

Recyklace vod a energie z vody

Ing. Vladimír Jirmus, Ing. Karel Plotěný

ASIO, spol. s r.o., Kšírova 552/45, 619 00 Brno, jirmus@asio.cz / ploteny@asio.cz

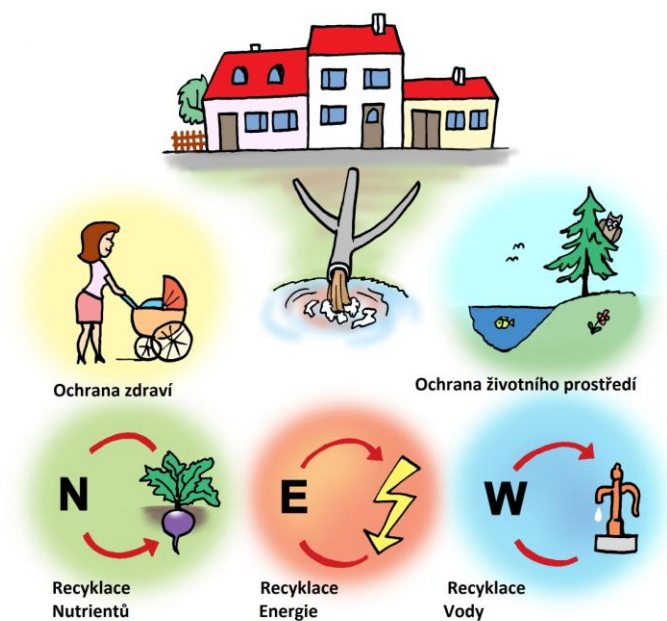
Souhrn

Je nutné změnit celkový pohled na čištění odpadních vod. Na odpadní vodu by se nemělo pohlížet jako na odpad, ale jako na surovinu a zdroj energie. Při dnešních cenách energií jsou provozovatelé nuceni hledat způsoby šetření tak, aby nevypouštěli nakoupenou energii ať už do vzduchu, nebo do vody. Recyklace tepla z šedých vod je jedním ze způsobů, jak snížit náklady na ohřev TUV (teplé užitkové vody), provozní teplé vody, popř. na vytápění objektu. Odebírání tepla z odpadní vody lze provádět buď lokálně, nebo centrálně.

Úvod

Snížení provozních nákladů, včetně těch za energii a vodu, je jednou z možností, jak zvýšit konkurenceschopnost podnikání. Vzrůstající cena a spotřeba vody a energie a stále přísnější nároky na kvalitu vyčištěné odpadní vody jsou hlavní faktory vedoucí k tlaku na energetickou optimalizaci a inovace v oboru vodního hospodářství.

Někdy je možné se v souvislosti s novým přístupem setkat s akronymem NEW – recyklace nutrientů (N), využití energie (E) a recyklace vody (W).



Obr. 1: Nový přístup k odpadním vodám a akronym NEW

Nejpřístupnější obecné zdroje levné vody a energie

Každý podnik má své individuální provozy, které vyžadují individuální posouzení energetického využití a možností recyklace vody. Skoro každý podnik má také několik všeobecně využitelných zdrojů energie a vody. Někde jsou možnosti efektivního využití větší, někde minimální.

Recyklace energie

Nejčastějším zdrojem energie je tepelná energie ve vodě, příp. další energie ve vodě obsažené, například kinetická nebo polohová.

Recyklace vody

Nejlevnějším zdrojem pro recyklaci jsou málo znečištěné odpadní vody a voda, kterou z nějakého důvodu, tak jako tak, již musíme čistit. Mezi ty málo znečištěné pak patří například tzv. šedé vody – tj. vody z umyvadel, van a sprch – a sprchy v sociálních zařízeních se nacházejí skoro ve všech podnicích.

Využití srážkové vody

Využití srážkové vody je nejen vhodným počinem z hlediska úspory za vodu, ale doporučeným nebo přímo legislativou předepsaným úkonem. Podle vodního zákona nesmí stavební úřad povolit stavbu, nebo její změnu, nebo změnu využívání bez toho, aby bylo vyřešeno hospodaření se srážkovými vodami. Tj. je nutné skoro v každém případě vybudovat akumulární nádrže, a odtud už je to jen krok k využití naakumulované vody.

Komplexní pohled

Vždy, když se chceme recyklací energie začít zabývat, tak je třeba začít komplexním pohledem (bilancováním) na to, kde a kolik energie je spotřebováváno, a kde a kolik jí uniká do ovzduší nebo odpadních vod, příp. kde ji lze levně získat. Využití tepla z odpadních vod a recyklace vody nemusí být vždy tím neekonomičtějším způsobem – je možné, že přímo ve výrobě nebo i v sousedství je ještě větší zdroj – pec, chladič nebo jiný proces produkující teplo.

Energetický pohled na odpadní vodu

V každém případě je odpadní voda jedním z významných zdrojů energie. Říká se, že v klasických komunálních vodách je až 9× více energie než je jí potřeba k jejímu vyčištění – v podstatě by tedy ČOV měla energii spíše produkovat než spotřebovávat. U vod z průmyslu je to vždy na individuálním posouzení a souvisí to s charakterem vod. Současným cílem čištění odpadních vod by však měla být alespoň minimalizace spotřeby energie. Což by samo o sobě představovalo nemalé snížení provozních nákladů firmy. Spotřeba energie totiž patří mezi významné provozní náklady například na komunálních čistírnách odpadních vod a tvoří ca. 15–30 % nákladů na větších čistírnách a 30–40 % na menších čistírnách [2].

Druhy energie v odpadní vodě

Energetický obsah v odpadní vodě lze rozdělit na čtyři hlavní formy: chemickou, tepelnou, kinetickou a potenciální energii [5].

Tepelná energie

Množství tepelné energie obsažené v komunální odpadní vodě je dáno měrnou tepelnou kapacitou vody, které je přibližně 4,2 kJ/kg·K nebo 4,2 MJ/m³ na 1 °C teplotní změny.

Hydraulická (kinetická a potenciální) energie

Potenciální energie je energie vodního sloupce a je rovna 9,8 kJ/m³ na metr výšky. Kinetická energie je rovna 0,18 kJ/m³ při rychlosti proudění 0,6 m/s.

Chemická energie

Chemická energie je energie obsažená v organické hmotě v odpadní vodě, nejčastěji vyjadřovaná ve formě chemické spotřeby kyslíku – CHSK v mg/l. Tchobanoglous [3] definuje potenciál chemická energie kalu v rozmezí 12–15 MJ/kg CHSK (13 MJ/kg CHSK v průměru).

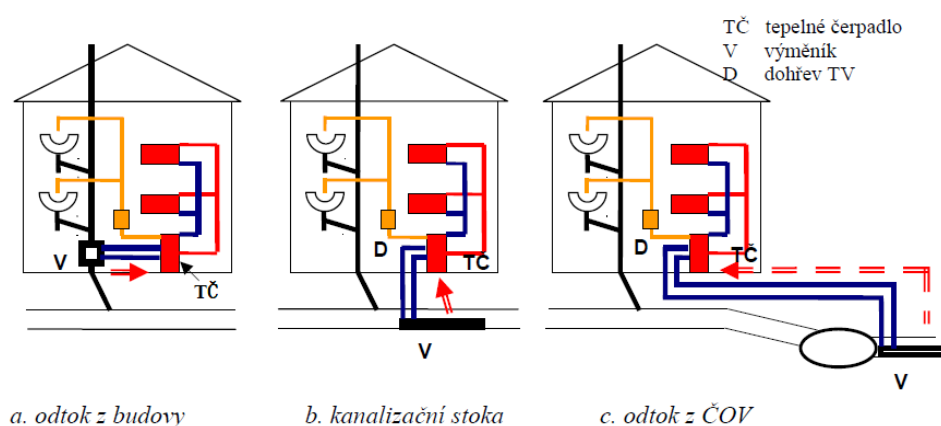
Na čistírnách, ale i v samotných průmyslových provozech, dochází k mnoha procesům vzájemné konverze mezi jednotlivými typy energií, a to jak při jejich tvorbě, tak při jejich spotřebě. Při mapování je vhodné do přehledu zahrnout i možné externí zdroje. Potenciál energetických úspor na čistírnách a v provozech lze definovat následujícími způsoby:

- optimalizací technologického uspořádání a provozu,

- optimalizací přístrojového vybavení,
- recyklací energie z vody,
- optimalizací získávání energie z procesů,
- využitím obnovitelné energie.

Možnosti recyklace tepelné energie z vody

V současné době již existují v některých zemích (např. Švýcarsko, Německo, Norsko) aplikace na recyklaci energie. Podle německé směrnice DWA M 114 [6] může být v Německu ca. 10 % budov vytápěno pomocí energie z odpadní vody [9]. Systém může být aplikován nejen v obytných nebo kancelářských budovách, ale i ve školách, nemocnicích, krytých bazénech nebo i průmyslových procesech.



Obr. 2: Lokalizace míst pro možnost odběru tepelné energie [6]

Recyklace tepelné energie z vod přímo v budově

Jak je uváděno v odborné literatuře, asi 30 % všech tepelných ztrát objektu odchází odpadním potrubím. To je samozřejmě škoda. Zvláště, když si uvědomíme, že díky poměrně levným zařízením jsme schopni téměř 40 % veškeré odpadní energie rekuperovat zpět.

Nejčastěji se k tomuto účelu využívají šedé vody. Šedými vodami se rozumí oddělená část komunálních vod bez fekálií a moči. Jsou to vody z van, sprch, umyvadel, praček a výlevků. Složení a množství těchto vod je silně závislé na typu zařízení, které ji produkuje, na životním stylu obyvatelstva, v průmyslových provozech pak na typu výroby atd. Teplota je také různá a závislá na mnoha faktorech, jako je návštěvnost zařízení, směnovitost provozu atp. Přesto využití energie z těchto vod stojí za zvážení, a proto se touto tematikou zabývá i řada vývojových projektů. Jako nejvhodnější se jeví individuální posouzení každého objektu. Logické je, že ekonomičnost bude lepší tam, kde je vyšší produkce odpadních vod i potřeba vyčištěných vod, a dále tam, kde se vypouští voda s vyšší teplotou.

Průměrný objem vyprodukované šedé vody se pohybuje mezi 55–112 l/EO.den¹ u rodinných domů (obdobně i v průmyslu), ale některé aplikace, jako hotely, bazény, wellness centra atd. mají spotřebu teplé vody až 400 l/EO.den.² Teplota vody, jak vyplývá z předchozího popisu, je vyšší než teplota běžných komunálních vod. Pohybuje se mezi 18 – 35 °C.³ Pokud jsou tyto vody vypouštěny do stokové sítě, mají pozitivní vliv na čisticí proces na stávajících čistírnách odpadních vod, protože díky zvýšení teploty v zimě zlepšují čisticí proces.

Při dnešních cenách energií jsou však provozovatelé domů nuceni hledat způsoby jak nevypouštět nakoupenou energii ať už do vzduchu, nebo do vody. Recyklace tepla z šedých vod je jedním ze způsobů, jak snížit náklady na ohřev TUV (teplé užitkové vody), provozní teplé vody, popřípadě na

¹ DVGW-Merkblatt W 410 (1995)

² <http://www.intaqua.com/loesungen/anwendungen/hotels>

³ <http://panelovedomy.ekowatt.cz/tepla-voda/52-zpetne-ziskavani-tepla-z-odpadni-vody>

vytápění objektu. Ačkoliv je toto téma v ČR stále ještě na okraji pozornosti, jsou také již realizovány první aplikace, ať už na znovu využití vody nebo na rekuperaci tepla.

Používané metody odběru tepla

Odebírání tepla z odpadní vody lze provádět buď lokálně, nebo centrálně. O volbě, kterou metodu použít, rozhoduje průtok odpadní vody. Pro menší aplikace a rodinné domy, je investičně zajímavější lokální rekuperace tepla, která reaguje na aktuální spotřebu. U větších aplikací je možno odpadní vodu akumulovat, odebrat z ní potřebné teplo a až poté ji vypustit do stokové sítě nebo na ČOV.

Lokální systémy

Lokální systémy rekuperace tepla jsou založeny na principu odebírání tepla z odtékající vody, která předehřívá studenou vodu do sprch nebo jiných aplikací. Existují opět dva druhy aplikací, a to:

- předehřev studené vody pro okamžitou spotřebu,
- předehřev studené vody do zásobníku TUV.

Obě řešení odebírání tepla jsou vhodná pro rodinné domy a menší provozy.

Předehřev studené vody pro okamžitou spotřebu

Výhodou tohoto zapojení je to, že předehříváme vodu vždy, když je spotřeba. Časová prodleva, od které je předehřátá voda k dispozici, je závislá na délce potrubí a umístění tepelného výměníku. Teplota předehřáté vody se pohybuje kolem 20 °C. Ohřátou vodu lze přímo napojit do okruhu sprch nebo umyvadel. Opatření má za následek snížení spotřeby teplé užitkové vody. Ve směšovací baterii tak smícháváme menší poměr teplé vody ku studené vodě. V tomto případě má uvedený systém větší účinnost než předehřátí vody do zásobníku TUV, protože je umístěn blíže směšovací baterii a nedochází ke ztrátám.

Předehřev studené vody do zásobníku TUV

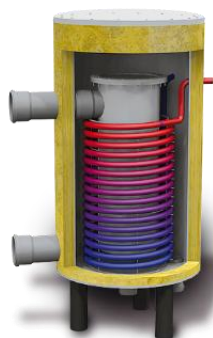
Druhou možností je předehřátou vodu vést do zásobníku teplé užitkové vody (TUV), kde se pak dohřívá na příslušnou požadovanou teplotu. Tady se dá s výhodou použít stratifikace vody do zásobníku, to znamená teplotu odvádět do místa ve výměníku, které má příslušnou teplotu. Tento systém je investičně náročnější a má menší účinnost než výše popsany systém.

Centrální systémy

Centrální systémy jsou vhodné pro větší objekty, které produkují větší množství šedých vod. U těchto aplikací, kde je odběr vody kolísavý, se voda shromažďuje v akumulační jímce, která slouží jako zdroj tepla pro primární okruh tepelného čerpadla. Velkou výhodou uspořádání je jednoduchá konstrukce tepelného výměníku, který je možno řešit plastovými trubkami nebo hadicemi za nízké investiční náklady.

Celkové energetické zisky jsou tím větší, čím větší je spotřeba teplé vody. Proto se jako hlavní oblast využívání energií z teplých vod nejeví ani tak rodinné domy, jako spíše objekty s větším počtem ekvivalentních obyvatel (návštěvníků): aquaparky, lázně a wellness zařízení, hotely, penziony, nemocnice, prádelny a další objekty. Na trhu jsou k dostání zařízení jak pro lokální užití (AS-SPRCHA), tak i pro centrální rekuperaci (AS-ReHeater).





Obr. 3: AS-SPRCHA (výměník určený pro rekuperaci odpadní vody v koupelnách) a AS-ReHeater (výměník na rekuperaci odpadní vody určený pro větší aplikace)

Při použití speciálních výměníků lze teplo rekuperovat z jakýchkoliv odpadních vod, včetně vod technologických. Jedná se nejenom o vody odcházející z ČOV, ale o veškeré technologické odpadní vody. Pro výběr správného výměníku a jeho napojení je primární složení odpadních vod, jejich množství, kontinuálnost nátoku a jejich teplota. Výměníky lze také s úspěchem využít, máme-li za požadavek snížit teplotu odpadních vod, například kvůli tepelně limitovanému nátoku na ČOV. Nejenom, že tím lze docílit požadované maximální teploty, ale ještě přitom navíc získat nezanedbatelný díl energie, kterou je možné dále využít.

I když většinou není nutná žádná podstatná úprava těchto odcházejících vod, doporučuje se stupeň předčištění vždy řešit s ohledem na místní specifické podmínky. Využití rekuperačních výměníků (AS-ReHeater) je jak v oblasti občanské vybavenosti, tak zejména v průmyslu a ve větších provozech, jako jsou potravinářské, textilní a technologické provozy, prádelny, lihovary, pivovary, vývařovny, lázně, bazény, wellness, aquaparky a také větší kanalizační sítě a sítě s technologickou odpadní vodou.



Obr. 4: Příklady výměníků na rekuperaci odpadní vody

Použití výměníků umožňuje predehřev natékající vody před jejím ohřevem. Tím obvykle dojde k navýšení teploty této vody o cca 6–10 °C. Snížením potřebné Δt lze získat významné energetické úspory při výrobě teplé vody, což v celkové bilanci znamená ušetření značných prostředků. Samotné úspory lze samozřejmě predikovat, a tím relevantně odhadnout dobu návratnosti investice, což napomáhá při samotném rozhodování investora.

Odpadní vody a tepelná čerpadla

Samostatnou kapitolou ve využívání odpadního tepla jsou tepelná čerpadla. Zde se přímo nabízí řešení, kde se teplé odpadní vody napojí přes výměník přímo na primární okruh tepelného čerpadla. Díky vysokým COP tak získáváme teplo často pokrývající veškeré tepelné potřeby objektu (například čerpadlo MT AQ60 Inverter dosahuje COP 9,4 – při teplotě vstupní vody na výparníku 20 °C

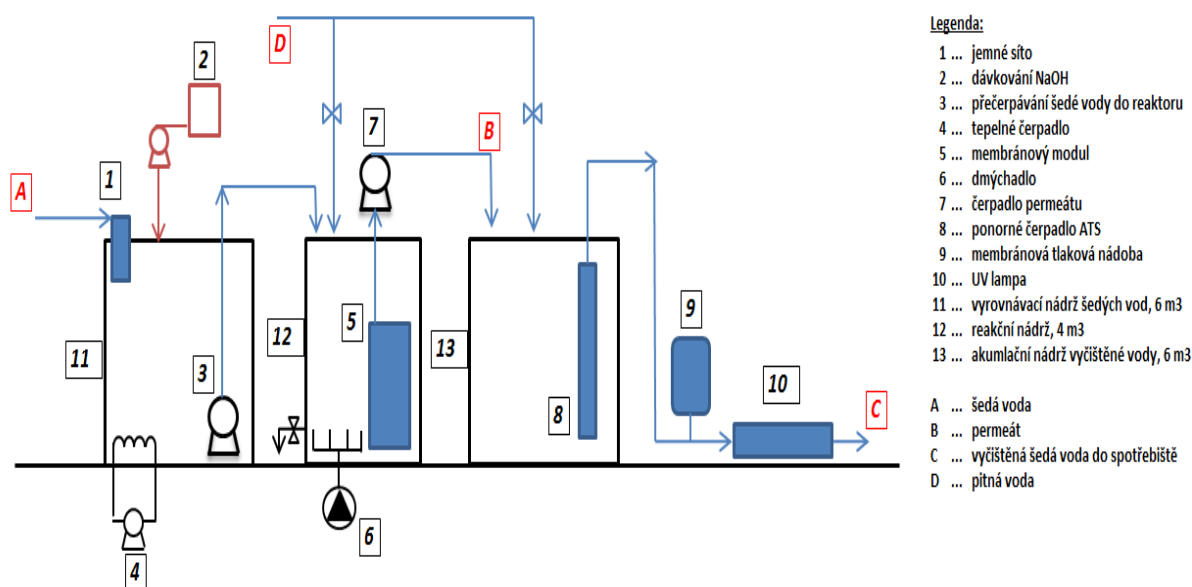
a 30 rps/35 °C). Tepelná čerpadla lze používat i při odvodu teplého vzduchu z výrobních prostor (chlazení objektu), popřípadě při využívání přebytečného chladu. Ideální je obrátit se při výběru technologie na odborníky, kteří navrhnu pro danou lokalitu řešení přímo na míru.

Při použití tepelných čerpadel většinou nelze vystačit s běžně vyráběnými domovními čerpadly. Limitem je především teplota odpadních vod. Maximální přípustná teplota na primárním okruhu je u většiny dodavatelů čerpadel deklarována kolem 20 °C, výjimečně čerpadla akceptují i teploty kolem 35 °C. Při vyšších teplotách odpadních vod pak dojde k zastavení chodu čerpadla.

Dalším aspektem, který vyřazuje domovní čerpadla z možnosti tohoto využití, je jejich nízký výkon. Obvykle je požadovaný výkon za hranicemi jejich možností. Samozřejmě lze zapojovat čerpadla do funkčních kaskád, ale tím jen narůstají požadavky na regulaci celého systému. V každém případě je nutné používat čerpadla, která budou vyhovovat daným požadavkům.

Využití šedé vody

Ve většině firem se lidé sprchují a vzniká tak nemalé množství teplé, málo znečištěné vody. Tuto vodu lze recyklovat a vrátit jako užitkovou, případně z ní před odtokem z budovy odebrat teplo (viz předchozí text).



Obr. 5: Schéma získávání energie z šedých vod

Recyklace odpadní vody

V některých případech se vyplatí recyklovat i odpadní vody, a to zejména tehdy, pokud již vodu tak jako tak musíme čistit - a pokud je pak využitelná v některých výrobních provozech a nahradí tam například vodu pitnou, ušetří náklady na vodné. Při recyklaci vod se často uplatní filtrace, a to nejčastěji ve formě membránové filtrace, neboť vedle potřebných mechanických vlastností, nutných pro dopravu v potrubí provozní vody, zajistí i její hygienické zabezpečení.

Závěr

Je nutné změnit celkový pohled na čištění odpadní vod. Na odpadní vodu by se nemělo pohlížet jako na odpad, ale jako na surovinu a zdroj energie. Na čistírnu odpadních vod bychom se měli začít dívat jako na stavbu, která je schopna být i energeticky soběstačná a je schopna využívat různé nové a alternativní zdroje energie, které byly doposud přehlíženy.

Literatura

- [1] Novotný V., Brown P.: Cities of Future: Towards sustainable water and landscape management, 2006.
- [2] Ertl T., Kretschmer F., Plihal H., Weissenbacher N.: Critical review and feasibility study: Energy recovery in the area of wastewater collection and treatment, Vídeň, 2011.
- [3] Chudoba P., Beneš O.: Odpadní voda jako zdroj surovin a energie – technologické trendy
- [4] Tornow M.: Abwasserpumpenanlagen DWA Seminar: Abwasserpumpenanlagen, Freiburg, 2010.
- [5] Lindtner S.: Leitfaden für die Erstellung eines Energiekonzeptes kommunaler Kläranlagen, Lebensministerium, Vídeň, 2008.
- [6] DWA Merkblatt M 114: Energie aus Abwasser – Wärme- und Lageenergie. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.v. Hennef, 2009.
- [7] Koch M., Nietlisbach A., Kaenel B., Calderoni M., Wille B., Mueller R., Bretscher P., Wanner O., Siegrist H., Peter A., Mueller E. A., Kobel B., Roth Y. Heizen und Kühlen mit Abwasser – Leitfaden für die Planung, Bewilligung und Realisierung von Anlagen zur Abwasserenergienutzung, Baudirektion Kanton Zürich, 2010.