

EKONOMIKA VYUŽITÍ ŠEDÉ VODY

Efektivita využívání v budovách

Děkujeme partnerům za spolupráci na této publikaci



Jana Petřů, Zdeněk Petřů a Martin Petřů, [Koncept Ekotech](#)

Jiří Cihlář a Radovan Kohút, [CEVRE Consultants](#)

Michal Čejka, [Šance pro budovy](#)

Richard Beber, [GT Energy](#)

Stanislav Kutáček, [Frank Bold](#)

Tereza Brandtová, [Akire](#)



Publikace byla zpracována za finanční podpory Státního programu na podporu úspor energie na období 2017-2021 – Program EFEKT 2 pro rok 2021

OBSAH

| | |
|--|-----------|
| 1. Úvod | 2 |
| 2. Kontext šedé vody | 3 |
| 2.1 Co je šedá voda | 3 |
| 2.2 Energie ukrytá v šedé vodě | 3 |
| 2.3 Šedá voda jako řešení pro úsporu pitné vody | 4 |
| 3. Energetické využití šedých vod | 6 |
| 3.1 Rekuperační výměníky | 6 |
| 3.1.1. Centrální výměníky pro rekuperaci energie z šedé vody | 7 |
| 3.1.2. Protiproudé trubkové individuální výměníky pro sprchy | 10 |
| 3.2 Tepelná čerpadla a šedé vody | 11 |
| 3.2.1 Potenciál šedé vody pro tepelná čerpadla | 12 |
| 3.2.2 Využitelnost energie z šedé vody v objektu | 13 |
| 3.2.3 Technické řešení | 13 |
| 3.2.4 Kdy má smysl využít energetický potenciál šedé vody tepelným čerpadlem | 14 |
| 3.2.5 Shrnutí postupu návrhu | 15 |
| 4. Zpětné využití přečištěné šedé vody jako vody užitkové | 15 |
| 4.1 Zdroje šedé vody | 15 |
| 4.2 Funkční prvky úpravny šedé vody | 15 |
| 4.3 Navrhování | 16 |
| 4.4 Úskalí | 17 |
| 5. Kombinace energetického a zpětného využití šedé vody | 18 |
| 6. Šedá voda v oblasti environmentálních certifikací | 18 |
| 6.1 Energetické využití šedých vod | 18 |
| 6.2 Hospodaření s vodou | 19 |
| 7. Možnosti podpory | 21 |
| 7.1 Právní aspekty využití šedé vody | 21 |
| 7.2 Dotace | 21 |
| 8. Ekonomika systémů na využití šedé vody - případové studie | 23 |
| 8.1 Využití tepelného čerpadla v bytovém domě | 23 |
| 8.2 Zpětné využití šedé vody pro splachování WC a pisoárů Obchodní akademie Česká Lípa | 24 |
| 8.3 Zpětné využití šedé vody pro splachování v objektu Botanica - Vidoule K3/K4 | 25 |
| 8.4 Kombinace centrální rekuperace tepla a zpětného využití šedé vody | 26 |
| 8.5 Rekuperace tepla z šedé vody ze sprch v krytém bazénu v Trutnově | 27 |
| 8.6 Systém zpětného získávání tepla ze šedé vody a její využití v objektu školy | 28 |
| 8.4 Možné energetické zisky při individuální rekuperaci | 29 |

1. ÚVOD

„Nejlevnější megawatt je ten nespotřebovaný.“ — Tomáš Prouza

„Sladká voda je nejcennějším zdrojem na naší planetě. Bez ní nemůže nic přežít. Přesto pouze 2 % veškeré vody na naší planetě tvoří sladká voda. Proto ji musíme používat moudře.“ — David Attenborough

Lidská civilizace čelí patrně jedné z největších klimatických krizí ve své historii. Jak velký je podíl lidské činnosti na tomto stavu není zatím zcela jisté, ale s určitostí se dá říci, že růst světové populace a nestřídmé konzumní chování k přírodním zdrojům a životnímu prostředí má zásadní vliv na její průběh.

Města mají na změnu klimatu zásadní vliv. Přestože tvoří méně než 2 procenta zemského povrchu, podle UN Habitat spotřebovávají 78 procent světové energie a produkují více než 60 procent emisí skleníkových plynů.¹

V návaznosti na Rámcovou úmluvu OSN o změně klimatu, Kjótský protokol a tzv. Pařížskou dohodu přijal Evropský parlament v r. 2019 usnesení o stavu klimatické a environmentální nouze², ve kterém vyzývá k přijetí konkrétních kroků, které jsou nutné k odvrácení a omezení této hrozby. V září 2020 Evropská komise představila svůj plán na snížení emisí skleníkových plynů v EU do roku 2030 nejméně o 55 % ve srovnání s rokem 1990, který průběžně rozpracovává (tzv. Green Deal)³.

V lednu 2021 byla zahájena jedna z fází tohoto plánu zvaná Nový evropský Bauhaus – environmentální, hospodářský a kulturní projekt, který se v rámci dosahování cílů Zelené dohody pro Evropu zaměřuje na propojení designu, udržitelnosti, přístupnosti, dostupnosti a investic. Cílem jsou nové domy pro novou dobu.⁴

Česká rada pro šetrné budovy (CZ GBC) v této souvislosti zveřejnila deklaraci New Green Deal⁵, která ukazuje cestu, jak dospět k udržitelnosti prostřednictvím šetrných budov. Význam této deklarace se v budoucnu bude zvyšovat, protože odhady předpovídají až dvojnásobný nárůst intenzity výstavby do r. 2060.

Zvyšování průměrné roční teploty, koncentrace CO₂ a N₂O v ovzduší, úbytky podzemní vody, mimořádné meteorologické jevy – na to vše je potřeba se adaptovat. V červnu 2021 Rada Evropské unie schválila závěry potvrzující novou strategii, která nastiňuje dlouhodobou vizi, podle níž se EU má do roku 2050 stát společností odolnou vůči změně klimatu a plně přizpůsobenou jejím dopadům.⁶

¹ <https://www.un.org/en/climatechange/climate-solutions/cities-pollution>

² https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2019-0078_CS.html

³ https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_cs

⁴ https://ec.europa.eu/czech-republic/news/210118_New%20European%20Bauhaus%3A_Commission_launches_design_phase_cs

⁵ <https://www.czgbc.org/files/2020/09/14c51af73c13340e4a55e4a71cd9674f.pdf>

⁶ <https://www.consilium.europa.eu/cs/press/press-releases/2021/06/10/council-endorses-new-eu-strategy-on-adaptation-to-climate-change/>

2. KONTEXT ŠEDÉ VODY

O úsporách energie a vody se většinou hovoří odděleně, stejně jako v citátech v úvodu této příručky. Existuje však médium, které v sobě skrývá možnosti výrazné úspory energie i spotřeby vody zároveň. Tímto médiem je šedá voda. Je to zdroj, který máme stále k dispozici.

2.1 CO JE ŠEDÁ VODA

Nově vydaná druhá část normy ČSN EN 16941 (Zařízení pro využití nepitné vody na místě) týkající se zařízení pro využití čištěné šedé vody (ČSN EN 16941-2) definuje šedou vodu jako splaškovou (domovní) odpadní vodu kromě odpadních vod z WC a pisoárů.

Nejčistší šedá voda (tzv. „lehká šedá voda“) pochází z van, sprch a umyvadel. Po jejím vyčištění je její zpětné využití z hlediska tepelné energie i jako užitkové vody bezproblémové.

Relativně čistá šedá voda pochází také z praček. Tato voda je cenným zdrojem tepelné energie, její opětovné využití jako užitkové vody v domácnostech bytových domů a veřejných budov je však omezeno zákonem o ochraně veřejného zdraví (viz kapitola 4.4).

Více znečištěná šedá voda pochází z myček nádobí a kuchyňských dřezů. Obsahuje značné množství tuků a organických nečistot a její úprava pro zpětné využití jako vody užitkové je technicky i ekonomicky náročná. A ani tuto kuchyňskou odpadní vodu zákon o ochraně veřejného zdraví nepřípouští ke zpětnému využití v domácnostech bytových domů a veřejných budovách. Lze ji však využít pro rekuperaci energie.

2.2 ENERGIE UKRYTÁ V ŠEDÉ VODĚ

V tradičních domech se 60 % tepelné energie spotřebuje na vytápění, 20 % na ohřev vody a 20 % na ostatní spotřebiče. Domy s nízkou spotřebou energie mají poměr spotřeby 40 % na vytápění, 40 % na ohřev vody a 20 % na ostatní spotřebiče⁷. U pasivních domů to však může být i více než 50 % na ohřev vody.

Orientační hodnoty spotřeby teplé vody při činnostech v domácnosti a její teploty jsou k dispozici v následujících tabulkách:⁸

| Odběrné místo | Odběrné množství teplé vody (l/použití) | Druh odběru | Teplota vody °C | Denní spotřeba vody l |
|------------------------------------|---|-----------------------------|-----------------|---------------------------|
| Kuchyňský dřez | 30 | Mytí rukou | 37 | 3 - 6 |
| Myčka nádobí | 25 - 45 | Mytí hlavy | 40 | 5 - 10 |
| Umyvadlo | 17 | Sprchování | 40 | 50 (přesněji v tabulce 1) |
| Umyvadlo na mytí rukou | 9 | Vanová lázeň | 40 | 150 |
| Vana (podle objemu) | orientačně 150 a více litrů | Vanová lázeň se sprchováním | 50 | 150 - 200 |
| Velká vana 1,8 x 0,75 | 200 | Mytí nádobí | 50-60 | 5 - 10 |
| Sprchová kabina (doba užití 6 min) | | Úklid | 50-60 | 5 - 10 |
| úsporná sprcha s mísicí baterií | 40 | | | |
| normální sprcha s mísicí baterií | 90 | | | |
| luxusní sprcha s mísicí baterií | 180 | | | |

Obrázek 1: Orientační hodnoty spotřeby teplé vody

⁷ <https://www.biano.cz/magazin/pruvodce-ekologickou-domacnosti-jak-setrit-energie>

⁸ https://www.ceskaenergetika.cz/nezarazene_clanky/ohrev_tuv.html

Přitom se při ohřevu vody dá významně ušetřit. Šedá voda v sobě skrývá teplo, které jsme do ní již jednou vložili a můžeme je znovu využít. Obsahem tepelné energie se podobá geotermální vodě.

Objekty pro bydlení, rodinné domy a bytové domy jsou běžně připojeny na pitnou vodu přímo z vodovodního řadu nebo studny či vrtu. Teplota této vody se v závislosti na ročním období pohybuje v rozmezí 4–14 °C. Kvalifikované výpočty kalkulují s průměrnou roční teplotou 10 °C. Tato voda se musí pro další použití ohřát na minimálně 55 °C.

Voda se ohřívá rovněž v pračce a myčce nádobí v rozmezí teplot 30–90 °C. Bez ohledu na zdroj energie, který ohřívá TUV (plyn, elektrická energie, tepelné čerpadlo, pevná paliva), voda pro pračky a myčky je vždy dohřívána elektricky.

Norma ČSN EN 12831-3 (Energetická náročnost budov – Výpočet tepelného výkonu – Část 3: Tepelný výkon pro soustavy přípravy teplé vody a charakteristika potřeb) říká, že průměrná spotřeba TUV na osobu a den je 25-70 l/byt. jednotku*den (teplota teplé vody se předpokládá 60 °C a teplota přiváděné studené vody se předpokládá 13,5 °C).

Fyzikální jednotka 1 kcal odpovídá ohřevu 1 litru vody o 1 °C. Z uvedeného vyplývá, že jedna osoba spotřebuje za rok cca 22 m³ teplé vody a k jejímu ohřevu na průměrnou teplotu 40 °C je třeba 660 000 kcal.

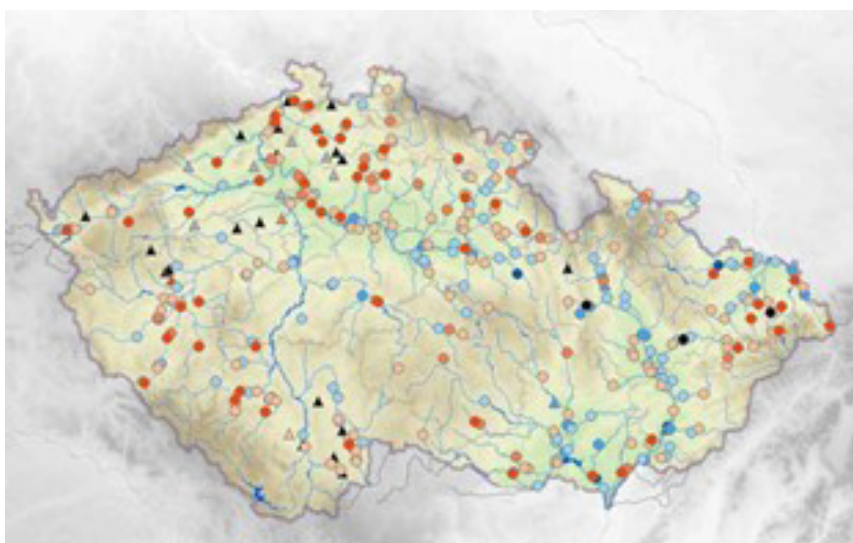
V případě, že není použita rekuperace, veškerá tato tepelná energie odtéká bez využití do kanalizačních systémů.

2.3 ŠEDÁ VODA JAKO ŘEŠENÍ PRO ÚSPORU PITNÉ VODY

„Voda není běžný obchodní produkt, ale spíše dědictví, které je třeba chránit, střežit a podle toho s ním nakládat.“
— SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2000/60/ES ze dne 23. října 2000

Světový den vody (22. 3.) se slaví od r. 1992 jako připomínka skutečnosti, že více než miliarda lidí trpí nedostatkem pitné vody nebo nemá přístup k vodě.

Podzemní voda „vzniká“ a setrvává v zemi průměrně 1400 let. Narůstající negativní vodní bilance vede k poklesu kapacit vodních zdrojů, jak naznačují klesající úrovně hladiny podzemních vod. Ze 124 největších odběratelů zdrojů podzemních vod v ČR pro vodárenské účely pouze ve čtyřech případech využívají doplňkový odběr z povrchového zdroje vody. Naopak 18 ze 124 největších odběratelů povrchové vody pro vodárenské využití doplňuje potřebný objem z podzemních zdrojů vody. Samozřejmě, že kromě potřebného množství a jakosti podzemní vody hraje roli také ekonomika, neboť poplatek za odběr podzemní vody pro vodárenské využití je výrazně nižší, než je cena za povrchovou vodu. Následkem této neracionální skutečnosti narůstá tlak na odběry podzemních vod, což snižuje zásoby podzemních zdrojů vody a omezuje jejich dostupnost.⁹



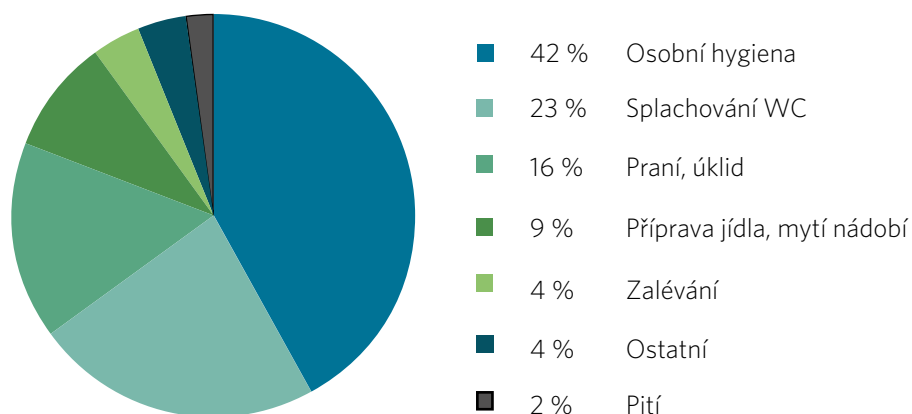
Obrázek 2: Aktuální úroveň hladiny mělkých a hlubokých vrtů z 19. června 2021¹⁰

⁹ www.denik.obce.cz/clanek.asp?id=6806218

¹⁰ https://www.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/SUCHO/Podzemni_vody_a_vrty.html

Pro potřebu výroby pitné vody v ČR bylo např. v roce 2018 odebráno 625,1 mil. m³ surové vody a bylo vyrobeno 609,7 mil. m³ pitné vody, přitom pitná voda se na celkové spotřebě vody v Česku podílí 38 %, což je skoro sedminásobek oproti průměru ve světě.

Lze tuto spotřebu snížit? Řešení je jednoduché – využít znovu již jednou použitou vodu, tedy vodu šedou, jako vodu užitečnou.



Graf 1: Znárodnění celkové spotřeby pitné vody spotřebované běžnou domácností, z toho nejčastější zdroj šedé vody (šedá barva) a její využití jako vody užitečné (zelená barva).

3. ENERGETICKÉ VYUŽITÍ ŠEDÝCH VOD

Zvyšující se ceny energie a zpřísnující se požadavky na energetickou náročnost nových budov otevírají pole efektivnímu využití energie i v dříve opomíjených oblastech. Jednou takovou je i využití tepla z odpadní vody, kterým lze snížit spotřebu energie na vytápění i ohřev teplé vody. Realizace tohoto opatření je nově jednou z cest ke splnění požadavků na energetickou náročnost nových i stávajících budov dle průkazu energetické náročnosti budovy a vede ke snížení emisí CO₂.

Teplota šedé vody z domácností se může pohybovat v rozmezí cca 18 až 38 °C, což poskytuje dostatečně zajímavý potenciál zdroje tepla. Čím vyšší teplota vody je, tím vyšší účinnost zpětného získávání tepla bude. Průměrná teplota je ovlivněna podílem teplé a chladné složky šedé vody. Opatření je tedy vhodné především v budovách s pravidelnou vysokou spotřebou teplé vody, typicky se jedná o rezidenční budovy, budovy pro sport, bazény a wellness, prádelny, apod. U budov s nižší spotřebou teplé vody je realizaci tohoto opatření nezbytné posoudit individuálně z pohledu efektivity vynaložených realizačních nákladů a celkových přínosů.

Při rozhodování o volbě technického řešení je třeba zohlednit současnost využitelnosti tepla a jeho celkové množství, centrální či decentrální přípravu teplé vody, umístění zdroje tepla pro ohřev teplé vody a prostorové možnosti umístění celé technologie. Z technického pohledu lze odpadní teplo využít pomocí tepelných výměníků či jako primární zdroj energie pro tepelné čerpadlo.

3.1 REKUPERAČNÍ VÝMĚNÍKY

Využívají principu zpětného získávání tepla z teplejší odpadní vody předané chladnějším mediu, které tím předehřívají a snižují tak teplotní spád pro dohřev hlavním zdrojem.

Výměníky můžeme z hlediska funkce rozdělit na:

- rekuperační výměníky – výměna tepla mezi médii oddělenými nepropustnou přepážkou
- regenerační výměníky – výměna tepla prostřednictvím akumulující hmoty
- směšovací výměníky – přímé smíchání teplejší a chladnější tekutiny

Nejdůležitějším parametrem tepelného výměníku je jeho výkon. Ten však závisí na mnoha faktorech. Jeho hodnota se mění zejména s teplotním rozdílem mezi topnou a ohřívanou stranou výměníku, který se označuje jako teplotní spád. Žádný tepelný výměník není schopný dosáhnout 100% termické účinnosti, proto vždy existuje teplotní rozdíl mezi vstupní topnou a výstupní ohřívanou kapalinou.¹¹

Principem rekuperačních výměníků je přenos (výměna) tepelné energie mezi dvěma médii ze strany primární na stranu sekundární prostřednictvím teplosměnné plochy. To znamená, že na jedné straně se nachází médium o vyšší teplotě a tepelnou energii předává mediu o nižší teplotě. Teplosměnná plocha zároveň zabraňuje přímému kontaktu těchto dvou médií. Médii v rekuperačních výměnících jsou nejčastěji voda-voda a voda-vzduch.

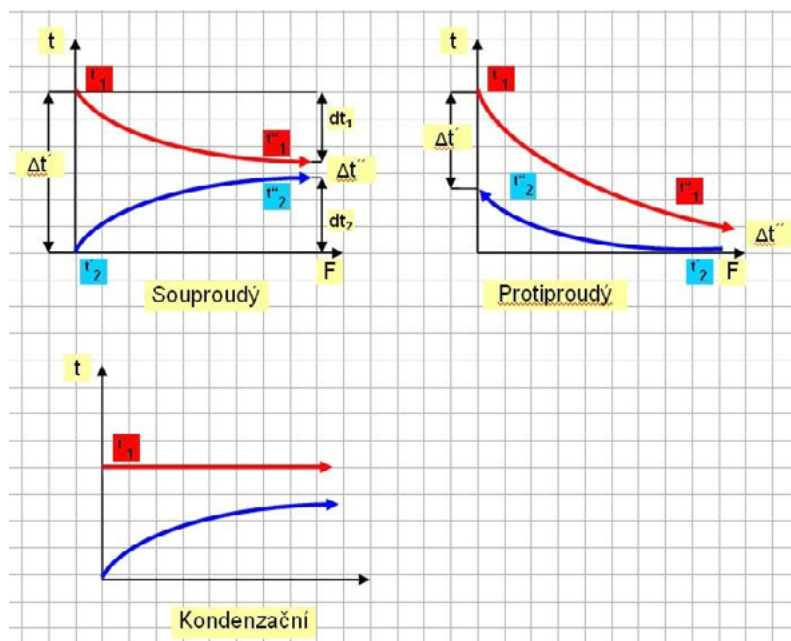
Teplosměnná plocha by měla být co největší s vysokou tepelnou vodivostí. Z hlediska účinnosti je zásadní i způsob a rychlost proudění média, tedy obecněji doba, po kterou si obě média teplo předávají. Čím menší je sdílená plocha a čím kratší dobu se obě média setkávají, tím nižší účinnost výměníku bude.

Existují stacionární (akumulační) a průtokové výměníky. Podle směru proudění se výměníky nejčastěji dělí na:

- **výměníky s křížovým tokem** – jsou menší a kompaktnější, ale za cenu obecně nižší účinnosti
- **souproudé výměníky** – prostorově náročnější provedení s vyšší účinností než v případě křížových výměníků;
- **protiproudé výměníky** – teplotní rozdíl je po celé délce výměníku přibližně stejný, pro stejný zisk energie stačí primární médium o nižší teplotě než v souproudém uspořádání (jsou tedy účinnější než souproudé, a to jak při ohřívání, tak i při ochlazování)¹².

¹¹ https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=169243

¹² <https://uchi.vscht.cz/files/uzel/51474/0007--S871MvNzE7UzUstrcrM0StJrSjRyzY01yurzE3Ny8yuBloU5CQCAA.pdf?redirected>



Obrázek 3: Schéma teplot média různých typů výměníků a vliv na účinnost

3.1.1. CENTRÁLNÍ VÝMĚNÍKY PRO REKUPERACI ENERGIE Z ŠEDÉ VODY

Centrální rekuperace tepla využívá tepelnou energii šedé odpadní vody z celé budovy k předehřátí vody studené.

Zásadní podmínkou pro využití centrální rekuperace je projekční/stavební rozdělení kanalizace na kanalizaci pro vodu šedou a kanalizaci splaškovou. Současně jsou ve většině případů nezbytné vyšší prostorové nároky pro akumulaci šedé vody, která by měla být umístěna ideálně v nejnižším podlaží domu, případně mimo budovu.

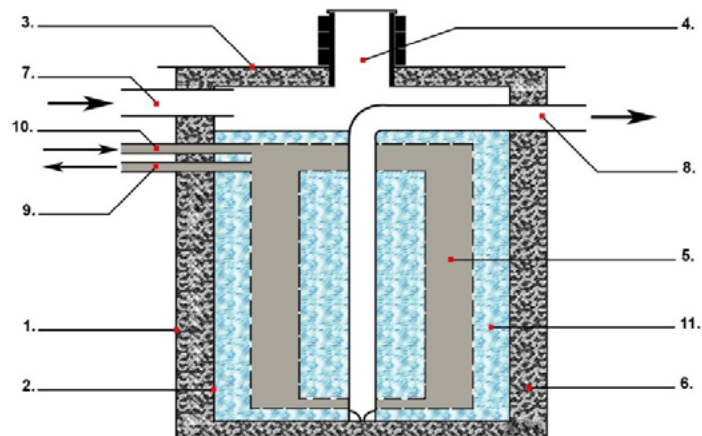
Šedá odpadní voda natéká do jímací nádoby, která je dvouplášťová a tepelně izolovaná. V nádobě je umístěn výměník, kterým protéká tlaková studená voda. Průtok této vody je dán odběrem teplé vody v objektu. Výměník využívá teplotního rozdílu mezi studenou vodou a teplou šedou vodou v jímací nádobě, kdy studená voda přebírá teplo z šedé vody. Ochlazená šedá voda odtéká z jímací nádoby dále do kanalizace (nebo do úpravy šedé vody pro její další využití – viz kapitola 6.2) na základě sifonového efektu. Dopravu tepelné energie získané v rekuperačním výměníku obstarává ohřátá tlaková voda, která výměníkem protéká.

Předehřátá voda z rekuperačního výměníku se v objektu připojí na vstup do zdroje TV (elektrický bojler, zásobník plynového kotle, zásobník tepelného čerpadla apod.) Také je možné předehřátou vodu připojit na rozvod pro vstup vody do pračky a myčky nádobí, které následně vodu dohřívají pouze o rozdíl teploty mezi vodou předehřátou a požadovanou výslednou teplotou. Tímto dochází k významné úspoře energie oproti běžnému systému, kdy se ohřívá voda o průměrné teplotě 10 °C.

Centrální rekuperační výměník tepla z šedé vody má fakticky nulovou spotřebu energie, protože k přenosu energie zpět do objektu není potřeba žádné přídatné čerpadlo. Nositelem energie je tlaková voda.

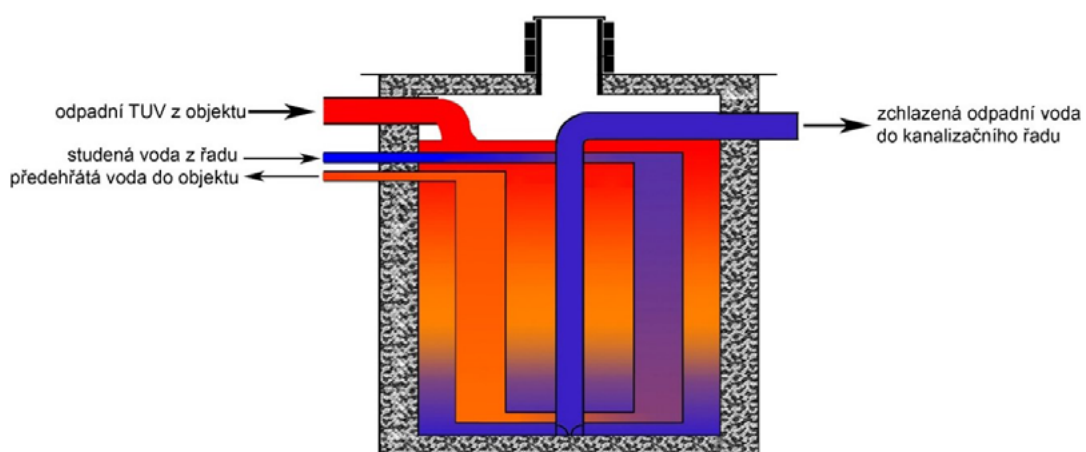
Centrální rekuperační jednotka je součástí odkanalizování objektu. Je navržena tak, aby její životnost korespondovala se životností ostatních prvků kanalizačního systému, např. revizní šachty. Životnost zajišťuje skladba použitých materiálů – polypropylen, nerezový výměník.

Měření dosažených úspor zajišťuje osazený podružný kalorimetr, který průběžně měří rozdíly teplot mezi vstupní studenou vodou a výstupní ohřátou vodou. Zároveň se měří množství odebrané předehřáté vody. Na výstupu z měřidla je úspora uvedena v kWh. Každý uživatel si tak snadno spočítá finanční úsporu na základě ceny, kterou platí za daný druh energie.



Popis prvků obr. 1

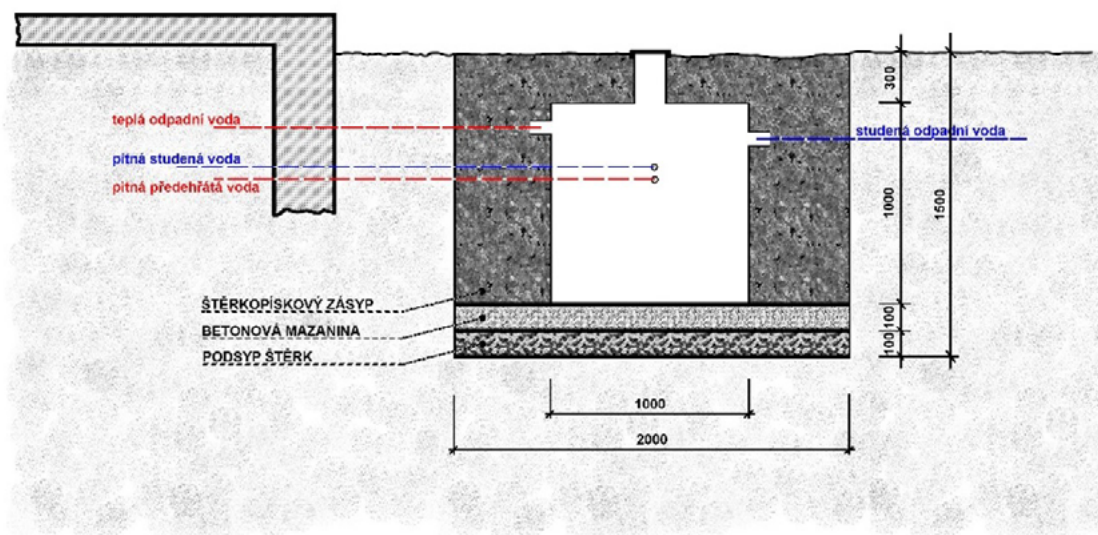
1. vnější plastová nádoba
2. vnitřní plastová nádoba
3. víko nádoby
4. vstupní čistící hrdlo
5. výměník (teplosměnná plocha)
6. tepelná izolace dvouplášťového skeletu
7. přívodní hrdlo odpadní TUV z objektu
8. odtok studené užitkové vody do kanalizačního řadu
9. výstup předeřáté pitné vody do objektu
10. vstup chladné pitné vody z řadu
11. akumulovaná TOV



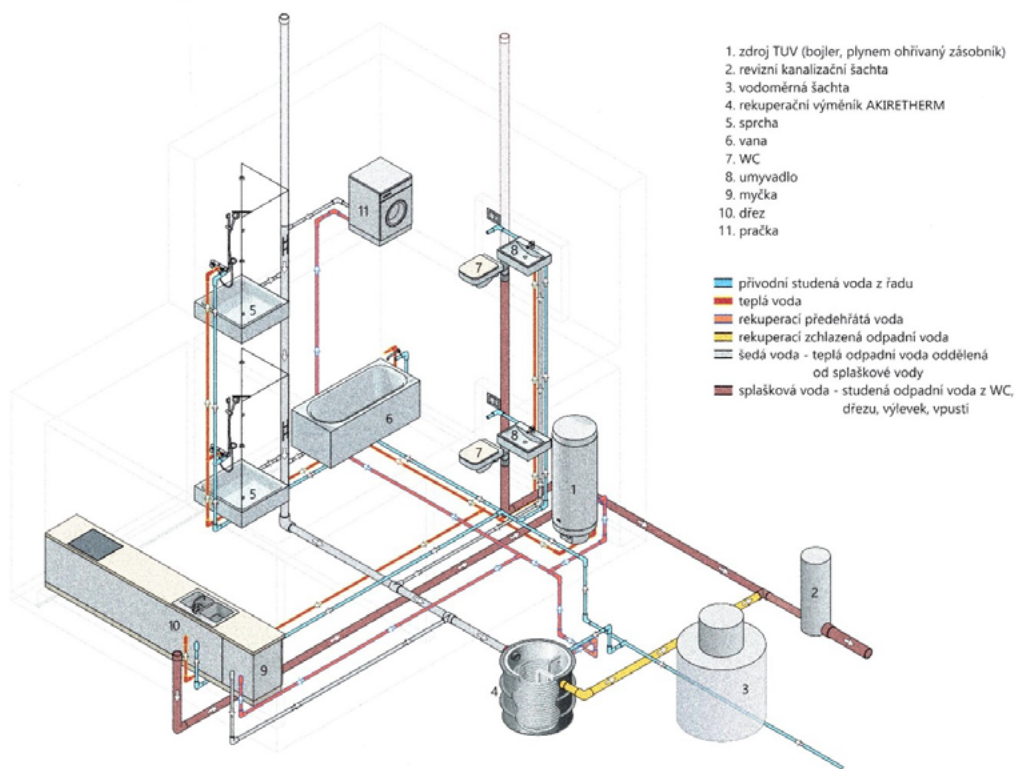
Obrázek 4: Schematický popis pohybu kapalin v rekuperačním výměníku a teplotní rozvrstvení

Rekupační výměník aplikovaný u rodinných či bytových domů má dvě možnosti umístění.

- » V případě, že je stavba podsklepena, umístí se rekupační výměník do technické místnosti ve sklepním prostoru. Do výměníku se přivede nátok šedé vody a odtok šedé vody se napojí do ležaté kanalizace nebo do úpravy šedé vody pro její další využití. Připojení tlakové studené vody k přehřátí má variabilní řešení, není limitováno spádem nátoků.
- » Rodinné domy stavěné na základových deskách vyžadují umístění rekupačního výměníku vně stavby. Rekupační výměník se umístí do výkopu vedle základového pasu v kanalizační trase a připojí se na šedou odpadní vodu a tlakovou vodu.



Obrázek 5: Schématický náčrt umístění vedle základového pasu



Obrázek 6: Příklad zapojení centrální rekuperace tepla z odpadní šedé vody do kanalizačního a vodovodního systému objektu

Centrální domovní výměník dokáže díky dostatečně velké teplosměnné ploše, akumulačnímu prostoru uvnitř výměníku a absenci jakýchkoliv přídavných elektrických zařízení vrátit až 80 % tepelné energie z šedé vody zpět do objektu v podobě předehřáté přívodní vody.

3.1.2. PROTIPROUDÉ TRUBKOVÉ INDIVIDUÁLNÍ VÝMĚNÍKY PRO SPRCHY

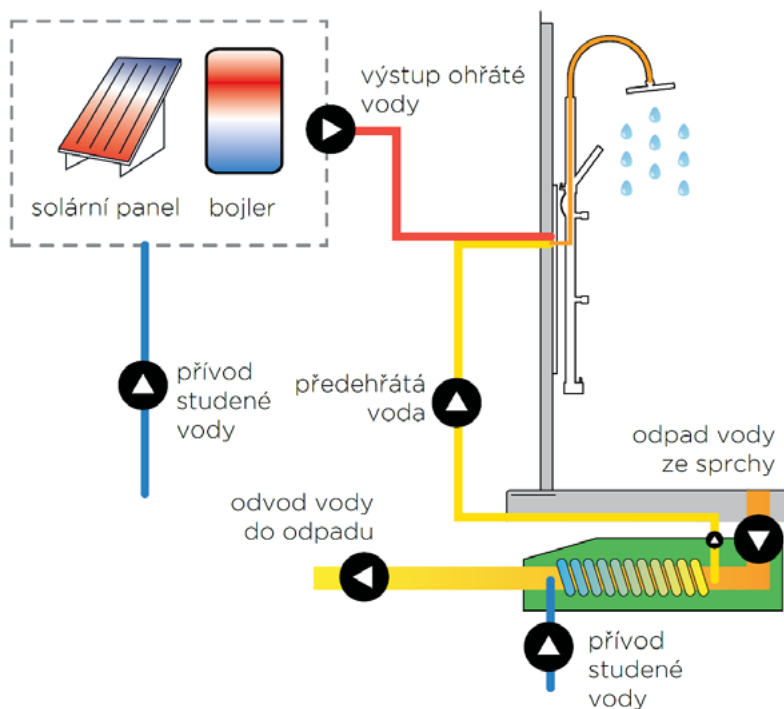
Decentrální systémy se využívají typicky tam, kde není k dispozici dostatečný prostor pro vybudování akumulační nádrže nebo u rozlehlých budov s celkově nižším odběrem teplé vody různě rozloženým po budově. Podmínkou lokálního rekuperačního výměníku bez akumulace je souběh přítoku studené a teplé vody a odtoku šedé teplé vody (typicky sprcha).

Využitím principu protiproudé rekuperace tepla odebírají individuální výměníky energii z odpadní vody ze sprchy a ohřívají studenou vodu na přívodu ke sprchové baterii. Díky tomu je pro dosažení potřebné teploty ve sprše potřeba méně teplé vody ze zdroje TUV. Tím se redukuje náklady na ohřev.

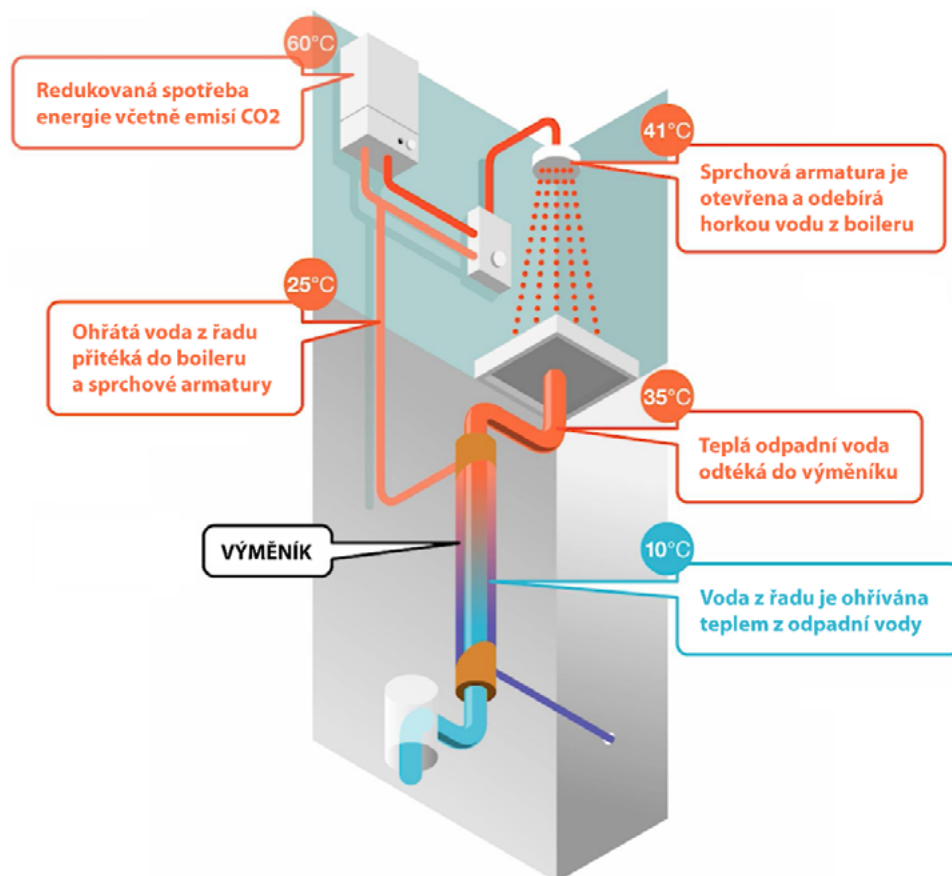
Výměník zpravidla dokáže ohřát studenou vodu o cca 15 °C. Při její vstupní teplotě 10 °C a průměrné teplotě vody ve sprše 38-40 °C může výměník díky studené vodě předehřáté na 25 °C uspořit v průměru 20-30 % nákladů na ohřev. Účinnost výměníků bývá cca 20-60 % podle zvoleného typu. Účinnost ovlivňuje rychlost průtoku vody a především délka sprchování. Čím kratší je doba sprchování, tím více se projevují tepelné ztráty při náběhu a doběhu výměníku a tím nižší je celková účinnost. Účinnost vzroste i tím, že předehřátá studená voda není napojena pouze do termoregulační hlavice, ale i na hlavní zdroj tepla. Tím se vyrovnají průtoky odtoku a nátoku a zvýší se skutečná účinnost zpětného získávání tepla.

V praxi je tak třeba rozlišovat ideální stacionární účinnost samotného výměníku v laboratorních podmínkách a skutečnou účinnost definovanou reálným způsobem užívání.

Individuální výměníky jsou jedním z nejefektivnějších a nejekonomičtějších řešení pro individuální sprchy. Zjednodušeně řečeno jsou to trubkové výměníky typu „trubka v trubce“ (pro vertikální instalaci) nebo plášťové (pro horizontální instalaci). Horizontální výměníky jsou jednoduše integrovatelné do nových i stávajících instalací bez nutnosti velké rekonstrukce, a to s malými prostorovými nároky. Instalace vertikálního výměníku vyžaduje větší stavební zásah do kanalizačního potrubí sprchy a instalaci „o patro níže“. Tyto výměníky tak nejsou využitelné v přízemí nepodsklepených budov (např. rodinné domy).



Obrázek 5: Schématický nákres umístění vedle základového pasu



Obrázek 7: Příklady zapojení individuálního výměníku pro předehřev vody pro sprchu

Při běžném užívání ve čtyřčlenné domácnosti je návratnost investice 2-4 roky. Volit lze mezi výměníky horizontálními (pod sprchovou vaničku či do sprchového žlábků) a vertikálními (na oddělené odpadní potrubí šedé vody).

Kromě individuálních výměníků existují i protiproudé trubkové výměníky pro skupinové sprchy (např. v bazénech či fitness centrech).

3.2 TEPELNÁ ČERPADLA A ŠEDÉ VODY

V tomto případě se jedná o variantu centrálního systému využití šedé vody a centrálního ohřevu teplé vody pomocí tepelného čerpadla. To je zdrojem, který dokáže odebrat energii primárnímu médiu (např. vzduchu, zemině, vodě), které tím ochladí a předat ji sekundárnímu médiu (např. topné vodě, vzduchu), které tím ohřeje. Příkladem může být tepelné čerpadlo, které využívá vzduch o teplotě -15 °C a vyrábí topnou vodu o teplotě 55 °C .

Energie ze vzduchu je nejčastějším zdrojem pro primární část tepelného čerpadla. Dalšími variantami jsou energie země (geotermální vrty, plošné podzemní kolektory aj.), energie vody (vodní toky, nádrže, studny, odpadní voda), odpadní teplo z různých procesů (systémy využití odpadního tepla, chlazení). Šedá voda o teplotě $18 - 38\text{ °C}$ tak může být využita jako vhodné médium na primární straně tepelného čerpadla.

Účinnost tepelného čerpadla v poměru spotřebované energie k energii vyrobené se nazývá topným faktorem (COP), který je uveden v technickém listu výrobku k předem definovaným okrajovým podmínkám. Skutečná účinnost tepelného čerpadla uvedená jako sezónní topný faktor (STF) závisí na teplotě primárního média a výstupní teplotě z tepelného čerpadla (tedy teplotě sekundárního média). Čím vyšší je teplota primárního média a čím nižší je teplota sekundárního média (tedy topné vody) tím vyšší je reálná sezónní účinnost tepelného čerpadla. Právě toho je využíváno v případě využití šedé vody jako primárního zdroje – střední teplota šedé vody (26 °C) je vyšší než teplota venkovního vzduchu ($-15\text{ až }25\text{ °C}$) nebo teplota zeminy ($5-13\text{ °C}$). Současně je po celý rok poměrně stabilní (na rozdíl od teploty vzduchu). STF tepelných čerpadel využívajících odpadní šedou vodu tak dosahují velmi vysokých a stabilních hodnot ($\text{STF} \geq 5$).



Obrázek 8: Strojovna tepelných čerpadel

Často opomíjenou možností tepelného čerpadla je funkce chlazení. Tato je buď integrovaná v reverzibilním tepelném čerpadle, nebo ji lze doplnit v rámci vlastního zapojení tepelného čerpadla. Během režimu chlazení produkuje tepelné čerpadlo teplo, které lze buď využít v objektu, nebo je potřeba jej mařit. Nejčastěji se maří odpadní teplo do vzduchu (chladicí věže, suché chladiče), do země (geotermální vrty nebo plošné podzemní kolektory), do vody (vodní toky, nádrže, studny, odpadní voda). Využití tepla z chladicího systému (chlazení servoven, kuchyně, administrativních budov, průmyslu) k předeřevu teplé vody je velmi efektivním nástrojem úspory energie. Ideálním, ale vzácným případem je současná produkce tepla i chladu, kdy je požadavek na chlazení i vytápění realizován v rámci objektu. Příkladem může být chlazení bytu a využití odpadního tepla z chlazení k přípravě teplé vody.

S ohledem na vyšší technologické náklady realizace tohoto zařízení je nezbytné zvážit množství využitelné energie (ze šedé vody, z chlazení) tak, aby byla zaručena návratnost.

3.2.1 POTENCIÁL ŠEDÉ VODY PRO TEPELNÁ ČERPADLA

Při zvažování využití energetického potenciálu šedé vody jsou důležité tyto parametry:

- Kolik šedé vody se v objektu vyprodukuje denně/ročně.
- Zda je produkce šedé vody kontinuální nebo nárazová a zda je prostor pro akumulaci této vody.
- Jaká je teplota šedé vody v místě využití.
- Kolik energie z této vody lze v objektu využít.

Už kvalifikované odhady v úrovni studie mohou zodpovědět otázku, zda je záměr technicky realizovatelný a zda je ekonomicky nebo environmentálně vhodný. Pro posouzení záměru je vhodná srovnávací varianta, která je v místě realizovatelná.

Základním příkladem vhodnosti využití energie z šedé vody jsou koupelny a kuchyně v bytovém domě. Produkce šedých vod je zde téměř souběžná s potřebou teplé vody a lze tedy energii přímo transformovat. I teplotně se jedná o ideální variantu, neboť šedá voda má teplotu 18–38 °C a požadovaná teplota teplé vody je 55 °C. Obdobně lze uvažovat o wellness, bazénech a dalších sportovištích se sprchami nebo ubytovacích zařízeních typu hotel, ubytovna, kemp. Naopak příkladem nevhodného řešení je rodinný dům obývaný dvěma osobami. Produkce šedé vody je zde malá a technologie tepelného čerpadla je nevytížená.

Pro hospodárný provoz tepelného čerpadla je potřeba optimalizovat dobu chodu a dobu odstávky zdroje. Podobně jako automobil je nejhospodárnější při ustálené jízdě, vyhovuje tepelnému čerpadlu plynulý chod. Protože nemůžeme ovlivnit pravidelnost produkce šedé vody a spotřeby teplé vody (nebo tepla pro jiné účely), je ideálním řešením akumulace energie do vody v akumulační nádobě či jímce. Vhodně zvolená velikost akumulace zabraňuje nadměrnému počtu startů, čímž zvyšuje účinnost provozu a prodlužuje životnost zdroje. Předimenzovaná velikost akumulace ale zvyšuje potřebný prostor pro technologii a investiční náklady. Doporučená velikost akumulace (vztaženo na jmenovitý výkon tepelného čerpadla) je jak na straně primární (šedá voda), tak na straně sekundární (topná voda/teplá voda) 10–20 litrů/kW. Pokud teplo akumulujeme přímo do teplé vody, neměla by akumulace teplé vody převyšovat denní spotřebu, aby voda v akumulaci nestála déle než 24 hodin. Ideální akumulace umožňuje cyklus chodu a odstávky v řádu hodin, minimální akumulace je pro cyklus 20–30 min.

Teplota šedé vody je podstatným faktorem nejen pro účinnost systému, ale i pro technické řešení. Běžná tepelná čerpadla umí pracovat s teplotou na vstupu od 0 do 20 °C. Pokud je k dispozici šedá voda o teplotě až 35 °C, je potřeba teplotu nejprve snížit (např. směšováním, čímž se ale snižuje energetická účinnost tepelného čerpadla) nebo zvolit speciální tepelné čerpadlo, které umí pracovat s vyšší teplotou na vstupu (zde je na místě ekonomické porovnání obou variant). Ochlazení šedé vody by nemělo být pod 5 °C, aby bylo vyloučeno zamrznutí.

Podobně i pro funkci chlazení (tedy ukládání odpadního tepla do šedé vody) je nutné respektovat technické možnosti systému a nepřekračovat 55 °C na výstupu do kanalizace, případně jiná omezení (teploty pro čističky, místní předpisy často omezují teplotu na 40°C, apod.).

3.2.2 VYUŽITELNOST ENERGIE Z ŠEDÉ VODY V OBJEKTU

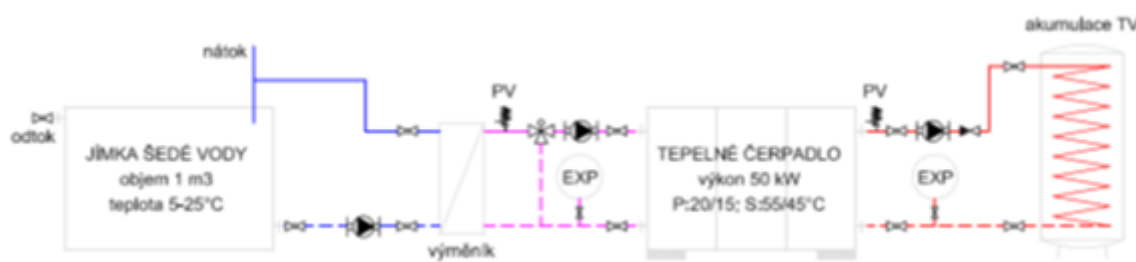
Pro využití tepelných čerpadel pro přípravu teplé vody, vytápění nebo chlazení je nezbytné vyřešit provozní režim s využitím šedých vod a provozní režim bez šedých vod. Pokud není garantovaný energetický potenciál (produkce šedé vody vždy převyšuje poptávku), musí být vytvořen záložní zdroj. Tepelné čerpadlo pak může pokrývat s vysokým topným faktorem 20 - 70 % přípravu teplé vody, konvenční zdroj (např. plynový kotel) pokrývá zbytek.

Alfou a omegou jsou denní a roční bilance energií a špičkové výkonové požadavky se zohledněním akumulace – pro přípravu teplé vody lze použít normy ČSN EN 12831-3 (pro výpočet průměrných spotřeb) a ČSN 06 0320 (pro výpočet špičkových spotřeb), ostatní bilance lze vyčíst z průkazu energetické náročnosti budovy (dále jen PENB). Běžně se v projektu stanovují výkonové špičky tak, aby zařízení za všech okolností vyrobilo dostatek teplé vody. Méně pozornosti se však věnuje průměrnému ročnímu zatížení (tomu se věnuje spíše PENB).

3.2.3 TECHNICKÉ ŘEŠENÍ

V předchozím textu je uvedeno, jak stanovit základní bilance a technické parametry zařízení. Parametry pro návrh zařízení jsou:

- vstupní teplota šedé vody
- požadovaná teplota na výstupu (na straně sekundární)
- jmenovitý výkon tepelného čerpadla pro tyto parametry
- objem akumulace šedé vody
- akumulace topné/teplé/chladicí vody.



Obrázek 9: Schéma zapojení TČ na jímku šedých vod

Tepelné čerpadlo na využití energie z šedé vody a jeho sekundární strana má zapojení shodné s dalšími aplikacemi tepelných čerpadel.

Technické řešení primární strany zahrnuje:

- akumulaci šedé vody
- trubní vedení pro šedou vodu
- výměník šedá voda/primární voda pro tepelné čerpadlo
- trubní vedení do TČ

V praxi se můžeme setkat jak s využitím energie z primární vody až za výměníkem v uzavřeném okruhu, tak z šedé vody akumulované v nádrži. Častější je použití druhého způsobu. Nádrž může být průtoková, s přepadem nebo s řízeným vypouštěním. Výhodou průtokové jímky je nízké zanášení nečistotami a je vhodné ji využít při vyšší produkci šedých vod v porovnání s využitím tepla/chladu. Jímka s přepadem je vhodná pouze pro málo znečištěné šedé vody, kde je nízké riziko rychlého zanášení. Jímka s řízeným vypouštěním (gravitačně/čerpadlem) je optimální pro využití energetického potenciálu šedé vody, ale je nejnáročnější na čištění usazenin.

Čistota šedé vody je důležitým faktorem pro rozhodnutí, zda šedá voda bude či nebude před využitím filtrována. O nutnosti filtrace rozhodují parametry výměníku šedá/primární voda (tomuto tématu je věnovaná samostatná kapitola). Filtrace šedých vod je náročná na čištění filtru, proto nelze využívat běžný filtr, ale je potřeba použít průmyslové filtry s možností automatického zpětného proplachu.

Pokud není část systému na šedé vodě řešena gravitačně, ale je použito čerpadlo, je nutné návrh tohoto čerpadla provést nejen z pohledu průtoku a dopravní výšky, ale i s ohledem na kvalitu šedé vody. Pro vody znečištěné pevnými částicemi (např. z kuchyně) je nutné volit vyšší dimenzi čerpadla. Pro chemicky znečištěné nebo minerální vody je potřeba správně navrhnout materiál čerpadla. V těchto případech je také nutné počítat se sníženou životností čerpadla a jeho častější výměnou.

Podobně kvalita potrubí včetně jeho spojů, izolací a dalšího vstrojení musí splňovat provozní požadavky. Pokud je v návrhu ochlazení šedé vody na 5 °C, bude na povrchu potrubí docházet ke kondenzaci. Naopak pokud bude šedá voda odvádět odpadní teplo a bude ohřáta na 55 °C, bude zároveň ohřívat prostor, kterým bude potrubí procházet. Tomu je nutno přizpůsobit řešení tepelné izolace.

Vlastní propojení mezi výměníkem a tepelným čerpadlem je tvořeno uzavřeným okruhem, kde je potřeba osadit pojistné a zabezpečovací zařízení (expanzní nádobu a pojistný ventil). Oběhové čerpadlo by mělo umožňovat řízení průtoku (signálem 0-10 V), protože se jedná o ideální regulaci výkonu na primární straně TČ. V případě, že nelze zaručit maximální teplotu na vstupu do TČ, je potřeba před oběhové čerpadlo osadit trojcestný směšovací ventil, který umožní zchladit vstup do TČ přimícháváním vratky z TČ.

3.2.4 KDY MÁ SMYSL VYUŽÍT ENERGETICKÝ POTENCIÁL ŠEDÉ VODY TEPELNÝM ČERPADLEM

Motivace k využívání alternativních zdrojů energie bývá nejčastěji ekonomická (přes počáteční vyšší investici dochází k následným provozním úsporám) nebo ekologická (snížení emisní zátěže životního prostředí) nebo legislativní (splnění přísnějších požadavků na energetickou náročnost budovy). V případě běžných bytových domů lze očekávat návratnost investice do tepelného čerpadla na šedou vodu do 10 let. Pro objekty s vyšší produkcí šedých vod typu bazén, wellness, ubytovací zařízení nebo specifické průmyslové provozy lze dosáhnout i kratší doby návratnosti. Naproti tomu u administrativních budov a obecně u objektů s malou produkcí šedých vod je investice do této technologie zatím téměř nenávratná.

3.2.5 SHRNUTÍ POSTUPU NÁVRHU

Jak již bylo řečeno, tepelné čerpadlo nemusí sloužit pouze pro přípravu teplé vody, ale lze jej využít i k vytápění nebo chlazení. Nejen pro tyto případy je vhodné ověřit technickou a ekonomickou proveditelnost, aby realizace a provoz naplnily záměr investora. S těmito požadavky je vhodné seznámit již na začátku projektanta/architekta, nebo si lze nechat zpracovat nezávislou studii, kde budou technické parametry výkonu, objemu akumulací a bilance energií pro objekt jednoznačně definovány.

- **Krok 1:** ověření potenciálu šedých vod a možností jeho využití
- **Krok 2:** stanovení technických parametrů zařízení (výkon, teplota šedé vody, teplota do systému)
- **Krok 3:** posouzení technické proveditelnosti, ekonomického zhodnocení, případně zhodnocení vlivu na životní prostředí
- **Krok 4:** vlastní projektové řešení a následná realizace

4. ZPĚTNÉ VYUŽITÍ PŘEČIŠTĚNÉ ŠEDÉ VODY JAKO VODY UŽITKOVÉ

Šedou (a dešťovou) vodu lze využít jako náhradu téměř poloviny spotřebované vody v budovách. Zároveň je šedá voda jistějším zdrojem užitkové vody než voda dešťová. Zatímco množství dešťové vody v průběhu roku velmi kolísá od výrazných přebytků k absolutnímu nedostatku, šedou vodou disponuje každá budova s přívodem pitné vody.

Využívání recyklované šedé vody by mělo přispět i k Agendě udržitelného rozvoje OSN do roku 2030, která si jako jeden z cílů vytyčila podstatné zvýšení účinnosti využívání vody ve všech odvětvích a zajištění udržitelných odběrů a dodávek sladké vody jako řešení nedostatku vody. Jejím heslem se stalo „Keep drinking water for drinking and reclaimed water for non-drinking use.“ (Ponechte pitnou vodu k pití a jako užitkovou vodu využijte upravenou šedou vodu.)

V ČR byla 1. srpna 2021 vydána dlouho očekávaná druhá část normy ČSN EN 16941-2 (756781) Zařízení pro využití nepitné vody na místě – Část 2: Zařízení pro využití čištěné šedé vody. Jsou v ní specifikovány požadavky a doporučení pro navrhování, dimenzování, instalaci, označování, uvádění do provozu a údržbu zařízení pro využití čištěné šedé vody na místě jako náhrady vody pitné (nepitná, resp. užitková voda). Od 1. září také platí navazující norma ČSN 756780 Využití šedých a srážkových vod v budovách a na přilehlých pozemcích, která se v článku 12 stručně věnuje i využití tepelné energie z šedé vody.

4.1 ZDROJE ŠEDÉ VODY

Následující souhrn definuje zdroje šedé vody:

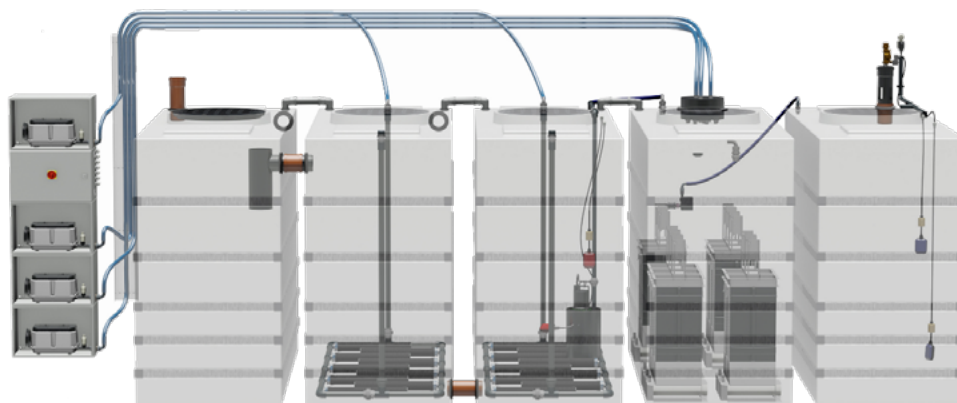
- Koupelna – sprcha, vana, umyvadlo (tzv. lehká šedá voda)
- Pračka
- Kuchyně – dřez, myčka nádobí

4.2 FUNKČNÍ PRVKY ÚPRAVY ŠEDÉ VODY

Každé zařízení pro využití šedé vody musí zahrnovat jeden nebo více následujících funkčních prvků tak, aby bylo dosaženo požadované kvality vody:

- jímání (samostatným kanalizačním potrubím gravitačně nebo za využití čerpadla)
- úprava (řídí se způsobem využití přečištěné vody, jednotlivé stupně mohou probíhat současně)
 - sedimentace/flotace
 - filtrace mechanických nečistot
 - jemná filtrace (např. membránová)

- biologické čištění (např. aerace)
- chemické čištění (např. srážení)
- desinfekce (např. UV záření při dodržení ČSN 75 5050-3)
- akumulace (musí být opatřena bezpečnostním přelivem)
- záložní (doplňkový) přívod vody s ochranou proti znečištění zpětným průtokem (viz ČSN EN 1717)
- čerpání a vnitřní rozvody
- řídicí a výstražný systém



Obrázek 10: Jednotlivé stupně čištění šedé vody
(počty a velikosti nádrží se liší dle prostorových dispozic a dle konstrukce dodavatele technologie)

4.3 NAVRHOVÁNÍ

Návrh systému na využití šedé vody se řídí:

- množstvím produkované šedé vody a požadovanou spotřebou upravené šedé vody
- požadavky na kvalitu vody pro určené využití

Hierarchie zdrojů je normou stanovena takto:

- sprchy a vany
- umyvadla
- pračky
- kuchyňské dřezy a/nebo myčky nádobí

Hierarchii potřeby stanovuje norma takto:

- splachování WC
- externí využití (závlaha) bez postřiku
- praní
- externí využití (závlaha) s postřikem
- další využití (úklid, chlazení, požární voda¹⁵ viz ČSN 75 2411 atd.)

Potrubí musí být jasně rozpoznatelné (např. jinou barvou nebo identifikační páskou) a místa odběru musí být označena (slovně nebo symbolem podle normy ISO 7010-P005).



¹⁵ <https://www.tzb-info.cz/pozarni-bezpecnost-staveb/20812-vyuziti-recyklovane-vody-k-haseni-pozaru-v-ceske-republice-budoucnost-nebo-utopie>

4.4 ÚSKALÍ

Z důvodu náročnosti technického řešení (dvojitý rozvod kanalizace, nové rozvody užitkové vody) je tato technologie předurčena k instalaci v novostavbách nebo při generální rekonstrukci, kdy lze oddělit kanalizace fekální, případně kuchyňské od kanalizace z koupelen, a zároveň zřídit nové rozvody užitkové vody k WC, případně pračkám a dalším odběrným místům např. pro úklid či závlahu.

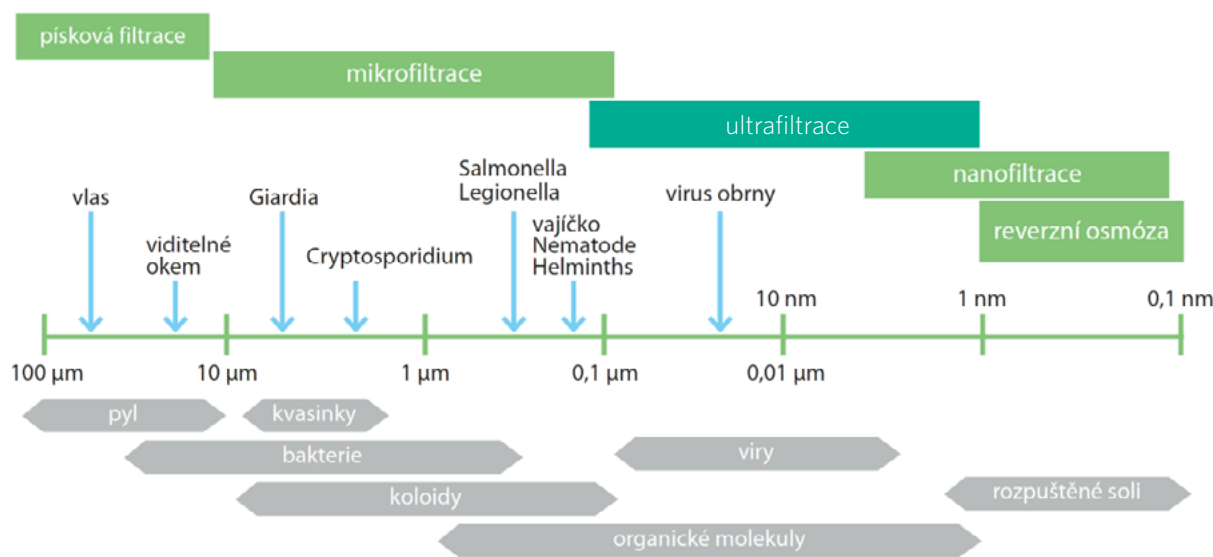
Při návrhu systému především pro bytové domy, kde zdroje často převyšují odběr, je nutné počítat s odvodem přebytků do kanalizace, především v zimním období, kdy se nedají využít pro závlahu, nebo do zařízení pouštět jen některé zdroje.

Obyvatelé domů, kteří používají zařízení na šedou vodu, musí dodržovat určité podmínky (např. používat ekologické čisticí přípravky, nepouštět do odpadu šedé vody barvy na vlasy, jiné barvy či rozpouštědla či vodu z máchání bavlněných plen). Jinak se výrazně zvyšují finanční nároky na údržbu a servis.

Odpadní voda z praček a kuchyní nepatří k lehké šedé vodě, a proto ji podle Zákona o ochraně veřejného zdraví ve znění k 1. 1. 2022 nelze využít jako vodu užitkovou v bytových domech. Naopak rodinné domy nejsou zákonem o ochraně veřejného zdraví limitovány, a proto mohou využít i tyto šedé vody (viz kapitola 7.1).

Při osazení zařízení do země (nikoli do sklepa) je nutné počítat s horší přístupností pro čištění.

Dosud nebyly přijaty národní požadavky na kvalitu upravené šedé vody pro různé účely využití, které připravuje SZÚ a které budou mít přednost před minimálními požadavky, které udává norma ČSN EN 16941-2 (756781). Stejně tak mikrobiologický monitoring a kontrola kvality vody se bude řídit národními požadavky. Z praxe je však známo, že při dodržení všech technických požadavků, především membránové ultrafiltrace a sekundární desinfekce, má upravená šedá voda mikrobiologické složení blízké požadavkům na pitnou vodu.



Obrázek 11: Typy filtrace vody

5. KOMBINACE ENERGETICKÉHO A ZPĚTNÉHO VYUŽITÍ ŠEDÉ VODY

Princip získávání tepla z šedé vody centrálním výměníkem je samostatně popsán v kapitole 3.1.1 a kapitola 4 popisuje technologii zpětného využití šedé vody.

Každý z těchto systémů potřebuje projektově a stavebně oddělit kanalizaci šedé vody od kanalizace splaškové, což investici do těchto opatření prodražuje. Proto se přímo nabízí jejich spojení a společné využití potenciálu šedé vody jak v úsporách energie, tak i pitné vody.

Na kanalizaci šedé vody se nejdříve napojí centrální rekuperační výměník, který z ní odebere teplo, a ochlazená šedá voda pak pokračuje do technologie úpravy šedé vody pro její další využití jako vody užitkové.

Přínosem takové kombinace je efektivní využití dvojích rozvodů kanalizace. Kromě toho se zvýší mikrobiologická stabilita akumulované „bílé“ vody (tj. již upravené šedé vody), a tím se sníží nároky na její hygienické zabezpečení na výstupu do rozvodů užitkové vody.

I přesto, že v této kombinaci nelze využít teplou vodu z praček a myček nádobí, zisky energie jsou značné. Součet úspor energie prostřednictvím centrální rekuperace v kombinaci s úsporami pitné vody díky zpětnému využití šedé vody také **výrazně zkracuje návratnost** investice, jak je vidět v tabulce č. 4 (kapitola 8.4).

6. ŠEDÁ VODA V OBLASTI ENVIRONMENTÁLNÍCH CERTIFIKACÍ

6.1 ENERGETICKÉ VYUŽITÍ ŠEDÝCH VOD

Energetické využití šedých vod zlepšuje hodnocení budov v systémech hodnocení udržitelnosti budov. Nejedná se obvykle o samostatnou oblast, kterou by certifikace hodnotily, ale přínos energetického využití šedých vod se projeví v úspoře energie a s tím spojených emisí CO₂. Dále je uveden výpis kapitol tří nejrozšířenějších certifikací v ČR (BREEAM, LEED, SBTToolCZ).

BREEAM International New Construction V6 (BINC)

- Ene 01 Reduction of energy use and carbon emissions
 - Energetické využití šedých vod přináší úsporu energie, která se projeví lepším hodnocením v této kategorii. Hodnotí se výpočtem dle metodiky pro výpočet energetické náročnosti dle národní legislativy (v ČR se jedná o Průkaz energetické náročnosti budovy – PENB) a srovnává se následně s referenční BREEAM budovou.

BREEAM In-Use V6 (BIU)

Certifikace BREEAM In-Use hodnotí stávající budovy a má dvě části, které mohou být hodnoceny samostatně, jedná se o hodnocení samotné budovy (Asset Performance – Part 1) a hodnocení správy budovy (Management Performance – Part 2).

- Ene 12 Local energy performance asset rating (Part 1)
 - Princip hodnocení je založený na srovnání vypočtené a referenční budovy dle hodnot z Průkazu energetické náročnosti budovy (PENB). Aby se hodnocení energetického využití odpadních vod projevilo, musí být již zohledněno v PENB, který se dokládá k certifikaci. V případě že toto v PENB zahrnuto není, lze zpracovat nový PENB se zahrnutím realizovaného energetického využití šedých vod.
- Ene 19 Energy consumption (Part 2)
 - Hodnocení je založeno na reálné historické spotřebě budovy, energetické využití šedých vod má tedy přímý vliv na výslednou měrnou spotřebu energie vztahenu na plochu hodnocené budovy.

- Ene 24 Reduction of carbon emissions (Part 2)
 - V této kapitole lze získat tzv. Exemplary kredity, které se udělují při významné úspoře emisí CO₂ svázaných se spotřebou energie v budově. Podmínkou je průměrný meziroční pokles emisí CO₂ během posledních 3 let o minimálně 5 % (další úroveň je 10 % resp. 15 % průměrné roční úspory). Samotné energetické využití šedých vod nemusí zaručit takový pokles spotřeby energie, může k tomuto však přispět v souběhu s dalšími realizovanými opatřeními.

LEED for Building Design and Construction v4.1 (LEED BD+C)

- Optimize Energy Performance
 - Jsou možné tři postupy hodnocení energetické náročnosti budovy. Obvykle se zpracovává komplexní energetický model s využitím tzv. dynamické simulace, který umožňuje získat nejvyššího počtu kreditů. Na rozdíl od BREEAM se nevychází z národní legislativy, ale energetická náročnost budovy je stanovena dle americké normy ASHRAE 90.1 a následně srovnána s energetickou a emisní náročností referenční budovy stanovené opět dle této normy.

LEED for Operations and Maintenance (LEED O+M)

- Energy Performance
 - Hodnocení je založeno na reálné historické spotřebě budovy, energetické využití šedých vod má tedy přímý vliv na výslednou měrnou spotřebu energie, a tedy i emise CO₂ vztažené na plochu hodnocené budovy a na počet uživatelů budovy. Spotřeba se dále normalizuje dle klimatických podmínek a časového využití v daném roce. Výsledné hodnoty měrné spotřeby energie a měrných emisí CO₂ se porovnávají s hodnotami pro obdobný typ budovy s vysokou energetickou účinností.

SBToolCZ

Český certifikační systém má mírně odlišný přístup k hodnocení a používá víc environmentálních kritérií k hodnocení úspory energie, kterou přináší energetické využití šedých vod. Konkrétně se jedná o tato kritéria závislá na spotřebě energie a porovnává je s předem daným benchmarkem tzv. kritériálními mezemi:

- Spotřeba primární energie
- Potenciál globálního oteplování
- Potenciál okyselování prostředí
- Potenciál eutrofizace prostředí
- Potenciál ničení ozonové vrstvy
- Potenciál tvorby přízemního ozonu

6.2 HOSPODAŘENÍ S VODOU

Zpětné využití šedé vody zlepšuje hodnocení budov v systémech hodnocení udržitelnosti budov. Dále je uveden výpis kapitol týkajících se využití šedé vody tří nejrozšířenějších certifikací v ČR (BREEAM, LEED, SBToolCZ).

BREEAM International New Construction 2016 (BINC)

- Wat 01 Water consumption
 - Cílem kreditu je úspora vody v budově, kterou je možné dosáhnout jak použitím úsporných armatur, tak právě i využitím šedé nebo dešťové vody. Důraz je kladen na prvotní minimalizaci spotřeby, takže započítání šedé vody může být provedeno až poté, co jsou aplikované úsporné armatury.
 - Započítat jako úsporu lze tu šedou vodu, která je v budově účelně využita, za co se typicky považuje voda pro splachování WC, pisoárů, ale např. i pro prádelny v hotelech a ubytovacích zařízeních. Naopak jako úsporu nelze považovat využití šedé či dešťové vody pro zalévání trávníků nebo dekorativní zeleně, protože cílem jiné části certifikace je minimalizace potřeby zalévání vhodnou skladbou zeleně.
 - Výpočet hodnocení probíhá v kalkulačce, kde je komplexně hodnocena procentuální úspora navržené kombinace úsporných armatur a využití šedých a dešťových vod oproti referenční budově.

BREEAM In-Use V6 (BIU)

Certifikace BREEAM In-Use hodnotí stávající budovy a má dvě části, které mohou být hodnoceny samostatně, jedná se o hodnocení samotné budovy (Asset Performance – Part 1) a hodnocení správy budovy (Management Performance – Part 2).

- Wat 10 Reducing utility supplied water consumption (Part 1)
 - Je hodnoceno využití odpadní šedé vody a dešťové vody ale je možné započítat i úsporu využitím černé vody. Splnění podmínek se na rozdíl od hodnocení v systému BINC a BIU Part 2 nehodnotí přesným výpočtem, ale je splněno tím, že systém je v budově použitý a dochází k adekvátní úspoře vody z vodovodního řádu.
- Wat 12 Water recycling (Part 2)
 - V rámci Part 2, tedy hodnocení správy budovy již je potřebné zadat konkrétní naměřenou hodnotu úspory vody v m³ sumárně za šedou, případně i černou a dešťovou vodu. Hodnocena je procentuální úspora z celkové spotřeby vody v budově a jedním bodem je ohodnocena úspora 5-15 %, plným počtem 2 bodů v tomto kritériu úspora ≥ 15 %.

LEED for Building Design and Construction v4.1 (LEED BD+C)

- Indoor Water Use Reduction
 - Cílem kreditu je úspora vody v budově, kterou je možné dosáhnout jak použitím úsporných armatur, tak právě i využitím šedé vody, nebo jiným zdrojem, než je voda z vodovodního řádu.
 - Je hodnocena procentuální úspora oproti referenční budově a kombinací úsporných armatur a případně šedé/dešťové vody musí být dosažena úspora min. 20 % jako tzv. Prerequisite, tedy podmínka, aby mohla budova získat certifikaci LEED jako takovou. Úspora nad 25 % je bodována progresivně až po úsporu 50 %, za kterou je možné získat plný počet kreditů (pro shell and core je plný počet za 40 % úsporu a pro školy, komerci, zdravotnictví za 45 % úsporu).

LEED for Operations and Maintenance (LEED O+M)

- Water Performance
 - Hodnocení je založeno na reálné historické spotřebě vody v budově. Spotřeba se dále normalizuje dle provozních podmínek, tedy počtu osob a časového využití v daném roce. Výsledné hodnoty měrné spotřeby vody se porovnávají s hodnotami pro obdobný typ budovy s vysokým hodnocením LEED a je uděleno bodové hodnocení. Vstupem musí být naměřené hodnoty spotřeby pitné vody za jeden rok minimálně v měsíčním intervalu. Minimální požadované skóre je 40 ze stupnice 1-100.

SBToolCZ

Přístup k hodnocení se liší v závislosti na použití manuálu certifikace pro administrativní budovy, bytové domy a školské budovy.

- Spotřeba pitné vody pro bytové domy
 - Využití šedé splaškové vody tj. přečištěné vody z praní, mytí a sprchování, je hodnoceno dle způsobu úpravy a následného využití. Za využití šedé vody k údržbě okolí budovy (zalévání zahrady, mytí auta, úklid venkovních ploch, aj.) je možný zisk 2 kreditů pokud je šedá voda akumulována a využita pro provoz budovy (splachování WC, úklid, praní), je možný zisk 3 kreditů. Kredity se mohou sčítat.
- Spotřeba pitné vody pro administrativní budovy
 - Hodnotí se spotřeba pitné vody v m³/osobu/rok a porovnává se s tabulkovou referenční hodnotou. Spotřeba nad 18 m³/osobu/rok je hodnocena nulovým počtem kreditů, nižší spotřeba je pak postupně hodnocena až do hodnoty $\leq 9,9$ m³/osobu/rok za plný počet 6 kreditů.
 - Další kredity je možné získat za použití šedých/dešťových vod pro zavlažování, nebo pokud je ≥ 50 % přečištěné šedé vody použito v rámci budovy.
- Využití šedé vody v školských budovách
 - Šedá voda je využívána k údržbě okolí budovy (zalévání zahrady, údržba hřiště, úklid venkovních ploch, aj.) je ohodnocena 2 kredity
 - Šedá voda je využívána pro provoz budovy (splachování WC, úklid) je ohodnocena 2 kredity.
 - Kredity je možné sčítat.

7. MOŽNOSTI PODPORY

7.1 PRÁVNÍ ASPEKTY VYUŽITÍ ŠEDÉ VODY

Využití šedé vody v nových budovách se zapracuje do projektové dokumentace a projde stavebním řízením společně s celým projektem. V případě zavedení systému ve starších budovách není stavební povolení nebo ohlášení nutné, pokud se nebude zasahovat do konstrukce stavby, měnit její vzhled, způsob užívání, anebo nejde o kulturní památku. Bude-li šedá voda používána jen ke splachování a následně se dostávat do kanalizace, není třeba žádné další povolení. Složitější je její potenciální využívání například pro zavlažování.

Šedá i bílá voda patří z pohledu vodního zákona mezi tzv. odpadní vody. Využití ve venkovním prostředí bude z pohledu vodního zákona znamenat vypouštění odpadních vod do vod podzemních. K tomu je nutný hydrogeologický posudek a povolení vodoprávního úřadu (viz § 8 odst. 1 písm. c) a § 38 odst. 5 a n. vodního zákona.). Úřady pak mohou postupovat dvojím způsobem:

1. žadatel nechá zpracovat hydrogeologický posudek, který prokáže, že nehrozí průsak do spodních vod.
2. vodoprávní úřad věc posuzuje jako by průsak do spodních vod nastal automaticky a věc posuzuje jako skutečné vypouštění odpadních vod do vod podzemních. Na tento způsob uvažování upozornil návrh na změnu zákona o vodách z roku 2019. Tento návrh stanovuje, že pokud by voda (odpadní nebo srážková) splňovala normu ČSN 757143 (Jakost vod. Jakost vod pro závlahu), nebyla by považována za odpadní vodu. Tudíž by k jejímu vypouštění nebylo třeba povolení k vypouštění odpadních vod.

Podle metodického pokynu Ministerstva životního prostředí se za vypouštění odpadních vod považuje i jejich rozstřík na povrch, praxe vodoprávních úřadů se pak může lišit. Nedokonalé pročištění šedé vody může mít zdravotní i ekologická rizika. Pro účely zavlažování je proto jednodušší i bezpečnější využívat jímanou vodu dešťovou.

Nově dochází ke změně, kdy zákon č. 544/2020 Sb. (vodní zákon), **v části šesté novelizuje zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví, kdy se v § 3 odst. 7 zákona definuje tzv. užitková voda a upravuje se její využití** (též v §§ 5, 84 a 108) s účinností od 1. 1. 2022

„(7) Užitkovou vodou se rozumí srážková nebo šedá voda, která je upravena a hygienicky zabezpečena. Šedou vodou se rozumí odpadní voda z umyvadel, sprch a van. Užitkovou vodu lze využít pro splachování toalet a pisoárů, praní, úklid, mytí vozidel, závlahu, vodní prvky nebo kropení komunikací. Prováděcí právní předpis určí vyžadovanou míru úpravy a hygienického zabezpečení a způsob jeho prokázání.“

(též Zákon č. 258/2000 Sb. ve znění k 1. 1. 2022¹⁶)

Lze očekávat, že prováděcí předpisy budou vycházet z nově schválené druhé části normy ČSN EN 16941-2 (756781) Zařízení pro využití nepitné vody na místě – Část 2: Zařízení pro využití čištěné šedé vody. Byla vydána 1. srpna 2021 a jsou v ní specifikovány požadavky a doporučení pro navrhování, dimenzování, instalaci, označování, uvádění do provozu a údržbu zařízení pro využití čištěné šedé vody na místě jako náhrady vody pitné (nepitná, resp. užitková voda).

7.2 DOTACE

Klíčovým a komplexním dotačním programem hospodaření s energií a vodou v budovách pro bydlení se nově stává Nová zelená úsporám SFŽP. Do roku 2030 rozdělí z evropských i národních zdrojů dotace v minimální výši 39 miliard korun. O dotace budou moci zcela nově žádat i majitelé bytových domů mimo Prahu, kteří dosud žádali v Integrovaném regionálním operačním programu (IROP) nebo majitelé rekreačních objektů, v nichž trvale žijí. Další významnou novinkou je sloučení Nové zelené úsporám s Dešťovkou, dotačním programem zaměřeným na hospodaření s dešťovou a šedou vodou. Dotace může uspořit až 50 % z celkových způsobilých výdajů a její výhodou je jednoduchost a variabilita.

„Naším cílem je zahrnout dotace pro úsporné bydlení pod jeden program, ze kterého budou moci majitelé rodinných i bytových domů čerpat finance na opatření, která jim uspoří náklady za energie, ale pomohou jim i s adaptací na

¹⁶ <https://www.sfzp.cz/tiskove-centrum/tiskove-zpravy/detail-tiskove-zpravy/?id=154>

probíhající změny klimatu. V praxi to bude fungovat tak, že v rámci jedné žádosti bude moci žadatel zkombinovat různá opatření, od zateplení, přes výměnu kotle, instalaci fotovoltaiky až po pořízení nádrže na dešťovou vodu. Vyřízení dotace se tím výrazně zjednoduší a urychlí, za kombinaci více opatření bude možné navíc získat zajímavé bonusy," vysvětluje ministr Richard Brabec.¹⁷

Podniky mohou využít dotace z Modernizačního fondu, např. v programu 7. ENERGov – Energetická účinnost ve veřejných budovách a infrastruktuře, jenž zahrnuje nejen energetické úspory (tepelná čerpadla, rekuperace z šedé vody), ale i zvýšení adaptability budov na změnu klimatu.¹⁸

Na specifikaci dotací OPŽP pro roky 2021-2027 se ještě čeká (program byl v červnu 2021 schválen EP). Protože pravidla jsou upravena v evropských nařízeních, není nutné přijímat zvláštní národní legislativu. Program poskytne celkovou podporu přibližně 2,3 mld. eur, tj. přes 60 mld. Kč. Návrh ve znění z 3. 8. 2021 může ještě doznat změn – tato verze je určena pro vyhodnocení dopadů na životního prostředí (SEA) a vyjednávání s Evropskou komisí, ale zatím se využití šedé vody týká Specifický cíl 1.3 – „realizace opatření ke zpomalení odtoku, pro vsak, retenci a akumulaci srážkové vody vč. jejího dalšího využití; realizace zelených střech; opatření na využití šedé vody; opatření pro řízenou dotaci podzemních vod“.¹⁹

¹⁷ <https://2030.novazelenausporam.cz/tiskova-zprava/10>

¹⁸ <https://www.sfzp.cz/dotace-a-pujcky/modernizacni-fond/programy/>

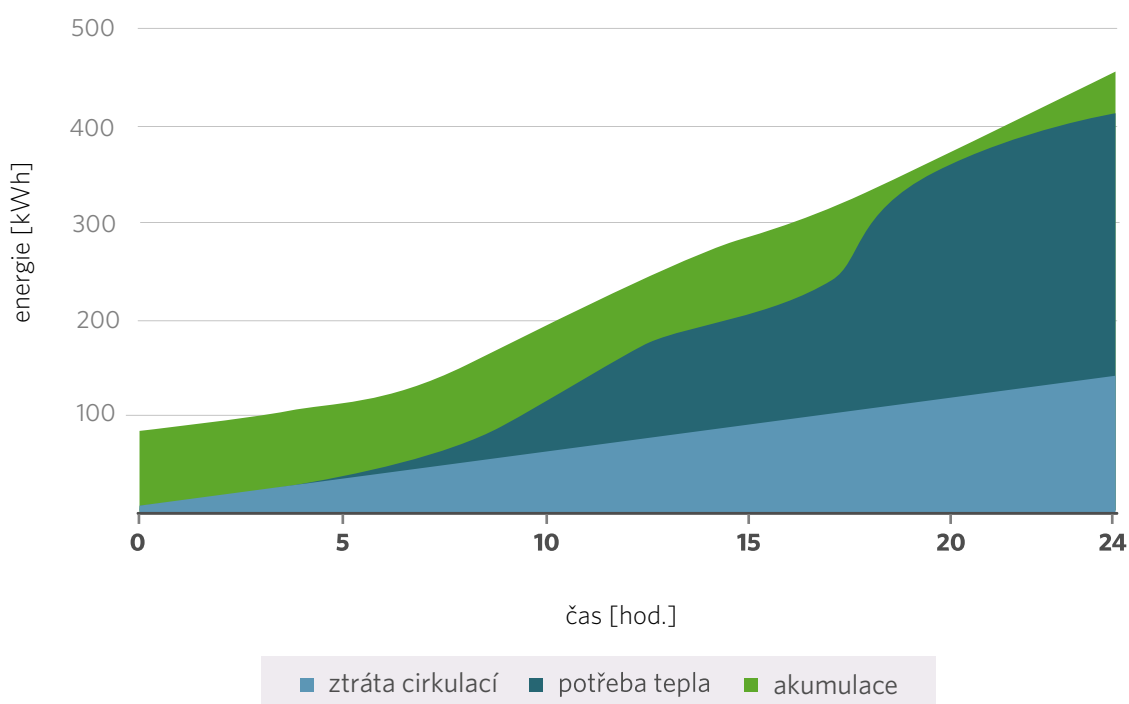
¹⁹ https://www.opzp.cz/files/documents/storage/2021/08/04/1628081574_PD_OPZP%202021-2027_verze_0.5.5_cistopis.pdf

8. EKONOMIKA SYSTÉMŮ NA VYUŽITÍ ŠEDÉ VODY - PŘÍPADOVÉ STUDIE

8.1 VYUŽITÍ TEPELNÉHO ČERPADLA V BYTOVÉM DOMĚ

Pro bytový dům s 25 byty uvažujeme špičkovou spotřebu teplé vody 5,1 m³/den (25 bytů x 2,5 os./byt x 82 l/os.*den viz graf křivky odběru) a průměrnou spotřebu 2,5 m³/den (25 bytů x 2 os./byt x 50 l/os.*den). Tomu odpovídá akumulace teplé vody 1,5 m³ s nabíjecím výkonem 20 kW. Pro novostavbu, kde je ztráta v cirkulaci teplé vody uvažována 50 % pak platí, že spotřeba tepla pro přípravu TV je 65,3 MWh/rok.

Vhodné tepelné čerpadlo o výkonu 20 kW pro W20/W55°C má COP 3,4. Pro výrobu 100 % daného množství teplé vody potřebuje tedy 19 MWh/rok elektřiny a 46,3 MWh/rok odpadního tepla z šedé vody. Průměrný denní odtok šedých vod 4,8 m³/den (25 bytů x 2 os./byt x 96 l/os.*den), splaškových pak 1,2 m³/den. Pokud uvažujeme průměrnou teplotu šedých vod 20 °C, po ochlazení 5 °C, pak je energetický potenciál 31 MWh/rok, tzn. 70 % celkového požadavku.



Obrázek 12: Odběrová křivka pro bytový dům - 25 bytů

V bytovém domě lze tedy uvažovat energetické využití šedých vod pro přípravu teplé vody maximálně ze 70 % a zbylých 30 % je nutné pokrýt jiným zdrojem. Porovnáme-li centrální zásobování teplem = CZT (65,3 MWh/rok) a kombinaci 70 % TČ (spotřeba elektřiny 13,8 MWh/rok) a 30 % CZT (19,8 MWh/rok), pak je prostá návratnost investice 9 let (viz tabulka níže).

| VARIANTA | CZT | TČ | INVESTICE | PROVOZ | NÁVRATNOST |
|----------------|----------|----------|------------|----------------|------------|
| 100 % CZT | 65,3 MWh | 0 MWh | 320 tis.Kč | 171 tis.Kč/rok | |
| 70 %TČ+30 %CZT | 19,8 MWh | 45,5 MWh | 650 tis.Kč | 134 tis.Kč/rok | 9 let |

Tabulka 1: Ekonomické hodnocení přípravy TV s využitím CZT, TČ a energie šedých vod

8.2 ZPĚTNÉ VYUŽITÍ ŠEDÉ VODY PRO SPLACHOVÁNÍ WC A PISOÁRŮ OBCHODNÍ AKADEMIE ČESKÁ LÍPA

Název stavby: Obchodní akademie, Česká Lípa

Místo stavby: nám. Osvobození 422, Česká Lípa

Stavebník: Obchodní akademie, Česká Lípa a Liberecký kraj

Zprovoznění: září 2021

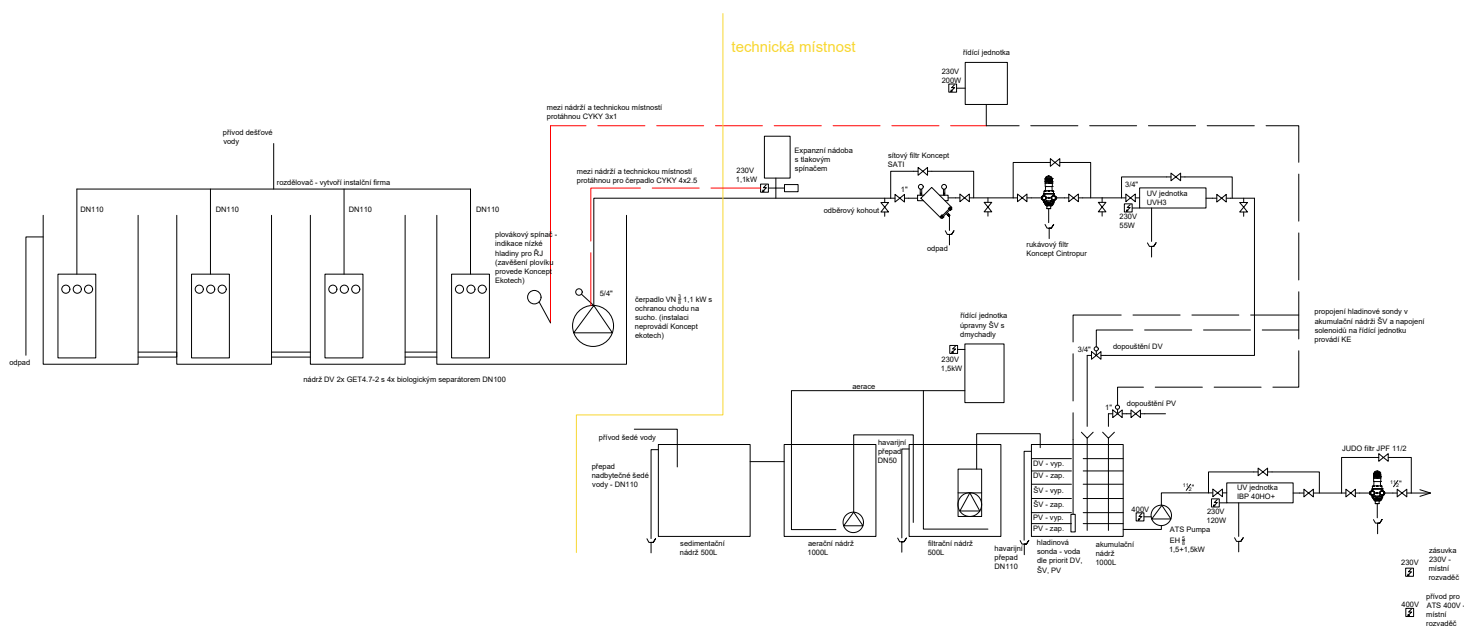
Obchodní akademie Česká Lípa je střední škola zřizovaná Libereckým krajem. Kapacita školy je 480 žáků.

V roce 2020 škola získala nejvyšší ocenění odborné poroty v soutěži pasivních domů a domů s velmi nízkou energetickou náročností Úsporný dům 2019 za „unikátní systém vzduchotechniky, využívání odpadního tepla a instalaci vzduchotechniky, která nenarušuje vnitřní prostory historické budovy školy“.

Již v květnu 2019 byly zahájeny projekční práce na projektu využívání dešťové a šedé vody pro splachování, který tak navázal na předchozí oceněnou akci.

Celková spotřeba vody ve škole je 600-650 m³/rok, tj. 2,6-2,8 m³/den. Z toho cca 60 % se spotřebuje na splachování WC a pisoárů. Objekt školy je velice rozlehlý, proto bylo nutné zvažovat, které zařizovací předměty budou do systému zapojeny a které nikoli. Dalším faktorem byly prostorové možnosti této historické budovy.

Zdrojem šedé vody je tedy nakonec 27 umyvadel a 2 sprchy, tj. cca 1 m³/den. Toto množství však nepokryje potřebné množství vody na splachování 29 WC a 10 pisoárů. Proto je systém šedé vody doplňován upravenou dešťovou vodou ze střech, která se akumuluje v nádržích s celkovou kapacitou 18,8 m³ umístěných v zemi pod školním dvorem. Součástí je nádržový systém (filtrace, zklidněný nátok, biodegradace) i záloha na dopouštění pitné vody. Hygienicky je takto získaná užitková voda zabezpečena UV výbojkami. Celý systém je automaticky řízen.



Obrázek 13: Technické řešení

8.3 ZPĚTNÉ VYUŽITÍ ŠEDÉ VODY PRO SPLACHOVÁNÍ V OBJEKTU BOTANICA - VIDOULE K3/K4

Název stavby: Botanica – Vidoule K3/K4

Místo stavby: Pekařská ulice, Praha 5 – Jinonice

Stavebník: Skanska, a.s.

Termín realizace:

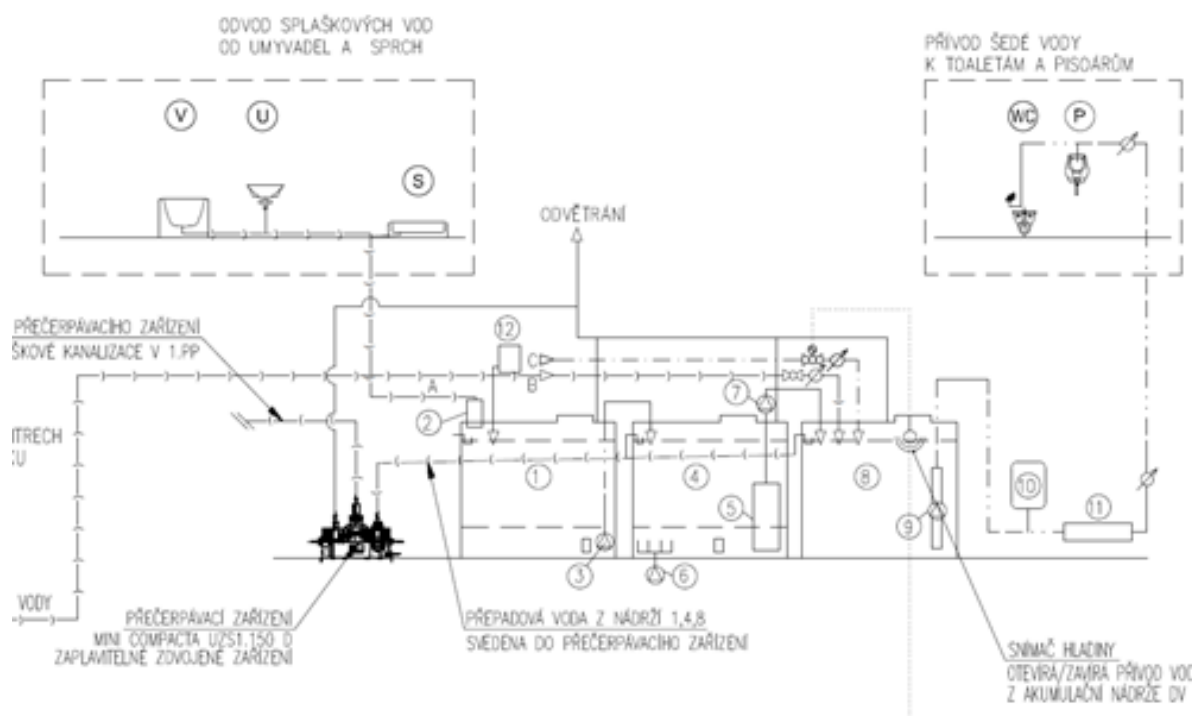
Zahájení: srpen/2016 – montáž nádrží

Dokončení: únor/2017 – montáž a zprovoznění technologie

Zadání:

| | | |
|--|---------------------------|--------------------|
| Počet bytových jednotek | 99 | |
| Počet osob | 238 | |
| Předpokládané množství odpadní vody (l/os.*den) | 106 | |
| Předpokládaná produkce odpadních vod/den | 25,23 m ³ | 106 * 238 = 25.228 |
| Předpokládaná produkce odpadních vod/rok | 9,209 m ³ | 365 * 25,23 |
| Předpokládané množství šedých vod k využití/rok | 4,328 m ³ | 9.209 * 0,47 |
| Předpokládaný objem šedých vod na splachování WC (l/os.*den) | 25 | |
| Předpokládané objem šedé vody na splachování WC/rok | 2,172 m ³ | 25 * 238 * 365 |
| Předpokládaný objem šedé vody na splachování WC/den | 5,95 m³ | 2172/365 |

Tabulka 3: Vstupní parametry



Obrázek 14: Technické řešení

Provoz:

V projektu Botanica K bylo v roce 2018 znovu využito 26 % z celkové spotřeby pitné vody. V konkrétních hodnotách to znamená, že z celkového nátoky pitné vody do domu o objemu 4.834 m³ bylo pro splachování WC recyklováno 1.241 m³ šedé vody, tj. 1,241.000 litrů. Takový objem vody by byl spotřebován při každodenním napouštění vany o 150 litrech po dobu 22,5 let. Ušetřená pitná voda představuje 75 plných cisteren, každá o objemu 16 m³. Z celkové produkce šedé vody bylo pro splachování WC znovu využito 53,10 % a podíl produkce ŠV z celkového nátoky pitné vody do domu činí 48,30 %.²¹



Obrázek 15: Technická místnost pro úpravu vody

8.4 KOMBINACE CENTRÁLNÍ REKUPERACE TEPLA A ZPĚTNÉHO VYUŽITÍ ŠEDÉ VODY

Následující ukázka zahrnuje ekonomické vyhodnocení systému centrálního zpětného využití šedé vody a tepla z ní. Uvažujeme bytový dům s produkcí 2.000 m³ využitelné šedé vody za rok.

| | |
|---------------------------------------|------------------------|
| cena úpravy šedé vody (vč. rozvodů) | 1.500.000 CZK |
| cena centrálního výměníku | 450.000 CZK |
| cena komplexního systému | 1.950.000 CZK |
| cena vody | 100 CZK/m ³ |
| cena energie | 5 CZK/kW |
| úspory nákladů na pitnou vodu | 120.000 CZK/rok |
| úspory nákladů na energie | 380.000 CZK/rok |
| úspory komplexního systému | 500.000 CZK/rok |
| návratnost komplexního systému | 3,9 roku |

Tabulka 4: Vstupní parametry

²¹ <https://reality.skanska.cz/seda-voda>

Jak centrální rekuperace tepla z šedé vody, tak systém na zpětné využití upravené šedé vody vyžadují dvojí kanalizační rozvody. Proto se rozhodně vyplatí uvažovat o instalaci obou těchto systémů společně.

8.5 REKUPERACE TEPLA Z ŠEDÉ VODY ZE SPRCH V KRYTÉM BAZÉNU V TRUTNOVĚ

Název stavby: Krytý bazén Trutnov

Místo stavby: Na Lukách 432, 541 01 Trutnov

Provozovatel: MEBYS Trutnov s.r.o.

Zprovoznění: 2015

Denní návštěvnost bazénu je cca 225 osob. Provoz bazénu je 320 dní v roce. Průměrně je současně používáno 8 sprch, průměrná doba sprchování jsou 4 minuty.

Odpadní voda ze sprch o teplotě cca 30 °C prochází rekuperačním výměníkem („trubka v trubce“) a ohřívá studenou vodu z 10 °C na 20-22 °C. Tato přehřátá voda se v bojleru dohřívá na 60 °C. Teplota vody ve sprše je 38 °C.

Zařízení pro rekuperaci je umístěno o podlaží níže, pod veřejnými sprchami, ve vzdálenosti do 10 m od sprch. Skládá se z osmi rekuperačních trubec. Průtočná kapacita je 160 l/min, průměrné množství odpadní vody v reálném provozu je cca 100 l/min.

Účinnost zařízení je cca 67 %, úspora energie je cca 35 %. To znamená, že ročně se uspoří cca 36 000 kWh energie a 20 000 kg CO₂. Návrh investice byla propočtena na 5 let.

Po 4 letech bezúdržbového provozu se ucpal rozdělovač vlasů. Provozovateli bylo doporučeno pravidelné čištění po 2 letech.



Obrázek 16: Rekuperační výměník

8.6 SYSTÉM ZPĚTNÉHO ZÍSKÁVÁNÍ TEPLA ZE ŠEDÉ VODY A JEJÍ VYUŽITÍ V OBJEKTU ŠKOLY

Název stavby: Rekonstrukce budovy školy Českobrodská 362/32a, Praha 9

Místo stavby: Českobrodská 362/32a, 190 00 Praha 9 - Hrdlořezy

Stavebník: Střední škola - Centrum odborné přípravy technickohospodářské Poděbradská 179, 190 00 Praha 9

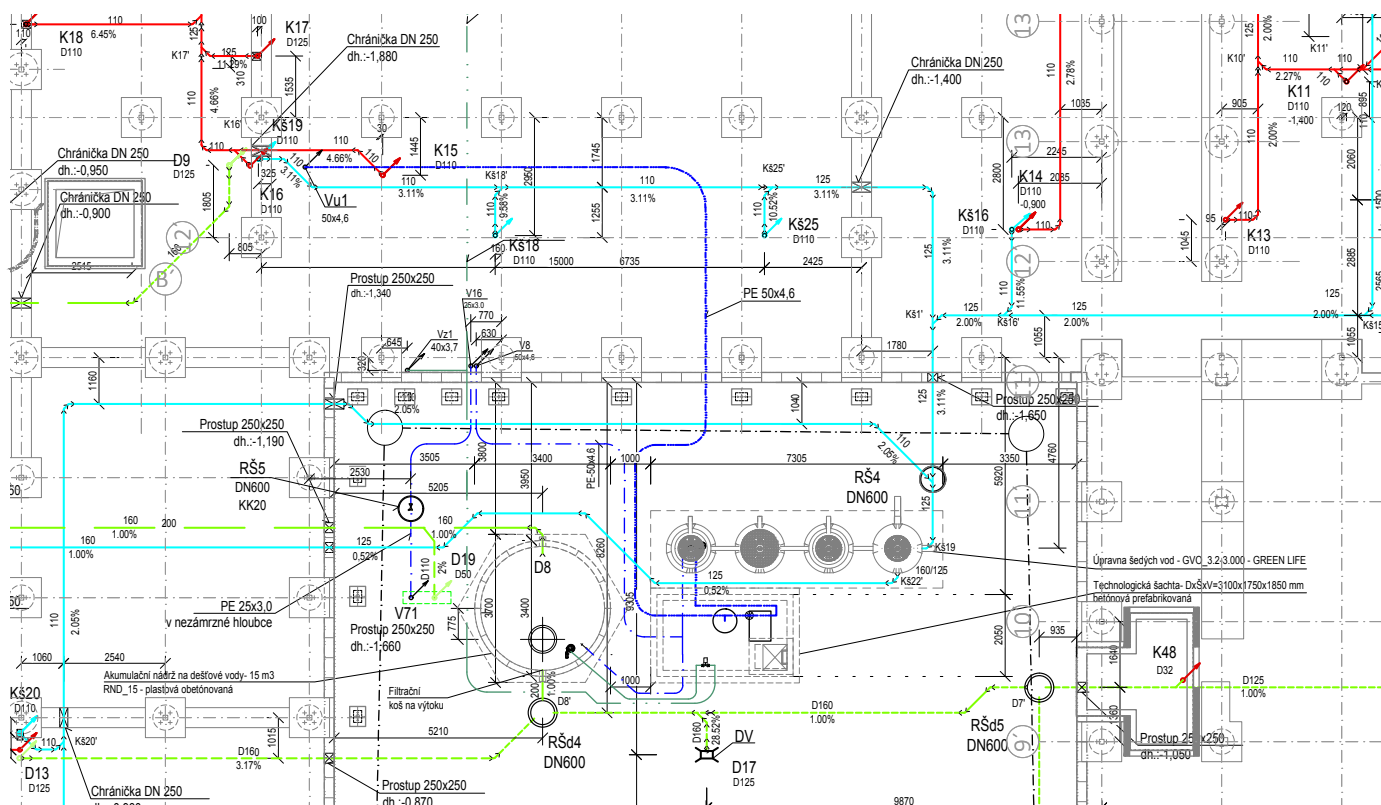
Zprovoznění: 2022

Z provozu sprch v hygienickém prostoru pro tělocvičnu se bude zpětně získávat teplo z odpadové šedé vody, která se bude akumulovat v zásobníku umístěném pod podlahou. Jedná se o zásobníkový systém zpětného získávání tepla, kdy je v akumulační nádrži umístěn trubkový výměník, přes který proudí přívod studené vody buď do zásobníků teplé vody nebo přímo do zařizovacího předmětu na straně studené vody. Tento systém bude sloužit pro předeřhřev studené vody na přívodu do zásobníků teplé vody.

Odpadní potrubí vedoucí do rekuperační jednotky bude izolováno PU pěnou o tloušťce 19 mm. Připojení studené vody do rekuperační jednotky je DN 20, výstupní potrubí povede ke sprchám, ve kterých se bude využívat předeřhřátá studená voda v kombinaci s teplou vodou smíchaná v termostatické baterii. Účinnost rekuperace je v energetické bilanci uvažována na úrovni 60 %. Pro měření zisků bude sloužit sdružené el. měřidlo množství průtoku, teplot na vstupu a výstupu s údaji o množství získané energie, umístěné v technické místnosti a napojené na centrální systém MaR.

Šedá voda se bude v objektu využívat pro splachování záchodů a pisoárů. Jde o užitkovou vodu, která se bude získávat z umyvadel a sprch. Odpadní šedá voda bude vedena samostatným potrubím do sběrných nádrží v atriu o celkovém objemu 3 000 l.

Na pozemku bude provedena kopaná studna, pro doplňování nádrží s dešťovou vodou, tak se šedou vodou.



Obrázek 17: Ukázka odděleného potrubí pro odpadní vody v půdoryse základů

LEGENDA SPLAŠKOVÉ KANALIZACE

- >—>—> STÁVAJÍCÍ AREÁLOVÁ SPLAŠKOVÁ KANALIZACE
- >—>—> STÁVAJÍCÍ AREÁLOVÁ DEŠŤOVÁ KANALIZACE
- >—>—> STÁVAJÍCÍ VNITŘNÍ VODOVOD
- >—>—> STÁVAJÍCÍ DRENÁŽ
- >—>—> SVODNÉ POTRUBÍ SPLAŠKOVÉ KANALIZACE, MATERIÁL PVC - KG, SN 4
- >—>—> SVODNÉ POTRUBÍ ŠEDÉ ODPADNÍ VODY, MATERIÁL PVC - KG, SN 4
- >—>—> SVODNÉ POTRUBÍ TUKOVÉ ODPADNÍ VODY, MATERIÁL PVC - KG, SN 4
- >—>—> SVODNÉ POTRUBÍ DEŠŤOVÉ KANALIZACE, MATERIÁL PVC - KG, SN 4
- >—>—> VODOVODNÍ POTRUBÍ, PE 100



Obrázek 18: Instalace úpravy šedé vody

8.4 MOŽNÉ ENERGETICKÉ ZISKY PŘI INDIVIDUÁLNÍ REKUPERACI

Ukázka energetických zisků pro systémy s individuálními horizontálními výměníky.

| Průtok sprchové hlavice | Instalační varianta A | |
|-------------------------|-----------------------|--------------|
| | Účinnost | Zisk energie |
| 5.8 L/min | 32.5 % | 4.0 kWh |
| 9.2 L/min | 31.1 % | 6.0 kWh |
| 12.5 L /min | 28.5 % | 7.5 kWh |

Tabulka 2: Zisk energie pro různé typy sprchových hlavice

Účinnost měřena v laboratoři za podmínek:

- teplota studené vody min. 8 °C
- teplota na výstupu ze sprchové hlavice 40 °C
- teplota odpadní vody max. 39 °C

Průměrná návratnost je 4 roky bez dotace, 2 roky s dotací Nová zelená úsporám (vypočteno pro 4 osoby, použití sprchy 1x denně/os., doba sprchování 5 minut, průtok sprchovou hlavice 9 l/min).

Výměník lze montovat pod sprchovou vaničku, k liniovému žlabu, pod vanu nebo k vpusti.



Česká rada pro šetrné budovy
www.czgbc.cz



MINISTERSTVO
PRŮMYSLU A OBCHODU

Publikace byla zpracována za finanční podpory Státního programu na podporu úspor energie
na období 2017-2021 – Program EFEKT 2 pro rok 2021