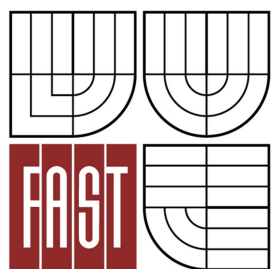




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VZDUCHOTECHNIKA VE ŠKOLICÍM STŘEDISKU

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

MAREK VESELSKÝ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. OLGA RUBINOVÁ, Ph.D.

BRNO 2013



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

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

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Marek Veselský
Název	Vzduchotechnika ve školicím středisku
Vedoucí bakalářské práce	Ing. Olga Rubinová, Ph.D.
Datum zadání bakalářské práce	30. 11. 2012
Datum odevzdání bakalářské práce	24. 5. 2013
V Brně dne 30. 11. 2012	

.....
doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu

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

Podklady a literatura

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

Zásady pro vypracování

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

- obsah a uspořádání práce dle směrnice FAST:

- a) titulní list,
- b) zadání VŠKP,
- c) abstrakt v českém a anglickém jazyce, klíčová slova v českém a anglickém jazyce,
- d) bibliografická citace VŠKP dle ČSN ISO 690,
- e) prohlášení autora o původnosti práce, podpis autora,
- f) poděkování (nepovinné),
- g) obsah,
- h) úvod,
- i) vlastní text práce s touto osnovou:
 - A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu
 - B. Výpočtová část
analýza objektu – rozdělení na funkční celky VZT, 2-3 zařízení zpracovaná v tématech:
tepelné bilance,
průtoky vzduchu, tlakové poměry
distribuce vzduchu,
dimenzování potrubí a tlaková ztráta,
úpravy vzduchu, návrh VZT jednotek (hx diagramy),
útlum hluku
 - C. Projekt – úroveň prováděcího projektu: výkresy dvoučarově, půdorysy + řezy (řešené místnosti, strojovna) legenda prvků, 1:50 (1:100) – budou uloženy samostatně jako přílohy, technická zpráva (tabulka místností, tabulka zařízení), položková specifikace, funkční (regulační) schéma
- j) závěr,
- k) seznam použitých zdrojů,
- l) seznam použitých zkratk a symbolů,
- m) seznam příloh,
- n) přílohy - výkresy

Vše bude svázáno pevnou vazbou. Volné dokumenty (metadata, prohlášení o shodě, posudky, výsledky obhajoby) budou vloženy do kapsy na přední straně desek, výkresy budou poskládány a uloženy jako příloha v kapse na zadní straně desek.

Předepsané přílohy

.....

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

Abstrakt

Předmětem bakalářské práce je návrh vzduchotechnických jednotek ve školícím středisku. Vzduchotechnika zajišťuje klimatizaci kongresového sálu a učeben a nucené větrání přilehlé chodby s hygienickými prostorami. Tímto se v budově zajistí vhodné mikroklima.

Klíčová slova

vzduchotechnika, nucené větrání, školící středisko

Abstract

The aim of the bachelor's thesis is to design an air conditioning system in the Building for Education. This system ensures air conditioning of congress hall and classrooms and forced ventilation of corridor with sanitary rooms. It ensures appropriate microclimate in the building.

Keywords

air conditioning, forced ventilation, training centre

Bibliografická citace VŠKP

VESELSKÝ, Marek. *Vzduchotechnika ve školicím středisku*. Brno, 2013. 75 s., 21 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Olga Rubinová, Ph.D..

Prohlášení:

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

V Brně dne 11.5.2013

.....
podpis autora
Marek Veselský

Poděkování:

Rád bych poděkoval vedoucí mé bakalářské práce, paní Ing. Olga Rubinová, Ph.D., za pomoc, užitečné rady a trpělivost. Dále bych rád poděkoval své rodině, která mi umožnila studium na vysoké škole. Bez nikoho z nich by tato bakalářská práce nevznikla.

Obsah

A. Teoretická část.....	11
A.1 Vzduchotechnika všeobecně.....	12
A.2 Historie vzduchotechniky.....	13
A.2.1 Historie ve světě.....	13
A.2.2 Historie v ČR.....	14
A.3 Větrání.....	14
A.3.1 Větrání přirozené.....	15
A.3.2 Větrání nucené.....	17
A.3.3 Větrání hybridní.....	17
A.4 Klimatizace.....	18
A.4.1 Klimatizace vzduchová.....	18
A.4.2 Klimatizace vodní.....	22
A.4.3 Klimatizace chladivová.....	26
A.4.4 Klimatizace kombinovaná.....	30
A.5 Závěr.....	32
B. Výpočtová část.....	33
B.1 Popis objektu.....	34
B.1.2 Analýza objektu.....	34
B.2 Výpočet součinitele prostupu tepla.....	36
B.3 Výpočet tepelné bilance.....	38
B.4 Průtoky vzduchu.....	46
B.5 Distribuce vzduchu.....	47
B.6 Dimenzování potrubí.....	50
B.6.1 Izolace potrubí.....	54
B.7 Návrh VZT jednotek.....	54
B.7.1 Úpravy vzduchu.....	55
B.8 Útlum hluku.....	57
C. Projekt.....	61
C.1 Úvod.....	62
C.1.1 Podklady pro zpracování.....	62
C.1.2 Výpočtové hodnoty klimatických poměrů.....	62
C.1.3 Výpočtové hodnoty vnitřního prostředí.....	62
C.2 Základní koncepční řešení.....	63
C.2.1 Hygienické větrání a klimatizace.....	63
C.2.2 Energetické zdroje.....	63
C.3 Popis technického řešení.....	63
C.3.1 Koncepce větracích zařízení.....	63
C.4 Nároky na energie.....	64
C.5 Měření a regulace.....	65
C.6 Nároky na související profese.....	65
C.6.1 Stavební úpravy.....	65
C.6.2 Silnoproud.....	65

C.6.3	Vytápění a chlazení.....	66
C.6.4	Zdravotní technika.....	66
C.7	Protihluková a protiotřesová opatření.....	66
C.8	Izolace a nátěry.....	66
C.9	Protipožární opatření.....	66
C.10	Montáž, provoz, údržba a obsluha zařízení.....	66
C.11	Závěr.....	66
C.12	Regulační schema.....	67
C.13	Technická specifikace.....	68
C.14	Tabulka místností.....	70
C.15	Přehled zařízení.....	71
C.16	Závěr.....	72
C.17	Seznam použitých zdrojů.....	73
C.18	Seznam použitých skratek.....	74
C.19	Seznam příloh.....	75

Úvod

Rozhodl sem se dělat bakalářskou práci v oboru vzduchotechnika kvůli tomu, že v ní vidím velký potenciál do budoucna. Už v této době zabírá významné postavení v průmyslové výstavbě a výstavbě velkých objektů. Postupně se rozmáhá i do občanských staveb a rodiných domů.

Vzduch je všude kolem nás. Od prostředí kolem nás se odvíjí mnoho věcí, jak už soustředěnost, pracovní výkony nebo i sportovní výkony. Čím je okolo nás příjemnější mikroklima, tím lépe se nám pracuje. Představte si žáky v létě sedící v třídě. Když je horko a dusno, tak se potí, chce se jim spát a jen těžko se dá soustředit nato, co vysvětluje učitel. Ale když je do třídy zavedena vzduchotechnika, hned je to poznat.

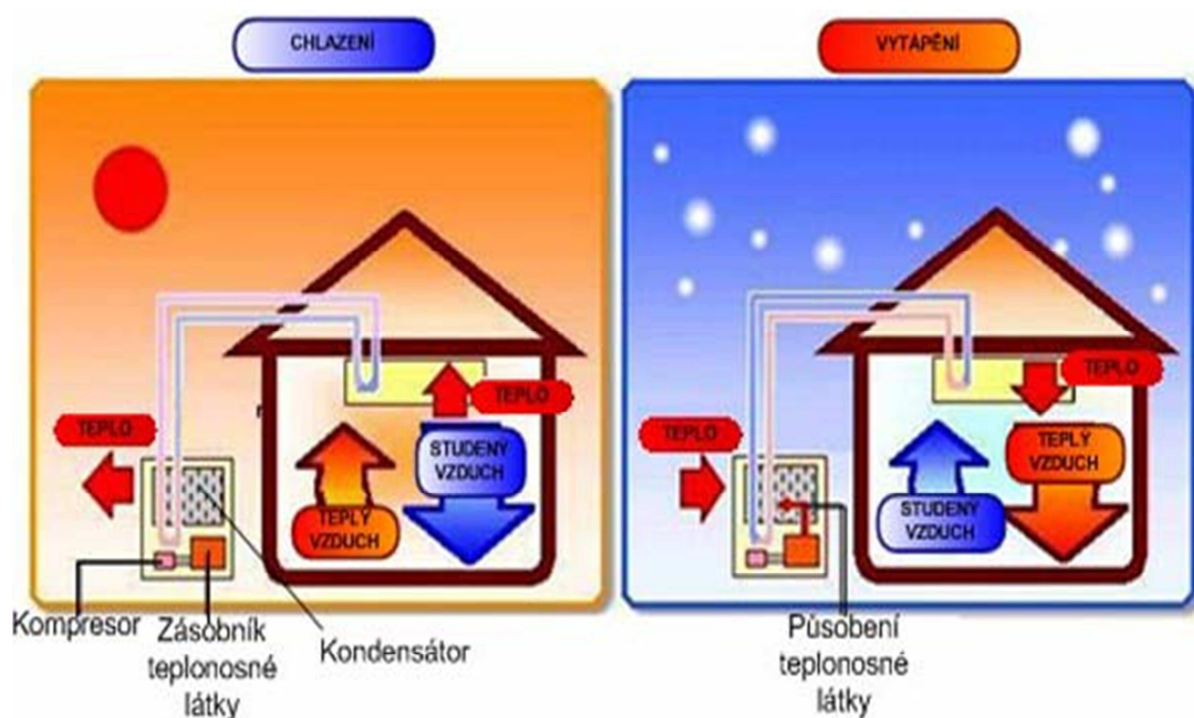
V první části jsem se zaměřil na porovnání klimatizačních systémů vzduchových, vodních, chladičových a kombinovaných. Na jejich rozdíly, kde je vhodné je použít a na jakém principu pracují. Druhá část je část výpočtová. Tu řeším a navrhují vzduchotechniku pro školící část budovy KÚ pro JMK. Pro úpravu vzduchu jsou navrženy 3 vzduchotechnické jednotky. V této části je obsažen výpočet prostupů tepla, tepelných bilancí, průtoků vzduchu, dimenze potrubí, útlumu hluku a návrh VZT jednotek s koncovými elementy.

A.Teoretická část

A.1 Vzduchotechnika všeobecně

Člověk tráví 90% svého času v budovách. Proto je třeba zajistit vyhovující podmínky pro jeho pobyt v těchto prostorách. Význam vzduchotechniky je dosáhnout dostatečnou výměnu vzduchu v prostorách, kde se tomu nedá učinit přirozenou cestou. Nazýváme to nuceným větráním. Přirozené větrání je větrání okny, šachtami... Setkáváme se s ní většinou ve větších prostorech, jako jsou průmyslové haly, přednáškové síně, prostorné kanceláře a podobně.

Klimatizace je zařízení, které slouží k tepelné úpravě vzduchu a taky filtraci vzduchu v místnosti. Díky klimatizaci se nám nabízí především možnost ochlazení vzduchu v letních měsících, ale je zde i možnost přitápění naopak v měsících zimních. Vše za účelem vytvoření příjemné tepelné pohody. Zjednodušeně se princip klimatizace dá popsat tak, že odebírá z prostoru teplo, které se následně odvádí mimo místnost a celou budovu. Díky klimatizaci se v letních dnech budete cítit o mnoho lépe.



Obr. 1 Princip klimatizace

Pomocí vzduchotechniky a klimatizace tvoříme lepší mikroklima v místnostech, aby bylo dbáno na větší pohodlí člověka. Je velmi těžké soustředit se na práci nebo učení, když je v místnosti přehřátý a vydýchaný vzduch. Pomocí těchto zařízení odvedeme znehodnocený vzduch pryč a přivedeme čerstvý vzduch. V létě vzduch pomocí klimatizace ochlazujeme, v zimě naopak, přehříváme.

A.2 Historie vzduchotechniky

A.2.1 Historie ve světě

Už staří Egypťané chtěli mít větší pohodu vnitřního prostředí v letních měsících. Ochlazovali stěny požadované místnosti pomocí vody. Momentálně takýto typ chlazení najdeme jen v luxusnějších budovách, protože je docela drahý oproti jiným typům chlazení.

První ventilátor byl používán v Indii na počátku roku 500 př.nl. Jednalo se o plátěný rám, který byl zavěšený ze stropu. Sluhové natáhli lano připojené k rámu a pohybovali s ním dopředu a dozadu.

V 1. století před našim letopočtem bylo vynalezeno teplovzdušné vytápění. Horký vzduch a spaliny byli vedeny dutinami pod podlahou a ve stěnách. Tento druh vytápění byl hodně užíván v lázních.

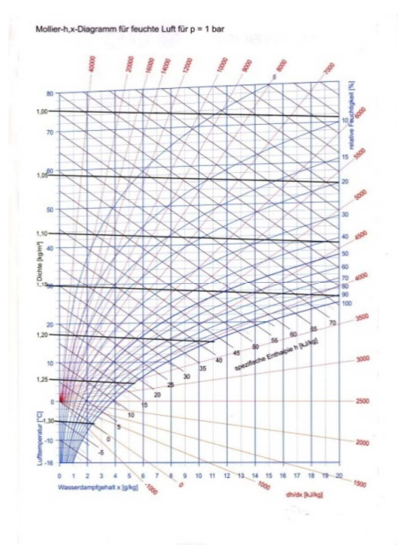
Nucené větrání se začalo využívat koncem 19. století. Do té doby se větralo jen přirozenou cestou, zajišťující výměnu vzduchu jen na základě tlakového rozdílu vzniklého rozdílem teplot. Z té doby je taky znám první ventilátor s mechanickým pohonem.

V roce 1848 Dr. John Gorrie vynalezl zařízení pro komfortní klimatizaci, tzv. „stroj na chlazení vzduchu a výrobu ledu“ pro boj proti malárii v horkých letních dnech na Floridě.

V roce 1877 byla stanovena dávka venkovního vzduchu v místnostech, kde pobývají lidé z podmínky, aby koncentrace oxidu uhličitého ve vnitřním vzduchu nepřekročila 0,1 obj. %.

V roce 1911 Dr. Willis H. Carrier sestavil psychometrický diagram. Je považován za „otce“ vzduchotechniky. Zasloužil se o vznik nového oboru, zabývajícího se technikou prostředí.

Psychometrický diagram je základem vzduchotechnických výpočtů



Obr. 2 Psychometrický diagram[2]



Obr. 3 Dr. Willis H. Carrier [2]

A.2.2 Historie v ČR

V 80. letech 19. století byli použity první parní ventilátory pro větrání v baních na Ostravsku.

V roce 1872 byla založena firma Janka v Praze. Prostory v centru města časem přestaly rozvíjející se výrobě postačovat, a tak byl závod v roce 1907 přesunut do Radotína. Od té doby začali vyrábět parní a elektrické ventilátory. Po druhé světové válce byl podnik znárodněn, rozšířen a svými výrobky zásoboval celý tehdejší východní blok. V dnešní době vyrábí hlavně moderní výměníky, rezidenční a vlakové klimatizační jednotky.

První klimatizační zařízení se v ČR objevili po roce 1930 ve velkých novostavbách administrativních budov.

Po 2. světové válce se vyráběla převážně průmyslová klimatizace.

Největší rozvoj klimatizace nastal až začátkem 90. let minulého století.

V současné době je klimatizace instalována v průmyslu, obchodech, restauracích, kancelářích, ale i v rodinných domech a bytech.

A.3 Větrání

Všechny vnitřní prostory s dlouhodobým a krátkodobým pobytem lidí musí být větrané. Je nutno zabránit nahromadění škodlivých látek uvnitř domu, proto by měla být zajištěna jistá minimální výměna vzduchu. Větrání obytných budov v ČR není opatřeno žádným předpisem. Obecně se zde větrání navrhuje tak, aby se buď splnil požadavek intenzity výměny vzduchu $0,3$ až $0,6 \text{ h}^{-1}$, nebo aby přívod čerstvého vzduchu byl 20 až $30 \text{ m}^3/\text{h}$ na osobu (v místnostech s vyšší aktivitou osob by mohl být přívod vzduchu 25 až $50 \text{ m}^3/\text{h}$). V době, kdy v domě nikdo není, by měla být intenzita větrání cca $0,1 \text{ h}^{-1}$ kvůli odvodu vlhkosti a případných škodlivin.

Větrání má tyto funkce: -přísun čerstvého vzduchu

-odvod opotřebovaného vzduchu

-odvod škodlivých látek (formaldehyd, cigaretový kouř...)

-regulace vlhkosti

-dostatečný přísun kyslíku pro hoření (otevřený oheň)

Druhy větrání: -přirozené

-nucené

-hybridní

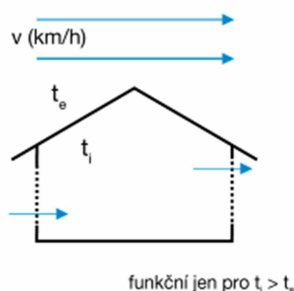
A.3.1 Větrání přirozené

Větrání ve vnitřních prostorech se ve všeobecnosti nevěnuje dostatečná pozornost. Pro větrání obytných místností platí hlavní zásada „ často-krátce-účinně“ a větrání by sa mělo vykonávat tři – až čtyřikrát denně ráno, napoledne, popoledni a před spaním. Účelem základního větrání je zabezpečit dostatečný odvod plynů a pár z vnitřních prostorů, uvolněných z materiálů, rostlin a pod. i při uzavřených oknách a v čase nepřítomnosti uživatelů. Základní větrání by nemělo nahrazet nárazové větrání prostřednictvím otevírání oken. Doba větrání je závislá od teploty vnějšího vzduchu. Při nedostatečně vytápěných nebo vůbec nevytápěných místnostech může povrchová teplota i dostatečně tepelně izolovaných obvodových stěn nebo vnitřních stěn vedlejších místností klesnout pod kritickou teplotu rosného bodu. Při nedostatečném odvětrání těchto místností může stoupnout nasycenost vzduchu vodnými parami a překročit únosnou míru. V obou případech se může na nejstudenějších místech povrchů tvořit kondenzát a následně plesně. Proto se doporučuje zabezpečit temperování všech místností v domě v potřebné míře, resp. zabezpečit jejich dostatečné větrání. I počas vykurovací sezony je potřebné niekoľikrát denně krátké nárazové větrání, podle možnosti úplným otevřením všech oken. Celý objem použitého vzduchu se počas několika minut nahradí čerstvým, pričem povrchy nevychladnou.

Typy přirozeného větrání:

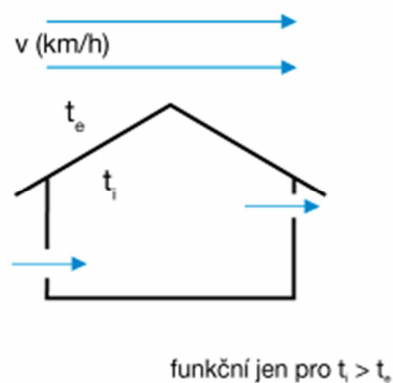
- infiltrací
- aerací
- okny
- šachtové
- šachtové s větrací hlavicí

Větrání infiltrací. K větrání a výměně vzduchu dochází pronikáním vzduchu netěsnostmi v oknech, dveřích a stavební konstrukci vlivem přetlaku. Zdrojem přetlaku je teplotní rozdíl mezi interiérem a exteriérem a vítr. Při bezvětrí je infiltrace iniciována pouze teplotním rozdílem vnitřního a vnějšího prostředí. Jde o nejlevnější a bezúdržbovou metodu používanou v minulosti, jejíž parametry však neodpovídají soudobým komfortním a hygienickým požadavkům na větrání. V letním období a za bezvětrí je infiltrace díky malému teplotnímu rozdílu zcela nefunkční. Uživatel má omezené možnosti v ovlivnění množství větracího vzduchu, což je na WC, v koupelně a kuchyni nepřijatelné.



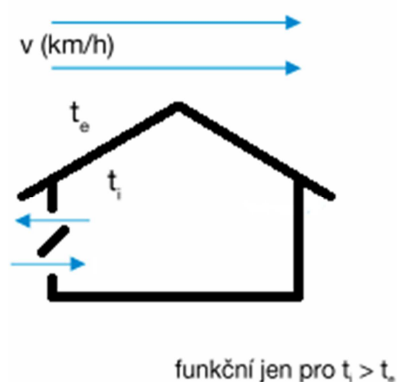
Obr. 4 Větrání infiltrací

Větrání aerací. Pro přívod a odvod vzduchu jsou vytvořeny zvláštní otvory v různých výškách v místnosti. Při bezvětří je aerace iniciována pouze teplotním rozdílem vnitřního a vnějšího prostředí, při vyrovnání teplot je větrání neúčinné.



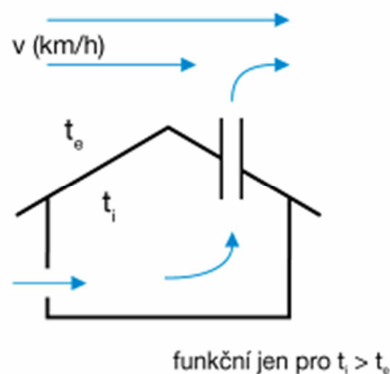
Obr. 5 Větrání aerací

Větrání okny. Typický příklad větrání. Okno slouží pro přívod i odvod vzduchu z místnosti.



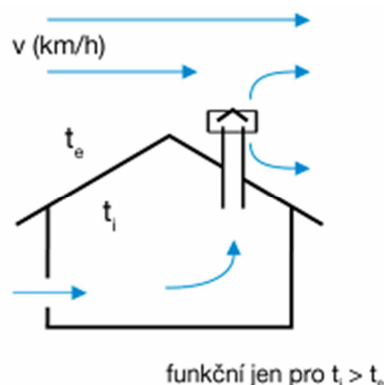
Obr. 6 Větrání okny

Šachtové větrání. Funkce systému je iniciována rozdílem teplot uvnitř a vně budovy. Vzduch je z větraných místností odváděn do sběrné větrací šachty, která je většinou umístěna nad střechu. Šachty mohou sloužit nejen pro odvod, ale i pro přívod vzduchu.



Obr. 7 Šachtové větrání

Šachtové větrání s větrací hlavicí. Ke zvýšení tlakového rozdílu a tím zvýšení efektivity větrání lze využít účinek větru. Větrací hlavice je umístěna na odvodním potrubí vně budovy.



Obr. 8 Šachtové větrání s větrací hlavicí

A.3.2 Větrání nucené

Nucené větrání je mechanická výměna opotřebovaného vzduchu za vzduch čerstvý. K tomuto účelu se používá ventilátor. Nucené větrání je systém se základní úpravou příváděného vzduchu, jenž zajistí mikroklima v místnosti nezávisle na vnějších klimatických podmínkách.

Nucené větrání lze rozdělit:

- decentrální
- centrální

Centrální nucené větrání. Při tomto typu větrání je ventilátor umístěn mimo větranou místnost. V obytných místnostech jsou jen koncové elementy.

Decentrální nucené větrání. Ventilátor je umístěn přímo v místosti, kterou větráme. Netřeba vzduchovody. Jejich nedostatkem je vyšší hlučnost jako u centrálního větrání a také vyšší pořizovací cena.

A.3.3 Větrání hybridní

Tento typ větrání vznikne použitím nuceného a přirozeného větrání, při co největší minimalizaci spotřeby energie. Jeho výhodou je použití přírodních podmínek k úspoře energie. Když se nedá větrat přirozeně, spustí se větrání nucené. Pro tento typ větrání je vhodný decentrální systém.

A.4 Klimatizace

Klimatizace je označovaná zkratkou AC (z anglického *air conditioning*). Je to zařízení pro úpravu vzduchu v celých budovách či jednotlivých místnostech a v dopravních prostředcích.

Nasává venkovní vzduch (minimálně musí přivádět 15 % čerstvého vzduchu), který upravuje na požadované hodnoty a pomocí ventilátorů je dopravuje na příslušná místa. Klimatizace automaticky udržuje stálé podmínky bez ohledu na venkovní prostředí. Klimatizace může zajišťovat v určité místnosti chlazení a vytápění (úprava teploty vzduchu), úpravu vlhkosti vzduchu, řízené větrání a filtraci vzduchu, případně jiné úpravy související s čistotou vzduchu. Klimatizace může být dílčí nebo plná. Dílčí klimatizace plní funkce ohřevu, chlazení nebo vlhčení vzduchu. Plná klimatizace plní všechny tyto funkce a navíc ještě odvlhčuje přiváděný vzduch.

V Evropě se klimatizace užívá především pro průmyslové účely, v chirurgických sálech, inkubátorech, v laboratořích, ve výpočetních střediscích a nákupních centrech. V USA je klimatizace podstatně rozšířenější. V teplých tropických a subtropických oblastech světa jsou klimatizovány všechny typy budov i dopravních prostředků prakticky neustále. Toto platí pouze v bohatých zemích, neboť klimatizace je energeticky i materiálově nákladná.

Dle teplosnosné látky, kterou se tepelná energie dopraví do obsluhované místnosti, dělíme klimatizaci na vzduchovou, vodní a chladivovou. U vzduchové je teplosnosnou látkou vzduch. Ten je veden vzduchovodem. Vzduchová klimatizace je většinou centrální. Vodní jsou například fancoily, indukční jednotky, chladící stropy. Chladivové systémy jsou systémy s přímým chlazením, druhy této klimatizace jsou split, multisplit, VRV. Dále se dělí klimatizace na technologické a zdravotně hygienické. Průmyslové klimatizace jsou většinou součástí technologického zařízení. Má vliv na kvalitu výroby, snižování výrobních nákladů nebo přímo podmiňuje funkci strojního parku. Mohou plnit i funkci zdravotně hygienickou. Zdravotně hygienické klimatizace vytvářejí optimální stav mikroklimatu pro pobyt lidí.

A.4.1 Vzduchový systém klimatizace

Tento druh klimatizace představuje klasické řešení. Nositelem tepla je vzduch, jehož úprava se provádí mimo klimatizovaný prostor ve strojovně. Z důvodu malé tepelné kapacity vzduchu jsou nutné větší výměny vzduchu v místnostech. S tím souvisí velké rozměrné potrubí, které je vedeno ze strojovny až do klimatizované místnosti. Vzduchové systémy se většinou používají v prostorných místnostech budov. Vzduchové klimatizační zařízení se dělí podle rychlosti průtokového vzduchu na nízkotlaké s malou rychlostí (5 – 8 m/s) a vysokotlaké s větší rychlostí vzduchu (10 – 30 m/s). Zásadní

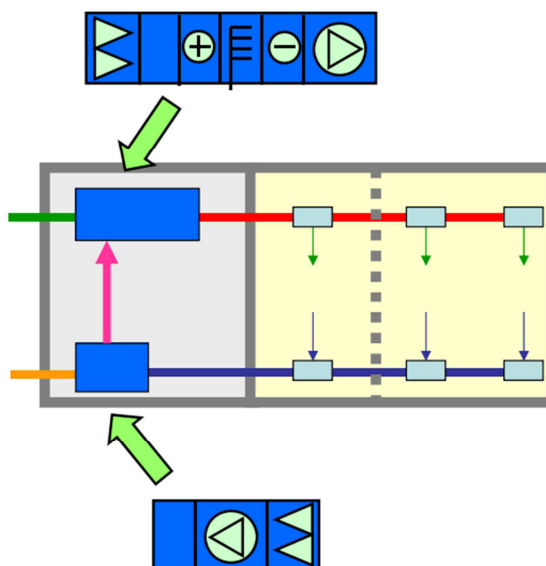
předností vzduchových systémů je použití v prostorech s většími nároky na větrání, kvalitu vzduchu, tepelné a vlhkostní požadavky prostředí. Takýmto typem místností jsou shromažďovací prostory.

Nízkotlaké systémy klimatizace se dělí na:-centrální

-zónové

-speciální

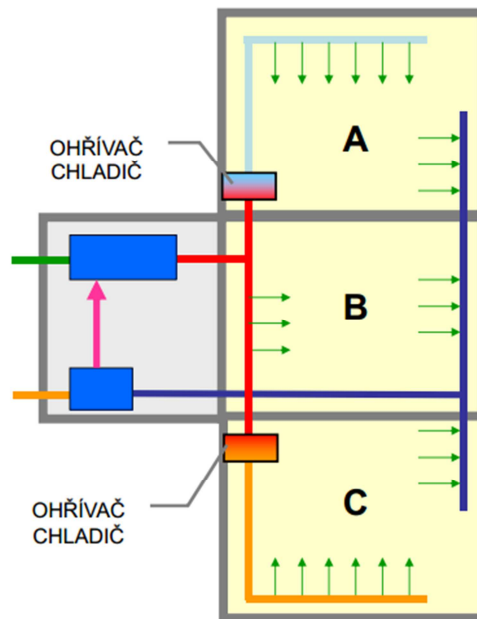
Centrální vzduchový systém klimatizace se vyznačují úpravou vzduchu ve strojovně. Odtud se vzduch rozvádí pomocí vzduchovodu do jednotlivých klimatizovaných místností se stejným požadavkem na mikroklima ve všech těchto prostorách. Tento systém pracuje jako jednokanálový. Většinou pracuje s konstantním průtokem. Změna mikroklimatu je způsobena regulováním teploty vzduchu přiváděného ze strojovny.



Obr. 9 Ústřední nízkotlaký vzduchový systém klimatizace[1]

Tento typ vzduchové klimatizace se používá ve velkých místnostech průmyslových i občanských staveb jako jsou například divadla, kina, restaurace, obchodní domy a podobně. Nízkotlaká ústřední klimatizace pracuje s větším podílem venkovního vzduchu a málo proměnou tepelnou zátěží.

Zónový vzduchový systém klimatizace. Ve strojovně dochází k primární úpravě vzduchu. V jednotlivých zónách je doplňková úprava vzduchu pro správné mikroklima v těchto zónách. Systém pracuje obdobně jako centrální vzduchový systém, čiže jako jednokanálový, s konstantním průtokem. Změna teploty vzduchu slouží jako regulace.



Obr. 10 Zónový nízkotlaký vzduchový systém klimatizace[1]

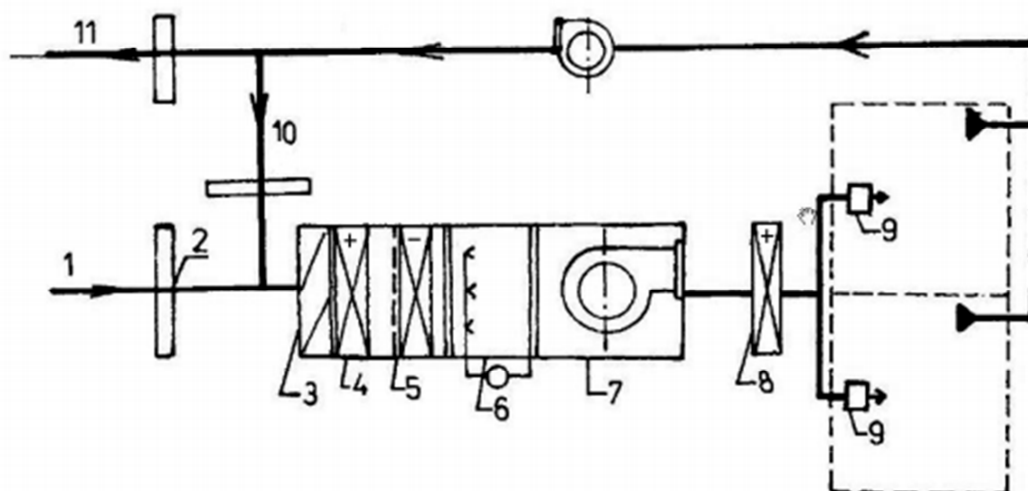
Tento typ vzduchové klimatizace se používá v rozsáhlých budovách a provozech průmyslových objektů s různými požadavky na úroveň vnitřního mikroklimatu. Tímto typem objektů jsou například výstavní pavilony, nemocnice, výrobní haly, nákupní centra a pod.

Speciální nízkotlaké vzduchové systémy se používají v prostorech s přesnými požadavky na stav vnitřního mikroklimatu a malými tolerancemi jeho kolísání. Systémy mají charakter ústředních vzduchových systémů.

Vysokotlaké systémy se dělí na: -jednokanálová
-dvoukanálová

Rychlost proudění vzduchu ve vzduchovodech překračuje 10 m/s. Není zapotřebí tak rozměrné potrubí jako u nízkotlakých systémů. Vyšší rychlostí je způsobena vyšší hlučnost a provozní náklady na tento typ klimatizace. Třeba dbát na dostatečný útlum hluku. Vysokotlaké systémy jsou hodně využívány v USA. Distribuční systém do klimatizované místnosti se dělí na část vysokotlakou a část nízkotlakou. Nízkotlakou část tvoří jednotky osazené před vstupem do klimatizované místnosti. Tyto jednotky snižují rychlost vzduchu v potrubí a tím regulují tlak. Částečně slouží jako tlumiče hluku.

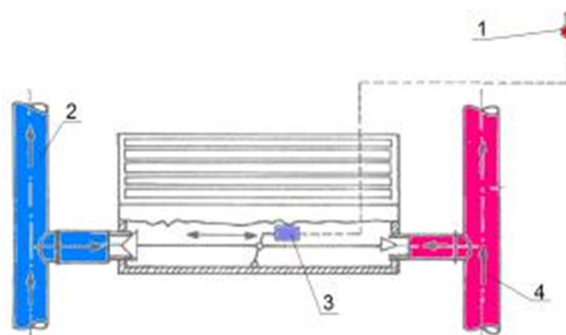
Jednokanálové vysokotlaké vzduchové systémy mají jeden vzduchovod pro dopravu vzduchu ze strojovny. Jako koncové elementy jsou použity redukční skříně. Na ně se připojuje nízkotlaké potrubí. Odvod je tvořen jako nízkotlaký.



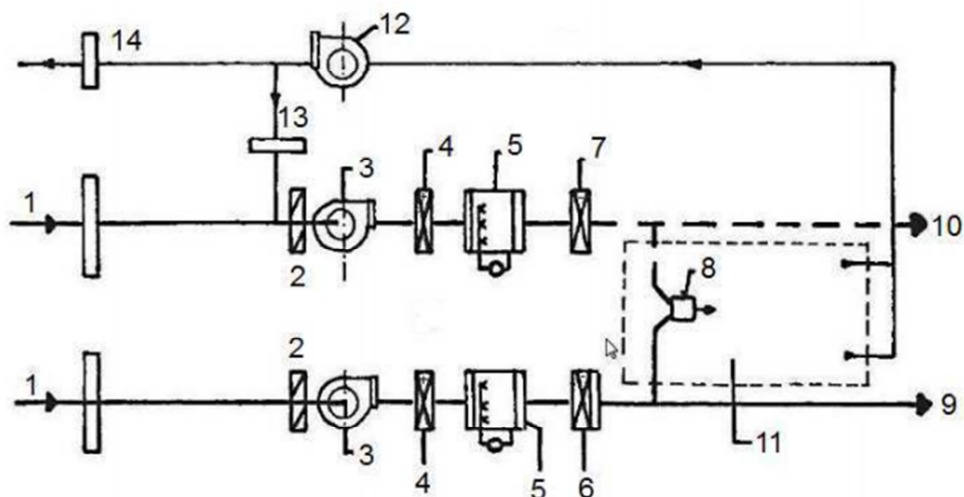
Obr. 11 Jednokanálové vysokotlaké klimatizační zařízení [3] . 1 - vnější vzduch, 2 - klapka, 3 - filtr, 4 - předehříváč, 5 - chladič, 6 - pračka, 7 - ventilátor, 8 - dohříváč, 9 – redukční komory (skříně), 10 – cirkulační vzduch, 11 – vzduch odváděný do atmosféry

Tento typ klimatizace je vhodný pro místnosti kde je třeba hodně větrat, jako jsou posluchárny, obchodní domy a pod.

Dvoukanálové vysokotlaké vzduchové systémy. Používá se aby se dosáhl pružnější systém. Je vhodný do místností kde se požaduje chlazení a v ten istý čas i topení. Vzduch se upravuje na dva stavy ve strojovně. Vzduch teplý a vzduch chladný. Každý se dopravuje samostatným vzduchovodem. Oba vzduchovody vyustíjí do směšovací jednotky. Tam se vzduch mísí na teplotu požadovanou v místnosti. V každé místnosti se vzduch mísí samostatně, takže v každé místnosti může být jiná teplota. Tento druh klimatizace je vhodný do velkých objektů s mnoha klimatizovanými místnostmi, kde se pro každou místnost požadují jiné podmínky mikroklimatu. Nevýhodou ale je velikost dvojího potrubí.



Obr. 12. Vzduchový difuzr pro dvoukanálový systém. 1 – snímač teploty, 2 – vzduchovod pro dobávku chlazeného vzduchu, 3 – nastavovač objemového prútku, 4 – vzduchovod pro dobávku teplého vzduchu



Obr. 13 Dvoukanálové vysokotlaké klimatizační zařízení [3]. 1 - vnější vzduch, 2 - filtr, 3 - ventilátor přívodu, 4 - ohříváč, 5 - pračka, 6 - chladič, 7 - dohříváč, 8 – směšovací skříň, 9 - chladný vzduch, 10 - teplý vzduch, 11 - klimatizovaný prostor, 12 - ventilátor pro odvod vzduchu, 13 – cirkulační vzduch, 14 - odváděný vzduch

A.4.2 Vodní systém klimatizace

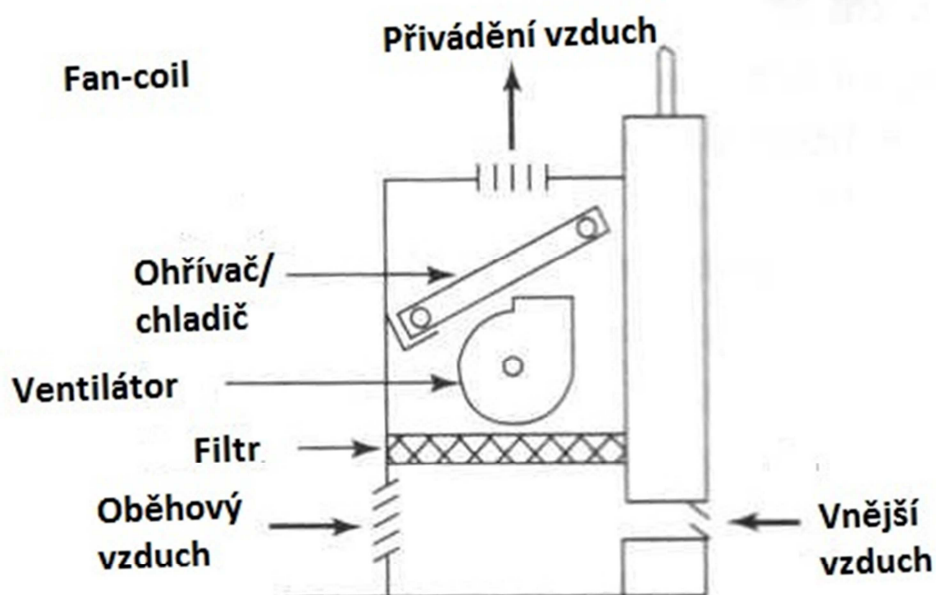
V tomto typu klimatizace je nositelem tepla voda, která se rozvádí z místa své úpravy do jednotlivých klimatizovaných místností. Předání tepla dochází přes dva typy vodních systémů, a těmi jsou Fan-coily a chladicí stropy.

Fan-coily, taky nazývané klimakonvektory, se hodí především do prostorů:

- s předpokladem flexibilního provozu i dispozičního řešení
- s flexibilním průtokem primárního vzduchu řízeného dle obsahu škodlivin (CO₂)
- s tepelnou zátěží, která je neurčitá
- s dynamickým provozováním

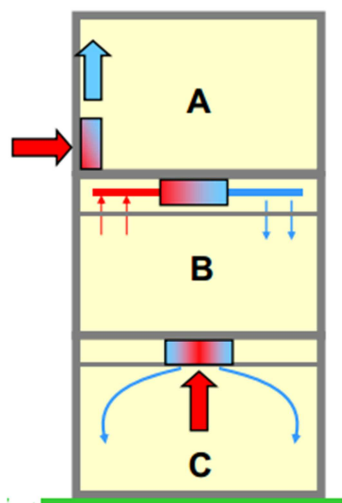
Jednotky nasávají vzduch u vnitřní stěny místnosti a po následné úpravě v rozsahu požadavku projektu vydechují zpět štěrbinou v prostoru u oken místnosti. Velikosti jednotek jsou navrženy podle požadovaného chladicího (topného) výkonu na teplotní spád chladicí vody a teplotní spád topné vody, při nejnižších otáčkách ventilátoru a to kombinovaně ve 4-trubkovém, případně ve 2-trubkovém systému. Přívodní potrubí chladicí a topné vody je doplněno automatickými vyvažovacími a regulačními ventily s termoelektrickými pohony. V každé teplotně kontrolované místnosti je instalováno samostatné ovládání (vypnutí/zapnutí systému s úpravou požadované teploty v rozsahu

+/-4 K) včetně regulační vazby na centrální dispečink. Místnosti jsou přirozeně větrané pomocí oken-
ních větracích štěrbin.



Obr. 14 Řez fan-coilem

Jednotka pracuje zejména s oběhovým vzduchem a je umístěna v klimatizované místnosti. Vyrábí se v provedení parapetním, potrubním nebo kazetovým. Jejich výhodou je značně nižší cena než klimatizací vzduchových nebo kombinovaných. Nevýhodou je větší hlučnost fan-coilu. Fan-coily umožňují zónovou úpravu vzduchu, která se dá využít v prostorách s individuálními nároky na řízení místnosti.



Obr. 15 Fan-coily [1]: A - parapetní,
B – potrubní, C – kazetová jednotka

Chladící stropy. Díly a prvky chladicího stropu rozptylují velká tepelná zatížení a nabízejí uživatelům místnosti ten nejvyšší možný komfort a architektům skvělou konstrukční volnost během procesu

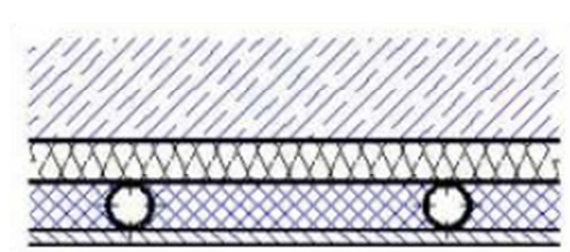
navrhování. Průvan a hluk vytvářený vzduchem jsou v podstatě odstraněny. V prostoru neexistují žádné velké vertikální nebo horizontální rozdíly teplot, což zlepšuje teplotní pohodu prostředí.

Chladicí stropy jsou v zásadě výměnníky tepla, které jsou uloženy v nebo pod stropem dané místnosti. Rozvodní trubky jsou uloženy v konstrukci, chladná voda nimi protéká a zajišťuje mikroklima v prostory pod stropem.

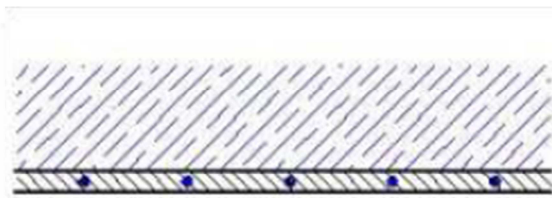
Podle konstrukce se dají chladicí stropy rozdělit na:

- masivní chladicí stropy
- lehké chladicí stropy

Masivní chladicí stropy jsou trubkovým systémem, který je vložen do stropní betonové konstrukce. Těmito typy chladících stropů jsou kapilární rohože nebo trubkový systém, který zabezpečuje aktivaci betonového jádra.



Obr. 16 Aktivace betonového jádra



Obr. 17 Kapilární rohože

Lehké chladicí stropy jsou zavěšeny pod stropní konstrukcí, většinou v podhledu. Zavěšené sálavé panely mohou být otevřené, uzavřené nebo částečně otevřené.

U otevřených chladících stropů může vzduch obtékat jak přední, tak i zadní stranu chladících elementů. U těchto stropů převažuje konvektivní složka přenosu tepla mezi stropem a okolním vzduchem.

Uzavřené chladicí stropy vylučují omývání zadní části chladícího panelu vzduchem z klimatizovaného prostoru. Měli by být na zadní straně vždy izolovány. Pracují převážně se sálavou složkou tepelného toku.

Částečně otevřené chladicí plochy jsou koncipovány jako otevřené nebo uzavřené chladicí stropy, které jsou určeny pouze pro vymezenou část prostoru, jako je například pracovní místo. Jsou obtékány vzduchem ze všech stran.

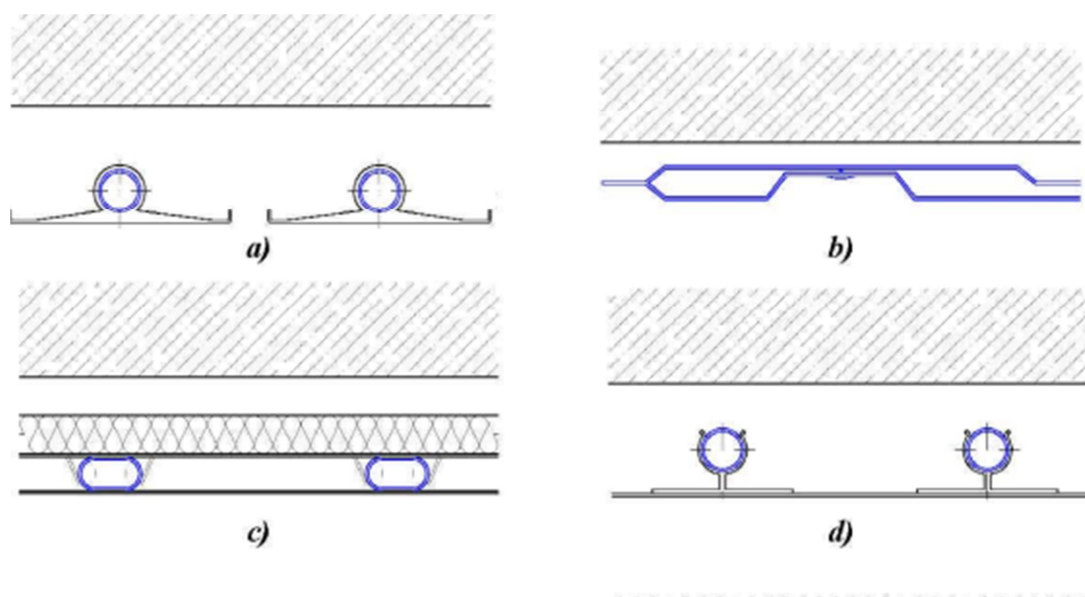
Chladicími stropy je možné odvádět jenom citelné teplo. Teplo vázané ve vodní páře je třeba odvést pomocí vzduchu z paralelně pracujícího vzduchotechnického zařízení. Tenhle typ chlazení je dobrý z pohledu hygienického, netvoří se průvan a hluk je zanedbatelný.

Výhody:

- nízká spotřeba energie
- nehrozí průvan
- nízké hlukové parametry
- menší nároky na rozvody vzduchu
- minimální množství venkovního vzduchu
- kombinace s VZT

Nevýhody:

- pouze citelné teplo
- omezený výkon
- riziko kondenzace
- náklady na pořízení



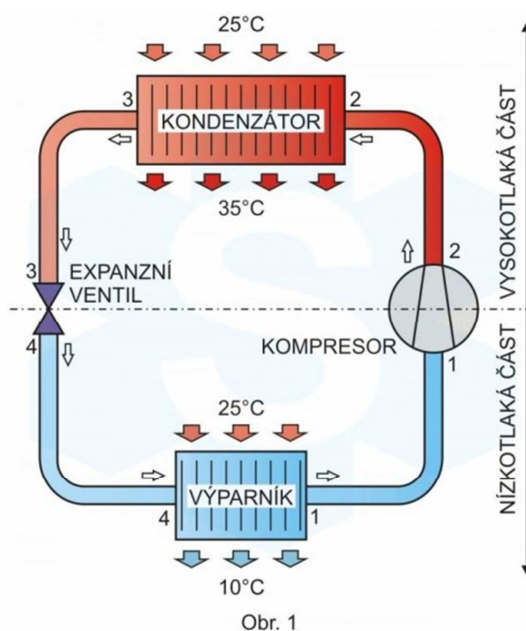
Obr. 18 a) otevřený chladicí strop v podobě protlačovaných profilů s vodními kanály, b) modulační klimadeska, c) izolované chladicí panely v podhledě, d) lamelový chladicí strop upevněný na vodní potrubí

Chladicí stropy se využívají většinou v kancelářích administrativních budov. V poslední době se také osvědčilo použití chladících stropů v nemocničních pokojích. Dále se využívají v muzeích, letištních terminálech, vestibulech a pod.

A.4.3 Chladivový systém klimatizace

Chladivové systémy se vyznačují úpravou vzduchu přímo v klimatizované místnosti. Jeho součástí je vnitřní a venkovní část jednotky. Tyto dvě části jsou propojeny chladivovým okruhem. Venkovní jednotka ochlazuje chladivo a odtud se přivádí do obsluhované místnosti. Tam se pomocí chladiva chladí vzduch na potřeby vnitřního mikroklimatu.

Princip chladivového okruhu: Teplo je z interiéru odnímáno prostřednictvím látky, která se nazývá chladivo. Chladivo je podrobeno řadě termodynamických změn, po kterých se opět vrací do výchozího stavu. Jedná se zejména o kompresi, sdílení tepla, expanzi a škrcení. Chladicí účinek dosažený vypařováním chladiva a potřebný tlak pro vypařování se dosahuje pomocí mechanicky poháněného kompresoru. Chladivo musí být stlačené na takový tlak, aby bylo schopno kondenzace odváděním tepla do prostředí, které je k dispozici. Principiální schéma oběhu, ve kterém se kompresorový chladicí okruh prakticky uskutečňuje je znázorněn na obr. č. 19.



Obr. 19 Kompresorový chladicí okruh

1-2 Komprese – Kompresor zajišťuje odsávání par chladiva z výparníku při výparném tlaku a jejich stlačování na tlak kondenzační.

2-3 Kondenzace – Probíhá ve výměníku tepla, v němž je teplo ze stlačených par odváděno sdílením zpravidla do okolí, při čemž páry chladiva kondenzují.

3-4 Škrcení – Uskutečňuje se v průtočném orgánu, kde v důsledku podstatného zúžení průtočného průřezu dochází k izoentaltické expanzi z tlaku kondenzačního na tlak výparný.

4-1 Vypařování – Vypařování chladiva ve výparníku je spojeno s odvodem tepla z vychlazeného prostoru. Tímto izotermicko - izobarickým pochodem při výparném tlaku přechází chladivo z

mokrý páry na páru sytý. Takto je do chladiva sdílen tepelný příkon, který je v chladicí technice označován jako chladicí výkon.

Z výparníku jsou páry chladiva zpět nasávány kompresorem a takto je celý oběh uzavřen.

Jako **chladivo** mohou působit různé látky:

- voda
- čpavek NH₃
- oxid uhličitý CO₂
- uhlovodíky
- halogenové uhlovodíky
- tvrdé freony - freony
- měkké freony – fluorované uhlovodíky
- alternativní – částečně fluorované uhlovodíky

Chladiva rozdělujeme podle jejich vlastností. Do tepelných vlastností patří tlaky, objemová chladivost, látkové vlastnosti. Mezi další základní vlastnosti patří vlastnosti fyzikální, jako jsou elektrické vlastnosti, rozpustnost ve vodě a oleji. Dalšími jsou fyziologické působení na člověka, což představuje nebezpečí v podobě jedů, a vliv na životní prostředí. Do vlivu na životní prostředí možno zahrnout 3 typy: ODP (potenciál vyčerpání ozonu), GWP (potenciál způsobování globálního oteplování) a TEWI (celkový ekvivalentní dopad na globální oteplování).

Použití jednotlivých chladiv:

- voda – paroproudé a absorpční zařízení
- NH₃ – parní a sorpční zařízení
- CO₂ – suchý led
- uhlovodíky – v chemickém průmyslu
- tvrdé freony – zakázány (vysoké ODP)
- měkké freony – zakázány (vysoké ODP)
- alternativní – nejčastější využití

Příkladem chladivové klimatizace jsou jednotky systému split, multi-split a VRV.

Split systém je používán nejčastěji pro účel klimatizace domovních a bytových prostorů. Split systém je také někdy nazýván jako dělený chladivový systém. Obsahuje 2 jednotky, jednu vnitřní a jednu vnější. Tyto jednotky jsou propojeny chladivovým okruhem. Vnitřní část obsahuje výparník, expanzní ventil, filtr a ventilátor. Vnější jednotku tvoří kondenzátor, kompresor a ventilátor. Základní varianta uvažuje pouze s chlazením vnitřních prostorů. Dokonalejší jednotky umožňují i vytápění. Při vytápění tepelné děje chladivového okruhu probíhají v opačném pořadí.

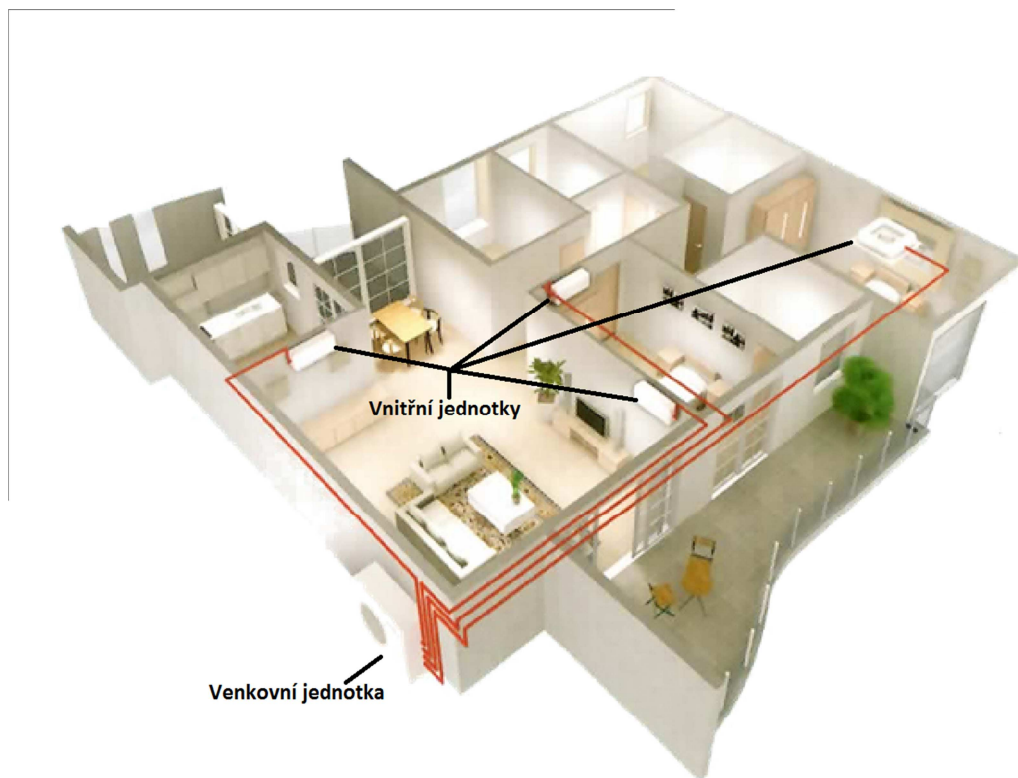
Délka připojovacího potrubí je limitována. Při malých jednotkách je i malá délka potrubí. Venkovní jednotky bývají většinou co nejbliž jednotce vnitřní. Umísťujeme je na fasády, střechy nebo balkony, aby bylo potrubí co nejkratší. Venkovní jednotka bývá taky zdrojem hluku. Klimatizační zařízení systému split jsou většinou vybaveny infračerveným nebo drátovým ovládáním, čímž si můžeme změnit rychlost proudění a teploty vzduchu.

Vnitřní jednotky se vyrábějí v různých provedeních, jako jsou například parapetní, podstropní, kanálové, nástěnné či kazetové jednotky.



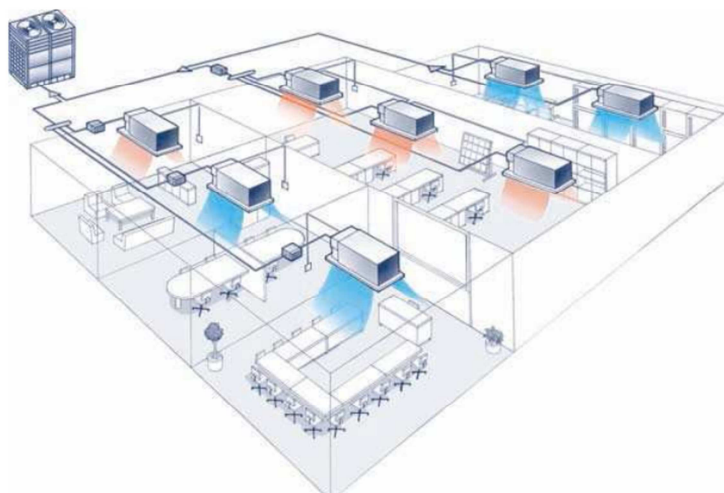
Obr. 20 Typy vnitřních jednotek systému split [4]: A) nástěnné provedení, B) kazetové provedení, C) kanálové provedení, D) podstropní provedení, E) parapetní provedení

Multi-split systém, kdy na jednu vnější jednotku je napojeno víc jednotek vnitřních (až 8 kusů s celkovým výkonem okolo 15 kW). Každá jednotka je napojena na vnější jednotku samostatným potrubím. Každá jednotka může být řízena individuálně.



Obr. 21 Schema systému multi-split

VRV systém. Jedná se v podstatě o multi-split systém s regulováním průtoku chladiva k jednotlivým vnitřním jednotkám. Při tomto systému můžeme na jednu venkovní jednotku napojit až 40 vnitřních jednotek. Na regulaci průtoku jsou vnitřní jednotky opatřeny škrticími ventily. Kompresor ve venkovní jednotce je provozován s proměnnými otáčkami, podle potřeby chladicího výkonu. VRV systém se v dnešní době hodně využívá ke klimatizaci velkých a náročnějších objektů, jako jsou hotely, administrativní budovy nebo obchodní centra. Některé jednotky mohou chladit a jiné v té isté době mohou pracovat jako topení.



Obr. 22 VRV systém

A.4.4 Kombinovaný systém klimatizace

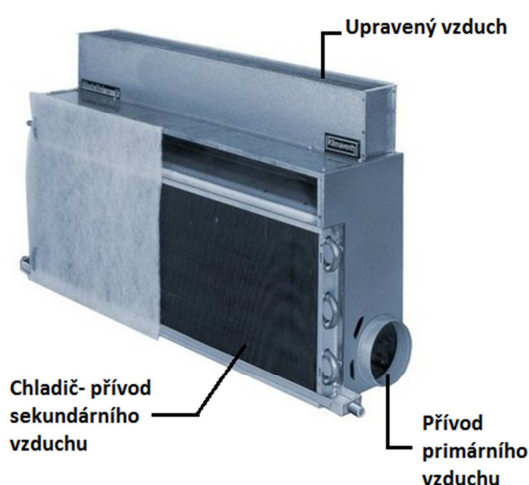
Kombinovaný klimatizační systém se vyznačuje kombinovaným přenosem tepla a chladu, který se přenáší kombinací vzduch a s větším podílem vody nebo chladiva. Voda (chladio) a vzduch se rozvádí z místa své úpravy ke koncovým prvkům umístěných v klimatizované místnosti. Tyto prvky zaručí tepelnou výměnu teplosměnnou plochou.

Podle druhu koncových elementů dochází k předání tepla:

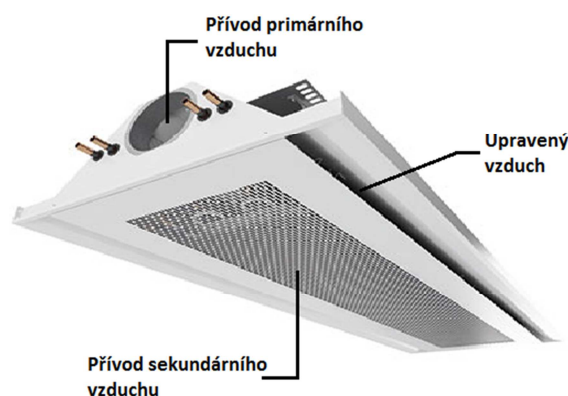
- konvekci pomocí indukčních jednotek
- konvekci pomocí fan-coilů (ventilátorové jednotky)
- sáláním chadících stropů

Systémy s indukčními jednotkami a fan-coily jsou v podstatě analogické, liší se pouze koncovými prvky. Základní části tohoto systému jsou:

- zdroj chladu (chillery)
- zdroj tepla k přípravě otopné vody, většinou kotelna
- koncové prvky (FCU nebo IJ). Jednotky jsou osazeny v klimatizovaných místnostech, napojeny na rozvod vody a rozvod primárního vzduchu. Svou konstrukcí umožňují nasátí sekundárního vzduchu z této místnosti. Jsou většinou v provedení parapetním, podstropním nebo kazetovým.
- zařízení k úpravě a dopravě primárního vzduchu do místnosti. K tomuto většinou slouží vzduchotechnické zařízení. Úprava primárního vzduchu sestává s ohřevu, filtraci, eventuálně k chlazení nebo vlhčení venkovního přiváděného vzduchu.
- zařízení k odvodu znehodnoceného vzduchu
- rozvodní systém chladicí a otopné vody



Obr. 23 Indukční jednotka parapetní



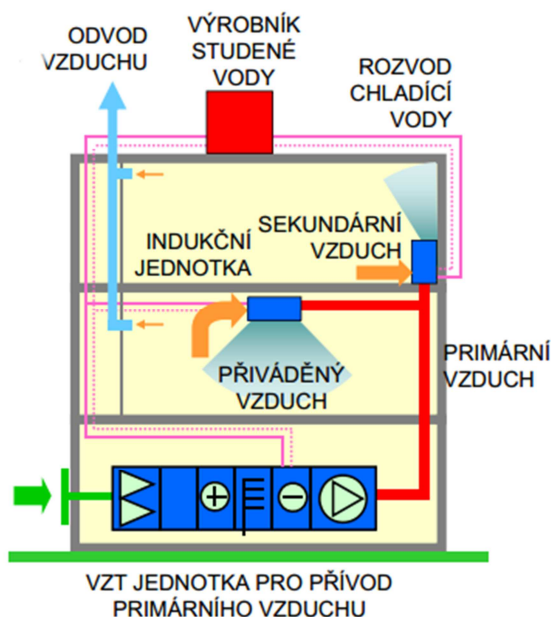
Obr. 24 Indukční jednotka podstropní

Rozvodní systém může být:

- dvoutrubkový
- třítrubkový
- čtyřtrubkový
- horizontální
- vertikální

Optimální řešení je systém čtyřtrubkový. Má samostatné rozvody otopné a chladicí vody přivedené do výměníků vnitřní jednotky (ohřívač a chladič).

Oproti vzduchovým systémům je průtok vzduchu o 80% nižší, s tím souvisí menší náklady na vzduchotechnické zařízení. Tyto systémy se využívají v bankách, obchodech, hotelech, výškových budovách a pod. Pro tvorbu mikroklimatu pomocí regulace průtoku vody v prostorech na individuální řízení místnosti jsou tyto systémy velice účinné. Jsou sice dražší než vzduchová klimatizace, ale mají výhodu v tom, že teplo je přenášeno vodou. Toto umožní minimalizovat průtok vzduchu a tím i rozměry vzduchovodního potrubí. Navíc voda jako látka není závadná a lépe se reguluje její průtok a teplota jako u vzduchu.



Obr. 25 Příklad dvoutrubkové indukční klimatizace [1]

Systém s chladicími stropy lze rozdělit na 2 části. Na část chladicí a část vzduchovou. Chladicí část tvoří plochý trubkový výměník, většinou zavěšený pod stropem. Výměníkem protéká chladná voda a ta odnímá teplo, čiže likviduje tepelnou zátěž z místnosti. Teplota chladícího stropu je okolo 20 °C. Modifikací chladícího stropu je chladící podlaha.

A.5 Závěr

V dnešní době jsou kladeny vysoké požadavky na mikroklima ve vnitřním prostředí. Tyto požadavky se dají dosáhnout pomocí klimatizačních systémů, z nichž má každý své výhody i nevýhody. Vzduchové systémy jsou velmi velké a náročné na instalaci kvůli nutnosti rozměrného vzduchovodu. U jednokanálových vzduchových systémů se špatně reguluje teplota vzduchu v místnostech. Kombinované systémy jsou také rozměrné, ale umožňují už daleko lepší regulaci mikroklimatu použitím indukčních jednotek, které pracují s oběhovým vzduchem, větrání zajišťuje primární vzduch. U vodních systémů umožňuje teplotonosná látka-voda minimalizaci instalačních rozvodů potrubní sítě. To je jeden z důvodů, proč jsou vodní systémy levnější. V poslední době se nejvíce rozmáhají chladivové systémy, hlavně dělené multi-split systémy VRV s proměnným průtokem chladiva, u nichž lze na jednu venkovní jednotku připojit až 40 vnitřních jednotek. Regulaci a hospodárny provoz celého systému zajišťuje centrální počítač. Výhodou split systémů je, že nejhlučnější komponenty jsou umístěny ve vnějším prostředí, takže nezvyšují hluk v místnosti. Nevýhodou je nutnost samostatného větracího systému a obvykle bývají cenově dražší.

B. Výpočtová část

B.1 Popis objektu

Objekt, který řeším, je administrativní a školící centrum Katastrálního úřadu pro jihomoravský kraj. Jedná se o čtyřpodlažní budovu s dvoupodlažním parkoviskem v suterénně. V tomto centru jsou umístěny učebny, prostorný kongresový sál, kancelárie, byty a v prvním nadzemním podlaží hala s jídelnou.

B.1.2 Analýza objektu

Budova byla postavena z cihel plných pálených a z větší části cihelných tvarovek supertherm. Nosné sloupky jsou ze železobetonu. Konstrukční výška je v místnostech různá. Proto a kvůli rozvodům vzduchotechniky jsou zakryté podhledmi. Budova se dá rozdelit na dvě části, na administrativní a školící část. Administrativní část tvoří byty, kanceláře a hala s jídelnou, tato část je 4-podlažní. Školící část tvoří učebny a kongresový sál, pod touto částí jsou umístěny podzemní garáže. Tato část má 1 nadzemní a 2 podzemní podlaží. Obě části jsou spojeny chodbou, která vede do velké vstupné haly.

Vzduchotechniku budu řešit pro kongresový sál, učebny a halu s chodbou. Ostatné místnosti budou větrané přirozeně a vytápěné ústředním topením. Navrhuji 3 vzduchotechnické jednotky. Zařízení 1 bude pro kongresový sál, 2 pro chodbu a 3 pro učebny. Zařízení č. 2 a 3 budou ve strojovně, místnost č. 2.16. Pro 1 bude strojovna umístěná v garáži, místnost č. 1.01.

Tab.1 Tabulka
místností

Zařízení 1- Kongresový sál		
číslo m.	název místnosti	plocha [m2]
2.15	Kongr. sál	106,93
2.14	Příruční sklad	4,22

Zařízení 3- Učebny		
číslo m.	název místnosti	plocha [m2]
2.17	Učebna	83,1
2.18	Učebna	83,1
2.19	Učebna	83,1

Zařízení 2- Chodba		
číslo m.	název místnosti	plocha [m2]
2.01.	Hala	207,3
2.02.	Šatna	22,9
2.21	Chodba	199,1
2.03.	WC ženy	18,33
2.05.	WC muži	15,1
2.06.	Úklidová m.	2,27
2.22	WC muži	22,3
2.27	WC ženy	22,97
2.28	Úklidová m.	1,35

Zařízení č. 1. Klimatizace kongresového sálu

VZT jednotka pro první zařízení bude sloužit pro větrání a ochlazování v létě místnosti kongresový sál. V zimě bude sloužit pro vykurování. Tato jednotka bude obsahovat směšování a rotační výměník. Přívod vzduchu bude zabezpečen ze střechy kongresového sálu. Výfuk odpadního vzduchu bude do prostor garáže.

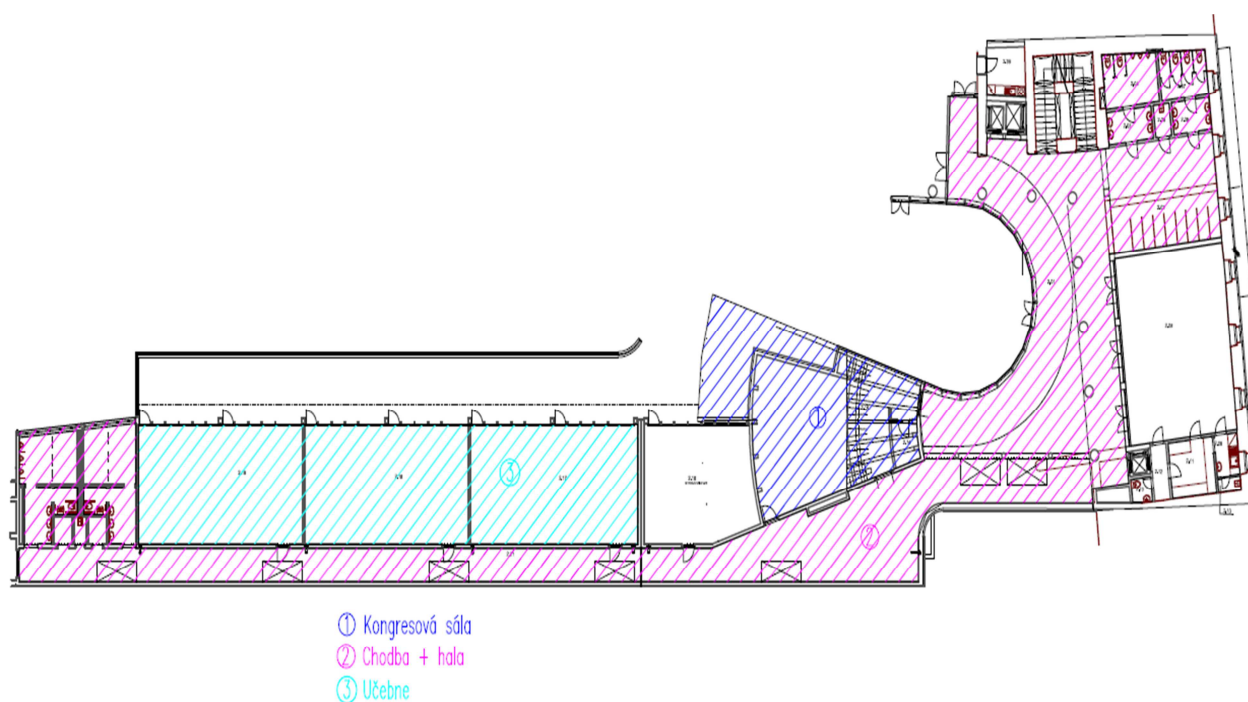
Zařízení č. 2. Větrání chodby a hygienických prostorů

VZT jednotka pro druhé zařízení bude jenom větrat chodbu, halu, šatnu a hygienické prostory. V druhé VZT jednotce bude umístěn deskový výměník, aby se nezneškodňoval priváděný vzduch vzduchem z hygienických prostor. Přívod vzduchu bude ze střechy.

Zařízení č. 3. Větrání a částečné chlazení učeben

VZT jednotka pro třetí zařízení bude sloužit za účelem větrání učeben. Bude obsahovat rotační výměnník. V létě bude částečně odvádět tepelné zisky. Kvůli velmi velké tepelné zátěži navrhuji fancoily pro chlazení v létě. Přívod vzduchu bude ze střechy nad strojovnou. Odvod bude zabezpečen taky vývodem na střechu. Kvůli estetickému vzhledu budou vývody na střechu obestavěny. Do vnějšího prostředí budou trčet protidešťové žaluzie.

V zimním období bude pokrytí tepelných ztrát pro celou budovu zabezpečovat ústřední topení. VZT jednotky zajišťují jen nucené větrání. Obsahují sice chladič i ohříváč, ale jen proto, aby ohříval nebo chladil přiváděný vzduch na parametry místnosti.



Obr. 26 Rozdělení budovy na jednotlivá zařízení

B.2 Výpočet součinitele prostupu tepla

Tepelný odpor vrstvy konstrukce:

$$R = \sum d_j / \lambda_j \quad [m^2 \cdot K/W]$$

$$d - \text{tloušťka konstrukce} \quad [m]$$

$$\lambda - \text{součinitel tepelné vodivosti} \quad [W/m \cdot K]$$

$$R_T = R_{se} + R + R_{si} \quad [m^2 \cdot K/W]$$

$$R_{se} - \text{odpor při přestupě tepla na vnější straně} \quad [m^2 \cdot K/W]$$

$$R_{si} - \text{odpor při přestupě tepla na vnitřní straně} \quad [m^2 \cdot K/W]$$

$$U = 1/R_T \quad [W/m^2 \cdot K]$$

Tab.2 Součinitel prostupu tepla

A- Podlaha pod učebnami a kongresovým sálem

materiál	d[m]	$\lambda[W/mK]$	R[m2K/W]	Rsi[m2K/W]	Rse[m2K/W]	U[W/m2K]
Marmoleum	-	-	0	0,1	0,04	0,26
Anhydrit.mazanina	0,055	1,3	0,04230769			
Separáční fólie	-	-	0			
Polystyren EPS	0,04	0,043	0,93023256			
��B Stropní deska	0,3	1,43	0,20979021			
Orsil NF	0,1	0,039	2,56410256			
St��rkov�� omítka	-	-	0			

B- St  cha nad u  bnami a kongresov  m s  lem

materiál	d[m]	$\lambda[W/mK]$	R[m2K/W]	Rsi[m2K/W]	Rse[m2K/W]	U[W/m2K]
Titanzinkov�� plech	-	-	0	0,17	0,04	0,20
Dolie Delta Trela Plus	-	-	0			
Bedn��n��	0,025	0,15	0,16666667			
St��e��n�� PN d��lce Thermotec	0,14	0,0312	4,48717949			
SDK deska na zav��s.	0,012	0,22	0,05454545			
Krokve po v��la��ku	-	-	0			

C- Podlaha pod halou

materiál	d[m]	$\lambda[W/mK]$	R[m2K/W]	Rsi[m2K/W]	Rse[m2K/W]	U[W/m2K]
Keram.dla��ba+lepidlo	0,015	1	0,015	0,17	0,04	0,18
Anhyd.niv. vrstva	0,045	1,3	0,03461538			
Separ��a��n�� fólie	-	-	-			
Polystyren EPS 100Z	0,04	0,043	0,93023256			
��B sp��rahu��j��c�� deska	0,07	1,43	0,04895105			
Trap��zov�� plech	-	-	-			

Ocelové vál. Profily	-	-	-			
Vzduchová mezera	0,26	0,147	1,76870748			
Isophen	0,1	0,038	2,63157895			
Rošt z CD profilu	-	-	-			
SDK deska GKF	0,015	0,22	0,06818182			

D- Strop nad halou

materiál	d[m]	λ [W/mK]	R[m ² K/W]	Rsi[m ² K/W]	Rse[m ² K/W]	U[W/m ² K]
Koberec	-	-	-			
Anhyd.niv. vrstva	0,055	1,3	0,04230769			
Separační fólie	-	-	-			
Polystyren EPS 100Z	0,04	0,043	0,93023256	0,1	0,04	0,15
ŽB spřahující deska	0,07	1,43	0,04895105			
Trapézový plech	-	-	-			
Ocelové vál. Profily	-	-	-			
Vzduchová mezera	0,4	0,147	2,72108844			
Isophen	0,1	0,038	2,63157895			
Rošt z CD profilu	-	-	-			
SDK deska GKF	0,015	0,22	0,06818182			

E- Vnější stěna učebny a kongresový sál

materiál	d[m]	λ [W/mK]	R[m ² K/W]	Rsi[m ² K/W]	Rse[m ² K/W]	U[W/m ² K]
Omítka	0,05	0,99	0,05050505			
Polystyren EPS	0,14	0,043	3,48837209			
ŽB	0,30	1,43	0,23776224	0,13	0,04	0,25
Omítka	0,05	0,99	0,05050505			

F- Vnitřní stěna (učebna 2.19-WC)

materiál	d[m]	λ [W/mK]	R[m ² K/W]	Rsi[m ² K/W]	Rse[m ² K/W]	U[W/m ² K]
Omítka	0,05	0,99	0,05050505			
ŽB	0,14	1,43	0,0979021	0,13	0,04	2,71
Omítka	0,05	0,99	0,05050505			

G- Vnitřní stěna (učebny-chodba, kongresový sál-chodba)

materiál	d[m]	λ [W/mK]	R[m ² K/W]	Rsi[m ² K/W]	Rse[m ² K/W]	U[W/m ² K]
Omítka	0,05	0,99	0,05050505			
ŽB	0,19	1,43	0,13286713	0,13	0,04	2,48
Omítka	0,05	0,99	0,05050505			

B.3 Výpočet tepelné bilance

Osluněná část okna:

$$S(os) = [la - (e1 - f)] \cdot [lb - (e2 - g)] \quad [m^2]$$

$$l(a) - \text{výška zasklení} \quad [m]$$

$$l(b) - \text{šířka zasklení} \quad [m]$$

$$f - \text{odstup od svislé stínící překážky} \quad [m]$$

$$g - \text{odstup od vodorovné stínící překážky} \quad [m]$$

$$c - \text{hloubka okna} \quad [m]$$

$$d - \text{hloubka okna} \quad [m]$$

$$e(1) - \text{vodorovný stín}$$

$$e(1) = c \cdot \tan |\alpha - \gamma| \quad [m]$$

$$e(2) - \text{svislý stín}$$

$$e(2) = d \cdot \tanh / \cos |\alpha - \gamma| \quad [m]$$

$$h - \text{výška slunce} \quad [-]$$

$$\alpha - \text{sluneční azimut} \quad [-]$$

$$\gamma - \text{azimut stěny} \quad [-]$$

$$S(o) - \text{plocha zasklení jednoho okna} \quad [m^2]$$

$$S(o) = 0,85 \cdot S(os)$$

$$S(os) - \text{celková plocha okna} \quad [m^2]$$

Tepelný zisk sluneční radiací pro jedno okno:

$$Q(or) = [S(os) \cdot I(o) \cdot c(0) + (S(o) - S(os)) \cdot I(odif)] \cdot s \quad [W]$$

$$c(0) - \text{korekce na čistotu atmosféry} \quad [-]$$

$$c(0) = 0,85 \text{ pro městskou a průmyslovou oblast}$$

$$I(o) - \text{celková intenzita radiace procházející oknem} \quad [W \cdot m^{-2}]$$

$$I(odif) - \text{intenzita difúzní radiace procházející oknem} \quad [W \cdot m^{-2}]$$

$$s - \text{stínící součinitel} \quad [-]$$

Tepelné zisky oken konvekci:

$$Q(ok) = S(ok) \cdot U(o) \cdot (te - ti) \quad [W]$$

ti – teplota interiéru [°C]

te – teplota vnějšího vzduchu pro určenou hodinu [°C]

Celková tepelná zátěž okny:

$$Q(o) = Q(or) + Q(ok) \quad [W]$$

Tepelné zátěž vnějších stěn

Všetky steny sú v rozmedzí 0,08-0,45 m.

Stěna středně těžká

$$Q(s) = U(s) \cdot S \cdot [(trm - ti) + m \cdot (tr\psi - trm)] \quad [W]$$

S – plocha stěny s odečtenými otvory [m²]

$$m \doteq (1 + 7,6 \cdot \delta) / 2500 \cdot \delta \quad [-]$$

m – součinitel zmenšení teplotního kolísání

δ – tloušťka stěny [m]

$tr\psi$ – rovnocenná sluneční teplota v době o ψ hodin dřív

Fázové posunutí teplotních kmitů ψ :

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

Produkce tepla od lidí:

$$Q(l) = nl \cdot 6,2 \cdot (36 - ti) \quad [W]$$

nl – počet lidí

Tepelná produkce svítidel:

$$Q(sv) = S(s) \cdot P(s) \cdot c(1) \cdot c(2) \quad [W]$$

$S(s)$ – podlahová plocha zmenšená o přirozeně osvětlenou plochu u oken [m²]

$P(s)$ – výkon osvětlení [W/m²]

$c(1)$ – součinitel současnosti používání svítidel [-]

$c(2)$ – zbytkový součinitel 1 [-]

Vodní zisky:

$$Q(l) = nl \cdot ml \quad [g/h]$$

ml – produkce vodní páry na jednu osobu

Tepelné ztráty:

$$H_t = A \cdot U \quad [W]$$

H_t – ztráta prostupem při $(t_i - t_e) = 1$

$$Q = H_t \cdot (t_i - t_e) \quad [W]$$

Tab.3 Tepelné bilance

Zařízení č. 3**2.18- Učebna**

Tepelné zisky okny									
21.7.ve 8h	l_o	539	W/m ²	V					
Velikost okna		výška(m)	šířka(m)	m^2					
2.18		3,825	12,2	46,665	[m ²]				
Sok(m ²)				46,665	[m ²]				
So(m ²)	$Sok \cdot 0,85$			39,66525	[m ²]				
Osluněná část okna									
$e_1(m)$	$c \cdot \tan \alpha - \gamma l$			0,226926	[m]	$c(m)$		0,35	
				$(\alpha - \gamma) > 90^\circ \Rightarrow S_{os} = 0$		$\alpha(^{\circ})$		100	
						$\gamma(^{\circ})$		90	
$e_2(m)$	$d \cdot \tan(h) / \cos \alpha - \gamma l$			0,260079	[m]	d		0,35	
				$(\alpha - \gamma) > 90^\circ \Rightarrow S_{os} = 0$		$\alpha(^{\circ})$		100	
						$\gamma(^{\circ})$		90	
						$h(-)$		34	
Sos(m ²)	$(l_a - (e_1 - f)) \cdot (l_b - (e_2 - g))$			0	[m ²]	$l_a(m)$		3,725	
						$l_b(m)$		12	
						$f(m)$		0,05	
						$g(m)$		0,05	
Tepelný zisk sluneční radiací									
$Q_{or}(W)$	$(S_{os} \cdot l_o \cdot c_0 + (S_o - S_{os}) \cdot l_o(dif)) \cdot s$			2 221	[W]	$c_0(-)$		0,85	
						$l_o(dif)$		100	
						$s(-)$		0,56	
Tepelné zisky oken konvencí									
$Q_{ok}(W)$	$Sok \cdot U_o \cdot (t_e - t_i(l))$			1 292	[W]	$U_o(W/m^2K)$		1,3	
						$t_e(^{\circ}C)$		46,3	
						$t_i(zima)(^{\circ}C)$		20	
						$t_i(leto)(^{\circ}C)$		25	
Celková tepelná zátěž od oken									
$Q_o(W)$	$Q_{or} + Q_{ok}$			3 513	[W]				

Tepelná zátěž vnějších stěn					
Qs(W)	$U_s \cdot S \cdot ((t_{rm} - t_i(z)) + m \cdot (t_{r\Psi} - t_{rm}))$	18 [W]	S(m2)	6,87	
			t _{rm} (°C)	29,7	
			m(-)	0,285853	
			t _{rΨ} (°C)	31,6	
			Ψ(h)	13,9	
			δ(m)	0,45	
Tepelné zisky vnitřních stěn					
Qsi(W)	$U_s \cdot S \cdot (t_{io} - t_i)$	126 [W]	učebna-chodba		
			t _{io} (°C)	26	
			S(m2)	50,68125	
Produkce tepla od lidí a pokrmu					
Počet lidí	n _l	40			
Qe(W)	$n_l \cdot 6,2 \cdot (36 - t_i(l))$	2 728 [W]			
Počet pokrmu		0			
1 pokrm	5 Wh	2/jidla za hod			
Qp(W)	$5 \cdot n_p \cdot 24 \cdot 2$	0 [W]			
Produkce od svítidel					
Qsv(W)	$S_s \cdot p_s \cdot c_1 \cdot c_2$	313 [W]	p _s (W/m2)	15	
			c ₁ (-)	1	
S _s =celková plocha-plocha 5m od okna			c ₂ (-)	1	
			S _s (m2)	20,85	
Celková tepelná zátěž(W)		6 697 [W]			

Vodní zisky			
Mw(g/h)	n _l * ml	2 800 [g/h]	ml(g/h)
Vodní zisky(g/h)		2 800 [g/h]	70

Tepelné ztráty	H _t	Q	t _i (°C)	20
Okna	60,6645	1 941 [W]	t _e (°C)	-12
Vnější stěna	1,7175	55 [W]	A _o (m2)	46,665
Střecha	16,6842	534 [W]	A _s (m2)	6,87
Podlaha	21,60704	108 [W]	A _{st} (m2)	83,421
Vnitřní stěna	125,6895	251 [W]	A _p (m2)	83,104
	H _t =A.U	Q=H _t *(t _i -t _e)	t _(sut) (°C)	15
			t _(str) (°C)	18
Tepelné ztráty		2 890 [W]		

2.19,2.17 -

Učebny

Tepelné zisky okny					
21.7.ve					
8h	lo	539	W/m ²	V	
Velikost okna					
	výška(m)	šírka(m)		m ²	
2.18	3,825	12,2		46,665	[m ²]
Sok(m ²)				46,665	[m ²]
So(m ²)	Sok*0,85			39,66525	[m ²]
Osluněná část okna					
e1(m)	c*tan α-Υ		0,226926	[m]	c(m)
		(α-Υ)>90°=> Sos=0			α(°)
					Υ(°)
e2(m)	d*tan(h)/cos α-Υ		0,260079	[m]	d(m)
		(α-Υ)>90°=> Sos=0			α(°)
					Υ(°)
					h(-)
Sos(m ²)	(la-(e1-f))*(lb-(e2-g))		0	[m ²]	la(m)
					lb(m)
					f(m)
					g(m)
Tepelný zisk sluneční radiací					
Qor(W)	(Sos*lo*co+(So-Sos)*lo(dif))*s		2 221	[W]	c0(-)
					lo(dif)
					s(-)
Tepelné zisky oken konvencí					
Qok(W)	Sok*Uo*(te-ti(l))		1 292	[W]	Uo(W/m ² K)
					te(°C)
					ti(zima)(°C)
					ti(leto)(°C)
Celková tepelná zátěž od oken					
Qo(W)	Qor+Qok		3 513	[W]	
Tepelná zátěž vnějších stěn					
Qs(W)	Us*S*((trm-ti(l))+m*(trψ-trm))		40	[W]	S(m ²)
					trm(°C)
					m(-)
					trψ(°C)
					ψ(h)
					δ(m)

Tepelné zisky vnitřních stěn				učebna-chodba	
Qsi(W)	Us*S*(tio-ti)	82	[W]	tio(°C)	26
				S(m2)	32,9925
				Us	2,48
				učebna-WC	
		48	[W]	tio(°C)	26
				S(m2)	17,68875
				Us	2,71
Produkce tepla od lidí a pokrmu					
Počet lidí	nl	40			
Qe(W)	nl*6,2*(36-ti(l))	2 728	[W]		
Počet pokrmu		0			
1 pokrm	5 Wh	2/jidla za hod			
Qp(W)	5*np*24*2	0	[W]		
Produkce od svítidel					
Qsv(W)	Ss*ps*c1*c2	313	[W]	ps(W/m2)	15
				c1(-)	1
Ss=celková plocha-plocha 5m od okna				c2(-)	1
				Ss(m2)	20,85
Celková tepelná zátěž(W)		6 724	[W]		

Vodní zisky			
Mw(g/h)	nl*ml	2 800	ml(g/h)
Vodní zisky(g/h)		2 800	[g/h]

Tepelné ztráty	Ht	Q	ti(°C)	20
Okna	60,6645	1 941 [W]	te(°C)	-12
Vnější stěna	7,691625	246 [W]	Ao(m2)	46,665
Střecha	16,6842	534 [W]	As(m2)	30,7665
Podlaha	21,60704	108 [W]	Ast(m2)	83,421
Vnitřní stěna WC	47,93651	96 [W]	Ap(m2)	83,104
Vnitřní stěna chodba	81,8214	164 [W]	t(sut)(°C)	15
Ht=A.U	Q=Ht*(ti-te)		t(chod)(°C)	18
Tepelné ztráty		3 089	[W]	

Celková tepelná zátěž: Ql= 20145 W

Celkové vodní zisky: Mw= 8400 g/h

Celkové tepelné ztráty: Qz=9068 W

Zařízení č. 1

2.15-Kongresový sál

Tepelné zisky okny				
21.7.ve 8h	lo	539	W/m2	V
Velikost okna		m2		
2.15		93,8	[m2]	
Sok(m2)		93,8	[m2]	
So(m2)	Sok*0,85	79,73	[m2]	
Osluněná část okna				
e1(m)	c*tan α - γ l	0,081045	[m]	c(m)
	(α - γ)>90°=> Sos=0			α (°)
				γ (°)
e2(m)	d*tan(h)/cos α - γ l	0,092885	[m]	d(m)
	(α - γ)>90°=> Sos=0			α (°)
				γ (°)
				h(-)
Sos(m2)	(la-(e1-f))*(lb-(e2-g))	0	[m2]	la(m)
				lb(m)
				f(m)
				g(m)
Tepelný zisk sluneční radiací				
Qor(W)	(Sos*lo*co+(So- Sos)*lo(dif))*s	4 465	[W]	c0(-)
				lo(dif)
				s(-)
Tepelné zisky oken konvencí				
Qok(W)	Sok*Uo*(te-ti(l))	2 597	[W]	Uo(W/m2K)
				te(°C)
				ti(zima)(°C)
				ti(leto)(°C)
Celková tepelná zátěž od oken				
Qo(W)	Qor+Qok	7 062	[W]	
Tepelná zátěž vnějších stěn				
Qs(W)	Us*S*((trm-ti(z))+m*(tr Ψ -trm))	195	[W]	S(m2)
				trm(°C)
				m(-)
				tr Ψ (°C)
				Ψ (h)
				δ (m)
Tepelné zisky vnitřních stěn				
Qsi(W)	Us*S*(tio-ti)	87	[W]	učebna-chodba
				tio(°C)
				S(m2)

Produkce tepla od lidí a pokrmu				
Počet lidí	nl(ks)	50		
Qe(W)	nl*6,2*(36-ti(l))	3 410	[W]	
Počet pokrmu(ks)		0		
1 pokrm	5 Wh	2/jidla za hod		
Qp(W)	5*np*48	0	[W]	
Tepelná zátěž od technologie				
projektor			N(W)	150
Qm(W)	c1*c2*N	150	[W]	
			c1(-)	1
			c2(-)	1
Produkce od svítidel				
Qsv(W)	Ss*ps*c1*c2	535	[W]	
			ps(W/m2)	15
			c1(-)	1
Ss=celková plocha-plocha 5m od okna			c2(-)	1
			Ss(m2)	35,65
Celková tepelná zátěž(W)		11 439	[W]	

Vodní zisky				
Mw(g/h)	nl*ml	3 500	ml(g/h)	70
Vodní zisky(g/h)		3 500	[g/h]	

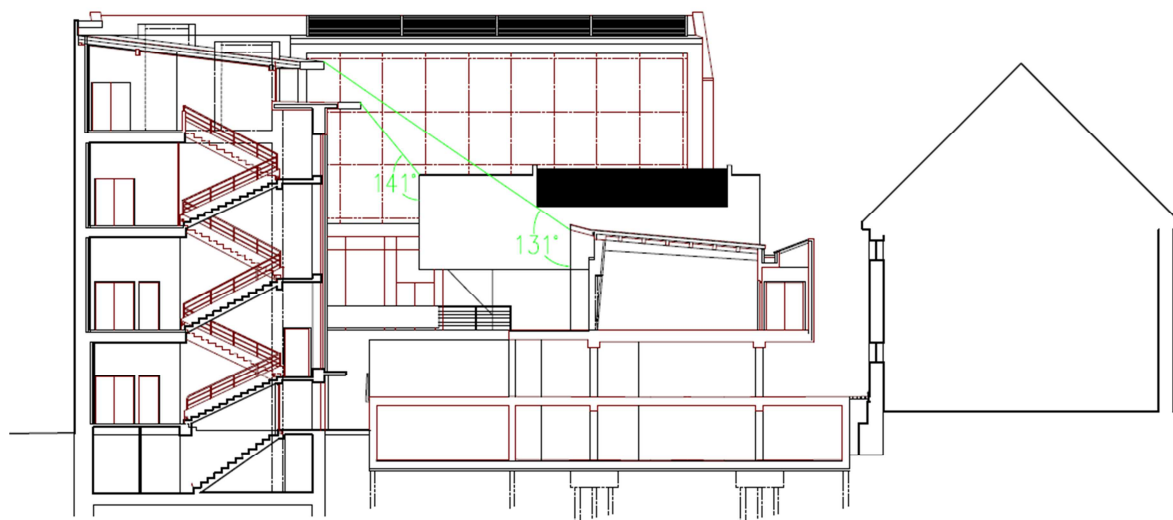
Tepelné ztráty	Ht	Q	ti(°C)	20
Okna	121,94	3 902 [W]	te(°C)	-12
Vnější stěna	19,05595	610 [W]	Ao(m2)	93,8
Střecha	22,75	728 [W]	As(m2)	76,2238
Podlaha	28,899	144 [W]	Ast(m2)	113,75
Vnitřní stěna	86,76528	174 [W]	Ap(m2)	111,15
Ht=A.U	Q=Ht*(ti-te)		t(sut)(°C)	15
			t(chod)(°C)	18
Tepelné ztráty		5 558	[W]	

Celková tepelná zátěž: Ql= 11439 W

Celkové vodní zisky: Mw= 3500 g/h

Celkové tepelné ztráty: Qz= 5558 W

Osluněná plocha okna je 0 m², protože okna směřují mezi administrativní a školící část budovy. Administrativní část je vyšší, takže cloní slunci, aby osvětlilo zasklenou část okna. V pozdějších hodinách, kdyby už bylo dostatečně vysoko, je na jižní straně ale okna jsou orientovány na východ.



Obr. 27 Oslunění oken kongresového sálu a učeben

B.4 Průtoky vzduchu

V budově jsou 3 vzduchotechnické jednotky. Každá je rovnotlaká, to znamená, že kolik vzduchu přivedu, tolik musím i odvést. Učebny a kongresový sál jsou taky rovnotlaké. Součástí haly a chodby jsou hygienická zařízení, odtud budeme vzduch jen odvádět. Vzduch sem přijde podtlakovým systémem z haly a chodby. Na tento účel poslouží dvevní mřížky.

Tab.4 Průtoky vzduchu

Zařízení 1- Kongresový sál								
číslo m.	název místnosti	počet lidí	plocha [m ²]	světla v.[m]	objem [m ³]	přívod[m ³ /h]	odvod[m ³ /h]	výměna[x/h]
2.15	Kongr. sál	50	106,93	4,35	465,15	6000	6000	12,9
2.14	Příruční sklad		4,22	4,35	18,36	0	0	
Σ						6000	6000	

Zařízení 2- Chodba								
číslo m.	název místnosti	počet lidí	plocha [m ²]	světla v.[m]	objem [m ³]	přívod[m ³ /h]	odvod[m ³ /h]	výměna[x/h]
2.01.	Hala		207,3	3,9	808,47	600	300	1,3
2.02.	Šatna		22,9	3,5	80,15	500	110	
2.21	Chodba		199,1	2,65	527,62	800	100	
2.03.	WC ženy		18,33	3,5	64,16	0	295	
2.05.	WC muži		15,1	3,5	52,85	0	320	

2.06.	Úklidová m.		2,27	3,5	7,95	0	30	
2.22	WC muži		22,3	2,65	59,10	0	395	
2.27	WC ženy		22,97	2,65	60,87	0	320	
2.28	Úklidová m.		1,35	2,65	3,58	0	30	
Σ						1900	1900	

Zařízení 3- Učebny								
číslo m.	název místnosti	počet lidí	plocha [m ²]	světla v.[m]	objem [m ³]	přívod[m ³ /h]	odvod[m ³ /h]	výměna[x/h]
2.17	Učebna	40	83,1	3,58	297,50	1200	1200	4
2.18	Učebna	40	83,1	3,58	297,50	1200	1200	4
2.19	Učebna	40	83,1	3,58	297,50	1200	1200	4
Σ						3600	3600	

B.5 Distribuce vzduchu

V budově KÚ pro JMK jsou 3 zařízení na rozvod vzduchu. V zařízení č. 2 a 3 jsou k přívodu použity vířivé výústě. Na odvod v učebnách (zařízení č. 3) jsou namontovány taky vířivé výústě. Další použitou výústkou je talířový ventil, který slouží pro odvod vzduchu ze zařízení č. 2. V kongresovém sálu jsou pro přívod použity dýzy s dlouhým dosahem. Pro odvod slouží odvodná mřížka.

Vířivá výústka v učebnách (zařízení č. 3)

-určím typ desky pomocí průtoku. Průtok jednou výústkou je 400 m³/h.

Tab. 7.1.1. Základní parametry

Jmenovitý rozměr	300 8 lamel	400, 500, 600, 625 16 lamel	500 24 lamel	600, 625 24 lamel	600, 625 48 lamel	625 54 lamel	825 74 lamel
$\dot{V}_{\max}$ [m ³ /h]	180	320	420	660	850	950	1200
$\dot{V}_{\min}$ [m ³ /h]	55	100	140	200	360	400	560
L_{WAmax} [dB(A)]	39	40	39	40	40	43	40
L_{WAmin} [dB(A)]	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
S_{ef} [m ²]	0,007	0,014	0,021	0,0295	0,042	0,0473	0,0715

Obr. 28 Vířivá výúst' VVM 500 / 24 lamel [5]

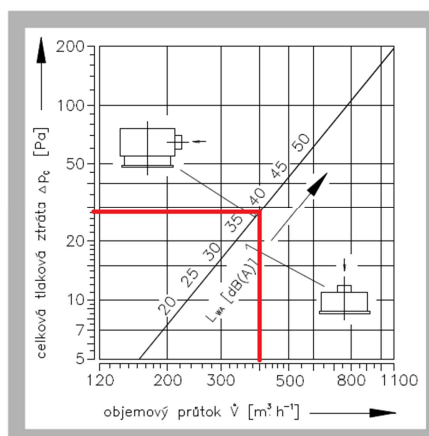
Typ desky 500 – 24 lamel.

-určíme hlučnost a tlakovou ztrátu výústky

Tlaková ztráta je 28 Pa a hlučnost výústky 39 dB.

Pro přívod i odvod v učebnách(zařízení č.3) jsou navrhnuté rovnaké vyústě.

Diagram 9.3.1. Tlaková ztráta a akustický výkon



Vířivá výustka na chodbě (zařízení č.2)

Průtok vzduchu je 300m³/h

Tab. 7.1.1. Základní parametry

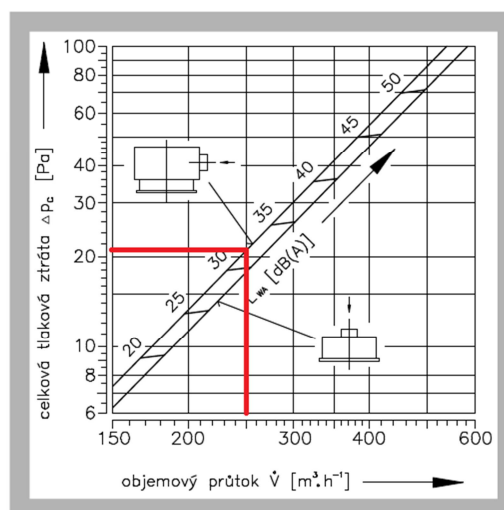
Jmenovitý rozměr	300 8 lamel	400, 500, 600, 625 16 lamel	500 24 lamel	600, 625 24 lamel	600, 625 48 lamel	625 54 lamel	825 74 lamel
$\dot{V}_{\max}$ [m ³ /h]	180	320	420	660	850	950	1200
$\dot{V}_{\min}$ [m ³ /h]	55	100	140	200	360	400	560
$L_{WA\max}$ [dB(A)]	39	40	39	40	40	43	40
$L_{WA\min}$ [dB(A)]	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
S_{ef} [m ²]	0,007	0,014	0,021	0,0295	0,042	0,0473	0,0715

Obr. 29 Vířivá výust VVM 400 / 16 lamel [5]

Volím typ 400 – 16 lamel.

Tlaková ztráta je 21 Pa, hlučnost 32 dB.

Diagram 9.2.1. Tlaková ztráta a akustický výkon

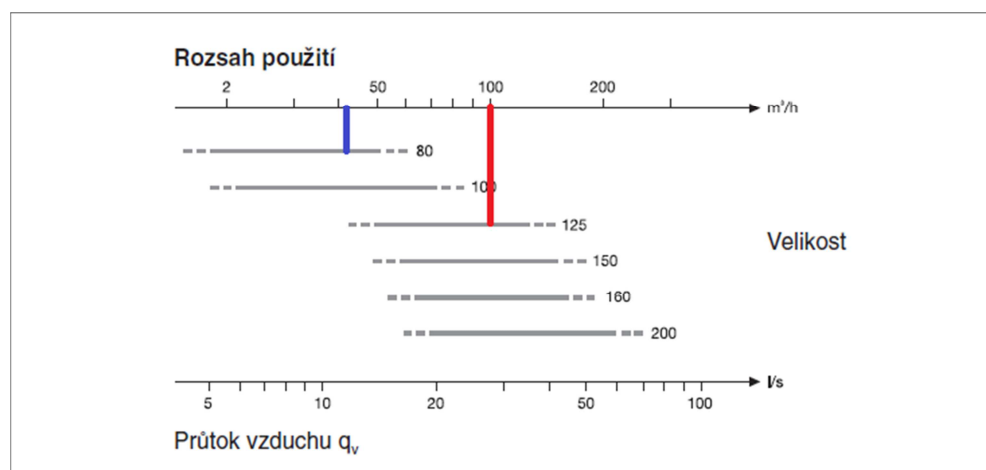


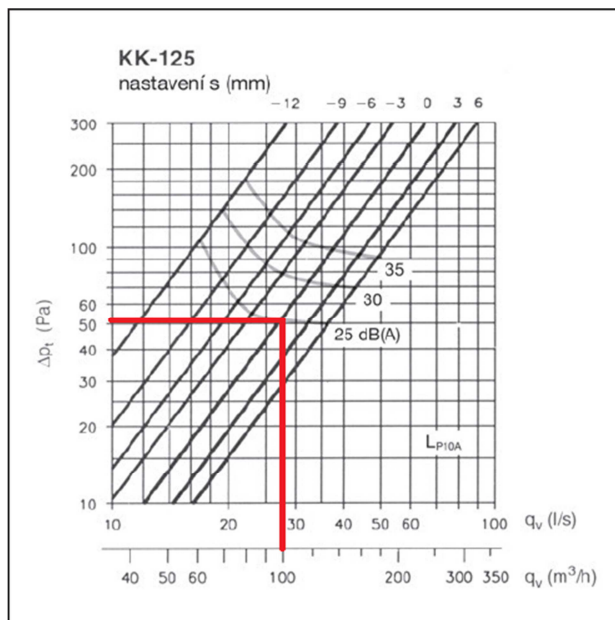
Talířový ventil zařízení č.2

Průtok 100m³/h – volím typ KK 125, průměr 165mm

Průtok 30m³/h –
volím typ KK 80,
průměr 125mm.

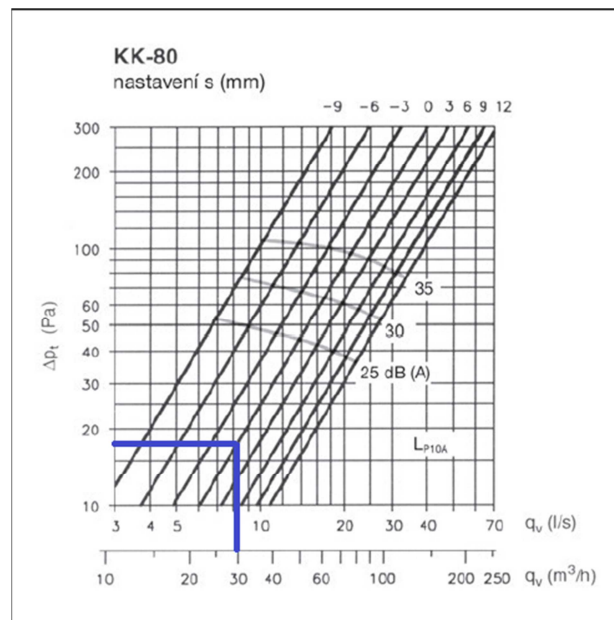
Obr. 30 Talířový ventil KK [6]





Obr. 31 Talířový ventil KK – 125 [6]

tlaková ztráta: 51 Pa
hlučnost: 25 dB



Obr. 32 Talířový ventil KK – 80 [6]

18 Pa
13 dB

Dýza s dlouhým dosahem zařízení č.1

Průtok 1000m³/h. Vybírám dýzu s dlouhým dosahem DF-47-36.
Tlaková stráta 12 Pa,
hlučnost 22 dB.

Q		Velikost	23	26	36	312	410
[m³/h]	[l/s]	A_v [m²]	0,0198	0,0283	0,0613	0,1213	0,1508
150	41,7	V_k [m/s]	2,1				
		$X_{0,3}$ $X_{0,5}$ $X_{1,0}$ [m]	4,6 2,7 1,4				
		ΔP_c [Pa]	3				
		L_{wA} [dB(A)]	<15				
300	83,3	V_k [m/s]	4,2	3,2			
		$X_{0,3}$ $X_{0,5}$ $X_{1,0}$ [m]	9,1 5,5 2,7	6,6 3,9 2,0			
		ΔP_c [Pa]	10	3			
		L_{wA} [dB(A)]	<15	<15			
450	125,0	V_k [m/s]	6,3	3,3	2,0		
		$X_{0,3}$ $X_{0,5}$ $X_{1,0}$ [m]	13,7 8,2 4,1	9,8 5,9 3,0	6,5 3,9 2,0		
		ΔP_c [Pa]	24	6	2		
		L_{wA} [dB(A)]	27	<15	<15		
600	166,7	V_k [m/s]	8,4	4,3	2,7		
		$X_{0,3}$ $X_{0,5}$ $X_{1,0}$ [m]	18,3 11,0 5,5	13,1 7,9 3,9	8,7 5,2 2,6		
		ΔP_c [Pa]	42	11	4		
		L_{wA} [dB(A)]	36	18	<15		
800	222,2	V_k [m/s]	11,2	5,8	3,6	1,8	
		$X_{0,3}$ $X_{0,5}$ $X_{1,0}$ [m]	24,4 14,6 7,3	17,5 10,9 5,2	11,6 7,0 3,5	8,3 5,0 2,5	
		ΔP_c [Pa]	74	20	8	2	
		L_{wA} [dB(A)]	45	27	<15	<15	
1000	277,8	V_k [m/s]	14,1	7,2	4,5	2,3	1,8
		$X_{0,3}$ $X_{0,5}$ $X_{1,0}$ [m]	>30 18,3 9,1	21,9 13,1 6,6	14,5 8,7 4,4	10,3 6,2 3,1	7,5 4,5 2,2
		ΔP_c [Pa]	116	31	12	3	2
		L_{wA} [dB(A)]	52	34	22	<15	<15
2000	555,6	V_k [m/s]	14,9	14,9	4,6	3,7	
		$X_{0,3}$ $X_{0,5}$ $X_{1,0}$ [m]	>30 26,2 13,1	29,0 17,1	8,7	20,6 12,4 6,2	15,0 9,0 4,5
		ΔP_c [Pa]	123	123		12	8
3000	833,3	V_k [m/s]					
		$X_{0,3}$ $X_{0,5}$ $X_{1,0}$ [m]					
		ΔP_c [Pa]					
		L_{wA} [dB(A)]					
5000	1388,9	V_k [m/s]					
		$X_{0,3}$ $X_{0,5}$ $X_{1,0}$ [m]					
		ΔP_c [Pa]					
		L_{wA} [dB(A)]					
6000	1666,7	V_k [m/s]					11,1
		$X_{0,3}$ $X_{0,5}$ $X_{1,0}$ [m]					>30 26,8 13,5
		ΔP_c [Pa]					71
		L_{wA} [dB(A)]					54
7000	1944,4	V_k [m/s]					12,8
		$X_{0,3}$ $X_{0,5}$ $X_{1,0}$ [m]					>30 >30 15,7
		ΔP_c [Pa]					96
		L_{wA} [dB(A)]					59

Obr. 33 Dýzy s dlouhým dosahem [6]

Odvodní mřížka zařízení č.1

Průtok 1000m³/h. Navrhují
odvodní mřížku NOVA-E
300x400 mm.

Velkosť		Pt - tlakové straty (Pa)		
200	100	2	9	15
300	100	2	8	14
400	100	2	8	14
500	100	2	8	13
300	150	2	9	16
400	150	2	9	15
500	150	2	6	10
600	150	2	8	14
300	200	2	9	15
400	200	2	8	14
500	200	2	7	11
600	200	2	9	15
800	200	4	9	14
500	300	4	10	15
600	300	3	8	12
800	300	4	9	14
1000	300	2	9	15
		20-25	30	35-40
		dB (A)		

Veľkosť		Voľná plocha (m ²)		Odporúčané množstvo vzduchu (m ³ /h, l/s)															
		Rozmery		Voľná plocha	Hmotnosť														
		L	H	A _v	m	R1	R2	R3	UR										
		mm		m ²	kg														
300	100	400	100	0,028	0,38	0,69	0,5	0,67	0,33										
400	150		150	0,046	0,45	0,93	0,64	0,91	0,36										
500	150		200	0,064	0,53	1,18	0,78	1,15	0,39										
600	150		300	0,1	0,67	1,67	1,05	1,63	0,46										
300	200		400	0,135	0,81	2,15	1,32	2,11	0,53										
400	200		---	---	---	---	---	---	---	---									
500	200		0,081																
600	200		0,098																
800	200		0,132																
500	300		0,126																
600	300		0,152																
800	300		0,205																
1000	300		0,257																
m ³ /h				100	200	300	400	500	600	700	800	1000	1400	1600	2000	2500	3000	3500	
l/s				27,8	55,6	83,3	111	139	167	194	222	278	389	444	556	694	833	972	

Obr. 34 Odvodní mřížky [6]

Tlaková ztráta činí 9 Pa.

Hlučnost 30 dB.

B.6 Dimenzování potrubí

n – pořadové číslo úseku

V – prútok vzduchu v úseku

L – délka úseku

v' – předběžná rychlost

S' – předběžná průtočná plocha

$$S' = V/(v' * 3600)$$

d' – průměr kruhového potrubí

d – čtyřhrannému potrubí typizovaného průřezu d odpovídá průměr kruhu dle tabulky „rovnocenný průměr čtyřhranného potrubí“

$$d=2*\sqrt{S'/\pi}$$

AxB – rozměr stran čtyřhranného potrubí

v – skutečná rychlost

$$V = \frac{V/3600}{\pi * (\frac{d}{2})^2}$$

S – skutečná průtočná plocha

R – měrná tlaková ztráta, podle skutečného průměru d

ξ – součet součinitelů vražených odporů tvarovek

Z – tlaková ztráta místními odpory

 $[m^3/h]$ $[m]$ $[m/s]$ $[m^2]$ $[m^2]$ $[m^2]$ $[m]$ $[m/s]$ $[m^2]$ $[Pa/m]$
$$[-]$$

$$Z = \xi \cdot \frac{1}{2} \cdot v^2 \cdot \rho$$

[Pa]

Z+R*L – celková tlaková ztráta úseku

[Pa]

Tab.5 Dimenze potrubí

Zařízení č.1													
DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ A TLAKOVÁ ZTRÁTA - KONGRESOVÝ SÁL													
PŘÍVOD													
n	V	L	v'	S'	d'	d	AxB	v	S	R	ξ	Z	Z+R*L
	m ³ /h	m	m/s	m	m	m	m	m/s	m	Pa/m	-	Pa	Pa
1	1000	1	2,5	0,111	0,376	0,387	0,5*0,315	2,363	0,118	0,31	1,6	4,8	17,1
2	2000	1,1	3	0,185	0,486	0,444	0,5*0,4	3,590	0,155	0,31	1,6	11,1	11,5
3	3000	1,2	3,5	0,238	0,551	0,5	0,5*0,5	4,246	0,196	0,4	1,6	15,6	16,1
4	4000	1,2	4,5	0,247	0,561	0,558	0,5*0,63	4,546	0,244	0,41	2,2	24,6	25,0
5	1000	1	2,5	0,111	0,376	0,387	0,5*0,315	2,363	0,118				
6	2000	1,9	3	0,185	0,486	0,444	0,5*0,4	3,590	0,155				
7	6000	10,4	5	0,333	0,652	0,783	0,76*0,84	3,463	0,481	0,18	2,7	17,5	19,4
											CELKOVÁ ZTRÁTA		
											69,7		
8	6000	13	5	0,333	0,652	0,643	0,5*0,9	5,135	0,325	0,41	2,1	29,9	65,2
											CELKOVÁ ZTRÁTA		
											134,9		

DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ A TLAKOVÁ ZTRÁTA - KONGRESOVÝ SÁL													
ODVOD													
n	V	L	v'	S'	d'	d	AxB	v	S	R	ξ	Z	Z+R*L
	m ³ /h	m	m/s	m	m	m	m	m/s	m	Pa/m	-	Pa	Pa
1	1000	0,8	2,5	0,111	0,376	0,387	0,5*0,315	2,363	0,118	0,31	1,6	4,8	14,1
2	2000	0,95	3	0,185	0,486	0,444	0,5*0,4	3,590	0,155	0,31	1,6	11,1	11,4
3	3000	1,1	3,5	0,238	0,551	0,5	0,5*0,5	4,246	0,196	0,4	2,2	21,4	21,9
4	1000	0,8	2,5	0,111	0,376	0,387	0,5*0,315	2,363	0,118				
5	2000	0,95	3	0,185	0,486	0,444	0,5*0,4	3,590	0,155				
6	3000	0,65	3,5	0,238	0,551	0,5	0,5*0,5	4,246	0,196				
7	6000	3	4	0,417	0,729	0,783	0,76*0,84	3,463	0,481	0,18	3,4	22,0	22,6
											CELKOVÁ ZTRÁTA		
											47,4		
8	6000	4,8	4	0,417	0,729	0,667	1*0,5	4,772	0,349	0,45	1	12,3	14,5
9	4000	1,2	3,5	0,317	0,636	0,667	1*0,5	3,182	0,349	0,21	0,3	1,6	1,9
10	2000	1,2	2	0,278	0,595	0,667	1*0,5	1,591	0,349	0,11	0,3	0,4	9,5
											CELKOVÁ ZTRÁTA		
											73,3		

Žlutě jsou označeny vedlejší úseky. K prvnímu úseku je vždy připočítána tlaková ztráta samotné nejvzdálenější výustky. K poslednímu pak tlaková ztráta protidešťové žaluzie nebo poslední výustky na přívode/odvode z VZT jednotky do vnějšího prostředí.

Zařízení č. 2													
DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ A TLAKOVÁ ZTRÁTA - CHODBA													
PŘÍVOD													
n	V	L	v'	S'	d'	AxB	d	v	S	R	ξ	Z	Z+R*L
	m ³ /h	m	m/s	m	m	m	m	m/s	m	Pa/m	-	Pa	Pa
1	250	3,4	2	0,035	0,210	0,2*0,225	0,212	1,968	0,035	0,31	0,9	1,883	24
2	500	10,9	2,4	0,058	0,272	0,225*0,355	0,275	2,340	0,059	0,31	1,2	3,547	7
3	800	7,4	2,8	0,079	0,318	0,28*0,355	0,313	2,890	0,077	0,33	0,9	4,058	6
4	1100	28,6	3,2	0,095	0,349	0,355*0,355	0,355	3,089	0,099	0,32	3,7	19,060	28
5	300	23,3	2	0,042	0,230	0,2*0,28	0,235	1,922	0,043				
6	550	23,5	2,4	0,064	0,285	0,28*0,28	0,280	2,482	0,062				
7	800	1,5	2,8	0,079	0,318	0,28*0,355	0,313	2,890	0,077				
8	1900	2,4	4	0,132	0,410	0,5*0,45	0,474	2,992	0,176	0,31	2,3	11,122	12
											CELKOVÁ ZTRÁTA		
											77		
9	1900	2,5	4	0,132	0,410	0,5*0,45	0,474	2,992	0,176	0,31	1,2	5,803	37
											CELKOVÁ ZTRÁTA		
											114		

DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ A TLAKOVÁ ZTRÁTA - CHODBA													
ODVOD						šířka*výška							
n	V	L	v'	S'	d'	AxB	d	v	S	R	ξ	Z	Z+R*L
	m ³ /h	m	m/s	m	m	m	m	m/s	m	Pa/m	-	Pa	Pa
1	100	0,93	1,3	0,021	0,165	0,18*0,16	0,169	1,239	0,022	0,19	0,6	0,497	52
2	195	0,9	1,5	0,036	0,214	0,25*0,2	0,212	1,535	0,035	0,21	0,6	0,764	1
3	295	2,05	1,7	0,048	0,248	0,25*0,25	0,250	1,670	0,049	0,18	0,6	0,904	1
4	415	0,5	1,9	0,061	0,278	0,355*0,315	0,334	1,316	0,088	0,1	0,6	0,561	1
5	100	0,9	1,3	0,021	0,165	0,18*0,16	0,169	1,239	0,022				
6	200	1,3	1,5	0,037	0,217	0,25*0,2	0,212	1,575	0,035				
7	615	2,5	1,9	0,090	0,338	0,355*0,315	0,334	1,951	0,088	0,2	0,8	1,644	2
9	645	6,5	1,9	0,094	0,347	0,355*0,355	0,355	1,811	0,099	0,12	2,6	4,605	5
10	755	8,7	2,1	0,100	0,357	0,355*0,355	0,355	2,120	0,099	0,19	1,5	3,640	5
11	855	3,6	2,3	0,103	0,363	0,355*0,355	0,355	2,401	0,099	0,2	0,3	0,934	2
12	955	3,6	2,5	0,106	0,368	0,355*0,355	0,355	2,681	0,099	0,24	0,3	1,165	2
13	1055	21,8	2,7	0,109	0,372	0,355*0,355	0,355	2,962	0,099	0,31	4,3	20,376	27
14	1155	22	2,9	0,111	0,375	0,355*0,355	0,355	3,243	0,099	0,35	2	11,359	19
15	100	1,2	1,3	0,021	0,165	0,18*0,16	0,169	1,239	0,022				
16	200	2,3	1,5	0,037	0,217	0,25*0,2	0,212	1,575	0,035				
17	300	1,9	1,7	0,049	0,250	0,25*0,25	0,250	1,699	0,049				
18	95	1,7	1,3	0,020	0,161	0,18*0,16	0,169	1,177	0,022				
19	395	7,9	1,8	0,061	0,279	0,315*0,25	0,279	1,796	0,061				
20	110	1,1	1,3	0,024	0,173	0,18*0,16	0,169	1,363	0,022				
21	220	1,8	1,5	0,041	0,228	0,25*0,25	0,250	1,246	0,049				
22	320	2,2	1,7	0,052	0,258	0,25*0,25	0,250	1,812	0,049				
23	350	1,4	1,8	0,054	0,262	0,28*0,25	0,264	1,777	0,055				

24	745	48,2	1,8	0,115	0,383	0,355*0,355	0,355	2,092	0,099				
25	1900	1,8	3	0,176	0,473	0,5*0,45	0,474	2,992	0,176	0,21	2,3	11,122	11
											CELKOVÁ ZTRÁTA 129		
26	1900	6,9	3	0,176	0,473	0,5*0,45	0,474	2,992	0,176	0,21	2,4	11,605	33
											CELKOVÁ ZTRÁTA 162		

Zařízení č.3 DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ A TLAKOVÁ ZTRÁTA - UČEBNÝ													
PŘÍVOD													
n	V	L	v'	S'	d'	d	AxB	v	S	R	ξ	Z	Z+R*L
	m ³ /h	m	m/s	m	m	m	m	m/s	m	Pa/m	-	Pa	Pa
1	400	3	2,5	0,044	0,238	0,237	0,25*0,225	2,520	0,044	0,27	0,6	2,057	31
2	800	3	2,9	0,077	0,312	0,315	0,315*0,315	2,853	0,078	0,43	0,6	2,637	4
3	1200	6,6	3,3	0,101	0,359	0,355	0,355*0,355	3,369	0,099	0,16	0,6	3,678	5
4	1600	3	3,7	0,120	0,391	0,397	0,355*0,45	3,592	0,124	0,31	0,6	4,181	5
5	2000	3	4	0,139	0,421	0,415	0,355*0,5	4,109	0,135	0,31	0,6	5,471	6
6	2400	6,6	4,4	0,152	0,439	0,435	0,355*0,56	4,488	0,149	0,37	0,6	6,526	9
7	2800	3	4,8	0,162	0,454	0,454	0,355*0,63	4,807	0,162	0,58	0,6	7,487	9
8	3200	3	4,9	0,181	0,481	0,473	0,355*0,71	5,061	0,176	0,45	0,6	8,300	10
9	3600	9	5	0,200	0,505	0,619	0,6*0,65	3,325	0,301	0,20	3,6	21,488	23
											CELKOVÁ ZTRÁTA 102		
10	3600	3,7	5	0,200	0,505	0,619	0,6*0,65	3,325	0,301	0,20	1,2	7,163	38
											CELKOVÁ ZTRÁTA 140		

DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ A TLAKOVÁ ZTRÁTA - UČEBNÝ													
ODVOD													
n	V	L	v'	S'	d'	d	AxB	v	S	R	ξ	Z	Z+R*L
	m ³ /h	m	m/s	m	m	m	m	m/s	m	Pa/m	-	Pa	Pa
1	400	3	2,5	0,044	0,238	0,237	0,25*0,225	2,520	0,044	0,27	0,6	2,057	31
2	800	3	2,9	0,077	0,312	0,315	0,315*0,315	2,853	0,078	0,43	0,6	2,637	4
3	1200	6,6	3,3	0,101	0,359	0,355	0,355*0,355	3,369	0,099	0,16	0,6	3,678	5
4	1600	3	3,7	0,120	0,391	0,397	0,355*0,45	3,592	0,124	0,31	0,6	4,181	5
5	2000	3	4	0,139	0,421	0,415	0,355*0,5	4,109	0,135	0,31	0,6	5,471	6
6	2400	6,6	4,4	0,152	0,439	0,435	0,355*0,56	4,488	0,149	0,37	0,6	6,526	9
7	2800	3	4,8	0,162	0,454	0,454	0,355*0,63	4,807	0,162	0,58	0,6	7,487	9
8	3200	3	4,9	0,181	0,481	0,473	0,355*0,71	5,061	0,176	0,45	0,6	8,300	10
9	3600	7	5	0,200	0,505	0,619	0,6*0,65	3,325	0,301	0,20	2,4	14,325	16
											CELKOVÁ ZTRÁTA 95		
10	3600	4,5	5	0,200	0,505	0,619	0,6*0,65	3,325	0,301	0,20	2,4	14,325	35
											CELKOVÁ ZTRÁTA 130		

B.6.1 Izolace potrubí

Zaizolujeme výfuk a sání v strojovně až po požární klapky čtyřhraného potrubí minerálními deskami tloušťky 6 cm. Deskami s tloušťkou budou izolovány i potrubí, kde je požární klapka umístěna mimo přechodu konstrukcí. Ostatní části potrubí zaizolujeme taky deskami z minerální vlny tloušťky 3 cm. Odvodní potrubí izolováno nebude.

B.7 Návrh VZT jednotek

Zařízení č. 1:

Navrhují jednotku s ohřívačem, chladičem, rekuperátorem a rotačním výměnníkem. Taky obsahuje filtr a ventilátor. Filtry jsou třídy G3. Jednotka je v provedení nad sebou.

Zima: V zimním období slouží jednotka jak pro větrání, tak i pro vytápění místnosti.

$$Q = V \cdot \rho \cdot \Delta t \cdot c = (6000/3600) \cdot 1010 \cdot 3 \cdot 1,2 = 6 \text{ kW}$$

Tepelná ztráta činí 5,6 kW. VZT jednotka pokryje všechnu tepelnou zátěž. Není třeba vykurovat ústředním topením. Výstupní teplota z VZT jednotky bude 23 °C.

Léto: V letních měsících vzduchotechnická jednotka chladí a větrá kongresový sál.

$$Q = V \cdot \rho \cdot \Delta t \cdot c = (6000/3600) \cdot 1010 \cdot 6 \cdot 1,2 = 12 \text{ kW}$$

Tepelná zátěž v létě je 11,4 kW. Takže jednotka odvede všechnu tepelnou zátěž. Výstupní teplota je 19°C.

Podrobné informace o jednotce a Hx diagramy jsou v příloze.

Zařízení č. 2:

Toto zařízení slouží pouze pro větrání místností. Obsahuje filtr, deskový výměnník, chladič, ohřívač a ventilátor. Chladič a ohřívač slouží pouze pro předeřtí (ochlazení) vzduchu přiváděného z exteriéru. Deskový výměnník navrhují kvůli odvodu odpadního vzduchu z hygienických proctor, aby se nezměšoval nevyhovující a čerstvý vzduch.

Podrobné informace o jednotce a Hx diagramy jsou v příloze.

Zařízení č. 2:

Tato VZT jednotka má ohřívač, chladič, filtr, ventilator a rotační výměnník.

V zimě zajišťuje požadovanou teplotu ústřední vytápění. VZT jednotka nám slouží pouze pro větrání v zimním období.

V létě slouží jednotka jako větrání a částečně pro chlazení učeben.

$$Q_{VZT} = V \cdot \rho \cdot \Delta t \cdot c = (3600/3600) \cdot 1010 \cdot 3 \cdot 1,2 = 3,6 \text{ kW}$$

Tepelná zátěž je 20 kW. Výstupní vzduch z výustek bude 22°C.

Ostatní tepelnou zátěž odvedou navrhnuté fancoily.

$$Q_{FCU} = Q_{celkové} - Q_{VZT} = 20 - 3,6 = 15,4 \text{ kW}$$

Navrhují 6x FFQ 35- 2x do každé učebny

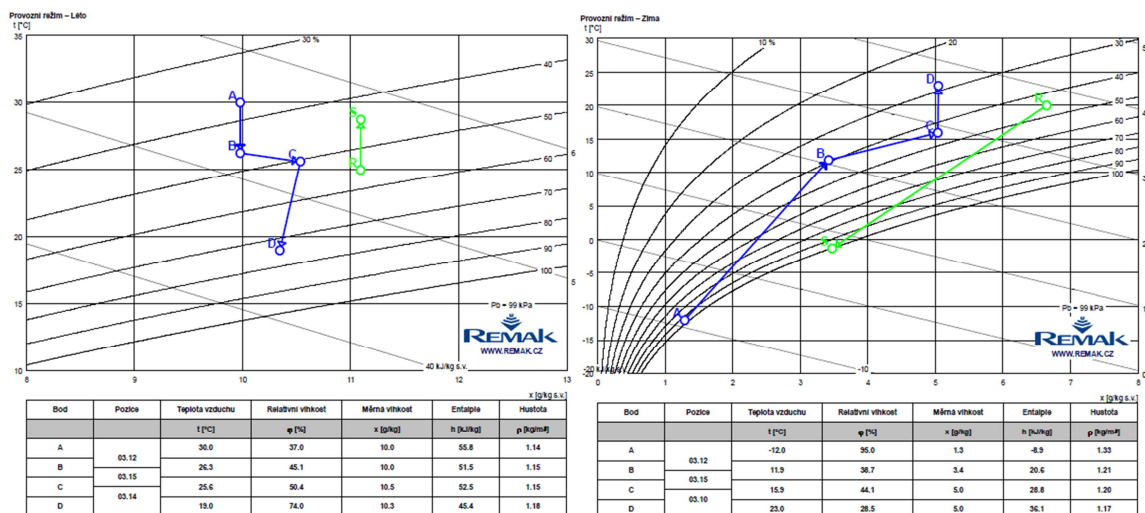
$$Q_{FCU} = V \cdot \rho \cdot \Delta t \cdot c = (600/3600) \cdot 1010 \cdot 14 \cdot 1,2 = 2,8 \text{ kW}$$

$$Q_{FCU} * 6 = 16,8 \text{ kW}$$

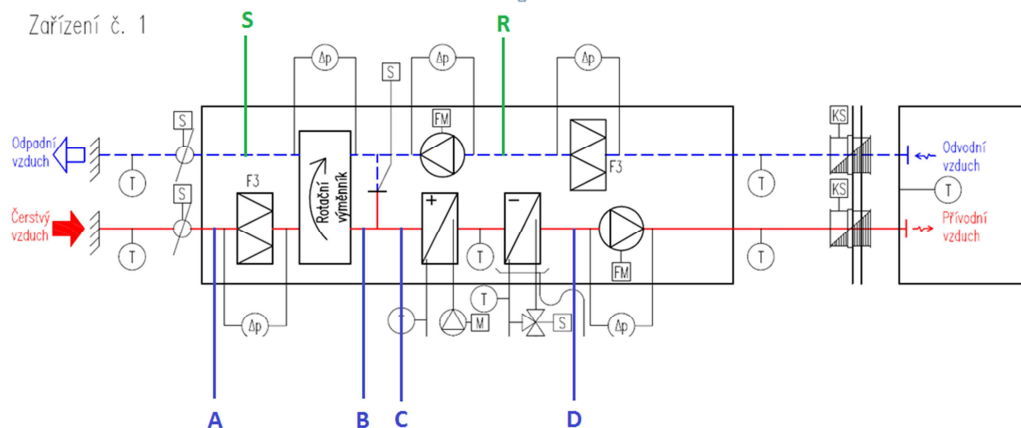
Podrobné informace o jednotce a Hx diagramy jsou v příloze.

B.7.1 Úpravy vzduchu

Zařízení č. 1

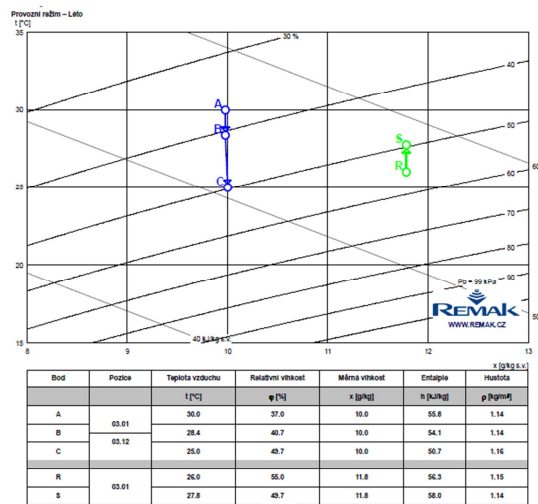
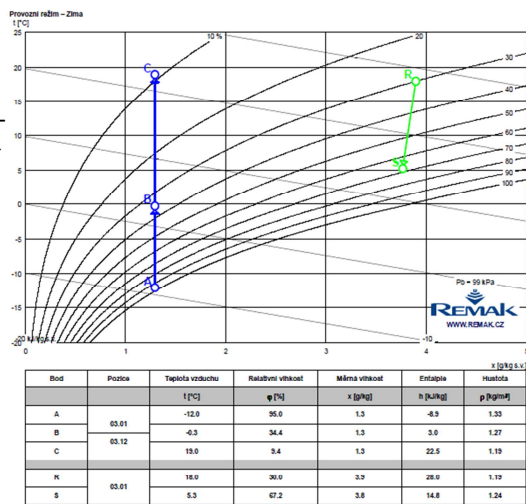


Zařízení č. 1

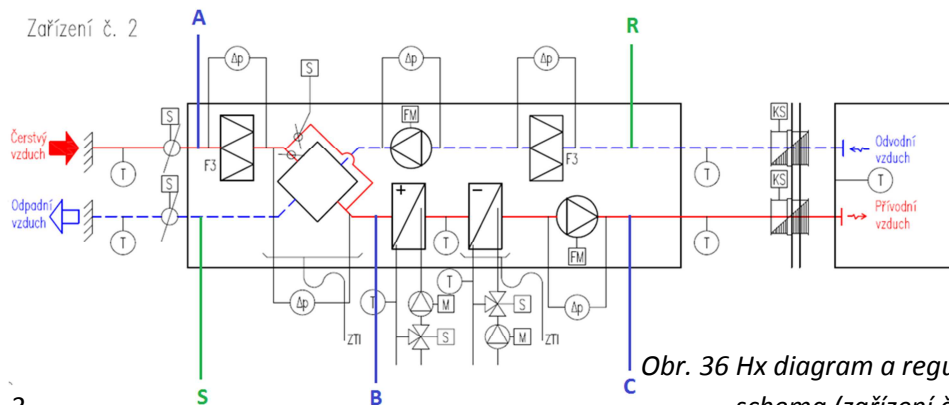


Obr. 35 Hx diagram a regulační schema (zařízení č. 1)

Zařízení č. 2

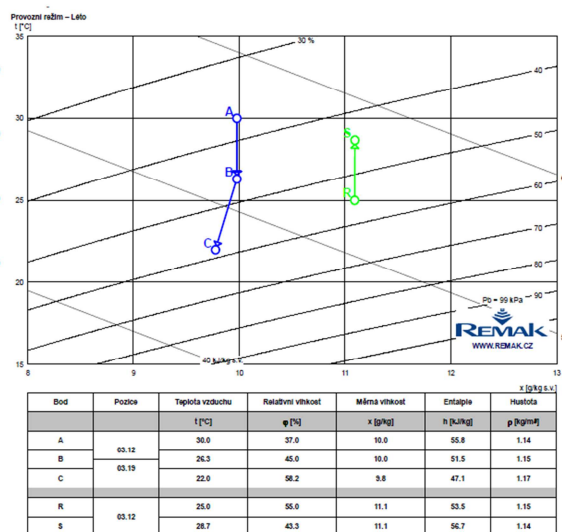
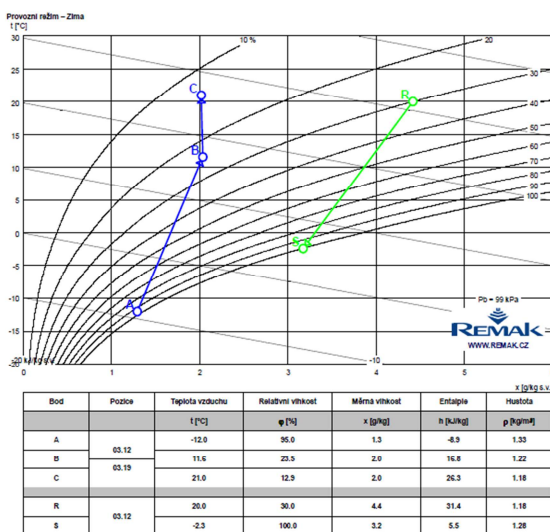


Zařízení č. 2

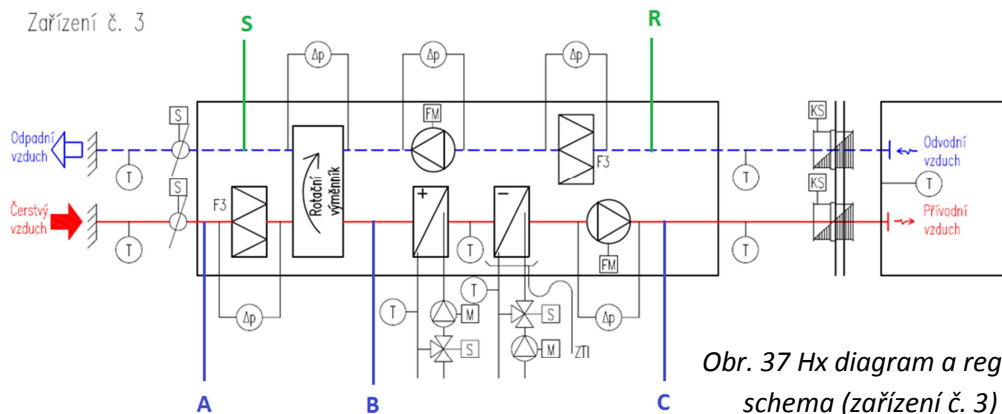


Obr. 36 Hx diagram a regulační schema (zařízení č. 2)

Zařízení č. 3



Zařízení č. 3



Obr. 37 Hx diagram a regulační schema (zařízení č. 3)

B.8 Útlum hluku

Od ventilátoru se šíří hluk cez potrubí až do místnosti. Nejkritičejší je výustka umístněna nejbliž vzduchotechnické jednotce. Tlumičema se snažím tento hluk co nejmíc zmenšit. Podle druhu místnosti máme různé maximální hladiny akustického hluku. Například pro učebny je to 55 dB.

Výpočty:

Odbočka z hlavní větve: $D_1 = 10 * \log \frac{\sum S_{odb}}{S_{odb1}}$

Odbočka k výustce: $D_2 = 10 * \log \frac{\sum S_{odb}}{S_{odb1}}$

Útlum koncovým odrazem: $D_3 = 10 * \log[1 + (\frac{c}{\pi * f * d})^{1,88}]$

c – rychlost vzduchu

f – frekvence

d – průměr otvoru

Hluk vystupující z výustky: $L_S = 10 * \log(10^{0,1*L_1} + 10^{0,1*L_W})$

L_1 – vlastní hluk výustky

L_W – hluk ve výustce

Korekce na počet výustek: $K_1 = 10 * \log(n_p)$

n_p – počet výustek

Hluk všech přívodních výustek: $L = K_1 + L_S$

Vliv přívodního i odvodního potrubí:

$$L_{w,s} = 10 * \log(10^{0,1*L_{přívodní}} + 10^{0,1*L_{odvodní}})$$

Pohltivá plocha: $A = \alpha * S$

α – součinitel absorpce

S – plocha konstrukcí obklopující místnost

Útlum hluku: $L_p = L_{w,s} + 10 * \log(\frac{4}{A} + \frac{Q}{4 * \pi * r^2})$

Q – směrový činitel vyjadřující prostorovou omezenost šíření zvukových vln

r – vzdálenost posluchače od výustky

Tab.6 Útlum hluku

Zařízení č. 1 - Přívod Kongresový sál								
f[Hz]	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součet
L _p i-hladina akustického výkonu	63,4	75,2	80,8	80,3	77,3	72,7	66,2	85,3 dB
Přirozený útlum								
Rovné potrubí(0,8m)	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	
Rovné potrubí(7,25m)	4,4	2,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	
Oblouky	0	4	8	12	12	12	12	
Odbočka z hlavní větve	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	
Odbočka k výustce	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	
Útlum koncovým odrazem	5,8	2,4	0,8	0,2	0,1	0,0	0,0	
Hluk ve výustce	47,4	60,8	65,2	61,3	58,5	53,9	47,4	68,4 dB
Vlastní hluk výustky								22 dB
Hluk vystupující z výustky								68,4 dB
Korekce na počet výustek								7,8 dB
Hluk všech přírodních výustek								76,2 dB
Odvod Kongresový sál								
f[Hz]	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součet
L _p i-hladina akustického výkonu	61,4	72,2	76,8	75,3	72,3	67,7	60,2	80,9 dB
Přirozený útlum								
Rovné potrubí(0,45m)	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Oblouky	3	6	9	9	9	9	9	
Rovné potrubí(2,65m)	1,6	0,8	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	
Oblouky	0	1	2	3	3	3	3	
Odbočka z hlavní větve	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	
Odbočka k výustce	4,26	4,26	4,26	4,26	4,26	4,26	4,26	
Útlum koncovým odrazem	7,5	3,5	1,3	0,4	0,1	0,0	0,0	
Hluk ve výustce	41,9	53,6	56,8	55,2	52,5	48,0	40,5	61,2 dB
Vlastní hluk výustky								30 dB
Hluk vystupující z výustky								61,2 dB
Korekce na počet výustek								7,8 dB
Hluk všech přírodních výustek								69,0 dB
Vliv přírodního i odvodního potrubí L _{w,s}								76,9 dB
Útlum hluku v místnosti								
Pohltivá plocha A[m ²]								32,1 m ²
Součtová hodnota akustického výkonu v místnosti L _p								69,6 dB
Učebny L _{max}								50 dB
Potřeba navrhnout tlumič hluku!								
Přívod Kongresový sál s tlumičem								
Návrh tlumiče: 2x d= 500 mm, s= 900 mm, L= 2000 mm								
Hluk ve výustce(bez tlumiče)	47,4	60,8	65,2	61,3	58,5	53,9	47,4	68,4 dB
Útlum tlumiče hluku	16	34	44	80	72	48	28	
Hluk ve výustce(s tlumičem)	31,4	26,8	21,2	-18,7	-13,5	5,9	19,4	33,2 dB
Vlastní hluk výustky								22 dB
Hluk vystupující z výustky								33,5 dB
Korekce na počet výustek								7,8 dB
Hluk všech přírodních výustek								41,3 dB
Odvod Kongresový sál s tlumičem								
Návrh tlumiče: d= 500 mm, s= 900 mm, L= 1500 mm								
Hluk ve výustce(bez tlumiče)	41,9	53,6	56,8	55,2	52,5	48,0	40,5	61,2 dB
Útlum tlumiče hluku	6	13	18	31	29	19	12	
Hluk ve výustce(s tlumičem)	35,9	40,6	38,8	24,2	23,5	29,0	28,5	44,0 dB
Vlastní hluk výustky								30 dB
Hluk vystupující z výustky								44,1 dB
Korekce na počet výustek								7,8 dB
Hluk všech přírodních výustek								51,9 dB
Vliv přírodního i odvodního potrubí s tlumičem L _{w,s}								52,3 dB
Součtová hodnota akustického výkonu v místnosti L _p								45,0 dB
Rychlost vzduchu - potrubí 900/500	3,70 m/s							

Zařízení č. 2 - Přívod Chodba								
f[Hz]	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součet
L _p i-hladina akustického výkonu	62,8	75,2	81,6	81,7	79	74,5	68	80,7 dB
Přirozený útlum								
Rovné potrubí(2,5m)	1,5	1,1	0,8	0,5	0,5	0,5	0,5	
Oblouky	0	0	2	4	6	6	6	
Rovné potrubí(0,55m)	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
Odbočka z hlavní větve	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	
Odbočka k výustce	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	
Ohebné potrubí	16	21	17,5	13,5	10	12,5	8	
Útlum koncovým odrazem	12,3	7,3	3,4	1,2	0,4	0,1	0,0	
Hluk ve výustce	26,6	39,5	51,8	56,3	56,0	49,3	47,3	60,5 dB
Vlastní hluk výustky								32 dB
Hluk vystupující z výustky								60,5 dB
Korekce na počet výustek								8,5 dB
Hluk všech přívodních výustek								69,0 dB
Odvod Chodba								
f[Hz]	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součet
L _p i-hladina akustického výkonu	57,8	67,2	71,6	67,7	64	57,5	49	77,2 dB
Přirozený útlum								
Rovné potrubí(13,5m)	8,1	6,1	4,1	2,7	2,7	2,7	2,7	
Oblouky	0	0	3	6	9	9	9	
Rovné potrubí(1m)	0,6	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	
Oblouky	0	2	4	6	6	6	6	
Odbočka z hlavní větve	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	
Odbočka k výustce	4,45	4,45	4,45	4,45	4,45	4,45	4,45	
Ohebné potrubí	15	19	16	12,5	9	10,5	6	
Útlum koncovým odrazem	14,6	9,3	4,8	1,9	0,6	0,2	0,0	
Hluk ve výustce	11,8	22,8	31,9	30,7	28,8	21,3	17,4	35,9 dB
Vlastní hluk výustky								25 dB
Hluk vystupující z výustky								36,2 dB
Korekce na počet výustek								7,0 dB
Hluk všech přívodních výustek								43,2 dB
Vliv přívodního i odvodního potrubí L _w ,s								69,0 dB
Útlum hluku v místnosti								
Pohltivá plocha A[m ²]								233,0 m ²
Součtová hodnota akustického výkonu v místnosti L _p								58,0 dB
Chodba L _{max}								55 dB
Potřeba navrhnout tlumič hluku!								
Přívod Chodba s tlumičem Návrh tlumiče: d= 450 mm, s= 500 mm, L = 500 mm (100/50)								
Hluk ve výustce(bez tlumiče)	26,6	39,5	51,8	56,3	56,0	49,3	47,3	60,5 dB
Útlum tlumiče hluku	3	9	13	19	19	15	13	
Hluk ve výustce(s tlumičem)	23,6	30,5	38,8	37,3	37,0	34,3	34,3	43,9 dB
Vlastní hluk výustky								32 dB
Hluk vystupující z výustky								44,2 dB
Korekce na počet výustek								8,5 dB
Hluk všech přívodních výustek								52,6 dB
Odvod Chodba s tlumičem Návrh tlumiče: d= 450 mm, s= 500 mm, L = 500 mm (100/100)								
Hluk ve výustce(bez tlumiče)	11,8	22,8	31,9	30,7	28,8	21,3	17,4	35,9 dB
Útlum tlumiče hluku	2	5	8	11	12	9	6	
Hluk ve výustce(s tlumičem)	9,8	17,8	23,9	19,7	16,8	12,3	11,4	26,9 dB
Vlastní hluk výustky								25 dB
Hluk vystupující z výustky								29,0 dB
Korekce na počet výustek								7,0 dB
Hluk všech přívodních výustek								36,0 dB
Vliv přívodního i odvodního potrubí s tlumičem L _w ,s								52,7 dB
Součtová hodnota akustického výkonu v místnosti L _p								41,7 dB
Rychlost vzduchu - potrubí 500/450	2,35	m/s						

Zařízení č. 3 - Přívod Učebny								
f[Hz]	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součet
L _p i-hladina akustického výkonu	58,8	70,6	76,2	75,6	72,7	68,1	61,5	80,7
Přirozený útlum								
Rovné potrubí(5m)	3	2,25	1,5	1	1	1	1	
Oblouky	0	0	3	6	9	9	9	
Rovné potrubí(1,55m)	0,93	0,47	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	
Oblouky	0	3	6	9	9	9	9	
Odbočka k výustce	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	
Ohebné potrubí	15	19	16	12,5	9	10,5	6	
Útlum koncovým odrazem	10,6	5,9	2,5	0,8	0,2	0,1	0,0	
Hluk ve výustce	27,1	37,8	44,8	43,9	42,1	36,1	34,1	49,2
Vlastní hluk výustky								39
Hluk vystupující z výustky								49,6
Korekce na počet výustek								4,8
Hluk všech přívodních výustek								54,4
Odvod Učebny								
f[Hz]	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součet
L _p i-hladina akustického výkonu	58,6	68,6	73,5	71,2	68,3	63,7	56,1	77,2
Přirozený útlum								
Rovné potrubí(5,1m)	3,1	2,3	1,5	1	1	1	1	
Oblouky	0	0	2	4	6	6	6	
Rovné potrubí(1,3m)	0,78	0,39	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	
Oblouky	0	1	2	3	3	3	3	
Odbočka k výustce	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	
Ohebné potrubí	15	19	16	12,5	9	10,5	6	
Útlum koncovým odrazem	10,6	5,9	2,5	0,8	0,2	0,1	0,0	
Hluk ve výustce	26,9	37,9	47,1	47,5	46,7	40,8	37,7	52,5
Vlastní hluk výustky								39
Hluk vystupující z výustky								52,7
Korekce na počet výustek								4,8
Hluk všech přívodních výustek								57,5
Vliv přívodního i odvodního potrubí L _{w,s}								59,2
Útlum hluku v místnosti								
Pohltivá plocha A								65,1
Součtová hodnota akustického výkonu v místnosti L _p								50,2
Učebny L _{max}								50,0
Potřeba navrhovat tlumič hluku!								
Přívod Chodba s tlumičem								
Návrh tlumiče: d= 650 mm, s= 600 mm, L = 500 mm								
Hluk ve výustce(bez tlumiče)	27,1	37,8	44,8	43,9	42,1	36,1	34,1	49,2
Útlum tlumiče hluku	2	5	8	11	12	9	6	
Hluk ve výustce(s tlumičem)	25,1	32,8	36,8	32,9	30,1	27,1	28,1	40,5
Vlastní hluk výustky								39
Hluk vystupující z výustky								42,8
Korekce na počet výustek								8,5
Hluk všech přívodních výustek								51,3
Odvod Chodba s tlumičem								
Návrh tlumiče: d= 650 mm, s= 600 mm, L = 500 mm								
Hluk ve výustce(bez tlumiče)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,5
Útlum tlumiče hluku	2	5	8	11	12	9	6	
Hluk ve výustce(s tlumičem)	-2,0	-5,0	-8,0	-11,0	-12,0	-9,0	-6,0	2,1
Vlastní hluk výustky								39
Hluk vystupující z výustky								39,0
Korekce na počet výustek								7,0
Hluk všech přívodních výustek								46,0
Vliv přívodního i odvodního potrubí s tlumičem L _{w,s}								52,4
Součtová hodnota akustického výkonu v místnosti L _p								43,9
Rychlost vzduchu - potrubí 600/650	2,56 m/s							

C. Projekt

C.1 Úvod

Předmětem této dokumentace je vypracování vzduchotechniky pro školící část Administrativní a školícího centra KÚ JMK.

C.1.1 Podklady pro zpracování

Podkladem pro zpracování byli výkresy půdorysy a řezy stavební částí projektu. Součástí podkladů jsou příslušné zákony a prováděcí vyhlášky, České technické normy a podklady výrobců vzduchotechnických zařízení:

- ČSN 73 0540 - Tepelná ochrana budov
- ČSN 013454 – Technické výkresy – Instalace – Vzduchotechnika, klimatizace
- ČSN EN 15251/2011 - Vstupní parametry vnitřního prostředí pro návrh a posouzení energetické náročnosti budov s ohledem na kvalitu vnitřního vzduchu, tepelného prostředí, osvětlení a akustiky
- Nařízení vlády č. 148/2006 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
- REMAK a.s. – podklady výrobce
- Elektrodesign, Ventilátory S.R.O. – podklady výrobce
- Systemair – podklady výrobce
- Daikin – podklady výrobce
- Mandik – podklady výrobce

C.1.2 Výpočtové hodnoty klimatických poměrů

Místo:	Brno
Nadmořská výška:	156 m n. m.
Normální tlak vzduchu:	101,3 kPa
Výpočtová teplota vzduchu:	léto: 30 °C, entalpie 56 kJ/kg zima: -12 °C

C.1.3 Výpočtové hodnoty vnitřního prostředí

Vzduchotechnika zajišťuje nucené větrání v školícím středisku. Také zajišťuje chlazení v létě a ohřev vzduchu v zimě v kongresové sále. U zařízení č. 3 částečně chladí v létě. Zbytek tepelné zátěže odvedou fancoily. V zimě zajišťuje požadovanou teplotu ústřední vytápění, okrem kongresového sálu.

místnost	výsledná teplota[°C]		relativní vlhkost[%]		hladina akustického tlaku [dB/A]	
	zima	léto	zima	léto		
učebny	20	25	30	max. 65		50
kongresový sál	20	25	30	max. 65		50
chodba	18	26	-	max. 65		55

Vzhledem k charakteru obsluhovaného prostoru není uvažováno s provozem v noční době.

C.2 Základní koncepční řešení

Vzduchotechnika je navržena pro kongresový sál, učebny, chodbu, která je spojena s halou a hygienickými zařízeními jako jsou WC muži, WC ženy a úklidová komora. Navrhnul jsem 3 VZT jednotky. Každá má ohřívač, chladič, filtry a ventilátory. Zařízení č. 1 a č. 3 mají rotační výměnník. Zařízení č. 2 deskový. Jednotka, která pracuje v kongresové sále, má ještě rekuperátor. Vlhčení vzduchu není uvažováno. VZT jednotky pro zařízení č. 2 a č. 3 jsou umístěny v strojovně vedle učeben. Strojovna pro č. 3 je v podzemních garážích. Provoz VZT zařízení bude řízen samostatným systémem MaR.

C.2.1 Hygienické větrání a klimatizace

Větrání bude navrženo podle:

- dávka venkovního vzduchu (práce v sedě) = $50 \text{ m}^3/\text{h}$
- dávka vzduchu na zařizovací předmět: WC = $50 \text{ m}^3/\text{h}$
 - pisoár = $25 \text{ m}^3/\text{h}$
 - umyvadlo = $30 \text{ m}^3/\text{h}$

Toalety a úklidová komora pracují v podtlakovém systému. Vzduch sem je přiváděn cez dveřní mřížky. Rovnotlaké větrání je navrženo v učebnách a kongresové sále. Na chodbě je navrženo přetlakové větrání. Filtry jsou třídy G3 – jednostupňové.

C.2.2 Energetické zdroje

Elektrická energie

Elektrická energie je uvažována pro pohon elektromotorů VZT a KLM zařízení včetně zdroje chladu.

Tepelná energie

Pro ohřev vzduchu v tepelných výměnících VZT jednotek a ohřívačů bude sloužit kotel o teplotním spádu 70/90 °C.

Chlazení venkovního vzduchu ve výměnících VZT jednotek a fancoilů bude zajištěno výparníkem a vzduchem chlazeným kondenzátorem na střeše strojovny.

C.3 Popis technického řešení

C.3.1 Koncepce větracích zařízení

Všechny jednotky jsou pro přívod a odvod vzduchu, vnitřní provedení nad sebou, obsahují ZZT. VZT jednotky pro zařízení č. 2 a č. 3 jsou umístěny ve strojovně, místnost č. 2.16. Strojovna 1. jednotky bude v podzemním podlaží, kde se nacházejí garáže, místnost č. 1.01. Do každé strojovny vedou jedny dveře. Strojovny jsou řešeny jako samostatné požární úseky. Každá jednotka má vlastní nasávání i výfuk odpadního vzduchu. Z 2. a 3. V zařízení je navržen přívod a odvod vzduchu ze střechy nad strojovnou. Potrubí nad střechou bude obestavěno, kvůli estetickému vzhledu. Přívod z 3. zařízení bude ze střechy kongresového sálu, odvod bude do podzemních garáží. Rozvod po budově bude zabezpečen čtyřhraným potrubím. Potrubí sání a výfuku bude izolováno deskami s minerální vlny

tloušťky 6 cm. Přívodní potrubí bude taky izolováno deskami tloušťky 3 cm. Odvodní potrubí izolováno nebude.

Zařízení č. 1 – Klimatizace kongresového sálu

Nucené větrání, ochlazování v letním období a ohřívání v zimním je navrženo pro kongresový sál. VZT jednotka je umístněna ve strojovně v podzemním podlaží. Je provedena nad sebou a postavena na zemi. Rozvody tvoří čtyřhranné potrubí. Je umístněno v šachtě, která vede hned vedle sálu. Distribuční prvky pro přívod jsou dýzy s dlouhým dosahem. Pro odvod nám slouží odvodné mřížky.

Jednotka je složena s těchto dílců:

přívod – tlumící vložka, uzavírací klapka, filtr, rotační výměnník, směšování, ohříváč, chladič, ventilátor, tlumící vložka

odvod – tlumící vložka, filtr, směšování, rotační výměnník, uzavírací klapka, tlumící vložka

Zařízení č. 2 – Větrání chodby

Nucené větrání je navrženo pro chodbu a hygienické prostory. VZT jednotka je umístněna ve strojovně. Je proveda nad sebou a postavena na zemi. Rozvody tvoří čtyřhranné potrubí. Je umístněno v podhledu. Distribuce vzduchu z potrubí do místnosti je zajištěno pomocí ohebného potrubí přes vířivé vyústky. K odvodu slouží talířové ventily.

Jednotka je složena s těchto dílců:

přívod – tlumící vložka, uzavírací klapka, filtr, deskový výměnník, ohříváč, chladič, ventilátor, tlumící vložka

odvod – tlumící vložka, filtr, deskový výměnník, uzavírací klapka, tlumící vložka

Zařízení č. 3 – Větrání učeben

Nucené větrání a částečného ochlazování je navrženo pro učebny. VZT jednotka je umístněna ve strojovně. Je proveda nad sebou a postavena na zemi. Rozvody tvoří čtyřhranné potrubí. Je umístněno v podhledu. Distribuce vzduchu z potrubí do místnosti je zajištěno pomocí ohebného potrubí přes vířivé vyústky. Odvod je také zabezpečen vířivými vyústkami.

Jednotka je složena s těchto dílců:

přívod – tlumící vložka, uzavírací klapka, filtr, rotační výměnník, ohříváč, chladič, ventilátor, tlumící vložka

odvod – tlumící vložka, filtr, rotační výměnník, uzavírací klapka, tlumící vložka

C.4 Nároky na energie

K zajištění chodu větracích a klimatizačních zařízení je třeba zabezpečit následující zdroje energií: viz příloha 2.

C.5 Měření a regulace

Navržené systémy VZT budou řízeny a regulovány samostatným systémem měření a regulace profese MaR :

- ovládání chodu ventilátorů, silové napájení ovládaných zařízení
- regulace teploty vzduchu řízením výkonu teplovodního ohřivače v zimním období – vlečná regulace (směšování)
- regulace teploty vzduchu řízením výkonu vodního chladiče v letním období (rozdělování)
- umístění teplotních a vlhkostních čidel podle požadavku
- protimrazová ochrana deskového výměníku nastavováním obtokové klapky
- ovládání uzavíracích klapek na jednotce včetně dodání servopohonů
- protimrazová ochrana teplovodního výměníku – měření na straně vzduchu i vody. Při poklesnutí teploty: 1) vypnutí ventilátoru, 2) uzavření klapky, 3) otevření třicístného ventilu, 4) spuštění čerpadla
- signalizace bezporuchového chodu ventilátorů pomocí diferenčního snímače tlaku
- plynulá regulace výkonu ventilátorů frekvenčními měnicemi na přívodu i odvodu vzhledem k zanášení filtrů a možnosti nastavení vzduchového výkonu zařízení podle potřeby provozu a časového rozvrhu
- snímání a signalizace zanesení filtrů
- poruchová signalizace
- snímání signalizace chodu, poruchy a zapnutí a vypnutí zdroje chladu

C.6 Nároky na související profese

C.6.1 Stavební úpravy

Vyspádovat strojovnu do vpusti. Natření podlahy ochranným a nehořlavým nátěrem. Do dveří v podtlakovém systému osadit dveřní mřížky. Obestavět vývody sání a výfuku na střeše strojovny pro zařízení č. 2 a 3. Prostupy potrubí řádně zailozovat. Prostupy pro potrubí zhotovit o 50 mm větší než je jejich rozměr.

C.6.2 Silnoproud

Ochrana před zásahem elektrickým proudem. Uzemnit zařízení. Napojení podle návodu výrobců.

C.6.3 Vytápění a chlazení

Připojit VZT jednotky a fancoily na kondenzátory na střeše potrubím z mědi. Připojit ohřivače VZT jednotky na topnou vodu o teplotním spádu 90/70 °C (včetně příslušných regulačních armatur) a chlazenou vodu 6/12 °C.

C.6.4 Zdravotní technika

Vpustě jsou v strojovnách u VZT jednotek. Odvod kondenzátu bude zabezpečen přes zápachovou uzávěru. Z FCU bude taky odváděn kondenzát přes zápachovou uzávěru.

C.7 Protihluková a protiotřesová opatření

Do rozvodných tras budou uloženy tlumiče hluku, aby bylo zabráněno nadměrnému šíření hluku. Všechny VZT jednotky budou uloženy pružně. Na konci VZT jednotky je vždy tlumící vložka. Prostupy potrubí konstrukcemi budou izolovány.

C.8 Izolace a nátěry

Sání a výfuk budou izolovány deskami s minerální vlny tloušťky 6 cm. Přívodní potrubí bude taktéž izolováno minerálními deskami ale tloušťky jen 3 cm. Plní tepelnou a akustickou funkci.

C.9 Protipožární opatření

Do vzduchovodů vycházejících z požárního úseku strojovny budou vloženy protipožární klapky. Dveře do strojovny budou taky protipožární.

C.10 Montáž, provoz, údržba a obsluha zařízení

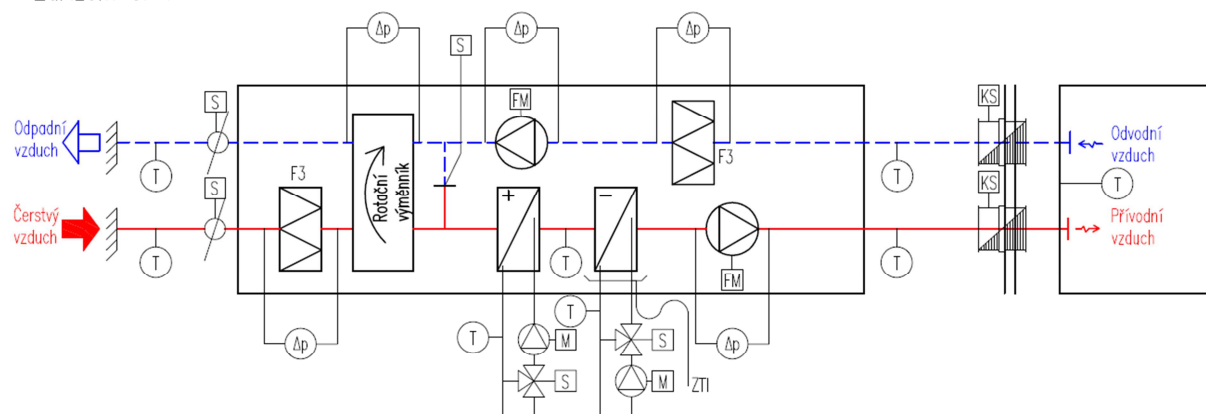
Montáž jednotlivých prvků se musí provádět podle návodu od výrobce. VZT jednotka musí být pravidelně kontrolována a čištěna. Při prvním spuštění by se měla provést kontrola a seřídít jednotlivé prvky. Údržba musí být prováděna pravidelně a podle výrobce.

C.11 Závěr

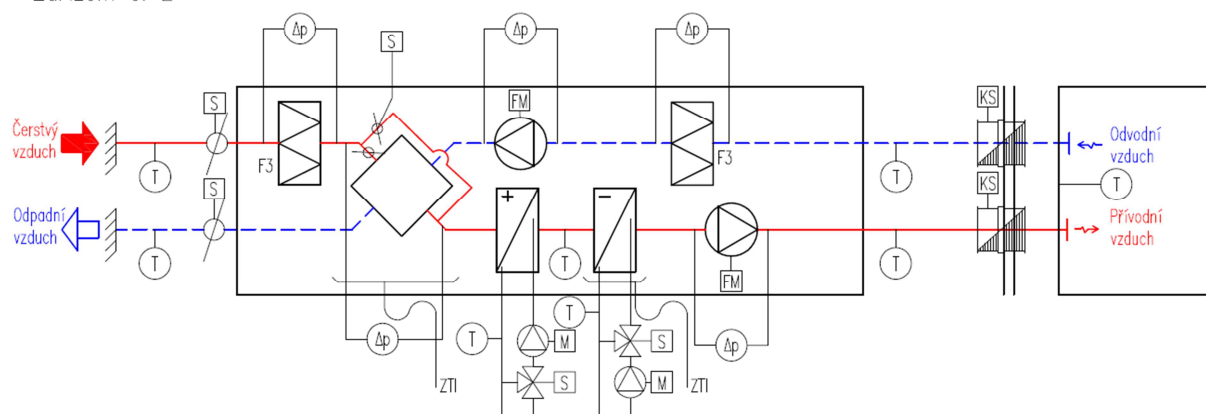
Navržená VZT a KLM zařízení splňuje požadavky na tepelnou pohodu, hospodárnost, hlukové parametry a komfort lidí.

C.12 Regulační schema

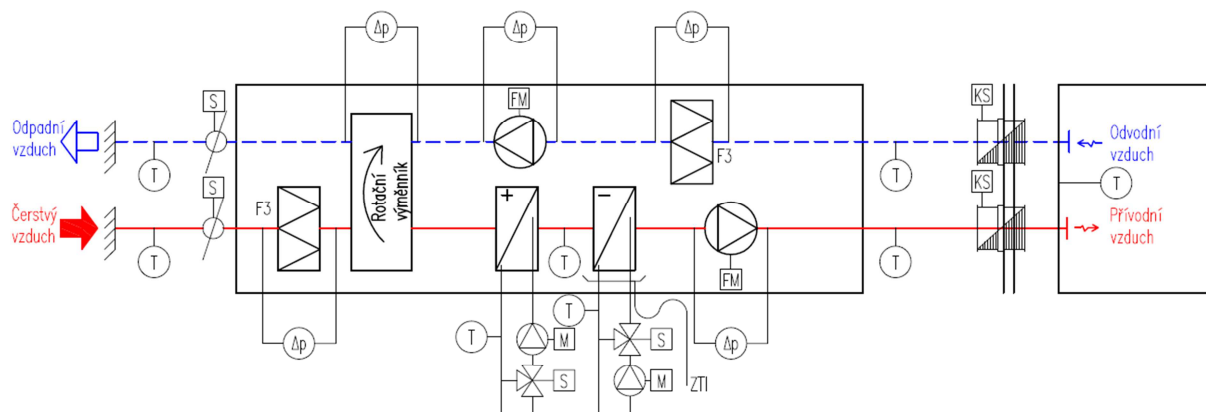
Zařízení č. 1



Zařízení č. 2



Zařízení č. 3



C.13 Technická specifikace

Zařízení č. 1 - VZT kongresového sálu

číslo	popis	výrobce	jednotka	počet
1.1	Centrální jednotkoka AeroMaster XP pro přívod a odvod vzduchu ve složení: tlumící vložky, uzavírací klapky, filtry G3, rotační výměnník, směšování, vodní ohřívač, vodní chladič, eliminátor kapek, ventilátory. Provedení: vnitřní, nad sebou, postavené na zemi.	Remak	ks	1
1.2.01	Tlumič hluku 500 x 900 x 2000	Elektrodesign	ks	2
1.2.02	Tlumič hluku 500 x 900 x 1500	Elektrodesign	ks	1
1.2.03	Protidešťová žaluzie IMOS PZ 900 x 500	VKV	ks	1
1.2.04	Požární klapka IMOS PK-I 900 x 500	VKV	ks	3
1.2.05	Požární klapka IMOS PK-I 1000 x 500	VKV	ks	1
1.3.01	Dýza s dlouhým dosahem DF-47-36	Elektrodesign	ks	6
1.3.02	Odvodní mřížka NOVA-E 300 x 400	Systemair	ks	6
1.3.03	Odvodní mřížka NOVA-E 300 x 1000	Systemair	ks	3
1.4	Čtyřhraný ocelový potrubí do obvodu:	AZ Klima		
	3500 / 40 % tvar. dílů		bm	31
	2630 / 100 % tvar. dílů		bm	3
	1890 / 100 % tvar. dílů		bm	5
1.5	Tepelná izolace z desek z minerální vlny tl. 3 cm	Isover	m2	87

Zařízení č. 2 – VZT chodby

číslo	popis	výrobce	jednotka	počet
1.1	Centrální jednotkoka AeroMaster XP pro přívod a odvod vzduchu ve složení: tlumící vložky, uzavírací klapky, filtry G3, deskový výměnník, vodní ohřívač, vodní chladič, eliminátor kapek, ventilátory. Provedení: vnitřní, nad sebou, postavené na zemi.	Remak	ks	1
1.2.01	Tlumič hluku 450 x 500 x 500 (100 / 50)	Elektrodesign	ks	1
1.2.02	Tlumič hluku 450 x 500 x 500 (100 / 100)	Elektrodesign	ks	1
1.2.03	Protidešťová žaluzie IMOS PZ 450 x 500	VKV	ks	2
1.2.04	Požární klapka IMOS PK-I 355 x 355	VKV	ks	3
1.2.05	Regulační klapka těsná IMOS RKT 280 / 250	VKV	ks	1
1.2.06	Regulační klapka těsná IMOS RKT 180 / 160	VKV	ks	1
1.2.07	Regulační klapka těsná IMOS RKT 355 / 450	VKV	ks	1

1.2.08	Regulační klapka těsná IMOS RKT 355 / 280	VKV	ks	1
1.2.09	Regulační klapka těsná IMOS RKT 250 / 200	VKV	ks	1
1.3.01	Talířový ventil KK 80 odvodní	Elektrodesign	ks	2
1.3.02	Talířový ventil KK 125 odvodní	Elektrodesign	ks	18
1.3.03	Vířivá výúst' přívodní VVM 400 / 16 lamel	Mandik	ks	7
1.4.01	Čtyřhrané ocelové potrubí do obvodu:	AZ Klima		
	2630 / 80 % tvar. Dílů		bm	14
	1500 / 20 % tvar. Dílů		bm	208
	1050 / 60 % tvar. Dílů		bm	24
1.4.02	Ohebné potrubí Sonoflex	Elektrodesign		
	Ø 100		bm	2
	Ø 150		bm	12
	Ø 200		bm	4
1.5.01	Tepelná izolace z desek z minerální vlny tl. 3 cm	Isover	m2	92
1.5.02	Tepelná izolace z desek z minerální vlny tl. 6 cm	Isover	m2	14
1.6.01	Dveřní mřížka NOVA-D 200 x 200	Systemair	ks	2
1.6.02	Dveřní mřížka NOVA-D 400 x 150	Systemair	ks	2
1.6.03	Dveřní mřížka NOVA-D 400 x 300	Systemair	ks	8

Zařízení č. 3 - VZT učebny

číslo	popis	výrobce	jednotka	počet
1.1	Centrální jednotka AeroMaster XP pro přívod a odvod vzduchu ve složení: tlumicí vložky, uzavírací klapky, filtry G3, rotační výměnník, vodní ohříváč, vodní chladič, eliminátor kapek, ventilátory. Provedení: vnitřní, nad sebou, postavené na zemi.	Remak	ks	1
1.2.01	Tlumič hluku 650 x 600 x 500	Elektrodesign	ks	2
1.2.03	Protidešťová žaluzie IMOS PZ 650 x 500	VKV	ks	2
1.2.04	Požární klapka IMOS PK-I 650 x 500	VKV	ks	2
1.3.01	Vířivá výúst' přívodní VVM 500 / 24 lamel	Mandik	ks	9
1.3.02	Vířivá výúst' odvodní VVM 500 / 24 lamel	Mandik	ks	9
1.4.01	Čtyřhrané ocelové potrubí do obvodu:	AZ Klima		
	2630 / 100 % tvar. dílů		bm	27
	1890 / 100 % tvar. dílů		bm	24
	1500 / 100 % tvar. dílů		bm	19
	1050 / 100 % tvar. dílů		bm	7
1.4.02	Ohebné potrubí Sonoflex	Elektrodesign		
	Ø 200		bm	9
1.4.03	Pružná manžeta PMH 710 x 355	AZ Klima	bm	1
1.5.01	Tepelná izolace z desek z minerální vlny tl. 3 cm	Isover	m2	66

1.5.02	Tepelná izolace z desek z minerální vlny tl. 6 cm	Isover	m2	12
1.6.01	Fancoil FFQ 35	Daikin	ks	6

C.14 Tabulka místností

Zařízení 1- Kongresový sál		Údaje o místnosti			parametry větrání			tepelné bilance				
číslo m.	název místnosti	počet lidí	plocha [m2]	světlá v.[m]	objem [m3]	přívod [m3/h]	odvod [m3/h]	výměna [x/h]	tepelná ztráta [kW]	tepelná zátěž [kW]	vlhkostní zátěž [kg/h]	
2.15	Kongr. sál	50	106,93	4,35	465,15	6000	6000	12,9	5,6	11,4	3,5	
2.14	Příruční sklad		4,22	4,35	18,36	0	0					
					Σ	6000	6000					
Zařízení 2- Chodba		Údaje o místnosti			parametry větrání			tepelné bilance				
číslo m.	název místnosti	počet lidí	plocha [m2]	světlá v.[m]	objem [m3]	přívod [m3/h]	odvod [m3/h]	výměna [x/h]	tepelná ztráta [kW]	tepelná zátěž [kW]	vlhkostní zátěž [kg/h]	
2.01.	Hala		207,3	3,9	808,47	600	200	1,3				
2.02.	Šatna		22,9	3,5	80,15	500	110					
2.21	Chodba		199,1	2,65	527,62	800	200					
2.03.	WC ženy		18,33	3,5	64,16	0	295					
2.05.	WC muži		15,1	3,5	52,85	0	320					
2.06.	Úklidová m.		2,27	3,5	7,95	0	30					
2.22	WC muži		22,3	2,65	59,10	0	395					
2.27	WC ženy		22,97	2,65	60,87	0	320					
2.28	Úklidová m.		1,35	2,65	3,58	0	30					
					Σ	1900	1900					
Zařízení 3- Učebny		Údaje o místnosti			parametry větrání			tepelné bilance				
číslo m.	název místnosti	počet lidí	plocha [m2]	světlá v.[m]	objem [m3]	přívod [m3/h]	odvod [m3/h]	výměna [x/h]	tepelná ztráta [kW]	tepelná zátěž [kW]	vlhkostní zátěž [kg/h]	
2.17	Učebna	40	83,1	3,58	297,50	1200	1200	4	3,1	6,7	2,8	
2.18	Učebna	40	83,1	3,58	297,50	1200	1200	4	2,9	6,7	2,8	
2.19	Učebna	40	83,1	3,58	297,50	1200	1200	4	3,1	6,7	2,8	
					Σ	3600	3600					

C.15 Přehled zařízení

Zařízení č.	Školící centrum	Ventilátor				Elektrina				Ohřev			Chlazení				ovládání
		přívod/odvod/cirkulace	množství vzduchu	externí tlak	počet	elektrický příkon jednotky	elektrický příkon celkem	elektrický proud jednotkový	napětí/frekvence	topný příkon 90/70 °C	průtok média	tlaková ztráta výměníku	chladičí výkon 6/12 °C	průtok média	tlaková ztráta výměníku	kondenzát	
					ks	kW	kW	A	V/Hz	kW	kg/s	kPa	kW	kg/s	kPa	kg/hod	
1	KLM pro kongresový sál v 1.NP																
1.1	Centrální VZT jednotka																
	přívodní ventilátor	P	6000	302	1	1,25	1,25	11,2	3x400/50								jednotka s FM - MaR
	vodní ohřívač, tp=23 °C, DN25	P								14,2	0,31	0,2					směšovací uzel - MaR
	vodní chladič, tp=19 °C, DN25	P											13,8	1,73	2,3	1,2	rozdělovací uzel - MaR
	směšování - cirkulace 50% (čerstvý vzduch 50%)																MaR
	odvodní ventilátor	O	6000	302	1	1,25	1,25	11,2	3x400/50								jednotka s FM - MaR
	výměník ZZT, m= 285kg	P/O														0	obtok - MaR
2	VZT pro chodbu a hygienické prostory v 1.NP																
2.1	Centrální VZT jednotka																
	přívodní ventilátor	P	1900	978	1	0,72	0,72	8,3	3x400/50								jednotka s FM - MaR
	vodní ohřívač, tp=19 °C, DN25	P								13	0,47	8,5					směšovací uzel - MaR
	vodní chladič, tp=25 °C, DN25	P											2,1	0,21	2,8	0	rozdělovací uzel - MaR
	odvodní ventilátor	O	1900	978	1	0,72	0,72	8,3	3x400/50								jednotka s FM - MaR
	výměník ZZT, m= 152kg	P/O														2,3	obtok - MaR
3	VZT pro učebny v 1.NP																
3.1	Centrální VZT jednotka																
	přívodní ventilátor	P	3600	384	1	0,75	0,75	11,2	3x400/50								jednotka s FM - MaR
	vodní ohřívač, tp=21 °C, DN25	P								11,5	0,19	1					směšovací uzel - MaR
	vodní chladič, tp=22 °C, DN25	P											5	0,44	1,7	0	rozdělovací uzel - MaR
	odvodní ventilátor	O	3600	384	1	0,75	0,75	11,2	3x400/50								jednotka s FM - MaR
	výměník ZZT, m= 215kg	P/O														0	obtok - MaR

C.16 Závěr

Cílem bakalářské práce bylo navrhnout vzduchotechnický systém pro školící centrum.

Byli navrženi 3 VZT zařízení:

První pro kongresový sál, sloužící pro nucené větrání a klimatizaci místnosti s velkou tepelnou zátěží. Toto zařízení je umístěno ve strojovně v podzemních garážích.

Druhá VZT jednotka je umístěna ve strojovně v místnosti č. 2.16. Tato jednotka slouží pouze pro nucené větrání chodby, haly a hygienických prostor. Hygienické prostory jsou větrány pomocí podtlakového systému.

Třetí zařízení společně s fancoily slouží pro tvorbu mikroklimatu v učebnách. Je umístěno ve strojovně společně s druhou jednotkou.

Tato práce byla vypracována podle příslušných norem, vyhlášek, zákonů a katalogů výrobců. VZT jednotka byla navržena s ohledem na životní prostředí, hospodárnost, tepelnou pohodu, hospodárnost, hlukové parametry a komfort lidí.

C.17 Seznam použitých zdrojů

Knihy a normy

- [1] HIRŠ, Jiří, Olga RUBINOVÁ a Helena HORKÁ. Vzduchotechnika v příkladech. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006, 230 s. ISBN 80-720-4486-9.
- [2] Nařízení vlády č. 148/2006 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. In: č. 148/2006 Sb. 2006.
- [3] VRÁNA, Jakub. Technická zařízení budov v praxi. Vyd. 1. Brno: Grada publishing a.s., 2007, 331 s. ISBN 80-247-1588-0.

Obrázkový materiál

- [1] Obrázek č. 9, č. 10, č. 15, č. 25. Dostupné z WWW <http://www.fce.vutbr.cz/TZB/rubanova.o/vzt.htm>
- [2] Obrázek č. 2, č. 3. Dostupné z WWW http://cs.wikipedia.org/wiki/Willis_Carrier
- [3] Obrázek č. 11, č. 13. Dostupné z WWW http://www.4-construction.com/up/files-content/featured/Poz_stav.pdf
- [4] Obrázek č. 20. Dostupné z WWW <http://www.archiexpo.com>
- [5] Obrázek č. 28, č. 29. Dostupné z WWW http://www.mandik.cz/images/stories/soubory/anemostaty/vvm/001_96cz_Z2_VVM.pdf
- [6] Obrázek č. 30, č. 31, č. 32, č. 33. Dostupné z WWW <http://www.elektrodesign.sk/>

Webové stránky

- [1] Tzb-info. Tzb-info [online]. 2001 [cit. 2013-05-18]. Dostupné z WWW: <http://www.tzbinfo.cz>
- [2] RUBINOVÁ, Olga; RUBINA, Aleš. Rubinová Olga | VUT V BRNĚ, FAST [online]. [cit. 2013-05-18]. Týden. Dostupné z WWW: <http://www.fce.vutbr.cz/TZB/rubanova.o/vzt.htm>
- [3] ZMRHAL, Vladimír, Chladicí stropy | ČVUT v Praze, Ústav techniky prostředí [online]. [cit. 2013-05-18]. Dostupné z WWW: <http://utp.fs.cvut.cz/vz/clanky/75.pdf>
- [4] Klimatizace, wikipedia.org. [online] [cit. 2013-05-18]. Dostupné z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Klimatizace>
- [5] Výměna vzduchu, hestia.energetika. [online] [cit. 2013-05-18]. Dostupné z WWW: <http://hestia.energetika.cz>

C.18 Seznam použitých skratek

A	plocha; průřez	m ²
b	šířka	m
c	měrná tepelná kapacita	J/kgK
D	útlum akustického výkonu	dB
d	průměr	m
f	frekvence	Hz
h	výška; měrná entalpie	m; J/kg
h	výška slunce nad obzorem	°
I	intenzita zvuku; sluneční radiace	dB; W/m ²
l	délka	m
L	hladina akustického tlaku a výkonu	dB
m	měrný hmotnostní tok	kg/s
n	intenzita výměny vzduchu	h-1
p	tlak; měrná ztráta tlaku	Pa; Pa/m
P	akustický tlak; akustický výkon	dB
Q	tepelný tok	W
r	poloměr	m
R	tepelný odpor	m ² K/W
s	stínící součinitel	-
S	plocha; průřez	m ²
t	teplota	°C
U	součinitel prostupu tepla	W/m ² K
v	měrný objem	m ³ /kg
V	objem	m ³
x	měrná vlhkost	kg/kg
X	výměna vzduchu	h-1

γ	dávka vzduchu	m ³ /h
Z	tlaková ztráta	Pa
γ	azimutový úhel stěny	°
δ	sluneční deklinace	°
ξ	součinitel vřazeného odporu	-
η	účinnost	-
λ	součinitel tepelné vodivosti	W/mK
ρ	objemová hmotnost	kg/m ³
ϕ	relativní vlhkost vzduchu	%
ψ	časové zpoždění	h
α	sluneční azimut	°
VZT	Vzduchotechnická jednotka	
MaR	Software	
ZZT	Zpětné získávání tepla	
apod	a podobně	

C.19 Seznam příloh

Výkres č. 1 půdorys + řezy 1:50

Výkres č. 2 půdorys + řezy 1:50

Technický list č. 1.....VZT zařízení č. 1

Technický list č. 2.....VZT zařízení č. 2

Technický list č. 3.....VZT zařízení č. 3