



VILNIAUS GEDIMINO TECHNINIS UNIVERSITETAS

APLINKOS INŽINERIJOS FAKULTETAS

HIDRAULIKOS KATEDRA

Aušra Kirstukaitė

**MŪŠOS BASEINO UPIŲ VANDENS TARŠOS BENDRUOJU AZOTU
SEZONINĖ ANALIZĖ**

**ANALYSIS OF SEASONAL TOTAL NITROGEN POLLUTION IN THE
MŪŠA CATCHMENT**

Baigiamasis magistro darbas

Vandens ūkio inžinerija studijų programa, valstybinis kodas 621H23001

Statybos inžinerija studijų kryptis

Vilnius, 2014

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
APLINKOS INŽINERIJOS FAKULTETAS
HIDRAULIKOS KATEDRA

TVIRTINU
Katedros vedėjas

(Parašas)

Valentinas Šaulys
(Vardas, pavardė)

(Data)

Aušra Kirstukaitė

**MŪŠOS BASEINO UPIŲ VANDENS TARŠOS BENDRUOJU AZOTU
SEZONINĖ ANALIZĖ**

**ANALYSIS OF SEASONAL TOTAL NITROGEN POLLUTION IN THE
MŪŠA CATCHMENT**

Baigiamasis magistro darbas

Vandens ūkio inžinerija studijų programa, valstybinis kodas 621H23001

Statybos inžinerija studijų kryptis

Vadovas

dr. prof. Valentinas Šaulys

(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

(Parašas)

(Data)

Lietuvių kalbos konsultantas lekt. Regina Žukienė

(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

(Parašas)

(Data)

Vilnius, 2014

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
APLINKOS INŽINERIJOS FAKULTETAS
HIDRAULIKOS KATEDRA

Statybos inžinerijos studijų kryptis

Vandens ūkio inžinerijos studijų programa, valstybinis kodas : 621H23001

TVIRTINU
Katedros vedėjas

(Parašas)
Valentinas Šaulys
(Vardas, pavardė)

(Data)

BAIGIAMOJO MAGISTRO DARBO
UŽDUOTIS
2014-02-04
Vilnius

Studentei Aušrai Kirstukaitei

Baigiamojo darbo tema: MŪŠOS BASEINO UPIŲ VANDENS TARŠOS BENDRUOJU AZOTU SEZONINĖ ANALIZĖ

patvirtinta 2012 m. lapkričio 8 d. dekanų potvarkiu Nr. 343 ap.

Baigiamojo darbo užbaigimo terminas 2014 m. gegužės 22 d.

BAIGIAMOJO DARBO UŽDUOTIS:

Parengti mokslinių tyrimų bei Lietuvos Respublikos ir Europos Sąjungos dokumentų, reglamentuojančių paviršinių vandenų apsaugą ir taršos mažinimo priemones, apžvalgą.

Suformuluoti darbo tikslą, aktualumą, naujumą, iškelti hipotezę.

Paruošti tiriamojo darbo metodiką.

Pateikti Mūšos upės baseino fizinių – geografinių sąlygų apibūdinimą.

Išanalizuoti Mūšos baseino upių vandens kokybės hidrocheminius rodiklius, akcentuojant vandens taršos bendruoju azotu sezonines kaitos tendencijas.

Padaryti apibendrinančias išvadas.

Parengti mokslinę publikaciją nagrinėjama tema.

Baigiamojo darbo rengimo konsultantai:

Lietuvių kalbos konsultantė lekt. Regina Žukienė
(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

Vadovas
(Parašas)

prof. dr. Valentinas Šaulys
(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

Užduotį gavau

.....
(Parašas)

.....
(Vardas, pavardė)

.....
(Data)

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Aplinkos inžinerijos fakultetas

Hidraulikos katedra

ISBN

ISSN

Egz. sk.

Data-....-....

Antrosios pakopos studijų **Vandens ūkio inžinerijos** programos baigiamasis magistro darbas

Pavadinimas **Mūšos baseino upių vandens taršos bendruoju azotu sezoninė analizė**

Autorius **Aušra Kirstukaitė**

Vadovas dr. prof. **Valentinas Šaulys**

Kalba



lietuvių



užsienio

Anotacija

Baigiamajame magistro darbe analizuojama sezoninė Mūšos baseino upių vandens tarša bendruoju azotu 2002–2011 metų laikotarpiu. Įvertinamos upių ekologinės būklės klasės, veiksniai lemiantys sezoninės vandens taršos bendruoju azotu kaitą. Duomenys, gauti iš Aplinkos apsaugos agentūros, buvo apdorojami statistiniais analizės metodais, o gautos charakteristikos pateikiamos lentelių ir grafikų pavidalu. Nustatytas 95 % patikimumo pasikliautinis intervalas. Nustačius veiksnius, darančius įtaką sezonini bendrojo azoto kaitai tiriamajame baseine, pateikiamos išvados ir siūlymai upių taršai mažinti bei ekologinei jų būklei gerinti.

Darbą sudaro 7 dalys: įvadas, mokslinės literatūros apžvalga, tiriamojo objekto charakteristika, skaičiavimo metodika, rezultatai ir jų aptarimas, išvados ir siūlymai, literatūros sąrašas.

Darbo apimtis: 54 p. teksto be priedų, 20 iliustr., 15 lent., 66 bibliografiniai šaltiniai.

Atskirai pridedami darbo priedai

Prasminiai žodžiai: upių vandens tarša, bendrasis azotas, sezoninė kaita, Mūšos baseinas.

Vilnius Gediminas Technical University
Faculty of Environmental Engineering
Department of Hydraulics

ISBN ISSN
Copies No.
Date-....-....

Master Degree Studies **Water Economy Engineering** study programme Master's Thesis

Title **Analysis of seasonal total nitrogen pollution in Mūša catchment**

Author **Aušra Kirstukaitė**

Academic supervisor dr. prof. **Valentinas Šaulys**

Thesis language



Lithuanian



Foreign (English)

Annotation

The thesis analyzes the seasonal total nitrogen pollution in the Mūša catchment in the period 2002–2011. The ecological status of rivers classes, seasonal factors affecting water pollution with total nitrogen changes were estimated. Data, obtained from the Environmental Protection Agency, has been processed for statistical analysis techniques, and obtained values are presented in tabular and graphical form. The statistical characteristics are represented of the 95 % confidence interval. When the factors of influencing the seasonal changes of total nitrogen in the Mūša catchment was estimated, the conclusion and recommendations to reduce river pollution and ecological improvement of their condition are given.

Structure: introduction, review of scientific literature, the target object characteristic, calculation methodology, results and discussion, conclusions and suggestions, references.

Thesis consist of: 54 p. text without appendixes, 20 pictures, 15 tables, 66 bibliographical entries.

Appendixes included

Keywords: water pollution, total nitrogen, seasonal changes, Mūša catchment.

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

Aušra Kirstukaitė 20084942

(Studento vardas ir pavardė, studento pažymėjimo Nr.)

Aplinkos inžinerijos

(Fakultetas)

Vandens ūkio inžinerija VImf-12

(Studijų programa, akademinė grupė)

**BAIGIAMOJO DARBO (PROJEKTO)
SĄŽININGUMO DEKLARACIJA**

2014 m. gegužės 21 d.
(Data)

Patvirtinu, kad mano baigiamasis darbas (projektas) tema Mūšos baseino upių vandens
taršos bendruoju azotu sezoninė analizė

patvirtintas 2012 m. lapkričio 8 d. dekanų potvarkiu Nr. 343 ap., yra
savarankiškai parašytas. Šiame darbe (projekte) pateikta medžiaga nėra plagijuota. Tiesiogiai ar
netiesiogiai panaudotos kitų šaltinių citatos pažymėtos literatūros nuorodose.

Prenkant ir įvertinant medžiagą bei rengiant baigiamąjį darbą (projektą), mane konsultavo
mokslininkai ir specialistai: _____

Mano darbo (projekto) vadovas prof. dr. Valentinas Šaulys

Kitų asmenų indėlio į parengtą baigiamąjį darbą (projektą) nėra. Jokių įstatymų nenumatytų
piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs (-usi).

(Parašas)

(Vardas ir pavardė)

TURINYS

IVADAS	10
1. BENDROJO AZOTO KAITĄ LEMIANČIŲ VEIKSNIŲ APŽVALGA MOKSLINĖJE LITERATŪROJE	12
1.1. Upių nuotėkis ir jį sąlygojantys veiksniai.....	12
1.2. Nuotėkio įtaka bendrojo azoto kiekiui ir kaitai	14
1.3. Pasklidoji ir sutelktoji tarša.....	17
1.4. Vandens apsauga	18
2. TYRIMO OBJEKTO CHARAKTERISTIKA. SKAIČIAVIMO METODIKA	21
2.1. Tyrimo objektas	21
2.2. Šiaurės Lietuvos karstinis regionas	25
3. DARBO METODIKA.....	28
3.1. Statistinė duomenų analizė	28
4. MŪŠOS UPĖS BASEINO VANDENS KOKYBĖS TYRIMŲ REZULTATAI IR JŲ ANALIZĖ.....	31
4.1. Rezultatai ir jų analizė	31
4.2. Bendrojo azoto kiekius ir kaitą lemiantys veiksniai Mūšos baseine	43
4.3. Rizikos veiksniai Mūšos baseino upėse.....	46
IŠVADOS IR PASIŪLYMAI	48
LITERATŪROS SĄRAŠAS.....	50
PRIEDAI	55

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1 pav. Mūšos baseino upių monitoringo taškai: 1. Mūša žemiau Saločių; 2. Tatula aukščiau Biržų; 3. Lėvuo aukščiau Kupiškio; 4. Daugyvenė žiotyse	22
2 pav. Analizei naudotų monitoringo taškų vietos: a) Mūša žemiau Saločių; b) Lėvuo aukščiau Kupiškio; c) Tatula aukščiau Biržų; d) Daugyvenė žiotyse	23
3 pav. Tatulos upė (Biržų regioninio parko direkcijos nuotr.)	24
4 pav. Daugyvenė ties Klovainiais (www.ziemgala.lt nuotr.)	24
5 pav. Lėvuo ties Pasvaliu (www.ziemgala.lt nuotr.)	25
6 pav. Smegduobė Biržuose (EKO redakcijos nuotr.)	26
7 pav. Šiaurės Lietuvos karstinio regiono schema su išskirtais sukarstėjimo plotais (Ruminaitė 2010)	27
8 pav. Bendrojo azoto vidutinės metinės koncentracijos Mūšos upėje žemiau Saločių, Tatulos upėje aukščiau Biržų, Lėvens upėje aukščiau Kupiškio bei Daugyvenės upės žiotyse 2002–2011 metų laikotarpiu	31
9 pav. Bendrojo azoto vidutinės metinės koncentracijos bei metinis kritulių kiekis Mūšos upėje žemiau Saločių, Tatulos upėje aukščiau Biržų, Lėvens upėje aukščiau Kupiškio bei Daugyvenės upės žiotyse 2002–2011 metų laikotarpiu	33
10 pav. Bendrojo azoto vidutinės metinės koncentracijos bei vidutinė metinė temperatūra Mūšos upėje žemiau Saločių, Tatulos upėje aukščiau Biržų, Lėvens upėje aukščiau Kupiškio bei Daugyvenės upės žiotyse 2002–2011 metų laikotarpiu	34
11 pav. Vidutinė sezoninė bendrojo azoto koncentracijų kaita Mūšos upėje žemiau Saločių 2002–2011 metų laikotarpiu	35
12 pav. Kasmetinė vidutinė sezoninė bendrojo azoto koncentracijų kaita Mūšos upėje žemiau Saločių	36
13 pav. Vidutinė sezoninė bendrojo azoto koncentracijų kaita Tatulos upėje aukščiau Biržų 2002–2011 metų laikotarpiu	38
14 pav. Kasmetinė vidutinė sezoninė bendrojo azoto koncentracijų kaita Tatulos upėje aukščiau Biržų	39
15 pav. Vidutinė sezoninė bendrojo azoto koncentracijų kaita Lėvens upėje aukščiau Kupiškio 2002–2011 metų laikotarpiu	39
16 pav. Kasmetinė vidutinė sezoninė bendrojo azoto koncentracijų kaita Lėvens upėje aukščiau Kupiškio	41
17 pav. Vidutinė sezoninė bendrojo azoto koncentracijų kaita Daugyvenės upės žiotyse 2002–2011 metų laikotarpiu	41

18 pav. Kasmetinė vidutinė sezoninė bendrojo azoto koncentracijų kaita Daugyvenės upės žiotyse.....	42
19 pav. Sezoninis išplaunamo bendrojo azoto kiekis analizuotose upėse	43
20 pav. Rizikos veiksniai Mūšos baseino upėse (Lielupės...2010)	47

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1 lentelė. Mūšos baseinio upių ilgiai ir baseinų plotai	21
2 lentelė. Upių ekologinės būklės klasės pagal bendrojo azoto koncentraciją	28
3 lentelė. Koeficiento t_{β} reikšmės priklausomai nuo ϕ , esant pasiklivimo tikimybei $\beta = 0,95$	30
4 lentelė. Statistinės N_b koncentracijų charakteristikos Mūšos upėje žemiau Saločių 2002–2011 metais	32
5 lentelė. Statistinės N_b koncentracijų charakteristikos Tatulos upėje aukščiau Biržų 2002–2011 metais	32
6 lentelė. Statistinės N_b koncentracijų charakteristikos Lėvens upėje aukščiau Kupiškio 2002–2011 metais	32
7 lentelė. Statistinės N_b koncentracijų charakteristikos Daugyvenės upės žiotyse 2002–2011 metais.....	33
8 lentelė. 2002–2010 metų vidutinės metinės debito ir hidromodulio reikšmės Mūšos upėje	34
9 lentelė. Statistinės sezoninės N_b koncentracijų charakteristikos Mūšos upėje žemiau Saločių	36
10 lentelė. Statistinės sezoninės N_b koncentracijų charakteristikos Tatulos upėje aukščiau Biržų..	37
11 lentelė. Statistinės sezoninės N_b koncentracijų charakteristikos Lėvens upėje aukščiau Kupiškio.....	40
12 lentelė. Statistinės sezoninės N_b koncentracijų charakteristikos Daugyvenės upės žiotyse	42
13 lentelė. Sutelktosios taršos išleistuvų skaičius visame Mūšos baseine	44
14 lentelė. Reikšmingą poveikį upių kokybei galinčių daryti išleistuvų sąrašas ir jų taršos rodikliai.....	44
15 lentelė. Drenažo nuotėkiu pernešamų azoto junginių metinė išplovė iš gyvulininkystės įmonių plotų	45

IVADAS

Darbo problema

Viena didžiausių šių laikų socialinių ir ekonominių problemų yra prieštaravimai tarp žmogaus ūkinės veiklos ir gamtos. Sparčiai augant, kuriantis naujiems miestams bei plėtojantis pramonei gamta yra tiesiogiai ir nepataisomai niokojama, dėl to sparčiai didėja aplinkos užterštumas. Vanduo – ne išimtis. Vandens tarša aplinkosaugine prasme yra viena iš opiausių šių dienų problemų Lietuvoje. 2007 m. lapkričio 24 d. Krokuvoje įvykusiame Helsinkio komisijos aplinkos ministrų susitikime Lietuva, kaip ir kitos valstybės, iki 2021 m. įsipareigojo drastiškai sumažinti azoto ir fosforo patektį į Baltijos jūrą, o užtikrinti gerą vandens kokybę upėse turi iki 2015 metų (Šileika 2012).

Bendrojo azoto kaitą upių baseino vandenyse dažniausiai lemia upių nuotėkis ir jį sąlygojantys veiksniai. Tai yra klimatinės, fizinės-geografinės sąlygos.

Taip pat reikia nepamiršti pasklidusios bei sutelktosios taršos mastų. Siekiant apsaugoti paviršinio vandens telkinius nuo sutelktosios taršos, galima taikyti tam tikras priemones: mažinti nuotekų kiekį ar jas geriau išvalyti, didinti praskiedimo debitą, apriboti gamybinę veiklą (Dapkienė ir kt. 2008). Norint apsaugoti vandens telkinius nuo neigiamo pasklidusios taršos poveikio, reikia įgyvendinti daug priemonių: mažinti atmosferos taršą, plėtoti ekologinę žemdirbystę – tai ilgalaikiai procesai reikalaujantys investicijų.

Darbo aktualumas

Dėl besivystančios pramonės, žemės ūkio ir kitų pramonės šakų, vandens užterštumas yra tikrai aktuali problema, nes vienas iš pagrindinių veiksnių, lemiančių užterštumą, yra antropogeninė veikla. Žinoma, nereikia pamiršti fizinių-geografinių bei klimatinės sąlygų, kurios lemia upės nuotėkio netolygumus, o tai turi įtakos vandens taršos kiekiui. Dėl netolygaus Lietuvos upių nuotėkio pasiskirstymo per metus vandens ištekliai sausuoju metų laiku labai sumažėja. Maži upių nuosėkio debitai, ypač sausais metais, neužtikrina vandens apsivalymo galimybių, sutrikdo natūralų vandens ekosistemų egzistavimą (Irbinskas ir kt. 2008). Keičiantis klimato sąlygoms yra veikiamas hidrologinis upių režimas ir jaučiami vandens išteklių svyravimai. Todėl yra svarbu skirti dėmesį paviršinių vandens telkinių tyrimams, laiku pastebėti vykstančius pokyčius upės baseine, priimti sprendimus, kaip esamą ar atsiradusią taršą sumažinti.

Darbo tikslas

Šio darbo tikslas – išanalizuoti sezoninę Mūšos baseino upių vandens taršą azoto junginiais, įvertinti, kaip atskiri veiksniai (pvz., nuotėkis, pasklidoji ir sutelktoji tarša) veikia sezoninę azoto junginių, šiuo atveju bendrojo azoto, kaitą Mūšos baseino upėse. Pateikti siūlymus Mūšos baseino upių vandens kokybei gerinti bei taršai mažinti.

Darbo uždaviniai:

1. Pateikti kitų autorių mokslinių publikacijų, artimų pasirinktajai temai, analizę;
2. Išanalizuoti bei susisteminti duomenis, gautus iš Aplinkos apsaugos agentūros, apie pastarųjų metų sezoninę Mūšos baseino upių taršą bendruoju azotu;
3. Įvertinti taršą lemiančius veiksnius (klimatiniai, fiziniai-geografiniai bei antropogeniniai).
4. Nustatyti pagrindinius pasklidusios ir sutelktosios taršos šaltinius;
5. Nustatyti labiausiai ir mažiausiai užterštas Mūšos upės baseino upes ir nustatyti priežastis, kodėl taip yra;
6. Pateikti siūlymus, kaip būtų galima sumažinti užterštumą Mūšos baseino upėse.

Darbo naujumas

Įvertinta pastarųjų metų (2002–2011 m.) Mūšos upės baseino bendrojo azoto koncentracijų kaita, veikiama antropogeninių, klimatinų bei fizinių-geografinių veiksnių upių vandenyje. Nustatyti didžiausi pasklidusios ir sutelktosios taršos šaltiniai Mūšos baseine. Nustatytos priežastys, kodėl vienos upės yra labiau užterštos nei kitos.

Hipotezė

Mūšos baseino upių užterštumą sąlygoja klimatiniai, fiziniai-geografiniai veiksniai bei antropogeninė veikla, didžiausi bendrojo azoto kiekiai į paviršinius vandens telkinius patenka iš pasklidusios taršos šaltinių.

Darbo rezultatų aprobavimas

Baigiamojo magistro darbo tema – „Mūšos baseino upių vandens taršos bendruoju azotu sezoninė analizė“ atliktos analizės rezultatai buvo paskelbti 1 mokslinėje konferencijoje:

17 - oji jaunųjų mokslininkų konferencija „Mokslas – Lietuvos ateitis“. Vilnius, balandžio 10 d. Straipsnis pateikiamas prieduose.

1. BENDROJO AZOTO KAITĄ LEMIANČIŲ VEIKSNIŲ APŽVALGA MOKSLINĖJE LITERATŪROJE

1.1. Upių nuotėkis ir jį sąlygojantys veiksniai

Fizinių-geografinių sąlygų įtaka upės nuotėkiui

Upių nuotėkis yra klimato ir vietinių fizinių geografinių sąlygų, kurios susidarė per ilgus geologinius laikotarpius, rezultatas. Taigi tiriant upių nuotėkį, jo formavimąsi ir režimą, kiekvienu atveju reikia išanalizuoti ir įvertinti tos vietos, kuria teka upė, orografiją, geomorfologiją ir fizinius-geografinius veiksnius. Upių nuotėkis, jų baseinų vandens balansas priklauso nuo meteorologinių elementų, pirmiausia nuo kritulių kiekio, jų išgaravimo, sąlygojamo oro temperatūros, drėgmės ir vėjo režimo. Hidrologijos požiūriu krituliai yra vieni iš drėgmės šaltinių, sudarantys ir papildantys šalies vandens išteklius, maitinantys upes, požeminius vandenis ir kitus vandens telkinius. Taip pat, yra dalis kritulių, kurie kasmet susidaro ir atsinaujina bei yra vandens upių nuotėkio pavidalu atplukdomi iš kaimyninių valstybių. Kritulių svarba didžiulė, nieku kitu nepakeičiama, tad jie labiausiai ištirti iš visų meteorologinių elementų. Garavimas nuo žemės paviršiaus yra svarbiausia upės baseino vandens balanso sudedamoji dalis, apibūdinanti kritulių nuostolius, formuojantis upių nuotėkiui. (Gailušis ir kt. 2001).

Apie kritulių reikšmę savo monografijoje rašė ir B. Tilickis (2005). Jis teigė, kad kritulių kiekis ir jų pasiskirstymo pobūdis žemės paklotiniame paviršiuje yra viena pagrindinių charakteristikų, apibūdinančių vandens balanso elementų dydžių kaitą. H. Pauliukevičius (2007) tyręs nuotėkį lemiančių veiksnių santykinę reikšmę ir regresijos lygčių taikymo galimybes rašo, kad klimato sąlygos lemia, kiek vandens su iškritusiais krituliais patenka į upės baseiną. Jų vaidmuo išskirtinis. Paviršiaus sąrangos, augalijos ir ūkinės veiklos poveikis daug labiau lemia, kiek kritulių nuteka upėmis ir kaip pasiskirsto nuotėkis per metus. Nuotėkį lemiantys veiksniai tyrinėjami nuo tada, kai pradėtas tirti ir pats nuotėkis. Dažniausiai buvo tiriama nuotėkio priklausomybė nuo vieno, dviejų, rečiau – nuo kelių veiksnių. Reljefo poveikis nuotėkio pasiskirstymui per metus ir didžiausiems pavasario bei vasaros – rudens debitams buvo tiriamas sudarius baseino reljefiškumo koeficiento nustatymo metodiką. Nemažai dėmesio skiriama žemės naudojimo poveikio nuotėkiui tyrimams. H. Pauliukevičius (2007) teigia jog upių nuotėkis priklauso nuo veiksnių, skirstomų į 3 pagrindines grupes: klimatinis, fizinius-geografinius ir antropogeninius. Ilgalaikiai nuotėkio kaitos stebėjimų rezultatai suteikia galimybę vertinti Lietuvos upių nuotėkį įvairiais aspektais: nustatyti vidutines reikšmes – normas, įvertinti svyravimų pobūdį, ekstremalių reikšmių amplitudę, būdingus ir išskirtinus hidrologinio režimo bruožus. Neturint tiesioginių nuotėkio stebėjimo duomenų, jį galima apskaičiuoti netiesioginiais būdais, pvz., vandens balanso metodu. Upių baseinų vandens

balanso pagrindinė sudedamoji dalis yra krituliai, iškritę upės baseino teritorijoje. Taip pat svarbus rodiklis yra suminis garavimas bei vandens kiekis esantis baseine (Štaras 2002). Apie metodus ir matematinius modelius rašė A.S. Šileika (2011).

Lietuvos upių nuotėkio ciklinius svyravimus pradėta tirti daugiau nei prieš 55 metus. Nustatyta, kad vandeningumo ciklą prigimtis – klimatinė (tarp nuotėkio ir temperatūros nustatyta atvirkštinė priklausomybė), o nuotėkio kitimo bendrą tendenciją sąlygoja oro temperatūra (Bagdžiūnaitė-Litvinaitienė 2005). Be fizinių-geografinių ir klimatinų veiksnių, upės baseine galima įvairi žmogaus ūkinė veikla, kuri nuotėkio sąlygas veikia tiek tiesiogiai (drenavimas, tvenkinių įrengimas), tiek netiesiogiai, keičiant fizinių geografinių veiksnių poveikį (pelkių sausinimas, žemės naudmenų kaita). Tokių veiksnių reikšmė nuotėkio režimui skirtinga ir sunkiau įvertinama (Pauliukevičius 2007).

Antropogeninės veiklos įtaka upės nuotėkiui

Šiais laikais natūrinio upių nuotėkio pokyčiams vis daugiau įtakos turi žmogaus veikla. Dėl to baseine gali pakisti upių baseinų paviršiaus būklė, vandens tekėjimas paviršiumi ir gamtinis nuotėkis upių vagose. Baseino paviršiaus būklė gali kisti dėl įvairių priežasčių pvz., žemėnaudų keitimo (miškų sodinimas ar iškirtimas, dirvonų išarimas), melioracijos (pelkių sausinimas, turi didesnę įtaką, keičiant nuotėkį, o ne patį paviršių), antierozinių priemonių taikymas. Iškirtus mišką sparčiau tirpsta sniegas pavasarinių potvynių metu, sumažėja nuotėkis šiltuoju metų laikotarpiu, susidaro netolygus nuotėkio pasiskirstymas metų bėgyje. Išarus dirvonus, pagerėja vandens infiltracija, sumažėja paviršinis ir padidėja minimalus nuotėkis, o leidžiant dirvonuoti laukams būna atvirkščiai. Įvairios mechaninės sniego sulaikymo priemonės sulėtina sniego tirpimo greitį, sumažina paviršinį nuotėkį. Pagrindinis pelkių nusausinimo tikslas – vandens režimo suregulavimas pelkių dirvožemyje. Pakitus vandens režimui pelkėje, kartu pakinta nuotėkis ir upėje, ištekančioje iš jos. Kita žmogaus veiklos upių baseinuose sfera yra įvairių hidrotechninių statinių statyba (tvenkinių įrengimas, nuotėkio reguliavimas, drėkinimas, sausinimas, vandentiekis ar žuvininkystė). Upių baseinuose tvenkiniai yra tokie pat reguliatoriai kaip ir ežerai: jie išlygina nuotėkį, sumažina potvynių maksimumus, padidina minimumus (Poška, Punys 1996).

J. Jablonskis, M. Kovalenkovičienė, A. Tomkevičienė (2007) rašo, kad žmogaus ūkinė veikla, paveikusi upių vagas, yra upinių tvenkinių įrengimas. Jau nuo seniai upių vagų tinklas buvo naudojamas vandens keliams, upės gilinamos ir jungiamos kanalais, tiesinamos ir verčiamos grioviais, reguliuojamos bei tvenkiamos, o tai keičia upių vagų profilius. Dėl miestelių ar gyvenviečių (dažniausiai buvusių kolūkių centrų) aprūpinimo vandeniu, žuvininkystės vystymo, hidroenergetikos statybų plėtros prie daugelio upių buvo įrengti tvenkiniai. Jie pakeitė natūralaus

upių tinklo vaizdą ir upės hidrologinį režimą žemiau tvenkinių. Upių hidroekologiniam režimui didžiausią poveikį daro hidroelektrinių tvenkiniai žemutiniuose bjefuose sukeldami kasdieninius „potvynius“ ir upių vagų ekosistemoms sukuriantys nepalankias stresines situacijas, priklausomai nuo hidroelektrinės darbo režimo. Tvenkinių darbo režimas upės nuotėkio kaitai gali būti svarbus, nes keičia upės nuotėkio metinį pasiskirstymą. Lietuvoje visi šalies upiniai tvenkiniai užima 0,36 % teritorijos. V. Pašvenskas (2000, 2001) rašo, jog dažniausiai tvenkiniai skirti lietinti ir rekreacijai, tačiau kiekvienas patvenktas vandens telkinys paveikia aplinką. Viena iš tokio poveikio formų – poveikis mikroklimatui, atsirandantis dėl garavimo metu iš vandens telkinių išsiskiriančios drėgmės. Įrengus tvenkinius pasikeičia garavimo nuostoliai ir keičiasi upių nuotėkis: krituliai patekę ant tvenkinio paviršiaus, iš karto tampa nuotėkiu, o iškritę ant sausumos į nuotėkį transformuojasi tik po tam tikro laiko. Lietuvoje yra 434 tvenkiniai, kurių plotas didesnis už 5 ha. Pastačius tvenkinius, dalis nuotėkio sulaikoma, taip padidinamas hidrografinio tinklo talpumas ir sulėtėja vandens apytaka, todėl keičiasi absoliutūs nuotėkio dydžiai bei sezoninis ir daugiametis nuotėkio režimas. Dėl upių nuotėkio reguliavimo keičiasi įvairių hidrologinių reiškinių laikas, trukmė, periodiškumas, hidrologinių parametrų dydis ir variacija. Pagrindiniai veiksniai, lemiantys šio reiškinio mastus, yra tvenkinio morfometriniai parametrai (paviršiaus plotas, gylis, tūris), vandens prietakos į tvenkinių režimas, vandens pralaidos tipas ir tvenkinio eksploatacijos pobūdis (Gailušis *ir kt.* 2001).

1.2. Nuotėkio įtaka bendrojo azoto kiekiui ir kaitai

Didžiąją bendrojo azoto sudėties dalį sudaro nitratai, kita sudedamoji dalis – amonio azotas, kuris yra toksiškas vandens gyvūnijai (Bukantis *ir kt.* 2008). Heathwaite (1992) teigia, jog dėl žmogaus ūkinės veiklos nitratų azoto prietaka į upes sparčiai didėja, tačiau tai priklauso nuo metų sezono. Šiems tyrimams buvo naudojami labai ilgo laikotarpio duomenys, kai paviršinių vandenų tarša nitratais buvo labai skirtinga. Laikui bėgant pasitaiko laikotarpių, kai nitratų koncentracijos gali priklausyti ne tik nuo upės nuotėkio, bet ir nuo kitų veiksnių: augalų vegetacijos, žiemos sąlygų, dirvožemio įšalimo gylio, sniego dangos (Berankienė, Kutra 2006). Tie patys autoriai (2006), nagrinėję azoto koncentracijų vidutinio dydžio upių vandenyje priklausomybę nuo nuotėkio modulio, teigia, kad norint kontroliuoti ir prognozuoti paviršinių vandenų būklę, svarbu žinoti biogeninių medžiagų koncentracijų kaitą įvertinant klimato ir kitus reiškinius. Nitratai yra azoto ciklo aplinkos sudėtinė dalis, todėl net ir žmogaus nepaveiktame upės baseine išplaunamas tam tikras jų kiekis. Pagrindinis veiksnys, veikiantis azoto išplovimą, yra meteorologinės sąlygos, kai upės baseine bendras antropogeninės taršos mastas nepasikeičia.

Dėl nuolatinės vandens apytakos tarp hidrosferos, atmosferos ir litosferos gamtinis vanduo patenka į sąlytį su įvairiausia aplinka ir gauna iš jos priemaišų. Jau lietaus vandenyje yra iš atmosferos patekusių medžiagų, keičiančių vandens savybes. Tekėdamas žemės paviršiumi, upių vagomis ar sunkdamasis pro gruntą, gamtinis vanduo dar labiau praturtėja įvairiomis medžiagomis: jas įgeria, ištirpina, hidrolizuoja ar išskalauja iš geologinių padermių. Didelę įtaką paviršinių telkinių vandens kokybei daro ir žmogaus ūkinė veikla (Jankauskas *ir kt.* 2008). Vandenyje ištirpusių cheminių elementų kiekybinę sudėtį lemia tiesioginiai ir netiesioginiai veiksniai. Taikant daugelio tyrinėtojų priimtą schemą tiesioginius veiksnius sudaro: dirvožemiai, augalija, gyvūnija ir žmogaus ūkinė veikla – antropogeniniai procesai. Netiesioginių veiksmų grupei priskirtume klimatą, reljefą ir vandens balanso elementus (Tilickis 2005). G. Baigys ir K. Gaigalis (2012) pakartoja (Baltrėnas *ir kt.* 2008) teiginį jog Lietuva yra periodinio drėgmės pertekliaus zonoje, todėl čia ir problemų daugiau yra dėl per didelio drėgmės kiekio nei per mažo. Sausinant žemės veikiama natūrali aplinka, sutrikdoma natūrali vandens apytaka ir tai daro neigiamą poveikį vandenų taršai maistingosiomis medžiagomis. Vienas svarbiausių vandens apsaugos prioritetų yra drenažinio ir paviršinio vandens užterštumo sumažinimas bei kokybės gerinimas. Tiriant žemės dirbimo sistemų drenažo nuotėkį ir bendrojo azoto koncentraciją vandenyje nustatyta jog žiemos–pavasario laikotarpiu, palyginti su vasaros sezonu, iškritus mažesniai kritulių kiekiui, bet daug didesnei kritulių vandens daliai nutekėjus į drenažą, iš dirvožemio visais dirbimų atvejais išplaunamas didesnis bendrojo azoto kiekis. Vasarą, skirtingai nei pavasario ir žiemos laikmečiais, iškritus didesniai kritulių kiekiui, tačiau dėl padidėjusio garavimo nuo žemės paviršiaus, mažesnei kritulių vandens daliai nutekėjus į drenažą, iš visų žemės dirbimo variantų dirvožemio išplaunamas mažesnis bendrojo azoto kiekis.

S. Misevičienė (2012) rašo, kad vasaros metu dažniausiai drenažo nuotėkio nebūna arba jis būna labai menkas. Be to, tuo metu augalai labai intensyviai naudoja biogenines medžiagas derliui užauginti, todėl koncentracijos drenažo vandenyje būna nedidelės. Sezoniniai biogeninių medžiagų pokyčiai daugiausia priklauso nuo meteorologinių sąlygų. Didžiausi išplovimai vyksta pavasario potvynio metu. S. Pocius (2006) tyręs nitratų išplovimą drenažu, nustatė, kad išplovimas priklauso nuo drenažo veikimo intensyvumo. Kuo intensyviau veikia drenažas, tuo daugiau išplaunama nitratų. Išplaunamų nitratų kiekiui turi įtakos pasėlių struktūra. Labai daug nitratų išplaunama suarus dirvą rudenį. Mažiausiai išplaunama iš vasarinių miežių su įsėliu. Daug nitratų išplaunama vienu kartu išberiant dideles azoto trąšų normas (Baigys, Gaigalis, Šileika 2011). V. Morkūnas ir E. Ramoška (2006) susistemina kitų autorių atliktus tyrimus ir teigia, kad žemdirbystės laukų drenažas yra ne tik šiuolaikinė perteklinio vandens telkinių vandens šalinimo priemonė, bet ir nemaža atvirų vandens telkinių vandens balanso sudėtinė dalis. Krituliai ar tirpsmo vanduo sunkiasi

į dirvožemį, drenažo tinklu nuteka į griovius ir mažus upelius. Drenažo vandenyje yra ištirpusių cheminių elementų ir augalų cheminės apsaugos medžiagų likučių, kurie daro poveikį baseino vandens kokybei. Sausinimo sistemos turėtų būti tobulinamos siekiant ne kuo daugiau pašalinti dirvožemio vandens, o prilaikyti ir iš dalies apvalyti vandenį. Drenažo nuotėkis daugiausia priklauso nuo klimato sąlygų, drenavimo laipsnio, dirvožemio kilmės, auginamų augalų ir kt. Kai iškrenta daugiau kritulių ir žemesnė šiltojo laikotarpio oro temperatūra, nuotėkis būna didesnis. Šaltuoju metų laikotarpiu nuotėkis didėja esant didesnei oro temperatūrai. G. Baigys, K. Gaigalis, A.S. Šileika (2011) aptaria tyrimą, kai buvo tiriama organinė ir intensyvioji pasėlių sistema, įvairiuose dirvožemiuose taikant tą pačią pasėlių rotaciją (žieminiai kviečiai, pašariniai runkeliai, vasariniai miežiai su įsėliu ir daugiametės žolės). Buvo nustatyta, kad nitratų azoto koncentracija ir derlius labiausiai priklauso nuo tręšimo efektyvumo. Intensyviojoje pasėlių sistemoje iki tam tikros tręšimo normos maistingųjų medžiagų pasisavinimas ir derlius didėja, o nitratų azoto išplovimas į drenažą mažėja, tačiau toliau didinant trąšų normą nitratų azoto išplovimas į drenažą pradeda didėti. Užsienio mokslininkai teigia, kad didesni mineralinio azoto išplovimo mastai būna drėgnesniais metais (Boulding *et al.* 2001). Teigiama, kad klimato pokyčiai labiau veikia azoto išplovimą negu žemdirbystės praktika (Bechmann, Stalnacke 2002). Tręšimo sistemų, kaip žmogaus įtakos vandens kokybei, poveikis mokslinėje literatūroje vertinamas gana nevienareikšmiškai. Vieni tyrėjai kaip labiau aplinkai pavojingą nurodo mineralinę (Hann, Kokkora 2007; Geohring *et al.* 2001; Ball *et al.* 2002), kiti – priešingai – organinę (Bailey *et al.* 2001; Doran, Liebig 1999) tręšimo sistemą. Tačiau nepaisant to, pripažįstama, kad neproduktyvūs trąšų nuostoliai ir vandens tarša ypač padidėja taikant neracionalų ir nesubalansuotą tręšimą ir mineralinėmis ir organinėmis trąšomis (Cambedella *et al.* 2001; Chengyang *et al.* 2011; Delgada, Meissinger 2002). Žinoma, kad daugiametėmis žolėmis užsėtuose dirvožemiuose cheminių elementų išplovimo nuostoliai būna mažesni nei javuose (Delahay *et al.* 2001). Didžiausi išplovimo nuostoliai yra laikant juodąjį pūdymą (Busmanis *et al.* 2002; Ežerinskas *ir kt.* 2001). Lietuvoje nustatyta, kad daugiausia azoto išplaunama iš kaupiamųjų, kiek mažiau iš javų laukų ir mažiausiai – iš ganyklų. Turimos žinios leidžia manyti, kad cheminių elementų ir junginių išplovimo mastai turėtų būti atvirkščiai proporcingi agroekosistemoms bendrosios biomasės sintezei. Visos priemonės, užtikrinančios gausų augalų derlių (sėjomainos su tarpiniais augalais ir nuolat užimta dirva, didelio biologinio potencialo augalai, subalansuotas ir racionalus tręšimas), mažina potencialią vandens taršos riziką. Nuo pokyčių, kurie vyskta dirvožemyje, auginant įvairius augalus, priklauso per dirvožemį prasisunkiančio ir paviršiumi nubėgusio vandens kokybė. Tai, kad apie 67 % išplaunamo azoto yra dirvožemio azotas, žinoma seniai (Gužys 2012).

1.3. Pasklidoji ir sutelktoji tarša

Sutelktąją taršą vadinamas toks vandens telkinių teršimas, kai teršalai į telkinį patenka konkrečioje vietoje, pvz., per nuotekų išleistuvą. Teršalai, patenkantys į vandens telkinius su krituliais, paviršiniu ar drenažo nuotėkiu nuo dirbamų laukų, žemės ūkio objektų teritorijų, sudaro pasklidąją taršą. Siekiant apsaugoti paviršinio vandens telkinius nuo sutelktosios taršos, galima taikyti tam tikras priemones: mažinti nuotekų kiekį ar jas geriau išvalyti, didinti praskiedimo debitą, apriboti gamybinę veiklą. Norint apsaugoti vandens telkinius nuo neigiamo pasklidosios taršos poveikio, reikia įgyvendinti daug priemonių: mažinti atmosferos taršą, plėtoti ekologinę žemdirbystę, naudoti inžinerines technines priemones (Dapkienė, Kustienė 2008). A. S. Šileika (2012) tirdamas bendrojo azoto ir bendrojo fosforo kaitos tendencijas Nevėžio upėje apžvelgė ir užsienio mokslininkų praktiką, tiriant panašius reiškinius. Vandens kokybė Suomijos ežeruose ir upėse, kuriose vyraavo pramonės ir miesto tarša, buvo pagerinta statant ir rekonstruojant nuotekų valymo įrenginius, tačiau kartu buvo pastebėtas vandens kokybės prastėjimas teritorijose, kuriose vyrauja pasklidoji tarša. Pasklidoji žemės ūkio tarša paviršinių vandens telkinių būklei Lietuvoje daro labai didelę įtaką. Viena iš upių vandens kokybės problemų yra jų užterštumas maistingomis ir organinėmis medžiagomis. Maistingųjų medžiagų kiekis upių vandenyje vertinamas pagal bendrojo azoto ir bendrojo fosforo koncentracijas. Siekiant geros vandens telkinių ekologinės būklės, būtina mažinti upių vandens užterštumą šiomis medžiagomis. Todėl vienas iš pagrindinių Nacionalinėje darnaus vystymosi strategijoje patvirtintų ilgalaikių uždavinių yra mažinti vandenų taršą iš žemės ūkio (Aplinkos...2011). Tyrimais nustatyta, kad 30-35 % azoto, patenkančio į paviršinio vandens telkinius, yra iš žemės ūkio. Vieni iš pavojingiausių taršos šaltinių yra intensyvios gamybos gyvulininkystės objektai, nes šių objektų gamybos atliekų poveikis dirvožemiui ir vandens kokybei yra neigiamas. Tręšimas mėšlu didina humuso ir maistingųjų medžiagų kiekį dirvožemyje, o gausiai tręšiant pastarųjų daugiau išplaunama (Misevičienė 2012). Dirvožemis apibūdinamas kaip viršutinis žemės sluoksnis, susidaręs iš dirvodarinės uolienos veikiant dirvodaros veiksniams ir gebantis duoti augalų derlių. Tas kelių dešimčių centimetrų viršutinis purusis žemės sluoksnis svarbus ne tik augalams augti, bet ir hidrologine prasme. Tai lyg koštuvas, pro kurį prasisunkia krituliai. Dalis jų nuteka paviršiumi, kita jų dalis intensyviai dalyvauja dirvožemio ir jo organinių medžiagų ir šilumos apykaitoje (Gailušis *ir kt.* 2001). Suomijos mokslininkų tyrimai mažų upelių baseinuose, kuriuose vyrauja dirbamoji žemė ir miškai, rodo, kad vandens kokybės pokyčiai atsiranda dėl nevienodo upelių nuotėkio, kuris priklauso nuo meteorologinių sąlygų atskirais metais ir labai mažai priklauso nuo žemės ūkio gamybos struktūros ar technologinių pokyčių (Šileika 2012). Panašius rezultatus skelbia ir kiti mokslininkai savo darbuose teigdami, kad metų meteorologinės sąlygos daug labiau veikia azoto išplovimą negu įvairi žemės naudojimo praktika. Nuolat auginami

vienos rūšies augalai taip pat skatina didesnę azoto migravimą dirvožemio profiliu. Azoto koncentracija visiškai priklauso nuo biocheminių ir biologinių procesų, vykstančių dirvožemyje ir vandenyje, intensyvumo. Remiantis mokslininkų atliktais tyrimais nustatyta, kad mėšlu patręštame dirvožemyje netgi esant žemoms teigiamoms temperatūroms rudens–žiemos laikotarpiu mikroorganizmų veikla nenutrūksta. Šaltuoju metų laiku amonifikuojančios ir nitritinės bakterijos aktyvesnės nei humifikuojančios. Dėl šių mikroorganizmų veiklos dirvožemyje pakinta mineralinio azoto formų santykis. Todėl susidaręs nitratinės formos azotas lengvuose dirvožemiuose, infiltruojantis krituliams žiemos atodrėkių metu, gali išsiplauti į gilesnius dirvožemio sluoksnius. Nitratų azoto prietaka į upes priklauso nuo metų sezono. Atlikus tyrimus pagrindinėse Lietuvos geografinėse srityse nustatyta, kad per metus azoto koncentracija žiemą ir pavasarį būna didžiausia, o vasarą ir rudenį – mažesnė (Misevičienė 2012). Mokslininkai, tyrę Elbės upę, taip pat pastebėjo, kad azoto ir fosforo junginių kiekis labai veikia upės debitas. Kita to paties tyrimo išvada buvo tokia: norint tiksliai nustatyti upių vandens kokybės pokyčius priklausomai nuo maistingųjų medžiagų emisijos, būtini daugelio vandens kokybės stebėjimo vietų, parinktų visame upės ilgyje, duomenys. Prieštaringi tyrimų rezultatai rodo, kad būtina išsamesnė azoto ir fosforo koncentracijų ir krūvių kaitos tendencijų analizė pasitelkiant naujausius statistinius metodus (Šileika 2012). L. Berankienė, S. Kutra (2008) nagrinėję mažo tvenkinio (0,6 ha) poveikį upelio vandens kokybei, nustatė, kad upelio vandeniui pratekant per nedidelį tvenkinį dėl sumažėjusio vandens greičio ir biocheminių reakcijų pakinta jame esančių azoto junginių koncentracija. Ypač pasikeičia vandens kokybė ekstremalios atsitiktinės taršos atvejais, kai labai užterštas vanduo, patekęs į tvenkinį, iš karto atskiedžiamas, o azoto junginiai pamažu asimiliuojami į organinius junginius. Azoto junginiai dalyvauja organinės medžiagos sintezėje. Yrant organinei medžiagai tvenkinyje vėl išsiskiria azoto junginiai – vyksta antrinė tarša. Amonio azoto koncentracija keičiasi nevienareikšmiškai. Šiltuoju metų laikotarpiu šio elemento koncentracija dažniausiai mažėja, šaltuoju – dažniau ir didesniu mastu didėja negu mažėja. Didžiausios amonio azoto koncentracijos upelyje būna atsitiktinės taršos atvejais. Tvenkinio ekosistemos poveikis nitratų koncentracijai vandenyje yra tolygesnis negu amonio. Nitratų azoto koncentracija pratekant vandeniui per tvenkinį siekia 41 %. Didžiausias nitratų koncentracijos pokytis vyksta tada, kai upelio vandens buvimo tvenkinyje laikas yra palyginti trumpas – nuo 5 iki 100 h. Ilgėjant vandens buvimo laikui koncentracijos pokytis darosi vis mažesnis. Per dar ilgesnį laiką nusistovi junginių virsmo pusiausvyra ir nitratų koncentracija vandenyje dėl jo buvimo tvenkinyje nebekinta.

1.4. Vandens apsauga

Vandens išteklių valdymo srityje dabartiniu laikotarpiu svarbiausią vietą užima Europos Parlamento

ir Tarybos direktyva 2000/60/EB nustatanti Bendrijos veiksmų vandens politikos srityje pagrindus. Lietuva kaip ir kitos Europos Sąjungos šalys iki 2015 metų privalo pasiekti gerą vandens telkinių būklę, atkreipiant dėmesį į biologinius paviršinio vandens telkinių kokybės rodiklius. Šios direktyvos tikslas – nustatyti vidaus paviršinių vandenų, tarpinių vandenų, pakrančių vandenų ir požeminio vandens apsaugos sistemą, kuri:

- neleistų toliau prastėti vandenų ekosistemų, taip pat sausumos ekosistemų (atsižvelgiant į jų vandens poreikius) bei šlapžemių, tiesiogiai priklausomų nuo vandenų ekosistemų, būklei, jas apsaugotų ir pagerintų;
- skatintų subalansuotą vandens vartojimą, remiantis ilgalaikę turimų vandens išteklių apsauga;
- siektų geriau apsaugoti ir gerinti vandenų aplinką ypatingomis priemonėmis, skirtomis laipsniškai mažinti prioritetinių medžiagų išleidimą, išmetimą bei nuostolius, nutraukti ar laipsniškai sustabdyti prioritetinių pavojingų medžiagų išleidimą, išmetimą ar nuostolius;
- užtikrintų laipsnišką požeminio vandens taršos mažinimą ir užkirstų kelią jo tolesniam teršimui;
- prisidėtų prie potvynių bei sausrų sukeltų padarinių švelninimo ir taip padėtų tiekti pakankamą geros kokybės paviršinio ir požeminio vandens kiekį, kurio reikia tausojančioms, subalansuotoms ir pagrįstoms vandens vartojimo reikmėms, smarkiai sumažinti požeminio vandens taršą, apsaugoti teritorinius ir jūros vandenį, pasiekti atitinkamų tarptautinių susitarimų, įskaitant ir tuos, kuriais siekiama užkirsti kelią jūros aplinkos taršai ir ją panaikinti, kad būtų sustabdytas ir laipsniškai panaikintas prioritetinių pavojingųjų medžiagų išleidimas ir nuostoliai, kol galų gale jūros aplinkoje natūraliai gamtoje prisitaikančių medžiagų koncentracija bus artima foninėms vertėms, o žmogaus sukurtų sintetinių medžiagų koncentracija bus artima nuliui.

Be šios 2000/60/EB direktyvos labai svarbų vaidmenį vandens išteklių valdymo srityje užima:

1991 m. gegužės 21 d. Tarybos direktyva dėl miesto nuotėkų valymo (91/271/EEB). Šios direktyvos tikslas – apsaugoti aplinką nuo išleidžiamų nuotėkų žalingo poveikio.

Direktyva įpareigoja valstybes, kad jos užtikrintų, jog visose aglomeracijose būtų įrengtos miesto nuotėkų surinkimo sistemos. Terminas „aglomeracija“ suprantamas kaip tam tikras plotas, kuris yra tankiai apgyvendintas ir (arba) kuriame sutelkta ūkinė veikla ir būtina surinkti miesto nuotekas bei jas nukreipti į miesto nuotėkų valymo įrenginius arba į galutinę išleidimo vietą. Be abejo, kai nuotėkų surinkimo sistemų įrengimas nėra pateisinamas dėl menkos naudos aplinkai arba dėl ekonominių sumetimų (sąlyginai didelė kaina), yra naudojamos atskiros individualios sistemos, užtikrinančios tokį pat aplinkos apsaugos lygį.

1991 m. gruodžio 12 d. Tarybos direktyva dėl vandenų apsaugos nuo taršos nitratais iš žemės ūkio šaltinių (91/676/EEB). Šios direktyvos tikslas – mažinti vandens taršą, kurią sukelia ar

skatina žemės ūkyje naudojami nitratai ir stabdyti tolesnį tokį teršimą. Nitratų direktyvos įgyvendimui reikia išskirti nitratų taršos pažeistas zonas, parengti ir įgyvendinti žemės ūkio taršos mažinimo veiksmų programą. Žemės ūkio tarša Nitratų direktyvoje yra vertinama pagal paviršinio ir gruntinio vandens kokybę. Toks taršos indikatorius priimtas dėl to, kad dauguma teršalų iš dirvožemio ir oro anksčiau ar vėliau patenka į paviršinius ar gruntinius vandenis. Nitratais pažeistai teritorijai priskiriama, jei:

- paviršiniai gėli vandenys, ypač tie, kurie yra naudojami ar gali būti naudojami geriamam vandeniui turi ar gali turėti didesnę nitratų koncentraciją, negu 50 mg/l, jei nebus įgyvendintos taršos mažinimo priemonės
- gruntiniuose vandenyse yra daugiau negu 50 mg/l nitratų arba gali būti daugiau negu 50 mg/l nitratų, jei nebus įgyvendinta žemės ūkio taršos mažinimo programa;
- natūralūs gėlo vandens ežerai, kiti gėlo vandens telkiniai, upių žiočių ir pakrančių bei jūros vandenys yra eutrofiniai ar gali tapti eutrofiniais artimoje ateityje, jei nebus imtasi veiksmų (Šileika 2001).

1997 m. spalio 21 d. Lietuvos Respublikos vandens įstatymas Nr. VIII-474. 2003 m. priimta įstatymo nauja redakcija (*Žin.*, 2003, Nr. 36-1544). Vandens įstatymas suderintas su ES direktyva 2000/60/EB, nustatančia „Bendrijos veiksmų vandens politikos srityje pagrindus“. Vandens įstatymo nuostatomis siekiama – neleisti prastėti vandens ekosistemų ir ekosistemų, tiesiogiai nepriklausomų nuo vandens, būklei, ją apsaugoti ir (arba) pagerinti; gerinti vandens kokybę įgyvendinant priemones, skirtas laipsniškai mažinti pavojingų medžiagų ir nutraukti prioritetinių pavojingų medžiagų patekimą į vandenį; racionaliai ir subalansuotai naudoti vandenį; mažinti žalingą vandens poveikį.

2007 m. lapkričio mėn. Krokuvoje įvykusiame Helsinkio komisijos aplinkos ministrų susitikime Lietuva, kaip ir kitos valstybės, įsipareigojo drastiškai sumažinti azoto ir fosforo patektį į Baltijos jūrą. Siekiant įgyvendinti šiuos įsipareigojimus, 2004 m. nuo sektorinio vandens išteklių tvarkymo atskiruose administraciniuose rajonuose buvo pereita prie integruoto vandens išteklių valdymo, remiantis upių baseinų principu. Norint sudaryti taršos mažinimo planus, svarbu žinoti teršalų apimtį, patenkančią iš įvairių taršos šaltinių upių baseinuose, savaiminį apsivalymą (sulaikymą) ir teršalų kiekius upėse (Šileika 2011).

2. TYRIMO OBJEKTO CHARAKTERISTIKA. SKAIČIAVIMO METODIKA

2.1. Tyrimo objektas

Bendras Mūšos ilgis yra 157,3 km, o baseino plotas – 5462,6 km². Lietuvoje yra 133,1 km ilgio Mūšos atkarpa, likusi jos žemupio dalis teka Latvijoje. Lietuvoje esanti baseino dalis užima 5296,7 km². Lietuvos teritorijoje esančios Mūšos, Nemunėlio ir mažųjų Lielupės intakų pabaseinių dalys yra priskiriamas Lielupės upių baseino rajonui (UBR).

Mūša yra 11 pagal ilgį Lietuvos upė. Mūša – viena ramiausių Lietuvos upių, jos vidutinis nuolydis 0,047 % (Lielupės...2010). Lietuvoje yra 89% viso Mūšos ilgio ir 97% viso jos baseino ploto. Mūšos versmės yra Tyrelio pelkėje, beveik visas baseinas plyti Mūšos-Nemunėlio žemumoje. Baseino paviršių dengia plonas (kai kur tik 1–2 m) dugninės morenos bei limnoglacialinių darinių kompleksas, po kuriuo slūgso dolomitai ir gipsai, kuriuos vanduo tirpina ir vyksta karstiniai procesai. Šios nuogulos (gipsas ir dolomitas) paviršių pasiekia upių atodangose (Mūšos...2009).

Mūšos baseino (1 pav.) ežeringumas – 0,5 %, miškingumas – 14,1 %, pelkėtumas – 5,1 %, šlapios žemės – 87,4 %. Mūšos baseine telkšo 38 ežerai didesni nei 0,005 km², iš jų 7 – didesni nei 0,5 km². Vidutinis metų nuotėkio hidromodulis Mūšos baseine yra 5 l/s iš km². Vidutinis metų debitas ties Lietuvos-Latvijos siena – 23 m³/s (įvertinus ir Nevėžiui atiduodamą Lėvens nuotėkio dalį – 3,2 m³/s). Mūšos baseinio upių tinklą sudaro 463 ilgesnės ir 1870 trumpesnės nei 3 km upių. Bendras upių ilgis – 7869 km. Ilgesnių negu 3 km upių tinklo tankis siekia 0,73 km/km², smulkiųjų (t.y. trumpesnių nei 3 km) – 0,76 km/km² (Lielupės...2010).

Ilgiausi ir didžiausi pagal baseinų plotą Mūšos intakai Lietuvoje yra Lėvuos, Pyvesa, Tatula, Daugyvenė ir Kruoja. Pagrindinių Lietuvos teritorija tekančių Mūšos baseinio upių ilgiai ir baseinų plotų dydžiai yra pateikiami 1-oje lentelėje (Lielupės...2010).

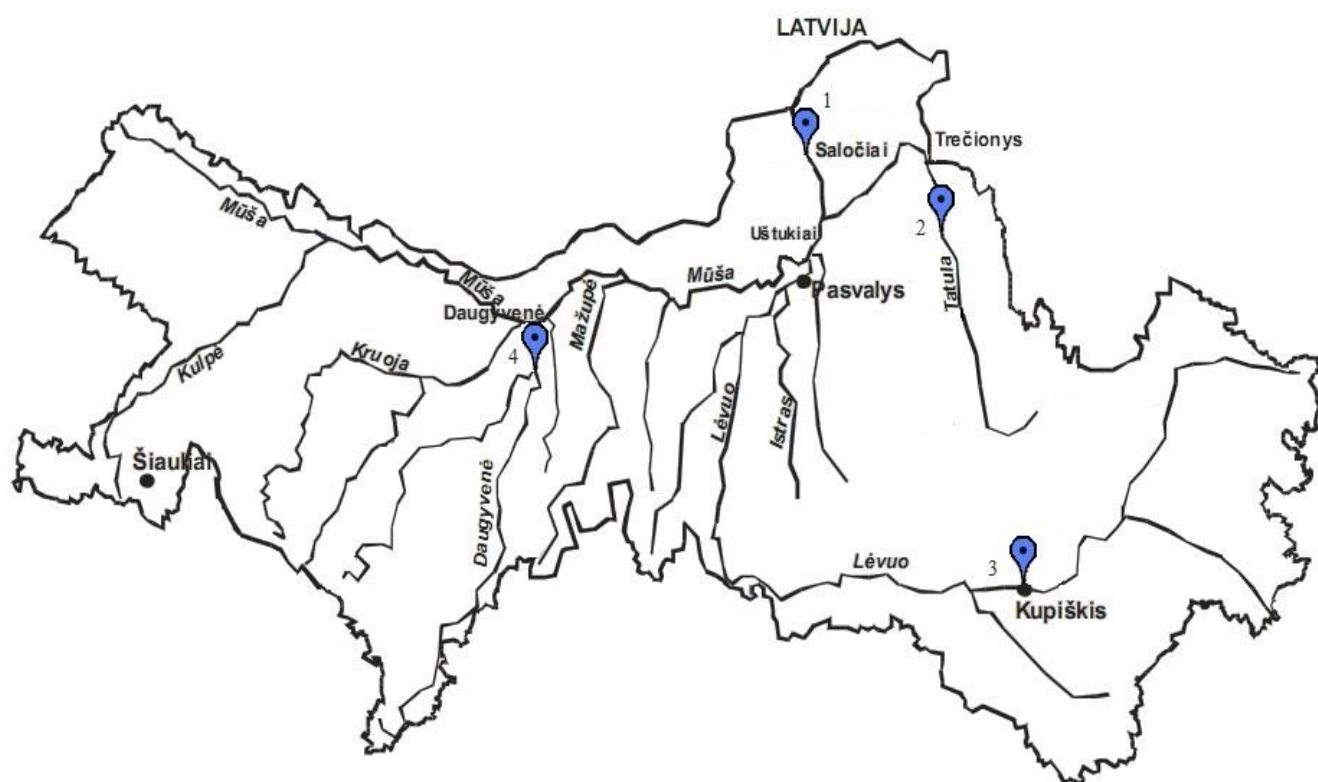
1 lentelė. Mūšos baseinio upių ilgiai ir baseinų plotai

Upė	Atstumas nuo žiočių, km	Ilgis, km		Baseino plotas, km ²	
		bendras	Lietuvoje	bendras	Lietuvoje
Noruta	152,5	15,9	15,9	19,3	19,3
Einautas	150,8	17,1	17,1	37,9	37,9
Kūra	147,5	18,9	18,9	43,5	43,5
Vilkvedis	144,2	15,2	15,2	69,5	69,5
Voverkis	139,5	19,0	19,0	65,7	65,7
Tautinys	134,8	17,3	17,3	32,0	32,0
Kulpė	128,9	30,8	30,8	263,3	263,3
Šiladis	119,9	28,3	28,3	123,1	123,1

1 lentelės pabaiga. Mūšos baseinio upių ilgiai ir baseinų plotai

Pala	104,0	19,3	19,3	87,3	87,3
Kruoja	93,8	50,5	50,5	361,4	361,4
Daugyvenė	91,4	61,1	61,1	487,8	487,8
Lašmuo	90,3	18,1	18,1	66,9	66,9
Plautupis	77,0	17,8	17,8	27,1	27,1
Mažupė	72,0	37,5	37,5	162,3	162,3
Lėvuo	50,5	140,1	140,1	1628,8	1628,8
Pyvesa	48,4	92,6	92,6	501,6	501,6
Jiešmuo	47,3	27,1	27,1	67,1	67,1
Tatula	45,0	64,7	64,7	453,4	453,4
Kamatis	33,5	16,7	16,7	63,0	63,0

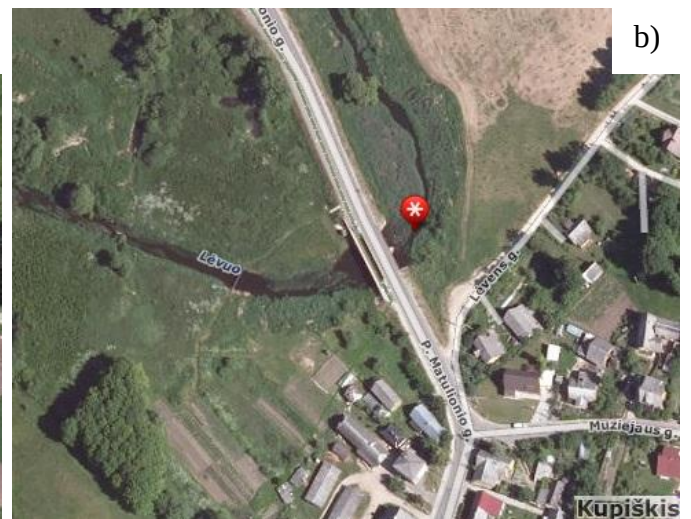
Šaltinis: Gailušis, B., Jablonskis, J., Kovalenkoviėnė M. 2001. Lietuvos upės. Hidrografija ir nuotėkis



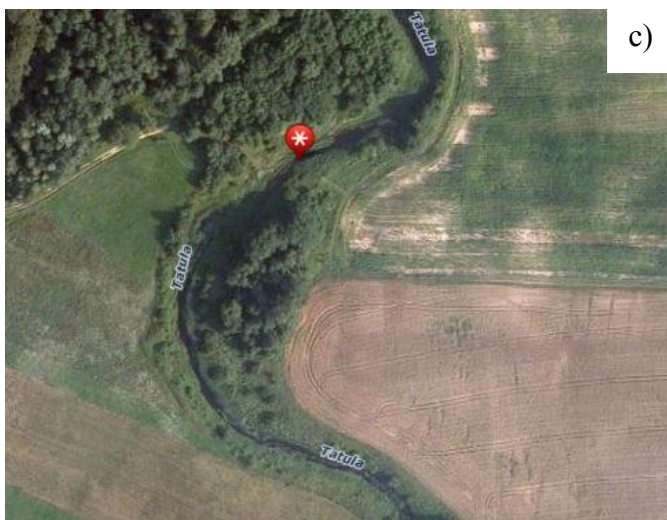
1 pav. Mūšos baseino upių monitoringo taškai: 1. Mūša žemiau Saločių; 2. Tatula aukščiau Biržų; 3. Lėvuo aukščiau Kupiškio; 4. Daugyvenė žiotyse



a)



b)



c)



d)

2 pav. Analizei naudotų monitoringo taškų vietas: a) Mūša žemiau Saločių; b) Lėvuo aukščiau Kupiškio; c) Tatula aukščiau Biržų; d) Daugyvenė žiotyse

Savivaldybių Mūšos baseinio teritorijoje yra net 11. Atskirose savivaldybėse yra nuo 3 iki 22 % pabaseinio ploto. Didžiausia dalis, 22 % Mūšos baseinio ploto, yra Pasvalio rajono savivaldybėje. Šiek tiek mažiau, atitinkamai 16 ir 15 % baseinio ploto yra Kupiškio ir Pakruojos savivaldybėse (Lielupės...2010).

Tatula – Mūšos dešinysis intakas. Vidutinis vandens debitas – $2,62 \text{ m}^3/\text{s}$. Į vakarus nuo Raubonių įteka į Mūšą. Tai viena svarbiausių upių Biržų rajone. Ji prasideda Biržų ir Kupiškio rajonų sandūroje. Upės ilgis 64,7 km. Apie 80 % Tatulos upės baseino yra aktyvaus karsto zonoje. Tatula iš pažiūros tokia pati, kaip ir visos nedidelės Lietuvos upės. Tačiau čia upės vagoje esama aiškios piltuvo formos duburių. 3 paveiksle pavaizduota Tatulos upė (Karajimiškio...).



3 pav. Tatulos upė (Biržų regioninio parko direkcijos nuotr.)

Daugyvenė – tai Radviliškio bei Pakruojo rajonų upė, prasidedanti apie 5 km į pietvakarius nuo Šeduvos ir įtekanti į Mūšą ties Rimšoniais, 6 km į pietus nuo Linkuvos. Tai dešinysis ir ketvirtas pagal ilgį Mūšos intakas. Vidutinis vandens debitas upėje – $2,50 \text{ m}^3/\text{s}$. Daugyvenės upė ties Klovainiais pavaizduota 4 paveiksle.



4 pav. Daugyvenė ties Klovainiais (www.ziemgala.lt nuotr.)

Lėvuo yra 12-oji pagal ilgį Lietuvos upė, dešinysis Mūšos intakas. Teka Kupiškio, Pasvalio ir Panevėžio rajonuose. Vidutinis vandens debitas ties Kupiškio – $1,79 \text{ m}^3/\text{s}$, maksimalus – $92 \text{ m}^3/\text{s}$. Lėvuo į Mūšą įteka 50 km nuo jos susiliejo su Nemunėliu. 5 paveiksle pavaizduota Lėvuo ties Pasvaliu.



5 pav. Lėvuo ties Pasvaliu (www.ziemgala.lt nuotr.)

2.2. Šiaurės Lietuvos karstinis regionas

Vienas iš išskirtinių ne tik Mūšos pabaseinio upių, bet ir viso Lielupės upės baseino bruožas yra paviršiuje esančių nuogulų karstas. Technogeniniai veiksniai, pvz., vandens masių reguliavimo veiksnys, yra vienas iš veiksnių, kuris skatina karsto reiškinių atsiradimą ir blogina požeminio vandens kokybę. Šios problemos yra nagrinėjamos geomorfologų ir geologų, nes jie nagrinėja ryšius, susidarancius tarp paviršinio ir požeminio nuotėkio bei smegduobių susidarymo.

Karstinis procesas vyksta šiaurinėje Lietuvos dalyje. Šioje teritorijoje arti žemės paviršiaus slūgso vandenyje tirpios uolienos (klintis, dolomitas, gipsas). Žemės paviršiuje karstas daugiausia pasireiškia Biržų ir Pasvalio rajonuose. Karstas iki šiol gipsinguose sluoksniuose tebegausina plyšius, požemines tuštumas, o žemės paviršiuje sudaro naujas įdaubas, atveria pavojingas galias smegduobes (6 pav.), kuriomis teršalai greičiau patenka į požeminį vandenį (Rudzianskaitė 2000).

Iki praėjusio amžiaus septinto dešimtmečio smegduobių ir viso Lietuvos karstinio rajono apsaugai nebuvo skiriamas atitinkamas dėmesys. Iki šio laikotarpio nebuvo taikomi ūkinės veiklos

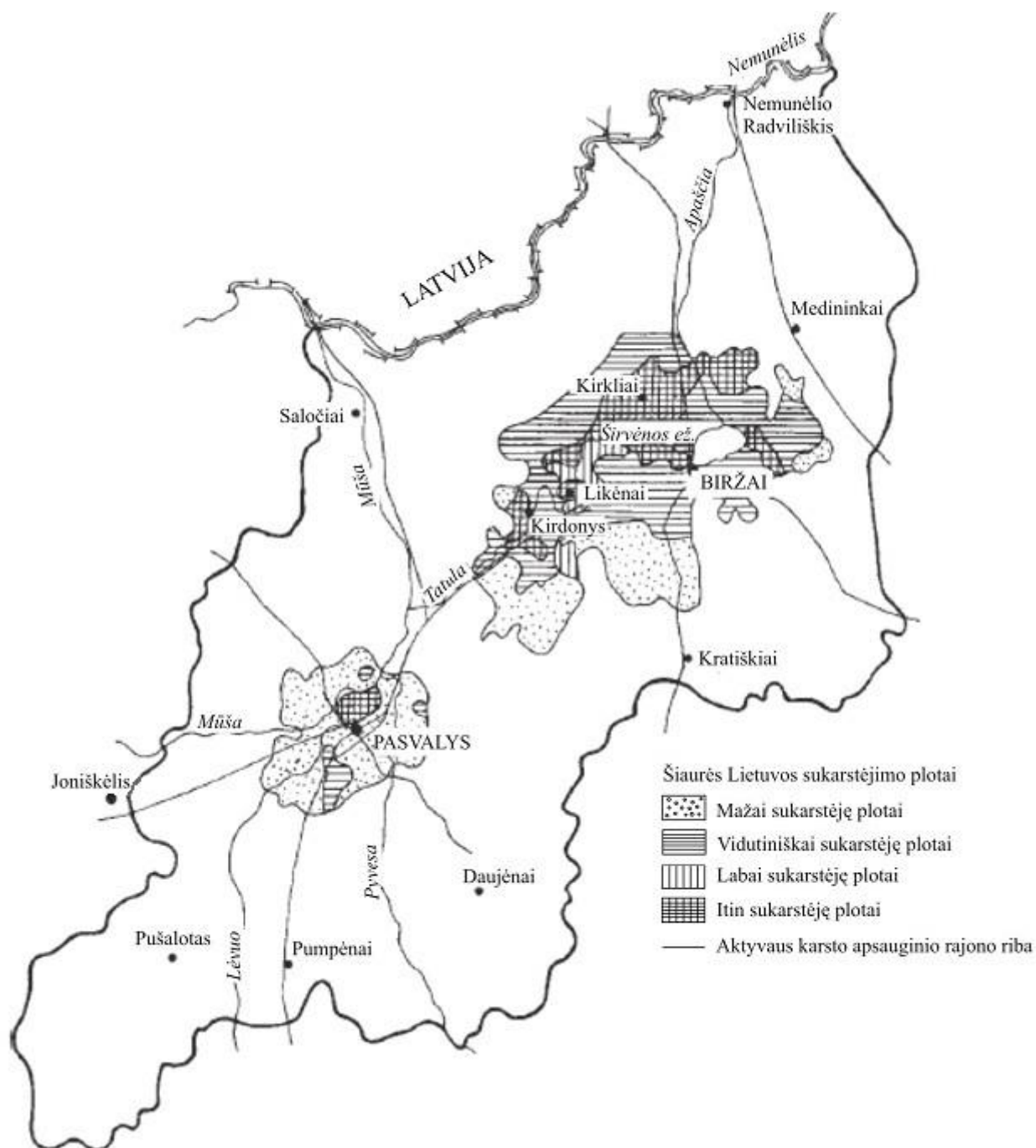
apribojimai ar gamtosauginės priemonės. Šiuo metu karstinio rajono žemės sugrupuotos į 4 grupes pagal karstinių reiškinių intensyvumą. Šiose grupėse nustatoma tam tikra pasėlių struktūra, tręšimo ir augalų apsaugos naudojimo sistema. Be šių priemonių, taikomos 5-10 m pločio ekologinės apsaugos zonos (Rudzianskaitė 2012).



6 pav. Smegduobė Biržuose (EKO redakcijos nuotr.)

Šalies karsto regiono (7 pav.) žemėse svarbiausia gamtosaugos problema yra požeminio vandens apsauga nuo technogeninės taršos. Požeminis vanduo, ypač užterštas mineralinėmis druskomis, tirpdo negiliai slūgstančius gipsingus dolomito sluoksnius, į susidariusias tuštumas įgriūva paviršinės moreninės nuogulos, susidaro smegduobės (Šaulienė, Šukys 2006). Dirvožemiai karsto regione palyginti derlingi, juose nuo seno gana plačiai vertinama žemdirbystė. Kritulių vanduo tirpdo dirvožemio natūralias ir ūkininkaujant į dirvą įterptų trąšų druskas. Augalų nesunaudotos maistingosios medžiagos kritulių vandens išplaunamos gilyn, didesni jų kiekiai teršia dirvožemio bei gruntinį, dažnai geriamąjį, vandenį ir kelia grėsmę žmonių sveikatai. Vyrauja nuomonė, kad smegduobės yra tiesioginiai požeminio vandens taršos šaltiniai. Tą teigia ir užsienio tyrėjai, atviras smegduobes laikydami tiesioginiais paviršinio vandens ir teršalų į požeminį vandenį nuleistuvais. Be to, imliausiomis taršai nitratais laiko smulkias smegduobes, nes šios taršos lygis jose būna aukščiausias. Mūsų tyrimais, nitrato azotas į smegduobes, esančias gausiai tręšiamuose žemdirbystės laukuose bei sodybiniuose sklypuose, patenka, kai į jas atplūsta sniego tirpsmo ir praėjus lietai susidaręs podirvio bei seklaus gruntinis vanduo. Tačiau smegduobių vandens kokybės

sąsajos su šalia pratekančių upelių ir aplinkumos gruntiniu vandeniu moksliniu požiūriu dar menkai tyrinėtos, o tai labai aktualu ūkiniu-socialiniu bei ekologiniu požiūriu (Šaulienė, Šukys 2008).



7 pav. Šiaurės Lietuvos karstinio regiono schema su išskirtais sukarstėjimo plotais (Petrokienė, Ribokas 2002)

3. DARBO METODIKA

3.1. Statistinė duomenų analizė

Mūšos baseino upių vandens taršos bendruoju azotu sezoninei analizei buvo naudojami tyrimų duomenys, gauti iš Aplinkos apsaugos agentūros. Jai pavaldžiuose departamentuose yra atliekami tyrimai, taikant naujausius Europos ir tarptautinius standartus (LST EN ISO/IEC 17025) bei nacionaliniu lygiu pripažintus tyrimų metodus. Atlikti matavimai buvo nereguliarūs, nes tiriamų upių vanduo buvo imamas kartą per mėnesį. Nereguliarių matavimų pagrindinis tikslas yra patikrinti išmetamų teršalų kiekį, esant normalioms sąlygoms (Taršos...2003). Sezoninei bendrojo azoto taršos analizei atlikti buvo panaudoti 2002–2011 metų duomenys iš Mūšos baseino upių. Buvo analizuojami ilgalaikiai duomenys gauti iš 4 monitoringo taškų, nes tik šiuose taškuose matavimai atlikti be pertrūkių.

Gauti bendrojo azoto kiekiai mg/l buvo suskirstyti sezonais – žiema (gruodis, sausis, vasaris), pavasaris (kovas, balandis, gegužė), vasara (birželis, liepa, rugpjūtis), ruduo (rugsėjis, spalio, lapkritis) ir vertinti statistiniais metodais.

Upių ekologinė būklė yra vertinama pagal fizikinius-cheminius, hidromorfologinius ir biologinius kokybės elementus (Lietuvos...2010). Šiame darbe upių ekologinė būklė buvo vertinta tik pagal vieną iš kriterijų – bendrojo azoto koncentraciją tiriamajame taške. Pagal 2 lentelėje pateiktą rodiklio vertę (N_b , mg/l), vandens telkinys yra priskiriamas vienai iš penkių ekologinės būklės klasių (labai gera, gera, vidutinė, bloga ir labai bloga).

2 lentelė. Upių ekologinės būklės klasės pagal bendrojo azoto koncentraciją

Eil. Nr.	Rodiklis	Upių ekologinės būklės klasių kriterijai pagal rodiklio vertę				
		Labai gera	Gera	Vidutinė	Bloga	Labai bloga
1.	N_b , mg/l	<2,00	2,00–3,00	3,01–6,00	6,01–12,00	>12,00

Statistiniai analizei atlikti buvo naudota *Microsoft Office Excel 2007* programa. Duomenų aritmetinis vidurkis, dispersija, standartinis nuokrypis, determinacijos koeficientas apskaičiuoti naudojant *Microsoft Office Excel 2007* statistikos (*Statistical*) funkcijas: AVERAGE (vidurkis), VAR (dispersija), STDEV (standartinis nuokrypis). Pasinaudojus „trendline“ funkcija buvo gauti determinacijos koeficientai (R^2).

Buvo skaičiuojami šie svarbiausi statistiniai rodikliai:

1) Aritmetinis vidurkis (arba imties vidurkis) $\bar{x}$:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \quad (1)$$

čia: x_i – atskiro matavimo rezultatas; n – rezultatų skaičius.

Aritmetinis vidurkis yra visų duomenų, gautų iš Aplinkos apsaugos agentūros, vidutinė reikšmė. Jis išreiškiamas visų duomenų suma, padalinta iš jų skaičiaus. Aritmetinis vidurkis yra viena iš pagrindinių statistinių charakteristikų, be kurios nebūtų galimi tolimesni skaičiavimai (Engstrand...2007).

2) Dispersija s^2 :

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}, \quad (2)$$

čia $x_i - \bar{x}$ – atskiro rezultato nuokrypis nuo aritmetinio vidurkio.

Empirinė (imties) dispersija yra duomenų „išsisklaidymo“ matas. Jeigu duomenų reikšmės yra beveik lygios, tai dispersija labai maža, o jeigu duomenų reikšmės labai skiriasi, tai dispersija labai didelė (Engstrand...2007).

3) Vidutinis kvadratinis nuokrypis s :

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}. \quad (3)$$

Duomenų vidutinis kvadratinis nuokrypis išreiškiamas kvadratinės šaknies iš dispersijos teigiama reikšme. Standartinis nuokrypis, kaip ir dispersija, yra sklaidos charakteristika, matuojama tais pačiais vienetais kaip ir stebimasis dydis (Engstrand...2007).

4) Variacijos koeficientas v :

$$v = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100, \quad \% \quad (4)$$

Variacijos koeficientas, tai charakteristika, kuri nepriklauso nuo matavimų skalės. Variacijos koeficientą patogiau išreikšti procentais. Gauta reikšmė parodo, kiek procentų aritmetinio vidurkio sudaro standartinis nuokrypis. Kuo ši reikšmė mažesnė, tuo gauti rezultatai yra stabilesni, o jų sklaida nedidelė (Engstrand...2007).

5) Atsitiktinė (matavimo rezultato) paklaida Δ :

$$\Delta = t_{\beta} \cdot \frac{s}{\sqrt{n}}, \quad (5)$$

čia: t_{β} – koeficientas (Stjudento kriterijus), priklausantis nuo užsiduotos pasiklivimo tikimybės β (technikoje dažniausiai $\beta = 0,95$) ir nuo laisvės laipsnių skaičiaus $\varphi = n - 1$, randamas iš 3 lentelės.

Atsitiktinė (matavimo rezultato) paklaida priklauso nuo imties didumo. Kuo didesnė imtis, tuo mažesnė atsitiktinė paklaida. Tačiau šis mažėjimas nėra tolygus, o pasiekus tam tikrą imties didumą, atsitiktinė paklaida pradeda mažėti labai lėtai (Čekanavičius, Murauskas...2001).

3 lentelė. Koeficiento t_{β} reikšmės priklausomai nuo φ , esant pasiklivimo tikimybei $\beta = 0,95$

$\varphi = n - 1$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
t_{β}	12,71	4,30	3,18	2,78	2,57	2,45	2,37	2,31	2,26	2,22	2,20	2,18	2,16
φ	14	15	16	17	18	19	20	30	40	60	120	∞	
t_{β}	2,15	2,13	2,12	2,11	2,10	2,09	2,09	2,04	2,02	2,00	1,98	1,96	

6) Pasikliautinis intervalas I_{β} :

$$I_{\beta} = (\bar{x} - \Delta; \bar{x} + \Delta). \quad (6)$$

Pasikliautinis intervalas yra tam tikra įtaiga apie populiacijos vidurkį. Pasikliautinis intervalas apima tikrąją populiacijos vidurkio reikšmę. Gautas intervalas, mano atveju, turės nustatytą 95 % pasiklivimo laipsnį. Tai reiškia, kad atlikti skaičiavimai pasitvirtins 95 procentais Engstrand...2007).

Taip pat buvo skaičiuota nuotėkio norma išreikšta nuotėkio modulio (hidromodulio) charakteristika. Nuotėkio modulis (hidromodulis) $q \text{ l}/(\text{s} \cdot \text{km}^2)$ – kiekis vandens, nutekančio iš baseino ploto vieneto per laiko vienetą (Gailušis ir kt. 2001).

7) Nuotėkio modulis (hidromodulis) q :

$$q = \frac{1000 \cdot Q}{A}, \quad (7)$$

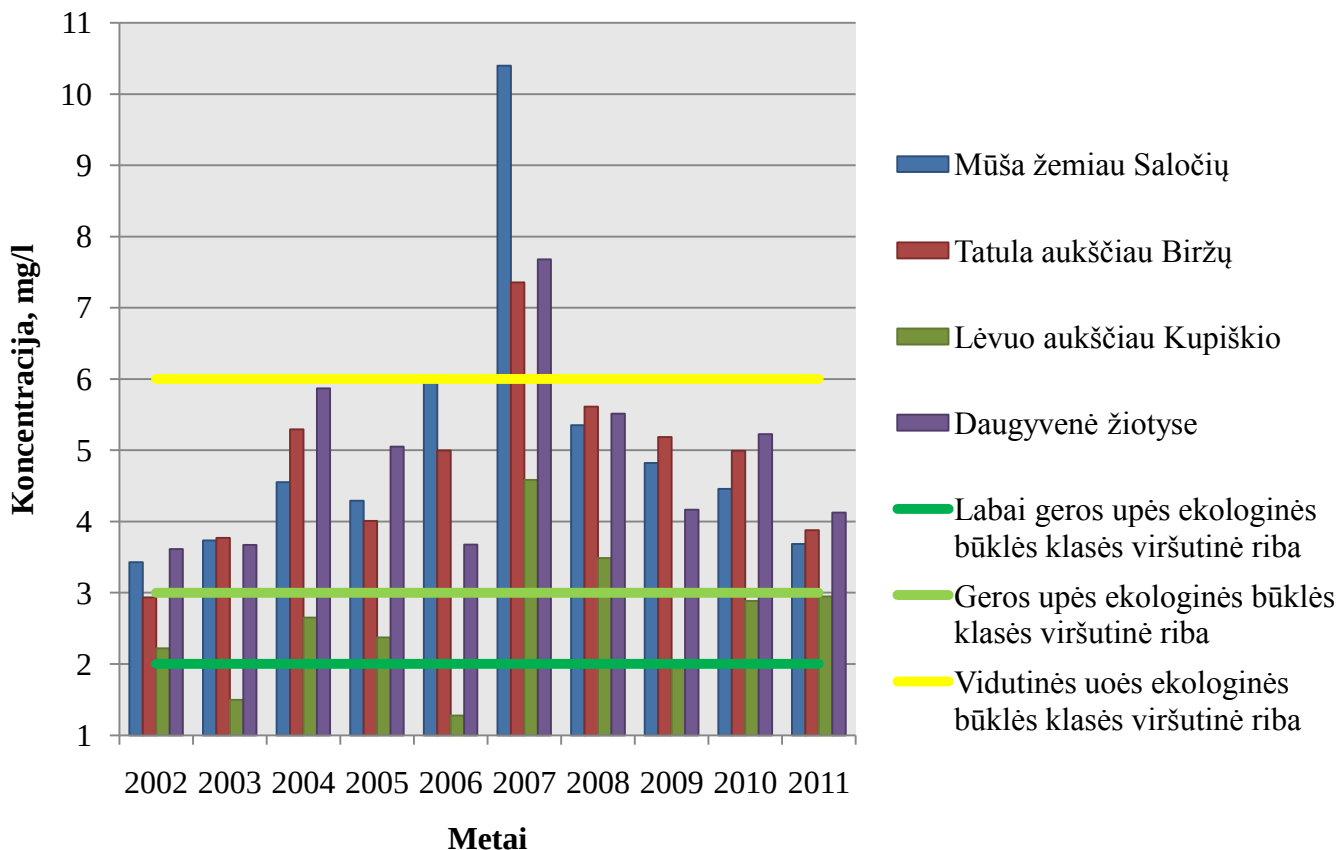
čia: Q – debitas, m^3/s ;

A – baseino plotas km^2 .

4. MŪŠOS UPĖS BASEINO VANDENS KOKYBĖS TYRIMŲ REZULTATAI IR JŲ ANALIZĖ

4.1. Rezultatai ir jų analizė

Bendrojo azoto vidutinės metinės koncentracijos Mūšos upėje žemiau Saločių, Tatulos upėje aukščiau Biržų, Lėvens upėje aukščiau Kupiškio bei Daugyvenės upės žiotyse 2002–2011 metų laikotarpiu pateiktos 8 paveiksle.



8 pav. Bendrojo azoto vidutinės metinės koncentracijos Mūšos upėje žemiau Saločių, Tatulos upėje aukščiau Biržų, Lėvens upėje aukščiau Kupiškio bei Daugyvenės upės žiotyse 2002–2011 metų laikotarpiu

Nuo 2002 metų vidutinės bendrojo azoto (N_b) koncentracijų vertės Mūšos upėje žemiau Saločių palaipsniui kilo, kol 2007 metais pasiekė maksimumą. Po 2007 metų matomas aiškus koncentracijos mažėjimas. Kadangi buvo nagrinėjami mėnesiniai duomenys yra žinoma, kad didžiausia vienkartinė išmatuota koncentracija Mūšos upėje žemiau Saločių buvo 26 mg/l (2007 m. sausio mėn. 22 d.). Statistiniai N_b koncentracijų rodikliai Mūšos upėje žemiau Saločių yra pateikti 4 lentelėje. Šioje lentelėje kaip ir 5, 6 bei 7 lentelėse yra pateikiamos bendros 2002–2011 metų statistinės N_b charakteristikos.

4 lentelė. Statistinės N_b koncentracijų charakteristikos Mūšos upėje žemiau Saločių 2002–2011 metais

	Aritmetinis vidurkis, mg/l	Dispersija	Vidutinis kvadratinis nuokrypis	Variacijos koeficientas, %	Atsitiktinė paklaida	Pasikliautinis intervalas 95 % patikimumo
Mūša žemiau Saločių	5,07	4,12	2,03	40,01	1,45	3,62 – 6,53

Lyginant Tatulos upės aukščiau Biržų posto duomenis su Mūšos upės žemiau Saločių duomenimis išskirtinių tendencijų nepastebėta. Čia taip pat 2007 metais vidutinė metinė N_b koncentracija pasiekė maksimumą ir išsiskyrė kitų metų kontekste. Didžiausia vienkartinė išmatuota koncentracija Tatulos upėje aukščiau Biržų buvo 25 mg/l (2007 m. sausio mėn. 22 d.). Statistiniai N_b koncentracijų rodikliai Tatulos upėje aukščiau Biržų yra pateikti 5 lentelėje.

5 lentelė. Statistinės N_b koncentracijų charakteristikos Tatulos upėje aukščiau Biržų 2002–2011 metais

	Aritmetinis vidurkis, mg/l	Dispersija	Vidutinis kvadratinis nuokrypis	Variacijos koeficientas, %	Atsitiktinė paklaida	Pasikliautinis intervalas 95 % patikimumo
Tatula aukščiau Biržų	4,80	1,52	1,23	25,66	0,88	3,92 – 5,68

Lėvens upėje aukščiau Kupiškio išliko tas pats dėsningumas kaip ir anksčiau aptartose upėse. 2007 metų vidutinė metinė N_b koncentracija buvo didžiausia, lyginant su kitais metais. Didžiausia vienkartinė išmatuota koncentracija Lėvens upėje aukščiau Kupiškio buvo 9,8 mg/l (2007 m. gruodžio mėn. 19 d.). Statistiniai N_b koncentracijų rodikliai Lėvens upėje aukščiau Kupiškio yra pateikti 6 lentelėje.

6 lentelė. Statistinės N_b koncentracijų charakteristikos Lėvens upėje aukščiau Kupiškio 2002–2011 metais

	Aritmetinis vidurkis, mg/l	Dispersija	Vidutinis kvadratinis nuokrypis	Variacijos koeficientas, %	Atsitiktinė paklaida	Pasikliautinis intervalas 95 % patikimumo
Lėvu aukščiau Kupiškio	2,59	0,94	0,97	37,39	0,69	1,90 – 3,29

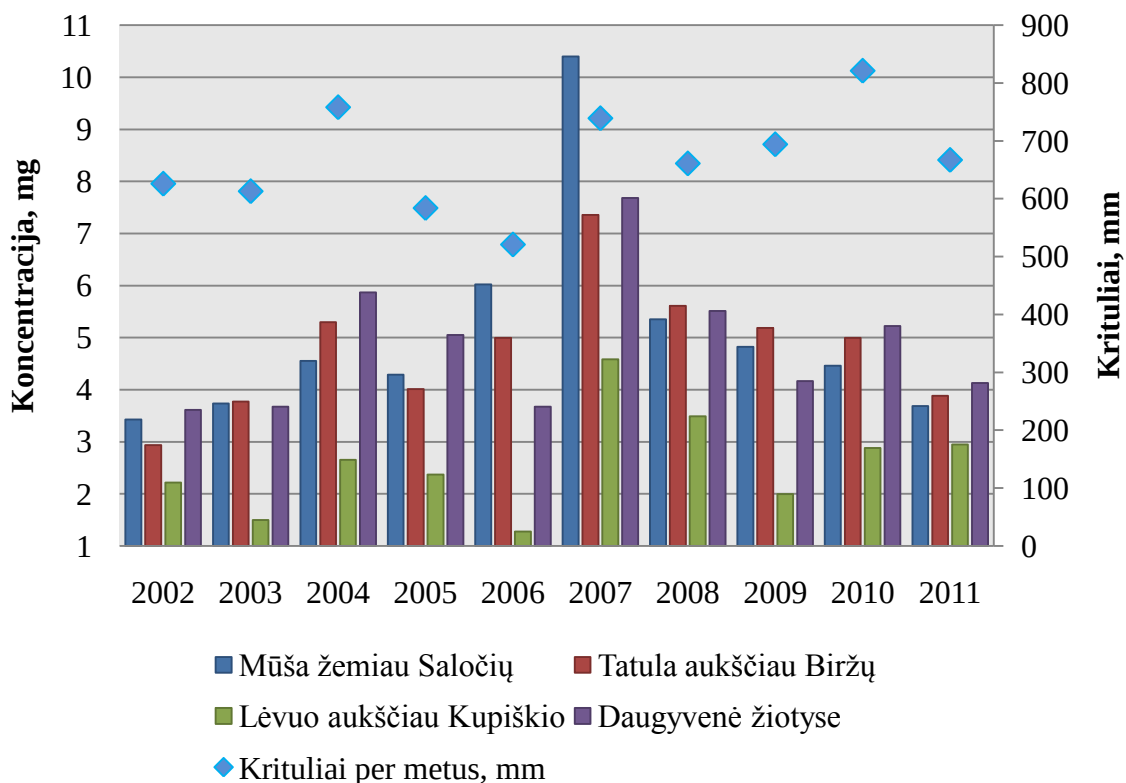
Daugyvenės upės žiotyse metiniai vidutiniai N_b kiekiai svyruoja. Ji yra antra pagal užterštumą iš tirtų upių vertinant vidutinius metinius bendrojo azoto kiekius 2002–2011 metų laikotarpiu. Didžiausia vienkartinė išmatuota koncentracija Daugyvenės upės žiotyse buvo 17 mg/l

(2007 m. vasario mėn. 19 d.). Statistiniai N_b koncentracijų rodikliai Daugyvenės upės žiotyse yra pateikti 7 lentelėje.

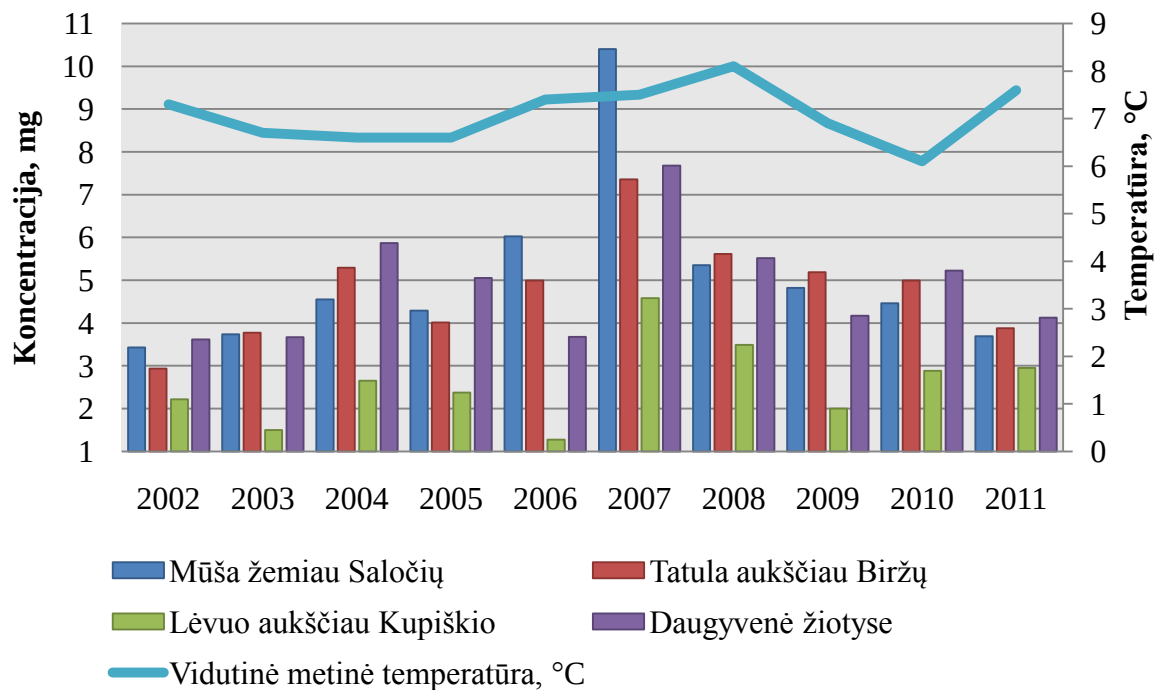
7 lentelė. Statistinės N_b koncentracijų charakteristikos Daugyvenės upės žiotyse 2002–2011 metais

	Aritmetinis vidurkis, mg/l	Dispersija	Vidutinis kvadratinis nuokrypis	Variacijos koeficientas, %	Atsitiktinė paklaida	Pasikliautinis intervalas 95 % patikimumo
Daugyvenės upės žiotys	4,86	1,66	1,29	26,53	0,92	3,94 – 5,78

9 ir 10 paveiksluose taip pat yra pateiktos bendrojo azoto vidutinės metinės koncentracijos Mūšos upėje žemiau Saločių, Tatulos upėje aukščiau Biržų, Lėvens upėje aukščiau Kupiškio bei Daugyvenės upės žiotyse 2002–2011 metų laikotarpiu. Tik priešingai nei 8 paveiksle, šiuose paveiksluose dar vaizduojamas vidutinis kritulių bei temperatūros pokytis per tiriamąjį laikotarpį. Panaudoti Biržų meteorologinės stoties duomenys.



9 pav. Bendrojo azoto vidutinės metinės koncentracijos bei metinis kritulių kiekis Mūšos upėje žemiau Saločių, Tatulos upėje aukščiau Biržų, Lėvens upėje aukščiau Kupiškio bei Daugyvenės upės žiotyse 2002–2011 metų laikotarpiu



10 pav. Bendrojo azoto vidutinės metinės koncentracijos bei vidutinė metinė temperatūra Mūšos upėje žemiau Saločių, Tatulos upėje aukščiau Biržų, Lėvens upėje aukščiau Kupiškio bei Daugyvenės upės žiotyse 2002–2011 metų laikotarpiu

Remiantis Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos duomenimis, 2007 metų pradžios temperatūra net 10,1 °C viršijo vidutinę temperatūrą būdingą tokiam metų laikui, o vidutinis metinis kritulių kiekis pagal Biržų meteorologijos stotį, esančią arčiausiai prie Tatulos aukščiau Biržų ir Mūšos žemiau Saločių monitoringo taškų, net 134 mm didesnis už daugiametę normą, kuri siekia 605 mm. Tad galima daryti prielaidą, jog didesnis nei įprastai vidutinis metinis kritulių kiekis, didesnis vidutinis metinis upės debitas Mūšos upėje, aukštesnės nei įprasta temperatūros buvimas šaltuoju metu laiku bei didesnės nuotėkio modulio vertės nei įprasta darė didesnę įtaką išplaunamam bendrojo azoto kiekiui Mūšos baseine 2007 metais lyginant su kitais metais. 8 lentelėje yra pateiktos 2002–2010 metų vidutinės metinės debito reikšmės Mūšos upėje bei apskaičiuotos hidromodulio reikšmės.

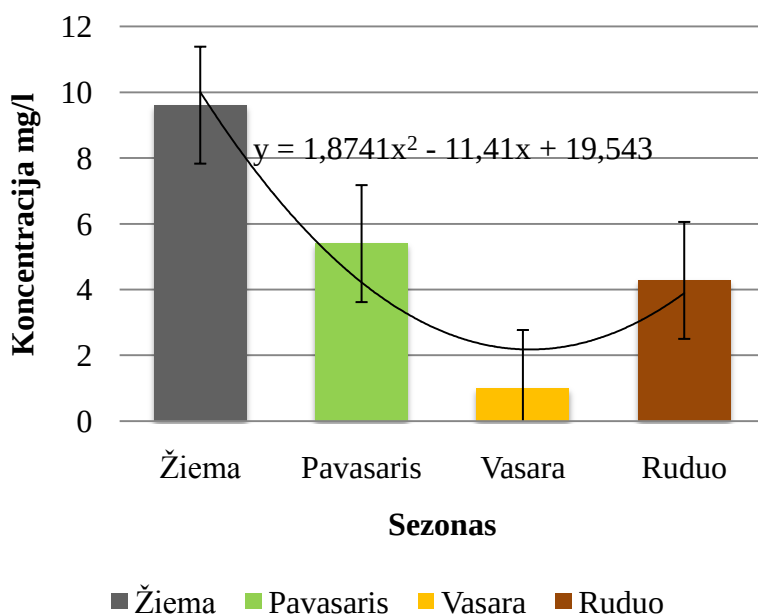
8 lentelė. 2002–2010 metų vidutinės metinės debito ir hidromodulio reikšmės Mūšos upėje

Metai	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
$Q_{vid}, m^3/s$	11,60	6,76	11,90	9,46	5,27	13,76	10,30	8,48	12,30
$q, l/(s \cdot km^2)$	5,09	2,96	5,22	4,15	2,31	6,01	4,52	3,72	5,39

Šiaurės Lietuvoje kritulių kiekis didesnis, o oro temperatūra žemesnė negu Vidurio Lietuvoje, todėl drenažo nuotėkis, sąlygojantis bendrojo azoto kiekius paviršiniuose vandens telkiniuose, dažniausiai būna 16 – 17 % didesnis (Misevičienė, Rudzianskaitė 2003). Paprastai

didžiausias drenažo nuotėkis būna pavasario sezonu ir atskirais metais gali sudaryti 84 % metinės sumos. Žiemą, kai būna atlydžiai, drenažo nuotėkis taip pat gali būti didelis ir sudaryti iki 62 % metinės sumos (Baigys, Milius 2001). Žiemos – ankstyvo pavasario laikotarpiu, kai dėl mažų oro temperatūrų ir išalo dirvožemio absorbcinė galia labai sumažėja, nitratų padidėjimą dirvožemio vandenyje kompensuoja dideli jų kiekiai, pasklidę baseine su krituliais. Kai azoto junginių sunaudojimas minimalus, susidaro palankios sąlygos azotinių organinių medžiagų mineralizacijos procesams. Vasaros – rudens metu vyrauja pačios mažiausios azoto junginių koncentracijos drenažo vandenyje (Ruminaitė 2010).

Kaip matyti iš 11 pav. didžiausios vidutinės sezoninės bendrojo azoto koncentracijos Mūšos upėje žemiau Saločių 2002–2011 metų laikotarpiu susidaro šaltuoju metu laikotarpiu – žiemą, o mažiausios būna vasarą. Tam įtakos turi vykstanti augalų vegetacija, sutelktoji ir pasklidoji taršos.



11 pav. Vidutinė sezoninė bendrojo azoto koncentracijų kaita Mūšos upėje žemiau Saločių 2002–2011 metų laikotarpiu

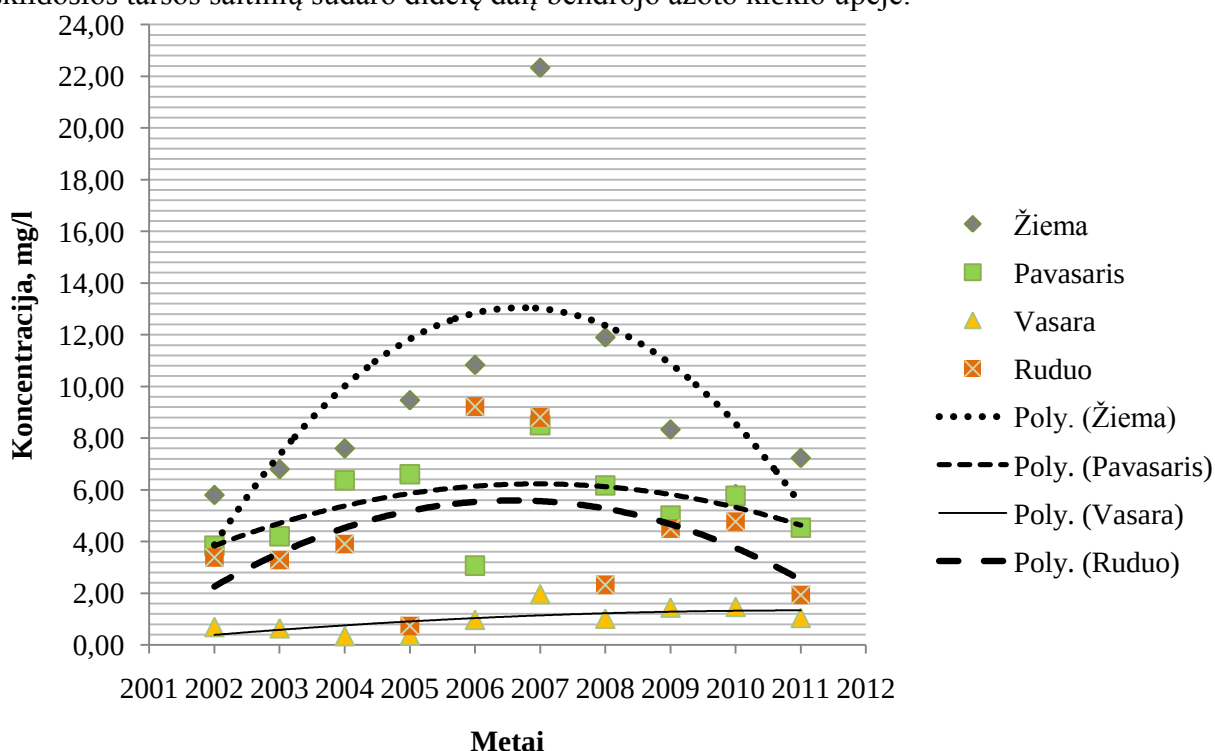
Net 47 % susidariusio bendrojo azoto kiekio buvo išplauti žiemą (gruodis, sausis, vasaris). Tuo tarpu vasarą (birželis, liepa, rugpjūtis) išplovimas tesiekė tik 5 %. Pavasarį (kovas, balandis, gegužė), kai bendrojo azoto kiekiui vandenyje įtakos gali turėti sniego tirpimas, išplovimas buvo lygus 27 % ir 21 % rudens (rugsėjis, spalio, lapkritis) laikotarpiu. Vidutinę sezoninę bendrojo azoto koncentracijų kaitą Mūšos upėje žemiau Saločių 2002–2011 metų laikotarpiu nusako daugianarė priklausomybė (determinacijos koeficientas $R^2 = 0,92$) tarp atskiro sezono ir sezono koncentracijų kitimo su pasikliautiniu 95 % patikimumo intervalu.

9 lentelėje yra pateiktos bendrojo azoto sezoninės statistinės charakteristikos Mūšos upėje žemiau Saločių

9 lentelė. Statistinės sezoninės N_b koncentracijų charakteristikos Mūšos upėje žemiau Saločių

Mūša žemiau Saločių	Aritmetinis vidurkis, mg/l	Dispersija	Vidutinis kvadratinis nuokrypis	Variacijos koeficientas, %	Atsitiktinė paklaida	Pasikliautinis intervalas 95 % patikimumo
Žiema	9,61	36,70	6,06	63,02	2,26	7,36 – 11,87
Pavasaris	5,40	7,72	2,78	51,42	1,03	4,37 – 6,44
Vasara	1,00	0,49	0,70	70,47	0,23	0,74 – 1,26
Ruduo	4,28	26,35	5,13	119,82	1,91	2,37 – 6,20

Remiantis vidutinėmis bendrojo azoto koncentracijomis ir ilgalaikiais stebėjimais galima teigti, kad vasaros sezonu Mūšos upė žemiau Saločių atitinka labai geros upių ekologinės būklės klasės kriterijų. Pavasario ir rudens laikotarpiu vidutinės, o žiemos laikotarpiu blogos upių ekologinės būklės klasės kriterijų. Trumpai apžvelgiant kasmetines vidutines sezonines bendrojo azoto koncentracijų tendencijas Mūšos upėje žemiau Saločių (12 pav.) matyti dar didesnis bendrojo azoto koncentracijų sezoniškumas vasaros – žiemos laikotarpiu. Determinacijos koeficientas (R^2), nusakantis daugianares priklausomybes tarp atskiro sezono ir sezono koncentracijų kitimo, žiemos, pavasario, vasaros, rudens laikotarpiais atitinkamai yra lygus 0,43; 0,25; 0,41; 0,19. Kadangi daugiau nei 60 % viso Mūšos baseino ploto sudaro dirbama žemė, tai teršalai patenkantys iš pasklidusios taršos šaltinių sudaro didelę dalį bendrojo azoto kiekio upėje.



12 pav. Kasmetinė vidutinė sezoninė bendrojo azoto koncentracijų kaita Mūšos upėje žemiau Saločių

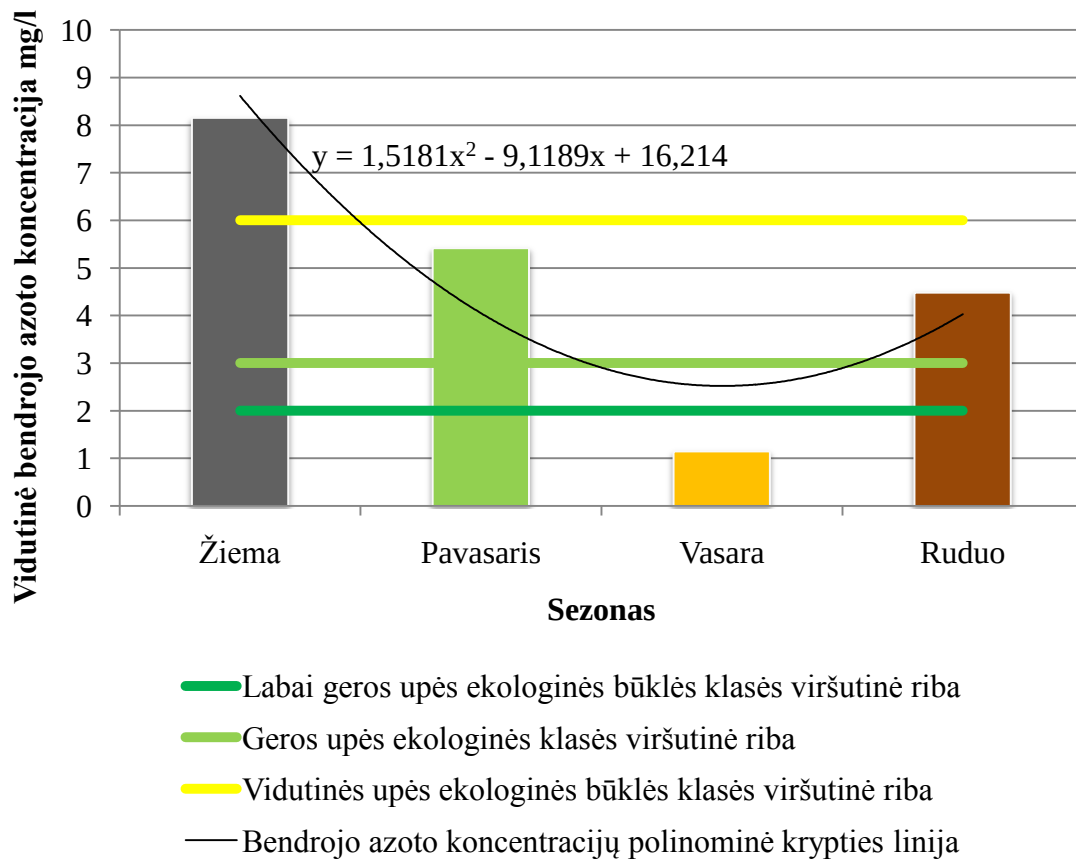
Anot R. Stankevičienės (2012) į Mūšos baseiną iš ariamos žemės patenka 87 %, iš valymo įrenginių, namų valdų ir užstatytų teritorijų – 10 %, o iš miškingos teritorijos ir ganyklų – 3 % viso baseinui tenkančio azoto. Mūša žemiau Saločių yra paskutinis valstybinio monitoringo taškas Lietuvoje Mūšos baseine, todėl natūralu, kad šiame taške yra didžiausios bendrojo azoto koncentracijos, lyginant su kitais tirtais taškais. Tai lemia iš Mūšos upės intakų atplukdomas vanduo su teršalais nesugebėjusiais pasišalinti dėl savaiminio apsivalymo galimybės. Yra žinoma, kad Šiaulių nuotekų valykla yra didžiausias sutelktosios taršos šaltinis Mūšos baseine. Nors pastaraisiais metais Šiaulių nuotekų valyklos darbo efektyvumas yra gana aukštas dėl didelio nuotekų kiekio ir labai mažos Kulpės (dešinysis Mūšos intakas) taršos atskiedimo gebos, amonio azoto koncentracija šioje upėje atskirais laikotarpiais vis dar gali būti viršijama. Taip pat reikia paminėti, kad prie Kulpės taršos nemažai gali prisidėti ir paviršinių (lietaus) nuotekų apkrovos. Specialistų atlikti skaičiavimai rodo, kad Šiladžio (Mūšos dešinysis intakas) upėje vandens kokybės problemas gali sukelti aukštupyje nuotekas į upę išleidžianti Kairių nuotekų valykla. Vandens kokybės problemas Šiladyje iš esmės nulemia ir tai, kad nuotekos išleidžiamos upės aukštupyje, kur yra menkos taršos praskiedimo galimybės. (Lielupės...2010).

Vidutinės sezoninės bendrojo azoto koncentracijos Tatulos upėje aukščiau Biržų (13 pav.) 2002–2011 metų laikotarpiu pasiskirsto panašiai kaip ir Mūšos upėje žemiau Saločių. Žiemos laikotarpiu taip pat yra didžiausios bendrojo azoto koncentracijos, o vasaros laikotarpiu – mažiausios. Pagrindines vandens kokybės problemas nulemdavęs taršos šaltinis ilgą laiką Tatulos upėje buvo Biržų nuotekų valykla. Šiuo metu Biržų nuotekų valykloje pasiekiamas aukštas nuotekų išvalymo laipsnis, todėl šis išleistuvas nebesukelia vandens kokybės problemų. Vis dėlto, Tatuloje reikšmingo sutelktosios taršos poveikio kol kas visiškai išvengti nepavyksta dėl Vabalos upe atplukdomos Vabalninko nuotekų valykos taršos ir Raubonių, Kratiškių, Mielūnų gyvenviečių, kurios išleidžia nuotekas į upę. Taip pat, bendrojo azoto kiekius lemia dirbami žemės plotai iš kurių ir patenka didžiausi bendrojo azoto kiekiai (Lielupės...2010).

10 lentelėje yra pateiktos bendrojo azoto sezoninės statistinės charakteristikos Tatulos upėje aukščiau Biržų.

10 lentelė. Statistinės sezoninės N_b koncentracijų charakteristikos Tatulos upėje aukščiau Biržų

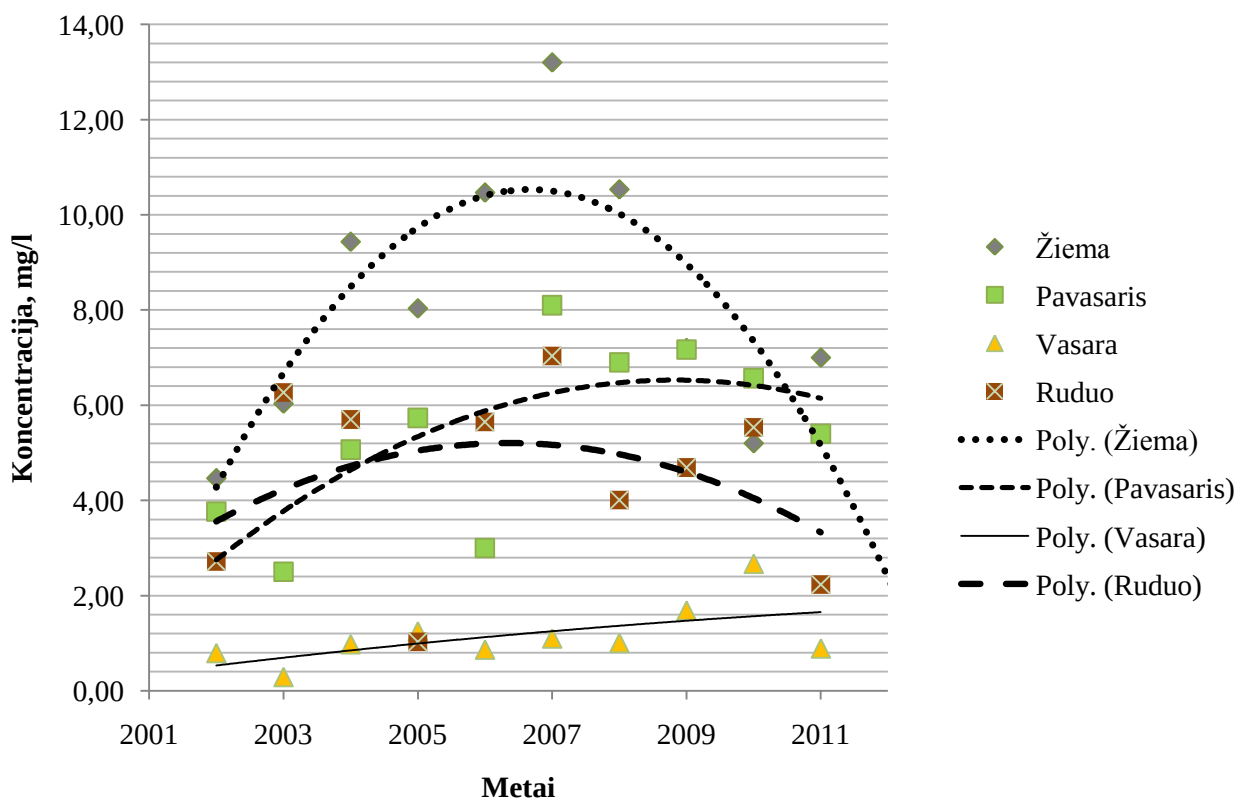
Tatula aukščiau Biržų	Aritmetinis vidurkis, mg/l	Dispersija	Vidutinis kvadratinis nuokrypis	Variacijos koeficientas, %	Atsitiktinė paklaida	Pasikliautinis intervalas 95 % patikimumo
Žiema	8,16	24,50	4,95	60,68	1,84	6,31 – 10,00
Pavasaris	5,42	8,00	2,83	52,17	1,05	4,37 – 6,47
Vasara	1,15	0,72	0,85	73,79	0,32	0,83 – 1,47
Ruduo	4,49	18,23	4,27	95,17	1,59	2,90 – 6,08



13 pav. Vidutinė sezoninė bendrojo azoto koncentracijų kaita Tatulos upėje aukščiau Biržų 2002–2011 metų laikotarpiu

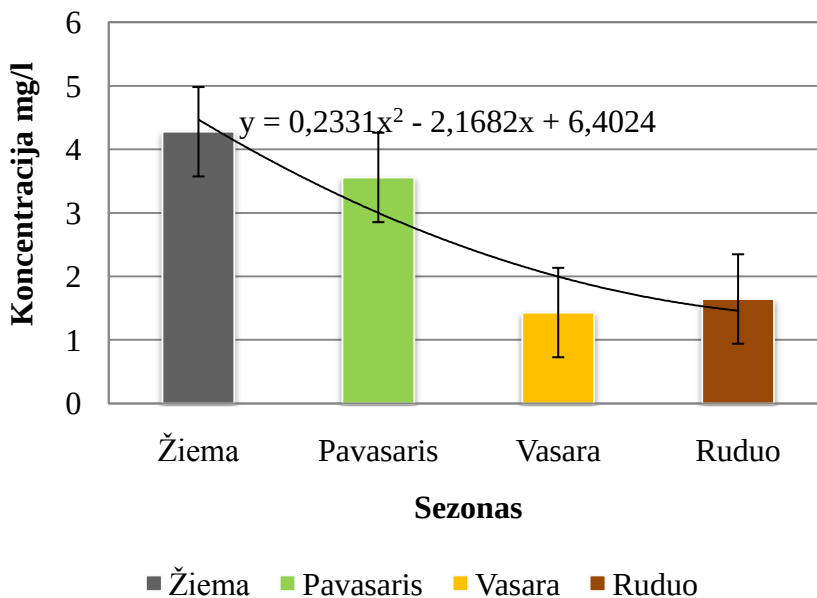
43 % susidariusio bendrojo azoto kiekio Tatulos upėje aukščiau Biržų buvo išplauti žiemą (gruodis, sausis, vasaris). Tuo tarpu vasarą (birželis, liepa, rugpjūtis) išplovimas tesiekė tik 6 %. Pavasarį (kovas, balandis, gegužė), kai bendrojo azoto kiekiui vandenyje įtakos gali turėti sniego tirpimas, išplovimas buvo lygus 28 % ir 23 % rudens (rugsėjis, spalio, lapkritis) laikotarpiu. Vidutinę sezoninę bendrojo azoto koncentracijų kaitą Tatulos upėje aukščiau Biržų 2002–2011 metų laikotarpiu nusako daugianarė priklausomybė (determinacijos koeficientas $R^2 = 0,83$) tarp atskiro sezono ir sezono koncentracijų kitimo su pasikliautiniu 95 % patikimumo intervalu. Vasaros laikotarpiu išmatuotos vidutinės bendrojo azoto koncentracijos atitinkamai Mūšos upėje žemiau Saločių ir Tatulos upėje aukščiau Biržų yra net 9 ir 8 kartus mažesnės nei žiemos laikotarpiu.

Kasmetinės vidutinės sezoninės bendrojo azoto koncentracijos Tatulos upėje aukščiau Biržų pavaizduotos 14 paveiksle. Determinacijos koeficientas (R^2), nusakantis daugianarės priklausomybes tarp atskiro sezono ir sezono koncentracijų kitimo, žiemos, pavasario, vasaros, rudens laikotarpiais atitinkamai yra lygus 0,66; 0,49; 0,14; 0,12.



14 pav. Kasmetinė vidutinė sezoninė bendrojo azoto koncentracijų kaita Tatulos upėje aukščiau Biržų

15 paveiksle pavaizduotas Lėvens upės aukščiau Kupiškio vidutinis sezoninis bendrojo azoto pasiskirstymas.



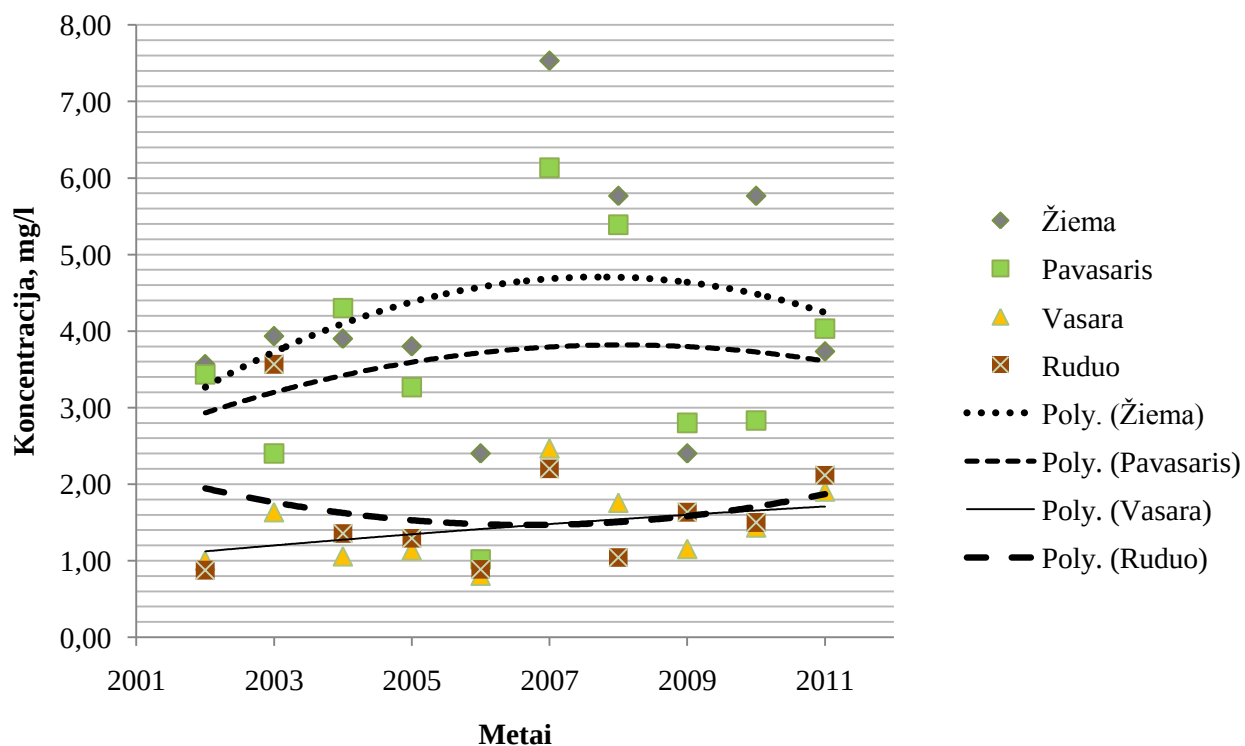
15 pav. Vidutinė sezoninė bendrojo azoto koncentracijų kaita Lėvens upėje aukščiau Kupiškio 2002–2011 metų laikotarpiu

11 lentelėje yra pateiktos bendrojo azoto sezoninės statistinės charakteristikos Lėvens upėje aukščiau Kupiškio

11 lentelė. Statistinės sezoninės N_b koncentracijų charakteristikos Lėvens upėje aukščiau Kupiškio

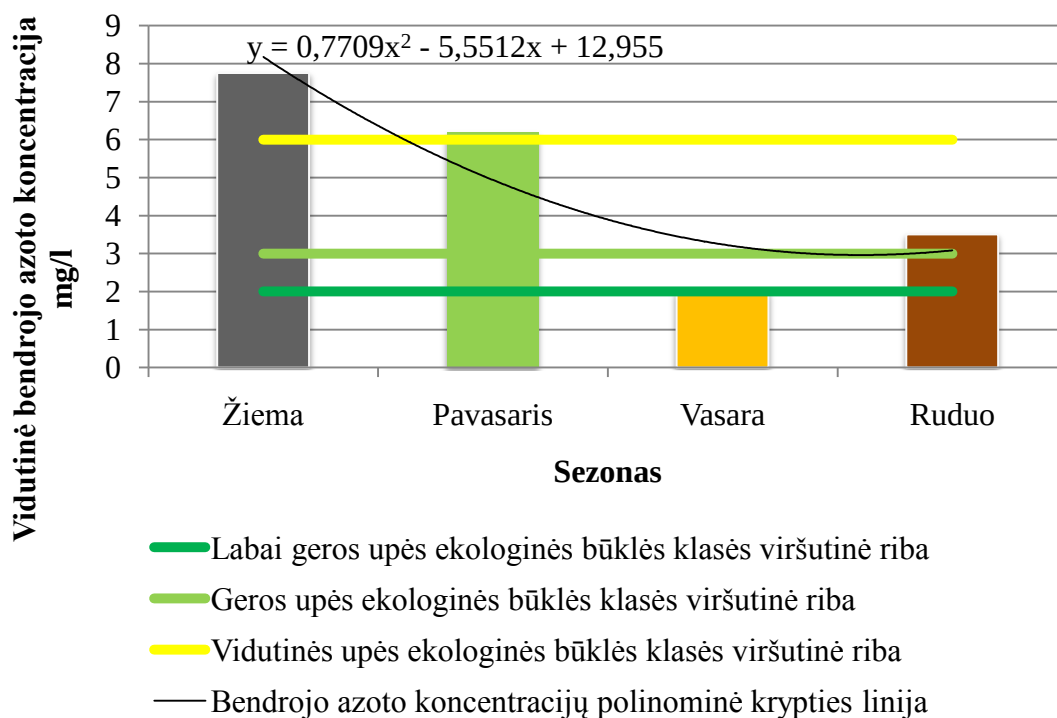
Lėvuo aukščiau Kupiškio	Aritmetinis vidurkis, mg/l	Dispersija	Vidutinis kvadratinis nuokrypis	Variacijos koeficientas, %	Atsitiktinė paklaida	Pasikliautinis intervalas 95 % patikimumo
Žiema	4,28	5,94	2,44	56,97	0,91	3,37 – 5,19
Pavasaris	3,56	3,17	1,78	49,99	0,66	2,90 – 4,22
Vasara	1,43	0,56	0,74	51,55	0,28	1,16 – 1,71
Ruduo	1,65	0,98	0,99	60,21	0,37	1,28 – 2,02

39 % susidariusio bendrojo azoto kiekio Lėvens upėje aukščiau Kupiškio buvo išplauti žiemą (gruodis, sausis, vasaris). Tuo tarpu vasarą (birželis, liepa, rugpjūtis) išplovimas siekė 13 %. Pavasarį (kovas, balandis, gegužė), kai bendrojo azoto kiekiui vandenyje įtakos gali turėti sniego tirpimas, išplovimas buvo lygus 33 % ir 15 % rudens (rugsėjis, spalio, lapkritis) laikotarpiu. Vidutinę sezoninę bendrojo azoto koncentracijų kaitą Lėvens upėje aukščiau Kupiškio 2002–2011 metų laikotarpiu nusako daugianarė priklausomybė (determinacijos koeficientas $R^2 = 0,88$) tarp atskiro sezono ir sezono koncentracijų kitimo. Lyginant su Tatula aukščiau Biržų ir Mūša žemiau Saločių išryškėja nauja tendencija, jog šioje upėje azoto išplovimas žiemos ir pavasario laikotarpiais bei vasaros ir rudens laikotarpiais yra beveik vienodi ir yra atitinkamai lygūs ~ 30 % ir 15 %, priešingai nei buvo Tatulos upėje aukščiau Biržų ir Mūšos upėje žemiau Saločių, kur buvo aiškus skirtumas tarp šiltojo sezono ir šaltojo sezono bendrojo azoto koncentracijų pasiskirstymo. Tam įtakos galėjo turėti sutelktosios bei pasklidosios taršos šaltiniai ir taršos mastai. Taip pat, Lėvens upės debitas ir nuotėkis, meteorologinės sąlygos. Lėvens upė aukščiau Kupiškio vasaros ir rudens laikotarpiu atitinka labai geros upių ekologinės būklės klasės kriterijų, o žiemos ir pavasario laikotarpiu vidutinės. Tai mažiausiai (didžiausia vidutinė bendrojo azoto koncentracija žiemos laikotarpiu siekė 4,28 mg/l) pagal bendrojo azoto koncentraciją užterštas upės monitoringo taškas iš visų nagrinėtų. Kupiškio pavaizduotos 16 paveikslė. Determinacijos koeficientas (R^2) tarp atskiro sezono ir sezono koncentracijų kitimo žiemos, pavasario, vasaros, rudens laikotarpiais atitinkamai yra lygus 0,08; 0,04; 0,15; 0,04. Šileika (2012) nustatė jog Mūšos baseine bendrojo azoto daugiausiai susidaro iš žemės ūkio naudmenų net 91,6 % ir 6,1 % iš sutelktosios taršos šaltinių. Kadangi žemdirbystė netoli monitoringo posto Lėvens upėje aukščiau Kupiškio nėra intensyviai plėtojama, tai ir lėmė, kad čia bendrojo azoto koncentracijos buvo mažiausios, lyginant su kitais trimis monitoringo taškais.



16 pav. Kasmetinė vidutinė sezoninė bendrojo azoto koncentracijų kaita Lėvens upėje aukščiau Kupiškio

17 pav. pavaizduotas vidutinis sezoninis bendrojo azoto pasiskirstymas Daugyvenės upės žiotyse 2002–2011 metų laikotarpiu.



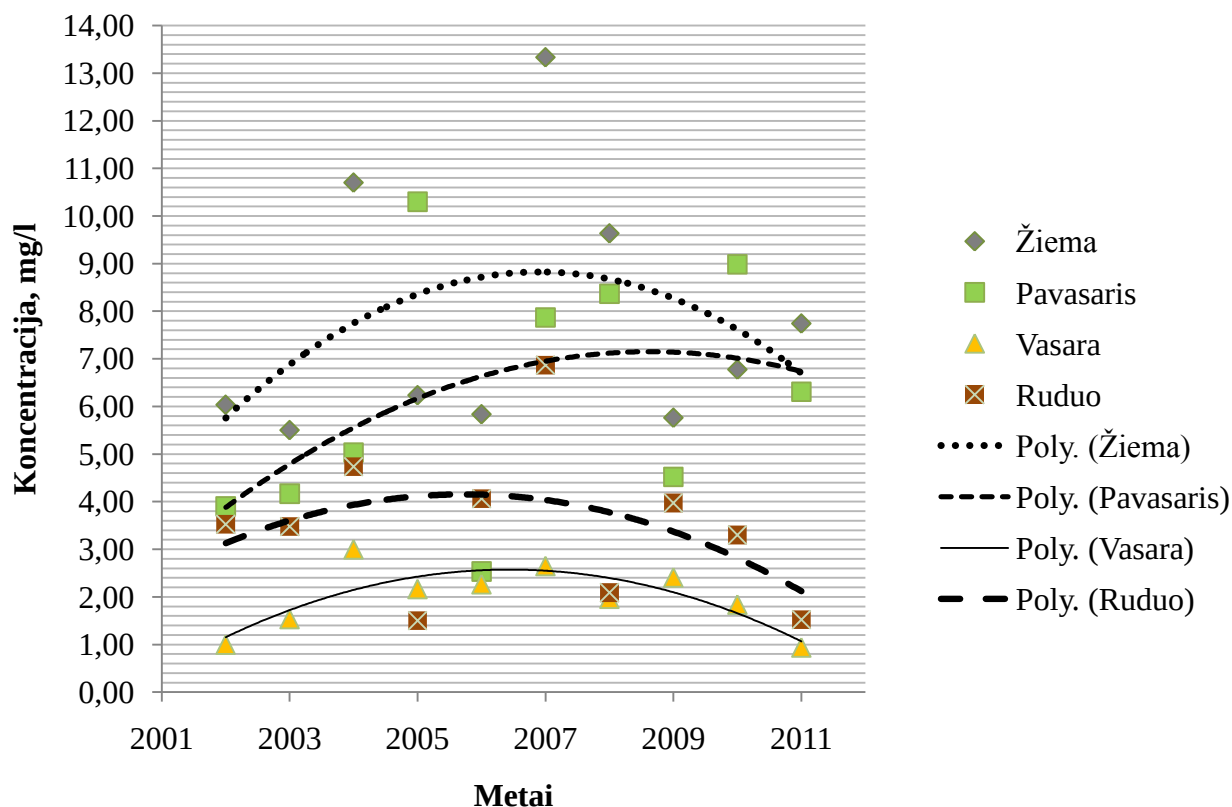
17 pav. Vidutinė sezoninė bendrojo azoto koncentracijų kaita Daugyvenės upės žiotyse 2002–2011 metų laikotarpiu

12 lentelėje yra pateiktos bendrojo azoto sezoninės statistinės charakteristikos Daugyvenės upės žiotyse.

12 lentelė. Statistinės sezoninės N_b koncentracijų charakteristikos Daugyvenės upės žiotyse

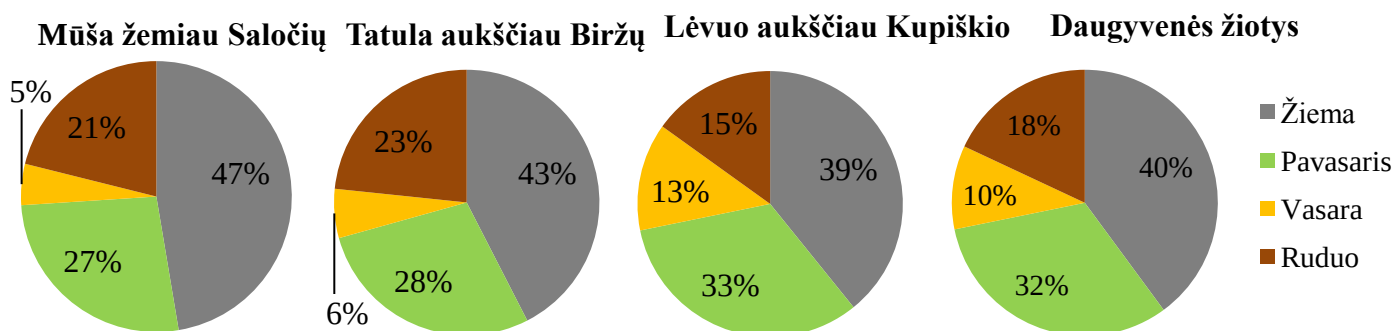
Daugyvenės upės žiotys	Aritmetinis vidurkis, mg/l	Dispersija	Vidutinis kvadratinis nuokrypis	Variacijos koeficientas, %	Atsitiktinė paklaida	Pasikliautinis intervalas 95 % patikimumo
Žiema	7,75	13,82	3,72	47,94	1,38	6,37 – 9,14
Pavasaris	6,20	15,18	3,90	62,86	1,45	4,75 – 7,65
Vasara	1,98	1,83	1,35	68,43	0,50	1,47 – 2,48
Ruduo	3,51	9,15	3,02	86,29	1,13	2,38 – 4,63

Daugyvenės upės žiotyse išplaunamas vidutinis bendrojo azoto kiekis žiemos laikotarpiu siekia 40 % viso bendrojo išplaunamo azoto kiekio. Tuo tarpu vasarą – 10 %, rudenį ir pavasarį atitinkamai – 18 % ir 32 %. Vidutinę sezoninę bendrojo azoto koncentracijų kaitą Daugyvenės upės žiotyse 2002–2011 metų laikotarpiu nusako daugianarė priklausomybė (determinacijos koeficientas $R^2=0,83$) tarp atskiro sezono ir sezono koncentracijų kitimo su pasikliautiniu 95 % patikimumo intervalu. Daugyvenės upės žiotyse vasaros laikotarpiu atitinka labai geros upių ekologinės būklės klasės kriterijų, o žiemos ir pavasario laikotarpiu blogos. Kaip ir kituose analizuotuose taškuose bendrojo azoto koncentracijų pasiskirstymus gali įtakoti sezoniniai vandens nuotėkio ir debito pokyčiai, oro sąlygos ar konkretūs teršėjai (Ruminaitė 2010).



18 pav. Kasmetinė vidutinė sezoninė bendrojo azoto koncentracijų kaita Daugyvenės upės žiotyse

Kasmetinės vidutinės sezoninės bendrojo azoto koncentracijos Daugyvenės upės žiotyse pavaizduotos 18 paveiksle. Determinacijos koeficientas (R^2) tarp atskiro sezono ir sezono koncentracijų kitimo žiemos, pavasario, vasaros, rudens laikotarpiais atitinkamai yra lygus 0,15; 0,19; 0,68; 0,17. Daugyvenės upės vandens kokybę paveikti gali Šeduvos nuotekų valykla ir UAB „Agrochemos mažmena“ Šeduvos agrocentro išleistuvų tarša bei Klovainių, Petrašiūnų, Rozalimo gyvenviečių išleidžiamos nuotekos. Dėl Šeduvos agrocentro išleistuvų poveikio, upėje geros ekologinės būklės reikalavimų gali neatitikti amonio azoto koncentracija. (Lielupės...2010).



19 pav. Sezoninis išplaunamo bendrojo azoto kiekis analizuotose upėse

Apibendrinant duomenis pateiktus 19 paveiksle, didžiausi bendrojo azoto kiekiai į visas tirtas upes buvo išplauti žiemos laikotarpiu. Mažiausi kiekiai vasaros laikotarpiu. Azoto išplovimas žiemos laikotarpiu siekia nuo 39 % iki 47 % nuo viso bendrojo azoto kiekio, tuo tarpu vasaros laikotarpiu atitinkamai nuo 5 % iki 13 %. Sąlyginai panašūs bendrojo azoto kiekiai pavasario ir rudens laikotarpiais buvo nustatyti Mūšos upėje žemiau Saločių ir Tatulos upėje aukščiau Biržų. Tam įtakos galėjo turėti ir tiriamojo taško vieta, nuo jo priklauso sutelktosios bei pasklidosios taršos mastai, nes yra nevienodai plėtojama žemės ūkio veikla ir yra skirtingi sutelktosios taršos šaltiniai kiekviename iš tiriamųjų taškų. Taip pat vykstanti augalų vegetacija, kuri vasaros metu vyksta sparčiau nei žiemos laikotarpiu.

4.2. Bendrojo azoto kiekius ir kaitą lemiantys veiksniai Mūšos baseine

Remiantis Aplinkos apsaugos agentūros 2009 metais pateiktais duomenimis, į paviršinius viso Mūšos baseino vandens telkinius nuotekas išleido 133 išleistuvai. Sutelktosios taršos išleistuvų skaičius Mūšos upių baseine pateikiamas 13 lentelėje. Apie 36 % gyventojų Mūšos baseine neturi centralizuotų nuotekų surinkimo sistemų.

13 lentelė. Sutelktosios taršos išleistuvų skaičius visame Mūšos baseine

Baseinas	Bendras išleistuvų sk.	Skaičius išleistuvų, kurių paskirtis (kodas)*						
		0	1	2	3	4	5	6
Mūšos	133	22	12	-	3	52	41	3

Šaltinis: 2009 m. AAA duomenys

*Išleistuvų paskirtis (kodai):

0 – Nevalytos nuotekos;

1 – Miestų nuotekų valyklos (NV);

2 – Į pramonės įmonių balansą įtrauktos nuotekų valyklos, kuriose valomos ir miestų nuotekos;

3 – Pramonės įmonių NV;

4 – Kaimo vietovių NV, išskyrus įmonių NV;

5 – Paviršinių nuotekų valymo įrenginiai;

6 – Kitos NV.

Mūšos baseino upėms yra būdingas mažas nuotėkis, todėl jos yra ypatingai jautrios sutelktajai taršai. Yra žinoma, kad beveik visi didieji miestai nuotekas išleidžia į nedideles upes, kurių taršos akumuliacijos geba yra labai menka. Nors pastaraisiais metais labai išaugo didžiųjų miestų vandenvalos įrenginių darbo efektyvumas (buvo rekonstruojamos), dėl menkų taršos praskiedimo galimybių vasaros laikotarpiais, daugelio svarbiausių sutelktosios taršos šaltinių tarša daro reikšmingą poveikį vandens telkinių – priimtuvų kokybei. Mūšos upių baseine yra išskiriamos 8 aglomeracijos (Šiaulių miestas, Biržai, Kupiškis, Pasvalys, Radviliškis, Pakruojis, Šeduva, Linkuva) darančios reikšmingą poveikį paviršiniams vandens telkiniams (Lielupės...2010). 14 lentelėje yra pateiktas reikšmingą poveikį upių kokybei galinčių daryti išleistuvų sąrašas ir jų taršos rodikliai. Iš nagrinėtų keturių taškų – Mūšos upės žemiau Saločių, Tatulos upės aukščiau Biržų, Lėvens upės aukščiau Kupiškio, Daugyvenės upės žiočių tik Tatulos bei Daugyvenės upės yra paminėtos kaip reikšmingą poveikį galinčios patirti upės remiantis 2009 metų Aplinkos apsaugos agentūros duomenimis. Svarbiausi taršos šaltiniai Tatulos upėje yra Vabalninko nuotekų valykla ir pasklidoji žemės ūkio tarša, Daugyvenės upėje – Šeduvos nuotekų valykla, UAB „Agrochemos mažmena“ bei pasklidoji žemės ūkio tarša (Lielupės...2010).

14 lentelė. Reikšmingą poveikį upių kokybei galinčių daryti išleistuvų sąrašas ir jų taršos rodikliai

Baseinas	Reikšmingą poveikį darantis išleistuvas/ išleistuvų grupė	Reikšmingą poveikį patirianti upė/ upės atkarpa	Reikšmingą poveikį patiriančios upės/ upės atkarpos ilgis, km	Išleidžiamų nuotekų kiekis, tūkst. m ³ metus	NH ₄ -N koncentracija nuotekose, mg/l	NO ₃ -N koncentracija nuotekose, mg/l	BN koncentracija nuotekose, mg/l
Mūšos	Šiaulių NV	Kulpė	27,4	7296	0,546	5,46	11
Mūšos	Šiaulių m. lietaus nuotekų išleistuvai			12	1,7	2,1	4,2

14 lentelės pabaiga. Reikšmingą poveikį upių kokybei galinčių daryti išleistuvų sąrašas ir jų taršos rodikliai

Mūšos	Šiaulių m. lietaus nuotekų išleistuvai	Vijolė	6,8	253	1,3	1,5	3,1
Mūšos	Kairių NV	Šiladis	28,5	30	5,71	2,53	9,7
Mūšos	Aukštelkų NV	Vėzgė	10,9	6	31	0,86	38
Mūšos	Kalnelio Gražionių NV			4	44	1,4	50
Mūšos	ŽŪB „Gražionių bekonas“			15	22	5	20
Mūšos	Šeduvos NV	Daugyvenė	43,5	83	48	3,2	59,1
Mūšos	UAB „Agrochemos mažmena“			15	12,4	15,5	31
Mūšos	Radviliškio NV	Obelė/ Kruoja	37,2/18,2	840	0,09	8,3	12
Mūšos	Vabalninko NV	Tatula	15,4	92	15,3	2,642	20,602

Šaltinis: 2009 m. AAA duomenys

Kadangi Mūšos baseino upių teritorijoje yra net 12 stambių gyvulininkystės įmonių, tai paviršinio vandens kokybei įtaką daro kartu su drenažo nuotėkiu patenkantys teršalai. Anot Misevičienės (2012) vieni iš pavojingiausių taršos židinių yra intensyvios gamybos gyvulininkystės objektai, nes šių objektų gamybos atliekų poveikis dirvožemiui ir vandens kokybei yra neigiamas. Pasklidoji žemės ūkio tarša yra vienas pagrindinių nitratų azoto taršos šaltinių. Pasklidąją žemės ūkio taršą sudaro į dirvožemį su gyvulių mėšlu ir mineralinėmis trąšomis patenkančios organinių medžiagų, azoto ir fosforo junginių apkrovos. Pagrindinės gyvulininkystės įmonės Mūšos baseine pateiktos 15 lentelėje (Lielupės...2010).

15 lentelė. Drenažo nuotėkiu pernešamų azoto junginių metinė išplovą iš gyvulininkystės įmonių plotų

Įmonės pavadinimas	Paskleidžiamų organinių trąšų plotas, ha	Metinė bendrojo azoto išplovą drenažu, kg
ŽŪB „Bariūnai“	2208,6	8409
UAB „Kupiškio Akmenlita“	160,0	767
ŽŪB „Mūša“	1253,0	4775
ŽŪK „Mikoliškio paukštynas“	200,0	983
Kalpokų ŽŪB	2378,0	9039
UAB „Saerimner“	0,0	-
ŽŪB „Vaškai“	1600,0	7307
ŽŪB „Ginkūnų paukštynas“	1505,2	5726
Lygumų ŽŪB	4597,2	17476
Žvirblonių ŽŪB	2521,0	9590
Žeimelio ŽŪB	2503,0	9526
UAB „Sidabra“	200,0	859

Šaltinis: AAA ekspertų skaičiavimai

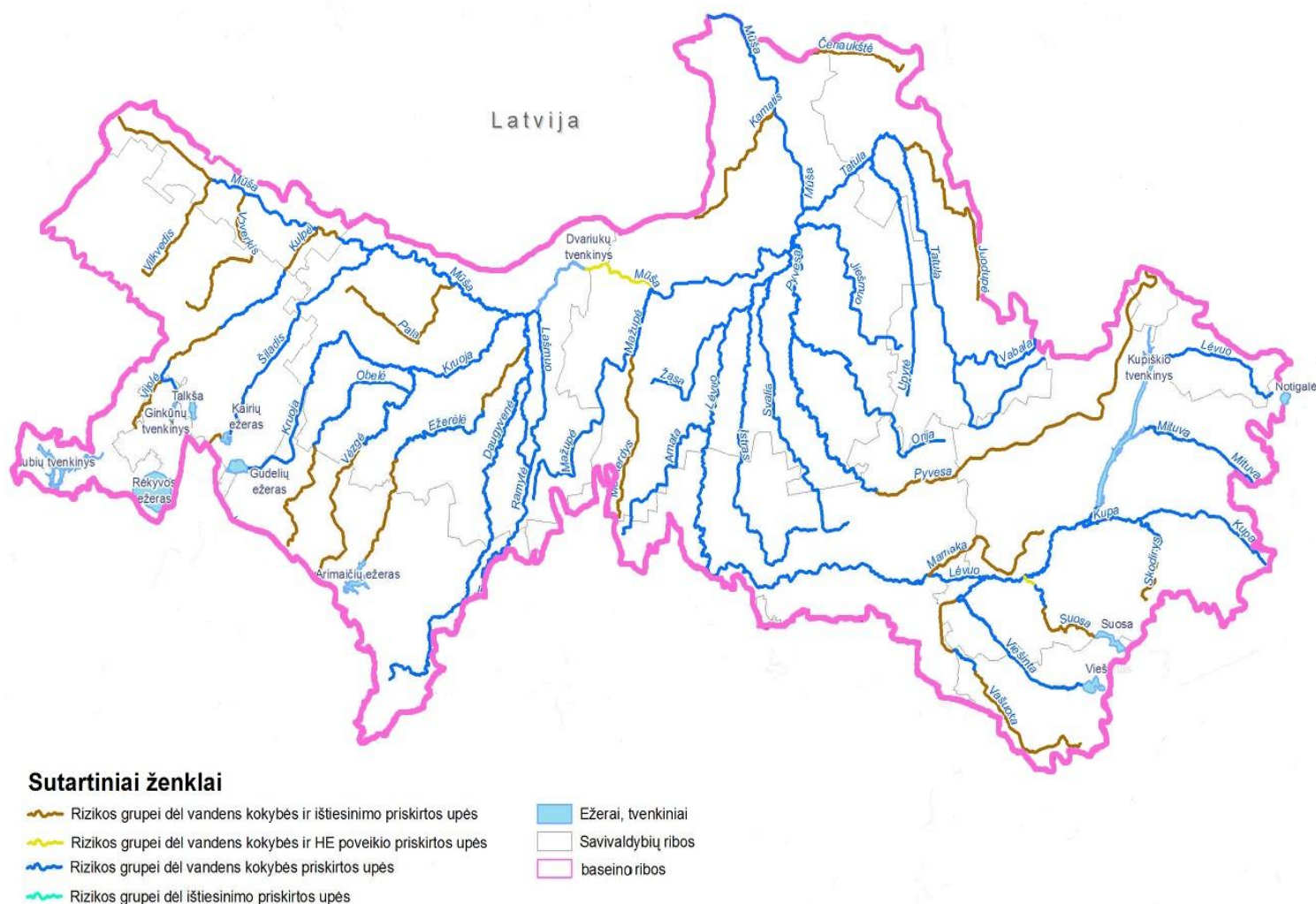
Negausūs Aplinkos apsaugos agentūras duomenys rodo, kad skirtingais laikotarpiais gyvulininkystės kompleksų poveikis yra ženklus, tačiau pernešamų medžiagų vidutinės metinės koncentracijos dažniausiai neviršija leistinių (Lielupēs...2010). UAB „Sidabra“ kasmet į 200 ha plotą išlaisto 859 m³ srutų. Laistomuose laukuose nustatyta, kad pradėjus tręšti, palyginus su sąlygomis iki to, drenažo nuotėkyje bendrojo azoto koncentracija padidėja iki 56 mg/l (Gaigalis 2001). ŽŪB „Bariūnai“ žemės ūkio plotuose, kur intensyviai skleidžiamos organinės trąšos, 2000–2008 metų laikotarpiu drenažo nuotėkyje bendrojo azoto koncentracijos vidutiniškai 1,5 karto didesnės nei kituose plotuose.

Didelis žemės ūkio intensyvumas bei nepalankios hidrologinės sąlygos t.y. nedidelis upių nuotėkio tūris, sąlygoja, kad žemės ūkis yra labai reikšmingas Mūšos baseino upių vandens kokybę lemiantis veiksnys. Pasklidoji žemės ūkio tarša yra vienas svarbiausių ir reikšmingiausių poveikį Mūšos baseino upių kokybei darančių veiksnių. Pasklidoji tarša yra vienas pagrindinių nitratų azoto taršos šaltinių. Žemės ūkio veiklos poveikis nėra vienodai pasiskirstęs Mūšos upių baseine, tai lemia žemės ūkio veiklos intensyvumas. Žemės ūkio taršos poveikis pasireiškia aukštomis, gerų ekologinės būklės kriterijų neatitinkančiomis nitratų azoto koncentracijomis upėse, o tai sąlygoja bendrojo azoto kiekio koncentraciją vandens telkinyje (Lielupēs...2010).

4.3. Rizikos veiksniai Mūšos baseino upėse

Remiantis Aplinkos apsaugos agentūros duomenimis Mūšos baseine vandens kokybę labiausiai veikia pasklidoji žemės ūkio tarša. Mūšos baseine deklaruoti žemės ūkio paskirties žemės plotai sudaro apie 53 % viso baseino ploto teritorijos. Atlikti tyrimai rodo, kad dėl pasklidosios žemės ūkio taršos poveikio, slenksinės geros ekologinės būklės nitratų azoto koncentracijos net ir po pagrindinių Nitratų direktyvos priemonių įgyvendinimo bus viršijamos visuose Mūšos baseino vandens telkiniuose. Todėl rizikos grupei dėl pasklidosios taršos poveikio priskiriami visi 74 Mūšos baseino upių vandens telkiniai. Daliai vandens telkinių yra aktualios ne tik pasklidosios, bet ir sutelktosios taršos sukeltos vandens kokybės problemos (Lielupēs...2010). 20 paveiksle pavaizduoti rizikos veiksniai Mūšos baseino upėse. Atlikus statistinius skaičiavimus paaiškėjo, kad 3 atvejais iš 4 nagrinėtų, t.y. Mūšos upėje žemiau Saločių, Tatulos upėje aukščiau Biržų, Daugyvenės upės žiotyse vandens kokybė žiemos laikotarpiu upėse atitiko blogą upių ekologinės būklės klasės kriterijų, tai patvirtina teiginį, kad jeigu nebus imtasi griežtesnių Nitratų direktyvos priemonių įgyvendinimo, nebus pasiekta gera upių ekologinės būklės klasė. Žinoma, tam įtakos turėjo ir sezonas, kaip jau žinoma, didžiausios bendrojo azoto koncentracijos būna žiemą. Kadangi prie Lėvens upės aukščiau Kupiškio nėra taip intensyviai plėtojama žemdirbystė, kaip kituose

tirtuose taškuose galima daryti prielaidą, kad sutelktoji tarša būtent ir yra vienas iš pagrindinių faktorių, kuris ir nulemia tokias bendrojo azoto koncentracijų reikšmes žiemos laikotarpiu.



20 pav. Rizikos veiksniai Mūšos baseino upėse (Lielupės...2010)

Dėl bendro pasklidosios ir sutelktosios taršos poveikio rizikos grupei priskiriama 12 telkinių, kurie išskirti Kulpės, Vijolės, Šiladžio, Vezgės, Daugyvenės, Obelės, Kruojos ir Tatulos upėse. Šių vandenų ilgis siekia 230 km (Lielupės...2010). Šie telkiniai yra priskirti rizikos grupei todėl, kad šioms upėms, be jau anksčiau minėtos intensyvios žemės ūkio veiklos, kuri sąlygoja pasklidąją taršą, reikšmingą įtaką daro ir nuotekų išleistuvai, kurie yra paminėti 14 lentelėje.

IŠVADOS IR PASIŪLYMAI

1. Atlikus duomenų statistinį apdorojimą nustatyta, kad visuose 4 taškuose – Mūšos upėje žemiau Saločių, Tatulos upėje aukščiau Biržų, Lėvens upėje aukščiau Kupiškio ir Daugyvenės upės žiotyse yra ryškus bendrojo azoto sezoniškumas. Vidutinę sezoninę bendrojo azoto koncentracijų kaitą 2002–2011 metų laikotarpiu nusako daugianarės priklausomybės (determinacijos koeficientai $R^2 = 0,92 - 0,83$). Bendrojo azoto kaitą upių baseino vandenyse dažniausiai lemia upių nuotėkis ir jį sąlygojantys veiksniai. Tai yra klimatinės, fizinės-geografinės sąlygos bei antropogeninė veikla.
2. Didžiausios vidutinės bendrojo azoto koncentracijos buvo nustatytos žiemos laikotarpiu (gruodis, sausis, vasaris) ir atitinkamai kiekvienoje upėje siekė – 9,61 mg/l, 8,16 mg/l, 4,28 mg/l, 7,75 mg/l ir sudarė atitinkamai 47 %, 43 %, 39 %, 40 % nuo viso išplaunamo bendrojo azoto kiekio per metus tuose taškuose. Mažiausios vidutinės bendrojo azoto koncentracijos buvo užfiksuotos šiltąjį metų sezoną – vasarą (birželis, liepa, rugpjūtis) ir atitinkamai kiekvienoje upėje siekė – 1,0 mg/l, 1,15 mg/l, 1,43 mg/l, 1,98 mg/l ir sudarė atitinkamai 5 %, 6 %, 13 %, 10 % nuo viso išplaunamo bendrojo azoto kiekio per metus tuose taškuose. Tai lėmė šiltuoju laikotarpiu vykstanti augalų vegetacija, kurios metu yra pasisavinamas azotas, o žiemos laikotarpiu ji nevyksta arba vyksta labai lėtai. Taip pat įtakos turėjo žemės ūkio intensyvumas.
3. Analizuojant duomenis buvo nustatyta jog vandens kokybė vasaros laikotarpiu visuose analizuotuose taškuose atitinka labai geros upių ekologinės būklės klasės kriterijų. Trimis atvejais iš keturių vandens kokybė tirtose upėse žiemos laikotarpiu atitiko blogą upių ekologinės būklės klasės kriterijų ir tik Lėvens upėje aukščiau Kupiškio atitiko vidutinę upių ekologinės būklės klasės kriterijų. Vandens kokybė buvo vertinta tik pagal viena kriterijų – bendrojo azoto koncentraciją. Kai bendrojo azoto koncentracija < 2 mg/l laikoma, kad tai labai gera upės ekologinės būklės klasė, kai ši koncentracija svyruoja nuo 6,01 mg/l iki 12,0 mg/l laikoma, kad tai bloga upės ekologinės būklės klasė.
4. Remiantis Aplinkos apsaugos agentūros duomenimis rizikos grupei dėl pasklidusios taršos poveikio priskiriami visi 74 Mūšos baseino upių vandens telkiniai. Daliai vandens telkinių yra aktualios ne tik pasklidusios, bet ir sutelktosios taršos sukeltos vandens kokybės problemos. Dėl bendro pasklidusios ir sutelktosios taršos poveikio rizikos grupei priskiriama 12 telkinių, kurie išskirti Kulpės, Vijolės, Šiladžio, Vezgės, Daugyvenės, Obelės, Kruojos ir Tatulos upėse. Šių vandenų ilgis siekia 230 km

5. Siekiant sumažinti sutelktosios ir pasklidosios taršos mastus Mūšos baseino upėse reikėtų: Taikyti ekologinę žemdirbystę bei mažinti žemdirbystės intensyvumą, tai leistų sumažinti kartu su pasklidąją tarša patenkančius bendrojo azoto kiekius, tai aktualu dėl to, nes apie 53 % Mūšos baseino ploto sudaro dirbama žemė, kuri yra viena iš pagrindinių bendrojo azoto kiekį paviršiniuose vandenyse nulemiančių veiksnių. Rekonstruoti nuotekų valyklos, kad iš jų išleidžiamos nuotekos neviršytų didžiausių leistinų koncentracijų, kadangi Mūšos baseino upės pasižymi mažu nuotėkiu, o kai kurios menka taršos atskiedimo geba, tai užtikrinus nuotekų išvalymą iki reikiamo laipsnio būtų tikimybė, kad teršalų normos tik atskirais laikotarpiais viršytų normas. Prijungti gyventojus iš mažų gyvenviečių prie centralizuoto nuotekų tinklo. Yra žinoma, kad 36 % gyventojų Mūšos baseino teritorijoje neturi centralizuotos nuotekų surinkimo sistemos. Skirti deramą dėmesį lietaus nuotekų surinkimui ir valymui, nes nevalomos lietaus nuotekos yra tiesioginiai teršalų šaltiniai, kurie per išleistuvus patenka į paviršinius vandens telkinius. Rengti tręšimo planus ūkiuose nuo 10 ha, sumažinti naudojamų trąšų normas, nes neoptimalus trąšų panaudojimas žemės ūkyje yra viena iš priežasčių lemiančių bendrojo azoto patektį į paviršinius vandens telkinius.

Hipotezės paneigimas arba patvirtinimas

Iškelta hipotezė gali būti patvirtinta, nes remiantis tiek statistinės analizės duomenimis, tiek kitų autorių darbais buvo prieita išvados, kad Mūšos baseino upių užterštumą sąlygoja antropogeninė veikla, tai reiškia, kad didžiausi bendrojo azoto kiekiai į paviršinius vandens telkinius patenka iš pasklidosios taršos šaltinių, nes Mūšos baseine yra aktyviai plėtojama žemdirbystė. Klimatiniai veiksniai taip pat, turi didelę reikšmę, jų nukrypimas nuo daugiamečių normų, kaip buvo 2007 metais, lėmė aukštesnes bendrojo azoto koncentracijas tiriamuosiuose taškuose, palyginus su kitais darbe nagrinėjamais metais.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Aplinkos būklė 2010. Tik faktai [interaktyvus]. Aplinkos apsaugos agentūra [žiūrėta 2014 m. sausio 5 d.]. Prieiga per internetą: <http://gamta.lt/files/aplinka%20tik%20faktai%202010.pdf>.
2. Bagdžiūnaitė-Litvinaitienė, L. Biogeninių medžiagų kaitos upių vandenyje tyrimai ir įvertinimas: *daktaro disertacija*. Vilnius: Technika, 2005. 11p.
3. Bagdžiūnaitė-Litvinaitienė, L.; Vedrickaitė, M. 2010. Antropogeninės veiklos įtaka Vilnios upės hidrologiniam režimui, *Mokslo darbai*, 88(41).
4. Baltrėnas, P.; Butkus, D.; Oškinis, V.; Vasarevičius, S.; Zigmontienė, A. *Aplinkos apsauga*, 2008. Vilnius: Technika. 576p.
5. Baigys, G.; Gaigalis, K. 2012. Žemės dirbimo būdų įtaka drenažo nuotėkiui ir azoto migracijai, *Vandens ūkio inžinerija*, 40(60), 83-93.
6. Baigys, G.; Gaigalis, K.; Šileika, A. S. 2011. Gamtinių ir antropogeninių veiksnių įtaka azoto ir fosforo išplovai upelių baseinuose, *Vandens ūkio inžinerija*, 38(58), 85-95.
7. Baigys, G.; Milius, P. 2001. Maisto medžiagų migracijos procesų poveikis paviršinio vandens kokybei, *Lietuvos žemės ūkio universiteto ir Lietuvos vandens ūkio instituto mokslo darbai* 16(38): 116-126.
8. Bailey, T. B.; Bakhsh, A.; Cambardella, C. A.; Colvin, T. S.; Kanwar, R. S.; Karlen, D. L.; Moorman, T. B. 2001. N-management and crop rotation effects on yield and residual soil nitrate levels. *Soil science*, 166, 530-538.
9. Ball, B. C.; Henshal, J. K.; Howard, R.; Osullivan, M. F.; Vinten, A. J. A.; Wright, R. 2002. The effect of cultivation method and timing, previous sward and fertilizer level on subsequent crop yields and nitrate leaching following cultivation of long term grazed grass and grass-clover swards. *Journal of agricultural science*, 139, 245-256.
10. Bechmann, M.; Stalnacke, P. 2002. Trends in nutrient runoff from agricultural basins in Norway. Agricultural effects on ground and surface waters. *Research at the edge of science and society*, 273, 267-271.
11. Berankienė, L.; Kutra, S. 2006. Azoto koncentracijos vidutinio dydžio upių vandenyje priklausomybė nuo nuotėkio modulio, *Vandens ūkio inžinerija*, 30(50), 57-66.
12. Berankienė, L.; Kutra, S. 2008. Tvenkinio poveikis azoto junginių koncentracijai Kraujupio upelio vandenyje, *Vandens ūkio inžinerija*, 34(54), 82-90.
13. Boulding, D. R.; Cox, W. J.; Klausner, S. D.; Sogbedji, J. M.; Vanes, H. M. 2001. Spatial and temporary processes affecting nitrogen availability in the landscape scale. *Soil and tillage research*, 58, 233-244.

14. Bukantis, A.; Gedžiūnas P.; ir kt. *Lietuvos gamtinė aplinka, būklė, procesai ir raida*, 2008. Vilnius: UAB „Petro ofsetas“. 63p.
15. Busmanis, P.; Jansons, V.; Sudars, R. 2002. Nitrate losses from point and diffuse agricultural sources in Latvia. *Scientific aspects of organic farming*. LUA, 189.
16. Cambedella, C. A.; Colvin, I. S.; Jaynes, D. B.; Karleen, D. L.; Meek, D. W. 2001. Nitrate loss in subsurface drainage as affected by nitrogen fertilizers rate. *Journal environmental quality*, 30, 1305-1314.
17. Chengyang, X.; Hongxu, W.; Yuan, Ch.; Lini, J.; Lvyi, M. 2011. Leaching of mineral nitrogen and available Phosphorus during culture of Bareroot *Larix olgensis* seedlings under native fertilizer management in Northeastern China. *Computer distributed control and intelligent environment monitoring*, International conference, 1247-1252.
18. Čekanavičius, V.; Murauskas, G. *Statistika ir jos taikymai*, 2001. Vilnius: TEV. 241p.
19. Dapkienė, M.; Kustienė, R. *Vandens išteklių naudojimas*, 2008. Kaunas: Ardiva. 92p.
20. Delahey, E. J.; Muller, D. L.; Saporito, S. L.; Stout, W. L. 2001. Evaluating nitrogen management options for reducing nitrate leaching from Northeast U. S. pastures. *The scientific world journal*, 1, 887-891.
21. Delgada, J. A.; Meissinger, J. J. 2002. Principles for managing nitrogen leaching. *Journal of soil and water conservation*, 57, 485-498.
22. Doran, I. W.; Liebig, M. A. 1999. Impact of organic production practises to soil quality indicators. *Journal environmental quality*, 28, 1601-1609.
23. Engstrand, U.; Olsson, U.; Rupšys, P. Statistiniai metodai. Sas ir Minitab: Mokomoji knyga, 2007. Akademija, 138 p.
24. Europos parlamento ir Tarybos direktyva 2000/60/EB, 2000 m. spalio 23 d., nustatanti Bendrijos veiksmų vandens politikos srityje pagrindus.
25. Ežerinskas, V.; Šleiny, R.; Švedas, A. Augalų maisto medžiagų išplovimas. *Lietuvos dirvožemiai: monografija*, 2001. Vilnius, 1238 p.
26. Gaigalis, K.; Račkauskaitė, A. 2001. Azoto ir fosforo išplovimo agroekosistemose ypatumai, *Vandens ūkio inžinerija*, t. 16(38), 39-46.
27. Gailiusis, B.; Jablonskis, J.; Kovalenkovienė, M. *Lietuvos upės. Hidrografija ir nuotėkis*, 2001. Kaunas: Lietuvos energetikos institutas. 792p.
28. Geohring, L. D.; Mchugh, O. V.; Walters, T. 2001. Phosphorus transport into subsurface drains by macropores after manure application. Implications for best manure management practises. *Soil science*, 166, 896-909.

29. Gužys, S. 2012. Azoto apykaita skirtingai tręštų kultūrinių augalų sėjomainų rotacijose, *Vandens ūkio inžinerija*, 40(60), 5-13.
30. Hann, M. J.; Kokkora, M. I. 2007. Crop production and nitrogen leaching resulting from biowaste and onion compost amended sand. *Eleventh international waste management and land till symposium*, 258-263.
31. Heathwaite, A. L. 1993. Nitrogen Cycling in Surface Waters and Lakes. In Nitrate: Processes, Patterns and Management. Ed. By T. P. Burt. New York. 141-167 p.
32. Irbinskas, V.; Kovalenkoviėnė, M.; Meilutytė-Barauskienė, D. 2008. Lietuvos upių vandens ištekliai klimato kaitos fone. *Geografija*, Nr. 44(2) p. 1-8.
33. Jablonskis, J.; Kovalenkoviėnė, M.; Tomkevičienė, A. 2007. Lietuvos upių ir upelių vagų tinklas, *Annales Geographicae*, 40(1) t. 54p.
34. Jankauskas, J.; Sakalauskas, A.; Šulga, V. *Vandentieka. Vandens ruošimas*, 2008. Vilnius: Technika. 578p.
35. Karajimiškio kraštovaizdžio draustinis [interaktyvus]. Biržų regioninis parkas [žiūrėta 2014 m. gegužės 3 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.birzuparkas.lt/lt/apie-parka/krastovaizdis/>.
36. Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2010 m. kovo 4 d. įsakymas dėl aplinkos ministro 2007 m. balandžio 12d. įsakymo Nr. D1-210 „Dėl paviršinių vandens telkinių ekologinės būklės vertinimo tvarkos aprašo patvirtinimo“ pakeitimo, *Valstybės žinios* 47-1814
37. Lietuvos Respublikos Vyriausybės 2010 m. lapkričio 17 d. Nutarimas Nr. 1618 „Dėl Lielupės upių baseino rajono valdymo plano ir priemonių vandensaugos tikslams Lielupės upių baseino rajone pasiekti programos patvirtinimo“, *Valstybės žinios* 136-6940.
38. Lielupės upių baseinų rajono valdymo planas [interaktyvus]. Aplinkos apsaugos agentūra [žiūrėta 2013 m. gegužės 13 d.]. Prieiga per internetą: http://vanduo.gamta.lt/files/patvirtinta_LRV_2010-11-17_d_nutarimu_Lielupes_planas_patvirtintas.pdf.
39. Lielupės, Ventos ir Dauguvos upių baseinų rajonų valdymo planų parengimas. Pirkimo numeris: 68468 [interaktyvus]. Aplinkos apsaugos agentūra [žiūrėta 2013 m. gegužės 13 d.]. Prieiga per internetą: <http://vanduo.gamta.lt/files/Tar%C5%A1os%20%C5%A1altiniai%20ir%20apkrovos.pdf>.
40. Lukianas, A.; Ruminaitė, R.; Šileika, A.S. 2009. Analysis of the Mūša catchment pollution with total nitrogen. *Ekologija*. Vol. 55. No. 2. P. 114-122.
41. Misevičienė, S. 2012. Stambių gyvulininkystės įmonių mėšlų tręšiamų laukų poveikis drenažo ir paviršinio vandens kokybei, *Vandens ūkio inžinerija*, 40(60), 73-82.

42. Misevičienė, S.; Rudzianskaitė, A. 2003. Nitratinio azoto išplovimo kaita karsto zonos ir Vidurio Lietuvos dirvožemiuose, *Lietuvos žemės ūkio universiteto ir Lietuvos vandens ūkio instituto mokslo darbai* 23(43)-24(44): 18-22.
43. Morkūnas, V.; Ramoška, E. 2006. Drenažo nuotėkio reguliavimo įtaka dirvožemio vandens režimui, *Vandens ūkio inžinerija*, 30(50), 5-14.
44. Mūšos pabaseinis [interaktyvus]. 2009. Aplinkos apsaugos agentūra [žiūrėta 2012 m. gruodžio 9 d.]. Prieiga per internetą: <http://vanduo.gamta.lt/cms/index?rubricId=7781f8c4-5359-4b86-aa15-86ab19c8f6dc>.
45. Pauliukevičius, H. 2007. Nuotėkį lemiančių veiksnių santykinė reikšmė ir regresijos lygčių taikymo galimybės, *Vandens ūkio inžinerija*, 31(51), 58-65.
46. Pašvenskas, V. 2000. Tvenkinių įtaka upių nuotėkio režimui. *Melioracija ir kraštotvarka: tarptautinė konferencija*, Kaunas, p. 3-10.
47. Pašvenskas, V. 2001. Vandens telkinio poveikio mikroklimatui tyrimai. Kauno marių pakrantėse. Aplinkos tyrimai, inžinerija ir vadyba. Nr.4(18), p. 3-10.
48. Petrokienė, L.; Ribokas, G. 2002. Žemėnaudos ypatybės aktyvaus karsto zonoje, *Geografijos metraštis* 35: 80-87.
49. Pocius, S. 2006. Drėgmės ir nitratų dinamikos sausinamajame dirvožemyje tyrimai ir modeliavimas: *daktaro disertacija*. Kaunas: Akademija.
50. Poška, A.; Punys, P. *Inžinerinė hidrologija*, 1996. Kaunas: LŽŪU leidybinis centras. 451p.
51. Rudzianskaitė, A. Azoto, fosforo ir kalio išplovimas iš karsto rajono dirvožemių, *Lietuvos žemės ūkio universiteto ir Lietuvos vandens ūkio instituto mokslo darbai*, 2000, 8 (30).
52. Rudzianskaitė, A. 2012. Vandens kokybė skirtingai apaugusiose smegduobėse šiaurės Lietuvos karstiniame rajone. *Vandens ūkio inžinerija*, 40(60), 64-72.
53. Ruminaitė, R. Antropogeninės veiklos įtakos upių nuotėkiui ir vandens kokybei tyrimai ir vertinimas: *daktaro disertacija*. Vilnius: Technika, 2010. 167p.
54. Ruminaitė, R. 2011. Impact of anthropogenic activities on river water quality in the region of Lielupė river basin district. In the 8th International Conference “Environmental Engineering”: Selected Papers, vol 1. May19-20, 2011, Vilnius, Lithuania. Vilnius: Technika, 648-653.
55. Stankevičienė, R. 2012. Mūšos baseino upių metinės ir sezoninės vandens taršos bendruoju azotu analizė taikant FYRIS modelį. *Vandens ūkio inžinerija*, 40(60), 54-63.
56. Šaulienė, A.; Šukys, P. 2008. Gruntinio srauto per smegduobes režimo ir kokybės tyrimai, *Vandens ūkio inžinerija*, 33(53), 58-65.
57. Šaulienė, A.; Šukys, P. 2006. Gruntinio vandens režimo ir užterštumo tyrimai uždurpėjusių smegduobių aplinkumoje, *Vandens ūkio inžinerija*, 29(49), 43-49.

58. Šaulienė, A.; Šukys, P. 2005. Peculiarities of water runoff and pollution in streams of the karst region, *Water management engineering*, 2(5), 93-99.
59. Šaulys, V. *Vandenių apsaugos politika ir teisė*, 2007. Vilnius: Technika. 154p.
60. Šileika, A. S. Direktyvos 91/676/EEC dėl vandenių apsaugos nuo nitratų taršos, susidarančios dėl žemės ūkio veiklos, įgyvendinimo pasekmių įvertinimas: *mokslinės studijos ataskaita*. Kėdainiai, 2001. 53 psl.
61. Šileika, A. S. 2011. FyrisNP modelis azoto ir fosforo taršos balanso elementams skaičiuoti 1997-2006 m. Nevėžio baseine, *Vandens ūkio inžinerija*, 38(58), 22-31.
62. Šileika, A. S. 2012. Bendrojo azoto ir bendrojo fosforo apkrovų ir sulaikymo kaita Mūšos upės baseine, apskaičiuota taikant FyrisNP 3.1, *Vandens ūkio inžinerija*, 41(61), 23-31.
63. Šileika, A. S. 2012. Bendrojo azoto ir bendrojo fosforo kaitos tendencijos Nevėžio upėje, *Vandens ūkio inžinerija*, 40(60), 14-21.
64. Štaras, A. 2002. Vandens balanso modelių pritaikymo galimybės upių nuotėkio analizei. *Geografija*, Nr. 38(1) p. 11-14.
65. Taršos integruota prevencija ir kontrolė (TIPK). 2003. Informacinis dokumentas. Bendrieji stebėsenos (monitoringo) principai. 20 p.
66. Tilickis, B. *Vandens cheminės sudėties kaita Lietuvos baseinuose*, 2005. Klaipėda: Klaipėdos universiteto leidykla. 200p.

PRIEDAI

MŪŠOS BASEINO UPIŲ VANDENS TARŠOS BENDRUOJU AZOTU SEZONINĖ ANALIZĖ

Aušra Kirstukaitė¹, Valentinas Šaulys²

VG TU AIF Hidraulikos katedra

El. p. ¹ausra.kirstukaite@gmail.com; ²valentinas@vgtu.lt;

Anotacija. Upių vandens kokybę dažniausiai lemia upių nuotėkis ir jį sąlygojantys veiksniai (klimatinės, fizinės-geografinės sąlygos bei antropogeninė veikla). Mūšos baseinas yra šiaurinėje Lietuvos dalyje, kur vyksta karstiniai procesai. Mūšos baseino upių bendrojo azoto koncentracijų 2002–2011 metų laikotarpiu duomenų analizė rodo, kad didžiausios koncentracijos buvo žiemos laikotarpiu, o mažiausios vasarą. Vidutinę sezoninę bendrojo azoto koncentracijų kaitą, 2002–2011 metų laikotarpiu, nusako daugianarės priklausomybės (determinacijos koeficientai $R^2 = 0,92-0,83$). Išplaunamo bendrojo azoto kiekis tirtose upėse žiemą visais atvejais viršijo 39 %, o vasaros metu neviršijo 13 % nuo bendro išplaunamo bendrojo azoto kiekio. Nustatyta jog vandens kokybė vasaros laikotarpiu visuose analizuotuose taškuose atitinka labai geros upių ekologinės būklės klasės kriterijų. Tą įtakojo vykstanti augalų vegetacija, sutelktoji ir pasklidoji taršos, sezoniniai vandens nuotėkio ir debito pokyčiai bei meteorologinės sąlygos.

Reikšminiai žodžiai: upių vandens tarša, bendrasis azotas, sezoninė kaita.

Įvadas

Vandens tarša, aplinkosaugine prasme, yra viena iš opiausių šių dienų problemų Lietuvoje. 2007 m. lapkričio 24 d. Krokuvėje įvykusiame Helsinkio komisijos aplinkos ministrų susitikime Lietuva, kaip ir kitos valstybės, iki 2021 m. įsipareigojo drastiškai sumažinti azoto ir fosforo patektį į Baltijos jūrą, o užtikrinti gerą vandens kokybę upėse turi iki 2015 metų (Šileika 2012).

Bendrojo azoto kaitą upių baseino vandenyse dažniausiai lemia upių nuotėkis ir jį sąlygojantys veiksniai. Tai yra klimatinės, fizinės-geografinės sąlygos bei antropogeninė veikla. Taip pat reikia nepamiršti pasklidosios bei sutelktosios taršos mastų. Siekiant apsaugoti paviršinio vandens telkinius nuo sutelktosios taršos, galima taikyti tam tikras priemones: mažinti nuotekų kiekį ar jas geriau išvalyti, didinti praskiedimo debitą, apriboti gamybinę veiklą (Dapkienė ir kt. 2008). Norint apsaugoti vandens telkinius nuo neigiamo pasklidosios taršos poveikio, reikia įgyvendinti daug priemonių: mažinti atmosferos taršą, plėtoti ekologinę žemdirbystę, naudoti inžinerines technines priemones, tai ilgalaikiai procesai reikalaujantys investicijų.

Didžiąją bendrojo azoto sudėties dalį sudaro nitratai, kita sudedamoji dalis – amonio azotas, kuris yra toksiškas vandens gyvūnijai. Šių medžiagų koncentracijos kitimus įtakoja vandens telkinyje vykstantys biocheminiai procesai. Didesnės bendrojo azoto vertės vandens telkinyje gali lemti eutrofikaciją, dėl to blogėja vandens telkinių ekologinės sąlygos (Bukantis ir kt. 2008).

Dėl nuolatinės vandens apytakos tarp hidrosferos, atmosferos ir litosferos gamtinis vanduo patenka į sąlytį su įvairiausia aplinka ir gauna iš jos priemaišų. Tekėdamas žemės paviršiumi, upių vagomis ar

sunkdamasis pro gruntą, gamtinis vanduo dar labiau praturtėja įvairiomis medžiagomis (Jankauskas ir kt. 2008). Tai ypač būdinga karsto regionui. Karstiniai procesai vyksta šiaurinėje Lietuvos dalyje. Šioje teritorijoje arti žemės paviršiaus slūgso vandenyje tirpios uolienos – klintys, dolomitas, gipsas. Karstas iki šiol gipsinguose sluoksniuose tebegausina plyšius, požemines tuštumas, o žemės paviršiuje sudaro naujas įdaubas, atveria pavojingas smegduobes, kuriomis teršalai greičiau patenka į požeminį vandenį (Rudzianskaitė 2000). Iki praėjusio amžiaus septinto dešimtmečio smegduobių ir viso Lietuvos karstinio rajono apsauga nebuvo aktuali. Iki šio laikotarpio nebuvo taikomi ūkinės veiklos apribojimai ar gamtosauuginės priemonės. Šiuo metu karstinio rajono žemės sugrupuotos į 4 grupes pagal karstinių reiškinių intensyvumą. Šiose grupėse nustatoma tam tikra pasėlių struktūra, tręšimo ir augalų apsaugos naudojimo sistema. Be šių priemonių, taikomos 5-10 m pločio ekologinės apsaugos zonos (Rudzianskaitė 2012).

Vandenyje ištirpusių cheminių elementų kiekybinę sudėtį lemia tiesioginiai ir netiesioginiai veiksniai. Taikant daugelio tyrinėtojų priimta schemą tiesioginius veiksnius sudaro: dirvožemiai, augalija, gyvūnija ir žmogaus ūkinė veikla – antropogeniniai procesai. Netiesioginių veiksmų grupei priskiriamas klimatas, reljefas ir vandens balanso elementai (Tilickis 2005).

Heatwaite (1993) teigia jog dėl žmogaus ūkinės veiklos nitratų azoto prietaka į upes sparčiai didėja, tačiau tai priklauso nuo metų sezono. Norint kontroliuoti ir prognozuoti paviršinių vandenų būklę, svarbu žinoti biogeninių medžiagų koncentracijų kaitą įvertinant klimato ir kitus reiškinius. Nitratai yra azoto ciklo aplinkos sudėtinė dalis, todėl net ir žmogaus nepaveiktame upės baseine išplaunamas tam tikras jų

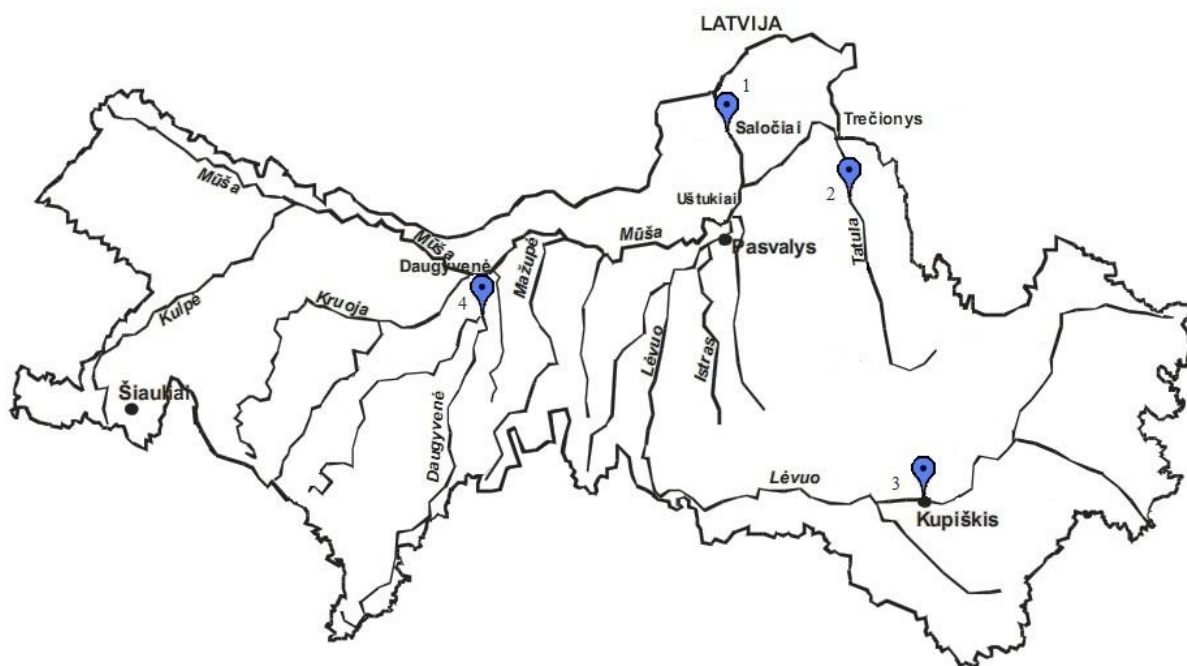
kiekis. Pagrindinis veiksnys, veikiantis azoto išplovimą, yra meteorologinės sąlygos, kai upės baseine bendras antropogeninės taršos mastas nepasikeičia. Laikui bėgant pasitaiko laikotarpiai, kai nitratų koncentracija priklauso ne tik nuo upės nuotėkio, bet ir nuo kitų veiksnių: augalų vegetacijos, žiemos sąlygų, dirvožemio išalimo gylio, sniego dangos (Berankienė, Kutra 2006).

Tyrimo tikslas – atlikti sezoninę Mūšos baseino upių vandens taršą bendruoju azotu analizę.

Tyrimų vieta ir metodika

Mūšos baseino plotas – 5462,6 km² (1 pav.). Net 97 %

baseino ploto plyti Lietuvoje. Beveik visas baseinas yra Mūšos-Nemunėlio žemumoje. Baseino paviršių dengia plonas (kai kur tik 1-2 m) dugninės morenos limnoglacialinių darinių kompleksas, po kuriuo slūgso dolomitai ir gipsai, kuriuos vanduo tirpina ir vyksta karstiniai procesai. Mūšos baseino ežeringumas – 0,5 %, miškingumas –14,1 %, pelkėtumas –2,1 %, šlapios žemės užima 87,4 %. (Lietuvos...2010).



1 pav. Mūšos baseino upių monitoringo taškai: 1. Mūša žemiau Saločių; 2. Tatula aukščiau Biržų; 3. Lėvuo aukščiau Kupiškio; 4. Daugyenė žiotyse

Mūšos baseino upių vandens taršos bendruoju azotu sezoninei analizei buvo naudojami tyrimų duomenys gauti iš Aplinkos apsaugos agentūros. Jai pavaldžiuose departamentuose yra atliekami tyrimai, taikant naujausius Europos ir tarptautinius standartus (LST EN ISO/IEC 17025) bei nacionaliniu lygiu pripažintus tyrimų metodus. Atlikti matavimai buvo nereguliarūs, nes tiriamų upių vanduo buvo imamas kartą per mėnesį. Nereguliarių matavimų pagrindinis tikslas yra patikrinti išmetamų teršalų kiekį, esant normalioms sąlygoms (Taršos...2003). Sezoninei bendrojo azoto taršos analizei atlikti buvo panaudoti 2002–2011 metų duomenys iš Mūšos baseino upių. Buvo analizuojami ilgalaikiai duomenys gauti iš 4

monitoringo taškų, nes tik šiuose taškuose matavimai atlikti be pertrūkių.

Gauti bendrojo azoto kiekiai mg/l buvo suskirstyti sezonais – žiema (gruodis, sausis, vasaris), pavasaris (kovas, balandis, gegužė), vasara (birželis, liepa, rugpjūtis), rudenį (rugsėjis, spalio, lapkritis) ir vertinti statistiniais metodais.

Statistiniai analizėi atlikti buvo naudota *Microsoft Office Excel 2007* programa. Duomenų aritmetinis vidurkis, dispersija, standartinis nuokrypis, koreliacijos koeficientas apskaičiuoti naudojant *Microsoft Office Excel 2007* statistikos (*Statistical*) funkcijas: AVERAGE (vidurkis), VAR (dispersija), STDEV (standartinis nuokrypis), CORREL (koreliacijos koeficientas).

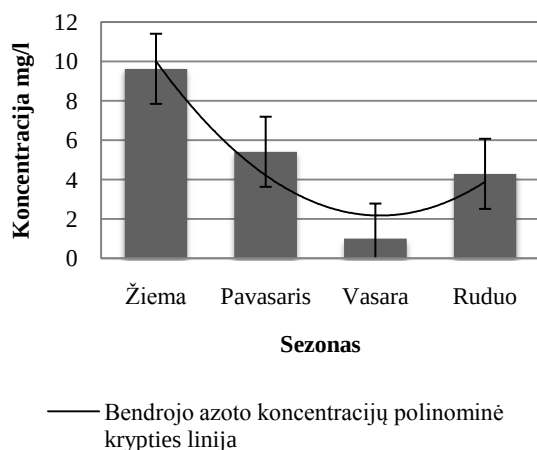
Upių ekologinė būklė yra vertinama pagal fizikinius-cheminius, hidromorfologinius ir biologinius kokybės elementus (Lietuvos...2010). Šiame darbe upių ekologinė būklė buvo vertinta tik pagal vieną iš kriterijų – bendrojo azoto koncentraciją tiriamajame taške. Pagal 1 lentelėje pateiktą rodiklio vertę (N_b , mg/l), vandens telkinys yra priskiriamas vienai iš penkių ekologinės būklės klasių (labai gera, gera, vidutinė, bloga ir labai bloga).

1 lentelė. Upių ekologinės būklės klasės pagal bendrojo azoto koncentraciją

Eil. Nr.	Rodiklis	Upių ekologinės būklės klasių kriterijai pagal rodiklio vertę				
		Labai gera	Gera	Vidutinė	Bloga	Labai bloga
1	N_b , mg/l	<2,00	2,00–3,00	3,01–6,00	6,01–12,00	>12,00

Rezultatai ir jų analizė

Kaip matyti iš 2 pav. didžiausios vidutinės bendrojo azoto koncentracijos Mūšos upėje žemiau Saločių 2002–2011 metų laikotarpiu susidaro šaltuoju metu laikotarpiu – žiemą, o mažiausios būna vasarą. Tam įtakos turi vykstanti augalų vegetacija, sutelktoji ir pasklidoji taršos.

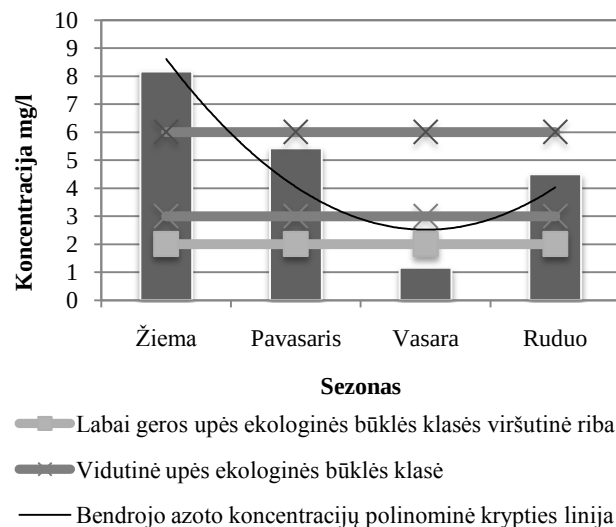


2 pav. Vidutinė sezoninė bendrojo azoto koncentracijų kaita Mūšos upėje žemiau Saločių 2002–2011 metų laikotarpiu

Net 47 % susidariusio bendrojo azoto kiekio buvo išplauti žiemą (gruodis, sausis, vasaris). Tuo tarpu vasarą (birželis, liepa, rugpjūtis) išplovimas tesiekė tik 5 %. Pavasarį (kovas, balandis, gegužė), kai bendrojo azoto kiekiui vandenyje įtakos gali turėti sniego tirpimas, išplovimas buvo lygus 27 % ir 21 % rudens (rugsėjis, spalio, lapkritis) laikotarpiu. Vidutinę sezoninę bendrojo azoto koncentracijų kaitą Mūšos upėje žemiau Saločių 2002–2011 metų laikotarpiu nusako daugianarė

priklausomybė (determinacijos koeficientas $R^2 = 0,92$). Didžiausia momentinė bendrojo azoto koncentracija buvo užfiksuota 2007 metų sausio mėnesį ir siekė net 26 mg/l. Remiantis vidutinėmis bendrojo azoto koncentracijomis ir ilgalaikiais stebėjimais galima teigti, kad vasaros sezonu Mūšos upė žemiau Saločių atitinka labai geros upių ekologinės būklės klasės kriterijų. Pavasario ir rudens laikotarpiu vidutinės, o žiemos laikotarpiu blogos upių ekologinės būklės klasės kriterijų. Kadangi daugiau nei 60 % viso Mūšos baseino ploto sudaro dirbama žemė, tai teršalai patenkantys iš pasklidusios taršos šaltinių sudaro didelę dalį bendrojo azoto kiekio upėje. Anot R. Stankevičienės (2012) į Mūšos baseiną iš ariamos žemės patenka 87 %, iš valymo įrenginių, namų valdų ir užstatytų teritorijų – 10 %, o iš miškingos teritorijos ir ganyklų – 3 % viso baseinui tenkančio azoto. Mūša žemiau Saločių yra paskutinis valstybinio monitoringo taškas Lietuvoje Mūšos baseine, todėl natūralu, kad šiame taške yra didžiausios bendrojo azoto koncentracijos, lyginant su kitais tirtais taškais. Tai lemia iš Mūšos upės intakų atplukdomas vanduo su teršalais nesugebėjusiais pasišalinti dėl savaiminio apsivalymo galimybių.

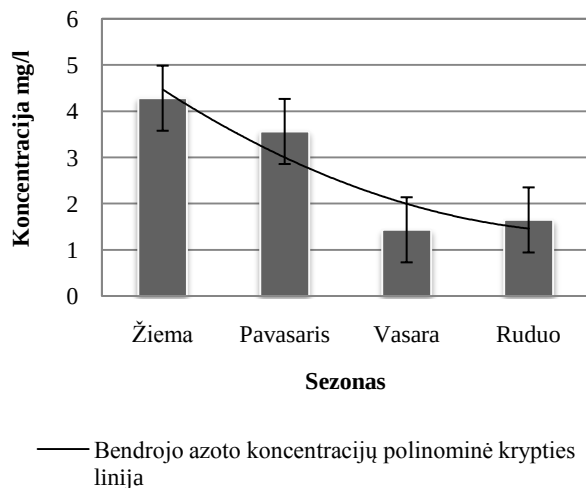
Vidutinės bendrojo azoto koncentracijos Tatulos upėje aukščiau Biržų (3 pav.) 2002–2011 metų laikotarpiu pasiskirsto panašiai kaip ir Mūšos upėje žemiau Saločių. Žiemos laikotarpiu taip pat yra didžiausios bendrojo azoto koncentracijos, o vasaros laikotarpiu – mažiausios. Pagrindines vandens taršos problemas sukeliantys veiksniai Tatulos upėje yra Biržų ir Vabalninko nuotekų valyklos ir Raubonių, Kratiškių, Mielūnų gyvenvietės, kurios išleidžia nuotekas į Tatulos upę. Taip pat dirbami žemės plotai iš kurių ir patenka didžiausi bendrojo azoto kiekiai.



3 pav. Vidutinė sezoninė bendrojo azoto koncentracijų kaita Tatulos upėje aukščiau Biržų 2002–2011 metų laikotarpiu

43 % susidariusio bendrojo azoto kiekio Tatulos upėje aukščiau Biržų buvo išplauti žiemą (gruodis, sausis, vasaris). Tuo tarpu vasarą (birželis, liepa, rugpjūtis) išplovimas tesiekė tik 6 %. Pavasarį (kovas, balandis, gegužė), kai bendrojo azoto kiekiui vandenyje įtakos gali turėti sniego tirpimas, išplovimas buvo lygus 28 % ir 23 % rudens (rugsėjis, spalio, lapkritis) laikotarpiu. Vidutinę sezoninę bendrojo azoto koncentracijų kaitą Tatulos upėje aukščiau Biržų 2002–2011 metų laikotarpiu nusako daugianarė priklausomybė (determinacijos koeficientas $R^2 = 0,83$). Didžiausia momentinė bendrojo azoto koncentracija buvo užfiksuota 2007 metų sausio mėnesį ir siekė 25 mg/l. Vasaros laikotarpiu išmatuotos vidutinės bendrojo azoto koncentracijos atitinkamai Mūšos upėje žemiau Saločių ir Tatulos upėje aukščiau Biržų yra net 9 ir 8 kartus mažesnės nei žiemos laikotarpiu.

4 pav. pavaizduotas Lėvens upės aukščiau Kupiškio vidutinis sezoninis bendrojo azoto pasiskirstymas.

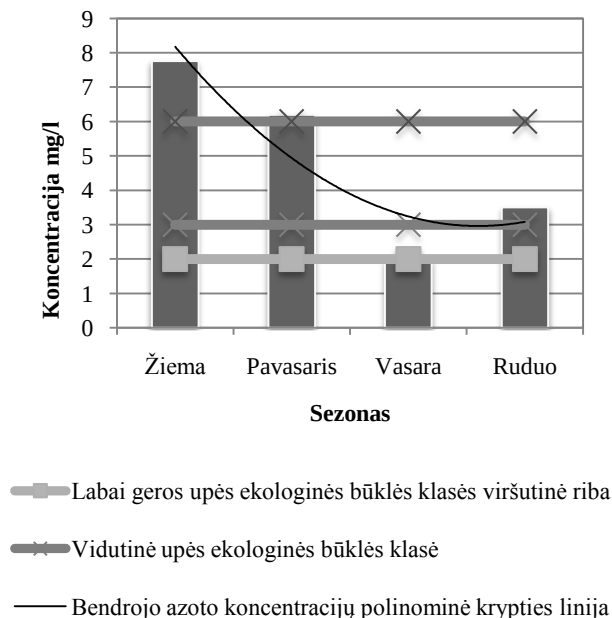


4 pav. Vidutinė sezoninė bendrojo azoto koncentracijų kaita Lėvens upėje aukščiau Kupiškio 2002–2011 metų laikotarpiu

39 % susidariusio bendrojo azoto kiekio Lėvens upėje aukščiau Kupiškio buvo išplauti žiemą (gruodis, sausis, vasaris). Tuo tarpu vasarą (birželis, liepa, rugpjūtis) išplovimas siekė 13 %. Pavasarį (kovas, balandis, gegužė), kai bendrojo azoto kiekiui vandenyje įtakos gali turėti sniego tirpimas, išplovimas buvo lygus 33 % ir 15 % rudens (rugsėjis, spalio, lapkritis) laikotarpiu. Vidutinę sezoninę bendrojo azoto koncentracijų kaitą Lėvens upėje aukščiau Kupiškio 2002–2011 metų laikotarpiu nusako daugianarė priklausomybė (determinacijos koeficientas $R^2 = 0,88$). Lyginant su Tatula aukščiau Biržų ir Mūša žemiau Saločių šryškėja nauja tendencija, jog šioje upėje azoto išplovimas žiemos ir pavasario laikotarpiais bei vasaros ir rudens laikotarpiais yra beveik vienodi ir yra atitinkamai lygūs

~ 30 % ir 15 %, priešingai nei buvo Tatulos upėje aukščiau Biržų ir Mūšos upėje žemiau Saločių, kur buvo aiškus skirtumas tarp šiltojo sezono ir šaltojo sezono bendrojo azoto koncentracijų pasiskirstymo. Tam įtakos galėjo turėti sutelktosios bei pasklidosios taršos šaltiniai ir taršos mastai. Taip pat, Lėvens upės debitas ir nuotėkis, meteorologinės sąlygos. Didžiausios momentinės bendrojo azoto koncentracijos Lėvens upėje aukščiau Kupiškio buvo užfiksuotos 2007 metų gruodžio mėnesį ir siekė 9,8 mg/l. Lėvens upė aukščiau Kupiškio vasaros ir rudens laikotarpiu atitinka labai geros upių ekologinės būklės klasės kriterijų, o žiemos ir pavasario laikotarpiu vidutinės. Tai mažiausiai (didžiausia vidutinė bendrojo azoto koncentracija žiemos laikotarpiu siekė 4,28 mg/l) pagal bendrojo azoto koncentraciją užterštas upės monitoringo taškas iš visų nagrinėtų. Šileika (2012) nustatė jog Mūšos baseine bendrojo azoto daugiausiai susidaro iš žemės ūkio naudmenų net 91,6 % ir 6,1 % iš sutelktosios taršos šaltinių. Kadangi žemdirbystė netoli monitoringo posto Lėvens upėje aukščiau Kupiškio nėra intensyviai plėtojama, tai ir lėmė, kad čia bendrojo azoto koncentracijos buvo mažiausios, lyginant su kitais trimis monitoringo taškais (Šileika, 2012).

5 pav. pavaizduotas vidutinis sezoninis bendrojo azoto pasiskirstymas Daugyvenės upės žiotyse 2002–2011 metų laikotarpiu.



5 pav. Vidutinė sezoninė bendrojo azoto koncentracijų kaita Daugyvenės upės žiotyse 2002–2011 metų laikotarpiu

Daugyvenės upės žiotyse išplaunamas vidutinis bendrojo azoto kiekis žiemos laikotarpiu siekia 40 % viso bendrojo išplaunamo azoto kiekio. Tuo tarpu vasarą – 10 %, rudeni ir pavasarį atitinkamai – 18 % ir 32 %. Vidutinę sezoninę

bendrojo azoto koncentracijų kaitą Daugyvenės upės žiotyse 2002–2011 metų laikotarpiu nusako daugianarė priklausomybė (determinacijos koeficientas $R^2=0,83$). Didžiausios momentinės bendrojo azoto koncentracijos Daugyvenės upės žiotyse buvo užfiksuotos 2007 metų vasario ir kovo mėnesiais ir atitinkamai siekė 17 ir 14 mg/l. Daugyvenės upė žiotyse vasaros laikotarpiu atitinka labai geros upių ekologinės būklės klasės kriterijų, o žiemos ir pavasario laikotarpiu blogos. Kaip ir kituose analizuotuose taškuose bendrojo azoto koncentracijų pasiskirstymus gali įtakoti sezoniniai vandens nuotėkio ir debito pokyčiai, oro sąlygos ar konkretūs teršėjai (Ruminaitė 2010). Daugyvenės upės vandens kokybę paveikti gali Šeduvos nuotekų valykla ir UAB „Agrochemos mažmena“ Šeduvos agrocentro išleistuvų tarša bei Klovainių, Petrašiūnų, Rozalimo gyvenvietės.

Kadangi Mūšos baseino upių teritorijoje yra net keletas stambių gyvulininkystės įmonių, tai paviršinio vandens kokybei įtaką daro kartu su drenažo nuotėkiu patenkantys teršalai. Anot Misevičienės (2012) vieni iš pavojingiausių taršos židinių yra intensyvios gamybos gyvulininkystės objektai, nes šių objektų gamybos atliekų poveikis dirvožemiui ir vandens kokybei yra neigiamas. Tręšimas mėšlu didina humuso ir maistingųjų medžiagų kiekį dirvožemyje, o gausiai tręšiant pastarųjų daugiau išplaunama. Nitratų azoto prietaka (viena iš sudedamųjų bendrojo azoto dalių) į upes priklauso nuo metų sezono. Atlikus tyrimus pagrindinėse Lietuvos geografinėse srityse nustatyta, kad per metus azoto koncentracija žiemą ir pavasarį būna didžiausia, o vasara ir rudenį – mažesnė. Mažiausi biogeninių medžiagų kiekiai nustatyti vasarą, nes tuo metu dažniausiai drenažo nuotėkio nebūna arba jis būna labai menkas. Be to, tuo metu augalai labai intensyviai naudoja biogenines medžiagas derliui užauginti, todėl koncentracijos drenažo vandenyje būna nedidelės. Sezoniniai biogeninių medžiagų pokyčiai daugiausia priklauso nuo meteorologinių sąlygų. Didžiausi išplovimai nustatyti drenažo veikimo pradžioje bei pavasario potvynio metu. Lietingesniais metais susidarius drenažo nuotėkiui šiek tiek biogeninių medžiagų išplauta rudenį (Misevičienė 2012).

Išvados

1. Atlikus duomenų statistinį apdorojimą nustatyta, kad visuose 4 taškuose – Mūšos upėje žemiau Saločių, Tatulos upėje aukščiau Biržų, Lėvens upėje aukščiau Kupiškio ir Daugyvenės upės žiotyse yra ryškus sezoniskumas. Vidutinę sezoninę bendrojo azoto koncentracijų kaitą 2002–2011 metų laikotarpiu nusako

daugianarės priklausomybės (determinacijos koeficientai $R^2 = 0,92 - 0,83$).

2. Didžiausios vidutinės bendrojo azoto koncentracijos buvo nustatytos žiemos laikotarpiu (gruodis, sausis, vasaris) ir atitinkamai kiekvienoje upėje siekė – 9,61 mg/l, 8,16 mg/l, 4,28 mg/l, 7,75 mg/l ir sudarė atitinkamai 47 %, 43 %, 39 %, 40 % nuo viso išplaunamo bendrojo azoto kiekio per metus tuose taškuose. Mažiausios vidutinės bendrojo azoto koncentracijos buvo užfiksuotos šiltąjį metų sezoną – vasarą (birželis, liepa, rugpjūtis) ir atitinkamai kiekvienoje upėje siekė – 1,0 mg/l, 1,15 mg/l, 1,43 mg/l, 1,98 mg/l ir sudarė atitinkamai 5 %, 6 %, 13 %, 10 % nuo viso išplaunamo bendrojo azoto kiekio per metus tuose taškuose.

3. Analizuojant duomenis buvo nustatyta jog vandens kokybė vasaros laikotarpiu visuose analizuotuose taškuose atitinka labai geros upių ekologinės būklės klasės kriterijų. Trimis atvejais iš keturių vandens kokybės tirtose upėse žiemos laikotarpiu atitiko blogą upių ekologinės būklės klasės kriterijų ir tik Lėvens upėje aukščiau Kupiškio atitiko vidutinę upių ekologinės būklės klasės kriterijų.

Literatūra

- Berankienė, L. Kutra, S. 2006. Azoto koncentracijos vidutinio dydžio upių vandenyje priklausomybė nuo nuotėkio modulio. *Vandens ūkio inžinerija*, 30(50), 57-66.
- Bukantis, A.; Gedžiūnas P.; ir kt. 2008. Lietuvos gamtinė aplinka, būklė, procesai ir raida. Vilnius: UAB „Petro ofsetas“. 63p.
- Dapkienė, M.; Kustienė, R. 2008. Vandens išteklių naudojimas. Kaunas: Ardiva. 92p.
- Heathwaite, A. L. 1993. Nitrogen Cycling in Surface Waters and Lakes. In *Nitrate: Processes, Patterns and Management*. Ed. By T. P. Burt. New York. 141-167 p.
- Jankauskas, J.; Sakalauskas, A.; Šulga, V. 2008. Vandentieka. Vandens ruošimas. Vilnius: Technika. 578p.
- Lietuvos Respublikos aplinkos ministro įsakymas dėl aplinkos ministro 2007 m. balandžio 12d. įsakymo Nr. D1-210 „Dėl paviršinių vandens telkinių ekologinės būklės vertinimo tvarkos aprašo patvirtinimo“ pakeitimo, Valstybės žinios 47-1814
- Lietuvos Respublikos Vyriausybės 2010 m. lapkričio 17d. nutarimas Nr 1618 „Dėl Lielupės upių baseino rajono valdymo plano ir priemonių vandensaugos tikslams Lielupės upių baseino rajone pasiekti programos patvirtinimo“, Valstybės žinios 136-6940.
- Misevičienė, S. 2012. Stambių gyvulininkystės įmonių mėšlu tręšiamų laukų poveikis drenažo ir paviršinio vandens kokybei. *Vandens ūkio inžinerija*, 40(60), 73-82.
- Rudzianskaitė, A. 2000. Azoto, fosforo ir kalio išplovimas iš karsto rajonodirvožemių. Lietuvos žemės ūkio universiteto ir Lietuvos vandens ūkio instituto mokslo darbai, 8 (30), 72-80.

- Rudzianskaitė, A. 2012. Vandens kokybė skirtingai apaugusiose smegduobėse šiaurės Lietuvos karstiniame rajone. *Vandens ūkio inžinerija*, 40(60), 64-72.
- Ruminaitė, R. 2010. Antropogeninės veiklos įtakos upių nuotėkiui ir vandens kokybei tyrimai ir vertinimas: *daktaro disertacija*. Vilnius: Technika.
- Stankevičienė, R. 2012. Mūšos baseino upių metinės ir sezoninės vandens taršos bendruoju azotu analizė taikant FYRIS modelį. *Vandens ūkio inžinerija*, 40(60), 54-63.
- Šileika, A. S. 2012. Bendrojo azoto ir bendrojo fosforo apkrovų ir sulaikymo kaita Mūšos upės baseine, apskaičiuota taikant FyrisNP 3.1. *Vandens ūkio inžinerija*, 45(61), 23-31.
- Taršos integruota prevencija ir kontrolė (TIPK). 2003. Informacinis dokumentas. Bendrieji stebėsenos (monitoringo) principai. 20 p.
- Tilickis, B. 2005. Vandens cheminės sudėties kaita Lietuvos baseinuose. Klaipėda: Klaipėdos universiteto leidykla. 200p.

ANALYSIS OF SEASONAL TOTAL NITROGEN POLLUTION IN THE MŪŠA CATCHMENT

A.Kirstukaitė, V. Šaulys

Summary

Rivers water quality mostly depends on rivers run-off which is determined by climate, physical-geographical conditions and anthropogenic pollution. The Musa catchment belongs to the northern part of Lithuania. The karst processes are common in this region. The statistical methods of analysis of data on the Musa catchment for the period 2002–2011 showed that the highest concentrations of total nitrogen were in winter period and the lowest in summer. The average seasonal total nitrogen concentrations change in the period 2002–2011, is characterized by a multi-dependency (coefficient of determination $R^2 = 0,92 - 0,83$). Leached amounts of total nitrogen in the studied rivers in winter in all cases exceeded 39 %, and during the summer did not exceed 13 % of the total nitrogen amount of leaching. It was found that water quality matches the summer period of high river ecological status class criteria in studied rivers. It depended on plants vegetation, concentrated and scattered pollution, seasonal water run-off, flow changes and meteorological conditions.

Keywords: water pollution, total nitrogen, seasonal changes.