

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

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



**VYUŽITÍ ODPADNÍCH VOD
V AUTISTICKÉM CENTRU**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Bc. Hana Arazimová

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

2017



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Arazimová

Jméno: Hana

Osobní číslo: 380997

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 odpadních vod v autistickém centru

Název diplomové práce anglicky: Wastewater utilization in autistic centre

Pokyny pro vypracování:

Zpracujte studii obsahující popis principů, technických řešení, energetické účinnosti a technických aspektů systému pro zpětné získávání tepla z odpadních vod. Aplikujte poznatky získané studií na řešení konkrétního objektu formou zpracování projektové dokumentace vodovodu a kanalizace na úrovni rozšířeného 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: 24.2.2017

Termín odevzdání diplomové práce: 21.5.2017

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“.

24.2.2017
Datum převzetí zadání


Podpis studenta(ky)

PODĚKOVÁNÍ

Chtěla bych poděkovat vedoucímu mé diplomové práce, prof. Ing. Karlu Kabelemu, CSc. za vedení, připomínky, čas, který mi věnoval, a také za pevné nervy. Mé poděkování patří i rodině a přátelům, kteří mě v práci podporovali a zvláště v krušných chvílích poskytovali zázemí a oporu.

OBSAH

OBSAH	4
1 ÚVOD	7
2 ZPRACOVÁNÍ VODY	8
2.1 O VODĚ A HOSPODAŘENÍ S NÍ	8
2.2 DRUHY ODPADNÍCH VOD	9
2.2.1 SPLAŠKOVÁ VODA	9
2.2.1.1 ŽLUTÁ VODA (DLE BS 8525-1)	10
2.2.1.2 HNĚDÁ VODA (DLE BS 8525-1)	10
2.2.1.3 ČERNÁ VODA	10
2.2.1.4 ŠEDÁ VODA	10
2.2.2 POVRCHOVÁ (DEŠŤOVÁ) VODA	11
2.2.3 PRŮMYSLOVÁ ODPADNÍ VODA	11
2.2.4 INFEKČNÍ VODY.....	12
2.3 MOŽNOSTI NAKLÁDÁNÍ S ODPADNÍMI VODAMI	12
2.3.1 UKLÁDÁNÍ ODPADNÍCH VOD – AKUMULAČNÍ NÁDRŽE.....	13
2.3.2 PŘEČIŠTĚNÍ.....	13
2.3.2.1 SEPTIK	14
2.3.2.2 KOŘENOVÉ ČISTIČKY	14
2.3.2.3 DOMOVNÍ ČISTÍRNY ANEB CESTA K BÍLÉ VODĚ.....	15
2.3.3 ZPRACOVÁNÍ DEŠŤOVÝCH VOD	16
2.3.3.1 VSAK, ZÁVLAHA	17
2.3.3.2 AKUMULACE	18
2.3.4 VYUŽÍVÁNÍ ENERGIE ODPADNÍCH VOD	19
2.3.4.1 CENTRÁLNÍ SYSTÉMY ZZT NA VNĚJŠÍ KANALIZACI.....	21
2.3.4.1.1 ZPŮSOBY OSAZENÍ VÝMĚNÍKU NA POTRUBÍ	21
2.3.4.1.2 OSAZENÍ VÝMĚNÍKU NA ČOV	23
2.3.4.2 CENTRÁLNÍ SYSTÉMY UVNITŘ OBJEKTŮ	25
2.3.4.2.1 SYSTÉMY S VÝMĚNÍKEM.....	25
2.3.4.2.2 SYSTÉM S AKUMULAČNÍ NÁDOBOU ODPADNÍCH VOD	29
2.3.4.2.3 SYSTÉMY VYUŽÍVAJÍCÍ TEPELNÉHO ČERPADLA.....	30

2.3.4.3	LOKÁLNÍ SYSTÉMY ZZT	30
2.3.4.3.1	LOKÁLNÍ SYSTÉMY S OKAMŽITOU SPOTŘEBOU.....	31
2.3.4.3.2	LOKÁLNÍ SE ZÁSOBNÍKEM TV	32
3	APLIKACE V PROJEKTU	33
3.1	APLIKACE V OBLASTI SPLAŠKOVÝCH VOD	33
3.2	APLIKACE V OBLASTI DEŠŤOVÝCH VOD	34
4	ZÁVĚR.....	35

ANOTACE

Tématem této práce je studie možností úspor v oblasti navrhování ZTI zařízení, a to v první řadě úspor energetických (resp. finančních) pomocí zpětného získávání tepla z odpadních vod, v druhé řadě úspor ekologických, pomocí opětovného využívání vod odpadních a dešťových.

Zjištěné poznatky byly následně v aplikovatelné míře použity při návrhu ZTI zařízení rehabilitačního zařízení v DOB Centru Dobřichovice.

ANNOTATION

The main topic of this thesis is the study of possibilities of savings in area of designing building services – savings of energy (respectively money) thanks to heat recovery from wastewater and on the second hand ecological savings by recycling wastewater and using rainwater.

Results were applied for design of building services of the rehabilitation facility DOB Centre Dobřichovice.

1 ÚVOD

Ekonomické a ekologické hospodaření s vodou je v posledních letech poměrně bouřlivě diskutovaným tématem.

Klimatické změny v poslední době spolu s intenzivním využíváním krajiny a vodních zdrojů vedou k postupnému úbytku podzemní vody. Velký vliv má na situaci snížení přirozených vlastností krajiny zadržet a vsakovat vodu, což se projevuje jak na zemědělských plochách, tak v intenzivním měřítku na zastavěném území. Například na českém území jsme se s problémy nedostatku vody ještě do nedávna příliš neselekávali, avšak suchá léta v posledních letech a viditelné trendy postupně i nás nutí se touto problematikou zabývat.

Smyslem této práce tedy je, zamyslet se nad tradičním způsobem nakládání s odpadní vodou a posoudit možné alternativy, které nám dnes nabízí moderní technologie.

Historicky často aplikovaným modelem bylo připojení budovy na jednotnou kanalizaci (spojení vod dešťových a splaškových) a odvádění vod do veřejné kanalizační stoky. Toto řešení bylo myslitelné v dobách, kdy odpadní vody byly jen minimálně čištěny, a vody byl dostatek, ale v současném systému je z ekologických důvodů již zastaralé a zcela nevyhovující.

Dle současné legislativy je žádoucí minimálně oddělit vody dešťové od vod splaškových. Nadstavbou takového řešení pak navíc může být znovuvyužití vod a to buď přímo (např. využití dešťových vod k závlaze pozemků), či nepřímo (využití energetického potenciálu odpadních vod pro předehřev teplé vody, případně pro předehřev vody topné).

2 ZPRACOVÁNÍ VODY

2.1 O vodě a hospodaření s ní

Voda je nejrozšířenější látkou na Zemi a je jedním ze základních předpokladů pro přítomnost života na naší planetě. Jde o chemickou sloučeninu vodíku a kyslíku, a sama o sobě je bezbarvá, čirá, bez zápachu.

Vody můžeme dělit dle jejich původu (voda slaná, prostá, brakchická), či podle jejich kvality (pitná, užitková, provozní). Ale ať již je na počátku voda jakákoliv, po jejím znehodnocení lidskou činností se z ní stává voda odpadní a právě potenciálem těchto vod se bude zabývat tato práce.

Současná legislativa (ČSN EN 12 056-1) nestanovuje, jak by se mělo s odpadními vodami nakládat, v normě je uvedeno pouze:

„Pro navrhování a provádění vnitřní kanalizace je nutno uvažovat co nejnižší spotřebu vody a energie při zohlednění hygienických a funkčních požadavků.“[1]

Norma tedy vybízí k šetrnému hospodaření, nestanovuje však žádné konkrétní požadavky. Mimo jiné i proto, je již od roku 2012 v přípravě norma ČSN 75 6780 Využití šedých a dešťových vod v budovách, nicméně schvalovací proces byl z důvodů „nedostatečného ošetření hygienických rizik a chybějící opory v současné legislativě“ přerušen. [2]

Podle dokumentu „Možnosti finanční podpory hospodaření s vodami v malých obcích z prostředků SFŽP“ vydaným právě Státním fondem životního prostředí ČR v roce 2016 se opět začíná o výše zmíněné normě diskutovat. Kdy se však podaří normu schválit je v tuto chvíli ve hvězdách. Zpracování šedých a dešťových vod pravděpodobně ještě nějakou dobu nebude mít oporu v zákoně, nicméně pokud hovoříme o udržitelné výstavbě, recyklace těchto vod patří k tématům dnešní doby nezpochybnitelně již dnes.

Tuto skutečnost si již naštěstí současná společnost uvědomuje, což dokazuje mimo jiné i fakt, že MŽP dne 27. 4. 2017 vyhlásilo dotační program „Dešťovka“ (dříve pracovně nazývaný „Modrá úsporám“) a od konce května letošního roku je možné žádat SFŽP o dotace na pomoc s realizací akumulačních nádrží – jednak nádrží na dešťovou vodu sloužících pouze pro závlahu pozemků (pro oblasti postižené suchem), jednak nádrží na dešťovou vodu určenou pro splachování toalet s případnými přebytky sloužícími pro

zalévání zahrady (platicí pro celé území České republiky) a do třetice nádrží využívajících přečištěné šedé vody určené pouze pro splachování toalet (taktéž platicí pro území celé České republiky). [3]

Navíc jsou novostavby v současnosti často hodnoceny pomocí certifikace budov, jež se vyjadřuje k vlivu dané stavby na své okolí, resp. na životní prostředí. Příkladem takového certifikování je např. LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) a BREAM (Building Research Establishment Assessment Method). Snaha o získání tohoto certifikátu by měla motivovat projektanty k tomu, aby v maximální možné míře využívali možnosti, které moderní technologie v oblasti hospodaření s vodou poskytují. [4]

2.2 Druhy odpadních vod

Definici odpadní vody udává zákon č. 254/2001 Sb., Zákon o vodách a o změně některých zákonů (tzv. Vodní zákon) – část první, hlava I, díl V, § 38, odst. (1):

„Odpadní vody jsou vody použité v obytných, průmyslových, zemědělských, zdravotnických a jiných stavbách, zařízeních nebo dopravních prostředcích, pokud mají po použití změněnou jakost (složení nebo teplotu), jakož i jiné vody z těchto staveb, zařízení nebo dopravních prostředků odtékající, pokud mohou ohrozit jakost povrchových nebo podzemních vod. Odpadní vody jsou i průsakové vody z odkališť, s výjimkou vod, které jsou zpětně využívány pro vlastní potřebu organizace, a vod, které odtékají do vod důlních, a dále jsou odpadními vodami průsakové vody ze skládek odpadu.“ [5]

Analýza původu odpadních vod a jejich vlastností je důležitá pro budoucí návrh jejich zpracování a čištění.

2.2.1 Splašková voda

Za splaškovou se označuje voda, která splnila svůj účel, je znehodnocena lidskou činností a kanalizačním potrubím odchází ve většině případů do veřejné stokové sítě. Jedná se obecně o vodu znečištěnou biologickými a hygienickými potřebami obyvatel – mytí, splachování, úklid, praní, atd.

Dle českého překladu evropské normy EN 12 056-1 se jedná o odpadní vody z kuchyní, prádelen, koupelen, záchodů a podobných prostorů. Výše zmíněná norma ještě definuje pojmy jako je voda šedá, černá, dešťová a průmyslová. V zahraničí (anglická norma BS 8525-1) se navíc vody ještě dělí dle typu odvádění od zařizovacích předmětů na vody žluté a hnědé.

2.2.1.1 Žlutá voda (dle BS 8525-1)

Žlutá voda je taková, která obsahuje pouze moč. Jedná se tedy o vodu odváděnou od pisoárů, případně ze speciálně upravených WC, schopných oddělit pevné fekálie od kapalného zbytku.

2.2.1.2 Hnědá voda (dle BS 8525-1)

Je voda, která je naopak oproti vodě žluté znečištěna pouze fekáliemi. Oddělit je lze např. výše zmíněnými speciálně řešenými WC.

2.2.1.3 Černá voda

Za černou vodu je označována kombinace dvou předešlých – tedy v podstatě klasické pojetí WC odkud odchází moč i fekálie společně.

2.2.1.4 Šedá voda

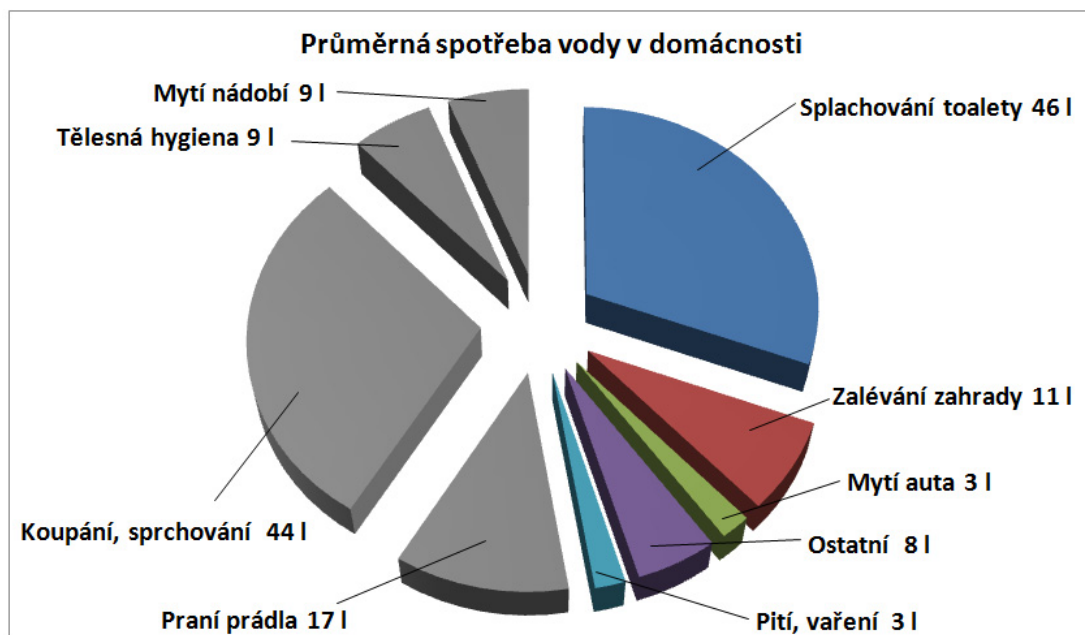
Šedá voda je splašková voda vznikající praním, mytím nádobí, mytím osob, úklidem, apod. Je to voda, která neobsahuje fekálie ani moč. Z hlediska následného zpracování je tato voda nejvhodnější k dalšímu použití – její přečištění je nejméně náročné a nevyžaduje tolik procesů jako čištění ostatních výše zmíněných typů vod.

Výjimkou jsou šedé vody z velkých kuchyňských provozů. V takovém případě je nutné do systému čištění navíc zařadit oddělovač tuků/olejů. Vzhledem ke komplikovanosti takového řešení je vhodné vždy individuálně posoudit, zda je připojení takového zařízení do systému využívajícího šedé vody doopravdy ekonomickým a ekologickým přínosem.

Charakteristickou pro šedé vody je nestabilita jejich vlastností – v každé domácnosti mají šedé vody jiné hodnoty znečištění. Může za to rozdílnost životních stylů, různé prací prostředky, saponáty apod. Podle jejich znečištění, resp. zatížení se dá šedé vody dělit na „vhodné“ a „podmíněně použitelné“ pro recyklaci. Za „vhodnou“ je obecně

označována voda z umyvadel, van a sprch a za „podmíněně použitelnou“ voda z kuchyní a myček nádobí. [6]

Jak ukazuje graf na obr. č. 1 produkce šedé vody je více než polovina všech vod v domácnostech spotřebovaných. Přestože recyklace šedých vod zatím není nikterak právně ukotvena, její recyklace se přímo nabízí, ať už z hlediska ekonomického, tak i z hlediska ekologického.



Obr. č. 1 [23]

2.2.2 Povrchová (dešťová) voda

Dešťová voda sama o sobě není vodou odpadní. Odpadní vodou se stává až v okamžiku, kdy ji chceme odvést pomocí vnitřní kanalizace. [1] Společně s šedou vodou se jedná o vodu nejvhodnější pro přečištění a další použití.

2.2.3 Průmyslová odpadní voda

Jedná se o vodu znečištěnou při provádění různých technologických procesů (označována též „technologická voda“) při výrobách, do této kategorie se řadí i voda znečištěná zemědělským provozem. Průmyslová odpadní voda se dále dělí dle obsahu znečišťujících látek na převážně anorganicky, nebo organicky znečištěnou. [7].

2.2.4 Infekční vody

Jsou vody, které obsahují různé mikroorganismy nebo choroboplodné zárodky. Pochází ze zdravotnických zařízení, případně z laboratoří. Je nutno s nimi zacházet opatrně a předejít jakémukoliv riziku, že by mohly uniknout do recipientu. Před jejich vypouštěním je nutné jejich důkladné přečištění.

2.3 Možnosti nakládání s odpadními vodami

Odpadní vody mají velký potenciál dalšího využití, ať už se jedná o přímé využití vody samotné, či o využití energie, kterou voda přenáší.

Pro recyklaci vody se nejčastěji používá voda dešťová a voda šedá. Ostatní druhy odpadních vod k tomuto účelu nejsou příliš vhodné, neboť jejich přečištění by bylo náročné a původní myšlenka ekologických a energetických úspor by přišla nazmar. Vody žluté, hnědé, černé, průmyslové a infekční se tedy k tomuto typu recyklace obvykle nepoužívají.

Recyklovat energii z vody lze buď lokálně – bezprostředně v místě odběru, či centrálně – tedy sbírat odpadní vody z větších celků, buďto v rámci jednotlivých objektů, nebo (např. v případě sběru tepla z veřejné kanalizační stoky) se může klidně jednat i o větší sídlištní celky. [8]

Pro recyklaci tepelné energie z vody se nejčastěji využívají opět vody šedé a navíc také vody průmyslové. Ve velkém množství průmyslových provozů je nutné vodu ohřívat na vysokou teplotu, kterou však voda nestihne předat a následně, ještě před vypouštěním do kanalizace je nutné ji opětovně dochlazovat. Osazení výměníku před vypouštěním do kanalizace je tak vhodným řešením, jak vodu zchladit a zároveň zabránit vysokým ztrátám tepelné energie. [9]

Dalším místem, kde lze úspěšně zpětně získávat teplo z odpadních vod, jsou ČOV. V současnosti mnoho čističek paradoxně energii spotřebovává, ačkoliv při využití odpadního tepla by se při správném návrhu mohly dokonce dostat do zisku a energii teoreticky i produkovat (využívání odpadního tepla, případně využití produkce bioplynu).

2.3.1 Ukládání odpadních vod – akumulární nádrže

Akumulární nádrže (žumpy, jímky) slouží k pouhé akumulaci odpadních vod bez možnosti jejich vypouštění a vlastně i bez možnosti dalšího využití. Vody se v tomto případě obvykle žádným způsobem nerecyklují. Zařízení ač samo o sobě jednoduché, je z hlediska nakládání s odpadními vodami jedno z nejsložitějších. (Nutnost jímky vyvážet, zpracovat černé vody v pokročilých fázích tlení, atd.) [10]

2.3.2 Přečištění

Rozdělení odpadních vod v kapitole 2.2.1 dle jejich typu je důležité pro rozhodnutí, zda a jakým způsobem je možné je recyklovat.

Vody žluté, hnědé a černé nejsou pro recyklaci příliš vhodné (resp. pro recyklaci vody jako takové, minimálně v oblasti hnojiv mají bezesporu potenciál). Hnědé a černé vody se špatně recyklují kvůli pevným složkám fekálií a nutnosti tak do procesu čištění přidávat další kroky. Vody žluté se pak špatně recyklují vzhledem k vysokému množství nutrientů (sodík, draslík, fosfor), které obsahují a jejichž odstranění je technicky a tím pádem i finančně náročné. Separace žlutých vod je ale vhodná z hlediska provozu čistíren odpadních vod, které pak nemají s odstraňováním právě zmíněných nutrientů problémy. [11] Zvýšený obsah nutrientů není sám o sobě nijak nebezpečný, nicméně vody bohaté na živiny zvyšují eutrofizaci půdy a vod, což v konečném důsledku způsobuje odumírání ryb a drobných organismů.

Jak již tedy bylo zmíněno výše, nejvhodnějším typem vod k přečišťování jsou vody šedé a dešťové. Recyklací šedých vod vzniká tzv. voda bílá. Bílá voda se shromažďuje v akumulárních nádržích, kde čeká připravena k dalšímu použití.

Takováto voda je dále využívána dle stupně své kvality. Zpravidla však slouží jako voda provozní – tedy voda, která není určena k lidské spotřebě (není pitná, nepoužívá se v kuchyňských zařízeních ani ve sprchách). Jedná se většinou o splachování toalet, úklid, praní a závlahu pozemků.

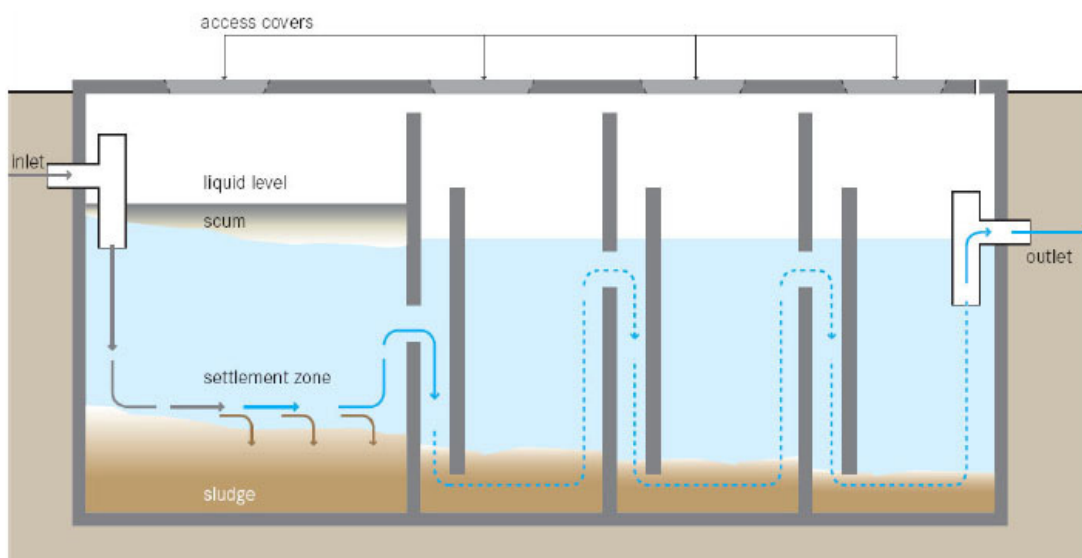
V případě, že se v objektu odpadní vody tímto způsobem recyklují, je bezpodmínečně nutné zajistit stoprocentní oddělení vodovodu pro pitnou a pro tuto provozní vodu. Takovouto vodu obvykle využívají pořizovací předměty, jež nepředstavují pro člověka hygienické riziko, ty, kde člověk nepřichází do přímého kontaktu s vodou.

2.3.2.1 Septik

Septik je označení používané pro akumulční zařízení rozdělené do několika komor, v němž probíhají procesy jak mechanického, tak biologického čištění. Voda, která však ze septiku odchází, rozhodně není označitelná za čistou (účinnost septiku je udávána pouhých 30 %) a za předpokladu, že bychom ji chtěli vypouštět do recipientu (což je poměrně obvyklé, protože se jedná o zařízení často instalované na rekreačních objektech bez možnosti přípojky k veřejné kanalizaci), je nutné její dočištění. Pro vypouštění vod ze septiku do recipientu je nutné mít ověřené její hygienické parametry (BSK, CHSK a obsah nerozpuštěných látek).

Septik v kombinaci s pískovými filtry či kořenovými čističkami lze označit za zařízení účinností ekvivalentní domovní čistírně. [10]

Schematické zakreslení septiku je na obr. č. 2.



Obr. č. 2 [12]

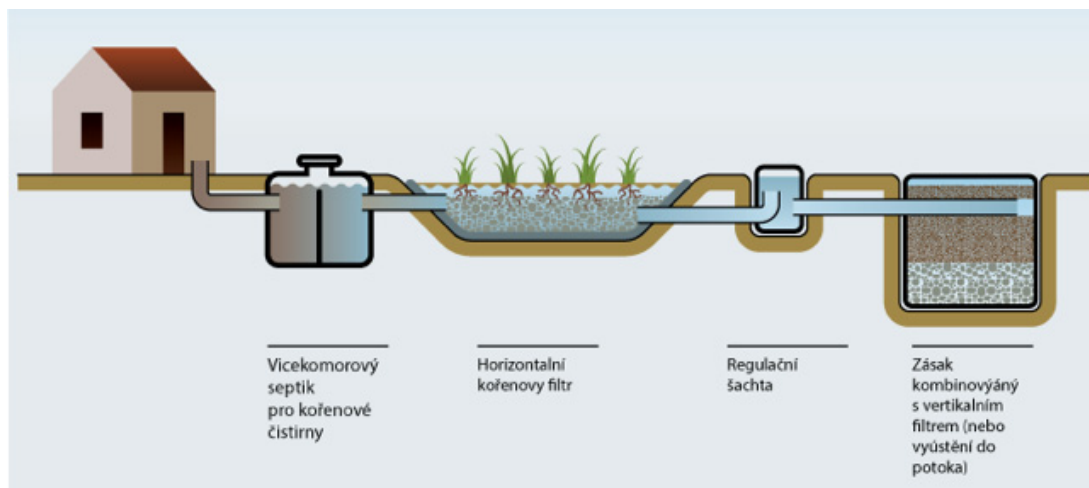
2.3.2.2 Kořenové čističky

V případě, že je k dispozici dostatečně velký pozemek pro umístění vodní nádrže, lze čištění odpadních vod řešit kořenovou čističkou.

Čištění pomocí tohoto zařízení má několik fází – úplně na začátku je nutné vodu nějakým způsobem předčistit. K tomu jsou vhodné výše zmíněné septiky, případně, pokud se jedná o čističku obecní, předčištění se provádí v sedimentačních nádržích. Předčištěná voda pak ze septiku/sedimentační nádrže vtéká do kořenového filtračního

materiálu (tj. mezi kořeny mokřadní vegetace), kde se zdrží cca deset dní. Během těchto dní probíhají ve vodě přirozené čisticí procesy – jednak aerobní (v blízkosti kořenů rostlin a povrchových částech čističky) a anaerobní (v hlubších částech čističky a v blízkosti nátoky odpadní vody). [13]

Schéma jednotlivých kroků čištění je zachyceno na následujícím obrázku. (Obr. č. 3)



Obr. č. 3 [13]

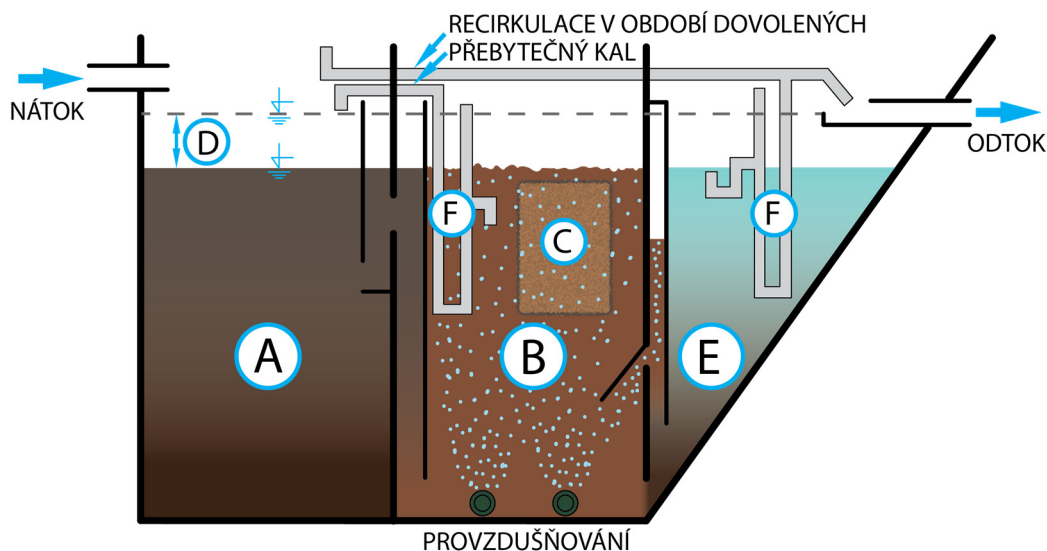
Přestože by se mohlo zdát, že kořenové čističky na první pohled nezbuzují mnoho důvěry, účinnost čištění, které dosahují, bez problémů splňuje požadavky nařízení vlády č. 401/2015 Sb. Další využití takto přečištěných vod záleží na zamýšleném účelu – pro zalévání zahrady se jedná o vodu dostatečně kvalitní, pro potřeby bílé vody, by bylo nutné ji ještě dočistit.

Při realizaci kořenové čističky je velice důležitá konzultace s odborníkem a zároveň i technický dozor v průběhu realizace. Pokud se čistička nenavrhne/nezrealizuje správně, může nám pak na pozemku vzniknout nefunkční zapáchající jáma.

2.3.2.3 Domovní čistírny aneb cesta k bílé vodě

Jedná se o malá zařízení využitelná především pro rodinné domy a pro jiné malé trvale obydlené objekty (menší penziony apod.). Vzhledem k tomu, že součástí čisticího procesu je aktivní čištění pomocí bakterií, není využití domovních ČOV možné pro objekty, které neposkytují trvalý přísun odpadních vod, jako jsou například rekreační objekty.

A – usazovací a kalový prostor, B – aktivace, C – nosič biomasy, D – akumulční prostor, E – dosazovací prostor, F – mamutka



Obr. č. 4 [14]

Obrázek č. 4 zobrazuje schéma fungování klasické domovní čistíčky. Princip čištění je v podstatě obdobný jako u velkých čistíček, jen je zmenšen pro domácí využití do kompaktnějších rozměrů.

Čistíčka bývá rozdělena do několika komor, při čemž v každé probíhá jiná fáze čištění. Obvykle se jedná o mechanickou filtraci, úpravu pH (pokud je to potřeba), provzdušňování s biologickým čištěním a následné oddělení již vyčištěné vody od kalu pomocí membrány. Přečištěná voda je poté hromaděna v akumulční nádrži, odkud je následně pomocí automatické tlakové stanice tlačena k jednotlivým zařizovacím předmětům. Na výtlačku z ATS bývá ještě osazeno zařízení pro UV desinfekci.

Některé čistíčky mívají navíc osazenou cirkulaci pro období, kdy není zajištěn pravidelný přísun odpadních vod. [15]

2.3.3 Zpracování dešťových vod

Řešit hospodaření s dešťovou vodou se v posledních letech ukazuje být nezbytným předpokladem pro to, abychom jednoho dne neotočili vodovodním kohoutkem naprázdno. Dle klimatických statistik ČHMÚ sice na naše území padá stále přibližně stejné množství srážek, ale krajina není schopná tyto srážky efektivně zadržet a pohlcovat. Z krajiny je voda odváděna ať už skrze zpevněné či zhutněné komunikace,

uměle budovaná odvodní žlaby, nebo přímo kanalizačním potrubím do blízkých recipientů podstatně rychleji, než tomu bylo kdykoliv v historii. Suchá vnější krusta hlíny pak také paradoxně zabraňuje efektivnímu vsaku intenzivnějších srážek. Hladiny spodních vod tak na mnoha místech prudce klesají.

Odvod vody z místa jejího dopadu je tak nejen ekologicky nežádoucí, ale v zastavěném území navíc způsobuje riziko problému přehlcení veřejné stoky. V případě přívalových, či dlouhých silných dešťů, se může stát, že kanalizace nebude schopna všechny vodu pojmout, což může vést i k lokálním záplavám.

Z výše vypsanych důvodů je do současné legislativy zakotvena snaha zpracovávat dešťové vody na vlastním pozemku a připojení se na veřejnou kanalizační síť je až poslední povolenou možností, pokud se všechny ostatní varianty řešení ukážou jako nerealizovatelné (vyhláška 501/2006 Sb. ve znění vyhlášky č. 269/2009 Sb.). Vzhledem k výše zmíněnému špatnému stavu spodních vod je ideálním (a právě i legislativně doporučeným) řešením umožnit vodě vsak přímo v místě jejího dopadu. To lze řešit buď pomocí akumulčních nádrží, využívaných následně pro závlahu okolní zeleně, či pomocí vsakovacích nádrží, které samy zařídí postupný regulovaný vsak.

V případě, kdy vzhledem k špatnému geologickému podloží není možné vodu vsakovat, je možné vodu odvádět samostatnou dešťovou kanalizací do recipientu, případně, je-li k dispozici, využít veřejnou oddílnou kanalizaci. Voda je však odvedena z místa svého dopadu, což je vzhledem k špatným klimatickým vyhlídkám nežádoucí.

2.3.3.1 Vsak, závlaha

Vsakování vod je z ekologického hlediska nejvhodnějším řešením. K vsakování dochází buď naprosto přirozeně, případně je v přírodě možno realizovat uměle připravené průlehy, či poldry, do kterých se v období intenzivních dešťů voda sama přirozeně svede a následně, byť v delším časovém horizontu, vsákne.

V zastavěných oblastech, kde není vzhledem k velkému množství zpevněných ploch přirozené vsakování vody příliš možné, se pak instalují podzemní nádrže/tunely, které vodu akumulují a následně umožňují její regulovaný odtok. (Obr. č. 5)



Obr. č. 5 [16]

Vzhledem k tomu, že pouze vrátíme přírodě její vlastní vodu, není ve většině případů nutné ji žádným způsobem dočišťovat. Jediným požadavkem je osazení filtrů mechanických nečistot, aby nedocházelo k zanášení potrubí a samotné nádrže listy, větvičkami, kamínky apod. Následně je voda akumulována a poté je postupně zasakována do podloží. Pro případ velmi vydatných dešťů by měla být nádrž opatřena bezpečnostním přepadem s odvodem vod mimo pozemek. [17]

Velikost takovéto nádrže/tunelu je závislá na množství srážek, které se v dané oblasti vyskytují a na vlastnostech podloží, kde je osazena. V případě špatné propustnosti podloží (např. jílu), je kvůli pomalému vsakování nutno realizovat nádrže větší než v místech s podložím propustnějším (písečným). Dalším požadavkem, který je při návrhu nutno zohlednit, je výška podzemních vod – pro správnou funkčnost vsakování by neměla být spodní voda výše než 1 m pod dnem nádrže. Při návrhu je také nutno posoudit, zda osazení takovéto nádrže nemůže nějakým negativním způsobem ohrozit zdroj pitné vody. [18]

2.3.3.2 Akumulace

Druhou, taktéž ekologicky vhodnou variantou je akumulace vody a její následné využití v objektu.

Princip tohoto systému je obdobný jako princip využití šedých vod – voda je shromažďována, přečištěna do požadované kvality a následně využívána k různým

účelům (obvykle splachování, praní, úklid, zavlažování pozemku ...) Pro její použití platí obdobná pravidla jako pro přečištěnou šedou vodu, resp. pravidla pro využívání vody bílé. (Především pak oddělený systém vnitřního vodovodu.)

Velikost nádrže pro tyto účely se taktéž stanovuje v závislosti na množství srážek, které se v dané lokalitě vyskytují, a zároveň se porovnává s očekávanou potřebou. (Nemá smysl uskladňovat přebytečnou vodu, pro kterou nemáme žádné využití.) Možným řešením může být mít oba dva typy nádrže zapojené za sebou, kdy přebytečná voda z akumulární nádrže přechází do nádrže vsakovací.

Stejně jako u nádrží regulujících vsak je nutno na počátku mechanicky odstranit hrubé nečistoty. Následně se voda v těchto nádržích obvykle upravuje pomocí UV záření, které slouží k odstranění bakterií. Poté zpravidla již nic nebrání tomu, aby voda bez problémů využívána v objektu.

Stejně jako předchozí typ nádrže by měla být opatřena bezpečnostním přepadem či potrubím odvádějícím vodu, kterou již není kapacitně schopna pojmout. Dalším faktem, na který se nesmí zapomenout je umožnění doplňování vody z veřejného řádu v období delšího sucha, kdy by nebyla dešťová voda k dispozici.

2.3.4 Využívání energie odpadních vod

S rostoucí kvalitou zateplení současných objektů a tím pádem snižování potřeby energie na vytápění a chlazení budov, procentuálně roste význam energie spotřebované na ohřev teplé vody.

Spotřeba energie domácností je z 25 – 75 % tvořena spotřebou na ohřev TV. (Přesné % závisí na tepelně-technických parametrech objektu.) Z této spotřeby reálně využijeme pouhých 10 % energie a zbytek doslova spláchneme do kanálu. [15]

Odpadní vody se tím pádem dají označit za poměrně významného energonositele, jehož popularita v posledních letech významně vzrůstá. Zařízení využívající odpadní teplo nám pomáhají šetřit jak peníze, tak i životní prostředí.

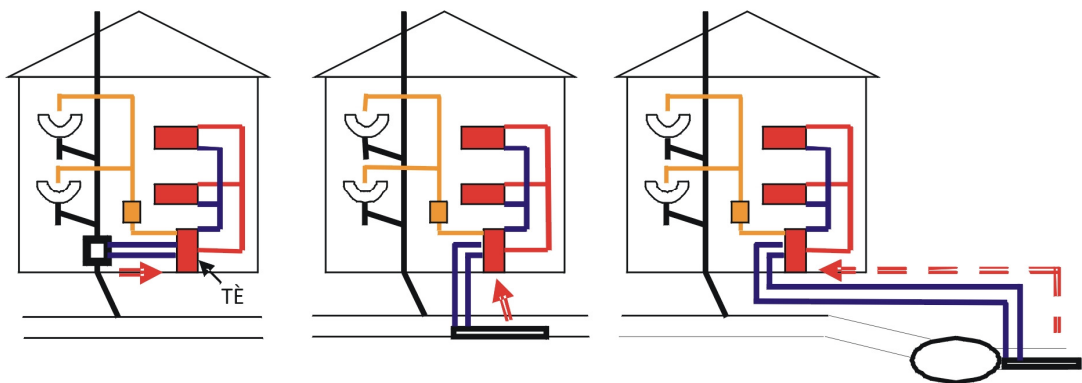
Teplo z odpadních vod lze odebírat z vnější i vnitřní kanalizace. V případě kanalizace vnější je třeba, aby se jednalo o systémy s větším průtokem (min. 15 l/s) a i větším průměrem potrubí (min. 800 mm). [19] [20] Realizace na vnitřní kanalizaci žádné takové požadavky nestanovuje, nicméně vzhledem k vyšším investičním nákladům, je vždy

vhodnější instalovat takovéto systémy v provozech, kde je vyšší produkce odpadních vod a kde je tím pádem k dispozici potřebný tepelný potenciál. Nicméně instalace malých tepelných výměníků není ničím omezena a jejich návratnost je potvrzena i pro jednotlivé domácnosti.

Voda odváděná z budov má průměrnou roční teplotu v rozmezí 10 – 25 °C, jedná se tedy o nízkopotenciální zdroj tepla, který je možné využít pro předehřev teplé vody, pro nízkoteplotní vytápění či vysokoteplotní chlazení. [19] Odpadní vodu nesoucí tepelnou energii lze zařadit mezi druhotné zdroje energie (DZE).

Využívat odpadní energii lze buď centrálně, kdy je odpadní voda shromažďována z větších celků (před/za ČOV, případně na odtoku z budovy či skupin budov, průmyslových areálů, apod.) či lokálně, kdy je odpadní teplo použito k předehřevu TV – buďto bezprostředně v místě odběru vody nebo s možností odvádět předehřátou vodu do zásobníku TV. Způsoby, jakými lze energii z odpadní vody odebírat jsou schematicky zakresleny na obr. č. 6.

1 - odtok z budovy, 2 - kanalizační stoka, 3 - odtok z ČOV



Obr. č. 6 [8]

Centrální systémy jsou vhodné pro velké (většinou průmyslové) objekty, zatímco systémy lokální jsou vhodnější pro malé aplikace, často rodinné domy. Vhodnost použití centrálního či lokálního řešení vyplývá jednak z okrajových podmínek, do kterých by měl být systém instalován (množství vody, její průtok, teplota, atd.) a jednak na finančních možnostech investora – centrální systémy jsou mnohem dražší, ale u velkých aplikací může být jejich doba návratnosti velmi zajímavá.

Okrajovou oblastí tohoto tématu (vzhledem k tomu, že se nejedná o odpadní vodu, ale o produkt jejího čištění) je i energetický potenciál kalu. Kal lze využívat v bioplynových stanicích, kde anaerobním vyhníváním dochází ke vzniku bioplynu, jež lze využít k přímé produkci tepla, případně pomocí kogeneračních jednotek i elektrické energie. Bonusem je pak ještě získání kvalitního hnojiva, které takovým procesem vznikne. [2] Při zpracování kalů je však třeba dbát na to, že se dle zákona jedná o odpad a podle toho je nutné s ním nakládat. [6]

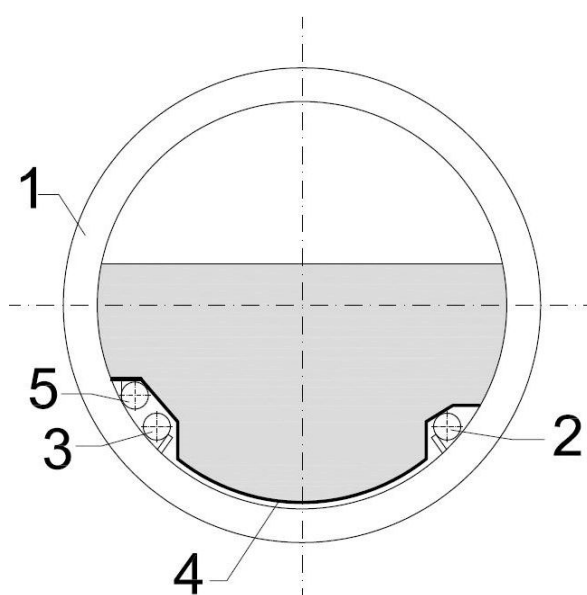
2.3.4.1 Centrální systémy ZZT na vnější kanalizaci

Odběr tepelné energie na vnější kanalizaci se může provádět buď přímo na potrubí za vybranými objekty, nebo přímo na ČOV. V takovém případě se pak dělí na systémy s tepelným výměníkem osazeným před čističkou a systémy s výměníkem za čističkou.

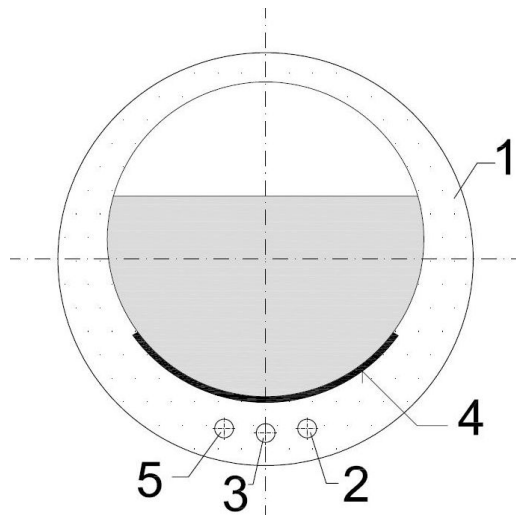
2.3.4.1.1 Způsoby osazení výměníku na potrubí

Možností osazení výměníků na kanalizační potrubí je celá řada, systematicky je můžeme rozdělit na tyto typy:

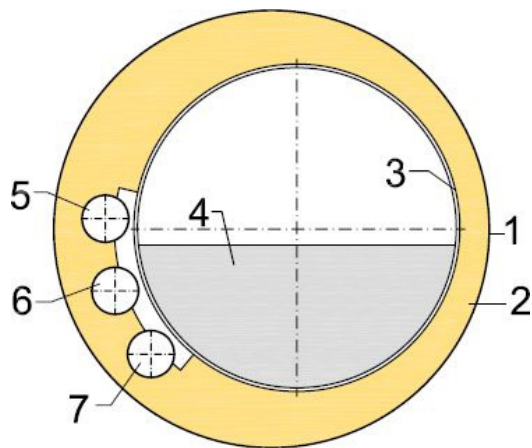
- vložené do kanalizačního potrubí (obr. č. 7)
- integrované do betonové stěny kanalizačního potrubí (obr. č. 8)
- předizolované kanalizační potrubí s integrovanými ocelovými výměníky (obr. č. 9)
- externí dvoutrubkové ocelové výměníky (obr. č. 10)



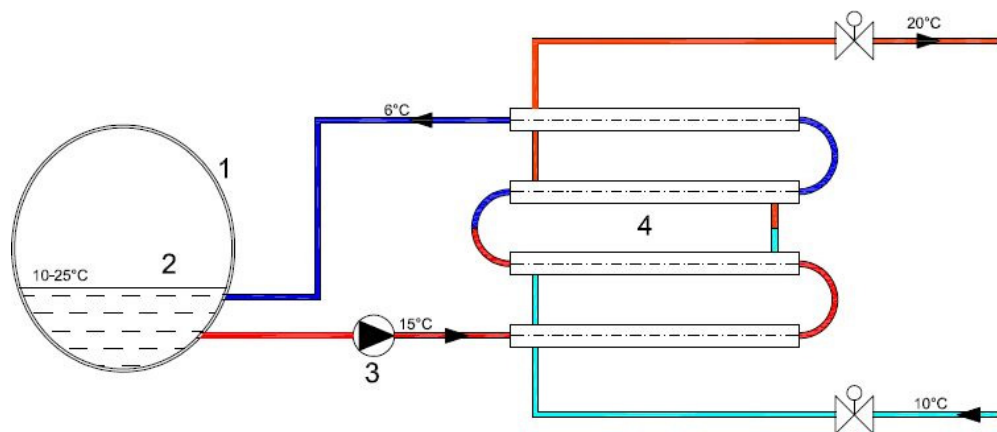
Obr. č. 7 [20]



Obr. č. 8 [20]



Obr. č. 9 [20]



Obr. č. 10 [20]

Při návrhu výměníku je nutno už na začátku myslet na to, že výměník by ideálně měl být bezúdržbový po celou dobu své životnosti, protože se jedná zařízení obvykle nejen obtížně dostupné, ale i případná oprava či výměna je ve většině případů technologicky

náročná. Zároveň už na počátku je vhodné výměník předdimenzovat, aby byla zabezpečená rezerva pro případ snížené účinnosti, ke které v průběhu let může docházet. [20]

Tyto systémy získávání odpadní tepelné energie u nás nemají zatím příliš velké zastoupení, ale vzhledem k tomu, že se neustále snažíme snižovat energetickou náročnost budov, je jisté, že do budoucna se jedná o oblast, v níž se určitě úspory budou dát hledat. Velký rozvoj využití těchto systémů ale můžeme sledovat v současnosti v zemích západní Evropy, jako je Švýcarsko, Německo, či Nizozemí. [15]

2.3.4.1.2 Osazení výměníku na ČOV

Osazení tepelného výměníku před čističku je diskutabilní, neboť ochlazení odpadních vod může mít vliv na proces samotného čištění. U ČOV s vysokou rychlostí proudění odpadní vody se však ochlazení pohybuje v řádu 1 K, což na technologii čištění nemá zásadní vliv. [15]

Osazením výměníku až za čističku bohužel zbytečně přijde vniveč určité procento tepelné energie, které se ztratí při čistícím procesu. Výhodou ale zase může být, že vodu před vypouštěním ochladíme, což přináší pozitiva pro recipient, do kterého je odpadní voda odváděna.

Odběrové místo tepla může být umístěno buď přímo v hlavním proudu kanalizační stoky, nebo v proudu vedlejším za použití bypassu. Výměník by neměl zbytečně ovlivňovat chování odpadní vody – především by neměl zmenšovat průřez cesty nebo způsobovat zadržování nerozpustitelných složek. Důležité je při realizaci počítat i s nutností umístění revizních vstupů pro případ čištění výměníku nebo jeho případné výměny. [15]

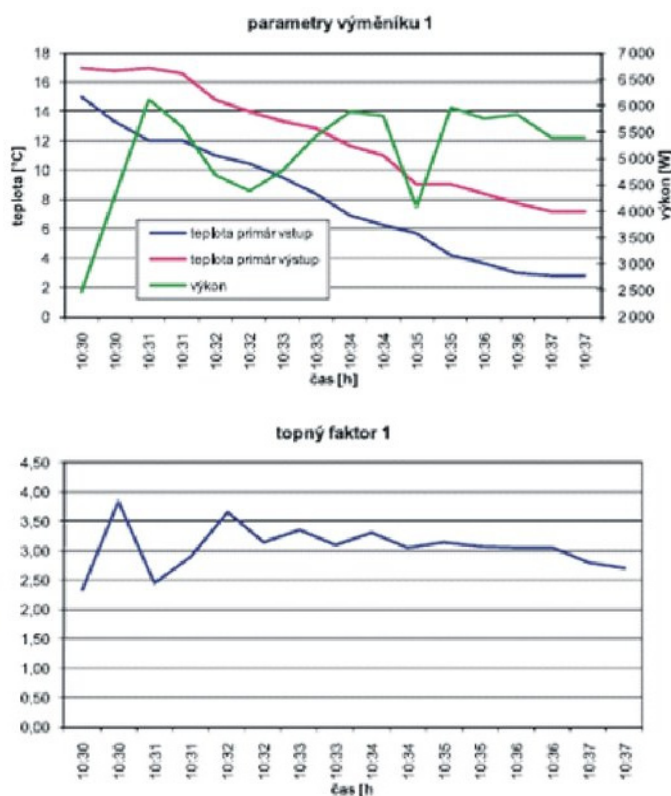
Za nevýhodu zpětného získávání tepla z ČOV je uváděna velká vzdálenost potenciálních odběratelů. Řešením tohoto problému by mohlo být využití tepla bezprostředně pro provoz čističky. Společně s potenciálem biomasy (resp. bioplynu) by se do budoucna dalo uvažovat o naprosté soběstačnosti od obydlených oblastí vzdálených čističek odpadních vod.

Osazování tepelných výměníků na ČOV zatím není v ČR příliš běžnou praxí, nicméně např. níže přiložené naměřené hodnoty a jejich hodnocení jedné z realizací společnosti Asio hovoří jasně o tom, že možnosti úspor v tomto směru mají velký potenciál.

Závěry z hodnocení jedné z prvních realizací v ČR společnosti Asio, spol. s r. o.:

„Odpadní voda má v průběhu roku teplotu málo ovlivněnou teplotou venkovního vzduchu. I v zimním období jsou obvyklé teploty mezi 10 až 15 °C. Je tedy poměrně stabilním zdrojem pro aplikaci s tepelným čerpadlem. Ochladíme-li 1m³ o 1 K, získáme 1,16 kWh a například při provozu TČ s topným faktorem 3, vyrobíme 1,74 kWh, přičemž odebereme elektrickou energii 0,58 kWh. Vzhledem k teplotám primárního zdroje (odpadní vody) lze předpokládat, že při spojení s nízkoteplotními soustavami či předehřevem teplé vody, můžeme při provozu dosahovat i vyšších topných faktorů a to okolo hodnoty 4.“ [15]

Na obr. č. 11 je graficky zaznamenán výsledek měření výkonu tepelného čerpadla. Z grafu můžeme vyčíst parametry výměníku – teplotu na vstupu a výstupu do/z primárního okruhu, výkon výměníku a v druhém grafu hodnoty topného faktoru tepelného čerpadla.



Obr. č. 11 [15]

2.3.4.2 Centrální systémy uvnitř objektů

Tyto systémy jsou vhodné zejména pro velké objekty s vysokou produkcí teplých odpadních vod ideálně s nepřetržitým provozem. Jedná se o stavby nejen v oblasti občanské vybavenosti, ale především z oblasti průmyslu – potravinářské, textilní a technické provozy, prádelny, lihovary, vývařovny, lázně, bazény wellness, aquaparky a také větší kanalizační sítě s technologickou vodou. [9] Velké objekty, ve kterých je doba návratnosti centrálních systémů velmi krátká, mají v jejich aplikaci bezesporu dominantní zastoupení, ale i v malých RD, či samostatných bytech najdou tato zařízení své místo.

Centrální systémy uvnitř budov předpokládají svedení veškerých využívaných odpadních vod do jednoho místa, odkud je následně jejich teplo přebíráno – to může být prováděno buď pomocí výměníků, pomocí akumulční nádoby nebo pomocí tepelného čerpadla.

2.3.4.2.1 Systémy s výměníkem

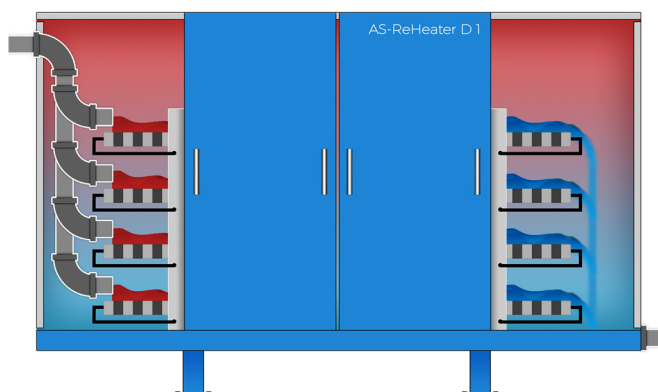
Jsou systémy určené pro využívání tepla z šedých vod, jež pro předání energie díky své konstrukci nevyžadují filtraci ani žádný jiný způsob předčištění. Důležité je pouze čistit samotný výměník, který se pochopitelně po delší době provozu zanáší. Pokud by výměník nebyl pravidelně udržován, usazující se nečistoty by vytvořily vrstvu s tepelným odporem, což by vedlo k nežádoucímu snížení účinnosti výměníku.

Díky tomu, že pravidelné čištění je jediným požadavkem zajišťujícím funkčnost daného systému, jedná se o zařízení s nízkými náklady na provoz a údržbu. Dle podkladů výrobce Asio spol. s r. o. lze pomocí tohoto systému ušetřit dokonce 20 až 60 % nákladů na ohřev TV. Výše úspor pochopitelně závisí na více faktorech, mimo jiné na množství a teplotě protékající odpadní vody a na požadované finální teplotě. Reálný potenciál úspor je tak vždy nutné posoudit individuálně. Obecně lze ale říci, že pomocí předehřevu lze ze standardních 10 °C v řadu vodu obvykle předehřát na 20 - 25 °C. [9]

Konstrukce výměníku může být např. desková (pro velké aplikace) nebo spirálová, kterou lze úspěšně využít dle konkrétního provedení jak pro velké objekty, tak např. i pro rodinné domy.

DESKOVÉ VÝMĚNÍKY

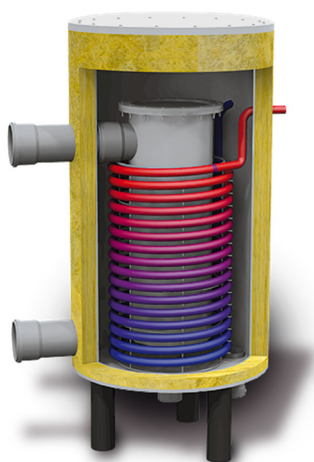
Deskové výměníky jsou založeny na principiálně jednoduché systému – voda pouze protéká přes desky s teplosměnnou plochou a tím předává svůj energetický potenciál. Vzhledem k jednoduchosti konstrukce je tento systém snadno čistitelný a relativně efektivní. Bohužel je oproti jiným variantám velmi náročný na prostor. Příklad deskového výměníku je zobrazen na obr. č. 12.



Obr. č. 12 [9]

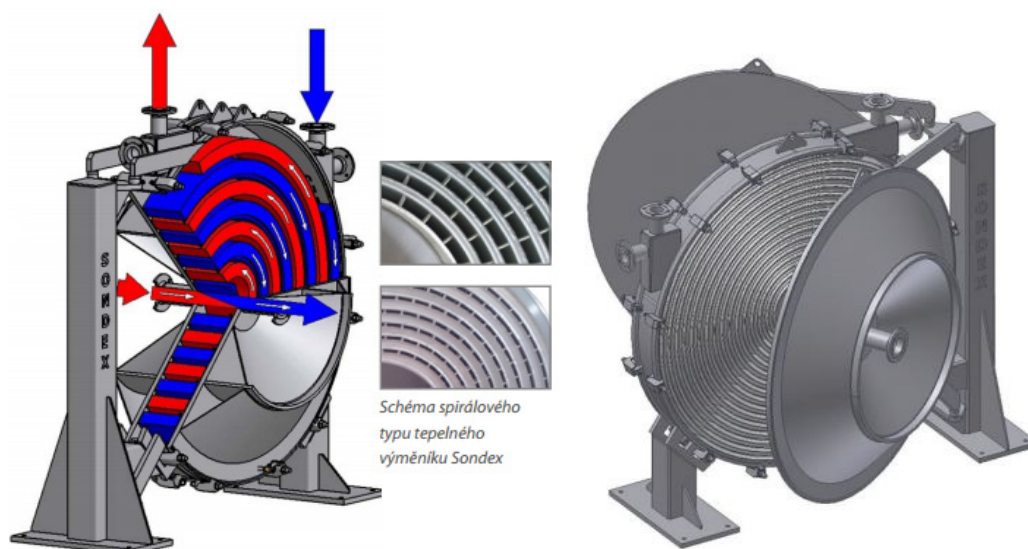
SPIRÁLOVÉ VÝMĚNÍKY

Dalším typem jsou výměníky spirálové. Díky své stavbě jsou mnohem méně prostorově náročné a díky své uzavřené konstrukci dosahují vyšších účinností. Uzavřená konstrukce ale zároveň nese i problémy – tento typ výměníku (obr. č. 13) je náročnější na údržbu, resp. čištění.



Obr. č. 13 [9]

Výměník na obr. č. 14 má ještě o trochu jinou konstrukci než výměník na obr. č. 13, ačkoliv typově jde stále o spirálový výměník. Přesněji se jedná o kruhový výměník se spirálovým protiproudým zapojením.



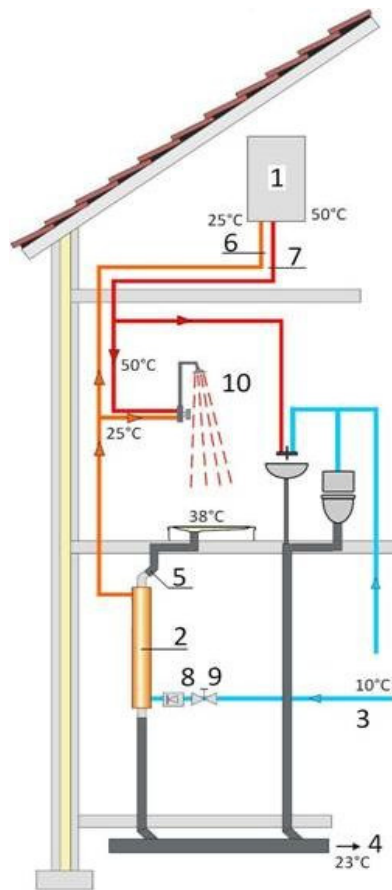
Obr. č. 14 [21]

Díky protiproudu dochází k vyšším hodnotám přestupu tepla a výměník je tak možné provozovat i s nízkým rozdílem teplot. Navíc tok odpadních vod ve spirále zajišťuje samočistící efekt. Tento typ výměníku je díky snadno otvíratelným revizním poklopům i jednoduše čistitelný. V případě, kdy se očekává využívání tepla z více zanesených odpadních vod, je možné jej konstruovat s jedním kanálem se širšími štěrbinami (pro odpadní vody) a druhým se štěrbinami užšími (pro vodu určenou k předeřevu). Další jeho výhodou je velmi malá prostorová náročnost. [18][21]

VÝMĚNÍK DO ODPADNÍHO POTRUBÍ

Deskové a kruhové spirálové výměníky jsou vhodnější k použití ve velkých objektech, výměník na obr. č. 13 lze použít i pro menší objekty jako jsou i obyčejné RD. Dalším výměníkem, který je vhodný pro malé aplikace, je výměník umístěný přímo do odpadního potrubí.

Jedná se o výměník, který se umísťuje na stoupací potrubí a stojí někde mezi centrálními a lokálními výměníky. Oproti lokálním výměníkům do něj může být svedena odpadní voda z více zařizovacích předmětů (na obr. č. 15 je vyobrazena varianta, kdy je připojen pouze sprchový kout, to ale není nutné.), ale velikostí a cenou je na tom lépe, než výměníky centrální.



Obr. č. 15 [19]

Výměník bývá konstruovaný jako protiproudý a může být řešen systémem trubka v trubce (obr. č. 17), či jako spirála obtočená okolo trubky (obr. č. 16). Vnitřní potrubí slouží pro odvod odpadní vody, vnější pak pro předeřhřev teplé (či studené) vody. [19]



Obr. č. 16 [19]



Obr. č. 17 [19]

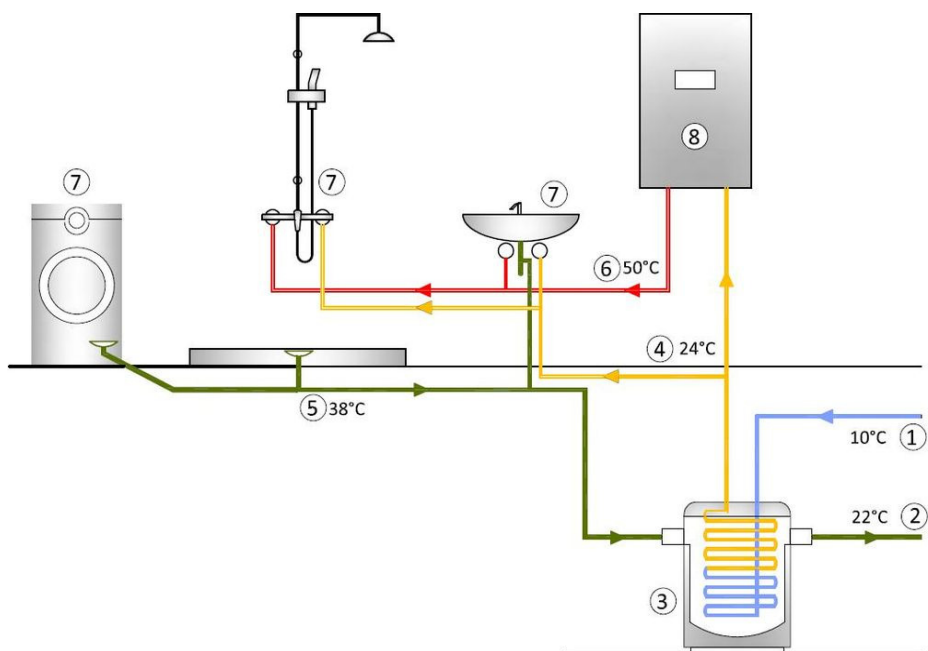
Rozhodnutí o tom, který typ výměníku použít závisí na více faktorech (typ objektu, kde chceme teplo z vody rekuperovat, způsob zapojení, prostorové možnosti, kontinuita průtoku, obsah odpadních vod, ...). Vždy je vhodné se o vybraném typu poradit s výrobcem, případně domluvit individuální řešení přímo na míru, dle specifik konkrétního zadání.

2.3.4.2.2 Systém s akumulční nádobou odpadních vod

Jedná se o systém podobný předchozím, nicméně k ohřevu nedochází při průtoku odpadní vody potrubím, okolo kterého protéká voda, nýbrž v akumulční nádobě, ve které se teplá odpadní voda shromažďuje. Do této nádoby je přivedeno potrubí se studenou vodou, která se zde předehřívá a poté pokračuje do zásobníku TV. Teplota přiváděné předehřáté vody pochopitelně závisí na potenciálu, který má odpadní voda, zpravidla se však dá mluvit o předehřevu na cca 20 až 24 °C. [19]

Zásobník je u tohoto systému vhodné řešit jako stratifikační a přivádět tak předehřátou vodu rovnou do odpovídající teplotní vrstvy.

*Schéma rekuperačního systému pro předehřev teplé vody v kombinaci se zásobníkem:
 1 – přívod studené vody, 2 – ochlazená odpadní voda, 3 – zásobní splaškové odpadní vody s integrovaným výměníkem tepla, 4 – předehřátá teplá voda, 5 – splašková voda od zařizovacího předmětu, 6 – teplá voda, 7 – zařizovací předmět, 8 – zásobníkový ohřivač teplé vody*



Obr. č. 18 [19]

2.3.4.2.3 Systémy využívající tepelného čerpadla

Tento způsob zpětného získávání tepla se dá účinně využít u stejného typu objektů jako výše zmíněné systémy s jednoduchými výměníky. Rozdílem oproti předchozím systémům je shromažďování odpadních vod v akumulární jímce (díky tomu jej lze s úspěchem používat i u provozů s nekontinuální produkcí odpadních vod), která slouží jako nízkopotenciální zdroj tepla pro primární okruh tepelného čerpadla.

Výhodou výměníku pro tepelné čerpadlo je velice jednoduché řešení jeho konstrukce – může se jednat o obyčejné plastové trubky či hadice umístěné v jímce. Z jednoduchosti tohoto zařízení následně vyplývají nízké pořizovací i provozní náklady (pro tuto část zařízení).

Nevýhodou tohoto řešení je ovšem nutnost při odebrání tepla hlídat teplotu odpadní vody. Tepelná čerpadla zpravidla nemají regulaci řízenou podle teploty primárního okruhu, a pokud bychom teplotu nehlídali, mohlo by se stát, že nám jímka zamrzne. Z toho důvodu je nutno odebírat teplo z jímky pouze za určitých podmínek (při potřebném průtoku a teplotě) a v případě jejich nesplnění zajistit tepelnému čerpadlu možnost odebrání tepla z jiného místa. Druhou variantou může být kombinování TČ s dalším zdrojem.

Díky tepelným čerpadlům tyto systémy dosahují mnohem vyšších účinností než systémy s obyčejnými tepelnými výměníky. Pomocí tepelného čerpadla lze totiž převést teplo na vyšší teplotní parametry topné vody a získat s jeho pomocí např. TV o teplotě 55 °C. Případně je reálné používat jej pro vytápění pro topné soustavy s teplotou až 65 °C. I ohřev na vyšší teploty je principiálně možný, nicméně z hlediska topného faktoru TČ by již nebyl ekonomický. [22]

2.3.4.3 Lokální systémy ZZT

Lokální systémy pro zpětné získávání tepla z odpadních vod lze ještě dělit dle způsobu, jakým se s přehřátou vodou nakládá – a to na systém s okamžitou spotřebou a na systém s ukládáním do zásobníku.

V obou případech je získávání tepelné energie založené na obdobném principu jako centrální systémy s výměníky, pouze s tím rozdílem, že se nejedná o výměníky pro celé objekty, ale pouze pro jednotlivé zařizovací předměty, případně skupiny zařizovacích předmětů. Výměníky jsou v těchto případech osazeny v bezprostřední blízkosti

zařizovacích předmětů, a ke zpětnému získávání využívají vodu, která odtéká zařizovacím předmětem. Využívá tak současnosti procesů – při odběru teplé vody dochází zároveň k předehřevu studené vody. To vede k úsporám na spotřebě energie potřebné pro ohřev TV (díky předehřáté studené vodě není třeba používat tolik vody teplé.)

2.3.4.3.1 Lokální systémy s okamžitou spotřebou

Výše zmíněná současnost odběru TV a předehřevu SV je v rámci tohoto systému dovedena zřejmě k naprosté dokonalosti – díky tomu, že je předehřátá voda rovnou odváděna do směšovací baterie a rovnou použita ke spotřebě, je tento systém prakticky bezztrátový. Díky takto umístěnému výměníku se dá zachránit až 25 % energie jinak potřebné pro ohřev TV. [15]

Nejvhodnějším zařizovacím předmětem, ke kterému lze takovýto výměník osadit, jsou sprchové kouty (obr. č. 19). Pro sprchování se běžně používá voda o teplotě 37 až 40 °C, z této vody však při sprchování jsme schopni využít pouhých cca 5 °C, tj. ani ne 10 %. Zbývající energie odchází nevyužita do kanalizačního systému. [13]



Obr. č. 19 [23]

Pomocí takovéhoho výměníku umístěného přímo pod sprchovým koutem můžeme tyto ztráty snížit až téměř o polovinu – celých 45 % z této odpadní energie jsme schopni znovu využít pro účely předehřevu SV.

Příkladem takovéhoho výměníku je např. zařízení AS-SPRCHA dodávané společností Asio spol. s r. o. (obr. č. 20) Jedná se o deskový výměník s profilovanými deskami z leštěného nerezového plechu. V těchto deskách je skrytá soustava trubiček, ve kterých proudí studená voda určená k předehřevu. Odpadní voda mezitím přetéká přes povrch desek a tím jim (resp. vodě ukryté v kanálcích) předává své teplo. Obvyklá teplota studené vody přiváděné z vodovodního řádu je 10 °C, při modelování situace s odpadní vodou o teplotě 35 °C jsme schopni pomocí tohoto systému vodu ohřát až o 10 °C. Takto předehřátá voda je pak vedena do směšovací baterie, kde se mísí s klasicky ohřátou teplou vodou. Podle výrobních podkladů společnosti Asio s. r. o. díky tomuto zařízení klesá potřeba TV až o 45 %.



Obr. č. 20 [23]

2.3.4.3.2 Lokální se zásobníkem TV

Dalším způsobem lokálního získávání tepla z odpadních vod je použití obdobného výměníku jako ve variantě předchozí, ale s jiným způsobem nakládání s předehřátou studenou vodou.

Rozdílem oproti předchozí variantě je, že předehřátou vodu při využití tohoto systému nevedeme rovnou do směšovací baterie zařizovacího předmětu, ale odvádíme ji do zásobníku teplé vody, kde se dohřívá na požadovanou teplotu, standardně cca 55 až 60 °C. [9] Zásobník je u tohoto systému vhodné řešit jako stratifikační a přivádět tak předehřátou vodu rovnou do odpovídající teplotní vrstvy.

Nevýhodou tohoto řešení jsou tepelné ztráty, které vznikají dopravou předehřáté vody do zásobníku. Pokud by byly trasy příliš dlouhé, mohla by se voda opětovně ochladit,

což by mělo negativní vliv na účinnost daného systému. Proto je vhodné u tohoto systému potrubí navíc izolovat.

Další nevýhodou tohoto řešení může být nutnost instalace dalších trubních rozvodů pro přivedení vody do zásobníku, což zvyšuje vstupní investici.

3 APLIKACE V PROJEKTU

Řešeným stavebním objektem praktické části této práce je novostavba rehabilitačního zařízení situovaná v areálu DOB Centrum Dobřichovice.

Jedná se o objekt se třemi nadzemními podlažími a jedním podlažím podzemním. V 1NP je situován provoz wellness s bazénem, saunami, soláriem a fitness tělocvičnou, v 2. podlaží je umístěn provoz rehabilitačního zařízení, kde jsou 2 cvičebny, ordinace a provozní zázemí (kanceláře, kuchyňka, studovna, ...). Ve 3NP se nachází pokoje pro ubytování rehabilitujících, bar s jednoduchým občerstvením a byt 4+ kk určený pro správce objektu.

Na základě vypracované studie různých systémů hospodaření s odpadní vodou byly nejvhodnější varianty rozpracovány pro potřeby rozšířené DSP pro profesi ZTI – vodovod a kanalizace.

Z projektu byl vyjmut provoz bazénu a vířivých van umístěných v 1NP. Jedná se o speciálně upravované vody, jejichž návrh nebyl součástí této práce a jímž by se měla zabývat samostatná projektová dokumentace.

3.1 Aplikace v oblasti splaškových vod

V objektu se nachází celá řada zařizovacích předmětů, jež by teoreticky byly vhodné k poskytnutí šedých vod k recyklaci – v 1NP je umístěn bazén, vířivky, ochlazovací bazénky sauny, sprchy, ... nicméně bohužel vzhledem ke komplikaci vnitřních dispozic, kdy je složité vést objektem i základní skupinu potrubí, bylo nakonec od této varianty upuštěno.

Když nebylo možné recyklovat vody samotné, bylo třeba posoudit, zda by nebylo možné recyklovat alespoň teplo, které přenášejí. Jelikož se nejedná o typ objektu s kontinuálním provozem a teplé odpadní vody nejsou neustále k dispozici, umístění centrálního výměníku se ukázalo jako neefektivní. Vybudování akumulární jímky

v kombinaci s tepelným čerpadlem by sice přineslo efektivní výsledky, co se úspor na ohřevu týče, nicméně vzhledem k vysoké vstupní investici by byla návratnost takového systému při nejmenším sporná.

Posledním možným způsobem tedy byla varianta získávání odpadního tepla lokálně, bezprostředně pod zařizovacími předměty. Vzhledem k vyššímu počtu sprchových koutů umístěných v objektu, bylo nakonec rozhodnuto, že v projektu bude aplikován tento systém. Pod každou osazenou sprchou tak bude umístěn výměník AS-SPRCHA společnosti Asio spol. s r. o., který bude rekuperovat teplo z odpadních vod. Pro úspory na množství rozvodů i s ohledem na tepelné ztráty bude přehřátá voda vedena rovnou do směšovací baterie a použita k okamžitému odběru.

3.2 Aplikace v oblasti dešťových vod

Vzhledem k tomu, že se řešený objekt nachází na velkém vlastním pozemku, otázka zpracování dešťových vod byla poměrně jednoduchá – v areálu bude osazena akumulární nádrž zachycující srážkovou vodu, která bude sloužit k závlaze pozemku.

Jediným systémem, o kterém by se dalo ještě uvažovat je akumulace vody, její přečištění a následné využití k provozním účelům. (Jak je již zmíněno výše, objektu je sice umístěna celá řada provozů, která by byla schopna poskytnout dostatečné množství šedých vod, nicméně vzhledem ke komplikovanosti dispozic uvnitř objektu by instalace zdvojených kanalizačních rozvodů nebyla možná.) Proto by se teoreticky využití dešťové vody k provozním účelům nabízelo. Tato varianta nakonec nebyla vybrána jako vyhovující – jednak opět z důvodu zdvojených trubních rozvodů (byť jen pro vodovod) a jednak proto, že ačkoliv se oficiálně nejedná o lékařské či zdravotnické zařízení, předpokládá se zde pohyb handicapovaných osob a instalace vodovodu s nepitnou vodou se tak nezdá být bezpečná.

4 ZÁVĚR

Vzhledem k tomu, jak moc důležitá látka voda pro člověka je, bychom s ní měli zacházet hospodárně a myslet na budoucnost. Zpracování odpadních vod u nás zatím má jen minimální oporu v legislativě, tudíž projekty zohledňující hospodaření s nimi v tuto chvíli u nás nemají příliš velkou popularitu (výjimkou jsou projekty podle mezinárodních certifikací, např. LEED, BREAM). Prvními krůčky v tomto směru jsou čerstvě vydané informace MŽP o projektu „Dešťovka“, tedy o dotačním programu podporujícím zpracování šedých a dešťových vod. Znovu se také uvažuje o práci na nové normě ČSN 75 6780 [2].

Pokud ale chceme hovořit o udržitelnosti výstavby a vůbec o udržitelné celé dnešní společnosti, je ekonomické a ekologické smýšlení o hospodaření s odpadními vodami na místě jistě již dnes. Možnosti, jak s odpadními vodami nakládat, rozlišujeme převážně podle jejich typu. Vhodné typy odpadních vod, nebo vodu dešťovou můžeme přečišťovat a opět využívat například pro vhodné zařizovací předměty (například splachování WC).

Odpadní voda s sebou také odnáší velké množství energie, kterou jsme vydali na její ohřev. Je ekologicky i ekonomicky výhodné tuto energii využívat pomocí zpětného získávání tepla. Způsoby, jakým toho docílit se velmi liší podle typu a provozu objektu.

Vzhledem ke komplikovanému dispozičnímu řešení rehabilitačního centra bylo velmi obtížné vymyslet vhodné řešení využití odpadních vod, aby jejich aplikace byla ekonomická. Nakonec projekt využívá lokálních rekuperačních jednotek, které provozu i možnostem odpovídají nejlépe. Projekt také řeší zachycování a využívání dešťových vod na pozemku.

SEZNAM LITERATURY A PODKLADŮ

- [1] ČSN EN 12 056-1 *Vnitřní kanalizace – Gravitační systémy*, Český normalizační institut 2001
- [2] Možnosti finanční podpory hospodaření s vodami v malých obcích z prostředků SFŽP, Státní Fond Životního Prostředí ČR, 2016
- [3] O programu – Dešťovka. *Dešťovka – Dotace MŽP Dešťovka 2017, podmínky, pravidla a postup čerpání* [online] [cit. 14. 05. 2017]. Dostupné z: <http://destovka.eu/oprogramu/>
- [4] Čištění šedých vod a možnost využití energie z nich: ASIO, spol. s r. o. *Čistírny odpadních vod (ČOV), úprava vody a čištění vzduchu* [online]. 2011 [cit. 17. 05. 2017]. Dostupné z: <http://www.asio.cz/cz/153.cisteni-sedych-vod-a-moznost-vyuziti-energie-z-nich>
- [5] Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)
- [6] Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů
- [7] VALÁŠEK, Jaroslav. *Zdravotně technická zařízení budov. 2.*, dopl. vyd. Přeložila Zdeňka TICHÁ, přeložila Markéta TEUCHNEROVÁ. Bratislava: Jaga group, 2006. Architektura, stavebnictví, bydlení. ISBN 80-8076-038-1.
- [8] Snížení energetické náročnosti ČOV. *Čistírny odpadních vod (ČOV), úprava vody a čištění vzduchu* [online]. [cit. 17. 05. 2017]. Dostupné z: <http://www.asio.cz/cz/energie-odpadnich-vod-z-cov>
- [9] AS-ReHeater výměníky: ASIO, spol. s r. o. *Čistírny odpadních vod (ČOV), úprava vody a čištění vzduchu* [online]. [cit. 14. 05. 2017]. Dostupné z: <http://www.asio.cz/cz/as-reheater-vymeniky>
- [10] Plotěný K. *Od jímky na vyvážení k domovním čistírnám s membránami*. [online]. TZB-Info 25. 6. 2007 [online]. [cit. 14. 05. 2017]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/4202-od-jimky-na-vyvazeni-k-domovnim-cistirnam-s-membranami>
- [11] AS-URINE - využití žlutých vod: ASIO, spol. s r.o. *Čistírny odpadních vod (ČOV), úprava vody a čištění vzduchu* [online]. [cit. 17. 05. 2017]. Dostupné z: <http://www.asio.cz/cz/as-urine-vyuziti-zlutych-vod>

- [12] Anaerobic Baffled Reactor (ABR) – Taty Alfiah's Blog. Taty Alfiah's Blog – ...*while you teach, you learn...* [online]. [cit. 17. 05. 2017]. Dostupné z: <https://tatyalfiah.wordpress.com/2012/05/23/anaerobic-baffled-reactor-abr/>
- [13] Kořenové čističky odpadních vod. *Kořenové čističky odpadních vod* [online]. Dostupné z: <http://www.korenova-cisticka.cz/o-korenovkach/fungovani/Korenova-cisticka%E2%80%93korenova-cistirna%E2%80%93funkce.html>
- [14] Čistírny odpadních vod AS VARIACOMP. *Čistírny odpadních vod (ČOV), úprava vody a čištění vzduchu* [online] [cit. 17. 05. 2017]. Dostupné z: <http://www.asio.cz/cz/as-variocomp-k>
- [15] Využití energie z odpadních vod. *Čistírny odpadních vod (ČOV), úprava vody a čištění vzduchu* [online]. [cit. 17. 05. 2017]. Dostupné z: <http://www.asio.cz/cz/139.vyuziti-energie-z-odpadnich-vod>
- [16] *Jak využívat dešťovou vodu na zahradě i v domácnosti? Začněte již toto léto!* [online]. [cit. 17. 05. 2017]. <http://voda.tzb-info.cz/8622-jak-vyuzivat-destovou-vodu-na-zahrade-i-v-domacnosti-zacnete-jiz-toto-leto>
- [17] Zasakování dešťové vody - vsakovací tunel AS-KRECHT. *Čistírny odpadních vod (ČOV), úprava vody a čištění vzduchu* [online]. [cit. 17. 05. 2017]. Dostupné z: <http://www.asio.cz/cz/as-krecht>
- [18] *Spirálové výměníky tepla řady ALSHE* [online]. [cit. 17. 05. 2017]. Dostupné z: <http://www.nicoll.cz/produkty/destova-voda/vsakovani-a-retence.html>
- [19] *Jak využít teplo z kanalizace na přípravu teplé vody v budovách?* [online]. [cit. 17. 05. 2017]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/uspory-voda-kanalizace/11807-jak-vyuzit-teplo-z-kanalizace-na-pripravu-teple-vody-v-budovach>
- [20] Peráčková, J., Podobeková, V. *Možnosti využití tepla z vnějších kanalizačních systémů*. TZB-Info: 6. 10. 2014 [online]. [cit. 14. 05. 2017]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/uspory-voda-kanalizace/11687-moznosti-vyuziti-tepla-z-vnejsich-kanalizacnich-systemu>
- [21] Sondex - International Supplier of Plate Heat Exchangers [online]. [cit. 17. 05. 2017]. Dostupné z: http://www.sondex-usa.com/Files/Billeder/PDF/Sondex_SpiralHeatExchanger_CZ-LR.pdf

[22] Využití energie šedých vod *Čistírny odpadních vod (ČOV), úprava vody a čištění vzduchu* [online]. [cit. 17. 05. 2017]. Dostupné z: <http://www.asio.cz/cz/energie-sedych-vod>

[23] Výměník do koupelny AS-SPRCHA: ASIO, spol. s r. o. *Čistírny odpadních vod (ČOV), úprava vody a čištění vzduchu* [cit. 17. 05. 2017]. Dostupné z: <http://www.asio.cz/cz/vymenik-do-koupelny-as-sprcha>

[25] Využití tepla z šedých vod k ohřevu TUV: *Čistírny odpadních vod (ČOV), úprava vody a čištění vzduchu* [cit. 17. 05. 2017]. Dostupné z: <http://www.asio.cz/cz/630.vyuziti-tepla-z-sedych-vod-k-ohrevu-tuv>