

Čistírenský kal – obnovitelný zdroj pro výrobu paliva a hnojiva

Miroslav Kos

Surový kal obsahuje okolo 70 % organických látek v sušině a vzhledem k možné přítomnosti patogenních mikroorganismů je dle zákona o odpadech klasifikován jako nebezpečný odpad se všemi důsledky z toho plynoucími. Anaerobní stabilizaci se množství organických látek snižuje na cca 50 % v sušině a rovněž se významně snižuje obsah patogenních mikroorganismů. Množství produkovaných čistírenských kalů je ve srovnání s ostatními odpady relativně malé. Avšak s ohledem na zdravotní rizika je čistírenský kal jediný přísně usměrňovaný odpad v Evropě se specifickými požadavky na kvalitu, monitoring, pořizování záznamů a hlášení. V současné době jsou nejrozšířenější tři způsoby konečného zpracování čistírenských kalů:

- a) využití v zemědělství a na rekultivace (přímá aplikace nebo přes kompost),
- b) uložení na skládku,
- c) termické zpracování (různé způsoby spalování, pyrolyza).

Z hlediska statistického vykazování je v ČR evidována specifická kategorie zneškodnění „Jinak“, ale obvykle jde o uložení na skládku ve formě tzv. technické vrstvy, kdy je uložena směs s čistírenským kalem. Situaci v ČR znázorňuje obr. 1.

Současná odpadová politika EU se orientuje proti ukládání odpadů a podporuje zabránění vzniku odpadů, jejich minimalizaci a recyklaci. Ukládání kalů na skládky (a to i ve formě technických vrstev či tzv. rekultivaci skládek), které je pro některé kalů v Evropě hlavním výstupem, je obecně považováno za neudržitelné. Budoucími technologiemi jsou proto různé recyklační procesy a destrukční metody. Současné metody „recyklace“ zahrnují použití na půdu jako organické hnojivo nebo pro vylepšení kvality zemědělské půdy a pro rekultivaci. Ale i tyto metody již některé státy považují za neudržitelné s ohledem na stále rostoucí výskyt mikropolutantů (z nich dosud nelimitované látky s en-

dokrinními účinky nebo také označované jako endokrinní disruptory) a velmi závažná zjištění o jejich vlivu na živočichy i člověka. Závažná jsou rovněž zjištění, že v hospodaření s čistírenskými kalů na zemědělské půdě dochází k zásadním a systematickým porušením schválených pravidel a tak k ohrožení zdraví živočichů, kvality produkce a následně zdraví člověka. Je evidentní, že prostor pro uplatnění kalů v zemědělství v současné podobě se v blízkém výhledu významně zúží. Zajímavý je často výrazně odlišný přístup k hodnocení rizik spojených se zemědělským využitím kalů v různých částech světa. Na jedné straně některé evropské země dovádí do extrému princip předběžné opatrnosti a již zakazují jakoukoli aplikaci kalů v zemědělství, na druhé straně se plně využívají jistých nedokonalostí směrnice EU o hnojivech, lokálních směrnic a nedostatků supervizních a kontrolních systémů.

Evropskou unií přijatá strategická koncepce tzv. Circular Economy (oběhové hospodářství) by měla být schválena do konce roku 2015 [1]. Tato strategie reaguje na skutečnost, že popátavka po omezených a někdy velmi vzácných zdrojích (např. fosfor je definován jako EU Critical Raw Material) bude nadále stoupat, přičemž tlak na zdroje způsobuje zhoršování životního prostředí a jeho větší zranitelnost. Cílem je minimalizovat objem materiálů (de facto zdrojů), které hospodářský oběh opouštějí a zajistit tak optimální fungování celého systému. Fosfor je na seznamu látek (vedle fosilních paliv a vody), které budou (fosfor jako první) lidstvo v nejbližší době limitovat.

Většina navrhovaných opatření v rámci Circular Economy se dotýká i oblasti čistírenských kalů, neboť mohou být z důvodu nízké ceny (dnes záporné) prioritně znova využity jako ne-tradiční suroviny pro biopaliva (obnovitelná pohonná paliva druhé generace) a zdroje obnovitelných chemikalií (strukturovaný uhlík, fosfor, dusík). Zemědělci si již také uvědomují vysoké transportní náklady spojené s využitím čistíren-

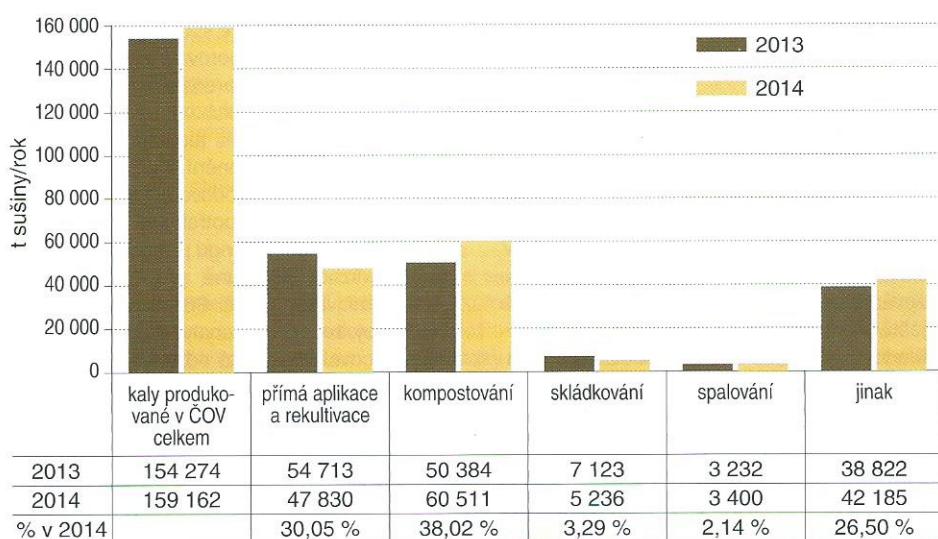
ských kalů a začínají odmítat „težkotonážní“ způsob hnojení pomocí odvodněných čistírenských kalů. Tomu by mělo vyjít vstříc využití čistírenských kalů jako zdroje fosforu pro hnojiva vzniklé transformací pomocí procesů redukujících obsah vody a množství škodlivých látek při zachování využitelnosti biogenních prvků.

Změna hospodaření s čistírenskými kalů může sehrát významnou roli v boji proti globálnímu oteplování. U kalů uložených na půdu nebo do rekultivační vrstvy pokračuje anaerobní rozkladní proces s produkcí bioplynu, který obsahuje metan. Ten je 21× škodlivější než CO₂. Sekvestrací uhlíku ve vhodné stabilitní formě na půdu se významně snižuje uhlíková stopa a emise skleníkových plynů. Touto vhodnou formou není aplikace čistírenských kalů na půdu, kdy dochází k dalšímu vzniku skleníkových plynů a jejich uvolňování do ovzduší. Naopak použitím uhlíku vzniklého po materiálové transformaci čistírenských kalů např. pyrolyzou do formy biocharu dochází při aplikaci na půdu (sekvestraci) k uložení uhlíku v přirozené stabilitní formě. Pro aplikaci biocharu („biochar“) je na uhlí bohatý produkt získaný tepelným rozkladem organického materiálu, například dřevní nebo rostlinné biomasy, ale i hnoje, digestátu nebo čistírenských kalů, bez přístupu vzduchu, za vysokých teplot, produkt pyrolyzy) v zemědělství byla v poslední době zpracována celá řada cost-benefit analýz, které jednoznačně doporučují sledovat tuto cestu [2] z celé řady důvodů. Lze konstatovat, že postupně již vzniká trh s touto komoditou [3].

Přichází revoluce zdrojů

Řešení problematiky čistírenských kalů je a bude úzce spojeno s přístupem ke zpracování odpadů v ČR obecně. Aplikace na půdu a skládkování kalů (odpadů) je stále nejlevnější způsob zneškodnění kalů z ČOV. Jedná se o výsledek aktuálních ekonomických a legislativních podmínek, přitom rezignujeme na řešení rizik vyplývajících ze složení kalů (látky s endokrinními účinky), ale i na možnosti materiálového a energetického využití. Má-li být nastartován trh s moderními technologiemi využití kalů (odpadů), musí být provedena ekonomická a legislativní opatření jako je zvýšení poplatků na skládkách, zabránění přímé aplikaci na půdu ve formě (kvůli škodlivým látkám), která poškozuje lidské zdraví a životní prostředí, umožnění využití produktů monospalování a mono termochemického zpracování čistírenských kalů.

Nastává souboj tradičních cest odpadů s novými, kdy odpady již nejsou vnímány jako materiál určený ke stabilizaci, ale k materiálové transformaci. Je výslovně pravděpodobné, že jsme na počátku éry revoluce zdrojů. Klíčovým opatřením má být celá řada již připravených opatření v oblasti biopaliv (standardizace meziproduků a produků jako jsou biochar, bio-olej, syngas) a revize EU směrnice o hnojivech (Fertiliser Regulation (Reg. (EC) No. 2003/2003)). Novela směrnice o hnojivech by po letech snah měla umožnit použít mimo minerální zdroje fosforu (P) také kompost a biochar jako organická



Obr. 1: Produkce kalů a způsob jejich zneškodnění v čistírnách odpadních vod (podle údajů www.czso.cz/csu/czso)

P hnojiva a aditiva pro zlepšení kvality půdy. Nové produkty materiálové transformace odpadů (čistírenských kalů) budou moci nést označení CE, pokud budou splňovat kritéria pro hnojiva vzniklá z odpadních zdrojů, budou splňovat základní kritéria bezpečnosti, kvality a označování. Revize bude součástí balíků EU směrnic souvisejících se směrnicí k Circular Economy (na přelomu 2015/2016).

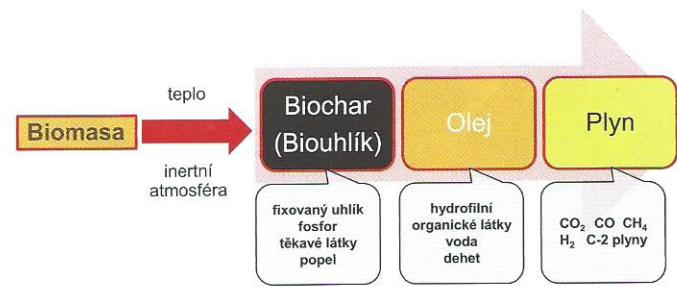
Materiálové transformaci odpadů se dostává v současnosti mohutné podpory od EU prostřednictvím programů jako Renewable Carbon Sources processing to fuels and chemicals, Bio-Based Economy, REFER-TIL a dalších. Zajímavé je to, že v aplikačních koncepcích již nejsou uvažovány spalovny, a když tak jen jako „čisté“ monospalování čistírenských kalů a využití popelu k produkci P hnojiva různými technologiemi (struvit, nebo Ash-Dec Process). Významně se však počítá s termochemickými procesy jako pyrolyza a zplyňování. Jde o základ rozhodujících EU iniciativ, neboť využití produktů těchto technologií je mnohem přímější a umožňuje efektivní provoz i malých jednotek.

Pyrolyza základem transformace čistírenských kalů

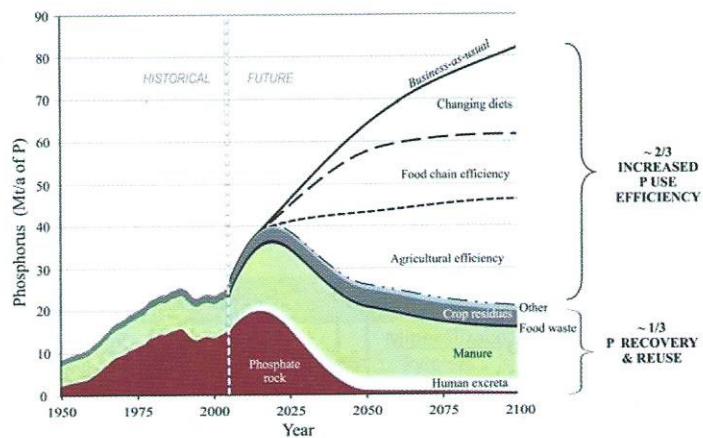
Termochemickými procesy (pyrolyza, zplyňování) můžeme efektivně transformovat biomasu a organické látky na dále zhodnotitelné chemikálie a materiály. To plně platí i pro případ čistírenských kalů. Všechny dílčí produkty (obr. 2) jsou využitelné, přičemž můžeme pomocí různých technologií pyrolyzy a provozních parametrů nastavit produkci žádanějšího produktu a plně se přizpůsobit charakteru vstupující biomasy. V případě čistírenských kalů se preferuje využití vznikajícího plynu okamžitě k energetickému zabezpečení procesu pyrolyzy jeho spalováním ve speciálních nízko-emisních hořácích (typ FLOX), které jsou součástí pyrolyzéra. Proces pyrolyzy se tak stává energeticky soběstačným, či spíše tepelně přebytkovým, kdy přebytečné teplo se obvykle využívá k sušení vstupního materiálu. Termochemické procesy současně likvidují látky s endokrinními účinky a další škodliviny. V případě použití vzniklého biocharu na půdu dochází k odejmouti uhlíku z cyklu (sekvestrace) a snižuje se zásadním způsobem uhlíková stopa.

Z termochemických procesů je pro zpracování kalů preferována pyrolyza. Do reaktoru je vkládán vstupní materiál – částečně nebo zcela sušený kal, který je zahříván a rozkládán na menší a jednodušší molekuly plynu, oleje a pevného zbytku – biocharu. Podle rychlosti ohřevu a finální teploty procesu, rozneznáváme dva základní typy pyrolyzy: rychlou a pomalou. Rychlá pyrolyza má rychlý teplotní nárůst, krátkou dobou zdržení v reaktoru (v rázech sekund) a vysokou finální teplotou (až 1 000 °C), vzniká při ní vyšší podíl pyrolytického oleje (60–75 % hm.) a nižší podíly biocharu (15–25 % hm.) a pyrolyzního plynu (10–20 % hm.). Naopak při pomalé pyrolyze je nárůst teploty pozvolný, finální teplota se pohybuje až do 800 °C, vzniká 20–25 % hm. bio-oleje, 25–35 % hm. plynu, a 35–55 % hm. biocharu. Pomalá pyrolyza je proto preferována při zpracování čistírenských kalů na biochar, zároveň se provozními podmínkami potlačuje produkce bio-oleje a podporuje vznik pyrolyzního plynu, který se pak používá k ohřevu reaktoru.

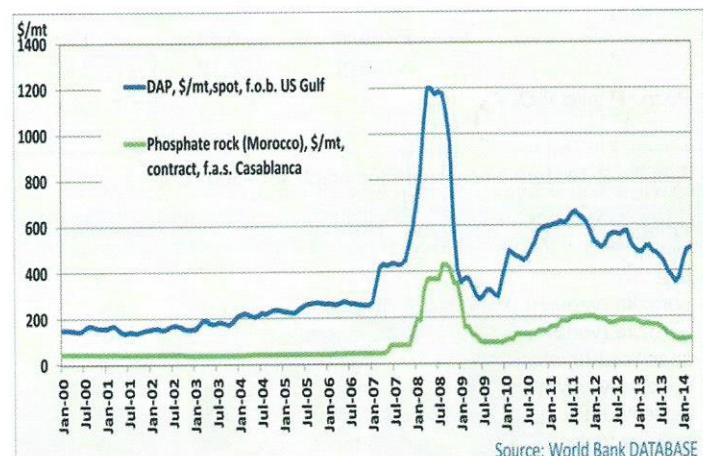
Vlastnosti, chemické i fyzikální, vzniklých produktů jsou silně ovlivněny vstupním materiálem a zvolenými podmínkami pyrolyzy, zejména finální teplotou procesu, proto je biochar definován a certifikován pro každý jeden případ. Obecně je to materiál, jenž obsahuje až 90 % uhlíku a skládá se z aromatických sloučenin charakterizovaných šesti atomy uhlíku. Aromatické uspořádání struktury biocharu inhibuje rozklad v půdě, protože mikroorganismy takto složitě sloučeniny dokážou obtížně využít. Spolehlivým měřítkem udávajícím rozsah pyrolyzy daného materiálu a také následnou náchylnost biocharu na oxidativní změny v půdě se ukázaly poměry kyslíku, vodíku a uhlíku ($O : H, O : C, C : H$). V roce 2014 zahájil CEN finální práce na standardizaci specifických termochemických produktů a jejich využití. Existují sice nezávislé certifikační autority jako např. pro biochar jsou to certifikace (standardizace) IBI a European Biochar Certificate (EBC), pro bio-olej pak ASTM, ale očekávaná certifikace CEN sjednotí certifikaci v EU. Popis používaných metod, požadované parametry a srovnání certifikátů lze nalézt na <http://www.european-biochar.org/en/ebc-ibi>. Životnost biocharu je odhadována na základě poměru kyslíku a uhlíku na desítky tisíc let.



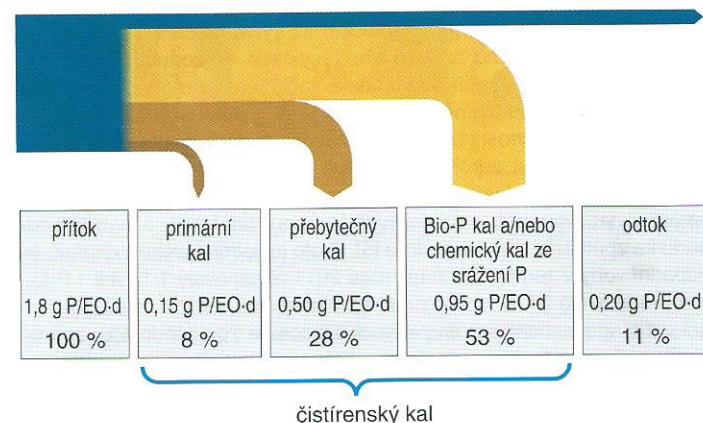
Obr. 2: Znázornění produktů pyrolyzy čistírenských kalů



Obr. 3: Bilance zdrojů fosforu na světě a návrh řešení na pokrytí potřeby ve výhledu [5]

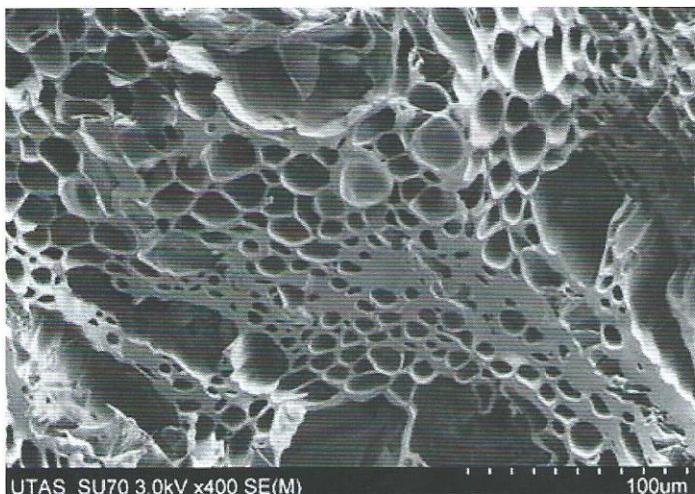


Obr. 4: Vývoj ceny základní suroviny fosforu (zdroj World Bank)



čistírenský kal
cca 90 % přivedeného fosforu (P) se dostane do čistírenského kalu

Obr. 5: Bilance fosforu na ČOV

Obr. 6: Struktura biocharu (foto www.biocharproject.org)

Tabulka 1: Agronomické vlastnosti čistírenského kalu a z něj vyprodukovaného biocharu [6]

Parametr	Sušený kal	Biochar
výtěžnost biocharu		
při pyrolyze (% hm.)	–	46,3
pH (–)	6,2	8,6
C (% hm.)	27,4	21,3
nutrienty		
N (%)	3,62	3,17
P (g/kg)	8,7	15,4
K (g/kg)	7,2	13,8
agronomicky dostupné		
nutrienty		
N (%)	0,21	0,03
P (g/kg)	0,43	1,31
K (g/kg)	2,19	2,47

Pozn.: P jako P_2O_5

Tabulka 2: Složení biocharu při teplotách 450–500 °C

Parametr	Rozměr	Hodnota
pH	–	6–9
porozita (vzduch)	% objem.	65
porozita (voda)	% objem.	15
specifická hmotnost	kg/m³	380–450
specifický povrch	m²/g	300–600
celkový dusík	% hmot.	3–5
celkový fosfor	% hmot.	6–9
draslík	% hmot.	0,3–2
síra	% hmot.	2–3

padních vod. Některé země (Německo) již vytvořily politický rámec týkající se fosforu v zájmu zvýšení jeho recyklace, na podporu inovací recyklace P, zlepšení tržních podmínek a začlenění jeho udržitelného využívání. Snahy jsou zaměřeny na fosfor v čistírenských kalech [4]. Důvodem je skutečnost, že těžitelné zásoby fosforu dojdou kolem roku 2050, nevyváženosť zdroje × spotřeba již nastane kolem roku 2025 (obr. 3). Problém nedostatku fosforu pro produkci potravin má být řešen změnou využívání potravin, efektivnějším použitím hnojiv a využitím odpadů ke zpětnému získání fosforu [5]. Proto je velmi závažné zjištění, že odpadní vody v zemích EU např. roce 2011 obsahovaly 1,14 mil. t P_2O_5 , což představuje 34 % z dovozu do EU, který činil 3,4 mil. t P_2O_5 [6].

Již v současnosti se nevyvážená bilance ve zdrojích fosforu způsobená zvýšenou poplatkou promítá spolu s růstem cen energie, malými investicemi v minulosti do oblasti těžby a uplatněním exportních daní k ochraně trhu v Číně do růstu cen fosfátové suroviny. Cena se od roku 2007 zdvojnásobila (obr. 4). Do výhledu jsou pro svět významná pouze ložiska v Maroku.

Využití fosforu z čistírenských kalů ve formě biocharu jako součást hnojiv má tyto pozitivní efekty:

- snížení průniku dusíku a fosforu do podzemních vod v důsledku postupného uvolňování z biocharu,
- podporuje transformaci dusíku v půdě [7],
- může snížit emise oxidu dusného a metanu z půdy do ovzduší (skleníkový plyn!!),
- v důsledku zvýšené kapacity iontové výměny zvýšení úrodnosti půdy,
- zvýšení zadržování vody v půdě,
- zvýšení množství prospěšných mikroorganismů v půdě.

Následné efekty v důsledku lepšího využívání fosforu jako hnojiva, snížení ztrát z plošných zdrojů do povrchových vod a rozvoj recyklace mohou přinést:

- významné zlepšení kvality vody, v souladu s cíli Rámcové vodní směrnice,
- ekonomické přínosy (možnost využití vod pro volný čas a cestovní ruch, zhodnocení nemovitostí),
- snížení závislosti zemí EU na dovozu fosfátových hornin a zlepšení obchodní bilance,
- nová pracovní místa a hospodářský růst obooru vodovodů a kanalizací,
- rozvoj venkova a „zelenější“ zemědělství, neboť se snižují ztráty živin, tvorbu pracovních míst na venkově a vznik dalších lokálních činností.

Přes různá omezení spotřeby fosforu v některých spotřebních hmotách je odpadní voda stále bohatým zdrojem fosforu. Ten je v ČOV čistírenskými procesy postupně převeden do vyhnilého kalu. Bilance P na ČOV je znázorněna na obr. 5. Fosfor lze následně převést při termickém zpracování do popele nebo při termochemickém zpracování do biocharu, a to prakticky ze 100 %.

Příklad změn složení při transformaci čistírenského kalu na biochar je uveden v tabulce 1. Je prokázáno, že pyrolyza zvyšuje koncentraci a agronomickou dostupnost P a K oproti sušeným vyhnilým kalům, opačný efekt je u dusíku. Velmi zajímavé je však zjištění, že těžké kovy v biocharu jsou mnohem méně dostupné než v sušeném kalu. Naopak se snižuje obsah některých těžkých kovů v půdě při aplikaci biocharu na půdu [8]. Rovněž naše poloprovozní testy na pyrolyzérnu M3RP s kaly z ČOV Brno prokázaly, že při výtěžku biocharu 55 % bylo složení biocharu agrochemicky velmi zajímavé, obsah fosforu v biocharu byl cca 8 % (jako P).

Fosfor se z biocharu aplikovaného na půdu uvolňuje postupně a je vysoce využitelný rostlinami. Biochar má vysoce porézní strukturu, po aplikaci na půdu se v pôrech zachycuje vlhkost a živiny, které vytvárají ideální podmínky pro mikroorganismy a pro provzdušnění půdy. Současně se potlačuje produkce skleníkových plynů jako metanu a oxidu dusného. Specifický povrch 1 g biocharu obvykle dosahuje hodnoty okolo 500 m². Struktura biocharu je znázorněna na obr. 6.

Výše popsané vlastnosti biocharu vzniklé transformací čistírenských kalů (v nich obsaženého fosforu a uhlíku) za současného zajištění hygienizace a odstranění látek s endokrinními účinky vedly k růstu zájmu o agrochemické využití. To způsobilo i extrémní zájem o technologie termochemického zpracování, které se ke zpracování čistírenských kalů doposud používaly velmi omezeně.

Jinou možností agrochemického zpracování kalu je využití popele z mono-spalování technologií produkovající struvit (hydrolyza popele kyselinou sírovou, filtrace, přídavek MgO, kyseliny citronové a NaOH, sedimentace oddělí struvit = fosforečnan hořčnatono-amonníký, $NH_4MgPO_4 \cdot 6H_2O$) nebo technologií ASH-DEC (za teplot 850 až 1 000 °C se popeł míchá s chloridy Mg a K, za vzniku těkavých chloridů těžkých kovů a tím se snižuje obsah těžkých kovů). Oproti této technologii pyrolyza nevyžaduje žádné chemikálie a všechny koprodukty procesu jsou plně využitelné (bio-olej a pyrolyzní plyn). Proto se řada malých pyrolyzních zařízení již prosazuje do praxe a stává se součástí technologie ČOV s produkci biocharu s vysokým obsahem P. Podmínky procesu pyrolyzy významně ovlivňují jednak množství vznikajících složek, rovněž tak i složení biocharu [9]. Typické složení biocharu vzniklého při zpracování sušených kalů z městské ČOV je uvedeno v tabulce 2.

Energie z čistírenských kalů

V souvislosti se zpracováním čistírenských kalů na hnojivo procesem pyrolyzy se nelze nezmínit o energii obsažené v čistírenských kalech. Využití této energie je totiž logickou součástí procesu sušení a pyrolyzy.

Podíváme-li se na energetickou bilanci aktivaciční čistírny odpadních vod s vyháněním čistírenských kalů na obr. 7, vidíme, že stále významná část energie je odvážena z ČOV ve formě vyhnilých kalů. Je to dokonce více, než provoz ČOV spotřebuje. Současně je v kogeneraci (využití bioplunu) produkovaná přebytečná tepelná energie. Problémem je, že energie obsažená v odvodněných kalech je doprovázena stále vysokým obsahem vody. K odpaření 1 t H₂O je potřeba cca 850 kW, což při produkci cca 18,5 kg sušiny kalu na 1 EO a rok, znamená, že tepelnou energii na odpaření vody nízkoteplotním sušením v kalu lze významně pokrýt kombinací tepelné energie z kogenerace a části z energie získané z vyhnilých kalů. Na této strategii je založena koncepce energetického kalového hospodářství čistíren odpadních vod, které je oproti klasickému doplněno o nízkoteplotní sušení a zpracování sušených kalů procesem pyrolyzy nebo zplyňování kalů.

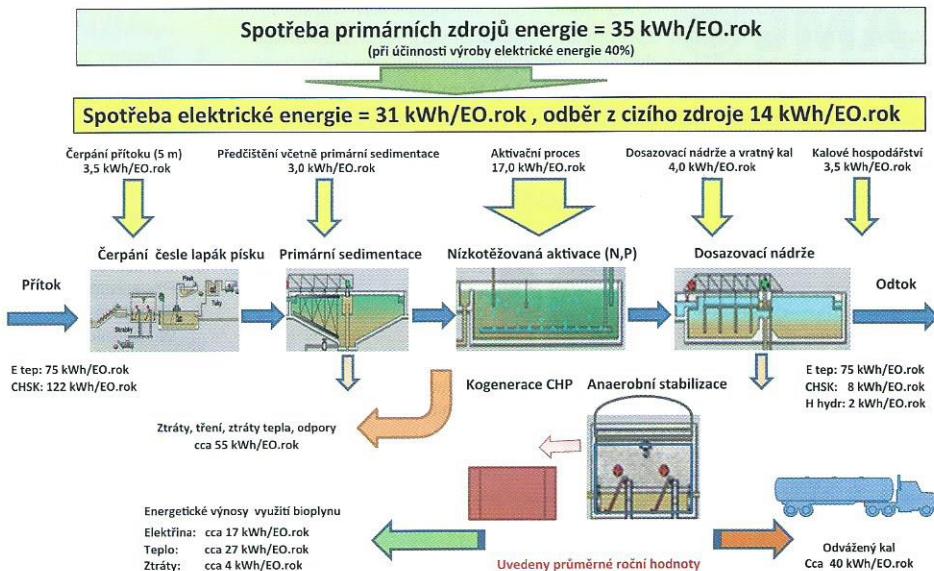
Kalové hospodářství může být cíleně orientováno na produkci biocharu jako hnojiva, pak vznikající plyn a bio-olej jsou spalovány a slouží jako zdroj tepelné energie pro pyrolyzu a sušení kalu společně s teplem z kogenerace. Blokové schéma kalového hospodářství ČOV s využitím tepelné energie z kogenerace a pyrolyzy pro sušení a vytápění je znázorněno na obr. 8. Na první pohled by se mohlo zdát, že je to řešení jen pro velké ČOV. Opak je pravdou, neboť pyrolyzní jednotky jsou velmi malá zařízení. Příkladem takové jednotky jsou např. reaktory firem PYREG® nebo BIOGREEN určené pro malé a střední ČOV. Pyrolyzou vyprodukovaný plyn a bio-olej v malém reaktoru, který je součástí pyrolyzéru, generuje teplo pro ohřev pyrolyzéru.

Na velkých ČOV lze výhodně uplatnit i proces zplyňování kalů, kdy mimo biocharu je převážně produkovaný plyn – syngas na úkor bio-oleje. Velmi zajímavé je řešení, kdy syngas je přiváděn do okruhu bioplunu (vháněn do vyhnivacích nádrží). Výhodou tohoto systému je zachycování dehtu obsažených v syngasu vyhnivaným kalem a jejich částečné využití na tvorbu bioplunu. Ale hlavně se redukuje proces čištění syngasu před jeho spalováním v kogeneraci.

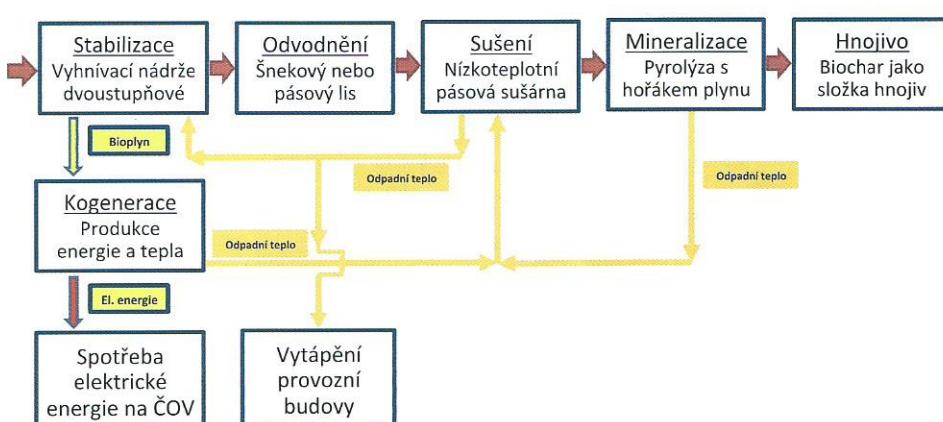
Jiné energetické zhodnocení kalu je předání sušeného vyhnilého kalu dalším zpracovatelům jako suroviny. Jedná se o zpracovatele biomasy na bio-olej, který je následně transformován na palivo druhé generace. Příkladem je jednotka projektu EMPYRO, která zpracovává primárně štěpku na bio-olej [10], ale sušený čistírenský kal je rovněž možným vstupem.

Závěr

Čistírenský kal se může stát ve velmi blízké době zajímavým surovinovým zdrojem, a to hned ve dvou směrech [11]. Proces termochemického zpracování prostřednictvím pyrolyzy otevírá jednak cestu k produkci kvalitní komponenty pro zušlechtování a hnojení půd, přičemž se produkovaný biochar může stát složkou při výrobě chemických hnojiv nebo může být aplikován přímo. Jedná se o komoditu, u které trh již v zahraničí existuje a postupně bude formován i za přispění EU v rámci Circular Economy. Hlavním důvodem bude obsah fosforu a vlastnosti biocharu pro zlepšování kvality půd za současného odstranění látek s endokrinními



Obr. 7: Spotřeba energie na ČOV s vyháněním kalu a využitím bioplunu v kogeneraci



Obr. 8: Schéma kalového hospodářství ČOV s využitím tepelné energie z kogenerace a pyrolyzy (interní hořák plynu) pro sušení kalu a vytápění



Obr. 9: Pyrolyzní stanice PYREG® pro zpracování kalu na biochar s reaktorem FLOX® pro spalování vznikajícího pyrolyzního plynu (zdroj www.pyreg.de)

účinky dnes distribuovaných na zemědělskou půdu. Linie energetického využití čistírenského kalu může být orientována jednak na posílení energetické bilance ČOV, jednat pyrolyzou produkovaný bio-olej se může stát zajímavým doplňkovým zdrojem při produkci paliv druhé ge-

nerace. Zatím se zdá, že první cesta – transformace sušeného kalu na biochar a jeho zemědělské využití je cestou, která již zajímá vlastníky a provozovatele ČOV. Rozhodující budou pochopitelně legislativní opatření v kombinaci s ekonomickými stimuly, jen tak bude možno

nastartovat tyto nové trhy v rámci oběhového hospodářství. Tento významný posun ve finálním zpracování čistírenských kalů nastartuje očekávané zpřísňení EU podmínek pro uplatnění čistírenských kalů a současně otevření možnosti využít produkty termického nebo termochemického zpracování čistírenských kalů jako komponenty hnojiv.

Co chybí, je vytvoření znalostního zázemí pro zajištění této změny, legislativní změny na podporu oběhového hospodářství, zajištění prvních pilotních aplikací v ČR, posílení výzkumu a vývoje v tomto směru včetně mezinárodní spolupráce a zvýšení vzdělání a informovanosti včetně aktivní politické pomoci.

Literatura

1. Towards a circular economy: A zero waste programme for Europe, Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European economic and social committee and Committee of the Regions,

COM/2014/0398 (česky na [http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:52014DC0398R\(01\)&from=EN](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:52014DC0398R(01)&from=EN)), 2014.

2. Shackley S, Hammond J, Gaunt J, Ibarrola R. The feasibility and costs of biochar deployment in the UK, Carbon Management, 2011; No. 2(3):335–356.
3. Jirka S, Tomlinson T. 2013 State of the Biochar Industry, International Biochar Initiative, dostupné na <http://www.biochar-international.org/biochar>, 2014.
4. Kabbe Ch, Remy C. Sustainable sewage sludge management fostering phosphorus recovery in Europe, Berlin Centre of Competence for Water, 2013;11.
5. De Ridder M, De Jong S, Polcar J, Lingermann S. Risks and Opportunities in the Global Phosphate Rock Market, The Hague Centre for Strategic Studies (HCSS), Rapport No 1712112, ISBN/EAN: 978-94-91040-69-6, 2012.
6. Cordell et al. Toward Global Phosphorus Security: A Systems Framework for Phosphorus Recovery and Reuse Options.
7. Břendová K, Tiustoš P, Száková J, Bohuněk M. Využití biouhlí (biocharu) k úpravě půdních vlastností. Biom.cz [online]. 2015-02-02. Dostupné na <<http://biom.cz/cz-bioodpady-a-kompostovani/odborne-clanky/vyuziti-biouhli-biocharu-k-uprave-pudnick-vlastnosti>>. ISSN: 1801-2655, 2015.
8. Liu T, Liu B, Zhang W. Nutrients and heavy metals in biochar produced by sewage sludge pyrolysis: Its application in soil amendment, Pol J Environ Stud. 2014; 23(1):271–275.
9. Zhang J, Lü F, Zhang H, Shao L, Chen D, He P. Multiscale visualization of the structural and characteristic changes of sewage sludge biochar oriented towards potential agronomic and environmental implication, Scientific Reports 5, Article number: 9406, 2015.
10. Venendaal R. Pyrolysis as a building block for a biobased economy, EU-CANDA Workshop Renewable Carbon Sources processing to fuels and chemicals, Brussels, 9–10 July, 2015.
11. Kos M. Termochemické zpracování čistírenských kalů, časopis SOVAK 2015; 24(10):20–23.

(Článek je zásadně doplněný a přepracovaný příspěvkem, který byl prezentován na konferenci Městské vody 2015, konané dne 1.–2. 10. 2015 ve Velkých Bílovicích.)

*Ing. Miroslav Kos, CSc., MBA
SMP CZ, a. s., ÚTŘ skupiny SMP
e-mail: kos@smp.cz*

Zde mohl být Váš inzerát

1/8 stránky
90 x 65 mm
ceník a další informace
na www.sovak.cz



SWECO

Intenzifikace ÚV Březovice

Zahájení stavby 07/2014
Zahájení zkušebního provozu 10/2015
Ukončení zkušebního provozu 01/2016

Sweco Hydroprojekt a.s.
Konzultační a projektové služby

WWW.SWECO.CZ