

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

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



VYTÁPĚNÍ HOTELU

Textová část

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vypracoval:

Popova Natalia

Vedoucí práce:

Ing. Daniel Adamovský, Ph.D.



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Popova Jméno: Natalia Osobní číslo: 453150
Zadávající katedra: technických zařízení budov
Studijní program: Stavební inženýrství
Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Vytápění hotelu s využitím energie z obnovitelných zdrojů
Název bakalářské práce anglicky: Heating system of a hotel using renewable energy

Pokyny pro vypracování:

Zpracujte koncept otopné soustavy hotelu se zahrnutím všech dílčích provozů a jejich potřeb energie (pokojová část, kuchyně, atd.). Na vybranou část zpracujte prováděcí projekt otopné soustavy. Stanovte tepelný výkon zdroje tepla, navrhnete otopnou soustavu vč. všech součástí (zdroj, otopná zařízení, potrubí, zabezpečení, aj.). Zpracujte výkresovou dokumentaci, technickou zprávu a výpis prvků.

V rozšiřující části analyzujte možnosti využití vyššího podílu energie z obnovitelných zdrojů pro vytápění budovy.

Seznam doporučené literatury:

S. Guo, et. al., A review on the utilization of hybrid renewable energy, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 91, 2018, p. 1121-1147, ISSN 1364-0321, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.04.105>.

Kabele a kol., Technická zařízení budov - Vytápění, podklady pro cvičení, ČVUT v Praze, 2014.

Petráš a kol., Vytápění rodinných a bytových domů, Jaga, 2005.

Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Daniel Adamovský, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce: 28.2.2020 Termín odevzdání bakalářské práce: 17.5.2020
Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat 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“.

28.02.2020

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

PROHLÁŠENÍ

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

V Praze dne 24.05.2020

Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala panu doktorovi Ing. Danielu Adamovskému Ph.D. za vedení mé bakalářské práce, profesionální přístup a rady. Stejně tak děkuju za podporu i své rodině.

OBSAH

1.	ÚVOD	7
1.1	Orientace a popis objektu	8
1.2	Funkční a dispoziční řešení	10
2	REŠERŠNÍ ČÁST	10
2.1	Základní údaje o objektu	10
2.2	Tepelné čerpadlo typu vzduch/voda	11
2.2.1	Obecná charakteristika	11
2.2.2	Montáž	11
2.2.3	Výhody	12
2.2.4	Nedostatky	12
2.3	Tepelné čerpadlo typu země/voda	12
2.3.1	Obecná charakteristika	12
2.3.2	Montáž	13
2.3.3	Výhody	13
2.3.4	Nedostatky	14
3	SHRNUTÍ	14
3.1	Další možnosti kombinace	14
3.1.1	Výhody	15
3.1.2	Nedostatky	15
3.2	Investiční a provozní náklady	15
3.3	Konečný posudek	17
4	ZÁVĚR	18
5	LITERATURA A POUŽITÉ ZDROJE	19
6	SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK	20
7	SEZNAM POUŽITÝCH NOREM	21
8	POUŽITÝ SOFTWARE	22
9	SEZNAM PŘÍLOH A VÝKRESOVÉ DOKUMENTACE	22



ABSTRAKT

V bakalářské práci jsou zohledněny možné způsoby kombinace návrhů alternativních zdrojů energie a využití vyššího možného podílu energie v hotelu. Byl proveden návrh několika možných variant soustav alternativních zdrojů energie. Nejvhodnější varianta byla vybrána podle specifikům stavby, silných a slabých stránek návrhu, a také podle ekonomického hlediska.

V práci byly navrženy otopné soustavy celého objektu. Podrobná informace o návrhu je součástí projektové dokumentace. Veškeré výpočty byly provedeny pomocí programu TechCon Raucad.

ABSTRACT

The bachelor's thesis takes into account possible ways of combining proposals for alternative sources of energy and the use of a higher possible share of energy in the hotel. Several possible variants of alternative energy systems have been proposed. The most suitable variant has been selected in accordance with the peculiarities of the construction, strengths and weaknesses of the proposal, and also according to an economic point of view.

The heating systems of the whole building were designed in the work. Detailed information about the proposal is a part of the project documentation. All calculations were performed using the programme TechCon Raucad.

KLÍČOVÁ SLOVA

Tepelné čerpadlo, alternativní energie, otopná soustava, solární kolektor, investice, hotel

KEYWORDS

Heat pump, alternative energy, heating system, solar collector, investment, hotel



1. ÚVOD

Výroba energie, která je nezbytným prostředkem pro existenci a rozvoj lidstva, má vliv na přírodu a okolní prostředí. Tepelná a elektrická energie se zapojila do lidské činnosti tak pevně, že si bez ní lidé nemohou svůj život představit.

Ve druhé polovině dvacátého století se před lidstvem objevil globální problém – jedná se o znečištění životního prostředí produkty spalování fosilních paliv. To byl hlavní důvod přechodu na alternativní energie. Kromě znečištění ovzduší existují další důležité faktory. Přejchod na alternativní technologie v energetickém sektoru ušetří palivové zdroje země pro zpracování v jiných průmyslových odvětvích. Proto zvýšení počtu obnovitelných zdrojů energie může výrazně zvýšit energetickou nezávislost.

Proto se nyní všichni vědci na světě zabývají problémem hledání či vývojem nových alternativních zdrojů energie.

Tato práce zohlední některé varianty alternativních zdrojů energie spolu s jejich provedením, ekonomickým porovnáním, a konečným vhodným návrhem pro vybraný objekt. Textová část bude provázaná a bude odkazovat na výsledky, které jsou vypočteny v části "Výpočty". Bude také vyplněn kompletní výpočet tepelných ztrát, návrh otopných těles, výpočet tlakových ztrát a následující vyrovnaní pomocí ventilu. Takže bude proveden návrh pomocných zařízení, která potřebujeme pro spolehlivé fungování soustavy.



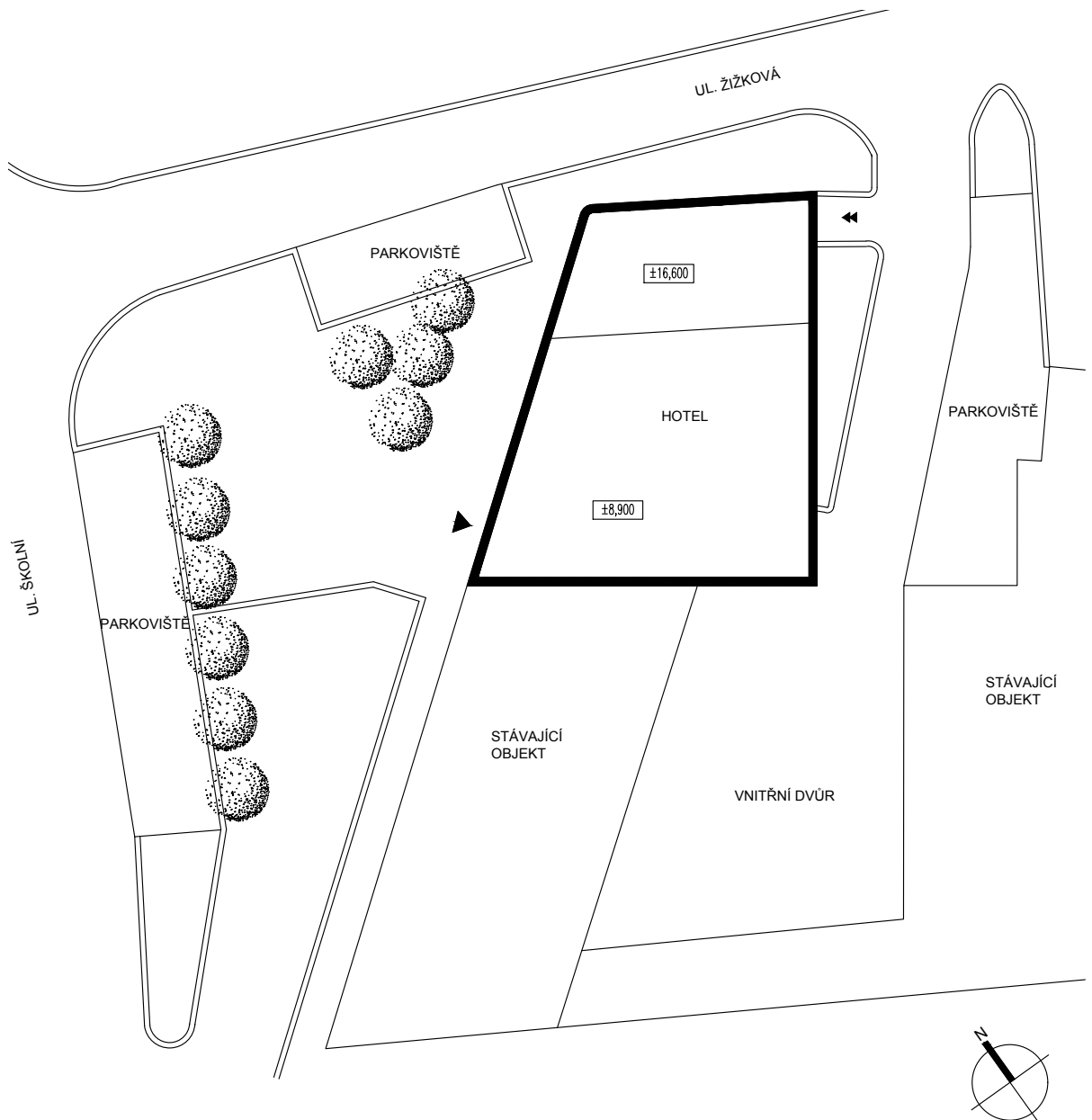
1.1 Orientace a popis objektu

Novostavba se nachází ve městě Humpolec v Uherském Hradišti. Řešený prostor se nachází na pozemku stavebníka, ul. Školní 511, Humpolec, 396 01, č. p. 451/1 parcela č. 451/1 v katastrálním území Humpolec.[1] (pohled na pozemek viz Obr. 1)



Obr. 1 – str. 9 – Pohled na pozemek

Celková výměra pozemku činí 622 m², zástavba je 100 %. Objekt je nepravidelného tvaru, a celková plocha je 622 m². Stavba je orientovaná na severovýchod. Stavba se nachází v chráněné památkové zóně, v zastavěné části města s nerovnoměrným terénem. Hlavní vchod je ze severozápadní strany z ulice Školní, dopravní napojení je z jihovýchodní strany z ulice Žižková.[1] (Situace viz Obr. 2)



Obr. 2 – str. 10 – Situace



1.2 Funkční a dispoziční řešení

Jedná se o novostavbu hotelu v centru města. V suterénu je umístěna garáž pro 10 aut a technická místnost pro vytápění o ploše 40,5 m². Hotel bude propojen schodišti a dvěma výtahy.

V 1. NP se nachází restaurace pro 80 lidí a kuchyň. Celá fasáda restaurace bude prosklená. V 2. NP budou rozmístěny pokoje pro hosty hotelu a wellness. V 2. NP–3. NP budou rozmístěny pouze pokoje pro hosty. Podrobně je všechno označeno ve výkresové dokumentaci.

Při výpočtu projektu jsou k dispozici jenom podklady výkresu na úrovni studie, a proto můžeme jenom předpokládat, z čeho se konstrukce hotelu skládá. Proto součinitele prostupu tepla byly navrženy podle normy ČSN 73 0540.

1 REŠERŠNÍ ČÁST

1.1 Základní údaje o objektu

Zde jsou předloženy informace potřebné pro návrh variant alternativních zdrojů. Veškeré údaje byly převzaty z přílohy “Výpočty“ a “ Technická zpráva“. Výpočet byl proveden pomocí programu TechCon Raucad.

- Venkovní výpočtová teplota je -12 °C.
- Průměrná venkovní teplota v topném období je 3,6 °C.
- Délka otopného období je 266 dnů pro střední denní venkovní teplotu, která je pro začátek a konec otopného období je 15 °C.
- Celková plocha parcely 622 m².
- Celková plocha zastavěné části 622 m².
- Celková tepelná ztráta objektu 78,8 kW.
- Potřebný výkon pro otopná tělesa je 25,7 kW a pro pitnou vodu 31,3 kW.
- Celková roční potřeba energie pro vytápění je 861,4 GJ/rok, a pro ohřev vody 239,3 MWh/rok.
- Teplonosná látka soustavy je 55 °C/45 °C.
- Minimální velikost zásobníku teplé vody je 3,23 m³.

Pro restaurace a pokoje pro hosty zvažují zvolit VZT jednotky tak, aby mohly pokrýt 100 % ztráty větráním dané místnosti. Navrhování VZT jednotek nebylo předmětem bakalářské práce:

- Restaurace – DUPLEX 2500 Multi, který přivádí 3400 m³/h a odvádí 3200 m³/h.
- Pokoje pro hosty – DUPLEX 1500 Multi, který přivádí 2200 m³/h a odvádí 1800 m³/h.



1.2 Tepelné čerpadlo typu vzduch/voda

1.2.1 Obecná charakteristika

Tepelné čerpadlo odebírá nahromaděné teplo z okolního prostředí, v našem případě vzduchu, a s přídatkem energie pohonu jej přenáší ve formě tepla do topného okruhu a zásobování horkou vodou. [2]

Jak ten proces probíhá? Ve výparníku je kapalné chladivo, jehož teplota je nižší než teplota venkovního vzduchu. Kyslík je veden do výparníku, kde vzájemně působí s chladivem. Tepelná energie ze vzduchu s nízkým potenciálem je přenášena na chladivo, které se vaří a přechází do plynného stavu. Současně její teplota stoupá. Zahřátý plyn vstupuje do kompresoru, kde zařízení stlačuje plyn, čímž se ještě více zahřívá. Ve stlačeném a zahřátém stavu se pára chladiva přivádí do okruhu akumulací nádrže, kde je teplo přenášeno do vody, která může být později použita pro vytápění. Ve výměníku ztrácí chladivo své teplo, začíná se aktivně kondenzovat na deskách výměníku, a v této formě přechází do výparníku. Cyklus se opakuje. [3]

Proto tedy existují dvě varianty provedení tepelného čerpadla – vnitřní a vnější instalace. Při vnější se tepelné čerpadlo skládá ze dvou částí, a jedna část (tzn. kompresor a výparník) musí být umístěna venku. [2] Jediné místo, které má možnost instalovat tuto část zdroje, je střecha, nebo u stavby ze severovýchodní části. Problém v mém případě je v tom, že poblíž hotelu je sousední budova, a v konstrukci čerpadla je vždy ventilátor, který zvyšuje hladinu akustického tuku, což by určitě vadilo lidem žijícím v okolí.

1.2.2 Montáž

V našem případě se budeme zabývat variantou vnitřního umístění tepelného čerpadla. Dispoziční podmínky to umožňují, a čerpadlo bude umístěno v technické místnosti v suterénu.

Zdroj musí být instalován vodorovně na podlaze pro zajištění dokonalého odvodu kondenzátu do kanalizace. Rozmrazování systému se provádí až 16krát denně, a u každého z nich vytékají až 3 litry kondenzátu. [4]

Další závažná věc pro instalování je přívod a odvod vzduchu do systému. Tepelné čerpadlo bude umístěno v suterénu. Otvory ve stěnách vzduchových kanálů budou ležet pod úrovní země. Proto se doporučuje, aby byl vzduch dodáván prostřednictvím světelných šachet, které budou vyvedeny do severovýchodní strany stavby. Je třeba dbát na to, aby na cestě nebyla víc než dvě kolena, a to z důvodu tlakových ztrát. To také vede k neefektivnímu a nespolehlivému provozu. Proto musí být umožněn odvod kondenzátu z potrubí. [4]

V průběhu roku venkovní teplota kolísá a má vliv na účinnost výkonu tepelného čerpadla a jeho COP (coefficient of performance). Čím nižší je venkovní teplota, tím menší je účinnost tepelného čerpadla. Například při $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ výkon čerpadla typu Logatherm WPL 31 I se dvěma kompresory bude 22 kW a COP je 1,8. [5] Celkově bude výkon dvou čerpadel 44 kW, což určitě nebude stačit na pokrytí všech tepelných ztrát (podrobný popis systému viz část Technická zpráva). Při dosazení



špičkových teplot potřebujeme doplňující zdroj energie. V tomto případě by měl být zvolen monovalentní provoz tepelného čerpadla [3], což znamená návrh elektrického kotle jako pomocného zdroje. Celkový potřebný výkon energie je 57 kW, což vyžaduje výkon doplňujícího zdroje energie na 13 kW. Navrhujeme elektrický kotel Protherm RAY 14 KE s výkonem 14 kW.

1.2.3 Výhody

- snadná montáž;
- bezpečný provoz jak pro hostitele budovy, tak pro okolní prostředí;
- možnost zavedení integrovaných řešení přizpůsobených speciálně pro vaši budovu;
- dlouhodobý provoz systému;
- sociální aspekt – přestanete uvolňovat škodlivé látky do atmosféry.

1.2.4 Nedostatky

- vyžadujete vysokou počáteční investici;
- hlučný provoz;
- velká plocha rozmístění v technické místnosti.

1.3 Tepelné čerpadlo typu země/voda

1.3.1 Obecná charakteristika

Čerpadla země – voda odebírají energii z okolní půdy. K tomu se používají buď geotermální vrty, nebo kolektor. Tento typ čerpadla má pracovní teplotu v rozmezí od -5 °C do $+25\text{ °C}$. [2]

Vrty jsou instalovány v hloubce 20 až 100 metrů a jsou možné pouze pro oblasti, které umožňují hluboké vrtání. Do vrtů se zavedou čtyři sondy. Dále vrt naplníme směsí cementu a betonu. Ve dvou z těchto trubek pracovní tekutina klesá, a ve dvou dalších stoupá. Trubky jsou spojeny na spodním konci, čímž tvoří uzavřenou smyčku sondy. Vzdálenost mezi vrty by měla být alespoň 10 m, aby byl odstraněn vzájemný vliv a letní regenerace. Vrty by neměly být umístěny paralelně, ale kolmo k toku podzemní vody. Přibližně sonda s každým metrem délky dává cca 55 W energie. Přesné hodnoty však závisí na geologických a hydrogeologických podmínkách. [4]

Hloubka instalace kolektoru závisí na klimatických podmínkách regionu: v teplých oblastech jsou kolektory položeny výše, a v chladných oblastech níže. S rostoucí hloubkou se teplota zvyšuje, ale snižuje se tepelný tok z povrchu půdy, a již není zaručeno tání námrazy na jaře. Proto by minimální hloubka uložení měla být 1,2 m. Také kolektor musí být uložen s odstupem 1,5 m od vodovodního řádu, kanalizace, základu budovy, a to z toho důvodu, aby nedošlo k promrzání a poškození. [6]

Stejně jako pro vrty zaplníme kolektor pracovní nemrznoucí tekutinou. Soustava se skládá ze smyček, maximální délka smyčky je 500 m a vzdálenost mezi smyčkami je 0,7–0,8 m. Každá smyčka musí mít stejnou délku, aby bylo zajištěno stejné odebrání výkonu a stejné tlakové ztráty.



Kolektory by měly být instalovány několik měsíců před topným obdobím, aby se zajistilo sedání půdy. [4]

Aby nedošlo k zamrznutí výparníku a smyček, je třeba do vody přidat nemrznoucí směs. Používá se nemrznoucí směs na bázi ethylenglykolu nebo ethanolu. Koncentrace látky se pochybuje od 25 % do maximálně 30 %. Přesný podíl koncentrace najdete v technických listech přesného typu čerpadla. [4]

1.3.2 Montáž

Při navrhování kolektoru pro systém tepelných čerpadel „země – voda“ máme výhody jako je snížená cena a menší pracnost v zemních pracích, oproti variantám s vrtáním. V tomto případě potřebujeme jenom udělat výkop ve výšce 1,2–1,5 m, a uložit do něj kolektor. Naše budova se však nachází v centru města a v chráněné památkové zóně, což dělá mnoho problémů při procesu schvalování zemních prací. Takže by se pod zemí měly vyskytnout další přípojovací potrubí, které není uvedeno v GIS mapě města.

Podle webových stránek České geologické služby se hotel nachází na půdě pseudoglej modální (PGm). [7] Tento typ půdy převládá v lesních a zemědělských oblastech, což odpovídá soudržné a vlhké půdě. [8] Dle normy VDI 4640 pro tento typ zeminy odpovídá hodnota výkonu 20 W/ m². [9] V našem případě při potřebném výkonu 57 kW vyžadujeme 2850 m² kolektoru, což rozhodně nemáme k dispozici. Z výše uvedených podmínek vyplývá, že v tomto případě je lepší používat variantu geotermálních vrtů.

Dle normy ČSN EN 15450, která odpovídá německé směrnici VDI 4640 pro typ zeminy PGm, měrný odběrový tok odpovídá 50 W/m. [10] Z toho vyplývá, že pro 57 kW potřebujeme 1140 m sondy. Navrhují 7 vrtů po 170 m o průměru 150 mm. Před vrtáním je nutno ověřit, že přes místa vrtání neprochází žádné sítě.

Podle požadavků stavby navrhují kaskádu tepelných čerpadel „země – voda“ NIBE F1345 60. S jmenovitým topným výkonem podle EN 14825 67 24 kW a SCOP (sezonní topný faktor) při přírodní teplotě vody 55 °C je 4,0.

1.3.3 Výhody

- Výkon je méně závislý na ročním období a okolní teplotě.
- Vysoká spolehlivost systému.
- Minimální náklady na údržbu.
- Sociální aspekt – přestanete vyčerpávat zdroje naší země a přestanete uvolňovat škodlivé látky do atmosféry.



1.3.4 Nedostatky

- geologický průzkum;
- zvýšená cena instalace kvůli zemním pracím;
- pracný montáž;
- schvalování v souvislých úřadech.

2 SHRnutí

2.1 Další možnosti kombinace

Při návrhu soustavy tepelných čerpadel “vzduch – voda” při $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ máme maximální výkon kaskády čerpadel 44 kW, a jako doplňující zdroj pro špičkové teploty byl navržen elektrický kotel. Pro snížení celoroční potřeby elektrické energie by mohly sloužit solární kolektory pro ohřev TV (teplé vody).

Existují dva typy kolektorů – **vakuový trubicový** a **plochy kolektor**.

V plochem kolektoru prochází sklem slunce a zahřívá tak absorbér, který přeměňuje sluneční energii na teplo. Poté se tekutina zahřívá v trubkách spojených s absorpčním povrchem absorbéru. Kolektor se skládá ze slunečního absorbéru, který má plochý tvar a tmavou barvu; skla, kterým prochází sluneční teplo, působí jako tepelně izolační vrstva; výměníku tepla, který zajišťuje odvádění tepla z absorbéru; podložka, která je charakterizovaná tepelně izolačními vlastnostmi. [11] [12]

Ve vakuovém kolektoru je konstrukce odlišná. Zde je umístěno několik vakuových skleněných trubic, uvnitř kterých je absorpční deska připojena k tepelné trubce. Tepelná trubka se zahřívá, a teplo se přenáší z konce trubky do teplotonosné látky. Kolem trubice je vytvořeno vakuum, které snižuje tepelné ztráty. To zajišťuje vyšší účinnost vakuových kolektorů ve srovnání s plochými kolektory, zejména v chladných podmínkách. [12]

U plochých kolektorů je optická účinnost v závislosti na typu a výrobci v rozmezí 75–85 %. U vakuových kolektorů je to 80–83 %, což znamená, pokud jde o optickou účinnost, dva typy kolektorů jsou přibližně stejné. [11]

Předpokládá se, že při oblačném počasí i v chladném období bude vakuové potrubí fungovat lépe než ploché, ale vakuový trubkový kolektor může být v zimě pokryt mrazem a sněhem. Sestup vrstvy sněhu na vakuovém trubkovém kolektoru může být obtížný, sníh může zapadat mezi skleněnými trubicemi kolektoru, i když je nakloněn.

Posledním důležitým faktorem při výběru typu kolektoru je cena. Vakuové jsou mnohem dražší než ploché kolektory.



Při návrhu kolektoru je důležitou podmínkou teplotní rozdíl, tzn. rozdíl mezi venkovní teplotou a teplotou kolektoru. Se zvětšováním teplotního rozdílu se zvětší tepelné ztráty, a tím ovlivní účinnost navrženého kolektoru. Dle vyhlášky č. 441/2012 Sb. požadovaná minimální účinnost plochého kolektoru je 60 % apertury kolektoru při teplotním rozdílu s okolním vzduchem 30 K. [13]

Navrhuji ploché solární kolektory firmy Viessmann typu Vitasol 100 - FM SV1F z účinnosti apertury 60 % při teplotním rozdílu 40 K. Plocha jednotného kolektoru je 2,33 m² s výkonem 0,634 kW. V našem případě potřebujeme 22 kolektorů pro pokrytí našich ztrát a zabere plochu v 55,22 m². Solární kolektory budou umístěny na střeše 2. NP, která má celkovou plochu 419,9 m².

2.1.1 Výhody

- nízká cena panelu, snadná výroba;
- vysoká absorpce sluneční energie a její efektivita;
- schopnost zachytit přímé i rozptýlené záření;
- minimální náklady na údržbu;
- schopnost se očišťovat sněh.

2.1.2 Nedostatky

- vysoké tepelné ztráty;
- koroze;
- každý rok ztrácí svou účinnost.

2.2 Investiční a provozní náklady

Následující část bude věnovaná veškerým nákladům spojeným s každou navrženou soustavou a jejich návratností. Do investičních nákladů budou zahrnuty ceny instalací a zařízení, což obsahuje samotný zdroj tepla, akumulární nádrž a zásobníky teplé vody. Do provozních nákladů započítáme roční údržbu systému a elektřinu.

Kromě toho musíme věnovat pozornost výměně opotřebovaných částí. Hlavní složkou jakéhokoliv tepelného čerpadla je jeho kompresor, ale v průběhu delší doby používání může dojít k jeho opotřebování. Průměrná doba životnosti tepelného čerpadla “země – voda“ je přibližně 20 let, ale u čerpadla “vzduch – voda“ uvažujeme 15 let, kdy je období trochu menší kvůli častému spínání kompresoru. [13] [14] Důležitým faktorem zvyšování životnosti čerpadla je jeho pravidelná a profesionální údržba. Solární kolektory také mohou dojít k opotřebování. S každým rokem účinnost jednotlivých panelů klesá, ale oproti kompresoru je životnost delší, jelikož dosahuje až do 25–30 let. [15]

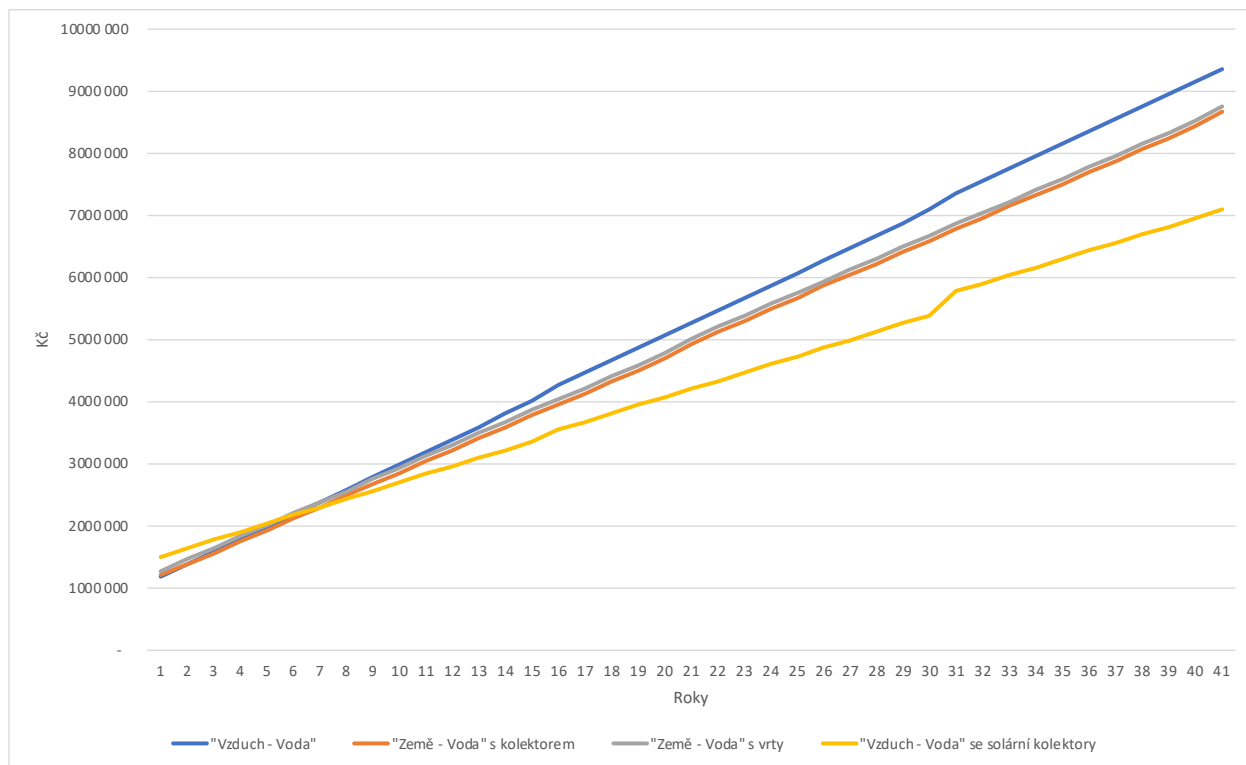
Při porovnání nákladů byla také zohledněna spotřeba elektřiny. Cena elektřiny byla vypočtena podle průměrné ceny sníženého tarifu pro tepelné čerpadla C56d. [16]

Níže budou uvedeny grafy, ze kterých lze přesně vidět průběh porovnání nákladů v době 40 let. (Obr. 4)



		"Vzduch - voda"		Celkem
Investiční náklady	Zdroj [Kč]	591 000	974 740	
	Instalace [Kč]	55 140		
	Zasobníky pro pitnou vodu [Kč]	253 900		
	Akkumulační nádrž [Kč]	58 000		
	Elektrický kotel [Kč]	16 700		
Provozní náklady	Údržba [Kč]	5 000	201 568	
	Elektřina [Kč/rok]	196 568		
				1 176 308
Výměna	Kompresor [Kč/15 let]	60 000	60 000	
		"Země - voda" s plochým kolektorem		Celkem
Investiční náklady	Zdroj [Kč]	545 700	1 012 150	
	Instalace [Kč]	137 850		
	Zasobníky pro pitnou vodu [Kč]	253 900		
	Akkumulační nádrž [Kč]	58 000		
	Elektrický kotel [Kč]	16 700		
Provozní náklady	Údržba [Kč]	5 000	183 877	
	Elektřina [Kč/rok]	178 877		
				1 196 027
Výměna	Kompresor [Kč/20 let]	60 000	60 000	
		"Země - voda" s vrty		Celkem
Investiční náklady	Zdroj [Kč]	545 700	1 094 860	
	Instalace [Kč]	220 560		
	Zasobníky pro pitnou vodu [Kč]	253 900		
	Akkumulační nádrž [Kč]	58 000		
	Elektrický kotel [Kč]	16 700		
Provozní náklady	Údržba [Kč]	5 000	183 877	
	Elektřina [Kč/rok]	178 877		
				1 278 737
Výměna	Kompresor [Kč/20 let]	60 000	60 000	
		"Vzduch - voda" se solárními kolektory		Celkem
Investiční náklady	Zdroj [Kč]	591 000	1 377 700	
	Kolektory [Kč]	382 360		
	Instalace [Kč]	75 740		
	Zasobníky pro pitnou vodu [Kč]	253 900		
	Elektrický kotel [Kč]	16 700		
	Akkumulační nádrž [Kč]	58 000		
Provozní náklady	Údržba [Kč]	5 000	131 664	
	Elektřina [Kč/rok]	126 664		
				1 509 364
Výměna	Kompresor [Kč/15 let]	60 000	60 000	
	Solární kolektory [Kč/30 let]	191 180	191 180	
				251 180

Tab. 1 – str. 17 – Přehled investic



Obr. 3 – str. 18 – Porovnání investic

2.3 Konečný posudek

Podle předchozích informací by nejlepší variantou bylo provedení tepelného čerpadla se solárními kolektory nebo kaskády tepelných čerpadel “země – voda“ s vrty nebo kolektorem. Z hlediska investic je to nejvíce přijatelné varianty. V průběhu využití potřebujete minimální údržbu, a výměna kompresoru by byla jednou za 20 let a možná i více a výměna kolektorů jednou za 30 let, jak už bylo zmíněno minule. Kvůli tomu, že je stavba umístěna v zastavěné centrální části města a tužiš v chráněném památkovém území, to může způsobit problémy při rozhodování povolení v souvisejících úřadech. Takže nejistota vyskytování podzemních komunikací (tzn. kanalizace, vodovod, elektřina atd.) a nedostatek plochy pro založení kolektoru a vrtů nám brání použít variantu s tepelným čerpadlem “země – voda”. Nedostatkem solárních kolektorů je zvýšené prvotní investiční náklady a velké tepelné ztráty soustavy.

Na základě výše uvedených údajů je pro náš případ nejvíce vyhovující návrh instalace tepelného čerpadla typu “vzduch – voda”. Vyžaduje minimální práci při instalaci a údržbě. Jako doplňující zdroj na pokrytí špičkových hodnot v zimě navrhujeme elektrický kotel. Z hlediska investic se může zdát, že je nákladnější, avšak oproti využití plynu je stále mnohem výhodnější.



3 ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce byl přehled různých soustav alternativních zdrojů energie a využití vyššího podílu energie z nich. V rozšiřující části jsem zohlednila některé kombinace a popsala provedení vzhledem k mému případu. Navrhla jsem porovnání nákladů na každou kombinaci. Chtěla bych pouze doplnit, že neexistuje žádné dokonalé řešení konkrétní soustavy zdrojů pro každý případ. Vždycky musíte se počítat s podmínkami, které máte ve vašem konkrétním případě a konkrétní situaci.

Cílem projektu byl návrh otopné soustavy pro hotel, a s tím spojený kompletní výpočet tepelných ztrát, dimenzování veškerých potrubí, výběr potřebných zařízení, a přesný návrh zdrojů s dostatečným výkonem. Součástí projektu je také projektová dokumentace.

Stále alternativní zdroje jsou v naší době mladá technologie. Nejsou dokonalé, mají hodně nejistot, ale s postupem času se budou vyvíjet. Za několik desítek let, a možná i dříve, dojdeme k ideálu, který neobnovitelné zdroje energie nahradí.



4 LITERATURA A POUŽITÉ ZDROJE

[1] Humpolec – mapová aplikace GisOnline.cz [online] [cit. 10.05.2020]

Dostupné z:

<https://app.gisonline.cz/humpolec>

[2] Atoma: časopis pro automatizační techniku. Tepelná čerpadla vzduch voda a země - voda, Nehasil Ondřej [online] [cit. 12.05.2020]

Dostupné z:

https://www.automa.cz/cz/casopis-clanky/tepelna-cerpadla-vzduch-voda-a-zeme-voda-2012_04_0_9543/

[3] K. Srdečný; J. Truxa, Tepelná čerpadla, Brno: Vydavatelství ERA, 2005 [online]

[cit. 12.05.2020]

Dostupné z:

<https://kramerius-vs.nkp.cz>

[4] Справочник по проектированию и монтажу тепловых насосов [online] [cit. 12.05.2020]

Dostupné z:

<https://www.buderus.ru/files/200903232039060.17%20Проектирование%20тепловых%20насосов.pdf>

[5] Projekční podklady pro tepelná čerpadla vzduch-voda Logatherm WPL 6 až 31 kW [online]

[cit. 12.05.2020]

Dostupné z:

<https://www.buderus.com/cz/cs/dokumenty/projekcni-podklady/pp-tepelna-cerpadla.html>

[6] Petrák J., Petrák M. Tepelná čerpadla. Praha 1987

Dostupné z:

<https://kramerius-vs.nkp.cz>

[7] Česká geologická služba – půdní mapy [online] [cit. 12.05.2020]

Dostupné z:

<http://www.geology.cz/extranet/mapy/mapy-online/mapove-aplikace>

[8] Kubík L., Sáňka M., Reprezentativní půdní typy a jejich charakteristika pro území jižních a západních Čech – výsledky projektu Rizikové látky v půdě ve vztahu k životnímu prostředí – přeshraniční základy ochrany půdy (Bavorsko – Česká republika). Brno 2010

[9] Základní zásady návrhu plošného zemního kolektoru pro tepelné čerpadlo země/voda

[online] [cit. 12.05.2020]

Dostupné z:

<https://vytapeni.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla/10178-zakladni-zasady-navrhu-plosneho-zemniho-kolektoru-pro-tepelne-cerpadlo-zeme-voda>



- [10] Návrh zemní sondy pro tepelné čerpadlo [online] [cit. 12.05.2020]
Dostupné z:
<https://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla/13052-navrh-zemni-sondy-pro-tepelne-cerpadlo>
- [11] Принцип работы солнечных коллекторов [online] [cit. 12.05.2020]
Dostupné z:
<https://nse.com.ua/ru/статьи/solar-heat.html>
- [12] Příručka: solární termické systémy [online] [cit. 12.05.2020]
Dostupné z:
<https://www.viessmann.cz>
- [13] Změna normy pro zkoušení solárních kolektorů [online] [cit. 10.05.2020]
Dostupné z:
<https://oze.tzb-info.cz/solarni-kolektory/13274-zmena-normy-pro-zkouseni-solarnich-kolektoru>
- [13] Internetový magazín o vytápění. Jaká je životnost tepelného čerpadla? [online] [cit. 10.05.2020]
- [14] What is the life expectancy of heat pumps? [online] [cit. 10.05.2020]
Dostupné z:
<https://thermo-plus.com/blog/life-expectancy-of-heat-pumps/>
- [15] Handbook of Green Building Design and Construction: LEED, BREEAM, and Green Globes
<https://books.google.cz/>
- [16] Kalkulátor cen energií [online] [cit. 19.05.2020]
<https://kalkulator.tzb-info.cz>

5 SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

- Obr. 1 – str. 9 – Pohled na pozemek
Obr. 2 – str. 10 – Situace
Tab. 1 – str. 17 – Přehled investic
Obr. 3 – str. 18 – Porovnání investic



6 SEZNAM POUŽITÝCH NOREM

ČSN 73 0540-2 – Tepelná ochrana budov

ČSN EN 15450 Tepelné soustavy v budovách – Navrhování tepelných soustav s tepelnými čerpadly

Vyhláška č. 441/2012 Sb. o stanovení minimální účinnosti užití energie při výrobě elektřiny a tepelné energie.

ČSN 06 0310 Ústřední vytápění – projektování a montáž

ČSN EN 12828+A1 Tepelné soustavy v budovách – navrhování teplovodních otopných soustav

ČSN EN 12831 Otopné soustavy v budovách

Vyhláška č. 272/2011 Sb. Nařízení vlády o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací

ČSN EN 14511-1 Klimatizátory vzduchu, jednotky pro chlazení kapalin a tepelná čerpadla s elektricky poháněnými kompresory pro ohřívání a chlazení prostoru

VDI 4640 Blatt 2:2019-06 - Thermische Nutzung des Untergrunds - Erdgekoppelte Wärmepumpenanlagen



7 POUŽITÝ SOFTWARE

TechCon Raucad 9.2
Autodesk AutoCad 2018
Microsoft Office 365 - Word 2019
Microsoft Office 365 - Excel 2019

8 SEZNAM PŘÍLOH A VÝKRESOVÉ DOKUMENTACE

Přílohy:

- TECHNICKÁ ZPRÁVA
- VÝPOČTY
- TECHNICKÉ LISTY
- VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

Výkresová dokumentace:

- Výkres č. 1 PŮDORYS SUTERÉN (1:50)
- Výkres č. 2 PŮDORYS 1. NP (1:50)
- Výkres č. 3 PŮDORYS 2. NP (1:50)
- Výkres č. 4 PŮDORYS 3. NP a 4 NP (1:50)
- Výkres č. 5 ROZVINUTÝ ŘEZ – STOUPACÍ POTRUBÍ (1:50)
- Výkres č. 6 ROZVINUTÝ ŘEZ – STOUPACÍ POTRUBÍ (1:50)
- Výkres č. 7 ROZVINUTÝ ŘEZ – STOUPACÍ POTRUBÍ (1:50)
- Výkres č. 8 ROZVINUTÝ ŘEZ – STOUPACÍ POTRUBÍ (1:50)
- Výkres č. 9 ROZVINUTÝ ŘEZ – STOUPACÍ POTRUBÍ (1:50)
- Výkres č. 10 ROZVINUTÝ ŘEZ – STOUPACÍ POTRUBÍ (1:50)
- Výkres č. 11 KOTELNA (1:50)
- Výkres č. 12 FUNKČNÍ SCHEMA (1:50)
- Výkres č. 13 SITUACE (1:300)