

Úvod	4
Zpětné využívání odpadních vod v domech pro bydlení.....	5
Likvidace odpadních vod	5
Rozdělení odpadních vod	5
Úprava a čištění odpadních vod	5
Zpětné využití šedé vody v hotelu v Krušných horách	6
Koncepte monitorování	6
Návrh systému.....	6
Ekonomická bilance.....	7
Projekt “Domovní rekuperace tepla z domovních odpadních vod za účelem zvýšení energetické účinnosti budov“	8
Vyhodnocení funkčnosti.....	8
Další možnosti rekuperace	10
Rekuperace tepla z kanalizace.....	10
Rekuperace tepla z kanalizace v kombinaci se zásobníkem s integrovaným výměníkem tepla	11
Výměníky na rekuperaci tepla z kanalizace v budově	12
Výměník tepla do odpadního potrubí	12
Sprchové vaničky s integrovaným výměníkem tepla	12
Rekuperační panely s výměníkem tepla z nerezové oceli	13
Rekuperace tepla z odpadní vody s akumulací nádrží splaškové vody s integrovaným výměníkem	14
Domovní a bytové rekuperační panely IVAR.BEE.....	15
Jak to funguje?	15
Varianta A: Předehřev studené vody pro okamžitou spotřebu	15
Varianta B: Předehřev studené vody kombinovaný se zásobníkem TV	16
Závěr	18
Možnost rekuperace v Nemocnici Rudolfa a Stefanie Benešov, a. s.	20
Možnost rekuperace v Domově seniorů a LDN GERIMED v Sedlci - Prčice.....	22
Zdroje	23

Rekuperace tepla z odpadní vody

Úvod

V domácnostech se spotřebovává nejvíce energie na vytápění, chlazení a přípravu teplé vody. Nízkoenergetické stavby s dokonalou izolací stěn a výplňových konstrukcí výrazně snižují spotřebu energie na vytápění a chlazení. Otázkou snižování energetické náročnosti budov tak zůstává snížení spotřeby energie na přípravu teplé vody.

V důsledku neustálé snahy o snižování spotřeby tepla v budovách bude procento energie používané na zásobování teplou vodou v následujících letech významně růst. Ohromné množství energie obsažené v odpadní vodě je obvykle bez jakéhokoliv využití vypouštěno do stokové sítě. V rámci snahy o dosažení evropských cílů v oblasti ochrany klimatu představuje rekuperace tepla z odpadních vod ohromný a prakticky nevyužívaný prostor pro vývoj energeticky úsporných ohřívacích systémů pro budovy.

Když jsem se touto problematikou začala zabývat, zjistila jsem, že od osmdesátých let dvacátého století využívají ústřední vytápěcí systémy v Německu, Švýcarsku a skandinávských zemích teplo z odpadních vod a to buď ve stokové síti, nebo na výtoku z čističek odpadních vod. Teplota odpadní vody je celoročně přibližně 10 až 15 °C (v létě může dosahovat až 20 °C). To tedy zaručuje dostačující zdroj tepla pro provoz tepelných čerpadel.

Ne vždy je však výhodné užití tepelných čerpadel, protože je s tím spojená velká investice.

Existují firmy, které dodávají i na náš trh rekuperátory, které jsou vhodné třeba i pro byty nebo rodinné domy a tepelné čerpadlo není potřeba.

Další možností se rýsuje opětovné využití přečištěné šedé vody.

Z ankety, kterou jsem provedla ve svém okolí, vyplývá, že tyto možnosti úspory nejsou zatím moc známé a proto jsem se o ně začala více zajímat.

Zpětné využívání odpadních vod v domech pro bydlení

Obytné domy produkují odpady, které musejí být pravidelně odstraňovány a likvidovány. Z celkové potřeby vody v domácnosti, minimálně dvě třetiny se spotřebují v koupelnách a WC.

K hospodářskému používání vody v objektech patří především úsporné používání vody, především nahrazením pitné vody v oblastech, kde je možné použít vody jiného původu. Pro rekreační objekty nebo rodinné domky, které mají vlastní splachovací a vyčerpávací systém a fungují bez přípojky vody, kanalizace a elektřiny lze využívat tzv. eko-toalety.

Likvidace odpadních vod

Lze likvidovat centrálně v čistírnách odpadních vod.

Druhým způsobem je likvidace decentralizovaně přímo v místě vzniku. Toto zneškodňování umožňuje netradiční nakládání a zacházení s odpadní vodou jako cennou surovinou, kterou lze využít a zpracovat na místě vzniku a následně ji zpětně využívat.

Rozdělení odpadních vod

Šedé vody jsou méně zatížené znečištěním, odtékají zejména z koupelen a neobsahují fekálie a moč. Po úpravě je lze využívat jako vodu provozní (tzv. bílou vodu) pro splachování záchodů, úklid a zalévání zahrad. Lze je dále rozdělit na neseparované – vody z kuchyní a myček, praček, umyvadel, van, sprch a ostatní šedé vody.

Černé vody jsou splaškové vody obsahující fekálie a moč. Jsou-li separované od ostatních odpadních vod (jsou tedy málo zředěné) lze je přeměnit na přírodní hnojivo a dále využívat. Černé vody dále dělíme na hnědé a žluté odpadní vody. Hnědé vody – fekálie, ty jsou tvořeny odpadními vodami z WC. Žluté odpadní vody – moč, tvořena dalšími oddělenými odpadními vodami ze záchodů.

Úprava a čištění odpadních vod

Metod pro úpravu a čištění těchto vod je celá řada a lze je rozdělit podle toho, jakým způsobem zacházejí s exkrementy.

Černé vody se buď přímo kompostují, nebo jen shromažďují, případně vysušují a kompostování probíhá jinde.

Jedna z nejvýhodnějších metod oddělení odpadních vod je způsob, kdy je voda mechanicky rozdělena na vody žluté, šedé a hnědé. Zařízení na separování žluté a hnědé vody jsou speciální klozetové mísy.

Šedé vody se čistí v několika stupních, nejdříve hrubou filtrací, následně filtrací s mechanicko-biologickým čištěním a nakonec sedimentací. Poté se ještě dezinfikují UV zářením a je možné je znovu použít v kvalitě na mytí i koupání.

Metody pro čištění jsou:

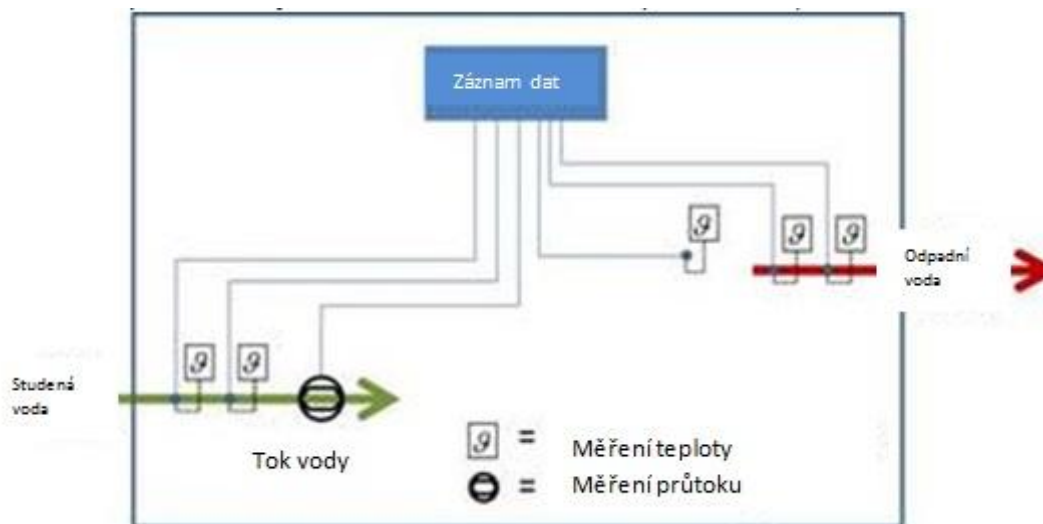
- fyzikálně-chemické – využívají mikrofiltrace a ultrafiltrace, eliminují znečištění optickými látkami a dezinfikují se UV zářením (jsou tedy účinnější)
- biologické – k rozkladu přispívají mikroorganismy nebo membránové bioreaktory

Zpětné využití šedé vody v hotelu v Krušných horách

Autorka si v této studii vybrala menší hotel v Krušných horách s jedním podzemním a čtyřmi nadzemními podlažními o celkové obytné půdorysné ploše 298 m². Hotelových jednotek je 16 a dva půdní byty. V těchto jednotkách se nachází vždy sociální zařízení, kde je umyvadlo, sprcha a WC.

Koncepce monitorování

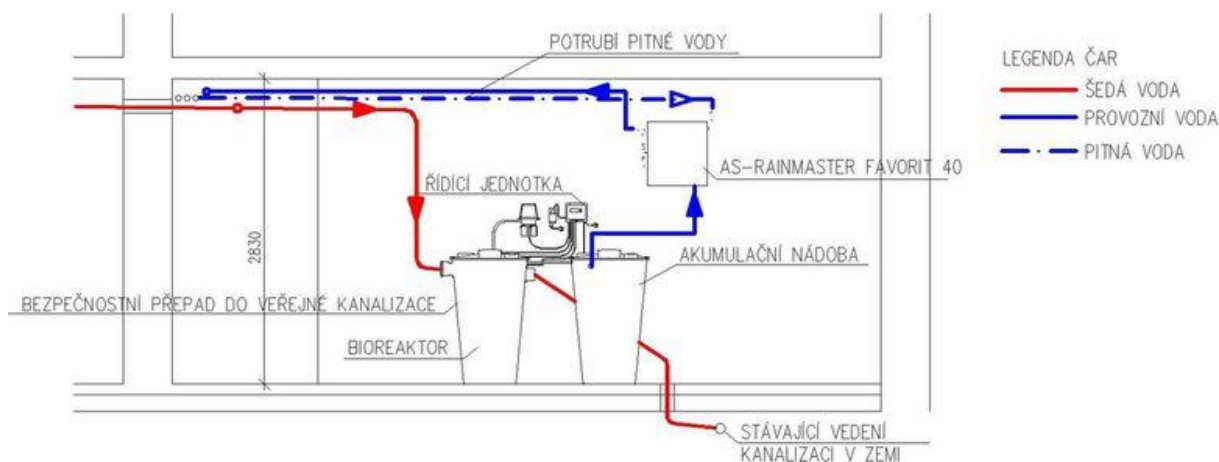
Za účelem stanovení energetického potenciálu toků odpadních vod bylo nutné ve sledovaných objektech měřit spotřebu studené pitné vody a teplotu odpadní vody. Teplota odpadní vody se měřila redundantně, na každém odtoku se nachází dvě tepelná čidla. Měřicí body se nacházely na hlavní stoce, za všemi interními stokami a před místem kde tok odpadní vody vtéká do stokové sítě.



Obrázek 1 - Koncepce monitorování

Návrh systému

Návrh systému byl stanoven na základě vyčíslených hodnot produkované a následně spotřebované vody. Čistírna na šedou vodu má dvě navzájem propojené nádoby, kde vyčištěná voda odtéká do akumulární nádoby, odkud je čerpána do systému rozvodu provozní vody. Maximální denní nátok vody je 1200 litrů šedé vody. Nadbytečná šedá voda je odvedena pomocí přepadu do veřejné kanalizace. Dále je k čistírně napojena automatická doplňovací tlaková stanice, která musí být připojena na vnitřní vodovod. Jednotka má v sobě zabudované čerpadlo, ovládání a integrovanou akumulaci pitné vody.



Obrázek 2 - Schematické zapojení jednotky

Ekonomická bilance

Jsou uvedeny investiční náklady na pořízení čistící jednotky šedé vody. Je zahrnuta cena materiálu, procentuálně různé typy spojů a další nezbytné věci k montáži potrubí, přibližná cena stavebních úprav a plat kvalifikovaných dělníků.

Tabulka č. 1 – Investiční náklady (Kč)

AS-GW/AQUALOOP 24 – Čistírna šedých vod pro 24 EO	144 500
AS-RAINMASTER FAVORITE	40 38 400
Vnitřní kanalizace (cca 34 m)	13 693
Vnitřní vodovod (136 m)	71 638
Investiční náklady celkem	268 231

Dále jsou uvedeny provozní náklady, tedy ceny za údržbu a chod čistícího systému. Jednoróčně je nutné provést výměnu lampy v zářiči a dvakrát za rok regenerovat membránový modul.

Tabulka č. 2 – Provozní náklady za rok (Kč)

Cena za energie za rok vztahující se k jednotce	584
Výměna lampy zářiče (kus)	1 500
Regenerace MBR modulu za rok	6 000
Provozní náklady celkem	8 084

Předpokládaná doba bez výměn v čistící jednotce je 12 let. Cena čerpadla se pohybuje kolem 3 000 Kč. Po této době je nutné čerpadlo vyměnit. Životnost doplňující automatické stanice je 20 let bez nutných zásahů. V této stanici se také musí vyměnit čerpadlo, které stojí také kolem 3 000 Kč.

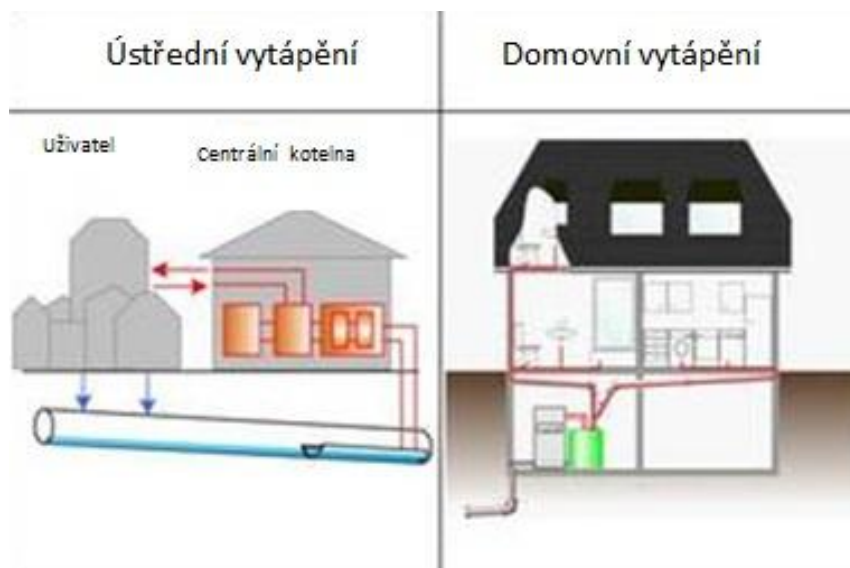
Projekt “Domovní rekuperace tepla z domovních odpadních vod za účelem zvýšení energetické účinnosti budov“

V rámci tohoto projektu podporovaného Německým ministerstvem dopravy, výstavby a městského rozvoje byla vytvořena analýza založená na měření energetického potenciálu odpadní vody v šesti budovách v Německu. Ukazuje na vysokou teplotní úroveň dosud široce nevyužívaného zdroje v podobě odpadní vody.

Monitorováno bylo šest objektů: rezidenční dům pro více rodin s 19 obyvateli ve městě Düren, další rezidenční dům pro více rodin s 49 obyvateli v městě Pforzheim, dvě studentské rezidence s 244 a 208 obyvateli, hotel se 150 pokoji a nemocnice s 348 lůžky ve městě Aachen.

Odpadní voda má průměrnou teplotu přibližně 21 až 26 °C. Na základě měření spotřeby pitné vody je odhadované množství odpadní vody v průběhu pracovního dne průměrně 113 až 133 litrů na den a osobu v rezidenčních budovách, 184 litrů na den a pokoj v hotelech a 327 litrů na den a lůžko v nemocnicích.

Využívání tepelné energie z odpadní vody zajišťované tepelnými čerpadly vede k vysokým sezónním topným faktorům umožňujícím ekonomický i ekologický provoz domovních systémů pro rekuperaci tepla. Za účelem zajištění účinnosti systému je nutné pravidelně odstraňovat biovrstvu narůstající na straně odpadní vody tepelného výměníku v důsledku nutriční bohatosti odpadní vody.



Obrázek 3 - Koncepty rekuperace tepla z odpadní vody

Vyhodnocení funkčnosti

Díky své vysoké teplotě lze odpadní vodu označit za ideální tepelný zdroj pro systém tepelného čerpadla.

Nádrž na odpadní vodu kompenzuje kolísající množství přitékající odpadní vody v průběhu dne a současně slouží jako místo instalace tepelného výměníku na straně kanalizace absorbujícího teplo z odpadní vody. Tepelné čerpadlo zajišťuje požadovaný vzestup teploty a distribuuje teplo do systému ohřevu teplé užitkové vody.

Z důvodu nutriční bohatosti odpadní vody představující médium očekáváme vytváření biologické vrstvy na všech kontaktních površích. Tvorba biologické vrstvy na tepelném výměníku na straně odpadní vody je obzvláště důležitým jevem, protože taková biologická vrstva se vyznačuje nízkou tepelnou vodivostí a výsledný izolační účinek může významně omezit tepelný přenos v tepelném výměníku. Tloušťka biologické vrstvy se obvykle pohybuje okolo 1 mm. Výskyt této vrstvy vyžaduje, aby byl tepelný výměník pravidelně jednou za den čištěn. Tepelná vodivost biovrstvy je 0,5 W/m.K.

Pro účinnost tohoto systému je klíčové omezit tvorbu biovrstvy. Například pomocí moderních automatických čistících metod.

Pro simulovaný systém byla vypočtena spotřeba dodané energie na ohřev teplé užitkové vody 991,2 kWh/osobu. Z toho tepelné čerpadlo poskytuje 475,5 kWh/osobu a plynový kotel 515,5 kWh/osobu. Tepelné čerpadlo zajišťuje průměrný vzrůst teploty z 17,7 °C na 44 °C. Podle výpočtů dojde k průměrnému ochlazení odpadní vody na 18 °C. Proto nezle očekávat žádné nežádoucí dopady na procesy čištění odpadních vod v návazných čističkách odpadních vod.

Další možnosti rekuperace

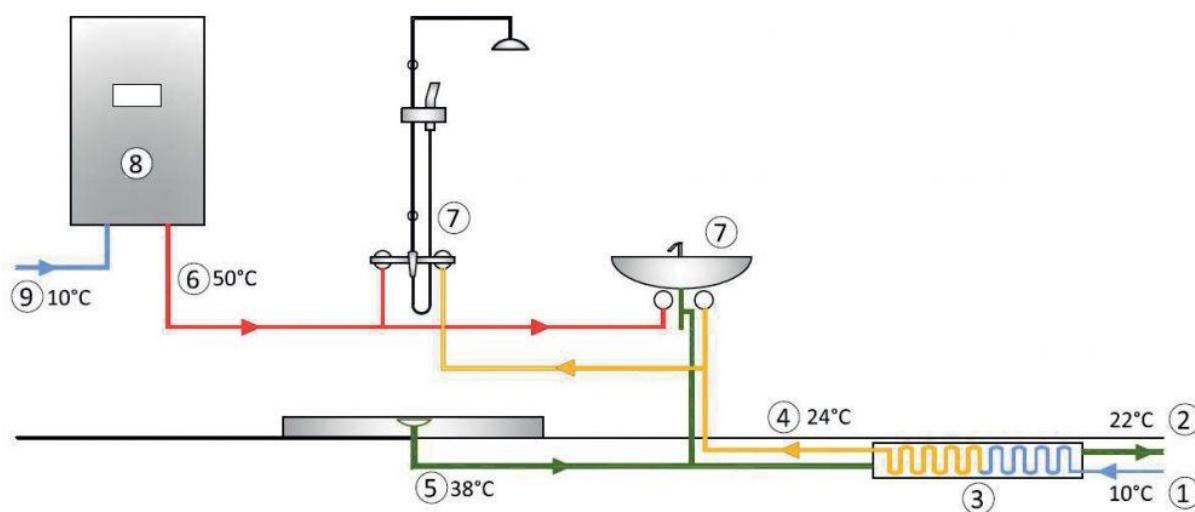
Rekuperace tepla z kanalizace

Pojem recyklace představuje proces opětovného využití materiálů a produktů, které už byly předtím použity. Recyklace přispívá ve velké míře k redukci emisí skleníkových plynů, snižuje množství uskladněného odpadu a zabraňuje plýtvání vzácnými přírodními zdroji.

Recyklovat lze i energii. Rekuperace je potom procesem shromažďování odpadních látek – energie – pro zpětné využití. Rekuperací umíme zpětně využít odpadní teplo, například ze vzduchu nebo z odpadní vody. Rekuperační systémy tak efektivně přispívají ke snížení energetické náročnosti moderních budov, přičemž rekuperace tepla z kanalizace nabízí mnoho ekonomických i ekologických výhod.

Kanalizací se odvádí z budov odpadní voda s průměrnou roční teplotou od 10 do 25 °C. Teplo získané z odpadní vody je možné optimálně využít v nízkoenergetických budovách na nízkooteplotní vytápění či vysokoteplotní chlazení prostorů a zároveň k předehřevu teplé vody. Odpadní voda tak představuje nízkopotenciální zdroj tepla, který lze zařadit mezi obnovitelné zdroje energie.

Teplo z odpadní vody se dá odebírat z kanalizace přímo v objektu nebo mimo něj (obr. 1). Možnost zpětného získávání odpadního tepla mimo budovy se nabízí u kanalizačních systémů s větším průtokem (min. 15 l/s) a větším průměrem potrubí (min. 800 mm). Uvnitř budov lze odpadní teplo využít k předehřevu teplé vody.



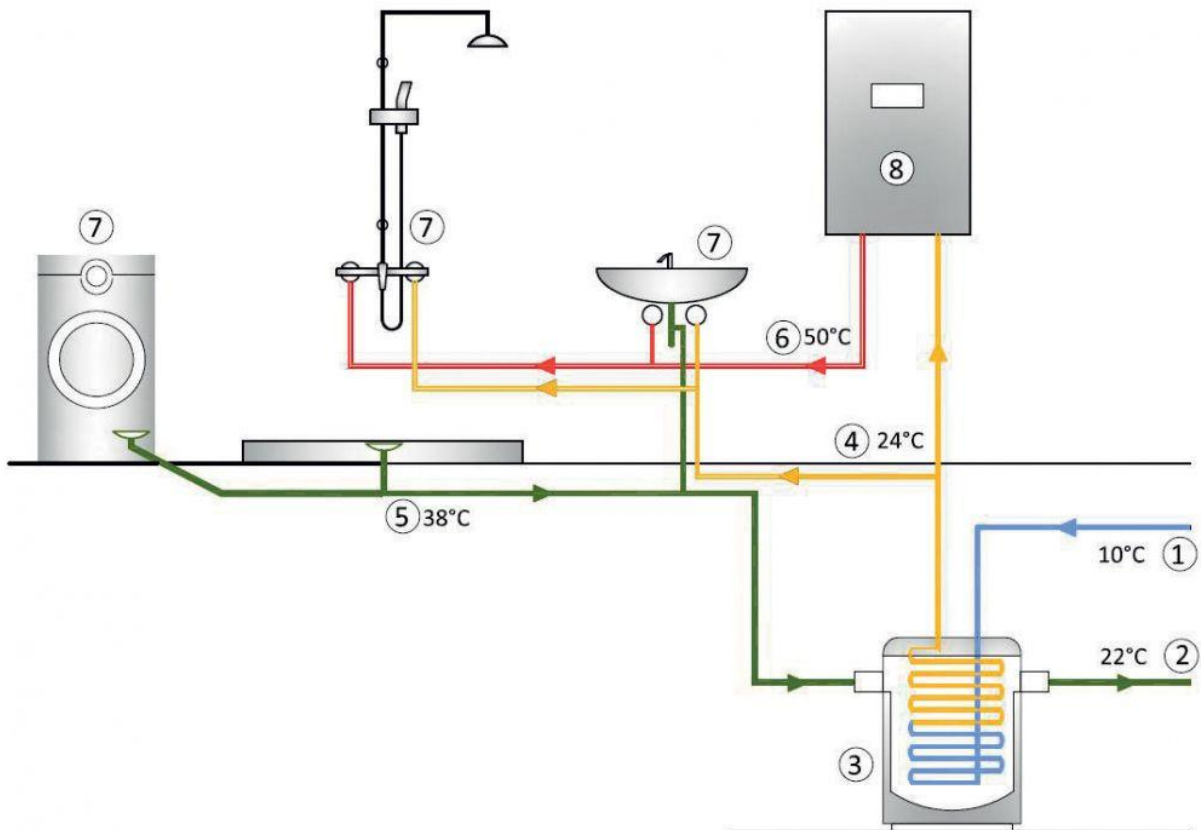
Obrázek 4 - Schéma rekuperačního systému na předehřev teplé vody v kombinaci se zásobníkem

1 – přívod studené vody, 2 – ochlazená odpadní voda, 3 – výměník tepla, 4 – predehřátá teplá voda, 5 – splašková voda od zařizovacího předmětu, 6 – teplá voda ze zásobníkového ohřevače, 7 – zařizovací předmět, 8 – zásobníkový ohřevač, 9 – přívod studené vody do zásobníkového ohřevače

Rekuperace tepla z kanalizace v kombinaci se zásobníkem s integrovaným výměníkem tepla

Předehřev teplé vody se může zabezpečit i ze zásobníku, kde se akumuluje splašková voda z několika zařizovacích předmětů.

V zásobníku je integrovaný výměník tepla, jímž proudí studená voda. Z akumulární nádrže vychází jako předehřátá teplá voda, která proudí dále do zásobníkového ohřivače. Do zásobníkového ohřivače se tak místo studené vody s teplotou 10 °C přivádí předehřátá teplá voda s teplotou od 20 do 24 °C. Splašková odpadní voda se v zásobníku akumuluje, a když dosáhne maximální hladiny, vypustí se přes vypouštěcí otvor do kanalizačního potrubí. Splašková voda odchází z akumulární nádrže ochlazená. Tímto způsobem rekuperace odpadního tepla umíme zabezpečit předehřátou teplou vodu pro více zařizovacích předmětů najednou. Zásobník se umísťuje co nejbližše k zařizovacím předmětům vzhledem k tepelným ztrátám v odpadním potrubí. Akumulační nádrž je tepelně izolovaná, aby se dosáhlo snížení tepelných ztrát a zvýšení účinnosti rekuperace tepla.



Obrázek. 5 - Schéma rekuperačního systému na předehřev studené vody v kombinaci se zásobníkem

1 – přívod studené vody, 2 – ochlazená odpadní voda, 3 – zásobník 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 vody

Výměníky na rekuperaci tepla z kanalizace v budově

Systémy využívající odpadní teplo ze splaškové kanalizace uvnitř budovy najdou uplatnění v každé budově se spotřebou teplé vody. Jak již bylo řečeno, při provozu malých rekuperačních systémů není vyžadována elektrická energie ani tepelné čerpadlo. V porovnání s velkými rekuperačními systémy se snáze navrhují i realizují a vyžadují nižší investiční náklady.

Výměník tepla do odpadního potrubí

Pro využití tepla z odpadní vody je možné do odpadního potrubí instalovat výměník z měděného dvouplášťového potrubí. Vnitřní plášť tvoří hladké měděné potrubí, jímž odtéká odpadní voda. Vnější plášť výměníku tvoří spirála měděných potrubí obtočených kolem vnitřního potrubí nebo další dvouplášťové hladké měděné potrubí.

Měděný dvouplášťový výměník tepla do odpadního potrubí je protiproudový. Ve vnějším plášti odpadního potrubí proudí studená voda do směsné baterie. Teplovýměnnou plochu výměníku tvoří stěna vnitřního potrubí, přes kterou odpadní voda odevzdává teplo chladnější studené vodě. Tak se zabezpečuje přívod přehřáté teplé vody do směsné baterie.

Splašková voda se do výměníku tepla přivádí přes tzv. rotátor odpadní vody. To způsobuje turbulentní proudění odpadní vody na stěně vnitřního potrubí, čímž se zabezpečuje efektivní výkon výměníku tepla.

Nejvýhodnější je instalovat výměník tepla těsně pod zařizovací předmět (například sprchu) ve vytápěné místnosti. Tento typ výměníku se nehodí pod kuchyňské dřezy, protože se z nich často odvádí odpadní voda s oleji, které se mohou usadit na stěně výměníku a snížit jeho účinnost. Ve sportovních střediscích nebo bazénových halách lze instalovat čtyři až osm výměníků tepla, které se zapojí paralelně vedle sebe. Odpadní voda se do jednotlivých výměníků odvádí přes rozdělovač. Ten do nich rovnoměrně rozděluje odpadní vodu. Přehřátá teplá voda se sbírá z výměníků přes sběrné potrubí.

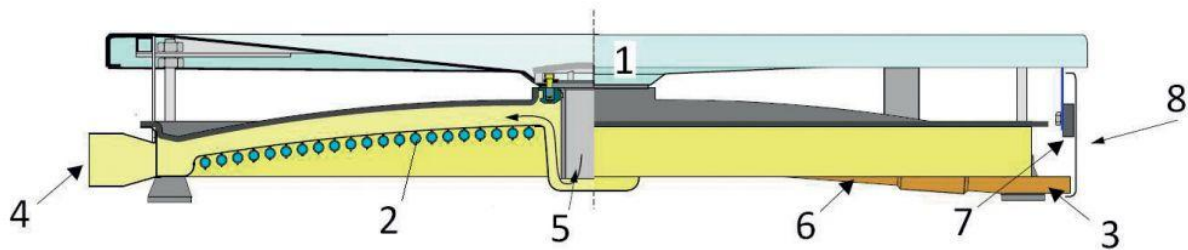
Při návrhu a instalaci je třeba dbát na kombinaci materiálů jednotlivých prvků. Měděné dvoutrubkové výměníky do odpadního potrubí nejsou vhodné do vodovodních systémů z pozinkované oceli z důvodu zvýšení pravděpodobnosti koroze kovových materiálů vlivem chemických reakcí mědi a zinku.

Sprchové vaničky s integrovaným výměníkem tepla

V tomto případě tvoří rekuperační systém speciální sprchová vanička, pod kterou se instaluje výměník tepla. Systém je navržen tak, aby výměník tepla poskytoval při zachování běžné výšky sprchové vaničky maximální výkon.

Odpadní voda odtéká odpadním otvorem na vypouklou měděnou desku, pod kterou je připevněný měděný výměník ve tvaru spirály s délkou 20 m. Výměníkem proudí studená voda, která se ohřívá teplem z odpadní vody. Teplovýměnnou plochu tvoří plocha samotné desky a měděné spirály. Ve výměníku je menší množství vody než 1 l, proto se teplá voda přehřeje ve velmi krátké době. Takové výměníky tepla se doporučuje instalovat do rodinných domů, plováren, tělocvičen, sociálních zařízení apod.

Také při návrhu a instalaci sprchové vaničky s integrovaným měděným výměníkem tepla je třeba dbát na správnou kombinaci materiálů. Měděným výměníkem ve sprchové vaničce se přivádí přehřátá teplá voda do zásobníkové nádrže a rozvodů vody. Sprchovou vaničku se doporučuje navrhovat v kombinaci s měděnými nebo vícevrstevnými plastovými potrubími.



Obr. 6 - Detail sprchové vaničky s integrovaným výměníkem tepla

1 – sprchová vanička, 2 – měděný výměník tepla, 3 – přívod studené vody, 4 – odvod ochlazené odpadní vody, 5 – odtok odpadní vody ze sprchové vaničky, 6 – předehřátá teplá voda, 7 – magnet, 8 – čelní deska



Obr. 7 - Teplosměnná spirála uvnitř výměníka



Obr. 8 - Uzavřený výměník tepla

Rekuperační panely s výměníkem tepla z nerezové oceli

Rekuperační panel se skládá z plastového vodotěsného pouzdra a protiproudového výměníku z nerezové oceli. Umísťuje se na přípojovací nebo odpadní potrubí co nejbližší k zařizovacím předmětům (umyvadla, sprchy) z důvodu snížení tepelných ztrát. Odpadní voda se odvádí ze zařizovacího předmětu přes rekuperační panel do kanalizační soustavy. Rekuperační panel pracuje na principu protiproudu.

Odpadní voda obtéká v rekuperačním panelu kolem výměníku tepla v plastovém pouzdře. Studená voda se k zařizovacímu předmětu přivádí přes výměník tepla. Přes teplovýmennou plochu výměníku se teplo odebírá z odpadní vody a odevzdává se studené vodě. Teplota studené vody se tak zvýší z 10 °C přibližně na 24 °C.

Předehřátá teplá voda se přivádí přímo do směšovací armatury nebo do zásobníkového ohřivače, čímž se snižuje energetická náročnost přípravy teplé vody, která se právě odebírá při sprchování nebo mytí rukou.

Revize a kontrola rekuperačního panelu mohou být vykonávány skrz kontrolní otvor v podlaze. Rekuperační panel je určen do provozů, odkud se neodvádějí odpadní vody obsahující různé oleje. Čištění a údržba jsou realizovány zvýšením průtoku odpadní vody, tj. proplachováním se odstraňuje biofilm z plochy výměníku. V objektech, kde je provozováno více sprch, jako například sportovní haly, bazény, koupaliště či hotely, je možné navrhnout paralelně zapojené rekuperační panely, které jsou schopné zpětně využít větší množství odpadního tepla.

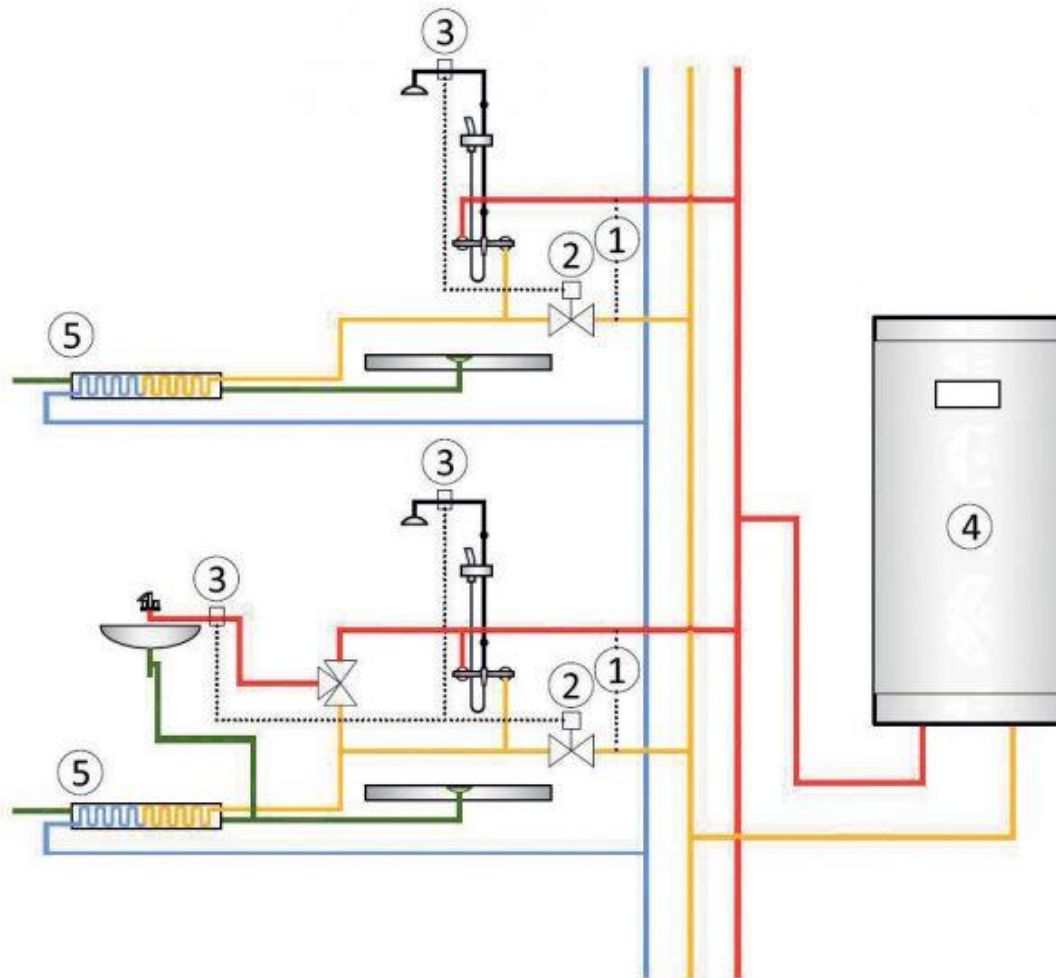
Teplota na výtoku závisí na teplotě předehřáté teplé vody, která se může měnit v závislosti na teplotě odpadní vody. Regulačním ventilem lze automaticky regulovat teplotu na výtoku, a tak zabezpečit komfortní provoz sprch nebo umyvadel.

Rekuperace tepla z odpadní vody s akumulací nádrží splaškové vody s integrovaným výměníkem

V domácnostech, ale i ve sportovních provozech lze využít teplo z odpadní vody přes akumulací nádrž. Odpadní voda se sbírá v akumulací nádrži. Výměník tepla, který je zabudován do nádrže, odebírá teplo odpadní vodě a odevzdává ho studené vodě ve výměníku.

Akumulací nádrž se dá využít odpadní teplo z většího množství odpadní vody. Nádrž má objem 120 l a je izolovaná polyuretanem o tloušťce 50 mm. Vnější i vnitřní stěna jsou z nerezové oceli. Délka integrovaného výměníku tepla je 20 m. Do nádrže se dá odvádět voda ze sprch, umyvadel a též z pračky.

Kontrola a čištění akumulací nádrže jsou náročnější než u jiných výměníků. V tomto případě se odpadní voda v nádrži akumuluje, což znamená, že nečistoty a kal z ní se usazují na dně nádrže. Údržba vyžaduje pravidelné proplachování nádrže, aby se nesnížila účinnost integrovaného výměníku tepla. U spodní hrany nádrže se nachází vypouštěcí otvor, odkud lze odvést kal a nečistoty.



Obr. 9 - Akumulací nádrž s integrovaným výměníkem tepla na akumulaci odpadní vody

1 – snímač teploty, 2 – výměník tepla, 3 – odvod ochlazené odpadní vody, 4 – předehřátá teplá voda, 5 – automatický odvzdušňovací ventil, 6 – přívod studené vody, 7 – přívod splaškové vody, 8 – vypouštěcí potrubí, 9 – nastavitelný podstavec

Domovní a bytové rekuperační panely IVAR.BEE

Rekuperace odpadních vod v bytech, domech či menších provozovnách neměla do současné doby odpovídající a dostatečně účinné technologické řešení. Rekuperační panely IVAR.BEE nabízí patentované, revoluční řešení s nebývale vysokou účinností a snadností použití v tomto segmentu na českém trhu.

Výrobce uvádí, že „jsou jednoduché, účinné, spolehlivé, nezávislé.

V bytech a domech je třeba zohlednit, že:

- z celkové spotřeby vody v domácnosti činí teplá voda 60 %;
- čtyřčlenná rodina spotřebuje ročně v průměru 96 000 litrů TV;
- rekuperační odpadní teplé vody lze ušetřit více jak 20 % nákladů na spotřebovanou energii. „

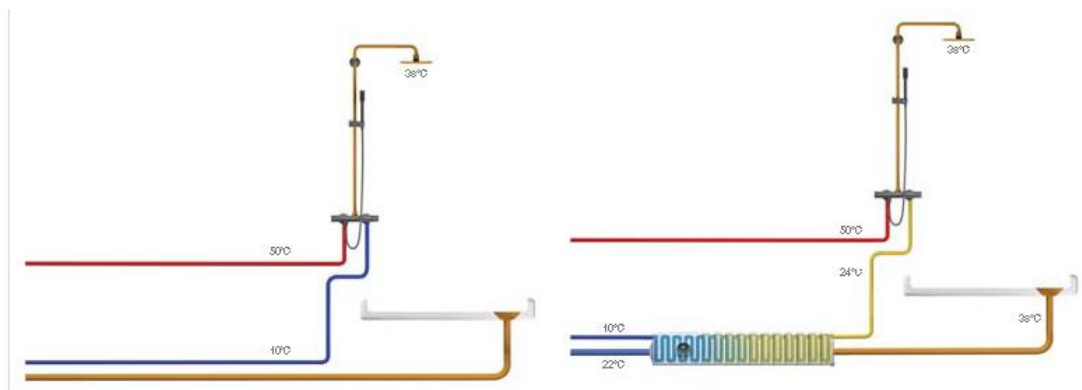
Jak to funguje?

Na základě fyzikálních principů je odpadní teplá voda svedena do plastového vodotěsného pouzdra rekuperačního panelu, v němž je umístěn nerezový výměník neboli teplosměnná plocha. Konstrukce panelu eliminuje problémy s usazováním kalů a nečistot. Uvnitř speciálně tvarovaného výměníku je vedena protiproudem přívodní studená voda (5 °C až 10 °C) ke spotřebičům, která tak získává tepelnou energii z této odpadní vody. Na základě tohoto principu jsme schopni zvýšit teplotu přívodní studené vody až na 24 °C, což představuje již nezanedbatelnou energetickou úsporu, nad kterou se již vyplatí reálně uvažovat. Zkušenosti ukazují na úsporu až 1815 kWh/rok.

Výsledným efektem je stav, kdy např. do směšovacího ventilu vodovodní baterie (nebo ohřívače) nevstupuje původní studená voda, ale již voda předehřátá odpadní energií, čímž logicky okamžitě a průběžně snižujeme energetickou náročnost na ohřev vody, kterou právě používáme při sprchování a podobných činnostech. Zde se potvrzuje známá zkušenost, že jednoduchá řešení bývají nejefektivnější.

Varianta A: Předehřev studené vody pro okamžitou spotřebu

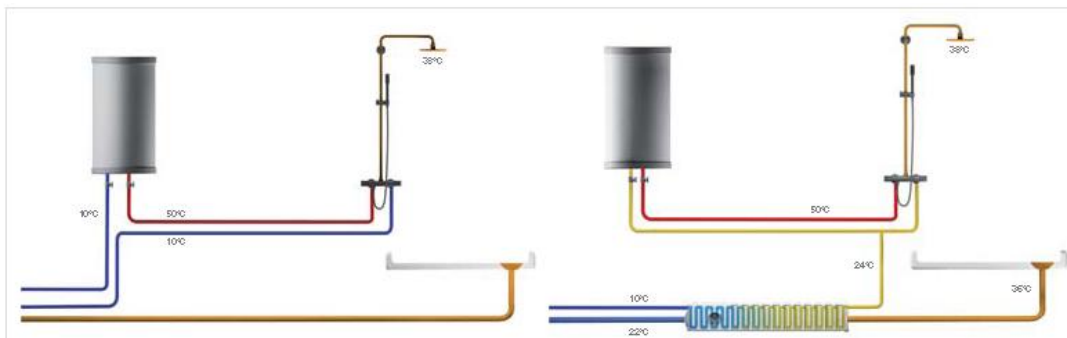
Výhodou tohoto zapojení je, že předehříváme vodu vždy, když je spotřeba. Časová prodleva, od které je předehřátá voda k dispozici, je závislá na délce potrubí a umístění rekuperačního panelu. Tuto vodu lze přímo napojit do okruhu sprch, umyvadel apod. Toto opatření má za následek snížení spotřeby TV. Ve směšovací baterii tak smícháváme menší podíl teplé vody s větším podílem předehřáté vody.



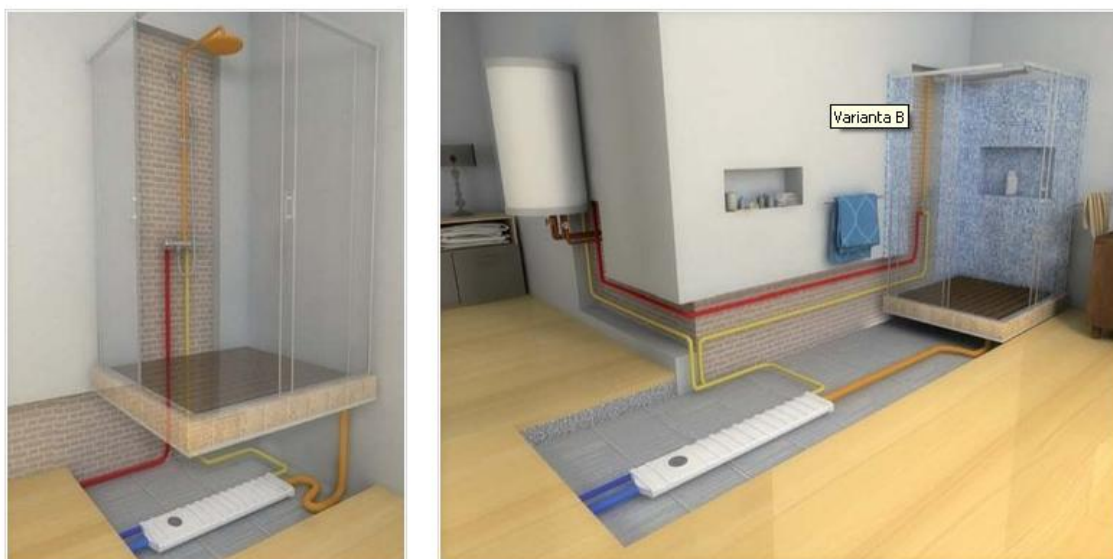
Obrázek 10 – Schéma zapojení bez a s rekuperací – varianta A

Varianta B: Přeohřev studené vody kombinovaný se zásobníkem TV

Druhou možností je vést přeohřátou vodu do potrubí spojující zásobník TV s různými spotřebiči. Toto instalační propojení představuje maximální energetickou úsporu. Potrubí s přeohřátou vodou je doporučeno vždy kvalitně izolovat proti tepelným ztrátám.



Obrázek 11 – Schéma zapojení bez a s rekuperací – varianta B



Obrázek 12 – Užití rekuperačního zařízení varianta A (vlevo) a varianta B (vpravo)

Rekuperace tepla se při použití IVAR.BEE panelů pohybuje od 30 do 75 %, v závislosti na délce instalovaného výměníku a na průtoku a teplotě vody. Podle konkrétní situace lze aplikovat tyto panely v sériovém, nebo paralelním zapojení, ve dvou rozměrech s délkou 630 mm (model IVAR.BEE 600) nebo 1319 mm (model IVAR.BEE 1300).

Nízké náklady na nákup i instalaci těchto rekuperačních panelů zrychlují návratnost této smysluplné investice na příznivých 10 až 15 měsíců.

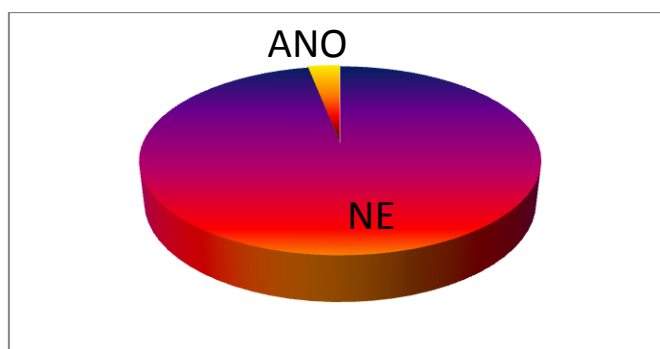
Rekuperace tepla z odpadní vody bude vzhledem k stoupajícím cenám energií stále významnějším a přitom většině uživatelů dostupným prostředkem ke snižování energetické náročnosti svého bydlení.

Anketa

Anketu jsem provedla ve škole a doma ve svém okolí. Položila jsem otázku:

„Slyšeli jste někdy o rekuperaci odpadních vod?“

Celkem jsem se zeptala 65 osob – 63 z nich odpovědělo NE, pouze 2 dotázaní odpověděli ANO.



Graf 1: Výsledek ankety

Jednou z těch dvou je spolužačka, jejíž rodiče právě přestavují koupelnu. Ptala jsem se, jestli o rekuperaci uvažují. Její tatínek mi odpověděl, že rekuperace odpadní vody ho zaujala, ale již by bylo složité měnit projekt.

Závěr

Ve své práci jsem uvedla:

- Zpětné využívání odpadních vod v domech pro bydlení
- Rekuperace pomocí tepelného čerpadla
- Přímá rekuperace odpadní vody

Myslím si, že **čistička šedé vody** by mohla nalézt uplatnění ve větších objektech jako je například uvedený hotel v Krušných horách. Není pravděpodobné větší uplatnění v rodinných domech.

Domovní rekuperaci tepla z odpadní vody lze považovat za technologii budoucnosti, která by mohla zvýšit energetickou úspornost a účinnost topných zařízení v budovách.

Rozsah možností využití tepla z odpadní vody je velký. Pro optimální využití tepla z odpadních vod jsou důležité dvě základní podmínky – dostatečný průtok v kanalizačním systému a dostatečnou teplotu odpadní vody.

U rodinných a bytových domů, sportovních hal, bazénů či hotelů jsou z hlediska šetření energií vhodným řešením rekuperační systémy využívající teplo z kanalizace uvnitř budov k předohřevu teplé vody.

Mezi výhody těchto malých rekuperačních systémů patří absence potřeby elektrické energie a instalace tepelného čerpadla na provoz, jednoduchý a nenáročný návrh a mnohem menší investice než u velkých rekuperačních systémů s tepelným čerpadlem.

Rekuperační systémy využívající odpadní teplo z kanalizace patří v západních zemích Evropské unie, jako jsou Švýcarsko, Holandsko či Německo, k běžně projektovaným systémům. Lze je ale aplikovat i v našich podmínkách.

Návratnost těchto systémů však záleží na různých faktorech, jako je průtok odpadní vody, množství spotřebované teplé vody či délka a frekvence umývání nebo sprchování.

Lokální systémy odběru zbytkového tepla jsou vhodnější pro rodinné domy, kde je průtok vody menší a zároveň investice jsou daleko menší než u centrálních systémů. Je to dáno jednoduchou konstrukcí těchto výměníků.

Centrální systémy odběru zbytkového tepla jsou investičně náročnější, teploty, které lze dosáhnout, jsou však daleko vyšší a hodí se i pro provozní aplikace, jako jsou prádelny, bazény atd. Návrhy nádrží a výměníků jsou prováděny opět pomocí počítačového modelování a to především kvůli minimalizaci investičních nákladů a co největší účinnosti systému.

Využívání tepelné energie z odpadní vody zajišťované **tepelnými čerpadly** vede k vysokým sezónním topným faktorům umožňující ekonomický i ekologický provoz domovních systémů pro rekuperaci tepla. Za účelem zajištění účinnosti systému je však nutné pravidelně odstraňovat biovrstvu narůstající na straně odpadní vody tepelného výměníku v důsledku nutriční bohatosti odpadní vody.

V zimních měsících, kdy je vysoká poptávka po vytápění, je však k dispozici odpadní voda o teplotě pouze přibližně 10 °C, což vede ke snížení účinnosti tepelného čerpadla.

Zároveň s ohledem na velké investiční náklady spojené s tepelným čerpadlem mi připadá daleko výhodnější přímá rekuperace odpadní vody

V budovách činí procento dodané energie spotřebované na ohřev teplé vody přibližně 11%.

Na Wikipedii je uváděné, že rekuperační jednotka může za ideálních provozních podmínek a správného propočtu množství odpadní a přehřívající vody dosáhnout 70 - 90% účinnosti.

Zdá se mi věrohodnější, co uvádí vyhledávací systém Kanadského ministerstva přírodních zdrojů. Podle typu rekuperace a použitého zařízení se účinnost pohybuje 30-40 %, zcela výjimečně 72 %. I tak se jedná o velmi významnou úsporu energie!

Rekuperace tepla z odpadních vod je ohromný, a u nás prakticky nevyužívaný, prostor pro vývoj energeticky úsporných ohřívacích systémů pro budovy.

Proto jsem hledala ve svém okolí, kde by rekuperace z odpadní vody šla uplatnit.

Možnost rekuperace v Nemocnici Rudolfa a Stefanie Benešov, a. s.

Mezi objekty, kde je velká spotřeba teplé vody, patří nemocnice. Napadlo mě, jestli by nebylo vhodné některý druh rekuperace tepla z odpadní vody využít v Nemocnici Rudolfa a Stefanie v Benešově, kde také sídlí naše škola.

Obrátila jsem se přímo na vedení nemocnice. Pan **Bc. Kolbaba, technicko-provozní náměstek**, byl velice vstřícný a dojednal mi návštěvu v kotelně u **pana Jaroslava Slepíčky**, který je **vedoucím spalovny a kotelny** a má na starosti současně i vodohospodářství.

Zeptala jsem se ho, zda by bylo možné využít rekuperaci v nemocnici a ušetřit tím spoustu peněz. Uvažovala jsem, že nejvhodnější by byla rekuperace pomocí tepelného čerpadla voda/voda. Pan Slepíčka mi ukázal spalovnu a kotelnu a velmi ochotně mi vše vysvětlil.



Obr. 13: Spalovna

Foto: Autor



Obr. 14: Kotelna

Foto: Autor



Obr. 15: Pohled na záložní plynové kotle Foto: Autor

Zjistila jsem následující:

- Díky spalovně, která se nachází vedle kotelny má nemocnice tepla nadbytek, tudíž rekuperace tepla z odpadních vod by zde byla zbytečná. Naopak hledají, jak teplo využít, například postavit vedle areálu nemocnice bazén. Vzhledem k tomu, že by to byla velká investice, se to však zatím neplánuje.
- V kotelně mají celkem 3 parní teplovodní kotle – jeden čtyřtunový a dva osmitunové, tyto kotle vyrábí páru a ohřívají vodu.
- Kotelna má vynikající výsledky v měření emisí díky mokré pračce na čištění spalin.

Do spalovny vozí odpad i z jiných zdravotnických zařízení, kde nemají vlastní spalovnu. Pan Slepíčka mi poradil, abych navštívila léčebnu dlouhodobě nemocných GERIMED v Prčici.

Možnost rekuperace v Domově seniorů a léčebně dlouhodobě nemocných GERIMED v Sedlci - Prčice



Obr. 16: GERIMED

O možnosti rekuperace jsem mohla mluvit s panem **Karlem Pilařem**, který je **vedoucím oddělení údržby a provozu**:

„Celý objekt má roční spotřebu elektřiny 310 MWh a plynu 1042,3 MWh.

Pro rekuperaci odpadního tepla by u nás byl nejvhodnější provoz prádelny, kde jsou tři sušičky prádla, každá má příkon 30KW, v provozu jsou 5 dní v týdnu, denně 6 hodin.”

O možnosti rekuperace prý budou v budoucnu uvažovat.

Zdroje

LHOTÁKOVÁ, Zdeňka. Likvidace odpadních vod: Zpětné využívání odpadních vod v domech pro bydlení [online]. [cit. 2014-11-17]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/likvidace-odpadnich-vod/11202-zpetne-vyuzivani-odpadnich-vod-v-domech-pro-bydleni>

Rekuperace, rekuperační jednotka, rekuperace tepla, ohřev vody, úspora energie. In: [online]. [cit. 2014-11-17]. Dostupné z: <http://www.rekuperace-rekuperacni-jednotka.cz/>

Rekuperace voda - voda. In: [online]. [cit. 2014-11-17]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Rekuperace_voda_-_voda

PERÁČKOVÁ, Jana a Veronika PODOBEKOVÁ. Jak využít teplo z kanalizace na přípravu teplé vody v budovách? [online]. 6. 10. 2014 [cit. 2014-11-17]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/uspory-voda-kanalizace/11807-jak-vyuzit-teplo-z-kanalizace-na-pripravu-teple-vody-v-budovach>

Využití odpadního tepla z vnitřní kanalizace pro předohřev teplé vody. In: [online]. [cit. 2014-11-17]. Dostupné z: <http://www.asb-portal.cz/tzb/energie/vyuziti-odpadniho-tepla-z-vnitri-kanalizace-pro-predohrev-teple-vody>

SEYBOLD, Christopher, Marten F. BRUNK. Domovní rekuperace tepla z odpadní vody. [online]. 24. 2. 2014 [cit. 2014-11-17]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/uspory-voda-kanalizace/10888-domovni-rekuperace-tepla-z-odpadni-vody>

WAISOVÁ, Štěpánka. *Zpětné využití šedé vody v hotelu v Krušných horách* [online]. 10. 11. 2014 [cit. 2014-11-17]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/uspory-voda-kanalizace/11961-zpetne-vyuziti-sede-vody-v-hotelu-v-krusnych-horach>

Využití energie z odpadních vod. In: [online]. [cit. 2014-11-17]. Dostupné z: <http://www.asio.cz/cz/139.vyuziti-energie-z-odpadnich-vod>

Natural Resources Canada: Access the Updated Drain Water Heat Recovery Products. [online]. [cit. 2014-11-17]. Dostupné z: <http://www.nrcan.gc.ca/energy/efficiency/housing/home-improvements/12356>

GERIMED. [online]. [cit. 2015-01-22]. Dostupné z: <http://gerimed.cz/>