

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

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



**Rekonstrukce vytápění a větrání bytového domu
po úpravě obvodového pláště**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vypracoval:

Jakub Doubrava

Vedoucí práce:

Ing. Zuzana Veverková, Ph.D.

2018/2019



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: <u>Doubrava</u>	Jméno: <u>Jakub</u>	Osobní číslo: <u>456806</u>
Zadávající katedra: <u>K125 Katedra technických zařízení budov</u>		
Studijní program: <u>(B3651) Stavební inženýrství</u>		
Studijní obor: <u>(3608R008) Konstrukce pozemních staveb</u>		

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: <u>Rekonstrukce vytápění a větrání bytového domu po úpravě obvodového pláště</u>	
Název bakalářské práce anglicky: <u>Reconstruction of the heating and ventilation of a residential building after the modification of the perimeter shell</u>	
Pokyny pro vypracování: Zpracujte koncepní návrh větrání zadaného objektu a projektovou dokumentaci vytápění na úrovni rozšířené dokumentace pro stavební povolení dle vyhlášky 499/2006 Sb. Projekt dokumentujte půdorysy, řezy, výpočty a technickou zprávou. V prohlubující části zpracujte variantní řešení zdroje tepla pro zadanou budovu, včetně jejich vyhodnocení a volby vhodné varinaty.	
Seznam doporučené literatury: prof. Ing. K.Kabele, CSc. a kol. : Energetické a ekologické systémy 1 - skripta ČVUT Papež, Vyoralová, Marková, Garlík, Jokl: Energetické a ekologické systémy budov 2. - skripta ČVUT Bašta, J., Kabele, K. - Otopné soustavy teplovodní (sešit projektanta) STP ČSN EN 15665 Větrání budov ČSN EN 12828+A1 Tepelné soustavy v budovách - Navrhování teplovodních otopných soustav, ČNI, 2014	
Jméno vedoucího bakalářské práce: <u>Ing. Zuzana Veverková, Ph.D.</u>	
Datum zadání bakalářské práce: <u>26.2.2019</u>	Termín odevzdání bakalářské práce: <u>26.5.2019</u> <i>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</i>
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“.

Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)
-----------------------	---------------------

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

V Praze dne 18.5.2019

podpis:

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval vedoucí práce paní Ing. Zuzaně Veverkové, Ph.D. za cenné připomínky, objektivní kritiku a konzultace během tvorby. Dále chci poděkovat mé rodině za podporu v průběhu dosavadního studia.

OBSAH

ANOTACE	6
1 VSTUPNÍ ÚDAJE	7
1.1 PODKLADY	7
1.2 POPIS OBJEKTU	7
1.3 ZÁKLADNÍ TECHNICKÉ ÚDAJE	9
1.4 OKRAJOVÉ PODMÍNKY	9
2 NÁVRH VĚTRÁNÍ OBJEKTU	9
3 VÝBĚR ZDROJE TEPLA PRO BYTOVÝ DŮM JIRÁSKOVA 17	9
3.1 TEPelné ČERPADLO ZEMĚ-VODA	10
3.2 TEPelné ČERPADLO VZDUCH-VODA	11
3.3 PLYNOVÝ KONDENZAČNÍ KOTEL	13
3.4 REKONSTRUKCE STÁVAJÍCÍ VÝMĚNÍKOVÉ STANICE	15
3.5 VYHODNOCENÍ VARIANT A VÝBĚR ZDROJE VYTÁPĚNÍ	15
4 NOVÁ OTOPNÁ SOUSTAVA	17
4.1 POPIS OTOPNÉ SOUSTAVY	17
4.2 OTOPNÉ PLOCHY	18
4.3 NÁKLADY NA VYTÁPĚNÍ	18
4.4 ARMATURY, REGULACE, MĚŘENÍ	18
5 ZÁVĚR	19
6 SEZNAM OBRÁZKŮ	20
7 SEZNAM GRAFŮ	20
8 ZDROJE	21
9 PŘÍLOHY	22

ANOTACE

Hlavním cílem této práce je návrh rekonstrukce topného systému stávajícího bytového domu v Karlových Varech včetně výběru vhodného topného zdroje. Zdroj tepla byl vybrán podle celkových nákladů, do kterých byly zahrnuty pořizovací náklady, roční náklady na údržbu a roční náklady na vytápění a ohřev teplé užitkové vody. Součástí práce je koncepční návrh větrání jednotlivých bytů, podrobný výpočet tepelné ztráty domu, potřeba tepla na vytápění a ohřev teplé užitkové vody, návrh a regulace otopné soustavy a její projektová dokumentace.

ABSTRACT

The main goal of this thesis is to design a reconstruction of the heating system of an existing residential building in Karlovy Vary, including the selection of a suitable heating source. The heating source was selected according to the total costs, which includes the initial investment costs, annual maintenance costs and annual energy costs for heating and hot water preparation. Part of the thesis is conceptual design of ventilation of individual flats, detailed calculation of heat loss of the building, calculation of heat demand for heating and hot water preparation, design and regulation of heating system and its design documentation.

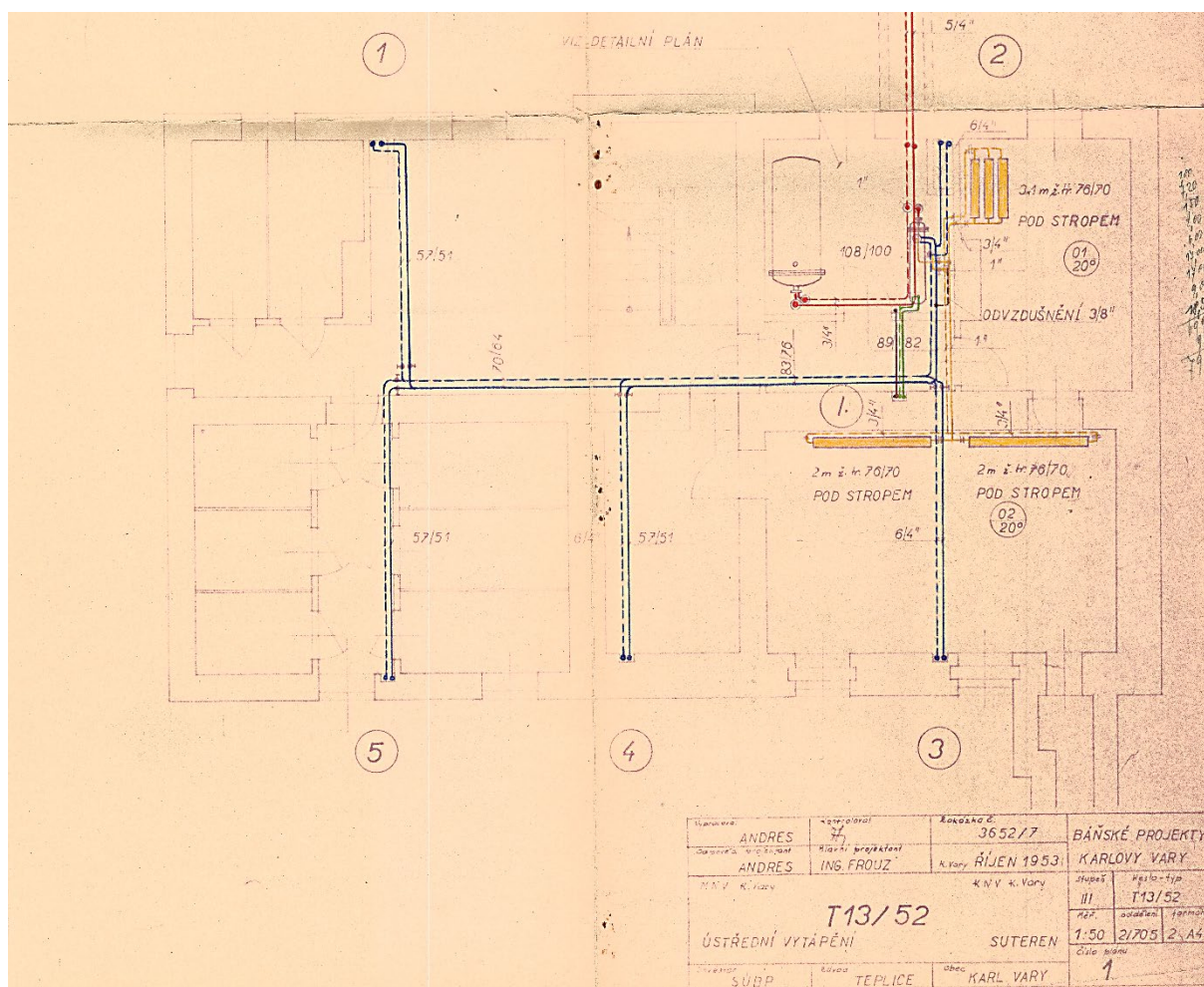
1 VSTUPNÍ ÚDAJE

1.1 Podklady

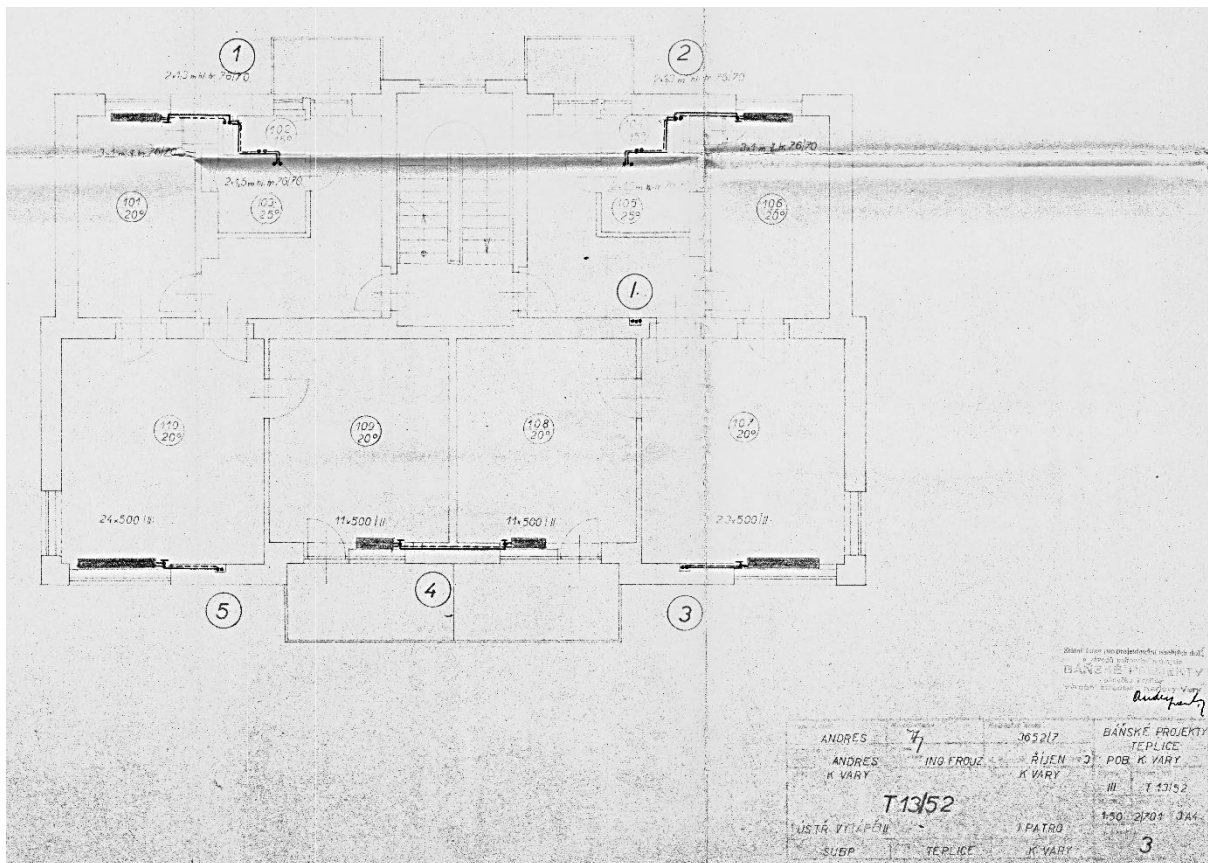
Součástí podkladů pro návrh zdroje tepla je především původní výkresová dokumentace objektu, informace od dodavatelské firmy o zateplení a výměně oken a znalost objektu.

1.2 Popis objektu

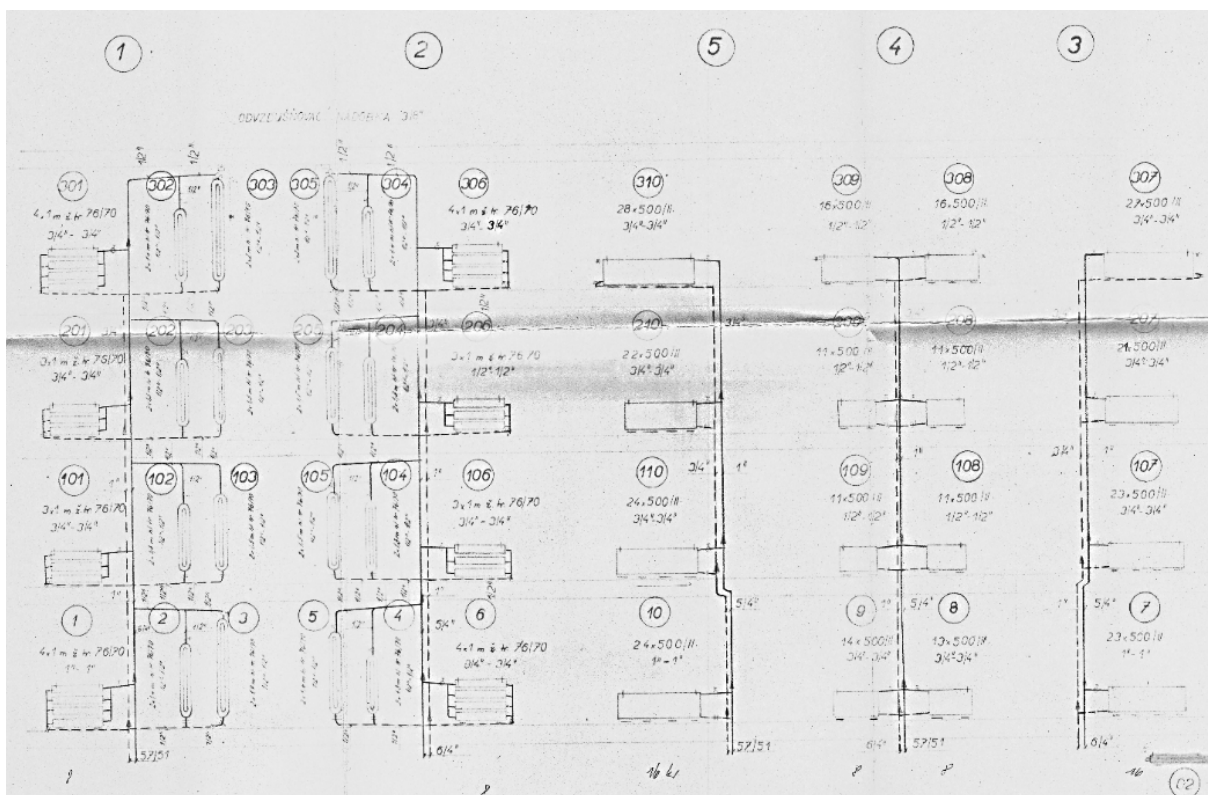
Jedná se o zděný bytový dům o čtyřech nadzemních podlažích a jednom podzemním podlaží. Přístup do bytů je z chodby domu. Vchod do domu je umístěn v mezipatře mezi prvním podlažím a suterénem. V suterénu se nachází sklepy, výměníková stanice, stará prádelna, hlavní uzávěr vody, plynu a hlavní jistič. V přízemí jsou dva menší byty 2+1 bez balkonu. V prvním až třetím podlaží jsou vždy dva byty 2+1 s balkony. Světlá výška je 2,5 m a konstrukční výška je 2,85 m. Výška podlahy je 0,1 m. Nosná konstrukce o tloušťce 0,25 m se skládá z vložek a nosníků na způsob stropů MIAKO. Plyn je zaveden do kotelny a hlavní plynoměr s regulátorem tlaku je umístěn na fasádě objektu. Vodoměr se nachází na chodbě v suterénu. Celková tepelná ztráta objektu je: **31 kW**. Objekt bude letos zateplen a budou vyměněna původní dřevěná okna za nová okna s izolačním dvojsklem. Tepelná ztráta je počítána po zateplení minerální vatou o tloušťce 150 mm, $U = 0,22$ a výměně oken, kde $U = 1,1$. Nyní je v domě původní výměníková stanice a zásobník teplé vody, které již dosluhují. Rozvody vytápění v suterénu nejsou nijak zaizolovány a stoupačí potrubí je zazděno do obvodových zdí. Otopná tělesa jsou původní litinová. Při rekonstrukci budou staré rozvody vyřezány a části, které vedou ve zdech, tam budou ponechány. Původní stav je zdokumentován na následujících výkresech.



Obrázek 1: půdorys suterénu – původní dokumentace



Obrázek 2: půdorys typického podlaží – původní dokumentace



Obrázek 3: schéma jednotlivých stoupaček – původní dokumentace

1.3 Základní technické údaje

Projekt zahrnuje výpočet roční tepelné bilance objektu. Roční potřeba tepla na vytápění byla vypočtena dle denostupňové metody. Metoda zahrnuje, kromě jiných faktorů, počet dnů otopného období, průměrnou výpočtovou teplotu v budově a průměrnou venkovní teplotu v otopném období.

1.4 Okrajové podmínky

Okrajové podmínky pro Karlovy Vary jsou:

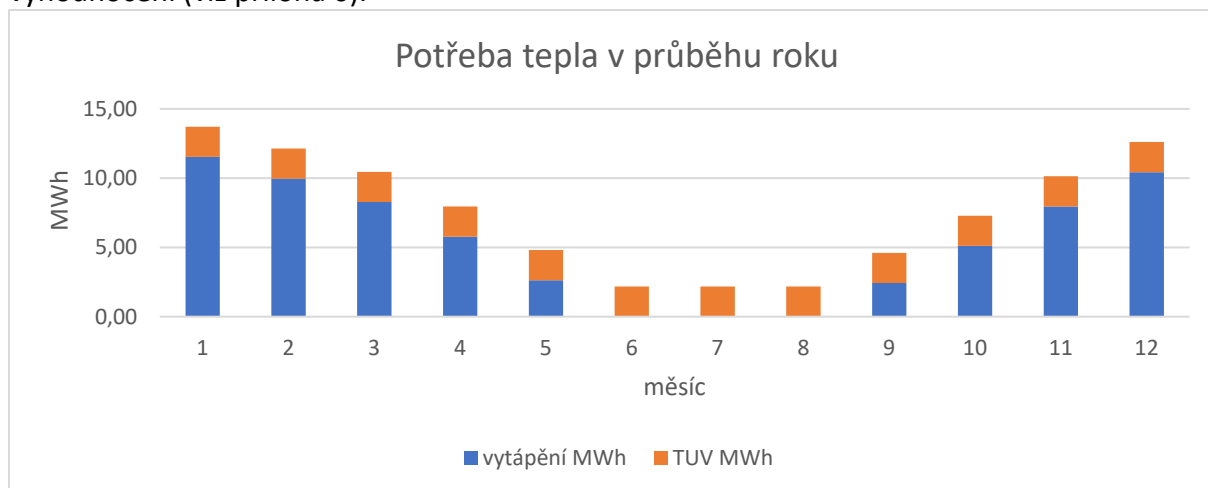
- venkovní výpočtová teplota: -15 °C ,
- průměrná venkovní teplota: $3,8\text{ °C}$,
- počet dnů otopného období: 254,
- počet denostupňů: 3963,3.

2 NÁVRH VĚTRÁNÍ OBJEKTU

Jelikož bude objekt zateplen a budou vyměněna původní dřevěná okna za plastová, dojde k utěsnění objektu a je nutné vyřešit také větrání objektu. Základní požadavek pro celou rekonstrukci je nejmenší možný stavební zásah do budovy. V obytných místnostech bude větrání provedeno větracími štěrbinami v oknech a odtah bude vyveden z koupelny přímo na fasádu, protože v instalační šachtě není místo na stoupací potrubí vzduchotechniky. Násobnost větrání jednotlivých místností byla zvolena s ohledem na tepelné ztráty, normové požadavky a požadavky vlastníků bytů. Šíření vzduchu mezi jednotlivými místnostmi v bytě bude zajištěno větracími mřížkami ve dveřích. Výkresová dokumentace pro návrh větrání objektu je samostatnou přílohou bakalářské práce.

3 VÝBĚR ZDROJE TEPLA PRO BYTOVÝ DŮM JIRÁSKOVA 17

Při výběru zdroje tepla jsem se rozhodoval mezi čtyřmi variantami. Tepelné čerpadlo země-voda, tepelné čerpadlo vzduch-voda, plynový kondenzační kotel a rekonstrukce stávající výměňkové stanice, která již není v dobrém technickém stavu. Při volbě vytápění jsem uvažoval pouze pořizovací náklady prvků, které jsou pro každý zdroj tepla jiné. Tudiž ve výpočtu nejsou zahrnuty pořizovací náklady na expanzní nádobu, nepřímotopný zásobník teplé užitkové vody a kompletní zařízení jednotlivých otopných větví s rozdělovačem a sběračem. Pro výpočet ročních nákladů na vytápění jsem použil denostupňovou metodu a porovnával jsem až výsledné roční náklady [3]. Pro každý zdroj tepla byl výpočet vhodně upraven a shrnut v tabulce, která je přílohou této zprávy. Zároveň příloha obsahuje také vyhodnocení (viz příloha 6).



Graf 1: potřeba tepla v průběhu roku

3.1 Tepelné čerpadlo země-voda

Tato varianta obnáší největší stavební zásah především kvůli nutnosti zemního kolektoru, nebo vrtů. Zemní kolektor zde není možné využít z důvodu velké tepelné ztráty objektu a relativně malému pozemku, kam by měl být umístěn. Pro tepelný výkon cca 30 kW o průměrné hodnotě výkonu cca 20 W/m² v běžných podmínkách by byla potřebná plocha asi 1500 m², ale plocha pozemku, kterou by bylo možné použít, je pouze 600 m². Průměrný tepelný zisk z vrtů v normální zemině je cca 60 W/m [8]. Pro vrty tedy potřebuji celkem 450 m. Při hloubce vrtů 70 m vychází 7 vrtů vzdálených od sebe 5 m, které lze na pozemek bez problému umístit. Rozmístění vrtů je zakresleno v příloze této zprávy (viz příloha 1). V systému země-voda je stálá teplota ve vrtech a tím pádem i stejný výkon tepelného čerpadla v průběhu roku, který je závislý na tepelném spádu. Zvolil jsem tepelné čerpadlo Alpha innotec SW 302H3 o výkonu 27 kW a příkonu 9 kW. Výkon a příkon jsem vyčetl z normogramu výrobce (viz obrázek 4). Podle denostupňů a potřeby tepla v jednotlivých měsících jsem určil potřebný čas provozu tepelného čerpadla. Po vynásobení času provozu příkonem tepelného čerpadla jsem dostal celkovou spotřebu elektrické energie a následně náklady na vytápění, které jsou zobrazeny v grafu (viz graf 2). Celkové roční náklady na vytápění a ohřev TUV tepelným čerpadlem země-voda jsou 80 000 Kč a po započtení spotřeby bivalentního zdroje a nákladů na údržbu vyjde po zaokrouhlení celková cena za rok **94 000 Kč**.

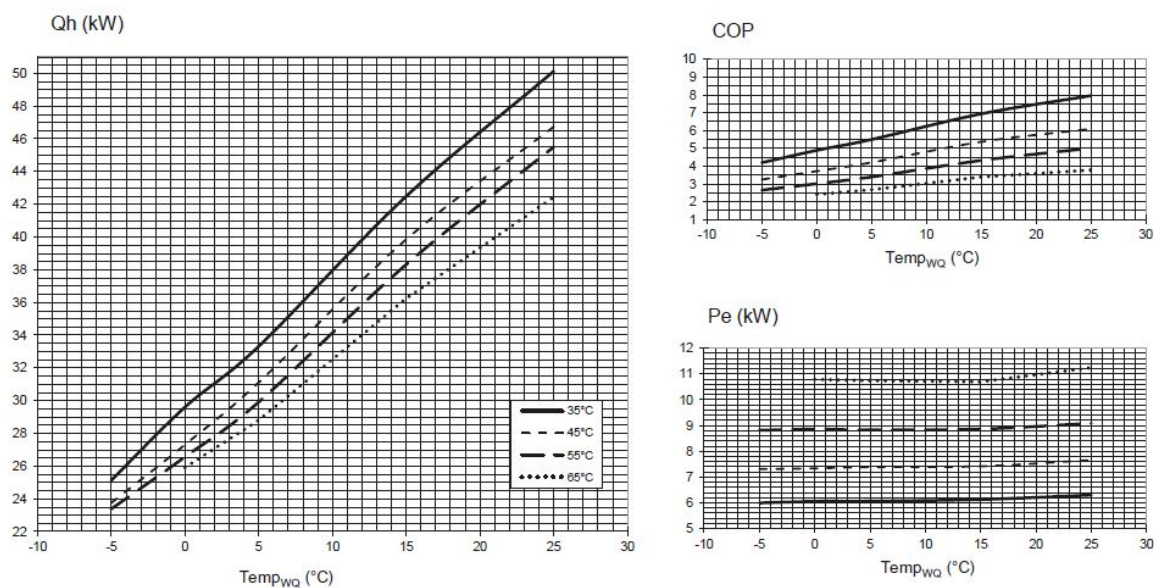
Do pořizovacích nákladů bylo zahrnuto:

- tepelné čerpadlo Alpha innotec SW 302H3 – 305 900 Kč,
- akumulární nádrž NAD250V1 – 7 200 Kč,
- topná jednotka TPK 210–12/3–6 kW – 4 000 Kč,
- venkovní rozdělovač/sběrač – 40 000 Kč,
- chladící kapalina – 20 000 Kč,
- pojistná sestava – 4 000 Kč,
- hlídač tlaku – 2 200 Kč,
- vrtné práce a venkovní rozvody – 490 000 Kč,
- ostatní náklady – 30 000 Kč.

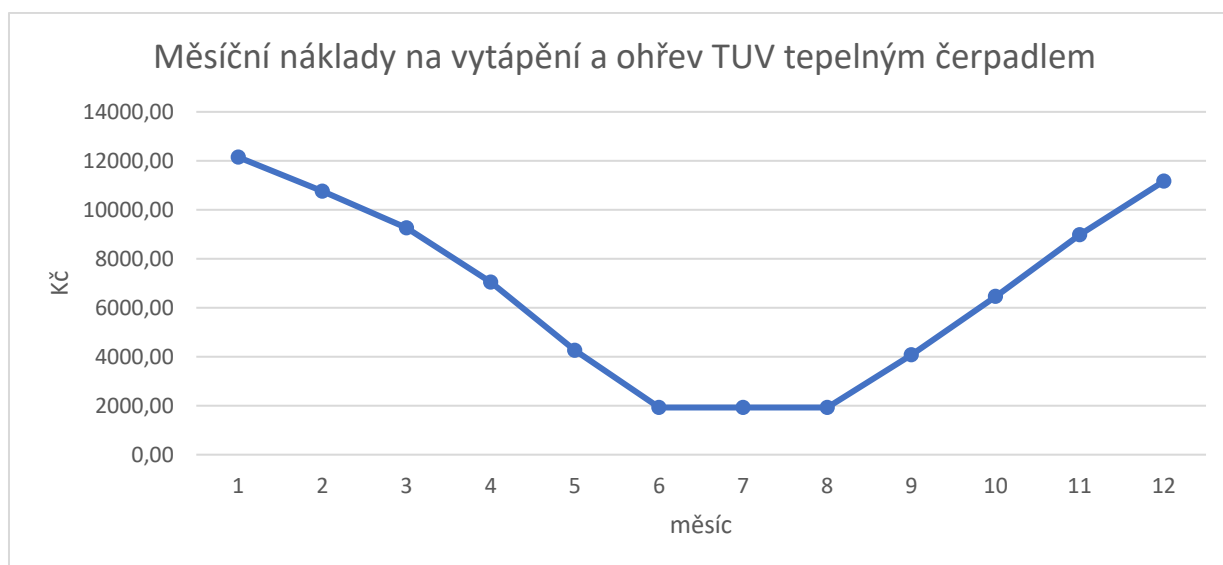
Po zaokrouhlení činí pořizovací náklady **903 000 Kč**.

Do pořizovacích nákladů nebyly zahrnuty náklady, které jsou u všech variant téměř shodné: například vnitřní rozvody, otopná tělesa, rozdělovač/sběrač se zařízením (cirkulační čerpadla, teploměry, trojcestné ventily...), nepřímotopný ohřivač a další.

Podrobný výpočet viz příloha 2: Tepelné čerpadlo země-voda.



Obrázek 4: normogramy pro tepelné čerpadlo Alpha innotec SW 302H3 [9]



Graf 2: měsíční náklady na vytápění a ohřev TUV tepelným čerpadlem Alpha innotec SW 302H3

3.2 Tepelné čerpadlo vzduch-voda

Největší problém u tepelného čerpadla vzduch-voda je akustická zátěž na okolí. Jelikož je bytový dům situován do klidné části města a v těsné blízkosti dalších objektů, navrhl jsem vnitřní jednotku tepelného čerpadla, která má na fasádě umístěné pouze průduchy vzduchu a veškerá technologie se nachází v domě. Tím se velmi snižuje akustická zátěž na sousední objekty. Jelikož v současné kotelně není dostatek místa na vnitřní jednotku, mohla by zde být umístěna pouze ostatní technologie a tepelné čerpadlo by bylo umístěno v bývalé prádelně, která se nachází hned vedle kotelny. Vybral jsem tepelné čerpadlo Alpha innotec Alira LW310. U tepelného čerpadla vzduch-voda se v závislosti na venkovní teplotě v průběhu roku mění tepelný výkon. Ovšem příkon zůstává stejný, tudíž se mění účinnost čerpadla. Pro výpočet

ročních nákladů na vytápění jsem použil denostuňovou metodu. Výkon tepelného čerpadla jsem vyčetl z normogramu výrobce podle průměrné venkovní teploty pro každý měsíc (viz obrázek 5). Výkon tepelného čerpadla v průběhu roku je zobrazen na grafu níže (viz graf 3). Výkon se pohybuje v rozmezí 26–40 kW. Ovšem v reálných podmínkách by bylo nutné brát teplotu po hodinách a dostali bychom se na hodnoty 18–52 kW. Proto je zde navržen silnější bivalentního zdroj než u předchozí varianty. Poté jsem postupoval stejně jako u tepelného čerpadla země-voda. Podle denostupňů v jednotlivých měsících a potřeby tepla jsem určil čas provozu tepelného čerpadla. Po vynásobení času provozu příkonem jsem dostal celkovou spotřebu elektrické energie a následně náklady na vytápění, které jsou zobrazeny v grafu (viz graf 4). Celkové roční náklady na vytápění a ohřev TUV tepelným čerpadlem vzduch-voda jsou 90 000 Kč a po započtení spotřeby bivalentního zdroje a nákladů na údržbu vyjde po zaokrouhlení celková cena za rok **103 000 Kč**.

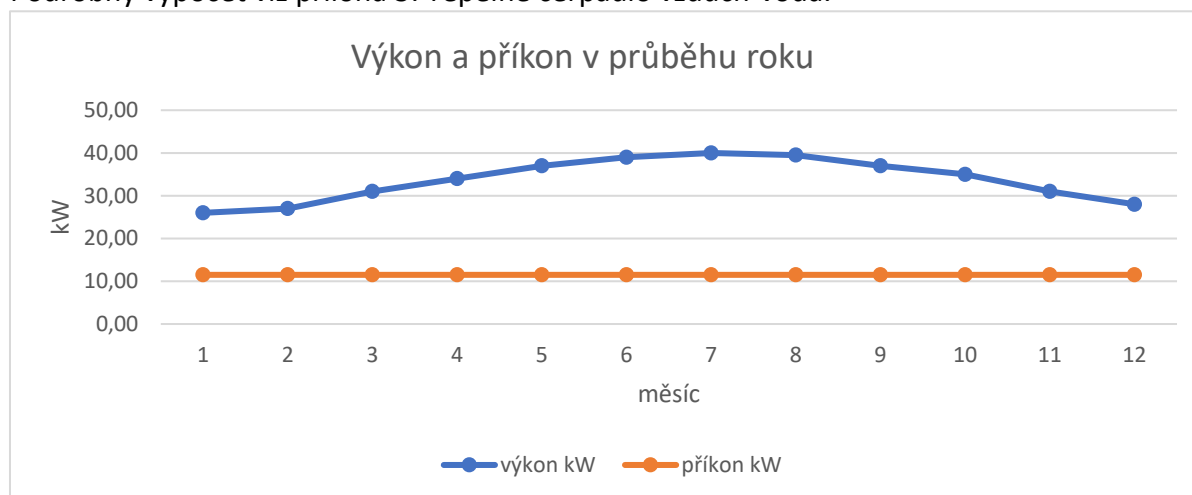
Do pořizovacích nákladů bylo zahrnuto:

- tepelné čerpadlo Alpha innotec Alira LW310 – 442 900 Kč,
- akumulční nádrž NAD250V1 – 7 200 Kč,
- topná jednotka TPK 210–12/5-7-9 kW – 5 000 Kč,
- pružná připojovací sada – 3 500Kč,
- pojistná sestava – 3 900 Kč,
- přepínací ventil 5/4" – 6 800 Kč,
- přímý vzduchový kanál – 8 900 Kč,
- kanál koleno 90° – 13 000 Kč,
- 2x průchodka zdí – 8 800 Kč,
- sada pro připojení TČ – 3 900 Kč,
- 2x zakončovací rám – 3 600 Kč,
- 2x dešťová drátěná mřížka – 7 800 Kč,
- ostatní náklady – 10 000 Kč.

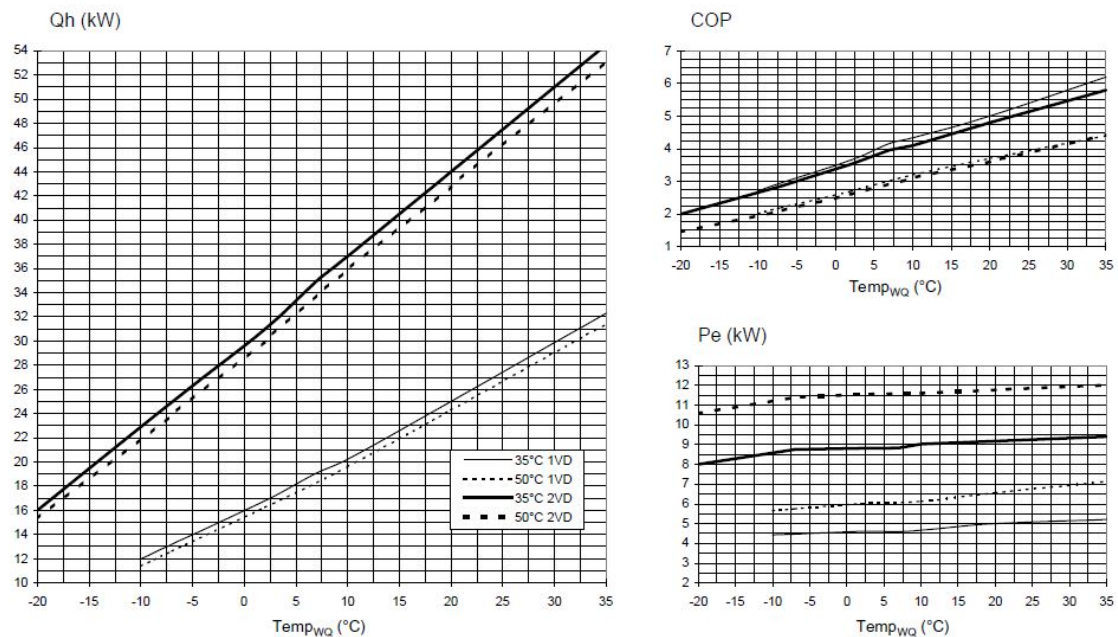
Po zaokrouhlení činí pořizovací náklady **525 000 Kč**.

Opět nebyly zahrnuty náklady, které jsou u všech variant téměř shodné. Například vnitřní rozvody, otopná tělesa, rozdělovač/sběrač se zařízením (cirkulační čerpadla, teploměry, trojcestné ventily...), nepřímotopný ohříváč a další.

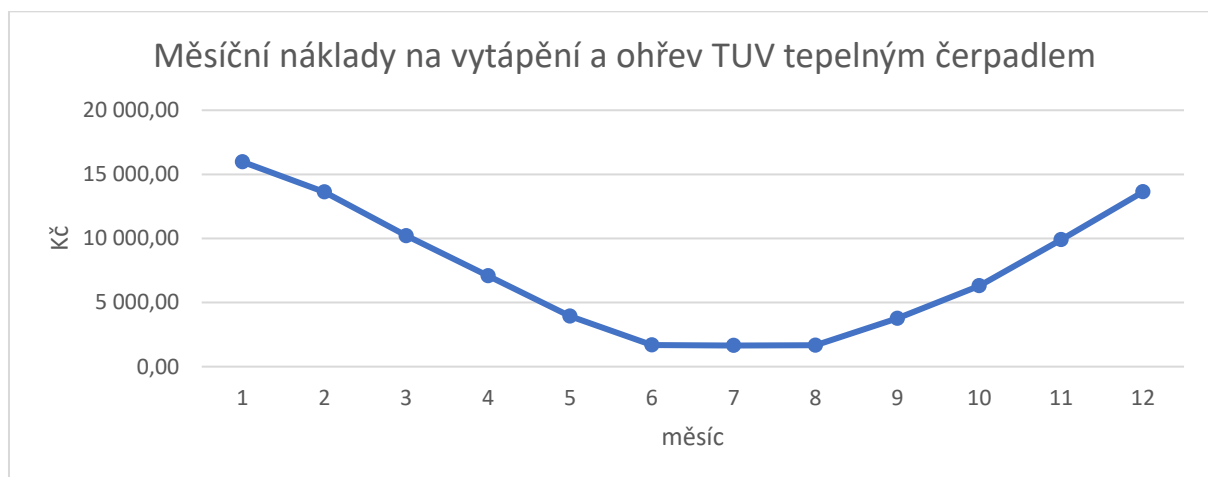
Podrobný výpočet viz příloha 3: Tepelné čerpadlo vzduch-voda.



Graf 3: výkon a příkon tepelného čerpadla Alpha innotec Alira LW310 v průběhu roku



Obrázek 5: normogramy pro tepelné čerpadlo Alpha innotec Alira LW310 [10]



Graf 4:měsíční náklady na vytápění a ohřev TUV tepelným čerpadlem Alpha innotec Alira LW310

3.3 Plynový kondenzační kotel

U plynového kotle bychom mohli narazit na problém s odvodem spalin, ale dimenze původního komínu v kotelně by mohla být dostačující. Kotel navrhuji na 100 % výkonu. Zvolil jsem závěsný kondenzační kotel Vialant VU 356/5-5, který má výkon regulovatelný v rozmezí 6–35 kW. Ke kotli je potřeba přivést venkovní vzduch a zajistit odvod spalin komínem nad střechu, a proto bude použito koaxiální odkouření. Podle tabulek výrobce je potřebná dimenze koaxiálního systému pro odvod/přívod vzduchu \varnothing 80/125 mm (viz obrázek 6) a maximální délka kouřovodu je 23 m s třemi koleny. V daném případě je potřebná délka kouřovodu 17,5 m, což vyhovuje. Současný komínový průduch má hranatý průřez o rozměru 150x150 mm. I přes jeho nerovnosti by neměl být problém s vyložkováním potrubím o průměru 125 mm. Ke kotli jsem navrhl termohydraulický rozdělovač Junkers HW 50 [12], který sice nepatrně sníží výkon systému, ale zajistí hydraulické oddělení primárního a sekundárního okruhu. Kotel je vhodné provozovat při teplotním spádu 20 K a radiátory se dnes navrhují spíše pro teplotní spád 10 K. Termohydraulický rozdělovač zajistí dostatečný hmotnostní průtok pro naši

soustavu, na kterou není dimenzováno cirkulační čerpadlo v kotli. Zároveň může sloužit jako odkalovač sekundárního okruhu a obsahuje i odzdušňovací ventil. Roční náklady jsem počítal stejným postupem jako u tepelného čerpadla, aby bylo vše přehledné a bylo možné porovnávat jednotlivé varianty. Podle denostupňů a potřeby tepla v jednotlivých měsících jsem určil potřebný čas provozu kotle při výkonu 31 kW. Po vynásobení času provozu spotřebou plynu za hodinu jsem dostal celkovou spotřebu plynu v m³ a následně náklady na vytápění. Spotřebu plynu jsem dopočítal podle účinnosti kotle a roční spotřeby plynu. Náklady na vytápění a ohřev TUV jsou zobrazeny v grafu (viz graf 5). Celkové roční náklady na vytápění a ohřev TUV plynovým kondenzačním kotlem jsou 130 000 Kč a po započtení nákladů na údržbu a spotřebu el. energie vyjde po zaokrouhlení celková cena za rok **134 000 Kč**.

Do pořizovacích nákladů bylo zahrnuto:

- vyložkování komínu – 39 600 Kč,
- kotel Vialant VU 356/5-5 – 51 500 Kč,
- termohydraulický rozdělovač Junkers HW 50 – 9 500 Kč,
- ostatní náklady – 15 000 Kč.

Po zaokrouhlení činí pořizovací náklady **116 000 Kč**.

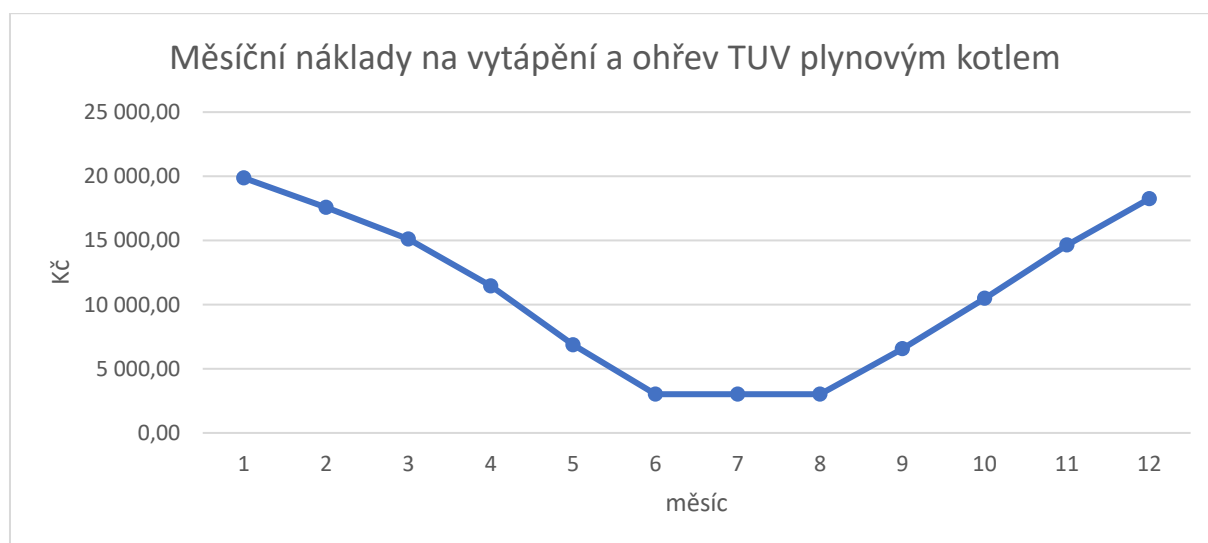
Opět nebyly zahrnuty náklady, které jsou u všech variant téměř shodné. Například vnitřní rozvody, otopná tělesa, rozdělovač/sběrač se zařízením (cirkulační čerpadla, teploměry, trojcestné ventily...), nepřímotopný ohříváč a další.

Podrobný výpočet viz příloha 4: Plynový kondenzační kotel.

Koaxiální systém Ø 80/125 mm

Typ odkouření		VU 146/5-5	VU 146/5-3 A VUW 236/5-3 A VU 206/5-5 VUW 246/5-5	VU 246/5-3 A VUW 286/5-3 A VU 256/5-5 VUW 306/5-5	VU 306/5-5 VUW 346/5-5	VU 356/5-5
Svislé odkouření	Max. povolená délka L	11,0 + 3 kolena 87°	23,0 + 3 kolena 87°	28,0 + 3 kolena 87°	23,0 + 3 kolena 87°	23,0 + 3 kolena 87°
Vodorovné odkouření	Max. povolená délka L	11,0 + 3 kolena 87°	23,0 + 3 kolena 87°	28,0 + 3 kolena 87°	23,0 + 3 kolena 87°	23,0 + 3 kolena 87°
Každé 87° koleno snižuje max. délku o 2,5 m Každé 45° koleno snižuje max. délku o 1,0 m						

Obrázek 6: Podklad pro návrh přívodu vzduchu a odvodu spalin pro Vialant VU 356/5-5 [11]



Graf 5: měsíční náklady na vytápění a ohřev TUV plynovým kotlem Vialant VU 356/5-5

3.4 Rekonstrukce stávající výměňkové stanice

Posledním uvažovaným řešením je rekonstrukce výměňkové stanice. Pro tuto variantu není na trhu mnoho výrobků a většinou jsou výměňky zpracovávány na míru daného projektu. Jediná kompletní předávací stanice, ke které jsem našel dostatečné podklady, je předávací stanice od firmy Danfos. Do výpočtů tedy zahrnu předávací stanici Danfos Akva Lux II VX HWP [13]. Kvůli možnosti porovnání jsem při výpočtu ročních nákladů postupoval stejně jako u předchozích tří variant a uvažoval jsem výkon stanice 31 kW. Opět jsem vypočítal teoretický čas provozu stanice a celkové teplo dodané do této stanice teplovodem z teplárny. Jelikož se jedná o současný systém vytápění objektu, je známa cena za dodaný GJ, a to 680 Kč/GJ. Dopočítal jsem náklady v jednotlivých měsících a celkové roční náklady. Náklady na vytápění a ohřev TUV jsou zobrazeny v grafu (viz graf 6). Celkové roční náklady na vytápění a ohřev TUV v předávací stanici jsou 195 000 Kč a po započtení nákladů na údržbu a spotřebu el. energie vyjde po zaokrouhlení celková cena za rok **198 000 Kč**.

Do pořizovacích nákladů byla zahrnuta:

- předávací stanice Danfos Akva Lux II VX HWP – 96 300 Kč
- ostatní náklady – 5 000 Kč.

Po zaokrouhlení činí celkové pořizovací náklady **101 000 Kč**.

Opět nebyly zahrnuty náklady, které jsou u všech variant téměř shodné.

Podrobný výpočet viz příloha 5: Teplovodní výměňník.



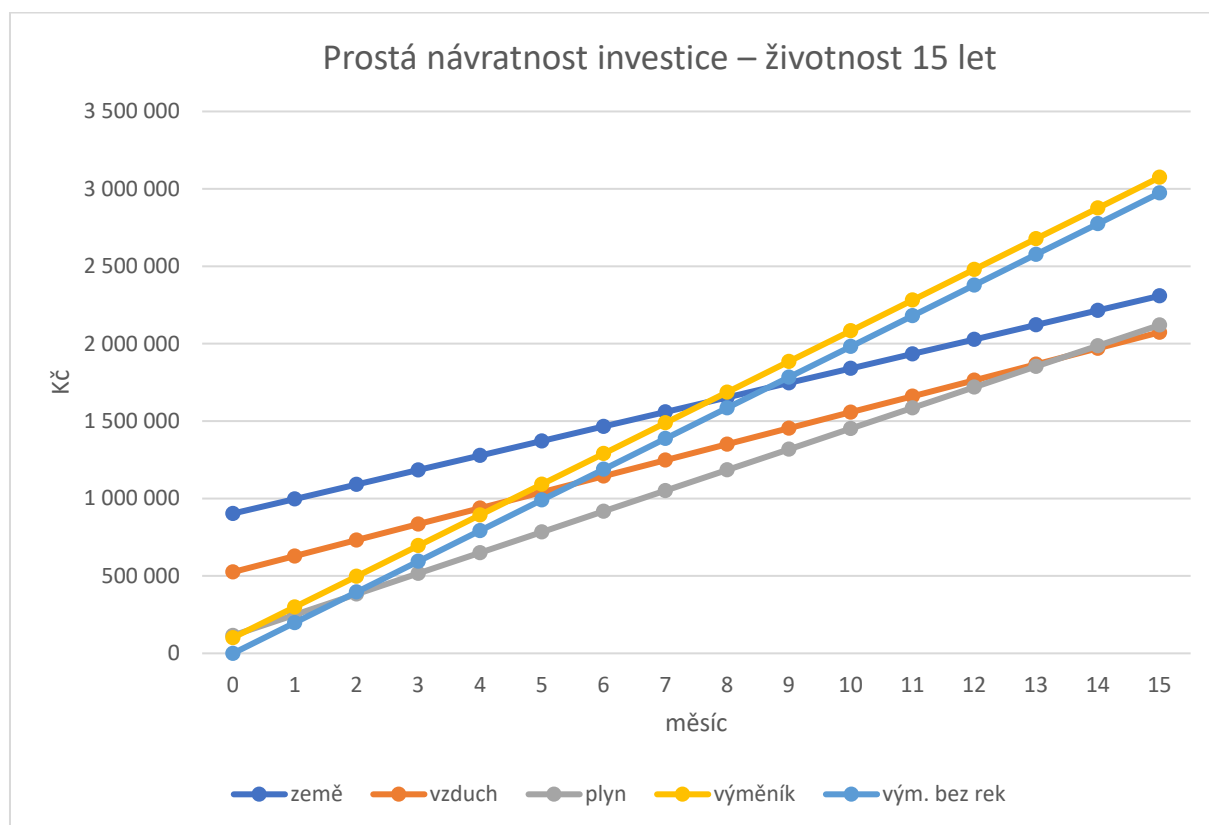
Graf 6: měsíční náklady na vytápění a ohřev TUV v předávací stanici Danfos Akva Lux II VX HWP

3.5 Vyhodnocení variant a výběr zdroje vytápění

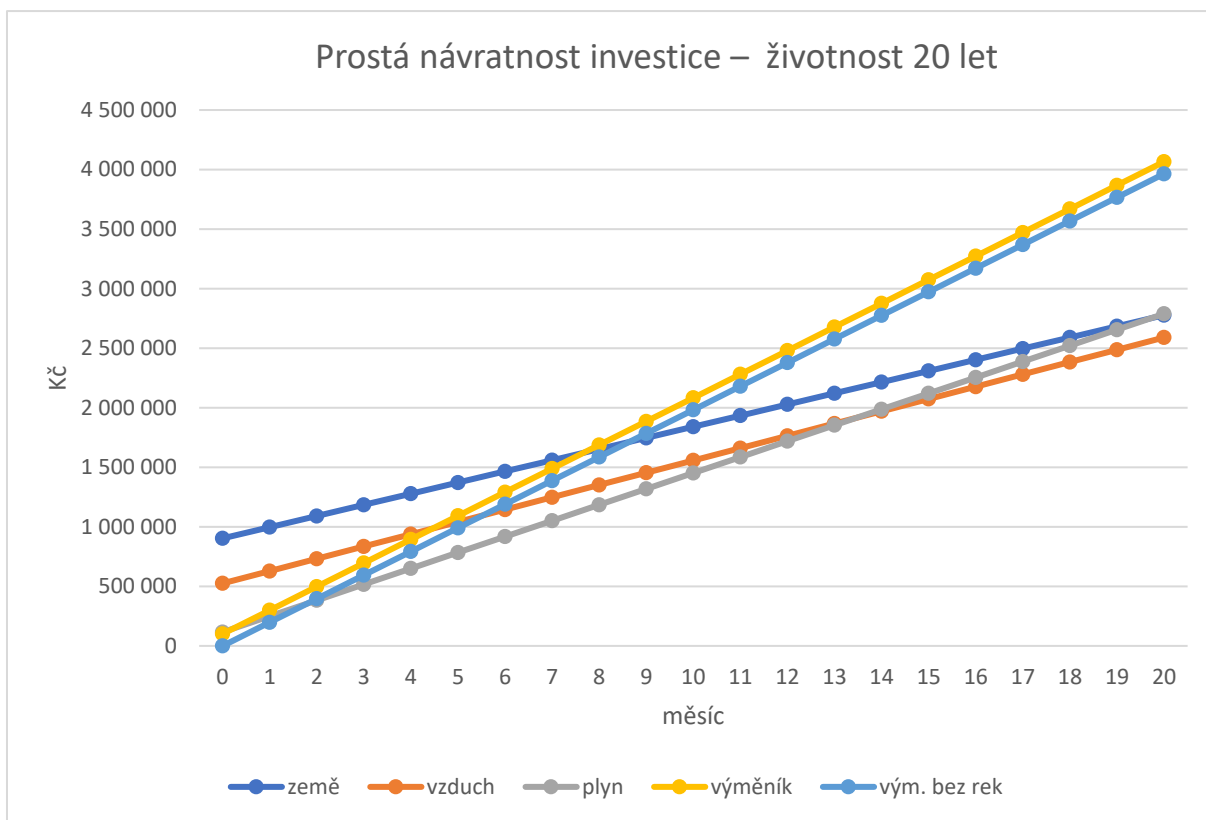
Při vyhodnocení jednotlivých variant jsem uvažoval dobu životnosti 15 let a výrobce většinou poskytuje záruku do deseti let. Pokud porovnám celkové náklady všech variant po 15 letech vyjdou tepelná čerpadla a plynový kotel téměř shodně (viz graf 7). U předávací stanice vyjdou celkové náklady po 15 letech provozu o 50 % vyšší. Země-voda vychází 2 309 000 Kč (12 828 Kč/měsíc), vzduch-voda vychází 2 060 000 Kč (11 441 Kč/měsíc), plynový kotel vychází 2 121 000 Kč (11 781 Kč/měsíc) a předávací stanice vychází 3 075 000 Kč (17 081 Kč/měsíc) (viz graf 7). Do porovnání jsem přidal ještě variantu, kde by byl výměňník bez počáteční investice (aktuální stav). Vzhledem k velmi vysokým pořizovacím nákladům na tepelná čerpadla a

vysokým servisním nákladům při případné poruše tepelného čerpadla jsem jako nevhodnější variantu zvolil plynový kondenzační kotel, který zahrnuje i minimální stavební úpravy objektu. Pokud bychom uvažovali životnost 20 let a vzali v úvahu ekologii provozu, dalo by se také uvažovat o tepelném čerpadle vzduch-voda, kde by byly celkové náklady po 20 letech 2 571 000 Kč (10 712 Kč/měsíc) a u plynového kotle by byly 2 789 000 Kč (11 620 Kč/měsíc) (viz graf 8). Jenže kvůli nejistotě, zda tepelné čerpadlo bude v provozu 20 let bez většího servisního zásahu, a vysokým pořizovacím nákladům jsem s touto variantou nepočítal. Srovnání celkových nákladů při životnosti 15 a 20 let je na následujících grafech (viz grafy 7 a 8). Návratnost investice do plynového kotle je, oproti stávajícímu stavu, pouze dva roky, a proto bych s případnou rekonstrukcí začal co nejdříve. Bude zrušena stávající přípojka CZT (viz příloha 8: výkres D2).

Podrobný výpočet viz příloha 6: Vyhodnocení variant pro zdroj tepla.



Graf 7: prostá návratnost investice – životnost 15 let



Graf 8: prostá návratnost investice – životnost 20 let

4 NOVÁ OTOPNÁ SOUSTAVA

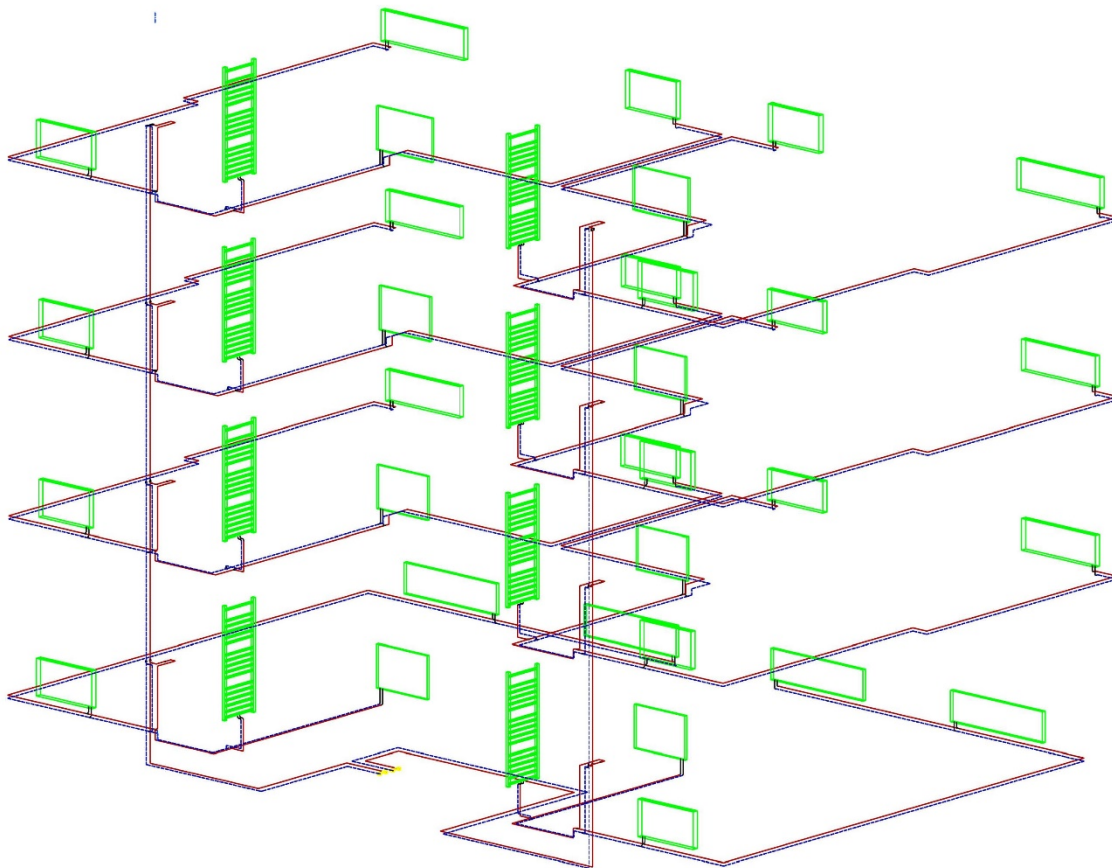
4.1 Popis otopné soustavy

Pro centrální vytápění byla zvolena vertikální dvoutrubková soustava se spodním ležatým rozvodem. Soustava rozvádí otopnou vodu stoupacími potrubími od zdroje tepla umístěného v suterénu objektu k otopným tělesům do jednotlivých bytů. V přízemí je potrubí vedeno pod stropem a vertikálně vede v instalační šachtě. Nové rozvody jsou řešeny s ohledem na nejmenší možný stavební zásah v bytech, proto jsou vedeny ve většině místností po zdech těsně nad podlahou. Ve vstupní chodbě je potrubí vedeno v podlaze, protože trasa po zdech není možná kvůli množství dveřních otvorů a trasa pod stropem by nebyla estetická ani praktická. V koupelně je potrubí také vedeno v podlaze, protože se zde počítá s větším rozsahem stavebních prací – bude nutné vybourat přední stěnu instalační šachty a zavést nové stoupací potrubí pro vytápění. Při této příležitosti bude vyměněno stávající ocelové dvoutrubkové vodovodní potrubí za plastové izolované potrubí s cirkulací teplé vody a zároveň proběhne výměna stávající litinové kanalizace. (Viz příloha 7: výkres D1.)

Pro rozvody vytápění jsou použity plastové trubky RAUTITAN, které budou v instalační šachtě a v suterénu obaleny tepelnou izolací.

Soustava je odzdušněna na jednotlivých otopných tělesech, v nejvyšším místě stoupacího potrubí a v kotelně pomocí odzdušňovacích ventilů a vypouštěna pomocí vypouštěcích kohoutů, jež jsou umístěny před stoupačkami a na začátku každé větve vedoucí od rozdělovače. Vypouštěcí ventil je umístěn i přímo na rozdělovači. Ležatý rozvod v suterénu je vyspádován směrem k rozdělovači.

Výpočty a výkresová dokumentace je samostatnou přílohou bakalářské práce.



Obrázek 7: model otopné soustavy

4.2 Otopné plochy

V závislosti na výpočtu tepelných ztrát dle ČSN EN 12831 [1] byla navržena otopná tělesa od společnosti Korado. V kuchyni, obývacím pokoji, ložnici a na chodbě jsou umístěna desková otopná tělesa Radik VK a Radik VKL. V koupelně je trubkové otopné těleso Koralux. Otopná tělesa jsou osazena 50 mm ode zdi.

4.3 Náklady na vytápění

Roční potřeba tepla na vytápění je 67,5 MWh a ohřev TUV je 26,1 MWh. Celková potřeba tepla je 90,23 MWh/rok, což je 324,83 GJ/rok. Celkové roční náklady na vytápění a ohřev TUV plynovým kondenzačním kotlem jsou 130 000 Kč. Po započtení nákladů na údržbu a spotřebu el. energie a zaokrouhlení vyjde celková cena za rok 134 000 Kč. Náklady na jednu bytovou jednotku za měsíc tedy činí 1396 Kč.

4.4 Armatury, regulace, měření

Soustava je regulována u jednotlivých těles a na přívodu do bytu. Každé otopné těleso je osazeno termostatickou hlavicí. Na všech deskových tělesech Radik je osazen ventil kompaktní a před trubkovými tělesy je umístěn ventil Multilux. Regulační ventil Danfoss MSV-B se nachází v každém patře před kalorimetrem. Měření spotřeby bude provedeno kalorimetrem umístěným v instalační šachtě na každé odbočce ze stoupačky do bytu. Každá větev u rozdělovače obsahuje trojcestný ventil, cirkulační čerpadlo, teploměr, tlakoměr a dva uzavírací ventily – spodní je s vypouštěním.

5 ZÁVĚR

Jako zdroj tepla pro tento objekt byl vybrán plynový kotel. Tato varianta je nejvhodnější z ekonomického hlediska i z pohledu majitelů bytů. Plánovaná životnost navrženého zdroje tepla je patnáct let a celkové náklady za tuto dobu by měly činit 2 121 000 Kč (11 781 Kč/měsíc). Pro výpočet tepelných ztrát, hydraulický návrh a vyregulování soustavy byl použit výpočetní software RAUCAD TechCON.

6 SEZNAM OBRÁZKŮ

OBRÁZEK 1: PŮDORYS SUTERÉNU – PŮVODNÍ DOKUMENTACE	7
OBRÁZEK 2: PŮDORYS TYPICKÉHO PODLAŽÍ – PŮVODNÍ DOKUMENTACE.....	8
OBRÁZEK 3: SCHÉMA JEDNOTLIVÝCH STOUPAČEK – PŮVODNÍ DOKUMENTACE	8
OBRÁZEK 4: NORMOGRAMY PRO TEPELNÉ ČERPADLO ALPHA INNOTEK SW 302H3 [9]	11
OBRÁZEK 5: NORMOGRAMY PRO TEPELNÉ ČERPADLO ALPHA INNOTEK ALIRA LW310 [10].....	13
OBRÁZEK 6: PODKLAD PRO NÁVRH PŘÍVODU VZDUCHU A ODVODU SPALIN PRO VIALANT VU 356/5-5 [11]	14
OBRÁZEK 7: MODEL OTOPNÉ SOUSTAVY.....	18

7 SEZNAM GRAFŮ

GRAF 1: POTŘEBA TEPLA V PRŮBĚHU ROKU	9
GRAF 2: MĚSÍČNÍ NÁKLADY NA VYTÁPĚNÍ A OHŘEV TUV TEPELNÝM ČERPADLEM ALPHA INNOTEK SW 302H3.....	11
GRAF 3: VÝKON A PŘÍKON TEPELNÉHO ČERPADLA ALPHA INNOTEK ALIRA LW310 V PRŮBĚHU ROKU	12
GRAF 4:MĚSÍČNÍ NÁKLADY NA VYTÁPĚNÍ A OHŘEV TUV TEPELNÝM ČERPADLEM ALPHA INNOTEK ALIRA LW310.....	13
GRAF 5: MĚSÍČNÍ NÁKLADY NA VYTÁPĚNÍ A OHŘEV TUV PLYNOVÝM KOTLEM VIALANT VU 356/5-5	14
GRAF 6: MĚSÍČNÍ NÁKLADY NA VYTÁPĚNÍ A OHŘEV TUV V PŘEDÁVACÍ STANICI DANFOS AKVA LUX II VX HWP.....	15
GRAF 7: PROSTÁ NÁVRATNOST INVESTICE – ŽIVOTNOST 15 LET.....	16
GRAF 8: PROSTÁ NÁVRATNOST INVESTICE – ŽIVOTNOST 20 LET.....	17

8 ZDROJE

- [1] ČSN EN 12 831 *Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu*. ICS: 91.140.10. 2. vyd. Praha: ÚNMZ, březen 2005.
- [2] ČSN 730540-2 *Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky*. ICS: 91.120.10. 2. vyd. Praha: ÚNMZ, listopad 2011.
- [3] Ing. Zdeněk Reinberk, Ing. Ladislav Tintěra. Výpočet denostupňů. *TZB-info* [online]. Topinfo s. r. o. [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/103-vypocet-denostupnu>
- [4] *TZB-info* [online]. Topinfo s. r. o. [cit. 2016-03-10]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/140-prostup-tepla-vicvrstvou-konstrukci-a-prubeh-teplot-v-konstrukci>
- [5] Ing. Tomáš Matuška, Ph.D., Ing. Jan Schwarzer, Ing. Bořivoj Šourek. Tepelná čerpadla - teorie a schémata (I). In: *TZB-info* [online]. Topinfo s. r. o., 2005. [cit. 2018-05-18]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla/2820-tepelna-cerpadla-teorie-a-schemata-i>
- [6] Ing. Tomáš Matuška, Ph.D., Ing. Jan Schwarzer, Ing. Bořivoj Šourek. Tepelná čerpadla - teorie a schémata (III). In: *TZB-info* [online]. Topinfo s. r. o., 2005. [cit. 2018-05-18]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla/2859-tepelna-cerpadla-teorie-a-schemata-iii>
- [7] Ing. Tomáš Matuška, Ph.D., Ing. Jan Schwarzer, Ing. Bořivoj Šourek. Tepelná čerpadla - teorie a schémata (IV). In: *TZB-info* [online]. Topinfo s. r. o., 2005. [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla/2932-tepelna-cerpadla-teorie-a-schemata-iv>
- [8] Milan Trs. Dimenzování hlubinných vrtů pro tepelná čerpadla. In: *gerotop* [online]. GEROTop spol. s.r.o., 2019. [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: <https://www.gerotop.cz/dimenzovani-hlubinnych-vrtu>
- [9] Betriebsanleitung SW 232H3 - SW 302H3. In: *alpha-innotect* [online]. ait-deutschland GmbH, 2018. [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: https://www.alpha-innotec.ch/fileadmin/content/documents/deutsch/05%20Sole-Wasser%20%28SW%2C%20SWC%2C%20WZS%29/05%20Betriebsanleitungen/83057800_DE_SW232H3-302H3.pdf
- [10] Betriebsanleitung LW140(I)- LW310(L). In: *alpha-innotect* [online]. ait-deutschland GmbH, 2018. [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: https://www.alpha-innotec.ch/fileadmin/content/documents/deutsch/02%20Luft-Wasser%20Innen/05%20Betriebsanleitungen/83054400_DE_LW_140-310.pdf
- [11] Projekční podklady KL 01-Z1 verze 03 VU a VUW xx6/5-3 A ecoTEC pro, VU A VUW xx6/5-5 ecoTEC plus. In: *Vaillant* [online]. Vaillant GmbH, 2019. [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: <https://www.vaillant.cz/downloads/projek-n-podklady/pp-kl-01-z1-ver03-vu-vuw-ecotec-pro-plus-1322333.pdf>
- [12] HW 50. In: *Junkers* [online]. Bosch Termotechnika s.r.o., 2019. [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: https://junkers-cz.resource.bosch.com/media/ttcz/dokumentace/instalacni-manualy/hw50_6720604811_cz.pdf
- [13] DSA WALL - stanice pro topení a ohřev teplé vody. In: *Danfoss* [online]. Danfoss spol. s.r.o., 201. [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: <https://assets.danfoss.com/documents/DOC154586460526/DOC154586460526.PDF>

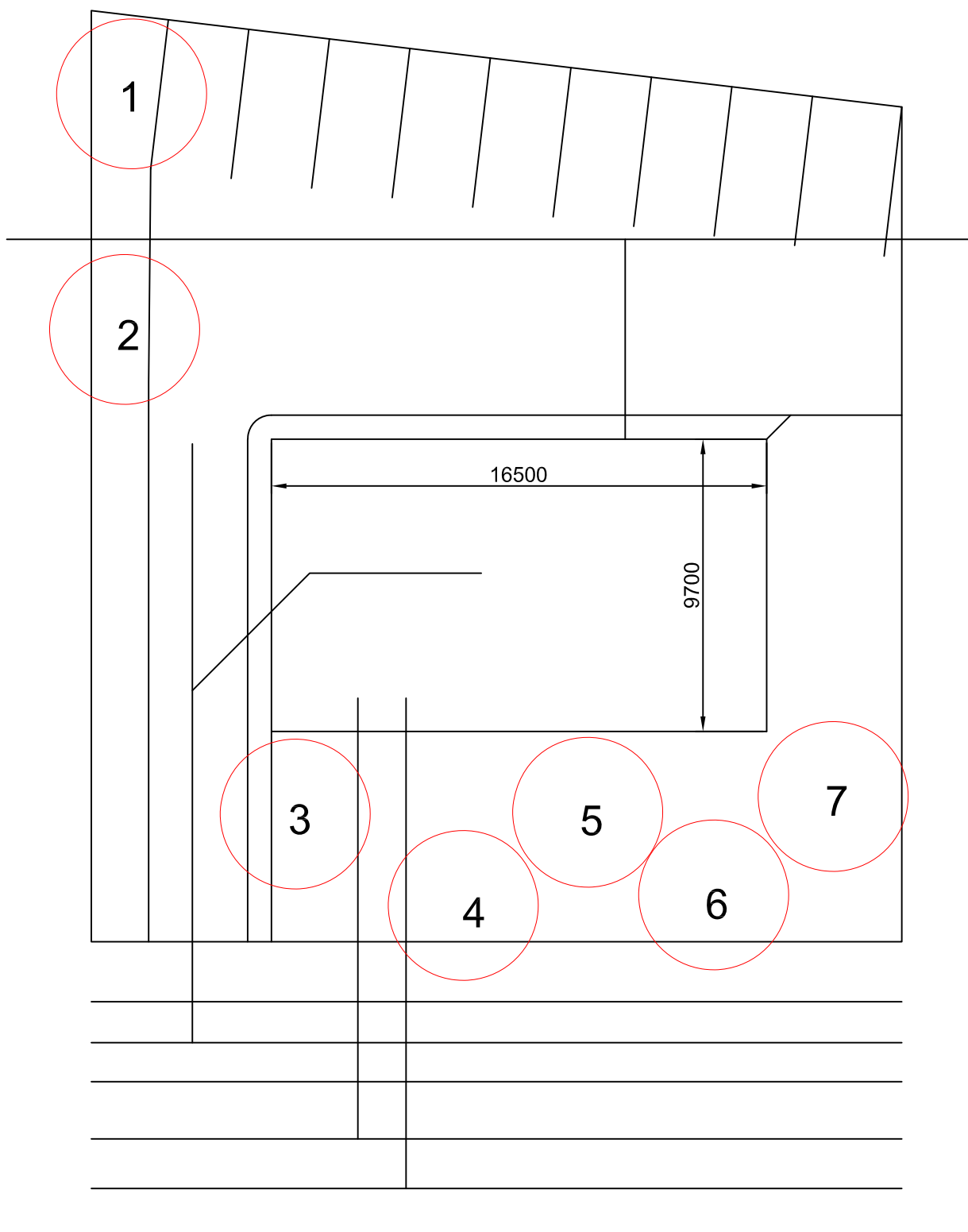
9 PŘÍLOHY

- 1) Schéma vrtů pro tepelné čerpadlo země-voda
- 2) Tepelné čerpadlo země-voda – podrobný výpočet
- 3) Tepelné čerpadlo vzduch-voda – podrobný výpočet
- 4) Plynový kondenzační kotel – podrobný výpočet
- 5) Teplovodní výměník – podrobný výpočet
- 6) Vyhodnocení variant pro zdroj tepla
- 7) Výkres D1: detail instalační šachty M 1:20
- 8) Výkres D2: situace M 1:200

Příloha 1:

SCHÉMA VRTŮ PRO TEPELNÉ ČERPADLO ZEMĚ-VODA

M 1:200



Příloha 2

Tepelné čerpadlo země-voda

měsíc	dny	teplota °C	denostupně	vytápění MWh	TUV MWh	potřebné t MWh	výkon TČ kW	příkon TČ kW	Příkon ost. kW	příkon celk. kW	doba provozu h	doba provozu h/den	spotřeba MWh	cena Kč	
1	31	-3	713	11,54	2,18	13,71	27	9	0,2	9,2	507,82	16,38	4,67	12 147,04	
2	28	-2	616	9,97	2,18	12,14	27	9	0,2	9,2	449,69	16,06	4,14	10 756,64	
3	31	3,5	511,5	8,28	2,18	10,45	27	9	0,2	9,2	387,07	12,49	3,56	9 258,74	
4	30	8,1	357	5,78	2,18	7,95	27	9	0,2	9,2	294,49	9,82	2,71	7 044,13	
5	22	12,6	162,8	2,63	2,18	4,81	27	9	0,2	9,2	178,11	7,03	1,64	4 260,47	
6	30	15,3	0	0,00	2,18	2,18	27	9	0,2	9,2	80,56	2,69	0,74	1 926,89	
7	31	16,8	0	0,00	2,18	2,18	27	9	0,2	9,2	80,56	2,60	0,74	1 926,89	
8	31	16,1	0	0,00	2,18	2,18	27	9	0,2	9,2	80,56	2,60	0,74	1 926,89	
9	20	12,5	150	2,43	2,18	4,60	27	9	0,2	9,2	170,44	7,09	1,57	4 076,99	
10	31	9,8	316,2	5,12	2,18	7,29	27	9	0,2	9,2	270,04	8,71	2,48	6 459,30	
11	30	3,6	492	7,96	2,18	10,14	27	9	0,2	9,2	375,39	12,51	3,45	8 979,22	
12	31	-0,8	644,8	10,43	2,18	12,61	27	9	0,2	9,2	466,95	15,06	4,30	11 169,46	
				3 963,3	64,13	26,10	90,23					3 341,67		30,74	79 932,67

údržba	-	5 000,00
biv. Zdroj	3,38	8 775,00
celkem	34,12	93 707,67

Potřeba tepla na vytápění	67,5	MWh/rok
TUV	26,10	MWh/rok
vytápění TČ 95%	64,13	MWh/rok
Vytápění bivalentní zdroj 5%	3,38	MWh/rok
cena /kwh	2,60	kč
ostatní	0,20	kW

Počáteční Investice	
čerpadlo SW302H3	305900
Akumulační nádrž NAD250V1	7200
Topná jednotka	4000
Chladicí kapalina	20000
Pojistná sestava	4000
Hlídač tlaku	2200
rozdělovač	40000
Vrty	490000
ostatní	30000
	903300

Výpočet vrtů	
vydatnost vrtů	60 w/m
potřebná délka	450 m
počet při délce 70m	7 ks
celková délka	490 m
cena za 1m	1000 Kč

Příloha 3

Tepelné čerpadlo vzduch-voda

měsíc	dny	teplota	denostupně	vytápění	TUV	potřebné teplo	výkon	příkon	Příkon ostatní	příkon celk.	doba provozu	doba provozu	spotřeba	cena
		°C		MWh	MWh	MWh	kW	kW	kW	kW	h	h/den	MWh	Kč
1	31	-3	713	11,54	2,18	13,71	26,00	11,50	0,15	11,65	527,35	17,01	6,14	15 973,46
2	28	-2	616	9,97	2,18	12,14	27,00	11,50	0,15	11,65	449,69	16,06	5,24	13 621,18
3	31	3,5	511,5	8,28	2,18	10,45	31,00	11,50	0,15	11,65	337,13	10,88	3,93	10 211,56
4	30	8,1	357	5,78	2,18	7,95	34,00	11,50	0,15	11,65	233,86	7,80	2,72	7 083,54
5	22	12,6	162,8	2,63	2,18	4,81	37,00	11,50	0,15	11,65	129,97	5,13	1,51	3 936,93
6	30	15,3	0	0,00	2,18	2,18	39,00	11,50	0,15	11,65	55,77	1,86	0,65	1 689,25
7	31	16,8	0	0,00	2,18	2,18	40,00	11,50	0,15	11,65	54,38	1,75	0,63	1 647,02
8	31	16,1	0	0,00	2,18	2,18	39,50	11,50	0,15	11,65	55,06	1,78	0,64	1 667,87
9	20	12,5	150	2,43	2,18	4,60	37,00	11,50	0,15	11,65	124,38	5,18	1,45	3 767,38
10	31	9,8	316,2	5,12	2,18	7,29	35,00	11,50	0,15	11,65	208,31	6,72	2,43	6 309,86
11	30	3,6	492	7,96	2,18	10,14	31,00	11,50	0,15	11,65	326,95	10,90	3,81	9 903,28
12	31	-0,8	644,8	10,43	2,18	12,61	28,00	11,50	0,15	11,65	450,27	14,52	5,25	13 638,80
				3 963,30	64,13	26,10	90,23	Počáteční investice			2 953,12	99,58	34,40	89 450,12

Potřeba tepla na vytápění	67,5	MWh/rok
TUV	26,10	MWh/rok
vytápění TČ 95%	64,13	MWh/rok
Vytápění bivalentní zdroj 5%	3,38	MWh/rok
cena /kwh	2,60	kč
ostatní	0,15	kW

Čerpadlo Alira LW310	442 900	
Pružná přípojovací sada	3 490	
Pojistná sestava	3 900	
Přepínací ventil 5/4"	6 790	
Přímý kanál	8 890	
Kanál koleno 90°	12 990	
Průchodka zdí 2x	8 800	
Sada pro připojení na TČ	3 900	
Zakončovací rám 2x	3 640	
Dešťová drátěná mřížka 2x	7 800	
akumulační nádrž NAD250V1	7 200	
Topná jednotka TPK 210-12/5-7-9 kW	5 000	
ostatní náklady	10 000	
	525 300	
biv. Zdroj	3,38	8 775,00
údržba	-	5 000,00
celkem	39,09	103 225,12

Příloha 4

Plynový kondenzační kotel

měsíc	dny	teplota °C	denostupně	vytápění MWh	TUV MWh	potřebné t MWh	výkon kW	příkon kW	doba provozu h	doba provozu h/den	spotřeba el. MWh	cena el kč	plyn m3	cena plyn Kč
1	31	-3	713	12,14	2,18	14,32	31,00	0,10	461,88	14,90	0,05	120,09	1 616,58	19 867,78
2	28	-2	616	10,49	2,18	12,67	31,00	0,10	408,59	14,59	0,04	106,23	1 430,06	17 575,45
3	31	3,5	511,5	8,71	2,18	10,89	31,00	0,10	351,18	11,33	0,04	91,31	1 229,12	15 105,88
4	30	8,1	357	6,08	2,18	8,26	31,00	0,10	266,30	8,88	0,03	69,24	932,03	11 454,70
5	22	12,6	162,8	2,77	2,18	4,95	31,00	0,10	159,60	6,33	0,02	41,50	558,61	6 865,32
6	30	15,3	0	0,00	2,18	2,18	31,00	0,10	70,16	2,34	0,01	18,24	245,56	3 017,99
7	31	16,8	0	0,00	2,18	2,18	31,00	0,10	70,16	2,26	0,01	18,24	245,56	3 017,99
8	31	16,1	0	0,00	2,18	2,18	31,00	0,10	70,16	2,26	0,01	18,24	245,56	3 017,99
9	20	12,5	150	2,55	2,18	4,73	31,00	0,10	152,57	6,38	0,02	39,67	534,00	6 562,83
10	31	9,8	316,2	5,39	2,18	7,56	31,00	0,10	243,88	7,87	0,02	63,41	853,58	10 490,51
11	30	3,6	492	8,38	2,18	10,55	31,00	0,10	340,46	11,35	0,03	88,52	1 191,62	14 645,05
12	31	-0,8	644,8	10,98	2,18	13,16	31,00	0,10	424,41	13,69	0,04	110,35	1 485,44	18 256,06
			3963,3	67,5	26,1	93,6			3 019,35	102,18	0,30	785,03	10 567,74	129 877,55
													údržba	3 000,00
													celkem	133 662,58

TUV	26,1	MWh/rok
vytápění	67,5	MWh/rok
cena /kwh	2,6	kč
cena plynu /m3	12,29	kč
spotřeba plynu	3,5	m3/h
ostatní	0,10	kW

Počáteční investice	
Kotel Vialant VU 356/5-5, 6-35 kw	51500
vyvložkování komínu 2200/m 18m	39600
ostatní	15000
Termohydraulický rozdělovač Junkers HW 50	9500
	115600

Příloha 5

Teplovodní výměník

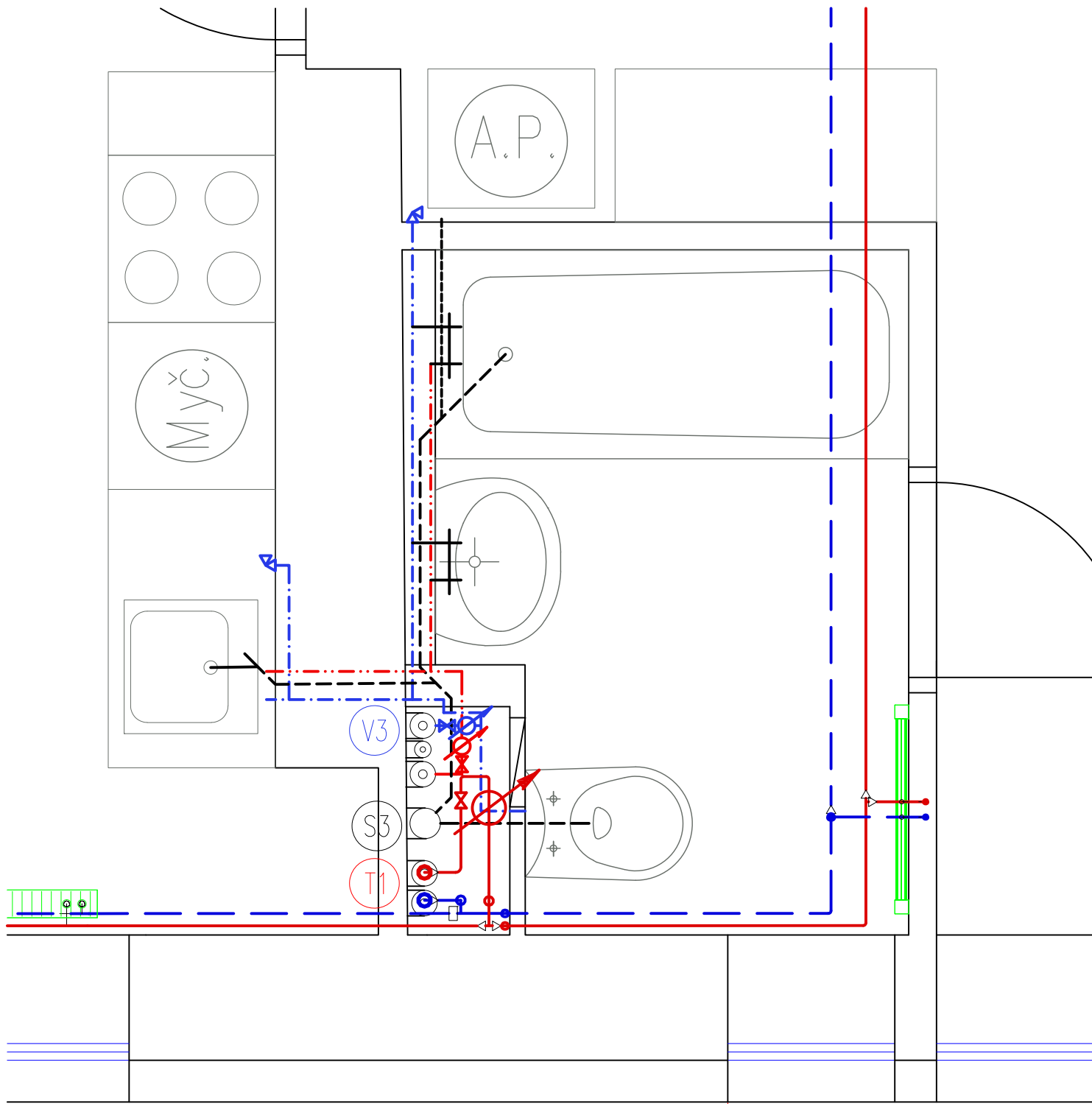
měsíc	dny	teplota °C	denostupně	vytápění MWh	TUV MWh	potřebné teplo MWh	výkon kW	příkon kW	doba provozu h	doba provozu h/den	spotřeba el. MWh	cena el. kč	teplo dodané GJ	cena za teplo Kč
1	31	-3	713	12,14	2,18	14,32	31,00	0,10	461,88	14,90	0,05	120,09	51,55	29 896,59
2	28	-2	616	10,49	2,18	12,67	31,00	0,10	408,59	14,59	0,04	106,23	45,60	26 447,15
3	31	3,5	511,5	8,71	2,18	10,89	31,00	0,10	351,18	11,33	0,04	91,31	39,19	22 730,99
4	30	8,1	357	6,08	2,18	8,26	31,00	0,10	266,30	8,88	0,03	69,24	29,72	17 236,78
5	22	12,6	162,8	2,77	2,18	4,95	31,00	0,10	159,60	6,33	0,02	41,50	17,81	10 330,78
6	30	15,3	0	0,00	2,18	2,18	31,00	0,10	70,16	2,34	0,01	18,24	7,83	4 541,40
7	31	16,8	0	0,00	2,18	2,18	31,00	0,10	70,16	2,26	0,01	18,24	7,83	4 541,40
8	31	16,1	0	0,00	2,18	2,18	31,00	0,10	70,16	2,26	0,01	18,24	7,83	4 541,40
9	20	12,5	150	2,55	2,18	4,73	31,00	0,10	152,57	6,38	0,02	39,67	17,03	9 875,59
10	31	9,8	316,2	5,39	2,18	7,56	31,00	0,10	243,88	7,87	0,02	63,41	27,22	15 785,88
11	30	3,6	492	8,38	2,18	10,55	31,00	0,10	340,46	11,35	0,03	88,52	38,00	22 037,55
12	31	-0,8	644,8	10,98	2,18	13,16	31,00	0,10	424,41	13,69	0,04	110,35	47,36	27 471,31
			3963,3	67,5	26,1	93,6			3 019,35	102,18	0,30	785,03	336,96	195 436,80
													údržba	2 000,00
													celkem	198 221,83

TUV	26,1	MWh/rok
vytápění	67,5	MWh/rok
cena /kwh	2,6	kč
cena tepla/GJ	580	kč
ostatní	0,10	kW

Investice	
Danfoss Akva Lux II VX HWP	96 300
Ostatní	5000
	101 300

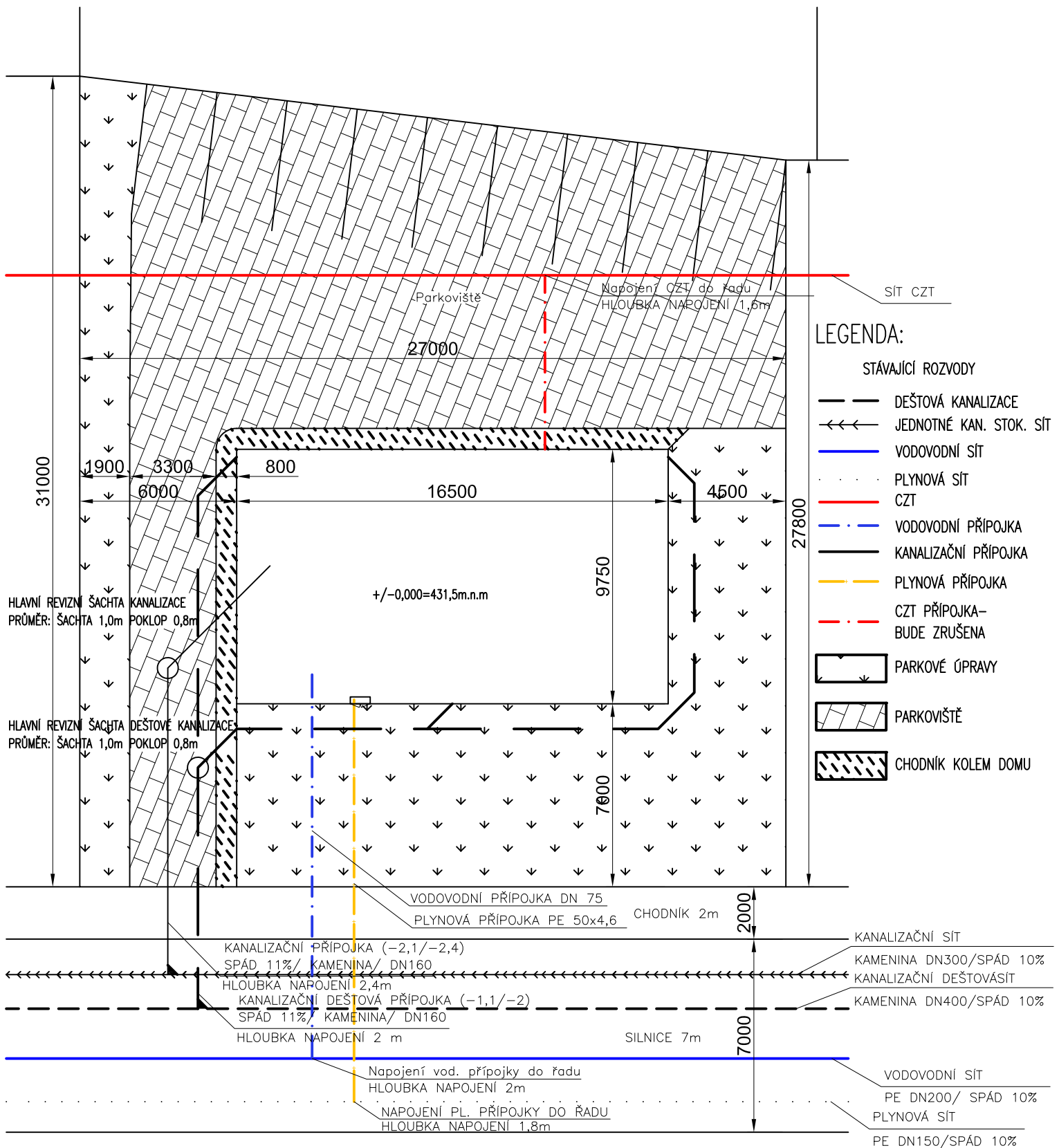
Vyhodnocení variant pro zdroj tepla


	investice	roční náklady			
země	903 300	93 708			
vzduch	525 300	103 225			
plyn	115 600	133 663			
výměník	101 300	198 222			
suma nákladů					
rok	země	vzduch	plyn	výměník	vým. bez rek
0	903 300	525 300	115 600	101 300	0
1	997 008	628 525	249 263	299 522	198 222
2	1 090 715	731 750	382 925	497 744	396 444
3	1 184 423	834 975	516 588	695 965	594 665
4	1 278 131	938 200	650 250	894 187	792 887
5	1 371 838	1 041 426	783 913	1 092 409	991 109
6	1 465 546	1 144 651	917 575	1 290 631	1 189 331
7	1 559 254	1 247 876	1 051 238	1 488 853	1 387 553
8	1 652 961	1 351 101	1 184 901	1 687 075	1 585 775
9	1 746 669	1 454 326	1 318 563	1 885 296	1 783 996
10	1 840 377	1 557 551	1 452 226	2 083 518	1 982 218
11	1 934 084	1 660 776	1 585 888	2 281 740	2 180 440
12	2 027 792	1 764 001	1 719 551	2 479 962	2 378 662
13	2 121 500	1 867 227	1 853 214	2 678 184	2 576 884
14	2 215 207	1 970 452	1 986 876	2 876 406	2 775 106
15	2 308 915	2 073 677	2 120 539	3 074 627	2 973 327
16	2 402 623	2 176 902	2 254 201	3 272 849	3 171 549
17	2 496 330	2 280 127	2 387 864	3 471 071	3 369 771
18	2 590 038	2 383 352	2 521 526	3 669 293	3 567 993
19	2 683 746	2 486 577	2 655 189	3 867 515	3 766 215
20	2 777 453	2 589 802	2 788 852	4 065 737	3 964 437



- - - - - Potrubí-studená voda VODOVOD
 - - - - - Odpadní potrubí
- - - - - Potrubí-teplá voda VODOVOD
 - - - - - Přívodní potrubí 55°C VYTÁPĚNÍ
- - - - - Potrubí-cirkulační VODOVOD
 - - - - - Potrubí zpátečky 45°C VYTÁPĚNÍ

Zpracoval: Jakub Doubrava	Vedoucí cvičení: Ing. Zuzana Veverková, Ph.D.	Školní rok: 2018/2019	Fakulta stavební ČVUT
Bakalářská práce - Katedra technických zařízení budov			
Název úlohy: Rekonstrukce vytápění bytového domu po úpravě obvodového pláště		Datum: 5.2019 Meřítko: 1:20 Číslo výkresu: D1	
Název výkresu: Detail instalační šachty			



Zpracoval: Jakub Doubrava	Vedoucí cvičení: Ing. Zuzana Veverková, Ph.D.	Školní rok: 2018/2019	Fakulta stavební ČVUT 
Bakalářská práce - Katedra technických zařízení budov			
Název úlohy: Rekonstrukce vytápění bytového domu po úpravě obvodového pláště			Datum: 5.2019 Meřítko: 1:200 Číslo výkresu: D2
Název výkresu: SITUACE			