

Lietuvos nedidelių vandens telkinių dumblo savybių tyrimas ir įvertinimas

Juozas Pekarskas, Ramūnas Gegužis, Raimundas Baublys, Algirdas Gavenauskas,
Vytautas Kisielius, Aurimas Sakalauskas

Aleksandro Stulginskio universitetas

Daugelyje Lietuvos vandens telkinių dėl vykstančių eutrofikacijos procesų intensyviai kaupiasi dumblas. Tai blogina telkinio ekologinę būklę. Pagerinti esamą situaciją galima tik iš vandens telkinių pašalinant susikaupusį dumblą, taip pagerinant vandens telkinio ekologinę būklę. Šiame darbe nagrinėjamas Malmažos ežeras, esantis Troškūnų miestelyje (Anykščių r.). Šis ežeras buvo tyrinėjamas siekiant nustatyti jame esančio dumblo fizines ir chemines savybes, bei įvertinti galimybes panaudoti dumblą kaip organinę trąšą žemės ūkio paskirties dirbamuose laukuose. Malmažos ežere skirtingose vietose buvo paimti 4 mėginiai laboratoriniams tyrimams. Nustatyta, kad valytoje ir nevalytoje ežero dalyje dumblo struktūra yra skirtinga. Nustatyta, kad tiriamo ežero dumblo rūgštingumo svyruoja 7,15 – 7,97 ribose. Nustatyta, kad dumbalui džiūstant 30 dienų natūraliomis sąlygomis mėginių drėgnumas nukrenta nuo 22,87 iki 53,47 proc. buvusio drėgnio. Tai tiesiogiai sietina su dumblo mėginių struktūros skirtumais valytoje ir nevalytoje ežero dalyse. Apskaičiuota, kad valytoje ežero dalyje organinės medžiagos kiekis (20,09-22,82 proc.) 2-3 kartus mažesnis nei nevalytoje dalyje (42,76-66,05 proc.). Tai rodo, kad atskirose ežero dalyse yra susikaupęs skirtingą organinės masės kiekį turintis dumblas. Įvertinus tiriamo dumblo cheminę sudėtį nustatyta, kad dumblas gali būti priskirtas pirmajai dumblo kategorijai ir naudojamas kaip organinė trąša žemės ūkio paskirties laukuose.

Dumblas, drėgnis, rūgštingumas, organinė medžiaga, sausosios masės kiekis.

Įvadas

Vykstant eutrofikacijos procesams vandens telkiniai pradeda dumblėti, pakrantės apauga vešlia vandens žoline augalija. Taip sumažėja telkinio vandens tūris, pradeda trūkti deguonies, kas dar labiau spartina vandens telkinio nykimo procesą. Tokiais atvejais vienintelis būdas pagerinti vandens telkinio būklę yra jo išvalymas nuo jame susikaupusio dumblo ir žoline bei sumedėjusia augalija apaugusių pakrančių sutvarkymas. Toks mechaninis dumblo iškasimas padidintų vandens telkinyje turį, būtų išplėstas žuvų ir visos vandens telkinio gyvosios gamtos arealas. Tai pagausintų žuvų populiaciją, kas pritrauktų rekreacinės žuvininkystės mėgėjus ir paspartintų šiai sričiai reikalingos infrastruktūros kūrimą. Tuo pačiu, pašalinus makrofitus nuo vandens telkinių pakrančių atsivertų patrauklesnės rekreacinės vandens telkinio panaudojimo galimybės, kas leistų išplėtoti infrastruktūrą ne tik aplink vandens telkinius, bet ir už jų ribų (Pekarskas ir kt., 2015).

Dar vienas svarbus vandens telkinio išvalymo akcentas – tai iškasto dumblo panaudojimo galimybės. Iškastas dumblas gali būti naudojamas kaip trąša daržininkystėje, sodininkystėje ar žemės ūkyje patręšiant laukus. Neužterštą sunkiaisiais metalais ir įvairiais patogeniniais mikroorganizmais dumblą galima naudoti dirvožemio agrocheminių savybių gerinimui ir žemės ūkio augalų auginime. Naudojant nuotekų dumblą galima juo pakeisti dalį mineralinių trąšų, o ypač fosforo, kurių žaliavų kiekis pasaulyje yra labai ribotas. Nuotekų dumblas yra turtingas azotu ir fosforu, organinėmis medžiagomis ir mikroelementais, kurie yra vertinti augalams kaip maisto medžiagos ir dėka jų galima išauginti didesnius žemės ūkio augalų derlius. Dumble esantis bendrasis azotas susideda iš kelių azoto formų: bendrasis azotas, nitritai ir nitratai, amonis ir amoniakas, ištirpęs dujinis organinis azotas, suspenduotas lengvai degraduojantis azotas ir suspenduotas dujinis (organinis) azotas (Richard et al., 1998; Seaker, Sopper, 1998; Henze et al., 2002; Kauthale, 2005; Pakhnenkoa et al., 2009; Mtshali et al., 2014).

Lyginant su neorganinėmis trąšomis, naudojant tręšimui dumblą organinės anglies kiekį dirvožemyje gali padidėti tris kartus (Seaker, Sopper, 1998).

Vandens telkinių dumble esančių mikroelementų ir sunkiųjų metalų koncentracija yra labai įvairi ir dažnai žymiai didesnė nei dirvožemiuose. Tręšiant tokiu dumblu, dirvožemius galima užteršti sunkiaisiais metalais, o juose augančiuose augaluose dažnai randama padidinti jų kiekiai. Todėl prieš iš ežerų išgauto dumblo naudojimą yra būtina patikrinti jame esančių sunkiųjų metalų kiekį (Bradford et al., 1975).

Dumble paprastai yra randami nemaži sunkiųjų metalų kiekiai, nei patiems augalams yra reikalingi. Dažniausiai randami kadmio (Cd), chromo (Cr), vario (Cu), gyvsidabrio (Hg), nikelio (Ni), švinas (Pb), cinkas (Zn). Dėl šių sunkiųjų metalų padidintų koncentracijų sumažėjo dumblo panaudojimo tręšimui žemės ūkyje galimybės. Sunkiųjų metalų toksiškumas ir judrumas labai priklauso nuo esamų aplinkos sąlygų (Juronienė et al., 2007; Singh, 2008).

Šio straipsnio tikslas – ištirti Anykščių rajone Troškūnų seniūnijoje esančio Malmažos ežero dumblo kokybę, fizikines ir chemines savybes bei įvertinti galimybę panaudoti žemės ūkio augalų tręšimui ir dirvos savybių gerinimui.

Tyrimų metodika

Malmažos ežero tyrimai buvo atlikti 2016 m. sausio mėnesį naudojantis palankiomis gamtinėmis sąlygomis, kuomet dumblo mėginių paėmimas buvo vykdomas nuo ežerą dengiančio ledo iš anksto numatytose būdingose ežero vietose. Siekiant įvertinti ežero dumblo kokybę ir galimus taršos šaltinius dumblo mėginiai buvo paimti iš 4 gręžinių, įrengtų skirtingose ežero vietose. Mėginiai buvo paimti iš 1–2 m gylio žemiau ežero dugno pelkiniu grąžtu, skirtu dumblo mėginims paimti. Iš kiekvieno gręžinio buvo paimta nuo 5 iki 54 kg. dumblo. Mėginių ėmimo schema pateikta 1 pav.



1 pav. Mėginių ėmimo vietos Malmažo ežere
Fig. 1. Location of samples in Malmaza lake

Siekiant nustatyti įtekančio vandens formuojamą taršą mėginiai paimti arčiau galimų potencialių taršos šaltinių. Mėginys Nr. 1 buvo paimtas ties grioviu, ištekančiu iš ežero. Antrasis mėginys buvo paimtas ties į ežerą įtekančiu grioviu, kuriuo galimai gali atitekti žemės ūkio veiklos produktais užterštas vanduo. Mėginiai Nr. 1 ir 2 buvo paimti neišvalytoje ežero dalyje, tuo tarpu mėginiai Nr. 3 ir 4 buvo paimti pietinėje ežero dalyje, kuri prieš keletą metų buvo išvalyta.

Bandinių ėmimo iš ežero metu vizualiai įvertinta dumblo struktūra, spalva ir kvapas. Laboratoriniu būdu tiriamos ežero dumblo mėginių fizikinės savybės, kurios buvo nustatinėjamos dumblo mėginius džiovinant natūraliomis sąlygomis (esant 15°C temperatūrai). Tokiu būdu tiriami dumblo parametrai: rūgštingumas (pH), elektrinis laidumas (EC) ir drėgnumas (W_d). Šių fizikinių parametrų reikšmės buvo matuojamos kas 3-15 parų naudojant mobilius šių parametrų nustatymo prietaisus. Pagal gautus tyrimo duomenis buvo nustatyta šių parametrų reikšmių priklausomybė nuo džiūvimo laiko pastoviomis sąlygomis.

Tiriamų mėginių laboratoriniai bandymai atlikti siekiant nustatyti sausosios medžiagos kiekį ir organinės medžiagos kiekį bandiniuose. Organinės medžiagos dalis bandiniuose buvo nustatyta dumblo ėminius džiovinant džiovinimo krosnyje (esant 105°C temperatūrai). Organinės medžiagos keikis nustatytas išdžiovintus dumblo ėminius kaitinant mufelinėje krosnyje (esant 550°C temperatūrai). Pagal gautus tyrimo duomenis buvo nustatytas organinės medžiagos kiekio pasiskirstymas ežero dugne susikaupusiame dumble.

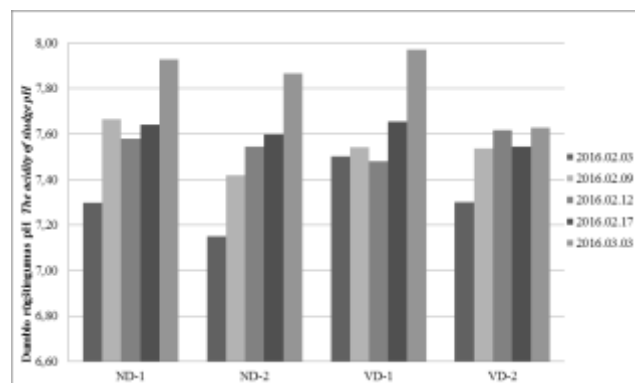
Cheminė analizė atlikta mėginių, paimtų iš 2 ir 4 gręžinių. LAMMC Agrocheminių tyrimų laboratorijoje tvenkinio dumblo ėminiai ištirti ir nustatyta dumblo cheminė sudėtis. Malmažo ežero dumblo kokybę įvertinta pagal LAND 20-2005 „Nuotekų dumblo naudojimo tręšimui bei rekultivavimui reikalavimus“ ir Komisijos įgyvendinimo reglamento (ES) Nr. 354/2014 nuostatas.

Rezultatai ir aptarimas

Atliekant tyrimus vietovėje nustatyta, bandinių Nr. 1 ir Nr. 2 ėmimo vietose dominuoja juodos spalvos, bekvapis dumbblas. Tikėtina, kad ties bandinio vieta Nr. 2 esančiu grioviu atiteka vanduo su smulkiais nešmenimis, kurie

nusėdę sekina ežerą. Tai lemia tai, kad šiaurinėje ežero dalyje vyksta spartus dumblių procesas, kurį taip pat skatina žolinės augalijos suvešėjimas. Tuo tarpu išvalytoje ežero dalyje 3 ir 4 mėginių paėmimo vietose 4–5 m gilyje randama skystos konsistencijos, juoda, bekvapė susiskaidžiusi durpė su augalų šaknų intarpais. Tai lemia ežero išvalymas ir nesusiskaidžiusių augalų liekanos.

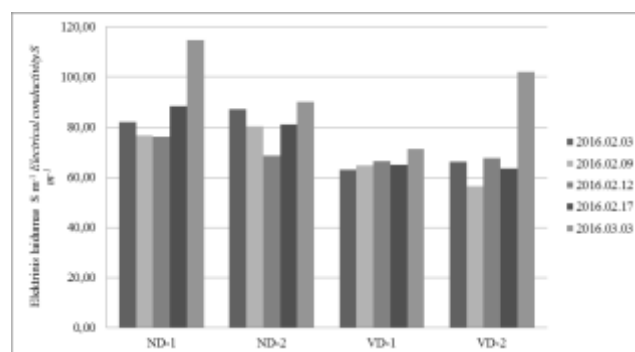
Nagrinėjant tiriamo grunto rūgštingumą, nustatyta, kad dumblo rūgštingumo reikšmės svyruoja 7,15–7,97 ribose. Atliekant pakartotinius dumblo mėginių matavimus pastebėta, kad rūgštingumo reikšmės didėja ir galiausiai stabilizuojasi. (2 pav.) Nustatyta, kad vidutiniškai ežero dumblo rūgštingumo parametro reikšmės svyruoja apie 7,50.



2 pav. Tiramų mėginių rūgštingumas: ND-1 - nevalyta ežero dalis (1 gręžinys), ND-2 - nevalyta ežero dalis (2 gręžinys), VD-1 - valyta ežero dalis (3 gręžinys), VD-2 - valyta ežero dalis (4 gręžinys)

Fig. 2. The acidity of samples: ND-1 – no dredged part of the lake (bore No.1), ND-2 - no dredged part of the lake (bore No.2), VD-1 - dredged part of the lake (bore No.3), VD-2 - dredged part of the lake (bore No.4)

Nagrinėjant elektrinio laidumo rodiklio duomenis, nustatyta, kad mėginiuose, paimtuose iš valytos ežero dalies elektrinis laidumas svyruoja 68,67–114,67 S m⁻¹ ribose, tuo tarpu nevalytoje ežero dalyje – 56,33–102 S m⁻¹ (3 pav.).



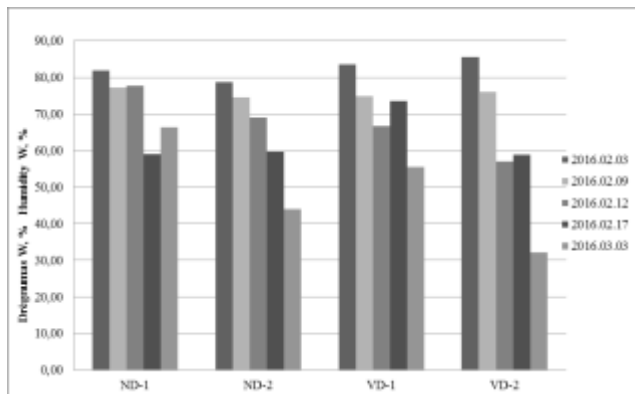
3 pav. Tiramų mėginių elektrinis laidumas: ND-1 - nevalyta ežero dalis (1 gręžinys), ND-2 - nevalyta ežero dalis (2 gręžinys), VD-1 - valyta ežero dalis (3 gręžinys), VD-2 - valyta ežero dalis (4 gręžinys)

Fig. 3. The electrical conductivity of samples: ND-1 – no dredged part of the lake (bore No.1), ND-2 - no dredged part of the lake (bore No.2), VD-1 - dredged part of the lake (bore No.3), VD-2 - dredged part of the lake (bore No.4)

Atliekant elektrinio laidumo matavimus nustatyta akivaizdus šio parametro reikšmių padidėjimas paskutiniojo matavimo metu. Tikėtina, kad tai tiesiogiai

susiję su tiriamo dumblo džiūvimo intensyvumu. Be to, elektrinio laidumo skirtumai tarp valytos ir nevalytos ežero dalies rodo, kad dumblo struktūra valytoje ir nevalytoje ežero dalyse yra skirtinga.

Tyrimų metu labiausiai pastebimas džiūvinamų mėginių drėgnumo pokytis. Nustatyta, kad ką tik iš ežero ištraukto dumblo drėgnumas vyrauja apie 80 proc. Tuo tarpu dumblui džiūstant 30 dienų natūraliomis sąlygomis (esant 15°C temperatūrai) mėginių drėgnumas nukrenta nuo 22, 87 (mėginys Nr.1) iki 53,47 proc. buvusio drėgnio (mėginys Nr.4) (4 pav.).



4 pav. Tiriamų mėginių drėgnumas: ND-1 - nevalyta ežero dalis (1 gręžinys), ND-2 - nevalyta ežero dalis (2 gręžinys), VD-1 - valyta ežero dalis (3 gręžinys), VD-2 - valyta ežero dalis (4 gręžinys)

Fig. 4. The humidity of samples: ND-1 – no dredged part of the lake (bore No.1), ND-2 - no dredged part of the lake (bore No.2), VD-1 - dredged part of the lake (bore No.3), VD-2 - dredged part of the lake (bore No.4)

Atliekant matavimus pastebima drėgnumo parametro reikšmių spartesnė mažėjimo tendencija nevalytoje ežero dalyje paimtuose mėginiuose. Tai tiesiogiai gali būti susiję su dumblo mėginių struktūros skirtumais valytoje ir nevalytoje ežero dalyse.

Siekiant detaliau įvertinti tiriamų bandinių struktūros skirtumus buvo atlikti sausosios masės ir organinės masės bandiniuose tyrimai. Tyrimų rezultatai pateikti 1 lentelėje.

1 lentelė. Sausosios ir organinės medžiagos kiekių pasiskirstymas dumblo mėginiuose

Table 1. The distribution of dry and organic quantity of a substance in the sludge samples

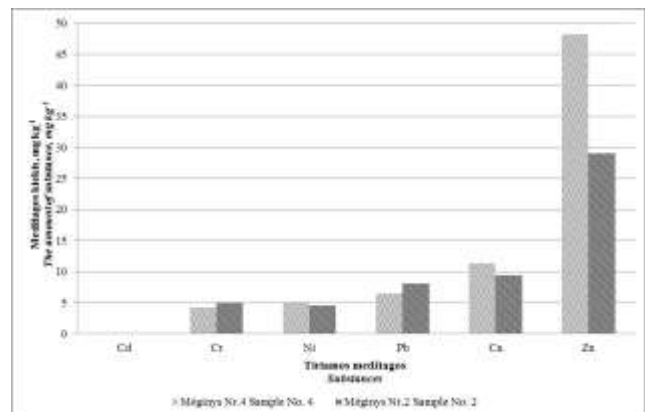
Mėginio Nr. Sample No.	Sausosios masės kiekis, % Dry quantity of a substance %	Organinės medžiagos kiekis, % Organic quantity of a substance %
ND-1	20,87	42,76
ND-2	30,29	66,05
VD-1	9,67	20,09
VD-2	13,31	22,82

Nustatyta, kad nevalytoje ežero dalyje (ND-1 ir ND-2) paimtuose mėginiuose sausosios masės yra 20,87–30,29 proc. Tuo tarpu valytoje dalyje (VD-1 ir VD-2) atitinkamai 9,67 ir 13,31 proc., t.y. 2–3 kartus mažiau nei nevalytoje ežero dalyje. Tokias pat tendencijas rodo ir organinės

medžiagos kiekio pasiskirstymas valytoje ir nevalytoje ežero dalyse. Valytoje ežero dalyje organinės medžiagos kiekis (20,09–22,82 proc.) 2–3 kartus mažesnis nei nevalytoje dalyje (42,76–66,05 proc.).

Tikėtina, kad nagrinėtų parametrų reikšmių pasiskirstymą plačiose ribose lemia pačių mėginių dumblo struktūra, kuri šiame darbe nėra nagrinėjama.

Vertinant dumblo mėginius pagal cheminę sudėtį nustatyta, kad tiriamų medžiagų koncentracijos mėginiuose yra pasiskirsčiusios pakankamai vienodai. Tik 4 mėginyje rastas didesnis kiekis cinko (Zn) nei 2 mėginyje (5 pav.). Šio skirtumo priežastingumo kol kas nenustatyta.



5 pav. Tiriamų mėginių cheminė sudėtis
Fig. 5. The chemical composition of samples

Nustatyta, kad tiriamuose dumblo mėginiuose esančių cheminių elementų kiekis neviršina leistinų normų (pagal LAND 20-2005 „Nuotekų dumblo naudojimo tręšimui bei rekultivavimui reikalavimus“). Todėl dumblas gali būti priskirtas pirmajai dumblo kategorijai ir naudojamas kaip organinė trąša žemės ūkio paskirties laukuose.

Išvados

1. Tiriamo dumblo rūgštingumo reikšmės svyruoja 7,15–7,97 ribose. Nustatyta, kad vidutinė ežero dumblo rūgštingumo vertė – 7,50.

2. Nustatyta, kad dumbliui džiūstant 30 dienų natūraliomis sąlygomis (esant 15°C temperatūrai) mėginių drėgnumas nukrenta nuo 22,87 (mėginys Nr.1) iki 53,47 proc. buvusio drėgnio (mėginys Nr.4). Tai tiesiogiai sietina su dumblo mėginių struktūros skirtumais valytoje ir nevalytoje ežero dalyse.

4. Nustatyta, kad valytoje ežero dalyje organinės medžiagos kiekis (20,09–22,82 proc.) 2–3 kartus mažesnis nei nevalytoje dalyje (42,76–66,05 proc.). Tai rodo, kad valytoje ir valytoje ežero dalyse yra susikaupęs skirtingą organinės masės kiekį turintis dumblas.

5. Nustatyta, kad pagal cheminę sudėtį dumblas gali būti priskirtas pirmajai dumblo kategorijai ir naudojamas kaip organinė trąša žemės ūkio paskirties laukuose.

Literatūra

1. BRADFORD, GR., PAGE, AL., LUND, LJ., OLMSTEAD, W. Trace Element Concentrations of Sewage Treatment Plant Effluents and Sludges; Their Interactions with Soils and Uptake by Plants. Journal of Environmental Quality, 1975, Vol. 4, No. 1, p. 123–127.

2. HENZE, M., HARREMOES, P., JANSEN JES LA COUR, ARVIN E. Wastewater Treatment– Biological and Chemical Processes: Springer, 2002, 430 p.
3. JURONIEŅĀ, V., VILIŪTĒ, E., MARTUZEVIČIUS D., 2007. Variation of Heavy Metals Concentration in Šiauliai City Urban Wastewater and Sludge. *Aplinkos tyrimai, inžinerija ir vadyba*, 2007, Vol. 4(42), p. 46–53.
4. KAUTHALE, VK., TAKAWALE, PS., KULKARNI, PK., DANIEL, LN. Influence of flyash and sewage sludge application on growth and yield of annual crops. *International Journal of Tropical Agriculture*, 2005, Vol. 23, p. 49–54.
5. Komisijos įgyvendinimo reglamentas (ES) Nr.354/2014 kuriuo iš dalies keičiamas ir taisomas Reglamentas (EB) Nr. 889/2008, kuriuo nustatomos išsamios Tarybos reglamento (EB) Nr. 834/2007 dėl ekologinės gamybos ir ekologiškų produktų ženklinimo įgyvendinimo taisyklės dėl ekologinės gamybos, ženklinimo ir kontrolės. (OL L 106, 2014 4 9, p. 7–14) [žiūrėta 2015-03-15]. Prieiga per internetą: <http://eur-lex.europa>
6. Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2005 m. lapkričio 28 d. įsakymas Nr. D1-575 „Dėl aplinkos ministro 2001 m. birželio 28 d. įsakymo Nr.349 „Dėl Lietuvos aplinkos apsaugos normatyvinio dokumento LAND 20-2001 „Nuotekų dumblo naudojimo tręšimui reikalavimai“ patvirtinimo pakeitimo“, kuriuo patvirtinta LAND 20-2005 „Nuotekų dumblo naudojimo tręšimui bei rekultivavimui reikalavimai“.
7. MTSHALI, JS., TIRUNEH AT., FADIRAN, AO. Characterization of Sewage Sludge Generated from Wastewater Treatment Plants in Swaziland in Relation to Agricultural Uses. *Resources and Environment*, 2014, Vol. 4(4), p. 190–199.
8. PAKHNENKOA, EP., ERMAKOVA, AV., UBUGUNOV, LL. Influence of sewage sludge from sludge beds of Ulan-Ude on the soil properties and the yield and quality of potatoes. *Moscow University Soil Science Bulletin*, 2009, Vol. 64(4), p. 175–181.
9. PEKARSKAS, J., GEGUŽIS, R., BAUBLYS, R., GAVENASKAS, A. Anykščių rajone Troškūnų seniūnijoje esančio Malmažo tvenkinio dumblo kokybės vertinimas. *Žmogaus ir gamtos sauga*, 2015, 2 dalis, p. 80–83.
10. RICHARDS, BK., STEENHUIS, TS., PEVVERLY, JH., MC BRIDE, MB. (1998). Metal mobility at an old, heavily loaded sludge application site. *Environmental Pollution*, 1998, Vol. 89, p. 365377.
11. SEAKER, EM., SOPPER, WE. Municipal sludge for mine spoil reclamation: II. Effects on organic matter. *Journal of Environmental Quality*, 1988, Vol. 17, p. 598–602.
12. SINGH, RP., AGRAWAL, M. Potential benefits and risks of land application of sewage sludge. *Waster management*, 2008, Vol. 28 (2), p. 347–358.

Juozas Pekarskas, Ramūnas Gegužis, Raimundas Baublys, Algirdas Gavenauskas, Vytautas Kisieliūs, Aurimas Sakalauskas

Investigation and evaluation of sludge characteristics in small water bodies of Lithuania

Summary

Sludge accumulates in many water bodies of Lithuanian due to on-going eutrophication processes that worsens the ecological status of water bodies. To improve the current situation and bad ecological status could be possible by removing accumulated sludge from the water. The object is the Malmaza lake, located in the town of Troškūnai (Anykščių r.). This lake has been investigated in order to identify the physical and chemical properties of the sludge, and also to assess the possibilities of using sludge as fertilizer for agricultural purposes on agricultural lands. There were taken 4 samples in different places of Malmaza lake for laboratory testing. It was found that the structure of sludge is different in dredged and no dredged parts of lake. It was found that the acidity of sludge various in the range from 7.15 to 7.97. Also it was found that the humidity of sludge has dropped down from 22.87 to 53.47 % from present humidity level after 30 days drying under natural conditions. This is directly related to differences in the structure of the sludge samples dredged and no dredged places of the lake. It was estimated that the amount of organic substance (20.09 to 22.82 %) are 2-3 times lower than no dredged section (from 42.76 to 66.05 %) of the lake. This indicates that individual parts of the lake accumulate sludge with the different amount of organic substance. The evaluation of the chemical composition of the sludge shows that the sludge is first category and can be used as organic fertilizer in agricultural fields.

Sludge, humidity, acidity, organic substance, the content of dry matter

Gauta 2016 m. kovo mėn., atiduota spaudai 2016 m. balandžio mėn.

Juozas PEKARSKAS. Aleksandro Stulginskio universiteto Miškų ir ekologijos fakulteto Aplinkos ir ekologijos instituto Agroekologijos centro vadovas biomedicinos mokslų daktaras, docentas. Adresas: Studentų g. 15, LT-53361 Akademija, Kauno raj. Tel. (8 671) 03749, el. paštas: juozas.pekarskas@asu.lt

Juozas PEKARSKAS. Aleksandras Stulginskis University, Faculty of Forestry and Ecology, Institute of Environment and Ecology, head of Agroecological centre, doctor of biomedical sciences, associated professor. Address: Studentų str. 15, LT-53361 Academy, Kaunas r. Tel. (8 671) 03749, e-mail: juozas.pekarskas@asu.lt

Ramūnas GEGUŽIS. Aleksandro Stulginskio universiteto Vandens ūkio ir žemėtvarkos fakulteto Vandens išteklių inžinerijos instituto, aplinkos inžinerijos mokslų daktaras. Adresas: Studentų g. 10, LT-53361 Akademija, Kauno raj. Tel. (8 37) 75 23 37, el. paštas: Ramunas.Geguzis@asu.lt

Ramūnas GEGUŽIS. Aleksandras Stulginskis University, Faculty of Water and Land Management, Institute of Water Resources Engineering, doctor of environmental engineering sciences. Address: Studentų str. 10, LT-53361 Akademija, Kaunas distr. Tel. (+370 37) 75 23 37, e-mail: Ramunas.Geguzis@asu.lt

Raimundas BAUBLYS. Aleksandro Stulginskio universiteto Vandens ūkio ir žemėtvarkos fakulteto Vandens išteklių inžinerijos instituto aplinkos inžinerijos lektorius. Adresas: Studentų g. 10, LT-53361 Akademija, Kauno raj. Tel. (8 37) 75 23 37, el. paštas: Raimundas.Baublys@asu.lt

Raimundas BAUBLYS. Aleksandras Stulginskis University, Faculty of Water and Land Management, Institute of Water Resources Engineering, lecturer of environmental engineering sciences. Address: Studentų str. 10, LT-53361 Akademija, Kaunas distr. Tel. (+370 37) 75 23 37, e-mail: Raimundas.Baublys@asu.lt

Algirdas GAVENASKAS. Aleksandro Stulginskio universiteto Miškų ir ekologijos fakulteto Aplinkos ir ekologijos instituto docentas, biomedicinos mokslų daktaras. Adresas: Studentų g. 11, LT-53361 Akademija, Kauno raj. Tel. (8 37) 752224, el. paštas: Algirdas.Gavenauskas@asu.lt

Algirdas GAVENASKAS. Aleksandras Stulginskis University, Faculty of Forestry and Ecology, associated professor of Institute of Environment and Ecology, doctor of biomedical sciences. Address: Studentų str. 11, LT-53361 Academy, Kaunas r. Tel. (8 37) 752224, e-mail: Algirdas.Gavenauskas@asu.lt

Vytautas KISIELIUS. Aleksandro Stulginskio universiteto Vandens ūkio ir žemėtvarkos fakulteto Vandens išteklių inžinerijos instituto aplinkos inžinerijos magistrantas. Adresas: Studentų g. 10, LT-53361 Akademija, Kauno raj. Tel. (8 37) 75 23 37, el. paštas: Vytautas.Kisielius@stud.asu.lt

Vytautas KISIELIUS. Aleksandras Stulginskis University, Faculty of Water and Land Management, Institute of Water Resources Engineering, master of environmental engineering sciences. Address: Studentų str. 10, LT-53361 Akademija, Kauno r. Tel. (8 37) 75 23 37, el. paštas: Vytautas.Kisielius@stud.asu.lt

Aurimas SAKALAUSKAS. Aleksandro Stulginskio universiteto Vandens ūkio ir žemėtvarkos fakulteto Vandens išteklių inžinerijos instituto aplinkos inžinerijos bakalauras. Adresas: Studentų g. 10, LT-53361 Akademija, Kauno raj. Tel. (8 37) 75 23 37, el. paštas: Aurimas.Sakalauskas@stud.asu.lt

Aurimas SAKALAUSKAS. Aleksandras Stulginskis University, Faculty of Water and Land Management, Institute of Water Resources Engineering, bachelor of environmental engineering sciences. Address: Studentų str. 10, LT-53361 Akademija, Kauno r. Tel. (8 37) 75 23 37, el. paštas: Aurimas.Sakalauskas@stud.asu.lt