

## MAŽŲ NUOTEKŲ VALYKLŲ AERAVIMO SISTEMŲ EFEKTYVUMO TYRIMAS

**Ala Sokolova**

*magistrantė,*

*Vilniaus Gedimino technikos universitetas,*

*el. p. ala.soko@gmail.com*

**Anotacija.** Didelė dalis visų mažų biologinio nuotekų valymo įrenginių neužtikrina reikiamų nuotekų išvalymo rodiklių. Viena iš priežasčių galėtų būti netinkamas aeravimo sistemos parinkimas. Todėl šio tyrimo tikslas – ištirti dviejų aeratorių, naudojamų Lietuvoje mažose nuotekų valyklose, darbą ir palyginti ištirpinto deguonies kiekį su reikiamu ištirpinti deguonies kiekiu, apskaičiuotu teoriškai. Per tyrimą buvo nustatyta, kad nei vienas, nei kitas aeratorius netiekia biologinio valymo procesui reikalingo deguonies kiekio.

**Reikšminiai žodžiai:** mažos nuotekų valyklos, aeravimo sistema, aeratorius, oksidacinis pajėgumas, reikiamas ištirpinti deguonies kiekis.

### Įvadas

Biologinio valymo įrenginių naudojimas tvarkant nuotekas, susidaranti iš vieno ar kelių individualių gyvenamųjų namų, turi daug privalumų.

Pirma, investicijų atsipirkimo požiūriu, tai geresnis variantas negu nuotekų kaupimo rezervuarai, kadangi reguliarius nuotekų išvežimas iš kaupimo rezervuarų į nuotekų valyklą reikalauja didelių išlaidų.

Antra, išleidžiamas nuotekas į filtruojančius grunto sluoksnius nuotekas prieš infiltravimą geriau valyti biologinio valymo įrenginyje negu septike. Taip yra dėl to, kad valant nuotekas septike negalima pasiekti reikiamų nuotekų išvalymo rodiklių, kurie numatyti išleidžiamoms į gruntą nuotekoms (LAND 21-01). Be to, biologinio valymo įrenginių naudojimas pranašesnis ir tuo požiūriu, kad šiuo atveju filtravimo įrenginių dydis yra kelis kartus mažesnis negu naudojant septiką (LAND 21-01).

Trečia, tik biologinio valymo įrenginiuose galima pasiekti tokias išvalymo reikšmes, kurios reikalingos norint išvalytas nuotekas išleisti į paviršinio vandens telkinius (Lietuvos ... 2007).

Visi išvardinti biologinio valymo įrenginių pranašumai turėtų skatinti jų plitimą ir naudojimą, tačiau, įvairių tyrimų duomenimis, visame pasaulyje didelė dalis visų biologinio valymo įrenginių veikia blogai ir neužtikrina reikiamų išvalymo rodiklių (Vilpas *et al.* 2005).

### Tyrimo problema

Netinkamą įrenginių darbą gali lemti daugelis priežasčių. Viena iš jų – netinkamas aeravimo sistemos pa-

rinkimas. Blogai suprojektuota aeravimo sistema gali netiekti aerobiniam biologinio nuotekų valymo procesui reikiamo deguonies kiekio. Tokiu atveju valymo įrenginiai dirbs blogai ir nuotekos bus išvalomos nepakankamai.

Šio tyrimo tikslas – ištirti kelių aeratorių, naudojamų Lietuvoje gaminamose mažose nuotekų valyklose, darbą ir palyginti jais ištirpinto deguonies kiekį su reikiamu ištirpinti deguonies kiekiu, apskaičiuotu teoriškai.

### Tyrimo objektas

Tirti pasirinkti du aeratoriai, naudojami Lietuvoje gaminamose mažose nuotekų valyklose.

Pirmasis aeratorius – diskinis, susidedantis iš dviejų dalių: guminio korpuso ir guminės aklės. Oras, tiekiamas į aeratoriaus centrą, atsimušęs į guminę aklę per skylutes kyla į viršų. Aeratoriaus skersmuo 73 mm, oro tiekimo vamzdžio vidinis skersmuo 17,5 mm, aeratoriaus disko aukštis 10 mm. Iš viso yra 20 skylučių, per kurias tiekiamas oras, kiekvienos skylutės skersmuo 3 mm.

Antrasis aeratorius – vamzdinis, susidedantis iš guminės perforuotos membranos, iš abiejų pusių pritvirtintos prie vamzdžio plieninėmis jungtimis. Aeratoriaus ilgis 250 mm, skersmuo 70 mm.

Tirti naudota membraninė orapūtė, kurios galia 51 W. Maksimalus orapūtė tiekiamo oro debitas yra 90 l/min, normalus – 60 l/min. Maksimalus slėgis yra 360 mbar, normalus – 147 mbar.

Abi aeravimo sistemos suprojektuotos esant tokiems parametrams: 4 GE, nuotekų debitas 0,8 m<sup>3</sup>/d. Šie parametrai atitinka vienbučiame gyvenamajame name susidarančių nuotekų ir teršalų kiekį (Lietuvos ... 2006).

### Tyrimų metodika

Tirti naudotas biologinio valymo reaktorius su bioįkrova, kurio centre numatyta vieta vertikaliai oro tiekimo vamzdžiui. Aeratorius tvirtinamas prie oro tiekimo vamzdžio apačios. Jo panardinimo gylis 1,5 m. Reaktoriaus skersmuo 800 mm, aukštis 1820 mm. Bioįkrovos aukštis 600 mm.

Aeratorių darbo parametrai nustatyti vadovaujantis Lietuvos standartu LST EN 12255-15 „Nuotekų valyklos. 15 dalis. Švaraus vandens deguoninimo matavimai veikliojo dumblo įrenginių aeravimo rezervuaruose“ (LST EN 12255-15).

Bandymai su diskiniu aeratoriumi atlikti esant keturiems aeravimo intensyvumams, su vamzdiniu – esant trimis aeravimo intensyvumams.

Aeratoriaus oksidacinis pajėgumas nustatytas vandentiekio vandenyje, iš kurio ištirpęs deguonis pašalintas natrio sulfitu Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>. Natrio sulfito reikia 8 mg 1 mg ištirpusio deguonies pašalinti. Kaip katalizatorius naudotas kobalto chloridas CoCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O, kurio dozė pagal Co<sup>+2</sup> yra 0,5 mg/l.

Siekiant išvalyti oro tiekimo vamzdžius ir aeratorius, aeravimo sistema prieš bandymus veikė 24 valandas. Bandymų atlikimo tvarka:

- Ištirpintas reikiamas natrio sulfito kiekis supilamas į įrenginį ir maišomas judinant įrenginio įkrovą siekiant pašalinti ištirpusį deguonį.
- Nustatomas skaičiuojamasis vandens lygis, vandens temperatūra, atmosferinis slėgis.
- Įjungiama orapūtė ir matuojama ištirpusio deguonies koncentracija. Kai ši koncentracija pakyla iki 1–1,5 mg/l, fiksuojamas laikas, dujinio skaitiklio rodymai, oro slėgis. Tada lygiais laiko intervalais fiksuojama ištirpusio deguonies koncentracija ir dujinio skaitiklio rodymai. Deguonies matuoklis būna panardintas ties įrenginio viduriu pagal gylį. Aeravimas tęsiamas tol, kol ištirpusio deguonies koncentracija nebedidėja, t. y. pasiekiamas vandens prisotinimas deguonies. Orapūtė išjungiamą.
- Išmatuojamas skaičiuojamasis vandens lygis, vandens temperatūra, atmosferinis slėgis.

Atlikus bandymus buvo apskaičiuoti tokie aeratorių darbo parametrai:

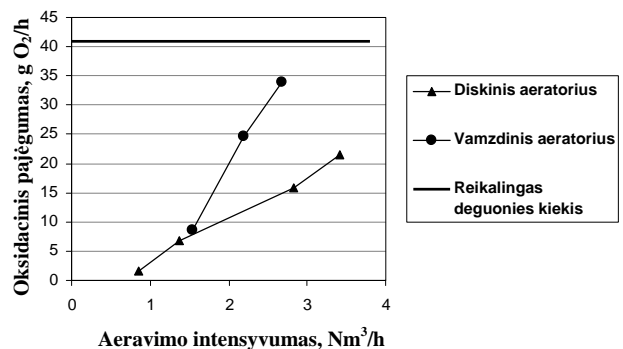
- oksidacinis pajėgumas;
- deguonies perdavimo efektyvumas;
- aeravimo efektyvumas.

Skaičiavimai atlikti pagal Lietuvos standarte LST EN 12255-15 „Nuotekų valyklos. 15 dalis. Švaraus vandens deguoninimo matavimai veikliojo dumblo įrenginių aeravimo rezervuaruose“ pateiktas formules.

Abiejų aeratorių oksidaciniai pajėgumai palyginti su reikiamu ištirpinti deguonies kiekiu (Matuzevičius 2000). Skaičiuojant teorinį deguonies kiekį padaryta prielaida, kad biologinio valymo įrenginiai veikia pagal ilgo aeravimo technologiją, kadangi tiek visame pasaulyje, tiek Lietuvoje populiariausi yra ilgo aeravimo maži biologinio valymo įrenginiai (Jantrania and Gross 2006; Rimeika 2006). Taip pat padaryta prielaida, kad išvalytų nuotekų užterštumas pagal BDS<sub>5</sub> turi būti ne didesnis kaip 25 mg O<sub>2</sub>/l (Įsakymas 2007). Esant 0,8 m<sup>3</sup>/d nuotekų debitui, 4 GE ir 20° C nuotekų temperatūrai, reikiamas ištirpinti deguonies kiekis lygus 40,9 g O<sub>2</sub>/h.

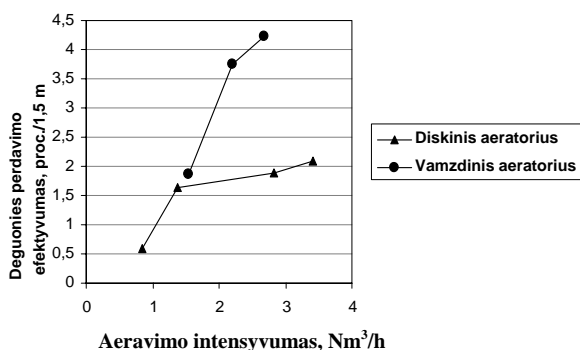
### Rezultatai

Bandymų rezultatai pateikti (1–3 pav.).

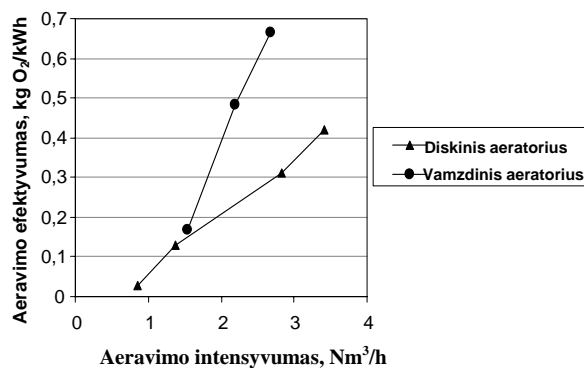


1 pav. Oksidacinio pajėgumo priklausomybė nuo aeravimo intensyvumo

Kaip matyti iš (1 pav.), didžiausias oksidacinis pajėgumas (33,8 g O<sub>2</sub>/h) pasiekiamas vamzdiniu aeratoriumi esant jo maksimaliam debitui 2,68 m<sup>3</sup>/h. Mažiausias aeravimo intensyvumas yra 1,5 g O<sub>2</sub>/h. Jis pasiekiamas diskiniu aeratoriumi esant minimaliam debitui 0,85 m<sup>3</sup>/h.



2 pav. Deguonies perdavimo efektyvumo priklausomybė nuo aeravimo intensyvumo



3 pav. Aeravimo efektyvumo priklausomybė nuo aeravimo intensyvumo

Kaip matyti iš 2 pav. ir 3 pav., analogiškai išsidėsto ir deguonies perdavimo efektyvumo ir aeravimo efektyvumo reikšmės.

## Išvados

1. Visi aeravimo sistemų darbo parametrai tiesiogiai priklauso nuo aeravimo intensyvumo: didėjant tiekiamo oro debitui, didėja aeratorių oksidacinis pajėgumas, deguonies perdavimo ir aeravimo efektyvumas.

2. Vamzdinis aeratorius veikia geriau, kadangi esant toms pačioms oro debito reikšmėms jo parametrai yra geresni negu diskinio aeratoriaus.

3. Lyginant aeratorių oksidacinį pajėgumą su reikiamu ištirpinti deguonies kiekiu, matyti, kad nei vienas, nei kitas aeratorius neužtikrina biologinio valymo procesui reikalingo deguonies kiekio, t. y. 40,9 mg O<sub>2</sub>/l. Todėl galima teigti, kad naudojant tirtas aeravimo sistemas esant tokiems parametrams, kuriems jos suprojektuotos (4 GE, 0,8 m<sup>3</sup>/d), biologinis nuotekų valymas vyks blogai ir reikiamo nuotekų išvalymo lygio nebus pasiekta.

## Padėka

Nuoširdžiai dėkoju doc. dr. Mindaugui Rimeikai už uždavinio formulavimą ir visokeriopą pagalbą rengiant straipsnį ir atliekant tyrimo darbus.

## Literatūra

- Jantrania, A. R.; Gross, M. A. 2006. *Advanced onsite wastewater treatment systems technologies* [Progresyvios nuotekų valymo technologijos, naudojamos mažuose nuotekų valymo įrenginiuose]. Boca Raton: CRC/Taylor & Francis. 261 p.
- LAND 21-01. Aplinkosauginės buitinių nuotekų filtravimo įrenginių įrengimo gamtinėmis sąlygomis taisyklės, *Valstybės žinios* 41–1438.
- Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2006 m. rugsėjo 11 d. įsakymas Nr. D1-412 „Dėl nuotekų valymo įrenginių taikymo reglamento patvirtinimo“, *Valstybės žinios* 99–3852.
- Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2007 m. spalio 8 d. įsakymas Nr. D1-515 „Dėl aplinkos ministro 2006 m. gegužės 17 d. įsakymo Nr. D1-236 „Dėl nuotekų tvarkymo reglamento patvirtinimo“ pakeitimo“, *Valstybės žinios* 110–4522.
- LST EN 12255-15. Nuotekų valyklos. 15 dalis. Švaraus vandens deguoninimo matavimai veikliojo dumblo įrenginių aeravimo rezervuaruose. 16 p.
- Matuzevičius, A. B. 2000. *Rekomendacijos biologinio valymo įrenginiams projektuoti*. Vilnius. 28 p.
- Rimeika, M. 2006. *Mažos nuotekų valyklos Lietuvoje. Esama padėtis*. Tarpinė ataskaita. Vilnius: Statybos produkcijos sertifikavimo centras. 42 p.
- Vilpas, R. et al. 2005. *Enhancing nutrient removal efficiency of onsite waste water treatment systems. Ravinnesampo Part 1: Treatment of domestic wastewater* [Mažų nuotekų valymo įrenginių valymo efektyvumo didinimas. Pirmą dalis: buitinių nuotekų valymas]. Helsinki: Finnish Environment Institute. 113 p.

## RESEARCH ON AERATION SYSTEMS EFFICIENCY IN SMALL WASTEWATER TREATMENT PLANTS

A. Sokolova

### Summary

Large amount of small wastewater treatment plants does not work properly. One of the reasons could be wrong design of the aeration system. Therefore, the aim of this research is to analyse the performance of two aeration systems used in Lithuanian small wastewater treatment plants. Both aeration systems are designed for the following parameters: 4 PE and 0,8 m<sup>3</sup>/d wastewater flow. These data correspond to the oxygen requirement of 40,9 g O<sub>2</sub>/h. Summarizing the results of the research, it was found out that the capacity of both aerators was insufficient to satisfy the oxygen requirement and ensure proper biological treatment of wastewater.