

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

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



Vytápění bytového domu

**STUDIE NA TÉMA TECHNICKÉ ŘEŠENÍ
ENERGETICKY ÚSPORNÝCH BYTOVÝCH
DOMŮ**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vypracovala:

Barbora Kabátová

Vedoucí práce:

doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D.

2017/2018



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Kabátová Jméno: Barbora Osobní číslo: 425556

Zadávací katedra: K125 Technická zařízení budov

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Vytápění bytového domu

Název bakalářské práce anglicky: Heating system in the apartment building

Pokyny pro vypracování:

Projekt vytápění.

Textová část - technická zpráva, výpočet tepelných ztrát, návrh otopných ploch, návrh systému vytápění, základní energetické výpočty.

Výkresová část - půdorysy, svislý řez, detail technické místnosti, funkční schéma.

Studie na téma Technické řešení energeticky úsporných bytových domů

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.

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

Datum zadání bakalářské práce: 22.2.2018

Termín odevzdání bakalářské práce: 27.5.2018

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 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“.

22.2.2018

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)



ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem svoji bakalářskou práci vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a podkladů pod vedením doc. Ing. M. Kabrhela, Ph.D.

V Praze dne:

.....

Barbora Kabátová



PODĚKOVÁNÍ

Touto cestou bych ráda poděkovala Ing. Michalu Kabrhelovi, Ph.D. za odborné vedení, podnětné rady, věcné připomínky a vstřícnost během zpracování mé bakalářské práce. Dále děkuji firmě Rehau za možnost využít program TechCON Raucad pro vypracování dílu projektové části. V neposlední řadě patří poděkování i mé rodině, kde jsem také získala několik užitečných rad, a kolegům z TMWO za projevenou trpělivost v průběhu zpracovávání práce.



ABSTRAKT

Studie obsahuje pojednání o technickém řešení systémů vytápění u energeticky úsporných bytových domů. V úvodu práce je vysvětlen pojem nízkoenergetické budovy, dále práce zahrnuje stručný popis jednotlivých otopných soustav, zdrojů tepla a otopných ploch. Každá kapitola předkládá vhodnou volbu pro energeticky úsporný bytový dům. V závěru je zmíněna důležitost kvalitní regulace otopných soustav a možnosti využití alternativních zdrojů tepla.

Klíčová slova: nízkoenergetický bytový dům, úspory energie, otopné soustavy, zdroje tepla, otopné plochy, regulace, obnovitelné zdroje energie

ABSTRACT

This study contains introduction in technical solution of heating systems in low-energy residential buildings. At the beginning of this thesis is an explanation of the term „low-energy building“, then it contains a brief description of individual heating systems, heat sources and heating surfaces. Every chapter presents the optimal choice of heating system for low-energy residential building. In the end of this thesis are mentioned the importance of quality regulation and possibilities of using alternative heat sources.

Key words: low-energy residential building, energy savings, heating systems, heat sources, heat surfaces, regulation, renewable energy sources



OBSAH

1	ÚVOD	7
2	BUDOVY S NÍZKOU POTŘEBOU ENERGIE	8
2.1	NÍZKOENERGETICKÉ BUDOVY	8
2.2	NÍZKOENERGETICKÉ BYTOVÉ DOMY.....	9
2.3	SYSTÉMY NÍZKOENERGETICKÝCH BUDOV.....	9
2.4	SOUSTAVY VHODNÉ PRO ENERGETICKY ÚSPORNÉ BUDOVY	9
3	SDÍLENÍ TEPLA	10
3.1	SDÍLENÍ TEPLA VEDENÍM.....	10
3.2	SDÍLENÍ TEPLA PROUDĚNÍM.....	10
3.3	SDÍLENÍ TEPLA SÁLÁNÍM.....	11
4	ZDROJE TEPLA	11
5	OTOPNÉ SOUSTAVY	12
5.1	TEPLOVZDUŠNÉ VYTÁPĚNÍ.....	12
5.1.1	<i>TEPLOVZDUŠNÉ VYTÁPĚNÍ V BYTOVÝCH DOMECH</i>	13
5.2	TEPLOVODNÍ OTOPNÁ SOUSTAVA.....	14
5.2.1	<i>TEPLOVODNÍ OTOPNÁ SOUSTAVA PRO ENERGETICKY ÚSPORNÉ BYTOVÉ DOMY</i> ..	14
6	OTOPNÉ PLOCHY	14
6.1	OTOPNÁ TĚLESA	15
6.1.1	<i>ČLÁNKOVÁ OTOPNÁ TĚLESA</i>	15
6.1.2	<i>DESKOVÁ OTOPNÁ TĚLESA</i>	16
6.1.3	<i>TRUBKOVÁ OTOPNÁ TĚLESA</i>	18
6.1.4	<i>KONVEKTORY</i>	19
6.2	INTEGROVANÉ OTOPNÉ PLOCHY	20
6.2.1	<i>PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ</i>	20
6.2.2	<i>STROPNÍ VYTÁPĚNÍ</i>	21
6.2.3	<i>STĚNOVÉ VYTÁPĚNÍ</i>	23
7	REGULACE	23
7.1	KVALITATIVNÍ REGULACE	24
7.2	KVANTITATIVNÍ REGULACE	24
8	OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE PRO VYTÁPĚNÍ [4]	25
8.1	SLUNEČNÍ ENERGIE.....	25
8.2	GEOTERMÁLNÍ ENERGIE.....	26
8.3	ENERGIE PROSTŘEDÍ.....	27
9	SHRNUTÍ SYSTÉMŮ VHODNÝCH PRO ENERGETICKY ÚSPORNÝ DŮM	27
10	ZÁVĚR	28
11	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A PODKLADŮ	29
12	SEZNAM OBRÁZKŮ	31
13	SEZNAM TABULEK	31

1 ÚVOD

Energie, její efektivní využití a spotřeba se v posledních letech staví do popředí zájmů světového společenství. S čím dál rychlejším vývojem technologií, ale i růstem populace doprovázeným pochopitelnou urbanizací, se nároky světa na potřebu energie zvyšují každým dnem. Hlavním problémem z hlediska negativního dopadu na životní prostředí je nadměrná spotřeba fosilních paliv, která přispívá ke zhoršování klimatických podmínek vlivem skleníkového efektu vznikajícího při nadměrné produkci plynů spojených s transformací primární neobnovitelné energie. Dalším významným problémem jsou stále se zvyšující ceny energie. Mimo jiné jsou dnes v mnoha zemích snahy o úsporu energie podporovány i legislativou, která zavádí různé dotace apod.

Stavební průmysl hraje významnou roli ve spotřebě energie po celém světě. Příspěvek budov k celosvětové spotřebě je přibližně 40 %, kdy většina této energie je využita pro vytápění, větrání a klimatizaci. Jde o energii, která musí být dodávána po celou dobu životnosti budovy, což není krátké časové spektrum. Vzhledem k již výše zmíněným zvyšujícím se nákladům za energii je dnes kladen důraz na omezení plýtvání a investice do moderních technologií, které by v důsledku vedly ke snížení potřebného množství energie v budovách. To vše vede k ideálu udržitelné výstavby, která si klade za požadavky maximalizaci vnitřního komfortu při minimálním dopadu na životní prostředí. [6]

Cílem této bakalářské práce je popsat možná řešení návrhu otopných soustav novostaveb bytových domů s nízkou energetickou spotřebou, tedy Budov s téměř nulovou spotřebou energie (termín daný legislativou). V úvodu bude popsán význam pojmu nízkoenergetické budovy a jejich budoucnost. Dále budou stručně charakterizovány jednotlivé možnosti vytápěcích systémů, typy soustav, zdroje tepla i otopné plochy, vše s přihlédnutím k vhodnosti volby pro řešenou problematiku. Konec práce bude zaměřen na ekologickou stránku s popisem obnovitelných zdrojů a jejich zapojením do systémů vytápění. Závěrem budou shrnuta možná řešení vytápění energeticky úsporných bytových domů.

2 BUDOVY S NÍZKOU POTŘEBOU ENERGIE

Jako součást opatření pro snížení emisí z energetických procesů bylo mimo jiné vynaloženo úsilí na snížení spotřeby energie v budovách, které představují největší část světové poptávky po energii. Cílem budov s nízkou potřebou energie je snaha o radikální snížení tepelných ztrát objektu. Toho je dnes primárně docíleno výstavbou výrazně tepelně izolovaných budov, implementací kvalitního zasklení a eliminací tepelných mostů v konstrukcích. [6]

2.1 NÍZKOENERGETICKÉ BUDOVY

Nízkoenergetická budova je podle ČSN 73 0540-2 definována jako budova s roční plošnou měrnou potřebou tepla na vytápění menší než $50 \text{ kWh}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$. Dále Budovou s téměř nulovou spotřebou energie se rozumí budova s velmi nízkou energetickou náročností, jejíž spotřeba energie je ve značném rozsahu pokryta z obnovitelných zdrojů. Toho je dosaženo především vhodným stavebním řešením její obálky. Vzhledem k poměrně rychlému vývoji na poli efektivního energetického řešení budov můžeme v budoucnu počítat i s tím, že se tato kritéria budou zpříšňovat. [1] [2]

Z konstrukčního pohledu musí tedy nízkoenergetický dům splňovat vícero kritérií. Musí vykazovat velmi dobré tepelněizolační parametry všech obálkových konstrukcí jako jsou obvodové stěny, okna, dveře, podlahy, stropy a střechy. Požadovaný součinitel prostupu tepla U obvodové konstrukce by se měl pohybovat v rozmezí nejvýše od 0,15 do 0,20 $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$, u výplní otvorů méně než 1,0 $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$. Dále musí být zajištěno dokonalé utěsnění stavby proti průvzdušnosti ve spárách oken, dveří a stěn. Při dodržení požadovaných parametrů vzduchotěsnosti a s přihlédnutím na hygienické požadavky větrání budov je zřejmé, že takový dům se již neobejde bez řízeného větrání zajišťujícího dostatečnou výměnu vzduchu při minimální tepelné ztrátě. Vytápění takového objektu by mělo být zprostředkováno soustavou o nižším výkonu, která ideálně využívá obnovitelné zdroje energie. [2] [3] [9]

2.2 NÍZKOENERGETICKÉ BYTOVÉ DOMY

Několikaletým standardem ve výstavbě jsou nízkoenergetické a pasivní rodinné domy. Stále více už je ale kladen důraz i na nízkoenergetickou výstavbu větších objektů, mezi kterými jsou i bytové domy, jichž se tato práce týká. Na rozdíl od rodinných domů (dále RD), které bývají situovány ve velmi různých lokalitách, u bytových domů můžeme počítat s jistými okrajovými podmínkami. Například bytový dům (dále BD) bude pravděpodobně postaven v předměstské nebo městské zástavbě, kde jsou distribuční sítě vedeny poblíž objektu a ten tak může například být snadno napojen plynovou přípojkou, což u některých RD (vzhledem k jejich umístění) může být problém. [3]

2.3 SYSTÉMY NÍZKOENERGETICKÝCH BUDOV

Tím se dostáváme ke konceptu návrhu nízkoenergetického domu. Neexistuje všeobecný systém či přístup, který by se dal standardně aplikovat pro libovolný dům tohoto typu. Systém vytápění, v ideálním případě doprovázen a v rovnováze se systémem nuceného větrání, by měl být souhrnným zhodnocením všech možných řešení a ty jsou v závislosti na typu objektu, lokalitě, klimatických podmínkách a dalších aspektech proměnlivé. Základem by mělo být vhodné hospodaření s energií potřebnou na vytápění, přípravu teplé vody a mimo jiné i na provoz elektrospotřebičů. [8] [9]

2.4 SOUSTAVY VHODNÉ PRO ENERGETICKY ÚSPORNÉ BUDOVY

Racionálního využívání energie v budovách lze docílit používáním nízkoteplotních topných systémů a vysokoteplotních chladících systémů. Ty jsou vhodné pro kancelářské, provozní i obytné budovy a mohou využívat různé druhy paliv a zdroje obnovitelné energie. Tyto systémy účinně využívají energii a poskytují pohodlné vnitřní klima, což – jak bylo již zmíněno výše – je cílem udržitelné výstavby. Dnes se již tyto systémy tradičně využívají a jsou hojně navrhovány pro velké množství nově vznikajících moderních budov. V následujících kapitolách bude popsán výčet těchto systémů vhodných pro použití v bytové výstavbě s jejich charakteristikou a popsáním.

Nízkoteplotní otopné soustavy mají provozní životnost nejméně 30-40 let, během kterých může uživatel využít ekonomické výhody plynoucí z flexibility volby zdroje tepla. I když počáteční investice do této soustavy mohou být vyšší, náklady spojené s životním cyklem jsou stejné jako u tradičních vysokoteplotních systémů. V důsledku tedy nízkoteplotní systém nabízí větší flexibilitu podmínek pro výběr zdroje a zvýšení energetické účinnosti. [6]

3 SDÍLENÍ TEPLA

Sdílení nebo také přenos tepla je fyzikální jev předávání tepelné energie z oblastí s vyšší teplotou do míst s nižší teplotou. Je to podstata, na které vytápění funguje. Rozlišujeme 3 druhy šíření tepla.

3.1 SDÍLENÍ TEPLA VEDENÍM

Přenos tepla vedením neboli kondukcí je způsob předávání tepelné energie přímým kontaktem dotýkajících se částic. Jde o typickou výměnu tepla mezi pevnými látkami, dochází k ní ale i u kapalných a plynných látek. [5]

3.2 SDÍLENÍ TEPLA PROUDĚNÍM

Způsob šíření tepla prouděním neboli konvekcí můžeme pozorovat u tekutin (kapaliny, páry, plyny). Pokud tekutina obtéká povrch tuhého tělesa a dochází k přenosu tepelné energie, pak také hovoříme o konvekci. Jde tedy o princip, kdy se proud tekutiny s vyšší teplotou vlévá do prostředí s nižší teplotou a vzájemně si tak předávají své teplo (případně tekutina obtéká tuhé těleso a výměna probíhá na jeho povrchu).

Rozlišujeme dva typy proudění. Prvním je přirozená konvekce, kdy je proudění kapaliny vyvoláno samočinně vlivem rozdílu teplot. Druhým případem je konvekce nucená, kdy je proudění vyvoláno uměle (například ventilátorem). [5]

3.3 SDÍLENÍ TEPLA SÁLÁNÍM

Tento způsob sdílení tepla je jediný, který nepotřebuje přítomnost látky mezi tělesy pro přenos tepelné energie. Jde o vzájemné sdílení tepelného záření mezi dvěma tělesy s různými povrchovými teplotami pomocí elektromagnetického záření. [5]

4 ZDROJE TEPLA

Zdrojem tepla mohou být:

- Elektřina
- Biomasa (dřevo, pelety, ...)
- Fosilní paliva (pevná i kapalná, konkrétně ropa, uhlí, zemní plyn)
- Tepelná čerpadla
- Solární energie
- Jiné (např. zpětné získávání tepla rekuperací)

V budovách s nízkou energetickou spotřebou lze vytápět mnoha způsoby. Dle výpočtem stanovené tepelné ztráty objektu se vybere vhodný zdroj tepla. Možná je i koncepce záměrného poddimenzování zdroje a pro období nejnižších teplot, což obvykle bývá jen několik dnů v roce, volit doplňkový zdroj. Tento postup je vhodný zejména u záměru využít obnovitelné zdroje energie, které obvykle mívají nižší výkony. Výběr je samozřejmě ovlivněn nejen osobními preferencemi, ale hlavně místními podmínkami a dostupností energetických médií.

Při malé tepelné ztrátě objektu můžeme narazit i na problém s nalezením vhodného zdroje tepla. Předimenzovaný nebo málo využitý kotel nedosáhne požadované účinnosti, která je dána prací zdroje po většinu doby v jeho optimálním režimu, a z ekonomického hlediska se tak může stát nerentabilním.

Výběr tepelného zdroje je tedy určující pro další návrh a zajištění energetické úspory. Je ale potřeba vzít v úvahu i jakou otopnou soustavu bychom následně chtěli volit a sladit jednotlivé parametry výběru. [4] [5]

5 OTOPNÉ SOUSTAVY

Otopná soustava zajišťuje proces vytápění vnitřního prostředí na požadovaný navrhovaný teplotní stav. Stává se ze zdroje tepla, potrubní sítě a koncových prvků. Soustavy můžeme dělit podle přenášené teplotnosné látky, která ve zdroji přijímá tepelnou energii a dopravuje ji sítí do prostoru, kde ji odevzdá. [4] [5]

5.1 TEPLOVZDUŠNÉ VYTÁPĚNÍ

Tento systém je specifický přenosem tepla do prostoru proudícím teplým vzduchem. V místnosti je následně vzduch ochlazen vlivem tepelných ztrát, a nakonec odveden pryč. Teplotnosnou látkou je tedy v této soustavě vzduch, které je oproti vodě díky svému podstatně menšímu měrnému teple a nižší teplotě horším nosičem tepla, jak vyplývá z následující tabulky *Tab. 1*. [4] [5]

Parametr	VODA	VZDUCH
Měrné teplo c [J/(kg.K)]	4 186	1 010
Hustota [kg/m ³]	980	1,28
Teplotní spád používaný pro vytápění obytných budov [K]	10-25	20-30

Tab. 1 Porovnání fyzikálních vlastností vody a vzduchu [4]

V našich zemích není tento systém příliš rozšířený. Důvodů je hned několik. Výše zmíněný problém s horšími fyzikálními vlastnostmi vzduchu vede k nutnosti větších dimenzí rozvodů teplotvosdušného vytápění a obecně tak k větším zásahům systému do stavby. Většinou je potřeba s návrhem tohoto systému počítat již ve fázi návrhu konstrukce budovy a zajistit dostačený prostor pro rozvody, obvykle proto není možné navrhnout tento systém do rekonstruované budovy. Dalším problémem je obtížná kombinace systému s tradičními centrálními zdroji tepla na pevná paliva. [4] [5]

Ovšem s přihlédnutím k důrazu na snižování spotřeby energií spojené se zateplením objektů a požadavky na neprůvzdušnost budov se v poslední době výrazně mění pohled na tento systém. Jelikož vývoj nevyhnutelně spěje k nutnému zavedení řízeného větrání

do budov, je možnost kombinace větrání a vytápění velmi lákavou. Například v zemích jako USA nebo Kanada je teplovzdušné vytápění u lehkých dřevěných staveb běžnou praxí.

Většinou tedy tato zařízení zajišťují jak větrání (přívod čerstvého vzduchu), tak i rozvod tepla v objektu. I pro tento druh vytápění je však nutno zvolit způsob ohřevu teplotonosné látky. Zde se nabízejí dvě možnosti: [9]

- 1) *nepřímo* – teplovodním systémem
- 2) *přímo* – ohřev vzduchu teplovzdušným kotlem plynovým, elektrickým nebo olejovým

Jedná se o pružný systém větrání s využitím vnitřních zisků (vaření, praní, koupání). Jeho výhoda spočívá především v jednoduché regulaci. Nevýhodou je poměrně velký objem obíhajícího vzduchu pro přenesení potřebného výkonu a nutnost kvalitního projektu, aby se předešlo pocitu tepelného diskomfortu od obvodových konstrukcí díky absenci sálavé složky (rozdíl oproti běžným deskovým otopným tělesům, které svým umístěním pod okny zabraňují šíření chladného vzduchu do prostoru). Nutným předpokladem pro tento systém je samozřejmě tepelná ztráta budovy do výše, kterou je vytápěcí/větrací jednotka schopna pokrýt. [4] [5]

5.1.1 TEPLOVZDUŠNÉ VYTÁPĚNÍ V BYTOVÝCH DOMECH

Použití teplovzdušného vytápění je vhodné pro nízkoenergetické objekty s malou infiltrací a lehkou stavební konstrukcí s požadavkem na pružné chování otopné soustavy. Dále musí hygienicky nutné množství vzduchu postačovat pro přenos tepla. Problémem by se mohly zdát nevýhody tohoto systému vzhledem k hluku během provozu a nutnosti údržby z hlediska hygieny. Vyjdeme-li ale z předpokladu, že bytový dům s nízkou spotřebou energie musí mít zavedený systém nuceného větrání, pak lze u menších objektů toto efektivně využít a teplovzdušné vytápění se zdá při splnění podmínek jako ideální řešení. [5]

5.2 TEPLOVODNÍ OTOPNÁ SOUSTAVA

Teplonosná látka této soustavy – voda – je přes zdroj, kde dojde k jejímu ohřátí, vedena přívodním potrubím k otopným tělesům, kde odevzdá svou tepelnou energii skrz toto těleso vytápěnému prostoru a ochlazená se vratným potrubím vrací zpět do zdroje, kde se celý proces opakuje. Na rozdíl od teplovzdušného vytápění se jedná o uzavřený okruh, ve kterém se pohybuje konstantní množství topné vody. [4] [5]

Podle teploty otopné vody dělíme teplovodní otopné soustavy na:

- Teplovodní nízkoteplotní $t_1 \leq 65 \text{ }^\circ\text{C}$
- Teplovodní otevřené $65 \text{ }^\circ\text{C} \leq t_1 \leq 95 \text{ }^\circ\text{C}$
- Teplovodní uzavřené $65 \text{ }^\circ\text{C} \leq t_1 \leq 115 \text{ }^\circ\text{C}$
- Horkovodní $t_1 \geq 115 \text{ }^\circ\text{C}$

5.2.1 TEPLOVODNÍ OTOPNÁ SOUSTAVA PRO ENERGETICKY ÚSPORNÉ BYTOVÉ DOMY

Pro energeticky úsporné bytové domy je vhodné navrhovat nízkoteplotní vodní soustavu vytápění. Ty se navrhují s teplotními spády 55/45 °C, 45/35 °C a 35/25 °C. Mezi hlavní výhody této soustavy patří úsporný provoz, možnost napojení na velkoplošné otopné systémy nebo moderní konvektory a také využití alternativních zdrojů tepla, které mají menší výkon – tepelná čerpadla, solární kolektory a další nízkoteplotní zdroje. [5] [7]

6 OTOPNÉ PLOCHY

Teplo dodávané do vytápěné místnosti teplonosným médiem můžeme předat pomocí otopných těles nebo integrovaných otopných ploch. Základním principem je přivést do místnosti takové množství tepla, aby byla v tomto prostoru zajištěna tepelná pohoda.

Jak bylo zmíněno výše, pro úsporné bytové domy je vhodné navrhovat nízkoteplotní soustavy, proto budou v následujících kapitolách rozebrány vhodné koncové prvky pro tento typ soustavy.

6.1 OTOPNÁ TĚLESA

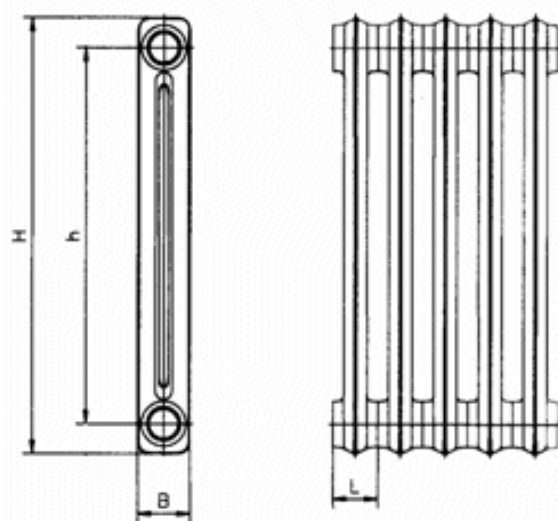
Otopná tělesa (OT) jsou jednou z možností, jak zajistit tepelný komfort místnosti. Sdílení tepla OT s okolím probíhá kombinací sálání a konvekce (proudění). Tělesa by měla být umístěna a volena tak, aby pokryla tepelnou ztrátu místnosti, zajistila tepelnou pohodu a ideálně eliminovala nepříjemné chladné proudy linoucí se do prostoru sáláním od obvodových konstrukcí (především od oken).

Dříve byl návrh OT v nízkoteplotních soustavách problematický vzhledem k jejich značným velikostem. Při dnešních tepelně technických vlastnostech obvodových konstrukcí už ale nároky na výkony OT nejsou tak vysoké a lze je tedy v této soustavě bez problému uplatnit. [4]

Volba typu OT záleží na konkrétním konstrukčním řešení, tvaru, materiálovém provedení a vybavení. Otopná tělesa dělíme podle druhu na článková, desková, trubková a konvektory.

6.1.1 ČLÁNKOVÁ OTOPNÁ TĚLESA

Jedná se o tělesa složená z jednotlivých článků, která se spojují do soustav pomocí závitových vsuvek nebo se svařují či lisují. Jsou vyráběna z různých materiálů, nejčastěji používanými jsou litina, slitiny hliníku a ocelové plechy.

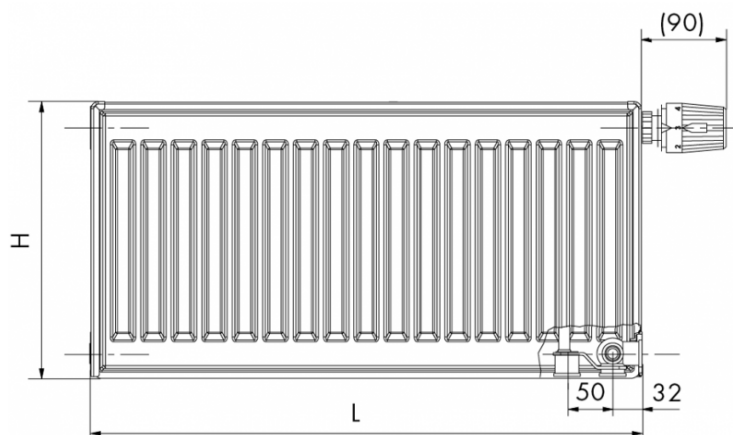


Obr. 1 Litinové článkové otopné těleso [11]

Tato tělesa se vyznačují větší hmotností a velkým vodním objemem, proto nejsou tolik pružná a pomalu reagují na regulační zásah. Pro řešení vytápění energeticky úsporného domu nejsou tedy vhodnou volbou. [10] [4]

6.1.2 DESKOVÁ OTOPNÁ TĚLESA

Desková otopná tělesa jsou nejčastěji používanými. Patří sem tělesa s provedením v podobě hladké desky, případně i se zvlněním čelní desky pro větší otopnou plochu. Nepatří sem ovšem tělesa vyskládaná z jednotlivých článků, i když se jejich povrch dá považovat za desku. Základním prvkem deskového OT je horní rozvodná a dolní sběrná komora umístěna ve směru délky tělesa. Těleso je tak tvořeno dvěma prolisovanými deskami z ocelového plechu, které jsou po obvodě švově svařeny. Jednotlivé kanálky jsou svařeny bodově. Používaný plech má tloušťku 1,25 až 1,3 mm, u hladkého provedení čelních desek 2 mm.



Obr. 2 Deskové otopné těleso RADIK VK [13]

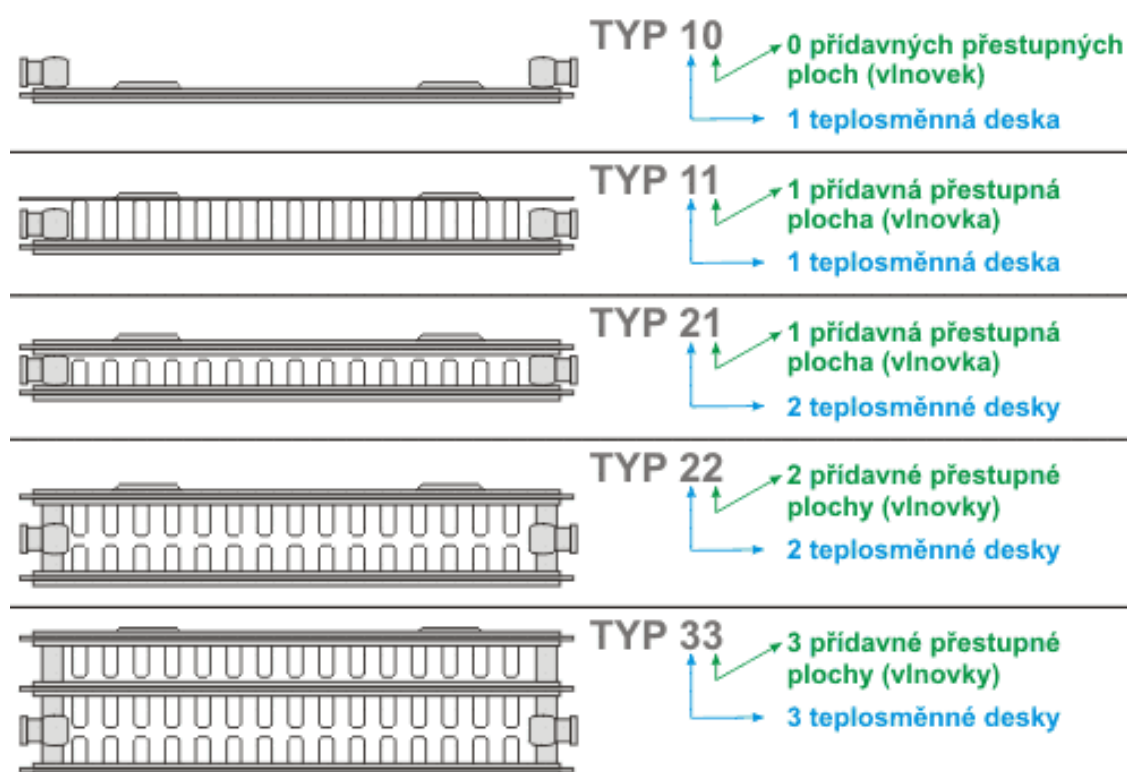
Tělesa se připojují buď osovým nebo bočním výstupem se závitem. Jde-li o tzv. kompaktní provedení jsou osazena připojovací garniturou s ventilovou vložkou nebo přímo na ventil se spodním napojením vlevo, vpravo nebo uprostřed. [4] [5] [10]

Oproti článkovým tělesům mají menší hmotnost ovlivněnou menším vodním objem, díky čemuž tělesa rychleji reagují na regulační zásah.

Dělení deskových otopných těles:

- jednoduchá
- zdvojená
- ztrojená

Všechny tyto typy mohou být provedeny s rozšířenými přestupnými plochami (tj. rozšířena o konvekční plochu). Rozšířenou přestupní plochu tvoří obvykle soustava „žeber“, která jsou převážně rozložena do délky.



Obr. 3 Vysvětlení kódového označení typů radiátorů [12]

Tělesa jsou již z výroby z boku zakryta bočnicí a shora mřížkou. Tato úprava zlepšuje jejich vzhled a zároveň zakrývá ostré hrany, u kterých by hrozilo riziko poranění. Pro dokonalé splynutí deskového otopného tělesa s interiérem mohou být čelní desky provedené v designu zvoleném uživatelem. V nabídce jsou například obložení přírodním kamenem, umělým kamenivem nebo keramickým materiálem, k dispozici jsou i různá barevná provedení. [4] [5] [10] [11]

6.1.3 TRUBKOVÁ OTOPNÁ TĚLESA

Trubková otopná tělesa se vyznačují svým řešením, jehož podstatou je sběrná a rozvodná komora spojená řadou trubek o menších průřezích. Průřezy mohou mít tvar kruhu, čtverce, obdélníku nebo mohou být kombinací těchto tvarů. Nejčastější tvary trubkových těles jsou následující:



Obr. 4 Tvary trubkových otopných těles [10]

Dnes se tato tělesa nejčastěji navrhuje v koupelnách, kde jsou určena k vytápění a zároveň k sušení textilií. Mohou být ale ideální i pro prostory jako jsou šatny, umývárny apod. V obytných prostorech jsou proto nejčastěji používány registry s vodorovnými trubkami. Z hlediska praktických i estetických důvodů bývají trubková tělesa často osazována různými držáky, někdy i zrcadli.

Připojení těchto typů těles může být provedeno na všech čtyřech rozích tělesa. Nejběžnější způsob je ale připojení na spodních rozích, případně diagonálně na horním a spodním rohu. V poslední době se ale již většinou užívá dolního středního připojení pro jeho snadnou montáž.

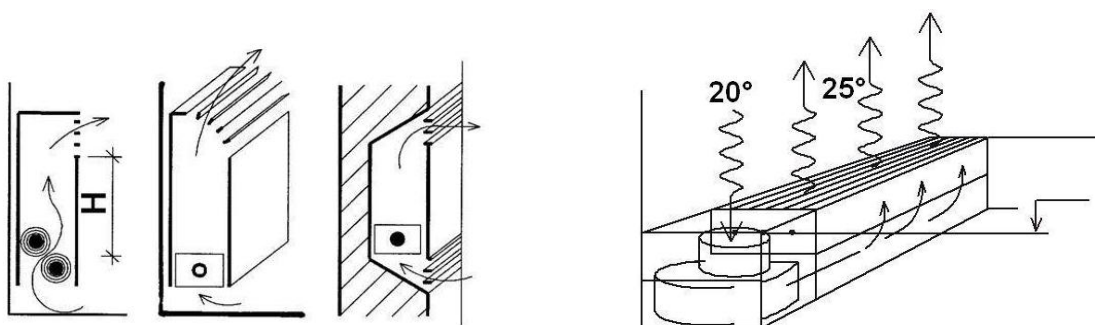
Koupelnová trubková tělesa bývají v dnešní době opatřena i elektrickým topným tělesem. V případě, že je otopné těleso opatřeno elektrickým topným tělesem, pak v letním období je otopná plocha nezávislá na provozu centrálního zdroje, avšak otopné těleso musí být stále spojeno s otopnou soustavou.

6.1.4 KONVEKTORY

Konvektory jsou otopná tělesa, která teplo do vytápěné místnosti sdílí převážně konvekcí přirozeným nebo nuceným prouděním vzduchu přes žebrovou otopnou trubku. Obsahují trubkový výměník tepla, který ohřívá proudící vzduch v místnosti, a skříň. Shora jsou doplněny mřížkou pro proudění vzduchu. Rozlišují se podle svého umístění na:

- **skříňové** – bývají dodávány jako celek, alternativně může jako část jejich skříňe sloužit stavební konstrukce nebo zařízení interiéru;
- **soklové** – také označované jako **podparapetní**, jsou umístěny k podlaze v nízké skříni případně pod nízký parapet vysokých oken;
- **zapuštěné** – skříňe těchto konvektorů jsou součástí stavby a nejčastěji bývají zapuštěny do podlahy (mohou být ale i stropní). Jsou ideálním řešením pro francouzská okna, vstupy na terasy nebo balkonové sestavy. Jejich malý tepelný výkon bývá často kompenzován zabudovaným ventilátorem.

Konvektor se skládá nejčastěji z plechové skříňe, na jejím spodním líci je umístěna žebrová trubka, ve které se proudící vzduch ohřívá. Teplý vzduch pak při přirozeném proudění stoupá vztlakem vzhůru k hornímu líci skříňe konvektoru, kde vstupuje do místnosti. Účinnost konvektoru je tak dána hlavně jeho výškou, protože jeho výkon je značně ovlivněn výškou sloupce teplého vzduchu nad výměníkem, čímž je prostředkováno proudění vzduchu (*Obr. 5 vlevo*). Naopak při nuceném proudění vzduchu funguje konvektor tak, že chladný vzduch je ventilátorem hnán přes trubkový výměník a jeho výška výkon neovlivní (*Obr. 6 vpravo*). [4] [5] [10]



Obr. 5 Konvektory s přirozeným prouděním (vlevo), Konvektory s nuceným prouděním (vpravo) [zdroj: <http://slideplayer.cz/slide/2815754/>]

6.2 INTEGROVANÉ OTOPNÉ PLOCHY

Integrované otopné plochy jsou zabudovány do stavební konstrukce. Mluvíme zde převážně o podlahovém, stropním a stěnovém vytápění. Tepelná energie z otopných ploch je do místnosti dodáváno převážně sáláním a pouze malé množství konvekcí. Základní princip je ten, že otopná plocha předá (vysálá) své teplo do plochy, v níž je zabudovaná a ta následně ohřívá okolní vzduch v místnosti (proudí do místnosti). Z toho vyplývá, že vnitřní povrchové teploty stavebních konstrukcí jsou vyšší, než je teplota vzduchu ve vytápěné místnosti.

Podíl tepelného toku sdíleného sáláním je u stropního vytápění zhruba 80 %, u stěnového vytápění asi 65 % a u podlahového vytápění přibližně 55 %. Jako teplonosná látka může být použita teplá voda, teplý vzduch, případně může být plocha zahřívána elektricky.

Tyto systémy jsou vhodné právě pro nízkoenergetické budovy, neboť se navrhují jako nízkoteplotní. Pro uživatele navazují příjemný pocit, neboť rozložení teploty vzduchu v místnosti je rovnoměrné. Nespornou výhodou těchto systémů je již zmíněné zabudování do konstrukce, takže otopná soustava nezabírá místo v místnosti. Těmito systémy jde navíc v letních obdobích i chladit. [5] [10]

Tento způsob vytápění je maximálně vhodný při ohřevu vody tepelným čerpadlem a je i energeticky méně náročný, protože pro pocit pohody stačí nižší prostorová teplota.

6.2.1 PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ

Nízkoteplotní vytápění podlahové má jednu nespornou výhodu a tou je příjemný pocit „tepla od nohou“. Ocení to zejména rodiny s malými dětmi, ale i starší populace. Proto je již řadu let běžně navrhován ve výstavbě rodinných domů. Pro nízkoenergetické bytové domy, kde tento systém plně vyhoví nárokům na vytápění, bude zřejmě tato volba uživatelsky nejoblíbenější.

Podlahovým vytápěním se povrch podlahy v místnosti ohřívá na 26 až 32 °C (ve speciálních případech i na vyšší teploty) a odtud se teplo konvekcí předává do vzduchu v místnosti. Při návrhu je ale vždy nutné dbát na konkrétním provozu dané místnosti a dokázat předpovědět, zda zde lidé budou chodit spíše zutí či obutí, aby bylo možné předejít nepříjemnostem v budoucím užívání zvolením špatné povrchové teploty a následného pocitového diskomfortu uživatelů. Pro dosažení co největší účinnosti je vhodné při návrhu kompletačních konstrukcí zvolit jako nášlapnou vrstvu takový materiál, který snadno propouští teplo. [14]

Při návrhu podlahové otopné plochy můžeme využít několika různých variant, buď podle způsobu provedení, nebo podle tvarování otopného hadu. Způsob provedení otopné podlahové plochy může být realizován suchým způsobem, mokřým způsobem nebo proveden přes modulové klima desky nebo kapilární rohože. Provedení podle tvarování otopného hadu je dvojí, buď do tvaru meandru, anebo do tvaru plošné spirály.

Je-li potrubí uloženo do izolační vrstvy pod betonovou deskou, mluvíme o suchém provedení teplovodního podlahového vytápění. Trubky jsou od cementového potěru odděleny buď plastovou, nebo kovovou fólií. Takto pracuje systém s vyššími teplotami otopné vody, kdy přívodní teplota vody se pohybuje v rozmezí 40 až 70 °C.

U mokřého způsobu provedení podlahového vytápění je otopný had zabudován přímo do betonové vrstvy podlahy nad kročejovou izolaci a teplota přívodní otopné vody se pohybuje v rozmezí 35 až 55°C.

Pokud by hrozilo unikání tepla směrem dolů do konstrukce a nikoli nahoru do místnosti, je nutné tento prostor odizolovat, aby k únikům nedocházelo a systém tak pracoval dle návrhu.

6.2.2 STROPNÍ VYTÁPĚNÍ

Jde o vytápěcí plochy umístěné v podhledu stropu nebo zavěšené pod stropem, které místnost vytápějí sáláním na podlahu a stěny. Z hlediska provedení rozlišujeme trubky zalité ve stropě, plochy tvořené lamelami, použití sálavých desek a pásů či uložení stropního

vytápění v dutém podhledu. Do stropního vytápění přímo neřadíme světlé a tmavé plynové zářiče z důvodu napojení otopné plochy do lokálních spotřebičů, resp. zdrojů tepla.

Trubky zalité ve stropě se umísťují buď přímo do betonu nebo do omítky stropu, kdy je provedení značně jednodušší.

Lamely tvoří zvětšenou přestupní plochu trubky a jsou tak schopny rovnoměrně rozprostřít tepelný tok. Zároveň čerpají teplo z trubek rychleji. Mají dva specifické způsoby uchycení. Prvním je tzv. *Stramax-standart strop* složený z hliníkových plechů, které mají uprostřed prolisy, ve kterých je umístěna trubka. Druhý způsob upevnění se nazývá *Zent-Frengerův strop*. Skládá se z perforovaných či neperforovaných povrchově upravených hliníkových plechů, které tvoří podhled. Trubky jsou zavěšeny pod stropem a k hliníkovým deskám připevněny pomocí ocelových svorek. Mezi deskami jsou 1,5 mm široké spáry, které se používají k provětrávání.

Sálavé desky a pasy jsou systémové prvky a na strop bývají pouze volně zavěšeny. Většinou se sestávají z ocelového plechu, na který jsou třmeny upevněny trubky. Často bývají využívány v průmyslových objektech.

V dutém podhledu procházejí trubky pod nosnou konstrukcí v prostoru nad podhledem. Výhodou tohoto systému jsou možné dodatečné úpravy dané jeho snadnou přístupností.

I u stropního vytápění musí být dbáno na určení vhodné teploty otopné vody, neboť při zvolení příliš vysoké teploty by docházelo k nadměrnému osálení temene hlavy, a tak k tepelné nepohodě. Návrh je ovlivněn výškou stropu a velikostí otopné plochy.

Stejně jako u vytápění podlahového je nutné případně izolovat prostor mezi stropním vytápěním a nosnou konstrukcí, aby se teplo šířilo správným směrem. [15] [16]

6.2.3 STĚNOVÉ VYTÁPĚNÍ

Ideální umístění stěnové otopné plochy je na nejchladnější plochu v místnosti. Je možné tuto plochu pokrýt zcela, případně i pouze její část. Často jsou kryty hlavně plochy pod oknem. Umístění na nejchladnější stěnu kladně přispívá ke zvyšování účinné povrchové teploty místnosti, což je předpokladem pro vytápění na nižší teploty vzduchu. Zároveň tento systém a jeho umístění zajišťuje rychlé vytopení místnosti, např. po přestávce nebo tlumeném provozu, protože nejchladnější plocha je nejrychleji ohřátá na příznivou teplotu.

Výhodou oproti ostatním integrovaným otopným plochám je možnost montáže tohoto systému i dodatečně, navíc stěny bývají často volné (bez nábytku) a nedochází tak k zakrytí ploch, což by negativně ovlivnilo výkon otopné plochy. Z pohledu hygieny a zdravého vnitřního prostředí lze ocenit i eliminaci tvorby plísní díky zajištění vysoušení obvodové konstrukce.

Opět rozlišujeme suchý a mokrý systém montáže. V případě mokrého systému se přichycený otopný had zakryje speciální mokrou omítkou určenou pro stěnové vytápění. Suchý systém se skládá ze sádrovláknitých desek, ve kterých je již otopný had umístěn a montují se přímo na danou stěnu.

7 REGULACE

Důležitým požadavkem návrhu systému vytápění nízkoenergetických budov je možnost jeho pružné regulace. Pro budovy s malou tepelnou ztrátou vstupují do popředí i další aspekty, se kterými je nutno počítat. Těmi jsou vlivy tepelných zisků od osob a jejich činnosti (užívání elektrospotřebičů, vaření apod.) a vliv pasivního využití sluneční energie. Nebude-li možné systém pružně regulovat a bude-li tak existovat významná tepelná setrvačnost vytápění, může docházet k přehřátí interiéru.

Chceme-li zajistit, aby dodávka tepla do každého místa a v každý okamžik byla právě taková, aby byla v daném místě zajištěna projektovaná úroveň vnitřního prostředí, je nutné

otopnou soustavu osadit regulačními prvky, které budou reagovat na neustále se měnící okrajové podmínky. Regulaci chápeme dvojí, kvalitativní (tzv. ekvitermní) a kvantitativní. Kvalitativní regulace reaguje na aktuální venkovní teploty a dle nich upravuje parametry teplonosné látky. Kvantitativní regulace naopak navazuje na vnitřní prostředí a řídí výkon otopného tělesa s ohledem na tepelné zisky v interiéru. Dosáhnout efektivního a hospodárného provozu otopné soustavy můžeme pouze současnou činností obou druhů regulace.

7.1 KVALITATIVNÍ REGULACE

Otopné soustavy se navrhují na stav nejnepříznivějších vnějších podmínek. V našem prostředí to jsou teploty od -12 °C po -18 °C . Reálně ale takto extrémních hodnot dosáhne venkovní teplota jen na několik dní v roce. Soustavy jsou tak předimenzované a po většinu roku mají výkonovou rezervu, kterou je potřeba korigovat. Toho je docíleno úpravou parametrů otopné vody v závislosti na aktuální venkovní teplotě. Do otopných těles se tak dostává právě takové množství tepla, které odpovídá tepelným ztrátám objektu při aktuální venkovní teplotě a výpočtové vnitřní teplotě.

Zavedením kvalitativní regulace jsme schopni významně zefektivnit provoz vytápění, ovšem celý problém se tím neřeší. Na pokrytí tepelných ztrát se nepodílí pouze otopná soustava, nýbrž také již zmíněné tepelné zisky, které představují určitý bonus pro tepelnou bilanci objektu, ale jsou obtížně předvídatelné. Spolupůsobení otopné soustavy řízené pouze kvalitativní regulací a tepelných zisků proto opět povede k přetápění. Řešením tohoto problému je kvantitativní regulace.

7.2 KVANTITATIVNÍ REGULACE

Z pohledu energetické úspory je bezpochyby vhodné využít tepelnou energii, která se nám v objektu objevuje jaksí sama a není za ni potřeba platit. Tuto energii určitě využijeme přednostně a z otopné soustavy pak potřebujeme odebírat pouze tolik tepla, které je nutné k zajištění projektovaného stavu vnitřního komfortu.

Úlohu této regulace často řeší termostatické hlavice umístěné na OT. Pokud vnitřní teplota interiéru stoupá, což je projev působení tepelných zisků, hlavice postupně uzavírají průtok topného média do těles a odpojují vytápěné prostory od zdroje drahého tepla. Začnou-li poté vnitřní teplota vlivem snížení objemu tepelných zisků klesat, hlavice zareagují otevřením průtoku, čímž umožní dorovnání teploty na danou úroveň prostřednictvím tepla z otopné soustavy. Celý proces probíhá automaticky bez nutnosti jakékoliv součinnosti ze strany nájemníků. To se zároveň často stává problémem, jelikož uživatelé mají mylný dojem, že otáčením hlavice právě oni vhodně regulují soustavu.

Jako mírně problematické se z tohoto pohledu jeví například podlahové vytápění. Podle typu konstrukce může tato soustava mít tepelnou setrvačnost 2-8 hodin. S rostoucí teplotou v místnosti sice klesá výkon podlahového systému (tzv. samoregulační efekt), ale náhlé zisky od slunce nebo většího množství osob mohou být natolik významné, že teplota přestoupí únosnou mez. [17]

Z pohledu úspory energie se tedy jako nejpříznivější jeví systém s automatickou regulací, kde jsou všechny prvky soustavy provázané a pracují jako celek. Zásahy uživatelů do regulace soustavy jsou naopak největším problémem. Náhlá změna na jednom otopném tělese případně i v jedné místnosti má nepříznivé účinky na účinnost systému jako celku.

8 OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE PRO VYTÁPĚNÍ [4]

Jako obnovitelné zdroje energie označujeme obnovitelné nefosilní přírodní zdroje energie, geotermální energii, energii půdy, vody, vzduchu a biomasy. Tyto zdroje obvykle nejefektivněji pracují při bivalentním (v některých případech i trivalentním) provozu, kdy jsou doplněny o další zdroj tepla, který pokrývá výkon v době, kdy tyto zdroje neppracují účinně.

8.1 SLUNEČNÍ ENERGIE

Energie slunečního záření se získává pomocí plochého kolektoru, který ji zachycuje. Následně se mění v tepelnou energii, kterou odevzdává teplonosné látce.

Sluneční energetický systém pokryje zhruba 25-30 % celoroční spotřeby tepla. V zimním období je kompenzován jedním z klasických zdrojů tepla, který je navržen na maximální tepelné ztráty objektu. K těmto systémům lze připojovat téměř všechny otopné soustavy, nejvhodnější volbou je teplovodní soustava. I když teplota vody v kolektorech nabývá 90 °C, ve skutečnosti se střední teplota kapaliny pohybuje od 40 do 60 °C a je proto optimální volit nízkoteplotní otopnou soustavu, zejména podlahové vytápění. Vzhledem k výkyvům dodávky energie v době s vysokou a nízkou intenzitou slunečního záření je vhodné solární energetický systém doplnit akumulacním zařízením. Akumulace tepelné energie je výhodná, ale zvyšuje tak prostorové nároky, regulaci a celkové náklady této soustavy.

8.2 GEOTERMÁLNÍ ENERGIE

Geotermální energií chápeme energii čerpanou z látek, které jsou zahřáté zemským teplem. Obvykle je čerpána pomocí hlubinných vrtů ze suchých hornin nebo geotermálních vod.

Geotermální vody jsou vody zahřáté zemským teplem natolik, že po výstupu na zemský povrch si stále zachovávají teplotu vyšší než průměrnou roční teplotu vzduchu. Pro přímé energetické využití jsou vhodné vody o teplotě od 30 do 100 °C. Mnoho geotermálních vod je ale klasifikováno jako vody lázeňské a jejich použití pro energetiku je tedy nepřijatelné.

Teplo suchých hornin se získává pomocí trubkových kolektorů v hlubinných vrtech nebo injektáží povrchové vody a jejich zpětného čerpání.

Vzhledem ke škále provozních teplot, které geotermální energetická soustava umožňuje, je tento zdroj tepla vhodný pro mnohé typy soustav (s ohledem na rozpětí teplot teplotonosné látky).

8.3 ENERGIE PROSTŘEDÍ

Energii prostředí využívají tepelná čerpadla. Jde o proces, kdy nízkoteplotní zdroje tepla okolního prostředí jsou prostřednictvím tepelného čerpadla transformována na vyšší teplotní úroveň. Takovými zdroji tepla jsou vody z řek, jezer, studní, technologických provozů, odpadové vody z rekreačních areálů a koupališť, odsávaný vzduch z krytých plováren, částečně využitá geotermální vody, dále teplo z okolního a odpadového vzduchu a teplo z půdy.

Tepelná čerpadla je vhodné spojit se soustavami s přírodní teplotou teplonosné látky maximálně 50 a 60 °C.

9 SHRUTÍ SYSTÉMŮ VHODNÝCH PRO ENERGETICKY ÚSPORNÝ DŮM

Již u představení typů otopných soustav bylo poukázáno na fakt, že pro nízkoenergetické budovy se jako nejvhodnější jeví nízkoteplotní systém vytápění, tedy takový, u něhož teplota nosného média nepřesáhne hodnotu 65 °C. Tyto systémy jsou nejčastěji teplovodní (otopná tělesa, podlahové, stěnové nebo stropní vytápění) a teplovzdušné otevřené nebo uzavřené.

V návaznosti na nízkoteplotní systém je vhodné se poohlédnout i po vhodném zdroji tepla a chopit se tak naskytující se možnosti využít některý z obnovitelných zdrojů energie. Ty obvykle nepokryjí extrémní teplotní stavy, proto je vhodné provést návrh bivalentního systému vytápění, kdy například tepelné čerpadlo doplníme elektrickým nebo plynovým kotlem, který pracuje v zimních obdobích. Je možné přistoupit i k trivalentnímu systému, ten je vhodný při využití solární energie kombinované s kotlem i tepelným čerpadlem.

Nezbytností je navržený systém vybavit kvalitní regulací, která systém učiní pružným, a tak díky svým rychlým reakcím na změny okrajových podmínek i hospodárným.

V neposlední řadě je vždy nutné brát v úvahu nabízené možnosti a s ohledem na umístění, typ a velikost objektu zvolit tu nejlepší možnost. Není například výhodné pořizovat nákladné solární kolektory v lokalitách, kde hrozí budoucí zastínění objektu a tento systém tak bude pracovat s minimální účinností.

Ve výsledku záleží i na investorovi, který má plné právo se rozhodnout, zda pro něj bude kritériem ekonomické nebo ekologické hledisko apod.

10 ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo popsat možná řešení vytápěcích systému v bytovém domě s energetickou úsporou. V rámci vypracování byly popsány typy otopných soustav, zdrojů tepla a otopných ploch a následovalo zhodnocení, zda je daný prvek či soustava vhodná pro tento typ objektu.

Závěrem je, že neexistuje jedno či dvě standardizovaná řešení, která by se dala aplikovat na libovolné nízkoenergetické bytové domy a je tak nutné provést komplexnější prvotní úvahu a návrh. Zohlednit musíme mnoho okrajových podmínek. Dnes je také vhodné přistupovat k návrhu s ohledem na životní prostředí. Například nejvhodnější systém vytápění z ekologického hlediska je tento: [14]

- Zdrojem tepla je tepelné čerpadlo nebo solární energie v bivalentním provozu.
- Otopnou soustavu tvoří teplovodní nízkoteplotní podlahová soustava.
- Je zajištěna kvalitní (ideálně automatická) regulace soustavy.

11 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A PODKLADŮ

- [1] ČSN 73 0540–2 Tepelná ochrana budov (listopad 2002) ve znění změny Z1 (2005).
- [2] TYWONIAK, Jan. *Nízkoenergetické domy 3: nulové, pasivní a další*. Praha: Grada, 2012. Stavitel. ISBN 978-80-247-3832-1.
- [3] DUFKA, Jaroslav. *Hospodárné vytápění domů a bytů*. Praha: Grada, 2007. Profi & hobby. ISBN 978-80-247-2019-7.
- [4] PETRÁŠ, Dušan. *Vytápění rodinných a bytových domů*. Bratislava: Jaga, 2005. Vytápění. ISBN 80-8076-020-9.
- [5] 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.
- [6] HEPBASLI, A. (2012). Low exergy (LowEx) heating and cooling systems for sustainable buildings and societies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(1), 73-104. DOI: 10.1016/j.rser.2011.07.138, Dostupné prostřednictvím Science Direct
- [7] TZB-info. *Nízkoteplotní vytápění a úsporné konvektory*, [online] ©2013 [cit. 5.5.2018] dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/otopne-plochy/9748-nizkoteplotni-vytapani-a-usporne-konvektory>
- [8] MORÁVEK, Petr. Nízkoenergetické stavby a jejich mikroklima, *Časopis Stavebnictví* [cit. 5.5.2018]
- [9] ŠALÝ, Jaroslav, *Komplexní způsob řešení systému TZB nízkoenergetických budov*, Stavebnictvi3000.cz [online] [cit. 7.5.2018], dostupné z: <http://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/komplexni-zpusob-reseni-systemu-tzb-nizkoenergetickych-budov/>
- [10] BAŠTA, Jiří. *Otopné plochy – otopná tělesa*. 2. přepracované vydání. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2016. ISBN 978-80-01-05943-2.
- [11] TZB-info. *Otopné plochy (II) - Druhy otopných těles* [online] ©2006 [cit. 10.5.2018] dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/otopne-plochy/3064-otopne-plochy-ii-druhy-otopnych-teles>
- [12] ASTRA, krby, krbová kamna. *Radiátory* [online]
- [13] KORADO. *Obrázky* [online] dostupné z: <https://www.korado.cz>
- [14] DUFKA, Jaroslav. *Podlahové vytápění*. Praha: Grada, 2006. Profi & hobby. ISBN 80-247-1530-9.



- [15] BAŠTA, Jiří. *Velkoplošné sálavé vytápění: podlahové, stěnové a stropní vytápění a chlazení*. Praha: Grada, 2010. Stavitel. ISBN 978-80-247-3524-5.
- [16] HOJER, Ondřej. BAŠTA, Jiří. *Základy sálavého vytápění*. VŠ skriptum. Vyd. V Praze: České vysoké učení technické, 2009
- [17] TZB-info. *Regenerace bytových domů a otopné soustavy*. [online] ©2015 [cit. 15.5.2018]
- [18] DRUHY OTOPNÝCH TĚLES: Článeková otopná tělesa a jejich typy. *OTOPNÉ PLOCHY: otopná tělesa. 2.* přepracované vydání. Praha: Česká technika – nakladatelství ČVUT, 2016, s. 85. ISBN 978-80-01-05943-2
- [19] Otopná tělesa nejsou jen těžké radiátory. In: *Topení – topenáři: Otopná tělesa* [online]. [cit. 16.6.2018]. Dostupné z: <http://www.topeni-topenari.eu/topeni/otopna-telesa.php>
- [20] POJAR, Petr. *Budeme v budoucnu vytápět své domy?* In: *ČESKÉSTAVBY.CZ* [online]. 2012 [cit. 16.5.2018]. Dostupné z: <https://www.ceskestavby.cz/clanky/budeme-v-budoucnu-vytapet-sve-domy-21482.html>



12 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Litinové článkové otopné těleso	15
Obr. 2 Deskové otopné těleso RADIK VK	16
Obr. 3 Vysvětlení kódového označení typů radiátorů	17
Obr. 4 Tvary trubkových otopných těles.....	18
Obr. 5 Konvektory s přirozeným prouděním a s nuceným prouděním	19

13 SEZNAM TABULEK

Tab. 1: Porovnání fyzikálních vlastností vody a vzduchu.....	12
--	----