

Bio

Ročník 35 • Číslo 3-4/2025

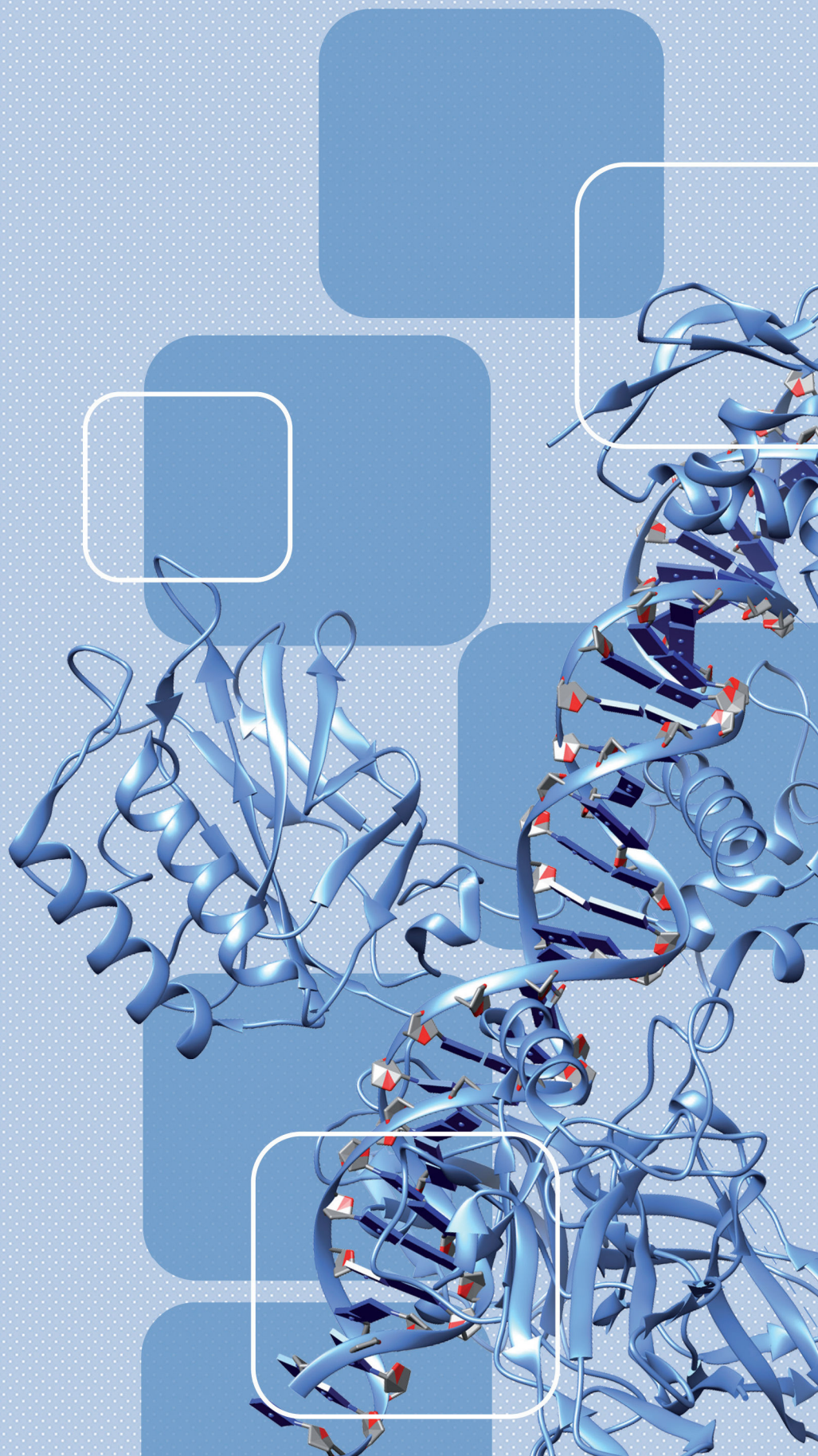
prospect

**BULLETIN
BIOTECHNOLOGICKÉ
SPOLEČNOSTI**

zakládajícího člena
Českého svazu
vědeckotechnických
společností (ČSVTS)

a

člena „European
Federation
of Biotechnology“
(EFB)



Bio prospect

Society address: University of Chemistry and Technology, Technická 3, 166 28 Prague 6, Czech Republic.
Tel.: 420-220 443 151, fax: 420-233 334 769, e-mail: danka.pokorna@vscht.cz, IČO 00570397,
account No.: 19534-061/0100 Komerční banka Praha 6, Dejvická 52, SWIFT CODE: COMBCZTPP

Czech Republic Regional Branch Office as a bridge between European Federation of Biotechnology and Czech Biotechnology Society is located in the Centre of the Region Hana for Biotechnological and Agricultural Research, Šlechtitelů 21, 783 71 Olomouc, Czech Republic

BULLETIN OF CZECH BIOTECHNOLOGY SOCIETY

**founding member of the Czech Association of Scientific
and Technical Societies – <http://en.csvts.cz>**

**and
member of European Federation of Biotechnology
<http://www.efbiotechnology.org>**

Bioprospect, the bulletin of the Biotechnology Society is a journal intended to inform the society members about the most recent developments in this field. The bulletin should supply the vitally important knowledge directly to those who need it and to those who are able to use it properly. In accordance with the rules of the Society, the Bulletin also deals with both theoretical and practical questions of biotechnology. Articles will be published informing about the newest theoretical findings, but many planned papers are devoted to fully practical topics. In Czech Republic there is a growing gap between basic research and production. It is extremely important to reverse as soon as possible the process of further opening of the scissors, and we hope the Bulletin will help in this struggle by promoting both research and practice in our biotechnology. The Bulletin should facilitate the exchange and targeted delivery of information. The editorial board welcome advertisements of products such as chemicals, diagnostics, equipment and apparatus, which have already appeared

on the Czech market, or are projected, enter it. Services, free R&D or production facilities can also be advertised. The editorial board, together with the executive committee of the Biotechnology Society, hope that maybe some information published in the Bulletin, or some new contacts based on it, will give birth to new cooperation with domestic or foreign research teams, to collaborations, joint ventures or strategic alliances providing access to expertise and financing in international markets.

The editorial board invites all of You, who are involved in the field called biotechnology, and who are seeking contacts in Czech Republic, to advertise in the Bulletin BIOPROSPECT, which is mailed directly to more than one and a half thousand Czech biotechnologists.

For more information contacts the editorial board or directly:

Assoc. Prof. Dana Pokorna, PhD
UCT Prague
+420 220 443 151

PROVOZNÍ APLIKACE NITRITACE A ANAMMOX V ČR

Oldřich Vodička¹, Pavel Švehla², Iveta Růžicková³

¹ Vodovody a kanalizace Pardubice, a. s., Zelené předměstí, Teplého 2014, Pardubice

² Česká zemědělská univerzita v Praze, KAVR, Kamýcká 129, Praha 6 – Suchbátka

³ VŠCHT Praha, Ústav technologie vody a prostředí, Technická 5, Praha 6 – Dejvice

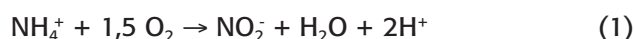
Až do sedmdesátých let minulého století se mělo za to, že biologická oxidace dusíku (N-amon) je možná pouze v oxickém prostředí. Až v sedmdesátých letech minulého století bylo publikováno (Broda 1977), že je na základě termodynamických předpokladů anaerobní oxidace N-amon nejen možná, ale ve skutečnosti energeticky výhodnější než běžná nitrifikace v oxických podmínkách. Touto studií předpověděl existenci chemolitotrofních bakterií schopných oxidovat N-amon v anaerobních podmínkách dlouho předtím než byly pro svět mikrobiologů a biotechnologů objeveny. Skutečný objev tohoto procesu byl popsán až na počátku devadesátých let dvacátého století (Van de Graaf a kol. 1990) a stalo se tak do jisté míry náhodou. Během provozu denitrifikační pilotní jednotky na čištění odpadních vod ve společnosti Gist-Brocades (Delft, Nizozemsko) bylo pozorováno, že na odtoku z reaktoru mizí N-amon, přičemž současně docházelo ke zvýšené produkci elementárního dusíku. V navazujících experimentech (Mulder a kol. 1995) stejný tým ukázal, že N-amon skutečně mizí za anaerobních podmínek prostřednictvím biologického procesu. Tento nově objevený proces byl podle anglického označení děje (Anaerobic ammonium oxidation) nazván Anammox. Od samotného objevu anammox bakterií šel výzkum tohoto procesu doslova překotnou rychlostí. Mohl za to potenciální přínos, který mohl Anammox proces přinést v oboru čištění odpadních vod i dostupné moderní mikrobiologické postupy zaměřené na identifikaci mikroorganismů. V roce 2001 jsme již znali nejen základní popis Anammox procesu chemickou rovnicí, byly identifikovány první dva rody bakterií (Brocadia, Kuenenia), byla popsána jejich unikátní buněčná struktura (anammoxosome), enzym HAO, extrémně pomalý růst a nutnost speciálních reaktorů. Byly vyvinuty molekulární sondy (FISH) a potvrzena diverzita (v reálných čistírnách odpadních vod). A dnes jsem s poznáním ještě dále.

Využití Anammox procesu v technologii čištění odpadních vod

Dnes je Anammox proces považován za jednu z nejvýznamnějších inovací v biologickém odstraňování dusíku. Na území české republiky jsou zatím pouze omezené zkušenosti z poloprovozního měřítka, a doposud neexistovala žádná plně provozní aplikace. Přitom v zahraničí je Anammox považován za jednu z nejpokrokovějších a dobře zavedených technologií pro odstraňování sloučenin dusíku. Provozní aplikace využívající uvedeného procesu jsou v současné době ve světě využívány zejména k odstraňování dusíku z odpadních vod s vysokými koncentracemi dusíku (N-amon > 200 mg/l), jako je například kalová voda vznikající při zahušťování a odvodňování anaerobně stabilizovaného kalu (Kouba a kol. 2018). Existují i zkuš-

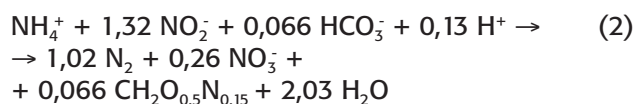
nosti se zpracováním samotného skládkového výluhu (N-amon > 1200 mg/l) s využitím procesu Anammox (Ganigué a kol. 2009).

Proces Anammox je ve své podstatě založen na spojení aktivity vlastních mikroorganismů vykazujících Anammox aktivitu s procesem zkrácené nitrifikace zajišťované mikroorganismy, které se podílejí i na konvenční nitrifikaci. Takovýto proces bývá označován jako PN/A (z anglického partial nitrification/anammox). Nitrifikace však musí být řízena tak, aby jejím konečným produktem byl dusitanový, nikoliv dusičnanový dusík (probíhá nitrítace). Nitrifikační mikroorganismy (AOB – Ammonium Oxidizing Bacteria) oxidují 57 % vstupního N-amon na NO_2^- podle rovnice 1, což oproti nitrifikaci může uspořit cca 50 – 60 % energie na aeraci. Tato úspora je dána právě skutečností, že postačí biochemicky oxidovat pouze část amoniakálního dusíku a navíc je oxidace ukončena již v dusitanovém stupni.



Postup nitrítace/denitrítace byl nejen v zahraničí, ale také v rámci ČR v laboratorních podmínkách již před mnoha lety úspěšně aplikován jako metoda pro oddělené čištění kalové vody (Jenicek et al., 2004; Švehla, 2004) a posléze otestován i v poloprovozním měřítku (Radechovský et al., 2015), nicméně až dosud se v ČR nedočkal provozní aplikace.

Anammox bakterie využívají v procesu zbylý N-amon a dusitany vyprodukované v rámci nitrítace následně přemění na plynný N_2 dle rovnice 2 ($\text{CH}_2\text{O}_{0,5}\text{N}_{0,15}$ představuje biomasu) (Straus a kol. 1998).



Protože Anammox bakterie patří na rozdíl od denitrifikačních bakterií mezi chemolitotrofní organismy, dusík je odstraněn prakticky bez nároku na organický substrát. Zároveň se při odstraňování dusíku vyprodukuje až o 90 % méně přebytečného kalu. Navíc, výkonnost technologií založených na procesu Anammox může být velice vysoká (navrhované zatížení se v závislosti na konkrétních podmínkách pohybuje okolo 0,35 – 2,3 kg-N/m³/d, v některých případech i 10 kg-N/m³/d (Kouba a kol. 2018), a pro odstranění dusíku tedy stačí nádrže menšího objemu.

Pro technologické uspořádání PN/A byly od samého počátku (Straus a kol. 1998) doporučovány semikontinuální vsádkové reaktory (SBR – Sequencing Batch Reactor). Ty umožňují přesné řízení jednotlivých fází – aeraci pro částečnou nitrítaci, anoxické podmínky pro anammox, sedimentaci a odtok. Většina PN/A aplikací je dnes jednostupňová, což znamená, že nitrifikace na dusitany a Anammox probíhají v jednom reaktoru. Pro skládkové výluhy s vysokým obsa-

hem N-amon a nízkým poměrem C:N je SBR ideální, protože umožňuje jemné řízení koncentrace rozpuštěného kyslíku a udržení pro Anammox výhodného poměru $\text{NO}_2^-:\text{NH}_4^+$ přibližně 1:1. Přesto je nutné počítat s provozními obtížemi, jako je dlouhá doba zapracování procesu kvůli pomalému růstu anammox biomasy, citlivost na teplotu a přítomnost toxických látek ve skládkovém výluhu. SBR poskytuje flexibilitu, ale vyžaduje pokročilý monitoring a důsledný technologický dohled, aby PN/A proces dosáhl akceptovatelné účinnosti a spolehlivosti.

Problematika skládkových odpadních vod

Skládkové odpadní vody (SOV) jsou často čistěny v rámci běžné aktivační linky ČOV. Tato praxe však má svoje limity a může představovat riziko nárůstu koncentrace celkového dusíku na odtoku z ČOV.

SOV představují složitý typ odpadní vody s vysokými koncentracemi amoniakálního dusíku (často N-amon > 1200 mg/l) a celkového dusíku (TN > 1800 mg/L), nízkým poměrem C/N. Organická složka je tvořena převážně látkami velmi špatně rozložitelnými. Další potíží je vysoký obsah rozpuštěných anorganických solí (RAS > 10 g/L) a obsah těžkých kovů (Cu, Zn atd.). Tyto vlastnosti se mění podle stáří skládky. Nemalou roli hraje i aktuální hydrometeorologické podmínky. Proto se kvalita SOV významně mění a může ovlivňovat účinnost procesu jejich čištění.

Ve světě, zejména v Asii již existují poměrně bohaté zkušenosti s čištěním SOV procesem Anammox. Evropa má funkční Anammox technologie pro skládkové výluhy v provozním měřítku ve Španělsku (katalánsko) (Mágrí a kol. 2021) a Německu (Emscherbruch) (Azari a kol. 2017) a Itálii (Trento) (Lanzetta 2021). Ve Španělsku jde o dvoustupňový PN/A proces v SBR režimu, pracující při teplotách 25 °C (PN), respektive 35 °C (Anammox). V případě Německa mají zkušenosti s čištěním SOV technologií Anammox v dvoustupňovém uspořádání od roku 2006. Jde o kontinuálně protékanou čistírnu, pracující při teplotách 16–35 °C, kombinující využití biomasy v suspenzi (aktivovaného kalu) s biomasou na aktivním uhlí. V případě italského provozu jde o jednostupňový proces PN/A v SBR režimu pracující při průměrné teplotě 23,3 °C. Tyto systémy jsou obvykle dvoustupňové a často doplněné fyzikálně-chemickými procesy pro odstranění organického znečištění.

Nitritace SOV na BČOV Pardubice

Vysoká poptávka po čištění skládkových vod, existence bioplynové stanice v areálu BČOV a volná kapacita BČOV Pardubice nás vedla k přebudování jedné z nevyužitých aktivačních nádrží na zařízení pro oddělené zpracování. Původní aktivační nádrž byla přebudována na čtyři samostatné nádrže (AN13.1-13.4), každá o objemu 1 000 m³. Každá z nich může sloužit jako samostatný SBR reaktor. Při návrhu procesu byly dvě nádrže určeny pro nitritaci a dvě pro Anammox v režimu SBR. Dvě z těchto nádrží jsou zakryté a vybavené systémem odtahu vzdušiny, která je dále čistěna pomocí fotokatalytické jednotky. Další aktivační nádrž byla rekonstruována pro příjem a retenci SOV. Její celkový objem

přesahuje 4 000 m³. Není sice míchaná, přesto částečně pomáhá vyrovnávat rozdíly ve složení jednotlivých SOV. Voda z retenční nádrže AN14 může být čerpána do libovolné nádrže AN13.x, přičemž je možné i vzájemné přečerpávání mezi nimi. Dále je možná inokulace nádrží z přílehlé aktivační linky. Předčištěná voda je řízeně čerpána buď do jedné z aktivačních linek, nebo na nátok městských odpadních vod, kde je následně rozdělena na všechny tři biologické linky.

Možným řešením, jak zvýšit bezproblémový příjem těchto odpadních vod s extrémně vysokým obsahem sloučenin dusíku je jejich separátní předčištění s následným dočištěním na hlavní aktivační lince. Za tímto účelem je možno aplikovat proces nitritace/denitritace PN/A

Ačkoli laboratorní výzkumy provedené v letech 2017–2019 na pracovišti KAVR ČZU (Švehla et al. 2018) jednoznačně prokázaly nutnost a benefity ředění SOV fugátem z bioplynové stanice vznikajícím po zahuštění čistírenských kalů, nebylo z provozních důvodů toto doporučení využito. Fugát v našem případě obsahuje značné množství mikroplastů, jimiž by byly reaktory zanášeny. Hlavním důvodem pro ředění skládkových výluhů je vysoký obsah RAS (respektive vysoká salinita či vodivost). Z literatury (Soliman 2018) je známo, že tento parametr může významně ovlivňovat aktivitu nitritačních organismů AOB. Přičemž inhibičně působí hodnoty RAS nad 5000 mg/l (Zhang et al., 2015).

Provoz nitritace SOV byl zahájen v říjnu 2023. Cílem bylo uvést nově vybudované SBR do stabilního nitritačního procesu a získat data pro následné využití biologických technologií PN/A. Na rozdíl od zahraničních provozních aplikací je proces udržován při teplotách úměrných aktuálním klimatickým podmínkám. Dále je třeba zmínit, že proces je řízen bez externí úpravy pH. Tím je limitována účinnost odstranění amoniakálního dusíku. Roční kolísání teplot je od zimních minim kolem 10 °C po maxima počátkem podzimu okolo 25 °C. Byly zkoušeny dva způsoby zapracování nitritace, jeden s inokulací kalem z aktivační linky BČOV a druhý bez inokulace. Adaptace a nárůst funkční kultury byl ovlivněn chladným obdobím roku, proto o adaptaci kultury v pravém slova smyslu můžeme mluvit spíše až od dubna 2024. Nicméně i zima 24/25 ukázala, že při déletrvajícím provozu při nízkých teplotách v nádržích (pod 12 °C) sice dochází k výraznému snížení rychlosti procesu, ale kumulace dusitanů je při těchto podmínkách stále významná (až 80 % N-amon je oxidováno na dusitany).

Od září 2024 dosahuje proces poměrně stabilních výsledků. V tomto období (podzim 2024) trval pracovní cyklus reaktoru přibližně sedm dní a v jeho průběhu se pohybovala teplota v rozmezí 17,5–19,0 °C. Zatížení dusíkem činilo 0,11 kg(N-amon)/(m³.den) a byla dosažena rychlost odstranění 62 g (N-amon)/(m³.den), což znamenalo téměř 60 % účinnost odstranění celkového dusíku. Z odstraněného množství amoniakálního dusíku přešlo 75 % na dusitanový dusík. Množství kalu v nádrži během cyklu bylo asi 1 700 kg (NLzž).

Hodnota celkového zatížení reaktoru dusíkem není vysoká. Jak bylo uvedeno výše, během laboratorní

ho výzkumu, kdy byla SOV ředěna čtyřikrát fugátem, bylo dosahováno zatížení přibližně 0,4 kg(N-amon)//(m³.den). Vzhledem k prostředí neředených SOV je však akceptovatelná.

Pokud to kvalita SOV dovolí, tzn., pokud je příznivý poměr dusíku a neutralizační tlumivé kapacity, je možné snížením zatížení dospět k vyššímu stupni odstranění N-amon.

Dosavadní provoz prokázal celoroční možnost udržení nitrifikačního procesu v SBR režimu pro úpravu SOV za účelem získání vhodného přítoku pro případný ANAMMOX reaktor.

Potvrzení Anammox aktivity v provozovaném systému

SBR reaktory byly řízeny v nitrifikačním režimu, to znamená, že byly provzdušňovány. S přibývajícím dobou provozu docházelo stále častěji k časově významným úsekům, kdy byla v reaktorech pozorována minimální koncentrace kyslíku. Současně se prohlubovaly nesrovnalosti v dusíkaté bilanci. V letních měsících 2025 byla pozorováno již odstranění celkového dusíku na úrovni 55 % z původního množství. Vzhledem k předpokladu nízké dostupnosti substrátu pro denitrifikační aktivitu byly odeslány vzorky kalu na FISH analýzu.

FISH analýza z 30. 7. 2025 prokázala ve vzorku aktivovaného kalu jednoznačnou přítomnost anammox bakterií pomocí obecné sondy Amx368. Jejich signál byl hodnocen jako velmi častý, přičemž se vyskytovaly převážně ve formě malých kompaktních klastrů o velikosti do 5 – 10 µm. Volné buňky nebo řídké klastry byly pozorovány jen výjimečně. I přes omezený soubor snímků poskytla obrazová analýza přibližnou kvantifikaci: medián ~4,2 %, průměr ~5,6 %, tedy cca 5,5 % plochy celkové biomasy. Tento podíl a charakter signálu svědčí o vysokém biologickém potenciálu pro anammox proces v daném vzorku.

Literatura

Azari M., Walter U., Rekers V., Gu J-D., Denecke M. (2017): „More than a decade of experience of landfill leachate treatment with a full-scale anammox plant combining activated sludge and activated carbon biofilm.“ *Chemosphere* 174: 117-126.

Broda, E. (1977): „Two kinds of lithotrophs missing in nature.“ *Z. Allg. Mikrobiol.* 17, 491–493.

Ganigué R. a kol (2009): „Long-term operation of a partial nitrification pilot plant treating leachate with extremely high ammonium concentration prior to an anammox process.“ *Bioresour Technol* 100, 5624–5632.

Van de Graaf A.A., Mulder A., Slijkhuys H., Robertson L.A. and Kuenen J.G. (1990): „Anoxic ammonium oxidation.“ *Proceedings of the 5th European Congress on Biotechnology* (Christiansen, C., Munck, L. and Villadsen, J., Eds.), Vol. I, pp. 338–391. Munksgaard, Copenhagen.

Jeníček P. a kol. (2004): „Factors affecting nitrogen removal by nitrification/denitrification.“ *Water Sci Technol* 49(5–6), pp. 73–79.

Současně byly detekovány bakterie oxidující amoniak (AOB) ze skupiny *β-Proteobacteria*. Jejich výskyt byl hodnocen jako velmi častý, převážně ve formě malých kompaktních klastrů do 15 µm. Dominantními zástupci jsou *Nitrosomonas oligotropha* a halofilní/halotolerantní *Nitrosomonas*, obě skupiny vykazují vysoký výskyt. Naproti tomu podskupiny *Nitrosococcus mobilis* a *Nitrospira spp.* nebyly prokázány. Přibližná kvantifikace ukazuje celkové zastoupení AOB kolem 10 % biomasy (medián 10 %, průměr 9,5 %), z toho asi 4,5 % tvoří halofilní *Nitrosomonas*. Tento podíl naznačuje vysoký biologický potenciál pro první stupeň nitrifikace.

Následná FISH analýza vzorku z 21. 10. 2025 opět potvrdila hojný celkový výskyt anammox pomocí sondy Amx368. Rozšířený set specifických sond navíc odhalil taxonomickou diverzitu anammox společenstva: byly pozorovány výskyt *Brocadia anammoxidans*, *Kuenenia stuttgartiensis*, *Scalindua wagneri*, *Anammoxoglobus propionicus*, *Brocadia fulgida* a *Scalindua brodae*. Tyto druhově specifické nálezy byly sice výjimečné a většinou ve formě jednotlivých buněk (ojediněle menší klastry). Silný signál obecné sondy při nízké detekci druhově specifických sond naznačuje, že ve vzorku je významná část anammox populace, kterou dostupné sondy nepokrývají. To může znamenat buď environmentální klony známých rodů, nebo dokonce nové, dosud nepopsané druhy. Pro identifikaci je nutné provést metagenomiku nebo alespoň 16S rRNA sekvenování.

Lze konstatovat, že výsledky potvrzují trvale vysokou přítomnost anammox bakterií s konzistentní morfologií a bohatou druhovou diverzitou. Tato skutečnost je příznivá pro stabilitu a dlouhodobou spolehlivost PN/A procesu.

Poděkování

Příspěvek byl vypracován v rámci řešení projektu SQ01020303. Autoři děkují za finanční podporu.

Kouba V., Dolejš P., Švehla P., Čejka J., Vodička O., Benáková A., Máca J., Jeníček P. a Bartáček J. (2018): „Jak ušetřit na odstraňování dusíku na ČOV (10 let zahraničních zkušeností s procesem anammox).“ *SOVAK* 4/2018, pp. 14/146-21/153.

Lanzetta A., Mattioli D., Di Capua F., Sabia G., Petta L., Esposito G., Andreottola G., Gatti G., Merz W. a Langone M. (2021): „Anammox-Based Processes for Mature Leachate Treatment in SBR: A Modelling Study.“ *Processes* 2021: 9(8), 1443.

Magrí A., Rusalleda M., Vilà A., Akaboci T.R.V., Balaguer M.D., Llenas J.M. a Colprim J. (2021): „Scaling-Up and Long-Term Operation of a Full-Scale Two-Stage Partial Nitrification-Anammox System Treating Landfill Leachate.“ *Processes* 2021: 9(5), 800.

Mulder A., Van de Graaf A.A., Robertson L.A. and Kuenen J.G. (1995): „Anaerobic ammonium oxidation discovered in a denitrifying fluidized bed reactor.“ *FEMS Microbiol. Ecol.* 16, 177–183.

Strous M., J.J. Heijnen, J.G. Kuenen, M.S.M. Jetten (1998): „The sequencing batch reactor as a powerful tool for

the study of slowly growing anaerobic ammonium-oxidizing microorganisms." *Appl Microbiol Biot* 50(5), pp. 589–596

Švehla P. (2004): „Oddělené biologické čištění kalové vody.“ Disertační práce. VŠCHT Praha.

Švehla P., Vodička O., Kouba V., Jeníček P., Míchal P., Došková E., Shtukaturova A. a Bartáček J. (2018): „Zpra-

cování externích odpadních vod s vysokým obsahem dusíku za využití procesu ANAMMOX či jiných inovativních biologických postupů.“ *Sborník z konference Odpadové vody 2018*: 313–318

Radechovský J. a kol. (2015): „Zkrácená nitrifikace kalové vody v pokusné poloprovozní jednotce.“ *Vodní hospodářství* 65/3, pp. 10-12 (2015)

Souhrn

Projekt na BČOV Pardubice byl zaměřen na stabilní nitrifikační proces skládkových odpadních vod (SOV) v SBR režimu, bez externí úpravy pH a bez temperace. Provoz probíhá od října 2023 a od září 2024 podařilo dosáhnout stabilní nitriface, kdy až 75 % odstraněného N-amon je transformováno na dusitany bez jejich další oxidace na dusičnany.

Dlouhodobým udržením podmínek příznivých pro anammox bakterie se podařilo tyto organismy kultivovat přímo v reaktoru. FISH analýzy z července a října 2025 potvrdily jejich hojný výskyt (cca 5,5 % biomasy) a vysoký biologický potenciál pro Anammox proces.

Výsledkem je první provozní aplikace nitrifikačního procesu v ČR a současně první aplikace Anammox procesu v uspořádání PN/A pro čištění surových skládkových vod. Tento úspěch potvrzuje možnost efektivního odstraňování dusíku i za extrémních podmínek. Dosažené výsledky otevírají cestu k dalším technologickým krokům k optimalizaci procesu a taktéž k detailní genetické analýze, která může přinést nové poznatky o adaptaci těchto organismů na extrémní podmínky.

Klíčová slova: ANAMMOX, nitriface, čištění odpadních vod, skládkové vody, FISH

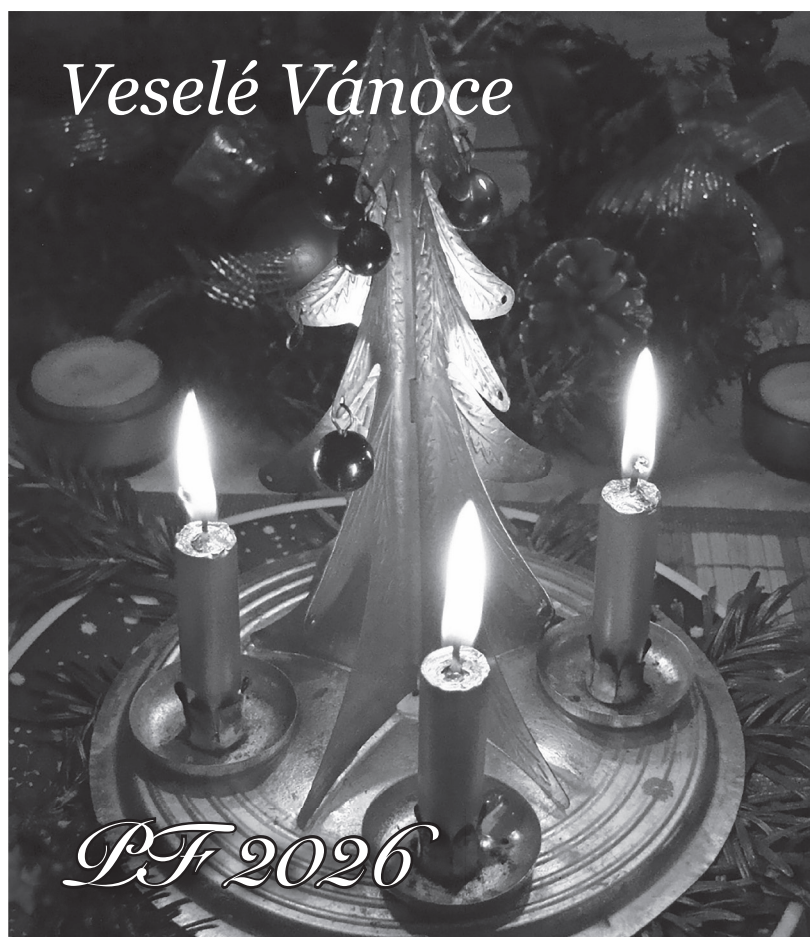
Summary

The project at BČOV Pardubice focused on achieving a stable nitrification process for landfill leachate (SOV) in an SBR mode, without external pH adjustment and without temperature control. Operation has been ongoing since October 2023, and by September 2024, stable nitrification was achieved, with up to 75 % of removed ammonium nitrogen being transformed into nitrites without further oxidation to nitrates.

By maintaining conditions favorable for anammox bacteria over the long term, these organisms were successfully cultivated directly in the reactor. FISH analyses from July and October 2025 confirmed their abundant presence (approximately 5.5 % of biomass) and high biological potential for the Anammox process.

The result is the first full-scale application of the nitrification process in the Czech Republic and, at the same time, the first application of the Anammox process in a PN/A configuration for the treatment of raw landfill leachate. This achievement demonstrates the feasibility of efficient nitrogen removal even under extreme conditions. The results pave the way for further technological steps to optimize the process and for detailed genetic analysis, which may provide new insights into the adaptation of these organisms to extreme conditions.

Keywords: ANAMMOX, nitrification, waste water treatment, landfill water, FISH



BIOPROSPECT

Vydavatel:
BIOTECHNOLOGICKÁ SPOLEČNOST
Technická 3
166 28 Praha 6
IČ: 00570397

Zapsán do evidence periodického tisku a bylo mu přiděleno evidenční číslo:
MK ČR E 19409

Zařazen do Seznamu recenzovaných neimpaktovaných periodik
vydáváných v ČR

Tiskne:
VENICE Praha, s.r.o.
Za Hanspaulkou 13/875
160 00 Praha 6

ISSN 1210-1737 (Print)
ISSN 2570-8910 (Online) – <http://bts.vscht.cz/bioprospect.html>

Neprodejné – jen pro členy Biotechnologických společností.

Stránky biotechnologické společnosti (<http://bts.vscht.cz>)
jsou archivovány Národní knihovnou ČR (www.webarchiv.cz).