

PITNÁ VODA A OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE

Dr. Ing. Pavel Chudoba, Ing. Ladislav Bartoš, PhD., Ing. Ondřej Beneš, PhD.

VEOLIA VODA ČESKÁ REPUBLIKA, a.s., Pařížská 11, 110 00 Praha 1
pavel.chudoba@veoliavoda.cz

ÚVOD

Se zvyšujícími se nároky na kvalitu pitné vody roste úměrně i spotřeba energií, nutných k úpravě surové vody. S rostoucí kvalitou života a díky procesu urbanizace ovšem současně vzrůstá i ostatní spotřeba elektrické energie a přes boom v oblasti obnovitelných zdrojů energie (OZE) jsou stávající zdroje výroby zejména v okamžiku nepříznivých meteorologických podmínek plně vytíženy. Některé sousední země se koncepčně rozhodly vzdát se výroby elektrické energie z jádra (např. Německo), což se v budoucnosti projeví ve snížení výrobních kapacit, a s tím spojené nutnosti nahradit alespoň část tohoto výpadku z jiných, popř. alternativních zdrojů. Takovýmito alternativními zdroji mohou být právě OZE, v případě vodního hospodářství se jedná především o bioplyn, biomasu a dále o energii vodní, solární, větrnou a geotermální. Vzhledem k tomu, že energetické přenosové soustavy jsou v EU částečně propojeny, se tento problém přímo dotýká i České republiky.

Voda v sobě skrývá potenciální zdroj energie kinetické a chemické. Potenciálem vázané chemické energie disponuje především odpadní voda, odhadem 0,42 kWh na ekvivalentního obyvatele a den, což skýtá potenciál cca. 153 kWh/EO.rok [1]. Využití této energie je v praxi spojeno zejména s produkcí bioplynu (při anaerobní stabilizaci kalů) a jeho následnou energetickou valorizací (v kogeneračních jednotkách a palivových článcích). V případě úpravy a distribuce pitné vody připadá v úvahu zejména využití malých vodních elektráren – MVE (kinetická energie) a tepelných čerpadel – TČ (lokální vytápění objektů).

Vzhledem k výše uvedenému stavu, který je ovlivňován kombinací ekonomických a ekologických faktorů, jsou vlastníci a provozovatelé vodohospodářské infrastruktury (technologí) tlačeni ke stále rostoucím požadavkům na zvyšování energetické účinnosti jim svěřených objektů. Tento trend je podpořen i legislativně jak na úrovni EU (zejména směrnice 2010/31/EU o energetické náročnosti budov), tak i v České republice např. novelou vyhlášky o energetické náročnosti budov č. 148/2007 Sb. V odborné literatuře lze najít mnoho odkazů na využití OZE na čistírnách odpadních vod (ČOV), příklady zvyšování energetické účinnosti vedoucí k energetické soběstačnosti a různé návody, jakými optimalizacemi lze takovéto účinnosti dosáhnout [1,2,3,4,5].

Zvyšování energetické účinnosti je aktuální i v případě úpraven pitné vody (ÚV), i když výsledky a stupeň dosažené energetické soběstačnosti nemohou být tak vysoké, jako v případě ČOV. Tento příspěvek je tudíž zaměřen na možnosti energetické optimalizace a využití dostupných OZE při úpravě pitných vod.

ENERGETICKÁ ÚČINNOST – PROJEKT WATER₂ENERGY

Společnost Veolia Voda zvyšuje energetickou účinnost provozované infrastruktury v rámci projektu Water₂energy [6]. Vzhledem k tomu, že energetickou účinností ovlivňují dva paralelní faktory: spotřeba energií a jejich výroba na místě z OZE, je tento projekt zaměřen především na tyto 2 aktivity. Konkrétně v případě ÚV se jedná o optimalizaci čerpání, dmychadel, míchání, provozu a praní filtrů, ozonizace a zavádění ASŘTP. Využití

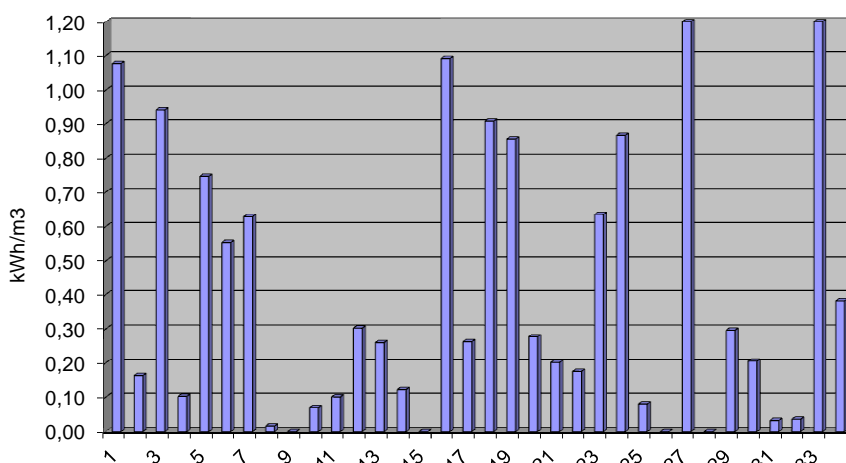
OZE připadá v úvahu na ÚV zejména implementací MVE na přítoku do ÚV (popř. dále v distribuční síti či v místě akumulace pitné vody) a instalací TČ pro lokální vytápění objektů [6].

Realizace projektu Water₂energy probíhá většinou ve 3 etapách :

- 1) Předběžné posouzení, vyplnění dotazníku s provozními údaji, porovnání provozních dat s benchmarkingem a identifikace problematických ukazatelů.
- 2) Návštěva ČOV nebo ÚV, energetický a technologický audit, vyjasnění problematických parametrů a údajů s provozovatelem, zjištění dalších skutečností přímo na místě.
- 3) Vyhodnocení provozních dat, návrh optimalizačních opatření, odhad provozních a investičních nákladů, výpočet návratnosti, konečná zpráva s harmonogramem implementace optimalizačních opatření, prezentace klientovi.

V první etapě jsou porovnávány hlavní provozní parametry dané ÚV s hodnotami z interního benchmarkingu [7]. Jedním z hlavních ukazatelů energetické účinnosti v případě ÚV je měrná spotřeba v kWh/m³ vody (obr. 1). Z obr. 1. je patrné, že na různých ÚV lze naměřit spotřeby elektrické energie v úrovni pod 0,1 kWh/m³ i v úrovni až 1,2 kWh/m³. Tyto spotřeby jsou ovlivněny různými faktory, jako např. kvalita surové vody, použitá technologie úpravy, čerpání a distribuce, zpracování kalů atd. Je pochopitelné, že při posuzování měrné spotřeby elektrické energie (a dalších ukazatelů) je třeba porovnávat porovnatelné ÚV a zohlednit jak místní, tak technologické podmínky.

Měrná spotřeba elektrické energie



Obr. 1. Měrná spotřeba elektrické energie na ÚV – benchmarking Veolia

Obdobné hodnoty naměřené v jiných provozech Veolia Voda v Evropě ukazují hodnoty pohybující se v průměru benchmarkingu na obr. 1., např. měrná spotřeba elektrické energie na ÚV v Berlíně dosahuje 0,2 kWh/m³, a stejné spotřeby dosahuje distribuce vody v síti.

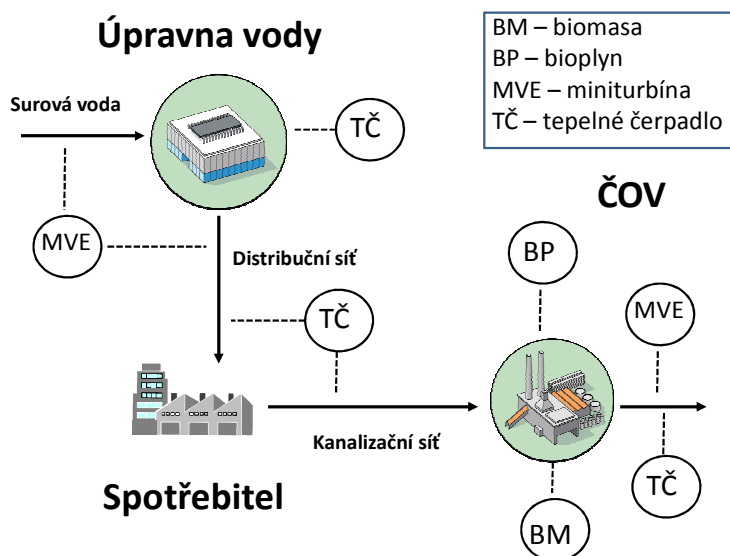
Tabulka 1. Spotřeba elektrické energie po výměně čerpadel (ÚV Grimma, D)

	Před výměnou	Po výměně
Spotřeba el. Energie	275 000 kWh/rok	200 000 kWh/rok
Průtok surové vody	500 000 m ³ /rok	500 000 m ³ /rok
Měrná spotřeba el. Energie	0,55 kWh/m ³	0,40 kWh/m ³
Úspora el. Energie		205 kWh/den

Jednou z důležitých podmínek pro dosažení vyšší energetické účinnosti je vhodná údržba a obnova technologických celků. Včasná modernizace elektromechanického vybavení může mít oproti běžné plánované obnově významné dopady. Na ÚV Grimma (Německo) bylo po vyhodnocení spotřeby čerpadel a následné ekonomické analýze rozhodnuto

o jejich urychlené výměně za modernější, energeticky ekonomičtější materiál. Denní spotřeba elektrické energie se tímto snížila o 27 % (tab. 1.).

Zvýšení energetické účinnosti ÚV lze dospět také využitím výroby energií na místě, z OZE. Schéma na obr. 2 názorně zobrazuje, kde všude a jaký druh OZE lze ve vodním hospodářství použít. Z praktických důvodů uvádíme pouze OZE, které mají přímý vztah k vodnímu hospodářství – bioplyn, biomasa, MVE a TČ. Všechny tyto OZE jsou schopny produkovat energii v kontinuálním režimu. Právě z důvodu problematického diskontinuálního provozu neuvažujeme širší použití solární a větrné energie.



Obr. 2. Použitelné druhy OZE ve vodním hospodářství

VYUŽITÍ OZE VE VODÁRENSTVÍ

Výhodou jmenovaných OZE (MVE a TČ) je jejich kontinuální provoz, umožňující plně nahrazení dodávky energií z distribuční sítě, nezávisle na meteorologických podmínkách. Širšímu využití některých OZE v ČR brání současný legislativní stav, negativně ovlivněný neadekvátní podporou spekulativních projektů se solární energií [8].

Obecný rámec podpory výroby elektrické energie z obnovitelných zdrojů je určen evropskou směrnicí č. 2009/28/ES o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů, návazně v ČR zákonem č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií a specificky zákonem č. 180/2005 Sb. o podpoře výroby elektřiny z OZE. Vlastní preference jednotlivých zdrojů OZE je do značné míry mimo lokálních podmínek určována Energetickým regulačním úřadem pravidelnou aktualizací tzv. Cenového rozhodnutí, kterým se stanovuje podpora pro výrobu elektřiny z OZE, kombinované výroby elektřiny a tepla a druhotných energetických zdrojů. Právě výše podpor jednotlivých zdrojů OZE umožňuje potenciálním investorům určovat návratnost jednotlivých typů investic, příp. volit způsob provozu stávajících zdrojů OZE [9].

Dotační politika MŽP v průběhu výkonu funkce ministra Bursíka v oboru podpory zdrojů OZE ovšem díky nevhodně zvolené formě a struktuře podpory jednoznačně preferovala výstavbu solárních elektráren. Tento trend a problémy spojené s diskontinuálním

způsobem výroby elektrické energie a její dodávky do distribuční sítě vedl jednotlivé společnosti a státní orgány, které jsou odpovědné za správu a regulaci distribuční sítě, k poměrně razantnímu omezení dalšího připojování jednotlivých OZE do distribuční sítě s výjimkou 100 % ostrovního provozu jednotlivých instalací. Nové větrné a fotovoltaické elektrárny není již téměř prakticky možné připojit, bohužel ale ani připojení ostatních druhů OZE není v současné době v ČR jednoduché a silně závisí na adsorpční kapacitě přenosové soustavy, kterou určuje místně příslušná distribuční společnost. Nezbyvá tedy než doufat v příznivější vývoj české legislativy v oblasti podpory (kontinuální) výroby energií z OZE.

Konkrétní příklady implementace MVE lze najít jak v ČR, tak i v cizině (tab. 2.). Je-li průtok a spád surové vody na vstupu do ÚV dostatečný, lze instalovat např. turbínu, která z vody získá energii a vyrobí z ní elektrickou energii. Pro velmi různorodé průtoky lze použít různé typy turbín s vysokou účinností (až 85–90 %), kdy s rostoucím průtokem roste proporcionálně i účinnost. Použitá technologie turbíny závisí na spádu a průtoku surové vody. Turbíny lze instalovat také na vodojemy a do distribuční sítě, nicméně v tomto případě je nutné respektovat podmínky zejména vyhlášky č. 409/2005 Sb.

Tabulka 2. Vybrané reference provozu MVE na ÚV ve skupině Veolia Water

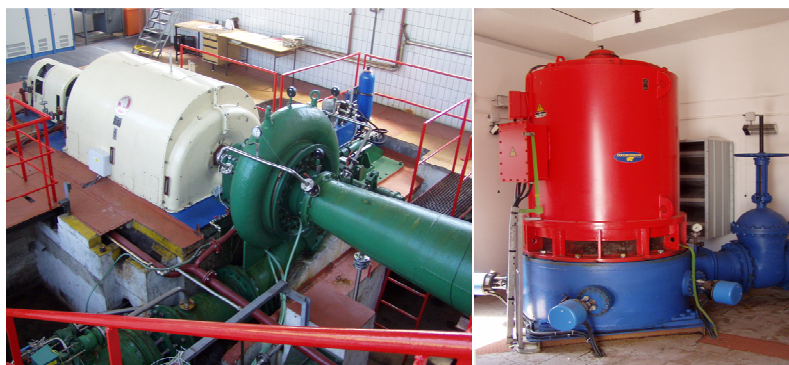
Turbína	Výkon (kW)	Výroba el. Energie (MWh/rok)
Nice, Cap de Croix (Francie)	180	1 200
Nice, Cap Rimiez (Francie)	206	1 500
Friedrichshöhe (Německo)	200	800 – 1 400
Bürgerpark (Německo)	105	88 – 100
Hradiště (ČR)	2 400 a 800	8 200

Tabulka 3. MVE na ÚV provozované společnostmi Veolia Voda v ČR

Společnost	Umístění	Typ MVE	Kapacita (kW)	Výroba (MWh/r)
PVK	ČS Mazanka		220	mimo provoz
PVK	ČS Hrdlořezy		185	328
SČVK	VDJ Orion	Banki Cink	200	
SČVK	ÚV Hradiště	Francis ČKD	2 400	
SČVK	ÚV Hradiště	Pelton Hydrohrom	800	
SČVK	VDJ 16000	Francis Brno	132	
SČVK	ÚV III.Mlýn	Banki Cink	55	
SČVK	VDJ Větruše	Francis Cink	132	
SČVK	VDJ Jizerský	Pelton Hydrohrom	160	
SČVK	VDJ Nová Ves	Pelton Brno	110	
SČVK	ÚV Bedřichov	Pelton Hydrohrom	210	
SČVK	PK Pruněřov	Francis Brno	55	
<i>Celkem SČVK</i>				12 595
MOVO	Litovel	Meta 21		
MOVO	Na Luhu	DET 250		mimo provoz
MOVO	Řepčín	DET 250		mimo provoz
MOVO	Tabulový vrch	Meta 35		
<i>Celkem MOVO</i>				17

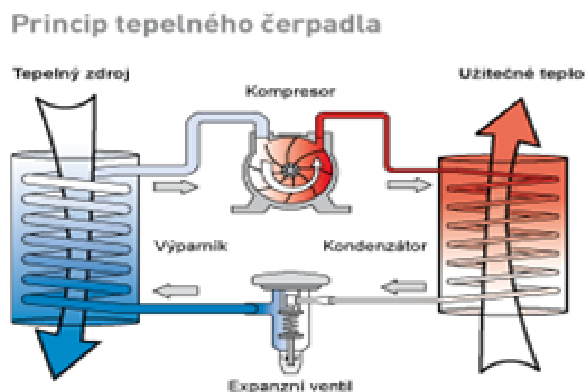
České provozní společnosti skupiny Veolia Voda mají dlouholeté zkušenosti s provozem MVE na ÚV, roční množství vyrobené energie z tohoto druhu OZE dosahuje v průměru 15 000 MWh. Přehled hlavních referencí provozovaných MVE je znázorněn v tab. 3. Kapacitně největší je MVE na ÚV Hradiště, provozovaná společností SČVK (obr. 3) se

dvěma instalovanými turbínami - typ Francis (2 400 kW) a typ Pelton (800 kW). Část vyrobené elektrické energie je využita přímo na ÚV, část je prodána do distribuční sítě.



Obr. 3. Francisova (vlevo) a Peltonova (vpravo) turbína na ÚV Hradiště

Tepelná čerpadla nabízejí energeticky účinnou alternativu k výrobě tepla v kotelnách v zimním období a ke chlazení klimatizací v létě. Teplo přirozeně přechází z prostředí s vyšší teplotou do prostředí s nižší teplotou. Tepelná čerpadla ale umějí donutit teplo přecházet i opačným směrem, při využití relativně malého množství vysoce kvalitní hnací energie (elektřina, palivo nebo odpadní teplo o vysoké teplotě). Tepelná čerpadla tak umí přenášet teplo z přírodních tepelných zdrojů jako je voda do budov nebo průmyslových objektů. Protože tepelná čerpadla spotřebovávají méně primární energie než tradiční topné systémy, jsou důležitou technologií napomáhající ke snižování emisí skleníkových plynů. Princip funkce tepelného čerpadla je znázorněn na obr. 4 [6].



Obr. 4. Princip funkce tepelného čerpadla

Tepelná čerpadla mohou být umístěna jak lokálně na ÚV pro vytápění (nebo chlazení) objektu, tak i v distribuční síti (vodovodní i kanalizační). V cizině se takto prakticky využívá odpadního tepla pro vytápění škol, nemocnic, bazénů nebo průmyslových objektů (např. IKEA v Berlíně). Instalace tepelných čerpadel může nahradit starý systém vytápění. Investice má obvykle krátkou návratnost, pokud se jedná o nahrazení elektrického vytápění nebo plynové kotle či kotle na topný olej. Navíc se zvýší bezpečnost v okolí provozu, protože již není nutné s olejem či plynem manipulovat a skladovat je. V Německu jsou tepelná čerpadla instalována v celé řadě úpraven pitné vody, kde nahrazují vytápění plynem (LPG) nebo elektřinou. Výsledkem získávání tepla z vody je úspora elektrické energie. Na ÚV Grimma (Německo) byla instalována 2 TČ o jednotkovém výkonu 38,5 kW, umožňující výrobu 75 MWh tepelné energie ročně [6]. Praxe využití TČ pro lokální vytápění ÚV je běžná i v ČR. V tabulce 4 jsou shrnuty některé reference, provozované společnostmi ze skupiny Veolia Voda.

Tabulka 4. TČ na ÚV provozovaná společnostmi Veolia Voda v ČR

Společnost	Umístění	Typ TČ	Kapacita (kWtep)	Výroba (GJ/r)
PVK	ÚV Káraný		248	1 935
SČVK	ÚV Hřensko	Ochsner	30	
SČVK	ÚV Malešic	Ochsner	52,5	
SČVK	ÚV Žernoseky	ETT Ekotherm	86	
SČVK	ÚV Žernoseky	ETT Ekotherm	100	
SČVK	ÚV Vrutice	Ochsner	63,6	
SČVK	ÚV Holedeč	Waterkotte War.	23,6	
SČVK	ÚV Chřibská		166,3	

ZÁVĚRY A PERSPEKTIVY

Zvyšování energetické účinnosti vodohospodářské infrastruktury se stává jedním z důležitých kritérií posuzování účinnosti provozu. Projekt Water₂energy poskytuje návod, jak optimalizovat spotřebu energií, a současně zvyšovat jejich výrobu z OZE. Konkrétním příkladem mohou být údaje z tab. 5, ukazující vývoj výroby el. energie a tepla z různých typů OZE ve skupině Veolia Voda ČR. Při celkové roční spotřebě 307 GWh el. energie pokrývá výroba z OZE cca 22 % této spotřeby. Cílem skupiny je dosáhnout v příštích letech alespoň 25 % energetické soběstačnosti. To ovšem závisí mimo jiné na pozitivním vývoji legislativní podpory výroby energií z OZE v ČR.

Tabulka 5. Celková výroba energií z OZE – skupina Veolia Voda ČR

Údaje v MWh/r	2007	2010	2011
Bioplyn	48 610	56 295	57 275
MVE	16 040	12 595	15 048
Celkem el.energie	64 650	68 880	72 323
Celkem el.energie + teplo	154 075	172 142	163 130

Literatura

- [1] Meda, A.: Wastewater as a source of energy. Can WWTPs be operated energetically self-sufficient? *7th IWA Leading-Edge Conference on Water and Wastewater Technologies*, 3rd June, Phoenix (AZ), USA, 2010.
- [2] Chudoba, P., Sardet, C., Palko, G., Guibelin, E.: Main factors influencing anaerobic digestion of sludge and energy efficiency at several large WWTP in central Europe. *2nd European Conf. on Sludge Management*, Budapest, Hungary, 9-10 Sept, 2010.
- [3] Chudoba, P., Rosenbergová, R., Beneš, O.: Jakými způsoby lze docílit energetické soběstačnosti ČOV? *Konference kaly a odpady 2010*, 23-24.6, Brno, 127-136, 2010.
- [4] Kraft, A., Obenaus, F.: Energy management – A key factor of economic plant operation. *Proc. of 10th IWA Specialized conference on Design, Operation and Economics of large WWTP*, 9-13th Sept., Vienna, Austria, 203 – 210, 2007.
- [5] Schwarzenbeck, N., Bomall, E., Pfeiffer, W.: Can a wastewater treatment plant be a powerplant? A case study. *Proc. of 10th IWA Spec. conference on Design, Operation and Economics of large WWTP*, 9-13.9., Vienna, Austria, 2007.
- [6] www.veoliawater2energy.com
- [7] Bartoš, L.: Benchmarking ÚV provozovaných skupinou Veolia Voda ve střední Evropě. Interní materiál Veolia Voda, 2011.
- [8] Chudoba, P., Beneš, O.: Odpadní voda jako zdroj energie – technologické trendy 21.století. *Odpadní vody 2011 - 9. bienální konference CzWA, Poděbrady*, 19-21.10., 2011.
- [9] Beneš, O., Chudoba, P.: Metody energetické optimalizace provozu ČOV. *Seminář SOVAK ČR Energetická náročnost vodohospodářských staveb*, 4.5., Praha, 2011.