Pro odvod jsou zvoleny stejné distribuční prvky, které budou umístěny i na chodbě, kam se bude vzduch dostávat přetlakem z okolních skladů. Celkově bude systém fungovat jako rovnotlaký. Regulační klapky do potrubí se umístí na základě výpočtu tlakových ztrát.

Návrh dimenze a výpočet tlakových ztrát

V tabulce je výpočet dimenzí a tlakových ztrát v jednotlivých úsecích potrubí.

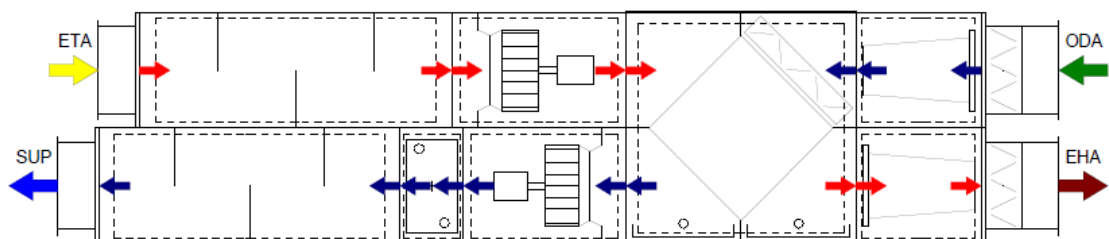
Přívod	Úsek	Obdélníkový průřez		Kruh. Průřez	Plocha potrubí	Průtok	Sřední rychlost proudění	Délka úseku	Tlakové ztráty	Tlakové ztráty třením	Součinitel vřazeného odporu	Tlaková ztráta vřazenými odpory	Celková tlak.ztráta úseku
		VYSKA	SIRKA	PRUMER									
		a [mm]	b [mm]	d [mm]									
	S [m ²]	V [m ³ /hod]	W [m/s]	l [mm]	x [Pa/m]	Ptř [Pa]	Ks í [-]	Př [Pa]	Př [Pa]				
1 - tal. ventil	-	-	80	0,005	60	3,3	450	1,000	0,45	-	-	28,00	28,45
2	-	-	100	0,008	60	2,1	16250	0,936	15,21	0,50	1,35	16,56	2,58
3	-	-	160	0,020	120	1,7	5460	0,321	1,75	0,50	0,83	2,58	4,03
4	-	-	180	0,025	240	2,6	4040	0,589	2,38	0,40	1,65	2,95	20,85
5	-	-	200	0,031	340	3,0	360	0,659	0,24	0,50	2,71	2,95	28,45
6	200	200	-	0,040	340	2,4	4340	0,424	1,84	0,60	19,01	20,85	28,45
7 - tal. ventil	-	-	80	0,005	60	3,3	450	1,000	0,45	-	-	28,00	28,45
8 - tal. ventil	-	-	80	0,005	60	3,3	450	1,000	0,45	-	-	28,00	28,45
9	-	-	100	0,008	60	2,1	16200	0,936	15,16	0,50	1,35	16,52	1,52
10	-	-	160	0,020	120	1,7	2150	0,321	0,69	0,50	0,83	1,52	28,45
11 - tal. ventil	-	-	80	0,005	60	3,3	450	1,000	0,45	-	-	28,00	28,45
12 - tal. ventil	-	-	80	0,005	50	2,8	450	1,000	0,45	-	-	25,00	25,45
13	-	-	100	0,008	50	1,8	5300	0,660	3,50	0,30	0,56	4,06	20,95
14	-	-	100	0,008	100	3,5	6850	2,290	15,69	0,70	5,26	20,95	25,45
15 - tal. ventil	-	-	80	0,005	50	2,8	450	1,000	0,45	-	-	25,00	25,45

Odvod	Úsek	Obdélníkový průřez		Kruh. Průřez	Plocha potrubí	Průtok	Sřední rychlost proudění	Délka úseku	Tlakové ztráty	Tlakové ztráty třením	Součinitel vřazeného odporu	Tlaková ztráta vřazenými odpory	Celková tlak.ztráta úseku
		VYSKA	SIRKA	PRUMER									
		a [mm]	b [mm]	d [mm]									
	S [m ²]	V [m ³ /hod]	W [m/s]	l [mm]	x [Pa/m]	Ptř [Pa]	Ks í [-]	Př [Pa]	Př [Pa]				
1 - tal. ventil	-	-	100	0,008	80	2,8	450	1,000	0,45	-	-	30,00	30,45
2	-	-	100	0,008	80	2,8	11780	1,630	19,20	1,00	4,81	24,01	1,48
3	-	-	160	0,020	145	2,0	4770	0,462	2,20	-0,30	-0,72	1,48	1,42
4	-	-	200	0,031	340	3,0	500	0,659	0,33	0,20	1,09	1,42	18,38
5	200	200	-	0,040	340	2,4	3850	0,359	1,38	0,80	17,00	18,38	28,35
6 - tal. ventil	-	-	80	0,005	35	1,9	10350	1,000	10,35	-	18,00	28,35	13,82
7	-	-	80	0,005	65	3,6	3400	3,610	12,27	0,20	1,55	13,82	18,45
8 - tal. ventil	-	-	80	0,005	35	1,9	450	1,000	0,45	-	18,00	18,45	30,45
9 - tal. ventil	-	-	100	0,008	80	2,8	450	1,000	0,45	-	30,00	30,45	24,01
10	-	-	100	0,008	80	2,8	11780	1,630	19,20	1,00	4,81	24,01	1,26
11	-	-	200	0,031	195	1,7	2270	0,790	1,79	-0,30	-0,54	1,26	30,45
12 - tal. ventil	-	-	100	0,008	80	2,8	450	1,000	0,45	-	30,00	30,45	12,21
13	-	-	100	0,008	80	2,8	4540	1,630	7,40	1,00	4,81	12,21	-0,19
14	-	-	160	0,020	115	1,6	890	0,296	0,26	-0,30	-0,45	-0,19	23,65
15 - tal. ventil	-	-	80	0,005	35	1,9	5200	1,000	5,20	0,20	18,45	23,65	

Tab. 36: DI.01 – Dimenze a tlakové ztráty

Návrh VZT jednotky

Pro skladovací prostory na jihovýchodní straně 2NP je navržena VZT jednotka s rekuperačním výměníkem, která nasává i odvádí vzduch na fasádu objektu. Nasávací a odvodní otvor je opatřen protidešťovou žaluzií.



Obr. 45: DI.01 – Schéma VZT jednotky

Přehled jednotky

Pozice v projektu: DI.01
Řada jednotky: TP12105
Velikost jednotky: HL2*
Tloušťka stěny: 50 mm
Provedení pláště (vnější): PZ
Provedení pláště (vnitřní): PZ
Průtok vzduchu - přívod: 340 m3/h

Vlastní rozměry (mm): 3095 x 750 x 800
Obrysově rozměry (mm): 3480 x 750 x 800
Objemová hmotnost izolace 50 kg/m3
Průřezová rychlost: 0.57 m/s
Výška rámu a nohou 0 mm
Hmotnost: 300 kg
Průtok vzduchu - odvod: 340 m3/h

Technická data - přívodní části

Koncový panel

s velkým otvorem Klapka 0 Pa

Filtrační komora

kapsový filtr: G4 - 360 2 Pa

Tlaková rezerva: Na zanesení filtrů 50 Pa

Složení filtrů: 1 / 592 x 287

Rekuperační komora

Desková Bypass 74 Pa

Přívod: 340 m3/h -15.0°C, 99%/11.9°C

Odvod: 340 m3/h 18.0°C, 50%/2.7°C

Statická účinnost: 77%

Tepelný zisk: 4.0 kW

Příslušenství: Sifon pro odvod kondenzátu 2 ks

Ventilátorová komora

s volným oběžným kolem 0 Pa

Vzduch: 340 m3/h

Externí tlaková ztráta: 80 Pa

Ventilátor: RH22C

Otáčky: 1790 ot/min

Statická účinnost: 19.36%

Výkon: 0.0 kW

Dynamický tlak: 4 Pa

Celkový tlak: 217 Pa

Motor: 1P070M2

Napětí: 230/400 V

Zapojení: D/Y

Proud: 2.3/1.33 A

SFP: 1.104 kW/(m3/s), SFP3

Otáčky: 2740 ot/min

Krytí: IP55

Výkon: 0,55 kW

Prac. bod ventilátoru: 32 Hz (max. 73 Hz)

Ochrana motoru: neosazena

Frekvenční měnič: 1x230V=>3x230V, 0.75 kW

Kryty svorek: 0.37-0.75 kW

Hladiny akustických výkonů

pásmo	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	db(A)
Do okolí	24.0	24.0	21.0	15.0	18.0	9.0	3.0	1.0	20.9
Do sání	34.0	43.0	42.0	40.0	46.0	44.0	36.0	25.0	49.4
Do výtlaku	34.0	42.0	34.0	22.0	23.0	21.0	19.0	13.0	31.2

Ohřívací komora

Vodní jednořadá 5 Pa

Vzduch: 340 m3/h

11.9/18.0°C

Přípojka topného média G: 1/2"

Výkon: 1.1 kW

Médium: voda 80/60°C

Průtok: 0.048 m3/h 0.0 kPa

Tlumicí komora

Délka: 1000 mm útlum v pásmu 250 Hz: 15.0 db(A) 2 Pa

Koncový panel

s velkým otvorem 0 Pa

Technická data - odvodní části

Koncový panel

s velkým otvorem 0 Pa

Tlumicí komora

Délka: 1000 mm útlum v pásmu 250 Hz: 15.0 db(A) 2 Pa

Ventilátorová komora

s volným oběžným kolem 0 Pa

Vzduch: 340 m3/h

Externí tlaková ztráta: 80 Pa

Ventilátor: RH22C

Otáčky: 1767 ot/min

Statická účinnost: 19.19%

Výkon: 0.0 kW

Dynamický tlak: 4 Pa

Celkový tlak: 211 Pa

Motor: 1P070M2

Napětí: 230/400 V

Zapojení: D/Y

Proud: 2.3/1.33 A **SFP:** 1.082 kW/(m³/s), SFP3 **Otáčky:** 2740 ot/min
Krytí: IP55 **Výkon:** 0,55 kW
Prac. bod ventilátoru: 32 Hz (max. 73 Hz) **Ochrana motoru:** neosazena
Frekvenční měnič: 1x230V=>3x230V, 0.75 kW **Kryty svorek:** 0.37-0.75 kW

Hladiny akustických výkonů

pásmo	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	db(A)
Do okolí	24.0	24.0	20.0	15.0	18.0	8.0	3.0	1.0	20.5
Do sání	32.0	40.0	33.0	22.0	23.0	19.0	19.0	14.0	30.1
Do výtlaku	36.0	45.0	43.0	42.0	48.0	45.0	38.0	27.0	51.1

Rekuperační komora

Desková viz přívod 73 Pa

Filtrační komora

kapsový filtr: G3 - 360 2 Pa

Tlaková rezerva: Na zanesení filtrů 50 Pa

Složení filtrů: 1 / 592 x 287

Koncový panel

s velkým otvorem **Klapka** 0 Pa

Skladovací prostory na severozápadní straně objektu (2NP)

Do skladovacích prostor bude talířovými ventily přiváděn čerstvý vzduch v takovém množství, aby byla splněna alespoň minimální výměna vzduchu 0,5 h⁻¹. Odvod vzduchu bude částečně ze skladů a částečně z chodby.

Výpočet množství vzduchu

č. místnosti	popis	objem místnosti	počet lidí	intenzita větrání	množství vzduchu na osobu	Ve - podle i	Ve - podle lidí	Ve	Vo
2NP05	CHODBA	164	-	0,5	-	82	-	-	100
2NP18	SKLAD	164	-	0,5	-	82	-	100	70
2NP19	SKLAD	213	-	0,5	-	106,5	-	120	80
2NP20	SKLAD	66	-	0,5	-	33	-	50	40
2NP21	SKLAD	57	-	0,5	-	28,5	-	50	40
2NP22	SKLAD	78	-	0,5	-	39	-	50	40

Tab. 37: DI.02 – Výpočet množství vzduchu

Návrh trasy a distribučních prvků

Přívodní potrubí povede skrz sklady podél stěny oddělující prostory od hlavní haly. Z hlavní větve povedou odbočky zakončené přívodními ventily. Odvodní potrubí povede na opačné straně místností a jedna odbočka bude zajišťovat odvod znehodnoceného vzduchu z chodby. VZT jednotka bude umístěna na střeše, proto bude vytvořeno stoupací potrubí, které vzduch do zařízení dopraví.

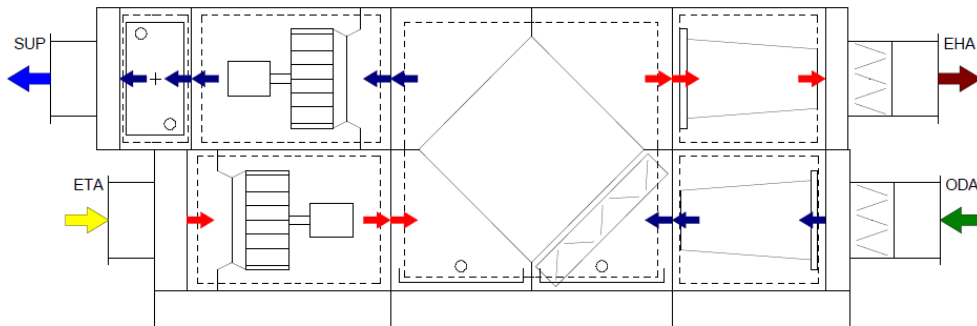
Návrh dimenzí a výpočet tlakových ztrát

Přívod	Úsek	Obdélníkový průřez		Kruh. Průřez	Plocha potrubí	Průtok	Sřední rychlost proudění	Délka úseku	Tlakové ztráty	Tlakové ztráty třením	Součinitel vázaného odporu	Tlaková ztráta vázanými odpory	Celková tlak.ztráta úseku
		VYSKA	SIRKA	PRUMER									
		a [mm]	b [mm]	d [mm]									
1 - tal. ventil	-	-	80	0,005	50	2,8	320	1,000	0,32	-	-	22,00	22,32
2	-	-	100	0,008	50	1,8	2970	0,660	1,96	1,35	2,54	2,54	4,50
3	-	-	100	0,008	100	3,5	5290	2,290	12,11	0,60	0,60	4,51	16,62
4	-	-	180	0,025	140	1,5	11370	0,238	2,71	0,30	0,30	0,42	3,13
5	-	-	180	0,025	180	2,0	8590	0,349	3,00	0,30	0,30	0,70	3,69
6	-	-	180	0,025	220	2,4	4510	0,502	2,26	0,30	0,30	1,04	3,30
7	-	-	180	0,025	270	2,9	10770	0,730	7,86	0,30	0,30	1,57	9,43
8	-	-	180	0,025	320	3,5	2830	0,993	2,81	0,50	0,50	3,66	6,47
9	-	-	200	0,031	370	3,3	8480	0,771	6,54	0,60	0,60	3,86	10,40
10	180	180	-	0,032	370	3,2	7230	0,833	6,02	0,60	0,60	3,62	9,65
11 - tal. ventil	-	-	80	0,005	50	2,8	320	1,000	0,32	-	-	22,00	22,32
12 - tal. ventil	-	-	80	0,005	40	2,2	320	1,000	0,32	-	-	13,00	13,32
13 - tal. ventil	-	-	80	0,005	40	2,2	320	1,000	0,32	-	-	13,00	13,32
14 - tal. ventil	-	-	80	0,005	40	2,2	320	1,000	0,32	-	-	13,00	13,32
15 - tal. ventil	-	-	80	0,005	50	2,8	320	1,000	0,32	-	-	22,00	22,32
16 - tal. ventil	-	-	80	0,005	50	2,8	320	1,000	0,32	-	-	22,00	22,32
17 - tal. ventil	-	-	80	0,005	50	2,8	320	1,000	0,32	-	-	22,00	22,32
18	-	-	100	0,008	50	1,8	4700	0,660	3,10	0,50	0,50	0,94	4,04
Odvod	Úsek	Obdélníkový průřez		Kruh. Průřez	Plocha potrubí	Průtok	Sřední rychlost proudění	Délka úseku	Tlakové ztráty	Tlakové ztráty třením	Součinitel vázaného odporu	Tlaková ztráta vázanými odpory	Celková tlak.ztráta úseku
		VYSKA	SIRKA	PRUMER									
		a [mm]	b [mm]	d [mm]									
1 - tal. ventil	-	-	80	0,005	35	1,9	320	1,000	0,32	-	-	27,00	27,32
2	-	-	100	0,008	35	1,2	5450	0,339	1,85	1,10	1,01	1,01	2,86
3	-	-	100	0,008	70	2,5	14630	1,260	18,43	1,85	1,85	6,81	25,24
4	-	-	100	0,008	110	3,9	4140	2,740	11,34	1,20	1,20	10,91	22,25
5	-	-	180	0,025	145	1,6	4160	0,255	1,06	1,00	1,00	1,50	2,57
6	-	-	180	0,025	185	2,0	7800	0,366	2,85	1,00	1,00	2,45	5,30
7	-	-	180	0,025	215	2,3	5815	0,481	2,80	1,00	1,00	3,31	6,11
8	-	-	180	0,025	255	2,8	1430	0,662	0,95	1,00	1,00	4,65	5,60
9	-	-	180	0,025	295	3,2	6860	0,857	5,88	1,20	1,20	7,47	13,35
10	-	-	200	0,031	335	3,0	1070	0,642	0,69	0,70	0,70	3,69	4,38
11	-	-	200	0,031	370	3,3	5340	0,771	4,12	1,20	1,20	7,71	11,83
12	180	180	-	0,032	370	3,2	8230	0,833	6,86	0,60	0,60	3,62	10,48
13 - tal. ventil	-	-	80	0,005	35	1,9	320	1,000	0,32	-	-	27,00	27,32
14 - tal. ventil	-	-	80	0,005	40	2,2	320	1,000	0,32	-	-	13,00	13,32
15 - tal. ventil	-	-	80	0,005	35	1,9	320	1,000	0,32	-	-	27,00	27,32
16 - tal. ventil	-	-	80	0,005	40	2,2	320	1,000	0,32	-	-	13,00	13,32
17 - tal. ventil	-	-	80	0,005	30	1,7	320	1,000	0,32	-	-	22,00	22,32
18 - tal. ventil	-	-	80	0,005	40	2,2	320	1,000	0,32	-	-	13,00	13,32
19 - tal. ventil	-	-	80	0,005	40	2,2	320	1,000	0,32	-	-	13,00	13,32
20 - tal. ventil	-	-	80	0,005	40	2,2	2680	1,000	2,68	0,20	0,20	13,59	16,27
21 - tal. ventil	-	-	80	0,005	35	1,9	320	1,000	0,32	-	-	27,00	27,32

Tab. 38: DI.02 – Dimenze a tlakové ztráty

Návrh VZT jednotky

Venkovní jednotka je umístěna na střeše a zajišťuje přívod i odvod vzduchu do prostoru skladů. Stoupací potrubí vede u obvodové zdi.



Obr. 46: DI.02 – Schéma VZT jednotky

Přehled jednotky

Pozice v projektu: DI.02

Řada jednotky: TP12105

Velikost jednotky: HL2*

Tloušťka stěny: 50 mm

Provedení pláště (vnější): PZ

Provedení pláště (vnitřní): PZ

Průtok vzduchu - přívod: 370 m³/h

Vlastní rozměry (mm): 2140 x 750 x 900

Obrysově rozměry (mm): 2525 x 750 x 900

Objemová hmotnost izolace 50 kg/m³

Průřezová rychlost: 0.53 m/s

Výška rámu a nohou 100 mm

Hmotnost: 230 kg

Průtok vzduchu - odvod: 370 m³/h

Technická data - přívodní části

Koncový panel

s malým otvorem

Klapka 0 Pa

Filtrační komora

kapsový filtr: G4 - 360

2 Pa

Tlaková rezerva:

Na zanesení filtrů 50 Pa

Složení filtrů: 1 / 592 x 287

Rekuperační komora

Desková

Bypass 75 Pa

Přívod: 370 m³/h

-15.0°C, 99%/11.0°C

Odvod: 370 m³/h

18.0°C, 50%/2.6°C

Statická účinnost: 77%

Tepelný zisk: 3.0 kW

Příslušenství: Sifon pro odvod kondenzátu

2 ks

Ventilátorová komora

s volným oběžným kolem

0 Pa

Vzduch: 370 m³/h

Externí tlaková ztráta: 100 Pa

Ventilátor: RH22C

Otáčky: 1834 ot/min

Statická účinnost: 18.56%

Výkon: 0.0 kW

Dynamický tlak: 3 Pa

Celkový tlak: 230 Pa

Motor: 1P070M2

Napětí: 230/400 V

Zapojení: D/Y

Proud: 2.3/1.33 A

SFP: 1.227 kW/(m³/s), SFP3

Otáčky: 2740 ot/min

Krytí: IP55

Výkon: 0,55 kW

Ochrana motoru: neosazena

Prac. bod ventilátoru: 33 Hz (max. 73 Hz)

Kryty svorek: 0.37-0.75 kW

Frekvenční měnič: 1x230V=>3x230V, 0.75 kW

Hladiny akustických výkonů

pásmo	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	db(A)
Do okolí	27.0	27.0	22.0	16.0	19.0	9.0	4.0	1.0	21.9
Do sání	37.0	46.0	44.0	41.0	47.0	44.0	37.0	25.0	50.1
Do výtlaku	41.0	53.0	50.0	52.0	58.0	57.0	51.0	40.0	62.0

Ohřívací komora

Vodní jednořadá

0 Pa

Vzduch: 370 m³/h

11.0/18.0°C

Přípojka topného média G: 1"

Výkon: 1.0 kW

Médium: voda 80/60°C

Průtok: 0.050 m³/h 0.0 kPa

Koncový panel

s malým otvorem

0 Pa

Technická data - odvodní části

Koncový panel

s malým otvorem

0 Pa

Ventilátorová komora

s volným oběžným kolem

0 Pa

Vzduch: 370 m³/h

Ventilátor: RH22C

Otáčky: 1975 ot/min

Externí tlaková ztráta: 140 Pa

Statická účinnost: 19.62%

Výkon: 0.1 kW

Dynamický tlak: 3 Pa

Celkový tlak: 269 Pa

Motor: 1P070M2

Napětí: 230/400 V

Zapojení: D/Y

Proud: 2.3/1.33 A

SFP: 1.361 kW/(m³/s), SFP4

Otáčky: 2740 ot/min

Krytí: IP55

Výkon: 0,55 kW

Ochrana motoru: neosazena

Prac. bod ventilátoru: 35 Hz (max. 73 Hz)

Kryty svorek: 0.37-0.75 kW

Frekvenční měnič: 1x230V=>3x230V, 0.75 kW

Hladiny akustických výkonů

pásmo	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	db(A)
Do okolí	30.0	30.0	26.0	19.0	21.0	11.0	6.0	1.0	24.1
Do sání	42.0	54.0	54.0	55.0	60.0	58.0	53.0	43.0	63.5
Do výtlaku	42.0	51.0	49.0	46.0	51.0	48.0	41.0	29.0	54.0

Rekuperační komora

Desková viz přívod

74 Pa

Filtrační komora

kapsový filtr: G3 - 360

1 Pa

Tlaková rezerva:

Na zanesení filtrů

50 Pa

Složení filtrů: 1 / 592 x 287

Koncový panel

s malým otvorem

Klapka

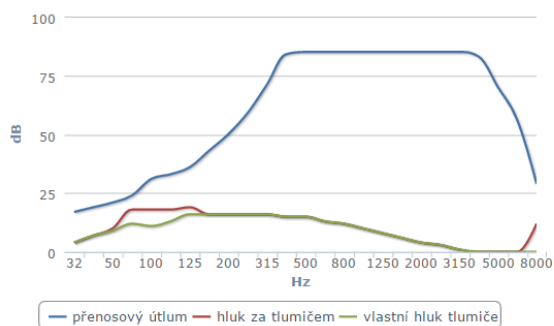
0 Pa

Návrh tlumiče hluku

Pro přívodní i odvodní potrubí je navržen jeden kulisový tlumič hluku o rozměrech 250x250x2000 mm s jednou kulisou o šířce 200 mm.

VÝSLEDNÉ HODNOTY

ÚTLUM HLUKU:



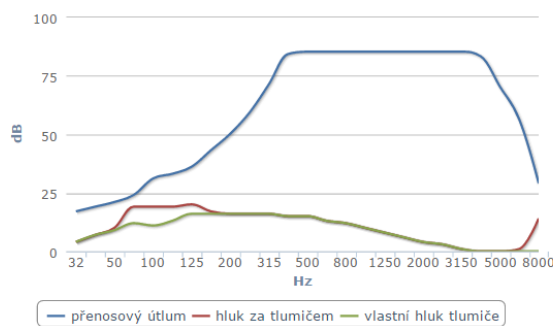
VÝSLEDNÉ HODNOTY

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	[]
přenosový útlum	17	24	36	59	85	85	85	83	29	-	dB
vlastní hluk tlumiče	4	12	16	16	15	10	4	0	0	22	dB(A)
hl. akust. výkonu za tlumičem s vřh. filt. A:	4	18	19	16	15	10	4	0	12	24	dB(A)

Obr. 47: DI.02 – Tlumič hluku na přívodním potrubí

VÝSLEDNÉ HODNOTY

ÚTLUM HLUKU:



VÝSLEDNÉ HODNOTY

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	[]
přenosový útlum	17	24	36	59	85	85	85	83	29	-	dB
vlastní hluk tlumiče	4	12	16	16	15	10	4	0	0	22	dB(A)
hl. akust. výkonu za tlumičem s vřh. filt. A:	4	19	20	16	15	10	4	0	14	25	dB(A)

Obr. 48: DI.02 – Tlumič hluku na odvodním potrubí

C.5.9 SB – větrání skyboxů

Pro větrání skyboxů jsou navrženy dvě větrací jednotky, které přivádí exteriérový vzduch do požadovaných prostor. Boxy se vyskytují na balkóně ve 4NP, což umožňuje umístění větracích jednotek na střechu.

Množství vzduchu

V objektu je celkem 8 skyboxů, které jsou rozděleny na dvě strany stadionu. Jelikož se boxy vyskytují na opačných stranách stadionu, budou navrženy dvě totožné jednotky.

č. místnosti	popis	objem místnosti	počet lidí	intenzita větrání	množství vzduchu na osobu	Ve - podle i	Ve - podle lidí	Ve	Vo
4NP02	BOX KOMENTÁTORŮ	10,2	3	2	25	20,4	75	75	-
4NP03	BOX KOMENTÁTORŮ	10,2	3	2	25	20,4	75	75	-
4NP04	BOX KOMENTÁTORŮ	10,2	3	2	25	20,4	75	75	-
4NP05	BOX KOMENTÁTORŮ	10,2	3	2	25	20,4	75	75	-
4NP07	BOX KOMENTÁTORŮ	10,2	3	2	25	20,4	75	75	-
4NP08	BOX KOMENTÁTORŮ	10,2	3	2	25	20,4	75	75	-
4NP09	BOX KOMENTÁTORŮ	10,2	3	2	25	20,4	75	75	-
4NP10	BOX KOMENTÁTORŮ	10,2	3	2	25	20,4	75	75	-

Tab. 39: SB.01-02 – Výpočet množství vzduchu

Návrh trasy a distribučních prvků

Větrací jednotka ve venkovním provedení je umístěna střeše objektu ve 3NP. Od ní vede hlavní potrubí, které přivádí čerstvý vzduch do jednotlivých boxů. Distribučními prvky jsou zvoleny přívodní talířové ventily. Odvod vzduchu není samostatně řešen, jelikož se uvažuje s odvodem pomocí vzduchotechniky hlavní haly.

Návrh dimenze a výpočet tlakových ztrát

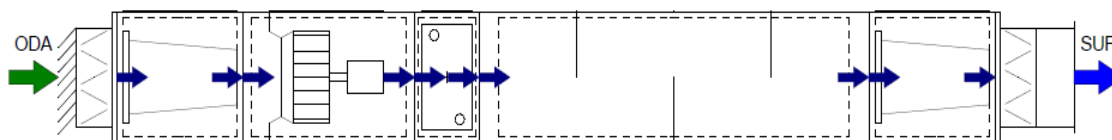
V tabulce je výpočet dimenzí a tlakových ztrát v jednotlivých úsecích potrubí. Jelikož jsou jednotky osově symetrické, je výpočet proveden pouze jednou a platí pro obě zařízení.

Přívod	Úsek	Obdélníkový průřez		Kruh. Průřez	Plocha potrubí	Průtok	Sřední rychlost proudění	Délka úseku	Tlakové ztráty třením	Celkové tlakové ztráty třením	Součinitel vřazeného odporu	Tlaková ztráta vřazenými odpory	Celková tlak.ztráta úseku
		VYSKA	SIRKA	PRUMER									
		a [mm]	b [mm]	d [mm]									
	1 - tal. ventil	-	-	100	0,008	75	2,7	300	1,000	0,30	0,00	40,00	40,30
	2	-	-	100	0,008	75	2,7	2750	1,450	3,99	1,50	6,34	10,33
	3	-	-	125	0,012	150	3,4	4000	1,560	6,24	0,50	3,46	9,70
	4	-	-	150	0,018	300	4,7	7000	2,220	15,54	0,75	10,02	25,56
	5 - tal. ventil	-	-	100	0,008	75	2,7	300	1,000	0,30	0,00	40,00	40,30
	6 - tal. ventil	-	-	100	0,008	75	2,7	300	1,000	0,30	0,00	40,00	40,30
	7	-	-	100	0,008	75	2,7	2750	1,450	3,99	1,50	6,34	10,33
	8	-	-	125	0,012	150	3,4	4000	1,560	6,24	0,50	3,46	9,70
	9 - tal. ventil	-	-	100	0,008	75	2,7	300	1,000	0,30	0,00	40,00	40,30

Tab. 40: SB.01-02 – Dimenze a tlakové ztráty

Návrh VZT jednotky

Navržená jednotka je pouze větrací, obsahuje tudíž pouze filtry, ventilátor a ohřívač. Z důvodu velmi malého průměru přívodního potrubí je místo tlumiče umístěného na něj použitá tlumicí komora přímo jako součást VZT jednotky.



Obr. 49: SB.01-02 – Schéma VZT jednotky

Přehled jednotky

Pozice v projektu:	SB.01-02	Vlastní rozměry (mm): 3050 x 750 x 400
Řada jednotky:	TP12105	Obrysová rozměry (mm): 3490 x 750 x 400
Velikost jednotky:	HL2*	Objemová hmotnost izolace 50 kg/m ³
Tloušťka stěny:	50 mm	Průřezová rychlost: 0.43 m/s
Provedení pláště (vnější):	PZ	Výška rámu a nohou 0 mm
Provedení pláště (vnitřní):	PZ	Hmotnost: 155 kg
Průtok vzduchu - přívod:	300 m ³ /h	

Technická data

Koncový panel s velkým otvorem	Klapka	0 Pa
Filtrační komora		
kapsový filtr: G4 - 360		1 Pa
Tlaková rezerva:	Na zanesení filtrů	50 Pa
Složení filtrů: 1 / 592 x 287		
Ventilátorová komora s volným oběžným kolem		0 Pa
Vzduch: 300 m ³ /h	Externí tlaková ztráta: 100 Pa	
Ventilátor: RH22C	Otáčky: 1735 ot/min	Statická účinnost: 14.78%
Výkon: 0.0 kW	Dynamický tlak: 2 Pa	Celkový tlak: 209 Pa
Motor: 1P070M2	Napětí: 230/400 V	Zapojení: D/Y
Proud: 2.3/1.33 A	SFP: 1.405 kW/(m ³ /s), SFP4	Otáčky: 2740 ot/min
Krytí: IP55	Výkon: 0,55 kW	
Prac. bod ventilátoru: 31 Hz (max. 73 Hz)		Ochrana motoru: neosazena
Frekvenční měnič: 1x230V=>3x230V, 0.75 kW		Kryty svorek: 0.37-0.75 kW

Hladiny akustických výkonů

pásma	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	db(A)
Do okolí	29.0	28.0	22.0	16.0	18.0	8.0	2.0	1.0	21.3
Do sání	41.0	51.0	47.0	47.0	53.0	51.0	44.0	34.0	56.5
Do výtlaku	38.0	41.0	30.0	13.0	15.0	10.0	7.0	2.0	28.8

Ohřívací komora

Vodní jednořadá									3 Pa
Vzduch: 300 m ³ /h								-18.0/20.0°C	
Přípojka topného média G: 1/2"					Výkon: 3.8 kW				
Médium: voda 80/60°C					Průtok: 0.169 m ³ /h				0.2 kPa

Tlumicí komora

Délka: 1200 mm		útlum v pásmu 250 Hz: 17.0 db(A)	1 Pa
----------------	--	---	------

Filtrační komora

kapsový filtr: G4 - 360			1 Pa
Tlaková rezerva:	Na zanesení filtrů		50 Pa
Složení filtrů: 1 / 592 x 287			

C.5.10 WC – větrání sociálních zařízení

Sociální zařízení budou větrána podtlakově. Odvodní ventilátory budou umístěny na střeše. Distribučními prvky budou odvodní talířové ventily, které budou nasávat znehodnocený vzduch a odvodním potrubím ho dopravovat na střechu. Ve 2NP budou sociální zařízení větrána pomocí čtyř střešních ventilátorů.

Výpočet množství vzduchu

Množství odváděného vzduchu se vypočítá podle počtu zařizovacích předmětů.

č. místnosti	popis	objem místnosti	počet lidí	intenzita větrání	množství vzduchu na osobu	Ve - podle i	Ve - podle lidí	Ve	Vo
2NP03	WC - veřejnost muži	-	-	-	-	-	-	-	250
2NP04	WC - veřejnost ženy	-	-	-	-	-	-	-	250
2NP06	WC - kanceláře ženy	-	-	-	-	-	-	-	75

Tab. 41: WC.01 – Výpočet množství vzduchu

č. místnosti	popis	objem místnosti	počet lidí	intenzita větrání	množství vzduchu na osobu	Ve - podle i	Ve - podle lidí	Ve	Vo
2NP14	WC - kanceláře muži	-	-	-	-	-	-	-	75
2NP15	WC - veřejnost ženy	-	-	-	-	-	-	-	250
2NP16	WC - veřejnost muži	-	-	-	-	-	-	-	150

Tab. 42: WC.02 – Výpočet množství vzduchu

č. místnosti	popis	objem místnosti	počet lidí	intenzita větrání	množství vzduchu na osobu	Ve - podle i	Ve - podle lidí	Ve	Vo
2NP29	WC - veřejnost muži	-	-	-	-	-	-	-	155
2NP30	WC - veřejnost ženy	-	-	-	-	-	-	-	250
2NP33	WC	-	-	-	-	-	-	-	75

Tab. 43: WC.03 – Výpočet množství vzduchu

č. místnosti	popis	objem místnosti	počet lidí	intenzita větrání	množství vzduchu na osobu	Ve - podle i	Ve - podle lidí	Ve	Vo
2NP37	WC - obchod	-	-	-	-	-	-	-	75
2NP38	WC - veřejnost ženy	-	-	-	-	-	-	-	250
2NP40	WC - veřejnost muži	-	-	-	-	-	-	-	180

Tab. 44: WC.04 – Výpočet množství vzduchu

Návrh trasy a distribučních prvků

Odvodními distribučními prvky jsou talířové ventily. Jednotlivé ventily budou propojeny odvodním potrubím a stoupacím bude znehodnocený vzduch vyveden na střechu. Na střeše bude osazen odvodní ventilátor.

Návrh dimenze a výpočet tlakových ztrát

V tabulce jsou vypočteny dimenze a tlakové ztráty v jednotlivých úsecích potrubí.

Úsek	Obdélníkový průřez		Kruh. Průřez	Plocha potrubí	Průtok	Sřední rychlost proudění	Délka úseku	Tlakové ztráty třením	Celkové tlakové ztráty třením	Součinitel vřazeného odporu	Tlaková ztráta vřazenými odpory	Celková tlak.ztráta úseku
	VYSKA	SIRKA	PRUMER									
	a [mm]	b [mm]	d [mm]	S [m ²]	V [m ³ /hod]	W [m/s]	l [mm]	x [Pa/m]	Ptř [Pa]	Ksí [-]	Př [Pa]	Ptř [Pa]
1 - tal. ventil	-	-	150	0,018	150	2,4	2150	1,000	2,15	0,00	24,00	26,15
2	-	-	150	0,018	200	3,1	1565	0,759	1,19	1,20	7,12	8,31
3	-	-	200	0,031	250	2,2	6840	0,375	2,57	1,20	3,52	6,09
4	-	-	200	0,031	325	2,9	820	0,607	0,50	1,00	4,96	5,46
5	-	-	200	0,031	375	3,3	760	0,790	0,60	1,20	7,92	8,52
6	-	-	250	0,049	425	2,4	220	0,331	0,07	1,00	3,47	3,55
7	-	-	250	0,049	475	2,7	280	0,408	0,11	1,00	4,34	4,45
8	-	-	250	0,049	525	3,0	640	0,491	0,31	1,00	5,30	5,62
9	-	-	250	0,049	575	3,3	4800	0,580	2,78	1,20	7,63	10,41
10 - tal. ventil	-	-	80	0,005	50	2,8	730	1,000	0,73	0,00	12,00	12,73
11 - tal. ventil	-	-	80	0,005	50	2,8	420	1,000	0,42	0,00	12,00	12,42
12 - tal. ventil	-	-	80	0,005	75	4,1	340	1,000	0,34	0,00	20,00	20,34
13 - tal. ventil	-	-	80	0,005	50	2,8	720	1,000	0,72	0,00	12,00	12,72
14 - tal. ventil	-	-	80	0,005	50	2,8	720	1,000	0,72	0,00	12,00	12,72
15 - tal. ventil	-	-	80	0,005	50	2,8	240	1,000	0,24	0,00	12,00	12,24
16 - tal. ventil	-	-	80	0,005	50	2,8	720	1,000	0,72	0,00	12,00	12,72
17 - tal. ventil	-	-	80	0,005	50	2,8	720	1,000	0,72	0,00	12,00	12,72

Tab. 45: WC.01 – Dimenze a tlakové ztráty

Úsek	Obdélníkový průřez		Kruh. Průřez	Plocha potrubí	Průtok	Sřední rychlost proudění	Délka úseku	Tlakové ztráty třením	Celkové tlakové ztráty třením	Součinitel vřazeného odporu	Tlaková ztráta vřazenými odpory	Celková tlak.ztráta úseku
	VYSKA	SIRKA	PRUMER									
	a [mm]	b [mm]	d [mm]	S [m ²]	V [m ³ /hod]	W [m/s]	l [mm]	x [Pa/m]	Ptř [Pa]	Ksí [-]	Př [Pa]	Ptř [Pa]
1 - tal. ventil	-	-	80	0,005	50	2,8	2940	1,000	2,94	0,20	12,92	15,86
2	-	-	150	0,018	100	1,6	1620	0,314	0,51	1,00	1,48	1,99
3	-	-	150	0,018	150	2,4	6750	0,621	4,19	1,40	4,67	8,87
4	-	-	200	0,031	225	2,0	850	0,310	0,26	1,00	2,38	2,64
5	-	-	200	0,031	275	2,4	760	0,449	0,34	1,00	3,55	3,89
6	-	-	200	0,031	325	2,9	250	0,607	0,15	1,00	4,96	5,11
7	-	-	200	0,031	375	3,3	320	0,790	0,25	1,00	6,60	6,86
8	-	-	200	0,031	425	3,8	210	0,995	0,21	1,20	10,18	10,39
9	-	-	250	0,049	475	2,7	4800	0,408	1,96	1,20	5,21	7,17
10 - tal. ventil	-	-	80	0,005	50	2,8	620	1,000	0,62	0,00	12,00	12,62
11 - tal. ventil	-	-	80	0,005	50	2,8	420	1,000	0,42	0,00	12,00	12,42
12 - tal. ventil	-	-	80	0,005	75	4,1	340	1,000	0,34	0,00	20,00	20,34
13 - tal. ventil	-	-	80	0,005	50	2,8	720	1,000	0,72	0,00	12,00	12,72
14 - tal. ventil	-	-	80	0,005	50	2,8	720	1,000	0,72	0,00	12,00	12,72
15 - tal. ventil	-	-	80	0,005	50	2,8	240	1,000	0,24	0,00	12,00	12,24
16 - tal. ventil	-	-	80	0,005	50	2,8	720	1,000	0,72	0,00	12,00	12,72
17 - tal. ventil	-	-	80	0,005	50	2,8	720	1,000	0,72	0,00	12,00	12,72

Tab. 46: WC.02 – Dimenze a tlakové ztráty

Odvod	Úsek	Obdélníkový průřez		Kruh. Průřez	Plocha potrubí	Průtok	Sřední rychlost proudění	Délka úseku	Tlakové ztráty třením	Celkové tlakové ztráty třením	Součinitel vřazeného odporu	Tlaková ztráta vřazenými odpory	Celková tlak.ztráta úseku
		VYSKA	SIRKA	PRUMER								Př	
		a	b	d	S	V	W	l	x	Př	Ks _i	Př	Př
		[mm]	[mm]	[mm]	[m ²]	[m ³ /hod]	[m/s]	[mm]	[Pa/m]	[Pa]	[-]	[Pa]	[Pa]
1 - tal. ventil	-	-	80	0,005	50	2,8	2940	1,000	2,94	0,20	12,92	15,86	
2	-	-	150	0,018	100	1,6	1620	0,314	0,51	1,00	1,48	1,99	
3	-	-	150	0,018	155	2,4	6750	0,621	4,19	1,40	4,99	9,18	
4	-	-	200	0,031	230	2,0	850	0,310	0,26	1,00	2,48	2,75	
5	-	-	200	0,031	280	2,5	760	0,449	0,34	1,00	3,68	4,02	
6	-	-	200	0,031	330	2,9	250	0,607	0,15	1,00	5,11	5,27	
7	-	-	200	0,031	380	3,4	320	0,790	0,25	1,00	6,78	7,03	
8	-	-	200	0,031	430	3,8	210	0,995	0,21	1,20	10,42	10,63	
9	-	-	250	0,049	480	2,7	4800	0,408	1,96	1,20	5,32	7,28	
10 - tal. ventil	-	-	80	0,005	50	2,8	620	1,000	0,62	0,00	12,00	12,62	
11 - tal. ventil	-	-	80	0,005	55	3,0	420	1,000	0,42	0,00	14,00	14,42	
12 - tal. ventil	-	-	80	0,005	75	4,1	340	1,000	0,34	0,00	20,00	20,34	
13 - tal. ventil	-	-	80	0,005	50	2,8	720	1,000	0,72	0,00	12,00	12,72	
14 - tal. ventil	-	-	80	0,005	50	2,8	720	1,000	0,72	0,00	12,00	12,72	
15 - tal. ventil	-	-	80	0,005	50	2,8	240	1,000	0,24	0,00	12,00	12,24	
16 - tal. ventil	-	-	80	0,005	50	2,8	720	1,000	0,72	0,00	12,00	12,72	
17 - tal. ventil	-	-	80	0,005	50	2,8	720	1,000	0,72	0,00	12,00	12,72	

Tab. 47: WC.03 – Dimenze a tlakové ztráty

Odvod	Úsek	Obdélníkový průřez		Kruh. Průřez	Plocha potrubí	Průtok	Sřední rychlost proudění	Délka úseku	Tlakové ztráty třením	Celkové tlakové ztráty třením	Součinitel vřazeného odporu	Tlaková ztráta vřazenými odpory	Celková tlak.ztráta úseku
		VYSKA	SIRKA	PRUMER								Př	
		a	b	d	S	V	W	l	x	Př	Ks _i	Př	Př
		[mm]	[mm]	[mm]	[m ²]	[m ³ /hod]	[m/s]	[mm]	[Pa/m]	[Pa]	[-]	[Pa]	[Pa]
1 - tal. ventil	-	-	80	0,005	80	4,4	420	1,000	0,42	0,00	22,00	22,42	
2	-	-	150	0,018	180	2,8	6750	0,621	4,19	1,40	6,73	10,92	
3	-	-	200	0,031	255	2,3	850	0,310	0,26	1,00	3,05	3,32	
4	-	-	200	0,031	305	2,7	760	0,449	0,34	1,00	4,37	4,71	
5	-	-	200	0,031	355	3,1	250	0,607	0,15	1,00	5,92	6,07	
6	-	-	200	0,031	405	3,6	320	0,790	0,25	1,20	9,24	9,50	
7	-	-	250	0,049	455	2,6	210	0,995	0,21	1,00	3,98	4,19	
8	-	-	250	0,049	505	2,9	4800	0,408	1,96	1,20	5,89	7,84	
9 - tal. ventil	-	-	80	0,005	50	2,8	2940	1,000	2,94	0,20	12,92	15,86	
10	-	-	150	0,018	100	1,6	1620	0,314	0,51	1,00	1,48	1,99	
11 - tal. ventil	-	-	80	0,005	50	2,8	620	1,000	0,62	0,00	12,00	12,62	
12 - tal. ventil	-	-	80	0,005	75	4,1	340	1,000	0,34	0,00	20,00	20,34	
13 - tal. ventil	-	-	80	0,005	50	2,8	720	1,000	0,72	0,00	12,00	12,72	
14 - tal. ventil	-	-	80	0,005	50	2,8	720	1,000	0,72	0,00	12,00	12,72	
15 - tal. ventil	-	-	80	0,005	50	2,8	240	1,000	0,24	0,00	12,00	12,24	
16 - tal. ventil	-	-	80	0,005	50	2,8	720	1,000	0,72	0,00	12,00	12,72	
17 - tal. ventil	-	-	80	0,005	50	2,8	720	1,000	0,72	0,00	12,00	12,72	

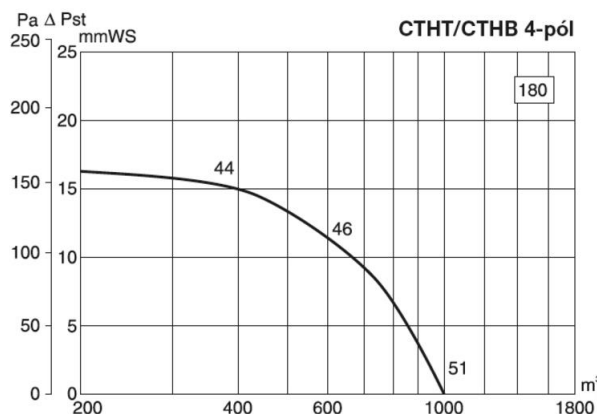
Tab. 48: WC.04 – Dimenze a tlakové ztráty

Návrh ventilátoru

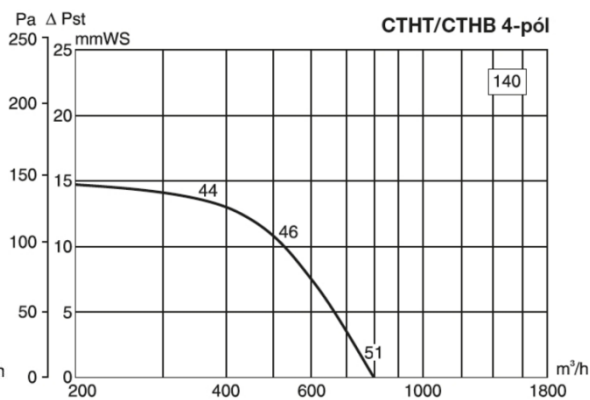
Podle předchozích výpočtů tlakových ztrát soustav jsou navrženy čtyři ventilátory pro jednotlivé odsávací systémy. Pro první skupinu prostor je navržen jiný ventilátor, protože je zde tlaková ztráta vyšší. Je navržen střešní ventilátor CTHB/4-180 IP55. Pro zbylé tři systémy je navržen shodně střešní ventilátor CHTH/4-140 IP 55.

otáčky [min ⁻¹]	průtok (Q) [m ³ /h]	příkon [W]	napětí [V]	proud [A]	max. teplota [°C]	akust. tlak - sání [dB(A)]	akust. tlak - výtlak [dB(A)]	hmotnost [kg]	velikost přislušenství [mm]	regulátor
1330	990	70	230	0,33	200	46	52	8	300	REB 1; REV 1,5

otáčky [min ⁻¹]	průtok (Q) [m ³ /h]	příkon [W]	napětí [V]	proud [A]	max. teplota [°C]	akust. tlak - sání [dB(A)]	akust. tlak - výtlak [dB(A)]	hmotnost [kg]	velikost přislušenství [mm]	regulátor
1375	800	60	400	0,17	200	46	52	7,5	300	RDV 1,2; SD 2



Obr. 50: WC.01 – Návrh střešního ventilátoru [43]



Obr. 51: WC.02-04 – Návrh střešního ventilátoru [44]

C.5.11 DC – vzduchové clony

Tato část popisuje návrh vzduchových clon, které se umístí nad vchodové dveře na stadion. Clony pracují s cirkulačním vzduchem a jeho nasměrováním zabraňují pronikání neupraveného venkovního vzduchu do interiéru.

Návrh vzduchových clon

Pro návrh byl použit nomogram od firmy Remak. Pomocí něj byl zvolen nejvhodnější typ vzduchové clony pro jednotlivé vchodové dveře.

Hlavní vchod do hlavní haly (SV, 2NP)

Pro tento vchod jsou navrženy dvě vzduchové clony Remak P7 (typ W, ventilátor RP 70-40/35-4D) s dosahem 2,7 m, délkou 4 m, rychlost proudění ve štěrbině dosahuje 11 m/s. Minimální průtok vzduchu se pohybuje na hranici 5 500 m³/hod, potřebný topný výkon je 39 kW, množství vody 0,47 l/s a tlaková ztráta vody činí 4,2 kPa.

Vedlejší vchody ke schodišti hlavní haly (SV, 2NP)

Pro tyto dva vchody jsou navrženy vždy dvě vzduchové clony typu Remak P6 (typ W, ventilátor RP 60-35/31-4D) s dosahem 2,5 m a délkou 3 m. Rychlost proudění ve štěrbině je na hodnotě 10,5 m/s. Minimální průtok vzduchu se pohybuje na hranici 3 600 m³/hod, potřebný topný výkon je 26 kW, množství vody 0,31 l/s a tlaková ztráta vody činí 2,1 kPa. Tyto clony budou umístěny vertikálně.

Vedlejší vchod z objektu v ulici Tolstého (2NP)

Nad tímto vchodem bude umístěna vzduchová clona typu Remak P6 (typ W,

ventilátor RP 60-35/31-4D) s dosahem 2,5 m a délkou 1,5 m. Rychlost proudění ve šterbině je na hodnotě 10,5m/s. Minimální průtok vzduchu se pohybuje na hranici 2 600 m³/hod, potřebný topný výkon je 18 kW, množství vody 0,22 l/s a tlaková ztráta vody činí 1,9 kPa.

C.5.12 KU – větrání čajových kuchyňek

V objektu zimního stadionu jsou tři čajové kuchyňky, které jsou větrány podtlakově pomocí odsávacích zákrytů (digestoří), jenž budou napojeny na stoupačí potrubí a na střeše budou zakončeny výfukovou hlavicí. Digestoře budou vybaveny zpětnou klapkou. Řešeny jsou pouze místnosti ve 2NP.

Výpočet množství vzduchu

č. místnosti	popis	objem místnosti	počet lidí	intenzita větrání	množství vzduchu na osobu	Ve - podle i	Ve - podle lidí	Ve	Vo
2NP51	ČAJOVÁ KUCHYŇKA 1	32,4	-	10	-	-	-	-	350
2NP07	ČAJOVÁ KUCHYŇKA 2	43,2	-	10	-	-	-	-	450

Tab. 49: KU.01-02 – Výpočet množství vzduchu

Návrh trasy a distribučních prvků

Odsávací zákryt je umístěn v kuchyňce u stěny s kuchyňskou linkou a spotřebiči. Od něj vede odvodní potrubí až na střechu, kde je zakončeno výfukovou hlavicí.

Návrh dimenze a výpočet tlakových ztrát

Dimenze jsou spočítány na základě průtoku vzduchu a rychlosti proudění. Dále jsou vypočítány tlakové ztráty na potrubí, které jsou rozhodující při návrhu ventilátoru umístěného do potrubí.

Odvod	Úsek	Obdélníkový průřez		Kruh. Průřez	Plocha potrubí	Průtok	Sřední rychlost proudění	Délka úseku	Tlakové ztráty třením	Celkové tlakové ztráty třením	Součinitel vázaného odporu	Tlaková ztráta vázanými odpory	Celková tlak.ztráta úseku
		VYSKA	SIRKA	PRUMER									
		a	b	d	S	V	W	l	x	Ptř	Ksi	Př	Ptř
		[mm]	[mm]	[mm]	[m2]	[m3/hod]	[m/s]	[mm]	[Pa/m]	[Pa]	[-]	[Pa]	[Pa]
	1 - digestoř	-	-	200	0,031	350	3,1	1000	0,696	0,70	-	50,00	50,70
	2	-	-	200	0,031	350	3,1	2500	0,696	1,74	0,70	4,03	5,77

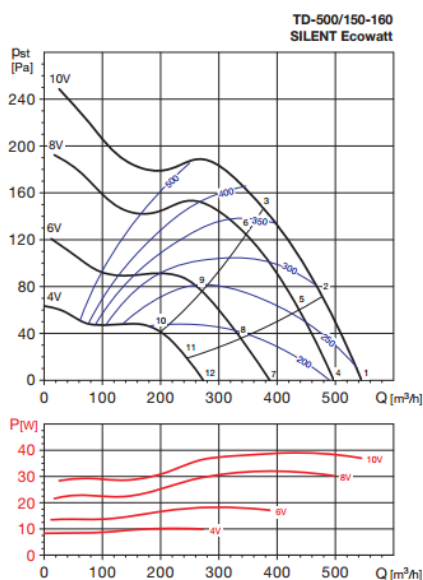
Tab. 50: KU.01 – Dimenze a tlakové ztráty

Odvod	Úsek	Obdélníkový průřez		Kruh. Průřez	Plocha potrubí	Průtok	Sřední rychlost proudění	Délka úseku	Tlakové ztráty třením	Celkové tlakové ztráty třením	Součinitel vázaného odporu	Tlaková ztráta vázanými odpory	Celková tlak.ztráta úseku
		VYSKA	SIRKA	PRUMER									
		a	b	d	S	V	W	l	x	Ptř	Ksi	Př	Ptř
		[mm]	[mm]	[mm]	[m2]	[m3/hod]	[m/s]	[mm]	[Pa/m]	[Pa]	[-]	[Pa]	[Pa]
	1 - digestoř	-	-	225	0,040	450	3,1	1000	0,620	0,62	-	50,00	50,62
	2	-	-	225	0,040	450	3,1	5500	0,620	3,41	1,10	6,53	9,94

Tab. 51: KU.02 – Dimenze a tlakové ztráty

Návrh ventilátoru

Ventilátory u soustavy KU.01 a KU.02 jsou stejné. Bude se jednat o typ TD 500/150-160 SILENT Ecowatt IP44, který bude schopný zajistit dostatečný výkon pro odvod veškerého vzduchu a pokrytí tlakových ztrát v potrubí.



Vstupní signál regulace [V]	otáčky [min ⁻¹]	výkon [W]	proud [A]	průtok (0 Pa) [m³/h]	akustický tlak [dB(A)]*		
					sání	do okolí	výtak
10	2510	39	0,25	545	44	43	33
8	2300	32	0,23	500	41	41	30
6	1800	18	0,13	390	36	35	26
4	1320	10	0,08	240	30	31	23

Obr. 51: KU.01-02 – Návrh ventilátoru [45]

C.5.13 BY – větrání bytu správce

Větrání bytu bude řešeno jako podtlakové, kdy budou odtahové ventilátory osazeny na WC, v koupelně a digestoř v kuchyni. Odtah bude pomocí tří samostatných stoupacích potrubí, z nichž jedno bude umístěno v šachtě za toaletou, druhé povede v šachtě u koupelny a třetí od digestoře. Všechny budou ústít na střeše, kde budou osazeny výfukové hlavice. Podtlak v bytě bude vyrovnán pomocí štěrbin osazených do oken, kterými bude do interiéru přiváděn venkovní vzduch.

Výpočet množství vzduchu

č. místnosti	popis	objem místnosti	počet lidí	intenzita větrání	množství vzduchu na osobu	Ve - podle i	Ve - podle lidí	Ve	Vo
2NP57	WC	-	-	-	-	-	-	-	50
2NP61	KUCHYNĚ	-	-	-	-	-	-	-	150
2NP63	KOUPELNA	-	-	-	-	-	-	-	150

Tab. 52: BY.01-03 – Výpočet množství vzduchu

Návrh trasy a distribučních prvků

Odsávací digestoř je umístěna v kuchyni u stěny s kuchyňskou linkou a spotřebiči.

Od ní vede stoupačící potrubí na střechnu. Tam ústí i další dvě potrubí, která odvádí vzduch z koupelny a z WC.

Návrh dimenze a výpočet tlakových ztrát

Dimenze jsou spočítány na základě průtoku vzduchu a rychlosti proudění. Dále jsou vypočítány tlakové ztráty na potrubí, které jsou rozhodující při návrhu ventilátoru, který se umístí na stěnu, stejně jako kuchyňská digestoř.

Úsek	Obdélníkový průřez		Kruh. Průřez	Plocha potrubí	Průtok	Sřední rychlost proudění	Délka úseku	Tlakové ztráty třením	Celkové tlakové ztráty třením	Součinitel vřazeného odporu	Tlaková ztráta vřazenými odpory	Celková tlak.ztráta úseku
	VYSKA	SIRKA	PRUMER									
	a [mm]	b [mm]	d [mm]	S [m2]	V [m3/hod]	W [m/s]	l [mm]	x [Pa/m]	Ptř [Pa]	Ksí [-]	Př [Pa]	Ptř [Pa]
1 - digestoř	-	-	150	0,018	150	2,4	1000	1,000	1,00	-	0,00	1,00
2	-	-	150	0,018	150	2,4	2500	0,621	1,55	1,70	5,68	7,23

Tab. 53: BY.01 – Dimenze a tlakové ztráty

Úsek	Obdélníkový průřez		Kruh. Průřez	Plocha potrubí	Průtok	Sřední rychlost proudění	Délka úseku	Tlakové ztráty třením	Celkové tlakové ztráty třením	Součinitel vřazeného odporu	Tlaková ztráta vřazenými odpory	Celková tlak.ztráta úseku
	VYSKA	SIRKA	PRUMER									
	a [mm]	b [mm]	d [mm]	S [m2]	V [m3/hod]	W [m/s]	l [mm]	x [Pa/m]	Ptř [Pa]	Ksí [-]	Př [Pa]	Ptř [Pa]
1 - ventilátor	-	-	100	0,008	50	1,8	200	1,000	0,20	-	0,00	0,20
2	-	-	100	0,008	50	1,8	2500	0,660	1,65	1,70	3,19	4,84

Tab. 54: BY.02 – Dimenze a tlakové ztráty

Úsek	Obdélníkový průřez		Kruh. Průřez	Plocha potrubí	Průtok	Sřední rychlost proudění	Délka úseku	Tlakové ztráty třením	Celkové tlakové ztráty třením	Součinitel vřazeného odporu	Tlaková ztráta vřazenými odpory	Celková tlak.ztráta úseku
	VYSKA	SIRKA	PRUMER									
	a [mm]	b [mm]	d [mm]	S [m2]	V [m3/hod]	W [m/s]	l [mm]	x [Pa/m]	Ptř [Pa]	Ksí [-]	Př [Pa]	Ptř [Pa]
1 - ventilátor	-	-	150	0,018	150	2,4	200	1,000	0,20	-	0,00	0,20
2	-	-	150	0,018	150	2,4	2500	0,621	1,55	1,70	5,68	7,23

Tab. 55: BY.03 – Dimenze a tlakové ztráty

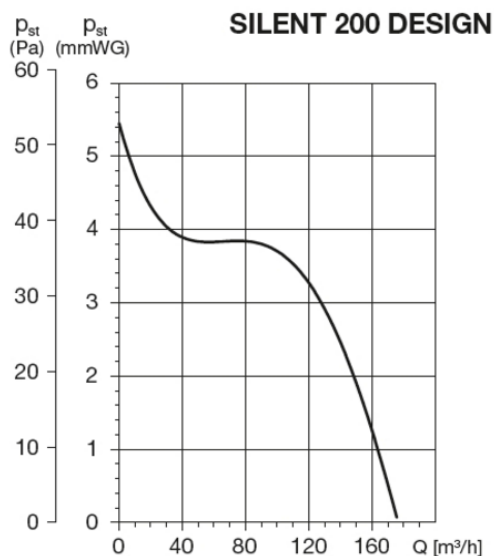
Návrh ventilátoru a digestoře

Pod označením BY.01 je kuchyňská digestoř. Je navržena designová digestoř Elegance 60, s maximálním průtokem 290 m³/h. Pro odvod koupelny (BY.02) a WC (BY.03) jsou navrženy ventilátory z řady Silent CRZ Design 3C bílý. Pro koupelnu je zvolen typ 200 s vyšším výkonem (max. průtok 175 m³/h), pro WC použijeme typ 100 (max. průtok 85 m³/h).

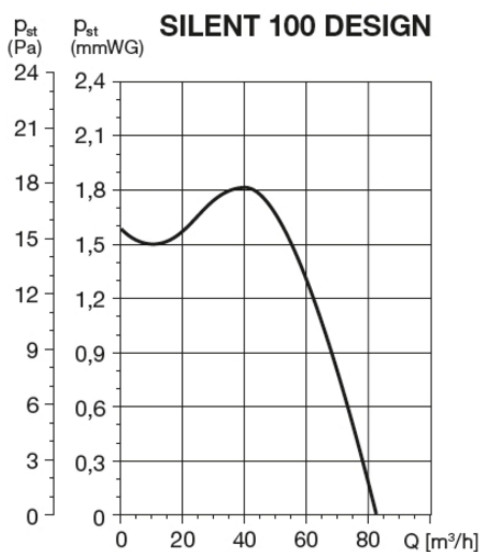
Zde jsou zobrazeny charakteristiky jednotlivých zařízení:

max. průtok [m3/h]	průměr [mm]	počet motorů	počet rychlostí	napětí [V]	výkon [W]	proud [A]	akust. tlak* [dB(A)]
290	120	2	3	230	300	1,4	55

Obr. 53: BY.01 – Návrh kuchyňské digestoře [46]



Obr. 54: BY.02 – Návrh ventilátoru (koupelna) [47]



Obr. 55: BY.03 – Návrh ventilátoru (WC) [48]

C.6 Závěr

Horácký zimní stadion v současné době nemá funkční vzduchotechnickou soustavu, která by zajišťovala pravidelnou výměnu vzduchu a úpravu jeho parametrů. Nyní v objektu existují pouze ventilátory, které zajišťují odvod znehodnoceného vzduchu z prostorů sociálních zázemí.

Cílem práce byl návrh vzduchotechnického systému, který bude dopravovat potřebné množství vzduchu do jednotlivých prostor na stadionu. Hlavní část je hlavní hala, kde má vzduchotechnika za úkol i odvod tepelné zátěže a teplovzdušné vytápění. Hlavní důvod instalace systému je eliminace problémů spojených s ledovou plochou, jako je vznik mlhy nad kluzišťem a rosení konstrukce. Oba tyto zásadní problémy lze minimalizovat správně navrženým vzduchotechnickým systémem, jehož hlavním úkolem je odvlhčování vzduchu.

V této textové části jsou uvedeny jednotlivé kroky při návrhu všech VZT zařízení, které jsou v objektu použity. Vzhledem k rozsahu projektu není součástí práce řešení prvního nadzemního podlaží, v němž jsou umístěny šatny, rozvodna a trafostanice. Prostory šaten jsou řešeny i ve 2NP, tudíž by řešení nižšího podlaží bylo obdobné.

Jednotlivé kroky obsahují především výpočet množství vzduchu, který je zásadní pro návrh dimenzí potrubí, distribučních prvků i samotné jednotky. Po vykreslení trasy potrubí byl proveden výpočet tlakových ztrát, jehož výsledky jsou v tabulkách uvedeny u

každé jednotky. Samotný návrh vzduchotechnického zařízení byl uskutečněn v softwaru AHU Select od firmy Hřebec. V práci jsou převzaty schémata jednotek, výsledné hodnoty a popis jednotlivých komor. Některé jednotky obsahují tlumicí komory, u jiných jsou tlumiče osazeny na přívodním a odvodním potrubí samostatně. Pro návrh samostatných tlumičů je použit program na výpočet útlumů tlumičů hluku společnosti Mart s. r. o.

Celý projekt je přiložen v samostatných deskách, ve kterých je kromě potřebných výkresů i technická práva a výpis prvků.

Seznam obrázků a grafů

Obrázky

- [01] Olympia s okolím; zdroj č. [1], str. 8
- [02] Římské koloseum; zdroj č. [1], str. 11
- [03] Zimní stadion Štvanice; zdroj č. [14]
- [04] Zimní stadion Bratislava; zdroj č. [15]
- [05] Zimní stadion České Budějovice; zdroj č. [16]
- [06] Zimní stadion v Ostravě před zastřešením; zdroj č. [19]
- [07] Zimní stadion v Ostravě po zastřešení; zdroj č. [20]
- [08] O2 Arena Praha – interiér; zdroj č. [23]
- [09] O2 Arena Praha – exteriér; zdroj č. [24]
- [10] Millenium Dome Londýn; zdroj č. [25]
- [11] Bell Centre Montreal; zdroj č. [26]
- [12] Schéma přímého odparu NH_3 ; zdroj č. [35], str. 223
- [13] Schéma nepřímého odparu teplotně stálé látky; zdroj č. [35], str. 224
- [14] Schéma nepřímého odparu CO_2 ; zdroj č. [35], str. 224
- [15] Schéma systému chlazení; zdroj č. [37]
- [16] Schéma stadionu s vyznačením měřených míst; zdroj: výkresová dokumentace s vlastní úpravou
- [17] HL.01-04 – Schéma VZT jednotky; zdroj: výstup z programu AHU Select
- [18] HL.01, 02 – Tlumič hluku na přívodním potrubí; zdroj: výstup z programu MartAkustik
- [19] HL.03, 04 – Tlumič hluku na přívodním potrubí; zdroj: výstup z programu MartAkustik
- [20] HL.01-04 – Tlumič hluku na odvodním potrubí; zdroj: výstup z programu MartAkustik
- [21] Tepelná ztráta ledové plochy; zdroj č. [41]
- [22] LP.01-02 – Schéma VZT jednotky; zdroj: výstup z programu AHU Select
- [23] LP.01-02 – Schéma adsorpčního odvlhčovače; zdroj č. [42]
- [24] LP.01-02 – Schéma externího chladiče; zdroj: výstup z programu AHU Select

- [25] LP.01-02 – Tlumič hluku na přívodním potrubí; zdroj: výstup z programu MartAkustik
- [26] LP.01-02 – Tlumič hluku na odvodním potrubí; zdroj: výstup z programu MartAkustik
- [27] ST.01 – Schéma VZT jednotky; zdroj: výstup z programu AHU Select
- [28] ST.01 – Tlumič hluku na přívodním potrubí; zdroj: výstup z programu MartAkustik
- [29] ST.01 – Tlumič hluku na odvodním potrubí; zdroj: výstup z programu MartAkustik
- [30] RE.01 – Schéma VZT jednotky; zdroj: výstup z programu AHU Select
- [31] RE.02 – Schéma VZT jednotky; zdroj: výstup z programu AHU Select
- [32] RE.02 – Tlumič hluku na přívodním potrubí; zdroj: výstup z programu MartAkustik
- [33] RE.02 – Tlumič hluku na odvodním potrubí; zdroj: výstup z programu MartAkustik
- [34] OB.01 – Schéma VZT jednotky; zdroj: výstup z programu AHU Select
- [35] OB.02 – Schéma VZT jednotky; zdroj: výstup z programu AHU Select
- [36] OB.03 – Schéma VZT jednotky; zdroj: výstup z programu AHU Select
- [37] KC.01 – Schéma VZT jednotky; zdroj: výstup z programu AHU Select
- [38] KC.01 – Tlumič hluku na přívodním potrubí; zdroj: výstup z programu MartAkustik
- [39] KC.01 – Tlumič hluku na odvodním potrubí; zdroj: výstup z programu MartAkustik
- [40] KC.02 – Schéma VZT jednotky; zdroj: výstup z programu AHU Select
- [41] KC.03 – Schéma VZT jednotky; zdroj: výstup z programu AHU Select
- [42] KC.04 – Schéma VZT jednotky; zdroj: výstup z programu AHU Select
- [43] KC.04 – Tlumič hluku na přívodním potrubí; zdroj: výstup z programu MartAkustik
- [44] KC.04 – Tlumič hluku na odvodním potrubí; zdroj: výstup z programu MartAkustik
- [45] DI.01 – Schéma VZT jednotky; zdroj: výstup z programu AHU Select

- [46] DI.02 – Schéma VZT jednotky; zdroj: výstup z programu AHU Select
- [47] DI.02 – Tlumič hluku na přívodním potrubí; zdroj: výstup z programu MartAkustik
- [48] DI.02 – Tlumič hluku na odvodním potrubí; zdroj: výstup z programu MartAkustik
- [49] SB.01-02 – Schéma VZT jednotky; zdroj: výstup z programu AHU Select
- [50] WC.01 – Návrh střešního ventilátoru; zdroj č. [43]
- [51] WC.02-04 – Návrh střešního ventilátoru; zdroj č. [44]
- [52] KU.01-02 – Návrh ventilátoru; zdroj č. [45]
- [53] BY.01 – Návrh kuchyňské digestoře; zdroj č. [46]
- [54] BY.02 – Návrh ventilátoru (koupelna); zdroj č. [47]
- [55] BY.03 – Návrh ventilátoru (WC); zdroj č. [48]

Seznam tabulek

- [01] Doporučené hodnoty teploty a vlhkosti vzduchu; zdroj: vlastní zpracování dle jednotlivých odkazovaných pramenů
- [02] Doporučené hodnoty množství vzduchu a intenzity výměny; zdroj: vlastní zpracování dle jednotlivých odkazovaných pramenů
- [03] Doporučené hodnoty teploty ledu; zdroj č. [34]
- [04] Naměřené hodnoty v prostoru ledové plochy; zdroj: vlastní měření
- [05] Naměřené hodnoty povrchové teploty mantinelu; zdroj: vlastní měření
- [06] Naměřené hodnoty v prostoru diváků; zdroj: vlastní měření
- [07] HL - Množství čerstvého vzduchu na osobu; zdroj: vlastní zpracování
- [08] HL - Hodnoty součinitele prostupu tepla; zdroj: vlastní zpracování
- [09] HL - Tepelné zisky od osob; zdroj: vlastní zpracování
- [10] HL - Produkce vodní páry osobami; zdroj: vlastní zpracování
- [11] HL.01 , 02 – Dimenze a tlakové ztráty; zdroj: vlastní zpracování
- [12] HL.03 , 04 – Dimenze a tlakové ztráty; zdroj: vlastní zpracování
- [13] LP - Produkce vodní páry osobami; zdroj: vlastní zpracování
- [14] LP.01-02 – Dimenze a tlakové ztráty; zdroj: vlastní zpracování
- [15] ST.01 – Výpočet množství vzduchu; zdroj: vlastní zpracování
- [16] ST.01 – Dimenze a tlakové ztráty; zdroj: vlastní zpracování
- [17] RE.01 – Výpočet množství vzduchu; zdroj: vlastní zpracování
- [18] RE.01 – Dimenze a tlakové ztráty; zdroj: vlastní zpracování
- [19] RE.02 – Výpočet množství vzduchu; zdroj: vlastní zpracování
- [20] RE.02 – Dimenze a tlakové ztráty; zdroj: vlastní zpracování
- [21] OB.01 – Výpočet množství vzduchu; zdroj: vlastní zpracování
- [22] OB.01 – Dimenze a tlakové ztráty; zdroj: vlastní zpracování
- [23] OB.02 – Výpočet množství vzduchu; zdroj: vlastní zpracování
- [24] OB.02 – Dimenze a tlakové ztráty; zdroj: vlastní zpracování
- [25] OB.03 – Výpočet množství vzduchu; zdroj: vlastní zpracování
- [26] OB.03 – Dimenze a tlakové ztráty; zdroj: vlastní zpracování
- [27] KC.01 – Výpočet množství vzduchu; zdroj: vlastní zpracování
- [28] KC.01 – Dimenze a tlakové ztráty; zdroj: vlastní zpracování

- [29] KC.02 – Výpočet množství vzduchu; zdroj: vlastní zpracování
- [30] KC.02 – Dimenze a tlakové ztráty; zdroj: vlastní zpracování
- [31] KC.03 – Výpočet množství vzduchu; zdroj: vlastní zpracování
- [32] KC.03 – Dimenze a tlakové ztráty; zdroj: vlastní zpracování
- [33] KC.04 – Výpočet množství vzduchu; zdroj: vlastní zpracování
- [34] KC.04 – Dimenze a tlakové ztráty; zdroj: vlastní zpracování
- [35] DI.01 – Výpočet množství vzduchu; zdroj: vlastní zpracování
- [36] DI.01 – Dimenze a tlakové ztráty; zdroj: vlastní zpracování
- [37] DI.02 – Výpočet množství vzduchu; zdroj: vlastní zpracování
- [38] DI.02 – Dimenze a tlakové ztráty; zdroj: vlastní zpracování
- [39] SB.01-02 – Výpočet množství vzduchu; zdroj: vlastní zpracování
- [40] SB.01-02 – Dimenze a tlakové ztráty; zdroj: vlastní zpracování
- [41] WC.01 – Výpočet množství vzduchu; zdroj: vlastní zpracování
- [42] WC.02 – Výpočet množství vzduchu; zdroj: vlastní zpracování
- [43] WC.03 – Výpočet množství vzduchu; zdroj: vlastní zpracování
- [44] WC.04 – Výpočet množství vzduchu; zdroj: vlastní zpracování
- [45] WC.01 – Dimenze a tlakové ztráty; zdroj: vlastní zpracování
- [46] WC.02 – Dimenze a tlakové ztráty; zdroj: vlastní zpracování
- [47] WC.03 – Dimenze a tlakové ztráty; zdroj: vlastní zpracování
- [48] WC.04 – Dimenze a tlakové ztráty; zdroj: vlastní zpracování
- [49] KU.01-02 – Výpočet množství vzduchu; zdroj: vlastní zpracování
- [50] KU.01 – Dimenze a tlakové ztráty; zdroj: vlastní zpracování
- [51] KU.02 – Dimenze a tlakové ztráty; zdroj: vlastní zpracování
- [52] BY.01-03 – Výpočet množství vzduchu; zdroj: vlastní zpracování
- [53] BY.01 – Dimenze a tlakové ztráty; zdroj: vlastní zpracování
- [54] BY.02 – Dimenze a tlakové ztráty; zdroj: vlastní zpracování
- [55] BY.03 – Dimenze a tlakové ztráty; zdroj: vlastní zpracování

Legislativa

- ČSN EN 12831 – Otopné soustavy v budovách – Výpočtová metoda pro tepelné ztráty
- ČSN 06 0210 – Výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění (norma již zrušena)
- ČSN 73 0548 „Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů“
- vyhláška č. 20/2012 Sb., kterou se mění vyhláška č. 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby
- nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci
- nařízení vlády č. 272/2011 Sb. – o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
- ČSN 12 7010 „ Vzduchotechnická zařízení – Navrhování větracích a klimatizačních zařízení – Obecná ustanovení
- Nařízení komise (EU) č. 1253/2014 ze dne 7. července, kterým se provádí směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/125/ES, pokud jde o požadavky na ekodesign větracích jednotek
- ČSN EN 378-1+A2, 2+A2, 3+A1, 4+A1 „Chladicí zařízení a tepelná čerpadla – Bezpečnostní a environmentální požadavky“
- SN 69 0012 „Tlakové nádoby stabilní“
- vyhláška Českého úřadu bezpečnosti práce č. 48/1982 Sb. „Základní požadavky k zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení“

Seznam zdrojů

- [1] STATELOVÁ, Romana. *Športové a rekreačné stavby*. Bratislava: Alfa, 1990. Edícia stavebníckej literatúry (Alfa)
- [2] SMÉKALOVÁ, Michaela. *Archeologická lokalita: Vzácne vykopávky v Olympii* [online]. 2014 [cit. 2016-11-20]. Dostupné z: <http://m.radynacestu.cz/magazin/archeologicka-lokalita-olympia/>
- [3] *Zimní sporty - historie* [online]. 2014 [cit. 2016-11-20]. Dostupné z: <http://www.gcajkol.cz/data-casopis/001-cislo1/05-zimni-sporty.pdf>
- [4] PRZERWA, Tomasz Dr hab. *Dějiny sportu – od kuriozity k vědecké historii* [online]. 2012 [cit. 2016-11-20]. Dostupné z: <http://www.slu.cz/slu/cz/projekty/webs/popularizace/postery-sylaby-publikace-1/>
- [5] FRISCHENSCHLAGER, Erich. *Snowboarding za 3 dny. České Budějovice: KOPP, c2004. Průvodce sportem. ISBN 80-723-2186-2.*
- [6] *Zimní olympijské hry - ZOH* [online]. [cit. 2016-11-20]. Dostupné z: <http://www.svetovahistorie.estranky.cz/clanky/zajimavosti/zimni-olympijske-hry.html>
- [7] STARCOVÁ, Monika. *Základní bruslařský výcvik pro děti ve věku od 5 do 8 let: Bakalářská práce* [online]. 2009 [cit. 2016-11-20]. Dostupné z: https://is.muni.cz/th/176297/fsps_b/
- [8] HRÁZSKÁ, Gabriela. *Historie* [online]. [cit. 2016-11-20]. Dostupné z: http://www.rsport.cz/index.php?action=10202&id_detail=108&id_p=61
- [9] *Historie* [online]. [cit. 2016-11-20]. Dostupné z: <http://www.hokejisti.estranky.cz/clanky/historie.html>
- [10] *Historie ČSLH* [online]. [cit. 2016-11-20]. Dostupné z: <http://www.cslh.cz/text/35-historie-slh.html>
- [11] *Co je curling* [online]. [cit. 2016-11-20]. Dostupné z: <http://valicisesutraky.webnode.cz/co-je-curling/>
- [12] *Historie zimního stadionu Štvanice* [online]. [cit. 2016-11-20]. Dostupné z: <http://www.stvanice.cz/historie.htm>

- [13] ŠVÁCHA, Rostislav a Martin HORÁČEK. *Naprej!: Czech sports architecture 1567-2012*. Prague: Prostor - architektura, interiér, design, 2012. ISBN 978-80-87064-09-2.
- [14] *Ostrov Štvanice* [online]. 2013 [cit. 2016-11-20]. Dostupné z: <http://www.nazemiarchitekti.cz/?TYPE=1&ID=72>
- [15] *História zimného štadióna* [online]. 2011 [cit. 2016-11-20]. Dostupné z: <http://www.nepela-arena.eu/vismo/dokumenty2>
- [16] LUNDÁK, Petr. *Hokejový stadion v Budějovicích slaví 70 let. Je nejstarší v Česku* [online]. 2016 [cit. 2016-11-20]. Dostupné z: <http://budejovice.idnes.cz/>
- [17] PAVLATA, Tomáš. *České Budějovice* [online]. 2003 [cit. 2016-11-20]. Dostupné z: <http://www.zimnistadiony.cz/view.php?cisloclanku=2003041002>
- [18] *“Kotas“ byl pro získání titulu klíčový, oslavy ale nezažil* [online]. [cit. 2016-11-20]. Dostupné z: <http://www.hc-vitkovice.cz/archiv/>
- [19] LESKOVÁ, Iveta. *Slavný zimní stadion v Ostravě by měla nahradit hala pro míčové sporty* [online]. 2011 [cit. 2016-11-20]. Dostupné z: <http://sport.idnes.cz/>
- [20] PAVLATA, Tomáš. *Ostrava - ZS Josefa Kotase* [online]. 2003 [cit. 2016-11-20]. Dostupné z: <http://www.zimnistadiony.cz/view.php?cisloclanku=2003052901>
- [21] BERG, Michal. *Jak se rodil opavský zimní stadion* [online]. 2004 [cit. 2016-11-20]. Dostupné z: <http://hcslezan.cz/clanek.asp?id=497>
- [22] JANDA, Martin. *10 nejunikátnějších víceúčelových hal světa* [online]. 2010 [cit. 2016-11-20]. Dostupné z: <http://21století.cz/2010/01/21/10-nejunikatnejsich-viceucelovych-hal-sveta/>
- [23] JANATA, Vladimír Ing. CSc. *Ocelová konstrukce zastřešení O2 arény* [online]. 2016 [cit. 2016-11-20]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/ocelove-konstrukce>
- [24] *Foto ke stažení* [online]. [cit. 2016-11-20]. Dostupné z: <http://www.o2arena.cz/cz/informace-novinky/media/foto-ke-stazeni/>

- [25] ŠMÍDEK, Petr. *Millennium Dome The O2* [online]. 2010 [cit. 2016-11-20].
Dostupné z:
<http://www.archiweb.cz/buildings.php?&action=show&id=3551>
- [26] *Bell Centre* [online]. [cit. 2016-11-20]. Dostupné z:
http://www.habsczech.com/show_text.php?id=bell-centre
- [27] KOPŘIVA, Miloš. *Mobilita, víceúčelovost, proměnnost ve sportovních stavbách*. V Praze: České vysoké učení technické, 2011.
ISBN 978-80-01-04781-1.
- [28] BILL, Z., V. BRABEC a V. ŽĎÁRA. *KPS 50 – Konstrukčně statická analýza vícepodlažních a halových objektů*. Praha: ČVUT, 1998.
- [29] JOKL, Miloslav. *Zdravé obytné a pracovní prostředí*. Praha: Academia, 2002. ISBN 80-200-0928-0.
- [30] ANDRES, P.: *Zimní stadiony z hlediska odvodu vlhkosti*. VVI 4/2007, st. 227-229
- [31] *SEN - vysoušecí technika, s. r. o.: Odvlhčování vzduchu na zimních stadionech*. dostupné z <http://www.odvlhcovani.cz>
- [32] JOHANSSON, Y.: *Artificial ice rinks*. 2000, Stockholm: Interní manuál firmy GRASSO International Refrigeration Division
- [33] *ASHRAE Handbook 2009 Fundamentals*. 2009, Atlanta: Ashrae. ISBN 978-1-933742-55-7
- [34] PECHAČ, Stanislav Ing. a doc. Ing. Richard NOVÝ CSc. *Mikroklima zimních stadionů* [online]. 2011 [cit. 2016-11-20]. Dostupné z:
<http://vetrani.tzb-info.cz/7341-mikroklima-zimnich-stadionu>
- [35] NAVRÁTIL, Arnošt, Václav MUDRA a Jaroslav MALÝ. *Sportovní stavby: [vysokoškolská učebnice]*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2010. ISBN 978-80-01-04525-1.
- [36] DANIELS, Klaus, Václav MUDRA a Jaroslav MALÝ. *Technika budov: příručka pro architekty a projektanty*. Bratislava: Jaga group, 2003. ISBN 80-889-0563-X.
- [37] *Zimní stadiony* [online]. [cit. 2016-11-20]. Dostupné z:

<http://www.hhtechnika.cz/zimni-stadiony.html>

- [38] PAPEŽ, Karel, Václav MUDRA a Jaroslav MALÝ. *Energetické a ekologické systémy budov 2: vzduchotechnika, chlazení, elektroinstalace a osvětlení*. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2007. ISBN 978-80-01-03622-8.
- [39] GEBAUER, Günter, Olga RUBINOVÁ a Helena HORKÁ. *Vzduchotechnika: vzduchotechnika, chlazení, elektroinstalace a osvětlení*. Brno: ERA, 2005. Technická knihovna (ERA). ISBN 80-736-6027-X.
- [40] ŽURMAN, Zdeněk. *Dukla mezi mantinely*. Praha: Naše vojsko, 1981. Mars.
- [41] ŽÁK, Antonín Ing. *Navrhování střech nevytápěných a neklimatizovaných zimních stadionů* [online]. 2005 [cit. 2016-12-28]. Dostupné z: <https://atelier-dek.cz/navrhovani-strech-nevytapenych-neklimatizovanych-zimnich-stadionu-223>
- [42] Cotes flexible. www.odvlhcovani.cz [online]. [cit. 2016-12-28]. Dostupné z: <http://www.odvlhcovani.cz/upload/adsorp/TECH.%20DATA/COTES%20FLEXIBLE%20LETAK.pdf>
- [43] *CTHB/4-180 IP55 střešní ventilátor* [online]. [cit. 2016-12-31]. Dostupné z: <http://www.elektrodesign.cz/web/cs/product/cthb-4-180-ip55-stresni-ventilator>
- [44] *CTHT/4-140 IP55 střešní ventilátor* [online]. [cit. 2016-12-31]. Dostupné z: <http://www.elektrodesign.cz/web/cs/product/ctht-4-140-ip55-stresni-ventilator>
- [45] *TD 500/150-160 SILENT Ecowatt IP44 tichý úsporný ventilátor* [online]. [cit. 2016-12-31]. Dostupné z: <http://www.elektrodesign.cz/web/cs/product/td-500-150-160-silent-ecowatt-ip44-tichy-usporny-ventilator>
- [46] *ELEGANCE 60 designová digestoř nerezová* [online]. [cit. 2016-12-31]. Dostupné z: <http://www.elektrodesign.cz/web/cs/product/elegance-60-designova-digestor-nerezova>

- [47] *SILENT 200 CRZ DESIGN 3C* tichý axiální ventilátor bílý [online]. [cit. 2016-12-31]. Dostupné z: <http://www.elektrodesign.cz/web/cs/product/silent-200-crz-design-3c-tichy-axialni-ventilator-bily>
- [48] *SILENT 100 CRZ DESIGN 3C* tichý axiální ventilátor bílý [online]. [cit. 2016-12-31]. Dostupné z: <http://www.elektrodesign.cz/web/cs/product/silent-100-crz-design-3c-tichy-axialni-ventilator-bily>