

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

**KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV**



**VYUŽITÍ TEPLA ODPADNÍCH VOD**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**ROMANA BŘINDOVÁ**

**Vedoucí diplomové práce: prof. Ing. Karel Kabele, CSc.**

**2016/2017**



## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Břindová Jméno: Romana Osobní číslo: 395768

Zadávací katedra: K 11125 Technických zařízení budov

Studijní program: Budovy a prostředí

Studijní obor: Budovy a prostředí

### II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Využití tepla odpadních vod

Název diplomové práce anglicky: Heat recovery from wastewater

Pokyny pro vypracování:

Zpracujte studii obsahující popis principů, technických řešení, energetické účinnosti a technických aspektů systémů pro zpětné získávání tepla z odpadních vod. Aplikujte poznatky získané studií na řešení konkrétního bytového domu formou zpracování projektové dokumentace vodovodu a kanalizace na úrovni rozšířené dokumentace pro stavební povolení ve smyslu vyhlášky 499/2006 Sb.

Seznam doporučené literatury:

Kabele a kol. : Energetické a ekologické systémy budov 1 ČVUT (2010)

Valášek a kol: Zdravotně-technické instalace Jaga 2001

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

Datum zadání diplomové práce: 3.10.2016

Termín odevzdání diplomové práce: 8.1.2017

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 diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové 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“.*

1. 11. 2016

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

## **Prohlášení**

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

Praha, 08.01.2017

podpis

## **Poděkování**

Chtěla bych poděkovat prof. Ing. Karlovi Kabelemu, CSc., vedoucímu mé diplomové práce, za vedení, připomínky a čas, které mi věnoval. Dále také panu Ing. Jakobovi Veselkovi za trpělivost, zájem a čas na řešení problémů při sestavování modelu v programu Autodesk Revit. Mé poděkování patří též mé rodině a blízkým přátelům za pomoc a podporu během studia.

## Obsah

1	ÚVOD .....	7
2	PROČ VODA .....	7
2.1	MÍSTA ODBĚRU TEPLA Z ODPADNÍ VODY .....	8
3	VÝMĚNÍK VE VNĚJŠÍ KANALIZACI.....	8
3.1	Odběr těsně před čističkou odpadních vod (ČOV) .....	8
3.2	Odběr ze stokové sítě .....	9
3.2.1	Integrovaný výměník ve stěně betonového potrubí .....	9
3.2.2	Předizolované potrubí s integrovaným ocelovým výměníkem tepla .....	10
3.2.3	Výměník vložený do potrubí.....	11
3.2.4	Externí výměník .....	12
4	VÝMĚNÍK VE VNITŘNÍ KANALIZACI .....	13
4.1	Odběr z paty objektu .....	13
4.1.1	POWERPIPE.....	14
4.1.2	ECOSHOWER PIPE.....	14
4.1.3	PKS-THERMPIPE.....	15
4.1.4	ECODRAIN.....	16
4.2	Koupelňové výměníky .....	17
4.2.1	Sprchový výměník NELA .....	18
4.2.2	Sprchový výměník IVAR.BEE .....	19
4.2.3	Sprchový výměník THE RECOH-TRAY.....	20
4.2.4	Sprchový výměník ZYPHO .....	21
4.2.5	Sprchový výměník JOULIA INLINE.....	22
4.2.6	Sprchový výměník JOULIA 90/90 .....	23
4.2.7	Sprchový výměník ECOSHOWER TRAY .....	24
4.2.8	Sprchový výměník ECOSHOWER DRAIN .....	25
4.2.9	Sprchový výměník ECODRAIN.....	26
5	PRŮZKUM O POVĚDOMÍ ČECHŮ O MOŽNOSTECH VYUŽITÍ TEPLA Z ODPADNÍCH VOD .....	27
6	SHRNUTÍ .....	28
7	Bibliografie.....	30

## **Anotace**

Diplomová práce se zabývá možnostmi využití tepla odpadních vod z vnitřní kanalizace. Srovnávají se zde již existující produkty, a to z hlediska technických parametrů a pořizovacích nákladů. Tyto poznatky byly aplikovány na model bytového domu, na který byl zpracován projekt kanalizace a vodovodu s již zabudovanými výměníky tepla. Tento model byl vytvořen v programu Autodesk Revit 2016.

## **Klíčová slova**

Tepelný výměník, odpadní teplo, rekuperace, kanalizace, úspory.

## **Annotation**

This thesis deals with the possibility of using heat from waste water drainage systems. Compared are here already existing products in terms of technical parameters and cost. These findings were applied to the model of apartment building on which was made project of sewerage and water supply with already integrated heat exchangers. This model was created in Autodesk Revit 2016.

## **Key words**

Heat exchanger, waste heat, recovery, sewage, savings.

## 1 ÚVOD

V posledních letech stoupá zájem o ekologii a úsporu energií, stejně tak i peněz. Je zde snaha o snížení nákladů na vytápění, stále více se využívá slunce jako obnovitelný zdroj energie, hledají se různá řešení pro ohřev vody nebo vzduchu. Obzvláště v naší republice se ale zapomíná na jeden významný zdroj tepla – kanalizaci.

Tato práce popisuje principy využití kanalizace jako zdroje tepla, shrnuje technické parametry, ceny a dostupnost koupelnových výměníků. Tyto poznatky byly aplikovány na modelový bytový dům, kam se umístil vybraný koupelnový výměník. Na tento objekt byl zpracován projekt kanalizace a vodovodu s využitím sprchového výměníku.

## 2 PROČ VODA

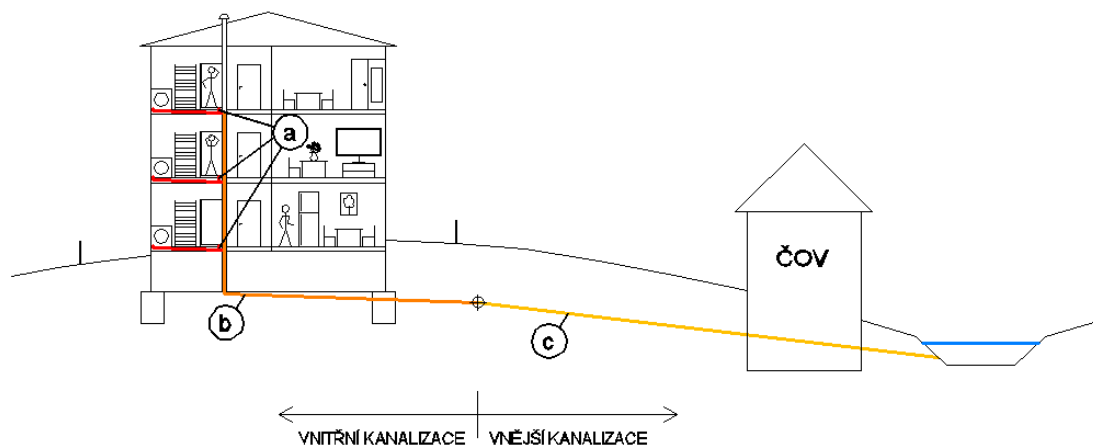
Využívání rekuperace pro předehřev vzduchu je známé nejen mezi odborníky, ale i v široké veřejnosti. Je to spolehlivý způsob, jak jednoduše, efektivně a levně předat tepelnou energii z použitého (teplého) vzduchu na vzduch čistý (studený).

Stejný princip lze využít i pro jiný nosič tepla – vodu. Člověk využívá teplou vodu při činnostech v každodenním životě – při sprchování, mytí nádobí, praní, ranní hygieně, uklízení apod. Při těchto všech aktivitách spotřebovává ohřátou vodu. Avšak při zvolené činnosti se voda ochladí pouze o několik stupňů. To znamená, že vyléváme do kanalizace teplou vodu. Proto se hledají řešení, jak tento potenciál využít.

Rekuperace odpadního tepla z kanalizace je v zahraničí běžným řešením převážně pro větší objekty s vyšší potřebou tepla, např. továrny, hotely, prádelny, školy a nemocnice. Existují ale i menší, dostupnější verze, a to pro bytovou výstavbu – sprchové výměníky (viz dále).

Na trhu se objevují různé druhy rekuperátorů, převážně od firem ze západních zemí Evropy a ze Severní Ameriky. V České republice působí firmy SAKAL a IVAR CS (viz dále).

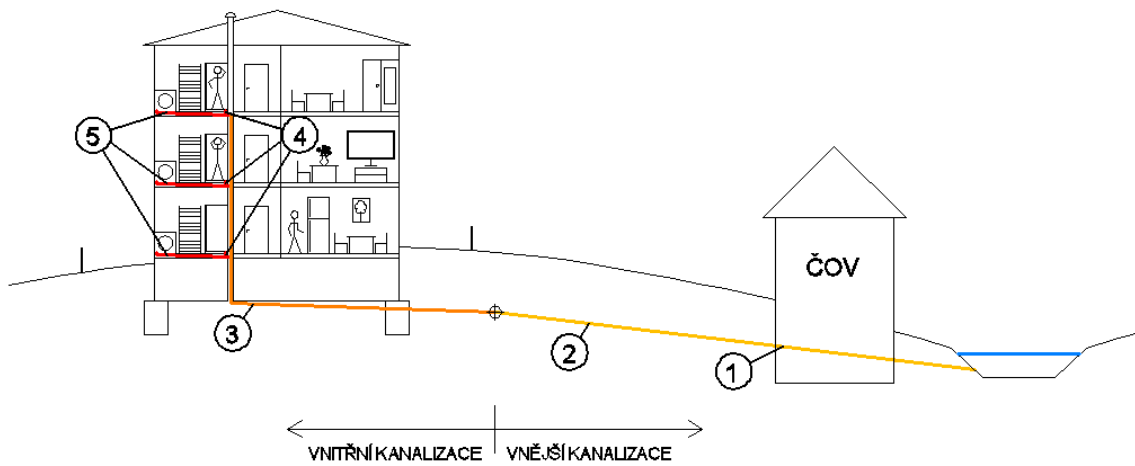
Způsoby předání tepelné energie můžeme rozdělit do tří kategorií podle místa předávky tepla. Pro představu slouží následující obrázek, kde je znázorněna cesta teplé odpadní vody a její teplota.



Obrázek 1 Cesta odpadní vody a její teplota

- a) Největší potenciál k předání tepla má odpadní voda při sprchování. Průměrně se člověk se sprchuje vodou o teplotě mezi 35-38°C. Po použití vody teplota klesá pouze o 5°C, tzn. že do kanalizace odeče voda o teplotě 30-33°C. [1]
- b) Ve svislém potrubí se pak tato odpadní voda smíchá se studenější vodou např. z toalety. Teplota odpadní vody je pak závislá na spotřebě teplé a studené vody celého objektu.
- c) Po smíchání odpadu ve stoce je odpadní voda zase o něco chladnější. Průměrně se zde pohybuje teplota v rozmezí 12-20°C.

## 2.1 Místa odběru tepla z odpadní vody



Obrázek 2 Místa odběru tepla z odpadní vody

1. Odběr těsně před čističkou odpadních vod (ČOV) (viz kap. 3.1)
2. Odběr ze stokové sítě (viz kap. 3.2)
3. Odběr z paty objektu (viz kap. 4.1)
4. Odběr v místě vany/sprchového koutu (viz kap. 4.2)
5. Odběr v místě spotřebičů

## 3 VÝMĚNÍK VE VNĚJŠÍ KANALIZACI

Poživatelem výměníku do vnější kanalizace je stát. Výměník lze zabudovat buď při nové výstavbě, nebo při rekonstrukci. Jelikož se jedná o úseky dlouhé desítky až stovky metrů, výstavba je drahá a musí se zvážit, kdo bude odběratelem získaného tepla. V České republice zatím tento systém není moc rozšířený.

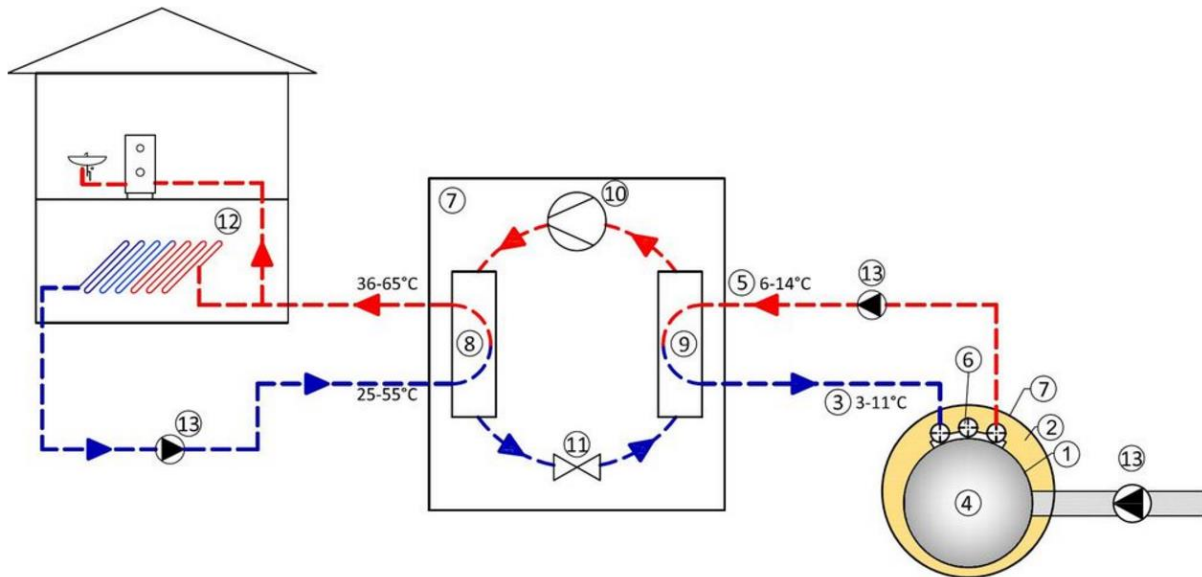
### 3.1 Odběr těsně před čističkou odpadních vod (ČOV)

Možnosti odběru jsou stejné jako z jiné části stokové sítě (viz dále). V této části má však stoka ideální podmínky pro odběr – dostatečný průtok a teplotu. Problémem bývá poloha ČOV, která bývá umístěna až na okraj města, a to do úrovně vodního recipientu. V těchto místech se totiž často nenachází dostatečné množství budov (odběratelů), nebo jsou budovy od ČOV hodně vzdáleny nebo jsou budovy umístěné ve svahu a doprava teplé vody by se tam nevyplatila.



### 3.2 Odběr ze stokové sítě

Pro odběr ze stokové sítě jsou vhodné zdroje odpadní vody s větším průtokem a dimenzí (záleží na výrobci). Tyto technologie využívají Tichelmannův princip zapojení. Čistá voda koluje mezi tepelným čerpadlem a tepelným výměníkem. Distribuční trubka zásobuje 1-3m výměníku, kde se studená voda ohřeje od teplé odpadní vody a poté tato ohřátá voda proudí přes sběrné vratné potrubí zpět do tepelného čerpadla, kde teplo předá.

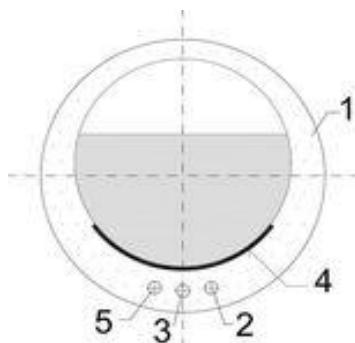


Obrázek 3 Schéma zapojení výměníku tepla do tepelného čerpadla (zde předizolované kanalizační potrubí s integrovaným výměníkem) [2]

1 - kanalizační potrubí (výměník); 2 - tepelná izolace; 3 - vratná ochlazená voda; 4 - odpadní voda (zdroj tepla); 5 - výstup ohřáté vody z výměníku; 6 - sběrné potrubí (Tichelmannův princip); 7 - tepelné čerpadlo; 8 - kondenzátor; 9 - výparník; 10 - kompresor; 11 - expanzní ventil; 12 - příprava teplé vody v budově; 13 - čerpadlo

#### 3.2.1 Integrovaný výměník ve stěně betonového potrubí

Výměník sestává z vrstvy chromové oceli a systému plastových trubek zabudovaných do stěny betonového kanalizačního potrubí. Tento typ potrubí vyrábí např. švýcarská firma Rabtherm.



1. betonové potrubí,
2. přívod studené vody do výměníku,
3. sběrné potrubí,
4. výměník tepla,
5. výstup ohřáté vody z výměníku.

Obrázek 4 Průřez betonového kanalizačního potrubí s integrovaným výměníkem tepla [2]

Potrubí se vyrábí po 9 metrových segmentech, výměník se spojuje svařováním. Firma Rabtherm zaručuje minimální životnost 50 let. Tepelný výměník lze sestavit až do délky 200 m.

Minimální hodnota průtoku je 12 l/s a průměr potrubí alespoň 800 mm. Výměník může být vzdálený maximálně 200 m od odběratele. [3]

Pro z dostupnění této technologie v ČR by bylo vhodné zmodernizovat nebo vybudovat novou výrobní linku.

Výhody:

- rychlá výstavba,
- výměník neubírá z průměru potrubí,
- nezanáší se,
- vhodné pro velké dimenze potrubí.

Nevýhody:

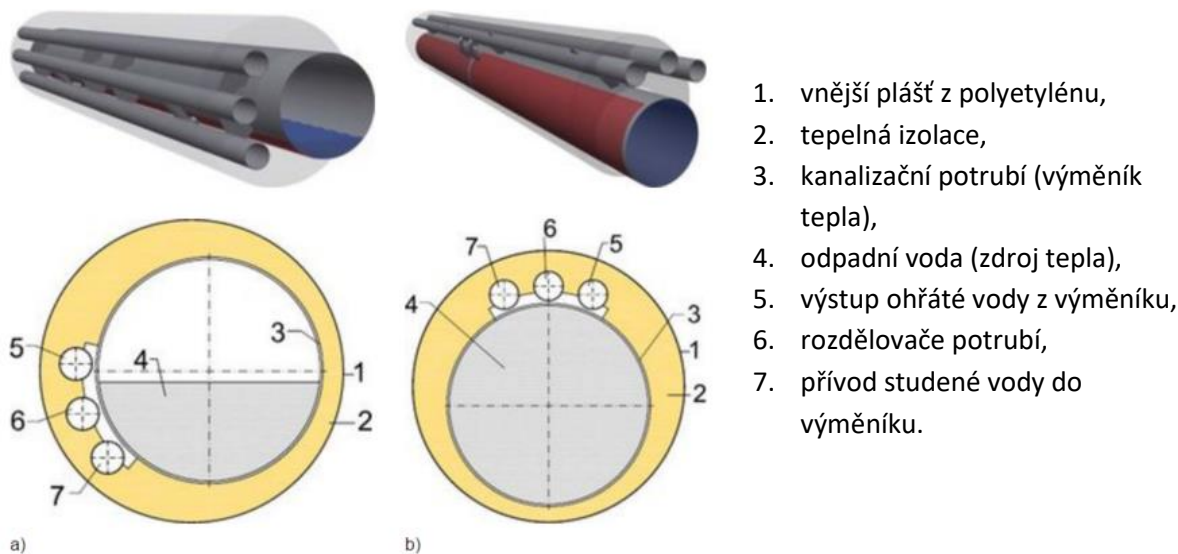
- použitelné pouze pro nově stavěné nebo rekonstruované stoky,
- drahé.



Obrázek 5 Integrovaný výměník tepla ve stěně betonového kanalizačního potrubí [3]

### 3.2.2 Předizolované potrubí s integrovaným ocelovým výměníkem tepla

Kanalizační potrubí tvoří dvouplášťové ocelové potrubí z nerezové oceli. Izolace zabezpečuje maximální přenos tepla, který také závisí na výšce hladiny.



Obrázek 6 Předizolované potrubí s integrovaným ocelovým výměníkem tepla [2]  
 a) pro gravitační systém, b) pro tlakový systém

Výhody:

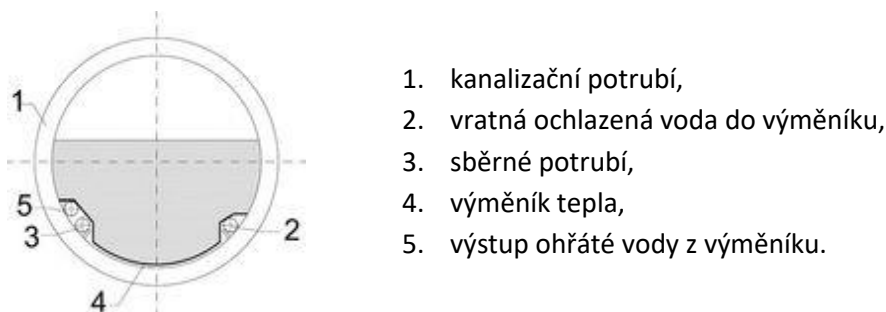
- rychlá výstavba,
- výměník neubírá z průměru potrubí,
- nezanáší se,
- vhodné pro gravitační i tlakové systémy.

Nevýhody:

- použitelné pouze pro nově stavěné nebo rekonstruované stoky,
- drahé,
- výkon závisí na hladině odpadní vody.

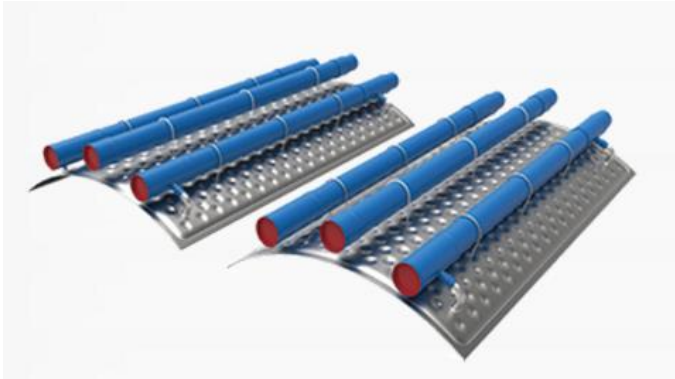
### 3.2.3 Výměník vložený do potrubí

Výměník lze vložit do spodní nebo do horní části potrubí. Teplo je odváděno přes teplosměnnou plochu výměníku, pod kterým vedou tři potrubí (přívodní, vratné a rozdělovací). Výměníky mohou mít různé tvary – zalomený, zaoblený. Zalomení zvětšuje teplosměnnou plochu a zajišťuje dostatečný přenos i v případě menšího průtoku.



Obrázek 7 Průřez kanalizačního potrubí s ocelovým výměníkem tepla [2]

Tento typ potrubí představily např. česká firma Huber Technology (Huber TubeWin), německá firma Uhrig (Therm-Liner) nebo čínská firma Sehenstar (SWT Sewage Heat Exchanger). Systémy sestávají z ocelové profilované desky a plastových nebo nerezových trubek. Výhodou tohoto systému je nezávislost na průřezu stoky. [4], [5], [6]



Obrázek 9 Ocelový výměník zaoblený [6]



Obrázek 8 Ocelový výměník zaoblený [5]

Výhody:

- lze instalovat do stávajících potrubí
- díky profilování je vhodný i pro potrubí s nižšími průtoky.

Nevýhody:

- údržba,
- ubírá z průměru potrubí.

V České republice tento výměník nabízí firma Huber Technology sídlící v Brně. [4]

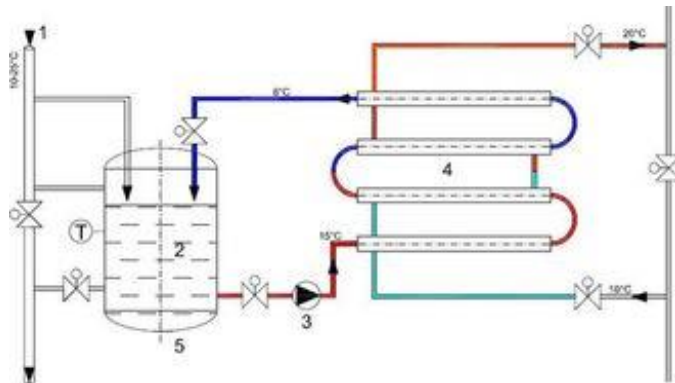
### 3.2.4 Externí výměník

Odpadní voda je oběhovým čerpadlem vháněna do dvoutrubkového výměníku a následně odváděna zpět. Výměník tvoří dvě trubky z nerezové oceli vložené do sebe. Odpadní voda proudí ve vnitřním potrubí a ohřívá čistou vodu proudící v potrubí vnějším. Odpadní voda může být čerpána přímo nebo přes akumulaci nádrž.



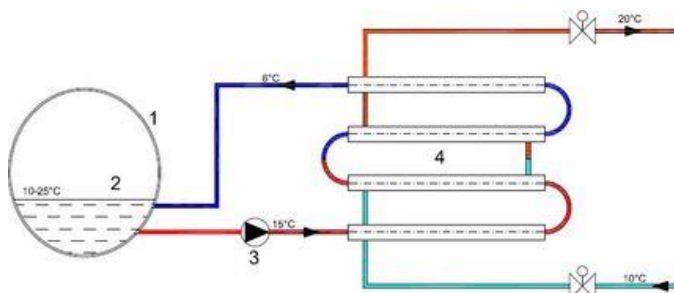
Obrázek 10 Externí dvoutrubkový ocelový výměník [7]

Tento systém vyrábí např. italská firma Marchisio a indická firma JC Equipments (Double Pipe Heat Exchanger Manufacturer INDIA). Výměník je vyroben z nerezové oceli. Zaoblené kusy trubek na stranách výměníku jsou odnímatelné pro vnitřní kontrolu. [8], [7]



1. kanalizační potrubí,
2. odpadová voda,
3. oběhové čerpadlo,
4. externí výměník tepla,
5. akumulace nádrží.

Obrázek 11 Schéma zapojení externího dvoutrubkového ocelového výměníku v kombinaci s akumulací nádrží [2]



1. kanalizační potrubí
2. odpadová voda,
3. oběhové čerpadlo,
4. externí výměník tepla.

Obrázek 12 Schéma zapojení externího dvojtrubkového ocelového výměníku do kanalizačního systému [2]

Výhody:

- vhodné pro všechna potrubí,
- výměník neubírá z průměru potrubí.

Nevýhody:

- údržba,
- nutnost místa na výměník a akumulaci nádrží blízko stoky.

## 4 VÝMĚNÍK VE VNITŘNÍ KANALIZACI

Poživatelem výměníku do vnitřní kanalizace je vlastník pozemku, budovy nebo bytu. Teplu můžeme odebírat v místě paty objektu nebo v každém bytě zvlášť.

### 4.1 Odběr z paty objektu

V případě odběru tepla z paty objektu se teplá voda rekuperuje pro celou budovu najednou. Výhodou tohoto systému je, že se o výměník nestarají majitelé bytů, ale správce budovy. Nevýhodou může být nižší teplota splašků (v porovnání se sprchovým výměníkem) v místě odběru.

Tepelný výměník se nainstaluje na místo odvodu splašků z budovy a přívodu vody do objektu a je napojen na zásobník teplé vody, který předehřívá.

#### 4.1.1 POWERPIPE

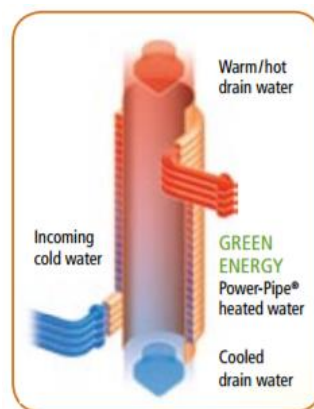
Power-Pipe je výrobek kanadské firmy RenewABILITY Energy. Výměník se skládá ze dvou měděných plášťů. Vnitřní plášť tvoří hladké potrubí, kterým odtéká odpadní voda. Vnější plášť výměníku je tvořený buď spirálou potrubí obtočených okolo vnitřního potrubí, nebo sestává z dalšího hladkého potrubí.



Obrázek 13 Výměník tepla z měděného dvouplášťového potrubí: se spirálou měděných potrubí [17]



Obrázek 14 Výměník tepla z měděného dvouplášťového potrubí: z hladkého měděného potrubí [17]



Obrázek 15 Princip měděného výměníku Power-Pipe [9]

Využívá se zde principu, že voda ve vertikálním směru nestéká uprostřed potrubí, ale lpí na vnitřní stěně, kde se vytvoří tenká vrstva. Toho systém Power-Pipe využívá tím, že teplo odebírá z celého obvodu potrubí.

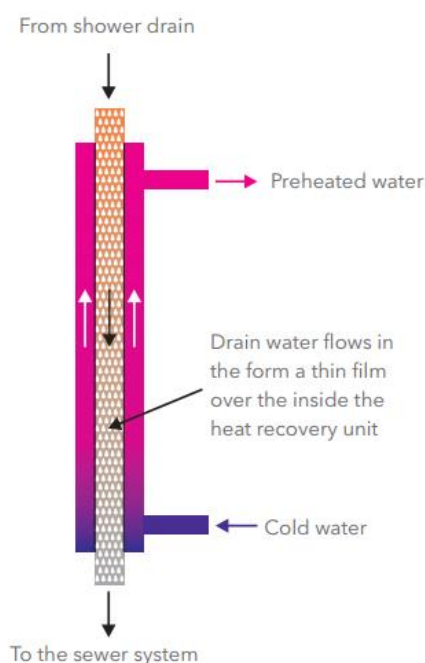
Tepelný výměník lze nainstalovat hned pod zařizovací předmět anebo na patu objektu. Není vhodné pro aplikaci pod dřez kvůli zanášení oleji.

Cena za instalaci se ve většině případů vejde do 13 000 Kč. Návratnost je podle výrobce 2-6 let a úspora až 40%. Životnost by měla překročit 50 let. [9]

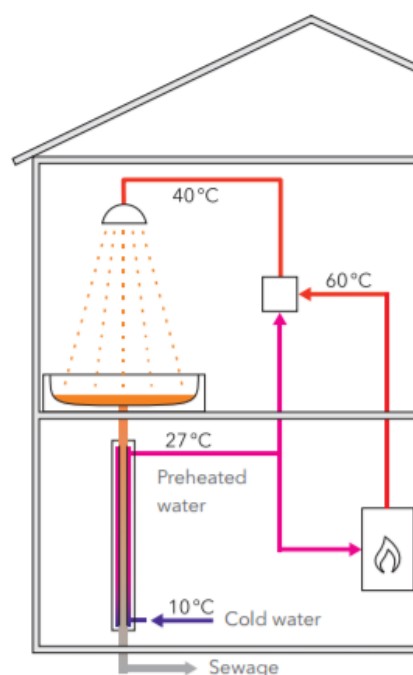
#### 4.1.2 ECOSHOWER PIPE

ECOshower pipe je výrobek německé firmy Wagner Solar. Tato varianta je vhodná pro rodinné domy. Vzhledem k délce výměníku, která je 2015 mm, výměník nelze uložit do sprchové vaničky či vany, avšak lze ho umístit do stěny či do technické místnosti RD.

Výměník se umísťuje ve svislé poloze tak, že odpadní voda teče směrem dolů skrz centrální trubku. Čistá studená voda proudí směrem nahoru ve spirále po vnějším okraji odpadního potrubí.



Obrázek 16 Princip EcoShower pipe [10]



Obrázek 17 Umístění výměníku EcoShower pipe v rodinném domě [10]



Obrázek 18 EcoShower pipe [10]

Účinnost tohoto systému závisí na typu modelu a pohybuje se v rozmezí 50,2 – 66%. [10]

Tato firma vyrábí i koupelnové výměníky, viz dále.

#### 4.1.3 PKS-THERMPIPE

Výrobek německé firmy FRANK, na českém trhu propagován a dodáván firmou GEOCORE. PKS-THERMPIPE je kanalizační PE potrubí s horizontální geotermální smyčkou a výměníkem. PE potrubí je snadno svařitelné a také lehké, což umožňuje snadnou montáž a manipulaci.

Potrubí je uloženo v zemi u objektu, takže čerpá teplo nejen z kanalizace, ale i ze země. To umožňuje neustálý odběr tepla.

Potrubí se vyrábí v délce 6 m o průměrech DN 300 až DN 1800 a lze ho zapojit dvěma způsoby: paralelně nebo sériově. U paralelního zapojení dochází ke zvýšení energetické efektivity, protože v každém modulu proudí „jiná“ voda a teplo se tedy odebírá naráz ze všech modulů najednou. Okruhy s ohřívanou vodou se sbíhají v rozdělovací šachtě, která je také vyrobena z PE. U sériového



zapojení jsou jednotlivé moduly zapojeny za sebe a ohřívána voda prochází od první tvarovky výměníku až po poslední. Tyto systémy lze i kombinovat.



Obrázek 19 PKS-Thermpipe DN 400 [11]



Obrázek 20 Uložení PKS-Thermpipe [11]

Minimální životnost produktu je 50 let. [11]

#### 4.1.4 ECODRAIN

Výměník od kanadské firmy EcoDrain. Na trh byly uvedeny tři varianty. [12]

##### a. V1000 - vertikální odběr tepla z odpadní vody

Jediná vertikální varianta. Princip je stejný jako u PowerPipe (viz výše) – odpadní voda protéká vnitřním potrubím a díky fyzikálním vlastnostem vody lpí na obvodu potrubí. Studená voda proudí v trubičkách rozmístěných po obvodu odpadního potrubí. Výměník je vyrobený z mědi.

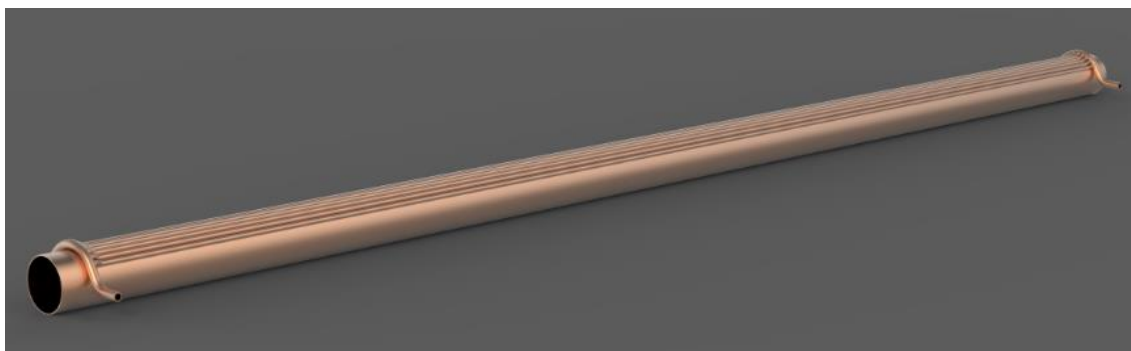


Obrázek 21 Výměník V1000 od firmy EcoDrain [12]

##### b. B1000 - horizontální odběr tepla z odpadní vody

Tato varianta je určena pro hlavní odtokové potrubí v horizontálním směru. Odpadní voda předává teplo čisté vodě proudící v systému trubiček, který je připevněn na spodní straně odpadního potrubí. Výměník je vyrobený z mědi.





Obrázek 22 Výměník B1000 od firmy EcoDrain (viditelná spodní část) [12]

Výměník je vhodný pro domy s větším počtem sprch/van, obzvláště pokud je odpadní voda odváděna více než jednou stoupačkou.

### c. A1000 - tepelný výměník pro šedé vody

Koupelnový výměník pro instalaci ve vodorovné poloze, viz dále (Koupelnové výměníky – i) sprchový výměník ECODRAIN).

## 4.2 Koupelnové výměníky

Koupelnové výměníky jsou cenově nejdostupnější variantou. Ve většině případů se jedná o malou krabičku, která se uloží pod vanu či sprchový kout. Vzhledem k jednoduchosti zapojení, nízké ceně a žádným nebo minimálním stavebním úpravám si tyto výměníky může pořídit a uvést do provozu i neodborná veřejnost.

Ve většině případů odtéká odpadní voda měděným potrubím, na jehož vnější straně se nachází soustava trubiček, kterou v opačném směru proudí studená voda. Díky vlastnostem mědi (výborné tepelné vodivosti) se průtokem přes tepelný výměník odpadní voda ochladí až o 14°C. [1]

Na následujících stránkách jsou shrnuty všechny dostupné informace o sprchových výměnících, a to technické parametry, principy, pořizovací náklady a návratnost.


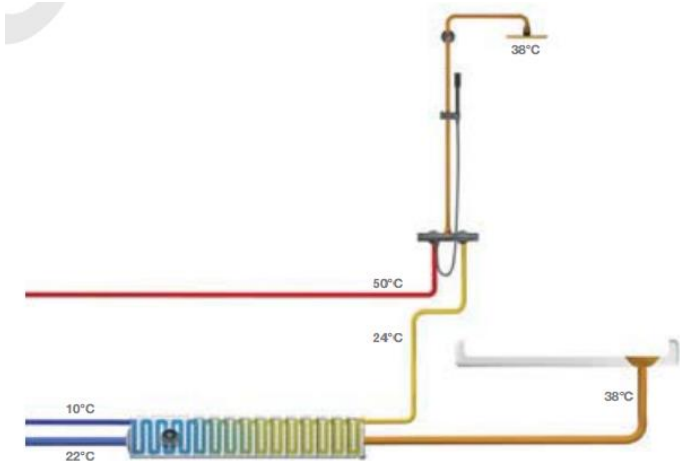
Z těchto výměníků jsem vybrala výměník NELA od české firmy SAKAL, který jsem následně aplikovala v projektu modelového bytového domu (viz příloha: Výkresová část 21-N01-A3 až 53-V17-A3). Pro projekt jsem použila program Autodesk Revit 2016.

#### 4.2.1 Sprchový výměník NELA

<b>výrobce:</b>	SAKAL
<b>země:</b>	ČR
<b>rozměry (Š x V x D):</b>	144 x 87 x 552 mm
<b>váha:</b>	1,8 kg
<b>dimenze potrubí kanalizace:</b>	DN 40
<b>dimenze potrubí vody:</b>	DN 20
<b>materiály:</b>	Skříň výměníku je z vakuového výtažku z ABS plastu, absorbér je z výlisku z nerezového plechu AISI 316.
<b>princip:</b>	<p>Výměník je schován v plastové krabici, ze kterého vedou čtyři otvory. Je tvořen profilovanými deskami z leštěného nerezového plechu, po kterých stéká ohřátá odpadní voda. Studená čistá voda (cca 10°C) odebere teplo 12-14°C odpadní vodě (cca 35°C). Tato předehřátá voda se vede do směšovací baterie. Potřeba horké vody klesá až o 45%.</p>  <p><b>Obrázek 23 – Detailní schéma zapojení [1]</b></p>  <p><b>Obrázek 24 – Zapojení výměníku NELA do sprchového koutu (vpravo) [1]</b></p> <p>Tato firma také získala za tento produkt ocenění nejlepších energeticky úspěšných projektů v soutěži E.ON Energy Globe Award 2015.</p>
<b>čištění:</b>	Průběžné čištění sifonu sprchové vaničky. Doporučené přípravky založené na biologické bázi. Čistící roztok stačí nalít do sifonu.
<b>cena:</b>	5900 Kč bez DPH
<b>snížení potřeby teplé vody o:</b>	40%
<b>návratnost:</b>	3-5 let
<b>na českém trhu:</b>	ANO

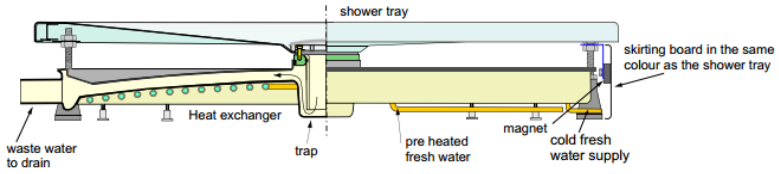

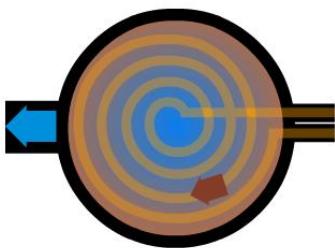
[1]

#### 4.2.2 Sprchový výměník IVAR.BEE

<b>výrobce:</b>	IVAR.CS	
<b>země:</b>	ČR	
<b>rozměry (Š x V x D):</b>	280 x 81 x 740 mm	81 x 280 x 1430 mm
<b>váha:</b>	6 kg	11 kg
<b>dimenze potrubí kanalizace:</b>	DN 40	
<b>dimenze potrubí vody:</b>	DN 15	
<b>materiály:</b>	Skříň výměníku je polypropylenu, výměník pak z plechu nerezové oceli AISI 316L.	
<b>princip:</b>	<p>Výměník je schován v plastové krabici, ze kterého vedou čtyři otvory. Je speciálně tvarován tak, aby předání tepla bylo co nejefektivnější. Instalován je do podlahy.</p>  <p>Obrázek 25 - IVAR BEE 600 a IVAR BEE 1300 [13]</p>  <p>Obrázek 26 - Schéma zapojení výměníku Ivar Bee 1300 [13]</p>	
<b>čištění:</b>	Čištění probíhá zvýšením průtoku odpadní vody, tímto proplachováním se odstraňuje biofilm z plochy výměníku.	
<b>cena:</b>	13 400 Kč bez DPH	16 300 Kč bez DPH
<b>úspora:</b>	1815 kWh/rok	
<b>návratnost:</b>	10-15 měsíců	
<b>na českém trhu:</b>	ANO	

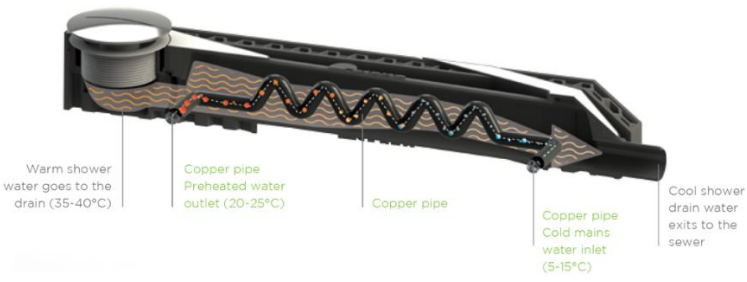
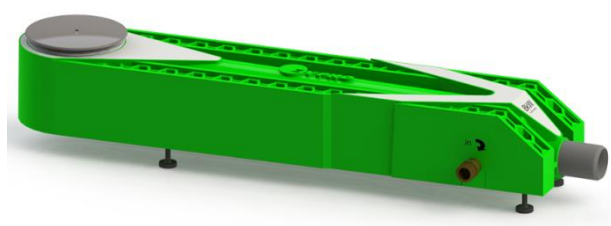
[13]

### 4.2.3 Sprchový výměník THE RECOH-TRAY

<b>výrobce:</b>	HEI-TECH
<b>země:</b>	Holandsko
<b>rozměry:</b>	∅ 840 mm, výška 50 mm
<b>váha:</b>	9,5 kg
<b>dimenze potrubí kanalizace:</b>	DN 50
<b>dimenze potrubí vody:</b>	DN 15
<b>materiály:</b>	Všechny části výměníku, které přichází do styku s vodou, jsou vyrobeny z mědi. Ostatní části jsou z vysoce kvalitního plastu.
<b>princip:</b>	<p>Odpadní voda prochází přes sférický měděný plášť zprostředka směrem ven a následně odvedena odpadním potrubím. Takto je ohřívána čerstvá voda, která prochází přibližně 20 m dlouhou měděnou šnekovitě uloženou trubičkou.</p> <p>Výměník je napevno připojen ke konstrukci sprchové vaničky. Odtok musí být umístěn na střed vaničky.</p>  <p><b>Obrázek 27 - Řez sprchovou vaničkou a výměníkem The Recoh Tray [14]</b></p>  <p><b>Obrázek 28 – Výměník The Recoh Tray [14]</b></p>  <p><b>Obrázek 29 - Schéma toku odpadní a čisté vody [14]</b></p>
<b>čištění:</b>	Povrch tepelného výměníku se čistí dvakrát ročně pomocí speciálního kartáče.
<b>cena:</b>	19 000 Kč včetně DPH
<b>účinnost výměníku:</b>	47%
<b>návratnost:</b>	4-7 let
<b>na českém trhu:</b>	NE

[14]

#### 4.2.4 Sprchový výměník ZYPHO

<b>výrobce:</b>	ZYPHO
<b>země:</b>	Portugalsko
<b>rozměry (Š x V x D):</b>	130 x 90 x 650 mm
<b>váha:</b>	6 kg
<b>dimenze potrubí kanalizace:</b>	DN 40
<b>dimenze potrubí vody:</b>	DN 15
<b>materiály:</b>	Skříň výměníku je z vakuového výtažku z ABS plastu, absorbér je z výlisku z nerezového plechu AISI 316.
<b>princip:</b>	<p>Výměník je schován v plastové krabičce. Je tvořen zatočenou měděnou trubičkou, ve které proudí čistá voda. Odpadní voda tuto trubičku obtéká a předává tak teplo.</p>  <p><b>Obrázek 30 – Pohled do modelu výměníku ZYPHO [15]</b></p>  <p><b>Obrázek 31 - Sprchový výměník ZYPHO [15]</b></p> <p>Výměník lze buď přímo instalovat k odtoku, nebo ho lze napojit až v potřebné kolmé vzdálenosti na odpadní potrubí. Tím se tento výměník stává vhodnou variantou nejen pro sprchové kouty, ale i pro vany.</p>
<b>čištění:</b>	Kromě pravidelného čištění sifonu od vlasů a zachycených nečistot jako u běžné sprchy je potřeba pravidelně rozpouštět případné části mýdla zachycené na měděném potrubí výměníku.
<b>cena:</b>	9000 Kč bez DPH
<b>účinnost výměníku:</b>	29,4%
<b>návratnost:</b>	3 roky
<b>na českém trhu:</b>	ANO

[15]

#### 4.2.5 Sprchový výměník JOULIA INLINE

<b>výrobce:</b>	JOULIA
<b>země:</b>	Švýcarsko
<b>rozměry (Š x V x D):</b>	neuveďeno
<b>váha:</b>	neuveďeno
<b>dimenze potrubí kanalizace:</b>	neuveďeno
<b>dimenze potrubí vody:</b>	neuveďeno
<b>materiály:</b>	trubičky pro přívod čisté vody jsou vyrobeny z mědi
<b>princíp:</b>	<p>Jedná se o liniový výměník, který se zabuduje do podlahy sprchového koutu. Odpadní voda nejprve proteče liniovým sifonem, který už je součástí krabičky výměníku. Výměník je konstruován tak, aby odtékající voda předávala teplo v sifonu, a to přes tenký plech. Ten chrání měděné trubičky, kterými protéká čistá voda.</p> <p>Výměník se vyrábí ve dvou verzích (5-ti a tří trubkový), ve třech možných délkách.</p> <p>Tento výměník je velmi elegantní a je vhodný pro moderní sprchové kouty s lineárním odtokem.</p>
	
	<p>Obrázek 32 Sestavení výměníku Joulia Inline [16]</p>
	
	<p>Obrázek 33 Výměník Joulia Inline v provozu [16]</p>
<b>čištění:</b>	Všechny části výměníku lze snadno vyčistit. Po vysunutí krytu sifonu se dostaneme k výměníku, který čistíme pomocí kartáče jemným čisticím prostředkem.
<b>cena:</b>	neuveďeno
<b>účinnost výměníku:</b>	40%
<b>návratnost:</b>	neuveďeno
<b>na českém trhu:</b>	NE

[16]



#### 4.2.6 Sprchový výměník JOULIA 90/90

<b>výrobce:</b>	JOULIA
<b>země:</b>	Švýcarsko
<b>rozměry (Š x V x D):</b>	900 x 100 x 900 mm
<b>váha:</b>	neuveďeno
<b>dimenze potrubí kanalizace:</b>	neuveďeno
<b>dimenze potrubí vody:</b>	neuveďeno
<b>materiály:</b>	trubičky pro přívod čisté vody jsou vyrobeny z mědi
<b>princíp:</b>	<p>Jedná se o plošný výměník, který je součástí sprchové vaničky. Odpadní voda odteče nejprve z horní vrstvy sprchové vaničky liniovým odtokem. Poté proteče do sekundární vrstvy do prostoru mezi primární vaničkou a plochou výměníku, steče po nakloněném teplosměnné ploše uvnitř sprchové vaničky a tím předá teplo čisté vodě, která proudí v soustavě měděných trubiček stočených do několika smyček.</p> <p>Elegantní výměník pro moderní sprchové kouty.</p>
	 <p>Obrázek 34 Výměník Joulia 90/90 - odklopená vrchní (primární) vrstva [16]</p>  <p>Obrázek 35 Výměník Joulia 90/90 - sekundární vrstva a tepelný výměník [16]</p>
<b>čištění:</b>	K čištění sprchové vaničky lze zvednout vrchní vrstvu (ShowerDeck) nebo ji odmontovat. Povrch sekundární vrstvy se má setřít kyselým čisticím prostředkem jako je ocet nebo citronová šťáva.
<b>cena:</b>	neuveďeno
<b>účinnost výměníku:</b>	40%
<b>návratnost:</b>	neuveďeno
<b>na českém trhu:</b>	NE

[16]



#### 4.2.7 Sprchový výměník ECOSHOWER TRAY

<b>výrobce:</b>	WAGNER SOLAR	
<b>země:</b>	Německo	
<b>rozměry (Š x V x D):</b>	900 x 200 x 900 mm	1200 x 200 x 900 mm
<b>váha:</b>	kg	
<b>dimenze potrubí kanalizace:</b>	DN 50	
<b>dimenze potrubí vody:</b>	DN 15	
<b>materiály:</b>	Tepelný výměník je z mědi, z jednoho kusu kovu. Mřížka, distribuční deska a vypouštěcí sifon jsou vyrobeny z velmi kvalitní nerezové oceli.	
<b>princip:</b>	<p>Odpadní voda proteče rekuperačním výměníkem, kde předá teplo čisté vodě proudící v měděné trubičce uspořádané do několika smyček.</p> <p>Tento výměník je přímo součástí sprchového koutu. Sprchová vanička je opatřena čtyřmi nastavitelnými nohama namontovanými na dvou kolejkách a je dodávána spolu s výměníkem.</p>	
		
	<p><b>Obrázek 36 Model výměník EcoShower Tray [10]</b></p>	
		
	<p><b>Obrázek 37 Výměník EcoShower Tray zabudovaný do sprchové vaničky [10]</b></p>	
<b>čištění:</b>	Pro čištění se musí odstranit vrchní mřížka a poté vypáčit ocelovou rozdělovací desku za pomoci přiloženého nástroje. Měděné trubky se poté očišťují kartáčem.	
<b>cena:</b>	neuveďeno	
<b>účinnost výměníku:</b>	54%	
<b>návratnost:</b>	neuveďeno	
<b>na českém trhu:</b>	NE	

[10]

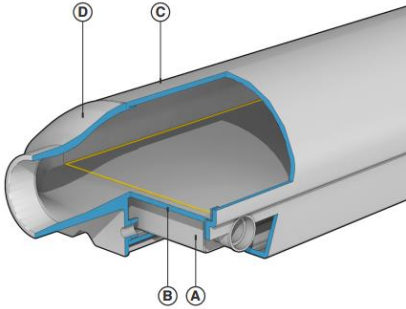



#### 4.2.8 Sprchový výměník ECOSHOWER DRAIN

<b>výrobce:</b>	WAGNER SOLAR	
<b>země:</b>	Německo	
<b>rozměry (Š x V x D):</b>	126 x 111 x 800 mm	126 x 132 x 900 mm
<b>váha:</b>	kg	
<b>dimenze potrubí kanalizace:</b>	DN 50	
<b>dimenze potrubí vody:</b>	DN 15	
<b>materiály:</b>	Tepelný výměník je z mědi, z jednoho kusu kovu. Mřížka, distribuční deska a vypouštěcí sifon jsou vyrobeny z velmi kvalitní nerezové oceli.	
<b>princip:</b>	<p>Odpadní voda proteče rekuperačním výměníkem, kde předá teplo čisté vodě proudící v měděné trubičce uspořádané do několika smyček.</p> <p>Lze zabudovat do podlahy sprchového koutu.</p> <div data-bbox="625 739 1340 1196" data-label="Image"> </div> <p style="text-align: center;"><b>Obrázek 38 - Model výměníku EcoShower Drain [10]</b></p> <div data-bbox="625 1292 1340 1615" data-label="Image"> </div> <p style="text-align: center;"><b>Obrázek 39 Výměník EcoShower Drain zabudovaný do podlahy sprchového koutu [10]</b></p>	
<b>čištění:</b>	Pro čištění se musí odstranit vrchní mřížka a poté vypáčit ocelovou rozdělovací desku za pomoci přiloženého nástroje. Měděné trubky se poté očišťují kartáčem.	
<b>cena:</b>	neuveďeno	
<b>účinnost výměníku:</b>	42%	54%
<b>návratnost:</b>	neuveďeno	
<b>na českém trhu:</b>	NE	

[10]

#### 4.2.9 Sprchový výměník ECODRAIN

<b>výrobce:</b>	ECODRAIN
<b>země:</b>	Kanada
<b>rozměry (Š x V x D):</b>	169 x 116 x 1420 mm;
<b>váha:</b>	14 kg
<b>dimenze potrubí kanalizace:</b>	DN 50
<b>dimenze potrubí vody:</b>	DN 15
<b>materiály:</b>	Tepelný výměník je vyrobený z řady měděných trubiček pro přívod čerstvé vody a měděného plechu, který je ve styku s odpadní vodou a chrání tepelný výměník. Tepelný výměník je schován v plastovém pouzdře.
<b>princip:</b>	<p>Odpadní voda proteče tepelným výměníkem, kde předá teplo čisté vodě proudící v systému měděných trubiček v opačném směru. Lze zabudovat do stěny či podlahy. Výměník může být instalován horizontálně nebo ve sklonu až do 75°.</p> <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>A - přívod čisté vody  B - měděná deska chránící tepelný výměník  C - plastové pouzdro  D - plastové víčko</p> </div> </div> <p><b>Obrázek 40</b> Řez tepelným výměníkem EcoDrain A1000 [12]</p> <div style="text-align: center;">  <p><b>Obrázek 41</b> Tepelný výměník EcoDrain A1000 [12]</p> </div>
<b>čištění:</b>	neuveveno
<b>cena:</b>	12 000 Kč bez DPH
<b>úspory za rok:</b>	26-35%
<b>návratnost:</b>	neuveveno
<b>na českém trhu:</b>	NE

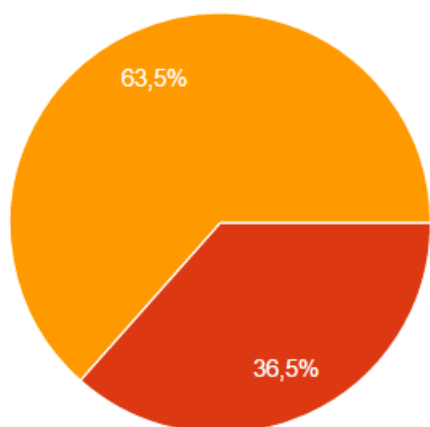
[12]

## 5 PRŮZKUM O POVĚDOMÍ ČECHŮ O MOŽNOSTECH VYUŽITÍ TEPLA Z ODPADNÍCH VOD

V rámci diplomové práce jsem provedla průzkum veřejného povědomí o dané problematice. Dotazník vyplnilo 52 lidí různých věkových kategorií. Otázky byly rozděleny do několika okruhů, a to základní informace, trvalé bydliště, chalupa/chata, zájem o úspory a znalost rekuperace. Cílem dotazníku bylo zjistit, zda lidé mají zájem o úspory v domácnosti a také zda mají informace o možnostech úspor.

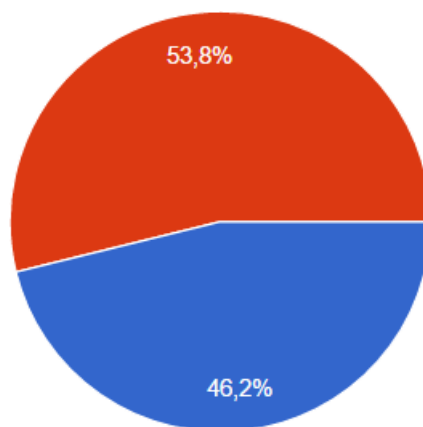
Z průzkumu vyplývá, že většina lidí o těchto možnostech neví. Pouze jedna třetina dotázaných už někdy slyšela o koupelnovém rekuperačním výměníku. (Pro srovnání jsem vybrala rekuperaci vzduchu, jelikož mi tato technologie přijde známější. Překvapivě o přehřevu přiváděného vzduchu vzduchem odpadním slyšela pouze necelá polovina dotázaných.)

Slyšeli jste už někdy o využití energie z odpadních vod pro přehřev vody na sprchování?



- Ano, vlastním rekuperačním výměníkem
- Ano, ale nevlastním rekuperačním výměníkem
- Ne

Slyšeli jste už někdy o nuceném větrání s rekuperací? (tzn. že přiváděný vzduch do objektu je přehříván vzduchem odváděným)



- ano
- ne

Obrázek 42 Průzkum - rekuperace (viz Příloha1)

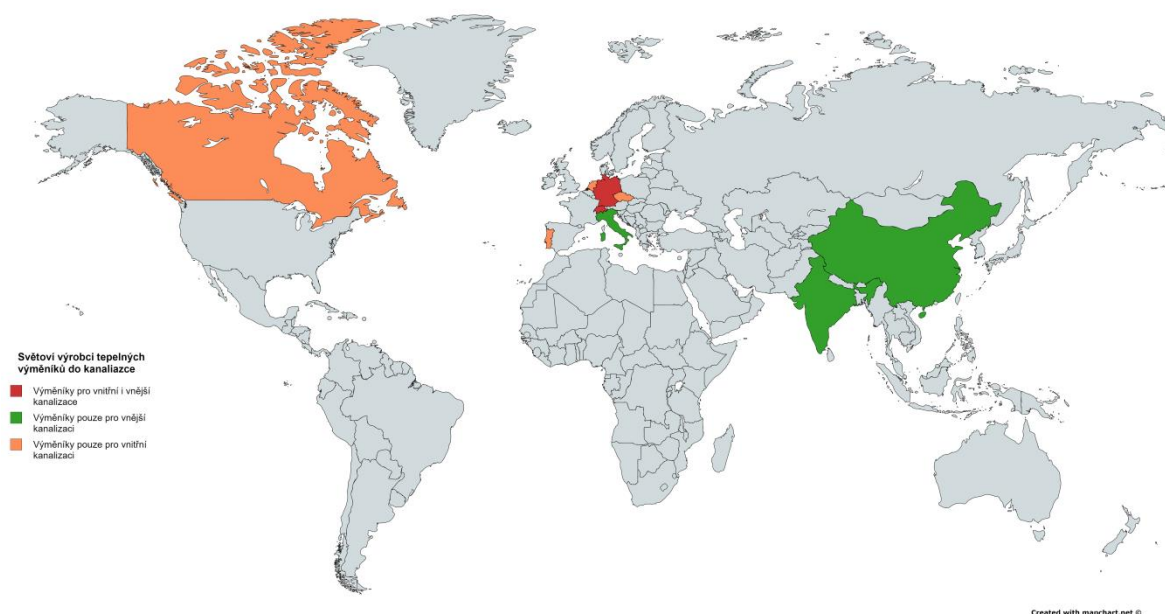
Z těchto 36,5% lidí pouze dvě osoby uvedly, že se o výměníku dozvěděli z reklamy. Ostatní buď pracují v oboru, nebo se o této technologii dozvěděli od známého (viz Příloha 1). Na druhou stranu o snížení nákladů na ohřev vody mají celé 3/4 dotázaných (viz Příloha 1).

Z průzkumu tedy vyplývá, že by se dodavatelé výměníků měli zaměřit na propagaci a na zvyšování povědomí a této technologii i mezi neobornou veřejnost. Celý dotazník je k vidění v Příloze 1.

## 6 SHRUTÍ

V dnešní době úspor mi volba sprchového výměníku přijde jako rozumná a jednoduchá varianta, jak nejen šetřit peníze, ale i využít zbytečně zahozenou energii. Výměníky jsou snadné na zapojení a jejich používání nevyžaduje žádnou náročnou údržbu.

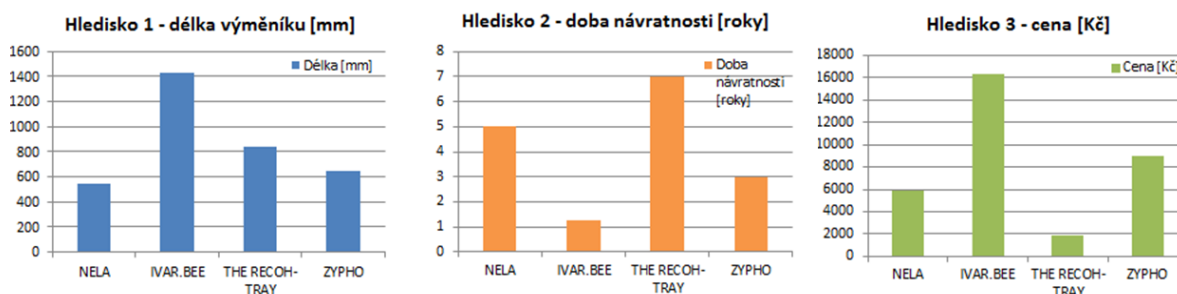
Rekupační výměníky se vyrábějí po celém světě. Výměníky pro vnější kanalizaci jsou rozšířené především v Asii, výměníky pro vnitřní kanalizaci jsou vyráběny v Evropě a v Americe, viz obr. 43.



Obrázek 43 Výrobci výměníků – rozšíření ve světě

Produkty se liší velikostí a způsobem instalace do koupelny (výměník lze uložit buď do vaničky sprchového koutu, pod vanu, nebo do podlahy). Z uvedených produktů (viz kap. Koupelnové výměníky) lze pořídit výměník již za 5900 Kč s návratností 3-5 let, ale také např. za 16 300 Kč s návratností 10-15 měs.

Pro porovnání parametrů slouží grafy na obr. 44.



Obrázek 44 Porovnání výměníků ze tří hledisek

Z grafů viz obr. 44 můžeme vyčíst, že čím větší výměník je, tím vyšší je jeho cena, avšak jeho doba návratnosti klesá (podle dat výrobců to může být až pod jeden rok). Naopak pokud je velikost výměníku menší, i cena se pohybuje v nižších číslech, avšak námi vložená investice se vrátí až za několik let. Tím pádem můžeme říct, že doba návratnosti je závislá na velikosti výměníku a ceně.

Na českém trhu působí firmy SAKAL [1] a IVAR.CS [13], lze tu ale pořídit i výrobek od portugalské firmy ZYPHO [15], která má jako jediná z porovnávaných firem pobočky po celé Evropě (i v ČR) a jednu i v Americe.

Jeden z českých produktů – sprchový výměník NELA od firmy SAKAL, jsem využila při tvorbě příloženého projektu. Zpracovala jsem na modelový bytový dům projektovou dokumentaci vodovodu a kanalizace za použití těchto výměníků. Projekt jsem zpracovala v programu Autodek Revit 2016.

## 7 Bibliografie

- [1] Sprchový výměník NELA. *SAKAL: technologie pro úspory energií* [online]. Týn nad Vltavou, 2016 [cit. 2016-10-28]. Dostupné z: <http://sakal-ovt.cz/produkty/sprchovy-vyменik-nela/>
- [2] PERÁČKOVÁ, Jana a Veronika PODOBENKOVÁ. Možnosti využití tepla z vnějších kanalizačních systémů. *TZB info* [online]. 2014 [cit. 2016-10-28]. ISSN 1801-4399. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/uspory-voda-kanalizace/11687-moznosti-vyuziti-tepla-z-vnejsich-kanalizacnich-systemu>
- [3] *Rabtherm: Energy systems* [online]. Zürich (Švýcarsko), 2016 [cit. 2016-11-30]. Dostupné z: <http://www.rabtherm.com/>
- [4] Topení a chlazení pomocí tepla z odpadní vody - HUBER ThermWin: Zpětné získávání tepelné energie z komunálních a průmyslových odpadních vod. *Huber Technology* [online]. Brno, 2016 [cit. 2016-10-30]. Dostupné z: [http://www.huber-cs.com/fileadmin/huber-cs/PDF/pro\\_heat\\_recovery\\_cz.pdf](http://www.huber-cs.com/fileadmin/huber-cs/PDF/pro_heat_recovery_cz.pdf)
- [5] Therm Liner. *Uhrig* [online]. Geisingen (Německo), 2016 [cit. 2016-12-01]. Dostupné z: <http://energie-aus-abwasser.uhrig-bau.eu/de/>
- [6] *Sehenstar: Energy Technology* [online]. Suzhou (Čína), 2014 [cit. 2016-12-01]. Dostupné z: <http://www.sehenstar.com/>
- [7] Double Pipe Heat Exchanger Manufacturer INDIA. *JC Equipments Pvt Ltd* [online]. Tamilnadu (Indie), 2011 [cit. 2016-12-01]. Dostupné z: <http://www.jcequipments.com/double-pipe-heat-exchanger.html>
- [8] Heat exchanger. *Marchisio s.p.a* [online]. Pieve di Teco (Itálie), 2009 [cit. 2016-12-01]. Dostupné z: [http://www.fratellimarchisio.com/en/pro\\_articolo.asp](http://www.fratellimarchisio.com/en/pro_articolo.asp)
- [9] *RenewABILITY energy inc.* [online]. Kitchener, Ontario (Kanada), 2015 [cit. 2016-10-28]. Dostupné z: <http://www.renewability.com/>
- [10] ECOshower - heat recovery from shower water. *Wagner Solar* [online]. Coelbe (Německo), 2015 [cit. 2016-10-28]. Dostupné z: <http://www.wagner-solar.com/en/heat/products/new-heat-recovery.html>
- [11] PKS - Thermpipe. *GeoCore* [online]. Praha, 2015 [cit. 2016-10-28]. Dostupné z: <http://www.geocore.cz/zakladni-zpusoby-ziskavani-energie/pks-thermpipe.html>
- [12] *Ecodrain* [online]. Montreal, Québec (Kanada), 2015 [cit. 2016-10-28]. Dostupné z: <http://ecodrain-worldwide.com/en/>
- [13] Rekuperace odpadní teplé vody IVAR.BEE. *IVAR CS: Voda, topení, plyn, čerpadla* [online].

Nelahozeves, 2016 [cit. 2016-10-28]. Dostupné z: <http://www.ivarcs.cz/cz/rekuperace-odpadni-teple-vody-ivar-bee>

[14] Recoh tray. *HEI TECH* [online]. 2014 [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: <http://www.hei-tech.nl/en/recoh-tray.html>

[15] *Zypho: Drain Water Heat Recovery* [online]. Sacavém (Portugalsko), 2015 [cit. 2016-10-28]. Dostupné z: <http://zypho.eu/>

[16] *Joulia inline* [online]. Biel (Švýcarsko), 2016 [cit. 2016-10-28]. Dostupné z: <http://joulia.com/en/>

[17] PERÁČKOVÁ, Jana a Veronika PODOBEKOVÁ. Jak využít teplo z kanalizace na přípravu teplé vody v budovách?. *TZB info* [online]. 2014 [cit. 2016-10-30]. ISSN 1801-4399. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/uspory-voda-kanalizace/11807-jak-vyuzit-teplo-z-kanalizace-na-pripravu-teple-vody-v-budovach>