



## MAŽO BUITINIŲ NUOTEKŲ VALYMO ĮRENGINIO DARBO TYRIMAI

Ernesta VALEIKAITĖ<sup>1</sup>, Aušra MAŽEIKIENĖ<sup>2</sup>

*Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Vilnius, Lietuva*

*El. paštas: <sup>1</sup>ernesta.valeikaite@stud.vgtu.lt; <sup>2</sup>ausra.mazeikiene@vgtu.lt*

**Santrauka.** Lietuvoje centralizuoto buitinių nuotekų valymo technologijos yra taikomos gana efektyviai, tačiau beveik nėra duomenų, kaip veikia maži individualaus buitinių nuotekų valymo įrenginiai. Straipsnyje analizuojami mažų buitinių nuotekų biologinio valymo įrenginiu AT-6 pasiekiami pagrindiniai išvalymo rodikliai (BDS<sub>7</sub>, nitratų azoto, amonio azoto, bendrojo azoto, bendrojo fosforo ir fosfatų fosforo koncentracijos). Nuotekų išvalymo laipsnis pagal amonio azoto ir nitratų azoto koncentracijas yra aukštas. Šių medžiagų yra 2–10 kartų mažiau, nei gali būti geriamajame vandenyje pagal HN 24:2003. Fosfatų fosforo (PO<sub>4</sub>-P) koncentracijos išvalytose nuotekose svyravo nuo 3,57 iki 9,33 mg/l ir viršijo rodiklius, su kuriais buvo lygintos. Šis fosforas aplinkosauginiu aspektu yra nepavojingas, nes nuotekos nėra išleidžiamos į paviršinį vandens telkinį. Sprendžiant iš rastų biologinių indikatorių ir fermentinio aktyvumo, veikliojo dumblo kokybė yra gera. Išvalytos nuotekos nepablogina gamtos būklės.

**Reikšminiai žodžiai:** buitinės nuotekos, mažas namų ūkio įrenginys, biologinis valymas, BDS<sub>7</sub>, nitratų azotas, amonio azotas, fosfatų fosforas, veiklusis dumblas.

### Įvadas

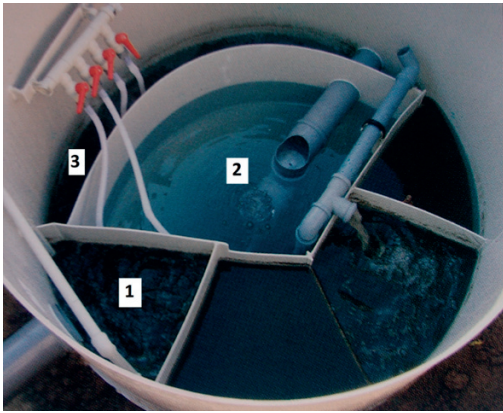
Pastaraisiais metais žymiai išsiplėtė Lietuvoje gaminamų ir iš užsienio įvežamų skirtingų tipų mažųjų valymo įrenginių įvairovė. Tačiau beveik nėra duomenų, kaip veikia individualaus buitinių nuotekų valymo įrenginiai. Šiuo metu Lietuvoje veikiančių mažųjų įrenginių eksploatacijos duomenys nėra tinkamai išanalizuoti ir kritiškai įvertinti. Literatūros šaltiniuose tokių nuotekų valyklos vertinamos dažniausiai tik statistiškai (August ir Ko 2013; Traidenis 2010). Dažniausiai neįvertinami galimi nuotekų koncentracijos ir srauto svyravimai, palyginti šaltas klimatas – visa tai gali trikdyti biologinio valymo procesą (Abegglen *et al.* 2008; Kirjanova 2015). Manoma, kad maži nuotekų valymo įrenginiai išvalo nuotekas blogiau, nei didžiosios nuotekų valyklos, kur miesto nuotakyno sistema išlygina ir debito, ir taršos svyravimus. Kiti autoriai (Budrys, Iljasevičius 2007; Budreckas 2014) teigia, kad mažaisiais įrenginiais pasiekiami pagrindiniai išvalymo rodikliai gali suteikti patikimumo garantiją ir rodo finansinį decentralizuotų nuotekų sistemų pranašumą prieš dabar egzistuojančias centralizuotas sistemas. Šiame straipsnyje pateikti vieno iš populiariausių Lietuvoje intensyvaus tipo individualaus biologinio nuotekų valymo įrenginio AT6 eksploataavimo tyrimai. Svarbu, kad šiuo įrenginiu iš nuotekų vienoje radialinėje talpoje šalinami azoto ir fosforo junginiai, kas ypač aktualu aplinko-

saugai ir gali būti pasiekiami tik pasitelkus technologines naujoves (Kapagiannidis *et al.* 2011; Ali, Gupta 2013; Camargo, Alonso 2006). Azoto ir fosforo junginiai normuojami nuo 5 m<sup>3</sup>/d išleidžiamoms į gamtinę aplinką nuotekoms, atsižvelgiant į leistiną poveikį paviršiniam vandens telkiniui (Nuotekų... 2006). Mažų įrenginių (išleidžiančių iki 5 m<sup>3</sup>/d nuotekų) į gamtinę aplinką išleidžiamose valytose nuotekose normuojamas parametras yra tik BDS<sub>7</sub> (mg O<sub>2</sub>/l), tačiau, griežtėjant aplinkosauginiams reikalavimams, reikia įvertinti ir kitas kontroliuojamas medžiagas: azoto ir fosforo junginių koncentracijas. Pasak gamintojų, AT6 tipo įrenginiu išvalytos nuotekos gali būti išleidžiamos į atvirus vandens telkinius, infiltruojamos į gruntą, išleidžiamos į lietaus nuotekų sistemą arba naudojamos kaip techninis vanduo. Kad tokie įrenginiai būtų priimti gamintojų ir vartotojų, būtų išvengta klaidingų sprendimų ir spekuliacijų rinkoje, būtina visapusiškai jų analizė.

Išleidžiant nuotekas į gamtinę aplinką, reikia įvertinti jų kiekį ir likutines teršalų koncentracijas, todėl tikslinga atlikti nuotekų valymo įrenginio eksploataavimo tyrimus.

### Tyrimo objektas

Valymo įrenginys AT-6 sukomplektuotas vienoje talpoje, visas nuotekų valymo procesas vyksta vertikalaus srauto la-



1 pav. AT-6 buitinių nuotekų valymo įrenginys (August ir Ko 2013)

Fig. 1. Sewage treatment device AT-6 (August ir Ko 2013)

birinte, o deguonies tiekimas arba jo nebuvimas tam tikrose zonose valdomas tik orapūte ir erliftais. Valymo įrenginio vaizdas pateiktas 1 pav.

Talpoje yra: anaerobinė kamera, sudaryta iš 4 sekcijų, kurių pirmoji turi nešmenų krepšį ir kur įteka nuotekos (1), aeracinė kamera (3) ir antrinis nusodintuvas (2), kuriame sumontuotas srauto reguliatorius, apsaugantis įrenginį nuo persipildymo.

Anaerobinė kamera pertvaromis suskirstyta į besileidžiančio ir kylančio srautų skyrius. Dumblo mišinys po nešmenų krepšiu sumontuotais erliftais išpumpuojamas iš vienos sekcijos į kitą – taip užtikrinama vidinė cirkuliacija neaeruojamoje kameroje.

Tiriamasis įrenginys AT-6 yra Vilniaus mieste (sodų bendrijoje) šalia gyvenamojo namo. Įrenginį 2 metus eksploatuoja keturių asmenų šeima. Šio įrenginio projektinis našumas  $0,54 \text{ m}^3/\text{d}$ , projektinė paros apkrova organiniais teršalais –  $0,24 \text{ kg}/\text{d}$ . Išvalytos nuotekos išleidžiamos į infiltracinį šulinį. Sklypo, kuriame yra tiriamasis įrenginys, vyraujantis gruntas – priemolis ir smėlis.

### Tyrimų metodika

Tyrimai atlikti 2014.02.01 – 2015.02.01 laikotarpiu. Buvo tiriami šie išvalytų nuotekų rodikliai:  $\text{BDS}_7$ , nitrato azoto ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ), amonio azoto ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ), bendrojo azoto ( $\text{N}_b$ ), bendrojo fosforo ( $\text{P}_b$ ) ir orto-fosfatų fosforo ( $\text{PO}_4\text{-P}$ ) koncentracijos. Taip pat buvo tiriamas veiklusis dumblas, įvertinant jo fermentinį aktyvumą ir mikroorganizmų kompoziciją.

Išvalytų nuotekų bandiniai (po  $0,5 \text{ l}$ ) buvo imami iš AT-6 tipo įrenginio (2) taško (1 pav.) 1–2 kartus per mėnesį (apie 8 valandą), vietoje buvo matuojama jų temperatūra. Kiti matuojami rodikliai buvo tiriami VGTU Vandentvarkos inžinerijos katedros laboratorijoje arba įmonės UAB „Grotta“ laboratorijoje ( $\text{N}_b$ ,  $\text{P}_b$ ). Laboratorijoje nuotekų

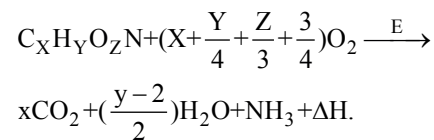
bandiniai buvo filtruojami per popierinius filtrus ir juose tuoj pat buvo nustatomos  $\text{BDS}_7$ , nitrato azoto ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ), amonio azoto ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ) ir orto-fosfatų fosforo ( $\text{PO}_4\text{-P}$ ) koncentracijos. Kiekvienas mėginys buvo tiriamas tris kartus ir pateikiamos vidutinės rezultatų reikšmės.  $\text{BDS}_7$  buvo nustatomas pagal LAND 47-1:2007 pateiktą analizės metodą. Kitų rodiklių koncentracijos buvo nustatomos naudojant atitinkamus testus ir spektrofotometrą „MERC Spectroquant NOVA 60“.

Veikliojo dumblo bandiniai (1 litras) buvo semiami į 3 l talpos stiklainį iš (3), (1 pav.) ir vežami ištirti į VGTU Vandentvarkos katedros laboratoriją. Per 30 min pristatyti bandiniai buvo tuoj pat tiriami mikroskopu MOTIC B1 su achromatiniais objektyvais. Nesant galimybės tuoj pat ištirti veiklųjį dumblą, jis buvo aeruojamas stiklainyje apie 1 parą. Titrometriniu metodu buvo nustatomas veikliojo dumblo fermentinis aktyvumas (pagal katalazę). Šis tyrimas atliktas 3 kartus vasario mėnesį.

### Rezultatai ir analizė

Tiriamuoju laikotarpiu aplinkos temperatūra svyravo nuo  $-10 \text{ }^\circ\text{C}$  iki  $+34 \text{ }^\circ\text{C}$ , tačiau valytų nuotekų ir veikliojo dumblo bandinių temperatūra buvo gana pastovi:  $12\text{--}13 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Tokių rezultatą galima paaiškinti įrenginio konstrukcijos privalumais ir tuo, kad nebuvo kitų, pirminio nuotekų valymo, įrenginių. Iš gyvenamojo namo nuotekos tekėjo tik keletą metrų iki įrenginio ir beveik neatvėsdavo. Įrenginyje veikiant orapūtei ir erliftams nuotekos (jų mišinys su veikliuoju dumbliu) vėl nespėdavo per daug atvėsti. Aeracinėje kameroje vyko egzoterminis procesas – biocheminis medžiagų oksidavimas aerobinėmis sąlygomis, kurio metu organinės medžiagos buvo ardamos iki neorganinių komponentų pagal lygtį:



Tuo pačiu metu buvo sintetinama nauja biomasė, kurios statistinis pagrindinių elementų vidurkis gali būti išreiškiamas formule  $\text{C}_5\text{H}_7\text{NO}_2$ . Biomasės sintezės reakcija taip pat yra egzoterminė.

Atlikus metus trukusius tyrimus nustatyta, kad išvalytų nuotekų  $\text{BDS}_7$  koncentracija nei karto neviršijo  $17 \text{ mg O}_2/\text{l}$  (1 lentelė). Tai yra labai geras rodiklis, nes „Nuotekų tvarkymo reglamente“ (2006) nurodyta, kad  $\text{BDS}_7$  rodiklio vidutinė metinė koncentracija valybose nuotekose turėtų būti iki  $35 \text{ mg}/\text{l}$ , didžiausia momentinė –  $58 \text{ mg}/\text{l}$  mažosioms valykloms (iki  $5 \text{ m}^3/\text{d}$ ).  $\text{BDS}_7$  yra vienintelis parametras, kurį reglamentuoja „Nuotekų tvarkymo reglamentas“

mažoms valykloms (iki 5 m<sup>3</sup>/d). Tačiau šis reikalavimas taikomas, kai valytos nuotekos išleidžiamos į paviršinius vandens telkinius. Remiantis aplinkosauginiu dokumentu LAND 21-01, nustatytos BDS<sub>7</sub> koncentracijos taip pat tenkina dokumente pateiktas užterštumo normas (nurodyta, kad, infiltruojant nuotekas į gruntus, užterštumas pagal BDS<sub>7</sub> neturėtų viršyti 50,0 mg O<sub>2</sub>/l). Remiantis LR aplinkos ministro 2012 m. balandžio 2 d. įsakymo Nr. D1-281 redakcijoje pateiktais aplinkosauginiais reikalavimais apvalytoms nuotekoms, matyti, kad nustatyta valytų nuotekų BDS<sub>7</sub> koncentracija vidutiniškai 9 kartus mažesnė nei gali būti pagal 2012 m. aplinkosaugines taisykles (150 mg O<sub>2</sub>/l). Tai rodo, kad įrenginiu išvalytos nuotekos pagal likusią BDS<sub>7</sub> koncentraciją gali būti infiltruojamos į gruntą ir aplinkos neužteršia.

Į aplinką išleidžiamų buitinių nuotekų užterštumą reglamentuojantis dokumentas (Nuotekų... 2006) mažosioms valykloms nenormuoja liekamųjų azoto ir fosforo junginių kiekių, todėl gauti tyrimo rezultatai buvo lyginti su kitais dokumentais. Reglamento (Nuotekų... 2006) 2 priede pateiktoje lentelėje B2 sąraše nurodyta, kad azoto ir fosforo junginiai priklauso kontroliuojamoms medžiagoms bei nurodytos jų leidžiamos koncentracijos nuotekose. Darbo metu gauti rezultatai buvo lyginami su šiomis normomis (1 lentelėje „DLK“), su mokslinės literatūros šaltinyje (Kirjanova 2015) pateiktais rezultatais (1 lentelėje „LŠ“), su Vilniaus Nuotekų valyklos darbo rezultatais (1 lentelėje „NV“). Kadangi tiriamuoju įrenginiu išvalytos nuotekos yra infiltruojamos į gruntą ir gali paveikti gruntinius vandenius, tai matuojami išvalymo rodikliai buvo lyginami su reikalavimais geriamojo vandens kokybei pagal HN 24:2003 (1 lentelėje „HN“).

Iš lentelėje pateiktų rezultatų matyti, kad nitratų azoto koncentracija tiriamuoju įrenginiu išvalytose nuotekose vidutiniškai siekė 4,5 mg/l. Ji buvo mažesnė, nei reikalaujama išleidžiant nuotekas į gamtinę aplinką, taip pat 10 kartų mažesnė, nei gali būti geriamajame vandenyje pagal HN 24:2003. Iš tokių rezultatų galima spręsti, kad denitrifikacijos procesas įrenginyje vyksta gerai. Maksimali vasarą išmatuota nitratų azoto koncentracija yra 19 mg/l.

Tuo metu įrenginį eksploatuojanti šeima buvo išvykusi dviems savaitėms, nuotekų pritekėjimo tuomet nebuvo (sumažėjo apkrova organinėmis medžiagomis), tačiau orapūtė dirbo ir aeracinėje kameroje susikauptė daugiau nitratų (nitrifikacija vyksta intensyviau, kai BDS žemas).

Tai galima paaiškinti organinių medžiagų, kurios reikalingos denitrifikacijos procesui vykti, trūkumu vasaros laikotarpiu. Denitrifikacijos metu susidaręs produktas – molekulinis azotas – yra pašalinamas iš nuotekų. Iš rezultatų lentelėje matyti, kad bendrojo azoto N<sub>b</sub> likutinė vertė išvalytose nuotekose (16 mg/l) yra mažesnė už DLK normą ir literatūroje aprašyto įrenginio (Kirjanova 2015) atitinkamą rodiklį, viršija tik didelės nuotekų valyklos pasiekiamą rezultatą (5,6 mg/l). Vilniaus miesto Nuotekų valyklos našumas yra 22 5000 m<sup>3</sup>/d, išvalytos nuotekos išleidžiamos į Neries upę, todėl eutrofikacijos prevencijai pagal nuotekų užterštumo normą N<sub>b</sub> neturi viršyti 10 mg/l. Tirtąjo mažojo įrenginio našumas 0,54 m<sup>3</sup>/d, išvalytos nuotekos infiltruojamos į gruntą, todėl paviršinių vandens telkinių bendruoju azotu neužteršia ir eutrofikacijos nesukelia.

Iš rezultatų matyti, kad amonio jonų vidutinės koncentracijos visą laiką taip pat neviršijo rodiklių, su kuriais buvo lygintos. Iš to galima spręsti, kad nitrifikacijos procesas įrenginyje vyksta gerai. Kaip teigiama mokslinėje literatūroje, siekiant užtikrinti stabilią nitrifikaciją, temperatūra turi nekisti arba kisti nežymiai, dumblo amžius turi būti ne mažesnis, kaip 7 paros, vandenyje turi būti pakankamai ištirpusio deguonies (≥2 mg/l) (Ali, Gupta 2013; Bražėnaitė 2014). Visos šios sąlygos buvo išlaikytos. Dumblo amžius sistemoje buvo didesnis, nei 30 parų. Temperatūra beveik nekito (12–13 °C), orapūtės darbas buvo kontroliuojamas laikmačiu, kad ji veiktų periodiškai. Iš duomenų matyti, kad amonio jonų koncentracija valytose nuotekose vidutiniškai 1,5 karto mažesnė, nei leidžiama šių junginių koncentracija geriamajame vandenyje pagal „Geriamojo vandens saugos ir kokybės reikalavimus“ (HN 24:2003). Iš to galima spręsti, kad nuotekų išvalymo rodikliai pagal likutines amonio jonų koncentracijas yra aukšti ir nepablogins geriamojo vandens kokybės.

Lentelėje pateiktos fosfatų fosforo koncentracijos, kurios sudarė didžiąją (apie 80 %) P<sub>b</sub> dalį. Jos viršija rodiklius, su kuriais buvo lygintos. Didelį fosfatų koncentracijų kiekį

1 lentelė. Nuotekų išvalymo rodiklių palyginimas  
Table 1. The comparison of wastewater clearing indexes

Rodiklis	Tyrimo rezultatai*			DLK	LŠ	NV	HN
	Max.	Vid.	Min.				
	mg/l						
BDS <sub>5</sub> / BDS <sub>7</sub>	17	15	9	–	2	3,6	–
N <sub>b</sub>	–	16	–	30	35	5,6	–
(NO <sub>3</sub> -N)/ NO <sub>3</sub>	19	4,5	2	23/100	–		/50
NH <sub>4</sub> -N/ NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,8	0,3	0,1	5/6,43	0,4		/0,5
P <sub>b</sub>	–	6,9	–	4	4,7	0,8	–
(PO <sub>4</sub> -P)/ PO <sub>4</sub>	9,5	5,5	3,3	–	–		–

Pastaba: \*Pateikta vidutinė koncentracija išmatavus tris kartus, mėginį gerai išmaišius.

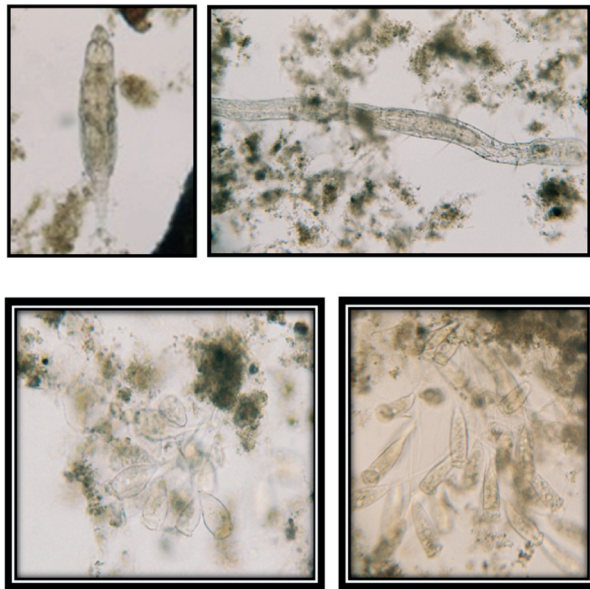


valybose nuotekose galima paaiškinti ilgu dumblo amžiumi. Kaip žinoma, biologinis fosforo šalinimas iš nuotekų yra paremtas bakterijų, intensyviai naudojančių fosfatų, savybe sukaupti didelį fosforo kiekį ląstelėse. Nuotekų valyklose fosforas pašalinamas iš sistemos kartu su pertekliniu veikliuoju dumblu, čia svarbu dumblo amžius, t. y. veikliojo dumblo atsinaujinimo sistemoje trukmė. Šalinant iš nuotekų fosforą, dumblo amžiaus reikšmės turi būti kuo mažesnės, nes tokiu atveju būtų pašalintas didesnis dumblo (ir fosforo) kiekis. Nuotekų valymą atliekant pilnos oksidacijos režimu, kai nitrifikacijos procesas vyksta gana pilnai (mūsų atvejis), biologinis fosforo sunaudojimas yra mažiausias dėl mažiausio veikliojo dumblo prieaugio. Tai pagrindinis prieštaravimas, kylantis sistemose, kur vienu metu biologiniu metodu pašalinami azotas ir fosforas. Tiriamos sistemos dumblo amžius yra >30 parų, vadinasi, dumblas yra aerobiškai stabilizuotas. Įrenginio techninėje dokumentacijoje numatytas dumblo pašalinimas 1–2 kartus per metus, kas ir buvo vykdoma. Iš kitos pusės, rekomenduojama šalinti perteklinį dumblą iš įrenginio, jei jo kiekis talpoje viršija 600 ml dumblo/1 l vandens. Pastarasis parametras buvo matuojamas tik 1–2 kartus per metus, todėl galėjo neatitikti rekomendacijos.

Svarbu, kad fosfatų fosforas ( $\text{PO}_4\text{-P}$ ) ištirtuose mėginiuose viršijo bendrojo fosforo kontroliuojamas didžiausias leidžiamas koncentracijas (DLK) pagal Nuotekų tvarkymo reglamento 2 priedo sąrašą B2. Į šį faktą reikėtų atkreipti dėmesį, jei valytos nuotekos būtų išleidžiamos į paviršinį vandens telkinį ir reikėtų apskaičiuoti leistiną nuotekų užterštumo bendruoju fosforu vidutinę metinę koncentraciją (Nuotekų... 2006; Phosphorus removal... 2005). Infiltruojant valytas nuotekas į gruntą, esamos fosfatų koncentracijos aplinkosauginiu požiūriu yra nepavojingos (Phosphorus and Water 2014).

2 paveiksle pateiktos veikliojo dumblo biologinių indikatorių fotonuotraukos. Vaizdas padidintas 200 kartų.

Tiriamuose veikliojo dumblo mėginiuose rasta stabilizuotam ilgo amžiaus dumblui būdingų mikroorganizmų: verpečių, žieduotųjų ir apvaliųjų kirmėlių, sėslių infuzorijų. Šie mikroorganizmai prisideda prie biologinės organinių medžiagų destrukcijos. Pastebėta, kad pirmuonių (infuzorijų) nebuvimas veikliajame dumble arba labai mažas jų tankis dažnai būna susiję su bloga nuotekų valymo kokybe (Bražėnaitė 2014; Eikelboom 2000). Sėsliosios infuzorijos indikuoja gerą dumblo cirkuliaciją: jei valymo įrenginiai dirba gerai, dumblo cirkuliacija yra tinkama, tai laisvai plaukiojančiųjų infuzorijų skaičius apytikriai lygus prisitvirtinusiųjų skaičiui. 2 pav. matyti gausiai augančios sėsliosios infuzorijos, kas būdinga geros kokybės veikliajam dumblui.

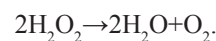


2 pav. Veikliojo dumblo indikatoriai: viršuje kairėje – verpetė, dešinėje – kirmėlė; apačioje – sėsliosios infuzorijos

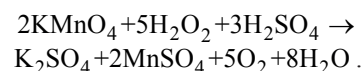
Fig. 2. Indicators of activated sludge: at top left – rotifer, right – worm; bottom – sessile ciliates

Kirmėlės dažnai pasitaiko Lietuvos nuotekų valyklose, tik jų kiekis būna negausus (Bražėnaitė 2014). Kirmėlės didina veikliojo dumblo mikrobinį (90–95 % dumblo biomasės sudaro bakterijos) aktyvumą, nes skatina deguonies difuziją į gilesnius dribsnio sluoksnius. Verpetės indikuoja mažą veikliojo dumblo apkrovą nuotekų teršalais, ilgą dumblo amžių, efektyviai vykstantį nitrifikacijos procesą. Mikrobiologinė veikliojo dumblo analizė patvirtino 1 lentelėje pateiktus rezultatus, iš kurių matyti, kad išvalybose nuotekose lieka pakankamai mažos  $\text{BDS}_7$  ir azoto junginių koncentracijos.

Veikliojo dumblo mikroorganizmų fermentinis aktyvumas (pagal katalazę) nustatomas pagal tai, kaip aktyviai skaidomas bakterijų membranoms kenksmingas  $\text{H}_2\text{O}_2$ :



Titrometrinio metodo esmė – į tiriamą mėginį pridėjus tikslių kieki  $\text{H}_2\text{O}_2$ , po tam tikro laiko nustatyti nesuskaidyto vandenilio peroksido kiekį titruojant  $\text{KMnO}_4$ :



Jis apskaičiuojamas pagal formulę (Beržinskienė, Četkauskaitė 1995) ir išreiškiamas  $\mu\text{M}/(\text{ml} \times \text{min.})$  arba  $\mu\text{M}/(\text{mg} \times \text{min.})$ :

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

čia:  $V_1$  ir  $V_2$  – 20 mM  $\text{KMnO}_4$  tirpalo tūriai, sunaudoti kontroliniam ir bandomajam mėginiui nutitruoti (ml); 50 – koeficientas, parodantis  $\text{H}_2\text{O}_2$  kiekį ( $\mu\text{mol}$ ), atitinka-

ntį 20 mM KMnO<sub>4</sub> tirpalo 1 ml; C – dumblo mėginio tūris (ml) arba baltymo kiekis mėginyje (mg); t – inkubacijos laikas (min.). Analogiškas katalazinio aktyvumo tyrimas atliktas ir Vilniaus nuotekų valyklos veikliajam dumbliui.

Fermentinio aktyvumo tyrimai patekti 2 lentelėje.

2 lentelė. Fermentinis aktyvumas  
Table 2. Enzyme activity

Tiriama sistema	Data	Katalazinis aktyvumas (A), μM/(ml × min.)
AT-6 individualus valymo įrenginys	2015.01.14	3,22
	2015.01.20	3,31
	2015.01.27	3,30
Vilniaus NV	2015.01.14	3,19
	2015.01.20	3,19
	2015.01.27	3,18

Kaip matyti iš rezultatų, tirtojo įrenginio veikliojo dumblo fermentinis aktyvumas pagal katalazę yra didesnis, nei Vilniaus Nuotekų valyklos. Kadangi katalazinis aktyvumas leidžia spręsti apie fermentų kiekį veikliajame dumble ir apie dumblo biocheminį aktyvumą surišti ir oksiduoti nuotekų organines medžiagas, tai gautasis rezultatas parodo gerą tirtojo veikliojo dumblo kokybę ir pajėgumą valyti nuotekas.

## Išvados

Tyrimų laikotarpyje išvalytų nuotekų BDS<sub>7</sub> koncentracija nei karto neviršijo 17 mg O<sub>2</sub>/l. Tai yra du kartus mažesnė koncentracija, nei vidutinė metinė DLK mažosioms (iki 5 m<sup>3</sup>/d) nuotekų valykloms, todėl tirtasis įrenginys užtikrina įstatymais reikalaujamą valytų nuotekų kokybę.

Pagal azoto junginių likutines koncentracijas, stebėtas beveik visą tyrimo laiką, valytų nuotekų rodikliai neviršijo jokių rodiklių, su kuriais buvo lyginti. Nuotekų išvalymo laipsnis pagal amonio azoto ir nitratų azoto koncentracijas yra aukštas. Šių medžiagų yra 2–10 kartų mažiau, nei gali būti geriamajame vandenyje pagal HN 24:2003.

Fosfatų fosforo koncentracija valytose nuotekose svyravo nuo 3,57 iki 9,33 mg/l. Ši koncentracija 1,5–2 kartus viršijo leistinas bendrojo fosforo koncentracijas pagal Nuotekų tvarkymo reglamento 2 priedą, viršijo ir kitus rezultatus, su kuriais buvo lyginta. Infiltruojant valytas nuotekas į gruntą, šis rodiklis nėra svarbus, nes šiuo atveju nekenkia aplinkai ir nepablogina geriamojo vandens kokybės.

Tiriamuoju laikotarpiu biologinių indikatorių įvairovė veikliajame dumble buvo didelė. Rasti ilgam dumblo amžiui būdingi mikroorganizmai: sėsliosios infuzorijos,

verpetės, kirmėlės. Pagal šiuos rodiklius įrenginio veiklusis dumbblas buvo geros kokybės.

Tirtojo įrenginio veikliojo dumblo fermentinis aktyvumas (pagal katalazę) buvo didesnis, nei Vilniaus miesto nuotekų valyklos. Pagal šį rodiklį veikliojo dumblo kokybė yra gera ir užtikrina efektyvų nuotekų valymą.

## Literatūra

- Abegglen, C.; Ospelt, M.; Siegrist, H. 2008. Biological nutrient removal in a small-scale MBR treating household wastewater, *Water Research* 42(1–2): 338–346. <http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2007.07.020>
- Ali, I.; Gupta, V. K. 2013. Wastewater treatment by biological methods, *Environmental Water. Advances in Treatment, Remediation and Recycling*, 179–204. <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-444-59399-3.00007-6>
- August ir Ko [interaktyvus]. 2013 [žiūrėta 2014 m. sausio 10 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.august.lt/lt/produktai/biologiniai-nuoteku-valymo-irenginiai/mazi-nvi-at6-at50>
- Beržinskienė, J.; Četkauskaitė, A. 1995. *Vandens mikrobiologijos laboratoriniai darbai*. Vilnius: Technika. 30 p.
- Bražėnaitė, J. 2014. *Veikliojo 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, *Vandentvarka* 45: 12–13.
- Budrys, R.; Iljasevičius, K. 2007. *Ką reikia žinoti eksploatuojant individualių namų nuotekų valyklą*. Vilnius.
- Camargo, J.; Alonso, Á. 2006. Ecological and toxicological effects of inorganic nitrogen pollution in aquatic ecosystems: A global assessment, *Environment International* 32(6): 831–849. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envint.2006.05.002>
- Eikelboom, D. H. 2000. *Process control of activated sludge plants by microscopic investigation*. Plymouth: Latimer Trend & Co Ltd. 156 p.
- Kapagiannidis, A. G.; Zafiriadis, I.; Aivasidis, A. 2011. Biotechnological methods for nutrient removal from wastewater with emphasis on the denitrifying phosphorus removal process. reference module in Earth systems and environmental sciences, *Comprehensive Biotechnology, Environmental Biotechnology and Safety* 6: 341–351. <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-08-088504-9.00494-3>
- Kirjanova, A. 2015. *Buitinių nuotekų individualaus valymo technologijos tyrimai ir sukūrimas*: daktaro disertacija Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Vilnius. 165 p.
- LAND 21-01. *Aplinkosauginės buitinių nuotekų filtravimo įrenginių įrengimo gamtinėmis sąlygomis taisyklės*, Valstybės žinios, 2001-05-16, Nr. 41-1438. 8 p.
- LAND 47-1:2007. *Vandens kokybė. Biocheminio deguonies suvartojimo per n parų (BDSn) nustatymas*. 1 dalis. Skiedimo ir sėjimo, pridėjus alitiokarbamido, metodas. 14 p.
- Lietuvos higienos norma HN 24:2003 „Geriamojo vandens saugos ir kokybės reikalavimai“. Patvirtinta LR sveikatos apsaugos ministro 2003 m. liepos 23 d. įsakymu Nr. V-455.

- Nuotekų tvarkymo reglamentas*. 2006. Nr. D1-236. Vilnius.
- Phosphorous removal from wastewater* [online], [cited 15 January 2015]. Available from Internet:  
<http://www.lenntech.com/phosphorous-removal.htm>
- Phosphorus and Water*. 2014 [online], [cited 2 January 2015]. Available from Internet:  
<http://water.usgs.gov/edu/phosphorus.html>
- Traidenis*. 2010 [interaktyvus], [žiūrėta 2014 m. sausio 10 d.]. Prieiga per internetą:  
[http://www.traidenis.lt/lt/solutions-and-products/Apie\\_NV\\_A\\_irengini.php](http://www.traidenis.lt/lt/solutions-and-products/Apie_NV_A_irengini.php)

## RESEARCH OF SMALL HOUSEHOLD SEWAGE TREATMENT PLANT WORKING

E. Valeikaitė, A. Mažeikienė

### Summary

In Lithuania centralized municipal wastewater treatment technologies are applied quite effectively, but there is little evidence of the functioning of individual small wastewater treatment plants. The paper presents the small device AT-6, in the city of Vilnius, and the treated sewage results (BDS<sub>7</sub>, nitrate, ammonium, total nitrogen, total phosphorus and phosphate concentrations). Studies have shown that treated sewage indicators based on ammonium and nitrate ion concentrations are good. These substances are 2–10 times less than it can be in drinking water according to HN 24: 2003. Concentration of phosphates in the treated sewage ranged from 3.57 to 9.33 mg/L and exceeded the indicators, which were compared. The phosphorus environmental aspect is not dangerous, because treated sewage is not discharged into surface water bodies. Dealing from the pattern of biological indicators and enzymatic activity, the quality of activated sludge is good. Treated sewage does not impair the natural state.

**Keywords:** sewage, small household device, biological treatment, BOD<sub>7</sub>, nitrate, ammonium, phosphate, activated sludge.