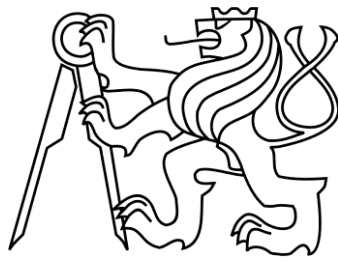


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ

Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd



Posouzení efektivity instalace elektrického průtokového ohřevu vody v bytovém domě

Electrical Flow Water Heating in Residential House

Bakalářská práce

Lukáš Gdula

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Miroslav Vítek, CSc.

Studijní program: Elektrotechnika, energetika a management

Studijní obor: Elektrotechnika a management

Praha

2016

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická

Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student: **Gdula Lukáš**

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

Název tématu:

Posouzení efektivnosti instalace elektrického průtokového ohřevu vody v bytovém domě

Pokyny pro vypracování:

1. Popis dosavadního stavu systému pro ohřev vody s nevýhodami cirkulace TV.
2. Odhad investičních a provozních nákladů elektrického průtokového ohřevu před bateriemi v bytech.
3. Porovnání nákladů instalace s úsporami vzniklými nepotřebností cirkulace TV.

Seznam odborné literatury:

1. Pešek B.: Vytápění a teplá užitková voda, jejich regulace, měření a rozúčtování v bytových domech. 2002.
2. Kislíngrová E. a kol: Manažerské finance, C.H.Beck, 2007, 2.vydání.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Miroslav Vítek, CSc.

Platnost zadání: do konce letního semestru 2015/2016

L.S.

Doc.Ing. Jaroslav Knápek, CSc.

vedoucí katedry

Prof.Ing. Pavel Ripka, CSc.

děkan

V Praze dne 10.2.2015

Abstrakt

Bakalářská práce je zaměřena na vyhodnocení výměny oběhového čerpadla a uvolnění dosavadního vratného potrubí k jiným účelům a nahrazení této soustavy elektrickými průtokovými ohřivači přímo u odběrných míst. Výsledkem je ekonomické zhodnocení zda se tato výměna vyplatí provést.

Abstract

Bachelor's paper is focused on evaluation of changing circulation pump and canceling recent risers and replacement of this system with electric flow heaters directly at consumption places. Result is economical evaluation whether this change will pay off or wont.

Klíčová slova

Oběhové čerpadlo, elektrický průtokový ohřivač, čistá současná hodnota, vnitřní výnosové procento

Key words

Circulation pump, electric flow heater, net present value, internal rate of return

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma posouzení efektivnosti instalace elektrického průtokového ohřevu v bytovém domě vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí práce.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č.121/2000Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne

Lukáš Gdula

Poděkování

Rád bych na tomto místě poděkoval vedoucímu práce Ing. Miroslavu Vítкови, CSc. za užitečné rady, trpělivost, pomoc při zpracování a za vedení této práce.

Obsah

1. Úvod.....	8
2. Popis bytového domu Zázvorkova 1995-1999.....	9
2.1. Popis objektu	9
2.2. Rekonstrukce	10
2.2.1. Plastová okna.....	10
2.2.2. Tepelná izolace	10
2.2.3. Kotelna	11
3. Teplá voda (TV).....	12
3.1. Popis současného stavu	13
3.1.1. Objem TV v oběhu.....	14
3.1.2. Objem odtočené vystydlé vody	16
3.1.3. Tepelné ztráty během cirkulace TV.....	17
3.2. Elektrický průtokový ohřev	18
3.2.1. Metody průtokového ohřevu	18
3.2.2. Vstupní investice	20
3.2.3. Provozní náklady.....	27
4. Vyhodnocení	30
4.1. Úspory	30
4.1.1. Odtočená studená voda.....	30
4.1.2. Energie pro dohřev cirkulující TV.....	31
4.1.3. Oběhové čerpadlo	31
4.1.4. Stoupačky.....	32
4.2. Náklady.....	32
4.2.1. Pořízení elektrických průtokových ohřivačů	32
4.2.2. Provoz elektrických průtokových ohřivačů	33
4.3. Ekonomické vyhodnocení	34

4.3.1. Cashflow	34
4.3.2. Prostá doba návratnosti.....	35
4.3.3. NPV.....	35
4.3.4. IRR.....	36
4.3.5. Citlivostní analýzy.....	36
4.4. Výsledky	36
5. Závěr	51
6. Přílohy	53
7. Zdroje.....	55
8. Kontaktní adresa	57

1.Úvod

Moje téma bakalářské práce je posouzení efektivnosti instalace elektrického průtokového ohřevu v bytovém domě. Toto téma jsem si vybral a zaujalo mě, protože se jedná o reálný problém. Moje práce řeší panelový dům Zázvorkova (č.p. 1995 – 1999), Praha 5 – Lužiny. Nejedná se tedy jen o nějakou pouze teoretickou práci, která nemá žádný praktický přínos, ani význam. Dalším důvodem pro zvolení tohoto tématu bylo to, že moji rodiče staví rodinný dům a možnosti způsobu ohřevu vody pro koupelnu a kuchyň jsme nedávno řešili také. Proto je pro mě zajímavé srovnání s větším celkem, jako je výše uvedený bytový dům.

Bytové družstvo za poslední dobu udělalo řadu opatření a vylepšení pro optimalizaci vynakládání financí na tepelnou a elektrickou energii, čímž se zlepšily podmínky života pro jeho jednotlivé členy a zároveň, se tím bytové družstvo stalo také menší zátěží pro životní prostředí. Chronologicky vzato nejprve proběhla výměna starých dřevěných oken za nová plastová, která kromě nižších tepelných úniků poskytla navíc ještě obyvatelům mnohem vyšší akustický komfort, snížením hladiny venkovního hluku, který proniká do bytů. Dalším krokem bylo odpojení se od Pražské teplárenské, jejíž tarify byly předražené a stále vzrůstaly, přestože cena plynu měla v poslední době spíše sestupnou tendenci. Třetím krokem bylo částečné zateplení domu a přídatná izolace střechy.

Další z řady opatření snižujících spotřebu energií, a tím i finanční náročnost pro jednotlivé obyvatele a zároveň zvyšující kvalitu jejich života, je odstranění oběhového čerpadla a uvolnění vratných stoupaček k jiným účelům, například přívodu užitkové vody z vlastní studny. Funkci okamžitého ohřevu by měly vykonávat malé elektrické průtokové ohříváče u odběrných míst. Mojí prací je tuto výměnu zhodnotit z ekonomického hlediska, zda se obyvatelům vyplatí ve srovnání s dosavadním systémem.

2. Popis bytového domu Zázvorkova 1995-1999

2.1. Popis objektu

Bytový dům Zázvorkova č.p. 1995-1999, 155 00 Praha 5, je 12-ti podlažní panelový dům dostavěný v roce 1989. Dům má plochou střechu VVÚ ETA, která byla na konci 80-tých let standardní pro většinu panelových domů v ČSSR. Dům má celkově 15 vchodů rozdělených do sekcí. V této práci se zabývám pouze vchody 1995-1999, protože těchto 5 vchodů má společný systém vytápění a ohřevu TV. V jednotlivých vchodech se nachází 24 (1998,1996) a 36 bytů (1995,1997,1999). Celkově se tedy jedná o 156 bytů. Mimo bytů je v domě také řada nebytových prostor. Mezi ty lze zahrnout chodby, kočárkárny, sušárny, sklepy a také pronajaté prostory kde se nachází dílna, obchod a kadeřnictví. Dále ještě nelze opomenout prostory kam standardně obyvatelé nechodí, jako kotelny, strojovny výtahů, předávací stanice a elektrické rozvody.

Průčelí domu je orientováno do dvou světových stran na východ (vchody 1995, 1996 a 1997) a na sever (vchody 1998 a 1999). Celé průčelí domu je v ulici Zázvorkova (obrázek 1). Zároveň jde do domu vstoupit z vnitřní strany vnitrobloku (obrázek 2). V každém čísle popisném se nachází výtah, kolem kterého vede schodiště. Vchody směřované na východ tvoří sekci T33 a vchody na sever sekci T32. Tyto sekce jsou propojeny chodbou v 5. a 9. patře.



Obrázek 1: Průčelí domu z ulice Zázvorkova



Obrázek 2: Pohled do vnitrobloku

2.2. Rekonstrukce

V průběhu posledních 15ti let proběhlo několik rekonstrukcí a úprav, které měly za cíl snížit spotřebu energií, tím pádem umožnit více ekologický provoz domu a v neposlední řadě také ušetřit finance vynakládané obyvateli.

2.2.1. Plastová okna

Na přelomu let 2008-2009 proběhla výměna starých dřevěných oken za nová plastová.

2.2.2. Tepelná izolace

V rámci této rekonstrukce bylo hlavním cílem zateplení obvodových zdí. Mimo to se ještě vyřešila řada na první pohled ne tak patrných, ale důležitých problémů. Byly opraveny poruchy a vyztužen beton v základovém pásu. Vytvořen nový okapový chodníček vysypaný štěrkem. Zateplování proběhlo i v interiéru, na stropy v suterénu, kotelně a vstupních prostorech byl instalován izolant – minerální vlna o tloušťce 60 mm. Stěžejní část, ale byla oprava střechy a obvodových zdí. Na střeše bylo na starou hydroizolaci a tepelnou izolaci dodáno 220 mm nové tepelné izolace z minerálních vláken, která byla překryta pláštěm z OSB desek. Další vrstva je hydroizolační pás a nakonec vrchní SBS (asfaltový pás s nosnou vložkou ze skelné tkaniny) modifikovaný živičný hydroizolační pás. Strojovny výtahu byly zateplený EPS o tloušťce 50 mm a byly u nich vyměněny dveře. Byly instalovány nové hromosvody. V obvodových zdech proběhla sanace poruch a trhlin. Byla odstraněna stará izolace a nahrazena EPS (pěnový polystyren) o tloušťce 100 mm. V přízemí je místo EPS použit do výšky 50cm nad úroveň terénu XPS. Štít byl zateplen 100 mm minerální vlny. Byly vyměněny parapety u oken za nové hliníkové. Nakonec prošly rekonstrukcí lodžie, kde se zateplil prostor mezi lodžie a bylo vyměněno zábradlí.

2.2.3. Kotelna

Kotelna se nachází v přízemí domu 1998. Vstup je do ní možný buď ze suterénu, nebo z vnitrobloku. Byla zprovozněna 8. 10. 2012, což je krátce po datu, kdy se družstvo odpojilo od Pražské teplárenské a.s. V kotelně jsou instalovány čtyři kondenzační kotle Viessmann, každý o výkonu 100 kWt (obrázek 3). Dále tu jsou dva ohřivače vody, bojlerů, každý o objemu 1000 l na teplou vodu (TV). Ohřev vody je primárně prováděn spalováním plynu. Bojlerů ale obsahují elektrické topné vložky o jmenovitém výkonu 12 kW_e, které umožňují podporu ohřevu. (obrázek 4). V kotelně jsou dále instalovány všechny rozvody vody, včetně vodoměru, díky kterému lze zkontrolovat spotřebu s hodnotou fakturovanou od Pražských vodovodů a kanalizací a.s. Jsou zde také rozvody plynu. Pro mojí práci je stěžejní rozvod TV směrem k bytům a vratka, kterou se vrací vychladlá TV cirkulující obvodem. Cirkulaci zajišťuje oběhové čerpadlo Grundfos Magna 40-120 F(N), které je umístěno na vratce. (obrázek 5)



Obrázek 3: kotle Viessmann



Obrázek 4: 1000l bojler na TV



Obrázek 5: čerpadlo Grundfos Magna 40-120 F(N)

3. Teplá voda (TV)

Teplá voda, dále jen TV, je dle definice voda sloužící k užívání, uživatel ji tedy odebere a tím její existence končí. Nepoužívá se jako pitná voda a voda na vaření, ale pouze na mytí,

koupání a pro výrobní účely. Nekladou se na ní tedy tak přísné nároky jako na vodu pitnou co se týče barvy, zákalu a teploty, musí ale splňovat zdravotní požadavky pitné vody, tedy musí být netoxická. TV lze získat dvěma základními způsoby. Z ohřátého zásobníku, nebo průtokovým ohřevem. První metoda ze zásobníku spočívá v ohřátí vody ve vnějším zdroji a poté její akumulaci v zásobníku. Z toho je dle potřeby čerpaná. Moderní zásobníky již například umožňují i ukládání po vrstvách, aby se nemísila voda vystydlá s vodou nově ohřátou, čímž se zvýší účinnost ohřevu a dojde ke snížení nákladů. Druhá metoda je ohřev průtokový, kde voda protéká systémem kanálků a je přímo ve výměníku ohřívána. Ohřívání je prováděno buď plynem, tento ohříváč se nazývá karma, nebo elektricky.

3.1. Popis současného stavu

V současnosti je rozvod TV z bojlerů, zapojen přes oběhové čerpadlo Grundfos Magna 40-120 F(N). Jedná se o mokroběžné čerpadlo s minimálními provozními náklady. Čerpadlo má automatický systém řízení pracující na základě diferenčního tlaku. Čerpadlo je napájeno ze sítě 230 V/50 Hz a jeho příkon je mezi 25 až 450 W. Toto čerpadlo je zapojeno na režim AUTO. V tomto režimu si samo přizpůsobuje svůj výkon aktuálním požadavkům na množství vody, bez nutnosti zapojení externích pomocných jednotek. Teplota TV na výstupu z bojleru do oběhu je udržována kolem 50 °C (obrázek 6) a teplota vody vracející se zpět přes čerpadlo je v průměru 40 °C (obrázek 7). Rozvod TV je rozdělen již v kotelně do 3 směrů. Jeden pro vchody 1999 a 1998, druhý pro byty z vchodu 1998 situované přímo nad kotelnou a třetí pro ostatní byty 1997 a zbylé dva vchody 1996 a 1995. Celkově je v domě pak 14 stoupaček. Potrubí je izolováno pomocí izolace Mirelon Pro. Její tloušťka se liší podle průměru trubek od 6 mm do 13 mm. Jednoznačnou nevýhodou současného stavu je chladnutí TV během cirkulace, která se musí stále dohřívat. Další nevýhodou je spotřeba elektrické energie samotného oběhového čerpadla. A poslední zápornou věcí na současném stavu je, že při puštění teplé vody obyvateli, musí odtočit stojící vystydlou vodu z konce trubky bytových rozvodů.



Obrázek 6: teplota TV výstup



Obrázek 7: teplota TV cirkulace

3.1.1. Objem TV v oběhu

Pro výpočet objemu TV, která je v cirkulaci v oběžném systému, jsem nejprve zjistil typ potrubí použitého v domě. V celém rozvodu je použitý jeden typ polypropylenových (PPR) trubek tlakové řady PN16. Tato tlaková řada trubek je nejvíce používaná pro rozvod studené, pitné i TV. Jednotlivé tlakové řady trubek se liší tloušťkou stěny a tím pádem i vnitřním průměrem a z toho vyplývajícím objemem vody. V našem objektu je celkově 5 velikostí potrubí PN16, jejich rozměry ukazuje následující tabulka (tabulka 1).

Trubky		
d-vnější [mm]	d-vnitřní [mm]	tloušťka stěny [mm]
63	45,8	8,6
50	36,2	6,9
40	29	5,5
32	23,2	4,4
25	18	3,5
20	14,4	2,8

Tabulka 1: rozměry trubek tlakové řady PN16

Jednotlivé zde udané hodnoty (tabulka 2, tabulka 3) jsou délky a objemy TV v suterénu mezi bojleru a odběrnými místy v bytech, tedy kohoutky. Objem jsem počítal ze známého vzorce pro objem válce.

$$V = \pi * r^2 * h$$

Rovnice 1: Objem válce

- V – objem
- π – Pí
- r – poloměr (vnitřní)
- h – délka potrubí

rozvod k 1997			
	d-vnější [mm]	délka [m]	objem [cm ³]
tam	40	13,2	8 718,9
zpět	25	13,2	3 359,0
rozvod k 1999			
	d-vnější [mm]	délka [m]	objem [cm ³]
tam	40	17,1	11 294,9
zpět	25	17,1	4 351,4
tam	50	7,5	7 719,1
zpět	32	7,5	2 733,2
tam	63	16,2	26 689,2
zpět	40	16,2	10 700,4

Tabulka 2: parametry potrubí v bytovém domě (1)

rozvod k 1995			
	d-vnější [mm]	délka [m]	objem [cm ³]
tam	40	47,7	31 506,8
zpět	25	47,7	12 138,2
tam	50	5,4	5 557,8
zpět	32	5,4	1 967,9
tam	63	47,1	77 596,4
zpět	40	47,1	31 110,5
stoupačka			
	d-vnější [mm]	délka [m]	objem [cm ³]
tam	40	32,5	21 466,9
zpět	25	32,5	8 270,2
bytový rozvod			
	d-vnější [mm]	délka [m]	objem [cm ³]
kuchyně	20	2,69	438,1
přívod	20	1,18	192,2
vana	20	0,25	40,7
umyvadlo	20	0,40	65,1

Tabulka 3: parametry potrubí v bytovém domě (2)

Celkový objem vody v potrubí je tedy součet těchto hodnot, kde je třeba stoupačky vzít v potaz 14 krát a bytové rozvody 156 krát. V trubkách je přibližně 767 litrů TV.

3.1.2. Objem odtočené vystydlé vody

Dále jsem musel vypočítat objem vystydlé TV z bytových rozvodů, kterou obyvatelé musí odtočit. Pro tento výpočet jsem použil normu ČSN 060320. Tato norma udává potřebu teplé vody v obytných budovách, uvádí počet dávek odebraných jedincem za jeden den. Těmito hodnotami jsem vynásobil objem přívodních trubek a vyšel mi objem odtočené studené vody na 1,579 litrů na osobu na den (tabulka 4). Násobeno počtem obyvatel, kterých je 400 a počtem dní v roce, pak dostaneme hodnotu 230 534 litrů zbytečně odtočené vystydlé vody za rok. Náklady na tuto vodu lze vypočítat podle nových cen Pražských vodovodů a kanalizací, vodné 40,65 Kč/m³ a stočné 33,42 Kč/m³ bez DPH. S 15 % DPH tedy vodné

46,75 Kč/m³ a stočné 38,43 Kč/m³. Celkový roční náklad na odtočenou vodu s DPH tedy vychází 19 636,9 Kč.

počet dávek osoba/den		objem trubek [cm ³]	objem dle dávek [cm ³]
umyvadlo	3	257,3	772,0
dřez	0,8	630,3	504,2
sprcha	1	232,9	232,9
vana	0,3	232,9	69,9

Tabulka 4: odtočená vystydlá voda

3.1.3. Tepelné ztráty během cirkulace TV

Při tomto výpočtu jsem znal teplotu TV vstupující do cirkulace a teplotu vracející se TV. Jedinou neznámou pro mě tedy byl objem vody protočené za určitou dobu. Oběhové čerpadlo je zapojené v režimu Auto a samo si mění průtok. V systému není zapojen žádný průtokoměr, takže jsem musel vycházet z následujícího předpokladu. Za poslední tři roky je známá průměrná spotřeba energie na TV 1475 GJ za rok. Na jeden den tedy 4,0411 GJ. Při počítané účinnosti přenosu energie z kotle do bojleru, která je 0,9 získáme 3,63699 GJ na den. Dále víme, že spotřeba teplé vody, respektive její průměr za poslední tři roky je 5898 m³ za rok. To vychází 16,1589 m³ na jeden den. Tato voda má průměrnou vstupní teplotu 10 °C a je ohřívána na 50 °C. Ze známého vzorce pro energii potřebnou pro ohřátí vody.

$$Q = m * c * \Delta T$$

Rovnice 2: Množství tepla

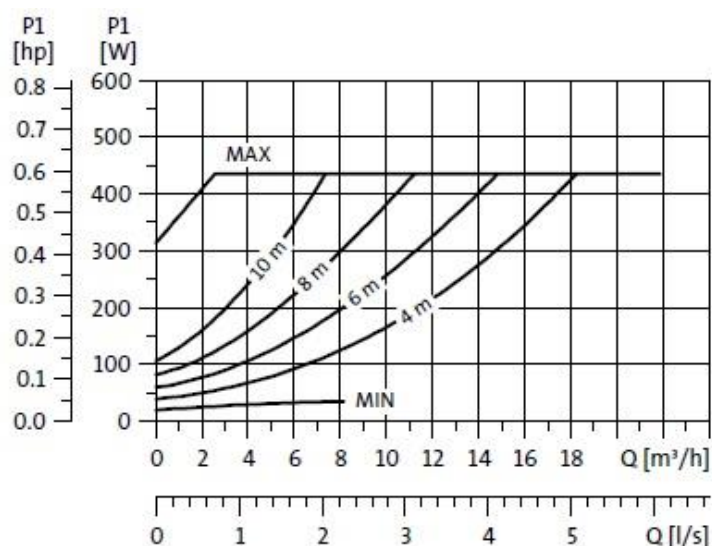
- Q – energie
- m – hmotnost v kg, respektive objem v l
- c – měrná tepelná kapacita vody (c=4186,8 J/kg*K)
- ΔT - rozdíl teplot

Z této rovnice lze zjistit energii potřebnou na ohřátí studené vody spotřebované za jeden den. Tato energie nám vyjde 2,70177 GJ/den. Ostatní zbylá energie, tedy 0,935216 GJ, je energie využitá na dohřev vody vychladlé při cirkulaci z 40 °C na 50 °C. V rovnici tedy je jediná neznámá a tou je objem. Ten vyjde 22,373 m³ za den, respektive 1,04063 m³ za hodinu. Za rok je třeba dodat 341,354 GJ na dohřev. Při průměrné ceně za poslední tři roky

399,19 Kč/GJ jsou roční náklady na dohřev vody 136 265 Kč, což je jistě nezanedbatelná částka.

3.1.4. Elektrická spotřeba oběhového čerpadla

Jak je popsáno výše, v soustavě je zapojeno oběhové čerpadlo Grundfos Magna 40-120 F (N). Toto čerpadlo je zapojeno v režimu AutoAdapt. Běží 21,5 hodiny denně, mezi 1:00 a 3:30 je vypnuto. Jeho průtok je vypočítaný v předchozí kapitole. Pro výpočet reálného výkonu čerpadla je ještě nutné znát výšku do jaké má čerpadlo tlačit vodu. Jelikož je ale připojeno na vratce, tak je tlakový rozdíl před a za čerpadlem minimální. Vzhledem k hodnotám průtoku a výšky, tedy dle přiloženého grafu (obrázek 8) vyplývá, že čerpadlo pracuje těsně nad svojí minimální hranicí výkonu. Budu-li počítat s průměrným denním výkonem 50 W, tak bude elektrická spotřeba 1,075 kWh/den, respektive 392,375 kWh/rok. Cena nového čerpadla se momentálně pohybuje kolem 25 000 Kč.



Obrázek 8: výkon čerpadla Grundfos Magna 40-120 F(N)

3.2. Elektrický průtokový ohřev

V následujících odstavcích popisují různé metody elektrického průtokového ohřevu, včetně konkrétních výrobků vybraných firem. U vybraných průtokových ohřivačů pak vypočítávám vstupní investici pro zakoupení a instalaci jednotek do bytů a zároveň také provozní náklady.

3.2.1. Metody průtokového ohřevu

Metody průtokového ohřevu vody jsou v podstatě dvě, starší a rozšířenější varianta je ohřev plynem. Tyto ohřivače se běžně nazývají karmy. Mezi jejich nevýhody patří standardně větší

rozměry a z toho vyplývající prostorová náročnost na umístění a zároveň i estetická zátěž v místě umístění. Samozřejmě je nutné mít přívod plynu k ohřívači. Tato stavební úprava může dále zvyšovat náklady na instalaci plynových průtokových ohřívačů. Pro ohřívače vyššího výkonu jak 10 kW se navíc musí řešit odtah splodin vznikajících při spalování plynu. Pro všechny výkonové typy musí být zajištěn přívod čerstvého vzduchu potřebného pro spalování. Dále musí být pravidelně prováděny revize zařízení. V neposlední řadě pak plynové průtokové ohřívače mají značně vyšší pořizovací náklady.

Druhá možnost průtokového ohřevu je elektricky. Tato metoda je ideální pro náš konkrétní případ. Výhodou elektrických ohřívačů je jejich relativně malá velikost, proto nebývá problém je umístit bezprostředně k odběrnému místu pod umyvadlo nebo dřez a tím umožnit okamžitý tok teplé vody bez nutnosti odtočení odstáté vychladlé vody v potrubí. Tím dochází k úspoře vody a samozřejmě také k většímu komfortu pro uživatele. Proti plynovým průtokovým ohřívačům, takzvaným karmám, mají elektrické vyšší účinnost (85-90 %), nižší pořizovací náklady a navíc nemusíme řešit revize a odtah splodin. Nevýhodou jsou nároky na poměrně vysoký okamžitý příkon.

Průtokové ohřívače se dále dělí na malé s průtokem do 6 l/min a maximálním ohřevem o 25 stupňů a velké, které jsou schopné vodu ohřát o více stupňů a zároveň dodat vyšší průtok. Další dělení je na tlakové a beztlakové ohřívače. Z tlakových ohřívačů jde zásobovat více odběrných míst. Je nutné vybavit je bezpečností sadou (pojistný ventil se zpětnou klapkou do rozvodu vody), tuto sadu má již dnes většina malých průtokových elektrických ohřívačů integrovanou. Lze ale použít standartní baterie. Při použití tlakových ohřívačů musí být dodržena potřeba dostatečného tlaku vody, většinou kolem 0,2 MPa provozního tlaku a zároveň by tlak neměl příliš kolísat. Z beztlakových ohřívačů lze zásobovat jen jedno místo a je nutné pořídit speciální beztlakové baterie. Většina průtokových ohřívačů se skládá z topného plastového bloku s vodovodními kanálky. V těch jsou umístěny topné spirály z ušlechtilé korozivzdorné oceli. Na trhu jsou dva typy průtokových ohřívačů. Hydraulické průtokové ohřívače obsahují průtokový a vodní spínač a regulátor průtoku vody. Studená voda protéká regulátorem průtoku vody, který vyrovnává poklesy tlaku potrubní sítě. Teče do vodního spínače, kde prostřednictvím Venturiho trubice vytváří rozdílný tlak mezi komorami nad a pod membránou. Ta v závislosti na množství protékající vody ovládá průtokový spínač. Při malém protékajícím množství se často nezapojují všechny topné spirály, při vyšším množství se zapojí všechny. Vždy ale každá spirála pracuje s maximálním výkonem. Zavře-li se odběrný ventil teplé vody klesne diferenční tlak ve vodním spínači a ohřev se zastaví. Elektronické průtokové ohřívače jsou vybaveny oběžným kolem, které měří průtok přitékající studené vody a výsledná hodnota měření je předávána na zpracování elektronice. Ta poté

řídí ohřev vody v topném bloku na přesnosti jednotek stupňů, tím že řídí výkon topných spirál. Elektronika dále kontroluje vtokové a výtokové teploty a dále upravuje potřebný výkon. Maximální množství odebírané vody dané teploty je omezeno instalovaným příkonem ohřivače. Pokud již nestačí instalovaný výkon krýt požadavek na vysoký odběr teplé vody, regulační systém zmenší přes průtokový ventil množství vody. Pro tento konkrétní případ to tedy bude ideální řešení, když se jedná o přesné nastavení výstupní teploty a dohřev vychladlé vody z potrubí po dobu než doteče teplá voda z bojleru a elektrický průtokový ohřivač se vypne.

3.2.2. Vstupní investice

Na trhu je velice široká nabídka elektrických průtokových ohřivačů. Pro tento konkrétní případ se výběr zužuje na elektronicky řízené malé průtokové ohřivače. Větší průtokové ohřivače jsou, jak výkonově, tak maximální hodnotou průtoku zbytečně předimenzované. Jejich velikost je samozřejmě také větší a byly by estetickou i prostorovou zátěží v místě instalace. Navíc jejich cena kolem 15-ti tisíc je zbytečně vysoká. Malé průtokové ohřivače se dále ještě dělí podle svého příkonu. Různí výrobci nabízejí různé produkty řádově od 3,5 kW do 6,5 kW. Abych správně zvolil vhodný příkon musím zjistit potřebný průtok a teplotu o kolik bude třeba vodu ohřívat. V případě teploty je situace poměrně jednoduchá, maximálně nám TV v potrubí může vychladnout na okolní teplotu v stoupačkových šachtách. Tuto teplotu jsem měřil a je přibližně 24 °C. Vodu tedy v nejhorším možném případě bude třeba ohřívat z 24 °C na 40 °C. Budeme ji tedy potřebovat ohřát o 16 °C. U dřezu bude situace o něco horší, protože na umytí mastnoty bude třeba teplota 45 °C až 50°C, bude se tedy muset ohřívat o 21 °C až 26 °C. Potřebný průtok je standardně považován na hodnoty 3,6 litrů za minutu u umyvadla na mytí rukou, 4,8 litrů za minutu u dřezu na mytí nádobí, 5,7 litrů za minutu pro sprchování a 12 litrů za minutu u napouštění vany. Aby bylo dosaženo takovýchto hodnot při požadovaném ohřevu vody bylo by třeba použít velké průtokové ohřivače. Naštěstí je ale většina výrobků dodávána s úspornými perlátory. Jedná se o zařízení našroubovaná na ústí baterií nebo do vnitřního závitu. Na rozdíl od klasických starých perlátorů, u nichž se nacházelo jen kovové sítko, které zachytávalo mechanické nečistoty a zjemňovalo proud vody, smíchávají nové úsporné perlátory vodu se vzduchem. Tím se docílí pocitově stejného plynulého a rovnoměrného proudu s výrazně nižším průtokem vody. Samozřejmě, že tento systém není výhodný pro všechny situace. Pokud by například bylo třeba napouštět vanu nebylo by dosaženo žádného benefitu. Naopak by napouštění trvalo mnohem déle, protože by se napouštělo menším objemem vody a částí vzduchu, který je k ničemu. Ve většině ostatních situací, jako je mytí rukou, nádobí a sprchování, je naopak

tento systém velmi výhodný. Díky perlátorům tedy budou stačit nižší než standardně potřebné průtoky.

Při průzkumu trhu mě zaujaly výrobky třech renomovaných firem. První z nich je německá firma Clage. Konkrétně její řada ohřivačů MCX 3,4,6 a 7 (obrázek 9). Tyto ohřivače mají nad konkurencí výhodu v tom, že teplotu výstupní vody lze nastavovat tlačítkem přímo na krytu přístroje a to v předvolených teplotách 35 °C, 38 °C nebo 45 °C. Zařízení má ochranu IP 25, tedy dle normy je chráněno proti vniknutí pevných cizích těles o průměru 12,5 mm a větších a před dotykem prstem. Zároveň je chráněno proti tryskající vodě. Součástí balení jsou perlátory, přípojovací sada s T-kusem a flexibilní tlaková hadička o délce 50 cm. Dále je možnost dokoupit dálkový ovladač FX. Dle informací od výrobce mají tyto ohřivače poskytnout až 85% úsporu energie ve srovnání s běžným zásobníkovým ohřivačem.



Obrázek 9: ohřivač Clage MCX



Obrázek 10: příklad instalace

Druhou je další německá firma AEG s řadou MTE 350,440 a 570 (obrázek 11). Tyto přístroje umožňují nastavit výstupní teplotu v rozmezí od 30 °C do 50 °C a zároveň omezit maximální průtok. Nevýhodou je ale, že pro nastavení je třeba sundat kryt a použít šroubovák. Součástí balení je opět perlátor, T-kus a tlaková hadička. Zařízení má elektrické krytí IP 25. Dle výrobce může proti malým zásobníkovým ohříváčům vody dosáhnout úspora energie hodnoty až 66 % a vody až 50 %.



Obrázek 11: ohříváč AEG MTE

Třetí je opět německá firma Stiebel Eltron s řadou DEM 3,4,6 a 7 (obrázek 12). Jedná se konstrukčně o velmi podobný výrobek jako AEG. Výstupní teplotu opět lze nastavit v rozmezí 30 °C až 50 °C pomocí šroubováku po odmontování krytu. Krytí přístroje je opět IP 25. Součástí balení je opět perlátor a tlaková hadička.



Obrázek 12: ohřivač Stiebel Eltron DEM

Výrobky ostatních firem se mi nezdály vhodné pro toto konkrétní použití, protože nesplňovaly ideálně požadované parametry.

Při instalaci je třeba brát v potaz současné elektrické rozvody v bytech, ty jsou třífázové, jištěné na 3 x 25 A. Při volbě nejnižší výkonové varianty od všech výrobců stačí jednofázové zapojení přímo do klasické zásuvky, jištěné na 16 A. Pro nejvyšší výkonové varianty je třeba dvoufázové připojení jištěné na 2 x 16 A u ohřivače DEM7 pak na 2 x 20 A. Střední výkonové varianty vyžadují pevné jednofázové připojení s jištěním až na 25 A. Bytové rozvody tedy splňují podmínky pro instalaci všech typů zařízení.

Nejprve jsem tedy hledal vhodné průtokové ohřivače do kuchyně ke dřezu. Zde jsem zvolil od všech výrobců nejslabší výkonové varianty. Jejich pořizovací cena je nejnižší, instalace nejjednodušší a technickými parametry by měli na omytí rukou, potravin a nádobí dostačovat. Detailní informace k jednotlivým ohřivačům jsou v tabulce (tabulka 5).

	Clage MCX 3	AEG MTE 350	Stiebel Eltron DEM3
jmenovitý výkon [kW]	3,5	3,5	3,5
výška [mm]	135	143	143
šířka [mm]	186	190	190
hloubka [mm]	87	82	82
hmotnost [kg]	1,5	1,5	1,5
jmenovité napětí [V]	230	230	230
jmenovitý proud [A]	15	15,2	15,2
jištění [A]	16	16	16
kmitočet [Hz]	50	50/60	50/60
fáze	1/N/PE	1/N/PE	1/N/PE
rozsah nastavení teplé vody [°C]	35,38,45	30-50	30-50
maximální teplota vstupní vody [°C]	70	60	50
průtok při ohřátí o $\Delta t=20^{\circ}\text{C}$ [l/min]	2,5	2,3	2,3
pořizovací cena bez DPH [Kč]	3811	3180	3956
pořizovací cena s DPH (21%) [Kč]	4611	3849	4787

Tabulka 5: parametry malé ohřívače

V koupelně je situace značně komplikovanější. Nejprve jsem uvažoval, zda nedat jen jeden malý ohřívač, podobného výkonu jako v kuchyni pouze k umyvadlu, kde by výkonově dostačoval. Problém by ovšem nastal v případě, že by někdo pustil jako první po ránu sprchu. V nejhorším možném případě, tedy pokud by se jednalo o obyvatele nejvzdálenějšího bytu v 12. patře, tak by se buď musel sprchovat vystydlou vodou, nebo odtáčet vodu z potrubí od svého odběrného místa až k boilerům v kotelně. Přibližně jsem tento objem vody vypočítal na 115 litrů, jedná se tedy o neúnosně velké množství. Dále jsem kalkuloval možnost zapojit některý z nejvýkonnějších malých ohřívačů. Ten by elektrickým výkonem stíhal dostatečně ohřát vodu, problém je ale v maximální hodnotě průtoku. Ta je mezi 3,2 až 3,7 litry za minutu. Hodnota naprosto nevyhovující pro napouštění vany a nedostatečná i na sprchování a to i za předpokladu použití úsporné sprchové hlavice. Při šetrivém provozu sprchy je třeba průtok alespoň kolem 5 litrů za minutu, vlastním měřením jsem při poměrně štědrém puštění sprchy protočil kolem 8 litrů za minutu. Musel jsem se tedy přesunout do segmentu větších průtokových ohřívačů. Zůstal jsem u třech stejných firem. Ve výběru konkrétních produktů jsem byl jednak v tomto segmentu již omezen maximálním jištěním elektrických rozvodů v bytech a hlavně pak maximální teplotou vstupní

vody, protože jen část ohřivačů, vyráběná pro užití se solárními systémy umožňuje použití za případu vstupu teplé vody do vtoku.

Od firmy Clage jsem zvolil ohřivač CEX-U (obrázek 13). Jedná se o kompaktní průtokový ohřivač. Uživatelsky je opět, jako předchozí výrobek, příjemný. Teplota se nastavuje pomocí dotykových tlačítek a je hezky viditelná na LCD displeji. K přístroji lze opět dokoupit dálkový ovladač FX. Při instalaci systém MPS umožňuje volbu výkonu na 11 nebo 13,5 kW.



Obrázek 13: ohřivač Clage CEX-U

Od firmy AEG mi přišel vhodný ohřivač DDLE 18 LCD (obrázek 14). Pomocí ovladače lze přesně nastavit teplotu výstupní vody, kterou je vidět na LCD displeji. Jedná se ve srovnání s ostatními konkurenty o větší přístroj výkonově i rozměrově. Poskytne tedy obyvatelům větší komfort co se týče průtoku, ale za cenu větší estetické, prostorové zátěže a hlavně vyšší energetické náročnosti.



Obrázek 14: ohřivač AEG DDLE 18 LCD

A nakonec od firmy Stiebel Eltron ohřivač DCE 11/13 (obrázek 15). Ten je svými parametry a vnějšími rozměry velmi podobný Clage CDX-U. Teplotu zde jde nastavit pomocí knoflíku voliče teploty na stupnici na krytu přístroje.



Obrázek 15: ohřivač Stiebel Eltron DCE 11/13

Detailní informace k jednotlivým ohřivačům jsou opět v příložené tabulce (tabulka 6).

	Clage CEX-U	AEG DDLE LCD 18	Stiebel Eltron DCE 11/13
jmenovitý výkon [kW]	11/13,5	18	11/13,5
výška [mm]	294	485	293
šířka [mm]	177	226	188
hloubka [mm]	108	93	99
hmotnost [kg]	2,2	4	2,5
jmenovité napětí [V]	400	400	400
jmenovitý proud [A]	16/19,5	26	16,2/19,5
jištění [A]	16/20	25	16/20
kmitočet [Hz]	50	50/60	50/60
fáze	3/PE	3/PE	3/PE
rozsah nastavení teplé vody [°C]	20-60	30-60	20-60
maximální teplota vstupní vody [°C]	70	60	55
průtok při ohřátí o $\Delta t=20^{\circ}\text{C}$ [l/min]	5	8	5
pořizovací cena bez DPH [Kč]	5382	7272	5431
pořizovací cena s DPH (21%) [Kč]	6512	8799	6572

Tabulka 6: parametry větší ohřivače

Při samotné instalaci ohřivačů do bytů pak u malých ohřivačů pod dřez nevzniknou v podstatě žádné další náklady, kromě samotné investice do pořízení ohřivačů. Instalaci zvládne i naprostý laik a veškeré příslušenství je dodáváno spolu s výrobky. U větších ohřivačů v koupelně, bude třeba zajistit pevné třífázové připojení. Naštěstí je třífázový rozvod ve stoupačkách, takže stačí provést napájecí kabel skrz stěnu do koupelny. Ohřivač musí být nainstalován před rozdělení rozvodu vody na umyvadlo a sprchu nebo vanu, aby pokryl oba tyto odběry. Celkově budu počítat náklady na instalaci v jednom bytě na 500 Kč.

3.2.3. Provozní náklady

Při výpočtu provozních nákladů počítám s předpokladem, že voda stojící v potrubí vystydne a třikrát za den musí být odtočena. Ráno, v poledne a večer se tedy bude muset odtočit celý objem vody v potrubí od bojleru. Jinak během dne bude voda odebírána průběžně, TV nestihne v potrubí vystydnout. Celkový objem vody, která stojí v potrubí, při zrušení vratného potrubí, tedy bude 584,45 litrů. Při výpočtu si opět pomůžu normou ČSN 060320, která mimo počet dávek, určuje také jejich objem. Pro jedince je třeba na jeden den 30 litrů v umyvadle, 2 litry ve dřezu, 25 litrů ve sprše a 25 litrů ve vaně. Jelikož obyvatel je v domě celkem 400,

vychází z toho průměr na jeden byt 2,56 osoby. Z toho vyplývá objem TV spotřebované v jednom bytě, který je vidět v přiložené tabulce (tabulka 7).

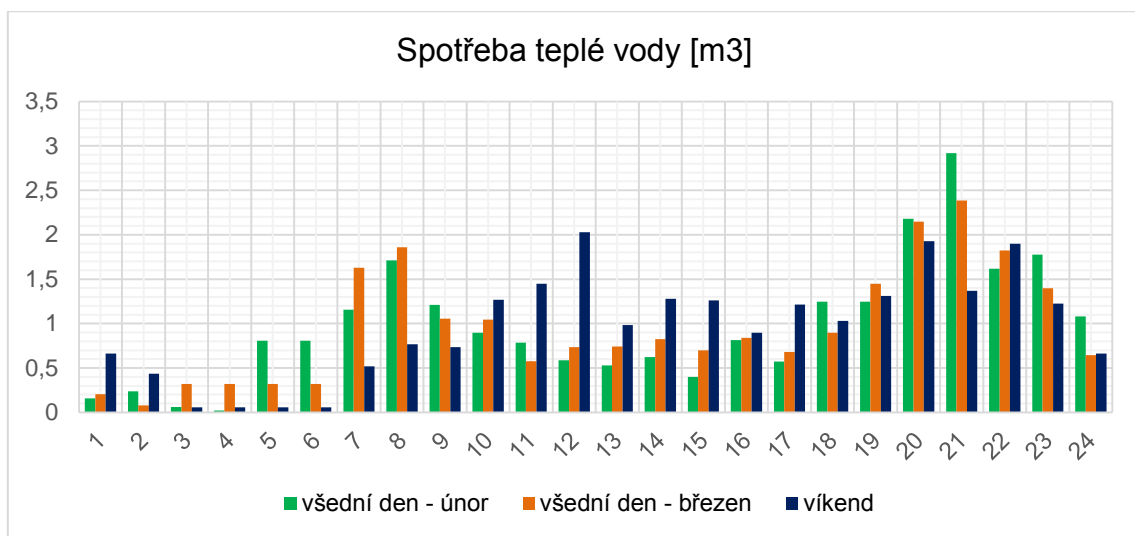
objem dávek osoba/den [l]		objem TV byt/den [l]	procento odebrané TV [%]
umyvadlo	30	76,8	36,6
dřez	2	5,1	2,4
sprcha	25	64,0	30,5
vana	25	64,0	30,5

Tabulka 7: spotřebovaná TV

Z této tabulky jasně vyplývá, že pouze 2,4 % z odebrané TV bude ohříváno pomocí malého ohříváče pod dřezem a zbylých 97,6 % bude ohříváno pomocí většího ohříváče v koupelně. Když se vezme v potaz celkový objem trubek, který musí být odtočen třikrát za den, získám objem 1753,4 litrů za den, který bude třeba dohřát elektrickými ohříváči. Poměrově pak tedy vyjde, že 42,1 litrů bude dohříváno u dřezu a 1711,3 litrů v koupelně. Při jmenovitých průtocích daných ohříváčů tedy bude elektrická spotřeba dle následujících tabulek (tabulka 8, tabulka 9). Jelikož výrobci neudávají jaká je spotřeba jednotlivých ohříváčů v případě, že nejedou na plný průtok a hlavně plný výkon, kdy je voda dohřívána pouze o pár stupňů, tak počítám s jmenovitou hodnotou průtoku a výkonu. Tato hodnota je tedy poněkud nadsazená. Stejně tak pravděpodobně nestihne voda v potrubí vystydnout až na teplotu 24 °C třikrát denně jak uvažuji. Těmito zhoršenými hodnotami kompenzuji to, že nepočítám s krátkodobým sepnutím ohříváčů během dne, kdy teplota vody v přívodním potrubí poklesne pouze o pár stupňů a bude tedy třeba ohřát malé množství vody o jednotky stupňů. Výsledná hodnota spotřeby elektřiny tedy není zcela přesná, ale jedná se o nejpřesnější simulaci. Pro přesný výpočet bych musel znát výkonnostní křivku ohříváčů v závislosti na průtoku a rozdílu teplot na vstupu a výstupu. Dále bych musel použít graf spotřeby teplé vody (graf 1), který ale není vypovídající. Udává sice spotřebu TV v jednotlivých hodinách, ale neurčuje v jakém místě je voda odebírána. Pokud by například byla odebírána pouze v bytech vchodu 1999, tedy jednom směru od kotelny, voda v potrubí k bytům vchodu 1995 by mezitím vychladla a musela by být dohřáta elektrickými ohříváči. Samotná hodnota odběru TV je tedy nevypovídající a kdybych chtěl přesné hodnoty jednalo by se o složité, komplexní měření v dlouhém časovém horizontu v jednotlivých bytech. Technicky tedy de facto neproveditelné.

ohřivač	objem vody [l]	jmenovitý průtok [l/min]	doba ohřevu [min]	výkon [kW]	spotřeba elektřiny/den [kWh]
Clage MCX 3	42,1	2,5	16,84	3,5	0,982
AEG MTE 350	42,1	2,3	18,30	3,5	1,068
Stiebel Eltron DEM3	42,1	2,3	18,30	3,5	1,068
Clage CEX-U	1711,3	5	342,26	11/13,5	62,748/77,009
AEG DDLE LCD 18	1771,3	8	221,41	18	66,424
Stiebel Eltron DCE 11/13	1711,3	5	342,26	11/13,5	62,748/77,009

Tabulka 8: využití ohřivačů



Graf 1: spotřeba TV

Jiné provozní náklady než spotřebu elektřiny by systém mít neměl, jelikož odpouštění vody nám odpadne. Celkové hodnoty spotřeby jsou součtem dvou hodnot. Musím vybrat jeden z trojice malých ohřivačů a jeden z trojice větších.

ohřívač	spotřeba/rok [MWh]	spotřeba (byt)/rok [kWh]
Clage MCX 3	0,359	2,298
AEG MTE 350	0,390	2,498
Stiebel Eltron DEM3	0,390	2,498
Clage CEX-U	22,903/28,108	146,813/180,180
AEG DDLE LCD 18	24,245	155,415
Stiebel Eltron DCE 11/13	22,903/28,108	146,813/180,180

Tabulka 9: spotřeba ohřivačů

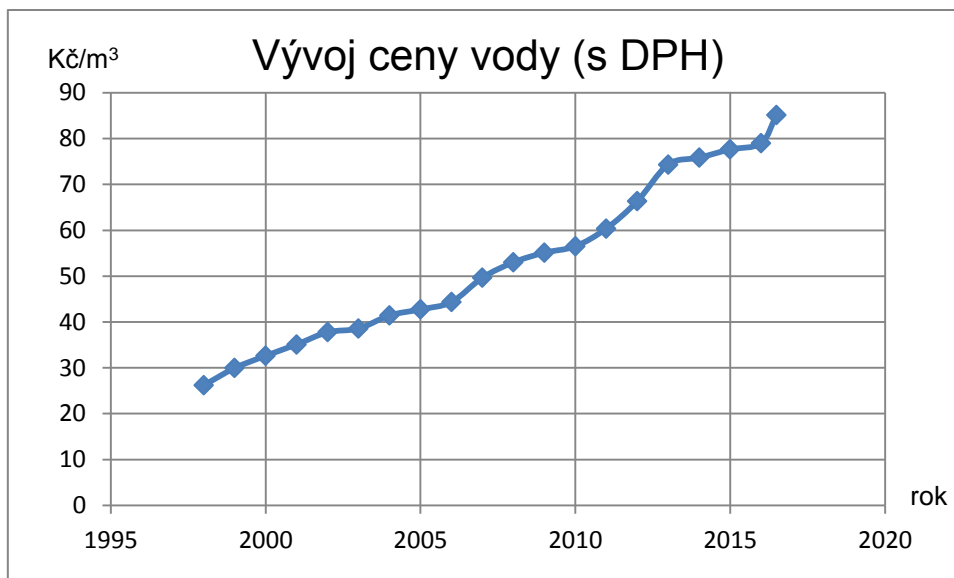
4. Vyhodnocení

4.1. Úspory

Mezi vzniklé úspory musím zařadit náklady na odtočenou studenou vodu, energii pro dohřev vystydlé cirkulující TV, elektrickou spotřebu oběhového čerpadla, jeho potenciální prodej a investici do nové stoupačky.

4.1.1. Odtočená studená voda

Objem odtočené studené vody za rok i současné náklady na toto množství jsem již popsal v kapitole 3.1.2. V současné chvíli je tedy vynakládáno 19 636,9 Kč ročně. Pro výpočet ještě bude třeba zjistit hodnotu eskalace cen za vodné a stočné. Pro zjištění této hodnoty jsem využil statistiku vývoje cen vodného a stočného, která je dostupná na stránkách Pražských vodovodů a kanalizací, a.s. Z přiloženého grafu (graf 2) jasně vyplývá, že cena vody každoročně stoupá, lze tedy očekávat, že tento trend bude pokračovat i nadále. Můžu tedy počítat s přibližným nárůstem ceny vody kolem 6 % ročně.



Graf 2: vývoj ceny vody

4.1.2. Energie pro dohřev cirkulující TV

Energii potřebnou pro dohřev cirkulující TV jsem popsal v kapitole 3.1.3. Momentálně jsou roční náklady na dohřev ve výši 136 265,1 Kč. Musím dále ještě zjistit eskalaci cen energie potřebné na dohřev. Jedná se v podstatě o eskalaci cen plynu, vzhledem k tomu, že ohřev je prováděn právě plynem. Jeho cena v poslední době klesala, ale vzhledem k tomu, že se jedná o neobnovitelný zdroj energie, tak je pravděpodobné, že jeho cena opět poroste. Navíc je cena této komodity značně odvislá od politické situace a ta se v poslední době s Ruskem, odkud je dovážena velká část zemního plynu, přiosťruje. Zvolil jsem tedy roční eskalaci ceny ve výši 4 %.

4.1.3. Oběhové čerpadlo

Elektrickou spotřebu oběhového čerpadla jsem vyřešil v kapitole 3.1.4. Roční spotřeba elektrické energie bude 392,375 kWh. Z faktury za elektřinu v kotelně jsem zjistil, že poměr odebrané elektřiny je 70 % ve vysokém tarifu a 30 % v nízkém tarifu. Pevnou složku platby za elektřinu lze zanedbat, protože ta zůstane i po odstranění čerpadla ve stejné výši. Do výpočtu ceny elektřiny tedy zahrnu pouze proměnné složky odvislé od počtu odebraných jednotek. Daň z elektřiny je 0,0283 Kč/kWh, systémové služby 0,09971 Kč/kWh, úhrada nákladů spojených s podporou elektřiny 0,495 Kč/kWh a činnosti OTE 0,00658 Kč/kWh. Cena za silovou elektřinu je 1,49 Kč/kWh v VT a 0,886 Kč/kWh v NT. Plat za distribuované množství je 1,46612 Kč/kWh v VT a 0,06722 Kč/kWh v NT. Když tedy tyto hodnoty sečtu a uplatním odebíraný poměr vyjde nám cena 2,98484 Kč/kWh bez DPH. S DPH 21 % bude tedy výsledná cena elektřiny 3,611656 Kč/kWh. Roční náklad na provoz tedy bude

1417,1 Kč. Eskalaci ceny elektřiny jsem zvolil 2 %. Sice v poslední době byla tendence ceny silové elektřiny sestupná, stejně jako u plynu, ale lze očekávat, že v průběhu dalších 20-ti let poroste. Cenu nového oběhového čerpadla Grundfos Magna 40-120 F(N), jsem již popsal výše. Budu očekávat, že pokud by se podařilo čerpadlo prodat, bylo by za něj obdrženo 75 % původní ceny, tedy 18 750 Kč.

4.1.4. Stoupačky

Jako jednu z úspor tohoto projektu lze brát určitě to, že investici do nových stoupaček máme minimalizovanou. Jelikož by po instalaci průtokových ohřivačů, již vratná stoupačka nebyla třeba, mohla by se využít například při teoretické instalaci vlastní studně. Voda z ní by mohla být využita na zalévání květin a splachování záchodů, čímž by bylo dosaženo úspory za vodu. Jelikož je splachování WC, hned po mytí, druhou největší částí spotřeby vody a činí až 70 litrů za osobu na den, byla by tato úspora nemalá. Instalace takového systému a uvedení do provozu by tedy mělo poměrně nízké náklady. Náklady na pořízení potrubí, které je již instalované v domě jsou následující. PPR trubky nejmenšího průměru 25 mm jsou v domě v celkové délce 533 metrů, běžná cena je 23 Kč za metr, celková cena je tedy 12 259 Kč. Střední průměr 32 mm je v domě o délce 13 metrů, metr stojí 35 Kč, celkově tedy stojí potrubí toho průměru 455 Kč. Největší průměr 40 mm je v domě o délce 64 metrů, s běžnou cenou 56 Kč za metr, je cena tohoto potrubí 3 584 Kč. Celková cena uloženého potrubí je tedy 16 298 Kč. Potrubí je izolováno pomocí náplekové termoizolační trubice Mirelon Pro v šířkách 25 x 6 mm za cenu 5 Kč na metr, 32 x 9 mm za 17 Kč na metr a 40 x 13 mm za 22 Kč na metr. Celková cena izolace je 4 294 Kč. Dalším ušetřeným nákladem by bylo samotné vrtání otvorů pro provedení trubek až do 12. patra. Při počítané ceně za průraz 25 cm širokého železobetonu 700 Kč, celkový náklad na proražení čtrnácti stoupaček, každé o 12-ti průrazech vychází 117 600 Kč. Musím ještě ohodnotit samotnou práci, za umístění potrubí. Odhadem by práce mohla stát přibližně kolem 40 000 Kč. Celkově tedy bude úspora za potenciální instalaci 178 192 Kč.

4.2 Náklady

Největším nákladem nového systému bude vstupní investice do samotných ohřivačů, dále musím počítat s náklady na instalaci do bytů. Dlouhodobým nákladem bude platba za spotřebovanou elektřinu.

4.2.1. Pořízení elektrických průtokových ohřivačů

Jak jsem již popsal bude ideální použít kombinaci dvou ohřivačů, jednoho malého do kuchyně pro dřez a jednoho většího do koupelny. Celkově tedy bude nutné zakoupit 312

kusů, 156 kusů jednoho malého typu a 156 kusů jednoho z větších typů. Investice na pořízení těchto zařízení je dána v tabulce (tabulka 10).

	investice (bez DPH) [Kč]	investice (s DPH) [Kč]
MCX3+CEX-U	1 512 108	1 813 188
MTE350+CEX-U	1 413 672	1 694 316
DEM3+CEX-U	1 534 728	1 840 644
MCX3+DDLE 18	1 806 948	2 169 960
MTE350+DDLE 18	1 708 512	2 051 088
DEM3+DDLE 18	1 829 568	2 197 416
MCX3+DCE	1 519 752	1 822 548
MTE350+DCE	1 421 316	1 703 676
DEM3+DCE	1 542 372	1 850 004

Tabulka 10: ohřívače pořízení a instalace

Musím ještě počítat s nákladem na instalaci, ten budu počítat ve výši 500 Kč na jeden byt. Celkově tedy bude umístění a zapojení stát 78 000 Kč.

4.2.2. Provoz elektrických průtokových ohřívačů

Spotřebu jednotlivých typů ohřívačů při mnou počítaném využití jsem popsal v kapitole 3.2.3. Celková roční spotřeba bude opět kombinace spotřeby dvou typů. Pro výpočet nákladů musím znát cenu elektřiny. Ta je pro obyvatele s tarifem KLASIK 24 D02d při odečtení pevné sazby za odběrné místo a za jistič, respektive za příkon, následující. Platba za silovou elektřinu je 1,192 Kč/kWh, daň z elektřiny je 0,0283 Kč/kWh, platba za distribuované množství 1,51556 Kč/kWh, systémové služby 0,09971 Kč/kWh, úhrada nákladů spojených s podporou elektřiny 0,495 Kč/kWh a činnosti OTE 0,00658 Kč/kWh. Tento produkt má pouze vysoký tarif. Celková částka tedy vyjde 3,33715 Kč/kWh bez DPH. S 21% DPH pak bude cena 4,03795 Kč/kWh. Výsledné náklady pro kombinaci ohřívačů za rok jsou vidět v tabulce (tabulka 11).

	spotřeba/rok [kWh]	náklady/rok [Kč]
MCX3+CEX-U	28 466,65	114 946,9
MTE350+CEX-U	28 497,83	115 072,8
DEM3+CEX-U	28 497,83	115 072,8
MCX3+DDLE 18	24 603,22	99 346,6
MTE350+DDLE 18	24 634,40	99 472,5
DEM3+DDLE 18	24 634,40	99 472,5
MCX3+DCE	28 466,65	114 946,9
MTE350+DCE	28 497,83	115 072,8
DEM3+DCE	28 497,83	115 072,8

Tabulka 11: náklady kombinace ohřivačů

4.3 Ekonomické vyhodnocení

Celkovým cílem mojí práce je zhodnotit výměnu stávajícího systému s oběhovým čerpadlem za systém s průtokovými elektrickými ohřivači. Prozatím jsem se zabýval především technickou stránkou věci. Teď musím použít získané data k tomu abych provedl ekonomický výpočet zda se tento projekt vyplatí realizovat. Jako hlavní hodnotící parametr jsem vybral dynamickou metodu NPV a statickou metodu prosté doby návratnosti investice.

4.3.1. Cashflow

Pro výpočet obou těchto metod je nutné zjistit roční peněžní tok, neboli cashflow. Dle běžných zvyklostí označím rok investice jako rok 0. Tento rok bude cashflow záporné, protože zde započítám investici. Od té mohu odečíst hodnotu investice do nových stoupaček. Další roky budu počítat jako rozdíl ušetřených provozních nákladů stávajícího stavu a provozních nákladů nového systému. Peněžní toky by měly být v dalších letech kladné. Investice sice nebude reálně generovat peníze, ale ušetříme finance, které by jinak bylo nutné vynaložit na provoz současného systému. Cashflow počítám podle následujícího vzorce.

$$CF_t = P - V$$

Rovnice 3: cashflow

- CF_t – cashflow v roce t
- P – příjmy
- V – výdaje

Jako příjmy budu brát ušetřené provozní náklady, tedy náklady na odtočenou studenou vodu, provoz oběhového čerpadla a dohřev vystydlé vody. Jako výdaje budu brát provozní náklady nového systému, tedy provozní náklady průtokových ohřivačů.

4.3.2. Prostá doba návratnosti

Doba návratnosti, nebo také PP z anglického výrazu payback period, je definována jako období, respektive počet let, za který jsou kumulované toky cashflow větší nebo rovny nule. Tedy přinesou hodnotu, která je rovná vstupní investici. Nevýhodou této metody je, že nijak nezohledňuje časovou hodnotu peněz, není tím pádem moc vypovídající. Počítáme zde s konstantním CF, nemůžu tedy zohlednit ani rostoucí, nebo klesající ceny pomocí eskalací. Navíc tato metoda neudává nic o tom co se bude dít další roky po splacení investice, pokud ještě neuplyne doba životnosti zařízení. PP počítám podle následujícího vzorce.

$$T_n = \frac{INV}{CF}$$

Rovnice 4: prostá doba návratnosti

- T_n - doba návratnosti investice
- INV - investice
- CF - roční cashflow

4.3.3. NPV

Čistá současná hodnota je překlad anglického Net Present Value, pro které je běžně používaná zkratka NPV. Jedná se o nejpoužívanější metodu, která bere v potaz časovou hodnotu peněz i riziko investice. Dává srozumitelný výsledek a tím pádem jasné rozhodovací kritérium. Jedná se o nejsprávnější způsob hodnocení efektivnosti investic. Výsledkem této metody je absolutní hodnota investice v dnešních cenách. Hlavní nevýhodou metody NPV je,

že se musí určit hodnota diskontu. Diskont je požadované roční výnosové procento z investice. NPV počítám podle následující rovnice.

$$\text{NPV} = \sum_0^t \frac{\text{CF}_t}{(1+r)^t}$$

Rovnice 5: NPV

- NPV – čistá současná hodnota
- CF_t – cashflow v roce t
- r – diskont
- t - doba životnosti investice

4.3.4. IRR

Vnitřní výnosové procento je překlad Internal Rate of Return, tedy zkratky IRR. Udává nám relativní výnosnost (rentabilitu), kterou projekt poskytuje během svého života. Opět je to metoda která počítá s časovou hodnotou peněz. Počítám jí podle vzorce.

$$\sum_0^t \frac{\text{CF}_t}{(1+\text{IRR})^t} = 0$$

Rovnice 6: IRR

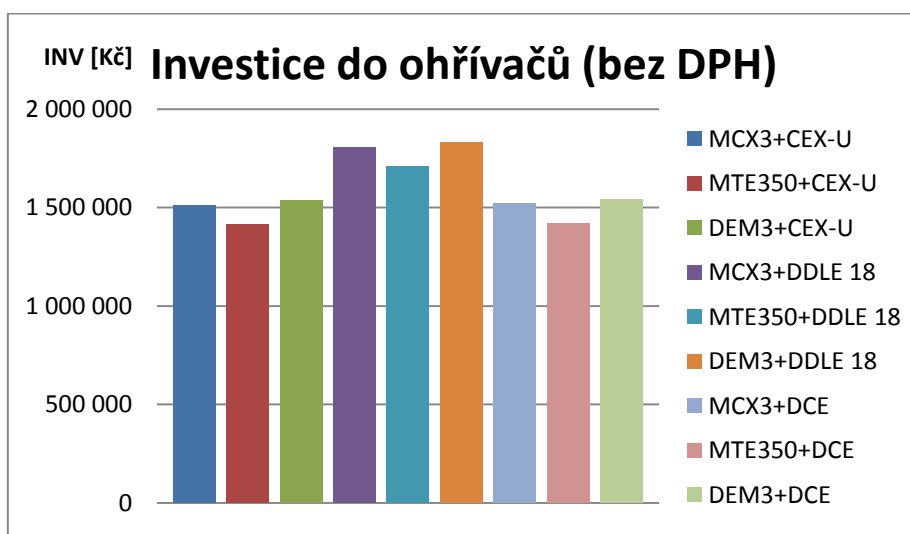
Při dosazení hodnoty IRR za diskont ve vzorci pro NPV vyjde NPV rovné nule.

4.3.5. Citlivostní analýzy

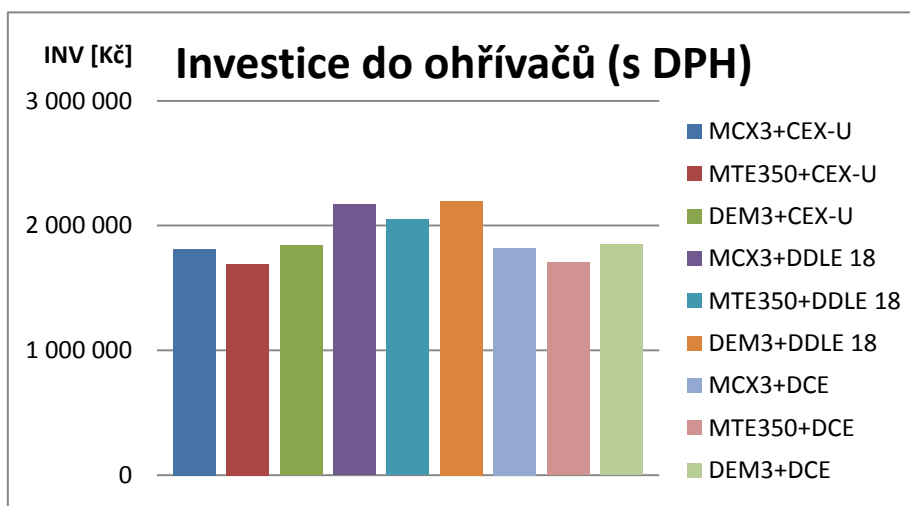
Nakonec pro jednu vybranou kombinaci ohříváčů, která se mi bude zdát nejlepší provedu citlivostní analýzy. Jak by se měnilo NPV v závislosti na změně eskalace ceny elektřiny, plynu vody a velikosti vstupní investice. Citlivostní analýza je důležitá metoda, protože určuje na změně jakého vstupního parametru je výsledek projektu odvislý zásadně a na jakém minoritně. Tím pádem pak lze při změně nějakého vstupu rychle a dobře odhadnout ekonomické následky na projekt.

4.4. Výsledky

Celkovou investici do ohříváčů, tedy na jejich pořízení a instalaci, udává přiložená tabulka (tabulka 10) a pro přehledné srovnání i dva grafy (graf 3, 4). V tabulce je investice bez DPH a s DPH. Logicky jsou oba grafy stejné svým poměrem mezi jednotlivými kombinacemi produktů, liší se pouze v absolutní hodnotě investice.



Graf 3: investice bez DPH

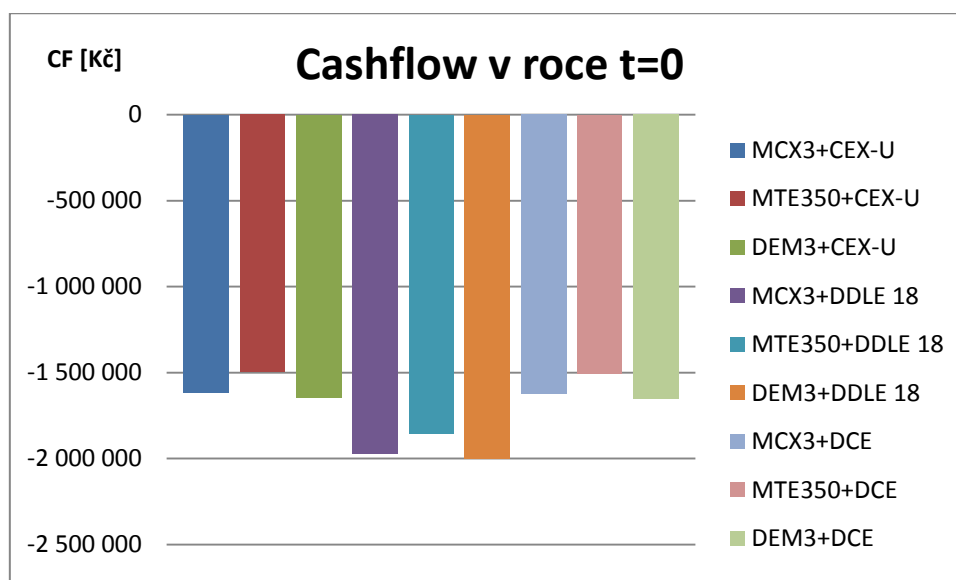


Graf 4: investice s DPH

Celkový cashflow nultého roku, tedy roku ve kterém bude projekt započat, je vidět v příložené tabulce (tabulka 12) a pro přehlednost opět i grafu (graf 5). V těchto hodnotách je mimo investice do ohřivačů ještě zahrnuta úspora vzniklá při instalaci vratné stoupačky a částka z prodeje stávajícího oběhového čerpadla.

Cashflow v roce 0		
MCX3+CEX-U	-1 616 246	Kč
MTE350+CEX-U	-1 497 374	Kč
DEM3+CEX-U	-1 643 702	Kč
MCX3+DDLE 18	-1 973 018	Kč
MTE350+DDLE 18	-1 854 146	Kč
DEM3+DDLE 18	-2 000 474	Kč
MCX3+DCE	-1 625 606	Kč
MTE350+DCE	-1 506 734	Kč
DEM3+DCE	-1 653 062	Kč

Tabulka 12: CF v roce nula

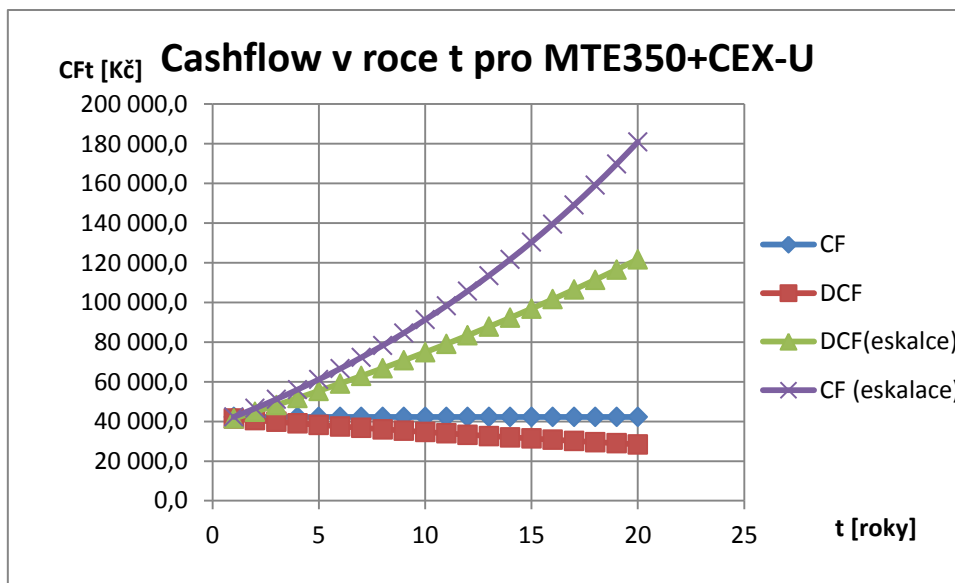


Graf 5: CF v roce nula

Poté jsem pro všech 9 kombinací vypočetl cashflow v daných letech počítané životnosti ohřivačů, tedy 20-ti let. Tato doba životnosti je pro zařízení tohoto typu standardní. Stejně jsem pak vypočetl diskontované cashflow se zvolenou hodnotou diskontu ve výši 2 %. Tuto hodnotu jsem volil relativně nízkou, protože rizikovost projektu je nízká, takže diskont v podstatě jen reflektuje plánovanou hodnotu meziroční inflace. Obě hodnoty CF a DCF jsem poté ještě spočetl se zvolenými eskalacemi cen energií. V příložené tabulce (tabulka 13) pro danou kombinaci ohřivačů AEG MTE350 a Clage CEX-U lze vidět peněžní toky v jednotlivých letech. Pro přehlednost opět to samé zobrazuje i graf (graf 6).

MTE350+CEX-U				
rok	CF	DCF	CF (eskalace)	DCF(eskalace)
0	-1 497 374	-1 497 374	-1 497 374	-1 497 374
1	42 246,3	41 417,9	42 246,3	41 417,9
2	42 246,3	40 605,8	46 602,0	44 792,4
3	42 246,3	39 809,6	51 201,0	48 247,8
4	42 246,3	39 029,0	56 055,2	51 786,4
5	42 246,3	38 263,8	61 177,4	55 410,3
6	42 246,3	37 513,5	66 580,8	59 121,9
7	42 246,3	36 777,9	72 279,3	62 923,5
8	42 246,3	36 056,8	78 287,5	66 817,6
9	42 246,3	35 349,8	84 620,6	70 806,8
10	42 246,3	34 656,7	91 294,8	74 893,5
11	42 246,3	33 977,1	98 326,6	79 080,5
12	42 246,3	33 310,9	105 734,0	83 370,5
13	42 246,3	32 657,8	113 535,2	87 766,4
14	42 246,3	32 017,4	121 749,7	92 271,1
15	42 246,3	31 389,6	130 397,9	96 887,6
16	42 246,3	30 774,1	139 501,1	101 619,0
17	42 246,3	30 170,7	149 081,7	106 468,5
18	42 246,3	29 579,1	159 163,1	111 439,5
19	42 246,3	28 999,2	169 770,1	116 535,4
20	42 246,3	28 430,5	180 928,5	121 759,7

Tabulka 13: CF po dobu životnosti

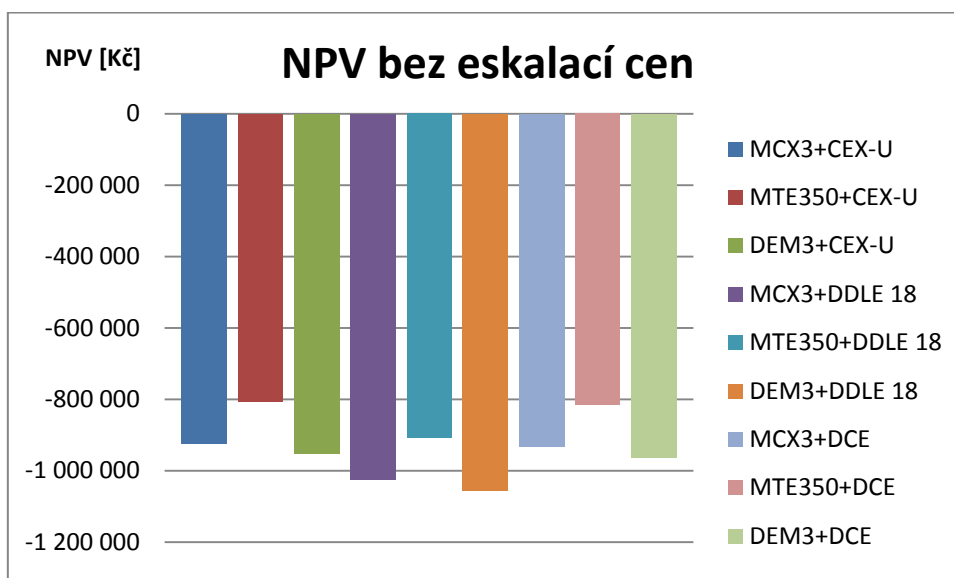


Graf 6: CF po dobu životnosti

Z těchto hodnot jsem konečně mohl spočítat výsledné hodnoty NPV s eskalacemi cen a bez nich, hodnoty IRR opět s eskalacemi cen a bez nich a prostou dobu návratnosti. Tu jsem počítal již pouze bez eskalací cen, protože nemá smysl je uvažovat pro tuto metodu, která nijak nediskontuje a nezohledňuje časovou hodnotu peněz. V příložených tabulkách (tabulka 14, 15, 16, 17, 18) jsou vypočtené hodnoty a pro přehlednost opět můžeme použít i příložené grafy (graf 7, 8, 9, 10, 11).

NPV (bez eskalací)		
MCX3+CEX-U	-923 400	Kč
MTE350+CEX-U	-806 587	Kč
DEM3+CEX-U	-952 915	Kč
MCX3+DDLE 18	-1 025 084	Kč
MTE350+DDLE 18	-908 270	Kč
DEM3+DDLE 18	-1 054 598	Kč
MCX3+DCE	-932 760	Kč
MTE350+DCE	-815 947	Kč
DEM3+DCE	-962 275	Kč

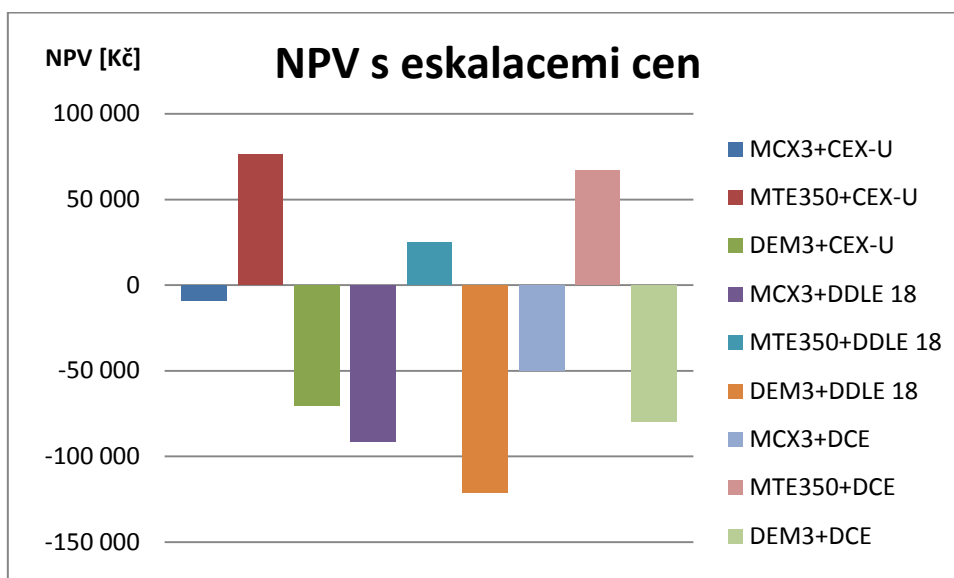
Tabulka 14: NPV bez eskalací cen



Graf 7: NPV bez eskalací cen

NPV (s eskalacemi)		
MCX3+CEX-U	-8 843	Kč
MTE350+CEX-U	76 042	Kč
DEM3+CEX-U	-70 286	Kč
MCX3+DDLE 18	-91 244	Kč
MTE350+DDLE 18	25 160	Kč
DEM3+DDLE 18	-121 168	Kč
MCX3+DCE	-49 721	Kč
MTE350+DCE	66 682	Kč
DEM3+DCE	-79 646	Kč

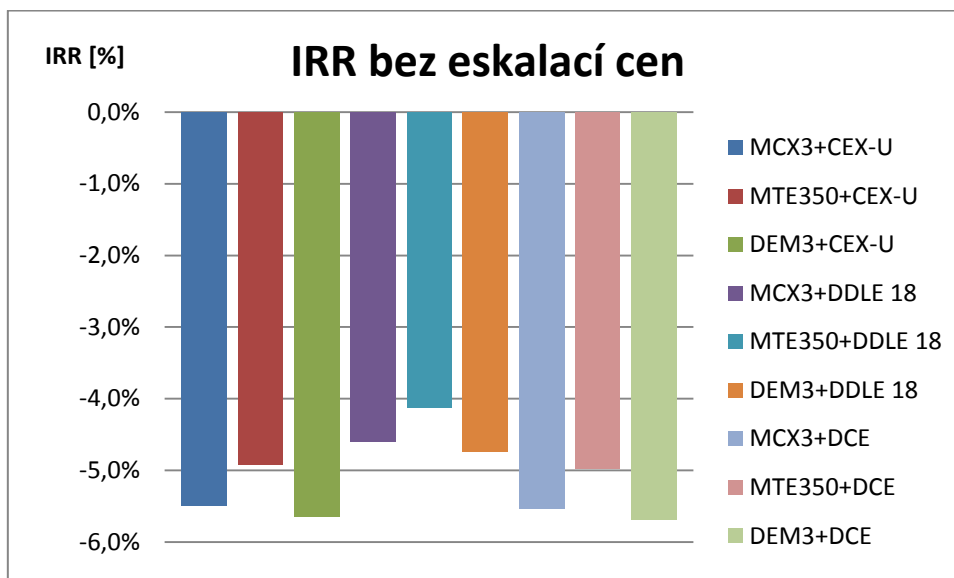
Tabulka 15: NPV s eskalacemi cen



Graf 8: NPV s eskalacemi cen

IRR (bez eskalací)	
MCX3+CEX-U	-5,5%
MTE350+CEX-U	-4,9%
DEM3+CEX-U	-5,6%
MCX3+DDLE 18	-4,6%
MTE350+DDLE 18	-4,1%
DEM3+DDLE 18	-4,7%
MCX3+DCE	-5,5%
MTE350+DCE	-5,0%
DEM3+DCE	-5,7%

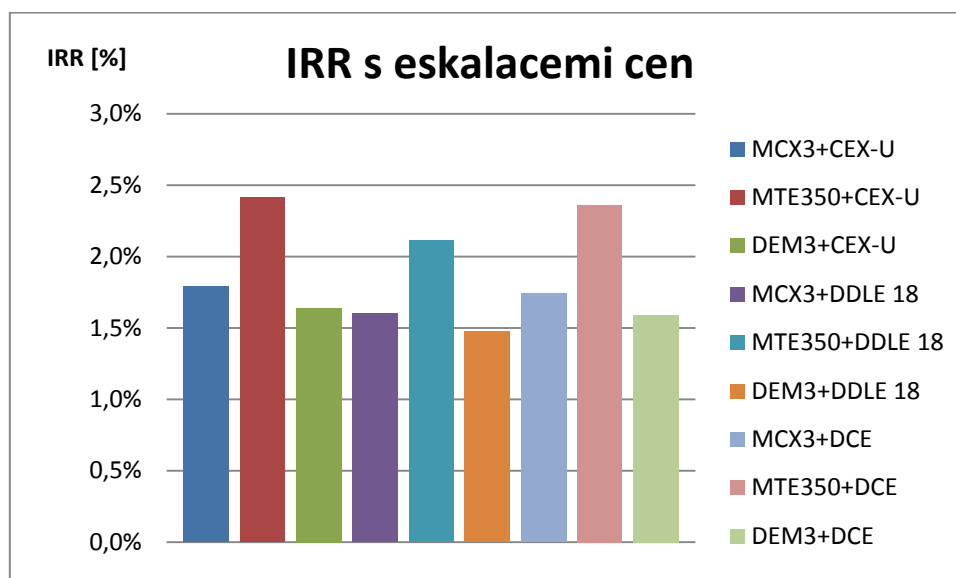
Tabulka 16: IRR bez eskalací cen



Graf 9: IRR bez eskalací cen

IRR (s eskalacemi)	
MCX3+CEX-U	1,8%
MTE350+CEX-U	2,4%
DEM3+CEX-U	1,6%
MCX3+DDLE 18	1,6%
MTE350+DDLE 18	2,1%
DEM3+DDLE 18	1,5%
MCX3+DCE	1,7%
MTE350+DCE	2,4%
DEM3+DCE	1,6%

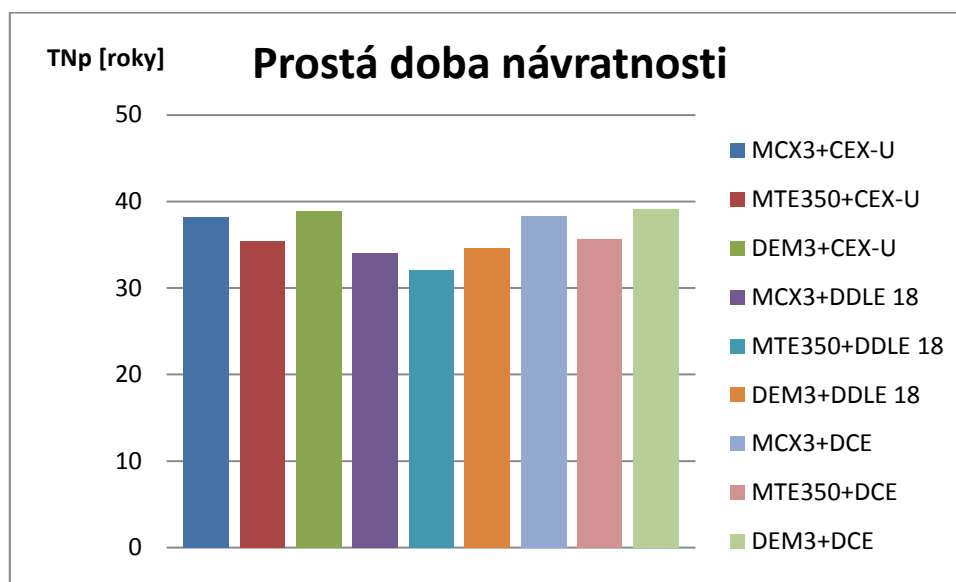
Tabulka 17: IRR s eskalacemi cen



Graf 10: IRR s eskalacemi cen

Prostá doba návratnosti		
MCX3+CEX-U	39	roky
MTE350+CEX-U	36	roky
DEM3+CEX-U	39	roky
MCX3+DDLE 18	35	roky
MTE350+DDLE 18	33	roky
DEM3+DDLE 18	35	roky
MCX3+DCE	39	roky
MTE350+DCE	36	roky
DEM3+DCE	40	roky

Tabulka 18: prostá doba návratnosti

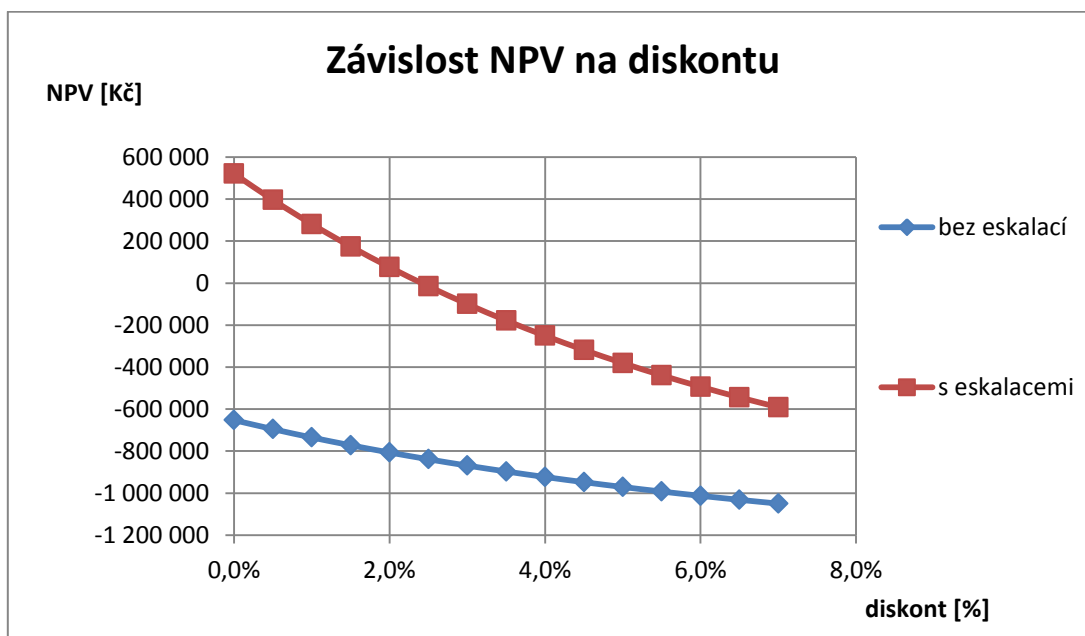


Graf 11: prostá doba návratnosti

Z těchto hodnot jasně vyplývá, že nejlépe vychází již výše zmíněná kombinace ohřivačů AEG MTE350 a Clage CEX-U. Pro tuto kombinaci jsem provedl citlivostní analýzy. Nejprve jsem hodnotil vliv diskontu na NPV. Výsledky jsou v tabulce (tabulka 19) a grafu (graf 12). Je patrné, že pokud budu uvažovat bez eskalací cen nelze se dostat se do kladných hodnot, ani v případě že by bych uvažoval s nulovým diskontem. V situaci, kdy uvažuji s eskalací cen je situace lepší a pro hodnoty diskontu lehce pod 2,5 % již vyjde NPV kladné.

diskont	NPV(bez eskalací)	NPV(s eskalacemi)
	-806 587	76 042
0,0%	-652 448	521 159
0,5%	-695 226	396 309
1,0%	-735 016	281 044
1,5%	-772 063	174 538
2,0%	-806 587	76 042
2,5%	-838 790	-15 123
3,0%	-868 856	-99 574
3,5%	-896 953	-177 871
4,0%	-923 233	-250 523
4,5%	-947 837	-317 994
5,0%	-970 892	-380 704
5,5%	-992 515	-439 039
6,0%	-1 012 812	-493 348
6,5%	-1 031 883	-543 951
7,0%	-1 049 816	-591 139

Tabulka 19: závislost NPV na diskontu



Graf 12: závislost NPV na diskontu

Poté jsem hodnotil vlivy eskalace cen plynu, vody a elektřiny. Z tabulek (tabulka 20, 21, 22) vyplývá, že pokud neuvažuji eskalaci cen, nebude mít změna této hodnoty logicky žádný efekt na výsledném NPV. Jelikož jsem záměrně zvolil stejné hodnoty u eskalace všech tří parametrů, je z grafu (graf 13) patrné, že změna ceny vody má na NPV projektu nejmenší vliv. Plyn naproti tomu může zásadním způsobem ovlivnit, zda se projekt vyplatí realizovat. Čím více jeho cena poroste, tím více se projekt vyplatí realizovat. Cena elektřiny má na výsledné NPV také velký vliv. Závislost je zde ale opačná. Čím více bude cena elektřiny klesat, tím více se nám projekt vyplatí.

eskalace plyn	NPV(bez eskalací)	NPV(s eskalacemi)
	-806 587	76 042
-5,0%	-806 587	-1 680 262
-4,0%	-806 587	-1 561 737
-3,0%	-806 587	-1 429 321
-2,0%	-806 587	-1 281 183
-1,0%	-806 587	-1 115 244
0,0%	-806 587	-929 147
1,0%	-806 587	-720 215
2,0%	-806 587	-485 412
3,0%	-806 587	-221 294
4,0%	-806 587	76 042
5,0%	-806 587	411 021
6,0%	-806 587	788 655
7,0%	-806 587	1 214 616
8,0%	-806 587	1 695 329
9,0%	-806 587	2 238 058

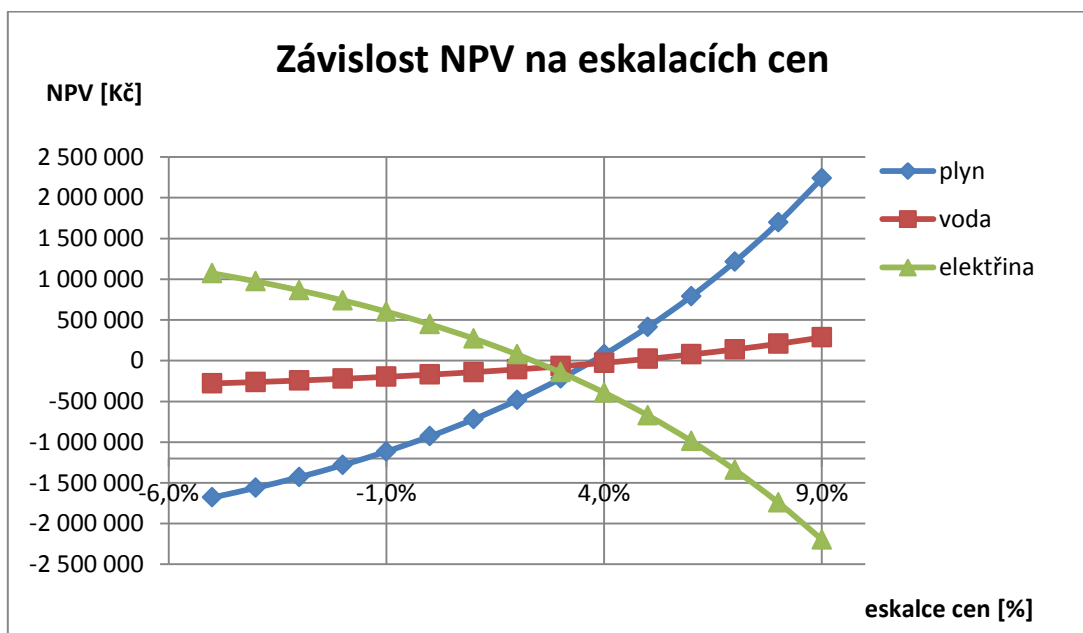
Tabulka 20: závislost NPV na eskalaci ceny plynu

eskalace voda	NPV(bez eskalací)	NPV(s eskalacemi)
	-806 587	76 042
-5,0%	-806 587	-279 748
-4,0%	-806 587	-262 668
-3,0%	-806 587	-243 586
-2,0%	-806 587	-222 238
-1,0%	-806 587	-198 325
0,0%	-806 587	-171 507
1,0%	-806 587	-141 398
2,0%	-806 587	-107 561
3,0%	-806 587	-69 499
4,0%	-806 587	-26 651
5,0%	-806 587	21 622
6,0%	-806 587	76 042
7,0%	-806 587	137 427
8,0%	-806 587	206 701
9,0%	-806 587	284 913

Tabulka 21: závislost NPV na eskalaci ceny vody

eskalace elektrřina	NPV(bez eskalací)	NPV(s eskalacemi)
	-806 587	76 042
-5,0%	-806 587	1 072 640
-4,0%	-806 587	973 781
-3,0%	-806 587	863 336
-2,0%	-806 587	739 777
-1,0%	-806 587	601 371
0,0%	-806 587	446 152
1,0%	-806 587	271 886
2,0%	-806 587	76 042
3,0%	-806 587	-144 253
4,0%	-806 587	-392 254
5,0%	-806 587	-671 653
6,0%	-806 587	-986 629
7,0%	-806 587	-1 341 914
8,0%	-806 587	-1 742 866
9,0%	-806 587	-2 195 543

Tabulka 22: závislost NPV na eskalaci ceny elektřiny

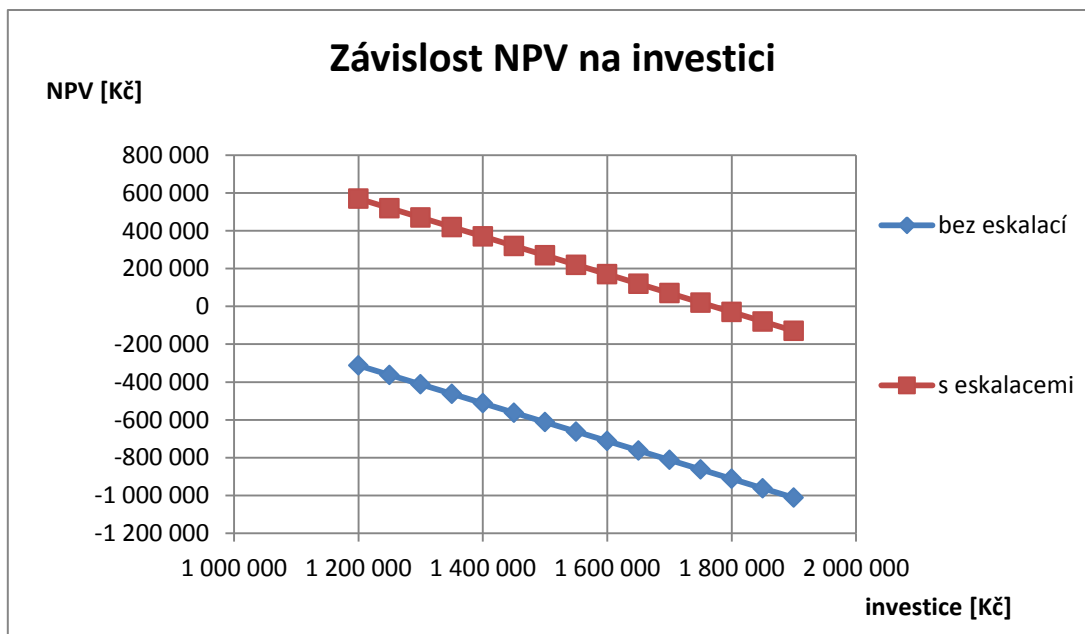


Graf 13: závislost NPV na eskalacích cen plynu, vody a elektřiny

Poslední citlivostní analýzou (tabulka 23, graf 14), kterou jsem provedl je závislost NPV na velikosti vstupní investice. Tato závislost je lineární. Je patrné, že ani pokud by vstupní investice byla ve výši 1 200 000 Kč, tak se při počítání bez eskalací cen, stále nevyplatí realizovat. Naproti tomu při výpočtu s eskalacemi, se vyplatí realizovat již pro cenu lehce nad 1 750 000 Kč a nižší.

Investice (s DPH)	NPV(bez eskalací)	NPV(s eskalacemi)
	-806 587	76 042
1 200 000	-312 271	570 358
1 250 000	-362 271	520 358
1 300 000	-412 271	470 358
1 350 000	-462 271	420 358
1 400 000	-512 271	370 358
1 450 000	-562 271	320 358
1 500 000	-612 271	270 358
1 550 000	-662 271	220 358
1 600 000	-712 271	170 358
1 650 000	-762 271	120 358
1 700 000	-812 271	70 358
1 750 000	-862 271	20 358
1 800 000	-912 271	-29 642
1 850 000	-962 271	-79 642
1 900 000	-1 012 271	-129 642

Tabulka 23: závislost NPV na vstupní investici



Graf 14: závislost NPV na vstupní investici

5. Závěr

V mojí bakalářské práci se mi podařilo seznámit se podrobně s problematikou dvou systémů přípravy a distribuce TV v bytovém domě. Získal jsem potřebné vstupní hodnoty pro následné výpočty a ekonomické zhodnocení realizace projektu.

Seznámil jsem se s řadou elektrických průtokových ohřivačů od několika firem. Z nich jsem vybral vhodné kandidáty pro tento projekt a po výpočtu jsem vybral výslednou kombinaci. Tu jsem vybral čistě z ekonomického hlediska. Pokud by pak uživatelé chtěli například často měnit hodnotu výstupní teploty u ohřivače, který bude instalován v kuchyni, bylo by vhodnější vybrat ohřivač Clage MCX-3. Finální výběr pak již závisí na preferencích jednotlivých uživatelů. Nákup ohřivačů jsem uvažoval, že by byl v režii jednotlivých obyvatel, takže jsem počítal náklady na investici s DPH. Pokud by ale ohřivače nakoupilo bytové družstvo byla by možnost DPH odečíst.

Výsledný výpočet jsem provedl jako celkové částky pro celý bytový dům. V reálné situaci by byly náklady na elektrickou spotřebu rozděleny mezi jednotlivé obyvatele domu nerovnoměrně. Je logické, že nejvýhodnější by tento nový stav byl pro obyvatele nižších pater, vchodů situovaných blíž ke kotelně a tím pádem bojlerům. Tito obyvatelé by měli téměř celý den zásobování TV v pořádku zajištěné, jejich ohřivače by tedy museli dohřívat jen vodu z vnitřních bytových rozvodů. Naopak v nejhorší situaci by se ocitli obyvatelé

nejvzdálenějších bytů v nejvyšším patře. Ti by museli pokaždé platit dohřátí jak vnitřních bytových rozvodů, tak přívodu od předposledního patra. To by byla ovšem ještě nejlepší situace. V praxi by pak často byli nuceni dohřívát větší část vystydlého objemu stojícího v potrubí. V nejhorším případě, například brzy po ránu, by se musela odtáčet vystydlá voda až k bojlerům. Těmto obyvatelům se tedy současný stav určitě vyplatí více a nemohu jim provedení výměny za elektrické průtokové ohřivače doporučit. Museli by totiž platit jak za TV, kterou by vlastně neodebírali, a jen by odtáčeli vystydlou vodu k prospěchu ostatních obyvatel domu, a zároveň za elektřinu spotřebovanou ohřivači. Teoretickým řešením by bylo rozdělit platbu za elektřinu spotřebovanou ohřivači mezi jednotlivé byty podle celkově spotřebované TV, tím by bylo dosaženo spravedlnějšího výsledku pro všechny obyvatele. S tím by ale museli všichni zúčastnění souhlasit, navíc by se musely instalovat speciální elektroměry k ohřivačům, což by způsobilo další investiční náklady.

Ve výsledku provedení tohoto projektu nemohu doporučit. Vychází nám sice lehce kladné NPV, ale pouze za předpokladu mého stanoveného růstu cen. Tento projekt by byl časově náročný a instalace ohřivačů pro obyvatele nekomfortní úprava. Navíc by se zhruba polovině obyvatel domu ani nevyplatila, za předpokladu platby vlastní spotřebované elektřiny. Teoreticky by šlo o uskutečnění tohoto projektu uvažovat za případu, že by se změnila cena za plyn, elektřinu nebo výrazně za vodu. Pak, jak vyplývá z citlivostní analýzy, by se výsledek mohl výrazně měnit.

6. Přílohy

Obrázek 1: Průčelí domu z ulice Zázvorkova.....	9
Obrázek 2: Pohled do vnitrobloku.....	10
Obrázek 3: kotle Viessmann.....	11
Obrázek 4: 1000l bojler na TV.....	12
Obrázek 5: čerpadlo Grundfos Magna 40-120 F(N).....	12
Obrázek 6: teplota TV výstup.....	14
Obrázek 7: teplota TV cirkulace.....	14
Obrázek 8: výkon čerpadla Grundfos Magna 40-120 F(N).....	18
Obrázek 9: ohřívač Clage MCX.....	21
Obrázek 10: příklad instalace.....	22
Obrázek 11: ohřívač AEG MTE.....	22
Obrázek 12: ohřívač Stiebel Eltron DEM.....	23
Obrázek 13: ohřívač Clage CEX-U.....	25
Obrázek 14: ohřívač AEG DDLE 18 LCD.....	26
Obrázek 15: ohřívač Stiebel Eltron DCE 11/13.....	26
Graf 1: spotřeba TV.....	29
Graf 2: vývoj ceny vody.....	31
Graf 3: investice bez DPH.....	37
Graf 4: investice s DPH.....	37
Graf 5: CF v roce nula.....	38
Graf 6: CF po dobu životnosti.....	40
Graf 7: NPV bez eskalací cen.....	41
Graf 8: NPV s eskalacemi cen.....	42

Graf 9: IRR bez eskalací cen.....	43
Graf 10: IRR s eskalacemi cen	44
Graf 11: prostá doba návratnosti	45
Graf 14: závislost NPV na vstupní investici.....	51
Rovnice 1: Objem válce.....	15
Rovnice 2: Množství tepla	17
Rovnice 3: cashflow	35
Rovnice 4: prostá doba návratnosti	35
Rovnice 5: NPV	36
Rovnice 6: IRR	36
Tabulka 1: rozměry trubek tlakové řady PN16	15
Tabulka 2: parametry potrubí v bytovém domě (1)	15
Tabulka 3: parametry potrubí v bytovém domě (2)	16
Tabulka 4: odtočená vystydlá voda.....	17
Tabulka 5: parametry malé ohřívače	24
Tabulka 6: parametry větší ohřívače.....	27
Tabulka 7: spotřebovaná TV.....	28
Tabulka 8: využití ohřívačů.....	29
Tabulka 9: spotřeba ohřívačů	30
Tabulka 10: ohřívače pořízení a instalace	33
Tabulka 11: náklady kombinace ohřívačů.....	34
Tabulka 12: CF v roce nula.....	38
Tabulka 13: CF po dobu životnosti	39
Tabulka 14: NPV bez eskalací cen	41
Tabulka 15: NPV s eskalacemi cen	42

Tabulka 16: IRR bez eskalací cen	43
Tabulka 17: IRR s eskalacemi cen	44
Tabulka 18: prostá doba návratnosti.....	45
Tabulka 19: závislost NPV na diskontu.....	46
Tabulka 20: závislost NPV na eskalaci ceny plynu	47
Tabulka 21: závislost NPV na eskalaci ceny vody	48
Tabulka 22: závislost NPV na eskalaci ceny elektřiny.....	49
Tabulka 23: závislost NPV na vstupní investici	50

7. Zdroje

[1] Teplo: vytápění a teplá užitková voda: jejich regulace, měření a rozúčtování v bytových domech, Autor: Ing. Bohumil Pešek

[2] Manažerské finance, Autor: Eva Kislingerová a kol.

[3] Teplá užitková voda [online] Dostupné z: <http://www.kotle-topeni.cz/TUV.html>

[4] SALAVA, Jan. Oprava bytového panelového domu: Zázvorkova 1995-1999, Praha - Stodůlky. 2009.

[5] Pražské vodovody a kanalizace, a.s. [online] Dostupné z: <http://www.pvk.cz/vse-o-vode/cena-vodneho-a-stocneho/vyvoj-vodneho-a-stocneho-v-praze/>

[6] Průtokové ohřivače [online] Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/36201.pdf>

[7] Technologie ohřevu TV [online] Dostupné z: <http://www.rady-testy.cz/panbuh-zaplat-za-teplou-vodu->

[8] Průtokové ohřivače vody AEG [online] Dostupné z: <http://www.aeg-hc.cz/?page=prutokove-ohrivace>

[9] Průtokové ohřivače vody Clage [online] Dostupné z: <http://clage.cz/2-katalog>

[10] Průtokové ohřívače vody Stiebel eltron [online] Dostupné z: <http://www.stiebel-eltron.cz/ohrev-vody/produkty/>

[11] Bakalářská práce: Vyhodnocení rekonstrukce panelového domu, Bc. Ondřej Novák

[12] Stanovení potřeby TV [online] Dostupné z: <http://www.topin.cz/download.php?idx=72600&di=7>

8. Kontaktní adresa

Lukáš Gdula

Smetanova 23

Hrochův Týnec, 538 62