

České vysoké učení technické

v Praze

Fakulta elektrotechnická

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2014

Malý Jan

České vysoké učení technické v Praze  
Fakulta elektrotechnická

Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student: **Malý** Jan

Studijní program: Elektrotechnika, energetika a management  
Obor: Elektrotechnika a management

*Název tématu:*

### **Rekuperace tepla z odpadní vody**

*Pokyny pro vypracování:*

1. Rešerše způsobů rekuperace
2. Výhody a nevýhody typických řešení
3. Odhad investičních a provozních výdajů pro bytový dům
4. Doporučení pro investora

*Seznam odborné literatury:*

1. Kohout P.: Peníze, výnosy a rizika. Praha: Ekopress, 1998.
2. Petrák J., Petrák M.: Tepelná čerpadla. Praha, ČVUT-FSI, 2004.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Miroslav Víték, CSc.

Platnost zadání: do konce letního semestru 2014/2015

Doc. Ing. Jaroslav Knápek, CSc.

vedoucí katedry



Prof. Ing. Pavel Ripka, CSc.

děkan

V Praze dne 10.2.2014

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

v Praze dne



podpis

# Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu bakalářské práce Ing. Miroslavu Vítkovi, CSc. za cenné rady a pomoc při měření.

# Anotace

Tato bakalářská práce se zabývá způsoby rekuperace tepla z odpadní vody a jejich výhodami a nevýhodami. Hlavním cílem této práce je posoudit možnost rekuperace tepla z odpadní vody v bytovém domě v Praze 13 na Lužinách v ulici Zázvorkova č. p. 1995 – 1999. Úkolem práce je odhadnout ekonomickou efektivnost pro bytový dům.

## Summary

This bachelor thesis deals with technological solutions of heat recuperation from waste water and with their advantages and disadvantages. The main aim of this thesis is to assess the possibility of heat recuperation from waste water for a block of flats in Prague 13 – Lužiny in street Zázvorkova 1995 – 1999. The task of this thesis is to assess an economic efficiency for the housing cooperation.

# Obsah

Poděkování.....	IV
Anotace .....	V
Obsah .....	VI
1. Úvod.....	1
2. Rekuperace .....	2
2.1. Rekuperace tepla.....	2
2.2. Rekuperace tepla z odpadní vody .....	2
2.3 Odběr tepelné energie v budově .....	3
2.3.1. Lokální systémy .....	3
2.3.2. Centrální systémy .....	4
3. Tepelné výměníky.....	5
3.1. Výměníky vložené do kanalizačního potrubí.....	5
3.2. Výměníky integrované do betonové stěny kanalizačního potrubí.....	6
3.3. Předizolované tepelné výměníky s integrovanými ocelovými výměníky.....	7
3.4. Externí dvoutrubkové výměníky .....	7
4. Tepelná čerpadla .....	9
4.1 Definice tepelného čerpadla .....	9
4.2 Pracovní látka v tepelném čerpadle .....	9
5. Akumulace tepla .....	10
6. Popis Obytného domu.....	11
7. Varianty využití teplé odpadní vody v bytovém domě .....	14
7.1 Lokální systém.....	14
7.2 Centrální systém .....	14
Rekuperace tepla z odpadní vody	VI

8. Měření spotřeby tepla a teplé vody v BD .....	16
8.1 Spotřeba tepla .....	16
8.2 Spotřeba vody .....	16
8.3 Jarní den – pracovní den .....	17
8.4 Jarní den – víkend .....	19
8.5 Letní den – pracovní den .....	20
8.6 Letní den – víkend .....	22
8.7 Podzimní den – pracovní den .....	23
8.8 Podzimní den – víkend .....	25
8.9 Zimní den – pracovní den .....	26
9. Metody porovnání jednotlivých variant .....	29
9.2 Vnitřní výnosové procento .....	29
9.3 Diskontovaná doba návratnosti .....	30
10. Porovnávané varianty .....	32
10.1 Současný stav ( 0. varianta) .....	32
10.2 Akumulační nádrž (1. varianta) .....	32
10.3 Průtokový výměník v šachtě kanalizace (2. varianta) .....	33
11. Ekonomické vyhodnocení variant .....	34
11.1 Cena zemního plynu .....	34
11.2 Cena elektřiny .....	34
11.3 0. varianta .....	34
11.4 1. Varianta .....	35
11.4.1 Varianta bez plynové kotelny .....	35
11.4.2 Varianta s plynovou kotelnou .....	36
11.5 2. Varianta .....	37
11.5.1 Varianta bez plynové kotelny .....	37

11.5.2 Varianta s plynovou kotelnou.....	37
11.6 Vyhodnocení .....	38
12. Závěr .....	41
13. Použitá literatura.....	i
14. Seznam ilustrací.....	iii
15. Seznam tabulek.....	iv
16. Seznam grafů .....	v
17. Přílohy.....	vi
17.1 Naměřené hodnoty 26. 3. 2014.....	vi
17.2 Naměřené hodnoty 29. 3. - 30. 3. 2014.....	ix
17.3 Naměřené hodnoty 26. 6. 2013.....	xii
17.4 Naměřené hodnoty 3. 8. - 4. 8. 2013.....	xiv
17.5 Naměřené hodnoty 14. 11. 2013.....	xvi
17.6 Naměřené hodnoty 30. 11. - 1. 12. 2013 .....	xix
17.7 Naměřené hodnoty 5. 2. 2014.....	xxii



# 1. Úvod

Teplu v odpadních vodách je zdrojem energie s velkým potenciálem, přesto je dodnes stále téměř nevyužíváno. Podle [1] spotřeba teplá voda přitom tvoří asi 60% celkové spotřeby vody v domácnostech a náklady na ohřev teplé užitkové vody tvoří více než 25% nákladů energie domácnosti.

Pomocí speciálních výměníků tepla je možné toto teplo alespoň částečně získat zpátky k dalšímu využití. Tímto způsobem lze ušetřit 20 – 50% z nákladů na ohřev vody[2]. Další výhodou je snížení teploty odpadu, které je také žádoucí.

Tato bakalářská práce se zaměřuje právě na možnost využití tohoto potencionálního zdroje energie a speciálně na možnost jeho konkrétního využití pro Bytové družstvo Zázvorkova 1995 – 1999. Úkolem této práce je popsat základní druhy tepelných výměníků pro rekuperaci tepla z odpadní vody, zjistit a zhodnotit různé varianty instalace rekuperační jednotky, které by bylo možné použít pro instalaci v Bytovém družstvu Zázvorkova 1995 – 1999 k předeřevu studené přívodní vody do plynové kotelny bytového družstva a vyhodnotit ekonomickou efektivnost této investice.

## 2. Rekuperace

### 2.1. Rekuperace tepla

Rekuperace tepla je způsob zpětného získávání tepla z látek po jejich použití. Tento postup se v dnešní době používá ve velkém množství oborů. Velký význam má zvláště využití ve vzduchotechnických a odpadních systémech, kde se ke zpětnému získávání tepla používá větraného vzduchu, respektive odpadní vody. Typické využití rekuperace tepla je tedy hlavně v místech s velkým množstvím větraného vzduchu, odpadní vody nebo jiné odpadní látky.

### 2.2. Rekuperace tepla z odpadní vody

Teplu z odpadních vod lze odebírat na různých místech: přímo v budově, v kanalizačním potrubí nebo za čističkou odpadních vod.[1]

Nevýhodou odběru tepla na odtoku z budovy je nerovnoměrný nebo přerušovaný průtok odpadních vod. Tento odběr je tedy vhodný hlavně pro objekty s velkým a stálým průtokem odpadních vod. Typicky se podle [1] u odběru přímo v objektu získává teplo z šedých vod, tedy z odpadní vody bez moči a výkalů, které by mohli způsobit zanesení tepelného výměníku.

Při odběru tepla z kanalizační sítě je důležité dobře naplánovat umístění tepelného výměníku, výměník nesmí omezovat prostor kanalizace ani nesmí znečišťovat potrubí usazeninami z nerozpuštěného odpadu. Důležitá je také otázka snadného přístupu k výměníku v případě revize a oprav. Odběr tepla z kanalizační sítě může probíhat přímo na hlavní trase odtoku nebo na menší odbočce z hlavní trasy (tzv. bypass).

Odběr tepla na čističce odpadních vod má výhodu ve velkém průtoku odpadní vody. Nevýhodou tohoto umístění odběru je většinou velká vzdálenost čističky od spotřebitele. Díky většímu průtoku vody nedojde podle [1] k velkému ochlazení vody, voda se ochladí asi o 1 K, toto ochlazení nemá žádný vliv na proces čištění. Také při odběru na čističce odpadních vod může být místo odběru na hlavní trase nebo pomocí bypassu.

Základní dělení metody zpětného získávání tepla z odpadní vody se dělí na lokální systémy a centrální systémy. Dále můžeme metody rozlišovat podle umístění systému

vzhledem ke kanalizaci nebo podle typu odpadní vody, která systémem protéká[1].

## 2.3 Odběr tepelné energie v budově

Jak bylo řečeno výše, pro rekuperaci tepla z odpadních vod se nejčastěji používají šedé vody, tedy vody z koupelen a kuchyní. K využívání právě šedých vod pro rekuperaci existuje několik důvodů. Jedním z nich je jejich relativní čistota, druhým neméně důležitým aspektem je jejich vyšší teplota, než u vod, které obsahují i vodu z WC.

Teplota šedé vody je samozřejmě v různých aplikacích rozdílná a závisí na několika faktorech. Ekonomičnost systému bude větší v místech s vyšším odběrem vody a v místech, kde se používají vody o vyšší teplotě. Pro posouzení návratnosti projektu je tedy nutné přistupovat ke každému objektu co nejindividuálněji.

Podle průtoku odpadní vody je nutné zvolit způsob, jakým budeme teplo z odpadní vody odebírat. Pro aplikace s menším množstvím odpadních vod jsou výhodnější lokální systémy. Při použití ve větších objektech s větším množstvím odpadních vod, je lepší využívat systémy centrální [3].

### 2.3.1. Lokální systémy

Lokální systémy využívají energii z odtékající vody k předehřevu přitékající studené vody. Tyto systémy se hodí hlavně pro provozy s menší spotřebou vody. Aplikují se například u sprch. Lokální systémy můžeme dále dělit podle způsobu využití tepla, buď na využití pro okamžitou spotřebu, nebo na předehřev studené vody v zásobníku TUV.

Prvním a častějším řešením je využití tepla pro okamžitou spotřebu. Při tomto zapojení je voda ohřívána přímo při její spotřebě na teplotu asi 20 °C.[3] Skutečná teplota předehřáté vody je závislá na teplotě spotřebované vody a na vzdálenosti a umístění výměníku tepla. Nevýhodou systému pro okamžitou spotřebu je časová prodleva, než odtékající voda přehřeje ve výměníku studenou přitékající vodu, na druhou stranu u této varianty nedochází k takovým tepelným ztrátám, jako při shromažďování vody v Zásobníku TUV.

Druhou variantou je využití odpadní vody k předehřevu studené vody v zásobníku teplé užitkové vody. Tato voda se pak dohřívá na požadovanou teplotu k následnému využití [3].

### 2.3.2. Centrální systémy

Centrální systémy jsou vhodné k instalaci ve větších objektech, ve kterých je větší spotřeba vody, a kde se produkuje více odpadní vody. Při tomto řešení je voda akumulována v akumulární jímce, čímž se vyrovnává kolísání spotřeby vody během dne. Akumulační jímka poté slouží jako zdroj tepla a zároveň se dá využít k čištění odpadních vod. Výhodou tohoto řešení jsou nízké investiční náklady, díky jednoduchému technologickému provedení tepelného výměníku [3].

## 3. Tepelné výměníky

Pro správný výběr druhu instalace a konstrukčního provedení tepelného výměníku je důležité znát typ kanalizačního systému. Z tohoto důvodu je při návrhu velmi důležitá spolupráce se správcem kanalizace. Samotné umístění výměníku je pak dáno parametry kanalizačního potrubí. Podle konstrukčního provedení a podle umístění v systému se tepelné výměníky dále dělí na výměníky vložené do kanalizačního potrubí, výměníky integrované do betonové stěny kanalizačního potrubí, předizolovaná kanalizační potrubí s integrovanými výměníky tepla a na externí dvoutrubkové výměníky tepla.[4]

Pro správnou instalaci výměníku je podle [4] důležité brát v úvahu tyto faktory:

1. krátká vzdálenost mezi systémem pro rekuperaci a spotřebním místem
2. teplota odpadní vody ( minimálně 10 °C a vyšší)
3. nízká teplota ohřívání přívodní vody
4. dostatečné tlakové rozměry v potrubním rozvodu
5. co nejvyšší průtoková rychlost odpadní vody ( minimálně 1 m/s ), aby nedocházelo k usazování nečistot v potrubí
6. předem známý průtok odpadní vody a jeho změny
7. vyloučení potřeby čištění výměníku
8. žádná nebo minimální údržba systému během celé doby provozu
9. maximální ekonomická rentabilita
10. dosažení optimálních hodnot výměníku

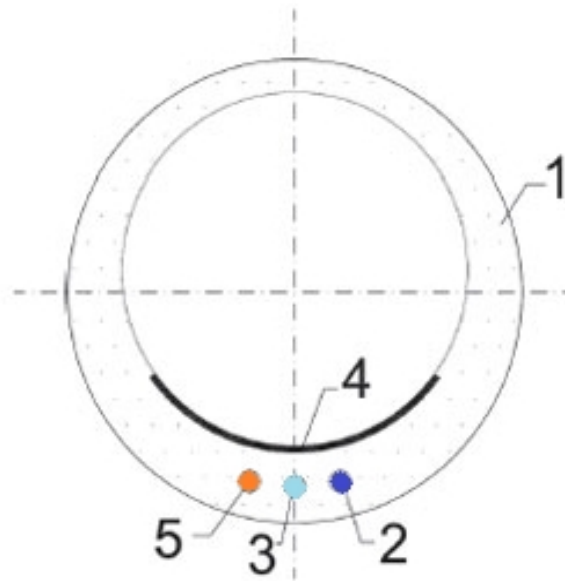
Tepelné výměníky podle [5] rozdělujeme na:

- výměníky vložené do kanalizačního potrubí
- výměníky integrované do betonové stěny kanalizačního potrubí
- předizolované tepelné výměníky s integrovanými ocelovými výměníky
- externí dvoutrubkové výměníky

### 3.1. Výměníky vložené do kanalizačního potrubí

Pro výměnu tepla při instalaci výměníku vloženého do kanalizačního potrubí se používají ocelové výměníky tepla. Samotný ocelový výměník tepla se vyrábí z nerezů nebo mědi, přívodní potrubí se typicky používá nerezové, měděné nebo polyethylenové. Délka segmentu v potrubí se pohybuje mezi 1 až 3 metry. Výměník se dá použít oboustranně k vytápění i k chlazení. Pro rekuperaci může být použita splašková odpadní voda. Pro tyto výměníky existují 2 varianty instalace, buď v horní, nebo ve spodní části kanalizačního potrubí. Výhodou instalace v horní části snazší přístup v případě nutnosti revize nebo Rekuperace tepla z odpadní vody

kontroly, na druhou stranu je toto řešení složitější na instalaci a tím pádem také dražší.



*Ilustrace 1: Výměník integrovaný do betonové stěny kanalizace [4]*

*Vysvětlivky 1: 1 – betonová trubka, 2 – přívod studené vody do výměníku, 3 – rozdělovací potrubí, 4 – výměník tepla, 5 – výstup teplé vody z výměníku*

Do výměníku tepla vloženého do kanalizačního potrubí se přivádí odpadní voda na teplosměnnou stěnu, kde odevzdává teplo. Pod tepelným výměníkem jsou umístěna 3 potrubí, která zajišťují přívod teplé odpadní vody a studené přívodní vody do výměníku. Výhodou těchto tepelných výměníků je možnost instalace i v již existujících potrubích.[5]

### 3.2. Výměníky integrované do betonové stěny kanalizačního potrubí

Tyto tepelné výměníky jsou instalovány přímo do betonové stěny kanalizačního potrubí. Jejich výhodou je tedy to, že neubírají žádný prostor uvnitř kanalizačního potrubí. Další výhodou je snadná instalace. Velkým limitujícím faktorem tohoto řešení je možnost instalace pouze do nových potrubí a není možná dodatečná instalace. Nevýhodou je také špatná přístupnost při kontrolách a revizích.[5]

### 3.3. Předizolované tepelné výměníky s integrovanými ocelovými výměníky

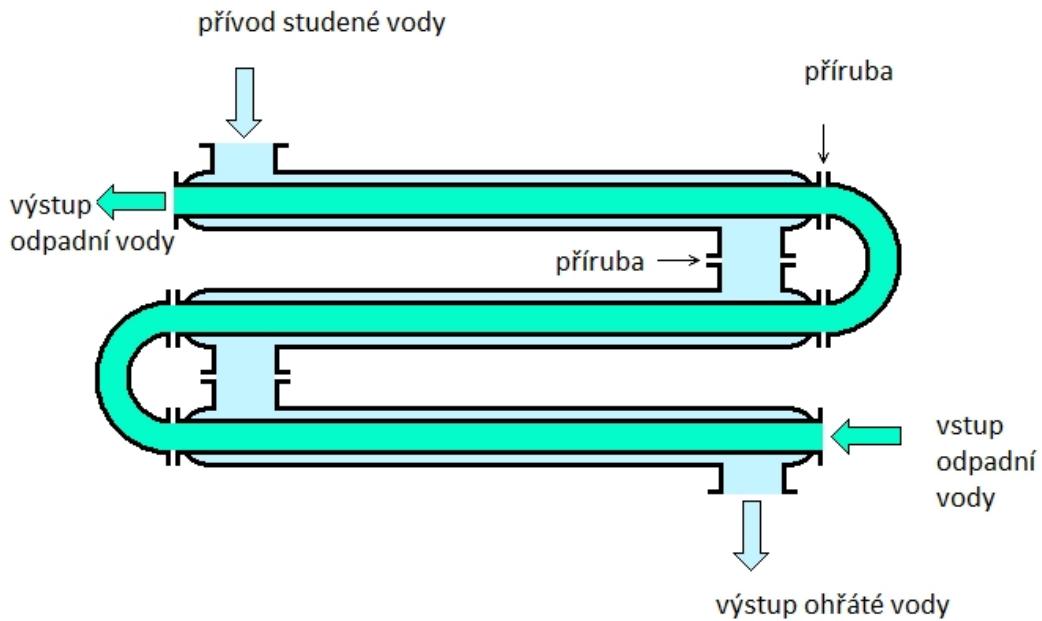
Přenos tepla u předizolovaných výměníků probíhá přes teplosměnnou plochu, která je v tomto případě tvořena samotným kanalizačním potrubím, jež je složeno ze dvou plášťů.[5]

Tepelný výměník je vyroben z nerezů. Vnější plášť kanalizačního potrubí je tvořen tepelnou izolací a obalem z polyethylenu. Délka segmentu v potrubí se pohybuje mezi 3 až 6 metry. Pro rekuperaci v tomto výměníku se používá komunální nebo průmyslová odpadní voda. Využití tepelného výměníku může být pro topení i chlazení

Předizolované tepelné výměníky lze zabudovat do nových i do starých kanalizačních systémů. Instalace do starých systémů ovšem musí probíhat během výměny kanalizačního potrubí. Toto řešení je vhodné jak pro gravitační, tak i tlakové systémy. Rozdíl mezi gravitačními a tlakovými systémy je v umístění přívodního distribučního potrubí. Při instalaci do tlakových systémů se distribuční potrubí přivádí k horní hraně kanalizačního potrubí, zatímco u tlakových systémů je distribuční potrubí přivedeno na bok ocelového kanalizačního potrubí.[5]

### 3.4. Externí dvoutrubkové výměníky

Dvoutrubkový výměník tepla se skládá ze dvou trubek vložených do sebe. Vnitřní trubka slouží k odtoku odpadní vody a k ohřevu studené přívodní vody protékající vnějším potrubím přes stěnu vnitřního potrubí. Velkou výhodou tohoto výměníku oproti ostatním je možnost využití pro černé i šedé vody, to umožňuje zpětné získávání tepla i při nerozděleném odpadu WC od ostatních. Další výhodou dvoutrubkového výměníku je možnost instalace mimo kanalizační síť přímo v konkrétní budově, tím je umožněno zkrátit vzdálenost mezi výměníkem a spotřebním místem a tím snížit ztráty.



*Ilustrace 2: Externí dvoutrubkový výměník tepla [6]*

Výměník se vyrábí z nerezové oceli a může se používat na vytápění i na chlazení. Délka segmentu se pohybuje mezi 3 až 6 metry. Může být do výměníku přiváděna jakákoli odpadní voda i s obsahem pevných částic. Odpadní voda se do výměníku může přivádět dvěma způsoby, buď čerpáním pomocí čerpadla, nebo přečerpáváním přes akumulární nádrž. [5]



## 4. Tepelná čerpadla

### 4.1 Definice tepelného čerpadla

Součástí rekuperačního zařízení plánovaného pro bytový dům je také tepelné čerpadlo. Tepelné čerpadlo je zařízení, do kterého vstupují tepelné toky a energetické toky, které se využívají k pohonu tepelného čerpadla. Na výstupu tepelného čerpadla jsou tepelné toky o vyšší hodnotě. Tepelné čerpadlo je v podstatě chladicí zařízení, ze kterého ale místo chladu využíváme teplo. [7]

Podle prvního termodynamického zákona se musí suma energetických toků vstupujících do systému rovnat energetickým tokům vystupujícím ze systému a zároveň suma exergických toků vstupujících do systému se musí rovnat anebo být větší než suma exergických toků vystupujících ze systému. [8]

Tepelná čerpadla jsou založena na principu levotočivého tepelného oběhu. Podle druhého termodynamického zákona je toto možné jen po dodání pohonné energie. [8]

### 4.2 Pracovní látka v tepelném čerpadle

Pracovní látka je látka, pomocí níž je uskutečněn tepelný oběh tepelného čerpadla. Tato pracovní látka většinou během oběhu mění své skupenství z kapalného na plynné a naopak. Pracovní látka je ohřívána při nízké teplotě a nízkém tlaku a teplo a naopak odevzdává při vyšší teplotě a při vyšším tlaku. [7]

Jako pracovních látek se v tepelných čerpadlech využívají látky přírodní nebo halogenové uhlovodíky. Přírodní látky se označují obecným názvem nebo názvem vycházejícím z chemického složení (voda, vzduch, oxid uhličitý). Jakmile se začali používat halogenové uhlovodíky vznikla nutnost zavést jednotné značení. Tato značení začínají písmenem R, z anglického „refrigerant“ a z trojčíselného označení. První číslice označuje počet atomů v molekule zmenšený o jedna, druhá udává počet atomů vodíku v molekule zvětšený o jedna a třetí udává počet atomů fluoru v molekule. [8]

## 5. Akumulace tepla

Akumulace tepla se využívá z důvodu vyvážení energetických zdrojů a odběrů v čase. Její výhodou je také možnost regulovat výkon tepelného čerpadla. Nejtypičtějším příkladem akumulace tepla je ohřev vody, při němž je náročnější využít průtokového ohřevu vody.

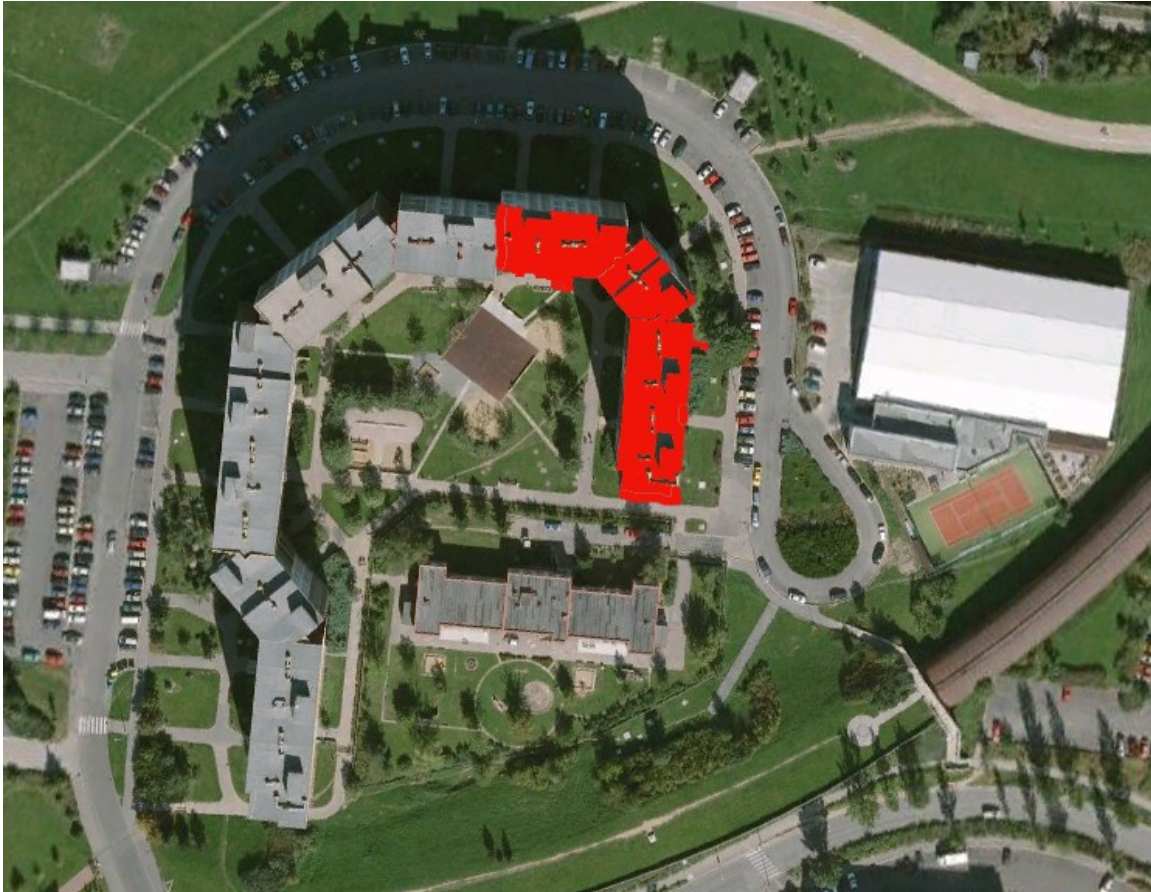
Podle [8] v současnosti známe 4 způsoby akumulace tepla:

- využití citelného tepla – zvyšuje se teplota akumulčního materiálu
- využití skupenského tepla – dochází ke změně skupenství akumulční látky
- využití exotermických a endotermických reakcí
- využití adsorpčního tepla

Pro účely rekuperace tepla z odpadní vody se pro akumulaci tepla hodí využití citelného tepla. Citelné teplo se nejčastěji ukládá do vody, v některých případech do tuhých látek (půda, štěrk...). Nevýhodou tohoto způsobu je nízká hustota akumulované energie, kvůli které je potřeba velký objem akumulční látky. Protože akumulovaná látka je ohřívána na vyšší teplotu než je teplota okolí je nutná dobrá tepelná izolace pro minimalizaci tepelných ztrát. [8]

## 6. Popis Obytného domu

V rámci této práce je zkoumána ekonomická efektivnost rekuperační jednotky pro zpětné získávání tepla z odpadní vody v bytovém domě v ulici Zázvorkova číslo popisné 1995 – 1999, v Praze 5 na sídlišti Lužiny. Tento bytový dům je součástí větší soustavy bytových domů v Zázvorkově ulici číslo popisné 1995 – 2009.



*Ilustrace 3: Letecký snímek objektu Zázvorkova 1995 - 1999*

Panelový dům byl dostavěn v roce 1987 a je složen z několika sekcí. V případě domu Zázvorkova 1995 – 1999 se jedná o dvě sekce s technickým označením T32 a T33. Sekce T32 se skládá ze dvou vchodů, Zázvorkova číslo popisné 1998 a 1999, a je orientována na sever, zatímco sekce T33, tedy vchody Zázvorkova 1995 – 1997, je orientována na východ. Vstup do objektu je možný jak z ulice Zázvorkova, tak z vnitroblokového prostoru.

V každém objektu se nachází 36 nebo 24 bytů, podle typu objektu. V případě objektů Zázvorkova 1996 a 1998 se jedná o 24 bytů, ve zbývajících objektech se nachází bytů 36.

Dohromady je bytový dům tvořen 156 byty a nebytovými prostory. Nebytové prostory jsou prostory sloužící jako příslušenství k bytům (sklepy, sušárny, kočárkárny a prádelny), prostory zabezpečující provoz objektu (kotelna, strojovny výtahů, rozvodny elektřiny a předávací stanice) a prostory sloužící ke komerčním účelům (kanceláře, sklady, dílny, učebny, kadeřnictví).



*Ilustrace 4: Vnitřní blok objektu Zázvorkova 1995 - 1999*



*Ilustrace 5: Čelní strana objektu Zázvorkova 1995 - 1999*

Pro popsání výhod a nevýhod různých technických provedení tepelných výměníků musíme nejprve popsat stávající řešení odpadu. Současné řešení odpadu v domě bude mít vliv na technologické a ekonomické požadavky při návrhu ideálního řešení.

Odpadní trubky v bytovém domě Zázvorkova 1995 – 1999 jsou vyrobené kombinovaně z PVC a litiny. V celém objektu existuje 14 stoupaček, které slouží k odvodu odpadní vody, a které tedy vedou přes všech 14 pater. Mimo to je zde několik výlevků napojených na odpad.

Každá ze dvou sekcí bytového domu má vlastní napojení na kanalizační systém. V sekci T32 se odpadní systém skládá z 5 stoupaček a odvádí odpadní vodu z 60 bytů. V sekci T33 je 9 stoupaček, které svádí odpad z 96 bytů a 2 výlevky.

Svod odpadu do kanalizace je zajišťován kameninovým a litinovým odpadním potrubím. Přístup k tomuto potrubí je možný pomocí několika šachet, umístěných v různých částech potrubí. Přístup do šachet je možný ze suterénu. Každá šachta je kryta poklopem o rozměru 600x900 mm.

Dnes je zdrojem vytápění a ohřevu TUV pro Bytové družstvo Zázvorkova 1995 – 1999 plynová kotelna, zřízená bytovým družstvem. Do doby zřízení plynové kotelny byla dodávka tepla zajištěna dálkově z lokální plynové kotelny. Kotelna se nacházela asi 300 metrů od bytového domu. Plynová kotelna se nachází přímo uvnitř objektu Zázvorkova 1995 – 1999, konkrétně v suterénu sekce T32. Do plynové kotelny je z vodovodní přípojky přiváděna studená voda, která se pomocí plynových kotlů ohřívá a rozvádí po celém objektu.

## 7. Varianty využití teplé odpadní vody v bytovém domě

Jelikož potřebujeme dosáhnout co nejvyrovnanějších hodnot při ohřevu teplé vody, je při instalaci tepelného výměníku velmi důležitou hodnotou průtok odpadní vody výměníkem, jenž by měl být co nejvíce vyrovnaný. Na teplotu vody ohřáté ve výměníku bude mít vliv také teplota odpadní vody.

Z výše uvedených důvodů je potřeba zvážit způsob využití teplé odpadní vody. V přípravě projektu instalace výměníku je nutné zvážit, jestli je výhodnější variantou instalace lokálního výměníku, který využívá teplo přímo z odtékající vody, nebo instalace centrálního výměníku tepla využívajícího odpadní vodu, která je pro větší vyrovnanost průtoku shromažďována v akumulární jímce.

### 7.1 Lokální systém

Varianta instalace lokálního systému rekuperace tepla je v případě bytového domu Zázvorkova 1995 – 1999 možná. V domě je velké množství bytových jednotek, což znamená velkou spotřebu vody a velký průtok odpadní vody, který můžeme považovat za téměř nepřetržitý.

Výhodou lokálního systému je menší prostorová náročnost celého systému, tento systém nepotřebuje žádnou akumulární jímku, do které by se přiváděla odpadní voda, stačí tedy jen oddělit studenou přívodní vodu, která povede přímo do bytů, a předeřátou studenou vodu, která se bude dále přivádět do plynové kotelny k dalšímu ohřevu.

Jak již bylo řečeno průtok v bytovém domě můžeme považovat za téměř nepřetržitý. V rámci dne se ale vyskytují rozdíly mezi velikostí okamžitého průtoku a teploty odpadní vody. Tento fakt je jednou z hlavních nevýhod tohoto řešení, protože nemůžeme během dne zajistit úplně rovnoměrný ohřev vody přiváděné do kotelny.

### 7.2 Centrální systém

Další variantou je využití centrálního systému rekuperace tepla. V této variantě počítáme

s jednou nebo se dvěma akumulacími jímkami. Akumulační jímka by sloužila jednak k vyčištění odpadní vody a zároveň by v ní byl umístěn tepelný výměník pro získání tepla.

Výhodou tohoto řešení je, že v jímce probíhá zároveň čištění vody od pevných nečistot. Díky tomuto můžeme zachovat stávající společné odpadní trubky záchodů, koupelen a kuchyní. Další výhodou centrálního systému je podstatně lepší rovnoměrnost ohřevu vody rekuperační jednotkou.

Aby bylo možné zajistit rovnoměrný ohřev ohřívání vody, je třeba, aby voda v akumulací jímce zůstala určitou dobu. Při této době samozřejmě dochází k tepelným ztrátám odpadní vody. Centrální systém je také náročnější z hlediska instalace akumulací jímek. Je tedy třeba najít vhodné prostory do kterých by se akumulací jímky dali umístit.

## 8. Měření spotřeby tepla a teplé vody v BD

V rámci této bakalářské práce probíhalo několik měření spotřeby tepla a vody v různých obdobích roku. V každém období jsme se snažili vybrat den, který byl charakteristický pro dané roční období. Pro lepší představu o počasí daného dne jsme měřili také venkovní teplotu, teplotu odpadní vody a snažili se popsat stav počasí. Tento popis je však z důvodu nedostatku dat pouze orientační. Z těchto nabytých údajů získáme odhad roční spotřeby vody a tepla za rok. Měření probíhalo vždy v pracovní den a o víkendu.

### 8.1 Spotřeba tepla

Jak již bylo řečeno výše bytový dům má vlastní plynovou kotelnu, sloužící k ohřevu TUV a k vytápění. Spotřeba tepla na byt bude tedy záviset nejen na spotřebě teplé vody v domácnostech, ale také na venkovním počasí, které ovlivňuje spotřebu tepla na vytápění.

Měření spotřeby tepla bylo prováděno v plynové kotelně bytového družstva každou hodinu v daný den.

### 8.2 Spotřeba vody

Důležitým údajem pro návrh tepelného výměníku pro rekuperaci je spotřeba teplé a studené vody v bytovém domě. Při našem měření jsme měřili spotřebu studené vody v každé ze dvou částí zvlášť a také společnou studené vody, která je přiváděna do kotelny, kde je ohřívána. Dále jsme měřili teplotu odpadní vody na odpadní trubce nacházející se v prvním podzemním podlaží. Z těchto údajů zjistíme celkovou spotřebu vody a přibližné množství odpadní vody a její přibližnou teplotu.

Při měření jsme zjistili, že každý měřený den byl trend spotřeby vody velmi podobný. Graf aktuální spotřeby vody v daném čase má vždy podobný tvar se dvěma až třemi lokálními maximy spotřeby vody. Prvním maximem je ranní špička v době před odchodem lidí do práce, školy a podobně. Tato ranní špička začíná v 6 hodin a končí přibližně kolem deváté hodiny. Ve večerních hodinách nastává období s největší spotřebou vody. Toto maximum je způsobeno vařením večeří, večerní hygienou a podobně. Tato špička začíná kolem sedmnácté hodiny a končí asi ve 23 hodin. Mezi oběma maximy jsme naměřili také jeden menší, avšak nikoli zanedbatelný nárůst spotřeby vody a to v období oběda mezi 13 a 15 hodinou. Tento nárůst ve spotřebě se



vyskytuje hlavně během pracovních dnů.

Spotřeba teplé vody se mění poměrně výrazně a v našich měřeních byly mezi jednotlivými měřenými dny poměrně velké rozdíly. Zatímco v některých dnech byla spotřeba teplé vody od ranní špičky téměř vyrovnaná v jiných dnech byl po ranní špičce velký pokles spotřeby teplé vody a její nárůst nastal opět až od 17 hodin.

Podobně jako spotřeba teplé vody je i teplota studené vody během dne rozdílná. Také spotřeba studené vody se liší během dne.

### 8.3 Jarní den – pracovní den

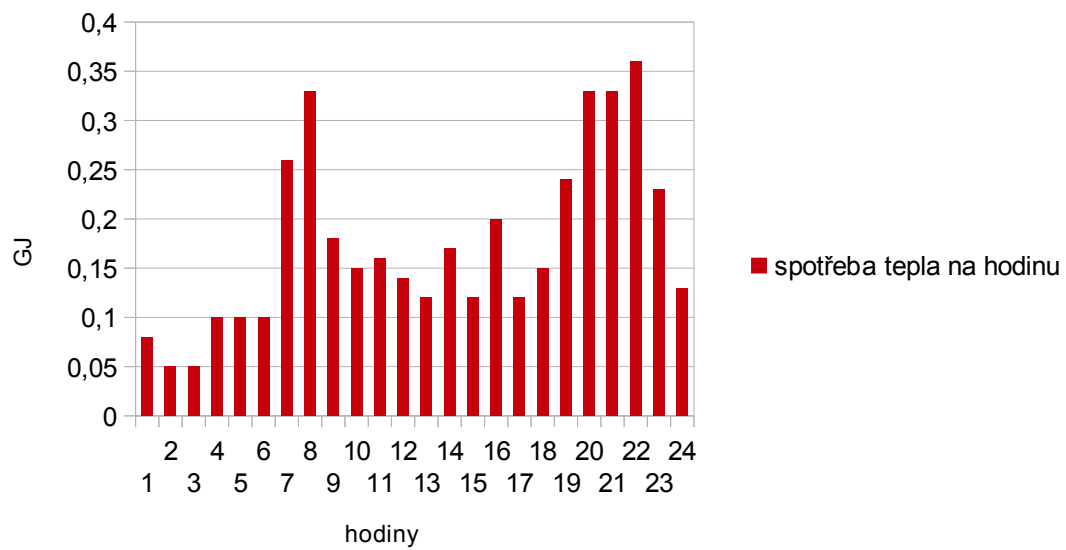
Měření pro všední jarní den jsme uskutečnili ve čtvrtek 26. 3. 2014. Tento den bylo většinou jasno nebo polojasno. Teploty v noci byly pod nulou, nejnižší teplota byla  $-3^{\circ}\text{C}$ . Nejvyšší teplota byla v  $10^{\circ}\text{C}$  naměřená v 16:00. Celková spotřeba tepla tento den byla 4,2 GJ. Celková spotřeba vody byla  $45,02\text{ m}^3$ , z toho  $23,04\text{ m}^3$  bylo vody teplé.

denní spotřeba vody 98-99 (m3)	8,53
denní spotřeba vody na teplou vodu (m3)	23,04
denní spotřeba vody 95-97 (m3)	13,45
denní spotřeba tepla (GJ)	4,2

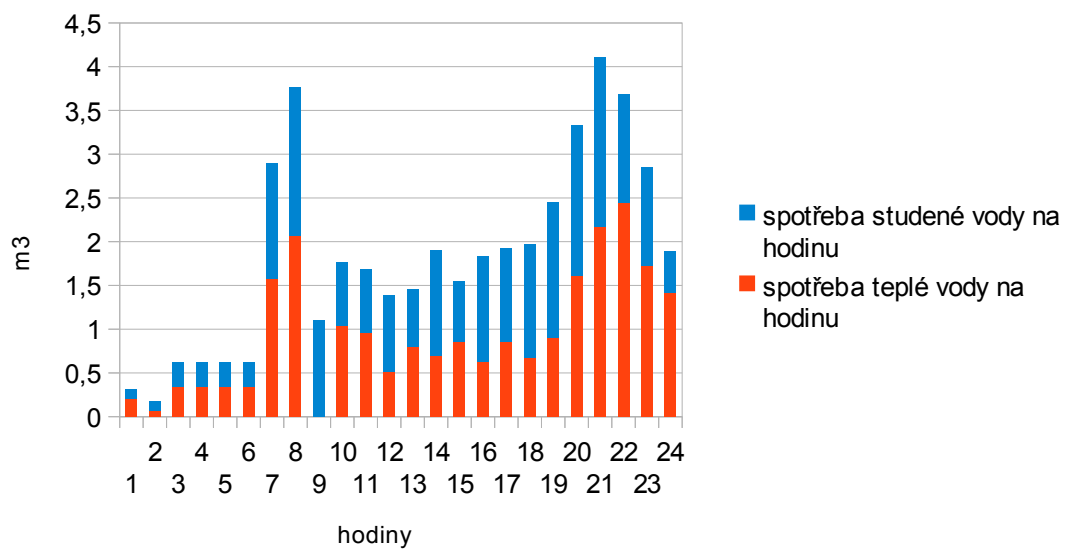
*Tabulka 1: Spotřeba jarní pracovní den*

celková spotřeba studené vody (m3)	21,98
celková spotřeba vody (m3)	45,02

*Tabulka 2: Celková spotřeba jarní pracovní den*



Graf 1: Hodinová spotřeba tepla jarní pracovní den



Graf 2: Hodinová spotřeba vody jarní pracovní den

## 8.4 Jarní den – víkend

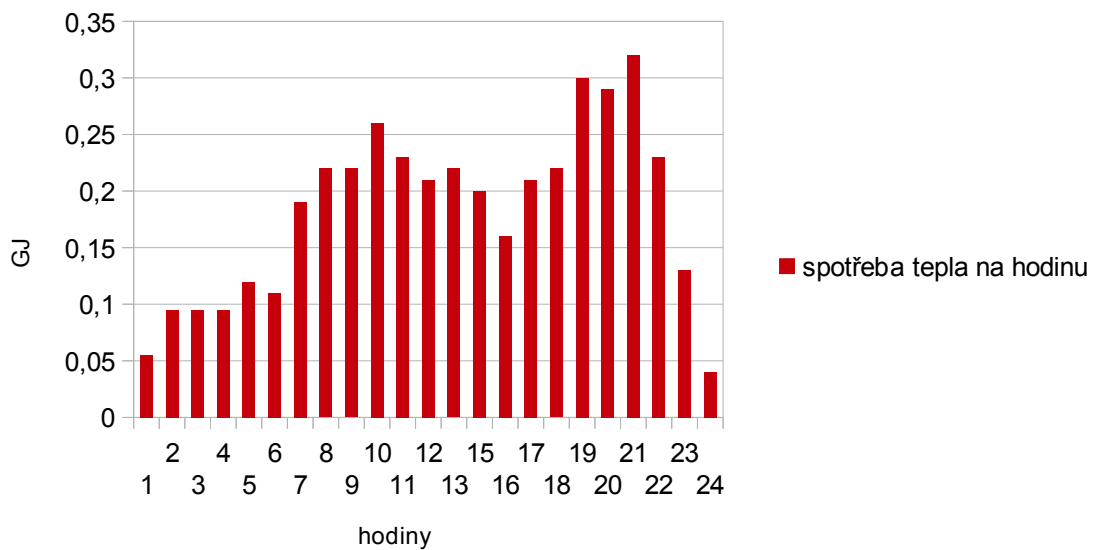
Víkendové měření jarní spotřeby jsme uskutečnili ze soboty 29. 3. 2014 na neděli 30. 3. 2014. Denní denní teploty byly kolem 16 °C, nejnižší noční byla 3 °C. Celková spotřeba tepla tento den byla 4,22 GJ. Spotřeba vody byla 50,109 m<sup>3</sup>, z toho 22,128 m<sup>3</sup> bylo vody teplé.

denní spotřeba vody 98-99 (m3)	10,11
denní spotřeba vody na teplou vodu (m3)	22,128
denní spotřeba vody 95-97 (m3)	17,871
denní spotřeba tepla (GJ)	4,22

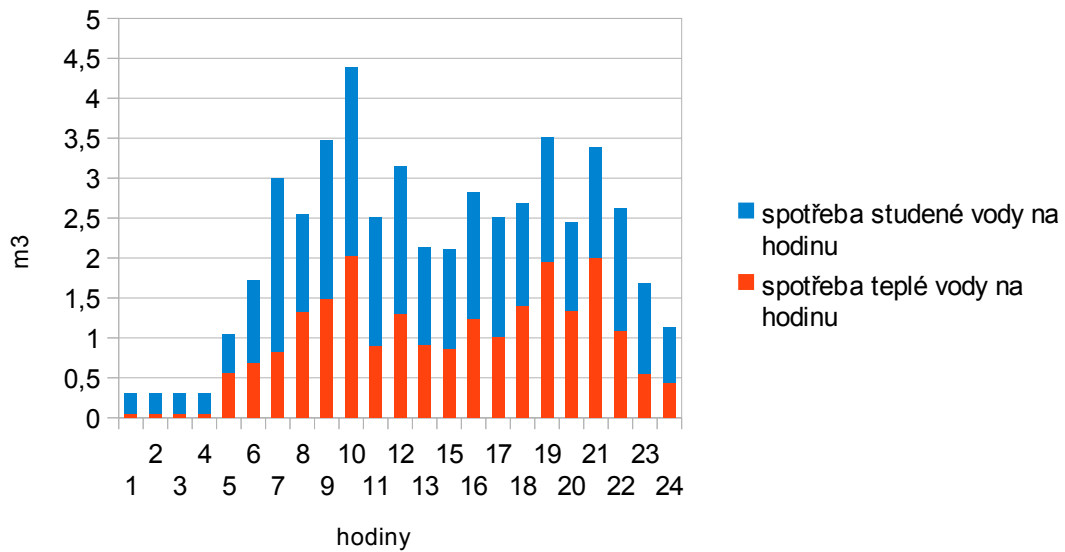
Tabulka 3: Spotřeba jarní víkend

celková spotřeba studené vody (m3)	27,981
celková spotřeba vody (m3)	50,109

Tabulka 4: Celková spotřeba jarní víkend



Graf 3: Hodinová spotřeba tepla jarní víkend



Graf 4: Hodinová spotřeba vody jarní víkend

## 8.5 Letní den – pracovní den

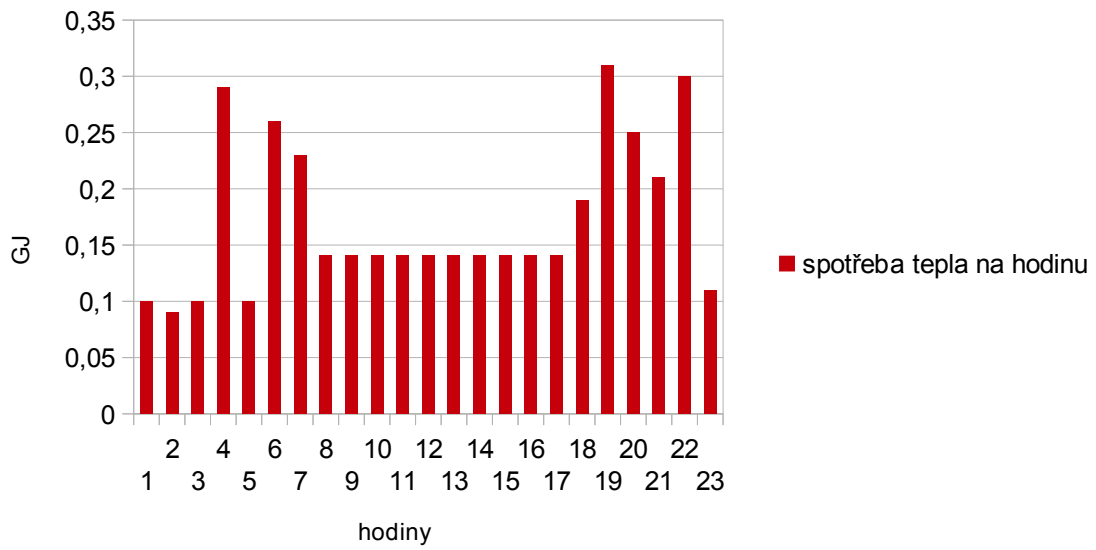
Měření bylo provedeno ve středu 26. 6. 2013. Tento den bylo celý den zataženo, většinou s deštěm a větrem. Celková spotřeba tepla byla 3,6 GJ. Celková spotřeba vody byla 41,72 m<sup>3</sup>, z toho 20,54 m<sup>3</sup> bylo vody teplé.

denní spotřeba vody 98-99 (m3)	7,81
denní spotřeba vody na teplou vodu (m3)	20,54
denní spotřeba vody 95-97 (m3)	13,37
denní spotřeba tepla (GJ)	3,6

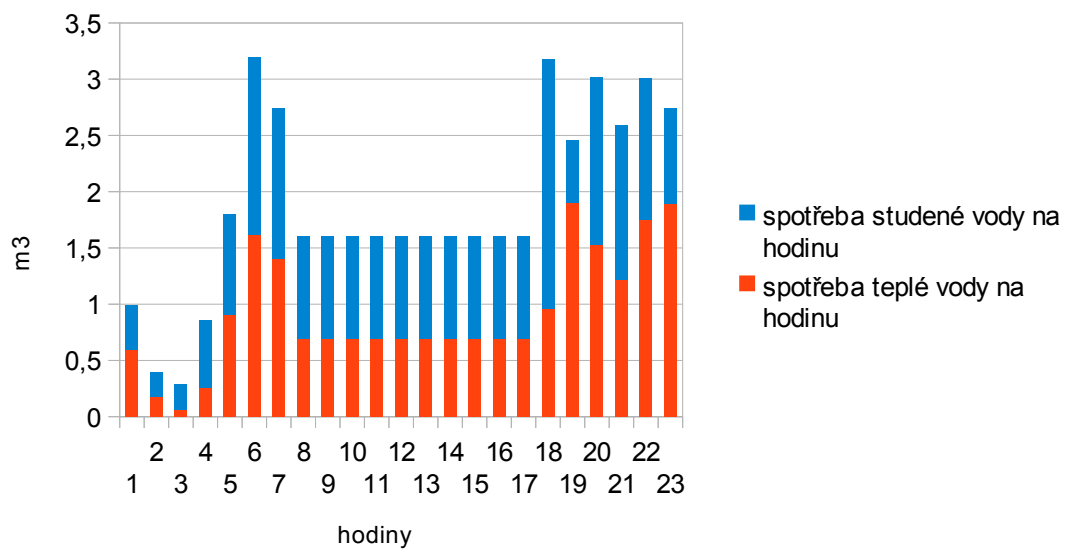
Tabulka 5: Spotřeba letní pracovní den:

celková spotřeba studené vody (m3)	21,18
celková spotřeba vody (m3)	41,72

Tabulka 6: Celková spotřeba letní pracovní den



Graf 5: Hodinová spotřeba tepla letní pracovní den:



Graf 6: Hodinová spotřeba vody letní pracovní den

## 8.6 Letní den – víkend

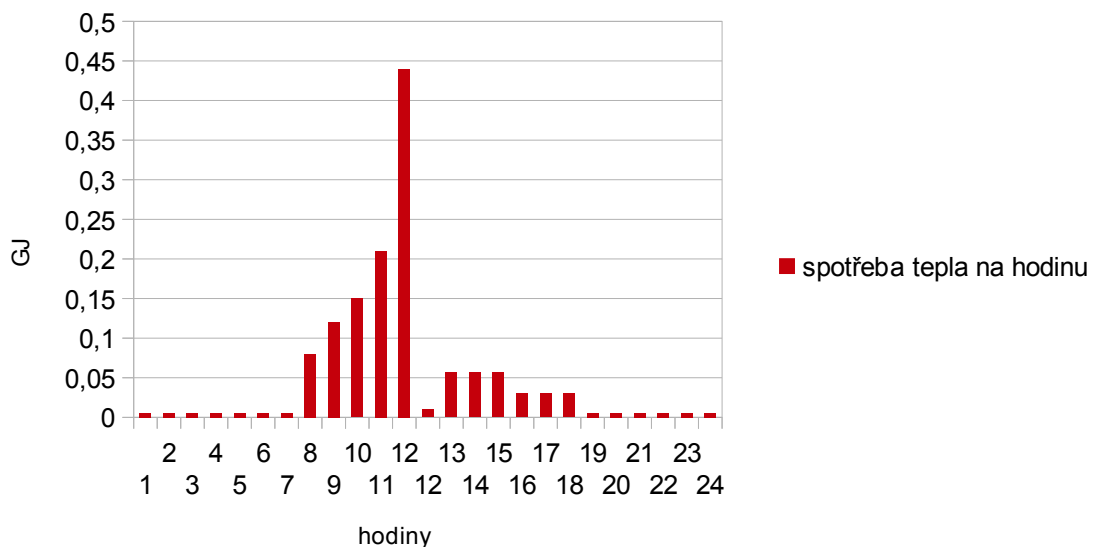
Měření letního víkendu probíhalo ze soboty 3. 8. 2013 na neděli 4. 8. 2013. Nejvyšší teploty tento den byly 26 °C, nejnižší 19°C. Celková spotřeba tepla byla 1,34 GJ. Celková spotřeba vody byla 17,24 m<sup>3</sup>, z toho 6,24 m<sup>3</sup> bylo vody teplé. Z tohoto dne máme naměřeno velmi málo hodnot a tudíž není jistá přesnost tohoto měření.

denní spotřeba vody 98-99 (m3)	4,77
denní spotřeba vody na teplou vodu (m3)	6,24
denní spotřeba vody 95-97 (m3)	6,23
denní spotřeba tepla (GJ)	1,34

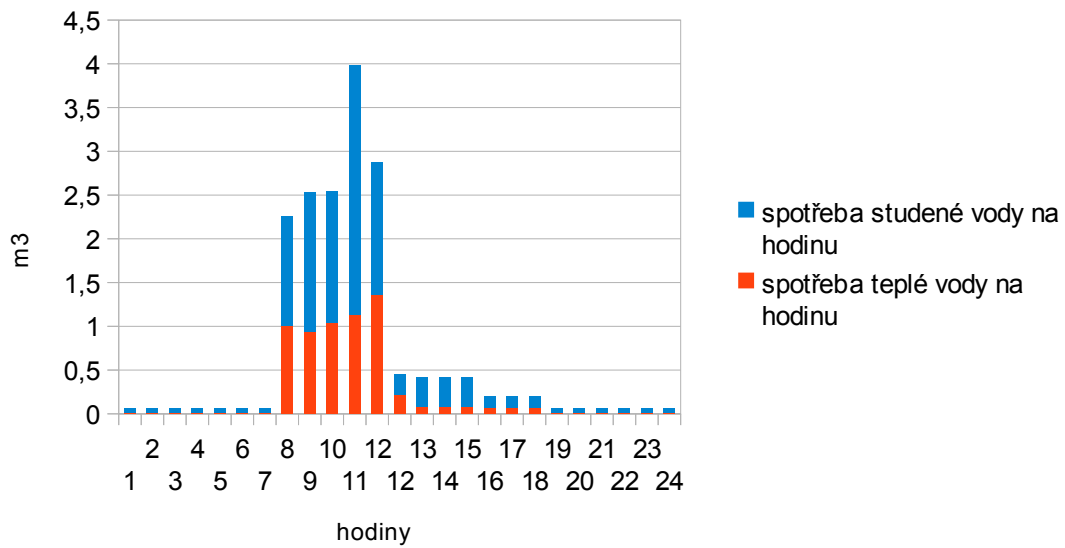
Tabulka 7: Spotřeba letní víkend

celková spotřeba studené vody (m3)	11
celková spotřeba vody (m3)	17,24

Tabulka 8: Celková spotřeba letní víkend



Graf 7: Hodinová spotřeba tepla letní víkend



Graf 8: Hodinová spotřeba vody letní víkend

### 8.7 Podzimní den – pracovní den

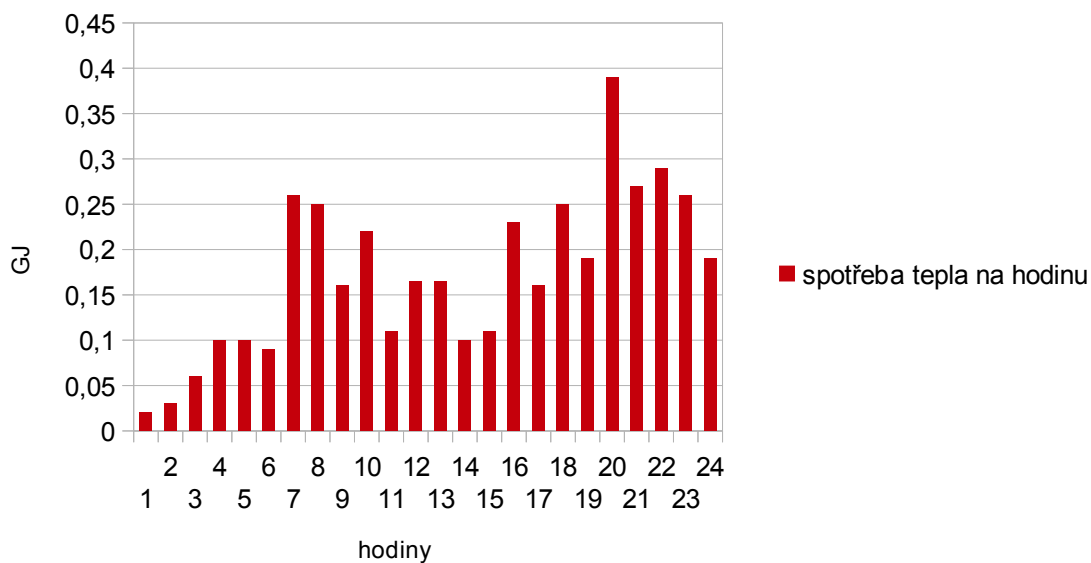
Spotřebu v pracovní podzimní den jsme měřili ve čtvrtek 14. 11. 2013. Tento den byly denní teploty kolem 2 °C, v noci teplota klesla až na -2 °C. Celková spotřeba tepla byla 4,15 GJ. Celková spotřeba vody byla 44,22 m<sup>3</sup>, z toho bylo 20,49 m<sup>3</sup> vody teplé.

denní spotřeba vody 98-99 (m3)	10,5
denní spotřeba vody na teplou vodu (m3)	20,49
denní spotřeba vody 95-97 (m3)	13,23
denní spotřeba tepla (GJ)	4,15

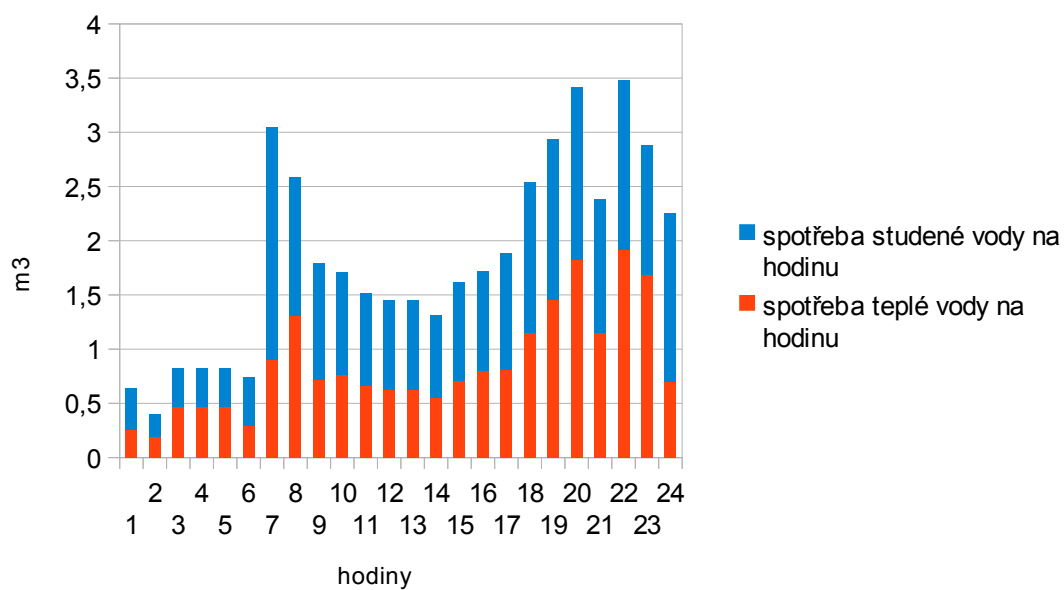
Tabulka 9: Spotřeba Podzimní pracovní den

celková spotřeba studené vody (m3)	23,73
celková spotřeba vody (m3)	44,22

Tabulka 10: Celková spotřeba Podzimní pracovní den



Graf 9: Hodinová spotřeba tepla podzimní pracovní den



Graf 10: Hodinová spotřeba vody podzimní pracovní den



## 8.8 Podzimní den – víkend

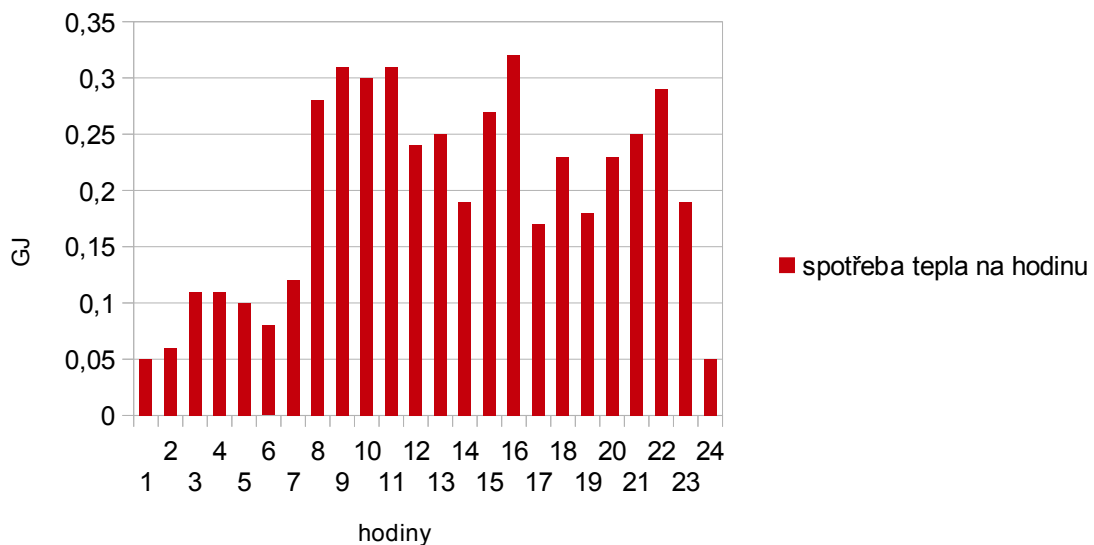
Měření v podzimní víkendový den bylo provedeno ze soboty 30. 11. 2013 na neděli 1. 12. 2013. Počasí tento den bylo většinou polojasné s mírným větrem a občas lehkým deštěm. Denní teploty byly kolem 5 °C, nejnižší teplota byla 2°C. Celková spotřeba tepla byla 4,96 GJ. Celková spotřeba vody byla 56,51 m<sup>3</sup>, z toho 25,61 m<sup>3</sup> bylo vody teplé.

denní spotřeba vody 98-99 (m3)	12,59
denní spotřeba vody na teplou vodu (m3)	25,61
denní spotřeba vody 95-97 (m3)	18,31
denní spotřeba tepla (GJ)	4,96

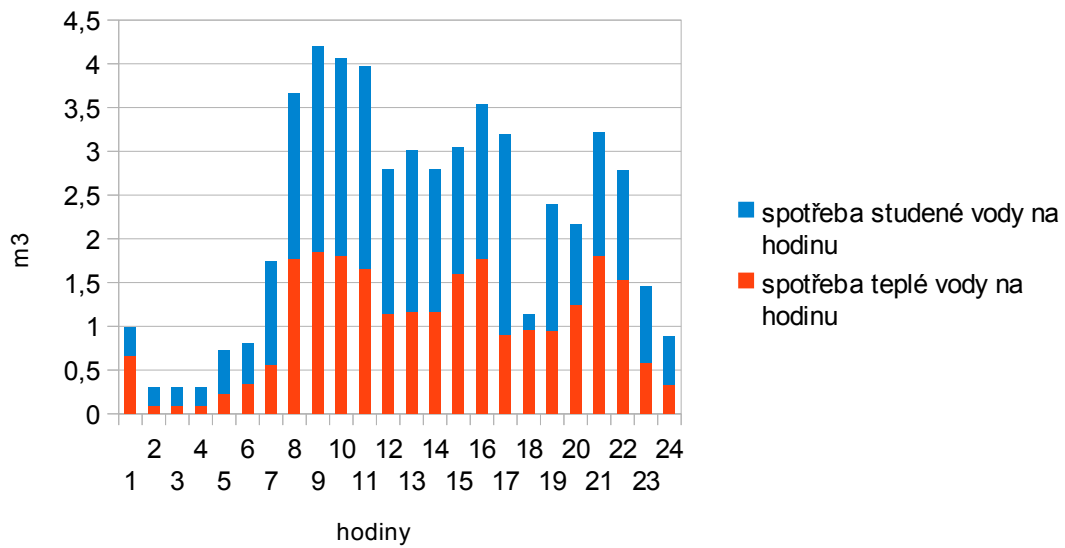
Tabulka 11: Spotřeba podzimní víkend

celková spotřeba studené vody (m3)	30,9
celková spotřeba vody (m3)	56,51

Tabulka 12: Celková spotřeba podzimní víkend



Graf 11: Hodinová spotřeba tepla podzimní víkend



Graf 12: Hodinová spotřeba vody podzimní víkend

### 8.9 Zimní den – pracovní den

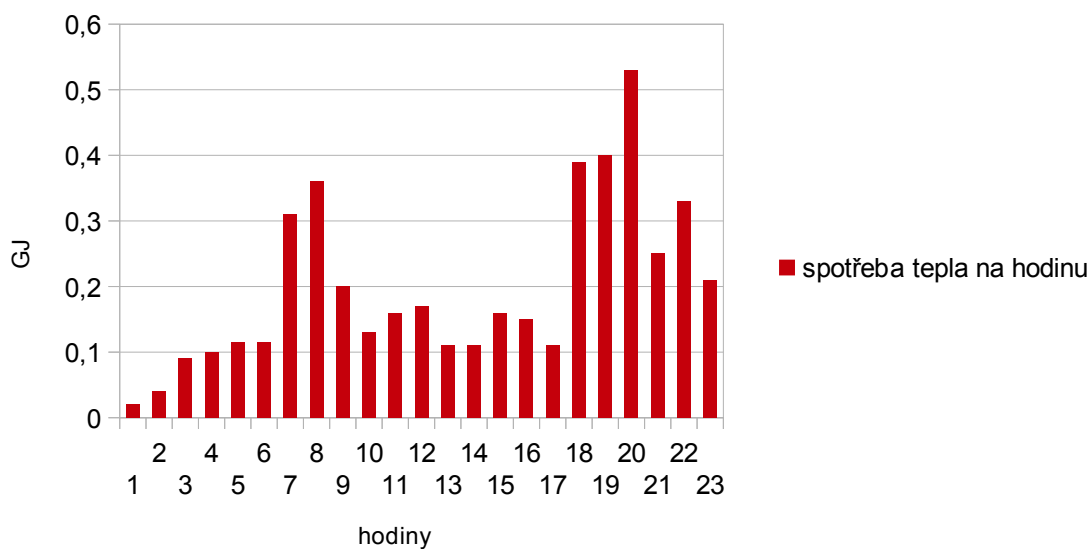
Pro zimní dny jsme uskutečnili pouze jedno měření ve středu 5. 2. 2014. Skoro celý den bylo zataženo s teplotami v rozmezí -1 až 2 °C. Celková spotřeba byla 4,52 GJ. Celková spotřeba vody byla 46,53 m<sup>3</sup>, z toho 23,58 m<sup>3</sup> bylo vody teplé.

denní spotřeba vody 98-99 (m3)	9,22
denní spotřeba vody na teplou vodu (m3)	23,58
denní spotřeba vody 95-97 (m3)	13,73
denní spotřeba tepla (GJ)	4,52

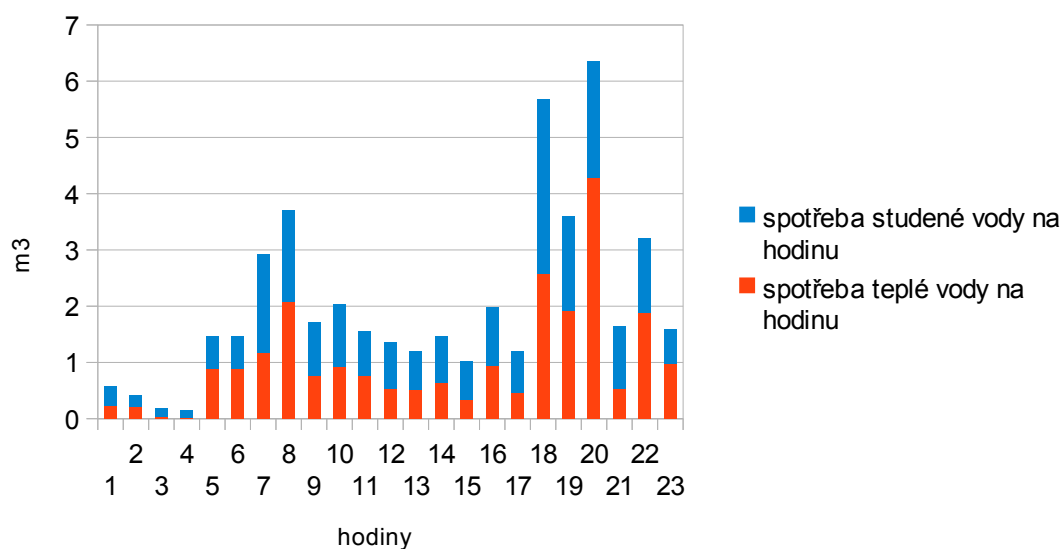
Tabulka 13: Spotřeba zimní pracovní den

celková spotřeba studené vody (m3)	22,95
celková spotřeba vody (m3)	46,53

Tabulka 14: Celková spotřeba zimní pracovní den



Graf 13: Hodinová spotřeba tepla zimní pracovní den



Graf 14: Hodinová spotřeba vody zimní pracovní den

## 8.10 Roční spotřeba

Z naměřených údajů a počtu dní v daném období můžeme odhadnout roční spotřebu bytové domu. Jak je vidět v tabulce 15 za rok bytový dům spotřebuje v plynové kotelně asi 1 474,31 GJ tepla, což odpovídá asi 409 530,56 kWh. Celková spotřeba vody je asi 16 130 m<sup>3</sup>. Nejdůležitějším zjištěním ze změřené spotřeby vody je, že jsme si po konzultaci s výrobcem tepelných výměníků potvrdili naši domněnku, že můžeme průtok lokálním rekuperačním systémem považovat za nepřetržitý a je tedy možná jeho instalace.

Dalším důležitým údajem je množství vody ohřívané v plynové kotelně. Z tohoto údaje pomocí tepelné kapacity vody a podle množství °C o které chceme vodu ohřát odhadneme potřebný výkon tepelného čerpadla. Podle našich výpočtů je potřebný výkon tepelného čerpadla na ohřev vody na 50 °C asi 85,63 kW a na ohřev vody na 35 °C je potřebný výkon asi 53,52 kW.

V našich měřeních jsme také měřili teplotu odpadních trubek. Teplota odpadních trubek se pohybovala mezi 18 °C až 24 °C. Z toho můžeme usuzovat, že průměrná teplota odpadní vody je asi 20 °C.

	teplo	voda studená	voda teplá	voda celkem	teplo v kWh
<b>roční spotřeba</b>	1474,31	8330,788	7799,814	16130,602	409530,556

Tabulka 15: Roční spotřeba

## 9. Metody porovnání jednotlivých variant

Pro porovnání ekonomické výhodnosti jednotlivých variant jsem se rozhodl použít tato kritéria:

- 1) Čistá současná hodnota (NPV)
- 2) Vnitřní výnosové procento (IRR)
- 3) Diskontovaná doba návratnosti

### 9.1 Čistá současná hodnota

Čistá současná hodnota, neboli NPV, je ekonomický ukazatel, který vyhodnocuje kolik nám daná investice v budoucnu přinese. Řeší peněžní toky, cash flow, které nám investice nebo projekt přinese. Důležité u výpočtu NPV je odhadnout budoucí cash flow, která s danou investicí souvisí. Dalším velmi důležitým bodem je správně určit dobu životnosti projektu, která nám velmi výrazně ovlivní hodnotu NPV. [10]

$$NPV = \sum_0^t \frac{CF_t}{(1+r)^t}$$

t...doba životnosti

$CF_t$ ...cash flow daného roku

r...diskont

### 9.2 Vnitřní výnosové procento

Dalším ekonomickým hlediskem, které použijeme pro vyhodnocení variant je vnitřní výnosové procento, někdy bývá nazýváno ekonomické výnosové procento. Tento ukazatel se označuje jako IRR z anglického Internal Rate of Return. IRR popisuje kolik na daném projektu vyděláme při zvažování časové hodnoty peněz.[11]

$$NPV = \sum_0^t \frac{CF_t}{(1+r)^t} = \sum_1^t \frac{CF_t}{(1+r)^t} - IN$$

$IN$ ...počáteční investice

Pokud  $NPV$  je nulové, pro  $IRR$  platí:

$$\sum_1^t \frac{CF_t}{(1+IRR)^t} - IN = 0$$

### 9.3 Diskontovaná doba návratnosti

Jedním z důležitých ukazatelů je doba, za kterou se nám daná investice vrátí. K výpočtu této doby se používá doba návratnosti. Doba návratnosti se v základní variantě definuje jako doba, za kterou peněžní příjmy z investice vyrovnají počáteční kapitálový výdaj na investici. [12]

$$TN_P = \frac{IN}{CF}$$

$TNP$ ...prostá doba návratnosti

$IN$ ... počáteční investice

$CF$ ...roční peněžní tok

V této základní definici je doba návratnosti nepřesná z důvodů nezohlednění časové hodnoty peněz. Výhodou prosté doby návratnosti je, ale její jednoduchost. Pro větší přesnost se využívá diskontované doby návratnosti. Tento ukazatel využívá diskontovaného cash flow, díky čemuž je zohledněna časová hodnota peněz.

Diskontované cash flow se vypočte podle vzorce:

$$DCF = \frac{CF}{(1+i)^n}$$

*DCF*...diskontované cash flow

*CF*... roční peněžní tok

*i*...diskont

*n*...rok, který se počítá

## 10. Porovnávané varianty

Pro porovnání instalace rekuperační jednotky v bytovém domě Zázvorkova 1995 – 1999 jsem se rozhodl porovnat 3 základní varianty:

0. varianta: současný stav
1. varianta: výměník umístěný v akumulční nádrži
2. varianta: výměník umístěný v šachtě odpadního potrubí

Pro obě varianty rekuperace budeme ještě porovnávat možnost vytápění čistě rekuperačním zařízením a variantu přehřívání vody před plynovou kotelnou.

### 10.1 Současný stav ( 0. varianta)

První, takzvanou nultou, variantou pro porovnání investic je současný stav. Tato výchozí varianta je důležitá pro porovnání ostatních variant. V současnosti je voda v bytovém domě ohřívána v plynové kotelně, která je umístěna v suterénu budovy. Do této kotelny je přiváděna nepředehřátá voda o teplotě 5 -10 °C. Tato voda je pak ohřívána v plynové kotelně na teplotu asi 50 °C.

### 10.2 Akumulační nádrž (1. varianta)

První porovnávanou variantou instalace rekuperační jednotky je instalace akumulční nádrže s vloženým výměníkem tepla a s tepelným čerpadlem. Výhodou této varianty je, možnost vyčištění odpadní vody od pevných nečistot v rámci systému akumulční nádrže.

Pro odhad investičních výdajů a návrh této varianty jsem oslovil rakouskou firmu A-INVENT, která zpracovala návrh instalace rekuperační jednotky. Řešení firmy

A-INVENT počítá s instalací čtyř rekuperačních jednotek. Vždy dvě pro každý objekt. Pro správnou funkci navrhovaného řešení je potřeba nainstalovat také 2 vstupní akumulční nádoby o objemu 1000 litrů, vždy 1 pro 2 rekuperační jednotky. Cena navrhovaného řešení firmy A-INVENT je 1 045 830 Kč pro variantu ohřevu vody jenom rekuperační jednotkou, v tomto případě by se tedy plynová kotelna k ohřevu nevyužívala vůbec. Druhou variantou je varianta pouhé přehřívání vody v rekuperační jednotce na asi 35 °C a její následné dohřívání na 50°C v plynové kotelně. Pro variantu přehřevu bude



investice nižší o cenu čerpadla, které může mít nižší výkon. V tomto případě bude cena 969 830 Kč.

### 10.3 Průtokový výměník v šachtě kanalizace (2. varianta)

Další porovnávanou variantou je instalace rekuperační jednotky do šachty kanalizace. Velkou výhodou této varianty je podstatně menší prostorová náročnost varianty, protože zde není třeba žádných akumulčních nádrží. Tato varianta je v domě možná díky velkému množství bytů, a tedy průtoku odpadní vody téměř nepřetržitému. Problematikou tohoto řešení jsou ovšem pevné nečistoty obsažené v odpadní vodě. Tyto nečistoty by mohli způsobit zanesení výměníku tepla. Z tohoto důvodu je potřeba vodu před výměníkem vyčistit od pevných nečistot.

V této variantě je počítáno se dvěma tepelnými výměníky, jedním pro každý objekt, a dvěma tepelnými čerpadly ke každému tepelnému výměníku. Nejvýhodnější variantou je pravděpodobně instalace výměníků do šachty co nejvíce ven z domu, z důvodů většího průtoku odpadní vody.

Návrh výměníku k této variantě provedla firma česká ŠAKAL, která se specializuje na výrobu tepelných výměníků voda – voda. Návrh počítá s výměníky tepla v ceně 10 000 Kč za jeden výměník. Ke každému tepelnému výměníku bude nainstalováno tepelné čerpadlo o tepelném výkonu 40,3 kW pro ohřev vody pouze rekuperační jednotkou. Pro variantu předehřevu vody před plynovou kotelnou je počítáno s tepelnými čerpadly o topném výkonu 22,5 kW.

Celkové investiční výdaje této varianty jsou 805 800 Kč pro tepelná čerpadla s větším výkonem a 627 800 Kč pro tepelná čerpadla s výkonem nižším.

# 11. Ekonomické vyhodnocení variant

Abychom mohli porovnat ekonomickou výhodnost různých variant, musíme znát náklady na provoz různých variant. Z tohoto důvodu musíme znát cenu plynu, kterým je voda vytápěna a také cenu elektrické energie, která je potřebná k provozu tepelného čerpadla. Ekonomické faktory budeme počítat na dobu 20 let s diskontní mírou 5%.

## 11.1 Cena zemního plynu

Vývoj ceny zemního plynu je velmi důležitým údajem pro rozhodování o investici. Cena plynu dlouhodobě roste a vzhledem k neobnovitelnosti tohoto zdroje a velké poptávce po této komoditě se nedá předpokládat velké zlevnění zemního plynu. V současnosti se ovšem předpokládá, že cena plynu bude konstantní nebo bude mírně klesat. Pro výpočet ekonomických ukazatelů jsme tedy uvažovali konstantní cenu plynu. V roce 2014 je cena zemního plynu od RWE 0,89441 Kč/kWh. [13]

## 11.2 Cena elektřiny

Dalším důležitým údajem je cena elektrické energie, která bude používána k provozu tepelného čerpadla. Pro tepelná čerpadla existuje speciální sazba D56d. Při této sazbě je tepelné čerpadlo 22 hodin napájeno elektřinou, která je účtována nízkotarifní cenou. V době vysokého tarifu musí být zajištěno technické blokování odběru elektřiny zařízení. Společnost PRE nabízí tento produkt pod názvem AKTIV TČ 22. Cena elektřiny v nízkém tarifu je 1,252 Kč/kWh.[14]

Cena elektřiny by se nejbližší době neměla příliš měnit, nicméně by se mohla kvůli zvětšujícímu se příspěvku OZE mírně zvyšovat. Ve výpočtech budeme uvažovat roční nárůst ceny o 3%.

## 11.3 0. varianta

Nultou variantou je v našem případě současný stav, kdy je ohřev teplé vody a vytápění zajišťováno plynovou kotelnou provozovanou bytovým družstvem. Pro tuto variantu tedy nejsou žádné investiční výdaje. Jediným výdajem jsou tedy peníze potřebné na zakoupení plynu k vytápění.

Jak bylo uvedeno výše, budeme počítat s cenou plynu 0,89441 Kč/kWh. Při změřené Rekuperace tepla z odpadní vody

spotřebě tepla na rok 409530,56 kWh je cena roční spotřeby plynu bytového domu 366288,23 Kč.

Pro porovnávání variant budeme u této varianty všechny náklady počítat jako nulové a náklady ostatních jako rozdíl oproti této variantě. Suma cash flow pro tuto variantu je tedy nulová, z toho plyne, že také čistá současná hodnota bude nulová.

### 11.4 1. Varianta

První varianta počítá s instalací dvou akumulčních nádrží a čtyřmi rekuperačními zařízeními. V této variantě budeme porovnávat ještě dvě podvarianty, které se liší výstupní teplotou ohřáté vody na výstupu z tepelného čerpadla. První podvariantou je voda ohřátá asi na 50 °C, s tím že tato voda již nebude dále dohřívána plynovou kotelnou. Druhou podvariantou je voda v tepelném čerpadle ohřátá na 35 °C a na 50 °C dohřívána v plynové kotelně. V obou případech je voda shromažďována v akumulčních nádržích, kde je pomocí rekuperačního zařízení ochlazována z původních asi 20 °C na výsledných asi 8 °C. Teplem získaným z této vody je ohřívána přírodní studená voda.

#### 11.4.1 Varianta bez plynové kotelny

Počáteční investice této varianty je 1 045 830 Kč. Jedinými náklady na provoz v této variantě je elektrická energie. Navržená tepelná čerpadla mají příkon 5,7 kW, to znamená celkový příkon 23,5kW. Budeme-li počítat 22 hodinový provoz podle tarifu tepelných čerpadel získáme roční spotřebu 183 084 kWh. Průběh peněžního toku s námi uvažovanými parametry je vidět v tabulce.

cash flow (Kč)	0	1	2	3	4	5	6	7
1. varianta a	-1045830	130190,43	123107,49	115812,07	108297,78	100558,07	92586,17	84375,10
	8	9	10	11	12	13	14	15
	75917,71	67206,59	58234,15	48992,52	39473,65	29669,22	19570,64	9169,12
	16	17	18	19	20			
	-1544,46	-12579,64	-23945,47	-35652,48	-47710,70			

Tabulka 16: Cash flow 1. varianty bez plynové kotelny

Z těchto údajů můžeme vypočítat čistou současnou hodnotu, vnitřní výnosové procento a také diskontovanou dobu návratnosti:

NPV	IRR	Diskontovaná doba návratnosti
-250319,3738	-1,53%	není

Tabulka 17: Ekonomické ukazatele 1. varianty bez plynové kotelny

### 11.4.2 Varianta s plynovou kotelnou

U druhé podvarianty je cena investice menší z důvodů pořízení tepelných čerpadel s nižším výkonem. Celková hodnota počáteční investice je 969 830 Kč. Tepelná čerpadla mají příkon 2,3 kW, což znamená roční spotřebu elektrické energie 73 876 kWh. Na dohřátí vody o dalších 15 °C bude potřeba 153 573,93 kWh tepla z plynu.

cash flow (Kč)	0	1	2	3	4	5	6	7
	-969830,0	133662,61	130804,58	127860,82	124828,74	121705,69	118488,96	115175,72
1. varianta b	8	9	10	11	12	13	14	15
	111763,09	108248,08	104627,62	100898,54	97057,59	93101,42	93101,42	84829,45
	16	17	18	19	20			
	85506,43	76053,72	71467,42	64743,54	61877,94			

Tabulka 18: Cash flow 1. varianty s plynovou kotelnou

Z cash flow poté vypočítáme čistou současnou hodnotu, vnitřní výnosové procento a diskontovanou dobu návratnosti.

NPV	IRR	Diskontovaná doba návratnosti
362220,0235	9,72%	10 let

Tabulka 19: Ekonomické ukazatele 1. varianty s plynovou kotelnou

## 11.5 2. Varianta

Ve druhé variantě je počítáno s jednodušší variantou rekuperačního zařízení. V této variantě jsou navrženy dva průtokové tepelné výměníky a po jednom tepelném čerpadle ke každému tepelnému výměníku. I v této variantě budeme porovnávat dvě podvarianty, podle toho jestli bude voda ohřívána na teplotu kolem 50 °C rovnou v tepelném čerpadle, nebo jestli bude jen přehřívána na teplotu asi 35 °C a poté dohřívána v plynové kotelně.

### 11.5.1 Varianta bez plynové kotelny

Celková cena investice této varianty je 805 800 Kč. V této ceně jsou zahrnuta dvě tepelná čerpadla o příkonu 11,2 kWh. Celková roční spotřeba elektrické energie tedy je 179 872 kWh.

cash flow (Kč)	0	1	2	3	4	5	6	7
	-805800,0	134332,49	127373,82	120206,39	112823,93	105220,00	97387,96	89320,95
<b>2. varianta a</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
	81011,93	72453,64	63638,60	54559,11	45207,24	35574,81	25653,41	15434,36
	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>			
	4908,75	-5932,64	-17099,26	-28600,89	-40447,56			

Tabulka 20: Cash flow 2. varianty bez plynové kotelny

Z toho vypočteme ekonomické ukazatele:

NPV	IRR	Diskontovaná doba návratnosti
55837,82477	6,49%	10 let

Tabulka 21: Ekonomické ukazatele 2. varianty bez plynové kotelny

### 11.5.2 Varianta s plynovou kotelnou

V této variantě je počítáno s instalací dvou rekuperačních jednotek s tepelnými čerpadly o příkonu 5,8 kW. Roční spotřeba elektrické energie je tedy 93 148 kWh. Výše počáteční Rekuperace tepla z odpadní vody

investice je 627 800 Kč.

cash flow (Kč)	0	1	2	3	4	5	6
	-627800,00	108810,21	105206,61	101494,90	97671,85	93734,10	89678,22
2. varianta b	7	8	9	10	11	12	13
	85500,66	81197,77	76765,80	72200,87	67498,99	62656,06	57667,84
	14	15	16	17	18	19	20
	52529,97	47237,96	41787,20	36172,91	30390,19	24433,99	18299,11

Tabulka 22: Cash flow 2. varianty s plynovou kotelnou

Vypočítané ekonomické ukazatele jsou:

NPV	IRR	Diskontovaná doba návratnosti
307486,832	11,92%	8 let

Tabulka 23: Ekonomické ukazatele 2. varianty s plynovou kotelnou

## 11.6 Vyhodnocení

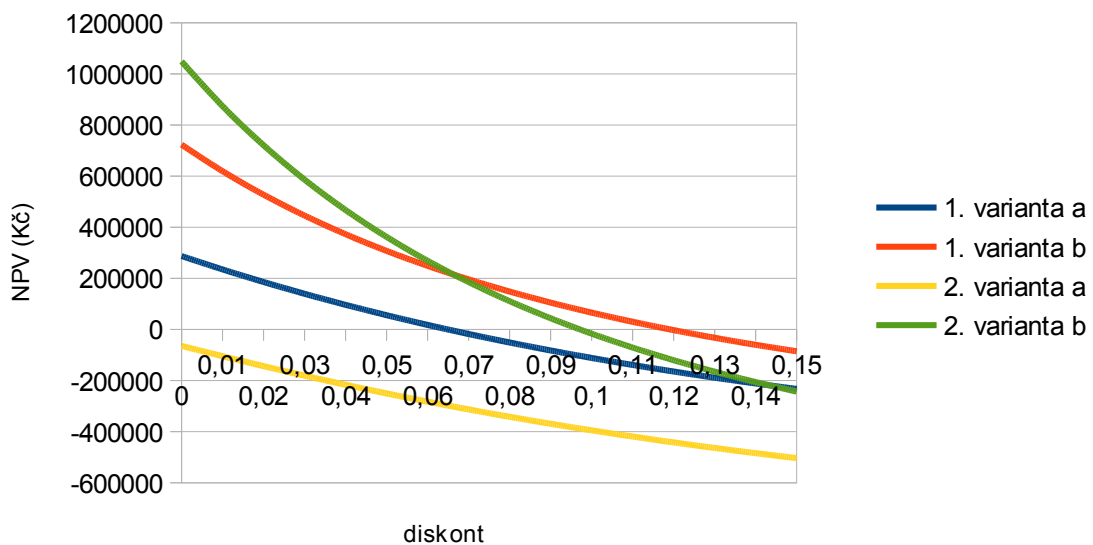
Podle vypočítaných ekonomických ukazatelů můžeme provést porovnání ekonomické efektivnosti jednotlivých variant. Podle ukazatele čisté současné hodnoty je nejvýhodnější variantou instalace rekuperační jednotky do odpadní šachty bez využití plynové kotelny pro dohřev vody. Dobré hodnoty čisté současné hodnoty mají také obě varianty, které využívají plynovou kotelnou k dohřevu vody.

Naopak nejvyšší vnitřní výnosové procento je u varianty s rekuperační jednotkou v šachtě kanalizace a s využitím plynové kotelny k dohřevu vody. Druhé nejvyšší výnosové procento je u varianty s akumulací nádrží a s využitím plynové kotelny. Toto je způsobeno tím, že uvažujeme stálou cenu plynu, ale rostoucí cenu elektrické energie.

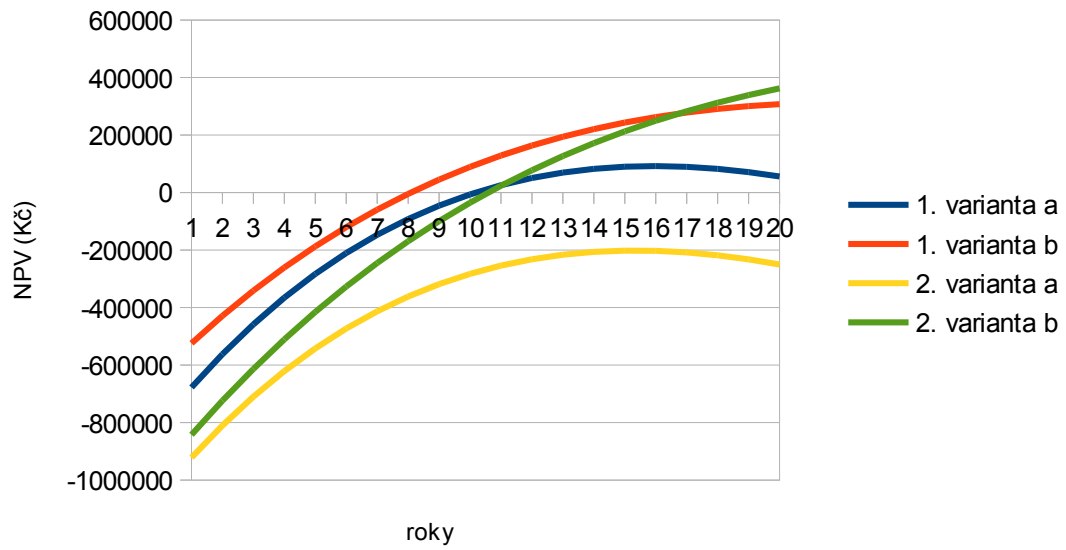
Nejkratší diskontovanou dobu návratnosti jsme spočítali pro variantu v šachtě odpadu s využitím plynové kotelny k dohřevu odpadní vody. Dobu návratnosti 10 let poté má varianta v odpadní šachtě bez využití plynové kotelny a varianta s akumulací nádrží s

využitím plynové kotelny.

Nejhůře v porovnání s použitím našich parametrů dopadla varianta s akumulací nádrží bez využití plynové kotelny k dohřevu vody. Tato varianta má v námi zadaných podmínkách zápornou čistou současnou hodnotu a podle diskontované doby návratnosti se investice nikdy nevrátí. Z toho vyplývá, že tato varianta není v námi zadaných podmínkách, ceně plynu a elektrické energie vhodná čistě pro rekuperační účely. Efektivnost této varianty by se dala zlepšit například dalším využitím akumulované vody, která by po předání svého tepla byla použita dál k jiným účelům.



Graf 15: Závislost NPV variant na diskontu



Graf 16: vývoj NPV variant po jednotlivých letech



## 12. Závěr

Úkolem této bakalářské práce bylo zhodnotit výhodnost instalace rekuperační jednotky pro zpětné získávání tepla z odpadní vody. Teplo získané rekuperací je poté využíváno k ohřevu studené vody, která je poté využita k topení nebo ke spotřebě. V této práci je porovnáváno několik variant instalace rekuperačních jednotek se současnou variantou ohřevu teplé vody pomocí plynové kotelny v bytovém domě Zázvorkova 1995 – 1999.

Pro lepší přehled o spotřebě tepla a vody v bytovém domě jsme prováděli vlastní měření, při kterých jsme se snažili zjistit spotřebu v den, který je charakteristický pro dané roční období vždy o víkendu a v pracovní den. Z těchto měření jsme sestavili diagram denní spotřeby tepla a vody v bytovém domě.

Ze získaných dat, ceny elektřiny a plynu jsme spočítali čistou současnou hodnotu, vnitřní výnosové procento a diskontovanou dobu návratnosti. Z vypočítaných ekonomických ukazatelů vyplývá, že díky zpětnému získávání tepla se může v bytovém domě ušetřit na teple až 100 000 Kč ročně v námi zkoumaném bytovém domě se 156 byty.

V této bakalářské práci byly zkoumány dvě hlavní varianty instalace rekuperační jednotky, tedy jednotky s akumulací nádrží a průtokové rekuperační jednotky. Pokud uvažujeme pouze rekuperaci tepla vychází podle ekonomických ukazatelů lépe varianta s průtokovou rekuperační jednotkou. Výhodou akumulací nádrže je ale také možnost dalšího využití ochlazené odpadní vody, což ovšem není obsahem této práce.

## 13. Použitá literatura

- [1] Využití energie z odpadních vod [online]. [pub. 2012]. ASIO spol. s r.o. Dostupné z WWW: <<http://www.asio.cz/cz/139.vyuziti-energie-z-odpadnich-vod>>.
- [2] Základní princip zisku energie z odpadní vody [online]. Sakal. Dostupné z WWW: <<http://www.sakal-ovt.cz/princip.htm>>.
- [3] Recyklace tepla v budovách – šedé vody [online]. [pub. 2012]. ASIO spol. s r.o. Dostupné z WWW: <<http://www.asio.cz/cz/61.recyklace-tepla-v-budovach-sede-vody>>.
- [4] Výměníky rekuperace tepla z kanalizačních systémů [online]. [pub. 2013]. Jaga media s.r.o. Dostupné z WWW: <<http://www.asb-portal.cz/tzb/zdravotni-technika/vymeniky-rekuperace-tepla-z-kanalizacnich-systemu-3932.html>>.
- [5] PERÁČKOVÁ, J., PODOBEKOVÁ, V.: Využití tepla z kanalizace, TECHCON. 9. roč., 2. číslo, str. 4-6. ISSN: 1337-3013.
- [6] [File:Double-Pipe\\_Heat\\_Exchanger.png](#) [online]. Wikimedia commons . Dostupné z WWW: <[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Double-Pipe\\_Heat\\_Exchanger.png](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Double-Pipe_Heat_Exchanger.png)>.
- [7] MEČÁRIK, K., HAVELSKÝ, V., FÜRI, B: Tepelné čerpadlá. Alfa, Bratislava, 1988. ISBN 063-063-87
- [8] PETRÁK, J., PETRÁK, M.: Tepelná čerpadla. ČVUT, Praha, 2004.  
ISBN 80-01-03126-8
- [9] KOHOUT, P., HLUŠEK, M.: Peníze, výnosy a rizika. Praha, Ekopress, 2002. ISBN 80-86119-48-3
- [10] Hodnocení investic: Čistá současná hodnota stručně a jasně [online]. Nitana s r. o.. Dostupné z WWW: <<http://www.businessvize.cz/rizeni-a-optimalizace/hodnoceni-investic-cista-soucasna-hodnota-npv-strucne-a-jasne>>.
- [11] Hodnocení investic: Vnitřní výnosové procento [online]. Nitana s r. o.. Dostupné z WWW: <<http://www.businessvize.cz/rizeni-a-optimalizace/hodnoceni-investic-vnitri-vynosove-procento-irr>>.

- [12] Výpočtová pomůcka EKONOMICKÁ EFEKTIVNOST INVESTIC [online]. Topinfo s r. o.. Dostupné z WWW: <<http://www.tzb-info.cz/2786-vypoctova-pomucka-ekonomicka-efektivnost-investic-ii>>.
- [13] Ceník RWE plyn PROFIT [online]. RWE. Dostupné z WWW: <[https://www.rwe.cz/cs/media/ceny-zp-produkty-2014/ZP\\_CEN\\_PRO\\_140401\\_PPD.pdf?jis=20140430103859](https://www.rwe.cz/cs/media/ceny-zp-produkty-2014/ZP_CEN_PRO_140401_PPD.pdf?jis=20140430103859)>.
- [14] AKTIV TČ 22 [online]. Pražská energetika a. s.. Dostupné z WWW: <<https://www.pre.cz/cs/firmy/elektrina/archiv-produktu/2012/aktiv-tc-22/>>.
- [15] BALÁŠ, M.: Kotle a výměníky tepla. Akademické nakladatelství CERM, Brno, 2009. ISBN 978-80-214-3955-9
- [16] HAVLÍK, A.: *Vliv počasí a životního rytmu obyvatel na spotřebu energie*. ČVUT, 2010. Diplomová práce. ČVUT.
- [17] Beznoska, J.: *Varianty zásobování bytového domu teplem*. ČVUT, 2011. Diplomová práce. ČVUT.

# 14. Seznam ilustrací

Ilustrace 1: Výměník integrovaný do betonové stěny kanalizace [4] .....	6
Ilustrace 2: Externí dvoutrubkový výměník tepla [6].....	8
Ilustrace 3: Letecký snímek objektu Zázvorkova 1995 - 1999.....	11
Ilustrace 4: Vnitřní blok objektu Zázvorkova 1995 - 1999.....	12
Ilustrace 5: Čelní strana objektu Zázvorkova 1995 - 1999.....	12

# 15. Seznam tabulek

Tabulka 1: Spotřeba jarní pracovní den .....	17
Tabulka 2: Celková spotřeba jarní pracovní den .....	17
Tabulka 3: Spotřeba jarní víkend.....	19
Tabulka 4: Celková spotřeba jarní víkend .....	19
Tabulka 5: Spotřeba letní pracovní den: .....	20
Tabulka 6: Celková spotřeba letní pracovní den .....	20
Tabulka 7: Spotřeba letní víkend.....	22
Tabulka 8: Celková spotřeba letní víkend.....	22
Tabulka 9: Spotřeba Podzimní pracovní den .....	23
Tabulka 10: Celková spotřeba Podzimní pracovní den .....	23
Tabulka 11: Spotřeba podzimní víkend .....	25
Tabulka 12: Celková spotřeba podzimní víkend .....	25
Tabulka 13: Spotřeba zimní pracovní den .....	26
Tabulka 14: Celková spotřeba zimní pracovní den .....	26
Tabulka 15: Roční spotřeba.....	28
Tabulka 16: Cash flow 1. varianty bez plynové kotelny.....	36
Tabulka 17: Ekonomické ukazatele 1. varianty bez plynové kotelny .....	36
Tabulka 18: Cash flow 1. varianty s plynovou kotelnou .....	36
Tabulka 19: Ekonomické ukazatele 1. varianty s plynovou kotelnou .....	36
Tabulka 20: Cash flow 2. varianty bez plynové kotelny.....	37
Tabulka 21: Ekonomické ukazatele 2. varianty bez plynové kotelny .....	37
Tabulka 22: Cash flow 2. varianty s plynovou kotelnou .....	38
Tabulka 23: Ekonomické ukazatele 2. varianty s plynovou kotelnou .....	38

# 16. Seznam grafů

Graf 1: Hodinová spotřeba tepla jarní pracovní den.....	27
Graf 2: Hodinová spotřeba vody jarní pracovní den.....	27
Graf 3: Hodinová spotřeba tepla jarní víkend.....	28
Graf 4: Hodinová spotřeba vody jarní víkend.....	29
Graf 5: Hodinová spotřeba tepla letní pracovní den.....	30
Graf 6: Hodinová spotřeba vody letní pracovní den.....	30
Graf 7: Hodinová spotřeba tepla letní víkend.....	31
Graf 8: Hodinová spotřeba vody letní víkend.....	32
Graf 9: Hodinová spotřeba tepla podzimní pracovní den.....	33
Graf 10: Hodinová spotřeba vody podzimní pracovní den.....	33
Graf 11: Hodinová spotřeba tepla podzimní víkend.....	34
Graf 12: Hodinová spotřeba vody podzimní víkend.....	35
Graf 13: Hodinová spotřeba tepla zimní pracovní den.....	36
Graf 14: Hodinová spotřeba vody zimní pracovní den.....	36
Graf 15: Závislost NPV variant na diskontu.....	47
Graf 16: Vývoj NPV variant po jednotlivých letech.....	47

# 17. Přílohy

## 17.1 Naměřené hodnoty 26. 3. 2014

	<b>00:00:00</b>	<b>01:00:00</b>	<b>02:00:00</b>	<b>06:00:00</b>
stav plynoměru	102184,52	102192,27	102197,77	102236,09
spotřeba tepla (GJ)	2250,06	2250,14	2250,14	2250,54
teplota topné vody výst. TUV (°C)	39	62	53	38
teplota topné vody vst. TUV (°C)	35	53,5	45	34
teplota topné vody výst. TUV (°C)	42	47,5	46	53
teplota topné vody vst. TUV (°C)	33	32,5	33	34
teplota v kotelně (°C)	25	25	25	24
teplota venkovní (°C)	-1	-1	-1	-3
teplota výst. TUV (°C)	48	47,5	42	48
teplota vratné TUV (°C)	38	37,5	36,5	38
vodoměr kotelna (m3)	9936,1	9936,27	9936,35	9937,34
studená voda 98-99 (m3)	3999,64	3999,65	3999,65	3999,65
st. voda na teplou (m3)	11665	11665,2	11665,27	11666,65
studená voda 95-97 (m3)	27933,71	27933,81	27933,92	27935,03

	<b>07:00:00</b>	<b>08:00:00</b>	<b>09:00:00</b>	<b>10:00:00</b>
stav plynoměru	102261,4	102277,6	102291,33	102301,62
spotřeba tepla (GJ)	2250,8	2251,13	2251,31	2251,46
teplota topné vody výst. TUV (°C)	70	71	60	50
teplota topné vody vst. TUV (°C)	58	59,5	38	37
teplota topné vody výst. TUV (°C)	69	70	56,5	58,5
teplota topné vody vst. TUV (°C)	45	50	39	44
teplota v kotelně (°C)	24	24,5	24,5	24,5
teplota venkovní (°C)	-1	1	3	4
teplota výst. TUV (°C)	48	46	48	47,5
teplota vratné TUV (°C)	39	39	38	38
vodoměr kotelna (m3)	9938,65	9940,37	9941,06	9941,86
studená voda 98-99 (m3)	4000,1	4000,72	4001,1	4001,38
st. voda na teplou (m3)	11668,23	11670,3	11671,34	11672,3
studená voda 95-97 (m3)	27935,9	27936,98	27937,7	27938,15

	<b>11:00:00</b>	<b>12:00:00</b>	<b>13:00:00</b>	<b>14:00:00</b>
stav plynoměru	102314,58	102324,93	102334,43	102346,72
spotřeba tepla (GJ)	2251,62	2251,76	2251,88	2252,05
teplota topné vody výst. TUV (°C)	42	60	50	50
teplota topné vody vst. TUV (°C)	37	36	36	36
teplota topné vody výst. TUV (°C)	65	70	46	48
teplota topné vody vst. TUV (°C)	39	50	36	36
teplota v kotelně (°C)	25	25	25	25
teplota venkovní (°C)	6	7	9	9
teplota výst. TUV (°C)	48	48	48	48
teplota vratné TUV (°C)	37,5	38	38	38
vodoměr kotelna (m3)	9942,26	9942,86	9943,42	9944,04
studená voda 98-99 (m3)	4001,67	4002,02	4002,37	4002,93
st. voda na teplou (m3)	11672,81	11673,61	11674,31	11675,17
studená voda 95-97 (m3)	27938,59	27939,12	27939,43	27940,08

	<b>15:00:00</b>	<b>16:00:00</b>	<b>17:00:00</b>	<b>18:00:00</b>
stav plynoměru	102354,88	102367,88	102377,2	102389,79
spotřeba tepla (GJ)	2252,17	2252,37	2252,49	2252,64
teplota topné vody výst. TUV (°C)	50	65	56	62
teplota topné vody vst. TUV (°C)	42	48	50	58
teplota topné vody výst. TUV (°C)	50	62	56	62
teplota topné vody vst. TUV (°C)	38	40	40	38
teplota v kotelně (°C)	25	25	25	25
teplota venkovní (°C)	9	10	9	9
teplota výst. TUV (°C)	48	48	48	48
teplota vratné TUV (°C)	38	38	38	38
vodoměr kotelna (m3)	9944,55	9945,21	9945,74	9946,42
studená voda 98-99 (m3)	4003,21	4003,83	4004,35	4004,82
st. voda na teplou (m3)	11675,8	11676,65	11677,32	11678,22
studená voda 95-97 (m3)	27940,49	27941,07	27941,62	27942,45



	<b>19:00:00</b>	<b>20:00:00</b>	<b>21:00:00</b>	<b>22:00:00</b>
stav plynoměru	102403,9	102421,5	102438,51	102458,48
spotřeba tepla (GJ)	2252,88	2253,21	2253,54	2253,9
teplota topné vody výst. TUV (°C)	41	70	46	62
teplota topné vody vst. TUV (°C)	36	48	37	46
teplota topné vody výst. TUV (°C)	44	69	47	61
teplota topné vody vst. TUV (°C)	36	52	36	44
teplota v kotelně (°C)	25,5	25	25	26
teplota venkovní (°C)	8	8	7	7
teplota výst. TUV (°C)	49	48	49	49,5
teplota vratné TUV (°C)	39	40	40	38
vodoměr kotelna (m3)	9947,65	9949,34	9951,3	9952,78
studená voda 98-99 (m3)	4005,51	4006,25	4007,05	4007,51
st. voda na teplou (m3)	11679,83	11682	11684,44	11686,16
studená voda 95-97 (m3)	27943,31	27944,29	27945,43	27946,21

	<b>23:00:00</b>	<b>00:00:00</b>
stav plynoměru	102466,3	102473,23
spotřeba tepla (GJ)	2254,13	2254,26
teplota topné vody výst. TUV (°C)	60	57
teplota topné vody vst. TUV (°C)	53	49
teplota topné vody výst. TUV (°C)	53	58
teplota topné vody vst. TUV (°C)	33	42
teplota v kotelně (°C)	25	24,5
teplota venkovní (°C)	6	6
teplota výst. TUV (°C)	49,5	49
teplota vratné TUV (°C)	38	38
vodoměr kotelna (m3)	9953,82	9954,18
studená voda 98-99 (m3)	4007,96	4008,17
st. voda na teplou (m3)	11687,57	11688,04
studená voda 95-97 (m3)	27946,89	27947,16

## 17.2 Naměřené hodnoty 29. 3. - 30. 3. 2014

	<b>15:00</b>	<b>16:00</b>	<b>17:00</b>	<b>18:00</b>
stav plynoměru	103152,1	103162,02	103169,91	103179,48
spotřeba tepla (GJ)	2265,87	2266,07	2266,23	2266,44
teplota topné vody výst. TUV (°C)	73	61	60	59
teplota topné vody vst. TUV (°C)	62	58	50	32
teplota topné vody výst. TUV (°C)	72	60	55,5	42
teplota topné vody vst. TUV (°C)	40	40	39,5	39,5
teplota v kotelně (°C)	26,5	26,5	26,5	26,5
teplota venkovní (°C)	16	16	16	15
teplota výst. TUV (°C)	50	50	50	50
teplota vratné TUV (°C)	39,5	40	40	39,5
vodoměr kotelna (m3)	10002,56	10003,25	10004,17	10004,98
studená voda 98-99 (m3)	4034,36	4034,87	4035,54	4036,25
st. voda na teplou (m3)	11750	11750,87	11752,11	11753,13
studená voda 95-97 (m3)	27486,82	27487,55	27488,47	27489,25

	<b>19:00</b>	<b>20:00</b>	<b>21:00</b>	<b>22:00</b>
stav plynoměru	103189,6	103203,56	103297,53	103232,95
spotřeba tepla (GJ)	2266,66	2266,96	2267,25	2267,57
teplota topné vody výst. TUV (°C)	59	59	59	73
teplota topné vody vst. TUV (°C)	32	40	44	60
teplota topné vody výst. TUV (°C)	42	41	45	71
teplota topné vody vst. TUV (°C)	40	41	39,5	39
teplota v kotelně (°C)	26	26	26	26
teplota venkovní (°C)	14	13	10	8
teplota výst. TUV (°C)	50	50	51	50
teplota vratné TUV (°C)	39,5	40	41	39,5
vodoměr kotelna (m3)	10006,08	10007,55	10008,66	10010,22
studená voda 98-99 (m3)	4036,72	4037,18	4037,48	4037,98
st. voda na teplou (m3)	11754,53	11756,48	11757,82	11759,82
studená voda 95-97 (m3)	27490,06	27491,16	27491,97	27492,85

	<b>23:00</b>	<b>00:00</b>	<b>01:00</b>	<b>05:00</b>
stav plynoměru	103239,97	103244,78	103245,63	103270,78
spotřeba tepla (GJ)	2267,8	2267,93	2267,93	2268,31
teplota topné vody výst. TUV (°C)	79	63	30	64
teplota topné vody vst. TUV (°C)	63	56	27	35
teplota topné vody výst. TUV (°C)	72	63	30	38
teplota topné vody vst. TUV (°C)	40	40	38	38
teplota v kotelně (°C)	26,5	26	26	25,5
teplota venkovní (°C)	7	6	5	3
teplota výst. TUV (°C)	50	50	48	50
teplota vratné TUV (°C)	39	40	40	38
vodoměr kotelna (m3)	10011,06	10011,58	10011,75	10012,16
studená voda 98-99 (m3)	4038,49	4038,69	4038,85	4039,16
st. voda na teplou (m3)	11760,9	11761,45	11761,89	11762,1
studená voda 95-97 (m3)	27493,88	27494,81	27495,34	27496,07

	<b>06:00</b>	<b>07:00</b>	<b>08:00</b>	<b>09:00</b>
stav plynoměru	103290,3	103296,17	103307,79	103318,44
spotřeba tepla (GJ)	2268,43	2268,54	2268,73	2268,95
teplota topné vody výst. TUV (°C)	73	62	72	73
teplota topné vody vst. TUV (°C)	64	53	62	64
teplota topné vody výst. TUV (°C)	71	59	70	71
teplota topné vody vst. TUV (°C)	38	39	40	40
teplota v kotelně (°C)	26	26	26	26
teplota venkovní (°C)	3	5	9	11
teplota výst. TUV (°C)	50	50	49	50
teplota vratné TUV (°C)	38	38	39	40
vodoměr kotelna (m3)	10012,45	10013,06	10013,69	10014,63
studená voda 98-99 (m3)	4039,33	4039,66	4040,132	4040,857
st. voda na teplou (m3)	11762,666	11763,36	11764,185	11765,505
studená voda 95-97 (m3)	27496,38	27497,08	27498,777	27499,277

	<b>10:00</b>	<b>11:00</b>	<b>12:00</b>	<b>13:00</b>
stav plynoměru	103329,16	103339,56	103350,18	103359,36
spotřeba tepla (GJ)	2269,17	2269,43	2269,66	2269,87
teplota topné vody výst. TUV (°C)	60	60	60	59
teplota topné vody vst. TUV (°C)	55	53	43	47
teplota topné vody výst. TUV (°C)	59	59	57	47
teplota topné vody vst. TUV (°C)	40	40	39	39
teplota v kotelně (°C)	26	26	27	27
teplota venkovní (°C)	12	13	14	15
teplota výst. TUV (°C)	50	50	50	50
teplota vratné TUV (°C)	40	40	39	39
vodoměr kotelna (m3)	10015,795	10016,98	10018,186	10019,095
studená voda 98-99 (m3)	4041,707	4042,636	4043,298	4044,023
st. voda na teplou (m3)	11766,989	11769,012	11769,907	11771,213
studená voda 95-97 (m3)	27500,411	27501,843	27502,793	27503,912

	<b>14:00</b>
stav plynoměru	103368,79
spotřeba tepla (GJ)	2270,09
teplota topné vody výst. TUV (°C)	64
teplota topné vody vst. TUV (°C)	52
teplota topné vody výst. TUV (°C)	63
teplota topné vody vst. TUV (°C)	40
teplota v kotelně (°C)	27
teplota venkovní (°C)	15
teplota výst. TUV (°C)	51
teplota vratné TUV (°C)	40
vodoměr kotelna (m3)	10019,796
studená voda 98-99 (m3)	4044,47
st. voda na teplou (m3)	11772,128
studená voda 95-97 (m3)	27504,691

## 17.3 Naměřené hodnoty 26. 6. 2013

	<b>00:00:00</b>	<b>01:00:00</b>	<b>02:00:00</b>	<b>03:00:00</b>
stav plynoměru	29218,75	29218,75	29218,75	29218,75
spotřeba tepla (GJ)	1150,9	1150,9	1150,9	1150,9
teplota topné vody výst. TUV (°C)	57	48,5	42	39
teplota topné vody vst. TUV (°C)	52	45	40	37,5
teplota topné vody výst. TUV (°C)	58,5	53	49	46
teplota topné vody vst. TUV (°C)	54	50	47	44
teplota v kotelně (°C)	26	26	25,5	25
teplota venkovní (°C)	11	11	11	11
teplota výst. TUV (°C)	45	44	43	42
teplota vratné TUV (°C)	40	36	34	30
vodoměr kotelna (m3)	5204,03	5204,54	5204,705	5204,784
studená voda 98-99 (m3)	1561,44	1561,58	1561,66	1561,74
st. voda na teplou (m3)	6003,43	6004,02	6004,2	6004,26
studená voda 95-97 (m3)	24097,11	24097,37	24097,51	24097,66

	<b>05:00:00</b>	<b>06:00:00</b>	<b>07:00:00</b>	<b>08:00:00</b>
stav plynoměru	29228,18	29230,86	29238,85	29245,2
spotřeba tepla (GJ)	1151,19	1151,29	1151,55	1151,78
teplota topné vody výst. TUV (°C)	61	57	68,5	68
teplota topné vody vst. TUV (°C)	57	50	57	56,5
teplota topné vody výst. TUV (°C)	61,5	54	68	68,5
teplota topné vody vst. TUV (°C)	57	48	56	54
teplota v kotelně (°C)	26	26	26	26
teplota venkovní (°C)	10	11	11	11
teplota výst. TUV (°C)	46	46	46	46
teplota vratné TUV (°C)	35	40	40	40
vodoměr kotelna (m3)	5204,986	5205,744	5207,178	5208,443
studená voda 98-99 (m3)	1561,91	1562,27	1562,92	1563,37
st. voda na teplou (m3)	6004,52	6005,43	6007,05	6008,45
studená voda 95-97 (m3)	24098,09	24098,62	24099,55	24100,44

	<b>18:00:00</b>	<b>19:00:00</b>	<b>20:00:00</b>	<b>21:00:00</b>
stav plynoměru	29284,42	29290,24	29299,33	29306,86
spotřeba tepla (GJ)	1153,05	1153,24	1153,55	1153,8
teplota topné vody výst. TUV (°C)	70	72	69	69
teplota topné vody vst. TUV (°C)	58,5	60	58	58
teplota topné vody výst. TUV (°C)	70	70	68	68
teplota topné vody vst. TUV (°C)	56	58	54	56
teplota v kotelně (°C)	26	26	26,5	26
teplota venkovní (°C)	16	14	13	12
teplota výst. TUV (°C)	46	46	45	45
teplota vratné TUV (°C)	40	40	40	40
vodoměr kotelna (m3)	5213,9	5214,24	5216,456	5217,815
studená voda 98-99 (m3)	1566,34	1567,8	1567,46	1568
st. voda na teplou (m3)	6014,72	6015,68	6017,58	6019,11
studená voda 95-97 (m3)	24105,64	24106,4	24107,3	24108,25

	<b>22:00:00</b>	<b>23:00:00</b>	<b>00:00:00</b>
stav plynoměru	29313,21	29321,97	29327,93
spotřeba tepla (GJ)	1154,01	1154,31	1154,5
teplota topné vody výst. TUV (°C)	68	68,5	67
teplota topné vody vst. TUV (°C)	57	58	59
teplota topné vody výst. TUV (°C)	67	67,5	67
teplota topné vody vst. TUV (°C)	56	57	58
teplota v kotelně (°C)	26	26	26
teplota venkovní (°C)	12	11	11
teplota výst. TUV (°C)	44	44	46
teplota vratné TUV (°C)	39	40	39
vodoměr kotelna (m3)	5218,879	5220,401	5221,147
studená voda 98-99 (m3)	1568,55	1568,98	1569,25
st. voda na teplou (m3)	6020,33	6022,08	6023,97
studená voda 95-97 (m3)	24109,07	24109,9	24110,48

## 17.4 Naměřené hodnoty 3. 8. - 4. 8. 2013

	<b>12:00:00</b>	<b>13:00:00</b>	<b>16:00:00</b>	<b>19:00:00</b>
stav plynoměru	33002,9	33003,79	33009,22	33012,48
spotřeba tepla (GJ)	1272,5	1272,51	1272,68	1272,77
teplota topné vody výst. TUV (°C)	71	61	62	60
teplota topné vody vst. TUV (°C)	60	53	57	55
teplota topné vody výst. TUV (°C)	70	62	62	61
teplota topné vody vst. TUV (°C)	57	56	57	56
teplota v kotelně (°C)	31	31	30	30
teplota venkovní (°C)	25	24	19	19
teplota výst. TUV (°C)	47	46	46	47
teplota vratné TUV (°C)	41	40	33	40
vodoměr kotelna (m3)	5762,58	5762,79	5763	5763,16
studená voda 98-99 (m3)	1888,79	1888,8	1889,16	1889,32
st. voda na teplou (m3)	6643,93	6644,15	6644,38	6644,58
studená voda 95-97 (m3)	24613,1	24613,32	24613,97	24614,19

	<b>8:00:00</b>	<b>9:00:00</b>	<b>10:00:00</b>	<b>11:00:00</b>
stav plynoměru	33014,68	33017,18	33020,62	33025,04
spotřeba tepla (GJ)	1272,84	1272,92	1273,04	1273,19
teplota topné vody výst. TUV (°C)	59	60	53	61,5
teplota topné vody vst. TUV (°C)	54,5	54	44	51
teplota topné vody výst. TUV (°C)	60	60	52	61
teplota topné vody vst. TUV (°C)	56	55,5	45	50
teplota v kotelně (°C)	30	30	30	30,5
teplota venkovní (°C)	20	24	25	26
teplota výst. TUV (°C)	48	48	46	46
teplota vratné TUV (°C)	40	42	41	41
vodoměr kotelna (m3)	5763,5	5764,1	5764,34	5765,72
studená voda 98-99 (m3)	1889,54	1889,84	1890,45	1891,1
st. voda na teplou (m3)	6644,69	6645,7	6646,64	6647,68
studená voda 95-97 (m3)	24614,65	24615,6	24616,58	24617,43

	<b>12:00:00</b>	<b>13:00:00</b>
stav plynoměru	33031,67	33038,94
spotřeba tepla (GJ)	1273,4	1273,84
teplota topné vody výst. TUV (°C)	70	59
teplota topné vody vst. TUV (°C)	58	43
teplota topné vody výst. TUV (°C)	69	58
teplota topné vody vst. TUV (°C)	56	54
teplota v kotelně (°C)	30,5	30,5
teplota venkovní (°C)	26	26
teplota výst. TUV (°C)	47	47
teplota vratné TUV (°C)	42	41
vodoměr kotelna (m3)	5766,81	5767,99
studená voda 98-99 (m3)	1892,87	1893,56
st. voda na teplou (m3)	6648,81	6650,17
studená voda 95-97 (m3)	24618,51	24619,33



## 17.5 Naměřené hodnoty 14. 11. 2013

	<b>00:00:00</b>	<b>01:00:00</b>	<b>02:00:00</b>	<b>05:00:00</b>
stav plynoměru	51575,56	51582,27	51589,46	51625,5
spotřeba tepla (GJ)	1655,89	1655,89	1655,89	1656,18
teplota topné vody výst. TUV (°C)	60	51	45	79
teplota topné vody vst. TUV (°C)	57	48	41	64,5
teplota topné vody výst. TUV (°C)	59	46,5	47	72
teplota topné vody vst. TUV (°C)	38	34	34	53
teplota v kotelně (°C)	26	25	24,5	24,5
teplota venkovní (°C)	-1	-1	-2	-1
teplota výst. TUV (°C)	51	50	50	50
teplota vratné TUV (°C)	41	36	36	41
vodoměr kotelna (m3)	7461,89	7462,01	7462,17	7462,52
studená voda 98-99 (m3)	2842,28	2842,47	2842,57	2843,19
st. voda na teplou (m3)	8622	8622,26	8622,45	8623,86
studená voda 95-97 (m3)	26008,8	26008,99	26009,1	26009,55

	<b>06:00:00</b>	<b>07:00:00</b>	<b>08:00:00</b>	<b>09:00:00</b>
stav plynoměru	51635,13	51669,53	51684,04	51700,23
spotřeba tepla (GJ)	1656,27	1656,53	1656,78	1656,94
teplota topné vody výst. TUV (°C)	61	72	65	69
teplota topné vody vst. TUV (°C)	58	60,5	60	55
teplota topné vody výst. TUV (°C)	60	70	60	68
teplota topné vody vst. TUV (°C)	42,5	44	39	43
teplota v kotelně (°C)	25	25	25	25
teplota venkovní (°C)	-1	-1	-1	0
teplota výst. TUV (°C)	51,5	52	52	52
teplota vratné TUV (°C)	40,5	42	42	42
vodoměr kotelna (m3)	7462,76	7464,31	7465,44	7466,06
studená voda 98-99 (m3)	2843,35	2844,22	2844,62	2845,108
st. voda na teplou (m3)	8624,15	8625,05	8626,354	8627,07
studená voda 95-97 (m3)	26009,84	26011,11	26011,99	26012,58

	<b>10:00:00</b>	<b>11:00:00</b>	<b>13:00:00</b>	<b>14:00:00</b>
stav plynoměru	51719,56	51735,74	51770,9	51784,75
spotřeba tepla (GJ)	1657,16	1657,27	1657,6	1657,7
teplota topné vody výst. TUV (°C)	67	63	75	65
teplota topné vody vst. TUV (°C)	60	48	64	59
teplota topné vody výst. TUV (°C)	65	59	73	58
teplota topné vody vst. TUV (°C)	44	42	51	39
teplota v kotelně (°C)	25,5	25,5	25,5	25,5
teplota venkovní (°C)	2	2	3	3
teplota výst. TUV (°C)	51	51	51	52
teplota vratné TUV (°C)	42	42	41	42
vodoměr kotelna (m3)	7466,7	7467,25	7468,28	7468,67
studená voda 98-99 (m3)	2845,474	2845,92	2846,64	2846,95
st. voda na teplou (m3)	8627,83	8628,49	8629,73	8630,28
studená voda 95-97 (m3)	26013,16	26013,57	26014,51	26014,96

	<b>15:00:00</b>	<b>16:00:00</b>	<b>17:00:00</b>	<b>18:00:00</b>
stav plynoměru	51801,4	51820,6	51838,2	51858,4
spotřeba tepla (GJ)	1657,81	1658,04	1658,2	1658,45
teplota topné vody výst. TUV (°C)	65	75	75	74
teplota topné vody vst. TUV (°C)	58	64	62	64
teplota topné vody výst. TUV (°C)	58	72	73	72
teplota topné vody vst. TUV (°C)	40	54	49	50
teplota v kotelně (°C)	25,5	25,5	26	25,5
teplota venkovní (°C)	3	2	2	2
teplota výst. TUV (°C)	51	51	52	50
teplota vratné TUV (°C)	41	40	42	42
vodoměr kotelna (m3)	7469,264	7469,93	7470,69	7471,54
studená voda 98-99 (m3)	2847,216	2847,567	2848,113	2848,69
st. voda na teplou (m3)	8630,99	8631,787	8632,599	8633,753
studená voda 95-97 (m3)	26015,6	26016,17	26016,7	26017,514

	<b>19:00:00</b>	<b>20:00:00</b>	<b>21:00:00</b>	<b>22:00:00</b>
stav plynoměru	51878,3	51904,7	51925,83	51949,03
spotřeba tepla (GJ)	1658,64	1659,03	1659,3	1659,59
teplota topné vody výst. TUV (°C)	62	74	74	79
teplota topné vody vst. TUV (°C)	38	62	62	62
teplota topné vody výst. TUV (°C)	60	72	72	72
teplota topné vody vst. TUV (°C)	38	50	52	45
teplota v kotelně (°C)	25	25,5	25,5	25
teplota venkovní (°C)	2	2	2	3
teplota výst. TUV (°C)	52	52	52	50
teplota vratné TUV (°C)	44	42	42	41,5
vodoměr kotelna (m3)	7472,845	7474,413	7475,64	7477
studená voda 98-99 (m3)	2849,41	2850	2850,48	2851,19
st. voda na teplou (m3)	8635,204	8637,029	8638,18	8640,1
studená voda 95-97 (m3)	26018,276	26019,279	26020,03	26020,88

	<b>23:00:00</b>	<b>00:00:00</b>
stav plynoměru	51958,53	51973,75
spotřeba tepla (GJ)	1659,85	1660,04
teplota topné vody výst. TUV (°C)	44	70
teplota topné vody vst. TUV (°C)	41,5	60
teplota topné vody výst. TUV (°C)	47,5	70
teplota topné vody vst. TUV (°C)	34	46
teplota v kotelně (°C)	25,5	25,5
teplota venkovní (°C)	3	3
teplota výst. TUV (°C)	52	52
teplota vratné TUV (°C)	42	42
vodoměr kotelna (m3)	7478,35	7478,92
studená voda 98-99 (m3)	2851,68	2852,78
st. voda na teplou (m3)	8641,79	8642,49
studená voda 95-97 (m3)	26021,58	26022,03

## 17.6 Naměřené hodnoty 30. 11. - 1. 12. 2013

	<b>15:00:00</b>	<b>16:00:00</b>	<b>17:00:00</b>	<b>18:00:00</b>
stav plynoměru	58309,65	58331,82	58356	58374,7
spotřeba tepla (GJ)	1726,87	1727,14	1727,46	1727,63
teplota topné vody výst. TUV (°C)	75	74	74	74,5
teplota topné vody vst. TUV (°C)	62	63,5	63,5	63
teplota topné vody výst. TUV (°C)	73,5	72	72	72,5
teplota topné vody vst. TUV (°C)	48	50	48	54
teplota v kotelně (°C)	24,5	25	24,5	24
teplota venkovní (°C)	5	4	3	4
teplota výst. TUV (°C)	51	50	50	50
teplota vratné TUV (°C)	42	42	41	41
vodoměr kotelna (m3)	7756,51	7757,59	7759,19	7759,83
studená voda 98-99 (m3)	3011,8	3012,53	3013,35	3014,88
st. voda na teplou (m3)	8974,28	8975,55	8977,32	8978,22
studená voda 95-97 (m3)	26241,11	26242,07	26243,02	26243,78

	<b>19:00:00</b>	<b>20:00:00</b>	<b>21:00:00</b>	<b>22:00:00</b>
stav plynoměru	58393,3	58415,2	58436	58456
spotřeba tepla (GJ)	1727,86	1728,04	1728,27	1728,52
teplota topné vody výst. TUV (°C)	64	79	64	70,5
teplota topné vody vst. TUV (°C)	57	63	58	55
teplota topné vody výst. TUV (°C)	56,5	72	60	70
teplota topné vody vst. TUV (°C)	38	47	40	554,5
teplota v kotelně (°C)	24	24,5	24	25
teplota venkovní (°C)	4	4	4	4
teplota výst. TUV (°C)	50	50	51	51,5
teplota vratné TUV (°C)	42	42	41,5	42,5
vodoměr kotelna (m3)	7760,63	7761,49	7762,45	7763,97
studená voda 98-99 (m3)	3014,34	3015,09	3015,32	3015,82
st. voda na teplou (m3)	8979,18	8980,13	8981,38	8983,19
studená voda 95-97 (m3)	26244,5	26245,2	26245,89	26246,8

	<b>23:00:00</b>	<b>0:00:00</b>	<b>1:00:00</b>	<b>2:00:00</b>
stav plynoměru	58467,97	58483,77	58493,7	58500,9
spotřeba tepla (GJ)	1728,81	1729	1729,05	1729,05
teplota topné vody výst. TUV (°C)	50	68	60	51
teplota topné vody vst. TUV (°C)	40	58	43	44
teplota topné vody výst. TUV (°C)	41	68	45	45
teplota topné vody vst. TUV (°C)	23	44	34	33
teplota v kotelně (°C)	25	24	24	23,5
teplota venkovní (°C)	3	3	2	3
teplota výst. TUV (°C)	52	50	50	50
teplota vratné TUV (°C)	42	40,5	35	38
vodoměr kotelna (m3)	7765,22	7765,73	7766,01	7766,57
studená voda 98-99 (m3)	3016,32	3016,68	3016,98	3017,13
st. voda na teplou (m3)	8984,72	8985,3	8985,64	8986,3
studená voda 95-97 (m3)	26247,55	26248,07	26248,32	26248,5

	<b>5:00:00</b>	<b>6:00:00</b>	<b>7:00:00</b>	<b>8:00:00</b>
stav plynoměru	58536,09	58548,91	58579,6	58588,86
spotřeba tepla (GJ)	1729,38	1729,48	1729,56	1729,68
teplota topné vody výst. TUV (°C)	56	58	67	72
teplota topné vody vst. TUV (°C)	50	57	60	61
teplota topné vody výst. TUV (°C)	57	45	69	72
teplota topné vody vst. TUV (°C)	38	34	44	44
teplota v kotelně (°C)	24	24	24	24,5
teplota venkovní (°C)	3	3	3	3
teplota výst. TUV (°C)	50	50	52	52
teplota vratné TUV (°C)	40	39,5	40	42
vodoměr kotelna (m3)	7766,8	7767	7767,28	7767,75
studená voda 98-99 (m3)	3017,46	3017,69	3017,88	3018,49
st. voda na teplou (m3)	8986,58	8986,81	8987,16	8987,72
studená voda 95-97 (m3)	26248,82	26249,09	26249,36	26249,93

	<b>9:00:00</b>	<b>10:00:00</b>	<b>11:00:00</b>	<b>12:00:00</b>
stav plynoměru	58612,7	58634,8	58656,52	58679
spotřeba tepla (GJ)	1729,96	1730,27	1730,57	1730,88
teplota topné vody výst. TUV (°C)	74	74	58	74
teplota topné vody vst. TUV (°C)	62	62	48	62
teplota topné vody výst. TUV (°C)	72	72	59	72
teplota topné vody vst. TUV (°C)	50	48	40	48
teplota v kotelně (°C)	24,5	24,5	25	25
teplota venkovní (°C)	3	4	5	6
teplota výst. TUV (°C)	41	48	51	49
teplota vratné TUV (°C)	42	42	42	42
vodoměr kotelna (m3)	7769,06	7770,89	7772,28	7773,79
studená voda 98-99 (m3)	3019,24	3020,27	3021,07	3022,06
st. voda na teplou (m3)	8989,495	8991,35	8993,15	8994,81
studená voda 95-97 (m3)	26251,07	26252,39	26253,85	26255,17

	<b>13:00:00</b>	<b>14:00:00</b>	<b>15:00:00</b>	<b>16:00:00</b>
stav plynoměru	58698,1	58718,78	58739,65	58758,44
spotřeba tepla (GJ)	1731,12	1731,37	1731,56	1731,83
teplota topné vody výst. TUV (°C)	75	78	75	59
teplota topné vody vst. TUV (°C)	63	63	63	47
teplota topné vody výst. TUV (°C)	73	66	72	59
teplota topné vody vst. TUV (°C)	49	49	48	40
teplota v kotelně (°C)	25	25	25	24,5
teplota venkovní (°C)	6	6	5	4
teplota výst. TUV (°C)	51	51	50	52
teplota vratné TUV (°C)	41	42	41	41
vodoměr kotelna (m3)	7774,63	7775,6	7776,65	7777,9
studená voda 98-99 (m3)	3022,61	3023,25	3023,88	3024,39
st. voda na teplou (m3)	8995,96	8997,12	8998,29	8999,89
studená voda 95-97 (m3)	26256,27	26257,48	26258,48	26259,42

## 17.7 Naměřené hodnoty 5. 2. 2014

	<b>00:00:00</b>	<b>01:00:00</b>	<b>02:00:00</b>	<b>03:00:00</b>
stav plynoměru	86573,48	86583,56	86592,95	86604,1
spotřeba tepla (GJ)	2027,19	2027,19	2027,19	2027,19
teplota topné vody výst. TUV (°C)	70	56	48	41
teplota topné vody vst. TUV (°C)	62	49	42	38
teplota topné vody výst. TUV (°C)	66	50	50,5	50
teplota topné vody vst. TUV (°C)	38	36	36	35
teplota v kotelně (°C)	23	22,5	23	22,5
teplota venkovní (°C)	-1	-1	-1	-1
teplota výst. TUV (°C)	50	48	40	8
teplota vratné TUV (°C)	39	38	36	32
vodoměr kotelna (m3)	4003,55	4003,72	4003,9	4003,93
studená voda 98-99 (m3)	36888,11	36888,26	36888,33	36888,41
st. voda na teplou (m3)	10489,68	10489,9	10490,11	10490,14
studená voda 95-97 (m3)	27224,01	27224,21	27224,34	27224,42

	<b>04:00:00</b>	<b>06:00:00</b>	<b>07:00:00</b>	<b>08:00:00</b>
stav plynoměru	86621,75	86650,32	86687,82	86711,33
spotřeba tepla (GJ)	2027,4	2027,63	2027,94	2028,3
teplota topné vody výst. TUV (°C)	72	65	79	65
teplota topné vody vst. TUV (°C)	64	59	62	48
teplota topné vody výst. TUV (°C)	71	64	72	65
teplota topné vody vst. TUV (°C)	50	42	54	40
teplota v kotelně (°C)	22,5	22	22,5	23
teplota venkovní (°C)	-1	-1	-1	-1
teplota výst. TUV (°C)	45	49	49	49
teplota vratné TUV (°C)	28	39	38	39
vodoměr kotelna (m3)	4003,95	4004,56	4006,33	4008,015
studená voda 98-99 (m3)	36888,46	36889,03	36889,78	36890,255
st. voda na teplou (m3)	10490,16	10491,94	10493,11	10495,188
studená voda 95-97 (m3)	27224,51	27225,11	27226,12	27227,268

	<b>09:00:00</b>	<b>10:00:00</b>	<b>11:00:00</b>	<b>12:00:00</b>
stav plynoměru	86724,8	86747,1	86763,49	86784,5
spotřeba tepla (GJ)	2028,5	2028,63	2028,79	2028,96
teplota topné vody výst. TUV (°C)	43	73	52	66
teplota topné vody vst. TUV (°C)	40	61	40	51
teplota topné vody výst. TUV (°C)	61	70	61	66
teplota topné vody vst. TUV (°C)	38	48	40	43
teplota v kotelně (°C)	23	23	23	24
teplota venkovní (°C)	-1	0	1	1
teplota výst. TUV (°C)	50	49	50	49
teplota vratné TUV (°C)	39	39	39	39
vodoměr kotelna (m3)	4008,64	4009,39	4009,93	4010,43
studená voda 98-99 (m3)	36890,668	36891,11	36891,46	36891,77
st. voda na teplou (m3)	10495,963	10496,88	10497,642	10498,186
studená voda 95-97 (m3)	27227,8	27228,474	27228,91	27229,42

	<b>13:00:00</b>	<b>14:00:00</b>	<b>15:00:00</b>	<b>16:00:00</b>
stav plynoměru	86800,7	86820,7	86835,8	83856,7
spotřeba tepla (GJ)	2029,07	2029,18	2029,34	2029,49
teplota topné vody výst. TUV (°C)	74	50	68	68
teplota topné vody vst. TUV (°C)	63	38	61	62
teplota topné vody výst. TUV (°C)	73	62	67	72
teplota topné vody vst. TUV (°C)	53	40	53	46
teplota v kotelně (°C)	24	24	24	23,8
teplota venkovní (°C)	2	2	2	2
teplota výst. TUV (°C)	50	50	50	50
teplota vratné TUV (°C)	38	40	38	40
vodoměr kotelna (m3)	4010,85	4011,354	4011,64	4012,38
studená voda 98-99 (m3)	36892,098	36892,401	36892,66	36893,171
st. voda na teplou (m3)	10498,707	10499,351	10499,69	10500,625
studená voda 95-97 (m3)	27229,772	27230,293	27230,712	27231,249



	<b>17:00:00</b>	<b>19:00:00</b>	<b>20:00:00</b>	<b>21:00:00</b>
stav plynoměru	86872	86914,3	86941,3	86980,4
spotřeba tepla (GJ)	2029,6	2029,99	2030,39	2030,92
teplota topné vody výst. TUV (°C)	47	64	67	73
teplota topné vody vst. TUV (°C)	40	48	60	60
teplota topné vody výst. TUV (°C)	62	63	71	70
teplota topné vody vst. TUV (°C)	40	41	44	46
teplota v kotelně (°C)	23,5	23,5	23,5	23
teplota venkovní (°C)	2	2	1	1
teplota výst. TUV (°C)	50	50	49	49
teplota vratné TUV (°C)	38	40	37	40
vodoměr kotelna (m3)	4012,73	4014,77	4016,58	4018,32
studená voda 98-99 (m3)	36893,52	36894,996	36895,58	36896,21
st. voda na teplou (m3)	10501,08	10503,657	10505,5801	10509,87
studená voda 95-97 (m3)	27231,645	27233,273	27234,369	27235,81

	<b>22:00:00</b>	<b>23:00:00</b>	<b>00:00:00</b>
stav plynoměru	86999,99	87013,4	87030,28
spotřeba tepla (GJ)	2031,17	2031,5	2031,71
teplota topné vody výst. TUV (°C)	75	56	55
teplota topné vody vst. TUV (°C)	62	54	53
teplota topné vody výst. TUV (°C)	73	44	47
teplota topné vody vst. TUV (°C)	60	36	36
teplota v kotelně (°C)	22,5	23	22,5
teplota venkovní (°C)	1	1	1
teplota výst. TUV (°C)	48	50	49,5
teplota vratné TUV (°C)	39	38	38,5
vodoměr kotelna (m3)	4020,31	4021,87	4022,67
studená voda 98-99 (m3)	36896,67	36897,18	36897,33
st. voda na teplou (m3)	10510,41	10512,29	10513,26
studená voda 95-97 (m3)	27236,46	27237,28	27237,74