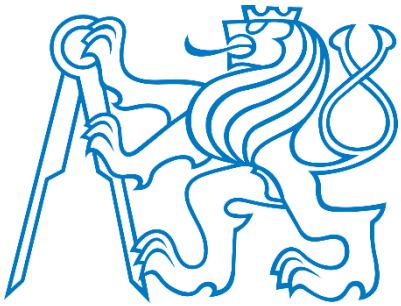
ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



STUDIE NA TÉMA SYSTÉMY VYTÁPĚNÍ V BYTOVÉM OBJEKTU

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

JAN MAŠEK

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D.**

2015/2016

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Fakulta stavební
Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Mašek Jméno: Jan Osobní číslo: 409977

Zadávající katedra: K125 Technická zařízení budov

Studijní program: Architektura a stavitelství

Studijní obor: Architektura a stavitelství

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Rekonstrukce systému vytápění v bytovém objektu

Název bakalářské práce anglicky: Reconstruction of heating system in the residential building

Pokyny pro vypracování:
Projekt rekonstrukce vytápění zadané budovy. Projekt - Textová část - technická zpráva, výpočet tepelných ztrát, návrh otopných ploch, předběžný návrh dimenzí rozvodů, energetické výpočty. Výkresová část - půdorysy, svislý řez, detail technické místnosti, funkční schéma.
Studie na téma Systémy vytápění v bytovém objektu

Seznam doporučené literatury:
Kabele, Karel : TECHNICKÁ ZAŘÍZENÍ BUDOV. Vytápění. ČVUT. Praha 2014. ISBN 978-80-01-05203-7
ČSN EN 12831 Tepelné soustavy v budovách - Výpočet tepelného výkonu. ČNI 2005
ČSN EN 12828 Tepelné soustavy v budovách - Navrhování teplovodních otopných soustav. ČNI 2014.
Petráš, Dušan: Vytápění rodinných a bytových domů. Jaga 2005.ISBN 80-8076-020-9.

Jméno vedoucího bakalářské práce: doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce: 1.3.2016 Termín odevzdání bakalářské práce: 20.5.2016

[redacted]
Podpis vedoucího práce

[redacted]
Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

13.2016
Datum převzetí zadání

[redacted]
Podpis studenta(ky)

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

V Praze, dne 19. 5. 2016

Poděkování

Rád bych na tomto místě poděkoval vedoucímu své bakalářské práce doc. Ing. Michalovi Kabrhelovi, Ph.D. za užitečné informace a rady poskytované během konzultací.

Obsah

ANOTACE 7
1 ÚVOD 8
2 PALIVA 9
2.1 TUHÁ PALIVA 10
2.2 KAPALNÁ PALIVA 10
2.3 PLYNNÁ PALIVA 11
3 OTOPNÉ SOUSTAVY 12
3.1 DĚLENÍ DLE TEPLONOSNÉ LÁTKY 12
3.1.1 Vodní otopné soustavy 13
3.1.2 Parní otopné soustavy 14
3.1.3 Teplovzdušné vytápění 15
3.2 DĚLENÍ DLE UMÍSTĚNÍ ZDROJE 16
3.2.1 MÍSTNÍ (LOKÁLNÍ) VYTÁPĚNÍ 16
3.2.1.1 Vytápění tuhými palivy 17
3.2.1.2 Plynová topidla 17
3.2.1.3 Elektrická topidla 19
3.2.2 ETÁŽOVÉ VYTÁPĚNÍ 19
3.2.3 ÚSTŘEDNÍ VYTÁPĚNÍ 20
3.2.4 DÁLKOVÉ VYTÁPĚNÍ 22
3.2.4.1 Zdroj tepla 23
3.2.4.2 Rozvod tepla 23
3.2.4.3 Předávací stanice 23
3.2.4.4 Odběratelská soustava 24
4 OTOPNÉ PLOCHY 26
4.1 Článková otopná tělesa 27

4.2 Desková otopná tělesa 28
4.3 Trubková otopná tělesa 29
4.4 Konvektory 30
4.5 Podlahové vytápění 32
4.6 Sálavé stropní vytápění 33
5 ZÁVĚR 34
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A PODKLADŮ 35
SEZNAM OBRÁZKŮ 36
SEZNAM TABULEK 36
SEZNAM GRAFŮ 36

ANOTACE

Tématem této bakalářské práce je rekonstrukce systému vytápění v bytovém objektu. Práce má dvě hlavní části - projekt a studii. Projekt se zabývá rekonstrukcí vytápění ve stávajícím bytovém objektu. Jeho cílem bylo provézt výpočty tepelných ztrát, následný návrh otopných ploch, předběžný návrh dimenzí rozvodů, energetické výpočty a na závěr technickou zprávu. K tomu neodmyslitelně patří i výkresová příloha, tedy půdorysy všech podlaží, svislé řezy, detail technické místnosti a funkční schéma.
Studie na téma systémy vytápění v bytových domech se zabývá především základními typy otopných soustav. Samotným soustavám předchází stručné představení paliv užívaných pro vytápění, jejich rozdělení a příklady. Otopné soustavy jsou dále rozděleny dle teplonosné látky a dle umístění zdroje. Jedna celá kapitola je věnována jednotlivým otopným plochám. K teorii vytápění jsou přiložena i statistická data, která ukazují procentuální použití typů paliv a způsobu vytápění dle umístění zdroje v zabydlených bytech v České republice.

The topic of the bachelor's thesis is the reconstruction of the heating system in an apartment building. The work has two main parts - the project and the study. The project is focused on the reconstruction of the existing heating in a residential building. Its aim is to perform a heat-loss calculations, proposal of heating surfaces, preliminary proposal of dimension distribution, energy calculations and finally the technical report. This includes a drawing attachment - plans of all floors, vertical cross-sections, detail of an engineer room and a functional diagram.
The study deals with heating systems in residential buildings. Heating systems are further classified according to the heat transfer medium and according to the source location. One entire chapter is dedicated to particular heating surfaces. The theory of heating is accompanied by statistical data which show the usage of the fuel types and the heating methods according to the source location expressed as a percentage in inhabited flats in the Czech Republic.

1 ÚVOD

Vytápění je proces, při kterém se snažíme zajistit tepelnou pohodu vnitřního prostředí budovy [1]. Člověk tráví většinu svého času doma, a proto chceme tepelnou pohodu na co nejlepší úrovni. Vzhledem k tomu, že Česká republika leží v mírném podnebném pásu, je potřeba po většinu roku vytápět. Proto je systém vytápění velice důležitý prvek každé budovy – o to více tam, kde trávíme většinu svého života. V dnešní době se jedná o velmi diskutované téma.

S moderním přístupem k vytápění úzce souvisí snižování energetické náročnosti budov na minimum. Hlavními důvody jsou vysoká cena energií, která zahrnuje jak výrobu, tak i distribuci energie, a vyčerpatelnost fosilních paliv, které jsou významným zdrojem energie. Poměrné efektivní a k přírodě šetrný způsob vytápění jsou alternativní zdroje energie, které využívají nízkopotenciální zdroj tepla na ohřev vody či vzduchu. Těmito zdroji se však v této práci zabývat nebudu.

Ke snížení spotřeby tepla na vytápění se dá také docílit efektivnějším návrhem distribuční sítě uvnitř i vně objektu, jedná-li se o centrální zásobování teplem. Užitím tepelné izolace, správných dimenzí a vyregulování soustavy můžeme zajistit maximální efektivitu a funkčnost vytápěcí soustavy.

2 PALIVA

Paliva jsou látky, které při dostatečném zahřátí a přísunu čerstvého vzduchu hoří. Všeobecně se tak nazývají takové látky, které jsou schopné se slučovat s okysličovadlem v nové, chemicky stabilnější produkty, přičemž se z nich uvolňuje určité množství tepla a vedlejší produkty. [1] Pro vytápění se používají v největší míře energetická paliva, která se rozdělují dle skupenství, původu vzniku či výhřevnosti. Základní rozdělení paliv podle skupenství je na tuhá, kapalná a plynná paliva. Dle původu vzniku to jsou paliva přírodní a umělá. Shrnutí skupin paliv s některými zástupci nalezneme v následující Tab. 1 **Druhy paliv podle skupenství a původu**

.

Skupenství	Původ	
	přírodní	umělá
tuhá	antracit černé uhlí hnědé uhlí lignit rašelina dřevo	koks polokoks brikety uhelný prášek
kapalná	ropa	nafta benzin petrolej topné oleje dehtové oleje syntetické oleje
plynná	zemní plyn	svítiplyn karbonizovaný plyn generátorový plyn reformovaný plyn vodní plyn propan-butan bioplyn

Tab. 1 Druhy paliv podle skupenství a původu [1]

2.1 TUHÁ PALIVA

Tuhá paliva jsou historicky nejrozšířenějším palivem. Mnoho domácností stále využívá kotle na tuhá paliva zejména z důvodu nižších nákladů. S rozšířením zemního plynu se však začalo od tuhých paliv ustupovat a to z důvodu nízkého komfortu. Tuhé palivo je totiž potřeba někde uskladňovat a vzniklý popel vyhazovat, na rozdíl od zemního plynu, jehož dodání do kotle je zajištěno připojovacím potrubím.

Výhodou tuhých paliv je tedy nízká cena, jak již bylo zmiňováno. Výhodné je na nich i jejich dostupnost, a to zejména pro taková místa, kde není zaveden zemní plyn.

Nevýhodou jsou obecně větší nároky na provoz – skladování paliva, doplňování zásobníků či dávkování a výnos popela. Dávkování je v automatických kotlích do jisté míry řešeno automaticky doplněním zásobníků, ty se ale také musí jednou za čas naplnit. Dá se říct, že se převážně v dnešní době topí tuhými palivy tam, kde není zaveden jiný typ paliva nebo je to stále ekonomicky výhodnější [2].

2.2 KAPALNÁ PALIVA

Nejuniverzálnějším kapalným palivem je ropa, která se v přírodním stavu jako palivo téměř nepoužívá. Jako energetické palivo jsou nevhodnější umělá paliva, které vznikají jako zbytky po destilaci ropy, při zpracování dehtů, příp. jako produkty přímého zpracování uhlí. [1]

Kapalná paliva se dělí podle dvou základních kritérií – kvality a původu a způsobu vzniku. Kvalita kapalného paliva závisí na obsahu síry, která je poměrně nízká. Kvalitativně se kapalná paliva člení na těžká kapalná paliva (např. mazuty), lehká kapalná paliva (např. lehké topné oleje) a extra lehká kapalná paliva (tvoří podskupinu moderních a ekologických topných olejů s obsahem síry do 0,3 %). Dle původu a způsobu úpravy se kapalná paliva dělí do těchto skupin: minerální oleje (vznikly před miliony let ze zbytků rostlin a živočichů); dehtové oleje (produkt destilace dehtů); syntetické oleje (vyrábí se z černého a hnědého uhlí nebo ze zbytků ropy a dehtů); zvláštní kapalná paliva (např. benzol (C_2H_6), který vzniká při odplyňování uhlí). [1]

Výhodou kapalných paliv je jejich bezpečnost na rozdíl od plynných paliv, protože v koncentraci se vzduchem nevytvářejí výbušnou směs. Jako výhodu považuji i jejich čistší provoz, při kterém nevzniká žádný popel.

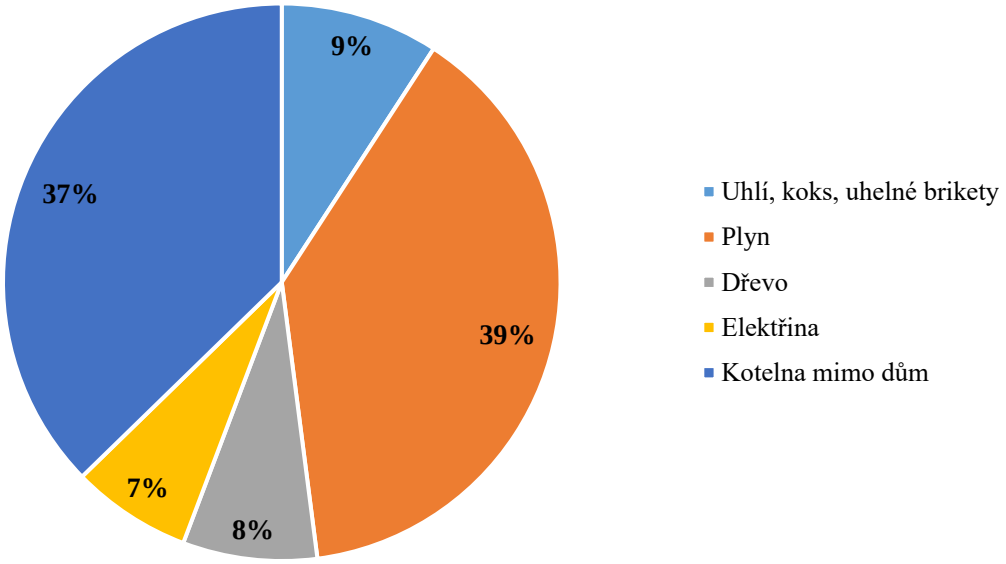
Nevýhodou je tuhnutí kapalných paliv, proto se musí při dopravě do kotlů dohřívat. Další nevýhodou je i cena, která je vyšší než u ostatních typů. Dochází zde ke snížení komfortu z důvodu nutnosti pořízení zásobníku a jeho doplňování, stejně tak, jako u kotlů na tuhá paliva.

2.3 PLYNNÁ PALIVA

Plynná paliva jsou směsí hořlavých a nehořlavých plynů. Z hlediska spalování má zde největší význam zemní plyn. Další plynná paliva, která se používají pro veřejné zásobování a spalování ve zdrojích tepla, jsou svítiplyn a propan-butan. Hlavní dělení plynných paliv je podle hodnoty spalného tepla do čtyř skupin: málo, středně, velmi a vysoce výhřevné plyny.

Výhodou plynných paliv je jeho komfort užívání. V případě napojení objektu na plynovodní řád není třeba vlastnit zásobník a s tím odpadá i povinnost s jeho doplňováním.

Nevýhodou je vyšší cena a vysoké požadavky na distribuci plynovodní sítě či na cílové spotřebiče, tedy plynové kotle. Rozvod plynu musí být bezpečně utěsněn, aby nedocházelo k jakémukoliv úniku. Při vyšší koncentraci plynného paliva ve vzduchu může dojít ke vzplanutí, pokud se zapálí vnějším zdrojem. Požadavky na kotle jsou zejména na jejich umístění. Každý takový spotřebič potřebuje přísun čerstvého vzduchu a to může být problém, např. nemá-li kotel vlastní přísun a místnost není přímo větraná.



Graf 1 Obydlené byty podle používané energie na vytápění (2011) [3]

Z dostupných dat ze Sčítání lidu, domů a bytů, které proběhlo v roce 2011 je vidět, že většina domácností vytápí plynem. V závěsu jsou domácnosti, které jsou vytápěny kotelnou mimo dům, to však v závislosti na typu paliva pro nás nemá takový význam. Tuhými palivy vytápí 17 % domácností, z toho 8 % dřevem a 9 % jinými tuhými palivy. Zbytek domácností vytápí elektřinou.

3 OTOPNÉ SOUSTAVY

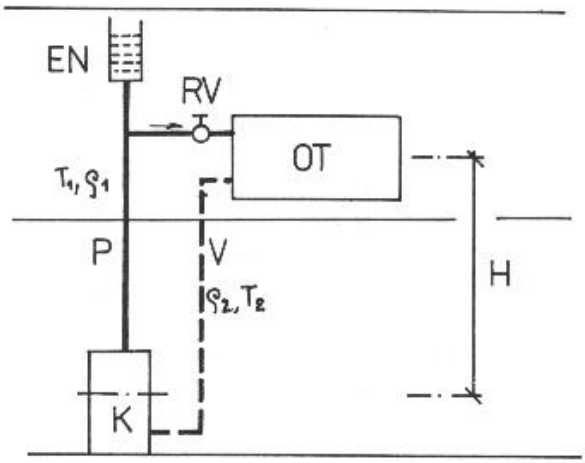
3.1 DĚLENÍ DLE TEPLONOSNÉ LÁTKY

Otopná soustava je část tepelné soustavy, která slouží pouze k vytápění. Tím zajišťuje ve vytápěných místnostech požadovaný teplotní stav vnitřního prostředí. Skládá se ze zdroje, distribuční sítě a cílových spotřebičů tepla. Transport energie otopnou soustavou je zajištěn teplonosnou látkou, která ve zdroji energii získá a v místnosti energii odevzdá. Pro volbu teplonosné látky jsou hlavními kritérii fyzikální a chemické vlastnosti látky. V otopných soustavách se jako teplonosná látka nejčastěji používá voda v plynném skupenství (parní otopná soustava), voda v kapalném skupenství (vodní otopná soustava) a vzduch (teplovzdušné vytápění). [1]

3.1.1 Vodní otopné soustavy

PRINCIP

V této soustavě slouží jako médium voda v kapalném skupenství. Soustava funguje na principu vzájemného propojení zdroje a otopných těles uzavřeným okruhem. Ve zdroji se médium ohřeje a přívodním potrubím se dostává k otopným tělesům, kde vlivem rozdílné teploty místnosti a povrchu otopného tělesa teplo odevzdává a vrací se vratným potrubím zpět ke zdroji, kde se opět ohřívá. Jedná se o uzavřený okruh, ve kterém se pohybuje neměnné množství vody. [1]



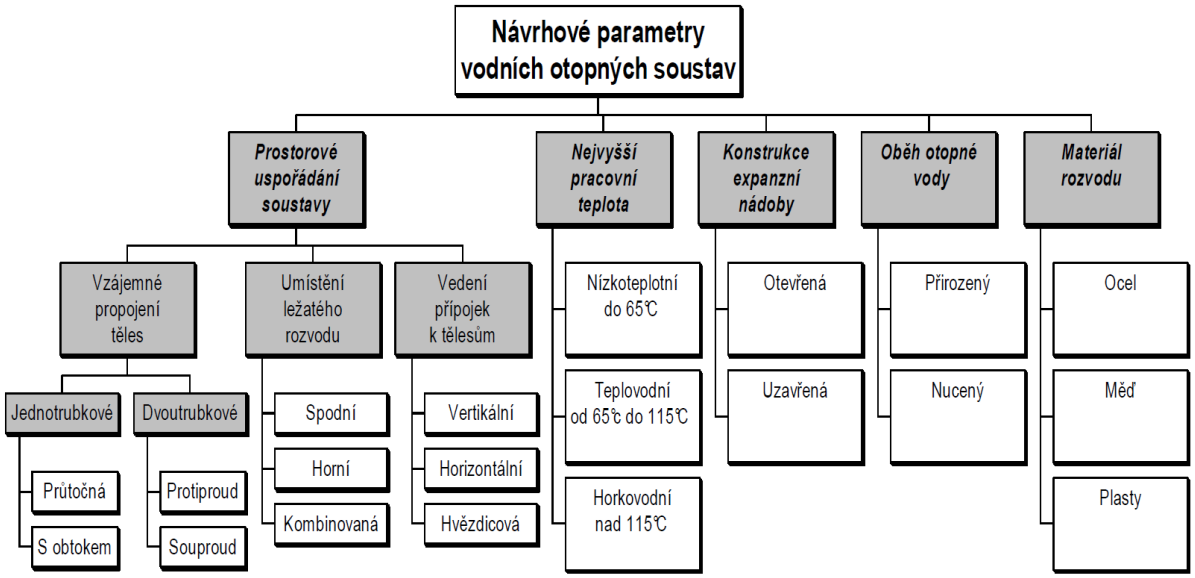
EN – expanzní nádoba
OT – otopné těleso
K – kotel
H – účinná výška
P – přívodní potrubí
V – vratné potrubí
RV – regulační ventil

Obr. 1 Schéma vodní otopné soustavy [4]

Otopnou soustavu definují geometrické, teplotní, tlakové a materiálové parametry:

- **prostorové uspořádání otopné soustavy**
  - vzájemné propojení otopných těles
  - umístění ležatého rozvodu
  - vedení přípojek k tělesům
- **nejvyšší pracovní teplota otopné soustavy**
- **konstrukce expanzní nádoby**
- **způsob oběhu otopné vody**
- **materiál na potrubní síť**

Podrobné rozdělení soustav znázorňuje následující schéma:



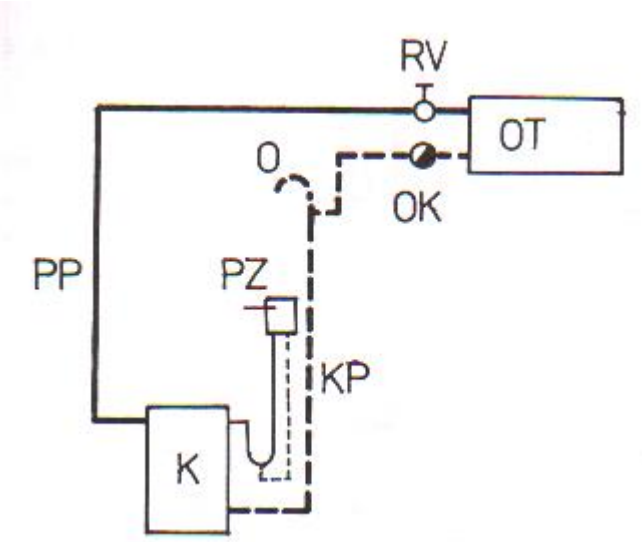
Obr. 2 Návrhové parametry vodních otopných soustav [5]

Teplovodní otopná soustava je nejrozšířenější a nejpoužívanější soustavou v bytových domech. Její bohatá variabilita umožňuje dimenzovat nejvhodnější systém pro danou budovu tak, aby dobře splynula se stavbou.

3.1.2 Parní otopné soustavy

PRINCIP

Parní otopná soustava využívá jako teplonosnou látku vodu v plynném skupenství v podobě přehřáté páry. Ta se od zdroje transportuje k otopným tělesům, kde se o chladnější stěny ohřeje, předá výparné teplo a zkondenzuje. Vzniklý kondenzát se pak vrací zpět buď samospádem vratného potrubí, nebo odtéká do jímky, odkud je přečerpáván zpět ke zdroji, kde je opět ohříván a celý děj se opakuje. [1]



OT – otopné těleso
OK – odvod kondenzátu
O – odvzdušnění
PP – parní potrubí
KP – kondenzační potrubí
K – kotel
RV – regulační ventil
PZ – pojistné zařízení

Obr. 3 Schéma parní otopné soustavy [4]

POUŽITÍ

Největší rozmach parních soustav byl ve 20. století a byla to první soustava, která se používala pro ústřední vytápění. V dnešní době se využívá jen zřídka a to v budovách s přerušovaným provozem, kde není vysoký požadavek na hygienu. Jedná se objekty, kde teploty při provozní přestávce klesnou pod bod mrazu. Jsou to zejména průmyslové stavby a některé občanské budovy. [1]

3.1.3Teplovzdušné vytápění

PRINCIP

Jak už název napovídá, jedná se o systém vytápění, kde teplonosná látka je vzduch. Ohřátý vzduch na určitou teplotu je vháněn do místnosti, kde se jeho teplota vlivem okolního vzduchu snižuje na požadovanou teplotu. Poté je odveden mimo místnost.

Ve srovnání vody a vzduchu jako dvou teplonosných látek je vzduch horší nosič tepla z důvodu menšího měrného tepla a nižší teplotě – viz Tab. 2 [6].

Parametr	Voda	Vzduch
měrné teplo c [J/(kg·K]	4186	1010
měrná hmotnost [kg/m^3]	980	1,28
teplotní spád používaný pro vytápění [K]	10 až 25	4 až 50

Tab. 2 Porovnání fyzikálních vlastností vody a vzduchu [6]

Na základě této skutečnosti je patrné, že je potřeba větších dimenzí rozvodů u teplovzdušného systému, tedy i k většímu zásahu do stavebních konstrukcí. Na druhou stranu není potřeba otopných těles, dojde tedy v úspoře místa v ochlazovaných místnostech a vytápění pracuje pružněji v porovnání s tradičním teplovodním vytápěním (rychleji reaguje na změnu výkonových požadavků). K dosažení tepelné pohody však potřebuje vyšší teploty vzduchu, což vede k vyšším tepelným ztrátám a odlišnému vnímání uživateli. Teplovzdušné vytápění se v našich podmínkách příliš nerozšířilo do obytných budov, pouze do rekreačních objektů. [1]

3.2 DĚLENÍ DLE UMÍSTĚNÍ ZDROJE

V bytových domech se můžeme sejít s mnoha druhy otopných soustav dle umístění zdroje. Každé řešení má své pro a proti, vždy je to závislé na mnoha parametrech, které jsou dány místními podmínkami bytového objektu. Bytový dům v centru historického města bude mít jiný systém, jiné možnosti a jiné podmínky pro výběr systému vytápění než zcela nový bytový objekt na sídlišti na okraji města. Nejzásadnější pro volbu otopné soustavy jsou vždy finance. Správná volba otopné soustavy může vézt k veliké úspoře energií a tedy i financí.

3.2.1 MÍSTNÍ (LOKÁLNÍ) VYTÁPĚNÍ

Místním vytápěním se rozumí vytápění jedné či pouze několika místností jedním zdrojem tepla. Jedná se o nejjednodušší a finančně nejméně náročný typ vytápění. Pro některé byty se může jednat o nejvhodnější variantu. Její výhoda spočívá v nezávislosti na provozním režimu zbytku budovy.

Zdroj tepla se zde nazývá topidlem a slouží zároveň i jako otopné těleso, protože sám předává teplo do místnosti. Topidlo může být na tuhá, kapalná, plynná paliva či elektrickou energii. Po ekonomické stránce je nejvýhodnější topit tuhými palivy, nejdražší topnou naftou. Z hlediska pohodlí a hygieny se jeví jako nejvhodnější topit elektrickými přímotopy a vzhledem ke zvyšujícímu se standardu bydlení je na posledním místě vytápění tuhými palivy. [2]

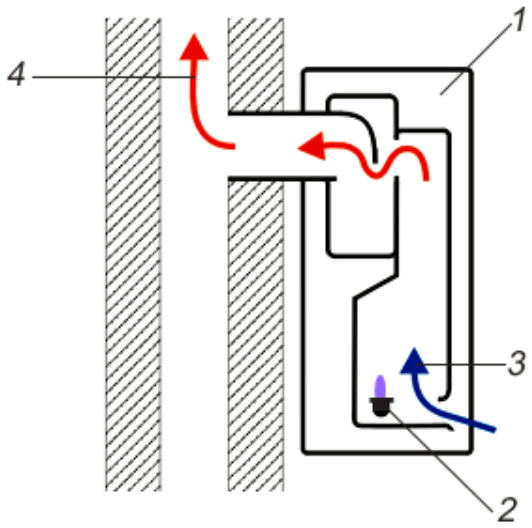
3.2.1.1 Vytápění tuhými palivy

Vytápění tuhými palivy má sice spoustu nevýhod, ale stále se používá a používat bude. A to z toho důvodu, že se nemusí jednat o hlavní zdroj vytápění, ale pouze o doplňující zdroj či pouze prvek zpříjemnění dlouhých zimních večerů, např. právě formou krbu.

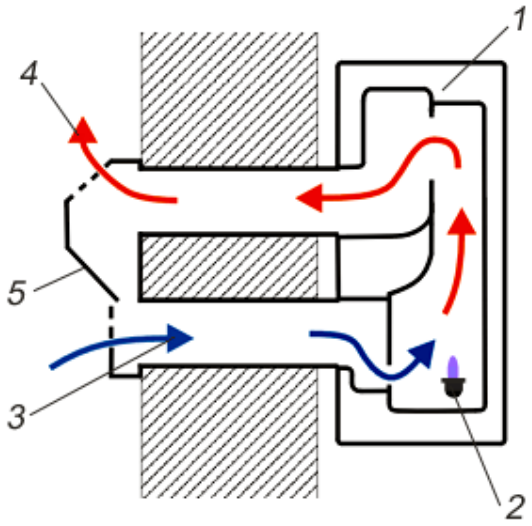
V minulých letech se běžně vytápělo kamny. Ta však neměla nejvhodnější konstrukci, jejich účinnost byla velmi nízká a to doprovázelo plno dalších obtíží. Proto byla z trhu vytlačena. Jedno z posledních topidel dodávaných na náš trh byl sporák značky Mora. Sporák zvládal mimo ohřevu hrnců také vytopit kuchyň a sousední místnost. Modernějším topidlem pro ekologické vytápění byla krbová kamna, která se však užívají pro vytápění menších domků, chat a chalup. [2] Vytápění lokálním topidlem na tuhá paliva je již zastaralý a proto je nahrazován plynovým lokálním topidlem.

3.2.1.2 Plynová topidla

Nová generace plynových topidel nabízí vyšší komfort. Jeho princip je založen na nuceném proudění ohřátého vzduchu vnitřní částí topidla od jeho spodní nasávací mřížky přes ventilátor a výměník tepla až k jeho horní výstupní mřížce, odkud proudí dál do ochlazované místnosti [7]. Topidla lze umístit dvojím způsobem; buď na zeď, za níž je zabudovaný komín, nebo na obvodovou zeď, skrz kterou je realizován otvor pro odvod spalin ven z místnosti.



Obr. 5 Schéma napojení topidla na komín [8]



Obr. 4 Schéma napojení topidla na obvodovou zeď [8]

1 – závěsné plynové topidlo; 2 – plynový hořák; 3 – nasávání chladného vzduchu; 4 – odtah spalin; 5 – mřížka zakrývající otvory v obvodovém zdivu

Topidla musí být nainstalována tak, aby byl zajištěn přísun čerstvého vzduchu pro spalování. Jak je patrné, na Obr. 5 Schéma napojení topidla na komín Obr. 5 je vzduch nasáván z místnosti. Tento typ přináší jistá omezení a požadavky v podobě minimálního požadovaného objemu vzduchu a větratelnosti místnosti. Spotřebiče se proto řadí do tří kategorií na základě toho, odkud berou spalovací vzduch a kam jdou spaliny. Rozdělení platí obecně pro plynové spotřebiče, plynová lokální topidla jsou jen kategorie “B“ nebo “C“. Spotřebiče typu “B“ jsou takové plynové spotřebiče, jejichž spaliny jdou do atmosféry a vzduch je nasáván z místnosti. Bývají to topidla montovaná ke komínům. Spotřebiče typu “C“ jsou spotřebiče, které mají přísun spalovacího vzduchu i odtah do atmosféry. Tím bývají topidla nástěnná, která se montují pod okna.

Tato plynová topidla se využívají zejména ve starších bytových zástavbách, kde je absence otopného potrubí nebo v místnostech či bytech, kde je třeba zajistit nezávislost vytápěné místnosti.

3.2.1.3 Elektrická topidla

Elektrická topidla se dělí na topidla

- akumulační (kamna, podlahové topné kabely);
- přímotopné (konvektory, panely, fólie, stěny, stropy, podlahové topné kabely);
- smíšené (hybridní kamna, kombinace přímotopného a akumulačního systému).

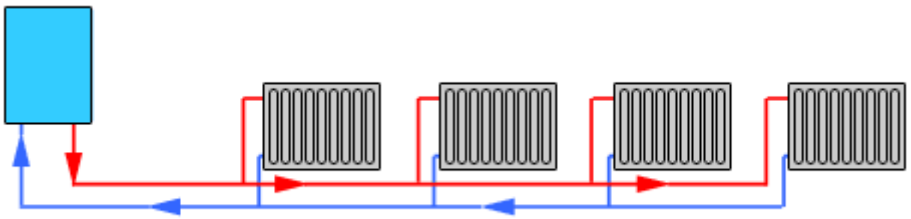
Akumulační systém využívá nízkých cen noční elektřiny a energii akumuluje přes noc. Nabíjení trvá okolo 8 hodin a naakumulované teplo pak přes den využívá k vytápění. Existují kamna statická a dynamická, statická pouze temperují, tedy udržují určitou minimální teplotu, zatímco dynamická kamna jsou opatřena termostatem s možností nastavení teploty. Přímotopný systém více zatěžuje elektrickou síť a je třeba ho zapojit na zvláštní okruh. Princip je takový, že elektrický proud prochází odporovou spirálou topného tělesa. Odběr elektrické energie a uvolňování tepla probíhá v reálném čase. [2]

3.2.2 ETÁŽOVÉ VYTÁPĚNÍ

Etážové vytápění je soustava s horizontálním rozvodem. Lze ho nazývat i vytápěním bytovým, poněvadž se používá k vytápění pouze místností jednoho bytu v bytových domech, rodinných domech či jednopodlažních chatách.

V padesátých a šedesátých letech se postavily desítky tisíc bytových domů, které byly vytápěny lokálními topidly na tuhá paliva. Vytápěny byly dvě místnosti a v koupelnách se přitápělo. Byly to moderní byty své doby, avšak dálkové vytápění měl jen málokdo. Ve většině těchto bytů byla lokální topidla nahrazena právě etážovou soustavou na vysoké technické úrovni, která zajišťuje příjemné prostředí bytu. Nejčastěji se používá teplovodní soustava jednotrubková či dvoutrubková s dolním nebo spodním rozvodem, s přirozeným či nuceným oběhem vody. Zdrojem tepla je kotel na uhlí nebo plyn. Vzhledem k rozšířenosti rozvodů zemního plynu je dnes možné se ve většině bytových domů připojit na plyn a tak využívat plynové kotle, jež mají vyšší komfort oproti kotlům na uhlí a jsou také rozšířenější v bytových jednotkách pro etážové soustavy. Kotel je vhodné umístit mimo obytnou místnost, avšak by se měl upevnit co nejblíže komínu z důvodu odtahu zplodin. Ty se odvádí do komínovou sopouchu tak, aby odtah z kotle

byl oddělen od zbylých spotřebičů požadujících odtah komínem (např. kuchyňská digestoř). Jedná-li se o plynový spotřebič typu “B“ (viz 3.2.1.2), platí určité požadavky na minimální objem místnosti a v kombinaci s přítomnou digestoří, která si také bere část vzduchu, můžou nastat problémy, které se dají řešit různými způsoby, např. u stávajícího řešení elektrickým přepínačem, který umožňuje chod pouze jednoho spotřebiče. Toto řešení je však nevhodné a snižuje komfort užívaného bytu. [2]



Obr. 6 Schéma etážového vytápění dvoutrubkové soustavy se spodním rozvodem [8]

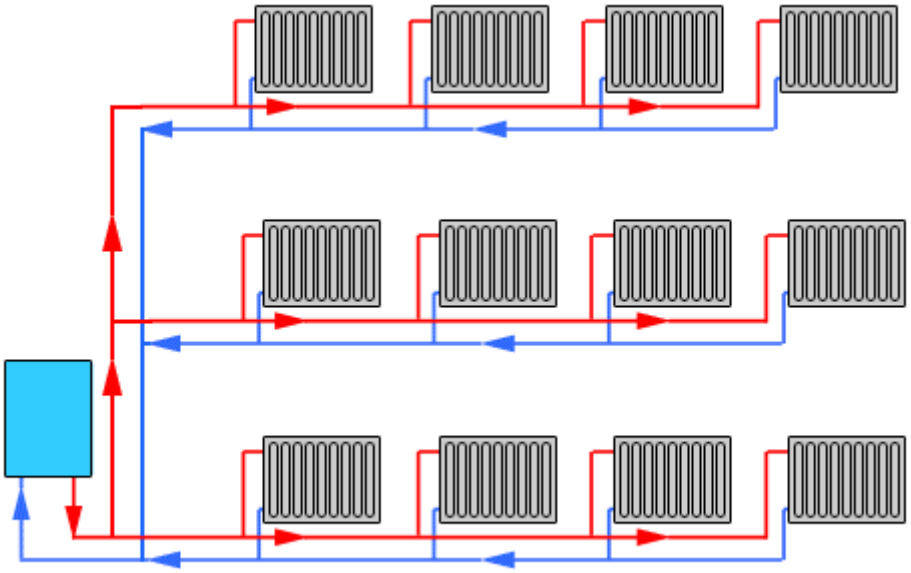
Výhody etážového vytápění z toho jasně plynou – je to zejména samostatnost a nezávislost vytápění bytu či dané jednotky oproti vytápění ústřednímu. Pořízení je taky o dost jednodušší, majitel bytu pořídí zkrátka to, co mu přijde nejvhodnější, a při správném výběru a regulaci soustavy lze pak docílit maximální úspory. Ta je taky podpořena tím, že rozvody etážového vytápění nevedou mimo byt, a tak nedojde ke zbytečným ztrátám.

Nevýhodou je prostor, který daný zdroj tepla zabírá v bytové jednotce. Zdroj vyprodukuje určitou hodnotu akustického tlaku, avšak volbou vhodného typu, který bude pracovat tiše a nezabere tolik místa, se dají tyto výhody eliminovat.

3.2.3 ÚSTŘEDNÍ VYTÁPĚNÍ

Zdrojem ústředního vytápění může být kotel či kaskáda kotlů umístěna po většinou v domovní kotelně situované v nejnižším podlaží bytového domu. Od etážového systému vytápění se liší tím, že jeden zdroj rozvádí otopnou vodu do otopných těles do několika podlaží.

Druhů rozvodů je mnoho. Nejběžnějším systémem ústředního vytápění je teplovodní dvoutrubková soustava se spodním rozvodem, čerpadlem a regulací teplé vody. Potrubí se vede k otopných tělesům takovým způsobem, aby se soustava dala co nejjednodušeji vypustit a odvzdušnit. Ideální má mít jednotný spád, aby míst pro odpouštění a odvzdušnění bylo co nejméně. Potrubí vedené stavebními konstrukcemi musí být uloženo do chrániček pro ochranu samotného potrubí a stavebních konstrukcí. [2]



Obr. 7 Schéma ústředního vytápění dvoutrubkové soustavy se spodním rozvodem [8]

Systém ústředního vytápění má hlavně ty přednosti, že pořizovací i provozní náklady otopné soustavy jsou relativně malé. Další výhodou volby ústředního systému vytápění s domovní kotelnou je vysoká kompatibilita s různými systémy tepelných koncepcí a velmi jednoduché začlenění zdrojů využívajících obnovitelné zdroje energie. [7]

Nevýhodou můžou být vyšší nároky na provoz kotelny. V dnešní době se nejčastěji navrhují plynové kotelny, které se rozdělují dle velikosti instalovaného výkonu:

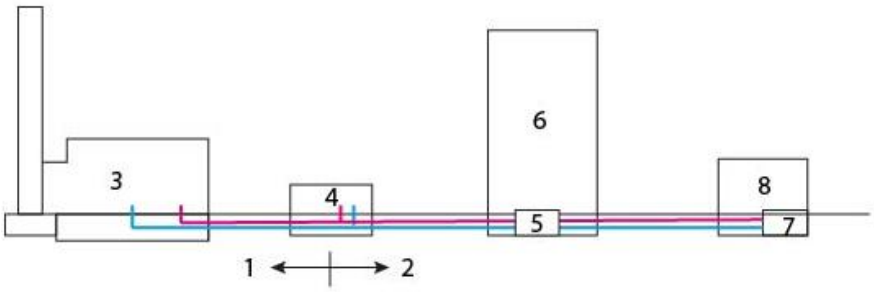
- **kotelna III. kategorie** *(s instalovaným výkonem jednoho kotle nad 50 kW nebo s více menšími kotli se součtovým výkonem nad 100 kW do 500 kW), umístění ve skříňovém objektu, skříni nebo samostatném objektu,*
- **kotelna II. kategorie** *(s instalovaným výkonem od 500 kW do 3,5 MW), umístění v samostatné místnosti k tomu určené,*

- **kotelna I. kategorie** (*s instalovaným výkonem nad 3,5 MW), umístění v samostatné budově.*

Pravidla pro umisťování těchto kotelen uvádí ČSN 07 0703 Plynové kotelny. Pokud se jedná o kotelnu s instalovaným výkonem nižším než III. kategorie, jsou zásady pro umisťování uvedeny v TPG 704 01 Odběrná plynová zařízení a spotřebiče na plynná paliva v budovách. [6]

3.2.4 DÁLKOVÉ VYTÁPĚNÍ

Délkové vytápění, nazývané jako soustava centralizovaného zásobování teplem (SCZT nebo pouze CZT) je soustava, jejíž kotelna je umístěna mimo objekt zásobovaný teplem a zpravidla zajišťuje teplo na vytápění pro určité území. Rozsah tohoto území je od komplexu několika objektů (sídliště), kde vzdálenost rozvodů mezi kotelnou a cílovými domy je desítky metrů, až po městskou aglomeraci, kde délka rozvodů můžou být i desítky kilometrů. Použití CZT může být vyvoláno místními podmínkami. Je to jednak existence energeticky a ekologicky výhodného zdroje tepla (např. odpadní teplo z průmyslového podniku, jaderná nebo tepelná elektrárna) a jednak vysokou tepelnou potřebou. [6]



Obr. 8 Schéma centralizovaného vytápění teplem [9]

1 – primární okruh; 2 – sekundární okruh; 3 – zdroj tepla; 4 – bloková předávací stanice; 5, 7 – domovní předávací stanice; 6, 8 – bytové a rodinné domy

Soustava délkového vytápění se liší od ostatních soustav tím, že kotelna je umístěna vždy mimo objekt, jak již bylo uvedeno. To zapříčiňuje propojit kotelnu s cílovými objekty vnější distribuční sítí. Nově se tu zde objevuje objekt předávací stanice, jak je znázorněno na Obr. 8.

Soustava dálkového vytápění tedy sestává z těchto částí:

- **zdroj tepla**
- **rozvod tepla**
- **předávací stanice**
- **odběratelská soustava**

3.2.4.1 Zdroj tepla

Zdroje tepla pro dálkové vytápění se rozdělují do několika dalších kategorií podle velikosti a účelu.

Okrskové kotelny – jsou základními zdroji pro dálkové vytápění, jejich funkce je pouze výroba tepla, kterou obstarává dva až šest kotlů, teplonosným médiem je voda nebo pára;

výtopny – funkce je také pouze výroba tepla, od okrskových kotelen se liší vyšším výkonem, z důvodu vyšších teplot je přenos tepla zajišťován horkovodním nebo parním potrubím;

teplárny – spolu s teplem vyrábějí i elektřinu, primární funkcí je však výroba tepla, poměr elektrického a tepelného výkonu je dán celkovým řešením využití energie od 12 % po 150 %;

tepelné elektrárny, spalovny, průmyslové technologie – výroba tepla je průvodním jevem jejich primární funkce a jeho využitím za účelem zásobování CZT se zvyšuje účinnost jeho primárního procesu;

obnovitelné zdroje – používají se především místech výskytu geotermálních vod s vhodnými tepelnými parametry, využití solární energie se používá pouze v menších soustavách. [6]

3.2.4.2 Rozvod tepla

Rozvody tepla jsou u dálkového vytápění řešeny jako vnější sítě. Tato část se nazývá primární okruh a propojuje zdroj s předávacími stanicemi. Od předávacích stanic do objektu odběratele se rozvod nazývá sekundární okruh. Rozdělení tepelné sítě je možné z více hledisek, já však uvedu jedno a to podle teplonosné látky. Jsou to sítě **vodní** a **parní**.

3.2.4.3 Předávací stanice

Předávací stanice je místo v otopné soustavě, kde si teplo předávají teplonosné látky z primárního do sekundárního okruhu, který pak zabezpečuje dodávku tepla do odběrných míst. Fyzicky se jedná o seskupení strojně technologických zařízení, jejichž úlohou je úprava

teplonosné látky na požadované parametry odběratelem tepla. Jsou zde nainstalované prvky k regulaci a měření dodávky tepla odběratelem a výměník tepla, jehož účelem je právě odevzdávat teplo z primárního okruhu do sekundárního. Předávací stanice se rozdělují do několika kategorií, např. dle způsobu napojení na primární tepelnou síť, to jsou pak předávací stanice tlakově **závislá** či **nezávislá**. Jiné rozdělení je podle druhu teplonosných látek: **pára – pára; pára – voda; voda – pára; voda – voda.** To vyjadřuje kombinaci druhu teplonosné látky použité v primárním a sekundárním okruhu. [1]

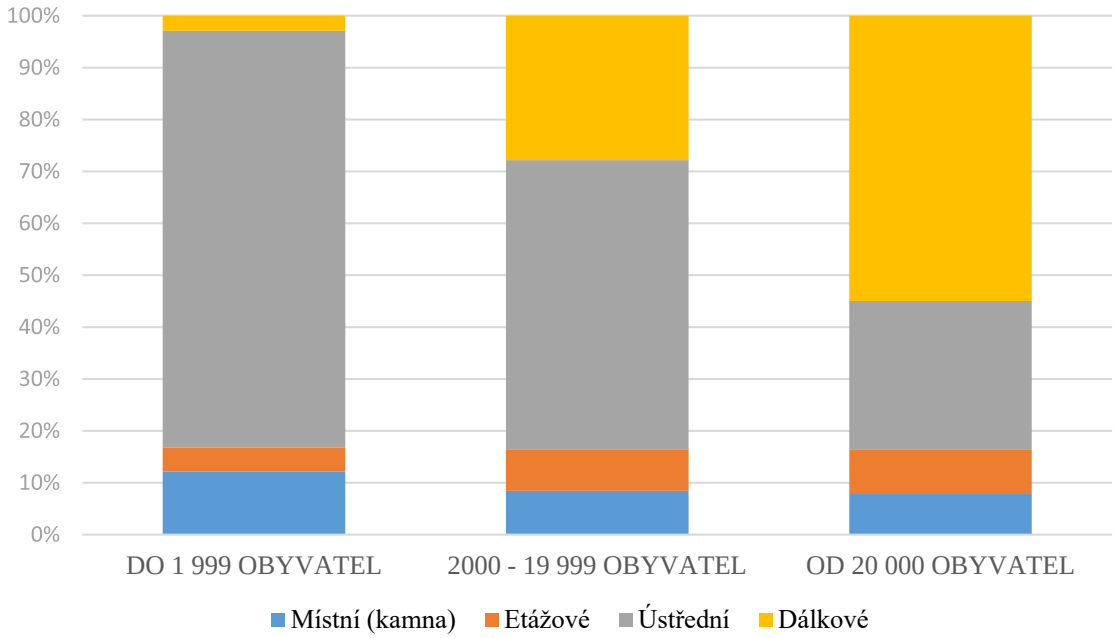
3.2.4.4 Odběratelská soustava

Odběratelskou soustavou v dálkovém vytápění se pak uvažují jednotlivá odběrná místa (bytové domy, rodinné domy). Soustava ve většině případů, počínaje domovním rozdělovačem a sběračem, konče otopnými tělesy, je již záležitostí koncových odběrných míst, tedy bytových domů. Jedná se o uvedený rozdělovač a sběrač, horizontální rozvodné potrubí, stoupací a připojovací potrubí a samozřejmě otopná tělesa nebo jiné spotřebiče.

Výhod centrálního zásobování teplem je mnoho. Měl by to být zejména nižší dopad na životní prostředí díky technologicky lépe řešenému spalování v centrálních kotelnách, kterého by lidé, např. při vytápění etážovém, nedosáhli. Odpadá i povinnost údržby kotelny či kotle (pořízení, provoz, modernizace), disponovat kotelnou, v některých případech i skladovacími prostory.

CZT má však i nevýhody. S vyšším komfortem přichází vyšší finanční náročnost. Realizace dálkového vytápění je velmi nákladná. Odběratelé jsou zde závislí na místním dodavateli, jehož ceny nemusí být pro odběratele zajímavé. Není však jednoduché se od CZT odpojit z důvodu jeho předností, častým argumentem bývá kvalitní technologické spalování, čímž způsobuje menší znečištění pro danou lokalitu. [7]

Po představení jednotlivých způsobů vytápění podle umístění zdroje vytápění přikládám Graf 2, který zobrazuje poměr mezi jednotlivými způsoby vytápění podle umístění zdroje v závislosti na velikosti obce dané počtem obyvatel.



Graf 2 Způsob vytápění bytů podle umístění zdroje v závislosti na velikosti obce (2011) [3]

Z dat je patrné, že podíl místního a etážového vytápění v jednotlivých kategoriích obcí je zhruba stejný. Ke změně dochází až u délkového a ústředního vytápění. Je zde krásně vidět, že délkové vytápění je spíše záležitost větších měst, na rozdíl od ústředního, které jednoznačně vede spíše v menších obcích.

4 OTOPNÉ PLOCHY

Otopná plocha je cílovým spotřebičem v otopné soustavě. Její úlohou je vyhřát vytápěnou místnost dodanou energií na požadované parametry tak, aby pokryl tepelnou ztrátu. Hodnoty veličin, které mají vliv na tepelnou pohodu místnosti, závisí především na druhu, velikosti a způsobu instalace.

Ke správnému pochopení fungování otopných ploch nejdřív vypíšu způsoby, kterými se teplo sdílí do chladnějšího prostředí:
- **konvekcí** (prouděním) vzduchu podél vnitřního nebo vnějšího líce konstrukce tak, že ze vzduchu vstupuje do konstrukce teplo (vzduch teplo předává) a na opačném líci konstrukce vystupuje teplo z povrchu konstrukce do vzduchu (vzduch teplo přijímá);
- **radiací** (sáláním), např. z povrchu místnosti na povrch chladní konstrukce. U průsvitné konstrukce prochází, podle velikosti součinitele propustnosti, část dopadajícího sálavého tepla na povrch dál do venkovního prostoru;
- **kondukcí** (vedením) prochází teplo přijaté konvekcí nebo radiací z jednoho líce konstrukce na druhý líc konstrukce, aby bylo z povrchu předáno do vzduchu nebo bylo vysáláno. [6]

Otopné plochy mohou mít formu **otopných těles** (např. stěnová otopná tělesa) nebo **integrovaných otopných ploch** (velkoplošné otopné plochy, např. podlahové vytápění). Pro vytápěnou místnost je důležitý způsob sdílení tepla u otopného tělesa na straně vzduchu. Poměr mezi konvekcí a sáláním závisí především na typu otopného těleso, neboť ovlivňuje způsob proudění vzduchu okolo něj a i složku přirozené konvekce. [1] Tento poměr sálavé složky pro desková a článková otopná tělesa shrnuje následující tabulka.

Otopné těleso		Podíl tepla sdílený sáláním		
		do místnosti	na zadní stěnu	celkový
Deskové otopné těleso - typ	10*	0,38	0,18	0,56
	11*	0,25	0,11	0,36
	20*	0,23	0,10	0,33
	21*	0,20	0,08	0,28
	22*	0,17	0,07	0,24
	33*	0,14	0,04	0,18
Otopné těleso článkové se sloupky	2sloupkové	0,27	0,12	0,39
	3sloupkové	0,20	0,07	0,27
	4sloupkové	0,17	0,05	0,22
Článkové těleso s úzkými sloupky		0,26	0,11	0,374

Tab. 3 Relativní podíl tepla sdíleného sáláním pro některá otopná tělesa [1]

*První číslo – počet desek, druhé číslo – počet konvekčních plechů

4.1 Článková otopná tělesa

Článková otopná tělesa jsou tělesa složená z jednotlivých článků. Vyrábějí se z různých materiálů a různými technologickými postupy, např. lisování plechů, odlévání a tlakové lití. [1]

Obr. 9 Příklad článkového otopného tělesa [8]

MATERIÁLOVÉ TYPY ČLÁNKOVÝCH TĚLES

Tělesa z šedé litiny jsou vyráběna z litiny s lupínkovým grafitem. **Tělesa ze slitin hliníku** mají vždy rozšířenou přestupní plochu díky vodivosti hliníku a bezproblémovému lití složitějších tvarů. Při volbě těles z hliníkových slitin bychom měli volit obezřetně materiál potrubní sítě, neboť při použití měděných trubek při uzavřeném oběhu vody dochází ke vzniku elektrochemického článku, který urychluje korozi. Části otopných ploch **těles z ocelových plechů** musejí být vyrobeny z ocelového plechu s nízkým obsahem uhlíku.
Mezi výhody článkových těles patří jejich nízký hydraulický odpor. Vykazují nejnižší tlakové ztráty ze všech známých otopných těles vyjma trubkových těles. Tělesa mají dlouhou životnost, u některých známých případů až 80 let beze známky koroze.
Nevýhodou je jejich velká hmotnost a velký vodní obsah otopných těles, který ovlivňuje jejich pružnost při zátopu a chladnutí a rychlost odezvy na regulační zásah. [1]

4.2 Desková otopná tělesa

Desková otopná tělesa jsou dnes nejpoužívanějšími tělesy vůbec. Deskovým tělesem se rozumí hladké desky, které mohou mít zvětšení povrchu zvlněním v různém montážním provedení. Plechy používané pro tento typ otopných těles mají tloušťku 1,25 mm až 1,3 mm. Je-li čelní deska rovná, používá se plech tloušťky 2 mm. Připojení těles je možný buď osovým, nebo bočním napojením. V tzv. kompaktním provedením je možné těleso napojit spodem vlevo, vpravo nebo uprostřed. [7]

Typ	Počet desek	Počet konvekčních plechů	Typ	Počet desek	Počet konvekčních plechů
10	1	0	21	2	1
11	1	1	22	2	2
20	2	0	33	3	3

Tab. 4 Typové označení deskových otopných ploch [1]

Desková tělesa jsou tří typů; jednouchá, zdvojená a ztrojená. Toto rozdělení je ve smyslu počtu desek tělesa. (Např. typ 21 je těleso zdvojené; disponuje dvěma otopnými deskami a jedním konvekčním plechem – viz Tab. 4)

Obr. 10 Příklad deskového otopného tělesa [7]

Výhodou je jejich malý vodní obsah, který umožňuje rychlou reakci na regulační zásah. Mají rovněž menší obsah než článková tělesa [1]. Dle mého názoru jsou i vzhlednější. Vzhledem k těmto vlastnostem není divu, že v dnešní době jsou nejrozšířenějšími otopnými tělesy.

4.3 Trubková otopná tělesa

Otopná tělesa trubková sestávají z rozvodných a sběrných komor, které jsou pospojovány trubkami menších průřezů. Ty mohou mít průřez kruhový, čtvercový, obdélníkový či kombinovaný. Tělesa se vyskytují ve tvaru meandru, registru s vodorovnými trubkami nebo registru se svislými trubkami. Za trubková tělesa jsou považovány tělesa z taženého hliníku nebo ocelových profilů složitějších tvarů. V posledních letech se rozšířila trubková otopná tělesa především do koupelen a to nejen k jejich vytápění, ale i k sušení textilií. Tělesa jsou doplněna zrcadly, které jsou instalovány jednak z estetických důvodů a jednak z praktických, např. k uchopení věcí. U trubkových koupelnových těles má jedna svislá bočnice funkci rozdělovače a druhá sběrače. [1]

Obr. 11 Příklad trubkového koupelnového otopného tělesa [8]

Tělesa jsou oblíbena pro jejich vzhled, který je tvořen nejrůznějšími designovými tvary a materiály.

4.4 Konvektory

Konvektor je těleso, které sdílí teplo do vytápěného prostoru výhradně konvekcí. Těleso se skládá z výměníku tepla a skříně, která je ze shora kryta mřížkou pro proudění vzduchu. Úlohou výměníku je převést teplo dodané teplonosnou látku prostřednictvím prouděného vzduchu. Ten musí být zajištěn buď přirozeným vztlakem, nebo ventilátorem. Konvektory jsou tří základních typů:

- **skříňové**, jsou dodány jako celek, jejich skříň však může být tvořeno konstrukcí či zařízení interiéru;
- **soklové**, jsou instalovány do nízkých skříní, nejčastěji se instalují pod okenní parapet, proto se jim říká podparapetní,
- **zapuštěné**, jsou součástí stavební konstrukce, nejčastěji podlahové, uloženy jsou v podlaze a kryté nášlapnou mřížkou, existují i stropní. [1]

Obr. 12 Příklad podlahové konvektoru krytého vzhlednou ochranou mřížkou ze dřeva [10]

Obr. 13 Příklad skříňového konvektoru umístěného ke stěně [10]

4.5 Podlahové vytápění

Podlahové vytápění se řadí do skupiny velkoplošného vytápění, u kterých otopnou plochu tvoří některá z ohraničujících konstrukcí – v tomto případě je to podlaha. Teplo je zde sdílené převážně sáláním. Podíl tepelného toku sáláním u podlahového vytápění je zhruba 55 %. Konstrukční provedení je dvojího typu: **teplovodní** nebo **elektrické**. [7]

Teplovodní vytápění je realizováno topnými hady umístěnými nejběžněji do betonové mazaniny, méně běžné provedení je tzv. suché, kdy se jedná o sádrokartonovou či sádrovláknitou podlahu. Je zde potřeba dbát na korektnost skladby konstrukce. Teplonosnou látkou je voda a potrubí je realizováno z plastu, ocele či mědi [2].

Zdrojem tepla při elektrickým podlahovým vytápění je elektrická energie v topných fóliích, kobercích či kabelech [2].

Podlahové vytápění se například od otopných těles liší teplotou, na kterou jsou otopné plochy vytápěny. U podlahového vytápění je to dáno především skutečností, že dochází k nevyhnutelnému kontaktu člověka s vytápěnou plochou, proto teploty dosahují hodnot od 26 do 32°C.

Obr. 14 Podlahové vytápění teplovodní – ukládání topných hadů [8]

4.6 Sálavé stropní vytápění

Vytápěcí plocha je zde umístěna v podhledu stropu nebo zavěšená pod stropem. Plochy vytápí sáláním na povrch podlahy a stěn, na kterých se zvyšuje povrchová teplota. Proudící vzduch podél těchto konstrukcí pak zajišťuje tepelnou pohodu ohříváním vzduchu od povrchu podlahy a stěn. Dělit se dají podle použité energie na **teplovodní nebo horkovodní panely, popř. trubky**, které přenášejí teplo na velkoplošný povrch stropu, **elektrické zářiče, folie nebo topné kabely** a **plynové světlé či tmavé zářiče**. [6]

Obr. 15 Příklad stropního sálavého vytápění - teplovodní vytápění [7]

5 ZÁVĚR

Na úvod své práce jsem stručně popsal typy paliv, které se používají k vytápění v bytových domech. Považuji to za základ v teorii vytápění, obzvlášť, bavíme-li se později o rozdělení otopných soustav dle různých kritérií a uvádějí se nejběžnější příklady užití.

Více jsem se zaměřil na rozdělení otopných soustav dle dvou kritérií, která považuji za nejdůležitější. Některé varianty jsou používanější, některé méně. Závěr jsem věnoval otopných plochám, jejich rozdělení a příkladům včetně názorných obrázkových příloh. Do práce jsem vložit statistická data ohledně vytápění bytů k roku 2011, ze kterých vyplývá, jakým typem se v bytových domech vytápí či která paliva se nejčastěji používají.

Při volbě správného řešení vždy závisí na mnoha faktorech, jako je lokace objektu, stávající otopný systém, připravenost objektu, dostupnost paliv či realizovaný plynovodní řád a mnoho dalších.

Projekt řešený v rámci bakalářské práce se zabýval rekonstrukcí systému vytápění. Šlo o bytový objekt, jenž byl vytápěný dálkově. Navržen byl teplovodní otopný systém s teplotním spádem 75/65°C, dvoutrubková horizontální soustava s nuceným oběhem. Vzhledem k tomu, že předávací stanice centrálního zásobování teplem leží mimo objekt, nebyla součástí řešení. K pokrytí spočtených tepelných ztrát pro vytápěné místnosti byla navržena desková otopná tělesa, v koupelnách byla navržena tělesa trubková. Byla dimenzována distribuční síť v bytovém domě, která sestávala z ocelového a plastového potrubí, které bylo po celé své délce izolováno.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A PODKLADŮ

[1] PETRÁŠ, Dušan. *Vytápění rodinných a bytových domů*. 1. české vyd. Bratislava: Jaga, 2005. Vytápění. ISBN 80-807-6020-9.

[2] DUFKA, Jaroslav. *Vytápění domů a bytů*. Vyd. 1. Praha: Grada, 1997. Profi. ISBN 80-716-9401-0.

[3] Sčítání lidu, domů a bytů 2011. *Český statistický úřad* [online]. 2014 [cit. 2016-05-16]. Dostupné z: www.czso.cz/csu/sldb

[4] *Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava: Fakulta stavební* [online]. 2016 [cit. 2016-05-13]. Dostupné z: http://fast10.vsb.cz/

[5] ČVUT. *Katedra technických zařízení budov K11125* [online]. 2016 [cit. 2016-05-13]. Dostupné z: www.tzb.fsv.cvut.cz

[6] KABELE, Karel. *Energetické a ekologické systémy 1: zdravotní technika, vytápění*. 2. vyd. V Praze: České vysoké učení technické, 2011. ISBN 978-80-01-04722-4.

[7] *Topinfo s.r.o.: Tzb-info* [online]. © 2001-2016 [cit. 2016-05-13]. Dostupné z: http://stavba.tzb-info.cz/

[8] *Topení | Vytápění | Topenáři - topenářské práce: Nástěnné plynové přímotopy* [online]. 2016 [cit. 2016-05-14]. Dostupné z: http://www.topeni-topenari.eu/

[9] LUPTÁK, Ladislav a Lubomír ŠMARDA. *Učební text pro obor Instalatér, 3. ročník* [online]. 2015 [cit. 2016-05-15]. ISBN 978-80-88058-32-8. Dostupné z: https://publi.cz/books/177/02.html

[10] *LICON HEAT s.r.o.: Otopné konvektorové systémy Licon* [online]. b.r. [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: http://www.licon.cz/

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Schéma vodní otopné soustavy [4]
Obr. 2 Návrhové parametry vodních otopných soustav [5]
Obr. 3 Schéma parní otopné soustavy [4]
Obr. 4 Schéma napojení topidla na obvodovou zeď [8]
Obr. 5 Schéma napojení topidla na komín [8]
Obr. 6 Schéma etážového vytápění dvoutrubkové soustavy se spodním rozvodem [8]
Obr. 7 Schéma ústředního vytápění dvoutrubkové soustavy se spodním rozvodem [8]
Obr. 8 Schéma centralizovaného vytápění teplem [9]
Obr. 9 Příklad článkového otopného tělesa [8]
Obr. 10 Příklad deskového otopného tělesa [7]
Obr. 11 Příklad trubkového koupelnového otopného tělesa [8]
Obr. 12 Příklad podlahové konvektoru krytého vzhlednou ochranou mřížkou ze dřeva [10]
Obr. 13 Příklad skříňového konvektoru umístěného ke stěně [10]
Obr. 14 Podlahové vytápění teplovodní – ukládání topných hadů [8]
Obr. 15 Příklad stropního sálavého vytápění - teplovodní vytápění [7]

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Druhy paliv podle skupenství a původu [1]
Tab. 2 Porovnání fyzikálních vlastností vody a vzduchu [6]
Tab. 3 Relativní podíl tepla sdíleného sáláním pro některá otopná tělesa [1]
Tab. 4 Typové označení deskových otopných ploch [1]

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Obydlené byty podle používané energie na vytápění (2011) [3]
Graf 2 Způsob vytápění bytů podle umístění zdroje v závislosti na velikosti obce (2011) [3]