

MAŽO NAŠUMO ĮRENGINIŲ EFEKTYVUMO ŠALINTI IŠ NUOTEKŲ AZOTO JUNGINIUS TYRIMAS

Paulius Šaltenis¹, Aušra Mažeikienė²

¹UAB „Parexel International“

²Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Aplinkos inžinerijos fakultetas,
Aplinkos apsaugos ir vandens inžinerijos katedra

El. p. ¹saltenis.paulius@gmail.com; ²ausra.mazeikiene@vilniustech.lt

Anotacija. Šiuo metu apie 24 % Lietuvos gyventojų nuotekas tvarko individualiai, iš jų 74 % nuotekas tiesiog kaupia specialiose surinkimo duobėse. Per pastaruosius penkerius metus, atlikęs patikrinimus, Aplinkos apsaugos departamentas nustatė apie 30 % netinkamo individualaus nuotekų tvarkymo atvejų. Jei dėl aplinkosauginių ar ekonominių priežasčių netikslinga nuotekų tvarkyti centralizuotai, jos gali būti tvarkomos individualiai. Tam reikalingi efektyvūs nuotekų valymo įrenginiai, kuriais išvalytos nuotekos atitiktų LR nuotekų tvarkymo reglamento reikalavimus. Šiame straipsnyje analizuojamas dviejų mažo našumo (0,9 m³/d.) Lietuvoje gaminamų įrenginių efektyvumas šalinti iš nuotekų azoto junginius. Pastebėta, kad mažo našumo įrenginiais išvalytose nuotekose likdavo nedidelė amonio azoto arba nitratų azoto koncentracija, jų koncentracija priklauso nuo pradinės nevalytų nuotekų Kjeldalio azoto koncentracijos. Abu tirtieji įrenginiai azoto junginius iš nuotekų šalino 75–80 % efektyvumu, bendrojo azoto likutinė koncentracija (<25 mg/l) išvalytose nuotekose atitiko reglamento reikalavimus.

Reikšminiai žodžiai: individualus, biologinis, valymas, azotas, efektyvumas.

Įvadas

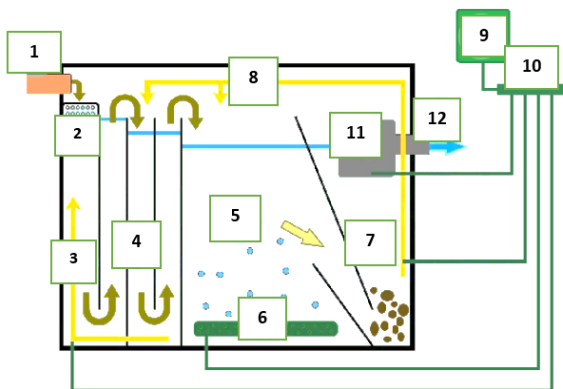
Valstybinio audito duomenimis, 2019 m. 24 % Lietuvos gyventojų ir 131 ūkio subjektas nuotekas tvarkė individualiai. Valstybės kontrolės užsakytos apklausos duomenimis, 74 % individualaus nuotekų tvarkymo sudarė nuotekų rinkimas ir kaupimas specialiose duobėse, 16 % sudarė vietinių mažo našumo nuotekų valymo įrenginių (NVI) naudojimas (Valstybinio audito ataskaita, 2020). Likę 10 % gyventojų buitines nuotekas tiesiog išleido į gamtinę aplinką nevalytas. Aplinkos apsaugos departamentas, 2014–2019 m., atlikęs apie 8,5 tūkst. gyventojų ir ūkio subjektų patikrinimų, nustatė 27,2 % atvejus, kai gyventojai, o 35 % atvejų, kai ūkio subjektai netinkamai tvarkė nuotekas (Valstybinio audito ataskaita, 2020). Nevalytos ar nepakankamai išvalytos nuotekos teršia gamtinę aplinką: žemę, gruntą, ežerus, upes ar kitus vandens telkinius, požeminių vandenį (Centers..., 2006; Sano et al., 2016; Farkas et al., 2020). Didėjant susirūpinimui vandens tarša, nuolat griežtėja reikalavimai išvalytų nuotekų kokybei (Department for Environment, 2015). Direktyva (1991-05-21) nustato, kad tada, kai dėl aplinkosauginių ar ekonominių priežasčių nuotekas

netikslinga tvarkyti centralizuotai, jos gali būti tvarkomos individualiai (Europos bendrijų taryba, 1991). Individualaus tvarkymo atveju numatytas įpareigojimas gyventojams nuotekas išvalyti iki tokio paties lygio, kaip išvalomos aglomeracijose centralizuotai surenkamos nuotekos. Pagrindinis teisinis dokumentas, reglamentuojantis nuotekų tvarkymo klausimus, yra Nuotekų tvarkymo reglamentas (LR aplinkos ministerija, 2019). Nuo 2019 m. Nuotekų tvarkymo reglamentas apibrėžia nuotekų didžiausią išvalymo laipsnį (DLK) mažo našumo (<5 m³/d.) nuotekų valymo įrenginiams pagal tokius parametrus: biocheminis deguonies suvartojimas (BDS), cheminis deguonies suvartojimas (ChDS), skendinčiosios medžiagos, bendras azotas ir bendras fosforas. Efektyvūs mažo našumo biologiniai NVI organines (BDS, ChDS rodikliai) ir skendinčiąsias medžiagas iš nuotekų išvalo efektyviai, medžiagų pašalinimo efektyvumas yra tarp 90–99 % (Budreckas, 2014; Mažeikienė, 2019). Mažo našumo individualūs nuotekų valymo įrenginiai gali būti naudingi sprendžiant vandens antrinio naudojimo klausimus (Capodaglio et al., 2017). Mokslinėje literatūroje trūksta duomenų, kaip efektyviai individualūs nuotekų valymo

įrenginiai šalina iš nuotekų azotą. Šio darbo tikslas – atlikti dviejų mažo našumo (0,9 m³/d) Lietuvoje gaminamų NVĮ ilgalaikio (10 mėn.) išbandymo Statybos produkcijos sertifikavimo centre (SPSC) protokolų analizę ir įvertinti azoto junginių šalinimo efektyvumą.

Metodika

Straipsnyje analizuojamas biologinio valymo įrenginių NVĮ-102 ir NVĮ-118 efektyvumas šalinti iš nuotekų azoto junginius. Abu tiriamieji NVĮ yra mažo našumo – jų projektinis nuotekų debitas yra 0,9 m³/d. Įrenginiai skiriasi pagal anaerobinių ir anoksinių kamerų skaičių ir dizainą, tačiau jiems bendra yra tai, kad abu turi anaerobines, anoksines ir aeracines kameras, todėl yra pritaikyti šalinti iš nuotekų ne tik organines, bet ir biogenines medžiagas. Įrenginiai dirba pagal tą pačią technologinę schemą, kuri pateikta 1 pav.



1 paveikslas. Principinė biologinio NVĮ schema: 1 – įvadas; 2 – mechaninis valymas; 3 – anaerobinė zona; 4 – denitrifikavimo zona; 5 – aeracijos zona; 6 – aeracijos difuzorius; 7 – nusodintuvo zona; 8 – oro paskirstymo zona; 9 – kompresorius; 10 – oro paskirstymo sistema; 11 – vandens srauto paskirstymas; 12 – išvadas (adaptuota pagal BioMax, 2021)

Abu įrenginiai buvo išbandyti Lietuvos statybos produkcijos sertifikavimo centre. Jų išbandymas vyko 2017–2020 m. pagal Europos normą EN 12566-3:2005 + A2: 2013. Įrenginių išbandymo protokolai gauti iš jų gamintojų. Bandymų metu į įrenginius buvo tiekiamos įprastinės buitinės nuotekos. Abiem įrenginiams buvo taikomi tie patys bandymų etapai: 6 savaitės vardinis (0,9 m³/d.) paros nuotėkis, 2 savaitės nepilnutinė (50 %) apkrova, 6 savaitės vardinis paros nuotėkis ir energijos pertrūkis, 2 savaitės nėra nuotėkio, 6 savaitės vardinis paros nuotėkis, 2 savaitės perkrova (150 % vardinės apkrovos), 6 savaitės vardinis paros nuotėkis ir energijos pertrūkis, 2 savaitės nepilnutinė apkrova, 6 savaitės vardinis paros nuotėkis. Iš abiejų įrenginių po du kartus per

laikotarpį buvo nusiurbtas perteklinis dumblas (po 1100–1400 l). Dumblas buvo nusiurbiamas, kai nusistovėjusio per 30 min. dumblo kiekis 1000 ml sedimentacijos cilindre pasiekdavo 800 ml. Nuotekų sudėtis prieš biologinį valymą ir po jo buvo vertinamas paimant paros nuotekų mėginius kas 1–2 savaites (per 10 mėn. laikotarpį buvo paimti 26 parų mėginiai). Valomų ir išvalytų nuotekų mėginiai buvo tiriami SPSC Lietuvos Nacionalinėje visuomenės sveikatos priežiūros laboratorijoje. Nuotekų sudėtis nustatyta taikant standartinius analizės metodus: BDS₅ (LST EN 1899-1: 2000, LST EN 1899-2:2000, LST EN ISO 5 815-1:2019); ChDS (LST ISO 6060); SM (LST EN 872); N_b (LST EN 25663:2000, LST ISO 7150-1, ISO 7890-3:1998, EN 26777:1999). Straipsnyje analizuojami šie valomų nuotekų rodikliai: temperatūra, BDS, skendinčiosios medžiagos (SM), Kjeldalio azotas (N_{Kj}); ištekėjimo vietoje – BDS, SM, amonio azotas (NH₄-N), nitratų azotas (NO₃-N).

Rezultatai

Apibendrinus abiejų NVĮ darbą viso tyrimų laikotarpio (10 mėn.) metu, gauti rezultatai pateikti 1 lentelėje.

1 lentelė. Vidutinė teršalų koncentracija nuotekose prieš valymą (įtekos) ir po jo (ištekos)

Tyrimo taškai		Vidutinė koncentracija, mg/l				
		BDS ₅	SM	N _{Kj}	NH ₄ -N	NO ₃ -N
NVĮ-102:	Įtekos	376,9	516,5	54,7	47,9	–
	Ištekos	6,4	6,9	15,2	12,5	6,2
NVĮ-118:	Įtekos	349,2	379,9	79,4	75,3	–
	Ištekos	7,8	8,2	9,7	7,8	5,3

Iš 1 lentelėje pateiktų rezultatų matyti, kad NVĮ-102 išbandymo metu pradinė (įtekų) vidutinė BDS₅ koncentracija buvo 7 % didesnė, o SM koncentracija 26 % didesnė, nei buvo vidutinės įtekų BDS₅ ir SM koncentracijos NVĮ-118 išbandymo metu. Vidutinė įtekų Kjeldalio azoto (N_{Kj}) koncentracija, atvirkščiai, buvo didesnė (31 %) išbandant NVĮ-118. Kaip matyti iš lentelėje pateiktų rezultatų, didžiąją Kjeldalio azoto dalį (88–95 %) įtekose sudaro amonio azotas. Likusią dalį sudaro azotas, esantis organiniuose junginiuose. Įrenginių bandymo protokoluose nepateiktos įtekų bendrojo azoto (N_b) koncentracijos. Bendrasis azotas apskaičiuojamas iš formulės (1):

$$N_b = N_{Kj} + NO_3-N + NO_2-N. \quad (1)$$

Nuotekose prieš biologinį valymą nitratų (NO₃-N) ir nitritų azoto (NO₂-N) paprastai neaptinkama, todėl

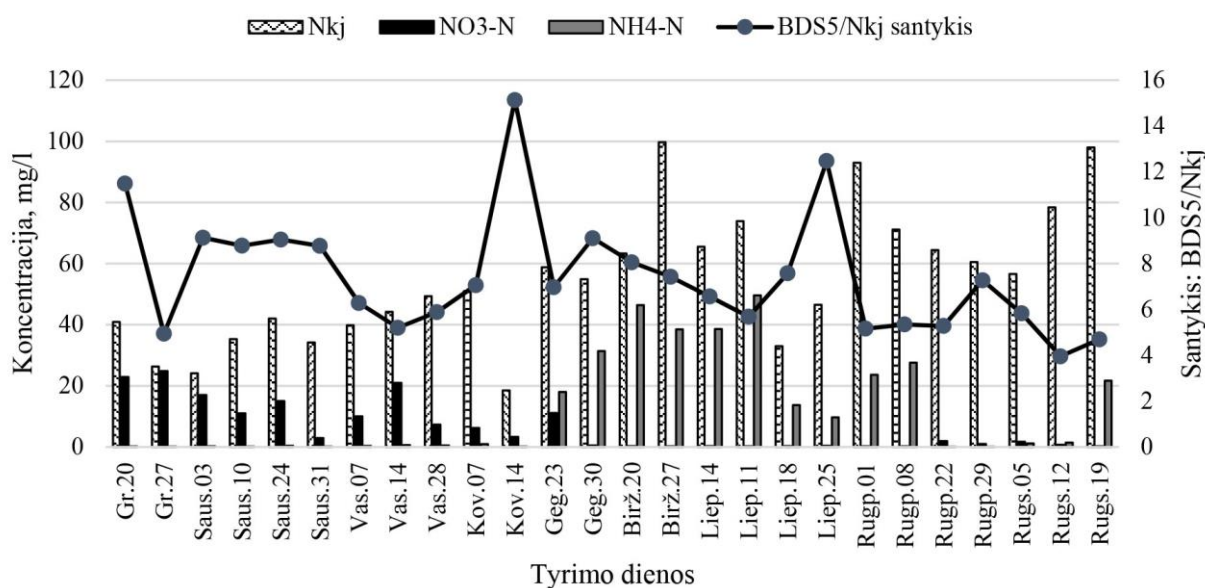
bendrasis azotas prilyginamas Kjeldalio azotui. Iš 1 lentelės duomenų matyti, kad abiejų NVĮ ištektose likdavo 7,8–12,5 mg/l amonio azoto koncentracija ir nedidelė (5,3–6,2 mg/l) nitratų azoto koncentracija. Nitritų azoto koncentracija ištektose abiem tyrimų laikotarpiais buvo 0,1–0,5 mg/l, todėl bendrojo azoto koncentracija ištektose būdavo mažesnė nei 25 mg/l (momentinė didžiausia išvalymo koncentracija pagal Nuotekų tvarkymo reglamentą).

Abiejų (10 mėn.) tyrimo laikotarpių azoto junginių kaita į NVĮ atitekančiose nuotekose (N_{Kj}) ir iš įrenginių ištekančiose nuotekose (NH_4-N bei NO_3-N) parodyta 1 ir 2 pav..

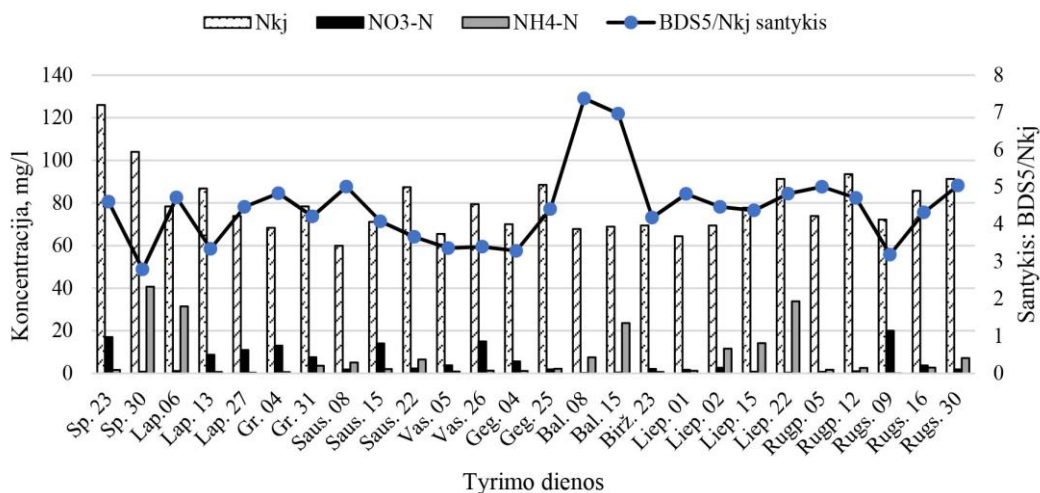
Iš 2 ir 3 pav. duomenų matyti, kad abiem tyrimų laikotarpiais į NVĮ atitekančių nuotekų N_{Kj} koncentracija buvo nepastovi. Pirmuoju laikotarpiu ji kito nuo 24,1 iki 99,7 mg/l; antruoju – nuo 65,5 iki 93,5 mg/l. Kai kuriomis dienomis ji buvo didesnė nei 90 mg/l, todėl buvo nepalanki biologiniam valymui (Taylor et al., 2009; Domingo-Felez et al., 2016). Didelės azoto junginių (ypač NH_4-N) koncentracijos yra toksiškos, todėl neigiamai veikia veikliojo dumblo mikrobiologinius procesus. Abiejų NVĮ ištektose pasitaikė arba amonio azoto, arba nitratų azoto. Azoto junginiai iš nuotekų šalinami vykstant nitrifikacijos procesui (susidaro nitritai, nitratai), po to – denitrifikacijos procesui (iš nuotekų išsiskiria dujinis azotas N_2). Abiem procesams vykti reikalingos skirtingos sąlygos. Teigiama, kad ypač svarbūs parametrai yra temperatūra, nuotekų BDS_5/N santykis, vandenyje ištirpusio deguonies

koncentracija (Gill et al., 2009; Rodriguez-Caballero et al., 2012). Į įrenginius atitekančių nuotekų temperatūros, BDS_5 ir SM kaita parodyta 4 ir 5 pav.

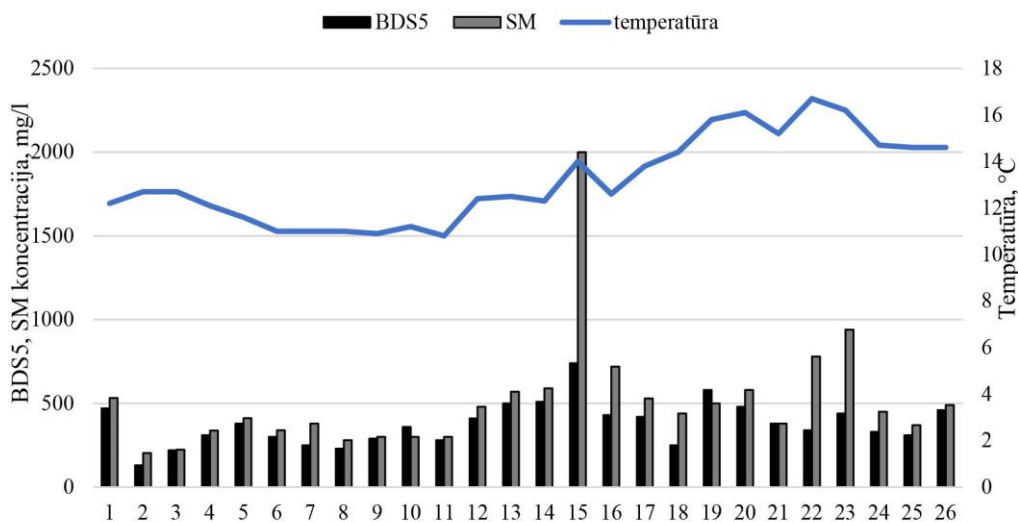
Iš 4 ir 5 pav. matyti, kad žiemą atitekančių nuotekų temperatūra buvo apie 12 °C, o vasarą – 14–17 °C. NVĮ-102 išbandymo laikotarpis prasidėjo žiemą (2017-12-20), iki pavasario (2018-03-07) vidutinė atitekančių nuotekų BDS_5 koncentracija buvo apie 400 mg/l, SM koncentracija – taip pat apie 400 mg/l (4 pav.). Kjeldalio azoto koncentracija iki 11 tyrimo dienos (2017-03-14) tik du kartus viršijo 60 mg/l (2 pav.). Žiemą BDS_5/N santykis vidutiniškai buvo lygus 6,7. Šis santykis yra didesnis už 5, todėl laikomas palankiu azotui šalinti iš nuotekų (Hu et al., 2012). Organinių teršalų koncentracija įtekyje žiemą svyravo nuo 130 iki 470 mg/l (pagal BDS_5), o Kjeldalio azoto koncentracija – nuo 24,1 iki 49,3 mg/l, todėl įrenginio denitrifikacinis pajėgumas buvo pakankamas. Esant palankiam BDS_5/N santykiui iki kovo mėnesio vidurio amonio azotas iš nuotekų buvo šalinamas efektyviai, nuotekose likdavo 13 mg/l nitratų azoto koncentracija. Pavasarį (nuo 2018-05-23) Kjeldalio azoto koncentracija NVĮ-102 ištektose didėjo, vasarą keletą kartų ji buvo didesnė nei 99 mg/l (2 pav.). Vasarą didėjo ir atitekančių nuotekų BDS_5 koncentracija bei SM koncentracija. Penkiolikta tyrimų dieną (2018-06-27) įrenginio ištektose buvo labai didelė skandinčiųjų medžiagų koncentracija (2000 mg/l), o BDS_5 koncentracija siekė 740 mg/l, Kjeldalio azoto koncentracija – 99,7 mg/l.



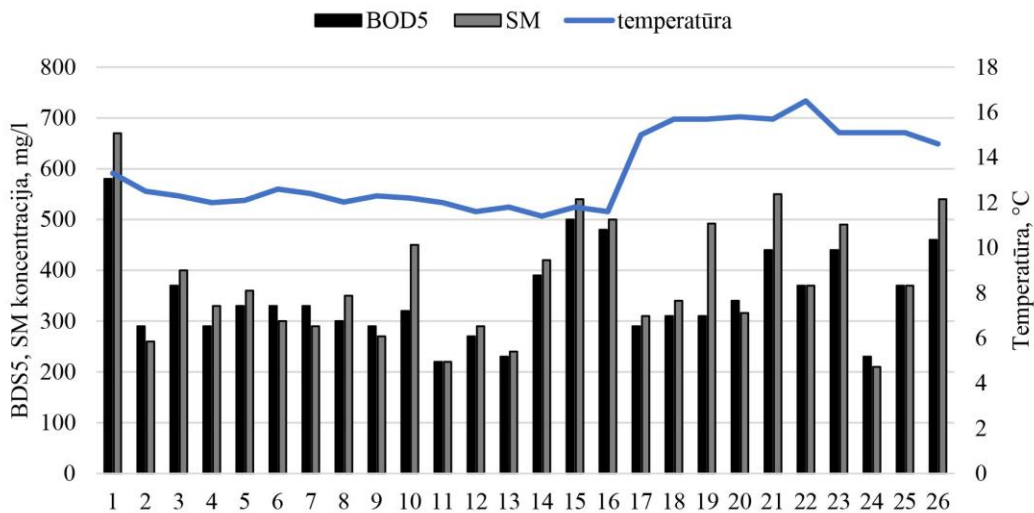
2 paveikslas. Azoto junginių kaita į NVĮ-102 atitekančiose nuotekose (N_{Kj}) ir iš įrenginio ištekančiose nuotekose (NH_4-N bei NO_3-N)



3 paveikslas. Azoto junginių kaita į NVĮ-118 atitekančiose nuotekose (NKj) ir iš įrenginio ištekančiose nuotekose (NH4-N bei NO3-N)



4 paveikslas. Į NVĮ-102 atitekančių nuotekų rodikliai



5 paveikslas. Į NVĮ-118 atitekančių nuotekų rodikliai

Tokios didelės organinių, skandinčių medžiagų ir azoto koncentracijos įtekose trukdė nitrifikacijos procesui vykti, todėl ištekose liko 35 mg/l amonio azoto koncentracija. Iš 2 pav. matyti, kad įrenginio ištekose (12–26 tyrimo dieną) likdavo amonio azoto (vidutinė koncentracija – 12 mg/l. To priežastis galimai buvo deguonies trūkumas arba dėl augančios dumblo biomasės tapę per maži atskirų zonų tūriai. Pavasarį ir vasarą (gegužės 23 d. ir rugpjūčio 8 d.) iš NVĮ-102 buvo nusiurbtas perteklinis dumblas, nusiurbus veiklojo dumblo koncentracija įrenginyje sumažėdavo. Nusiurbus dumblą gegužės 23 d., po savaitės paėmus mėginį, ištekose buvo 31,4 mg/l amonio azoto koncentracija ir 0,5 mg/l nitratų koncentracija. Matyti, kad nitrifikacijos procesas buvo sutrikęs. Nusiurbus dumblą rugpjūčio 8 d., po dviejų savaičių (rugsėjimo 22 d.) paėmus mėginį, ištekose buvo 0,08 mg/l amonio azoto koncentracija ir 4,8 mg/l nitratų koncentracija. Bendrasis azotas ištekose sudarė mažiau kaip 5 mg/l, jis buvo šalinamas 92 % efektyvumu. To priežastis galėjo būti nepilnutinė įrenginio apkrova (50 %), kuri buvo taikoma 2 savaites nuo rugsėjimo 22 d.

NVĮ-118 išbandymo laikotarpis prasidėjo rudenį. Iki lapkričio mėnesio 6 d. (trečia tyrimo diena) Kjeldalio azoto koncentracija įrenginio įtekyje buvo didesnė nei 100 mg/l, o BDS₅ koncentracija buvo apie 435 mg/l (3 pav.). Šiuo laikotarpiu BDS₅/N santykis vidutiniškai buvo lygus 3,8. Toks santykis biologiniam azoto šalinimui nėra optimalus. Įtekose buvo santykinai didelė (104 mg/l) Kjeldalio azoto koncentracija, todėl ištekyje likdavo amonio azoto. Žiemą (6–12 tyrimo dienos) įtekų temperatūra sumažėjo nuo 13,3 iki 12 °C (4 pav.), tačiau sumažėjo ir įtekų Kjeldalio azoto koncentracija (3 pav.). Nuo 6 iki 13 tyrimų dienos BDS₅/N santykis padidėjo ir vidutiniškai buvo lygus 4. Įrenginio ištekose likdavo nedidelė nitratų koncentracija (vidutiniškai 8 mg/l) ir/arba nedidelė amonio azoto koncentracija (vidutiniškai 2,8 mg/l). Daroma išvada, kad žiemą biologiniams azoto šalinimo procesams vykti buvo geresnės sąlygos nei rudenį. Yra žinoma, kad nitrifikacijai vykti tinkamesnė >12 °C temperatūra, tačiau kai kurių autorių (Christman et al., 2011; Masse et al., 2019) pastebėta, kad nitrifikacijos procesas gali vykti ir žemoje temperatūroje. Nitrifikacijos procesą bandymo sąlygomis labiau veikė BDS₅/N santykis ir pradinė Kjeldalio azoto koncentracija nei temperatūra. Pavasarį (15 ir 16 tyrimo diena) atitekančių nuotekų temperatūra ėmė augti. Taip pat įtekyje didėjo ir BDS₅ bei SM koncentracijos. Veiklojo dumblo biomasė nuolat augo. Nusiurbus perteklinį dumblą (birželio 17 d. ir rugsėjo 2 d.), ištekose amonio azoto nebelikdavo, o tai rodo gerai vykstantį nitrifikacijos procesą. Nitrifikacijos procesams vykti reikalingas

deguonis, o veiklojo dumblo heterotrofinės bakterijos naudoja deguonį organinėms medžiagoms oksiduoti. Sumažinus veiklojo dumblo biomasės kiekį, heterotrofinės bakterijos sunaudoja mažiau deguonies ir jo daugiau lieka autotrofinėms nitrifikuojančiosioms bakterijoms. Vasaros laikotarpiu (17–23 tyrimo dienos) įrenginio ištekose likdavo nedidelė nitratų koncentracija (vidutiniškai 1,3 mg/).

Apibendrinus tyrimo rezultatus galima teigti, kad abu tirtieji NVĮ šalino iš nuotekų azotą 75–80 % efektyvumu, ištekose vidutiniškai likdavo 22,3 mg/l ir 16,3 mg/l bendrojo azoto. Pagal LR nuotekų tvarkymo reglamentą nuotekų didžiausias išvalymo laipsnis (DLK) mažo našumo (<5 m³/d.) nuotekų valymo įrenginiams pagal bendrojo azoto rodiklį yra 25 mg/l. Abiejų tirtųjų įrenginių ištekose likdavo mažesnė bendrojo azoto koncentracija, todėl efektyvumas tenkino LR nuotekų tvarkymo reglamento reikalavimus. Lyginant su pasaulyje paplitusių septikų efektyvumu šalinti iš nuotekų azotą (40–50 %), tirtieji įrenginiai yra beveik du kartus efektyvesni.

Išvados

1. Išanalizavus dviejų mažo našumo (0,9 m³/d.) NVĮ ilgalaikio tyrimo rezultatus pastebėta, kad šaltuoju laikotarpiu azoto šalinimo efektyvumas (76 % ir 80 %) buvo ne mažesnis nei šiltuoju (73 % ir 80 %).
2. Dienomis, kai Kjeldalio azoto koncentracija įrenginio įtekyje buvo didesnė, nei 95 mg/l, azoto šalinimo iš nuotekų procesai nevyko efektyviai, ištekyje likdavo 20–40 mg/l amonio azoto.
3. Tirtųjų NVĮ išvalytose nuotekose vidutiniškai likdavo 22,3 mg/l ir 16,3 mg/l bendrojo azoto koncentracijos.
4. Abiejų NVĮ azoto šalinimo iš nuotekų efektyvumas pagal likutines koncentracijas atitinka LR nuotekų tvarkymo reglamento reikalavimus.

Literatūra

- BioMax. (2021). *Biological wastewater treatment plants*. <https://hansgroup.lt/projektavimas/?lang=en>
- Budreckas, A. (2014). Aplenkusios laiką lietuviškos „August ir Ko“ biologinių nuotekų valymo įrenginių technologijos. *Vandentvarka*, 45, 12–13. <https://www.lvta.lt/images/Leidiny/Leidiny-Nr45.pdf>
- Capodaglio, A. G., Callegari, A., Cecconet, D., & Molognoni, D. (2017). Sustainability of decentralized wastewater treatment technologies. *Water Practice and Technology*, 12(2), 463–477. <https://doi.org/10.2166/wpt.2017.055>
- Centers for Disease Control and Prevention and U.S. Department of Housing and Urban Development. (2006). *Healthy housing reference manual*. Atlanta: US Department of Health and Human Services.

- https://www.cdc.gov/nceh/publications/books/housing/housing_ref_manual_2012.pdf
- Christman, G. D., Cottrell, M. T., Popp, B. N., Gier, E., & Kirchman, D. L. (2011). Abundance, diversity, and activity of ammonia-oxidizing prokaryotes in the coastal Arctic Ocean in summer and winter. *Applied and Environmental Microbiology*, 77(6), 2026e2034. <https://doi.org/10.1128/AEM.01907-10>
- Department for Environment, Food and Rural Affairs and the Environment Agency. (2015). *Reform of regulatory system to control small sewage discharges from septic tanks and small sewage treatment plants in England*. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/367016/ssd-reform-further-info-201410.pdf
- Domingo-Felez, C., Pellicer-Nacher, C., Petersen, M. S., Jensen, M. M., Plosz, B. G., & Smets, B. F. (2016). Heterotrophs are key contributors to nitrous oxide production in activated sludge under low C-to-N ratios during nitrification-Batch experiments and modeling. *Biotechnology & Bioengineering*, 114(1), 132e140. <https://doi.org/10.1002/bit.26062>
- Europos Bendrijų Taryba. (1991). *Tarybos Direktyva 1991 m. gegužės 21 d. dėl miesto nuotekų valymo (91/271/EEB)*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/PDF/?uri=CELEX:31991L0271&from=LT>
- Farkas, K., Walker, D. I., Adriaenssens, E. M., McDonald, J. E., Hillary, L. S., Malham, S. K., & Jones, D. L. (2020). Viral indicators for tracking domestic wastewater contamination in the aquatic environment. *Water Research*, 181, 115926. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.115926>
- Gill, L. W., O'Luanigh, N., Johnston, P. M., Misstear, B. D. R., & O'Suilleabhain, C. (2009). Nutrient loading on subsoils from on-site wastewater effluent, comparing septic tank and secondary treatment systems. *Water Research*, 43(10), 2739–2749. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2009.03.024>
- Hu, Z., Houweling, D., & Dold, P. (2012). Biological nutrient removal in municipal wastewater treatment: New directions in sustainability. *Journal of Environmental Engineering (United States)*, 138(3), 307–317. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EE.1943-7870.0000462](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EE.1943-7870.0000462)
- LR aplinkos ministerija. (2019). Lietuvos Respublikos aplinkos ministro įsakymas dėl aplinkos ministro 2006 m. gegužės 17 d. įsakymo Nr. D1-236 „Dėl nuotekų tvarkymo reglamento patvirtinimo“ pakeitimo 2007 m. spalio 8 d. Nr. D1-515. Vilnius. *Valstybės žinios*, 2007-10-25, Nr. 110-4522.
- Masse, S., Botrel, M., Walsh, D. A., & Maranger, R. (2019). Annual nitrification dynamics in a seasonally ice-covered lake. *PLoS One*, 14(3), e0213748. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0213748>
- Mažeikienė, A. (2019). Improving small-scale wastewater treatment plant performance by using a filtering tertiary treatment unit. *Journal of Environmental Management*, 232, 336–341. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.11.076>
- Rodriguez-Caballero, A., Hallin, S., Pålsson, C., Odlare, M., & Dahlquist, E. (2012). Ammonia oxidizing bacterial community composition and process performance in wastewater treatment plants under low temperature conditions. *Water Science and Technology*, 65(2), 197e204. <https://doi.org/10.2166/wst.2012.643>
- Sano, D., Amarasiri, M., Hata, A., Watanabe, T., & Katayama, H. (2016). Risk management of viral infectious diseases in wastewater reclamation and reuse: Review. *Environment International*, 91, 220–229. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.03.001>
- Taylor, S. M., He, Y., Zhao, B., & Huang, J. (2009). Heterotrophic ammonium removal characteristics of an aerobic heterotrophic nitrifying-denitrifying bacterium, *Providencia rettgeri* YL. *Journal of Environmental Sciences*, 21(10), 1336–1341. [https://doi.org/10.1016/S1001-0742\(08\)62423-7](https://doi.org/10.1016/S1001-0742(08)62423-7)
- Valstybinio audito ataskaita. (2020). *Vandens tiekimas ir nuotekų tvarkymas*. 2020 m. lapkričio 19 d. Nr. VAE-12. [Downloads/2020_ataskaita_vandens_tiekimo_ir_nuoteku_tvarkymas%20\(1\).pdf](Downloads/2020_ataskaita_vandens_tiekimo_ir_nuoteku_tvarkymas%20(1).pdf)

RESEARCH OF NITROGEN COMPOUNDS REMOVAL EFFICACY USING SMALL SCALE WASTEWATER TREATMENT PLANTS

P. Šaltenis, A. Mažeikienė

Summary

Currently, about 24 percent of the Lithuanian population treats wastewater individually, of which 74 percent simply collect wastewater in special collection pits. Over the past five years of inspections, the Department of Environment Protection has identified that about 30 percent of cases treated wastewater improperly. Due to environmental or economic reasons, it might not be appropriate or possible to treat wastewater centrally, thus it may be treated individually. To allow this it is required that wastewater treatment plants would meet the efficacy requirements of the Wastewater Management Regulation of the Republic of Lithuania. This article analyzes the efficacy of two low-capacity (0.9 m³/d) plants manufactured in Lithuania to remove nitrogen compounds from wastewater. It was observed that low concentrations of ammonium nitrogen or nitrate-nitrogen remained in the wastewater treated with low-capacity plants, their concentration depending on the initial Kjeldahl nitrogen concentration in the untreated wastewater. Both investigated plants removed nitrogen compounds from wastewater with efficacy of 75–80%, the residual concentration of total nitrogen (<25 mg/l) in the treated wastewater complied with the requirements of the regulation.

Keywords: individual, biological, treatment, nitrogen, efficiency.