

VEIKLIOJO DUMBLO PAGRINDU VEIKIANČIO VALYMO ĮRENGINIO TYRIMAS

Aušra MAŽEIKIENĖ¹, Julita STARENKO²

Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Vilnius, Lietuva
El. paštas: ¹ausra.mazeikiene@vgtu.lt; ²julita.starenko@vgtu.lt

Santrauka. Aplinkosaugos požiūriu svarbu kontroliuoti ne tik didelių, bet ir mažų, individualių nuotekų valymo įrenginių darbą. Maži nuotekų valymo įrenginiai, netinkamai veikdami, gali tapti vietiniais taršos šaltiniais. Gamyklinių įrenginių dokumentuose deklaruojami nuotekų išvalymo rodikliai ne visada pasiekiami realiomis sąlygomis, todėl reikalinga jų darbo kontrolė. Straipsnyje tiriamas mažo buitinių nuotekų valymo įrenginio AT-6 darbas (pagal išvalytų nuotekų BDS₅, SM, NH₄-N, NO₃-N, NO₂-N, PO₄-P koncentracijas), vertinama veikliojo dumblo sudėtis, fermentinis aktyvumas. Tyrimų metu buvo pastebėtas nitrifikacijos proceso sutrikimas, dėl kurio iš įrenginio ištekančiose nuotekose amonio azoto koncentracija siekė 72 mg/l. Veikliojo dumblo morfologinės sudėties tyrimas patvirtino hipotezę, kad nitrifikacijai vykti reikalingos sąlygos nesudarytos. Išsiaiškinius priežastis ir padidinus deguonies tiekimą, įrenginys ėmė veikti efektyviau ir iš jo ištekančiose nuotekose likdavo mažesnė nei 1 mg/l amonio azoto koncentracija.

Reikšminiai žodžiai: veiklusis dumblas, buitinės nuotekos, individualus įrenginys, BDS₅, SM, amonio azotas, nitratų azotas, ortofosfatų fosforas.

Įvadas

Bet kokios į aplinką išleidžiamos nuotekos neigiamai veikia aplinką, kelia pavojų žmonių sveikatai, kenkia aplinkinių subjektų turtingiems interesams, apriboja gamtos išteklių naudojimo galimybes, reikalauja papildomų išlaidų užterštumo kontrolei bei daromo poveikio aplinkai monitoringui (Nuotekų valymo įrenginių... 2006). Lietuvos teritorija priskirta eutrofikacijai jautria zona, kurioje nuotekoms išleisti taikomi griežtesni reikalavimai (European Parliament... 1991). Vieni didžiausių gamtos priešų, patenkančių į aplinką iš nekokybiškų valymo įrenginių, yra fosforas ir bendrasis azotas (Budreckas 2014). Esant galimybei rinktis nuotekų tvarkymo sąlygas, svarbiausi kriterijai yra: mažiausias geriamojo vandens šaltinių teršimo pavojus; mažiausio jautrumo nuotekų priimtumas; uždara, didesnio patikimumo sistema; mažesnė įtaka kitiems vandens išteklių naudotojams; paprastesnė nuotekų daromo poveikio kontrolė.

Lietuvoje populiariausias yra veikliojo dumblo pagrindu veikiančios individualios nuotekų valyklos (Kirjanova 2015). Kai kurios iš jų, kaip teigia gamintojai, suprojektuotos ir pastatytos naudojant geriausias technologijas, jų nuotekų išvalymo rodikliai aukštesni nei 90 % (August ir Ko 2013; Budreckas 2014). Tokie aukšti rodikliai paprastai pasiekiami įrenginius išbandant sertifikuotose laboratorijose, tačiau beveik nėra duomenų, kaip įrenginiai veikia realiomis sąlygomis. Mažų nuotekų kiekių valymo įrenginių

darbas turi būti vertinamas pagal žinybinės ir (arba) valstybinės laboratorinės kontrolės duomenis (Nuotekų valymo įrenginių... 2006). Patikrinti įrenginių darbą yra sudėtinga, nes ekspertinis jų tyrimas gamybinėmis sąlygomis minimaliai trunka 12 mėnesių (Lietuvos Respublikos aplinkos... 2004), o laboratoriniai nuotekų sudėties tyrimai yra brangūs. Už tinkamą nuotekų tvarkymo sistemos eksploatavimą atsako sistemos savininkas, tačiau jis neprivalo vykdyti laboratorinės nuotekų kokybės kontrolės. Mokslinėje literatūroje teigiama, kad veikliojo dumblo sistemos turi trūkumų: jos yra jautrios nuotekų pritekėjimo netolygumams; stabiliam įrenginių darbui užtikrinti būtina palaikyti optimalų veikliojo dumblo ir teršalų santykį ir kt. (Abegglen *et al.* 2008; Aivasidis *et al.* 2011; Kirjanova 2015). Tam reikalinga nuolatinė dumblo ir nuotekų kokybės kontrolė.

Šiuo metu Lietuvoje veikiančių mažųjų įrenginių eksploatacijos duomenys nėra tinkamai išanalizuoti ir kritiškai įvertinti. Išleidžiant nuotekas į gamtinę aplinką, reikia įvertinti likutines teršalų koncentracijas. Šio darbo tikslas buvo atlikti veikliojo dumblo pagrindu veikiančio mažo įrenginio eksploataavimo ir reguliavimo tyrimus.

Tyrimo metodika

Tirtas individualaus įrenginio (AT-6) darbas. Įrenginys sumontuotas šalia 4 asmenų gyvenamojo namo Vilniuje, sodų bendrijoje „Saliutas“. Buitinių nuotekų valymo įrenginys

AT-6 sukomplektuotas vienoje talpoje (1 pav.), veikia veikliojo dumblo pagrindu, nuotekų valymo procesas vyksta vertikalios srauto labirinte. Šio įrenginio projektinis našumas 0,54 m³/d, projektinė paros apkrova organiniais teršalais 0,24 kg/d. Išvalytos nuotekos išleidžiamos į infiltracinį šulinį. Įrenginio techniniame pase numatyta, kad perteklinis dumblas šaliname 1–2 kartus per metus. Paskutinį kartą perteklinis dumblas iš įrenginio buvo pašalintas 2016 m. gruodžio mėnesį.

Tyrimai atlikti 2017 03 15–2017 06 01 laikotarpiu. 1–2 kartus per savaitę, tuo pačiu paros laiku (ryte apie 8 val.) iš įrenginio ištekėjimo vamzdžio buvo paimami sudėtiniai išvalytų nuotekų mėginiai (po 0,5–1,0 l). Sudėtiniai mėginiai buvo imami pipete, kurios talpa – 50 ml (2 pav.). Veikliojo dumblo mėginiai (1 litras) iš aeracinės įrenginio kameros buvo semiami į 3 l talpos stiklainį ir vežami ištirti į VGTU Vandentvarkos inžinerijos katedros laboratoriją. Per 30 min. pristatyti bandiniai buvo tuoj pat tiriami mikroskopu MOTIC B1 su achromatiniais objektyvais.

Kiti rodikliai: BDS₇ (biocheminis deguonies suvartojimas), pH, SM (skendinčiųjų medžiagų koncentracija), nitratų azoto (NO₃-N), nitritų azoto (NO₂-N), amonio azoto (NH₄-N) ir ortofosfatų fosforo (PO₄-P) koncentracijos buvo nustatomos VGTU Vandentvarkos inžinerijos katedros laboratorijoje.

Nuotekų mišinio temperatūra ir ištirpęs deguonis (O₂) buvo matuojami vietoje: aeracinėje, anoksinėje bei anaerobinėje kamerosose oksimetru OXI 330/SET.

Laboratorijoje pH nustatytas potenciometriškai (LST EN ISO 10523:2012), matuojant mikroprocesoriumi pH 211 (*Hanna Instruments Inc.*), matavimų kokybės kontrolei naudoti *Hamilton* (Šveicarija) sertifikuoti etaloniniai buferiniai tirpalai pH 7,00±0,01 ir pH 9,21±0,02.

Skendinčiųjų medžiagų koncentracija įvertinta gravimetriniu metodu, nuotekas košiant per stiklo pluošto koštuvą (LAND 46–2007), sverta KERN (Vokietija) *ABJ 220–4M* tipo elektroninėmis laboratorinėmis svarstyklėmis.



1 pav. AT-6 buitinių nuotekų valymo įrenginis
Fig. 1. Household wastewater treatment plant AT-6

Biocheminis deguonies suvartojimas skiestose nuotekose nustatytas elektrometriniu metodu, matuojant WTW gamybos oksimetru *ino Lab OXI 730* pagal metodiką, patvirtintą LAND 47–1:2007.

Amonio azotas nustatytas spektrofotometriškai pagal LAND 38–2000. Kiti azoto junginiai testuoti *Spectroquant* testais. Analizių koncentracijos tikslintos spektrometriškai: nitritų azotas įvertintas molekulinės absorbcijos metodu (LST EN 26777:1999), nitratų azotas – sulfosalicilo rūgštimi (LST ISO 7890–3:1998). Fosfatų (PO₄-P) fosforas nustatytas spektrometriniu metodu, naudojant amonio molibdatą (LST EN ISO 6878:2004). Matavimai atlikti *Genesys 10 UV-Vis* spektrofotometru (*Thermo Fisher Scientific, JAV*).

Veikliojo dumblo fiziologinės būklės pablogėjimą rodo katalazės aktyvumo sumažėjimas. Todėl valomų nuotekų toksiškumui patikrinti 2017 03 23 buvo nustatomas katalazės aktyvumas titrometriniu metodu: į 5 ml tiriamąjį mėginį įdėta 1,7 ml 1 % H₂O₂ ir po 30 minčių nustatytas nesuskaidytas vandenilio peroksido kiekis titruojant KMnO₄. Katalazės aktyvumas apskaičiuotas pagal formulę:

$$A = \frac{(V_1 - V_2) \cdot 50}{C \cdot t}, \mu\text{M} / (\text{ml} \cdot \text{min}), \quad (1)$$

čia V_1 ir V_2 – 20 mM KMnO₄ tirpalo tūriai sunaudoti kontroliniam ir bandomajam mėginiui nutitruoti (ml); 50 – koeficientas, rodantis H₂O₂ kiekį (μmol), atitinkantį 20 mM KMnO₄ tirpalo 1 ml; C – dumblo mėginio tūris (ml) arba baltymo kiekis mėginyje (mg); t – inkubacijos laikas (min).



2 pav. Mėginio paėmimas
Fig. 2. Sample collection

Rezultatai ir analizė

Tyrimo pradžioje, įvertinus įrenginio darbą vizualiai, problemų nepastebėta. Erliftai nebuvo užsikimšę, nuotekų ir dumblo mišinys cirkuliavo normaliai, nuo įrenginio nesklido septiko kvapas. Tyrimo laikotarpiu valomų nuotekų ir veikliojo dumblo mišinio temperatūra įrenginio aeracinėje kameroje svyravo nuo 12,5 iki 17,0 °C. Oro temperatūra lauke kito nuo -3 iki +18 °C. Imant išvalytų nuotekų mėginius, kaip parodyta 2 pav., pastebėtas nedidelis nuotekų drumstumas. Atlikus nusistovėjusio dumblo kiekio matavimus, padaryta išvada, kad dumblo sedimentacija yra pakankama, perteklinio dumblo šalinti iš įrenginio dar nereikia (3 pav.).

Palyginus veiklųjį dumblą iš tiriamojo įrenginio AT-6 (3 pav., dešinėje) su dumblu iš Vilniaus nuotekų valyklos aerotanko (3 pav., kairėje), matyti nusistovėjusio skysčio skaidrumo skirtumas. Didelės Vilniaus nuotekų valyklos dumblo skystis skaidresnis, nusėdęs dumblas geriau atsiskyręs (nors jo yra daugiau). Atlikus veikliojo dumblo mikroskopavimo tyrimus pastebėta, kad veikliajame dumble iš Vilniaus nuotekų valyklos yra daug skaidriųjų: infuzorijų, verpečių, kirmėlių, kiautinių amebų. Tiriamajame veikliajame dumble (iš AT-6) šių biologinių indikatorių nepastebėta (5 pav., 1 nuotr.).



3 pav. Nusistovėjęs dumblas: kairėje – Vilniaus nuotekų valyklos; dešinėje – tiriamo įrenginio AT-6

Fig. 3. Settled sludge: on the left – from Vilnius wastewater treatment plant; on the right – from tested device AT-6

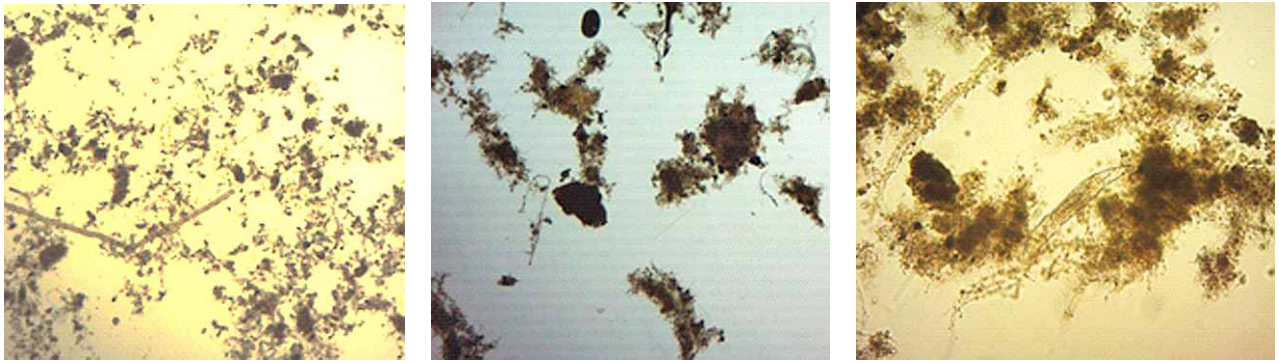
Įrenginiu AT-6 išvalytų nuotekų rodikliai pateikti 1 lentelėje. Kiekvienas nuotekų mėginys buvo tiriamas tris kartus ir pateikiamos vidutinės rezultatų reikšmės.

Vizualiai vertinant nuotekų valymo įrenginys veikė gerai, tačiau laboratoriniai rezultatai parodė, kad azoto pašalinimas iš nuotekų įrenginyje vyko netinkamai. Remiantis nuotekų tvarkymo reglamentu (Nuotekų tvarkymo reglamentas 2006), šis įrenginys per parą gavo mažiausiai 48 g bendrojo azoto, nes įrenginiu naudojosi 4 gyventojai. Esant įrenginio našumui 540 l/d. (projektinis), bendrojo azoto junginių koncentracija ištakyje buvo 88,89 mg/l, o tyrimo pradžioje vien tik amonio azoto koncentracija buvo 72 mg/l. Nitrifikacijos procesas, kuris būtinas biologiniu būdu šalinant azoto junginius iš nuotekų, sutriko. Amonį oksiduojančios bakterijos yra labai jautrios, tačiau veikliojo dumblo mišinio temperatūra (≥ 5 °C) bei pH ($\geq 6,8$) buvo tinkami vykti nitrifikacijos procesui (Abegglen *et al.* 2008; Aivasidis *et al.* 2011). Viena iš nitrifikacijai vykti būtinų sąlygų yra ištirpusio deguonies koncentracija (Eikelboom 2000; Bražėnaitė 2014). Ji turi būti ≥ 2 mg/l (Ali, Gupta 2013; Bražėnaitė 2014). Todėl, pasinaudojus oksimetru, buvo patikrinta ši sąlyga. Tyrimo pradžioje, kovo 15 dieną, aeracinėje kameroje, veikiant orapūtei, ištirpusio O₂ koncentracija siekė tik 0,3 mg/l. Kadangi orapūtės veikimas yra periodinis, nes nitrifikacijos procesui vykti reikia aerobinių sąlygų (≥ 2 mg/l), o denitrifikacijai vykti reikalingos anoksinės sąlygos ($\leq 0,5$ mg/l), buvo reguliuojamas orapūtės darbas ir stebimi oksimetro bei laboratorinės analizės rezultatai. Stebint oksimetro rodmenis ir pagal juos reguliuojant orapūtės veikimą, per 1 mėnesį buvo pagerintas amonio šalinimo procesas (1 lentelė). Tada vėl stebėti oksimetro rodmenys ir reguliuojamas orapūtės veikimas, sudarant sąlygas vykti nitrifikacijos ir denitrifikacijos procesams. Suregulius šiuos procesus, pradėjo augti veikliojo dumblo masė, todėl ir ortofosfatų fosforo koncentracija ištekantiose nuotekose padidėjo (1 lentelė). Mikroskopuojant pastebėtas veikliojo dumblo morfologijos vizualinis pakitimas bei naujų mikroorganizmų vystymasis (4 pav., 3 nuotr.). Dumblė buvo randamos ne tik infuzorijos, bet ir verpetės, kurių nebuvo tyrimo pradžioje.

1 lentelė. Išvalytų nuotekų vidutinės reikšmės

Table 1. The average values of treated wastewater

Data	BDS ₇	SM	pH	T, °C	NH ₄ -N	NO ₃ -N	NO ₂ -N	PO ₄ -P
2017 03 15	49	33,5	7,78	17,8	72,00	0,34	0,09	4,28
2017 03 22	26	17,33	8,04	17,2	58,82	0,24	0,11	0,92
2017 04 11	24	9,45	8,05	18,0	32,68	0,25	0,25	1,33
2017 04 21	13	7,15	7,74	17,3	2,24	12,70	1,13	6,36
2017 05 03	15	8,6	7,85	17,5	2,4	14,82	0,58	6,33
2017 05 10	10	6,0	7,87	18,9	0,29	7,17	0,45	6,22



4 pav. Veikliojo dumblo dribsniai: 1 – kovo 15 d.; 2 – kovo 29 d.; 3 – gegužės 10 d.
Fig. 4. Flakes of activated sludge: 1 – in 15 March; 2 – in 29 March; 3 – in 10 May

Veikliojo dumblo sėdimo rezultatai pateikti 5 pav. Iš nuotraukų matyti, kad nusėdęs dumblas (išskyrus 5 pav., 1 nuotr.) užima didesnę nei 60 % dumblo suspensijos tūrį. Pagal rekomendacijas AT-6 techniniame pase, perteklinio dumblo yra per daug ir jį jau reikia šalinti. Tačiau, įvertinus veikliojo dumblo biomasės koncentraciją, gauta vertė buvo 2,5–3,0 mg/l, t. y. mažesnė nei Vilniaus nuotekų valyklos (4,4–5,0 mg/l). Dumblo sedimentacijos indeksas galėjo padidėti dėl siūlinių bakterijų vystymosi. Siūlinės bakterijos supina daugelį dribsnių, jie padidėja, darosi šakoti ir purūs, dėl to pablogėja veikliojo dumblo sedimentacija. Esant blogai sedimentacijai, veiklusis dumblas sunkiai atsiskiria nuo valyto vandens ir dalis jo išteka su valytais nuotekomis. Viena iš veikliojo dumblo išbrinkimo priežasčių yra nepakankama aeracija. Pailginus aeracijos laiką, gali būti sumažinama siūlinių bakterijų kiekio padidėjimo rizika. Pailginus orapūtės veikimo trukmę, pagerėjo ir veikliojo dumblo sedimentacija.

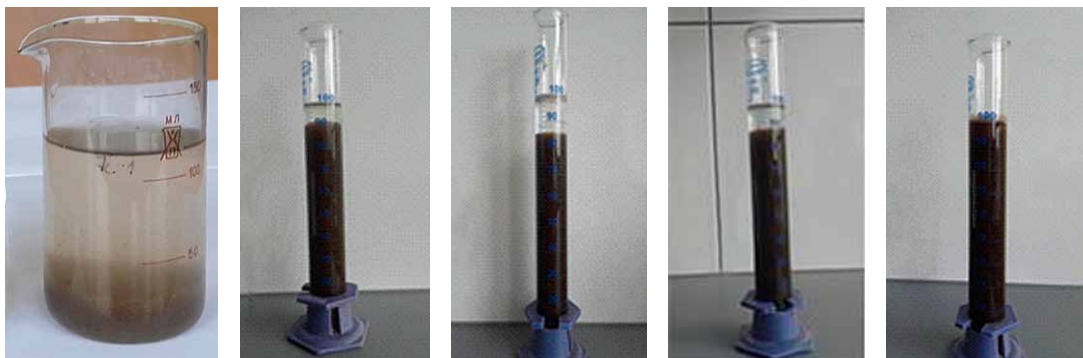
Mokslinėje literatūroje teigiama, kad nitrifikuojančios bakterijos ypač jautrios toksinėms medžiagoms. Esant toksinei aplinkai, sumažėja veikliojo dumblo fermentinis aktyvumas (Alonso, Camargo 2006; Ali, Gupta 2013). Veikliojo dumblo fiziologinės būklės pablogėjimą rodo

katalazės aktyvumo sumažėjimas. Atlikus fermentinio aktyvumo nustatymo tyrimą ir palyginus su Vilniaus nuotekų valyklos veikliojo dumblo katalazės aktyvumu, esminių skirtumų nepastebėta. AT-6 biologinio valymo įrenginio katalazės aktyvumas $A = 3,33 \mu\text{M}/(\text{ml}\cdot\text{min.})$ parodė gerą veikliojo dumblo fiziologinę būklę nuotekoms valyti.

Mažoms nuotekų valykloms Lietuvoje (iki $5 \text{ m}^3/\text{d.}$) reglamentuojamas tik BDS₅, kai nuotekos išleidžiamos į paviršinius vandens telkinius. Mažų buitinių ir komunalinių nuotekų kiekių išleidimas į gamtinę aplinką negali viršyti 2 lentelėje nurodytų didžiausių leidžiamųjų koncentracijų.

Palyginus 1 ir 2 lentelių duomenis, matyti, kad įrenginiu AT-6 išvalytos nuotekos reikalavimus atitinka. Pagal reglamentą ir aplinkosauginės taisykles (LAND 21–01), taip išvalytos nuotekos gali būti išleidžiamos į atvirus vandens telkinius, infiltruojamos į gruntą, išleidžiamos į lietaus nuotekų sistemą arba naudojamos kaip techninis vanduo.

Europos Sąjungos valstybėse griežtėja reikalavimai išleidžiamų individualių biologinio valymo įrenginių savininkų valytų buitinių nuotekų kokybės rodikliams, t. y. reglamentuojamas ne tik BDS₅, bet ir bendrasis azotas bei fosforas.



5 pav. Nusėdęs dumblas: 1 – kovo 15 d.; 2 – balandžio 11 d.; 3 – balandžio 21 d.; 4 – balandžio 27 d.; 5 – gegužės 10 d.
Fig. 5. Settled sludge: 1 – in 15 March; 2 – in 11 April; 3 – in 21 April; 4 – in 27 April; 5 – in 10 May

2 lentelė. Į gamtinę aplinką išleidžiamų nuotekų užterštumo normos (Nuotekų tvarkymo reglamentas 2006)

Table 2. Pollution regulations for waste water discharged into the natural environment (Nuotekų tvarkymo reglamentas 2006)

Parametrai	Vidutinė metinė koncentracija, mg/l	Didžiausia momentinė koncentracija, mg/l
BDS ₅ /BDS ₇ , iki 5 m ³ /d.	30/35	50/58
Bendrasis azotas nuo 5 m ³ /d.	20	–
Bendrasis fosforas nuo 5 m ³ /d.	2	–
ChDS	Nenormuojama	
Skendinčiosios medžiagos	Nenormuojama	

Nesant galimybės prisijungti prie centralizuotos buitinių nuotekų tvarkymo sistemos, dažnai, atsižvelgiant į geras rekomendacijas ir į gamintojų skelbiamus nuotekų išvalymo rodiklius, yra įsigijami individualūs buitinių nuotekų valymo įrenginiai. Nors gamintojai deklaruoja, kad jų įrenginių nuotekų išvalymo rodikliai aukštesni nei 90 %, praktikoje tai kartais nepasitvirtina (Valeikaitė, Mažeikienė 2015). Todėl reikalinga geresnė įrenginių darbo ir veiklojo dumblo kokybės kontrolė. Kontrolinės priežiūros rekomendacijos mažų nuotekų valymo įrenginių savininkams nėra pakankamai tikslios ir išsamios. Reikėtų tobulinti informavimo ir mokymo sistemą biologinio nuotekų valymo įrenginių, veikiančių veiklojo dumblo pagrindu, savininkams. Būtų galima kurti kontrolės ir tvarkymo sistemą individualiems buitinių nuotekų valymo įrenginiams, kuri veiktų ne tik savininkams iškvietus, bet periodiškai tikrinant. Sąlygoms stebėti individualaus biologinio valymo nuotekų įrenginyje gali būti naudingi montuojami oksimetrai.

Išvados

1. Pagal galiojančius Lietuvos teisės aktų reikalavimus individualiam buitinių nuotekų valymui, AT-6 įrenginys tyrimo laikotarpiu išvalė nuotekas pakankamai gerai, BDS₇ koncentracija išvalytose nuotekose buvo < 58 mg/l.
2. Kovo mėnesį įrenginyje vykstantis nitrifikacijos procesas sutriko ir išvalytose nuotekose likdavo 59–72 mg/l amonio azoto.
3. Veiklojo dumblo morfologinis tyrimas parodė nitrifikacijos procesui netinkamas sąlygas.
4. Nitrifikacijos procesas pagerėjo tinkamai suregulius deguonies tiekimą.
5. Griežtėjant nuotekų valymo reikalavimams užsienyje, reikia labiau rūpintis azoto bei fosforo junginių išvalymu ir Lietuvoje, kurios teritorija paskelbta eutrofikacijai jautria zona.

Literatūra

- Abegglen, Ch.; Ospelt, M.; Siegrist, H. 2008. Biological nutrient removal in a small-scale MBR treating household wastewater, *Water Research* 42: 338–346. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2007.07.020>
- Aivasidis, A.; Kapagianidis, A. G.; Zafiriadis, I. 2011. Biotechnological methods for nutrient removal from wastewater with emphasis on the denitrifying phosphorus removal process, in *Reference module in Earth systems and Environmental sciences*, from Comprehensive biotechnology. 2nd ed. Vol. 6: 341–351.
- Ali, I.; Gupta, V. K. 2013. *Wastewater treatment by biological methods. Environmental water. Advances in treatment, remediation and recycling*. Elsevier, 179–204.
- Alonso, A.; Camargo, J. 2006. Ecological and toxicological effects of inorganic nitrogen pollution in aquatic ecosystems: a global assessment, *Environment International* 32(6): 831–849. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2006.05.002>
- August ir Ko. 2013. *Sprendimai žmogui ir gamtai* [interaktyvus], [žiūrėta 2017 m. sausio 28 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.august.lt/lt/produktai/biologiniai-nuoteku-valymo-irenginiai/mazi-nvi-at6-at50>
- Bražėnaitė, J. 2014. *Veiklojo dumblo biologija ir mikroskopinė analizė. Eukariotinių mikroorganizmų, rastų Lietuvos nuotekų valyklose, atlasas*. Vilniaus universiteto leidykla. 176 p.
- Budreckas, A. 2014. Aplenkusios laiką Lietuviškos „August ir Ko“ biologinių nuotekų valymo įrenginių technologijos, iš *Vandentvarka. Lietuvos vandens asociacijos informacinis leidinys* 45: 12–13.
- Eikelboom, D. H. 2000. *Process control of activated sludge plants by microscopic investigation*. IWA Publishing. 156 p.
- European Parliament – EP. 1991. *Urban waste water treatment. European Directive 1991/271/EEC of 1991.05.21*. Brussels.
- Kirjanova, A. 2015. *Buitinių nuotekų individualaus valymo technologijos tyrimai ir sukūrimas: daktaro disertacija*. VGTU. 165 p.
- LAND 21–01. Aplinkosauginės buitinių nuotekų filtravimo įrenginių įrengimo gamtinėmis sąlygomis taisyklės, *Valstybės žinios*, 2001–05–16, Nr. 41–1438 [interaktyvus], [žiūrėta 2017 m. balandžio 3 d.]. Prieiga per internetą: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.57F737B1A208>.
- LAND 38–2000. *Vandens kokybė. Amonio kiekio nustatymas. Rankinis spektrometrinis metodas*.
- LAND 46–2007. *Vandens kokybė. Skendinčių medžiagų nustatymas. Košimo pro stiklo pluošto koštuvų metodas*.
- LAND 47–1:2007. *Vandens kokybė. Biocheminio deguonies suvartojimo per n parų (BDSn) nustatymas. 1 dalis. Skiedimo ir sėjimo, pridėjus alitiokarbamido, metodas*.
- Lietuvos Respublikos aplinkos ministro įsakymas. Dėl statybos techninio reglamento STR 2.02.05:2004 „Nuotekų valyklos. Pagrindinės nuostatos“ patvirtinimo 2004 m. liepos 8 d. nr. D1–376, Vilnius, Statybos techninis reglamentas, STR 2.02.05:2004, Nuotekų valyklos. Pagrindinės nuostatos.
- LST EN ISO 6878:2004. *Vandens kokybė. Fosforo nustatymas. Spektrometrinis metodas, vartojant amonio molibdeną*.

LST ISO 7890–3:1998. Vandens kokybė. Nitratų kiekio nustatymas. 3 dalis. Spektrometrinis metodas, vartojant sulfosalicilo rūgštį.

LST EN ISO 10523:2012. Vandens kokybė. pH nustatymas.

LST EN 26777:1999. Vandens kokybė. Nitrito kiekio nustatymas. Molekulinės absorbcijos spektrometrinis metodas.

Nuotekų valymo įrenginių taikymo reglamentas. 2006. Valstybės žinios, 2006–09–19, Nr. 99–3852 [interaktyvus], [žiūrėta 2017 m. kovo 20 d.]. Prieiga per internetą: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.6F589E878882>

Nuotekų tvarkymo reglamentas. Aplinkos ministro patvirtinta 2006–05–17, Nr. D1–236.

Valeikaitė, E.; Mažeikienė, A. 2015. Buitinių nuotekų individualaus biologinio valymo įrenginio tyrimai, iš 18-osios Lietuvos jaunujų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“, 2015, Nr. 0010.

INVESTIGATION OF ACTIVATED SLUDGE PROCESS

A. Mažeikienė, J. Starenko

Abstract

It is important to control not only the large wastewater treatment plants work, but also the work of individual small wastewater treatment plants for the protection of environment. Individual small wastewater treatment plants can become the local sources of pollution, when they are not functioning properly. Sewage purification indicators are not always the same as declared at wastewater treatment plants documentation in real conditions, so it is important to control the properly work of individual small wastewater treatment plants. The work of the small wastewater treatment plant AT-6 was analyzed by the treated sewage results (BDS₇, SM, NH₄-N, NO₃-N, NO₂-N, PO₄-P), the quality of activated sludge, biological indicators and enzymatic activity in this article. The nitrification process was not going very well by the results of research, because there was the 72 mg/l concentration of ammonium nitrogen remaining in the cleaned wastewater. The morphological study of the activated sludge has confirmed the hypothesis that the necessary conditions for nitrification process were not established. The oxygen supply was increased and the small wastewater treatment plant functioning become more efficient, because nitrification process started working properly – there was less than 1 mg/l of ammonium nitrogen remaining in the cleaned wastewater.

Keywords: activated sludge, sewage, individual treatment plant, BDS₇, total suspended solids, ammonium nitrogen, nitrate nitrogen, phosphate.