



ALEKSANDRO STULGINSKIO UNIVERSITETAS  
VANDENS IŠTEKLIŲ INŽINERIJOS INSTITUTAS

---

**AZOTO TARŠOS MAŽINIMAS  
IR DRENAŽO BEI PAVIRŠINIŲ VANDENŲ  
KOKYBĖS GERINIMAS  
TAIKANT DENITRIFIKACIJOS BIOREAKTORIUS**

*dokt. Ina Živatkauskienė  
prof. habil.dr. Arvydas Povilaitis*

## *Įvadinis žodis...*

Nuo neatmenamų laikų Lietuva – žemdirbystės kraštas ir žemės ūkis aprūpino maisto produktais ne vieną žmonijos kartą.



Išauginta žemės ūkio produkcija (Nuotraukos iš interneto)

Siekiant pagerinti žemės ūkio gamybos produktyvumą, praeito amžiaus antroje pusėje, užpelkėjusios ir pernelyg drėgnos žemės Lietuvoje buvo intensyviai sausinamos **drenažu**, tai efektyviausia perteklinės drėgmės iš dirvožemio šalinimo priemonė.

Drenažu nusaustos žemės plotas Lietuvoje siekia 3,021 mln. ha t.y. 47% šalies arba 87% žemės ūkio paskirties žemės ploto, iš šio ploto 2,620 mln. ha nusausta drenažu.



Drenažo sistemos (Nuotraukos iš interneto)

Perteklinis vanduo iš žemės ūkio plotų tekėdamas į drenas ar griovius išplauna augalų nepasisavintus azoto junginius bei kitas biogenines medžiagas.

# Tyrimo aktualumas



Žemės ūkio naudmenos  
(Nuotraukos iš interneto)

Nors agronomijos, žemės ūkio inžinerijos ir kt. mokslo sričių specialistai ir mokslininkai, tikintis optimalaus mineralinių ir organinių trąšų įsavinimo dirvožemyje, deda dideles pastangas žemės įdirbimo technologijų kūrimui ir vystymui, **biogeninių medžiagų kiekiai patenkantys į vandenį vis dar per dideli ir sąlygoja eutrofikacijos procesą**, kurio metu yra sutrikdomi natūralūs vandens ekosistemų trofiniai ryšiai.

Drenažo sistemų vanduo yra sudėtinė upių debitų dalis, todėl drenažo vandens kokybiniai parametrai svarbūs ne tik **ekologiniu aspektu, bet ir ekonominiu bei socialiniu.**



Įvairių tarptautinių aplinkosaugos organizacijų vertinimu, Lietuva įvardijama kaip viena didžiausių Baltijos jūros teršėjų. Mokslinių tyrimų rezultatai rodo, kad azoto prietaka iš žemės ūkio plotų per drenažo sistemas yra šios taršos pagrindas.

**Iki 2021 metų, šalis įsipareigojo azoto taršos prietaką į Baltijos jūrą sumažinti  
11,8 tūkstančiais tonų**



Eutrofikuoti paviršiniai vandenys (Nuotraukos iš interneto)

Per pastarąjį šimtmetį, vystantis pramonei bei intensyviai žemės ūkio veiklai – augo ekonominiai-socialiniai rodikliai, **tačiau ekologiniai klausimai buvo mažai aktualūs.**

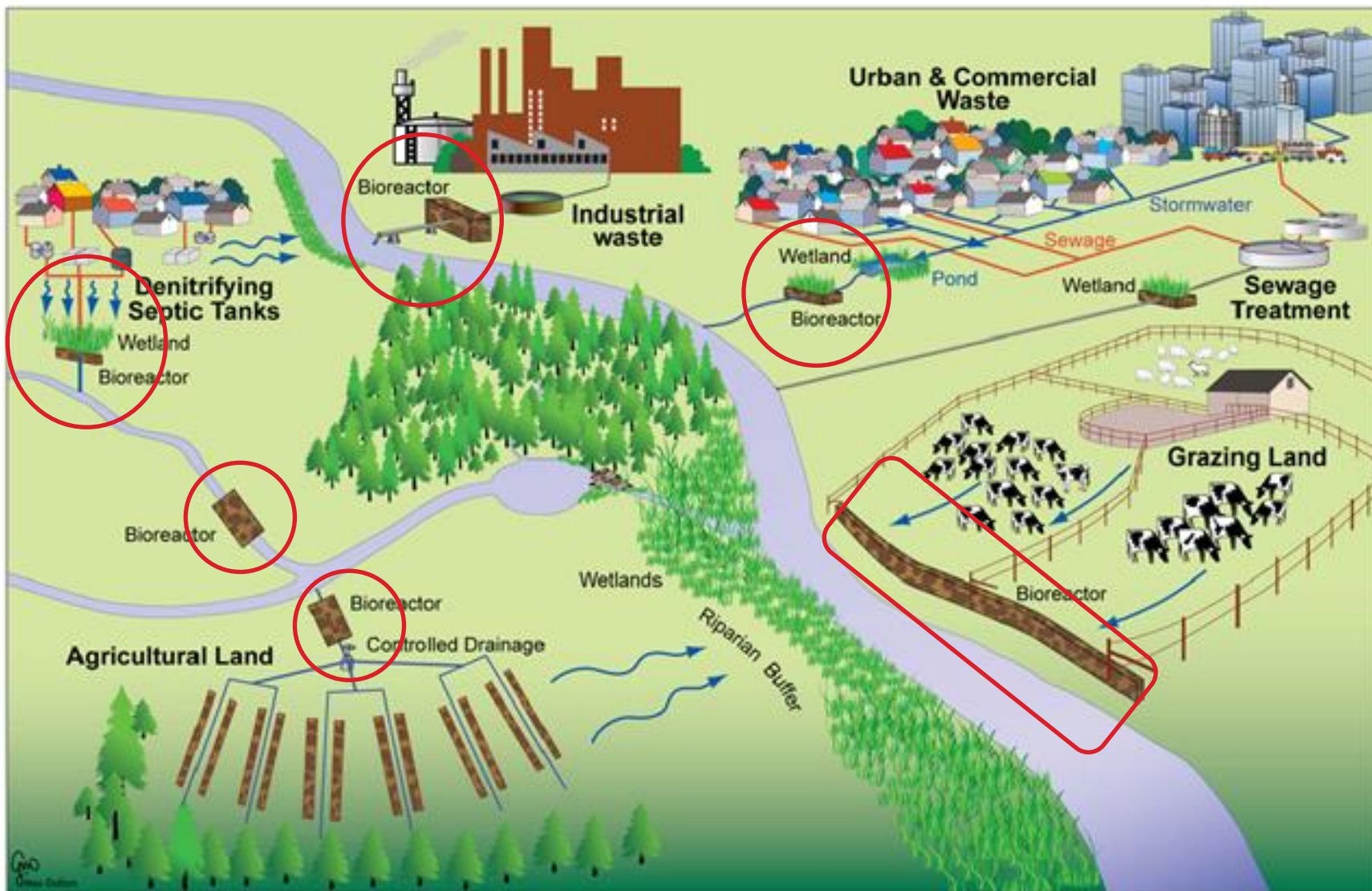
Šiandien, suvokiant ekologinių problemų grėsmę klimato kaitai, bioįvairovės išlikimui, vandens išteklių išsaugojimui ir pan., **vis aktyviau kuriamos ir diegiamos biotechnologijos aplinkosaugos tikslais.**

Lietuvoje ir pasaulyje, siekiant išsaugoti kokybiško vandens išteklius, skiriamas didelis dėmesys mokslo tyrimams, studijoms, monitoringui, įstatymų leidybai, švietimui ir **naujų technologijų kūrimui.**

**Biotechnologijos** – tai tokios technologijos, kurios pagrįstos biologinių sistemų veikimu, gyvų organizmų ar jų dalių naudojimu tam tikrų produktų pramoninei gavybai arba modifikavimui naudojant (molekulinės) biologijos ir inžinerijos metodus, siekiant pagerinti žmogaus ir gyvūnų sveikatą bei aplinką.

Pirmieji bandymai taikyti biotechnologijas azoto pašalinimui drenažo vandenyje pradėti JAV.

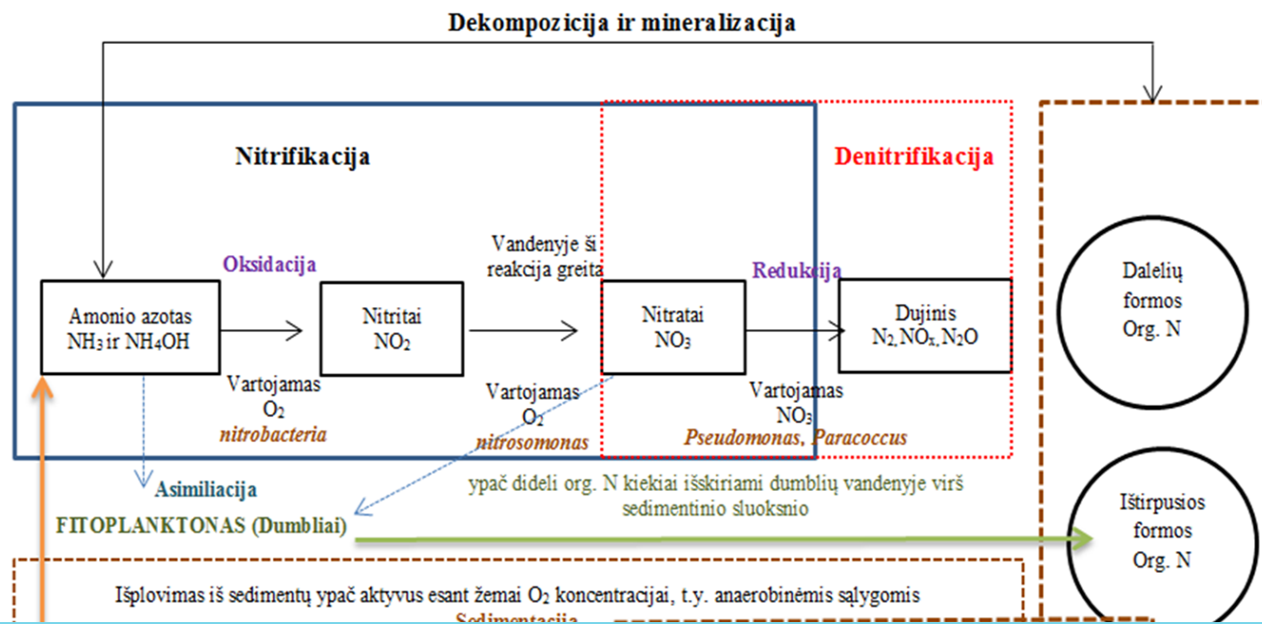
Šių technologijų pagrindas – bioreaktorių su organinių medžiagų užpildais (pvz. medžio drožlėmis) įdiegimas pačioje drenažo sistemoje.



Denitrifikacijos bioreaktorių vizualizacija landšafte



Denitrifikacijos bioreaktoriaus veikla **grindžiama biocheminių procesų vyksmu**, kai drenažinis vanduo specialiai suformuotoje tranšėjoje nukreipiamas tekėti deguonies trūkumo sąlygomis. Tuo metu bakterijos keičia **azoto ciklą vandenyje** – oksiduoja organinėje medžiagoje esančią anglį paimdami deguonį iš vandenyje esančio  $\text{NO}_3$  ir „palieka“ tik dujinę N formą.



Negausūs tyrimai rodo, kad ši priemonė gali sumažinti azoto koncentracijas drenažo vandenyje nuo 30 iki 90%.

# Tyrimo naujumas

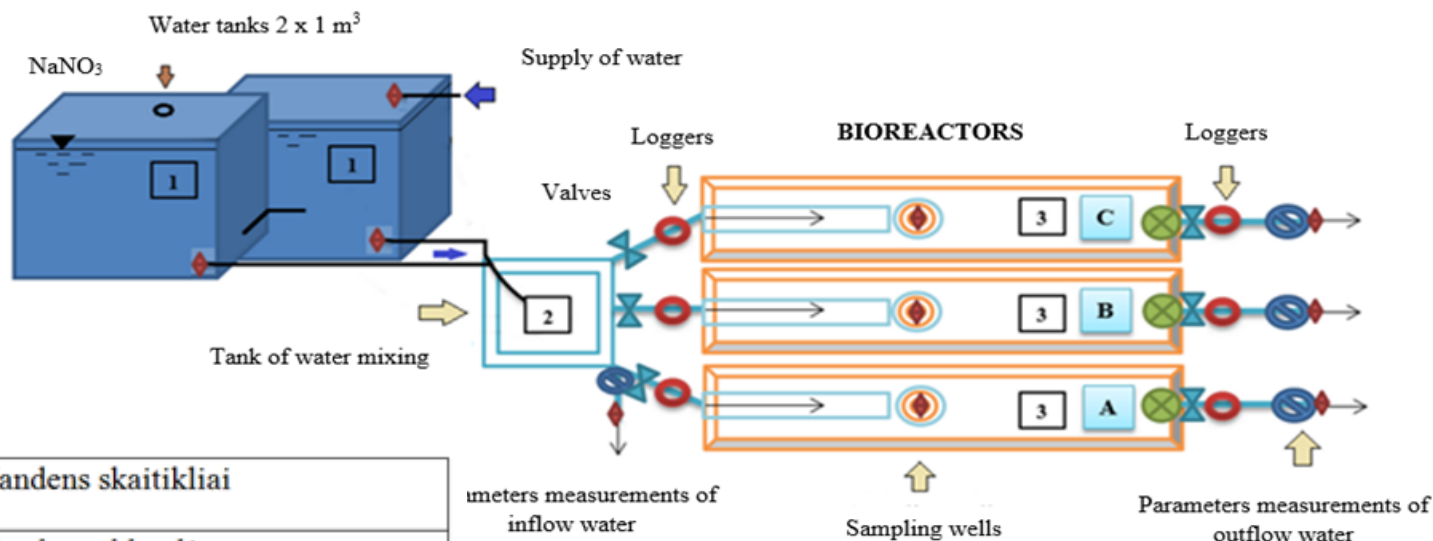


Bioreaktoriaus fizinis modelis

**Hipotezės formavimas.** Manoma, kad denitrifikacijos bioreaktorių efektyvus veikimas priklauso nuo vandens tėkmės sulaikymo trukmės, azoto apkrovos bei denitrifikacijos proceso intensyvumo – šiai hipotezei pagrįsti vykdomi laboratoriniai ir lauko tyrimai.

**Tyrimo objektas** – denitrifikacijos bioreaktoriai su skirtingų fizikinių savybių medžių skiedrų užpildu.

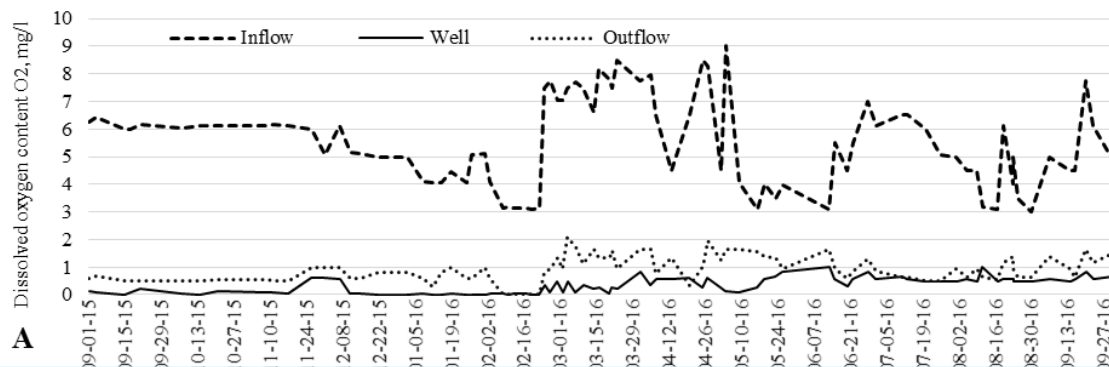
# Denitrifikacijos bioreaktorių konstrukciniai sprendimai



Denitrifikacijos bioreaktorių veikimo principas pagrįstas azoto biologinio šalinimo metodu.

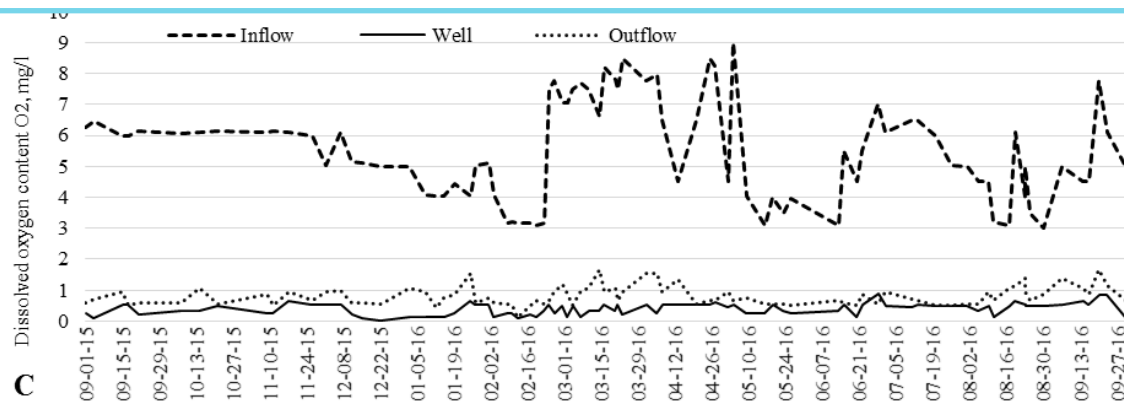
(1 – vandens rezervuarai, 2 – paskirstymo talpykla, 3 – bioreaktoriai)

# Tyrimo rezultatai: Ištirpusio deguonies kiekis



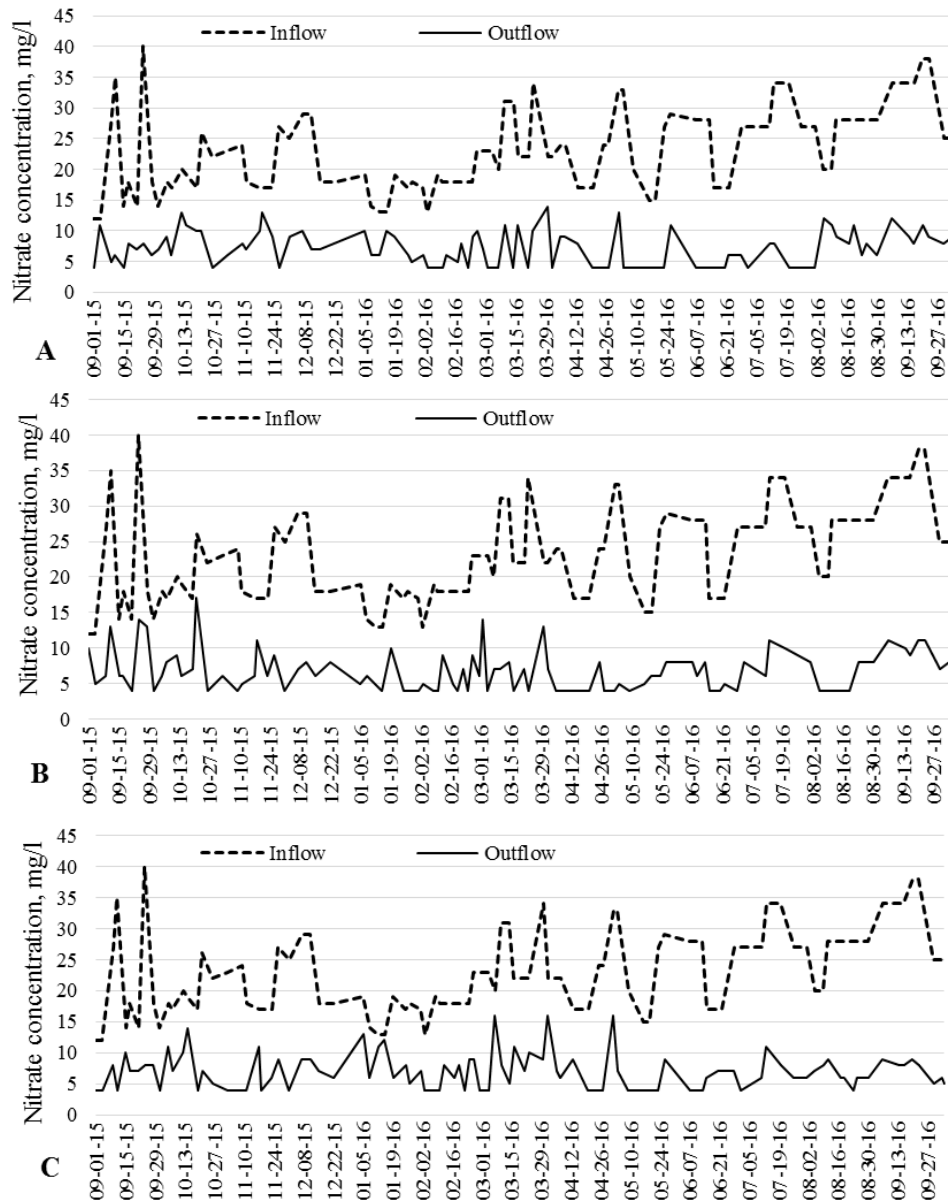
Visuose reaktoriuose per pirmas tris dekalas nuo vandens prietakos/ištakos paleidimo stebimi didesni O<sub>2</sub> reikšmių svyravimai. Ištekėjimo vandenyje O<sub>2</sub> koncentracijos reikšmės kito nuo 0,05 iki 2,70 mg/l.

Pastebėta, kad nusistovėjus biocheminių ir hidrodinaminių procesų pusiausvyrai t.y. nuo reaktorių paleidimo praėjus **4-5 savaitėms, bioreaktoriuose anaerobinės sąlygos stabilizavosi** ir vandens ištekėjimo iš reaktorių mėginiuose deguonies kiekis neviršijo 0,20 mg/l.





# Tyrimo rezultatai: nitratų koncentracija



Deguonies trūkumo sąlygomis  $\text{NO}_3$  mikroorganizmų skaidomi iki dujinės azoto formos.

Nitratų koncentracijos reikšmės svyravo nuo 6.00 iki 60.00 mg/l įtekėjimo vandenyje ir nuo 4.00 iki 51.00 mg/l ištekėjimo vandenyje.

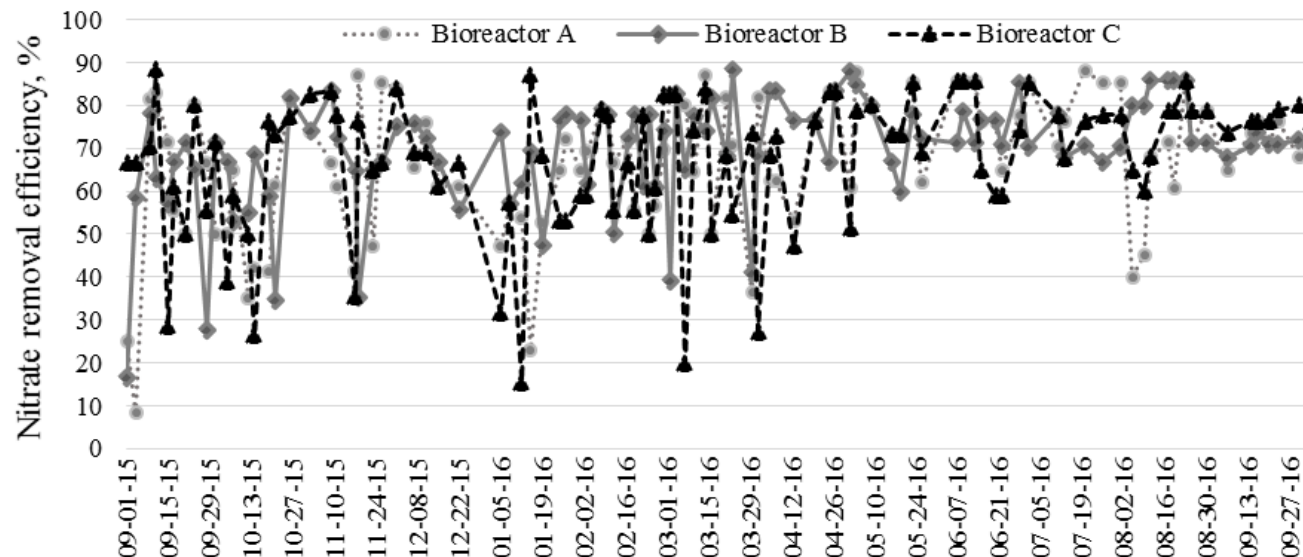
## *Azoto šalinimo efektyvumas*

Denitrifikacijos bioreaktoriuose vandens sulaikymo laikas per tyrimo laikotarpį kito nuo 0,5 val. iki 188 val. Susiklosčius tinkamoms sąlygoms (esant vandens temperatūrai 13-15°C, ištirpusio deguonies koncentracijai vandenyje 0,00 mg/l bei vyraujant neutraliai arba silpnai šarminei vandens terpei.

Azoto pašalinimo efektyvumas **vandenį sulaikius 1 val.**

- A – siekė 35%.
- B - siekė 23%,
- C - siekė 38%.

# Tyrimo rezultatų apibendrinimas



**Vidutinis azoto pašalinimo iš vandens efektyvumas** bioreaktoriuje su lapuočių medžių skiedrų užpildu (A) siekė 67 proc., su spygliuočių medžių skiedrų užpildu (B) - 69 proc., o su sumaišytų medžių skiedrų užpildu (C) - 68 proc.



*Ačiū už dėmesį!*

Aleksandro Stulginskio universiteto  
Vandens išteklių inžinerijos instituto doktorantė  
Ina Živatkauskienė  
e-mail: [ina.zivatkauskiene@gmail.com](mailto:ina.zivatkauskiene@gmail.com)

Aleksandro Stulginskio universiteto  
Vandens išteklių inžinerijos instituto direktorius  
prof. habil. dr. Arvydas Povilaitis  
e-mail: [arvydas.povilaitis@asu.lt](mailto:arvydas.povilaitis@asu.lt)