

## Environmental engineering Aplinkos inžinerija

# REGULIUOJAMO IR NEREGULIUOJAMO DRENAŽO VANDENS TARŠOS AZOTO JUNGINIAIS PALYGINAMOJI ANALIZĖ

Rasa STANKEVIČIENĖ\*

*Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Vilnius, Lietuva*

Gauta 2022 m. gegužės 30 d.; priimta 2022 m. liepos 4 d.

**Santrauka.** Žemės ūkio drenažas ir su juo susijusios vandentvarkos sistemos įdiegtos siekiant pašalinti ar sumažinti iki priimtino lygio su vandens pertekliumi susijusius veiksnius, ribojančius pasėlių augimą. Šalinant vandens perteklių dirbamuose plotuose svarbu mažinti ir kartu su drenažiniu vandeniu ištekancį azoto junginių išplovimą, taip pat užtikrinti saugų ir tvarų augalų apsaugos priemonių ir trąšų naudojimą. Vienas galimų sprendimų – nereguliuojamų drenažų konstrukcijas pertvarkyti į reguliuojamų drenažų sistemas. Tokiose sistemose galima reguliuoti gruntinio vandens lygį pagal augalų poreikius ir sumažinti maistingųjų medžiagų išplovimą su drenažo vandeniu. Šiame straipsnyje pristatoma reguliuojamo ir nereguliuojamo drenažo vandens taršos azoto junginiais palyginamoji analizė. Tyrimai atlikti Pasvalio rajone esančio ūkio laukuose, kur greta viena kitos veikia abiejų tipų drenažo sistemos.

**Reikšminiai žodžiai:** reguliuojamas drenažas, nereguliuojamas drenažas, vandens tarša, azoto junginiai.

## Įvadas

Lietuva yra drėgmės pertekliaus zonoje, dėl šios priežasties efektyviai vystyti žemės ūkį galima tik nusauginus pernellyg šlapius plotus įrengiant drenažo sistemas (Ruminaitė, 2010; Stankevičienė & Survilė, 2020). Lietuvoje didžioji dalis, apie 84 %, visų nusauintų žemės ūkio plotų nusauinta nereguliuojamu drenažu. Tai yra tradicinė sausinimo sistema, kurios minusas tas, kad ji veikia vienpusiškai, nuolat šalindama drėgmę ir vandens perteklių iš dirvožemio. Tokia drenažo sistema ištekėdamas iš dirvos vanduo išplauna ir įvairias chemines bei biogenines medžiagas. Užtuot pasisavintos augalų, tokios medžiagos kaip azotas, fosforas atsiduria atviruose vandens telkiniuose taip blogindamos jų kokybę. Veikiant nereguliuojamam drenažui, dirvožemio vandens lygis žemėja, nors vandens atsargų taupymo požiūriu, pasiekus tam tikrą sausinimo ribą, būtų naudinga jį pristabdyti. Naudojant reguliuojamo drenažo sistemas galima reguliuoti dirvožemio vandens lygį sulaukant drenažo nuotėkį ir kartu taupant dirvožemio vandens atsargas (Zubelzu et al., 2022). Tokiu būdu būtų mažinamas cheminių ir biogeninių medžiagų išplovimas ir patekimas į atvirus vandens telkinius (Salo et al., 2021; Povilaitis et al., 2018; Gramlich et al., 2018). Naudojant reguliuojamą drenažą galima sumažinti azoto

junginių metinį išplovimą nuo 20 iki 90 %, o bendrojo fosforo – nuo 10 iki 30 %.

Intensyviai vykstantys klimato pokyčiai taip pat daro didžiulę įtaką žemės ūkio produkcijos derliui (Øygarden et al., 2014; Tuohy et al., 2018). Vienas galimų sprendimų siekiant sumažinti klimato kaitos poveikį – nereguliuojamų drenažų konstrukcijas pertvarkyti į reguliuojamų drenažų sistemas. Pastaraisiais metais moksliniai tyrimai parodė, kad drenažo vandens valdymas suteikia galimybę kontroliuoti agrocheminių medžiagų (trąšų, maistinių medžiagų ir pesticidų) naudojimą, praradimą pasėlių plotuose, nes jie išsiplauna paviršinio nuotėkio ir povandeninio drenažo išleidimo metu (Fouss et al., 2007; Saadat et al., 2018; Bučienė et al., 2019; Povilaitis & Matikienė, 2020).

Tyrimo tikslas – palyginti iš reguliuojamo ir nereguliuojamo drenažo sistemų ištekancio vandens kokybę azoto junginių išplovimo atžvilgiu.

## 1. Tyrimų objektas

Tyrimai atlikti šiaurinėje Lietuvos dalyje, Pasvalio rajone, Nakiškių kadastrinėje vietovėje esančiame dirbamos žemės ūkio lauke (1 pav.).

Pasvalio rajonas išsiskiria tuo, jog čia pagal žemės ūkio plotus vyrauja didesni nei vidutiniai ūkiai. Vidutinis

\*Autorius susirašinėti. El. paštas [rasa.stankeviciene@vilniustech.lt](mailto:rasa.stankeviciene@vilniustech.lt)



1 paveikslas. Tyrimų vieta Lietuvos teritorijos atžvilgiu ir drenažo sistemų padėties planas

Figure 1. Research location in relation to the territory of Lithuania and location plan of drainage systems

ūkio dydis šiame Lietuvos regione siekia 124,83 ha (2019 m. duomenimis). Daugiausia juose auginama kviečių (96,30 % visų ūkių), miežių (37,78 %), rapsų (63,70 %) (Vaitekūnienė, 2021). Pasvalio rajonas yra antras derlingiausias rajonas po Šakių rajono Lietuvoje su dirvožemio našumo balu, lygiu 50,17 (Lietuvos vidurkis – 39,83), tai ir lėmė tiriamos teritorijos pasirinkimą. Tiriamajame lauke šis rodiklis svyruoja nuo 57,1 iki 61,7 balo, vadinasi, dirbamos žemės našumas perkopia Lietuvos vidurkį. Tyrimams pasirinktas dirbamos žemės laukas yra vienoje iš derlingiausių kadastrinių vietovių Lietuvoje, jo plotas 39,41 ha. Siekiant palengvinti darbo sąlygas dideliame plote jis yra padalintas į kelis mažesnius laukus. Trijuose iš tokių laukų, kurių kiekvieno plotas apie 3 ha, tinkamam dirvožemio režimui palaikyti, didesniems žemės ūkio produkcijos derliams išauginti ir kartu biogeninių medžiagų patekimui kartu su požeminiu ir paviršiniu nuotėkiu iš dirbimų laukų į gamtinę aplinką ir atvirus vandens telkinius sumažinti įrengtos sausinimo sistemos. Dviejuose sklypuose įrengta moderni reguliuojamo drenažo sistema su drenažo šuliniais. Kitame veikia senesnio tipo nereguliuojamo drenažo sistema (1 pav.).

Pagal dirvožemio tipą (LTDK99) tyrimo objekte vyrauja rudžemiai (RD/CM) ir nedidelė dalis slyžemių (GL/GL). Pagal dirvožemių granulimetrinę sudėtį vyrauja lengvo ir vidutinio sunkumo priemoliai, taip pat yra lengvo molio. Tokie dirvožemiai yra didesnio filtracinio laidumo, dėl to galima lengviau reguliuoti drėgmės režimą laukuose. Tai leidžia drėgmei aukščiau drenų greičiau pratekti į drenas, o žemiau drenų esantis ne toks laidus gruntas lėtina filtraciją į giliau esančius sluoksnius.

Svarbu įvertinti meteorologines klimato sąlygas viso tyrimo laikotarpiu. Drenažo veikimas, jo nuotėkio valdymo sistemų hidrologinis režimas priklauso nuo oro temperatūros, dirvožemio fizinių savybių, gruntinio sluoksnio vandens lygio, sniego tirpimo ir atmosferos kritulių. Šioms sąlygoms įvertinti analizuojami artimiausiai tiriamojo objekto, Pakruojo agrometeorologijos stoties, surinkti duomenys.

Vandens mėginiai tyrimams iš drenažo sistemų imti 2020–2021 m. laikotarpio aktualiausiai dirvožemio drėgmės režimui ir derlingumui sezonais (rudenį, pavasarį ir vasarą), kai vandens prietaka iš atmosferos yra didžiausia, o jo sunaudojimas taip pat yra intensyvus. Vandens mė-

giniai imti tiek iš reguliuojamos, tiek iš nereguliuojamos drenažo sistemos nustatant debitą ir azoto junginių, tokių kaip nitritų, nitratų, amonio azoto, bei skendinčiųjų medžiagų koncentracijas.

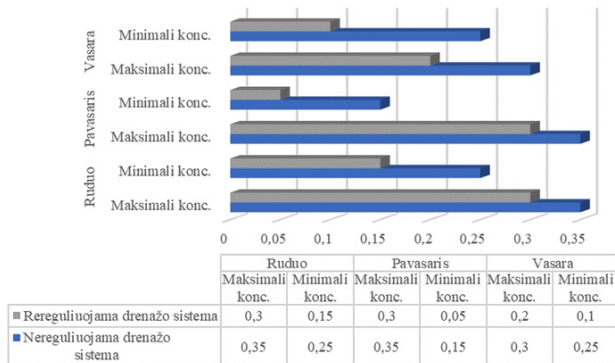
## 2. Drenažų vandens kokybės palyginamoji analizė

Atlikus iškritusių kritulių duomenų analizę matyti, kokie skirtingi buvo tiriami sezonai. 2020 metų pavasario – kovo, balandžio ir gegužės mėnesiais iškrito 1,2 karto mažiau, o 2021 m. pavasario mėnesiais 1,4 karto daugiau kritulių. Toks nevienodas kritulių pasiskirstymas atskirais sezonais metų laikotarpiu skirtingai lemia vegetacinį augalų režimą. Mažesnę kritulių kiekį kompensuoja reguliuojamose sistemose sukauptas tirpimo vanduo. Didesnis, perteklinis kritulių kiekis, sukauptas iki atitinkamo nustatyto reguliuojamo lygio, drenažo sistemose pašalinama iki numatytos sulaikymo ribos. Vasarą didelių pokyčių nepastebėta. Reguliuojamo drenažo sistemas nuo rugpjūčio mėnesio pradžios galima palikti veikti sausinamuoju režimu, kad subrandinti grūdai išliktų kuo sausesni prieš nuimant derlių. Nereguliuojamoje drenažo sistemoje šių procesų reguliuoti neįmanoma. Ruduo, skirtingai nuo pavasario, buvo sausesnis nei įprastai. Rugpjūčio mėnesio pabaigoje, nuėmus gautą derlių iki kitos sėjos arba pasodinus tarpinius pasėlius, vėl galima pradėti kaupti drenažo sistemose vandenį lengvesniam augalų vegetaciniam laikotarpiui.

Pirmuosius mėginių ėmimo kartus reguliuojamose sistemose perteklinio nuotėkio neužfiksuota, o nereguliuojamo drenažo sistema veikė įprastu režimu. Tiriamuoju laikotarpiu didesni debitai išmatuoti rugpjūčio mėnesio pirmoje dekaadoje iškritus didesniams kritulių kiekiui (54,6 mm). Sistemose susidaręs vandens perteklius tiek per nereguliuojamo, tiek per reguliuojamo drenažo sistemas į gamtinę aplinką, paviršinius vandens telkinius šalinosi nuo 0,17 l/s iki 0,19 l/s debitu. Nereguliuojamo drenažo sistemoms kritulių kiekių kaita didelės įtakos praktiškai neturi, nes jos paskirtis – drenose sukauptą vandenį nukreipti iki rinktuvo žiočių į paviršinio vandens telkinius. Reguliuojamose drenažo sistemose ankstyvą pavasarį patvenkus sistemas, sukauptas ir sulaikomas taip reikalingas kritulių vanduo kartu su jame esančiomis biogeninėmis medžiagomis, taip užkertamas kelias jų išsiplovimui į gamtinę aplinką ir paviršinius vandenį. Vėliau esant sauringam periodui šį sukauptą vandenį suvartoja augalai.

Atlikus paimtų vandens mėginių analizę nustatyta, jog didžiojoje dalyje mėginių skendinčiųjų medžiagų maksimalūs kiekiai ir didžiausia koncentracija užfiksuota nereguliuojamo drenažo sistemos vandenyje. Taip yra todėl, kad perteklinis drenažo vanduo yra iš karto nukreipiamas į sausinimo sistemą, kartu su juo į rinktuvus patenka išsiplovusių organinių bei mineralinių medžiagų dalelės. Didžiausia skendinčiųjų medžiagų koncentracija nustatyta rudens sezonu, kai ji siekė 0,35 mg/l. Reguliuojamo drenažo sistemos vandens mėginiuose didžiausia skendinčiųjų medžiagų koncentracija rudens, pavasario sezonais

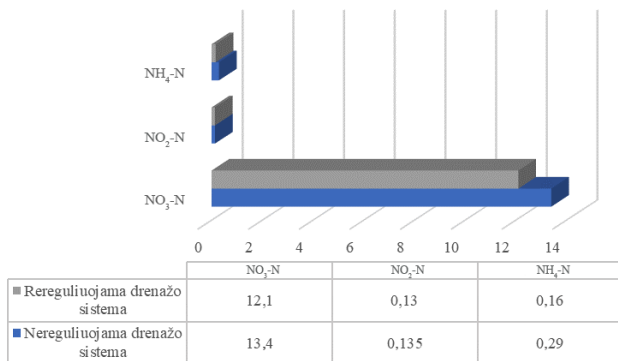
siekė tik 0,3 mg/l, mažiausia – 0,05 mg/l (2 pav.). Mažesnes skendinčiųjų medžiagų koncentracijas šioje sistemoje gali lemti tai, kad reguliavimo šulinyje yra sulaikomas prasifiltravęs iš dirvožemio vanduo, ir tokiu būdu dalis skendinčiųjų medžiagų nusėda šulinyje neištekėdamos į atvirus vandens telkinius. Todėl mažėja upių, upelių, griovių dugno uždumblėjimas ir užpelkėjimas, o susidariusias ir susikaupusias dėl skendinčiųjų medžiagų nuosėdas išvalyti ir vėliau pašalinti iš drenažo šulinių yra lengviau ir paprasčiau nei iš atvirų vandens telkinių.



2 paveikslas. Skendinčiųjų medžiagų koncentracijų mg/l pasiskirstymas atskirais sezonais

Figure 2. Distribution of suspended matter concentrations in mg/l during different seasons

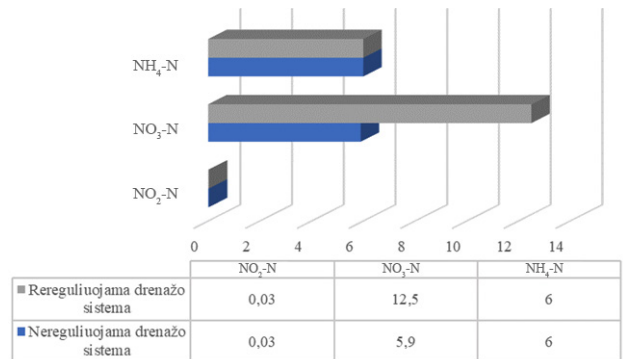
Analizuojant paimtus mėginius ir atliktus tyrimus nustatyta, jog rudens sezono laikotarpiu vidutinis debitas iš nereguliuojamos drenažo sistemos buvo 0,005 l/s, reguliuojamos – 0,004 l/s. Esant didesniam ištekančio iš drenažo sistemų vandens debitui turėtų vykti didesnis vandens prasiskiedimas, o nustatytos biogeninių medžiagų koncentracijos paimtuose mėginiuose turėtų būti mažesnės. Tačiau šiuo atveju taip nėra. Nereguliuojamos drenažo sistemos vandenyje visų azoto junginių vidutinės koncentracijos yra didesnės lyginant su reguliuojamos drenažo sistemos vandeniu (3 pav.). Tai rodo, kad šių biogeninių medžiagų išsiplovimas tokiose drenažo sistemose yra intensyvesnis ir jų vidutiniškai išsiplauna 11 % daugiau. Vamzdynais vanduo teka greičiau ir savaime neapsivalo.



3 paveikslas. Azoto junginių koncentracijos mg/l pasiskirstymas rudens sezonu

Figure 3. Distribution of nitrogen compounds concentration in mg/l during the autumn season

Pavasario sezonu dėl nedidelio tiriamoje vietovėje atmosferos kritulių kiekio mėginių ėmimo periodu (34 mm) vidutinis debitas iš nereguliuojamos drenažo sistemos buvo 0,001 l/s. Iš reguliuojamos sistemos vamzdynų vanduo į gamtinę aplinką netekėjo. Vidutinė azoto junginių koncentracija paimtuose vandens mėginiuose iš nereguliuojamos drenažo sistemos buvo 35 % mažesnė negu reguliuojamoje drenažo sistemoje (4 pav.).



4 paveikslas. Azoto junginių koncentracijos mg/l pasiskirstymas pavasario sezonu

Figure 4. Distribution of nitrogen compounds concentration in mg/l during the spring season

Taip yra todėl, kad nesant perteklinio vandens išleidimo į gamtinę aplinką mėginiai buvo imti iš reguliuojamos drenažo sistemos šulinių. Šiuose šuliniuose sulaikomas prasifiltravęs pro dirvą vanduo kartu su jame esančiomis biogeninėmis medžiagomis. Toks vanduo nepatenka į paviršinius vandens telkinius, o sumažėjus dirvos drėgnumui ir atsiradus augalų vandens poreikiui sulaikytas vanduo kartu su jame esančiais azoto junginiais yra grąžinamas į dirvą, kur jį sėkmingai pasisavina augalai. Pavasario sezonu nustatyta didžiausia nitratų azoto koncentracija, kuri siekė 12,5 mg/l. Tai gali būti susiję su laukų tręšimu ir su tuo, jog nitratai yra ta azoto junginių forma, kurią sunkiai išsivaina dirvožemis ir vangiau paima augalai (Adomaitis et al., 2004), apie 90 % viso azoto junginių išsiplauna būtent šia forma. Pavasario mėginiuose nustatyta koncentracija neviršija vandens teršalų, galinčių patekti į gamtinę aplinką, ribinės koncentracijos leistinos normos (23 mg/l).

Išskirtinis atvejis buvo 2021 m. rugpjūčio mėnesį, kelios dienos prieš mėginių paėmimą iškrito didelis kritulių kiekis. Nereguliuojamos drenažo sistemos veikimo principas – iš karto pašalinti perteklinį vandens kiekį iš dirvos. Kaip tik dėl šios priežasties, praėjus kelioms dienoms po intensyvesnio lietaus, imant mėginius, ištekančio iš nereguliuojamos drenažo sistemos vandens debitas buvo 0,17 l/s, iš reguliuojamos didesnis – 0,19 l/s. Reguliuojamoje drenažo sistemoje kažkurį laiką, kol prisipildė sulaikymo šuliniai, prasifiltravęs vanduo buvo kaupiamas ir tik pasiekus persipylimo ribą – per kelių dienų laikotarpį pateko į išleistuvus. Tikėtina, jog kaip tik dėl šios priežasties pertekliniame vandenyje buvo nustatytos dvigubai didesnės vidutinės azoto junginių koncentracijos (2,4 mg/l) lyginant su nereguliuojamu drenažu (0,9 mg/l). Nereguliuojamos drenažo sistemos vamzdynų azoto junginiai



buvo išplaunami nuolat, todėl mėginių paėmimo metu nustatytos mažesnės jų koncentracijos. Kitais mėginių paėmimo atvejais vasaros sezonu perteklinio vandens iš reguliuojamo drenažo sistemų nebuvo, todėl jis visas buvo kaupiamas šuliniuose ir neišleidžiamas į gamtinę aplinką. Vidutinė azoto junginių koncentracija buvo 3,9 mg/l, nereguliuojamos drenažo sistemos vandenyje, kuris nesulaukomas ir išteka į paviršinius vandens telkinius, 1,55 mg/l.

Tiriamų laukų savininko teigimu, įrengus reguliuojamas drenažo sistemas procentine išraiška gaunamas 9,3 % derliaus prieaugis (lyginant su laikotarpiu, kai laukuose veikė tik nereguliuojamas drenažas), nekeičiant tręšimo sąlygų ir tręšiant vienodais kiekiais visame lauke. Galima daryti prielaidą, kad reguliuojamos drenažo sistemos veikia efektyviau už nereguliuojamas sistemas, sulaikydamos vandens perteklių, kurį esant poreikiui vėliau gali pasisavinti augalai. Tokios sistemos įrengimas palyginti greitai atsiperka, teikia ūkininkams ekonominę naudą ir mažina biogeninių medžiagų išsiplovimus.

Sausinti žemės ūkio laukai yra jautresni tiek atmosferinei, tiek antropogeninei taršai. Greitai į nereguliuojamo drenažo sistemos vamzdynus patekęs ir jais nutekantis vanduo neturi galimybės pakankamai savaime apsivalyti, taip spartėja teršalų migracija ir paviršinių vandenų tarša, neigiamai veikianti gamtinę aplinką. Reguliuojamas drenažas yra viena iš pasklidusios taršos, susidarancios iš žemės ūkio laukų mažinimo ir paviršinių vandens telkinių būklės gerinimo, priemonių. Efektyviausia biogenines medžiagas sulaikyti jų paskleidimo ar susidarymo vietoje neleidžiant patekti į paviršinius vandens telkinius. Šią problemą galima spręsti įrengiant ar pakeičiant nereguliuojamas drenažo sistemas į reguliuojamą drenažą, kartu įrengiant drenažo nuotėkio valdymo sistemą ir perteklinio vandens sulaikymo šulinius.

### 3. Rezultatai ir išvados

Skendinčiųjų medžiagų koncentracija reguliuojamos drenažo sistemos vandenyje yra 1,5 karto mažesnė nei nereguliuojamo drenažo vandenyje. Taip yra todėl, kad reguliavimo šulinyje yra sulaikomas prasifiltravęs iš dirvožemio vanduo, ir tokiu būdu dalis skendinčiųjų medžiagų nusėda jame.

Vidutinė azoto junginių koncentracija pavasario sezonu paimtuose vandens mėginiuose iš nereguliuojamos drenažo sistemos buvo 35 % mažesnė negu reguliuojamoje drenažo sistemoje. Taip yra todėl, kad nesant vandens pertekliaus mėginiai buvo imti iš reguliuojamos drenažo sistemos šulinių, kur kaupiamajame vandenyje koncentracijos yra natūraliai didesnės, toks sulaikytas vanduo sumažėjus dirvos drėgnumui yra grąžinamas į lauką, kur jį sėkmingai pasisavina augalai.

Rudens sezonu iš nereguliuojamos drenažo sistemos azoto junginių išsiplovimas buvo 11 % didesnis nei iš reguliuojamo drenažo. Nereguliuojamomis drenažo sistemomis vanduo nuteka greičiau išnešdamas didesnes azoto junginių koncentracijas į atvirus vandens telkinius. Greitai nutekėdamas drenažinis vanduo praranda galimybę savaime apsivalyti. Prie tokių sistemų galima būtų įrengti vandens sulaikymo ar filtravimo įrenginius situacijai pagerinti.

### Literatūra

- Adomaitis, T., Vaišvila, Z., Mažvila, J., Grickevičienė, S. ir Eitminavičius, L. (2004). Azoto junginių ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$ ) koncentracija lizimetrijų vandenyje skirtingai tręštuose smėlingų priemolių dirvožemiuose. *Zemdirbystė: mokslo darbai*, 4, 21–33.
- Bučienė, A., Povilaitis, A., Langas, V., Bučas, M., Petkuvienė, J., Vaičiūtė, D., & Gužys, S. (2019). Changes in nutrient concentrations of two streams in Western Lithuania with focus on shrinkage of agriculture and effect of climate, drainage runoff and soil factors. *Water*, 11(8), 1590. <https://doi.org/10.3390/w11081590>
- Fouss, J. L., Evans, R. O., Ayars, J. E., & Christen, E. W. (2007). Water table control systems. In *Design and operation of farm irrigation systems* (2nd ed., pp. 684–724). American Society of Agricultural and Biological Engineers. <https://doi.org/10.13031/2013.23701>
- Gramlich, A., Stoll, S., Stamm, C., Walter, T., & Prasuhn, V. (2018). Effects of artificial land drainage on hydrology, nutrient and pesticide fluxes from agricultural fields – A review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 266, 84–99. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.04.005>
- Øygarden, L., Deelstra, J., Lagzdins, A., Bechmann, M., Greipsland, I., Kyllmar, K., & Iital, A. (2014). Climate change and the potential effects on runoff and nitrogen losses in the Nordic–Baltic region. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 198, 114–126. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.06.025>
- Povilaitis, A., & Matikienė, J. (2020). Nitrate removal from tile drainage water: The performance of denitrifying woodchip bioreactors amended with activated carbon and flaxseed cake. *Agricultural Water Management*, 229, 105937. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.105937>
- Povilaitis, A., Rudzianskaite, A., Miseviciene, S., Gasiunas, V., Miseckaite, O., & Živatkauskienė, I. (2018). Efficiency of drainage practices for improving water quality in Lithuania. *Transactions of the ASABE*, 61(1), 179–196. <https://doi.org/10.13031/trans.12271>
- Ruminaitė, R. (2010). *Research and evaluation of the anthropogenic activity impact on the river runoff and water quality*. Technika.
- Saadat, S., Bowling, L., Frankenberger, J., & Kladienko, E. (2018). Nitrate and phosphorus transport through subsurface drains under free and controlled drainage. *Water Research*, 142, 196–207. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2018.05.040>
- Salo, H., Salla, A., & Koivusalo, H. (2021). Seasonal effects of controlled drainage on field water balance and groundwater levels. *Hydrology Research*, 52(6), 1633–1647. <https://doi.org/10.2166/nh.2021.056>
- Stankevičienė, R., & Survilė, O. (2020). Land drainage development processes and changes in the context of runoff change in Northern Lithuania. In *11th International Conference "Environmental Engineering"* (pp. 1–5). Vilnius Gediminas Technical University, Lithuania. <https://doi.org/10.3846/enviro.2020.807>
- Tuohy, P., O'Loughlin, J., Peyton, D., & Fenton, O. (2018). The performance and behavior of land drainage systems and their impact on field scale hydrology in an increasingly volatile climate. *Agricultural Water Management*, 210, 96–107. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.07.033>
- Vaitėkūnienė, R. (2021). *Pasvalio r. respondentinių ūkių duomenų analizė*. <https://www.agroakademija.lt/s/uadt/pasvalio-r-responentiniu-ukiu-duomenu-analize/>
- Zubelzu, S., Sánchez-Calvo, R., Cardozo, D. S., Ide, F. C., & Rodríguez-Sinobas, L. (2022). Suitability of Sustainable Agricultural Drainage Systems for adapting agriculture to climate change. *Science of The Total Environment*, 805, 150319. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150319>

**COMPARATIVE ANALYSIS OF NITROGEN  
COMPOUNDS POLLUTION IN CONTROLLED AND  
FREE DRAINAGE WATER**

**R. Stankevičienė**

**Abstract**

Agricultural drainage and associated water management systems are designed to eliminate to an acceptable level the factors associated with excess water that limit crop growth. In order to eliminate excess water in cultivated areas, it is important to reduce the leaching of nitrogen compounds flowing together with drainage water, as well as to ensure the safe and sustainable use of plant protection products and fertilizers. One possible solution is to transform free drainage structures into controlled drainage systems. In such systems, it is possible to regulate the groundwater level according to the needs of the plants and reduce the leaching of nutrients with drainage water. This paper presents a comparative analysis of controlled and free drainage water pollution by nitrogen compounds. The research was carried out in Pasvalys district, where both types of drainage systems operate next to each other.

**Keywords:** controlled drainage, free drainage, water pollution, nitrogen compounds.