

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

**KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV**



**ZDRAVOTECHNIKA RODINNÉHO DOMU**

**STUDIE NA TÉMA VYUŽITÍ ENERGIE ODPADNÍCH  
VOD**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Vypracovala:**

**Jana Strupková**

**Vedoucí práce:**

**prof. Ing. Karel Kabele, CSc.**

**2018/2019**



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Tháškurova 7, 166 29 Praha 6

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Strupková Jméno: Jana Osobní číslo: 438396  
Zadávací katedra: K11125 TZB  
Studijní program: Stavební inženýrství  
Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

### II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Zdravotechnika rodinného domu  
Název bakalářské práce anglicky: Water supply and sewerage installation in a family house

Pokyny pro vypracování:

Pro zadaný objekt zpracujte studii na téma "Využití energie odpadních vod" a projektovou dokumentaci vnitřního vodovodu a kanalizace na úrovni rozšířené dokumentace pro vydání stavebního povolení dle vyhlášky 499/2006 Sb. Projekt dokumentujte půdorysy, řezy, výpočty a technickou zprávou.

Seznam doporučené literatury:

Kabele a kol.: Energetické a ekologické systémy budov I ČVUT (2010)

Valášek a kol.: Zdravotně-technické instalace Jaga 2001


Jméno vedoucího bakalářské práce: prof. Ing. Karel Kabele, CSc.

Datum zadání bakalářské práce: 8.10.2018

Termín odevzdání bakalářské práce: 13.1.2019

*Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku*

  
Podpis vedoucího práce


  
Podpis vedoucího katedry

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

*Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.*

8.10.2018

Datum převzetí zadání

  
Podpis studenta(ky)

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

V Praze dne 10. 1. 2019

Jana Strupková

**Poděkování:**

Děkuji vedoucímu bakalářské práce prof. Ing. Karel Kabele, CSc. za poskytnuté rady a konzultační čas, který mi věnoval. Dále pak děkuji své rodině, příteli a kamarádům za trpělivost a pochopení.

## Obsah

1. Úvod.....	7
2. Voda.....	7
2.1 Základní informace o vodě .....	7
2.2 Denní spotřeba vody .....	7
3. Odpadní vody.....	8
3.1 Druhy splaškových odpadních vod.....	8
4. Odpadní vody jako zdroj energie.....	9
4.1 Energie odpadních vod .....	9
4.2 Místa odběru tepla z odpadních vod .....	10
4.2.1 Odběr za čistírnou odpadních vod .....	11
4.2.2 Odběr ze stokové sítě.....	11
4.2.3 Odběr uvnitř budovy .....	13
5. Odběr tepelné energie přímo v budově.....	13
5.1 Šedé vody .....	13
5.1.1 Produkce šedé vody .....	14
5.2 Využití tepla z šedých vod.....	15
5.2.1 Centrální systém.....	15
5.2.2 Lokální systém.....	16
6. Koupelnový výměník .....	17
6.1 Sprchový výměník NELA.....	18
6.2 Kalkulace ekonomické návratnosti .....	20
7. Závěr.....	20
8. Zdroje.....	20

**Anotace:**

Bakalářská práce se skládá z teoretické, praktické a výkresové části.

Výkresová a praktická část se zabývá návrhem zdravotechiky rodinného domu. V teoretické části je pro daný objekt zpracována studie na téma „Využití energie odpadních vod“

**Klíčová slova**

tepelný výměník, energie odpadních vod, rekuperace, šedé vody

**Annotation:**

The bachelor thesis consists of a theoretical, practical and drawing part.

The drawing and practical parts deal with the project of water supply and sewerage installation in a family house. The theoretical part is about reusing the energy of waste water according to the family house project.

**Key words**

heat exchanger, energy of waste water, recovery, grey water

## 1. Úvod

Předmětem této studie bude téma “Využití energie odpadních vod“. O zpětném využívání dešťových vod, či tepelných čerpadel pro systém vytápění má široká veřejnost povědomí již řadu let. O potenciálu odpadních vod se zatím příliš nemluví. Právě tato tematika nabízí široké spektrum ekonomických úspor, které vedou ke snížení energetické náročnosti v oblasti přípravy teplé vody nebo vytápění.

## 2. Voda

### 2.1 Základní informace o vodě

Voda je nejrozšířenější a nejvýznamnější sloučenina vodíku. V přírodě se vyskytuje ve třech skupenstvích – kapalná voda, vodní pára a led. Voda pokrývá skoro tři čtvrtiny zemského povrchu (97,2% tvoří slaná voda; 2,7% sladká voda). Vodu nalezneme také v půdě, v horninách a ve všech rostlinných a živočišných organismech, pro nichž je k životu na naší planetě nezbytná.

### 2.2 Denní spotřeba vody

Spotřeba vody za den je různá u každého jedince. Záleží na mnoha faktorech, které spotřebu ovlivňují, například věk, místo bydliště nebo sociální postavení. Jako příklad uvádím průměrnou denní spotřebu člověka žijícího v Praze za rok 2017. V porovnání s celou Českou republikou vychází spotřeba vody na osobu v Praze vyšší než v ostatních regionech. [1]

Tabulka 1 – Průměrná denní spotřeba vody na osobu [1]

	Průměrné denní hodnoty (v litrech)
WC	25
Osobní hygiena, sprchování	40
Praní, úklid	18

Příprava jídla, mytí nádobí	9
Mytí rukou	6
zalévání	5
pítí	2
ostatní	4
<b>CELKEM</b>	<b>109 litrů</b>

### 3. Odpadní vody

Obecně lze říci, že odpadní voda je voda, jejíž kvalita byla zhoršena lidskou činností a která je odváděna stokovou sítí. Rozlišujeme několik druhů odpadních vod v souvislosti s jejich vznikem a mírou znečištění. Toto dělení je důležité pro jejich další zpracování a využívání. Podle původu vzniku dělíme odpadní vody na splaškové, infekční, průmyslové, zemědělské, dešťové, balastní a jiné. [2]

#### 3.1 Druhy splaškových odpadních vod

##### **Dešťová voda**

Voda vznikající dešťovými a sněhovými srážkami. Běžně jsou tyto vody odváděny do kanalizace, ovšem dají se i smysluplně využívat. Po akumulaci, lze dešťovou vodu využívat pro závlahu zahrady, splachování toalet či praní v myčce nádobí. [3]

##### **Černá voda**

Vzniká společným odváděním hnědých a žlutých vod z toalet. Obsahuje tedy splachovací vodu z toalet, toaletní papír, fekálie a moč. I tyto vody lze dále využít a to v případě, že je dokážeme zadržovat odděleně od ostatních odpadních vod. Takto málo zředěné černé vody se dají přeměnit na přírodní hnojivo, které se může využívat například v zemědělství. [3]

- Hnědá voda - fekálie
- Žlutá voda – moč



## **Šedá voda**

Odpadní voda neobsahující fekálie ani moč. Vzniká odtokem z umyvadel, sprch, van, dřezů, atd. Šedou vodu lze po recyklaci využívat jako provozní vodu (tzv. bílá voda) pro splachování toalet, pisoárů nebo na zalévání zahrady. Dále lze využít i její tepelný potenciál. [3]

### **4. Odpadní vody jako zdroj energie**

Jak už bylo řečeno, odpadní vody lze dále využívat. V současné době neustále vzrůstají ceny energie i fosilních paliv, a právě odpadní vody nabízejí opomíjenou možnost ušetřit náklady domácnostem i větším podnikům. Hlavní snahou by mělo být nalézt ideální řešení pro daný objekt, aby se na konci realizace a následném používání jednalo o ziskovou investici.

#### **4.1 Energie odpadních vod**

Energetický obsah odpadní vody můžeme nalézt ve čtyřech hlavních formách.

#### **Tepelná energie**

Tepelná energie obsažená v odpadní vodě je závislá na teplotě odpadní vody. Tato energie se dá využívat pomocí výměníků tepla umístěných do kanalizace. [4]

#### **Kinetická energie**

Kinetická energie (též pohybová energie) je způsobena proudící odpadní vodou. Této energii se využívá například k pohánění turbín, vodních lopatkových kol nebo hydrodynamických zařízení (Archimédův šroub). [4]

#### **Potenciální energie**

Energetický potenciál vodního spádu je dán především objemem průtočné vody a výškou vodního sloupce. Této energii se využívá například k pohánění turbín, vodních lopatkových kol nebo hydrodynamických zařízení (Archimédův šroub). [4]

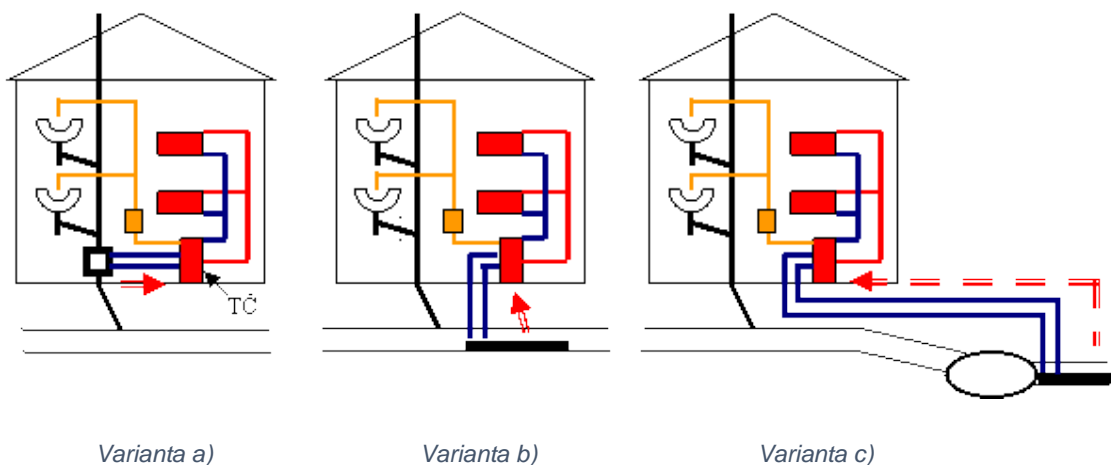
## Chemická energie

Chemickou energii představuje energie obsažená v organické hmotě, která se nachází v odpadní vodě. Anaerobní stabilizace kalů při čištění odpadních vod nám umožňuje tuto energii zachovat ve formě bioplynu, který může být použit pro snížení energetických nároků na provoz celého procesu. [4]

### 4.2 Místa odběru tepla z odpadních vod

Tepelnou energii lze odebírat z odpadní vody hned na několika různých místech. Odběr tepla se provádí pomocí výměníku tepla, který je uložen do určitého místa kanalizace. Kromě odběru tepla přímo v bytových jednotkách je nedílnou součástí systému i tepelné čerpadlo. [4]

Na následujících stránkách rozeberu stručně všechny typy odběru. V návaznosti na výkresovou část bakalářské práce, která je věnována zdravotní technice rodinného domu, se poté budu podrobněji věnovat získávání tepla z šedých vod, respektive rekuperaci tepla přímo v místě vany/sprchy či umyvadla.



Obrázek 1 – Místa odběru tepla z odpadní vody [7]

- Odběr uvnitř budovy (viz. kap. 4.2.3)
- Odběr ve stokové síti (viz. kap. 4.2.2)
- Odběr za čističkou odpadních vod (viz. kap. 4.2.1)

#### 4.2.1 Odběr za čistírnou odpadních vod

Výhodou je konstantní průtok. Nedochozí ke snížení účinnosti čištění odpadních vod v důsledku poklesu její teploty. Nevýhodou je, že čistírna odpadních vod se většinou nachází daleko od případných spotřebitelů získaného tepla. [4]

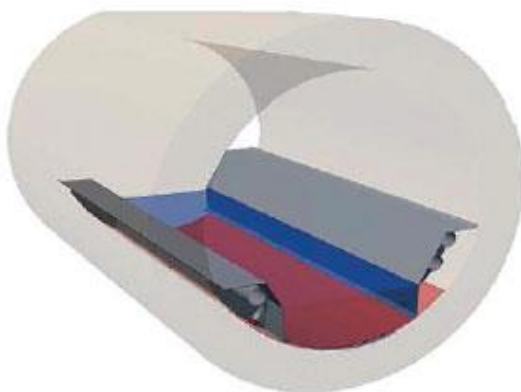
#### 4.2.2 Odběr ze stokové sítě

Výhodou je, že spotřebitelé energie se nacházejí v blízkosti odběrovým místům. Nevýhodou může být kolísavý průtok odpadní vody. Vhodnými zdroji jsou provozy s větším průtokem (plavecký bazén, administrativní budovy, skupiny bytových objektů). Snížením teploty odpadní vody přiváděné do čistírny odpadních vod může dojít ke snížení účinnosti čistícího procesu. Výměník lze umístit do nového i stávajícího potrubí. Ideálně by ovšem instalace měla proběhnout při nové výstavbě nebo rekonstrukci, cena provedení je drahá a instalace se týká i stovek metrů trasy odpadního potrubí. [4,5]

Dle způsobu osazení a konstrukce se výměníky dělí na:

- **Výměníky tepla vložené do kanalizačního potrubí**

Možná aplikace u nových i stávajících potrubí. Výměník lze vložit při horní nebo spodní hraně potrubí. [5]



Obrázek 2 – Ocelový výměník tepla vložený do kanalizačního potrubí [5]

- **Výměníky tepla integrované do betonové stěny kanalizačního potrubí**

Připadá v úvahu u nových potrubí. Výměník nezmenšuje dimenzi potrubí, výhodou je rychlá výstavba, nevýhodou pak špatná přístupnost při revizi. [5]



Obrázek 3 – Integrovaný výměník tepla ve stěně betonové kanalizační trubky [5]

- **Předizolované kanalizační potrubí s integrovaným ocelovým výměníkem tepla**

Připadá v úvahu u nových potrubí. Vhodné pro gravitační i tlakové systémy kanalizace. [5]



Obrázek 4 – Předizolované kanalizační potrubí s integrovaným ocelovým výměníkem tepla [5]

- **Externí ocelové dvoutrubkové výměníky tepla**

Výměník tepla není součástí potrubí kanalizace. Odpadní voda je do výměníku vháněna čerpadlem. Vhodné pro černou i šedou vodu. [5]



Obrázek 5 – Externí dvoutrubkový ocelový výměník tepla [5]

Instalace, které byly popsány, se v České republice zatím nevyskytují, ovšem v západní Evropě s nimi již zkušenosti mají. Můžeme doufat, že se tento negativní trend v ČR obrátí, neboť v zahraničí se instalace jeví jako prospěšné. [5]

#### 4.2.3 Odběr uvnitř budovy

Výhodou je blízkost odběratelů tepelné energie. Nevýhodou může být slabý nebo kolísavý průtok, takže i v tomto případě platí, že je výhodné instalovat výměník spíše u větších provozů. [8]

## 5. Odběr tepelné energie přímo v budově

### 5.1 Šedé vody

Na recyklaci šedých vod lze pohlížet ze dvou hledisek. Nabízí nám možnost přechistit je na bílou vodu, která je vhodná do domácnosti jako provozní voda. Druhou možností je využít tyto vody pro rekuperaci tepla. Šedé vody jsou ideální pro další využití, ať už je jakékoliv, hned z několika důvodů. Jejich produkce v domácnostech i větších provozech je značná. Zároveň se jedná o splaškovou odpadní vodu, která je poměrně málo znečištěná a nedochází tak k zanášení výměníku. Tato odpadní voda navíc obsahuje relativně velké množství tepelné energie v porovnání s ostatními odpadními vodami. [6,8]

Šedé vody lze rozdělit do několika kategorií:

- šedé vody z kuchyní a myček
- šedé vody z umyvadel, van a sprch
- šedé vody z praček
- ostatní šedé vody

Z hlediska obsahu nerozpuštěných látek a organických zbytků je nevhodnější šedá voda k recyklaci z umyvadel, van a sprch, jakožto nejméně zatížená. Jako podmíněně použitelná se počítá šedá voda z kuchyní a z myček nádobí. [7]

#### 5.1.1 Produkce šedé vody

Z tabulky popsané v kapitole 2.2 *Denní spotřeba vody* je jasně vidět, že šedá voda tvoří více než 50% celkové odpadní vody domácnosti. Potřeba jednotlivých domácností je individuální, ovšem s přihlédnutím na běžně používané výtokové armatury u zařizovacích předmětů lze produkci šedé vody v domácnosti snadno dopočítat. V tab. 2 je uvedena produkce šedé vody pro jednotlivé činnosti.

Druh činnosti	Produkce šedé vody pro příslušnou činnost $q_c$ [l]
Mytí rukou	3 <sup>1)</sup>
Mytí těla v umyvadle	15
Sprchování (běžná sprcha)	40 až 50 <sup>1)</sup>
Koupele ve vaně	120

<sup>1)</sup> Platí pro běžné výtokové armatury. U výtokových armatur se samočinným uzavíráním se produkce šedé vody může stanovit podle počtu otevření při jedné činnosti, průtoku výtokovou armaturou (uvádí výrobce) a doby výtoku po jednom otevření.

Tab. 2 – Produkce šedé vody podle činností [10]

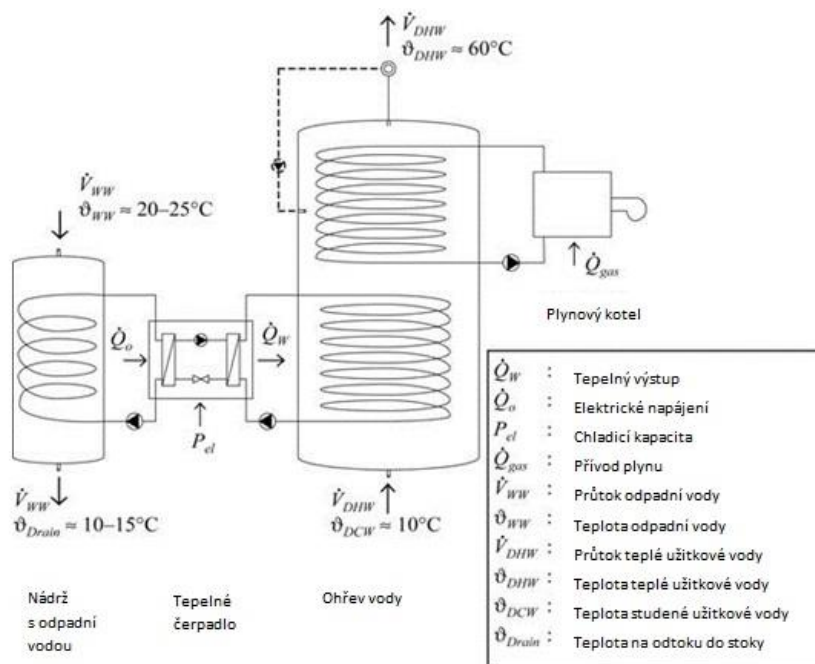
## 5.2 Využití tepla z šedých vod

Teplo z šedých vod je vhodné využít, pokud je to technicky možné a ekonomicky výhodné. Důležité je tedy posoudit, zda se pro danou budovu instalace vyplatí. Jako nejvýhodnější se logicky jeví využití provozů, které konstantě produkují velké množství odpadních vod a to o co nejvyšší teplotě. Teplota šedých vod se mění v závislosti na intenzitě návštěvnosti zařízení či směnivosti provozu. Recyklací tepla z šedých vod můžeme snížit náklady na přípravu teplé vody v objektu nebo na vytápění. Před návrhem zařízení pro využití šedých vod je tedy důležité znát, kolik šedé vody bude vyprodukováno a jaká je spotřeba TUV v daném objektu. Od toho se bude následně odvíjet konkrétní řešení. [6,9]

Metody na odebírání tepla z odpadní vody známe dvě, lokální a centrální. V rodinných domech a malých provozech je výhodnější použít lokální rekuperaci tepla. Pro velké objekty a provozy se hodí naopak centrální systém.

### 5.2.1 Centrální systém

Tento systém je určený především pro velké provozy typu bytový dům s centrální přípravou TUV, rekreační centrum nebo hotel. Důležitým jmenovatelem všech těchto objektů je vysoká produkce šedých vod. Systém musí být navržen tak, aby se vyrovnal i s kolísavým odběrem vody. Šedé vody jsou proto shromažďovány v akumulární jímce, která slouží jako zdroj tepla pro tepelné čerpadlo voda-voda. Důležité je ovšem kontrolovat kolik tepla tepelné čerpadlo ze šedé vody odebírá. Odpadní voda se nesmí ochladit pod bod mrazu, protože pak logicky hrozí zamrznutí celé jímky. Teplo z jímky je tedy možné odebírat pouze při určitém průtoku a cílové teplotě. Čerpadlo musí být napojeno i na jiný zdroj tepla (např. vrt nebo plynový kotel), ze kterého může teplo čerpat při překročení limitní teploty vody. [9]



Obrázek 6 – Příklad centrálního systému [11]

### 5.2.2 Lokální systém

Tento systém využívá odtékající vodu na předehřátí studené vody přiváděné do sprch a van. Je vhodný pro rodinné domy a menší provozy.

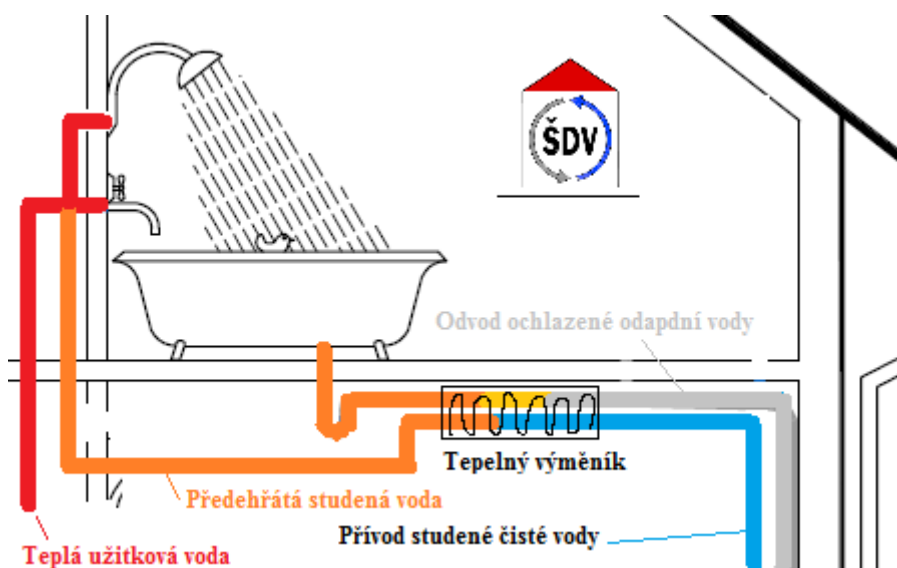
Existují dvě možnosti:

- předehřev studené vody pro aktuální potřebu
- předehřev studené vody do zásobníku TUV

#### Předehřev studené vody pro aktuální potřebu

Princip spočívá v tom, že přiváděná studená voda je ohřívána ve výměníku tepla odtékající odpadní teplou vodou. Tepelný výměník se nejčastěji umísťuje přímo pod vanu nebo sprchový kout. Čím dále se výměník umístí, tím déle bude trvat, než bude k dispozici předehřátá voda k použití. Předehřátou studenou vodu, která má teplotu cca 20°C, lze napojit na okruh sprch a umyvadel. Díky tomu, že do termostatického směšovacího ventilu vodovodní baterie nevstupuje studená voda o teplotě cca 10°C, nýbrž voda předehřátá, dochází logicky ke snížení spotřeby teplé užitkové vody a tím i celé energetické náročnosti na její přípravu. [11,13]





Obrázek 7 – Možné zapojení lokálního systému předehřevu vody pro okamžitou spotřebu [9]

## Předehřev studené vody do zásobníku TUV

Druhou možností je vést předehřátou vodu přímo do zásobníku TUV, kde bude dohřáta na požadovanou teplotu. Tato aplikace je finančně nákladnější a má i menší účinnost. [6,9]

## 6. Koupelnový výměník

Jak již bylo řečeno, pro rodinné domy a pro jednotlivé bytové jednotky je nejvýhodnější variantou použití lokálního systému rekuperace, konkrétně koupelnového výměníku. Na českém trhu se nachází několik firem, které nabízejí své produkty na rekuperaci tepla z odpadní vody za přijatelné ceny. Nejlepší je nainstalovat tepelný výměník do koupelny u novostaveb nebo při rekonstrukci koupelny. V opačném případě se jeho pořízení prodraží o případné zednické, obkladačské a instalatérské práce, protože pro jeho montáž musí být přístupné odpadní potrubí i studená voda. [12,13]

Z dostupných koupelnových výměníků jsem vybrala jeden konkrétní produkt, který se hodí k instalaci do rodinných domů a bytů.

## 6.1 Sprchový výměník NELA

- **Princip**

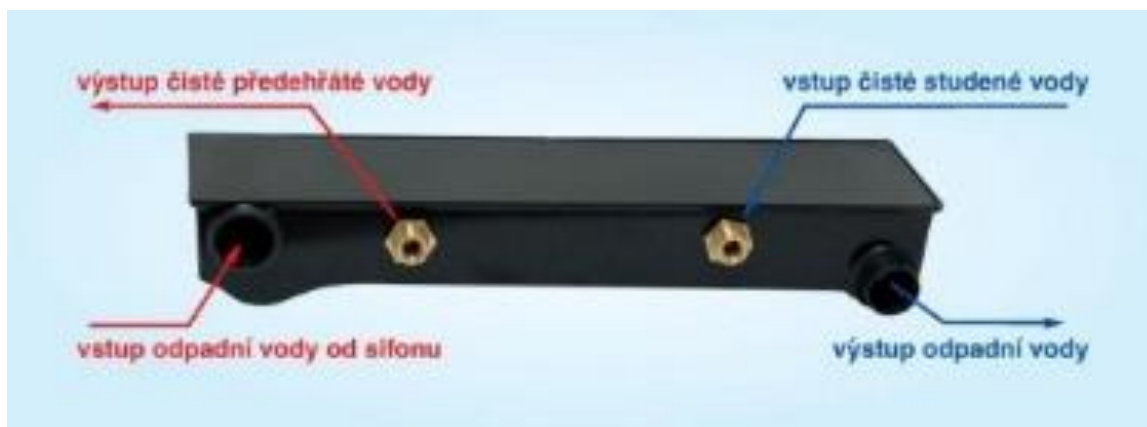
Sprchový výměník NELA je produktem české firmy SAKAL. Tento výrobce nabízí výměníky jak pro domácnosti, tak pro velké provozy typu prádelny a hotely. Vlastní těleso výměníku je tvořeno profilovanými deskami z leštěného nerezového plechu AISI 316. Další částí je skříň výměníku z vakuového výtažku z ABS plastu. Studená voda protéká soustavou kanálků uvnitř desek, po kterých volně stéká teplá odpadní voda. Pro běžné sprchování se používá voda ohřátá na 35 – 40°C. Z této teplé vody použijeme pro vlastní sprchování asi 5°C, což znamená, že voda která odtéká do odpadu má teplotu přibližně 35°C. Celý princip rekuperace je jednoduchý. Studená voda (cca 10°C) odebere ve výměníku tepla odpadní vodě dle výrobce 12 – 14°C. Takto předehřátá voda se vede do směšovací baterie. Potřeba horké vody klesá o 40%. [14]

- **Údržba**

Výměník NELA využívá šedou vodu, která nebyla předem upravena ani vyčištěna. Pracovní plochy výměníku se během běžného provozu zanáší, což následně vede ke snížení výkonu zařízení. Doporučuje se průběžné čištění sifonu sprchové vaničky v intervalu 6 měsíců. Jako účinné a zároveň šetrné k životnímu prostředí se ukazuje biologické čištění. Kapalně či práškově přípravky se aplikují přímo do odpadu, kde se o čištění postarají bakterie živící se organickými nečistotami. [14]

- **Montáž**

Montáž výměníku NELA je velmi jednoduchá a intuitivní. Detailní schéma zapojení je patrné na obr. 5. Dle prostorového uspořádání koupelny je vhodné výměník umístit na vodorovný podklad, co nejbližší sprchové vaničky, ideálně přímo pod ní, čímž se eliminují zbytečné tepelné ztráty potrubním vedením. Odpad se připojí na výměník běžným plastovým potrubím DN 40, pro stranu čisté vody je vhodné připojení flexihadicemi. Čisté rozměry skříně výměníku jsou 552 x 144 x 87 mm. [14]



Obrázek 8 – Detailní schéma zapojení výměníku NELA [14]



Obrázek 9 – varianta zapojení sprchového výměníku NELA [14]

## 6.2 Kalkulace ekonomické návratnosti

Při posuzování ekonomické návratnosti osazení výměníku NELA vycházíme z následujících skutečností:

Pořizovací cena sprchového výměníku NELA je 8 580 Kč bez DPH. Výhodnost osazení výměníků bude posuzovaná pro objekt rodinného domu, který je obýván 4 osobami. V rodinném domě jsou 2 vany a 1 sprchový kout (viz. Výkresová dokumentace v mé bakalářské práci). Výměníky budou osazeny pod vanami i sprchovým koutem, pro zjednodušení výpočtu předpokládáme, že i ve vaně se osoby pouze sprchují a to jednou denně a že se cena plynu nebude zvyšovat. Rodina zaplatí za rok 8 364 Kč za plyn, který je nutný k ohřevu teplé vody na sprchování. Výrobce SAKAL deklaruje u výrobku sprchový výměník NELA snížení potřeby energie na ohřev teplé vody o 40%. Návratnost investice je za 10let.

Výrobce bohužel neuvádí předpokládanou životnost sprchového výměníku NELA. Je tedy na posouzení každého z nás, jestli je ochotný při stavbě domu investovat peníze navíc do této technologie.

## 7. Závěr

Dnešní doba umožňuje pomocí nových technologií využití odpadních vod, které byly dlouhou dobou opomíjené a považované za pouhý odpad. Tato studie nastínila několik metod, jak lze pomocí rekuperace získat tepelnou energii. U nové výstavby by se měl klást hlavní důraz na její udržitelnost, pod čímž si lze představit hlavně odpovědné hospodaření se zdroji. Díky dostupným technologiím lze minimalizovat spotřebu vody a energie u všech typů objektů, od malých rodinných domů, až po velké administrativní budovy a stavby občanské vybavenosti.

## 8. Zdroje

[1] Spotřeba vody. Pražské vodovody a kanalizace [online] 2017 [cit. 2019-01-04]. Dostupné z: <https://www.pvk.cz/vse-o-vode/pitna-voda/spotreba-vody/>

- [2] Odpadní vody. Vodohospodářská zařízení II [online] Brno: VŠB-TUO ,c2014 [cit. 2019-01-04]. Dostupné z: [http://hgf10.vsb.cz/546/VHZ2/3\\_odpadni\\_vody.html](http://hgf10.vsb.cz/546/VHZ2/3_odpadni_vody.html)
- [3] BERÁNKOVÁ, Martina. Odpadní voda – odpad nebo poklad? tzbinfo [online] 2017 [cit. 2019-01-04]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/likvidace-odpadnich-vod/16057-odpadni-voda-odpad-nebo-poklad>
- [4] BARTONÍK, A., HOLBA, M., VRÁNA, J., OŠLEJŠKOVÁ, M., PLOTĚNÝ, K. Energetický potenciál odpadních vod, Vodní hospodářství 2/2012, str. 42–48. ISSN 1211-0760
- [5] PERÁČKOVÁ, Jana a Veronika PODOBENKOVÁ. Výměníky rekuperace tepla z kanalizačních systémů. ABS [online] 2013 [cit. 2019-01-06]. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/technicka-zarizeni-budov/zdravotni-technika/vymeniky-rekuperace-tepla-z-kanalizacnich-systemu>
- [6] BARTONÍK, Adam. RECYKLACE TEPLA V BUDOVÁCH – ŠEDÉ VODY. Asio [online]. 2012 [cit. 2019-01-06]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/61.recyklace-tepla-v-budovach-sede-vody>
- [7] Energie šedých vod. Asio [online] c2011-2019 [cit. 2019-01-04]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/energie-sedych-vod>
- [8] PIŇOS, S., BARTONÍK, A., PLOTĚNÝ, K. VYUŽITÍ ENERGIE ODPADNÍCH VOD. Asio [online] 2012 [cit. 2019-01-04]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/139.vyuziti-energie-z-odpadnich-vod>
- [9] PLOTĚNÝ, Karel a Adam, BARTONÍK. Čištění šedých vod a možnost využití energie z nich. Asio [online] 2012 [cit. 2019-01-05. ]Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/153.cisteni-sedych-vod-a-moznost-vyuziti-energie-z-nich>
- [10] PLOTĚNÝ, Karel. Využití šedých a dešťových vod v budovách. Tzbinfo [online] 2013 [cit. 2019-01-03]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/10121-vyuziti-sedych-a-destovych-vod-v-budovach>
- [11] Domovní rekuperace tepla z odpadní vody. Tzbinfo [online] c2001-2019 [cit. 2019-01-06]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/uspory-voda-kanalizace/10888-domovni-rekuperace-tepla-z-odpadni-vody>

- [12] Domovní a bytové rekuperační panely IVAR.BEE usnadňují cestu k Vaším energetickým úsporám. tzbinfo [online] Praha: Topinfo, 2013 [cit. 2019-06-01]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/uspory-vytapani/9729-domovni-a-bytove-rekuperacni-panely-ivar-bee-usnadnuji-cestu-k-vasim-energetickym-usporam>
- [13] Princip. SAKAL: technologie pro úsporu energií [online] c2019 [cit. 2019-01-07]. Dostupné z: <http://sakal-ovt.cz/princip-2/>
- [14] Sprchový výměník NELA. SAKAL: technologie pro úsporu energií [online] Týn nad Vltavou, c2019 [cit. 2019-01-05]. Dostupné z: <http://sakal-ovt.cz/produkty/sprchovy-vymenik-nela/#!prettyPhoto>