

Ekonomicky udržitelná koncepce energetického zdroje po implementaci nových legislativních požadavků

EVECO Brno, s. r. o., Březinova 42, 616 00 Brno

Ing. Ondřej Grolig, Ing. Veronika Kerberová

Anotace

Vývoj legislativy v oblasti přípustného znečišťování ovzduší energetickým průmyslem nutí stávající zařízení spalující ušlechtilá paliva k relativně častému skokovému snižování koncentrací polutantů v emitovaných spalínách. Lze konstatovat, že u většiny polutantů zejména u velmi velkých zdrojů došlo prakticky ke sjednocení emisních limitů se zařízeními pro energetické využívání odpadů. To v konečném důsledku znamená, že přijatá technologická a technická řešení jak pro energetiku, tak pro termické zpracování odpadů jsou totožná, a to i pro stránce investičních a provozních nákladů. Mnoho provozovatelů energetických zařízení tak čím dál častěji začíná zvažovat částečné nebo úplné zahrazení ušlechtilého paliva odpady, které s sebou přinášejí benefit „záporné ceny“, tj. dalšího příjmu.

Tento příspěvek si klade za cíl odpovědět na základní otázky spojené s energetickým využíváním odpadů v podmínkách ČR:

- Jaká je motivace k energetickému využívání odpadů?
- Je na trhu smysluplná koncepce ZEVO pro podmínky ČR?
- Co obnáší realizace záměru výstavby ZEVO?
- Lze efektivně využít teplo z termické likvidace odpadů v průběhu celého roku?

Autoři příspěvku jsou zaměstnanci společnosti EVECO Brno, s.r.o., která je inženýrsko-dodavatelskou společností zaměřenou na návrh a dodávky technologických celků pro energetiku, ekologii a zařízení pro energetické využívání odpadů. Informace uvedené v tomto článku jsou podloženy zkušenostmi pracovníků společnosti nabytých při realizaci komerčních projektů a projektů vědy a výzkumu. Z realizovaných projektů je možné uvést generální dodávku technologie spalovny nemocničních odpadů ve FN Hradec Králové, generální dodávku technologie spalovny kalů z MCHB ČOV rafinerie Slovnaft, a.s., Bratislava nebo účast v expertním týmu správce stavby při modernizaci spalovny SAKO Brno, a.s. V rámci vědecko-výzkumných aktivit společnost úzce spolupracuje s akademickou sférou a dalšími významnými českými i zahraničními společnostmi, např. Vysokým učením technickým v Brně a Ústavem chemických procesů Akademie věd ČR. Tím je zajištěna trvale vysoká úroveň navrhovaných technologických a technických řešení aplikovaných v řešených projektech.

Klíčová slova: Energetické využívání odpadů, ZEVO, EVECONT, Spalovna, odpady, kaly, ČOV

Úvod

EVECO Brno, s.r.o. se dlouhodobě zabývá návrhem a dodávkami technologií a zařízení užívaných v oblasti energetického využívání odpadů. Principy i zařízení používané v této oblasti jsou často velmi snadno přímo použitelné i v oblasti energetiky, příp. ekologizace provozů nejrůznějšího charakteru. Krédem společnosti je individuální přístup k jednotlivým požadavkům každého zákazníka a komplexní pohled na řešený problém zohledňuje mimo jiné i předpokládaný vývoj legislativy v dotčené oblasti. Tento přístup společnost uplatňuje od fáze předprojektové až do fáze předání hotového díla zákazníkovi.

Poznatky, zkušenosti a dlouhodobé úsilí vkládané do problematiky zneškodňování a energetického využívání různých druhů odpadů umožnily vznik vlastní moderní ryze české koncepce závodu na energetické využívání odpadů (dále jen „ZEVO“) malé kapacity, která se v podmínkách ČR (vysoká saturace území s menšími sítěmi centrálního zásobování teplem) jeví jako vhodná. Koncepce ZEVO je zpracována ve dvou variantách. První varianta představuje klasické provedení ZEVO o roční zpracovatelské kapacitě 10 až 40 kt odpadu za rok. Druhé řešení technologie představuje kontejnerové provedení v roční zpracovatelské kapacitě od 1 kt do 2,5 kt. Nespornou výhodou kontejnerového provedení ZEVO je mobilita a vysoká rychlost realizace v místě instalace. Obě technologické varianty je možné navrhnout tak, aby byly schopné energeticky využívat širokou paletu odpadních materiálů vč. kalů různého původu.

Legislativní rámec

Obecně řečeno podmínky provozu stacionárních energetických zdrojů Česká republika přejímá z legislativního rámce Evropské unie. Průmyslové emise na úrovni EU upravuje směrnice Evropského parlamentu a rady 2010/75/EU o průmyslových emisích (integrování prevence a omezování znečištění). Tato směrnice je určujícím dokumentem, který na základě referenčních dokumentů BREF (z anglického „Reference Document on Best Available Techniques“) definuje tzv. „nejlepší dostupné techniky“, zkráceně BAT (z anglického „*Best Available Techniques*“), pro redukci polutantů, úrovně emisí s nimi spojené a také závazné lhůty pro implementaci nových emisních limitů do národní legislativy – konkrétně zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší a č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci. Oblast působnosti je vymezena výčtem průmyslových činností, které způsobují znečištění. Pro účely tohoto příspěvku jsou klíčové oblasti Energetiky a Nakládání s odpady.

Dne 31. 7. 2017 byly zveřejněny referenční dokumenty BREF, resp. závěry o BAT v oblasti „velké“ energetiky. Na implementaci požadavků BREF do národní legislativy mají členské státy lhůtu v délce 4 let. Dnem 31. 7. 2021 dojde ke zpřísnění emisních limitů pro spalovací zdroje o celkovém jmenovitém příkonu 50 MWt a vyšším. Provoz stacionárních energetických zdrojů o jmenovitém příkonu 1 až 50 MWt upravuje směrnice Evropského parlamentu a rady (EU) 2015/2193 o omezení emisí některých znečišťujících látek do ovzduší ze středních spalovacích zdrojů.

Proces novelizace referenčních dokumentů o BAT v oblasti nakládání s odpady je v běhu a dle předběžných informací by závěry BREF v této oblasti měly být zveřejněny v 1. kvartále roku 2019, tzn. implementaci nových emisních limitů do 1Q/2023. Uveřejněné závěry BREF budou závazné pro stacionární zdroje určené pro odstraňování či využití odpadu o zpracovatelské kapacitě vyšší než 3 tuny za hodinu nebo odstraňování nebezpečných odpadů vyšší než 10 tun za den, tj. pro zdroje spadající pod zákon o integrované prevenci.

Požadavky výše uvedených směrnic EU jsou transponovány do legislativy ČR v podobě zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší a doplněny prováděcím předpisem – vyhláškou č. 415/2012 Sb. Tato definuje požadavky na provoz veškerých zdrojů znečištění ovzduší, pod něž spadají i stacionární energetické zdroje na ušlechtilá paliva a zařízení na termickou likvidaci a energetické využívání odpadů. Vyhláška č. 415/2012 Sb. je od udělení účinnosti průběžně novelizována. Poslední dílčí novelizace proběhla k 1. 1. 2018. Další novelizace rozsáhlejšího charakteru je dle informací ministerstva životního prostředí plánována na konec roku 2018. Tato bude obsahovat nové požadavky na provoz stacionárních zdrojů všech velikostí ve střednědobém časovém horizontu.

Významnou roli na budoucí vývoj nakládání s odpady bude mít připravovaný nový zákon o odpadech nahrazující zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech resp. prováděcí předpis – vyhláška č. 294/2005 Sb., ve

kterém se již nyní zakazuje skládkování výmětů z třídících linek směsného komunálního odpadu o výhřevnosti vyšší než 6,5 MJ/t sušiny s účinností od 1. 1. 2018. V novém zákoně bude dále zakázáno skládkování směsného komunálního odpadu a dále materiálově nebo energeticky využitelných odpadů počínaje dnem 1. 1. 2024.

Kombinace tvrdších emisních limitů pro zdroje na ušlechtilá paliva, uvedených zákazů skládkování a aktuální situace na trhu s odpady, kdy se po zakazu dovozu určitých plastových odpadů do Číny na celoevropské úrovni nedostává zpracovatelských kapacit ani pro materiálové ani energetické využití odpadů a v novele zákona o odpadech se uvažuje o násobném zvýšení poplatků za skládkování využitelných odpadů, vytváří příhodné podmínky pro výstavbu nových ZEVO.

Odpad jako zdroj energie?

ZEVO se obvykle plánují s ročními zpracovatelskými kapacitami od cca 100 kt odpadu za rok výše. V zahraničí jsou však v provozu běžně i zařízení s menší roční zpracovatelskou kapacitou. Ve větší míře jsou ZEVO malých kapacit (10 až 40 kt/rok) provozovány zejména v Dánsku, Itálii a severovýchodních zemích.

Obecně jsou ZEVO malých kapacit považovány za ekonomicky nerentabilní z důvodu vysokých měrných investičních nákladů. Do jisté míry to lze považovat za odůvodněné, avšak při vhodně zvolené technologické skladbě ZEVO mohou být měrné investiční náklady na úrovni větších jednotek nebo dokonce i nižší. V demografických podmínkách ČR je menší zpracovatelská kapacita jednotek ZEVO výhodou. Velký tepelný výkon jednotek ZEVO velkých kapacit může být paradoxně problematický. Často totiž znamená menší míru upotřebení vyrobeného tepla a teplo je tak nutné často mařit. Menší jednotky lze, díky relativně nízkému tepelnému výkonu – okolo 3 MW_t při kapacitě 12 kt/r – dobře zasadit do menších CZT jako základní zdroj tepla. Navíc původním zdrojem tepla v menších CZT jsou často kotelníky používající jako palivo zemní plyn. To, spolu s dříve uvedeným, v integrovaných systémech zakládá na předpoklad vysoké míry uplatnění vyrobeného tepla za vyšší cenu z důvodu vysokých palivových nákladů tepla vyrobeného ze zemního plynu.

Koncepce technologie ZEVO navržená společností EVECOP Brno staví na letitých zkušenostech z oblasti návrhu a dodávek zařízení právě pro oblast termické likvidace odpadů a jeho energetického využívání. Jedná se o ryze českou technologii ZEVO malých kapacit se zpracovatelskou kapacitou 10 až 40 kt odpadu za rok. Takto navržená technologie dokáže účelně sloužit jako základní zdroj CZT pro aglomeraci s 30 až 120 tis. obyvatel. Ze závěrů studií MPO¹ a MŽP² vyplývá, že v ČR existuje cca 30 lokalit CZT s vhodnou absorpční schopností tepla ze ZEVO o roční zpracovatelské kapacitě do 40 kt/rok. Studie MŽP dále konstatuje: *„Dodávka tepla ze ZEVO představuje prostředek vysoké úspory primárních zdrojů a tedy i emisí polutantů, které vznikají při výrobě tepla a elektřiny z fosilních paliv. Tento závěr lze učinit na základě faktu, že cca 50 % hmotnosti energeticky využitelných odpadů je biologického původu a představují tedy zdroj obnovitelné energie“*.

Prezentovaný koncept ZEVO je zaměřen na energetické využívání široké palety odpadů – od palivového mixu (směs ušlechtilých paliv a odpadu) přes ryze směsný komunální odpad až po nejrůznější druhy odpadů nebezpečných. Jedná se o moderní technologii, která je schopna termicky zpracovat i materiály s vysokým podílem vysoko-výhřevných složek. Díky progresivnímu přístupu k řešení problematiky procesu termického rozkladu odpadů a uzlu čištění spalin jednotka ZEVO dosahuje s velkou rezervou současných emisních limitů. Pro splnění budoucích emisních limitů (NO_x a TZL) lze systém čištění spalin

¹Studie MPO, Hodnocení energetické a ekonomické efektivnosti technologií pro energetické využití odpadů aplikovatelných v České republice

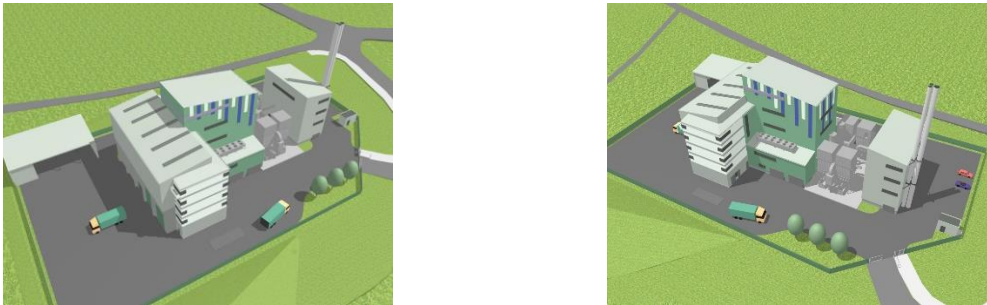
²Studie MŽP dostupná na [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/projekty_po8_opzp_2007_2013/\\$FILE/OODP-4_4_MZP_FIN-20160810.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/projekty_po8_opzp_2007_2013/$FILE/OODP-4_4_MZP_FIN-20160810.pdf)

snadno, a to i dodatečně, doplnit o aparáty, které dále sníží hodnoty emisí na komíně na budoucí legislativou požadovanou mez.

Charakteristickými rysy tohoto konceptu ZEVO jsou:

- důraz na jednoduchá a robustní technologická a technická řešení,
- vysoká míra automatizace,
- ekonomická atraktivnost daná systémovým přístupem k problematice.

Možnou podobu projektu ZEVO o zpracovatelské kapacitě v uspořádání dvou paralelních linek, každé o nominální zpracovatelské kapacitě 10 kt/rok ukazuje Obr. 1.



Obr. 1 Vizualizace ZEVO 2 x 10 kt/rok

Po stránce technické je koncept EVO zpracován a díky němu se podařilo úspěšně realizovat referenční projekt ZEVO – ve variantě na likvidaci nebezpečného (nemocničního) odpadu s následným využitím energie spalin o nominální zpracovatelské kapacitě 1,9 kt/rok. Jedná se projekt kompletní rekonstrukce spalovny nemocničních odpadů ve Fakultní nemocnici Hradec Králové. Na tomto projektu byly aplikovány a funkčně ověřeny řešení, které připadají v úvahu i pro variantu ZEVO na směsný komunální odpad. Zařízení bylo uvedeno do provozu dne 14. 2. 2017. Na tomto místě je dobré poznamenat, že z povahy nebezpečných vlastností likvidovaného materiálu, se jedná o zařízení, které likviduje a následně energeticky využívá materiál s předem nedefinovaným chemickým složením. Technologie je navržena tak, aby i za těchto podmínek byly splněny legislativou požadované provozní podmínky termické likvidace odpadů a emisní limity. Splnění nejvyšších nároků na bezpečnost a spolehlivost provozu lze velmi dobře demonstrovat ročním bezproblémovým provozem technologie spalovny umístěné přímo v areálu fakultní nemocnice situované v centru města Hradec Králové.

Inspekce zařízení po ukončeném prvním roce provozu zařízení ukázala minimální opotřebení komponent technologie (viz Obr. 2) a lze tedy předpokládat správnost přijatých technologických a technických řešení. Z povahy podobně agresivních produktů termické likvidace SKO, lze očekávat, že ZEVO pro energetické využívání SKO bude minimálně stejně robustní a trvanlivé.



Obr. 2 Stav technologie po roce provozu (rošt, spalinovody)

Výstavbě obdobných zařízení tak brání pouze zdoluhavost administrativních procedur. Tabulka níže pro názornost uvádí orientační časovou náročnost jednotlivých kroků realizace záměru ZEVO:

Milník	Délka trvání
Studie proveditelnosti	3 měsíce
Posouzení vlivu na životní prostředí (tzn. velká EIA)	6 měsíců
Projektová dokumentace pro územní řízení	6 měsíců
Projektová dokumentace pro stavební povolení	6 měsíců
Jednání s úřady státní správy a dotčenými orgány	? (1 – 2 roky)
Realizace (dodávky a montáž)	12 měsíců
Uvádění do provozu	3 měsíce

V ideálním případě realizace ZEVO od přípravy konceptu do předání dokončeného díla zabere **36 měsíců**. V kontextu výše uvedeného je tak jasné, že termín zakazu skládkování směsného komunálního odpadu je velmi ambiciózní a je třeba již nyní začít s přípravou projektů výstavby jednotlivých ZEVO tak, aby bylo možné stihnout vše zrealizovat v daných termínech.

Ze zkušenosti z provedených analýz a zpracovaných studií se ukazuje, že klíčovým aspektem ekonomické udržitelnosti projektu ZEVO je maximalizace uplatnění upotřebeného tepla. Naopak snaha o maximalizaci produkce elektrické energie nevede k ekonomické udržitelnosti projektu. Neboť zvýšené investiční náklady a nízkou účinnost výroby elektrické energie je potřeba kompenzovat vyšším poplatkem za zpracování odpadu. To je v nynějších podmínkách trhu s odpady velmi obtížné. Je proto účelné zaměřit se na produkci tepelné energie. Ukazuje se, že pokud je zajištěn dostatečně velký odběr vyrobeného tepla za cenu okolo 250 Kč/GJ, je ZEVO malé kapacity ekonomicky životaschopné i při výši poplatku za zpracování odpadu již nyní konkurujícímu poplatku za uložení odpadu na skládku.

Základní předpoklady pro ekonomickou životaschopnost ZEVO malých kapacit lze shrnout takto:

- zasazení do CZT umožňující prodej produkovaného tepla alespoň ze 70 % (dáno požadavkem energetické účinnosti R1),
- technologické zaměření na produkci tepelné energie,
- prodejní cena tepla na patě zdroje odpovídající palivovým nákladům ceně tepla produkovaného ze zemního plynu.

Za těchto předpokladů lze v případě ZEVO o kapacitě 10 kt/rok dosáhnout časové návratnosti z diskontovaných peněžních toků bez jakékoliv investiční nebo provozní dotace řádově 10ti let při diskontní míře stanovené na 9 %.

V případě likvidace a následného energetického využívání nebezpečných odpadů, jejichž cena na bráně je diametrálně odlišná od ceny směsného komunálního odpadu, se posouvá hranice návratnosti projektu směrem k nižším zpracovatelským kapacitám. U zařízení, které zpracovává odpad skupiny 18 – odpady ze zdravotnictví a veterinární péče v množství 2,0 kt/rok – je možné dosáhnout rozumné ekonomické udržitelnosti projektu již od mezní ceny 4,5 Kč za zpracování 1 kg odpadu. Pro srovnání uvedme, že k dosažení stejné časové návratnosti u zařízení pro likvidaci a následné energetické využívání nebezpečných odpadů o kapacitě 2 kt/rok je třeba poplatku za zpracování nebezpečného odpadu na úrovni 7 Kč/kg. Pro úplnost doplňme, že v závislosti na druhu a povaze nebezpečného odpadu se obvykle ceny za likvidaci 1 kg nebezpečného odpadu pohybují v rozmezí cca 5 až 20 Kč.

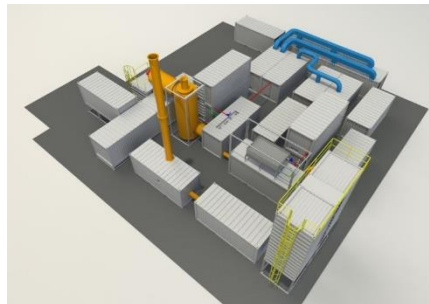
ZEVO v kontejnerovém uspořádání

Pro projekty, kde je klíčovým aspektem dočasné řešení energetického využívání odpadů na daném místě, případně mobilita zařízení, byla vytvořena koncepce modulárního ZEVO v kontejnerovém uspořádání s obchodním názvem EVECONT. Hlavní výhodou tohoto řešení je modularita umožňující přesné přizpůsobení dle podmínek umístění a požadavků uživatele, velmi rychlá realizace v místě instalace a případné bezproblémové uvedení místa instalace do původního stavu.

Pro účely energetického využívání odpadů kategorie „O“ – ostatní odpad je z titulu legislativních limitů zpracovatelská kapacita stropována na úrovni 2,5 kt/rok. Je-li roční zpracovatelská kapacita pod touto hranicí, nespadá zařízení pod zákon o posuzování vlivů na životní prostředí (tzv. EIA). To významně zkracuje povoloovací proces.

Pro ostatní druhy zpracovávaných materiálů plyne limitace z rozměrových omezení jednotlivých modulů. Konkrétně se jedná o omezení maximálním příkonem v palivu na úrovni cca 2,1 MWt.

Možnou podobu zařízení EVECONT ukazuje Obr. 3.



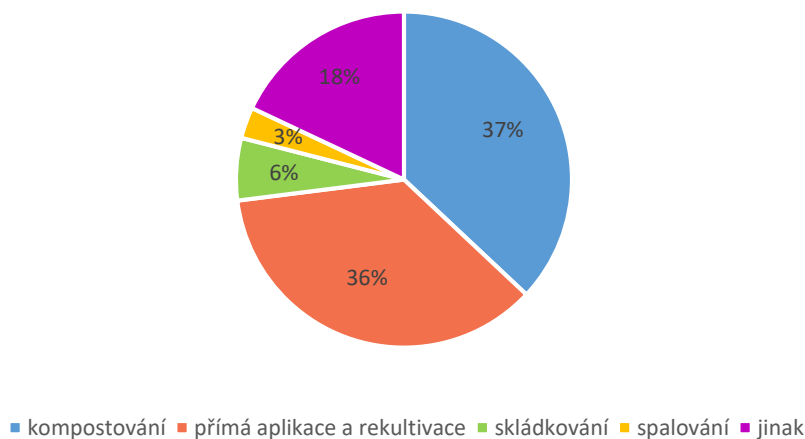
Obr. 3 Vizualizace EVECONT

Odpad jako zdroj surovin?

Pokud se podíváme na problematiku návrhu ZEVO komplexním pohledem, je možné navrhnout synergickou technologii, která bude schopna účelně energeticky využívat jeden druh odpadu a přebytečným odpadním teplem redukovat množství jiného druhu odpadu, který tak bude připraven pro další zpracování. Lze očekávat, že tento druh synergie nalezne uplatnění v mnoha odvětvích. Aktuálně se nabízí uplatnění technologické jednotky určené k likvidaci odpadních plastů prostřednictvím energetického zhodnocení spojené se sušárnou kalů, kde by docházelo prostřednictvím uvolněné energie k sušení kalů z ČOV, které tak bude možné dále energeticky a/nebo materiálově zpracovat.

Vzhledem k současné situaci, kdy je snaha přecházet od lineární ekonomiky k ekonomice cirkulární, je nutné hledat nové technologie, které umožní odpad energeticky a zároveň materiálově využít, a to nejlépe přímo v místě jeho vzniku, náhradou za jeho prostou likvidaci. Mezi takový odpad lze zařadit právě kal z čistíren odpadních vod, jehož vzniku v průběhu čistícího procesu nelze zabránit. Přestože kal představuje pouhé 1-2 % objemu čistěných vod, zakoncentrovává v sobě až 80 % znečištění a jeho likvidace je pro čistírny z hlediska provozních nákladů (okolo 50 % celkových nákladů) velkou zátěží. V běžné praxi se čistírny snaží využít potenciál kalů např. produkcí bioplynu, který následně spalují v kogeneračních jednotkách.

Velkou část nákladů v kalovém hospodářství představuje poslední krok zpracování kalu, a to jeho předání osobě, která má oprávnění s kaly nakládat. V České republice byl v posledních letech kal nejčastěji přímo aplikován na zemědělskou půdu nebo skládkován, viz Obr. 4.



Obr. 4 Nakládání s kaly v ČR dle Českého statistického úřadu

Nicméně tyto způsoby nakládání s kaly jsou do budoucna neudržitelné vzhledem k legislativním změnám. Od roku 2020 budou zpřísněna mikrobiologická kritéria pro použití kalu na zemědělskou půdu (Vyhláška č. 437/2016), což s největší pravděpodobností kal zpracovávané současnou technologií čistíren nesplní. Dalším omezujícím krokem bude rok 2024, kdy pravděpodobně bude zákaz skládkování platit také pro čistírenský kal.

Z těchto důvodů je kalové hospodářství velkým tématem všech dotčených podniků. Předpokládá se, že v dalších letech nastane velký rozvoj sušáren kalů, které jednak zajistí jeho stabilizaci, ale také připraví kal pro jeho další využití. Spojení s linkou ZEVO přináší v této oblasti značné úspory, jelikož odpadní teplo může být využito právě k sušení kalu. V případě pouhého energetického využití kalu je výhodné ho pálit společně s vysoko-výhřevným materiálem, přičemž konečným produktem je škvára, popílek a popel, se kterými je nutné dále nakládat dle zákona o odpadech. Odpadní teplo z tohoto procesu může být dále využito k sušení kalu nebo vyvedeno do CZT.

Kal je možné využívat i materiálově, a protože obsahuje až 20 hm % fosforu, nabízí se jeho materiálové využití právě prostřednictvím získávání fosforu. Mimo jiné také proto, že se stále zmenšující světové zásoby fosfátové rudy nacházejí mimo Evropu, spotřeba fosforu každým rokem stoupá a fosfor byl tak zapsán Evropskou unií na seznam kritických surovin, čemuž odpovídá také zvyšující se cena fosfátové rudy. Recyklace fosforu je možná z kalové vody, dále z kalu po anaerobní digesti či z popela po jeho spálení. Poslední uvedený způsob představuje neúčinnější výtěžnost, nicméně v takovém případě je nutné kal spalovat samostatně bez přídavku jiného druhu odpadu.

EVECO se nyní v rámci projektu Technologické agentury České republiky „Možnosti využití čistírenských kalů jako sekundárního zdroje fosforu“ problematikou kalů a fosforu intenzivně zabývá. V rámci tohoto projektu budou odebrány vzorky kalů z typově odlišných čistíren odpadních vod na území České republiky a budou vyzkoušeny metody pro zpětné získávání fosforu. Poznatky z tohoto projektu budou využity pro další vývoj průmyslových technologií v této oblasti.

Závěr

Předložený příspěvek prezentuje aktuální legislativní situaci v oblasti malé a střední energetiky a odpadového hospodářství. S ohledem na střednědobé cíle odpadového hospodářství je prezentována koncepce ZEVO ryze české technologie, která při vhodném návrhu dokáže plnohodnotně zastoupit základní zdroj tepla v sítích CZT. Při splnění několika základních předpokladů návrhu integrace ZEVO do

CZT je projekt nejen životaschopným, ale také ekonomicky atraktivní i pro čističe komerční potencionální investory.

Klíčové technologické uzly ZEVO vycházející z prezentovaného konceptu byly již úspěšně zrealizovány v projektu modernizace spalovny nebezpečných odpadů ve FN Hradec Králové. Inspekční prohlídka po roce provozu neodhalila problematická místa a potvrdila správnost navržené technologické skladby i návrhu vlastních aparátů. Ty se musejí vypořádat i s extrémními provozními stavy plynoucí z povahy likvidovaného a následně energeticky využívaného materiálu s měnícími se fyzikálními a chemickými vlastnostmi.

Pro projekty, kde je klíčovým aspektem dočasné řešení energetického využívání odpadů na daném místě, případně mobilita zařízení, je v článku prezentována koncepce modulárního ZEVO v kontejnerovém uspořádání s obchodním názvem EVECONT, přičemž tato jednotka je vhodná například pro čistírny odpadních vod, které tak pomohou vyřešit palčivý problém kalového hospodářství.

Propojení energetického a materiálového využití různých či stejných druhů odpadů povede k environmentálně přijatelnému způsobu nakládání s odpady a ekonomickým úsporám provozovatelů, s čímž mimo jiné souvisí větší míra nezávislosti jednotlivých podniků na navazujících zpracovatelských službách. V současné době již bylo popsáno několik metod pro materiálové využití kalů, resp. recyklaci fosforu, ale ty nejsou v porovnání se současnou cenou fosfátové rudy konkurenceschopné. Nicméně s ohledem na legislativní podmínky je třeba hledat nové možnosti a integrace energetického a materiálového využití odpadů se jeví jako možné a reálné řešení eliminující přebytečné provozní náklady na zpracování kalů. Zároveň mohou provozovatelé profitovat z prodeje výsledného produktu bohatého na fosfor pro zemědělské využití.

Příspěvek vznikl na základě finanční podpory poskytnuté Technologickou agenturou České republiky v rámci výzkumného projektu č. TE02000236 "Waste-to-Energy (WTE) Competence Centre".