

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta stavební

Katedra technických zařízení a budov



**Projekt vzduchotechniky vysokoškolských
kolejí**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vypracoval:
Vedoucí diplomové práce:
Akademický rok:

Bc. Michal Kletečka
Ing. Ilona Koubková, Ph.D.
2019/2020

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: <u>Kletečka</u>	Jméno: <u>Michal</u>	Osobní číslo: <u>423168</u>
Zadávací katedra: <u>K125</u>		
Studijní program: <u>Budovy a prostředí</u>		
Studijní obor: <u>Budovy a prostředí</u>		

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Projekt vzduchotechniky vysokoškolských kolejí

Název diplomové práce anglicky: Air conditioning project of college dormitory


Pokyny pro vypracování:
Zadání:

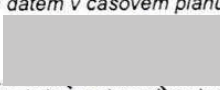
- 1) Zpracovat projektovou dokumentaci VZT na úrovni rozšířené dokumentace pro stavební povolení. Zadané půdorysy, řezy (1:50 – 1:100), zadaná schémata, zadané výpočty, kompletní technická zpráva
- 2) Rešerše: Vzduchotechnika vysokoškolských kolejí

Seznam doporučené literatury:
Chyský, J. Hemzal, K. Větrání a klimatizace, technický průvodce 31, Bolit, 1993.
Gebauer, G. Vzduchotechnika, Era - vydavatelství, 2005.
Drkal, F. Zmrhal, V. Větrání, skriptum ČVUT ,2013

Jméno vedoucího diplomové práce: Ing. Ilona Koubková, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: 3.10.2019 Termín odevzdání diplomové práce: 6.1.2020
Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku


Podpis vedoucího práce


Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

3.10.2019
Datum převzetí zadání


Podpis studenta(ky)

SPECIFIKACE ZADÁNÍ

Jméno diplomanta: Michal Kletěčka

Název diplomové práce: Projekt vzduchotechniky vysokoškolských kolejí

Základní část: T&B - 1) Prop'st V&T podíl: 100 % T&B

Formulace úkolů: 2) Reserve

Podpis vedoucího DP:  Datum: 3. 10. 2013

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

2. Část: podíl: %

Konzultant (jméno, katedra):

Formulace úkolů:

Podpis konzultanta: Datum:

3. Část: podíl: %

Konzultant (jméno, katedra):

Formulace úkolů:

Podpis konzultanta: Datum:

4. Část: podíl: %

Konzultant (jméno, katedra):

Formulace úkolů:

Podpis konzultanta: Datum:

Poznámka:

Zadání včetně vyplněných specifikací je nedílnou součástí diplomové práce a musí být přiloženo k odevzdané práci. (Vyplněné specifikace není nutné odevzdat na studijní oddělení spolu s 1.stranou zadání již ve 2.týdnu semestru)

Prohlášení

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

V Praze dne 5.1.2020

Podpis 

Poděkování

V první řadě bych chtěl poděkovat vedoucí mé diplomové práce paní Ing. Ilona Koubkové, Ph.D. za pomoc a vedení při zpracování mé práce. A také vedení Strahovských kolejí za poskytnutí podkladů, na základě kterých jsem mohl vymodelovat budovu v softwaru Revit.

Anotace

Ve své diplomové práci zpracovávám projekt vzduchotechniky pro objekt vysokoškolských kolejí Strahov jako BIM modelu v softwaru Revit. Práce se skládá ze tří částí: rešerše, výpočtová část a výkresová část. V rešeršní části píš o teoretické problematice při projektování vzduchotechniky. Ve výpočtové části jsou výpočty potřebné ke správnému návrhu. A ve výkresové části je zakreslen projekt dle výpočtů.

Klíčová slova

Větrání, vzduchotechnika, vzduchotechnická jednotka, tepelná bilance, vnitřní prostředí, chlazení, BIM, Revit

Annotation

In my diploma thesis I deal with the ventilation project of university dormitory Strahov as BIM model in Revit software. The work consists of three parts: research, calculation part and project part. In research part I write about theoretical problems of ventilation projecting. In calculation part there are calculations necessary for the correct ventilation project. And in projecting part there is project according to calculation part.

Keywords

Ventilation, HVAC, air-handling units, heat balance, indoor environment, cooling, BIM, Revit

Obsah

1 Větrání budov	2
1.1 Přirozené větrání	2
1.1.1 Efektivita přirozeného větrání v letních měsících	3
1.1.2 Vznik plísní při rekonstrukci fasády a oken	4
1.2 Nucené větrání	4
1.2.1 Podtlakový systém	5
1.2.2 Přetlakový systém	6
1.2.3 Rovnotlaký systém	6
1.3 Kombinované větrání	7
1.3.1 Přívodní fasádní ventily	8
1.4 Centrální systém větrání	9
1.5 Lokální systém větrání	10
2 Chlazení vzduchem	11
2.1 Noční předchlazení	12
2.2 Chladicí trámce	13
2.2.1 Pasivní chladicí trámec	13
2.2.2 Aktivní chladicí trámec	14
2.3 Fancoil	14
3 Zpětné získávání tepla	15
3.1 Regenerační výměníky	15
3.2 Deskové výměníky	16
Závěr	17

1 Větrání budov

Problematika větrání budov je nedílnou součástí moderního návrhu stavby. Správný návrh větrání budovy může přinést úsporu energie, zvýšení komfortu a zdraví, usnadnit evakuaci při požáru a mnoho dalšího. Proto již v dnešní době existují specializovaní projektanti VZT.

Co se týče způsobu uvádění vzduchu do pohybu, tak rozlišujeme 3 systémy:

- Přirozené větrání
- Nucené větrání
- Kombinované větrání

Dále z hlediska umístění větracích zařízení dělíme systémy na:

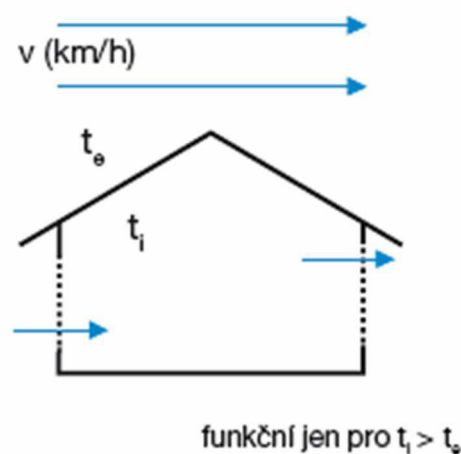
- Centrální
- Lokální

1.1 Přirozené větrání

Jedná se o způsob větrání, kdy je vzduch uváděn do pohybu přirozeně. To znamená rozdílem tlaku vzduchu, anebo tlakem způsobeným větrem. Vzduch se do budovy dostává buď otevřenými otvory (např. okna, dveře, ...) anebo netěsnostmi konstrukce.

Vzduch uvádí do pohybu rozdíl tlaků vzduchu, na něž má největší vliv teplota. Další významný faktor ovlivňující proudění vzduchu při přirozeném větrání je směr a rychlost větru.

Na obrázku 1 je znázorněn průběh přirozeného větrání, kdy teplota v interiéru (t_i) je vyšší, než teplota v exteriéru (t_e) a rozdílem teplot je vzduch uveden do pohybu. Další vliv na směr proudění vzduchu má vítr (v).



[obr. 1] – princip přirozeného větrání

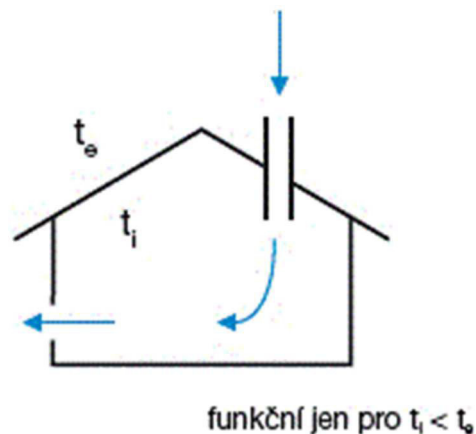
Vzhledem k tomu, že venkovní teplota není konstantní a stejně tak není konstantní směr a síla větru, je zřejmé, že přirozené větrání je z velké části nepředvídatelné a obtížně regulovatelné. Nicméně nespornou výhodou je ušetření energie a finančních prostředků za pořízení a pohon ventilátorů.

1.1.1 Efektivita přirozeného větrání v letních měsících

Jak již bylo zmíněno, zásadní vliv na pohyb vzduchu má rozdíl jeho teplot. V zimních měsících tedy s dostatečným přirozeným provětráním není problém, protože v interiéru vytápíme většinou na teploty mezi 20-22 °C a venkovní teploty běžně dosahují teplot bodem mrazu. Je zde tedy velký teplotní rozdíl, který někdy může být i natolik velký, že netěsnostmi obálky budovy uniká příliš velké množství ohřátého vzduchu a vede to k vysoké spotřebě energie na vytápění.

Avšak v letních měsících se rozdíl mezi teplotou v interiéru a exteriéru výrazně snižuje. Se sníženým rozdílem teplot dochází i ke snížení výměny vzduchu a v případě vyrovnaných teplot v interiéru a exteriéru současně s bezvětřím může dojít k zastavení výměny vzduchu.

Může také dojít k situaci, kdy teplota v interiéru bude vyšší, než teplota v exteriéru (vlivem solárních a vnitřních zisků) a poté se proud vzduchu obrátí, viz obrázek 2. V případě budov s komínem to může například způsobit vniknutí zápachu komína do budovy.



[obr. 2] – obrácení proudění vzduchu v létě

Je tedy zřejmé, že v letních měsících je přirozené větrání neefektivní a nízká výměna vzduchu může být velmi nebezpečná, například v domácnostech s plynovými spotřebiči.

1.1.2 Vznik plísní při rekonstrukci fasády a oken

Problém, který se často začne objevovat po rekonstrukci fasády je způsoben tím, že dřívější netěsnosti, které umožňovali dostatečné přirozené provětrávání byly utěsněny. Tím pádem v místech, kde dochází ke kondenzaci anebo je v nich zvýšená vlhkost může docházet k rozvoji plísní, protože dřívější provětrávání bylo zastaveno.

Řešením toho problému je z hlediska větrání je častější otevírání oken, anebo nucené větrání. Právě k moderním a těsným obálkám budovy je nucené větrání velmi vhodné, protože vede ke značné úspoře za vytápění (obzvláště se systémem zpětného získávání tepla) a poskytuje komfort a jistotu provětrání místností.

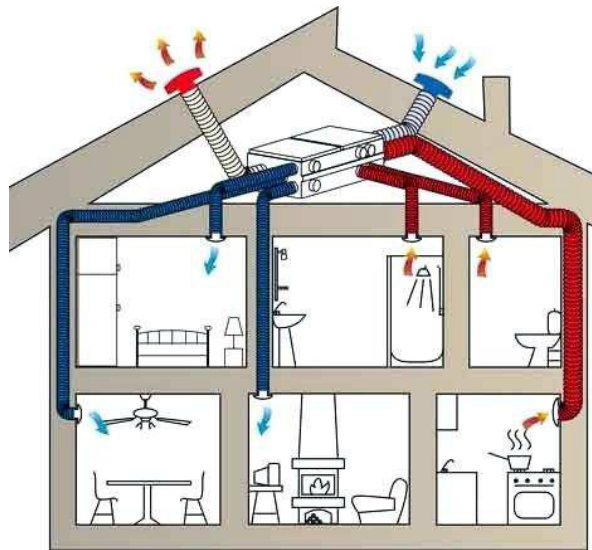
1.2 Nucené větrání

Systém větrání budov, kde je vzduch uváděn do pohybu mechanickou prací ventilátorů. Vliv rozdílů teplot vzduchu a venkovního větru se stává zanedbatelným.

Hlavní výhodou nuceného větrání je možnost regulace množství, respektive rychlosti vzduchu. Regulovat množství lze změnou otáček ventilátoru, anebo zaškrcením vzduchotechnické vyústky, případně je možné instalovat klapku pro zaškrcení celé větve potrubí.

Při návrhu je potřeba vypočítat tlakové ztráty potrubí a na jejich základě provést návrh ventilátoru. Je to důležité proto, že ventilátor ve vzduchotechnické jednotce musí být schopen dodat do všech místností navržené množství vzduchu. Musí tedy být zvolen ventilátor, který dokáže překonat tlakové ztráty systému potrubí.

Na obr. 3 je znázorněn systém nuceného větrání na dvoupodlažním rodinném domě. V podkroví se nachází centrální vzduchotechnická jednotka, která se stará o přívod i odvod vzduchu, případně může i upravovat vlastnosti vzduchu.



Obr. 3 Nucené větrání v rodinném domě

Rozlišuje 3 systémy nuceného větrání:

- Podtlakový
- Přetlakový
- Rovnotlaký

1.2.1 Podtlakový systém

Způsob větrání, kdy je z prostoru odváděno větší množství vzduchu, než je do prostoru přiváděno. Má to za důsledek, že dojde k nasávání vzduchu z okolních prostorů, nebo netěsnostmi fasády.

Hlavní využití tohoto systému je, aby se zabránilo úniku škodlivin z odvětrávaného prostoru do okolních prostorů. Například zabránění úniku zápachu z WC, vlhkosti z koupelny, atd... Situace je znázorněna na

Běžný způsob návrhu je například tak, že se vedle podtlakové místnosti (například WC) přivádí více vzduchu a do místnosti vedle se přivádí více vzduchu. Dveře mezi těmito místnostmi jsou bezprahové, nebo opatřeny provětrávací mřížkou, aby mohlo docházet k průchodu vzduchu mezi prostory. V takovém případě se nestane, že by se znečištěný vzduch z WC dostal do okolní místnosti, protože je z ní neustále nasáván.

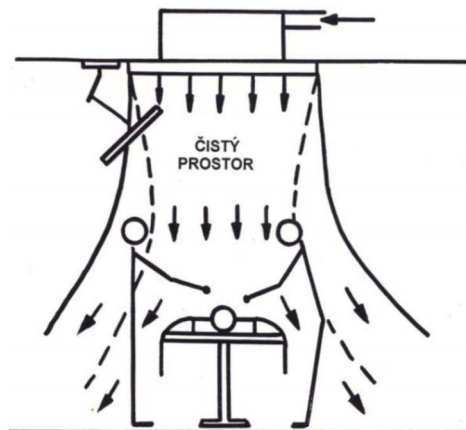
Na obr. 3 vidíme, že místnosti WC, kuchyně a koupelna jsou odvětrávány podtlakově. Je to znázorněno oranžovými šipkami směrem ven a červeným potrubím, které odpadní vzduch vede do VZT jednotky a poté mimo objekt.

1.2.2 Přetlakový systém

Jedno využití systému již bylo zmíněno v kapitole 1.2.1, kde se využívá přetlaku v místnostech, aby bylo zajištěno podtlakové odvětrání místností se škodlivinami. Kdyby tyto místnosti nebyly přetlakově větrány, mohlo by docházet k nasávání vzduchu netěsnostmi fasády a tím zvýšením tepelných ztrát a možné vniknutí škodlivin z exteriéru.

Příklad přetlakově větraných místností je vidět na obr 3, kde jsou vyznačeny modrými šipkami. Vzduch je z přetlakových místností nasáván do podtlakových místností netěsnostmi (například pod dveřmi bez prahu, nebo dveřmi s provětrávací mřížkou) a poté odváděn mimo objekt.

Velmi specifické využití má tento systém i v operačních sálech. V těchto prostorech je vzduch filtrován nejjemnějšími filtry (včetně HEPA filtrů) a je přiváděn přímo nad operační lůžko. Přiváděného vzduchu je více než odváděného, aby se eliminovalo přisávání znečištěného vzduchu z okolních prostor, které by mohli způsobit infekci operovanému pacientovi. Způsob větrání operačního sálu je zobrazeno na obr. 4

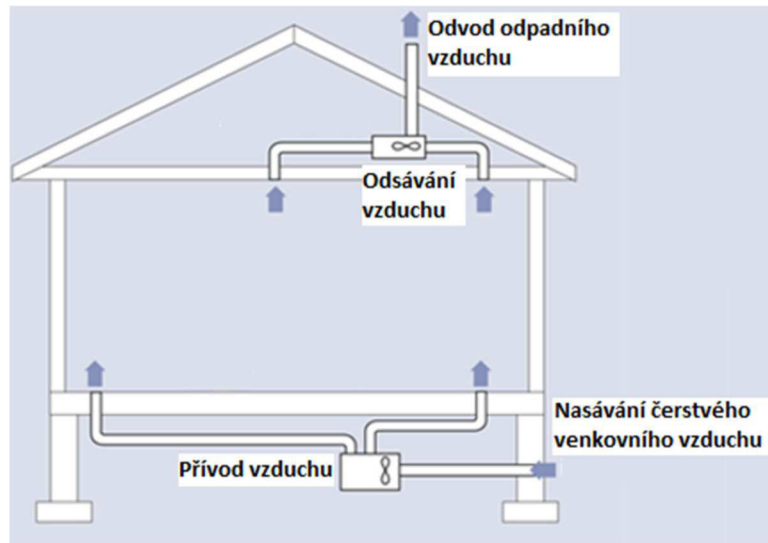


Obr. 4 Přetlakové větrání čistým vzduchem na operačním sálu

1.2.3 Rovnotlaký systém

Běžně používaný v obytných místnostech. Přiváděné a odváděné množství vzduchu je shodné. Systém je vhodný pro prostory, kde je vzduchotechnikou upravována teplota a vlhkost místnosti. Při tomto systému větrání nedochází k unikům vzduchu do okolních prostor, ani k nasávání z okolních prostor. Lze tak dobře a úsporně regulovat vlastnosti vzduchu v místnosti.

Na obr. 5 je vyobrazen systém rovnotlakého větrání se dvěma separátními vzduchotechnickými jednotkami.



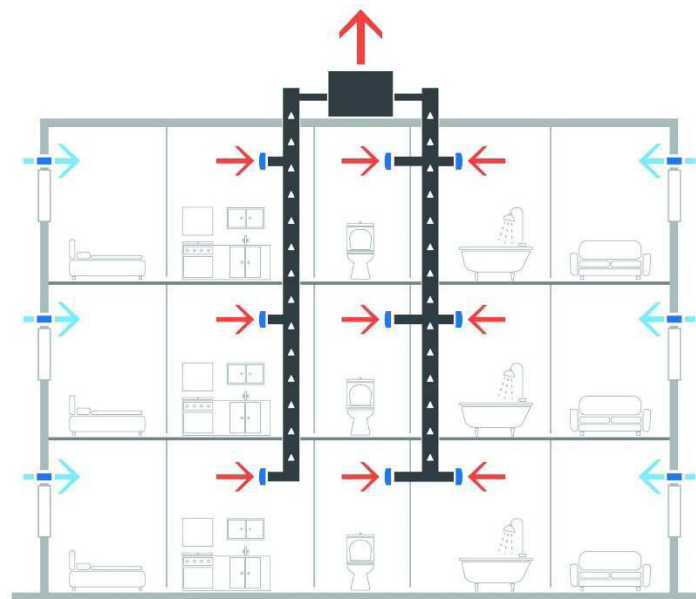
Obr. 5 Rovnotlaký systém větrání

1.3 Kombinované větrání

Způsob větrání, kdy je zkombinováno přirozené a nucené větrání. Výhodou systému je úspora energie za pohon ventilátorů, nicméně nevýhodou zase je, že nelze využít zpětného získávání tepla.

K pohybu vzduchu se využívá přirozených vztlakových sil společně s nuceným tahem ventilátoru. V případě, že jsou přirozené vztlakové síly dostatečné na to, aby došlo k požadované výměně vzduchu, nemusí být ventilátor ani zapnut. V takovém případě by šlo o přirozené větrání.

Na obr. 6 je příklad kombinovaného větrání vícepodlažní obytné budovy, kde modrou šipkou je označen přívod vzduchu fasádou pomocí přívodních fasádních ventilů a červenými šipkami je označen odvod vzduchu z objektu jedním centrálním ventilátorem.



Obr. 6 Kombinovaný systém větrání

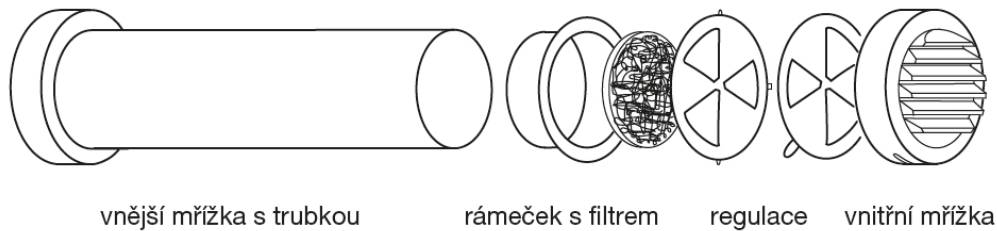
1.3.1 Přívodní fasádní ventily

Pro přívod vzduchu do objektu se používají fasádní ventily, které by měly být opatřeny filtrem a regulační klapkou. S takto vybavenými fasádními ventily, které jsou napojeny na inteligentní řídicí systém, který ovládá i ventilátor pro odvod vzduchu z objektu jsme schopni regulovat množství přívodního vzduchu v celém objektu. Zároveň díky filtrům i udržet kvalitu vnitřního vzduchu.

Jak takový ventil vypadá je zobrazeno na obr. 7 a jednotlivé součásti jsou popsány na obr. 8



Obr. 7 Ukázka přívodního fasádního ventilu



Obr. 8 Příklad součástí přívodního fasádního ventilu

1.4 Centrální systém větrání

Pro centrální systém je charakteristická vzduchotechnická jednotka určená pro výměnu a úpravu vzduchu do celého objektu, nebo více prostor najednou. Jednotka má kvůli tomu větší rozměry a větší výkon. Umístění jednotky by mělo být v samostatné místnosti (strojovna VZT, technická místnost), nebo na střeše a to z důvodů omezení šíření hluku a aby bylo znemožněno přístupu nepovolaným osobám.

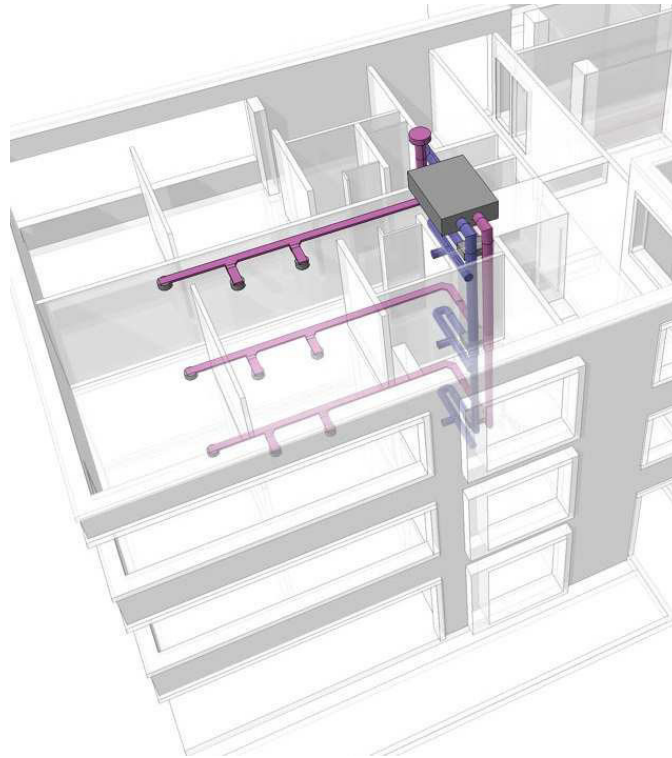
Vzduch je nasáván z exteriéru do VZT jednotky, odkud je poté distribuován po celém objektu potrubím. V cílové místnosti je na potrubí osazena vyústka, ze které proudí vzduch přímo do místnosti. Obdobně je vzduch nasáván vyústkami na potrubí pro odvod vzduchu z místnosti a je veden opět do centrální VZT jednotky, kde může být využit pro zpětné získávání tepla, anebo jen odveden do exteriéru. Více o zpětném získávání tepla v kapitole 4.

Výhodou centrálního systému je, že jedna VZT jednotka je jednodušší z hlediska údržby, jako například výměna filtrů. Ve větších objektech lze říci, že pořizovací náklady budou nižší, než více lokálních jednotek pro každou místnost.

Nevýhoda je nutnost rozvést potrubí do všech místností objektu, což může zabírat značné množství prostoru. To představuje i riziko z požárního hlediska, kde prostupy větších potrubí mezi požárními úseky musí být opatřeny požárními klapkami, což činí projekt komplikovanějším a nákladnějším. Rozměry jednotky také mohou činit problém, protože ve větších objektech se nemusí vejít do dveří a obecně je problém s jejich manipulací.

V případě objektů, kde je potřeba různých vlastností vzduchu v jednotlivých místnostech se v centrální VZT jednotce upraví vzduch na základní požadavky a v konkrétních místnostech se vlastnosti vzduchu doupraví například fan-coily dle potřeby (dohřev, zvlhčení, odvlhčení, atd...). Více o fan-coilech v kapitole 2.3.

Centrální větrání v bytovém domě je na obrázku Obr. 9. V tomto příkladě je VZT jednotka na střeše a rozvádí vzduchu do obytných místností (fialové potrubí) a z bytů ho odvádí modrým potrubím.



Obr. 9 Větrání bytového domu centrální VZT jednotkou

1.5 Lokální systém větrání

V tomto případě VZT jednotka slouží k větrání jedné místnosti, nebo případně více místností, ale nikoli celého objektu. Tento systém je často používán při rekonstrukcích, kdy není vhodné (anebo zcela nemožné) vést celým objektem vzduchotechnické potrubí.

Co se týče vybavení, tak lokální jednotky mohou mít veškeré prvky centrálních jednotek (ohřev, chlazení, vlhčení, atd...)

Typickým příkladem je instalace lokální VZT jednotky v učebně, kdy je jednotka umístěna ke stěně sousedící s exteriérem. Do stěny jsou provedeny otvory pro přívod a odvod vzduchu, které jsou v bezprostřední blízkosti napojeny na jednotku a tím se eliminuje nutnost dlouhých rozvodů potrubí. VZT jednotka se může navíc dekorovat do podoby nábytku, takže nemusí být pro žáky příliš rozptylující. Při takové instalaci je ale potřeba dbát na minimalizaci hluku. Konkrétní příklad takového použití vidíme na obr. 10 a obr. 11.

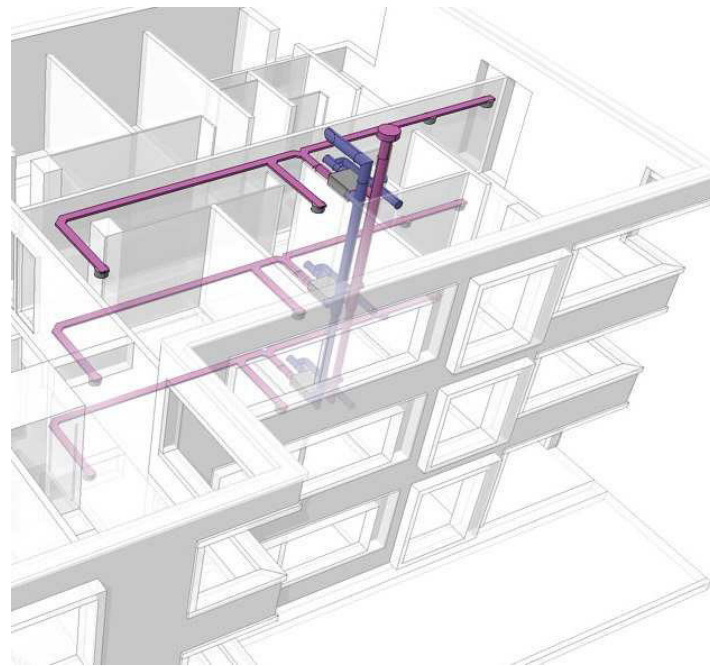
Další příklad použití je v bytovém domě jako alternativa k obr. 9, kde každý byt má svojí vlastní lokální VZT jednotku. Výhodou je, že si každý byt nastavuje vlastnosti vzduchu dle svých potřeb a sám si za ně platí a tím se eliminuje riziko sousedských sporů.



Obr. 10 Umístění lokální VZT jednotky



Obr. 11 Ukázková fotografie jednotky v učebně



Obr. 12 Větrání bytového domu lokálními VZT jednotkami

2 Chlazení vzduchem

Pro chlazení prostorů vzduchem je potřeba řádově násobně větší množství vzduchu, než jsou hygienické požadavky. Hygienické požadavky jsou nastaveny na množství vzduchu, které má udržovat nízkou koncentraci škodlivin v prostoru a přivádět určité množství čerstvého vzduchu pro osoby. Nicméně snížit pro snížení teploty v interiéru je potřeba přivádět vzduchu daleko více a to zejména kvůli nízké hustotě a měrné tepelné kapacitě vzduchu.

Obecně stanovení množství vzduchu pro odvod tepelné zátěže je dle následujícího vzorce:

$$Vp = \frac{q}{\rho \cdot c \cdot \Delta t} \quad (1)$$

Kde,

V_p	množství přiváděného vzduchu	$[m^3/s]$
Q	tepelná zátěž	$[W]$
ρ	měrná hmotnost vzduchu	$[kg/m^3]$
c	měrná tepelná kapacita vzduchu	$[J/kg.K]$
Δt	rozdíl teplot interiér a přívod	$[^\circ C]$

*Měrnou hmotnost vzduchu (ρ) a měrnou tepelná kapacita vzduchu (c) lze považovat za konstanty. Pak tedy jediné parametry, které můžou ovlivnit výpočet při dané tepelné zátěži jsou množství přiváděného vzduchu *množství přiváděného vzduchu (V_p)* a *rozdíl teplot Δt* .*

To ovšem také není tak jednoduché, protože rozdíl teplot mezi teplotou vzduchu v interiéru a teplotou přiváděného vzduchu nemůže být příliš vysoký. Pokud by byla teplota přiváděného vzduchu například $10^\circ C$, mohlo by už docházet lokálně ke kondenzaci vody v interiéru.

A další věcí je negativní vliv na lidské zdraví při proudu příliš chladného vzduchu na lidské tělo. To způsobuje značný diskomfort a nemoci. Běžně se tedy používá pro obytné prostory rozdíl teplot $\Delta t = 4$ až $6^\circ C$.

Z toho tedy jasně vyplývá, že s teplotou přiváděného vzduchu nelze příliš manipulovat a nezbývá, než pro odvod tepelné zátěže lze udělat je zvýšit *množství přiváděného vzduchu (V_p)*.

Existuje ještě ekonomičtější způsob, a to snižovat teplotu v interiéru pomocí takzvaného cirkulačního vzduchu. Do interiéru tedy přivádíme a odvádíme množství čerstvého vzduchu dle hygienických požadavků. Současně vzduch v interiéru nasáváme do klimatizačního zařízení, kde je jeho teplota snížena o Δt a poté je opět vyfouknut do interiéru.

Na tomto principu funguje chlazení fan-coily a chladící trámci, které jsou popsány níže.

2.1 Noční předchlazení

Způsob chlazení interiéru, kdy je do objektu přiváděn chladný noční venkovní vzduch v co největším množství, aby se chlad naakumuloval do masivních konstrukcí objektu (s velkou tepelnou kapacitou, například ŽB stěny, stropy, ...).

Jedná se o levný systém chlazení, nicméně nelze spoléhat na to, že jako jediný způsob chlazení dokáže zabránit přehřívání. V létě je totiž během dne v exteriéru větší teplota, než v interiéru a nelze tedy tento způsob během dne použít. Používá se pouze v noci a účinný je pouze ve dnech, kdy je dostatečný rozdíl mezi vnitřní a venkovní teplotou.

Účinnost nočního chlazení je také velmi snížena v případě, že se jedná o objekt s lehkou konstrukcí (například dřevostavba), protože konstrukce nemají schopnost naakumulovat dostatečné množství chladu a během dne se rychle ohřejí.

Na noční předchlazení je tedy lepší nahlížet spíše jako na doplňkový způsob chlazení, který dokáže přinést úsporu a doplnit ho ještě dalším způsobem chlazení.

2.2 Chladicí trámce

Chladicí trámce jsou umístěny u stropu, často jako součást podhledu. Mají tepelný výměník, do kterého je přiváděno chladná voda (teplota vody by neměla klesnout pod 16 °C, aby nedocházelo ke kondenzaci).

K ochlazování dochází tak, že teplý vzduch proudí výměník, kde se ochladí.

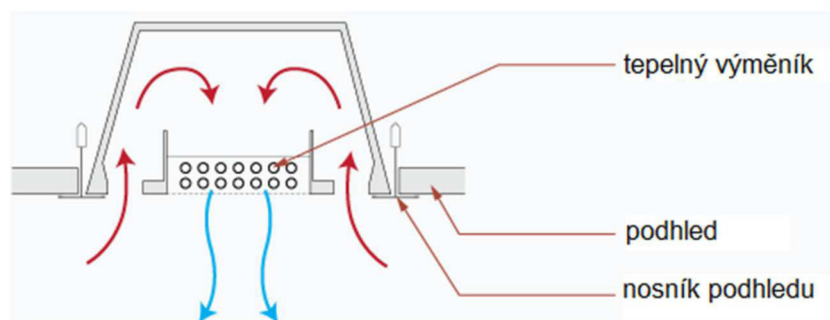
Rozlišujeme 2 druhy chladících trámců:

- pasivní
- aktivní

2.2.1 Pasivní chladicí trámec

Bez aktivního přívodu vzduchu. K ochlazování vzduchu dochází pouze díky volnému proudění vzduchu směrem vzhůru, kde se vzduch ochladí o chladicí trámec a poté proudí chladný vzduch opět dolů.

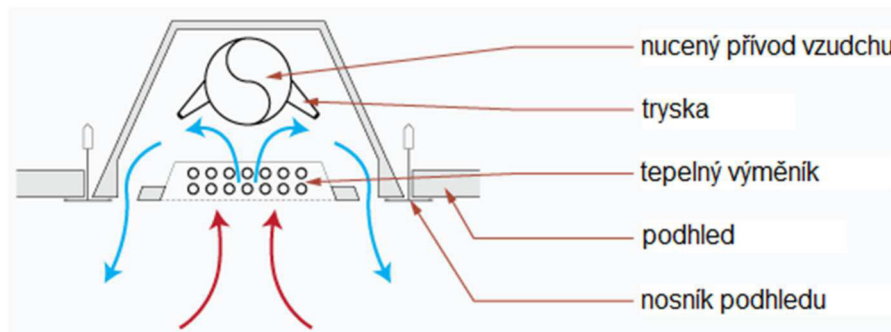
Nevýhodou je nižší chladicí výkon.



Obr. 13 Pasivní chladicí trámec

2.2.2 Aktivní chladící trámec

Kromě chlazení vzduchu slouží i k přivádění upraveného vzduchu. Přiváděný vzduch je vyfukován větší rychlostí tryskami a díky tomu je indukci nasáván sekundární vzduch, který prochází výměníkem, ochlazuje se a poté je smíšen s přiváděným vzduchem a vyfukován do místnosti.



Obr. 14 Pasivní chladící trámec

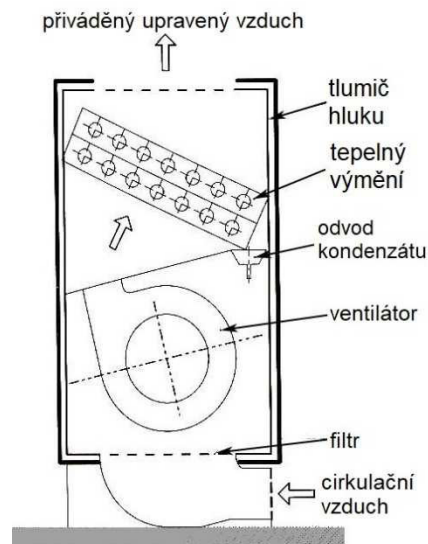
2.3 Fancoil

Fancoil, neboli ventilátorový konvektor (nebo také zkráceně FCU - fan-coil unit). Jedná se o klimatizační zařízení s ventilátorem a tepelnými výměníky (pro chlazení i ohřev).

Do fancoilu může být přiváděn venkovní čerstvý vzduch, který je následně upraven, anebo může fancoil sloužit k úpravě cirkulačního vzduchu (jako na obr. 15). Případě kombinace obou variant, kdy je přiváděn čerstvý vzduch a zároveň nasáván cirkulační vzduch a směs těchto vzduchů je poté upravena.

Dalšími prvky ve fancoil jednotkách je například filtr, ionizátor, zvlhčovač, odvlhčovač, ...

Je obrovské množství možností umístění fancoil jednotek: nástěnné, podstropní, zapuštěné v podhledu, parapetní, a další...



Obr. 15 Fancoil

3 Zpětné získávání tepla

Pojmem zpětné získávání tepla (zkráceně ZTT) označujeme opětovné využívání energie (tepla, případně vlhkosti) z odpadního vzduchu. Tím dochází k úspoře energie, protože energii, kterou jsme vynaložili na ohřev/ochlazení vzduchu můžeme z velké části získat zpět.

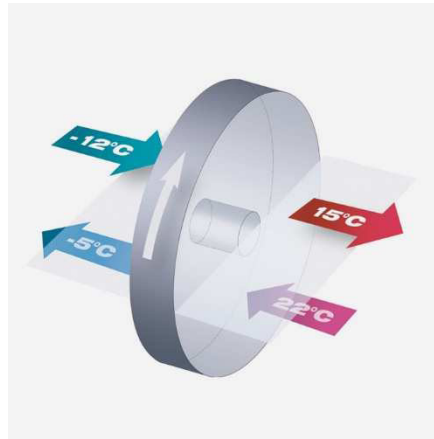
Rozlišujeme 2 základní druhy rekuperátorů:

- Regenerační
- Rekuperační

3.1 Regenerační výměníky

Je pro ně typické, že mají jednu regenerační plochu, která se střídavě dostává do kontaktu s přiváděným i odpadním vzduchem. Regenerační plocha má akumulaci schopnost a může mít i schopnost absorbovat vlhkost. Tím, jak se střídavě regenerační plocha dostává do kontaktu s dvěma vzduchy rozdílných teplot a vlhkostí, tak si je navzájem předávají. A to je způsob, jak regenerační výměník funguje.

Na obrázku 16 je vyobrazen rotační regenerační výměník, kde můžeme vidět, jak si jednotlivé proudy vzduchu předávají svoji teplotu



Obr. 16 Rotační regenerační výměník ZTT

Regenerační výměníky mohou přenášet pouze citelné teplo, pokud je rotační výměník z materiálu, který není schopen absorbovat vlhkost (například hliník, plast,...), ale jejich výhodou je, že pokud je rotační výměník z materiálu schopného absorbovat vlhkost, tak může přenášet jak citelné, tak vázané teplo a i vlhkost. Takové materiály nazýváme desikanty.

Další výhodou je relativně malý rozměr v porovnání s deskovým výměníkem.

Velká nevýhoda je netěsnost. Při rotaci výměníku dochází k malému směšování vzduchu mezi odváděným a přiváděným vzduchem, a proto tento typ výměníku není vhodný například do čistých provozů. Dalšími nevýhodami jsou: nutnost rotoru, který se může poškodit, vysoká tlaková ztráta, vyšší spotřeba elektrické energie a vyšší cena.

3.2 Deskové výměníky

Na rozdíl od regeneračních výměníků, tak u deskových se proudy vzduchu nikdy nesetkají. Jsou oddělené tenkými vrstvami s co nejvyšší tepelnou vodivostí, aby docházelo k co nejvyšším přenosům tepla.

Dochází k přenosu pouze citelného tepla. Oddělením proudů vzduchu je zabráněno předání vlhkosti. Jedinou výjimkou může způsobit kondenzace.

Nejběžnějším materiálem deskových výměníků je: hliník, pozinkovaný plech, nerezová ocel a umělé hmoty.

Deskový výměník se skládá z tenkých vrstev, které mají nerovný povrch, aby došlo k rozbití proudů vzduchu a tím se zvýšil přenos tepla mezi deskami. Tyto jednotlivé vrstvy se na sebe skládají ve vzdálenostech přibližně 5 až 15 mm. Ukázka deskového výměníku je na obrázku 17.



Obr. 17 Deskový výměník ZTT

Výhodou deskových výměníků je oddělení proudů vzduchu a tím pádem zamezení mísení přiváděného a odváděného vzduchu a jednoduchá konstrukce.

Mezi nevýhody patří větší rozměry, větší tlaková ztráta a obtížná čistitelnost.

Závěr

V rešerši rozebírám teoretické znalosti nutné k návrhu vzduchotechnických systémů. A problémy, se kterými jsem se během své práce potýkal.

Zdroje:

ČVUT FSv podklady předmětu 125VKB - Větrání a klimatizace budov

ČVUT FSv podklady předmětu 125TZ02 - Technická zařízení budov 2

<https://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-bytovych-domu/6507-vetrani-bytovych-domu-zaklady-teorie-vetrani>

<https://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-rodinnych-domu/7937-systemy-vetrani-obytnych-budov>

<https://www.atrea.cz/cz/systemy-pro-bytove-domy>

<https://vetrani.tzb-info.cz/18176-domy-a-chlazení>

<https://www.atrea.cz/cz/671.rizene-vetrani-a-chlazení>

<https://www.archtoolbox.com/materials-systems/hvac/chilled-beam-ceiling.html>

<https://vetrani.tzb-info.cz/klimatizace-a-chlazení/7147-chladici-tram-nebo-fan-coil>

Zdroje obrázků:

- [obr. 1] - <https://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-bytovych-domu/6507-vetrani-bytovych-domu-zaklady-teorie-vetrani>
- [obr. 2] - <https://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-bytovych-domu/6507-vetrani-bytovych-domu-zaklady-teorie-vetrani> - provedl jsem vlastní úpravu obrázku
- [obr. 3] - <http://insedia.me/idea/>
- [obr. 4] - <http://tzb.fsv.cvut.cz/files/vyuka/125vkb/prednasky/125vkb-11.pdf>
Přednáška ČVUT FVs, k125, předmět: 125VKB, přednáška č.11, autor: Ing. Kateřina Roškotová - Větrání čistých prostor
- [obr. 5] - <https://paenergycode.com/ventilation/default.html> - provedl jsem překlad a úpravu obrázku
- [obr. 6] - [https://www.bristec.cz/nucene-\(rizene\)-vetrani-pro-bytove-domy](https://www.bristec.cz/nucene-(rizene)-vetrani-pro-bytove-domy)
- [obr. 7] - <http://www.elektrodesign.cz/web/cs/product/riv-privodni-ventil-s-regulaci>
- [obr. 8] - <http://www.elektrodesign.cz/web/cs/product/riv-privodni-ventil-s-regulaci>
- [obr. 9] - <https://www.atrea.cz/cz/centralni-system>
- [obr. 10] - http://www.changeair.com/index.php/air_source_heat_pump-packaged_ac
- [obr. 11] - <https://www.airxcel.com/marvair/products/scholar-classroom-units/scholar-qv-air-conditioners-and-heat-pumps>
- [obr. 12] - <https://www.atrea.cz/cz/decentralni-system>
- [obr. 13] - <https://www.archtoolbox.com/materials-systems/hvac/chilled-beam-ceiling.html>
- [obr. 14] - <https://www.archtoolbox.com/materials-systems/hvac/chilled-beam-ceiling.html>
- [obr. 15] - Publikace: *An Overview of Solar Assisted Air-Conditioning System Application in Small Office Buildings in Malaysia*. Autor: LIM CHIN HAW, KAMARUZZAMAN SOPIAN, YUSOF SULAIMAN
https://www.researchgate.net/publication/229003534_An_overview_of_solar_assisted_air-conditioning_system_application_in_small_office_buildings_in_Malaysia
- [obr. 16] - <https://czech.wolf.eu/profi-portal-vzduchotechnika/technologie/rekuperace-tepla/rotacni-vymeniky-tepla/>
- [obr. 17] - <https://czech.wolf.eu/profi-portal-vzduchotechnika/technologie/rekuperace-tepla/deskove-vymeniky-tepla/>