

9.5. ANALÝZA ZPRACOVÁNÍ FUGÁTŮ



**Pražské vodovody
a kanalizace**

STUDIE PROVEDITELNOSTI
MODERNIZACE KALOVÉHO A ENERGETICKÉHO HOSPODÁŘSTVÍ ÚČOV

NÁZEV PŘÍLOHY
ANALÝZA ZPRACOVÁNÍ FUGÁTŮ

MĚŘÍTKO

-

Č. PŘÍLOHY

9.5

Úsporné odstraňování dusíku na ÚČOV: první část rámcové studie proveditelnosti

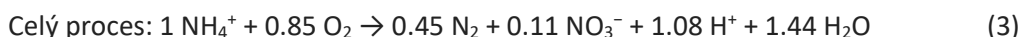
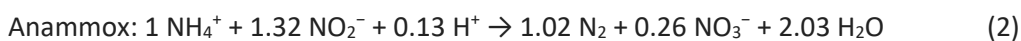
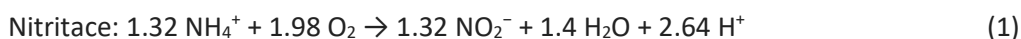
Cílem této studie je rámcově představit možnosti odstranění dusíku z části fugátu na ÚČOV Praha, konkrétně kapalného zbytku po odvodnění vyhnílého kalu z termofilní anaerobie zpracovávající přebytečný a primární čistírenský kal a potenciálně též odpady z potravinářského průmyslu.

Oddělené odstraňování dusíku z fugátu se dnes realizuje převážně biologicky, a to procesem anammox (nebo-li deamonifikace či částečná nitritace-anammox). Ojedinele je aplikována též samotná nitritace. Dále se začínají objevovat i realizace na fyzikálně-chemické bázi, tj. převedení Namon z fugátu do koncentráту stripováním či membránovou destilací. Tato první verze rámcové studie se dále zabývá procesem anammox kvůli jeho širokému uplatnění a prokazatelným úsporám nákladů.

Co je anammox a jaké má výhody: Anammox je zavedeným procesem pro odstranění dusíku z kalových vod a podobně koncentrovaných proudů. Dle mých informací je celosvětově v plném provozu alespoň na 150 ČOV, většina z nich je v Evropě. Jedna velmi dobře provozovaná je <6 hodin cesty autem z ÚČOV (Rakousko). Anammox se na ČOV aplikuje již více než 20 let, a proto je možné její nejrozšířenější konfigurace považovat za vyspělé technologie.

Nejvíce zkušeností na trhu je s technologiemi ANAMMOX® (Paques, Holandsko), AnitaMOX® (Anox Kaldnes, Švédsko) a DEMON® (NEWport GmbH, Rakousko). Dále na trhu najdeme i méně rozšířené technologie jako je například TERRAMOX (E&P Anlagen Bau, Německo), dále semikontinuální systém vyvinutý výzkumným institutem EAWAG (Švýcarsko), DeAmmon (PURAC, Švédsko), ELAN (FCC Aqualia, Španělsko), Cleargreen (Suez), nebo OLAND (DeSah BV a Univerzita v Ghentu, Belgie). Všechny tyto technologie spojuje použití bakterií anammox, byť v různých konfiguracích. V této studii jsme pracovali se třemi nejrozšířenějšími technologiemi.

Tento biologický proces spočívá v částečné oxidaci amoniakálního dusíku na dusitany (rovnice 1) a následně anaerobní oxidaci zbylého amoniaku na plynný dusík (rovnice 2), přičemž dusitany hrají roli akceptoru elektronů. Jelikož jde o kompletně autotrofní proces, oproti konvenční nitrifikaci-denitrifikaci nespotřebuje žádný organický substrát (př. methanol). Dále oxidujeme pouze část amoniaku a tím v provozu ušetříme polovinu nákladů na aeraci, investičních i provozních (rovnice 3). Navíc jde o vysoce intenzivní proces, což šetří investiční náklady na nádrže.



Prvním krokem technologie je předúprava kalové vody. Zásadním parametrem pro vstupující kalovou vodu je koncentrace nerozpuštěných a organických látek. Píky nerozpuštěných látek je třeba eliminovat buď optimalizací odvodnění vyhnílého kalu, sedimentací (viz Obr. 1), hydrocyklonem, mikrosítem, nebo jejich kombinací. Sedimentační nádrž též plní roli nádrže vyrovnávací (HRT cca 12 h). Též vhodné je držet na minimu rozpuštěné organické látky, cca <0.5 g.L⁻¹, případně je možné proces navrhnout i na jejich zvýšené hodnoty. Jednotlivé konfigurace anammox reaktorů se mohou lišit co do odolnosti na vstupní koncentrace nerozpuštěných látek ve fugátu.

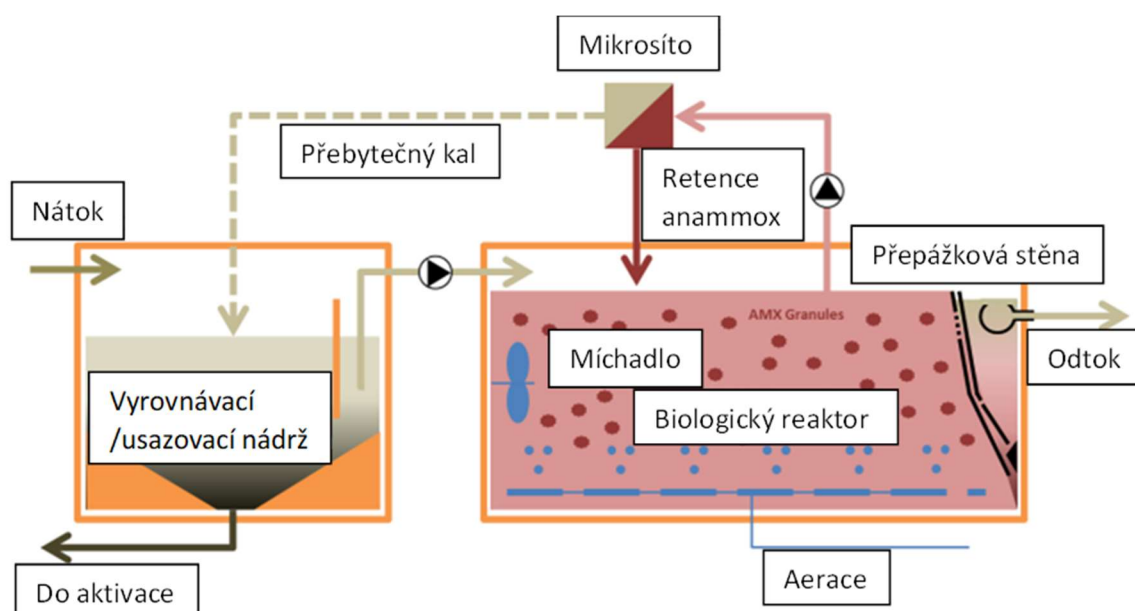
Anammox reaktor je provzdušňovaná a případně i míchaná nádrž o objemu dle objemového zatížení dle dodavatele (viz Tabulka 1), která je dále vybavena separací vyčištěné vody, případně separací anammox bakterií od další biomasy (např. viz Obr. 1), osazená sondami a řídicí jednotkou. Na obrázku

prezentujeme schéma, kde jsou oba biologické procesy (částečná nitritace, anammox) realizovány simultánně v jednom reaktoru. Jednostupňovou variantu lze považovat za technologicky nejvyspělejší pro odstraňování dusíku z fugátu, nicméně na trhu existují též dvoustupňové varianty. Technologie DEMON® a ANAMMOX® kultivují anammox biomasu v granulích, zatímco AnitaMOX® je kultivuje na plastových nosičích. Přebytečný kal obohacený o anammox bakterie je cennou surovinou, využívá se totiž pro inokulace nových instalací. Některé konfigurace též generují přebytečný kal obohacený o nitrifikanty, kterými je vhodné zavést do aktivace, tj. bioaugmentovat.

Navrhované technologie se vyznačují vysokou účinností odstranění Nanorg. Odtokové hodnoty se blíží hodnotám odpadní vody na přítoku, cca 100 mgNanorg.L⁻¹.

Spotřeba energie je na vysoce nízké hodnotě 1 kWh.kgN⁻¹ (vyjádřeno na odstraněný Namon).

Zásadním parametrem pro anammox je teplota, kterou je vzhledem k biologické podstatě technologie vhodné nastavit na 30 °C. Na některých ČOV je proto třeba technologii řádně tepelně odizlovat a vybavit anammox reaktor vyhříváním. Jinak je nutné akceptovat nižší výkonnost procesu. Co se vyšších teplot týče, anammox lze dlouhodobě provozovat i při cca 37-39 °C.



Obr. 1: Schéma jedné z technologických variant procesu anammox, přepážkovou stěnou pro separaci upravené vody a mikrosíta pro separaci anammox bakterií.

Tabulka 1: Návrhové parametry pro společnou úpravu kalové vody z mezofilní anaerobie upravující přebytečný kal z ČOV a předpokládané kalové vody z bioplynové stanice.

	Zatížení (kg.m ⁻³ .d ⁻¹)	Účinnost Namon	Účinnost Nanorg	Odtok, Nanorg (mg.L ⁻¹)	HRT (h)	Energie kWh/kgN
DEMON®	0.85				29	
AnitaMOX®	1	90%	83%	140	24	1
ANAMMOX®	2				12	

Toto je předběžná verze studie a bude v nejbližší době rozšířena.

Autor na téma odstraňování dusíku z vod procesem anammox obhájil v roce 2020 dizertační práci na VŠCHT Praha.