

Výsledky pilotního testování zahušťovače kalů v mlékárenském průmyslu

Jan PAVLÍK

ASIO TECH, spol. s r.o., e-mail: pavlik@asio.cz

Souhrn

Tento experiment představuje jeden z přístupů k zahušťování kalů v mlékárenském průmyslu a prezentuje výsledky pilotního testování nového zařízení navrženého k efektivní manipulaci s kalem z čistírenských procesů nejen v mlékárenském průmyslu.

Klíčová slova: Pilotní testování, kaly, mlékárenský průmysl, čistírna odpadních vod, zahušťování kalů

Úvod

Během čistících procesů na čistírně odpadních vod (dále jen ČOV) vzniká přebytečný kal, se kterým se musí určitým způsobem dle platné legislativy na místě vzniku nakládat¹. Pokud daná ČOV nedisponuje jakoukoli formou kalové koncovky, ve velké většině případů se gravitačně zahuštěný přebytečný kal z čistírenských procesů vyváží fekálním vozem na centrální ČOV vybavenou kalovou koncovkou nebo na bioplynovou stanici².

Vyvážení pouze gravitačně zahuštěného kalu je však finančně náročné a náklady na odvoz kalu se mohou meziročně zvyšovat. Fekální vozy při odvozu přebytečného kalu vyváží z velké většiny pouze vodu, celý systém tak postrádá ekonomický i ekologický smysl, protože kal s vysokým obsahem vody odváží vždy velké nákladní vozidlo. Z tohoto důvodu je výhodné pro takovou ČOV nainstalovat jednu z technologií kalové koncovky, ať už se jedná o odvodňovací nebo zahušťovací jednotku. V případě, že je v blízkém okolí možnost likvidovat odvodněný kal, jehož sušina se pohybuje v rozmezí 14 – 30 %, je vhodné na takovou ČOV nainstalovat jednu z technologií odvodnění kalů, například pásový lis, odstředivku, komorový kalolis nebo šnekový lis³.

Pokud z nějakého důvodu nelze umístit na ČOV jednotku odvodnění kalu, například z důvodu nedostupnosti místa, které by odvodněný kal odebíralo nebo problémům s přepravou odvodněného kalu, může být řešením pouze zahuštění kalu, díky strojové zahušťovací jednotce. Zahušťovací zařízení je schopné zvýšit obsah sušiny kalu na takovou úroveň, kdy kal bude ještě čerpatelný fekálním vozem a kalovými čerpadly. Zahuštěním kalu na maximální možnou úroveň je možné dosáhnout ekonomické úspory a snížit ekologickou zátěž na životní prostředí. Výrazně se sníží objem kalu, který je určen k odvozu a tím se sníží i četnost odvozů fekálním vozem. Mezi další výhody patří například potřeba menších kalových nádrží a snížení emisí při dopravě kalu⁴.

Popis zařízení

Zařízení AS-DEHYDRÁTOR od společnosti ASIO TECH, s.r.o. je schopné zahustit kal na 5 – 10 % sušiny. Nedílnou součástí zahušťovacího zařízení je stanice přípravy flokulantu, vřetenové podávací čerpadlo, dávkovací čerpadlo rozmíchaného flokulantu a rozvaděč s frekvenčními měniči pro každý pohon zahušťovací jednotky. Zařízení, které je v tomto článku popisováno, je primárně určeno k odvodňování kalů, jak je znázorněno i na obrázku 1. V tomto případě je aplikováno na jiný proces – zahuštění, přestože princip fungování zůstává totožný. Typickou vlastností zařízení je šnekový lamelový princip separace filtrátu a potřeba mít vstupní kal dostatečně homogenizovaný a řádně předupravený flokulací.

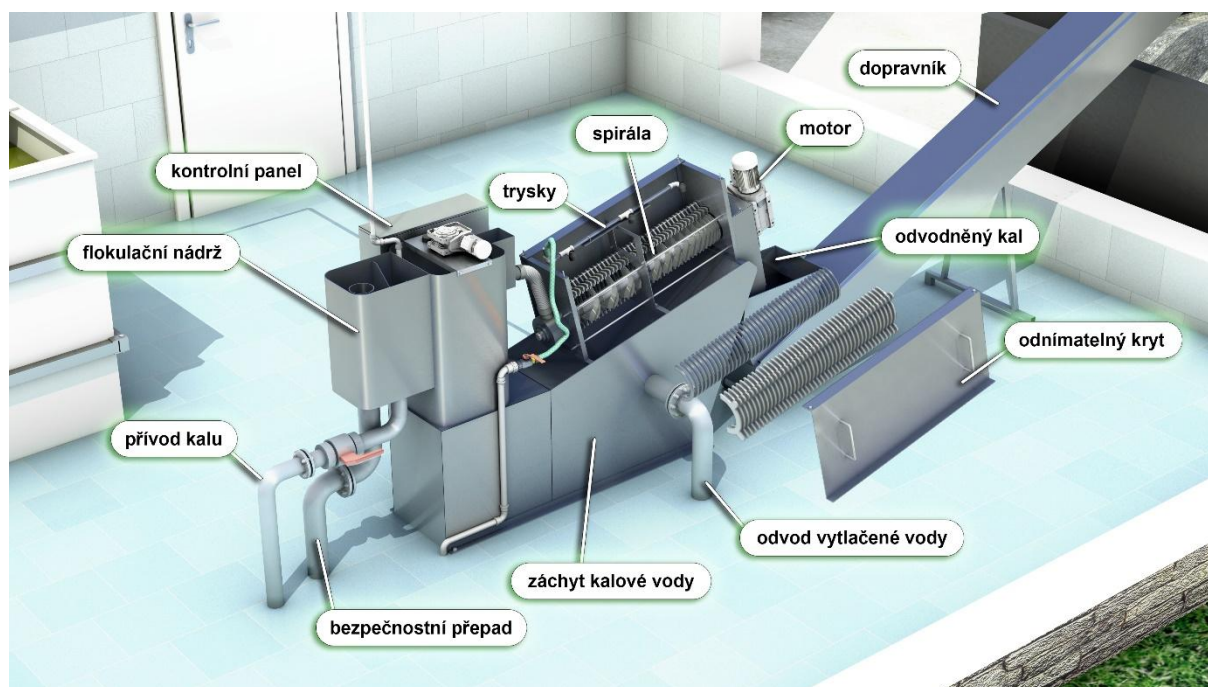
Zahušťovací jednotka kalů AS-DEHYDRÁTOR funguje následujícím způsobem: Surový kal z kalové nádrže nebo jímky je čerpán pomocí vřetenového čerpadla do flokulační nádrže zahušťovače. Zde je do surového kalu dávkován roztok flokulantu, který způsobí, že se jednotlivé nerozpuštěné látky v kalu shluknou do kompaktních vloček, které bude snazší odvodnit. Zajistit homogenitu kalu a předúpravu

flokulací je nesmírně důležité pro celý zbytek procesu odvodnění, protože bez řádné předúpravy kalu není možné dosáhnout uspokojivých výsledků zahuštění nebo odvodnění kalů. Jakmile je roztok flokulantu řádně smíchaný se surovým kalem pomocí výkonného lopatkového míchadla, je navločkový kal přepadem veden do spirály. V této části zahušťovače je umístěná šnekovnice v lamelovém tubusu. Lamelový tubus se skládá z několika desítek lamel, které jsou umístěny střídavě v režimu pevná – pohyblivá. Otáčivým pohybem šnekovnice se navločkový kal vynáší směrem k výstupu kalu a zároveň šnekovnice zdvihá pohyblivé lamely, čímž se mezi pohyblivými a pevnými lamelami vytvoří mezera, kterou odtéká voda (filtrát), ale vločky kalu jí neprojdou. Zahuštěný kal na výstupu ze spirály je uskladňován v nádobě na zahuštěný kal nebo je veden dopravníkem k této nádobě.

Mezi hlavní výhody tohoto zařízení patří:

- Nízká energetická náročnost separačního procesu, zejména ve srovnání s odstředivkami,
- Plně automatický a kontinuální provoz, což představuje významnou výhodu oproti komorovým lisům,
- Jednoduchost konstrukce a provozu,
- Menší záběr plochy ve srovnání s pásovými lisami.

Důležitou součástí popisu zařízení je také skutečnost, že lamely jsou v předem nastavitelném režimu pravidelně ostříkovány vodou, což napomáhá udržovat jejich optimální funkci a předcházet jejich zanášení.



Obrázek 1: Schéma šnekového zahušťovače kalu AS-DEHYDRÁTOR

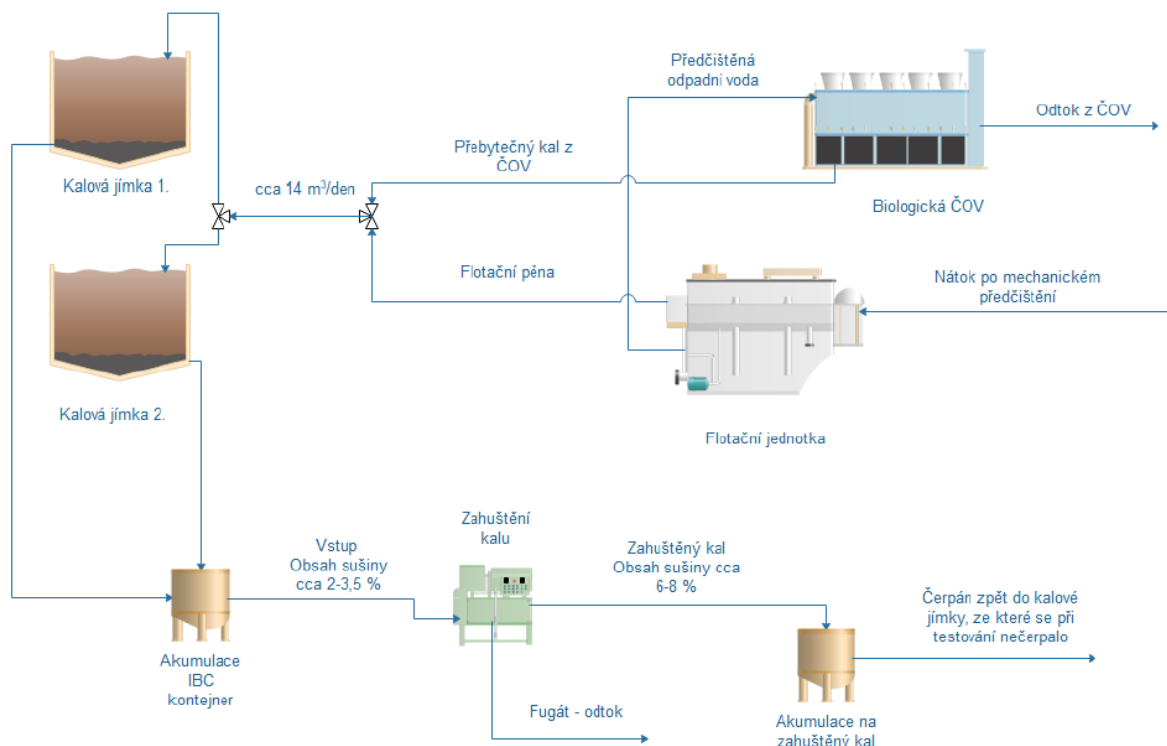
Experimentální část

Pilotní testování probíhalo v mlékárně Milsy, a.s. na Slovensku. Před pilotním testováním probíhala likvidace kalu jeho vyvážením na centrální bioplynovou stanici. Kal byl gravitačně zahuštěn (sedimentace) ve dvou kalových nádržích vybavených provzdušňováním. Po gravitačním zahuštění byl kal následně odčerpán cisternovým vozem. Cisternový vůz kal odvezl na bioplynovou stanici, která je od mlékárny vzdálená 30 km. Četnost vývozu kalu na bioplynovou stanici byla 1 – 2 cisternové vozy denně. Vedení mlékárny vypracovalo zadání pro pilotní testování. Kal bylo dle zadání nutné zahustit na maximální možnou úroveň, tak aby byl stále čerpatelný cisternovým vozem, a výrazně snížit četnost odvozů kalu.

Proces čištění odpadních vod v mlékárně probíhá následujícím způsobem: Odpadní vody z celého areálu, tedy splaškové vody i odpadní vody z výroby mléčných produktů, jsou svedeny areálovou kanalizací na mechanické předčištění. Mechanicky předčištěná odpadní voda je následně čerpána na flotační jednotku. Zde dochází k procesu flotace, ve kterém dochází k separaci kalu a nerozpuštěných látek od vody. Částice kalu a nerozpuštěné látky, jejichž hustota je nižší, než hustota vody jsou unášeny jemnými bublinami vzhůru na hladinu, kde jsou stírány a svedeny do kalových nádrží. Částice kalu a nerozpuštěné látky, které mají hustotu vyšší, než je hustota vody, sedimentují na dně flotační jednotky, odkud jsou v pravidelných intervalech řízeně vypouštěny pomocí odkalovací armatury. Tento sediment je opět sveden do kalových nádrží. Odpadní voda je po procesu flotace gravitačně vedena na biologickou ČOV a odtud je vyčištěná odpadní voda vypouštěna do městské kanalizace. Přebytečný kal z procesu biologického čištění je čerpán do kalových nádrží.

Pilotní jednotka zahuštění kalů AS-DEHYDRÁTOR je velmi kompaktní, protože je celá umístěna na standardní plastové EURO paletě. Jednotka byla po diskuzi s obsluhou ČOV umístěna do objektu ČOV, kde se uskládá chemie. Po dobu pilotního testování byl kal z kalových nádrží čerpán do IBC kontejneru, který sloužil jako předřazená akumulací nádrž. Kal byl v kalových nádržích po dobu pilotního testování promícháván dmychadly, aby bylo dosaženo dostatečné homogenizace. Výsledný zahuštěný kal byl čerpán ze strojního zahuštění do připravené mobilní nerezové nádrže, ze které byla dle plánu provedena zkouška čerpatelnosti⁵.

V kalových nádržích dochází ke gravitačnímu zahuštění kalu na sušinu 2 – 3,5 %. Testování probíhalo s kalem, jehož stáří bylo v řádech několika dní z kalové nádrže č. 1, ale také s kalem, jehož stáří bylo v řádech několika týdnů z kalové nádrže č. 2. Strojní zahuštění kalu je schopné tento předzahuštěný kal zahustit na sušinu 6 – 8 %, ať už se jedná o čerstvý kal nebo několik týdnů uskladněný kal. Testováno bylo několik typů emulzních i práškových flokulantů. Nejlepších výsledků dosahoval práškový kationický flokulant Zetag 8180 při zohlednění nejnižší spotřeby flokulantu, ta činila 1,8 g/kg sušiny kalu. Při výběru flokulantu je potřeba zohlednit typ, náboj, koncentraci a dávku. Hodnoty vyjmenovaných parametrů se budou s různými kaly měnit. Zahuštěný kal na strojním zahušťovači byl podroben také zkoušce čerpatelnosti cisternovým vozem, výsledkem bylo bezproblémové vyčerpání zahuštěného kalu. Výsledkem celého pilotního testování byla průměrná objemová redukce kalu o 50 %⁵.



Obrázek 2: Schéma zapojení zařízení AS-DEHYDRÁTOR do procesů čištění odpadních vod v mlékárně

Výsledky a diskuze

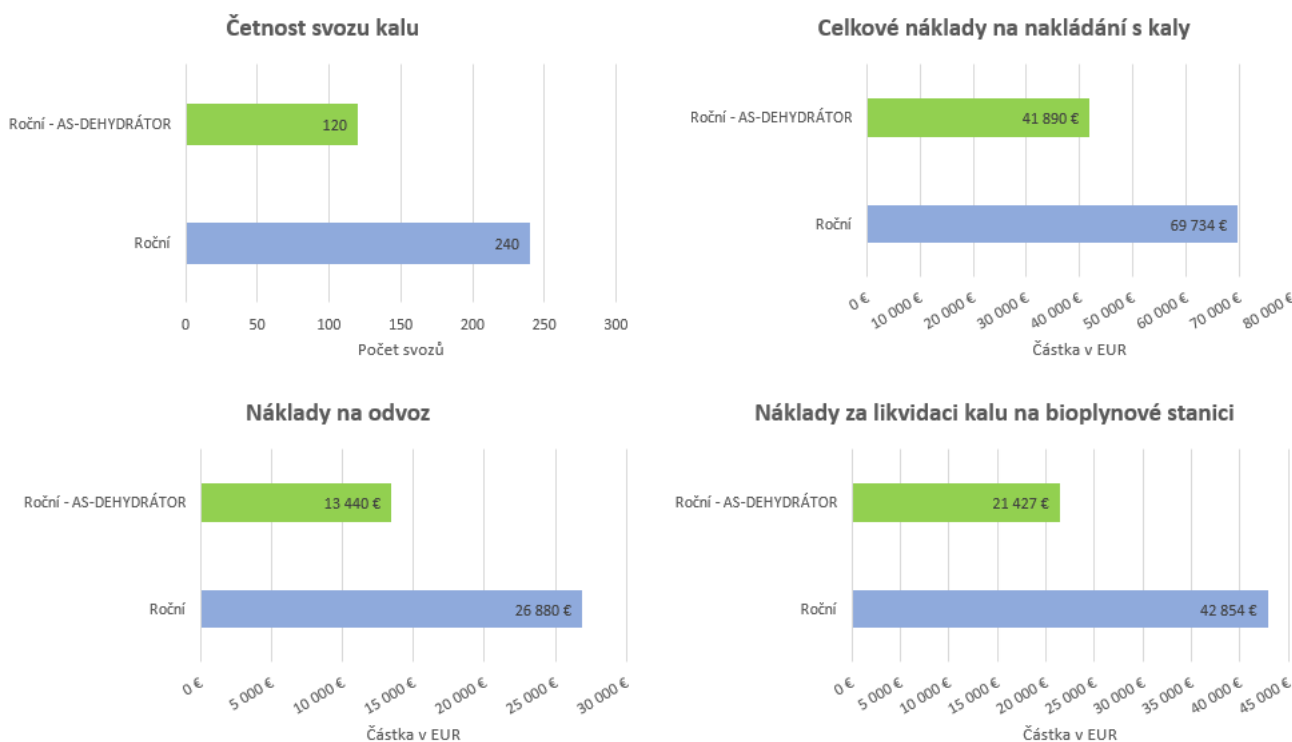
Pilotním testováním bylo zjištěno, že strojní zahuštění kalu je schopné snížit objem kalu přibližně o 50 % a o polovinu tedy snížit četnost vývozů cisternovým vozem. Pokud budeme uvažovat o hodinovém nátoku na zahušťovací jednotku 5 m³/h, který uvedl investor, tak pracovní režim zahušťovací jednotky bude nastaven na 6 hodin denně 7 dní v týdnu.

Roční provozní náklady na elektrickou energii a spotřebu vody byly vypočítány na 3 444 EUR. Roční náklady na chemii potřebnou k předúpravě kalu byly vypočítány na 3 579 EUR ročně. Četnost vývozů se sníží na polovinu. Dle informací o ceně za jeden vývoz to činí 13 440 EUR. Sníží se objem kalů, které se likvidují na bioplynové stanici. Dle informací o ceně za likvidaci kalů na bioplynové stanici to činí 21 427 EUR ročně. Nákladová cena, kterou investor platí za likvidaci kalu na bioplynové stanici je za příjem kalu, který na bioplynovou stanici odveze. Konečné náklady za roční provoz strojního zahuštění kalů se zahušťovací jednotkou AS-DEHYDRÁTOR činí 41 890 EUR.

Původní náklady činily 69 734 EUR ročně za odvoz pouze gravitačně zahuštěného kalu na bioplynovou stanici⁵. Instalací zahušťovací jednotky se ušetří ročně 27 844 EUR. Roční náklady na nakládání s kaly se tedy sníží o 40 %. Do nákladů na roční provoz zařízení AS-DEHYDRÁTOR jsou započítány náklady za elektrickou energii k provozu zařízení, náklady za spotřebu vody potřebnou k ostříku lamel a náklady na chemii potřebnou k předúpravě kalu.

V rámci zahušťovací jednotky je vyžadován servis – výměna lamel a šnekovnice z nerezové oceli po 10 000 – 15 000 motohodinách. V uvažovaném pracovním režimu zahušťovací jednotky bude výměna servisních dílů probíhat po 5 – 7 letech provozu.

Zařízení je na ČOV Milsy a.s. nainstalováno trvale a byl již úspěšně ukončen zkušební provoz.



Obrázek 3: Grafické porovnání nákladů za likvidaci gravitačně zahuštěného kalu a strojově zahuštěného kalu

Závěry

Instalací zahušťovací jednotky AS-DEHYDRÁTOR mlékárna ušetří za likvidaci kalu 27 844 EUR ročně, celkové roční náklady se sníží o 40 %. Cena za zahuštění 1 m³ surového kalu vychází přibližně na 0,64 EUR, při denním zpracování 30 m³ surového kalu.

Technologie zahušťování kalů představuje zásadní inovaci v oblasti čištění odpadních vod, která přináší nejen ekonomické úspory, ale i významné ekologické benefity. Pilotní testování zařízení AS-DEHYDRÁTOR v mlékárně Milsy a.s. ukázalo, že moderní technologie mohou zásadně optimalizovat nakládání s kalem a snížit celkové náklady na jeho likvidaci až o 40 %. Redukce objemu kalu o polovinu znamená méně časté vývozy cisternovými vozy, nižší spotřebu energie i chemikálií, a především nižší dopad na životní prostředí.

V kontextu průmyslového čištění odpadních vod je právě efektivní manipulace s kalem klíčem k dlouhodobě udržitelnému provozu. Instalace zahušťovacího zařízení umožňuje nejen přímou finanční návratnost, která se v případě mlékárny pohybuje okolo 3,5 roku, ale také flexibilnější nakládání s kalem v budoucnosti, kdy lze očekávat další růst nákladů na odvoz a likvidaci kalových sedimentů.

Technologie AS-DEHYDRÁTOR navíc potvrzuje, že i při relativně nízké energetické náročnosti lze dosáhnout vysoké efektivity separace, přičemž zachovává kontinuitu provozu a nenáročnost na obsluhu. Využití moderních zahušťovacích jednotek se tak jeví jako klíčová strategie nejen pro mlékárenský průmysl, ale i pro další odvětví, kde dochází ke generování přebytečných kalů.

V současnosti, kdy se zvyšují environmentální požadavky a tlak na snižování provozních nákladů, představuje investice do inteligentních zahušťovacích řešení strategické rozhodnutí s dlouhodobým přínosem. Pilotní testování v Milsy a.s. ukazuje, že chytré inovace v oblasti čištění odpadních vod mohou znamenat nejen ekonomickou efektivitu, ale i zodpovědnější přístup k ochraně životního prostředí.

Literatura

1. DOHÁNYOS, M. Efektivní využití a likvidace čistírenských kalů. Praha: Vodní zdroje Ekomonitor, 2006.
2. HARTIG, K. Problematika kalového hospodářství. Praha: SWECO Hydroprojekt a.s., 2017.
3. MÜLLER, J. A. Pretreatment processes for the recycling and reuse of sewage sludge. Water Science & Technology. 2000, roč. 42, č. 9, s. 167 – 174.
4. LEE, D. J. a TAY, J. H. Energy recovery in sludge management processes. In: IWA International Specialist Conference BIOSOLIDS 2003 – Wastewater Sludge as a Resource. Trondheim, Norsko: NTNU, 23. – 25. června 2003.
5. PAVLÍK, J. a TOBIÁŠ, J. Zpráva z pilotního testování zahuštění čistírenských kalů ASIO TECH, s.r.o. – Pilotní testování zahušťovacího zařízení v mlékárenském průmyslu. Brno: ASIO TECH, 2023.

Results of pilot testing of sludge thickener in the dairy industry

Jan PAVLÍK

ASIO TECH, spol. s r.o., Czech Republic, e-mail: pavlik@asio.cz

Summary

This experiment represents one of the approaches to sludge thickening in the dairy industry and presents the results of pilot testing of a new device designed for efficient handling of sludge from treatment processes, not only in the dairy industry.

Keywords: Pilot testing, sludge, dairy industry, waste water treatment plant, sludge thickening