

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

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



VYTÁPĚNÍ BUDOVY PENZIONU

**STUDIE NA TÉMA PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY
V BUDOVĚ PENZIONU**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

KRISTÝNA JEŽKOVÁ

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

2016/2017



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Ježková	Jméno: Kristýna	Osobní číslo: 424470
Zadávající katedra: K125 Technická zařízení budov		
Studijní program: Stavební inženýrství		
Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb		

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Vytápění budovy penzionu	
Název bakalářské práce anglicky: Heating system in the guesthouse	
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 Příprava teplé vody v budově penzionu	
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: 22.2.2017	Termín odevzdání bakalářské práce: 28.5.2017
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“.

<u>22. 2. 2017</u>	
Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem svoji bakalářskou práci vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a podkladů.

V Praze dne 8. 5. 2017

.....

Kristýna Ježková

Poděkování:

Děkuji vedoucímu mé závěrečné bakalářské práce doc. Ing. Michalovi Kabrhelovi, Ph.D. ze stavební fakulty, katedry technických zařízení budov, za odborné vedení a ochotu při zpracování této bakalářské práce.

Vytápění budovy penzionu

Abstrakt: Bakalářská práce se skládá z projektu vytápění a studie. Projekt vytápění budovy penzionu se skládá z textové a výkresové části. V textové části je uveden výpočet tepelných ztrát, návrh otopných ploch, návrh dimenzí potrubí, oběhového čerpadla, expanzní nádoby a zásobníků teplé vody. Výkresová část obsahuje 6 výkresů a to rozvinutý řez, půdorysy tří nadzemních podlaží, detail technické místnosti a funkční schéma. Vše je popsáno a shrnuto v technické zprávě, která je součástí textové části. Studie se zabývá přípravou teplé vody v budově penzionu. Cílem studie je vybrat vhodný způsob přípravy teplé vody v budově penzionu a popsat jeho princip.

Klíčová slova: vytápění, příprava teplé vody, solární energie, budova penzionu

Heating system in the guesthouse

Abstract: The bachelor thesis consists of a heating project and a study. The heating project of a guest house consists of a text and drawing section. In the text part is presented the calculation of heat losses, design of heating surfaces, design of piping dimensions, circulation pump, expansion tank and hot water storage. The drawing part consists of 6 drawings, namely a developed section, three floor plans, a detail of the technical room and a functional diagram. Everything is described and summarized in the technical report that is part of the text part. The study deals with the preparation of hot water in the building of the guest house. The aim of the study is to select a suitable way of preparing hot water in the building of a guest house and describe its principle.

Key Words: heating, hot water preparation, solar energy, building of the pension

Obsah:

1	Úvod	1
2	Požadavky na jakost teplé vody v budově penzionu	2
3	Návrh zařízení na přípravu teplé vody v budově penzionu	2
3.1	Centrální příprava teplé vody	3
4	Obnovitelné zdroje pro přípravu teplé vody v budově penzionu	3
4.1	Příprava teplé vody pomocí tepelného čerpadla	4
4.1.1	Princip fungování tepelného čerpadla	4
4.1.2	Zásady přípravy teplé vody pomocí tepelného čerpadla	5
4.1.3	Výhody a nevýhody využití tepelného čerpadla pro přípravu teplé vody v budově penzionu.....	6
4.2	Příprava teplé vody pomocí kotle na spalování biomasy	7
4.2.1	Výhody a nevýhody využití kotle na biomasu pro přípravu teplé vody v budově penzionu	8
5	Zařízení pro přípravu teplé vody solární energií v kombinaci se zdrojem tepla.....	8
5.1	Sluneční energie jako obnovitelný zdroj pro přípravu teplé vody.....	8
5.2	Příprava teplé vody solárními kolektory v kombinaci se zdrojem tepla.....	9
5.2.1	Nejdůležitější části systému pro kombinovanou přípravu teplé vody.....	11
5.2.2	Solární kolektory	12
5.2.3	Druhy a konstrukční řešení kolektorů	12
5.2.4	Ploché kolektory	13
5.2.5	Orientace a umístění kolektorů.....	15
5.2.6	Teplosné kapaliny.....	16
5.2.7	Potrubí a potrubní armatury.....	16
5.2.8	Zásobník teplé vody a výměník tepla.....	16
5.2.9	Kontrolní armatury bezpečnosti, účinnosti a dalších informací	17

5.2.10	Výhody a nevýhody přípravy teplé vody v budově penzionu solárními kolektory v kombinaci se zdrojem tepla	17
6	Zpětné získávání tepla v oblasti přípravy teplé vody	18
7	Závěr	19
8	Seznam použitých obrázků	20
9	Seznam použitých zdrojů:	21

1 Úvod

Neodmyslitelnou součástí moderního života člověka je teplá voda. S jejím využitím se setkáváme ve všech oblastech každodenního života. Jedním ze základních požadavků provozu v budovách je zajištění dostatečného a pohotově připraveného množství teplé vody. Množství energie potřebné pro přípravu teplé vody je často srovnatelné s potřebou energie na vytápění. V celosvětovém měřítku se pro přípravu teplé vody využívá především energie pevných paliv, ropy a zemního plynu. Ubývání zásob fosilních paliv bude doprovázeno nárůstem jejich ceny, což se může značně promítnout v ročních nákladech na přípravu teplé vody. Zvýšená produkce skleníkových plynů, způsobuje zvýšení průměrných globálních teplot, což způsobuje tání ledu, extrémní povětrnostní jevy a nárůst hladiny moře. Je zapotřebí drastické snížení emisí oxidu uhličitého vytvořených lidmi. Výměna fosilních paliv používaných k ohřevu teplé vody za solární energii nebo jiný obnovitelný zdroj představuje jeden z nejjednodušších a nejspolehlivějších způsobů, jak toho dosáhnout.

V úvodní části studie se zabývám normovými požadavky na jakost teplé vody a na návrh zařízení pro přípravu teplé vody v budově penzionu. Dále uvádím a hodnotím možné způsoby využití obnovitelných zdrojů energie pro přípravu teplé vody v budově penzionu.

V budově penzionu navrhuji systém pro přípravu teplé vody solárními kolektory v kombinaci se zdrojem tepla. Proto je velká část studie zaměřena na popis principů fungování a základních součástí tohoto systému. V závěru studie zmiňuji novou technologii, kterou je zpětné získávání tepla v oblasti přípravy teplé vody.

2 Požadavky na jakost teplé vody v budově penzionu

Teplá voda (dále jen TV) je určena pro mytí koupání, praní a umývání. Není určena k přímé lidské spotřebě, tedy k pití nebo vaření. I přesto se jedná o vodu zdravotně nezávadnou a její jakost musí splňovat bakteriologická, biologická a chemická kritéria daná Vyhláškou MZ ČR č.376/2000 Sb. a hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu Vyhlášky MZ č. 252/2004 Sb. Četnost a rozsah kontroly pitné vody udává vyhláška č.187/2005 Sb.

U kovových částí potrubí se s rostoucí teplotou vody projevuje chemická reaktivita vody vznikem inkrustací, které způsobují zarůstání potrubí. S ohledem na minimalizaci těchto jevů jsou stanoveny další požadavky na chemické a fyzikální ukazatele jakosti pro přípravu TV. Hodnotí koncentraci fosforečnanů, chloridů, vápníku, hořčíku, volného CO₂, hodnotu pH a kyselinovou neutralizační kapacitu (KNK_{4,5}). Na základě těchto ukazatelů se vyhodnotí, jakým způsobem se voda pro přípravu na TV upraví tak, aby odpovídala požadavkům výše uvedených vyhlášek.

3 Návrh zařízení na přípravu teplé vody v budově penzionu

Hlavním podkladem pro návrh zařízení na přípravu TV je norma ČSN 06 0320:2006 Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody – Navrhování a projektování, která na základě statistických údajů a ověřených zkušeností s co největší pravděpodobností popisuje realitu.

Kompletní zařízení pro přípravu TV musí být navrženo tak, aby jednotlivé části byly snadno opravitelné a vyměnitelné, musí být zajištěn přístup pro obsluhu zařízení, zařízení musí být bezpečné [2].

Vlastní návrh zařízení na přípravu TV vychází zejména z provozu objektu a počtu osob. V projektu budovy penzionu se jedná o stavbu pro dočasné ubytování s maximální obsazeností 40 osob. Na základě těchto údajů je možné sestavit odběrový diagram potřeby TV. Podle výkonu zdroje tepla rozhodneme, zda použijeme akumulární, smíšený či průtočný ohřev TV. V projektu jsem zvolila akumulární ohřev TV.

Zařízení, která jsou co nejbližší výtokům, jsou z hlediska spotřeby vody a energie nejúspornější. Přesto se, vzhledem k technické a ekonomické proveditelnosti, často navrhuje centrální způsob příprav TV a to zejména v bytových, rodinných domech, u skupiny domů, na sídlištích apod. Tento způsob přípravy TV navrhuji i v projektu budovy penzionu.

Soustava pro přípravu teplé vody se skládá ze zařízení pro vlastní ohřev TV, rozvodu TV k odběrným místům (vany, dřezy, umyvadla, sprchy aj.) včetně potřebných armatur a výtokových směšovacích armatur pro nastavení požadované výstupní teploty.

Aby byla u výtoků TV k dispozici TV o dostatečné teplotě v co nejkratším čase po otevření příslušného výtoku, je souběžně s rozvodem TV veden rozvod cirkulace. Může být řešena jako nucená, kdy je oběh TV prováděn cirkulačním teplovodním čerpadlem, nebo přirozená způsobená rozdílem teplot TV v přívodním a cirkulačním potrubí. Podle platné normy ČSN EN 806-2 musí rozvody TV zajistit dodávku TV o teplotě 50 °C až 60°C (v odběrové špičce krátkodobě 45°C) nejpozději po uplynutí 30 s od úplného otevření výtokové armatury.

Podle umístění zařízení pro vlastní ohřev TV můžeme rozlišit lokální a centrální způsob přípravy TV.

3.1 Centrální příprava teplé vody

Topnou látkou pro přípravu TV může být pára, horká voda, otopná voda, solární energie nebo plyn. V úpravách parametrů dochází ke změnám teploty a tlaku teplotnosné látky. Ohřívací a ohřívaná strana jsou odděleny teplosměnnou plochou, tedy jsou tlakově nezávislé. Pomocí regulačních zařízení je možné udržet teplotu na požadované výši po celou dobu provozu zařízení. Podle platné normy ČSN EN 806-2 je požadovaná teplota TV 50 °C až 60°C (v odběrové špičce krátkodobě 45°C). Regulačním zařízením je jednoduchý regulátor nebo termostat, který udržuje předem nastavené hodnoty. Zabezpečovacím zařízením, nezávislým na provozní regulaci, je zajištěno nepřekročení maximální teploty 60°C. Tato teplota je stanovena z bezpečnostních důvodů a z důvodů vylučování sedimentů v potrubí.

4 Obnovitelné zdroje pro přípravu teplé vody v budově penzionu

Pro přípravu TV v budově penzionu je možné využít různé druhy obnovitelných zdrojů, případně jejich kombinace. Nejčastěji používaná zařízení pro využívání obnovitelných zdrojů jsou solární kolektory, tepelná čerpadla a kotle na spalování biomasy.

V budově penzionu navrhuji zařízení pro přípravu TV solární energií v kombinaci se zdrojem tepla. V šesté kapitole studie bude tento způsob přípravy TV podrobně rozebrán.

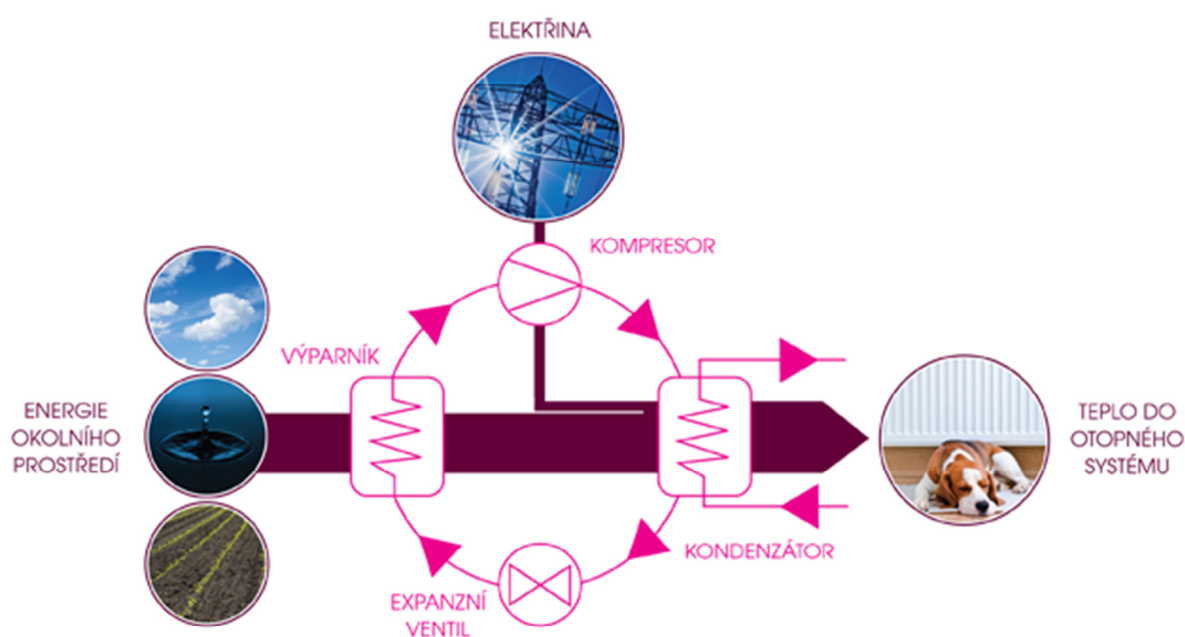
4.1 Příprava teplé vody pomocí tepelného čerpadla

Jedním ze zařízení pro využití obnovitelných zdrojů energie pro přípravu TV je tepelné čerpadlo. Umožňuje odjímat teplo z okolního prostředí (vody, vzduchu, země) a převádět ho na vyšší teplotní hladinu. Toto teplo můžeme následně využít pro přípravu TV nebo vytápění. Je nutné dodat určité množství energie pro převedení tepla na vyšší teplotní hladinu.

4.1.1 Princip fungování tepelného čerpadla

Tepelné čerpadlo se skládá ze čtyř základních částí chladicího okruhu: výparníku, kompresoru, kondenzátoru a expanzního ventilu. Ve výparníku se teplo odebrané vnějšímu prostředí předává, za relativně nízké teploty, pracovní látce (kapalnému chladivu). Dodáním tepla se chladivo zahřeje a dojde k jeho odpaření. Páry postupují do části kompresoru, kde jsou stlačeny na vysoký tlak. Následně je stlačené chladivo přiváděno do kondenzátoru a při kondenzaci předává teplo do topné vody za vyšší teploty, než bylo teplo ve výparníku odebráno. Cyklus se uzavírá v expanzním ventilu, kde dochází ke snížení tlaku chladiva na původní hodnotu ve výparníku.

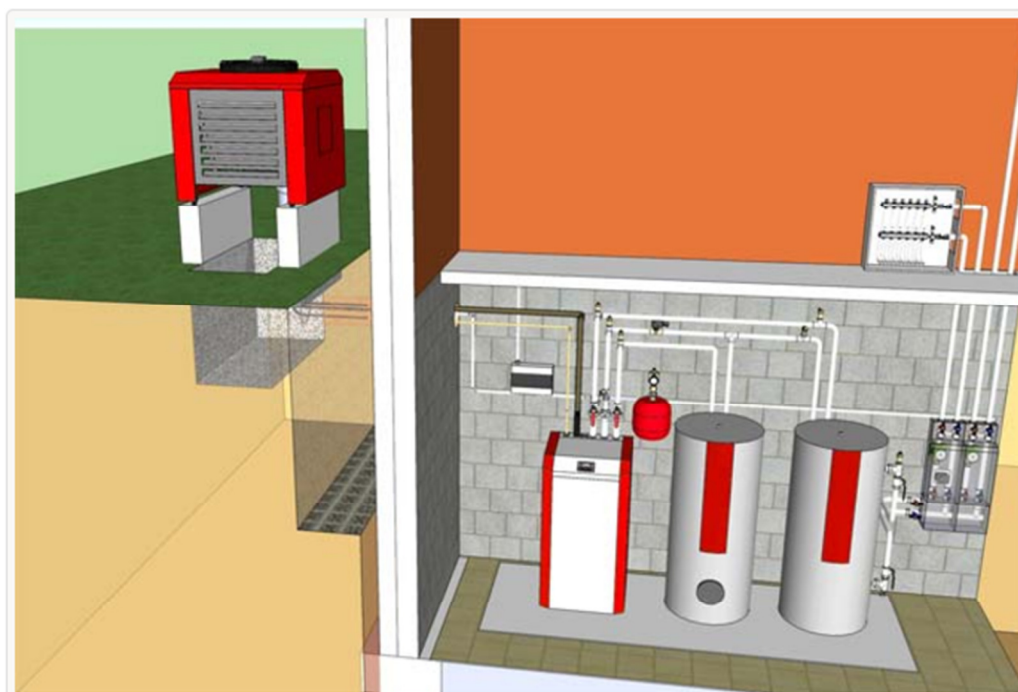
Tepelná čerpadla lze dělit podle prostředí, ze kterého odebírají teplo a podle teplotnosné látky. Nejběžněji dostupné jsou tepelná čerpadla vzduch/voda a země/voda.



Obrázek 1: Princip fungování tepelného čerpadla [4]

4.1.2 Zásady přípravy teplé vody pomocí tepelného čerpadla

Uplatnění tepelných čerpadel při přípravě TV se vyznačuje tím, že požadavky na množství a teplotu připravované TV v daném objektu jsou během roku ustálené, a tím i podmínky v kondenzační části tepelného čerpadla jsou během roku v podstatě neměnné [1]. Systém přípravy teplé vody musí mít akumulční zásobník, ke kterému je zapojen doplňkový zdroj. Tím může být automaticky spínaný kotel (elektrický, plynový) nebo elektrická topná tělesa.



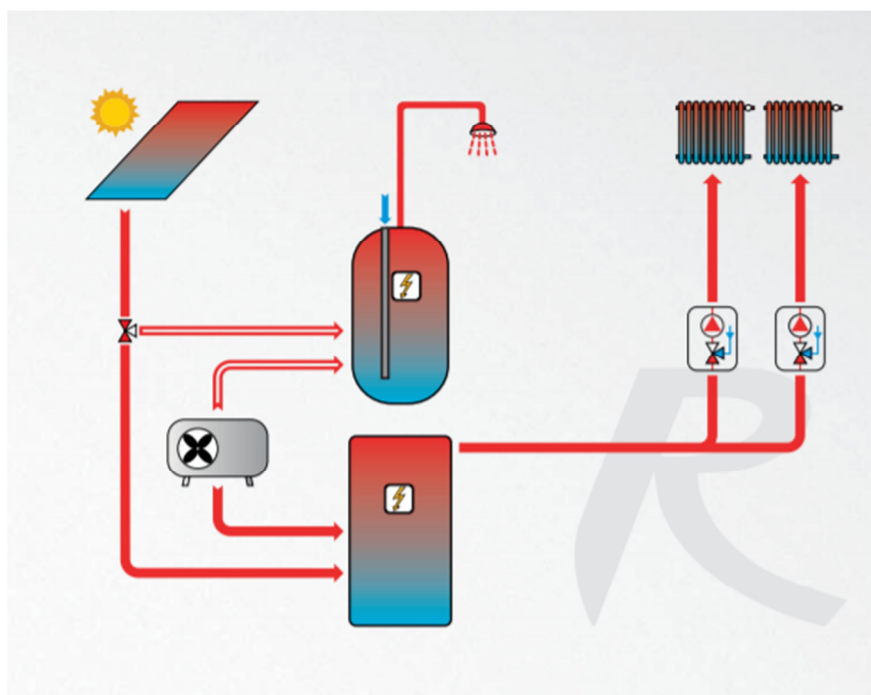
Obrázek 2: Tepelná čerpadla vzduch - voda THERMOISOLAR a schéma jejich funkce [5]

Tepelné čerpadlo pracuje s lepším výkonovým číslem, pokud je voda ohřívána jen na potřebnou teplotu. Požadavek ohřevu TV nad 45°C není efektivní. Proto je důležité zvětšit objem zásobníku, jestliže provozní doba tepelného čerpadla je delší než 8 hodin denně.

V případě přímého ohřevu pitné vody chladivem, kdy chladivo cirkuluje výměníkem umístěným přímo v ohřívané vodě, hrozí v případě poruchy výměníku riziko průniku chladiva do ohřívané vody a tím i kontaminace TV, resp. pitné vody, nežádoucími látkami. S přihlédnutím k uvedeným rizikům se tento systém nejeví jako vhodný pro přípravu teplé vody podle ustanovení § 3, odst. 3 zákona Č. 258/2000 Sb. Systém, kdy dochází k ohřevu pitné

vody tzv. sekundárním ohřevem, tj. chladivo ohřívá v primárním okruhu topnou vodu a teprve ta v sekundárním okruhu ohřívá pitnou vodu, eliminuje výše uvedená rizika a je vhodný pro přípravu teplé vody podle ustanovení § 3, odst. 3 zákona Č. 258/2000 Sb [13].

Tepelné čerpadlo lze zapojit v kombinaci se solárními kolektory. Hospodárné fungování systému je řízeno digitálními regulátory. Kombinace solárních kolektorů a tepelného čerpadla umožňuje v letních měsících využití solárních přebytků tepla ale také i nízkých výstupních teplot z kolektorů v zimním období pro regeneraci zemního kolektoru tepelného čerpadla. (v rozmezí cca -5 až +25 °C. Takové teploty jsou u jiných systémů zcela nevyužitelné) [14].



Obrázek 3: Schéma zapojení tepelného čerpadla v kombinaci se solárními kolektory [6]

4.1.3 Výhody a nevýhody využití tepelného čerpadla pro přípravu teplé vody v budově penzionu

Výhody a nevýhody využití tepelného čerpadla pro přípravu TV vychází zejména z navrženého typu tepelného čerpadla. Od toho se odvíjí pořizovací cena, instalace, nutnost provádění vrtů, provozní náklady apod.

Tepelná čerpadla vzduch/voda jsou jednoduchá na instalaci a lze je umístit i do malého prostoru. Jsou vhodná pro sezónní ohřev vody v bazénech nebo v systémech vytápění a přípravy teplé vody do rodinných domů. Není vhodné je navrhovat v oblastech s nižší roční

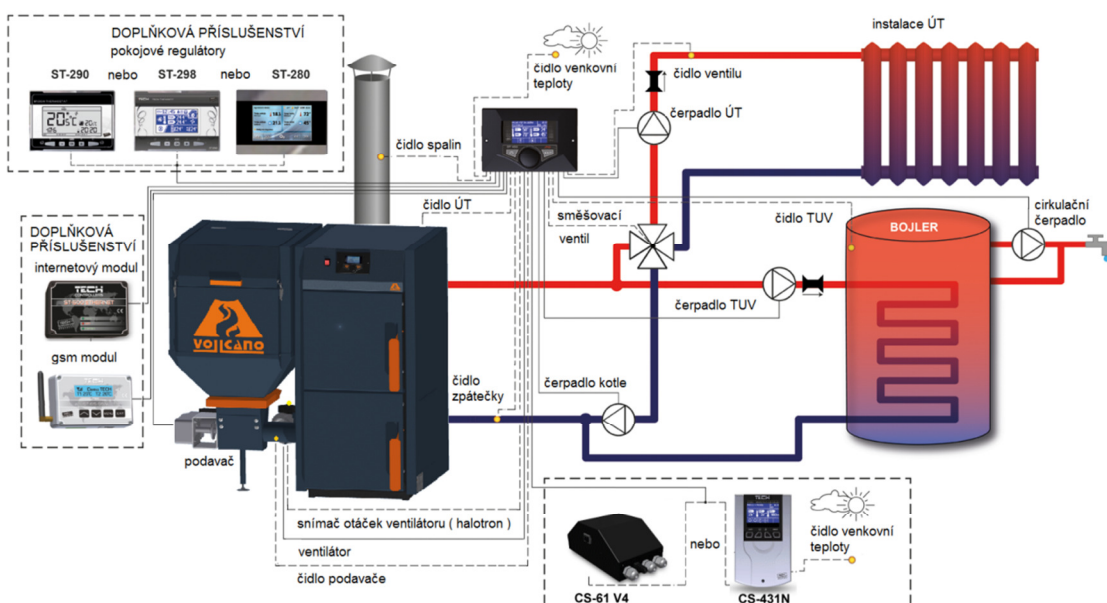
průměrnou teplotou. Pro přípravu TV v budově penzionu vhodná nejsou z důvodu velkého rozsahu objektu, a také proto, že městyš Frymburk, kde je objekt situován, je v oblasti s nižší roční průměrnou teplotou.

Výhodnost tepelných čerpadel země/voda s plošnými kolektory závisí na parametrech geologického podloží. Pokud jsou podmínky příznivé, je možné tato čerpadla využít pro přípravu TV i pro vytápění. Hlubinné vrty jsou náročné na provedení a investice. Tato tepelná čerpadla by zřejmě bylo možné použít, avšak z důvodů neznalosti geologických poměrů je v pro přípravu teplé vody v budově penzionu nenavrhuji.

Výhodami využití tepelného čerpadla pro přípravu TV je omezení energetické závislosti, možnost čerpání obnovitelných zdrojů z vnějšího prostředí a efektivní provázanost systému vytápění a přípravy teplé vody. Tyto výhody splňuje i navržený systém pro přípravu teplé vody solárními kolektory v kombinaci se zdrojem tepla.

4.2 Příprava teplé vody pomocí kotle na spalování biomasy

Dalším zařízením pro přípravu TV s využitím obnovitelných zdrojů je kotel na spalování biomasy. V systémech pro vytápění a přípravu teplé vody se nejčastěji uplatňuje pevná biomasa, ve formě ušlechtilých paliv (pelet, briket). Je možné využít také kotel na kusové dřevo, dřevní štěpku, hobliny a další dřevní odpad. Schéma systému je znázorněno na následujícím obrázku.



Obrázek 4: Schéma přípravy teplé vody kotlem na spalování biomasy [7]

4.2.1 Výhody a nevýhody využití kotle na biomasu pro přípravu teplé vody v budově penzionu

Při návrhu kotle na spalování pro přípravu TV a vytápění je nutné myslet na dostatečně velký prostor jak pro umístění kotle se zásobníkem, tak pro skladování paliva. Z toho vychází nevýhoda prostorové náročnosti. Další nutností je zásobování palivem, čímž se snižuje komfort uživatelů. Vzhledem k těmto nevýhodám by tento systém pro přípravu TV v budově penzionu nebyl vhodný.

Výhodou jsou nepříliš velké vstupní náklady v porovnání s tepelným čerpadlem nebo solárním systémem. V případě systému v budově penzionu považují za podstatnější náklady provozní nežli vstupní. Dále je výhodou možnost využití obnovitelného zdroje energie, omezení energetické závislosti a efektivní provázání systému vytápění a přípravy teplé vody. Tyto výhody má i systém pro přípravu teplé vody solárními kolektory v kombinaci se zdrojem tepla.

5 Zařízení pro přípravu teplé vody solární energií v kombinaci se zdrojem tepla

5.1 Sluneční energie jako obnovitelný zdroj pro přípravu teplé vody

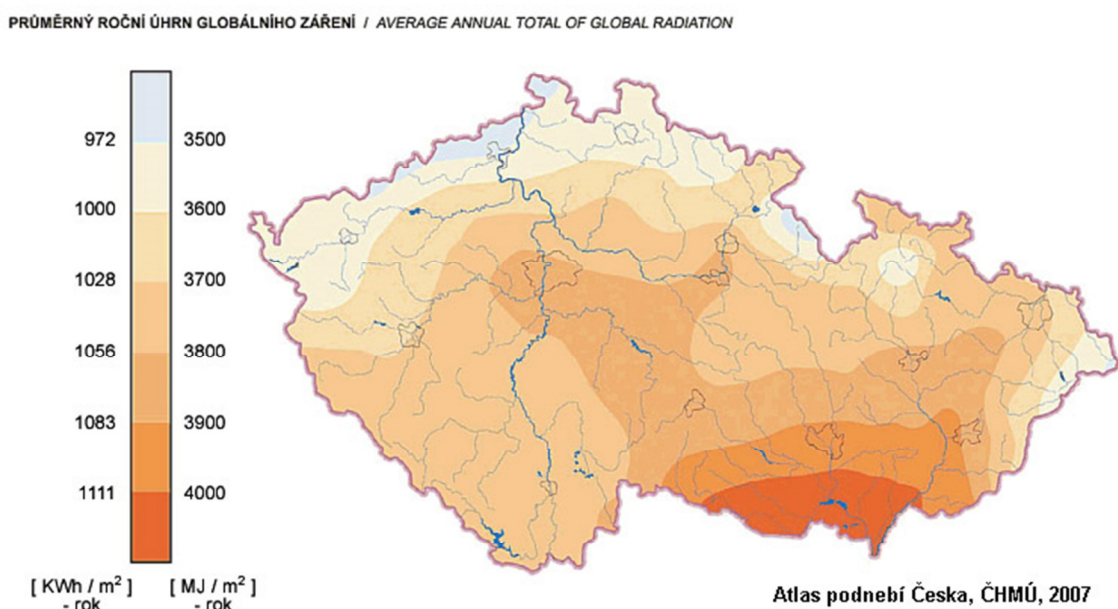
Sluneční energie je zdrojem života na planetě. Jedná se o nejbohatší energetický zdroj dostupný na Zemi. Je nevyčerpatelný a vhodný i z ekonomického hlediska. Proto je snaha ji využít s cílem snižovat spotřebu klasických ušlechtilých paliv a chránit životní prostředí.

Na zemský povrch dopadá ve formě záření. Rostliny ji využívají prostřednictvím fotosyntézy. Poskytuje tepelnou energii, kterou lze zachytávat a převádět do formy elektrické energie. Když sluneční záření dopadá na povrch, část záření se absorbuje a dochází k zahřátí povrchu. Čím tmavší je barva povrchu, tím větší část záření se absorbuje. Teplo získané ze sluneční energie lze použít ke zvýšení teploty vody, kterou používáme pro mytí, vaření a další činnosti. Voda ohřívána solární energií může být použita také pro bazény nebo vytápění budov. Sluneční energie se mění sezónně během roku a v důsledku změn počasí během dne. Proto je výhodné ji ukládat, aby mohla být použita i v době, kdy slunce nesvítí.

Většina energie, kterou Slunce vyzařuje, nedosáhne povrchu Země. Průměrná změřená hodnota toku sluneční energie procházející plochou 1 m^2 , kolmou na směr paprsků, za 1 s, změřená ve střední vzdálenosti Země od Slunce mimo zemskou atmosféru, je 1368 W/m^2 .

Znamená to, že každý metr čtvereční přijímá 1368 wattů energie. Hodnota je známá jako ‚sluneční konstanta‘. Na Zemi dopadají dva typy slunečního záření: přímé a rozptýlené (difuzní). Přímé sluneční záření přichází přímo ze Slunce a vytváří ostré stíny. Rozptýlené (difuzní) sluneční záření je světlo, odražené od atmosférických částic mraků. Kromě těchto dvou typů ozařuje nakloněnou plochu také záření odražené od zemského povrchu.

Česká republika se nachází v klimatickém pásu, kde pro ohřev TV není sluneční záření dostačující. Proto je vhodné, kombinovat energii slunce s jiným zdrojem tepla. V projektu navrhuji plynový kondenzační kotel, který slouží jak pro vytápění, tak pro přípravu teplé vody.



Obrázek 1: Rozložení průměrných ročních množství globálního slunečního záření na území Česka [8]

5.2 Příprava teplé vody solárními kolektory v kombinaci se zdrojem tepla

System pro přípravu TV solární energií v kombinaci se zdrojem tepla je tvořen dvěma oddělenými okruhy:

- Primární okruh: sbírá sluneční energii a přenáší ji do zásobníku TV, kde je energie uložena

- Sekundární okruh: přivádí TV do odběrných míst ke spotřebě uživatelů

Oddělené okruhy přenáší teplo z jedné kapaliny na druhou přes výměník tepla. Ten je zhotoven ze série kovových trubek v zásobníku TV. Jedná se o nepřímý systém. Kapalina cirkuluje v okruhu a teplo je předáváno pouze v jednom směru. Potrubí s vyšší teplotou kapaliny opouštějící sluneční kolektor se nazývá přívod. Vratné je potrubí, kterým se tekutina o nižší teplotě vrací do generátoru tepla.

Primární okruh tvoří tyto části:

- Kolektor: sběrač zachycující sluneční záření
- Přívodní potrubí: přináší teplo do sekundárního systému
- Kombinovaný zásobník TV
- Výměník tepla: uvnitř zásobníku TV
- Vratné potrubí

Sekundární okruh tvoří tyto části:

- Zdroj studené pitné vody
- Výměník tepla: předání tepla z primárního systému
- Záložní zdroj tepla: plynový kondenzační kotel
- Odběrná místa (umyvadla, dřezy, sprchy, vany aj.)

Sluneční záření se mění v závislosti na počasí, ročním období a denní době. Proto ne vždy odpovídá požadavkům na přípravu TV. Z toho důvodu je zapotřebí záložní zdroj. Musí být navržen tak, aby pokryl veškerý potřebný výkon na přípravu TV v případech, kdy solární ohřev není k dispozici. Záložní zdroj je řízen termostatem, kterým lze nastavit limit maximální teploty. Tento termostat také snímá, zda je v zásobníku TV dostatečné množství solární energie pro ohřev. Pokud ano, záložní zdroj energie přestane dodávat.

V mém projektu je záložní zdroj, plynový kondenzační kotel, napojen na rozdělovač/sběrač, kde se topná voda přerozdělí mezi okruh otopné soustavy a okruh zásobníků teplé vody.

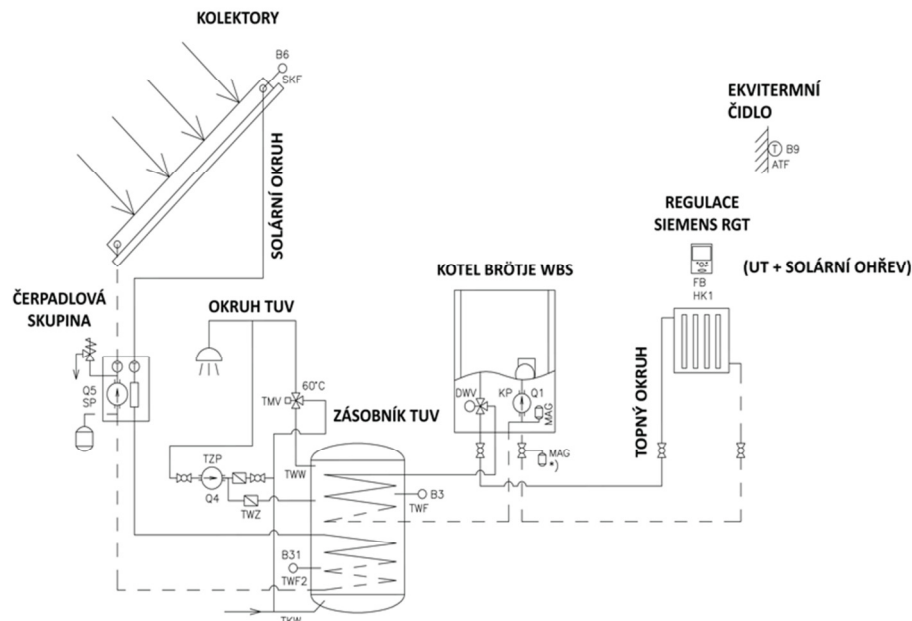
5.2.1 Nejdůležitější části systému pro kombinovanou přípravu teplé vody

Nejdůležitějšími součástmi systému pro přípravu teplé vody solární energií v kombinaci se zdrojem tepla jsou:

- Solární kolektor
- Kombinovaný zásobník TV s výměníkem tepla
- Potrubí obsahující vodu nebo jinou teplotonosnou kapalinu
- Kontrolní armatury bezpečnosti, účinnosti a dalších informací
- Dodávka studené pitné vody
- Záložní zdroj a elektrický proud

Sluneční záření dopadající na kolektor způsobuje ohřátí proudící tekutiny na teplotu až 100°C. Takové teploty způsobují zvýšení tlaku a tím může dojít k přeměně kapaliny na plyn a rychlého zvětšení jeho objemu. Správně navržené zařízení musí být schopno těmto jevům odolávat a musí být doplněno kontrolními čidly, která vyloučí riziko nežádoucího výbuchu. Ovládací prvky mohou poskytovat také informace o správnosti fungování systému.

Teplotonosnou tekutinou může být voda. Ta však neodolává mrazu a v potrubí také může docházet k růstu bakterií. Proto se častěji používají jiné nemrznoucí tekutiny, které obsahují inhibitory proti korozi, přičemž výměníky tepla zajišťují oddělení systému s pitnou vodou a nemrznoucí tekutinou. Záložní zdroj poskytuje energii také pro sterilizaci studené vody a tím zajišťuje likvidaci nebezpečné bakterie Legionelly.



Obrázek 5: Schéma zařízení pro přípravu TV solární energií v kombinaci se zdrojem tepla [9]

5.2.2 Solární kolektory

Solární kolektory jsou navrženy tak, aby absorbovaly sluneční záření a přeměnily ho na teplo, které zahřívá teplotonosnou látku. Ta pak energii odevzdává na základě fyzikálních zákonů (vedením, prouděním, sáláním). Solární kolektory jsou k dispozici v mnoha formách, tvarech a velikostech. Přestože je kolektor klíčovou součástí, celkový výkon systému ovlivňuje kvalita všech komponent. Z dopadající energie jsou kolektory schopny zachytit jen část, kdežto zbývající část je odváděna zpět do okolí. Rozhodující je přitom účinnost kolektorů, která závisí na jejich konstrukci, na intenzitě dopadajícího slunečního záření a na rozdílu teplot kolektoru t_K a teplotou okolního vzduchu t_V [3].

5.2.3 Druhy a konstrukční řešení kolektorů

Sluneční kolektory můžeme rozdělit podle:

- teplotonosné látky: kapalinové, vzduchové
- teploty: nízkoteplotní (teplota do 60°C), středněteplotní (teplota do 100°C), vysokoteplotní (teplota od 100 do 2000°C)

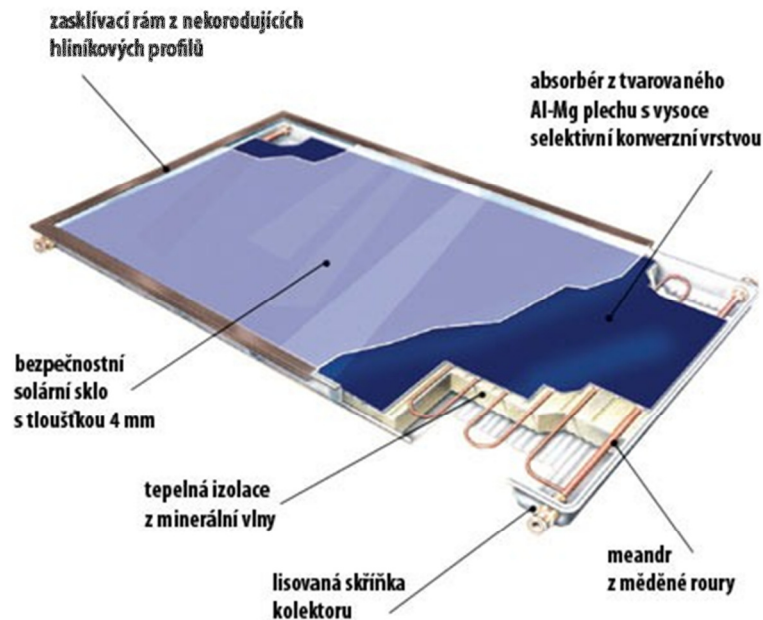
- c) úpravy absorpční vrstvy: neselektivní (s normálním černým nátěrem), selektivní (se speciálním selektivním povlakem)
- d) způsobu připevnění: stabilní, pohyblivé
- e) materiálu: ocelové, měděné, hliníkové, mosazné, skleněné, plastové, kombinované

Podle konstrukce a technického provedení lze rozlišit kolektory ploché, koncentrační a vakuové.

V systému pro přípravu teplé vody v budově penzionu navrhuji ploché kolektory, kde teplonosnou látkou je nemrznoucí kapalina, jejíž teplota nepřesahuje 100°C. Absorpční vrstva je navržena měděná opatřená speciálním selektivním povlakem. Kolektory budou stabilní, osazené na střešní konstrukci.

5.2.4 Ploché kolektory

Tyto kolektory obdélníkového tvaru, jsou využívány zejména na ohřev teplé vody. Jejich konstrukci tvoří krycí sklo (může být nahrazeno plastovou fólií), absorpční plocha, potrubní rozvody, tepelná izolace a rámová konstrukce.



Obrázek 6: Schéma plochého slunečního kolektoru [10]

5.2.4.1 Transparentní vrstva

Funkcí transparentní vrstvy je snižovat tepelné ztráty konvekcí a vedením do okolního prostředí a zvyšovat tepelnou účinnost kolektoru. Je tvořena krycí vrstvou ze skla nebo plastové fólie. Jednoduché, dvojité nebo trojitě zasklení, dobře propouštějící sluneční záření, zabraňuje zpětnému prostupu infračerveného záření. Je tedy transparentní pro světelné záření a reflexní pro infračervené záření. Materiál krycí vrstvy musí být odolný proti teplotním změnám a usazování prachu.

5.2.4.2 Absorpční vrstva

Nejdůležitější část kolektoru se nazývá absorpční vrstva (absorbér). Pohlcuje sluneční záření, které proniklo krycí vrstvou, a odevzdává ho ve formě tepla teplotonosné látce. Jedná se o dobře vodivou tenkou kovovou desku a různě tvarovaným povrchem pro průtok teplotonosné látky. Je tmavé barvy, protože světlejší barvy mají tendenci spíše světlo odrážet, než pohltit. K účinnosti kolektoru napomáhá spektrálně selektivní povrch, který zabraňuje vytrácení záření z absorbéru, když dojde k jeho zahřátí, tzn. má nízkou emisivitu tepelného záření. Černé povlaky, často s modrým odstínem bez viditelné tloušťky, jsou zhotovovány v továrnách aplikací chemických vazeb na povrchu kovu. Tento materiál musí z hlediska požadavků mezinárodní energetické agentury IEA zajistit funkci minimálně 20 let.

Absorpční deska je svařena ze dvou desek s vylisovanými kanálky na osazení trubky. Další variantou je kompaktní lisovaná deska s přivařenými trubkami. Trubky a kanálky jsou na celé ploše absorbéru meandrovitě uspořádány.

Zajímavým jevem je, že v jasné noci, může být absorpční vrstva chladnější, než vzduch nebo světlejší materiály v jeho okolí. Jev je způsoben předáváním tepla mezi absorpční vrstvou a jasnou oblohou prostřednictvím sálání. Pokud by došlo k zapnutí čerpadla, docházelo by ke ztrátě tepla uloženého v zásobníku TV.

Rozhodujícími parametry plochých kolektorů je tvar, konstrukce geometrického uspořádání, materiál a povrchová úprava absorpční plochy. Jsou určeny především výrobcem.

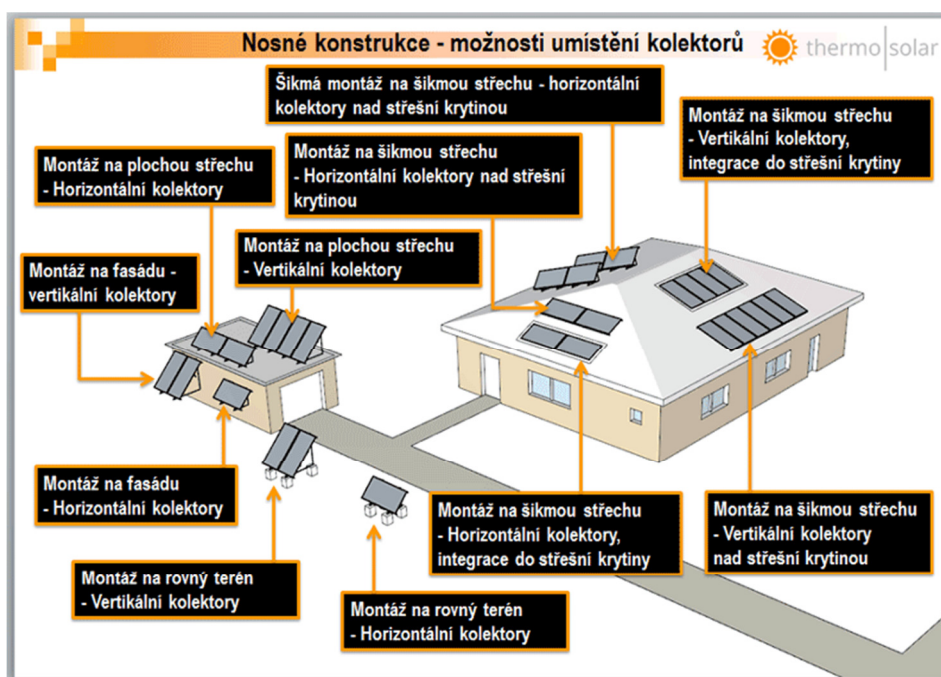
5.2.4.3 Tepelněizolační vrstva

Tepelněizolační vrstva chrání absorpční plochu v kolektoru proti nadměrnému ochlazení. Odolává vysokým teplotám a redukuje ztráty kolektoru prostupem tepla do okolního prostředí. Izolační látky mají malou tepelnou vodivost, dobrou mechanickou pevnost a snadnou zpracovatelnost. Jedná se o pěnový polyuretan, pěnový polystyren, lehčený polyvinylchlorid, polyuretan, skelnou vlnu, čedičovou vlnu a minerální vlákna.

5.2.5 Orientace a umístění kolektorů

Aby bylo dosaženo optimálního příjmu energie slunečního záření a jejího využití kolektory, musí být správně nasměrovány na sluneční paprsky. Nejvyšších hodnot teoreticky možného množství energie je dosahováno orientací k jihu. Pokud je nutný odklon kolektorů od jihu, je výhodnější odchýlení na západ než na východ a to z důvodu vyšší teploty okolního vzduchu v odpoledních hodinách. V projektu proto navrhuji umístění kolektorů na konstrukci střechy orientovanou na jih.

Kolektorová plocha je umísťována přímo na střešní krytinu pomocí montážních lišt a kotevních přichytek.



Obrázek 7: Možná řešení umístění solárních kolektorů [11]

5.2.6 Teplonosné kapaliny

Teplonosná kapalina přenáší tepelnou energii z kolektoru do ostatních částí systému. Běžně je používána voda. Má však svá omezení. Může obsahovat nečistoty, které způsobují korozi absorberu a tím omezují pohyb teplonosné kapaliny a tím i tepelné energie. Pitná voda obsahuje rozpuštěný kyslík, který při zahřátí vytváří bubliny, které mohou znemožnit pohyb vody. V chladném klimatu může voda snadno zamrznout a tím způsobit prasknutí potrubí nebo špatnou funkci bezpečnostních ventilů. Proto je voda nahrazována nemrznoucími kapalinami, které obsahují také inhibitory koroze. Nemrznoucí kapaliny nesmí být nikdy použity bez výměníku tepla.

5.2.7 Potrubí a potrubní armatury

Potrubí solárních systémů je ve většině parametrů stejné jako u ostatních instalací. Přesto musí odolávat extrémnějším podmínkám jako např. vysokým i nízkým teplotám, vysokému tlaku, vlastnostem nemrznoucích kapalin, slunečnímu záření aj.

Vhodné je především měděné potrubí, které je nabízeno v mnoha dimenzích i s příslušenstvím. Některé nemrznoucí směsi reagují s kovy, jako je např. hliník a pozinkovaná ocel. Proto se z těchto materiálů potrubí nevyrábí. Dále je používáno potrubí z polymerů, plastů a pryže. Ta však musí být výrobcem označena a určena pro solární systémy.

Spoje potrubí, ventily a ovládací prvky musí odolávat stejným podmínkám jako potrubí. Jsou prováděny pájením, lisováním nebo speciálními prvky pro spojování potrubí. V některých systémech může tlak dosáhnout maximální hodnoty 6 barů. Většina systémů je navrhována na tlaky nižších hodnot.

5.2.8 Zásobník teplé vody a výměník tepla

Voda je díky své tepelné kapacitě nejběžnějším prostředkem pro uchování sluneční energie. Zásobníky teplé vody jsou vyráběny z mědi, povrchově upravené oceli nebo nerez. Jsou izolovány minerální vlnou nebo expandovanou pěnou. Na zásobník teplé vody je také napojen záložní zdroj. Tyto kombinované zásobníky teplé vody musí být navrženy tak, aby se zdroje energie navzájem nerušily. Vratné potrubí solárního okruhu by mělo být připojeno co nejbližší přívodu studené vody, aby nedocházelo ke ztrátám tepla dodávaného záložním zdrojem.

Nejdůležitějším parametrem zásobníku je jeho objem. Měl by být dostatečně velký, aby byl schopen uložit teplo vyprodukované během horkého dne, aniž by teplota stoupla nad bezpečnostní limit. V projektu navrhuji dva kombinované zásobníky Dražice OKC 300 NTRR/SOL o objemu 300 l.

Součástí zásobníku TV je většinou výměník tepla. Odděluje od sebe odlišné kapaliny a umožňuje předání tepelné energie mezi nimi. Umožňuje využití inhibitoru koroze a nemrznoucí směsi v kolektorech bez kontaminace vody. Trubkový výměník je spirála vyrobená z nerez, povrchově upravené oceli nebo z mědi.

5.2.9 Kontrolní armatury bezpečnosti, účinnosti a dalších informací

Ovládací prvky zajišťují správný chod systému. Reagují na odchylky specifických vlastností systému. Kontrolní armatury se používají pro zlepšení bezpečnosti, výkonu a k poskytování informací. Armatury mohou být elektrické nebo mechanické, automatické nebo vyžadující ruční ovládání. Mohou zjišťovat provozní problémy a tím zajistit delší životnost systému. Bezpečnostní ovládací prvky by měly být dobře dostupné pro snadné ověření jejich funkce.

5.2.10 Výhody a nevýhody přípravy teplé vody v budově penzionu solárními kolektory v kombinaci se zdrojem tepla

Nevýhodami tohoto systému je závislost na zdroji energie, který kolísá v průběhu roku i dne. Proto je nutnost navrhovat i doplňkový zdroj. Systém tedy není samostatný. V projektu vytápění budovy penzionu jsem navrhla plynový kondenzační kotel, který bude sloužit i jako doplňkový zdroj pro přípravu TV. Další nevýhodou je poměrně vysoká počáteční investice. V případě systému v budově penzionu považuji za podstatnější náklady provozní nežli vstupní.

Za výhody můžeme považovat využívání nevyčerpatelného zdroje, díky kterému jsou nízké provozní náklady. Vyrobená energie může nahradit 50 -70 % potřeby tepla pro ohřev TV. Využívání obnovitelného zdroje šetří životní prostředí eliminací emisí CO₂ a SO a zajišťuje omezení energetické závislosti.

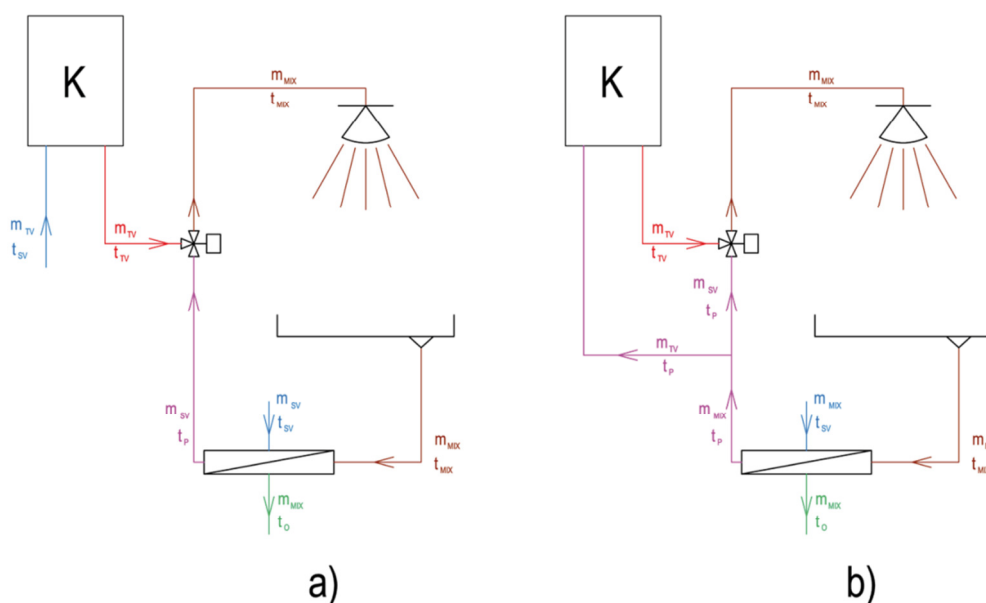
Tento systém je vhodný pro přípravu TV v budově penzionu také z důvodu efektivního využití plochy střech orientovaných na jih a z důvodu efektivního provázání systému vytápění a přípravy teplé vody.

6 Zpětné získávání tepla v oblasti přípravy teplé vody

V souvislosti se snahou snížit energetickou náročnost budovy a potřebu neobnovitelných zdrojů energie se rozvíjí technologie pro využívání odpadního tepla. Zpětné získávání tepla v oblasti větrání je již standardem. Naproti tomu využití zpětného získávání tepla (ZZT) z odpadní vody je technickou veřejností vnímáno zatím jako okrajová záležitost. Přitom podíl potřeby tepla pro přípravu teplé vody na celkovém dodaném teple do budovy roste. S ohledem na požadavky vyhlášky č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov a normy ČSN 73 0540 je navíc jasné, že tento podíl bude postupně v budoucnosti čím dál vyšší. Společně s růstem cen tepla tak budou systémy využívání tepla z odpadní vody nabývat na významu [16].

Zařízení lokální rekuperace využívá aktuálního průtoku odpadní vody u jednotlivých zařizovacích předmětů k předehřevu studené vody. Ta je přiváděna odběrnému místu do směšovací baterie.

Tento systém bych majiteli objektu doporučila pro snížení energetické náročnosti budovy penzionu.



Obrázek 8: Princip lokální rekuperace odpadní vody ve sprše: a) přímá rekuperace pro směšovací armaturu odběrného místa, b) rekuperace s využitím lokálního zdroje tepla pro přípravu teplé vody [12]

7 Závěr

Přípravu teplé vody lze zajistit mnoha způsoby. Je možné navrhovat systémy lokální nebo centrální s různými zdroji tepla. Volba vhodného systému je závislá na konkrétních podmínkách. Systém pro přípravu teplé vody by měl být efektivně provázán se systémem vytápění. Všechny části systému pro přípravu teplé vody musí splňovat požadavky platných norem.

Z důvodu nemalého množství energie potřebného pro přípravu teplé vody je snaha využít obnovitelných zdrojů energie. Nejbohatším energetickým zdrojem dostupným na Zemi je sluneční energie. Je nevyčerpatelný a vhodný i z ekonomického hlediska. Proto je snaha ji využít s cílem snižovat spotřebu klasických ušlechtilých paliv a chránit životní prostředí. Trendem vlád a politiků je omezování paliv na bázi uhlíku rostoucími cenami a podporování energií z obnovitelných zdrojů dotačními programy. Dalšími obnovitelnými zdroji využitelnými pro přípravu teplé vody je energie vnějšího prostředí nebo biomasa.

V této studii jsem shrnula normové požadavky na jakost teplé vody a základní způsoby přípravy teplé vody. Dále jsem popsala možné způsoby využití obnovitelných zdrojů pro přípravu teplé vody v budově penzionu.

Podrobně jsem se zabývala systémem, který jsem zvolila jako vhodný pro přípravu teplé vody v budově penzionu. Jedná se o zařízení pro přípravu teplé vody solárními kolektory v kombinaci se zdrojem tepla. Tento systém jsem navrhla z důvodu efektivního využití velké plochy střech orientovaných na jih a z důvodu efektivního provázání se systémem vytápění. V závěru studie jsem se zmínila o nové technologii, kterou je efektivní získávání odpadního tepla v oblasti přípravy teplé vody. Tuto technologii bych doporučila majiteli objektu pro snížení energetické náročnosti budovy.

8 Seznam použitých obrázků

Obrázek 1: Popis principu fungování tepelného čerpadla [4]

Obrázek 2: Tepelná čerpadla vzduch - voda THERMOISOLAR a schéma jejich funkce [5].

Obrázek 3: Schéma zapojení tepelného čerpadla v kombinaci se solárními kolektory [6].

Obrázek 4: Schéma přípravy teplé vody kotlem na spalování biomasy [7].

Obrázek 5: Schéma zařízení pro přípravu TV solární energií v kombinaci se zdrojem tepla [9]

Obrázek 6: Schéma plochého slunečního kolektoru [10]

Obrázek 7: Možná řešení umístění solárních kolektorů [11]

Obrázek 8: Princip lokální rekuperace odpadní vody ve sprše: a) přímá rekuperace pro směšovací armaturu odběrného místa, b) rekuperace s využitím lokálního zdroje tepla pro přípravu teplé vody [12].

9 Seznam použitých zdrojů:

- [1] PETRÁŠ, Dušan. Nízkoteplotní vytápění a obnovitelné zdroje energie. Bratislava: Jaga group, 2008. ISBN 978-80-8076-069-4.
- [2] JIROUT, Vladimír. Příprava teplé vody. 2. přeprac. vyd. Praha: Společnost pro techniku prostředí, 2007. ISBN 978-80-02-01910-7.
- [3] Příprava teplé užitkové vody pomocí sluneční energie: Celostátní seminář, sborník přednášek. Praha: Dům techniky ČSVTS, 1981.
- [4] Princip fungování tepelného čerpadla. In: Tzb-info [online]. Topinfo s.r.o., © 2001 - 2017. [cit. 2017. 05. 12]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-čerpadla>
- [5] Tepelná čerpadla vzduch - voda THERMOISOLAR a schéma jejich funkce. In: Thermo solar [online]. Thermo solar Žiar s. r. o., © 1992 - 2017. [cit. 2017. 05. 12]. Dostupné z: <https://www.solarnicesko.cz/solarni-ohrev-vody/rodinne-domy.php>
- [6] Materiál firmy Regulus, Tepelná čerpadla, schémata zapojení [online]. [cit. 2017. 05. 12]. Dostupné z: <http://www.regulus.cz/cz/tepelna-čerpadla-katalog>
- [7] Materiál firmy Volcano, Volcano 20 [online]. [cit. 2017. 05. 12]. Dostupné z: <http://www.volcano.cz/produkty/detail/volcano-20/>
- [8] TOLASZ, Radim a kol. Atlas podnebí Česka = Climate atlas of Czechia [CD-ROM]. Praha - Olomouc: Český hydrometeorologický ústav
- [9] Materiál firmy GC Skupina, Schémata pro zapojení solárních setů [online]. [cit. 2017. 05. 12]. Dostupné z: <https://www.gc-solarni-sety.cz/informace/technicke-informace/schemata-zapojeni-solarnich-setu/>
- [10] Schéma plochého slunečního kolektoru. In: Tzb-info [online]. Topinfo s.r.o., © 2008. [cit. 2017. 05. 12]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/4849-postrehy-z-veletrhu-ibf-a-shk-2008>

- [11] Systém kotvení kolektorů THERMO/SOLAR. In: Thermo solar [online]. Thermo solar Žiar s. r. o., © 1992 - 2017. [cit. 2017. 05. 12]. Dostupné z: <https://www.solarnicesko.cz/solarni-ohrev-vody/rodinne-domy.php>
- [12] Princip lokální rekuperace odpadní vody ve sprše: a) přímá rekuperace pro směšovací armaturu odběrného místa; b) rekuperace s využitím lokálního zdroje tepla pro přípravu teplé vody. In: Tzb-info [online]. Topinfo s.r.o., © 2016. [cit. 2017. 05. 12]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/priprava-teple-vody/14974-zpetne-ziskavani-tepla-v-oblasti-pripravy-teple-vody>
- [13] Redakce. Ohřev pitné vody teplem z chladiva tepelných čerpadel a chladicích zařízení. In: Tzb-info [online]. Topinfo s.r.o., © 2016. [cit. 2017. 05. 12]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/priprava-teple-vody/15781-ohrev-pitne-vody-teplem-z-chladiva-tepelnych-cerpadel-a-chladicich-zarizeni>
- [14] Thermo solar [online]. Thermo solar Žiar s. r. o., © 1992 - 2017. [cit. 2017. 05. 12]. Dostupné z: <https://www.solarnicesko.cz/solarni-ohrev-vody/rodinne-domy.php>