

Marcela ZRUBKOVÁ\*

## VLIV TERMOFILNÍ ANAEROBNÍ STABILIZACE NA ODVODNITELNOST ČISTÍRENSKÉHO KALU

### INFLUENCE OF THERMOPHILIC ANAEROBIC STABILISATION ON WWTP SLUDGE DEWATERING

#### Abstrakt

Termofilní anaerobní stabilizace je jedním z možných intenzifikačních kroků kalového hospodářství čistíren odpadních vod. Při termofilní anaerobní stabilizaci je v porovnání s mezofilním procesem dosahováno vyššího stupně redukce organických látek, vyšší produkce bioplynu a vyšší účinnosti při odstraňování patogenů.

V tomto příspěvku jsou uvedeny výsledky sledování vlivu termofilní anaerobní stabilizace na odvodnitelnost kalu včetně výběru vhodného flokulantu pro termofilní kal. Sledování proběhlo v modelu stabilizační nádrže, ve kterém byl postupným zvyšováním teploty převeden mezofilní proces na proces termofilní. Během zvyšování teploty anaerobní stabilizace byly hodnoceny odvodňovací vlastnosti kalu.

#### Abstract

Thermophilic anaerobic stabilisation ranks among possibilities for intensifying the WWTP sludge management. If the thermophilic anaerobic stabilisation is compared with a mesophilic treatment process, organic substances are more reduced, production of bio-gas is higher, and pathogenic waste disposal efficiency is higher.

This paper provides research results of the thermophilic anaerobic stabilisation and its impacts on dewatering capacity of sludge including the selection of a suitable flocculant for the thermophilic sludge. The monitoring was carried out in a stabilising tank model where the temperature was increased gradually to turn the mesophilic process into a thermophilic one. While increasing the anaerobic stabilisation temperature, the dewatering capacity of the sludge was evaluated.

**Keywords:** waste water treatment plant sludge, anaerobic stabilisation, thermophilic anaerobic stabilisation, sludge dewatering

#### Úvod

Čistírenský kal je ve větších čistírnách odpadních vod (nad 25 000 EO) většinou zpracováván mezofilní anaerobní stabilizací (tj. při cca 35°C). V posledních letech byl v některých ČOV (např. ÚČOV Praha, ČOV Havířov, ČOV Klatovy) převeden mezofilní proces na proces termofilní (tj. při cca 55°C). Důvodem bylo zejména zvýšení kapacity kalového hospodářství, zvýšení účinnosti stabilizace a lepší kvalita kalu z hlediska mikrobiologických ukazatelů [2,3,6]. Otázkou ale zůstává vliv této metody na odvodňovací vlastnosti kalu. V některých případech se hovoří o zlepšení, v jiných se poukazuje na zhoršení odvodňovacích vlastností kalu v souvislosti se zavedením termofilní anaerobní stabilizace [1].

V tomto příspěvku jsou uvedeny výsledky sledování vlivu termofilní anaerobní stabilizace na odvodnitelnost kalu. Sledování proběhlo v modelu stabilizační nádrže, ve kterém byl postupným zvyšováním teploty převeden mezofilní proces na proces termofilní. Během zvyšování teploty anaerobní stabilizace byly hodnoceny odvodňovací vlastnosti kalu.

---

\* Severomoravské vodovody a kanalizace Ostrava a.s., 28. října 169, 709 45 Ostrava – Mariánské Hory,  
e-mail: zrubkova.marcela@smvak.cz

## Popis modelu

Model nádrže byl vytvořen z válcové nerezové nádoby o průměru 150 mm a výšce 750 mm, kolem které byl spirálově navinut topný kabel. Celá nádoba byla izolována tepelnou izolací. Pro míchání objemu nádoby a dávkování surového kalu bylo použito membránové čerpadlo. Nastavení požadované teploty v nádrži bylo prováděno na regulátoru. Teplotní čidlo pro regulátor ohřevu snímající teplotu nádoby bylo umístěno z venkovní strany mezi pláštěm nádoby a termoizolací. Kontrolní ručkový teploměr pro potřebu obsluhy byl umístěn v jímcě zasahující dovnitř nádoby. Ve víku nádoby byl návarek, na který byla připojena plynová hadice pro odvod vznikajícího plynu. Udržování stabilní hladiny kalu v nádobě bylo řešeno přepadem tvaru T dle vzoru stabilizačních nádrží.

## Provoz modelu

Nádrž byla naplněna 10 litry očkovacího kalu přepasírovaného přes jemné sítko (okatosť 1 mm). Kal byl pasírován z důvodu odstranění větších nerozpuštěných látek, které by mohly zkreslovat výsledky prováděných laboratorních rozborů. Jako očkovací kal byl použit mezofilní stabilizovaný kal odebraný ze stabilizační nádrže v ČOV Opava.

Provoz modelu byl rozdělen do jednotlivých etap, přičemž jednotlivé etapy se lišily v nastavení teploty. Na počátku každé etapy byla připravena zásoba surového kalu, který byl odebírán z čistírny odpadních vod v Opavě. Teplota anaerobní stabilizace byla zvyšována ze 38,5°C na 56,0°C celkem 7 měsíců. Při teplotě 56°C byl proces provozován ještě cca 3 měsíce. V tabulce č. 1 je uveden stručný popis jednotlivých etap.

Tabulka 1: Popis jednotlivých etap

etapa	období	teplota (°C)	objemové zatížení nádrže organickou sušinou (g.l <sup>-1</sup> .d <sup>-1</sup> )	teoretická doba zdržení (d)
1	14.7.2003 - 5.8.2003	38,5	1,25	14,3
2	6.8.2003 - 28.8.2003	40,5	1,17	14,3
3	29.8.2003 - 23.9.2003	43,0	1,53	14,3
4	24.9.2003 - 20.10.2003	45,0	1,56	14,3
5	21.10.2003 - 19.11.2003	48,0	0,90	14,3
6	20.11.2003 - 16.12.2003	50,5	1,93	14,3
7	17.12.2003 - 22.1.2004	53,5	1,21	14,3
8	23.1.2004 - 22.2.2004	56,0	1,96	14,3
9	23.2.2004 - 23.3.2004	56,5	1,74	14,3
10	24.3.2004 - 28.4.2004	56,0	1,00	20,0
11	29.4.2004 - 2.6.2004	56,0	1,00	20,0

## Výsledky

Odvodňovací vlastnosti kalu byly posuzovány během zvyšování teploty v modelu stabilizační nádrže, a to vždy po ukončení dané etapy. Po zapracování termofilní anaerobní stabilizace byl proveden výběr vhodného flokulantu pro termofilní kal. Pro stanovení odvodňovacích vlastností jsem použila metodu CST (čas kapilárního sání) [5]. Jelikož byly sledovány kaly o různé koncentraci sušiny, jsou výsledky uvedeny jako specifická hodnota CST, což je hodnota CST vztažená na hmotnostní jednotku koncentrace sušiny. CST<sub>s</sub> se vyjadřuje v m<sup>3</sup>.s.kg<sup>-1</sup>.

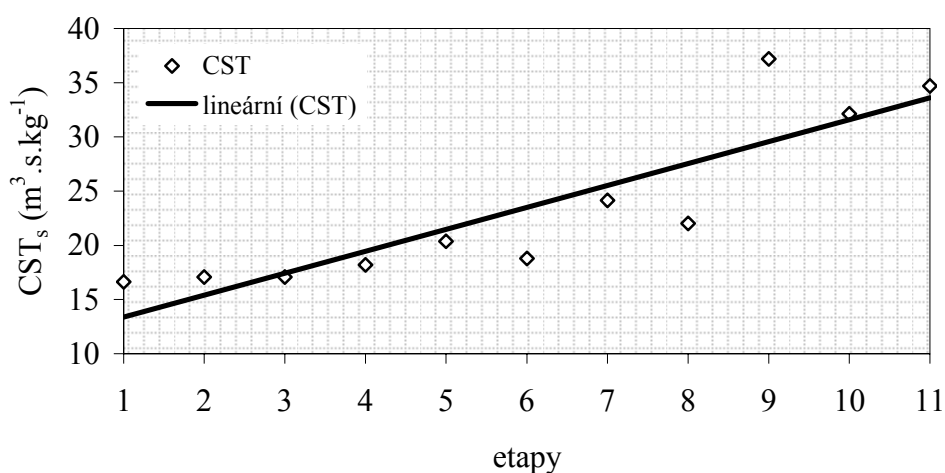
Měření bylo provedeno jednak bez přídavku flokulantu, jednak po přídavku flokulantu. Ve všech případech se jednalo o kationaktivní flokulanty dodávané firmou Sokoflok. Odzkoušené flokulanty jsou uvedeny v tabulce č. 2.

Tabulka 2: Použitá flokulační činidla [4]

NÁBOJ			
nízký	střední	vysoký	velmi vysoký
Sokoflok 109	Sokoflok 1	Sokoflok 59 GP	Sokoflok 62
Sokoflok 1091	Sokoflok 59	Sokoflok 68	
	Sokoflok 56 GP		
	Sokoflok 67		

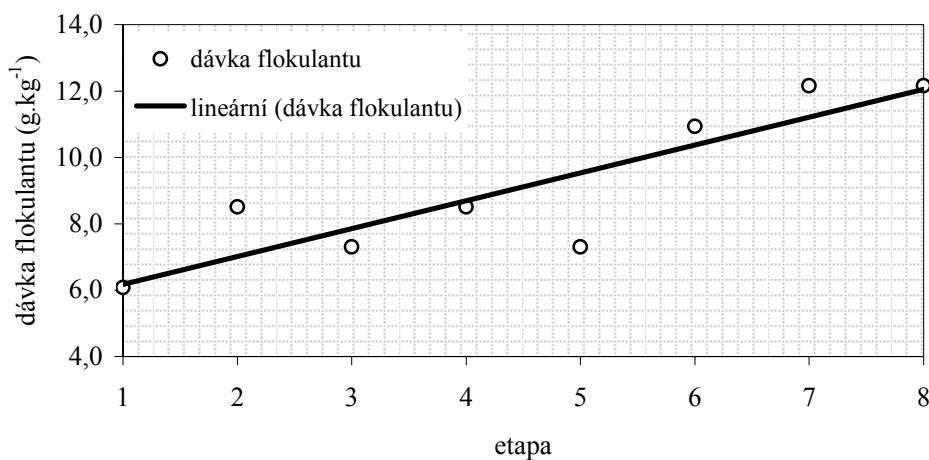
V průběhu přechodu mezofilního procesu na proces termofilní byl pro měření použit shodný typ a roztok flokulantu Sokoflok 59 GP - 0,2 %, který je běžně používán v čistírně odpadních vod v Opavě. Základní dávka flokulantu 6,08 g.kg<sup>-1</sup> sušiny kalu byla stanovena na základě průměrné dávky flokulantu používané při odvodňování kalu v čistírně odpadních vod v Opavě v období leden až červen 2003.

Na obr. 1 jsou uvedeny hodnoty CST<sub>s</sub> bez přídavku flokulantu, na obr. 2 hodnoty CST<sub>s</sub> po přídavku flokulantu Sokoflok 59 GP.



Obr. 1: Hodnoty CSTs bez přídavku flokulantu

Z obr. 1 je vidět, že se zvyšující se teplotou anaerobní stabilizace dochází ke zhoršení odvodňovacích vlastností kalu.



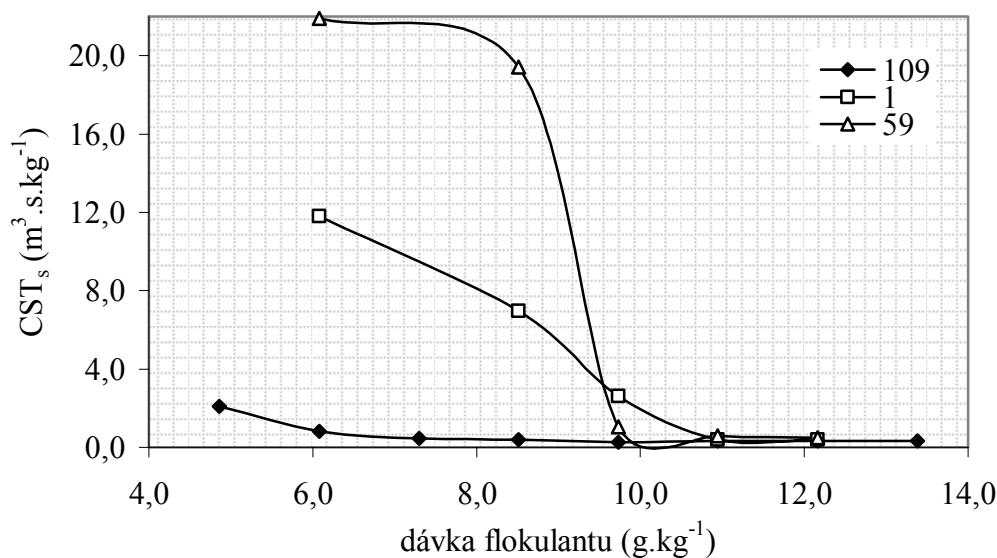
Obr. 2: Optimální dávka flokulantu Sokoflok 59 GP v závislosti na teplotě anaerobního procesu

Z obr. 2 je patrné značné kolísání dávky flokulantu v období 1. – 5. etapy (teplota anaerobní stabilizace 38,5°C až 48°C). Po zvýšení teploty anaerobní stabilizace nad 48°C došlo k výraznému nárůstu spotřeby flokulantu.

### Výběr vhodného flokulantu pro termofilní kal

Vzhledem k výsledkům v 7. a 8. etapě, kdy optimální dávka dosud používaného flokulantu dosáhla hodnoty 12,16 g.kg<sup>-1</sup> sušiny, jsem v 9. etapě přistoupila k odzkoušení řady flokulantů. Byly odzkoušeny jednak flokulanty, které byly v ČOV Opava používány v předchozích letech, dále pak flokulanty, které vykazovaly dobrou účinnost při odvodňování termofilního kalu v ČOV Havířov (Sokoflok 59 GP, 56 GP, 109, 1, 59, 62).

Vzhledem ke zkušenostem s termofilním kalem, který vykazuje horší odvodnitelnost, byla pro prvotní hodnocení použita vyšší dávka – 10,94 g.kg<sup>-1</sup> sušiny. Při použití této dávky bylo možné na základě vizuálního hodnocení a následného proměření času kapilárního sání jednoznačně vyloučit ze zkoušené řady flokulanty Sokoflok 59 GP (flokulant dosud používaný v ČOV Opava), 56 GP a 62. Tyto flokulanty již dále nebyly hodnoceny. Na obr. 3 jsou uvedeny výsledky při použití flokulantů Sokoflok 109, 59 a 1.

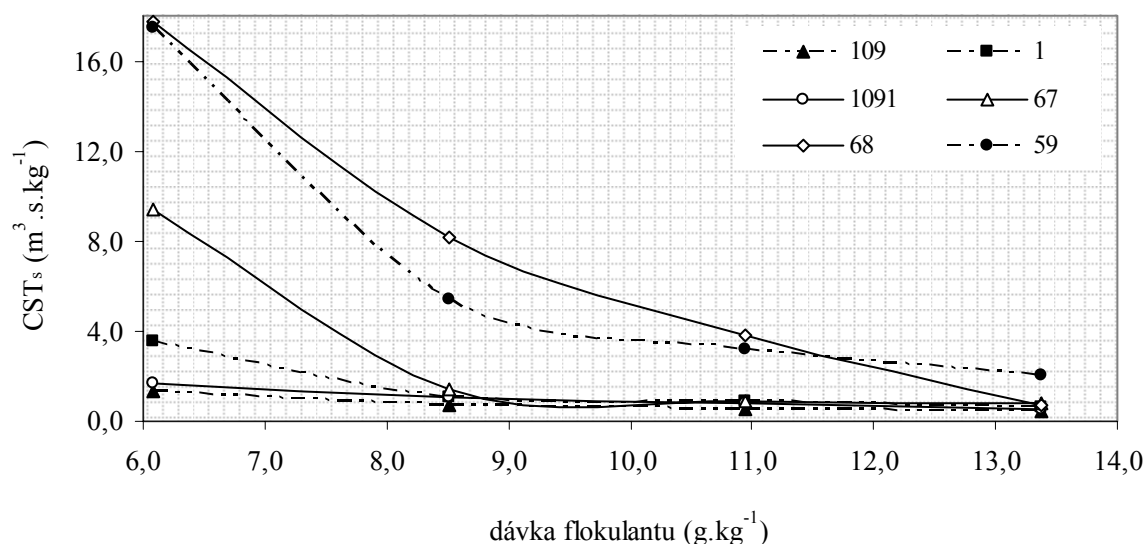


Obr. 3: Hodnoty CSTs pro různé dávky při použití flokulantu Sokoflok 109, 1, 59 při teoretické době zdržení 14,3 dnů

Z výše uvedených výsledků je zřejmé, že nejnižší dávky bylo dosaženo při použití flokulantu Sokoflok 109 (tj. 6,08 g.kg<sup>-1</sup> sušiny kalu).

Vzhledem k možnosti vlivu teoretické doby zdržení kalu ve stabilizační nádrži na odvodňovací vlastnosti kalu jsem se rozhodla v 10. a 11. etapě prodloužit teoretickou dobu zdržení na 20 dnů a zajistit tak nižší dávku vybraného flokulantu.

Po 20. dávce v 11. etapě bylo znovu proměřeno CST stabilizovaného kalu s použitím flokulantu Sokoflok 109, který byl v předchozí etapě vyhodnocen jako nejúčinnější. Dále byly použity také flokulanty Sokoflok 1, 1091, 67, 68 a 59. Výsledky jsou uvedeny na obr. 4.



Obr. 4: Hodnoty CSTs pro různé dávky při použití flokulantů Sokoflok 109, 1, 1091, 67, 68, 59 při teoretické době zdržení 20 dnů

Vliv teoretické doby zdržení byl při použití různých flokulantů různý (v některých případech došlo ke zvýšení, v jiných ke snížení spotřeby). Podle výše uvedených výsledků bylo nejnížší spotřeby dosaženo při použití flokulantu Sokoflok 109 a 1091. V praxi by bylo možné vyzkoušet také flokulant Sokoflok 1, který dosahoval dobrých výsledků.

## Závěr

Z výsledků získaných v modelu stabilizační nádrže lze konstatovat, že během zvyšování teploty anaerobní stabilizace došlo k výraznému zhoršení odvodňovacích vlastností kalu. Spotřeba flokulantu Sokoflok 59 GP, který je běžně používán v ČOV Opava se zvýšila z dávky  $6,08 \text{ g.kg}^{-1}$  na  $12,16 \text{ g.kg}^{-1}$ . Z provedených stanovení dále vyplynulo, že pro odvodnění termofilního kalu je dosahováno nižších dávek při použití flokulantů s nízkým nábojem (např. Sokoflok 109 a 1091). Flokulanty s vysokým nábojem se jeví jako nevhodné.

## Literatura

- [1] Dohányos, M. a kolektiv: Anaerobní čistírenské technologie. Brno, NOEL 2000, 1998, 343 s.
- [2] Kutil, J., Dohányos, M., Zábranská, J., Pokorná, D., Vodička, O.: Zkušenosti z provozu termofilní anaerobní stabilizace na ÚČOV Praha. In *Kaly a odpady'02. Konference. Brno, 16. – 17.10. 2002*, s. 47-56.
- [3] Kutil, V., Horejš, J., Fialka, P.: Termofilní anaerobní stabilizace a její využití k hygienizaci kalu. In *Kaly a odpady'02. Konference. Brno, 16. – 17.10. 2002*, s. 183-186.
- [4] Materiály firmy Sokoflok.
- [5] TNV 75 7961 Stanovení zahušťovacích a odvodňovacích vlastností kalů.
- [6] Zábranská, J., Dohányos, M., Kutil, J., Vrána, J.: Vývoj problematiky kalového hospodářství ústřední čistírny odpadních vod Praha (II). *SOVAK, časopis oboru vodovodů a kanalizací, ročník 9, 11/2000*, s. 6-13.

## Resumé

The influence of a thermophilic anaerobic stabilisation on dewatering capacity of sewage sludge has been evaluated by means of data acquired in a model of an anaerobic stabilisation tank. The model has shown a

gradual transition from a mesophilic process to a thermophilic process including the influence of the increasing anaerobic stabilisation temperature on the dewatering capacity of sewage sludge. The model temperature was increased from 38.5°C up to 56°C in course of 7 months. CST (Capillary Suction Time) method has been applied to determine the dewatering capacity.

While increasing the anaerobic stabilisation temperature, the dewatering capacity of the sludge deteriorated significantly. Consumption of Sokoflok 59 GP was augmented from 6,08 up to 12,16 g per kg of sludge dry substance (that type of flocculant is normally used in the Opava WWTP). For that reason, it was decided to select a more suitable flocculant for the thermophilic sludge. Nine types of flocculants have been tested. Each flocculant was a cationactive flocculant by means of Sokoflok agents. Sokoflok 109 a Sokoflok 1091 have been chosen as the most efficient agents for dewatering such thermophilic sludge. The optimum quantity was 6.08 g per kg of sludge dry substance. This quantity was the same as it is used for the mesophilic sludge in the Opava WWTP. In practice, the optimum quantity of flocculation agent is typically higher than the laboratory quantity. The results have indicated that if a low charge flocculant is applied, a less amount of flocculation agent is needed for the dewatering of the thermophilic sludge. The high charge flocculant has proved to be unsuitable for that purpose.

Recenzenti: Prof. Ing. Peter Fečko, CSc., HGF, VŠB-TU Ostrava,  
Ing. Tomáš Sezima, VÚV TGM Ostrava, Macharova 5, 702 00 Ostrava.