

**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ**  
**ENERGETICKÝ ÚSTAV**

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING  
ENERGY INSTITUTE

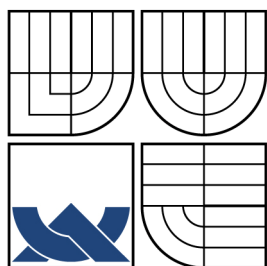
**TEPELNÉ VÝMĚNÍKY PRO VYTÁPĚNÍ**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**  
BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**  
AUTHOR

**MIROSLAV BLAŽEK**

*BRNO 2008*



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ  
ENERGETICKÝ ÚSTAV

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING  
ENERGY INSTITUTE

## TEPELNÉ VÝMĚNÍKY VE VYTÁPĚNÍ HEAT EXCHANGERS FOR HEATING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

MIROSLAV BLAŽEK

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

Ing. MICHAL JAROŠ, Dr.

BRNO 2008

## **ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

BLAŽEK, M. *Tepelné výměníky ve vytápění*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2008. 25 s. Vedoucí bakalářské práce: Ing. Michal Jaroš, Dr.

Tepelné výměníky jsou důležitou součástí při přenosu tepla mezi dvěma látkami. Bakalářská práce se zabývá problematikou volby tepelných výměníků. Je rozdělena na dvě části. V první teoretické části jsou uvedena základní kritéria volby tepelných výměníků. V části druhé se seznámíme s praktickým využitím tepelných výměníků ve vytápěcích jednotkách či konvektorech.

### **Klíčová slova:**

Tepelný výměník, teplovzdušné vytápění, konvektor

## **ANNOTATION OF BACHELOR'S THESIS**

BLAŽEK, M. *Heat exchangers for heating*. Brno: Brno University of Technology, Faculty of Mechanical Engineering, 2008. 25 p. Head of bachelor's thesis: Ing. Michal Jaroš, Dr.

The Heat exchangers are important part in the energy transfer between two substances. Bachelor's thesis deals with the problems of the option of the heat exchangers. It separated into two parts. In the first theoretic part there are shown the basic criteria of this option. The next part deals with the most frequent types of usage of heating units or convectors.

### **Keywords:**

Heat exchanger, air heating, convector

## **MÍSTOPŘÍSEŽNÉ PROHLÁŠENÍ**

„Místopřísežně prohlašuji, že jsem byl seznámen s předpisy pro vypracování BP a že jsem celou BP včetně příloh vypracoval samostatně. Ustanovení předpisů pro vypracování BP jsem vzal na vědomí a jsem si vědom toho, že v případě jejich nedodržení nebude vedoucím BP moje práce přijata.“

.....  
Miroslav Blažek

V Brně 23. 5. 2008

# Obsah

Zadání bakalářské práce .....	03
Anotace / Annotation .....	05
Místopřísežné prohlášení.....	06
Obsah.....	07
1. Úvod.....	09
2. Teplovzdušné vytápění.....	11
2.1. Teplovzdušné vytápění ve velkých prostorech .....	13
2.2. Tepelná pohoda .....	13
2.3. Teplonosné látky .....	14
2.4. Rozvod tepla .....	15
3. Výměníky tepla .....	16
3.1. Rozdělení výměníků .....	16
3.1.1. Výměníky trubkové.....	17
3.1.1.1.Výměníky trubka v trubce.....	17
3.1.2. Výměníky spirálové .....	17
3.1.3. Výměníky deskové.....	17
3.1.3.1.Deskožeberné kompaktní výměníky .....	18
4. Vytápěcí jednotky .....	19
4.1. Vytápěcí jednotka SAHARA .....	19
4.2. Kompaktní větrací jednotky DUPLEX .....	20
5. Konvektory.....	21
5.1. Konvektory OPLFLEX .....	21
5.2. Konvektory COIL .....	22
6. Závěr.....	23
Seznam použitých zdrojů .....	24

# 1. Úvod

Od pradávna bylo důležitou snahou člověka zajistit si místo svého pobytu ve vyhovujících podmínkách pro život. Vzhled, čistota, útulnost a také teplotní přijatelnost byly význačnými prioritami při tvorbě lidského obydlí. Zpočátku se člověk ohříval pouze od ohniště někde uprostřed primitivní skrýše. S výstavbou kamenných příbytků přišla i nutnost postavit kamna a odvod spalin komínem. V některých opuštěných chatách, či na vesnici se tento způsob vytápění používá dodnes.

Postupně s modernizací budov se začaly vytvářet rozvody tepla po celé budově, popřípadě do více budov najednou. Nejpoužívanějším vytápěním v bytových jednotkách je v dnešní době ústřední topení s přívodem teplé vody z kotelny, či teplárny. Regulací radiátoru v jednotlivých místnostech jsou splněny tepelné požadavky na různě obývané části bytu (např. koupelna potřebuje vyšší teplotu vzduchu než komora). Ústřední topení díky malé výkonnosti nelze aplikovat ve velkých prostorách, jako jsou průmyslové haly, tělocvičny atd. Zde se zpravidla nahrazuje vytápěním teplovzdušným.

## 2. Teplovzdušné vytápění

Pod pojmem teplovzdušná otopná soustava se rozumí taková otopná soustava, při níž se přivádí teplotonosná látka – ohřátý vzduch – přímo do vytápěné místnosti. Vzduch se ohřívá buď v ohříváku, který je umístěn přímo ve vytápěné místnosti (případně její těsné blízkosti) nebo ve zvláštní strojovně. Podle toho lze rozdělit teplovzdušné otopné soustavy na *soustavy s místními vytápěcími soupravami* (agregáty) a *soustavy s ústřední strojovnou* společnou pro skupinu vytápěných místností [6].

V případě teplovzdušných soustav s místními vytápěcími agregáty se k jednotlivým soupravám přivádí buď palivo (např. nafta, olej nebo plyn) nebo primární teplotonosná látka (voda nebo pára). Odpadá potrubí pro rozvod ohřátého vzduchu na místo určení.

V případě teplovzdušných soustav s ústřední strojovnou se přivádí primární teplotonosná látka nebo palivo pouze na jediné místo, tj. do strojovny. Ohřátý vzduch se rozvádí do jednotlivých vytápěných místností vzduchovody.

Ústředního teplovzdušného vytápění z jedné strojovny se používá jen v případech s většími nároky na pohodu prostředí. Teplovzdušné vytápění se přitom pak obvykle kombinuje s chlazením v letním období. Tento způsob vlastně představuje přechod ke klimatizaci.

Teplovzdušné vytápěcí soustavy je možno rozdělit podle způsobu ohřívání vzduchu a podle druhu ohřívací látky. Existují teplovzdušné soustavy *vodní* (teplovodní nebo horkovodní) a *parní*. Při ústředním teplovzdušném vytápění se používá převážně jen vodních nebo parních ohříváků. Podle oběhu vzduchu se rozdělují teplovzdušné otopné soustavy na *soustavy se samočinným oběhem vzduchu* (gravitační) a *soustavy s nuceným oběhem vzduchu* (s ventilátorem).

Teplovzdušných otopných soustav se samočinným oběhem, který je způsoben jen rozdílem statických tlaků sloupců chladného a ohřátého vzduchu, se dá použít pouze v horizontálně nepřilíh rozlehlém objektu. Protože účinný tlak je zde velmi malý, musejí být odpory při proudění vzduchu malé. Z toho vyplývají velké průřezy vzduchovodů.

Při malých rychlostech proudění vzduchu a zvláště pak, jsou-li vzduchovody vytvořeny ve vytápění se samočinným oběhem, malý účinný tlak nedovoluje zařadit do oběhu filtr ani v nejjednodušším provedení. Proto se teplovzdušných otopných soustav se samočinným oběhem vzduchu používá jenom zřídka a převážně v podřadných případech [6].

Nuceného oběhu vzduchu se u teplovzdušných otopných soustav docílí ventilátorem, který sice poněkud zvyšuje složitost zařízení (údržba, spotřeba energie), ale na druhé straně přináší rozhodující výhody, jako např. podstatně menší průřezy vzduchovodů, nezávislost tepelného výkonu na venkovních povětrnostních poměrech, lepší poměry pro

regulaci a hlavně možnost čištění eventuálně i úprav vzduchu zařazením filtrů, praček, vlhčícího, resp. sušícího zařízení. Ventilátor musí pracovat bezhlučně, protože hluk se vzduchovody velmi snadno přenáší.

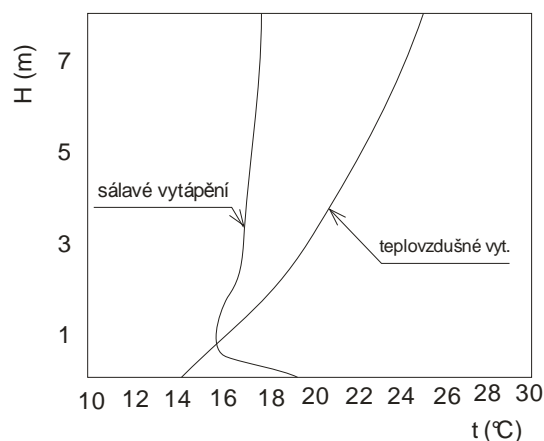
Podle druhu vzduchu přiváděného k ohřátí se dělí teplovzdušné soustavy na cirkulační, s větráním a kombinované.

U cirkulačních soustav se vzduch k ohřívání přivádí z vytápěné místnosti vzduchovody, které začínají v místnostech nasávacími otvory. Takové zařízení umožňuje vysoce hospodárný provoz, protože množství tepla potřebné k ohřátí vzduchu se rovná právě tepelné ztrátě místnosti. Po stránce hygienické je cirkulační teplovzdušné vytápění nepříliš vhodné. Spolu se vzduchem obíhá i prach, jehož množství se s dobou vytápění zvyšuje. Ten vlivem postupného rozkladu na výhřevné ploše ohříváku soustavně zhoršuje jakost vzduchu. Kromě toho se do všech místností šíří pachy, kouř a choroboplodné zárodky, které vznikají případně jenom v jedné místnosti.

U soustav s větráním se k ohříváku přivádí venkovní vzduch, který popřípadě prošel filtrem. Výhoda větrání, s níž je tato soustava spojena, může být problematická, protože je závislá na potřebě ohřátí vzduchu. Skutečná potřeba výměny vzduchu v místnosti je však diktována vnitřními poměry, jako je např. počet osob a jejich činnost, technologie výroby atd. Tyto vnitřní poměry nejsou obvykle v žádném vztahu k venkovní teplotě. Z hlediska hospodárnosti provozu se spíše požaduje, aby bylo v době extrémně nízkých teplot omezeno větrání na minimum s ohledem na spotřebu paliva i omezený výkon zařízení.

Kombinace spočívá ve využívání cirkulačního vzduchu, ke kterému se v určitém poměru přidává venkovní ohřívávaný vzduch. Všeobecně je předností teplovzdušného vytápění jeho velká provozní pohotovost a dále to, že vytápění je možno velmi snadno kombinovat s větráním. Teplovzdušné vytápění bývá také většinou investičně levnější než jiné způsoby ústředního vytápění [6].

Nevýhodou teplovzdušných otopných soustav je, že vertikální rozložení teploty vzduchu v místnosti je velmi nerovnoměrné. Směrem ke stropu se teplota vzduchu zvyšuje. Stoupání teploty výškou místnosti způsobuje, že horní část místnosti nad oblastí pobytu člověka je značně přetápěná (teplota někdy může přesáhnout i 30 °C) a tím se zvětšuje spotřeba tepla. Lepšího vertikálního rozložení teplot při vytápění můžeme dosáhnout sálavými panely [1,6]. Bližší rozbor tohoto způsobu vytápění není náplní této práce, proto je zde uvedeno pouze porovnání rozložení teplot teplovzdušného a sálavého vytápění (obr. 1).



**Obr. 1** Vertikální rozložení teplot při vytápění (podle [1])



## **2.1. Teplovzdušné vytápění ve velkých prostorách**

Hlavní oblastí použití teplovzdušného vytápění jsou haly velkých průmyslových provozoven a jiné půdorysně rozlehlé a vysoké místnosti, jako jsou různé dílny a sklady apod. V občanské vybavenosti lze mezi takové objekty zařadit tržnice, sportovní haly, tělocvičny atd.

V případě průmyslových hal se používá místních teplovzdušných soustav s horkovodním nebo parním ohřívákem vzduchu. Soustavy se skládají z vlastního ohříváku vzduchu z žebrovaných trubek, z ventilátoru a z výstky s regulačními klapkami. V některých případech se k soustavám připojuje i směšovací komora pro míchání cirkulačního a čerstvého vzduchu, nasávací potrubí s protidešťovou žaluzií příp. i vzduchový filtr. Dalším doplňujícím prvkem pro naplnění požadavku větší cirkulace jsou podstropní vířivé ventilátory. Ty mají význam v teplovzdušných soustavách, kdy se pod střešním pláštěm vytváří vrstva teplého vzduchu. Právě tento teplejší vzduch vrací vířivé ventilátory zpět do zóny pobytu člověka [1,6].

## **2.2. Tepelná pohoda**

Tepelná pohoda osob pracujících v budovách je základním požadavkem při návrhu budovy a systémů větrání, vytápění, případně klimatizace. Vzhledem k individuálnímu vnímání tepelné pohody je její objektivní posouzení poměrně obtížné. Nevýhodou je, že pro stanovení tepelné pohody je třeba složitého výpočtu a především potřeba vstupních hodnot, které při projektování nejsou k dispozici.

Úkolem vytápění je zajistit tepelnou pohodu ve vytápěném prostoru. To znamená, že musíme dosáhnout takových poměrů, za kterých člověk nepocítuje ani chlad ani nadměrné teplo či se mokře potí, tedy cítí se tepelně neutrálně. Za akceptovatelný pokládáme stav, kdy je procento nespokojených se stavem menší jak 15 %. Současně však musí být za požadavku tepelné neutrality být splněno, že se žádná část těla nepřehřívá či nepodchladuje. Jinak řečeno, musíme splnit i požadavky na eliminaci lokální tepelné nepohody na libovolné části těla, která vzniká asymetrickým tepelným sáláním, vertikálním teplotním gradientem vzduchu, příliš teplou či chladnou podlahou nebo zvýšeným prouděním vzduchu [1,5].

## 2.3. Teplonosné látky

Teplonosnou látkou mohou být páry, plyny a kapaliny, které by měly mít tyto základní vlastnosti: přenáší co největší množství tepla vztažené na jednotku objemu, jsou levné a snadno dostupné, jsou chemicky stálé v rozsahu používaných tlaků a teplot, nekorodují potrubí, nejsou jedovaté, výbušné, hořlavé, viskózní, netuhnou při nízkých teplotách a dovolují možnost regulace přenášeného výkonu.

Dosud není známa teplonosná látka splňující všechny základní požadavky. Nejvíce požadavků splňují silikonové oleje s bodem varu 300 až 400 °C při atmosférickém tlaku a bodem tuhnutí pod –35 °C. Jejich nedostatkem je však menší měrná tepelná kapacita a vysoká výrobní cena. Proto se jako teplonosná látka obvykle používá buď voda nebo vodní pára. Voda o teplotě do 110 °C se označuje jako teplá, nad 110 °C jako horká. Voda je chemicky stabilní do teploty 200 °C. Obsahuje vápenaté a křemičité soli a pohlcené plyny (O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>). Má-li voda sloužit jako teplonosná látka, musí se chemicky upravovat a odplyňovat. Tato úprava není však zvlášť nákladná [9].

Voda se vyznačuje z dostupných látek největší měrnou tepelnou kapacitou. Přenosová schopnost horkovodních sítí je proto při stejném průměru potrubí větší než u sítí parních. Pro porovnání výhod páry, resp. vody je uvedena tab.1.

Tab. 1 Porovnání páry a vody jako teplonosné látky (podle [9])

Teplonosná látka	Výhody	Nevýhody
Pára – sytá nebo mírně přehřátá na vstupu do sítě	<ul style="list-style-type: none"> <li>- odpadá oběhové čerpadlo</li> <li>- snazší překonávání velkých výškových rozdílů terénu (potrubí není vystaveno tlaku sloupce vody)</li> <li>- snazší zapojení většího počtu zdrojů do společné tepelné sítě</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- při dané teplotě (tlaku) na konci sítě je na vstupu mnohem větší tlak, a proto je podél sítě vyšší teplota</li> <li>- větší tepelné a tlakové ztráty</li> </ul>
Voda - teplá < 115 °C - horká > 115 °C	<ul style="list-style-type: none"> <li>- lepší regulovatelnost výkonu</li> <li>- menší tepelné ztráty sítí</li> <li>- větší měrná výroba elektřiny v kombinovaném cyklu</li> <li>- větší tepelně akumulární schopnost sítí</li> <li>- možnost přenosu tepla na větší vzdálenost</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- nutnost oběhového čerpadla</li> <li>- větší zatížení potrubí</li> <li>- velké hydrostatické tlaky</li> <li>- mnohem obtížnější rozšiřování tepelné sítě</li> </ul>

O volbě nositele tepla rozhoduje tedy řada vlivů a záležití velmi značně na místních podmínkách. O ekonomické výhodnosti určité teplotnosné látky rozhoduje výpočet celkových nákladů. Obecně je však možno říci, že pro zásobování bytově komunálních hospodářství je výhodnější horká voda, neboť je možno uplatnit dobré regulační možnosti v závislosti na potřebě tepla, tj. v závislosti na venkovní teplotě ovzduší. Pára se používá tehdy, připadá-li z celkové potřeby tepla značná část (30 % a více) na průmysl, vyžadující pro výrobní účely páru (pro vytápění průmyslových objektů je rovněž výhodnější horká voda).

S párou jako teplotnosným médiem se může počítat tehdy, jestliže poloměr tepelné sítě není větší než asi 1 až 2 km, tzn. jde-li o výtopnu nebo o malou teplárnu (v níž rozdíl ve výrobě elektřiny nemá velký význam) a zejména je-li terén značně členitý, s velkými výškovými rozdíly a teplárnu lze umístit na nejnižším místě [4,9].

## 2.4. Rozvod tepla

Rozvod tepla v sobě zahrnuje nejen tepelné napáječe a distribuční tepelné sítě, ale také předávací stanice, v nichž se teplo předává do spotřebitelských systémů. Účelem je zajistit dodávku tepla do spotřebitelských soustav a zařízení v potřebném množství, čase a s potřebnými parametry (teplotou). V zájmu hospodárnosti je třeba snažit se o uspokojení potřeb odběratelů při co nejmenším příkonu, s co nejmenším množstvím tepla a na co nejnižší teplotní úrovni, zejména při dodávce tepla z kombinovaného cyklu. Je třeba odebírat ze sítě jen skutečně nezbytné množství teplotnosné látky. Spojku mezi tepelnou sítí a spotřebitelským zařízením tvoří odběratelské předávací stanice. Každá stanice představuje soubor na ni připojených spotřebitelských zařízení.

Předávací stanice slouží k předávání tepla jiné teplotnosné látce (stanice s povrchovými výměníky tepla) nebo ke změně parametrů teplotnosné látky (stanice se směšovacími výměníky). Kromě výměníků jsou v předávacích stanicích také ovládací, regulační a měřicí přístroje a ve stanicích parních tepelných sítí navíc ještě zařízení pro vracení kondenzátu do zdroje.

Předávací stanice v parních tepelných sítích lze rozdělit v podstatě na dvě skupiny:

- zařízení pro tlakově závislé připojení
- zařízení pro tlakově nezávislé připojení.

V zařízeních pro tlakově závislé připojení postupuje pára z tepelné sítě do otopné soustavy spotřebitele, která tím tvoří s tepelnou sítí hydraulicky jeden celek. Tento případ se uvažuje pouze u otopných soustav parních.

V zařízeních pro tlakově nezávislé připojení je spotřebitelská soustava od tepelné sítě hydraulicky oddělena a teplo se zde předává prostřednictvím povrchových výměníků tepla. Tento případ se uvažuje pro připojení teplovodních i parních otopných soustav [2,3].

### 3. Výměníky tepla

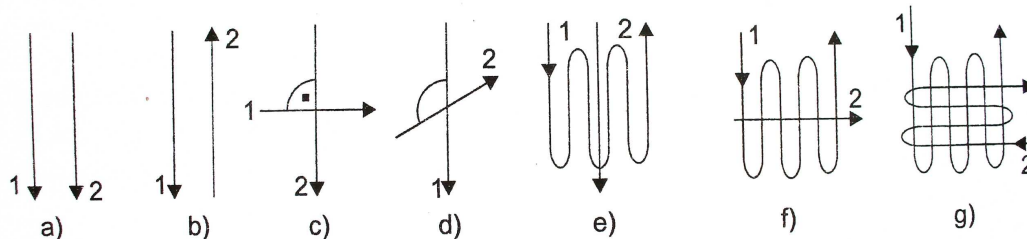
Výměníky tepla jsou zařízení, která slouží k průběžnému nebo přerušovanému předávání tepelné energie mezi proudícími teplotnosnými médii.

Na výměník jsou obecně kladeny tyto požadavky: co největší výkon, co nejmenší rozměry, hmotnost a cena výměníku, co nejmenší tlakové ztráty (čerpací práce), co nejvyšší spolehlivost. První dva požadavky se týkají návrhu, případně výběru vhodného výměníku tepla. Vzhledem k tomu, že tyto požadavky jsou protichůdné, je konečné řešení vždy kompromisem. Výběr z více řešení posuzovaných z tohoto pohledu pak představuje optimální návrhovou variantu. Maximální provozní spolehlivost je již podchycena v konstrukčním řešení a výrobě výměníku. Velký podíl na ní má však kvalita a dostatečná četnost prováděné údržby. Spolehlivost výměníků tepla je dána především minimální poruchovostí a dobrou opravitelností výměníku [7].

#### 3.1. Rozdělení výměníků

Výměníky tepla lze klasifikovat dle způsobu použití (ohřívače, vařáky, kondenzátory,...), dle počtu a uspořádání proudů (výměna tepla mezi dvěma nebo více médii,...), dle charakteru výměny tepla (beze změny či se změnou fáze) nebo dle počtu teplosměnných ploch: směšovací výměníky, kde žádné teplosměnné plochy nejsou a média se mísí, regenerační výměníky s jedinou teplosměnnou plochou, kterou střídavě omývá teplý a chladný proud, a kontinuální rekuperační výměníky, u nichž jsou proudy odděleny stěnou (teplosměnnou plochou) [8].

Ve výměnících se používají různé směry proudů teplotnosných látek. Schématické znázornění je na obr. 3.



**Obr. 2.** Proudění ve výměnících (podle [1])

*a-souproud, b-protiproud, c-křížový proud, d-šikmý proud, e až g-kombinované proudění*

V oblasti teplovzdušného vytápění se teplo předává mezi teplotnosnou látkou (buď vodou, nebo párou) a vzduchem. Nedochozí zde k míšení, neboť příliš vlhký vzduch v pracovních prostorách není zcela žádoucí. Dalším požadavkem pro výměník je velká teplosměnná plocha. V dalším rozboru budou uvedeny pouze výměníky rekuperační.

### **3.1.1. Výměníky trubkové**

Již dlouhá léta jsou nejčastějším typem výměníků, který je vhodný i pro vysoké tlaky a teploty. Tyto typy výměníků jsou univerzální, použitelné pro kapaliny i plyny. Vzájemná orientace proudů se v jednotlivých partiích výměníků mění (někde je souproud, protiproud nebo křížový tok). Záleží na vedení toku v mezitrubkovém prostoru – plášti, který může být rozdělen podélnými i příčnými přepážkami (segmentovými, diskovými šroubovicovými, tyčovými). Směr proudění v trubkách se rovněž může měnit – jeho orientaci určují dělicí přepážky v rozdělovacích komorách – hlavách výměníku [8].

#### **3.1.1.1. Výměníky trubka v trubce**

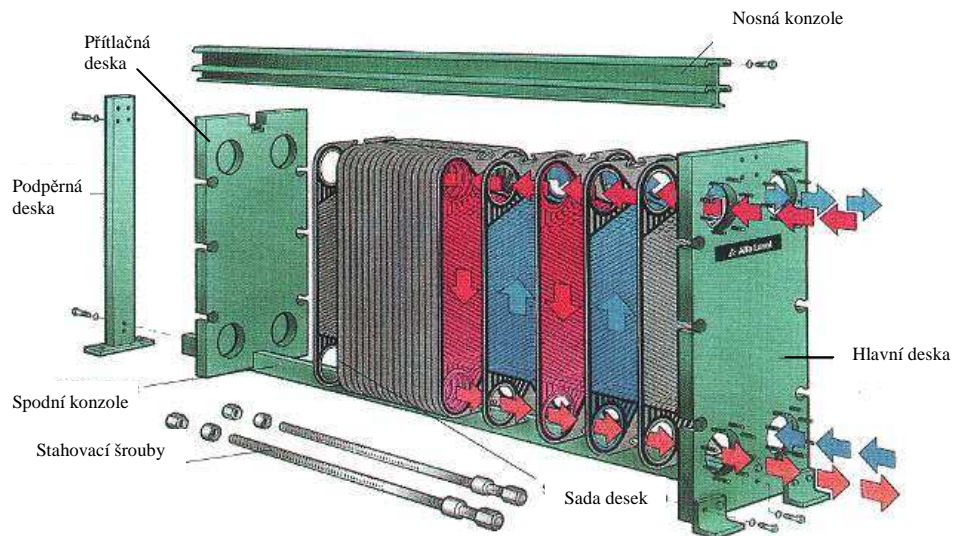
Obě média proudí souběžně (souproud nebo protiproud) v trubce nebo mezitrubkovém prostoru (či prostorech). Existuje řada uspořádání, např. ve formě dvou trubek stočených do spirály či šroubovice, často se používají žebrované trubky (podélné žebrování). Svařované plášťové dvoutrubkové výměníky jsou vhodné pro nejnáročnější aplikace (nejvyšší tlaky, teploty a požadavky na těsnost). Pro vytápění vzhledem ke malé teplosměnné ploše nejsou vyhovující vyhovující, uplatňují se zejména v potravinářském průmyslu [8].

### **3.1.2. Výměníky spirálové**

Na rozdíl od předchozích trubkových výměníků patří spirálové do kategorie výměníků deskových. Obě média proudí (zpravidla v protiproudu) ve spirálově zakřivených kanálech. Nevýhodou jako u všech deskových výměníků je omezení tlaků a u některých starších provedení možnost netěsností. Spirálové výměníky jsou kompaktnější než trubkové – tj. při daném zastavěném objemu mají větší teplosměnnou plochu [8]. Na vytápění se tento typ výměníku moc nepoužívá.

### **3.1.3. Výměníky deskové**

Média proudí ve štěrbinách mezi deskami naskládanými vedle sebe, které jsou profilovány tak, aby přestup tepla byl co nejvyšší a současně aby nedocházelo k nadměrnému zanášení teplosměnných ploch. Pro deskové výměníky je typické to, že ve srovnání s trubkovými výměníky jsou podstatně méně náchylné na zanášení. Typická deska výměníku je vylisována z nerezového plechu a má v rozích čtyři otvory. Netěsnost deskových výměníků je hlavním důvodem jejich menšího rozšíření v chemickém průmyslu. Jinde však dominují – především díky své kompaktnosti (ještě menší zastavěná plocha než u spirálových výměníků), deskové výměníky vychází až o řád levněji než výměníky trubkové (což je dáno sériovostí výroby desek a modularitou – do stejného rámu lze přidávat dle potřeby další desky a volit víceméně libovolně jejich řazení – sériově nebo paralelně) [8]. Předním světovým dodavatelem deskových výměníků tepla je Alfa Laval. Českými dodavateli jsou např. Reflex, Thermotip, Kotrbatý, atd.



*Obr. 3. Deskový výměník Alfa Laval [14]*

### 3.1.3.1. Deskožeborné kompaktní výměníky

Pod pojmem kompaktní výměník se zpravidla rozumí výměník s měrnou teplosměnnou plochou větší než  $700 \text{ m}^2/\text{m}^3$  zastavěného objemu. Takto vysokých hodnot specifického povrchu dosahují až deskožebrové výměníky, které se používají spíše jen pro plyny a nižší tlaky (do 1 MPa). Zcela vyloučena jsou média korozní nebo s tendencí k zanášení. Rozsah pracovních teplot bývá naopak poměrně široký, od teplot kryogenních až po  $200 \text{ }^\circ\text{C}$  u pájených nebo cca  $800 \text{ }^\circ\text{C}$  u svařovaných výměníků. Kromě uspořádání s křížovým tokem se lze setkat i s protiproudým nebo souproudým provedením deskožebrových výměníků. Pro vyšší tlaky (do 3 MPa) jsou vhodnější výměníky trubkožebrové (kruhové nebo zploštěné trubky zalísované do paralelních desek - tedy křížový tok), ovšem jejich specifický povrch bývá výrazně nižší. Výhodou deskožebrových výměníků je relativně nízká cena [8].

## 4. Vytápěcí jednotky

### 4.1. Vytápěcí jednotky SAHARA

Vytápěcí jednotky SAHARA MAXX HN jsou nejnovějším výrobkem od firmy GEA LVZ. Jsou určeny pro normální prostředí a to pro nástěnnou nebo podstropní montáž a slouží k vytápění výrobních, skladovacích hal, opraven, prodejních prostor apod. Skládá se z výměníku, který je umístěn v přední části pláště a pláště jednotky zhotoveného z ocelového plechu chráněného práškovou vypalovací barvou.. Podle topného média je třeba určit konkrétní typ výměníku:

Výměník Cu/Al – standardní výměník k topení teplou vodou, vyroben z měděných trubek s profilovanými hliníkovými lamelami.

Výměník Cu/Cu – vysoce výkonný výměník k topení teplou vodou při středním a vyšším znečištění vzduchu. Zlepšený přenos tepla od trubky k lamelě se dosahuje i při větší rozteči lamel díky optimálnímu využití plochy výměníku. Vyroben z měděných trubek s profilovanými měděnými lamelami.

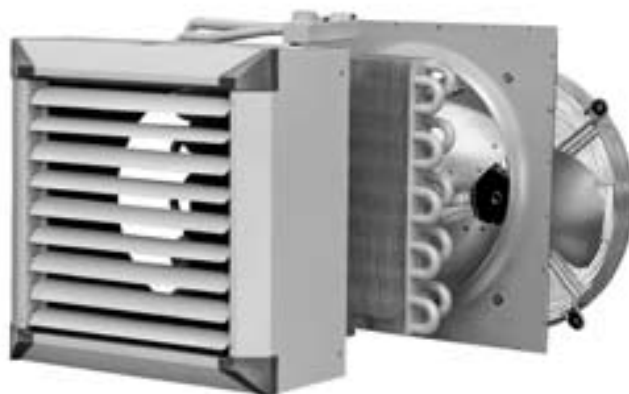
Výměník Fe/Fe Zn – vysoce výkonný průmyslový výměník k topení horkou vodou nebo parou. Lamely jsou zhotoveny z elipsoidních žebrovaných trubek (médium horká voda) a z kruhových žebrovaných trubek (médium pára). Celý výměník je zároveň zinkován, čímž je dosaženo kvalitního přenosu tepla mezi trubkou a žebry [10].



**Obr.4.** Vytápěcí jednotka SAHARA MAXX HN [11]

## 4.2. Vytápěcí jednotky BAS

Vytápěcí teplovzdušné jednotky BAS jsou od firmy BOKI. Typickými příklady instalací jsou výrobní a montážní haly, logistické areály a sklady, velkokapacitní garáže, autoservisy, sportovní haly, výstavní haly a supermarkety. Teplovzdušné jednotky BOKI BAS jsou osazeny výměníkem tepla nové generace, který byl speciálně vyvinut a zkonstruován přímo pro vytápění průmyslového prostředí. Tepelný výměník tvoří teplotonosné trubky o zvětšeném průměru 22 mm, což zajišťuje optimální poměr mezi teplosměnnou plochou trubek, rychlostí proudění teplotonosné látky a minimální tlakovou ztrátou výměníku. Konstrukční provedení výměníku tepla přináší efektivnější využití přiváděného tepla, menší zanášení trubek a nižší hmotnost. Jeho trubky jsou vyrobeny z oceli nebo z mědi a osazeny hliníkovými lamelami [17].



*Obr.5. Vytápěcí jednotka BAS [17]*

## 4.3. Kompaktní větrací jednotky DUPLEX

Kompaktní větrací jednotky řady DUPLEX od firmy Atrea se používají pro komfortní větrání, teplovzdušné vytápění malých provozoven, sportovních a průmyslových hal, bazénů apod. Jednotky jsou vhodné všude tam, kde je nutno zajistit efektivní větrání, případně teplovzdušné cirkulační vytápění s minimálními provozními náklady, tj. s vysokou účinností zpětného získávání tepla, nízkým instalovaným příkonem ventilátorů a minimální hlučností. Řada DUPLEX 550 a nižší (číselná hodnota je úměrná z výkonem jednotky) je určena pro komfortní větrání nízkoenergetických a pasivních rodinných domů a bytových domů. Obsahují deskové rekuperační výměníky. Ty se používají pro vysoce efektivní zpětné získávání tepla z odpadního vzduchu pro předehřev čerstvého vzduchu přiváděného při větrání obytných, občanských i průmyslových budov. Všechny typy deskových výměníků jsou zhotoveny z plastické hmoty hPS. Vyznačují se velmi nízkou hmotností, vysokou účinností zpětného získávání tepla, hermetickým oddělením přiváděného a odváděného vzduchu, vysokou odolností proti agresivním vlivům (například v bazénech a průmyslových provozech) a nízkým hydraulickým odporem. Firma Atrea nabízí širokou variabilitu atypických a speciálních provedení rekuperačních výměníků. Nejuniverzálnější je provedení RVX [12].



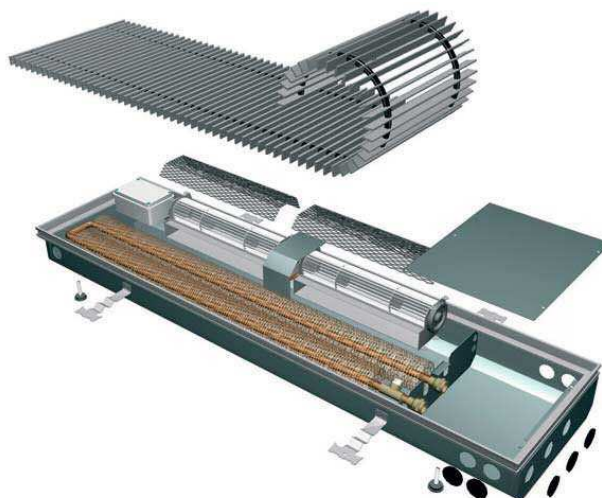


*Obr. 6. Kompaktní větrací jednotka DUPLEX 600 [12]*

## **5. Konvektory**

### **5.1. Konvektory OPLFLEX**

Konvektory OPLFLEX jsou výrobky firmy ISAN. Nejpoužívanější je model OPLFLEX FLT. Je to podlahový konvektor do suchého prostředí s tangenciálními ventilátory. Dosahuje vysokého výkonu při zachování tichého chodu. Využívá se administrativních budovách, kancelářích, rodinných domech s požadavkem nízké úrovně hluchnosti. Pro neobytné místnosti lze užít jako hlavní topidlo. Obsahují celoměděné drátěné výměníky, které zajišťují vysokou tuhost konstrukce [15].



*Obr. 7. Konvektor OPLFLEX FLT [15]*

## 5.2. Konvektory COIL

Konvektory COIL jsou výrobky firmy MINIB. Nejuniverzálnější je verze COIL-MT2. Slouží k vytápění suchých a vlhkých interiérů. Jeho dominantní vlastností je automatické naklápění proudu vyfukovaného vzduchu. V případě nutnosti má konvektor COIL-MT2 extrémně veliký tepelný výkon i při velmi malých otáčkách ventilátoru. Užívají vysoce kvalitní teplovodní výměníky, které seskládají z hliníkových lamel a měděných trubek). Tangenciální ventilátory zajišťují rovnoměrný výstup ohřátého vzduchu po celé délce výměníku [16].



**Obr. 8.** Konvektor COIL-MT2 [16]

## 6. Závěr

Řešení vytápěcího systému vyžaduje individuální přístup k volbě vhodného zařízení pro ohřev dané místnosti. Každá lokalita klade jiné nároky na výběr přívodu teplotnosné látky na požadované místo. Teplovzdušné vytápění je nahrazováno vytápěním sálavými panely. Přesto lze nalézt různé aplikace pro jeho využití.

V průmyslových závodech, kde se využívá ohřátý vzduch nejen k vytápění, ale i k technologickým procesům, musí být teplotnosnou látkou pára. Ke kvalitnímu ohřevu vzduchu je třeba velké výhřevné plochy výměníku za silného nuceného profukování kolem teplosměnných ploch.

Z dostupné nabídky vytápěcích jednotek v průmyslových halách s požadavkem na vysoký výkon výměníku je např. SAHARA MAXX-HN od firmy GEA. Trubkožebný kruhový výměník s ventilátorem zajišťuje kvalitní ohřev vzduchu ve velkých prostorách.

V závodech či prostorách méně náročných na výkon vytápěcí jednotky postačí jako teplotnosná látka horká voda. Té využívá např. vytápěcí teplovzdušná jednotka BAS od firmy BOKI. Obsahuje výměník z teplotnosných trubek o zvětšeném průměru. Trubky jsou vyrobeny z oceli či mědi a osazeny hliníkovými lamelami.

Velice prostorově úsporné jsou kompaktní větrací jednotky DUPLEX od firmy Atrea. Kvůli svému univerzálnímu provedení se používají skoro ve všech zónách pobytu člověka, jak v obytných, občanských, tak i v průmyslových budovách. Deskové rekuperační výměníky z plastické hmoty hPS se vyznačují velmi nízkou hmotností. Instalace a údržba je proto snadná.

V obytných a kancelářských místnostech se jako doplňkového zdroje tepla používá konvektorů. Nejčastěji se využívá podlahového. Z nabídky jsem vybral konvektory OPLFEX od firmy ISAN. Celoměděným drátěným výměníkem protéká horká voda a tangenciální ventilátory profukují vzduch kolem celé délky výměníku, o který se vzduch ohřívá. Proto dosahují relativně vysokého výkonu.

Přední výrobci součástí na vytápění nabízejí mnoho variant pro specifické případy využití. Dokáží navrhnout a vytvořit tepelné výměníky dle možností a přání zákazníka užitím nejnovějších trendů z oblasti termomechaniky a techniky prostředí.

## Seznam použitých zdrojů

Odborná literatura:

- [1] BAŠTA, J., DRKAL, F., KOTRBATÝ, M. – *Vytápění - sálavé a teplovzdušné vytápění průmyslových a občanských staveb*, České Budějovice, Společnost pro techniku prostředí ve spolupráci s Energetickým poradenským střediskem ČEZ, a.s., 1998, ISBN 80-2-01240-2
- [2] CIHELKA, J. a kol. – *Vytápění, větrání a klimatizace*, Nakladatelství technické literatury, Praha 1985
- [3] CIKHART, J. a kol. – *Soustavy centralizovaného zásobování teplem*, Nakladatelství technické literatury, Praha 1989
- [4] FRIDRICH, V. – *Vytápění*, Informační a poradenské středisko ČEZ, a.s. Společnost pro techniku prostředí, 1996
- [5] HEMZAL, K. - *Vytápění, větrání, instalace*, 17. ročník, číslo 2, duben 2008
- [6] KOLEKTIV – *Lamelové a deskové výměníky tepla*, Společnost pro techniku prostředí, Praha 1992
- [7] OCHRANA, L. – *Kotle a výměníky tepla*, Akademické nakladatelství CERM, s.r.o. Brno 2004 ISBN 80-214-2847-3
- [8] ŠESTÁK, J. a ŽITNÝ, R.- *Tepelné pochody II*, Praha: vydavatelství ČVUT, 1997, ISBN 80-01-01630-7
- [9] VLACH, J. – *Zásobování teplem a teplárenství*, Nakladatelství technické literatury, Praha 1989

www stránky:

- [10] *Projekční data vytápěcí jednotky SAHARA MAXX – HX*. Dostupné z:  
<[http://web.telecom.cz/gealvz/downloads/lvz/pp/vyt/SAHARA\\_MAXX\\_HN\\_PP\\_11\\_2007\\_CZ.pdf](http://web.telecom.cz/gealvz/downloads/lvz/pp/vyt/SAHARA_MAXX_HN_PP_11_2007_CZ.pdf)>
- [11] *Vytápěcí jednotky vodní a parní SAHARA MAXX HN*. Dostupné z:  
<<http://www.gealvz.cz/czech/nbsp/index.html>>
- [12] *Kompaktní vzduchotechnické jednotky DUPLEX*. Dostupné z:  
<[http://www.atrea.cz/?download=cz/jednotky/duplex\\_2000\\_8000\\_cz\\_2007\\_03.pdf](http://www.atrea.cz/?download=cz/jednotky/duplex_2000_8000_cz_2007_03.pdf)>
- [13] *Deskové výměníky tepla, přenos tepla, klíčové obory naší působnosti, Alfa Laval*.  
Dostupné z: <<http://local.alfalaval.com/cs-cz/klicove-obory/prenos-tepla/deskove-vymeniky-tepla/pages/default.aspx>>
- [14] *BCB Plzeň, spol.s r.o. Deskové výměníky Alfa Laval*. Dostupné z: <<http://www.bcb-plzen.eu/alfalaval/pajene.htm>>
- [15] *ISAN Radiátory – sálavé a podlahové konvektory*. Dostupné z:  
<<http://www.isan.cz/vyrobní-rada-oplflex>>
- [16] *Vytápěcí konvektory (Fan Coil)*. Dostupné z: <<http://www.minib.cz>>
- [17] *Teplovzdušné vytápění a klimatizace*. Dostupné z:  
<<http://www.bokigroup.cz/produkty/industry/teplovzdusne-vytapeni-a-klimatizace/teplovzdusne-jednotky-bas/>>