REGIONÁLNÍ CENTRUM NÍZKOENERGETICKÉ TRANSFORMACE ČISTÍRENSKÉHO KALU S VYUŽITÍM SOLÁRNÍHO SUŠENÍ A ENERGIE KALU

Michal Ašer*, Miroslav Kos, Pavel Martan*, Aleš Mucha***

**AQUA PROCON s.r.o., divize Praha, Dukelských Hrdinů 976/12, 170 00 Praha 7*
***SMP CZ, a.s., Vyskočilova 1566, 140 00 Praha 4*

ÚVOD

Současné metody „recyklace“ čistírenských kalů zahrnují jejich použití na půdu jako organického hnojiva nebo pro vylepšení kvality zemědělské půdy a pro rekultivace. Některé státy považují za neudržitelné současné způsoby nakládání s čistírenskými kaly s ohledem na stále rostoucí výskyt mikropolutantů a velmi průkazná zjištění jejich negativním vlivu na živočichy i člověka. Odpadová politika EU (2015) se v souladu s přijatým návrhem akčního plánu orientuje proti ukládání odpadů a podporuje zabránění vzniku odpadů, jejich minimalizaci a recyklaci formou tzv. technologických úprav nebo také materiálové transformace. Nová připravovaná EU legislativa pak vychází vstříc tomuto záměru.

Současné změny v náhledu na nakládání s kaly jsou vyvolány celou řadou současných či budoucích omezení z hlediska dříve konvenční likvidace kalů nebo podmínek pro využívání kalů. Tato omezení jsou nevyhnutelným důsledkem několika významných trendů:

- Postupné snižování dostupnosti skládek pro likvidaci biologicky rozložitelných odpadů,
- Zvýšený odpor k zemědělskému využití ze strany zainteresovaných stran pod tlakem informací o změnách složení kalů,
- Zásadně odlišná složení kalů oproti minulosti, především u těžkých kovů, specifických organických mikropolutantů, zbytků léčiv a jejich derivátů, mikroplastů apod.,
- Příprava nových evropských i národních předpisů pro využívání kalů do půdy,
- Cíleně zvyšující se náklady za ukládání na skládky s cílem zabránění ukládání organických látek na skládky,
- Otevírající se možnost využití energetického potenciálu kalů jako paliva,
- Tlak na uplatňování filozofie oběhového hospodářství (Circular Economy), čistírenský kal je a bude významnou součástí této filosofie,
- Získávání některých cenných materiálů, obsažených v kalech, jako je především fosfor, v blízké budoucnosti reálně tzv. kritický materiál v EU.

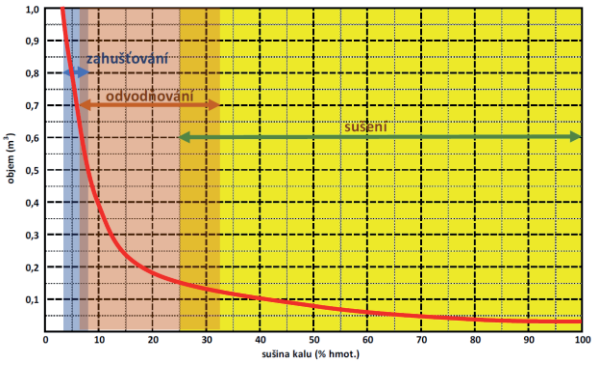
Na jedné straně některé evropské země dovádí do extrému princip předběžné opatrnosti a již zakazují jakoukoli aplikaci kalů v zemědělství, na druhé straně se plně využívá nedokonalosti současné směrnice EU o hnojivech, která proto bude novelizována. Většina navrhovaných opatření v rámci Circular Economy se dotýká i oblasti čistírenských kalů, neboť mohou být z důvodu nízké ceny (dnes záporné) prioritně znovu využity jako netradiční suroviny pro materiálovou transformaci. Z možných transformací se zdá být nadějná cesta využití čistírenského kalu jako zdroje obnovitelných chemikálií (strukturovaný uhlík, fosfor, dusík). Zemědělci si také již uvědomují vysoké transportní náklady spojené s využitím čistírenských kalů a začínají odmítat „těžkotonážní“ způsob hnojení pomocí odvodněných čistírenských kalů. Je proto

logická snaha o využití čistírenských kalů jako zdroje fosforu pro hnojiva vzniklá transformací pomocí procesů redukujících obsah vody a množství škodlivých látek při zachování využitelnosti biogenních prvků (Siekmann, 2015). Přitom lze kombinovat využití energie z čistírenských kalů s jejich materiálovou transformací do formy opět využitelné jako hnojivo nebo se zájmem na získání fosforu jako výhledově kritického materiálu EU.

KRITICKÉ ZHODNOCENÍ SOUČASNÉHO STAVU

Likvidace čistírenských kalů je v současné podobě (jako odvodněný kal) s ohledem na možný potenciál drahá a je součástí nákladů na čištění odpadních vod. Náklady na likvidaci kalů jsou stanoveny podle hmotnosti. Mechanicky odvodněné kaly typicky obsahují 70 až 85 % vody. Doprava kalů je tak často jedním z významných nákladů na jejich likvidaci. Skladování takto odvodněných kalů je obtížné s reálnými dopady na okolní prostředí, rozhodně vyžaduje zabezpečení na ochranu podzemních vod. V důsledku objemu a formy odvodněného kalu, jsou nezbytné velké skladovací kapacity pro uložení odvodněného kalu před jeho půdní aplikací, která je možná jen za vhodných agrotechnických podmínek. V důsledku vysokého obsahu vody je velmi obtížné udržet mikrobiologickou stabilitu kalů třeba již hygienizovaných kalů a zápach spolu s produkcí metanu (skleníkový plyn) je logickým doprovodným jevem. Sušina odvodněných kalů je poměrně energeticky bohatá, ale čím více vody odvodněný kal obsahuje, tak se tato přednost ztrácí díky negativnímu účinku obsahu vody na energetickou bilanci při spalování. Často je třeba při termické likvidaci nebytné přidat jiné palivo. Poplatky za spalování jsou kalkulovány z velké části v závislosti na kalorické hodnotě odvodněného kalu, tedy čím vlhčí kal, tím vyšší spalovací poplatek.

Je evidentní, že základem dalšího zpracování čistírenských kalů je mnohem vyšší odstranění vody, než je tomu v současnosti. Již samotný proces odvodnění hraje významnou roli, ale teprve sušením odvodněného kalu např. z 25 % sušiny na 80 % se významně sníží hmotnost kalu, v uvedeném případě na 30 % hmotnosti zahuštěného kalu, jak ukazuje Obr. 1.



Obr. 1. Snižování objemu kalu při jeho zpracování

V ČR jsme zatím procesu sušení kalu věnovali z hlediska využití v praxi minimální pozornost. Je však evidentní, že v souvislosti s měnícími se požadavky na finální nakládání s čistírenskými kaly bude nezbytné přistoupit k sušení jako metodě, která otevírá možnosti pro transformaci kalů do formy energeticky nebo materiálově využitelné. Usušením kalu se odstraní významná část vody, což způsobí:

- Významně se sníží náklady na odvod kalu,
- Sušený kal se stává velmi dobře skladovatelný (i dlouhodobě),
- V závislosti na způsobu sušení dochází k hygienizaci kalu,
- Sušený kal je již spalitelný či termochemicky zpracovatelný,

- Sušením je vytvořen nový „produkt“ – sušený kal, který obecně poskytuje rozsáhlé možnosti finálního využití kalů.

Obvykle produkovaná forma odvodněného kalu (vyhnilý nebo částečně vyhnilý) má sušinu cca 20-25 % hmot. Z hlediska energetického obsahu má sušina kalu obvykle výhřevnost cca 10 až 13 MJ/kg suš. (2,78 až 3,61 kWh/kg suš.). Odvodněný kal tak představuje zdroj 0,556 kWh až 0,9 kWh/kg odvodněného kalu. K odpaření vody je teoreticky potřeba 0,68 kWh/kg H_2O při 20 °C, k odpaření vody z 1 kg odvodněného kalu je tak teoreticky potřeba 0,51 až 0,54 kWh. Nicméně s ohledem na účinnosti přenosu tepla a nezbytný ohřev vody v kalu dosahuje specifická potřeba tepla k odpaření vody cca 0,9 kWh/kg H_2O, což představuje potřebu 0,68 až 0,72 kWh/kg odvodněného kalu. Z této jednoduché úvahy vyplývá, že k odstranění vody z odvodněného kalu nepostačuje energetický obsah (výhřevnost) sušiny kalu obsažené v odvodněném kalu a proces sušení tak musí být realizován pomocí externího tepla, nicméně energetický obsah v kalu může významně přispět k procesu sušení, je-li energeticky využit. Energetickými bilancemi procesů kalového hospodářství, které jsou zaměřeny na získání energie a současně na materiálovou transformaci kalu na středních a velkých ČOV, se zabývali Frýba a Kos (2018), tyto bilance mají rozhodující vliv na ekonomiku termického využití kalů.

NÁVRH NÍZKOENERGETICKÉ TRANSFORMACE ČISTÍRENSKÉHO KALU S VYUŽITÍM SOLÁRNÍHO SUŠENÍ A ENERGIE KALU

Při přípravě variant řešení jednoho nového regionálního kalového centra v ČR jsme navrhli koncepci, která vychází z dříve uvedených skutečností:

- Sušina kalu je dobrým energetickým zdrojem, přičemž ceny energií trvale porostou,
- K účinnému sušení kalu je nezbytný dodatečný (externí) zdroj tepla,
- K využití kalu do budoucna potřebujeme zajistit nejen jeho hygienizaci (současný požadavek), ale i odstranění mikropolutantů (evidentně výhledový požadavek),
- Kal je současným i výhledovým obnovitelným zdrojem fosforu, tj. transformace by měla být vedena směrem umožňují využití produktu ke hnojení,
- Regionální zpracování kalů je nákladově efektivnější než rozptýlený systém zpracování,
- V ČR pravděpodobně nevzniknou velká regionální centra s ohledem na vysokou investiční náročnost a jistý systémový odpor ke spalovacím procesům, které jsou typické pro velké zpracovatelské kapacity pro kaly.

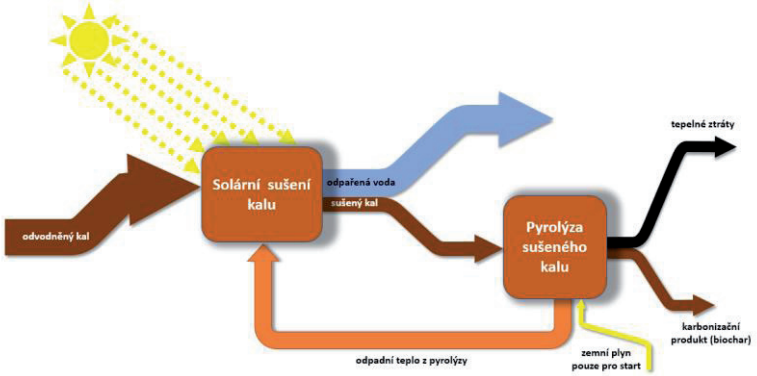
K tom přistupují některé další skutečnosti:

- Nejlevnějším a obnovitelným zdrojem tepla je sluneční záření,
- S výhodou lze v našich klimatických podmínkách kombinovat solární energii a energii kalu uvolněnou termochemickým procesem při transformaci kalu,
- Řešení musí mít minimalizovány energetické nároky a dopady na životní prostředí.

Koncepce nízkoenergetické transformace odvodněných čistírenských kalů spočívá v následujících procesech (blokové schéma na Obr. 2):

- Solární sušení odvodněných kalů,
- Pomalá pyrolýza sušeného kalu,
- Využití odpadního tepla z pyrolýzy pro posílení sušení kal v solární sušárně,

- Využití produktu pyrolýzy (karbonizát, biochar) jako hnojivé komponenty s vysokým obsahem fosforu, což předpokládáme v souladu s návrhem EU (2017) směrnice o certifikovaných hnojivech.



Obr. 2. Nízkoenergetické zpracování kalu solárním sušením a pyrolýzou

SOLÁRNÍ SUŠENÍ KALŮ

Sluneční záření je snadno dostupná energie, která může být použita k sušení kalu, neboť při vhodné ploše solární sušárny je vyprodukovaný tepelný tok dostačující k odpaření vody z odvodněného kalu. K provozu solární sušárny je také potřeba elektrická energie, ale její spotřeba je u solárních sušáren jen 20 až 30 kWh na 1 tunu odpařené vody. Jedná se pouze o 2–3 % potřebné tepelné energie pro odpařování vody. Solární sušení je pomalý proces vyžadující čas a velkou plochu. Tento proces nachází uplatnění v případech, kdy je k dispozici dostatečná plocha. Solární sušení závisí na průměrné intenzitě slunečního záření a dalších klimatických podmínkách (např. průměrná měsíční teplota a vlhkost vzduchu). Klimatické podmínky jsou závislé na ročním období. Během letního období je sluneční záření silné a dlouhotrvající průměrná teplota okolního vzduchu je vysoká a průměrná relativní vlhkost je nízká. Během zimy je to opak. Sušící kapacita solárního sušárny je tedy vysoká během letního období a nízká nebo dokonce nulová v zimě. Protože čistírenské kaly jsou produkovány celoročně o konstantním výkonu, je obecně nutné disponovat akumulační kapacitou pro zimní období v rámci řešení solární sušárny (v zimě se zvyšuje výška kalu).

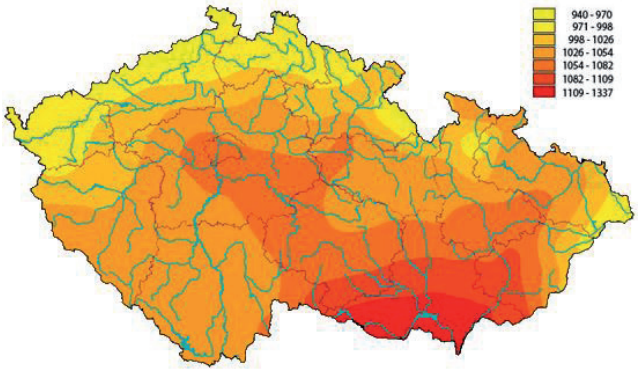


Obr. 3. Solární sušárna kalů

Solární sušárna je ventilovaný skleník, který je v základním provedení vyhříván slunečním zářením. Solární sušárna pracuje s řízeným využitím slunečního záření, které ohřívá vzduch až na teplotu 50 °C. Většina sluneční energie však není využita pro ohřev vzduchu, ale jako entalpie odpařování. Vzduch ve skleníku je současně vyhříván slunečním zářením a ochlazován odpařováním vody, oba procesy jsou v rovnováze. Zásadní je však skutečnost, že slunce

dodává požadovanou entalpii na odpařování pro sušení kalu zdarma. Sušení na slunci se vyskytuje i během chladného, ale slunečného zimního dne. Zimní dny jsou však krátké na severní polokouli, takže v zimě mají solární sušárny poměrně nízkou sušící kapacitu.
Z rozboru klimatických podmínek v ČR vyplývá, že celkové průměrné množství sluneční energie, které dopadá za rok na plochu 1 m^2 je přibližně rovno:

- u vodorovné plochy 1 045 kWh/m^2/rok,
- u šikmé plochy skloněné pod úhlem 45° a orientované na jih 1 203 kWh/m^2/rok,
- průměrná intenzita slunečního záření 800 W/m^2,
- průměrná doba slunečního svitu u nás je 1 600 až 2 200 h/rok.



Obr. 4. Mapa slunečního záření na území ČR (roční průměrný úhrn v kWh/m^2, zdroj ČHMÚ)

Tyto hodnoty se liší podle lokalit a relevantní hodnota je zjistitelná z údajů ČHMÚ (mapy globálního slunečního záření). Pro naše práce využíváme data NASA, která jsou dostupná ve vhodných formátech pro detailní návrhy solárních sušáren pomocí speciálního software. Odpařování vody ve skleníku skončí, jakmile se vzduch stane vodou nasycený. Ventilátory a žaluzie se používají k řízenému odstranění teplého a vlhkého vzduchu ze zařízení skleníku a umožňují ho vyměnit za chladnější a sušší okolní vzduch. V rámci skleníku jsou k dispozici ventilátory, které generují pohyb vzduchu. Sušicí vzduch musí být pohybovat v blízkosti mokrého povrchu kalu. Sušený kal musí být rozprostřen po celé ploše jako rovná vrstva, což zabezpečuje speciální zařízení. Povrch rozprostřené kalové vrstvy ve skleníku však musí být trvale obnovován, aby vlhký kal byl neustále na povrchu vrstvy kalu. Aby solární sušárna účinně fungovala a produkovala požadované výsledky, systém musí být schopen zajistit tyto funkce:

- vrstva kalu musí být udržována v aerobních podmínkách, aby se zabránilo zápachu,
- stupeň sušení musí být kontrolován tak, aby nedocházelo k nerovnoměrnému sušení (nevysušení části kalu neboli naopak nadměrnému vysušení); usušení nad 85 % sušiny může způsobit tvorbu prachu, proto se dimenzuje stupeň vysušení max. na tuto hodnotu,
- všechny částice kalu je nezbytné trvale přesouvat a otáčet, aby se zabránilo kultivaci patogenních organismů,
- celkový provoz zařízení uvnitř skleníku musí být automaticky řízen a kontrolován, aby se zabránilo častému vstupu obsluhy do skleníku, s výjimkou občasné údržby. Ventilátory a pojezdový kalový „vertikutátor“ pracují přerušovaně podle podmínek pro sušení vyhodnocených řídícím systémem.

Nespornou výhodou solárního sušení je využití energie ze slunce. Solární sušárny mají rovněž nižší spotřebu elektrické energie než nízkoteplotní sušárny (0,020-0,030 proti 0,070–0,090 kWh/kg odpařené vody). Nevýhodou je pak, že oproti konvenčním nebo kontaktním sušár-

nám mají velké nároky na zastavěnou plochu a investiční náklady na stavební část jsou obvykle vyšší než v případě stavby nízkoteplotní sušárny. V úhrnu však jsou investiční náklady obdobné, avšak provozní náklady jsou u solární sušárny mnohonásobně nižší. Solární sušárna se skládá z betonové nebo asfaltové základny, na kterou jsou uloženy betonové prefabrikáty, jenž tvoří boční stěny sušárny a zároveň podklad pro uchycení skleníkové konstrukce. Skleníková konstrukce je pokryta buď speciální fólií nebo průhlednými plastovými nebo skleněnými tabulemi. Dále je v hale instalován větrací systém pro řízenou cirkulaci vzduchu, jehož součástí jsou větrací klapky a ventilátory. Součástí vnitřního vybavení je také systém pro prohrabávání, převracení a posun kalu od jedné strany ke druhé. Provoz větracího systému a zařízení na prohrábku a posun kalu je řízen automatickým ovládacím systémem. Usušený kal se hromadí v koncové části solární sušárny, které má sníženou úroveň plochy pro vytvoření zásobního prostoru. Odvodněný kalu je obvykle dopravován do solární sušárny od odvodňovacího zařízení šnekovým dopravníkem, který je dimenzován individuálně pro každou lokalitu. V případě svozů kalů je kal svážen do zásobníku na kal a odtud přiváděn dopravníkem do solární sušárny.

SOLÁRNÍ SUŠENÍ KALŮ S DODATEČNÝM VYTÁPĚNÍM

Solární sušárna s dotací vytápění z externího zdroje tepla je velmi zajímavou variantou pro naše klimatické podmínky. Dochází tak ke stabilizaci provozu a redukci potřebné plochy solární sušárny. Na řadě čistíren odpadních vod je k dispozici odpadní teplo, které může být použito k podpoře provozu solární sušárny a stabilizaci výkonu v málo slunných dnech. Jiným případem je kombinace solární sušárny s další technologií, která využije energetický obsah ve vysušeném kalu. To může být zajištěno buď spalováním kalu, nebo pyrolýzou kalu. Lze také vyžít tepla získaného z tepelných čerpadel.

Dodatečné vytápění snižuje potřebu plochy sušárny na uskladnění kalu. Při dodávání tepla dochází k vysychání i během chladných a mlhavých zimních dnů. Je zapotřebí pouze „nízké“ teplo (teplá voda). To umožňuje využití odpadního tepla, např. z kogeneračního systému, od dmychadel apod. Dodatečné vytápění je užitečné nejen během podzimu, zimy a na jaře, ale i v letním období (i když v menší míře, příklad během deštivých letních dnů). Pokud je dodáváno dodatečné teplo, může být sušárna a skladovací prostory menší. Jednoduchý levný systém vytápění využívá radiátory k ohřevu cirkulujícího vzduchu ve skleníku, ale takový systém má omezenou energetickou účinnost, část dodávaného tepla ztrácí přes střechu a stěny skleníku. Účinnějším řešením je podlahové vytápění, kdy dodané teplo je přeneseno do vrstvy kalu Teplota vzduchu ve skleníku je jen mírně zvýšena a tepelné ztráty jsou malé. Pro podlahové topení se používá voda o teplotě 45 až 55 °C, zatímco pro vzduchové radiátory se vyžaduje teplota teplé vody mezi 60 až 90 °C. Podlahového vytápění má však vyšší investiční náklady, ale je energeticky účinnější.

Využití pyrolýzy vysušeného kalu je uvažováno v případě námi připravovaného kalového centra. Vyprodukované teplo ve formě teplé vody bude využito ve vzduchových radiátorech (teplovzdušných tepelných výměnících) umístěných v prostoru skleníku. Použitím přídavných zdrojů energie se redukuje plocha pro vysoušení a dociluje se kontinuálního sušení i v měsících s minimálním slunečním zářením. V praxi byly realizovány solární sušárny kalů pro ČOV pro 1 000 až 300 000 ekvivalentních obyvatel.

DŮVODY PRO POUŽITÍ PYROLÝZY SUŠENÉHO KALU

Důvody pro zařazení pomalé pyrolýzy s přímým spalováním pyrolýzního plynu byly následující:

- hygienizace kalu (solární sušárny nezabezpečují plnou hygienizaci kalu) a současná likvidace mikropolutantů a dalších škodlivých látek organického původu,
- využití energie, která ještě zůstává ve vysušeném kalu ve formě tepla pro podporu sušení v solární sušárně,
- velmi malé rozměry pyrolýzního zařízení, minimální emise do okolí.

Pyrolyzér je zařízení, které transformuje (karbonizuje) usušený kal a redukuje jeho hmotnost na cca polovinu (podle úrovně anaerobní stabilizace kalu). Výstupem je mineralizovaný kal (biochar), s vysokým obsahem fosforu, který má univerzální využití (substrát, hnojivo, biomasa atd.). Do pyrolyzéru vstupuje usušený kal na cca 80-85 % sušiny. Teplota pyrolýzy kalu je udržována okolo 600 °C, teplota plynu ve spalovací komoře dosahuje až 1200 °C. Veškerý vzniklý pyrolýzní plyn je v příkladném řešení za tepla spálen ve speciální spalovací komoře., a tudíž nedochází k produkci bio-oleje. Spaliny jsou vedeny přímo k vytápění pyrolyzéru, zbytkové teplo je vyvedeno přes dva spalinové výměníky k produkci teplé vody. Teplá voda bude využita pro přitápění solární sušárny (pokryje až cca polovinu spotřeby) nebo pro dodávku tepla. Spaliny jsou čištěny na speciálních filtrech s aktivním uhlí a neutralizovány v mokré pračce, zařízení je součástí pyrolyzéru. Na výstupu do komínu jsou kontinuálně měřeny emise a na monitoru v panelu řídícího rozváděče jsou znázorňovány hodnoty stanovených ukazatelů ve vyčištěném vzduchu.

REGIONÁLNÍ KALOVÉ CENTRUM ROŽNÁ

Při studiu možností zpracování kalů pro region Žďársko byla mimo jiné posuzované varianty použita kombinace solární sušárny s dodatečným zdrojem tepla ze zpracování sušeného kalu materiálovou transformací pomocí pyrolýzy na fosforečné hnojivo, což představuje nízkoenergetické řešení regionálního pracování čistírenských kalů pro kapacitu 9 432 t/rok odvodněného kalu o sušině cca 22 %. Toto řešení (Ašer *et al.,* 2018) bylo zvoleno s ohledem na podmínky lokality, kde není k dispozici dostatek vody pro chlazení nízkoteplotní sušárny, ale je dostatek plochy. Denní hodnoty slunečního záření kolísají v jednotlivých měsících od 0,82 do 5,03 kWh/m^2.d. Odvodněné kaly jsou přiváženy po zvážení do kalového bunkru a odtud dopravovány (šnekový dopravník s možností řízení místa vysypání) do solární sušárny Řešení umožní také dovoz menšího množství zahuštěných kalů, které budou na lokalitě odvodněny. Solární sušárna je složena z betonové základny, na kterou jsou uloženy speciální betonové prefabrikáty, jenž tvoří boční strany sušárny a zároveň podklad pro uchycení skleníkové konstrukce. Skleníková konstrukce bude pokryta speciální profukovanou fólií k zabránění kondenzace se silikonovou pravou povrchu. Dále je v hale instalován větrací systém pro řízenou cirkulaci vzduchu, jehož součástí jsou větrací klapky a ventilátory. Součástí vnitřního vybavení je také systém pro prohrabávání, převracení a posun kalu od jedné strany ke druhé. Provoz větracího systému a zařízení na prohrábku a posun kalu je řízen automatickým ovládacím systémem. Základem řešení je solární sušárna skládající se z 5 hal o šířce haly 12 m a délce 120 m, tj. o ploše cca 7 000 m^2. Vstupní sušina kalu je předpokládána 22 %, výstupní jako roční průměr 85 %. Sušený kal je zpracováván pyrolýzou, ročně je produkováno 1130 t/rok biocharu. Kapacita zpětné dodávky do solární sušárny z pyrolýzy je 24,8 GJ/d, celková potřeba výkonu pro sušení na 85 % sušiny je 67,4 G/d. Ke zpětné dodávce tepla budou použity

vzduchové radiátory k ohřevu cirkulujícího vzduchu ve skleníku. Vyprodukovaný biochar bude šnekovým dopravníkem přiváděn do kontejnerů pod přístřeškem, kontejnery mají možnost překrytí před deštěm, kontejnery s biocharem budou umisťovány na zpevněnou plochu před odvozem k využití biocharu jako hnojiva. K provoznímu startu pyrolyzéru je na lokalitě k dispozici externí energetický zdroj ve formě zásobníku propanu nebo přípojky na zemní plyn.

SOUHRN

Zakladem pro použití čistírenských kalů před jejich materiálovou transformací je jejich sušení. Solární sušení kalů je možnou variantou i v podmínkách ČR. V kombinaci s využitím energetického potenciálu sušeného kalu můžeme dosáhnout zajímavého nízkoenergetického a ekologického řešení zpracování čistírenského kalu. Čistírenský kal pod tlakem výhledového nedostatku primárních zdrojů fosforu se stane v blízké době zajímavým surovinovým zdrojem pro výrobu hnojiva produkovaným v regionálních centrech zpracování kalů (Kos, 2017). Princip předběžné opatrnosti navíc omezí v řadě států EU přímé aplikace čistírenského kalu a tak podpoří materiálovou transformaci čistírenských kalů k produkci kvalitní komponenty pro zušlechťování a hnojení půd. Zdá se, že produkce biocharu pomocí termochemické přeměny pomalou pyrolýzou se může stát technologií, kterou lze implementovat poměrně rychle. Vyprodukovaný biochar lze využít při výrobě kombinovaných hnojiv nebo může být aplikován přímo jako hnojivá komponenta. Trh s touto komoditou 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 např. endokrinních disruptorů dnes distribuovaných s kalem na zemědělskou půdu. Očekávané zpřísnění podmínek pro uplatnění čistírenských kalů a současně otevření možnosti využít produkty termického nebo termochemického zpracování čistírenských kalů jako komponenty hnojiv nastartují tento významný posun ve finálním zpracování čistírenských kalů. Rozhodující budou pochopitelně legislativní opatření v kombinaci ekonomickými stimuly, jen tak bude možno nastartovat tyto nové trhy v rámci oběhového hospodářství.

PODĚKOVÁNÍ

Společnosti AQUA PROCON s.r.o. a SMP CZ a.s. se podílejí na řešení projektu TAČR TE02000077 Smart Regions – Buildings and Settlements Information Modelling, Technology and Infrastructure for Sustainable Development, ve kterém vznikla část využitých znalostí. Úkol probíhá do roku 2019.

LITERATURA

1. Ašer, M., Martan, P., Mucha, A. (2018) Regionální centrum nízkoenergetické transformace kalů na fosforečné hnojivo Rožná, studie pro SVaK Žďársko, z.č. 1476417
2. EU (2015) Closing the loop - An EU action plan for the Circular Economy, zveřejněno 2.12. 2015 (http://ec.europa.eu/priorities/jobs-growth-investment/circular-economy/)
3. EU (2017) Proposal for a Regulation on the making available on the market of CE marked fertilising products and amending Regulations (EC) No 1069/2009 and (EC) No 1107/2009, zveřejněno 17.3. 2016 (http://ec.europa.eu/DocsRoom/documents/15949) ve znění odsouhlaseném EU parlamentem 24.10.2017
4. Frýba, L. Kos, M. (2018) Materiálová transformace čistírenského kalu z energetického hlediska, Sborník přednášek ze semináře 23. ročníku odborného semináře „Nové metody

a postupy při provozování ČOV“, s. 41–49, VHOS a.s, Moravská Třebová, 10. – 11. 4. 2018 ISBN 978-80-86020-86-0

5. Kos, M. (2017) Technologie pro regionální centra zpracování čistírenských kalů pomocí materiálové transformace, průběžná zpráva projektu TE02000077 Smart Regions – Buildings and Settlements Information Modelling, Technology and Infrastructure for Sustainable Development.
6. Siekmann, T. (2015) Umsetzung eines energieeffizienten Klärschlammverwertungs verfahrens auf der Kläranlage Linz-Unkel, http://www.siekmann-ingenieure.de/files/15-09-24_energietage_bingen_1.pdf