

SOVAK
ROČNÍK 31 • ČÍSLO 3 • 2022

OBSAH

Miroslav Dundálek, Oto Zwettler, Miroslav Kos Nízkoteplotní sušárna na ČOV Přerov	1
Pavel Punčochář Světový den vody 2022: Podzemní voda je neviditelná, ale její dopad je viditelný všude	7
Vilém Žák Světový den vody 2022	10
Petr Kubala Úvaha hydrogeologa.....	12
Kamstrup rozšiřuje portfolio inteligentních vodoměrů	14
Filip Mercl, Zdeněk Košnář, Pavel Tlustoš Potenciál pyrolýzy ke zpracování čistírenských kalů z hlediska obsahu rizikových prvků a odstranění reziduí léčiv	16
Radka Hušková Zpráva z jednání komise EurEau pro pitnou vodu EU1	20
Společnost WILO CS, s.r.o., prezentuje výrobky pro pitnou a užitkovou vodu	23
Z regionů	24
Michaela Vojtěchovská Šrámková Zpráva z jednání komise EurEau pro legislativu a ekonomiku EU3	27
Filip Wanner, Marcela Zrubková Zpráva ze zasedání komise EurEau pro odpadní vodu EU2	29



Objekt nízkoteplotního sušení kalů na ČOV Přerov

Nízkoteplotní sušárna na ČOV Přerov

Miroslav Dundálek, Oto Zwettler, Miroslav Kos



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Životní prostředí

Ministerstvo životního prostředí

Základním posláním společnosti Vodovody a kanalizace Přerov, a. s., (dále VAK Přerov) je poskytování kvalitních služeb zákazníkům v oblasti zásobování pitnou vodou a odvádění a čištění odpadních vod a neustálé zlepšování těchto služeb. Významnou součástí služeb je zpracování vyprodukovaných čistírenských kalů.

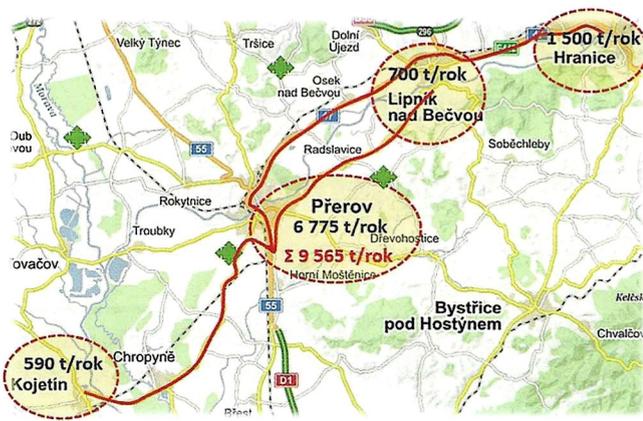
Vznik a příprava projektu

V nakládání s čistírenskými kaly se v blízké době postupně uplatní nové přístupy, opřené o změnu legislativy a s důrazem na ochranu zdraví a udržitelná řešení. VAK Přerov tento vývoj předpokládal a již v roce 2016 svolal vstupní jednání za účasti řešitelů výzkumného projektu TAČR TE02000077 Smart Regions [1] zaměřeného na problematiku energie a kalové problematiky na ČOV a zpracovatele zadané studie Sweco Hydroprojekt a.s., kde na základě předchozích konzultací byl proveden rozbor energetické bilance ČOV Přerov a předběžná bilance kalového hospodářství v rámci celé společnosti VAK Přerov. Již na tomto jednání byla prezentována myšlenka nízkoteplotního sušení kalů a proveden první návrh sušárny kalů. Následně zpracovaná studie prověřila prioritní směry rozvoje způsobů zpracování a využití čistírenského kalu, přičemž za prioritní studie stanovila sušení kalů a následné termochemické nebo termické zpracování (pyrolýza, spalování). Byly porovnány metody hygienizace kalů (jako příprava na vydání vyhlášky č. 437/2016 Sb.) a byly navrženy tři varianty řešení budoucího zpracování kalů. Studie [2] určila jako nejvhodnější řešení zřízení kalového centra zpracování kalů na ČOV Přerov pro celý VAK Přerov, tj. dovoz odvodněných kalů z ČOV Kojetín, Lipník a Hranice. Konceptce byla v souladu se závěry projektu Smart Regions [3,4].

Jako technologické řešení byly předloženy tři varianty, z nichž pak pro další projektovou přípravu byla vybrána varianta č. 3 – nízkoteplotní sušení kalu s následnou pyrolýzou sušeného kalu na ČOV. Parametry sušárny v té době odpovídaly výhledové produkci kalu ČOV Přerov + dovážené odvodněné kaly z jiných ČOV v působnosti VAK Přerov, tj. max. 8 000 t/rok odvodněného kalu se



Celkový pohled na objekt nízkoteplotního sušení kalů na ČOV Přerov



Obr. 1: Produkce a svoz odvodněných kalů do kalového centra na ČOV Přerov



Obr. 2: Kalový bunkr pro odvodněný kal

sušinou 25 %. Pyrolýza byla uvažována ze dvou důvodů – jako zdroj tepla pro částečné pokrytí spotřeby sušárny kalů a také jako metoda získání stabilního produktu – biocharu s následným využitím např. přimíchávání do hnojiv s významnou složkou fosforu.

VAK Přerov v dalších letech průběžně posuzoval a aktualizoval bilanci produkce kalů, znovu bylo zhodnoceno zpracování kalů výše uvedenou technologií včetně energetické bilance odvozené ze skutečných vlastností kalu na výstupu ze stávající

kalové koncovky. Byly upřesňovány zásady řešení a umístění technologie sušící linky a termochemického zpracování včetně propočtu investičních nákladů. V letech 2017–2018 byla zpracována projektová dokumentace pro vydání společného povolení (DSpP) a dokumentace pro provádění stavby (DPS), která byla použita jako součást zadávací dokumentace veřejné zakázky ČOV Přerov – kalová koncovka. Zároveň bylo rozhodnuto, že realizováno bude nízkoteplotní sušení a energetické využití kalu bude zajištěno externím subjektem. Projekt současně uspěl se žádostí na dotaci a byl spolufinancován z prostředků Operačního programu Životní prostředí, registrační číslo projektu: CZ.05.3.29/0.0/0.0/18_104/0009568.

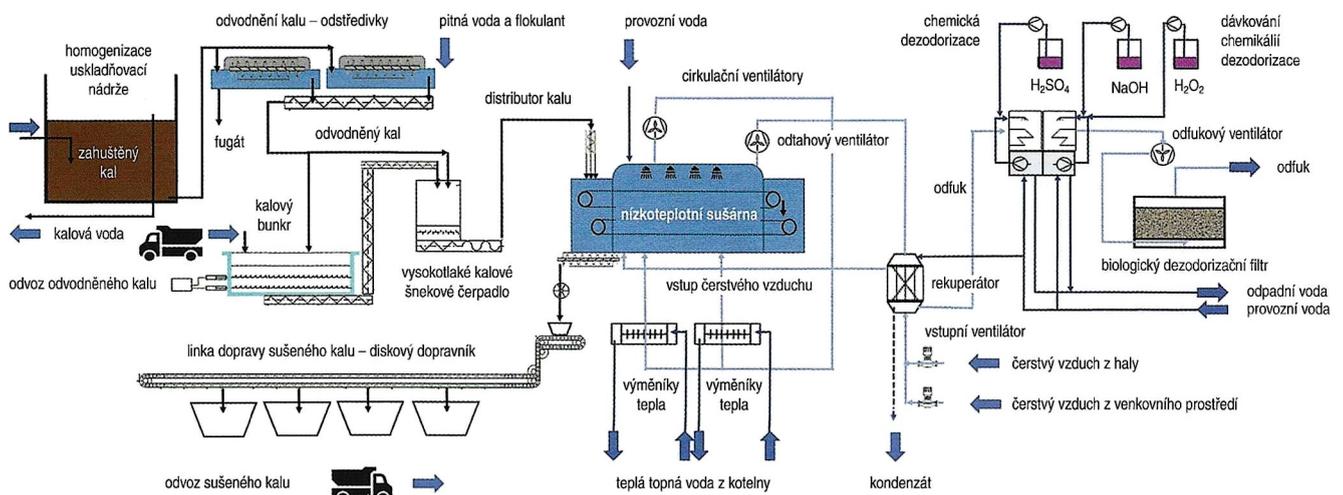
Dodavatel byl vybrán prostřednictvím nadlimitní veřejné zakázky v užším řízení vyhlášeném v prosinci 2019. Počátkem dubna 2020 bylo vítězem zadávacího řízení na základě rozhodnutí o výběru dodavatele vybráno sdružení Společnost ARKO – OHL ŽS – PŘEROV se správcem společností ARKO TECHNOLOGY, a. s., se subdodavatelem nízkoteplotní sušárny Sülzle Klein, GmbH, Německo. Technický dozor zabezpečilo sdružení Společnosti technického dozoru investora VRV a AP INVESTING, tvořené společnostmi VRV a. s. a AP INVESTING, s. r. o.

Filosofie regionálního kalového centra

Na základě bilancí o vyprodukovaném množství kalu a jeho odvodnění byly vypracovány podklady pro návrh kapacity kalového centra VAK Přerov. Bilance pracuje s různými dosahovanými sušinami odvodnění na jednotlivých místech soustředění a odvodnění kalu, kterými jsou ČOV Přerov, Hranice, Lipník a Kojetín. Z těchto míst soustředění kalu z ostatních provozovaných ČOV jsou odvodněné kaly odváženy do kalového centra na ČOV Přerov. Schéma svozů je znázorněno na obrázku 1. Celková výhledová kapacita byla stanovena na hodnotu 9 565 t/rok při průměrné sušině 23 % hmot. sušiny odvodněného kalu.

Koncepce regionálního zpracování kalů musí být pro každou oblast vypracována individuálně, obecně lze rozeznávat tři hladiny nakládání s kalem:

1. Hladina – místa produkce a zahuštění kalu, obvyklé malé ČOV, převážně s aerobní stabilizací kalu, s odvozem zahuštěného kalu na větší ČOV.
2. Hladina – místa soustředění kalu, obvykle zabezpečující odvodnění kalu, případně jeho anaerobní stabilizaci (v rámci projektu Kojetín, Lipník nad Bečvou, Hranice).
3. Hladina – místo ve funkci regionálního centra (v rámci projektu Přerov), zajišťující hygienizaci kalu, sušení kalu, případ-



Obr. 3: Zjednodušené blokové schéma projektu ČOV Přerov – kalová koncovka

ně jeho spalování nebo termochemické zpracování kalu, pokud není zajištěno externím subjektem.

V případě velkého regionálního centra na ČOV obecně dochází k těmto efektům:

- Degrese měrných nákladů na zpracování kalů s ohledem na vyšší kapacitu.
- Zpracování kalů anaerobní stabilizací přináší celou řadu pozitivních efektů.
- V případě dovozů zahuštěných kalů do vyhnívacích nádrží možnost zvýšení výroby elektrické energie z částečně nestabilizovaných kalů.
- Využití kapacity čistírenské linky pro čištění kondenzátů ze sušení.
- Využití odborného personálu velké ČOV.
- Vyšší úroveň kontroly a řízení procesů díky vybavení velké ČOV.

Vyhodnocení těchto efektů a dopadů by rovněž mělo být zahrnuto do regionální koncepce nakládání s kaly. Pochopitelně se v přípravné fázi vyhodnocují dopravní náklady, využití dopravy zpět do svozového místa (v rámci projektu je využit dopravní prostředek k odvozu sušeného kalu do Hranic, odkud se v opačném směru dovážejí odvodněné kaly do Přerova). V řadě případů může dojít i k rozhodnutí instalovat na satelitní ČOV sušení kalů a do regionálního centra s termickým využitím sušeného kalu dopravovat již sušený kal, např. solárně [6].

Popis projektu

VAK Přerov se rozhodl pro celkovou obměnu systému nakládání s vyhnílym kalem na ČOV Přerov. Projektové řešení se postupně upřesňovalo prostřednictvím dokumentací DSPP a DPS [8,9], do zadávací dokumentace veřejné zakázky (zadávací dokumentace stavby ČOV Přerov – kalová koncovka, zpracovate: Sweco Hydroprojekt a. s., divize Morava, č. z. 2171010200) bylo zahrnuto řešení obsahující instalaci nového odvodnění vyhnílych kalů, zásobní nádrže na kaly, kalový bunkr a nízkoteplotní sušárnu, včetně nezbytné související infrastruktury.

Výběr dodavatele proběhl na základě hodnocení nabídkové ceny (váha 80 %) a garantovaných parametrů (váha 20 %), kterými byly jako subkritéria – specifická spotřeba tepelné energie sušárny kalu (dílcí váha 15 %) a specifická spotřeba elektrické energie sušárny kalu (dílcí váha 5 %).

Jako nové odvodnění byly původně navrženy šnekové odvodňovací lisy v počtu 1 ks provozní + 1 ks rezervní, uchazeč měl možnost se rozhodnout i pro variantní použití dvou dekantčních odstředivek. ARKO TECHNOLOGY zvolilo použití odstředivek, aby zajistilo stabilitu provozu sušárny. Součástí dodávky byla nová flokulační stanice s dávkovacími šnekovými čerpadly, zásobní nádrž stabilizovaného kalu, podávací kalová šneková čerpadla, macerátor, šnekové dopravníky, uzávěry s elektropohonem a další zařízení. Odvodněný kal je mechanicky kontinuálně dopravován z odvodňovacích zařízení do sušárny kalu. Přednostní doprava je přímo do zásobníku vřetenového



Obr. 4: Distributor odvodněného kalu s řezacím nožem na sušicí pás („nudličkovač“)



Obr. 5: Diskový trubkový dopravník granulovaného sušeného kalu do kontejnerů



Obr. 6: Nízkoteplotní sušárna Pro-Dry M 2/4 LT (SÜLZLE KLEIN) na ČOV Přerov

vysokotlakého čerpadla, které dopravuje odvodněný kal přímo do sušárny, nebo lze odvodněný kal dopravovat do zásobníku odvodněného kalu (bunkru), kam je také dovážen odvodněný kal z ostatních ČOV. Odvodněný kal lze také dopravovat do kontejneru umístěného mimo budovu. Součástí systému dopravy odvodněného kalu do bunkru je měření a automatické plnění bunkru odvodněným kalem. Součástí dopravy odvodněného kalu do kontejneru je měření a automatické plnění přistaveného kontejneru.

Zásobník kalu (bunkr) a linka dopravy kalu jsou dimenzovány na maximální zpracování kalu sušárnou. Názorově vyšší celková produkce kalu je dočasně uskladněna na kryté skládce, přednostně je na skládce uskladněn svozový kal. Kapacita zásobníku kalu je 60 m³, při provozní spotřebě odvodněného kalu sušárnou cca 1 m³/h (s průměrnou sušinou 23 %), vystačí zásoba kalu na cca 60 hodin provozu sušárny. Betonový kalový bunkr vnitřních rozměrů 3,6 × 8 m má max. výšku plnění 2,2 m, je vybaven dnovým posunem kalu dvěma nezávislými shrabovkami s hydraulickým pohonem.

Kal je z kalového bunkru dopravován k sušárně horizontálním a vertikálním šnekovým dopravníkem do násypky vřetenového plnicího čerpadla, které je vybaveno rotačním rozrušovačem klenby v násypce čerpadla. Kombinace šnekových dopravníků kalu a vřetenového čerpadla zabraňuje dvojmu stlačení odvodněného kalu, které snižuje účinnost sušení.

Linka sušení kalu je dimenzována na množství odvodněného kalu 9 565 t/rok s provozem 8 000 h/rok (průměrný obsah sušiny 23 %). Množství usušeného kalu je 2 588 t/rok (obsah sušiny 85 %, možné nastavení výstupní sušiny od 80 do 90 %) s garancí 90 % sušiny v usušeném kalu. Reálná produkce může být v daném období nižší, potom linka sušení kalu bude provozována periodicky. Zařízení bude v provozu 24 h za den, jakmile bude spotřebována zásoba kalu v uskladňovací nádrži, případně kal z kryté skládky, bude provoz linky sušení kalu přerušen.

Na vstupu do sušárny je použit speciální distributor kalu s řezacím nožem, který produkuje „nudle“ na sušící pás. Je použita nízkoteplotní sušárna Pro-Dry M 2/4 LT výrobce SÜLZLE KLEIN, která má tyto rozměry: aktivní šířka pásu: 2 800 mm, aktivní délka pásu: 2 × 9 800 mm, celková délka ca.: 14 620 mm, celková šířka ca.: 6 058 mm bez potrubí a výška ca.: 5 400 mm bez potrubí. Sušárna je vybavena bezpečnostním protipožárním systémem, systémem čištění pásů a 8 ks ventilátorů pro cirkulující vzduch. Vynášecí šnek usušeného kalu je osazen

turniketovým uzávěrem. Součástí sušárny je tepelný výměník vzduch-vzduch pro rekuperaci tepla z odváděného vzduchu. Vzdušina ze sušárny je čištěna v dezodorizačním stupni, skládající se z kyselá a alkalicko-oxidační pračky, na kterou navazuje biologický filtr o ploše cca 140 m² s výškou náplně cca 2 m.

Sušený kal je dopravován od sušárny speciálním diskovým (trubkovým) dopravníkem do čtyř kontejnerů umístěných pod přístřeškem vedle budovy sušení kalu. Linka dopravy usušeného kalu se skládá z násypky, uzávěrů s elektropohonem, podpěr a dalšího příslušenství. Výška plnění kontejnerů usušeným kalem je kontinuálně měřena. Kontejnery se usušeným kalem jsou odváženy k energetickému využití externím subjektem.

Před dopravou diskovým dopravníkem proběhne dezintegrace nudlí usušeného kalu na granule cca 1 cm na výpadu vynášecího šneku ze sušárny. Jedná se o originální řešení ARKO TECHNOLOGY pro dopravu usušeného kalu. Sušený granulovaný kal vstupuje přes rotační uzávěr (zařízení pro zamezení přísávání vzduchu a udržení podtlaku uvnitř sušárny) do násypky diskového dopravníku, který granule dopraví do zvoleného kontejneru.

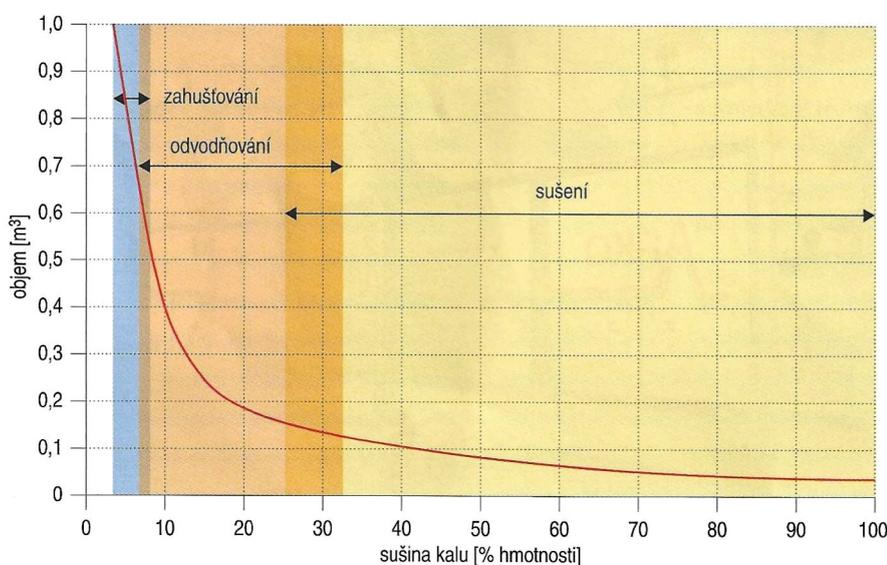
Nízkoteplotní pásová sušárna odvodněného kalu při projektovaném max. zatížení odpaří 6 977 t H₂O/rok, tj. 871 kg/h.

Vstupní parametry:

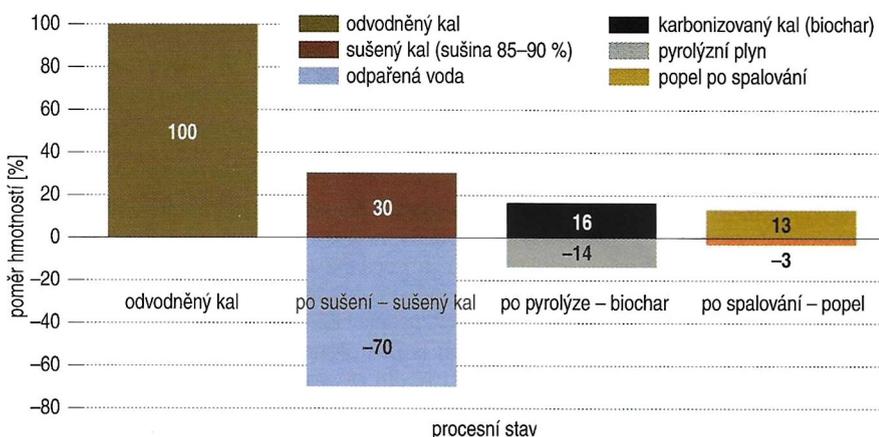
- Koncentrace sušiny vstup – průměrná roční sušina je 23 %, rozmezí sušiny 20 až 30 %.
- Hmotnostní produkce sušiny 2 200 t/rok, tj. 275 kg/h, tomu odpovídá produkce 9 565 tun odvodněného kalu za rok, tj. 1,195 tun odvodněného kalu za hodinu (sušina 23 %).

Výstupní parametry:

- Koncentrace sušiny výstup 85 % sušiny (možnost nastavení 80–90 % sušiny, garance na výstupní sušinu 90 % s odpovídajícím nižším množstvím vstupního odvodněného kalu).
- Hmotnostní produkce usušeného kalu 2 588 t/rok, tj. 7,76 t/d, tj. 0,324 t/h (sušina 85 %).
- Objemová produkce usušeného kalu bude závislá od dosažené sypné hmotnosti, předpokládá se cca 0,5 t/m³ (sušina 85 %).



Obr. 7: Změna objemu kalu při jeho zahušťování, odvodňování a sušení



Obr. 8: Změna hmotnosti kalu při jeho termickém zpracování

Výhody sušení kalů

VAK Přerov realizací regionálního centra na ČOV Přerov s nízkoteplotním sušením kalů sledoval dosažení několika výhod sušení kalů, jako je snížení hmotnosti dopravovaných kalů k finálnímu využití, otevření možnosti plného využití kalů v duchu cirkulární ekonomiky a přeměnu odpadu na zdroj, v tomto případě na zdroj energie. Současně byly naplněny i požadavky legislativy pro případné alternativní využití aplikací na půdu, původně vyhláška č. 437/2016 Sb. [10], nyní vyhláška č. 273/2021 Sb. [11]:

1. Hygienizace

Cílem hygienizace kalů je likvidace patogenních mikroorganismů, platí zde principy závislosti na teplotě a času, vy-

soká teplota – mžikový čas, nízká teplota – dlouhý čas. Výhodou je skutečnost, že sušením významně klesá podíl vody, a tak v průběhu sušení dochází k částečné destrukci buněk mikroorganismů. Při teplotách sušení, které jsou vyšší než 75 °C a relativně dlouhé době prodloužení při této teplotě, dochází k likvidaci enterobakterií, salmonel, zárodků červů a parazitů. Obecně se u nízkoteplotních sušáren dosahuje sterilizace mikroorganismů, neboť se pracuje se vstupní teplotou cca 85 °C a následně pak teplota klesá až k 60 °C, ale současně roste sušina kalu. Usušený kal s obsahem sušiny kalu vyšším než 85 % je velmi dobře chráněn proti následné rekontaminaci, protože množení bakterií je podmíněno vyšší vlhkostí.

2. Skladovatelnost

Od obsahu sušiny 85 % je skladovatelnost suchého kalu z ČOV velmi dobrá, a to i bez přídavku stabilizujících přísad (až 3 roky). Při nižším obsahu sušiny je možno kal stabilizovat například přídavkem různých aditiv. Při uskladnění sušeného kalu je nezbytné respektovat všechny zásady na omezení vzniku výbušného prostředí nebo samovznícení.

3. Redukce hmotnosti

Velkou předností sušení kalů před jejich následným využitím je redukce hmotnosti, která významně snižuje dopravní náklady a umožňuje dobrou manipulovatelnost. Ve spojení se sušením a poklesem hmotnosti je nezbytné registrovat, že se obvykle sníží sypaná specifická hmotnost sušeného kalu do oblasti kolem 0,6 t/m³. Na obrázcích 7 a 8 je vidět, že sušením se sníží hmotnost na 30 % původní hmotnosti odvodněného kalu.

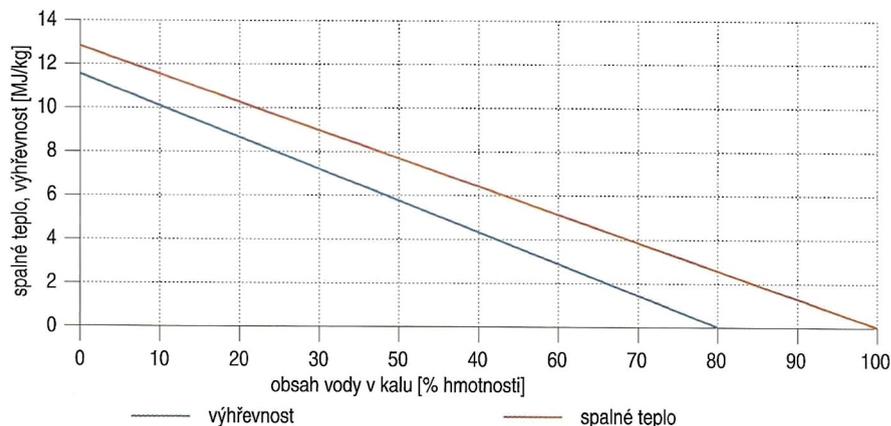
Sušením se významně odstraní voda, proto vzroste kalorický obsah kalu, sušený kal je již spalitelný či termochemicky zpracovatelný, závislost je na obrázku 9. Při sušení na cca 85 % bude výhřevnost sušeného kalu na ČOV Přerov cca 10 MJ/kg.

V souvislosti s měnicími 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 odvoz kalu (platí v případě sušení u zdroje, tj. na ČOV).
- 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 [4,7]. V souvislosti s růstem ceny energií a emisních povolenek je zajímavým obnovitelným energetickým zdrojem.

Závěr

Společnost Vodovody a kanalizace Přerov, a. s., realizovala první projekt svého druhu na Moravě, jehož cílem je vyřešení ekologického a ekonomicky přijatelného nakládání s čistírenskými kaly z čistíren odpadních vod provozovaných společnos-



Obr. 9: Závislost kalorického obsahu na obsahu vody ve vyhnilém kalu



Obr. 10: Setkání zástupců moravských VaK u příležitosti dokončení projektu

ti. Stavbu linky nízkoteplotního sušení kalu a doprovodných technologií kalového hospodářství zajistily a úspěšně dokončily v září 2021 společnosti ARKO TECHNOLOGY, a. s., a OHL ŽS, a. s., se svými subdodavateli. Nyní probíhá zkušební provoz. Celkové investiční náklady na stavební a technologickou část dosáhly částky 179 mil. Kč a dotace činila 25 % ze způsobilých nákladů.

Projekt je příkladným řešením i pro jiné společnosti, proto zde probíhá řada exkurzí a návštěv. S úrovní řešení projektu se dne 14. 9. 2021 seznámili zástupci většiny moravských podniků vodovodů a kanalizací.

Produkovaný sušený kal je po realizaci stavby hygienizovaný a jeho kvalita odpovídá požadavkům nového zákona č. 541/2020 Sb., o odpadech, a prováděcí vyhlášky k zákonu o odpadech, vyhláška č. 273/2021 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady. Sušený kal je využíván jako průmyslové palivo ve společnosti CEMENT Hranice. Výhřevnost suchého, anaerobně stabilizovaného kalu se pohybuje od 9 do 12 MJ/kg a je obdobná jako u méně kvalitního energetického uhlí, případně dřeva (10–14 MJ/kg). Kvalita sušeného kalu jako palivo byla prokázána provozními spalovacími testy, a proto bylo bezprostředně zahájeno jeho energetické využívání. Sušený kal je biomasa, jde o biogenní uhlík, pro který nejsou nezbytné emisní povolenky. Energetickým využitím jsou totálně zlikvidovány zdraví škodlivé látky obsažené v kalech, označované jako tzv. „Pollutants of emerging concern“, tj. především farmaceutické látky a jejich zbytky (diclofenac, estradiol, statiny, antibiotika zvláště azithro-

mycin and ciprofloxacin), energetickým využitím se zabrání šíření antibiotické rezistence, zabraňuje se šíření celé řady průmyslových chemikálií (PFOS, PFOA, PFAS, Bisphenol A, PBDE, PAH, PCB), zbytků prostředků personální péče (detergenty, chemikálie pracích prostředků, mikroplasty), pesticidů (POP-pesticidy), biocidů atd. S ohledem na problematiku škodlivých látek obsažených v kalech neexistuje k termickému způsobu využití kalů téměř žádná alternativa.

Nízkoteplotní sušárny díky použitým kvalitním materiálům a technologickému vybavení byly dotaženy do moderního provedení s minimálními nároky na obsluhu a energie. V současnosti jsou tyto sušárny nejčastěji používaným typem pro střední a velké kapacity. V souvislosti s požadavky na hygienizaci čistírenských kalů je sušení kalů vhodným prvním krokem před materiálovým nebo energetickým využitím kalů [13]. V kombinaci s využitím energetického potenciálu sušeného kalu můžeme dosáhnout zajímavého nízkoenergetického a ekologického řešení zpracování čistírenského kalu. Věříme, že instalace sušení na ČOV Přerov je správným koncepčním krokem směrem k budoucímu nakládání s čistírenským kalem.

Literatura

1. Kos M. Centrum kompetence Smart Region's a kalová problematika ČOV. Sborník přednášek ze semináře 24. ročníku odborného semináře Nové metody a postupy při provozování ČOV. 2019; s. 56–64, VHOS, a. s., Moravská Třebová, 9.–10. 4. 2019. ISBN 978-80-86020-88-4.
2. Fazekas M, Macháček P, Kos M. Bilanční studie využití kalu na ČOV Přerov, studie, Sweco Hydroprojekt divize Morava, Brno, listopad 2016.
3. Kos M. 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, Praha 2017.
4. Kos M. Regionální zpracování čistírenských kalů. Sovak 2017;26 (7–8):14–17.
5. Frýba L, Kos M. Materiálová transformace čistírenského kalu z energetického hlediska. Sborník přednášek ze semináře 23. ročníku odborného semináře Nové metody a postupy při provozování ČOV, 2018; s. 41–49, VHOS, a. s., Moravská Třebová, 10.–11. 4. 2018.
6. Kos M, Zwettler O. Solární sušení kalu – klasická technologie v moderním provedení. Sovak 2018;27(10):8–11.
7. Fuka J, Kos M, Pohořelý M. Sušení a pyrolyza na ČOV Trutnov – první výsledky zkušební provozu. Sovak 2021;30(7–8):24–28.
8. Projektová dokumentace pro vydání společného povolení ČOV Přerov – kalová koncovka, Sweco Hydroprojekt a. s., divize Morava, 06/2018.
9. Projektová dokumentace pro provádění stavby (DPS), Sweco Hydroprojekt a. s., divize Morava, 12/2018.
10. Vyhláška č. 437/2016 Sb., o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, a změně vyhlášky č. 341/2008 Sb., o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady.
11. Vyhláška č. 273/2021 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, Sbírka zákonů částka 119, z 23. července 2021.
12. Regulation (EU) 2019/1009 of the European Parliament and of the Council of 5 June 2019 laying down rules on the making available on the market of EU fertilising products and amending Regulations (EC) No 1069/2009 and (EC) No 1107/2009 and repealing Regulation (EC) No 2003/2003, 2019.
13. Zwettler O, Frýba L, Kos M. Regionální kalové centrum na ČOV Přerov. Sborník přednášek z XXI. ročníku mezinárodní konference a výstavy Městské vody 2021, ARDEC, Velké Bílovice, 7.–8. 10. 2021.

Filtrační sklo VetroPure

- Úspora praci vody
- Úspora elektrické energie
- Úspora chemie
- Bez tvorby biofilmu a kanálků

www.filtrilo.com

TUV SUD ISO 9001

Ing. Miroslav Dundálek
Vodovody a kanalizace Přerov, a. s.

Ing. Oto Zwettler
ARKO TECHNOLOGY, a. s.

Ing. Miroslav Kos, CSc., MBA
SMP CZ, a. s.

AVK ŠOUPATA

- Konstrukční řešení prověřené desítkami let zkušeností.
- Pevná integrovaná klínová matka eliminující vibrace klínu a oděr pryže.
- Kompletně vulkanizované srdce s pevným kluzným vedením po celé délce.
- Trojnásobná ucpávka vřetene s EPDM manžetou, čtyřmi O kroužky a NBR prachovkou.

AVK VOD-KA
Labská 233/11,
Litoměřice Předměstí
412 01

Tel.: 416 734 980
www.avkvodka.cz
obchod@avkvodka.cz