



VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

APLINKOS INŽINERIJOS FAKULTETAS

HIDRAULIKOS KATEDRA

Neringa Červokaitė

**EKOLOGINĖS NEVĖŽIO UPĖS SITUACIJOS VERTINIMAS IR
PREVENCINĖS GERINIMO PRIEMONĖS**

**THE ASSESSMENT OF NEVĖŽIS RIVER'S ECOLOGICAL SITUATION
AND PREVENTIVE MEASURES OF IMPROVEMENT**

Baigiamasis magistro darbas

Vandens ūkio inžinerijos studijų programa, valstybinis kodas 62404T105

Aplinkos inžinerijos studijų kryptis

Vilnius, 2011

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

APLINKOS INŽINERIJOS FAKULTETAS

HIDRAULIKOS KATEDRA

TVIRTINU

Katedros vedėjas

(Parašas)

(Vardas, pavardė)

(Data)

Neringa Červokaitė

**EKOLOGINĖS NEVĖŽIO UPĖS SITUACIJOS VERTINIMAS IR
PREVENCINĖS GERINIMO PRIEMONĖS**

**THE ASSESSMENT OF NEVĖŽIS RIVER'S ECOLOGICAL SITUATION
AND PREVENTIVE MEASURES OF IMPROVEMENT**

Baigiamasis magistro darbas

Vandens ūkio inžinerijos studijų programa, valstybinis kodas 62404T105

Aplinkos inžinerijos studijų kryptis

Vadovas: prof. dr. Valentinas Šaulys

(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė)

(Parašas)

(Data)

Konsultantas: lekt. Regina Žukienė

(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė)

(Parašas)

(Data)

Vilnius, 2011

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
APLINKOS INŽINERIJOS FAKULTETAS
HIDRAULIKOS KATEDRA

..... mokslo sritis
.....mokslo kryptis
.....studijų kryptis
.....studijų programa

TVIRTINU

Katedros vedėjas

.....
(parašas)

.....
(vardas, pavardė)

.....
(data)

**BAIGIAMOJO MAGISTRO DARBO
UŽDUOTIS**

.....Nr.
Vilnius

Studentui (ei) **Neringai Červokaitei**.....
(vardas, pavardė)

Baigiamojo darbo tema: **Ekologinės Nevėžio upės situacijos vertinimas ir prevencinės gerinimo priemonės.**

patvirtinta 2011...m. d. dekanų įsakymu Nr.

Baigiamojo darbo užbaigimo terminas 2011 m. gegužės 20 d.

BAIGIAMOJO DARBO UŽDUOTIS:

Parengti mokslinių tyrimų bei Lietuvos Respublikos ir Europos Sąjungos dokumentų, reglamentuojančių vandens apsaugą ir kokybės gerinimą, apžvalgą.

Suformuluoti darbo tikslą, aktualumą, naujumą, iškelti hipotezę. Paruošti darbe atliktų tiriamųjų darbų metodiką.

Pateikti Nevėžio upės baseino fizinių – geografinių, morfologinių ir klimatinių sąlygų apibūdinimą.

Išanalizuoti Nevėžio upės vandens kokybės kaitą per tyrimų laikotarpį, apibūdinti jos ypatumus, pateikite koncentracijų kitimo per tyrimų laikotarpį grafikus ir statistinius momentus, nurodykite koncentracijų kitimo tendencijas ir pasiūlykite prevencines priemones ekologiškai situacijai gerinti. Padarkite apibendrinančias išvadas.

Parengti mokslinę publikaciją nagrinėjama tema.

Baigiamojo darbo rengimo konsultantai:.....

.....

.....
(vardas, pavardė, mokslinis laipsnis ir vardas)

Vadovas
(parašas)

Prof. dr. **Valentinas Šaulys**
(vardas, pavardė , mokslinis laipsnis ir vardas)

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 darbas
Pavadinimas **Ekologinės Nevėžio upės situacijos vertinimas ir prevencinės gerinimo priemonės**

Autorius **Neringa Červokaitė**
Vadovas prof. dr. **Valentinas Šaulys**

Kalba: lietuvių

Anotacija

Baigiamajame magistro darbe vertinama ekologinė Nevėžio upės situacija 2000–2009 m. laikotarpiu, analizuojami hidrocheminių tyrimų duomenys (biocheminis deguonies suvartojimas, nitratų azotas ir fosfatų fosforas) ir lyginami su upių ekologinės būklės klasėmis. Duomenys buvo apdoroti statistinės analizės metodais ir apskaičiuotos statistinės charakteristikos bei atlikta vienfaktorinė dispersinė analizė. Statistinės charakteristikos pateiktos 95 % patikimumu, kadangi, tiriant gamtinius procesus, toks patikimumas laikomas pakankamu. Nustačius organinių ir biogeninių medžiagų kitimo dinamiką, pateikiamos išvados ir pasiūlymai upės taršos mažinimui ir vandens kokybės gerinimui.

Darbą sudaro 8 dalys: įvadas, Baltijos jūros baseino apžvalga, Lietuvos hidrografinio tinklo apžvalga, ES ir Lietuvos įstatymų apžvalga, tyrimo objektas, programa ir metodika, rezultatai ir jų aptarimas, išvados ir pasiūlymai, literatūros sąrašas.

Darbo apimtis – 61 p. teksto be priedų, 31 iliustr., 15 lent., 51 bibliografinis šaltinis.

Atskirai pridedami darbo priedai.

Prasminiai žodžiai: nitratų azotas, fosfatų fosforas, organinės medžiagos, vandens kokybė, Nevėžio 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 **The assessment of Nevėžis river's ecological situation and preventive measures of improvement**

Author **Neringa Červokaitė**

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

Thesis language:
Lithuanian

Annotation

The thesis evaluated the ecological situation in Nevezis river in 2000-2009 period, analyzed hydrochemical data (biochemical oxygen demand, nitrate nitrogen and phosphate phosphorus) and compared with the ecological status of river classes. The data were processed by statistical methods of analysis and calculated the statistical characteristics, also were performed ANOVA. The statistical characteristics are represented of the 95 % level of confidence, because the investigation of natural processes is sufficient. When the organic and nutrient dynamics was estimated, the conclusion and recommendations of the river pollution reduction and water quality development are given.

Structure: introduction, overview of the Baltic Sea basin, Lithuania overview of the hydrological network, the EU and Lithuanian law review, the object, program and methods, results and discussion, conclusions and suggestions, references.

Thesis consist of: 61 p. text without appendixes, 31 pictures, 15 tables, 51 bibliographical entries.

Appendixes included.

Keywords: nitrate nitrogen, phosphate phosphorus, organic matter, water quality, Nevezis basin.

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

Neringa Červokaitė 20055131

(Studento vardas ir pavardė, studento pažymėjimo Nr.)

Aplinkos inžinerijos

(Fakultetas)

Vandens ūkio inžinerija VUImf-09

(Studijų programa, akademinė grupė)

**BAIGIAMOJO DARBO (PROJEKTO)
SAŽININGUMO DEKLARACIJA**

2011 m. birželio 9 d.
(Data)

Patvirtinu, kad mano baigiamasis darbas (projektas) tema Ekologinės Nevėžio upės situacijos vertinimas ir prevencinės gerinimo priemonės

patvirtintas 20 ____ m. ____ d. dekanu potvarkiu Nr. _____, 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)

NERINGA ČERVOKAITĖ

(Vardas ir pavardė)

TURINYS

Įvadas	11
1. Baltijos jūros baseinas.....	13
2. Lietuvos hidrografinis tinklas.....	16
3. ES ir Lietuvos vandenių apsaugos ir valdymo teisės aktai	19
4. Tyrimo objektas, programa ir metodika.....	21
4.1. Nevėžio upės baseinas.....	21
4.1.1. Baseino plotas ir administracinė priklausomybė.....	21
4.1.2. Nuogulos, dirvožemiai ir augalija	22
4.1.3. Paviršiniai vandenys	24
4.1.4. Baseino klimato charakteristika	25
4.1.5. Antropogeninė veikla Nevėžio upės baseine	26
4.2. Nevėžio upės vandens kokybės vertinimas	27
4.3. Reguluoto Nevėžio upės ruožo apsaugos juostų nustatymas	30
4.4. Statistinė duomenų analizė	32
5. Rezultatai ir jų aptarimas.....	35
5.1. Nevėžio upės tarša organinėmis medžiagomis	35
5.2. Nevėžio upės tarša biogeninėmis medžiagomis.....	39
5.2.1. Upės tarša nitratų azotu	39
5.2.2. Upės tarša fosfatų fosforu	44
5.3. Pakrančių apsaugos juostų būklė	50
Išvados ir pasiūlymai	57
Literatūra	59
Priedai	Error! Bookmark not defined.

Paveikslų sąrašas

1.1 pav. Baltijos jūros baseinas	13
2.1 pav. Paviršinių vandens telkinių plotų pasiskirstymas (%) (Aplinkos... 2010)	16
2.2. pav. Lietuvos upių baseinų rajonai (Aplinkos... 2010).....	17
4.1 pav. Nevėžio upė (aut. nuotrauka).....	21
4.2 pav. Nevėžio upės baseinas.....	22
4.3 pav. Nuogulų išsidėstymas Nevėžio upės baseine	23
4.4 pav. Žemėnaudų pasiskirstymas Nevėžio upės baseine.....	24
4.5 pav. Lietuvos klimato rajonavimas pagal K. Kaušylą (Bukantis 1994)	25
4.6 pav. Matavimo postai Nevėžio upėje.....	29
4.7 pav. Pakrančių apsaugos juostų matavimų vietos	31
5.1 pav. Vidutinių metinių BDS ₇ koncentracijų kaita aukščiau ir žemiau Panevėžio 2000–2009 m. laikotarpiu.....	35
5.2 pav. Vidutinių metinių BDS ₇ koncentracijų kaita aukščiau ir žemiau Kėdainių 2000–2005 m. laikotarpiu.....	36
6.3 pav. Vidutinių metinių BDS ₇ koncentracijų kaita aukščiau Raudondvario 2000–2009 m. laikotarpiu.....	38
5.4 pav. BDS ₇ koncentracijų kaita Nevėžio upėje 2000–2009 m. laikotarpiu.....	38
5.5 pav. NO ₃ -N koncentracijų kaita aukščiau ir žemiau Panevėžio 2000–2009 m. laikotarpiu ...	40
5.6 pav. NO ₃ -N koncentracijų kaita aukščiau ir žemiau Kėdainių 2000–2005 m. laikotarpiu....	41
5.7 pav. NO ₃ -N koncentracijų kaita aukščiau Raudondvario 2000–2009 m. laikotarpiu	43
5.8 pav. NO ₃ -N koncentracijų kaita Nevėžio upėje	44
5.9 pav. PO ₄ -P koncentracijų kaita aukščiau ir žemiau Panevėžio 2000–2004 m. laikotarpiu ...	45
5.10 pav. PO ₄ -P koncentracijų kaita aukščiau ir žemiau Panevėžio 2008–2009 m. laikotarpiu ..	46
5.11 pav. PO ₄ -P koncentracijų kaita aukščiau ir žemiau Kėdainių 2000–2005 m. laikotarpiu ...	47
5.12 pav. PO ₄ -P koncentracijų kaita aukščiau Raudondvario 2000–2009 m. laikotarpiu.....	49
5.13 pav. PO ₄ -P koncentracijų kaita Nevėžio upėje 2000–2009 m. laikotarpiu.....	50
5.14 pav. Pakrančių apsaugos juostų pločiai šalia Levaniškių gyvenvietės	51
5.15 pav. Iki pat šlaito suarta apsaugos juosta (aut. nuotrauka).....	52
5.16 pav. Pakrančių apsaugos juostų pločiai Raguvos gyvenvietėje	52
5.17 pav. Pakrančių apsaugos juostų pločiai ties Narbutais	53
5.18 pav. Pakrančių apsaugos juostų pločiai šalia Miežiškių gyvenvietės.....	54
5.19 pav. Pakrančių apsaugos juostų būklė reguliuotame Nevėžio upės ruože (aut. nuotrauka) ..	55
5.20 pav. Apsaugos juostų būklės gerinimas	55
5.21 pav. Apsauginių juostų tvarkymo variantai (Petersen <i>et al.</i> 1987).....	55

Lentelių sąrašas

4.1 lentelė. Nevėžio baseino pagrindinių upių ilgiai ir baseinų plotai (Aplinkos... 2010).....	25
4.2 lentelė. Upių ekologinės būklės klasės pagal fizikinių-cheminių kokybės elementų rodiklius (Dėl paviršinių... 2010)	27
4.3 lentelė. Pavojingų ir kitų kontroliuojamų medžiagų didžiausios leidžiamos koncentracijos (DLK).....	28
4.4 lentelė. Paviršinių vandens telkinių, kuriuose gali gyventi ir veistis gėlavandenės žuvis, vandens kokybės rodiklių ribinės vertės, mėginių ėmimo metodai ir dažnis (Dėl paviršinių... 2006)	28
4.5 lentelė. ANOVA duomenys (Čekanavičius ir Murauskas 2008).....	33
4.6 lentelė. ANOVA rezultatai (Čekanavičius ir Murauskas 2008)	33
5.1 lentelė. Statistinės BDS ₇ koncentracijų charakteristikos aukščiau ir žemiau Panevėžio	35
5.2 lentelė. Statistinės BDS ₇ koncentracijų charakteristikos aukščiau ir žemiau Kėdainių.....	37
5.3 lentelė. Statistinės BDS ₇ koncentracijų charakteristikos aukščiau Raudondvario	38
5.4 lentelė. NO ₃ -N koncentracijų statistinės charakteristikos aukščiau ir žemiau Panevėžio.....	40
5.5 lentelė. NO ₃ -N koncentracijų statistinės charakteristikos aukščiau ir žemiau Kėdainių	42
5.6 lentelė. NO ₃ -N koncentracijų statistinės charakteristikos aukščiau Raudondvario	43
5.7 lentelė. Statistinės PO ₄ -P koncentracijų charakteristikos aukščiau ir žemiau Panevėžio	46
5.8 lentelė. Statistinės PO ₄ -P koncentracijų charakteristikos aukščiau ir žemiau Kėdainių.....	48
5.9 lentelė. Statistinės PO ₄ -P koncentracijų charakteristikos aukščiau Raudondvario.....	49

Naudojami trumpiniai:

HELCOM – Helsinkio komisija

DLK – didžiausia leistina koncentracija

BDS₇ – biocheminis deguonies suvartojimas per 7 paras

NO₃-N – nitratų azotas

PO₄-P – fosfatų fosforas

ANOVA (ang. *ANalysis Of Variance*) – vienfaktorinė dispersinė analizė

SSW (ang. *Sum of Squares Within*) – vidinė kvadratų suma

SSB (ang. *Sum of Squares Between*) – grupių kvadratų suma

SST (ang. *Sum of Squares Total*) – visa kvadratų suma

IVADAS

Lietuva turi gausius vandens išteklius. Atviri vidaus vandens telkiniai užima 2,6 tūkst. km² plotą, o tai sudaro apie 4 % visos šalies teritorijos (Lietuvos... 2007). Vandens ištekliai ir jų išsidėstymas šalies teritorijoje lemia ekonomines ūkio plėtros galimybes ir sąlygas. Nepaisant to, kad vandens ištekliai nuolat atsinaujina, racionalus jų naudojimas, o ypač apsauga nuo teršimo, yra sudėtingas vandens politikos uždavinys, reikalaujantis gilios esamos situacijos analizės ir vertinimo iš tolesnės perspektyvos (Šaulys 2007).

Lietuvoje upių vandens kokybės tyrimai atliekami vadovaujantis Aplinkos monitoringo įstatymu ir Vyriausybės pritarta valstybine aplinkos monitoringo programa, be to, atsižvelgiama į Europos Sąjungos direktyvas ir Helsinkio komisijos rekomendacijas (Lietuvos... 2002). Pagal valstybinę monitoringo programą Lietuvoje vandens kokybę tiriama daugiau kaip 180 upių vietų (Aplinkos... 2009).

Paviršinio vandens telkinius antropogeninė tarša veikia labiausiai. Su nuotekomis išleidžiamos organinės ir biogeninės medžiagos skatina eutrofikaciją, jos pasižymi toksiškumu ir akumuliacija. Beveik pusę upių vandens taršos maisto medžiagomis sudaro pasklidoji tarša iš žemės ūkio plotų. Vandens kokybės stebėjimai daugelio upių aukštupiuose rodo, jog tarša nitratais didėja. Taigi pastaruoju metu vis aktualesnė tampa paviršinio vandens telkinių tarša iš pasklidusios taršos šaltinių maisto medžiagomis. Be to, ji lemia didėjančią Baltijos jūros taršą, biologinės įvairovės mažėjimą, šachtinių šulinių užterštumą pavojingais žmonių sveikatai nitratais (Valstybinė... 2005).

Į paviršinius vandens telkinius patenka nemažai teršalų: suspenduotų medžiagų, naftos produktų, fosforo, azoto. Iš metalų daugiausia į paviršinius vandenį patenka cinko, geležies, vario, nikelio, mangano, chromo, švino (Tumas 2003).

Darbo tikslas ir uždaviniai

Darbo tikslas – įvertinti Nevėžio upės ekologinę situaciją ir pateikti pasiūlymų upės taršos mažinimui bei vandens kokybės gerinimui. Šiam tikslui pasiekti sprendžiami tokie uždaviniai:

- analizuojama Nevėžio upės vandens kokybė 2000–2009 m. laikotarpiu 5 postuose: aukščiau ir žemiau Panevėžio miesto, aukščiau ir žemiau Kėdainių miesto bei aukščiau Raudondvario;
- analizuojami ES ir Lietuvos Respublikos teisės aktai, susiję su vandens apsauga;
- nustatoma biogeninių ir organinių medžiagų koncentracijų kitimo dinamika Nevėžio upėje 2000–2009 m. laikotarpiu;
- nustatoma reguliuoto Nevėžio upės ruožo pakrančių apsaugos juostų būklė;
- analizuojama antropogeninės veiklos įtaka Nevėžio upės vandens kokybei.

Temos aktualumas

Nevėžio upės vandens kokybės gerinimas yra aktuali ir nagrinėtina tema, kadangi Nevėžio vanduo, užterštas organinėmis ir biogeninėmis medžiagomis, patenka į Nemuną, kuriuo nukeliauja į Baltijos jūrą ir blogina jos ekologinę būklę. Pastaruoju metu didelis dėmesys skiriamas Baltijos jūros taršos mažinimui. Pagrindinis Baltijos jūros regiono šalių tikslas yra pasiekti, kad Baltijos jūros kokybė neblogėtų.

Mokslinis naujumas

Mokslinis naujumas šiame darbe pasireiškia tuo, kad Nevėžio upės vandens kokybė analizuojama, remiantis paskutiniojo dešimtmečio (2000–2009 m.) duomenimis, ir vertinama pagal 2010 m. aplinkos ministro įsakymu patvirtintą paviršinių vandens telkinių ekologinės būklės nustatymo metodiką.

Hipotezės iškelimas

Įvertinus Lietuvos Respublikos ir ES teisės aktuose nustatytus reikalavimus paviršiniams vandens telkiniams, Panevėžio nuotekų valyklos modernizavimą bei Panevėžio ir Kėdainių pramonės rajonų įmonių naujų technologijų diegimą, Nevėžio upės vandens kokybė turėtų gerėti.

1. BALTIJOS JŪROS BASEINAS

Žvelgiant globaliu mastu, reikia įvertinti tai, kad Nevėžis – viena iš daugelio upių, kurių vanduo, užterštas organinėmis ir biogeninėmis medžiagomis, patenka į Nemuną, kuriuo nukeliauja į Baltijos jūrą ir blogina jos ekologinę būklę.

Lietuvos teritorija su visais joje esančiais vandens telkiniais yra Baltijos jūros baseine (1.1 pav.), kurio bendras plotas 1,7 mln. km². Pati Baltijos jūra yra viena jauniausių ir labiausiai izoliuotų jūrų pasaulyje, į kurią įteka daugiau kaip 200 upių, stipriai apgėlinančių ir teršiančių ją. Dėl savo uždaramo ir aplinkos sąlygų ji yra labai jautri taršai, biologinių išteklių pereikvojimui ir kitoms žmogaus ūkinės veiklos pasekmėms.



1.1 pav. Baltijos jūros baseinas

Viena opiausių Baltijos jūros ekologinių problemų – užterštumas nafta ir jos produktais jiems išsipylus tanklaiviams užplaukiant ant sekumos ar jų susidūrimų metu. Be to, prie aktualiausių problemų priskiriama eutrofikacija, užterštumas cheminėmis teršiančiomis medžiagomis bei Baltijos jūroje palaidoto cheminio ginklo poveikis.

Baltijos jūrą teršia jos baseine esančios pramonės įmonės, miestai ir žemės ūkis. Į Baltiją kasdien patenka dideli kiekiai įvairių medžiagų. Taršą didina jūrų transportas, žuvininkystės

įmonės ir kt. Pramonė įvairiose Baltijos regiono dalyse skirtinga. Jos vystymuisi turėjo įtakos Švedijos ir Suomijos geležies rūda, Estijos degieji skalūnai, Lenkijos druska ir anglis (Tumas 2003). Nemažai cheminių medžiagų oro pernaša patenka į Baltijos jūrą iš Vakarų Europos šalių.

Nemažai žemės ūkyje naudojamų trąšų ir augalų apsaugos medžiagų išplaunama iš dirvožemio ir visų pirma teršia mažesnius upelius, kurių vanduo suteka į didesnes upes ar kaupiasi uždaruose vandens telkiniuose (Gužys ir kt. 2006). Teršalai, ištirpę vandenyje, upėmis patenka į jūrą (Kutra ir kt. 2007). Nešmenyse be sunkiųjų metalų, randama daug azoto, kalio ir fosforo junginių (Pukštas 2006). Autorius teigia, kad net jei staiga nustotume teršti upes, dar ne vieną dešimtmetį dugne susikaupę teršalai nuodytų jūras potvynio nešmenų pavidalu. Todėl būtina ieškoti priemonių, skatinančių nešmenų šalinimo iš upių procesą.

Kasmet į jūrą iš viso Baltijos baseino patenka 814 000 t azoto ir 42 010 t fosforo. 2005 m. apie 53 600 t bendrojo azoto ir 1 640 t bendrojo fosforo buvo atplukdyta upėmis iš Lietuvos teritorijos. Iš jų apie 16 760 t bendrojo azoto ir 1 180 t bendrojo fosforo pateko į Lietuvą iš užsienio šalių. Lietuvos taškinių taršos šaltinių tarša sudarė apie 2 320 t bendrojo azoto ir 270 t bendrojo fosforo. Didžioji dalis bendrų azoto ir fosforo kiekių patenka į Baltijos jūrą dėl žemės ūkio veiklos. (Lietuvos... 2007). Per didelis biogeninių medžiagų kiekis skatina eutrofikacijos procesą – „žydi“ vanduo, jame ima trūkti deguonies, dūsta žuvis, mažėja vandens telkinio biologinė įvairovė.

Baltijos jūros Lietuvos pakrantėje pagrindinis biogeninių junginių pasipildymo šaltinis – gana didelis Nemuno ir kitų upių vandenų nuotėkis į jūrą Klaipėdos sąsiauriu (Dubra ir kt. 1999). Autoriai nustatė, kad didžiausios biogeninių elementų koncentracijos yra ties Klaipėdos uosto vartais, pro kuriuos Kuršių marių vanduo išteka į Baltijos jūrą.

Dėl intensyvėjančios laivybos daugėja avarinių naftos išsiliejimų, kurie veikia ekologinę Baltijos jūros būklę – daro žalą gyviesiems organizmams. Nustatyta, kad į Baltijos jūrą kasmet patenka 20–2000 tūkst. t naftos (Rutkoviėnė ir kt. 2010).

Gaminant energiją (deginant kurą, kuriame yra sieros) ir deginant šiukšles, į atmosferą patenka įvairių teršalų, kurie, iškritę rūgčių lietų pavidalu, taip pat teršia Baltijos jūrą. Siekiant mažinti Baltijos jūros taršą, būtina iš esmės keisti gamybos procesą: pradedant žaliavomis ir baigiant pagamintų, jau nereikalingų, produktų perdirbimu (Tumas 2003).

Kai buvo susirūpinta vis didėjančia Baltijos jūros tarša, kurią sukelia nuotekos per upes, vamzdynai, kasdieniai laivų eksploatavimo darbai, tarša iš oro, naftos išsiliejimai, 1974 metais Baltijos pakrantėse įsikūrusios valstybės pasirašė konvenciją. 1992 metais, pasikeitus Europos politiniam žemėlapiui ir suintensyvėjus laivybai, buvo parengta nauja šios konvencijos redakcija. Ją pasirašė 9 šalys – Danija, Estija, Latvija, Lietuva, Lenkija, Suomija, Švedija, Vokietija, Rusija

– ir Europos Komisija. HELCOM būstinė – tarptautinis sekretoriatas yra Helsinkyje, Suomijoje. Rotacijos tvarka šiam organui vadovauja visos šalys-dalyvės.

Helsinkio komisija, arba HELCOM, yra tarpvyriausybė organizacija, siekianti apsaugoti Baltijos jūros aplinką nuo visų taršos šaltinių ir užtikrinti darnų Baltijos jūros regiono vystymąsi. HELCOM – Helsinkio konvencijos dėl Baltijos jūros baseino jūrinės aplinkos apsaugos valdantysis organas.

Komisija parengė bendrą procedūrą, pagal kurią visos 9 šalys periodiškai kas trejus metus pateikia privalomą ataskaitą apie taršos apkrovas Baltijos jūrai jų teritoriniuose vandenyse.

HELCOM ateities vizija yra sveika Baltijos jūros aplinka su įvairių biologinių komponentų veikimu, o tai lemia gerą aplinkos ekologinę būklę ir palaiko pastovią ekonomikos ir socialinės srities veiklą.

Konvencijos Šalys reguliariai keičiasi informacija apie avarijų likvidavimo planavimą, organizavimą, svarbias avarijas, tyrinėjimų ir tobulinimo projektus, taip pat naujus kovos su jūros tarša laivus ir įrangą, kuri galėtų būti panaudota bendroms kovos su jūros tarša operacijoms. HELCOM siekia iš esmės sumažinti jūrinės aplinkos taršą ir iki 2021 metų atkurti gerą ekologinę jūros būklę (Helsinkio komisija 2010).

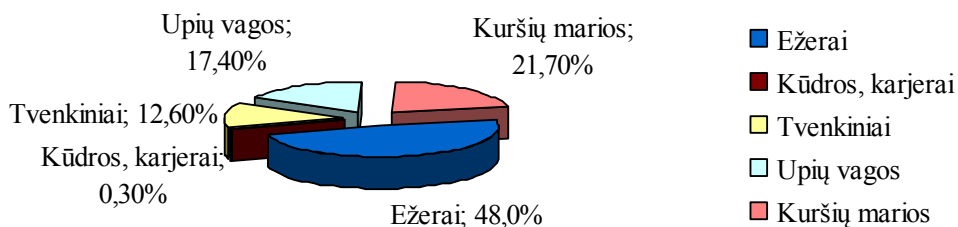
Šiuo metu Baltijos jūros tarša tiesiogiai nėra pavojinga gyviesiems organizmams ir žmonių sveikatai. Bet pagrindinis uždavinys saugant Baltijos jūrą yra įvairių teršalų išmetimų mažinimas, ekologinės būklės kontrolė ir jos pokyčių prognozė bei apsauga. Tačiau regioninės taršos problema tampa pasauline problema (Rutkovienė ir kt. 2010).

2. LIETUVOS HIDROGRAFINIS TINKLAS

Lietuva plyti Rytų Europos vakarinėje dalyje. Šalies reljefui būdinga aukštumų ir žemumų, turinčių siaurės – pietų kryptį kaita. Visos aukštumos – tai ledynų sąnašų sankaupos, susidariusios ledynų pakraštyje. Žemumos susidarė ledynų plaštakų vietoje, kur jas padengė dugninės morenos sluoksnis (Šaulys 2007).

Lietuvos teritorijoje hidrografinis tinklas formavosi dėl tirpstančio ledyno vandens. Tokie vandenys telkėsi žemesnėse žemės paviršiaus vietose, sudarydami prieledyninius ežerus. Vėliau, pasitraukus ledynams ir atsiradus Baltijos jūrai, vandentakos įsigrauzė giliau, jomis nutekėjo prieledyninių vandens telkinių vandenys ir susijungusios į sistemas jos sudarė pagrindinį Lietuvos teritorijos hidrografinį tinklą (Poška ir kt. 1996).

Visa Lietuvos teritorija yra Baltijos jūros baseine. Šalies hidrografinį tinklą sudaro įvairūs vandentakiai (upės, upeliai ir upokšniai, kanalai ir grioviai), ežerai ir tvenkiniai, kiti vandens telkiniai, kurių pasiskirstymas, remiantis Aplinkos apsaugos agentūros klasifikacija, pateiktas 2.1 paveiksle.



2.1 pav. Paviršinių vandens telkinių plotų pasiskirstymas (%) (Aplinkos... 2010)

Iš viso Lietuvoje yra priskaičiuojama apie 22,2 tūkstančių upių ir upelių, kurių bendras vagų ilgis yra apie 76,8 tūkst. km. Hidrografinio tinklo tankumas Lietuvoje sudaro 1,18 km/km². Vandentakių klasifikatoriaus duomenimis Lietuvos teritorija teka 5463 upės, upeliai ir kanalai virš 3 km ilgio bei trumpi aplinkosauginiu požiūriu svarbūs vandentakiai. Lietuvoje yra apie 2850 ežerų, kurių plotas 0,5 ha ir didesnis. Visų ežerų plotas siekia per 914 km². Klasifikatoriaus duomenimis Lietuvoje yra 1159 tvenkiniai, kurių plotas 0,5 ha ir didesnis. Jų paviršiaus plotas siekia 240 km² (Aplinkos... 2010).

Lietuvos teritorijoje vidutiniškai per metus iškrinta 748 mm kritulių. Iš jų 512 mm išgaruoja atgal į atmosferą, o likę 236 mm, nuteka paviršiumi ar požemiu į upes, o jomis – į jūrą. Dar 10,8 km³ vandens upėmis atiteka iš kaimyninių šalių (Šaulys 2007).

Lietuvos teritorijoje išskiriami Nemuno, Lielupės, Dauguvos, Ventos, Bartuvos, Šventosios, Priegliaus ir Lietuvos pajūrio upių baseinai. Baseinus sudaro pabaseiniai.

Valdymo patogumui išskiriami 4 upių baseinų rajonai (UBR) – Lielupės, Ventos, Dauguvos ir Nemuno UBR (2.2 pav.), sudaryti iš vieno ar kelių upių baseinų.



2.2. pav. Lietuvos upių baseinų rajonai (Aplinkos... 2010)

Lielupės UBR išsidėstęs Latvijos ir Lietuvos teritorijose. Lietuvos teritorijoje yra išsidėsčiusi Lielupės UBR dalis, kurią sudaro Mūšos, Nemunėlio upių ir mažųjų Lielupės intakų baseinų dalys. Bendras Lielupės UBR plotas Lietuvos teritorijoje yra 8947,78 km².

Labai geros ekologinės būklės upių Lielupės UBR nėra. 10 upių ekologinė būklė yra gera, 61 – vidutinė, 18 – bloga, 2 – labai bloga. Dėl žemės ūkyje susidarancios taršos, geros ekologinės būklės reikalavimų pagal nitratus ir azotą Lielupės UBR neatitinka 68 upės (Lielupės... 2011).

Dauguvos UBR išsidėstęs Baltarusijos, Latvijos ir Lietuvos teritorijose. Lietuvos teritorijoje yra išsidėsčiusi mažesnioji Dauguvos upių baseino dalis, kurią sudaro Dysnos, Laukesos ir Lukštos upių baseinų dalys. Bendras Dauguvos UBR plotas Lietuvos teritorijoje yra 1874,9 km².

Labai geros ekologinės būklės reikalavimus Dauguvos UBR atitinka 11 upių, geros – 1. Vidutinė ekologinė būklė nustatyta 6 upėse, o bloga – 1. Labai blogos ekologinės būklės upių Dauguvos UBR nėra.

Žemės ūkio intensyvumas Dauguvos UBR yra vienas mažiausių šalyje. Iš žemės ūkio patenkančios taršos apkrovos nedaro reikšmingo poveikio vandens telkiniams, todėl Dauguvos UBR reikšmingą pasklidusios žemės ūkio taršos poveikį patiriančių upių nėra (Dauguvos... 2011).

Ventos UBR išsidėstęs Latvijos ir Lietuvos teritorijose. Lietuvos teritorijoje yra išsidėsčiusi Ventos UBR dalis, kurią sudaro Ventos, Bartuvos ir Šventosios upių baseinų dalys. Bendras Ventos UBR plotas Lietuvos teritorijoje yra 6276,08 km². Bendras Ventos ilgis yra 343,3 km, o baseino plotas – 11,8 tūkst. km².

Labai geros ekologinės būklės reikalavimus Ventos UBR atitinka 14 upių, 27 upių ekologinė būklė yra gera. Vidutinė ekologinė būklė nustatyta 46 upėse, 1 upės ekologinė būklė yra bloga. Labai blogos ekologinės būklės upių Ventos UBR nėra. Dėl žemės ūkyje susidarančios taršos, geros ekologinės būklės reikalavimų pagal nitratų azotą neatitinka 11 Ventos UBR upių (Ventos... 2011).

Nemuno UBR išsidėstęs Baltarusijos, Lietuvos, Rusijos (Kaliningrado srities), Latvijos ir Lenkijos teritorijose. Jo bendras plotas – 97928 km². Lietuvoje esanti Nemuno UBR dalis su tarpiniais ir priekrantės vandenimis užima 48384,7 km² plotą, o tai sudaro 74 % šalies teritorijos. Ilgiausi ir didžiausi pagal baseinų plotą Nemuno intakai Lietuvoje yra Merkys, Neris, Nevėžis, Dubysa, Šešupė, Jūra ir Minija.

Didžiausią pasklidusios nitratų azoto taršos dalį žemės ūkis įtakoja Nevėžio, Šešupės ir Dubysos pabaseiniuose. Čia net 75–80 % nitratų azoto į vandens telkinius patenka dėl žemės ūkio poveikio (Nemuno... 2011).

Labai geros ekologinės būklės reikalavimus Nemuno UBR atitinka 102 upės. 135 upės yra geros ekologinės būklės. Vidutinė ekologinė būklė buvo nustatyta 258 upėse, bloga – 26 upėse, o labai bloga ekologinė būklė – 5 upėse (Nemuno... 2011).

Nevėžio baseino upėms yra būdingas mažas nuotėkis, todėl jos yra ypatingai jautrios sutelktajai taršai. Nustatyta, kad šiame pabaseinyje reikšmingą sutelktosios taršos poveikį patiria net 10 upių: Nevėžis, Beržė, Kiršinas, Jaugila, Lankesa, Barupė, Obelis, Gynia, Kruostas ir Linkava. Nevėžio ekologinei būklei reikšmingą poveikį daro Panevėžio ir Kėdainių nuotekų valyklų tarša. Labai geros ir labai blogos ekologinės būklės reikalavimų Nevėžio baseine neatitinka nei viena upė. Gerai ekologinei būklei priskiriama 1, vidutinei 33, blogai 15 upių.

Nevėžio baseino upėms ypatingai aktualu yra pasklidoji žemės ūkio tarša. Nitratų azoto koncentracijos neatitinka geros ekologinės būklės reikalavimų beveik visose baseino upėse. Tik keliose upėse (Urkoje, Gynioje, Gomertoje ir Žadikėje), kurios teka mažesnio žemės ūkio intensyvumo teritorijomis, nitratų azoto koncentracijos atitinka geros ekologinės būklės reikalavimus (Nemuno... 2011).

3. ES IR LIETUVOS VANDENŲ APSAUGOS IR VALDYMO TEISĖS AKTAI

Siekiant, kad į paviršinius vandens telkinius nepatektų pavojingų medžiagų ir nepablogintų vandens kokybės, yra priimamos įvairios direktyvos ir teisės aktai, reglamentuojantys paviršinio vandens kokybę.

Toliau pateikiami nagrinėtų teisės aktų tikslai bei siekiai:

- Europos Parlamento ir tarybos direktyvos 2000/60/EB (Europos... 2000) tikslas – nustatyti vidaus paviršinių vandenų, tarpinių vandenų, pakrančių vandenų ir požeminio vandens apsaugos sistemą. Ši direktyva turi padėti nuosekliai sumažinti išleidžiamų į vandenį pavojingų medžiagų kiekį. Taip pat pabrėžiama, kad būtina analizuoti upės baseino ypatybes, žmogaus veiklos poveikį ir atlikti ekonominę vandens naudojimo analizę. Vandens būklės pokyčius valstybės narės turėtų sistemingai stebėti visoje Bendrijoje ir juos lyginti. Būtina užkirsti kelią avarijoms, dėl kurių vanduo netyčia užteršiamas, arba sumažinti jų poveikį. Geros vandens būklės turi būti siekiama kiekviename upės baseine, koordinuojant visas priemones, taikomas ir paviršinio, ir požeminio vandens telkiniams, esantiems toje pačioje ekologinėje, hidrologinėje ir hidrogeologinėje sistemoje.
- Lietuvos Respublikos vandens įstatymo (Lietuvos... 1997) pagrindiniai tikslai – neleisti prastėti vandens ekosistemų ir ekosistemų, tiesiogiai priklausomų nuo vandens, būklei, ją apsaugoti ir pagerinti; gerinti vandens kokybę įgyvendinant priemones, skirtas laipsniškai mažinti pavojingų medžiagų ir nutraukti prioritетinių pavojingų medžiagų patekimą į vandenį. Vandens telkinių būklei bei pokyčiams stebėti visuose upių baseinų rajonuose ar jų dalyse, esančiose Lietuvos Respublikos teritorijoje, turi būti vykdoma stebėseną (monitoringas).
- Nitratų direktyvos 91/676/ES (Tarybos... 1991) tikslas – mažinti vandens taršą, kurią sukelia žemės ūkyje naudojami nitratai, ir stabdyti tolesnę tokią teršimą ribojant neorganinių trąšų ir mėšlo naudojimą žemės ūkio kultūroms tręšti, kontroliuoti taršos šaltinius. Saugant žmonių sveikatą, gyvosios gamtos išteklius, vandens ekosistemas ir užtikrinant kitus teisėtus vandens naudojimo būdus, yra būtina mažinti vandens taršą nitratais, nes vandens praturtinimas azoto junginiais skatina greitesnę dumblių bei aukštesniųjų augalų augimą (eutrofikacija) ir sukelia nepageidautiną organizmų pusiausvyros vandenyje sutrikimą bei pablogina vandens kokybę.
- Nuotekų tvarkymo reglamentas (Dėl nuotekų... 2006) nustato pagrindinius aplinkosaugos reikalavimus nuotekų surinkimui, valymui ir išleidimui siekiant

apsaugoti aplinką nuo taršos. Jame pateiktos ribinės išleidžiamų į gamtinę aplinką nuotekų vertės (DLK).

- Paviršinių vandens telkinių, kuriuose gali gyventi ir veistis gėlavandenės žuvis, apsaugos reikalavimų aprašo (Dėl paviršinių... 2005) paskirtis – nustatyti vandens kokybės rodiklių ribines vertes, vandens kokybės vertinimo ir ėminių ėmimo tvarką lašišiniuose ir karpiniuose vandens telkiniuose.
- Paviršinių vandens telkinių būklės nustatymo metodika (Dėl paviršinių... 2010) nustato upių, ežerų, tarpinių, priekrantės vandens telkinių ekologinės būklės, dirbtinių ir labai pakeistų vandens telkinių ekologinio potencialo vertinimo kriterijus pagal vandens telkinių tipus. Ekologinė būklė nustatoma pagal maistingąsias ir organines medžiagas apibūdinančius rodiklius: nitratų azotą ($\text{NO}_3\text{-N}$), fosfatų fosforą ($\text{PO}_4\text{-P}$), biocheminį deguonies suvartojimą per 7 dienas (BDS_7). Pagal kiekvieno rodiklio vidutinę metų vertę vandens telkinys priskiriamas vienai iš penkių ekologinės būklės klasių.
- Paviršinių vandens telkinių apsaugos zonų ir pakrančių apsaugos juostų nustatymo tvarkos aprašas (Dėl paviršinių... 2007) reglamentuoja paviršinių vandens telkinių (išskyrus Baltijos jūrą ir Kuršių marias) apsaugos zonų ir pakrančių apsaugos juostų nustatymo principus. Tvarkos apraše nustatyti pakrančių apsaugos juostų plotčiai priklausomai nuo paviršinių vandens telkinių ilgių ir ploto, pakrantės žemės paviršiaus nuolydžio kampo. Paviršinių vandens telkinių apsaugos zonos ir pakrančių apsaugos juostos nenustatomos prie griovių.

Išvada. Išanalizavus teisės aktus, galima teigti, kad jų visų bendras tikslas – sumažinti į paviršinius vandens telkinius išleidžiamų teršalų kiekius ir pasiekti, kad vandens kokybė neblogėtų.

Nevėžio baseinas yra intensyvios žemdirbystės rajone ir tarša nitratų azotu dažnai yra didesnė nei nustatyta, dėl to, nitratų direktyvoje ir paviršinių vandens telkinių apsaugos zonų ir pakrančių apsaugos juostų nustatymo tvarkos apraše pateiktų reikalavimų laikymasis yra reikalingas, norint pagerinti esamą situaciją. Bendroji vandens direktyva reglamentuoja taršą organinėmis medžiagomis ir fosfatų fosforu. Siekiant pasiekti gerą Nevėžio ekologinę būklę reikėtų neviršyti nuotekų tvarkymo reglamente, paviršinių vandens telkinių, kuriuose gali gyventi ir veistis gėlavandenės žuvis, apsaugos reikalavimų apraše bei paviršinių vandens telkinių būklės nustatymo metodikoje pateiktų ribinių verčių.

4. TYRIMO OBJEKTAS, PROGRAMA IR METODIKA

4.1. Nevėžio upės baseinas

4.1.1. Baseino plotas ir administracinė priklausomybė

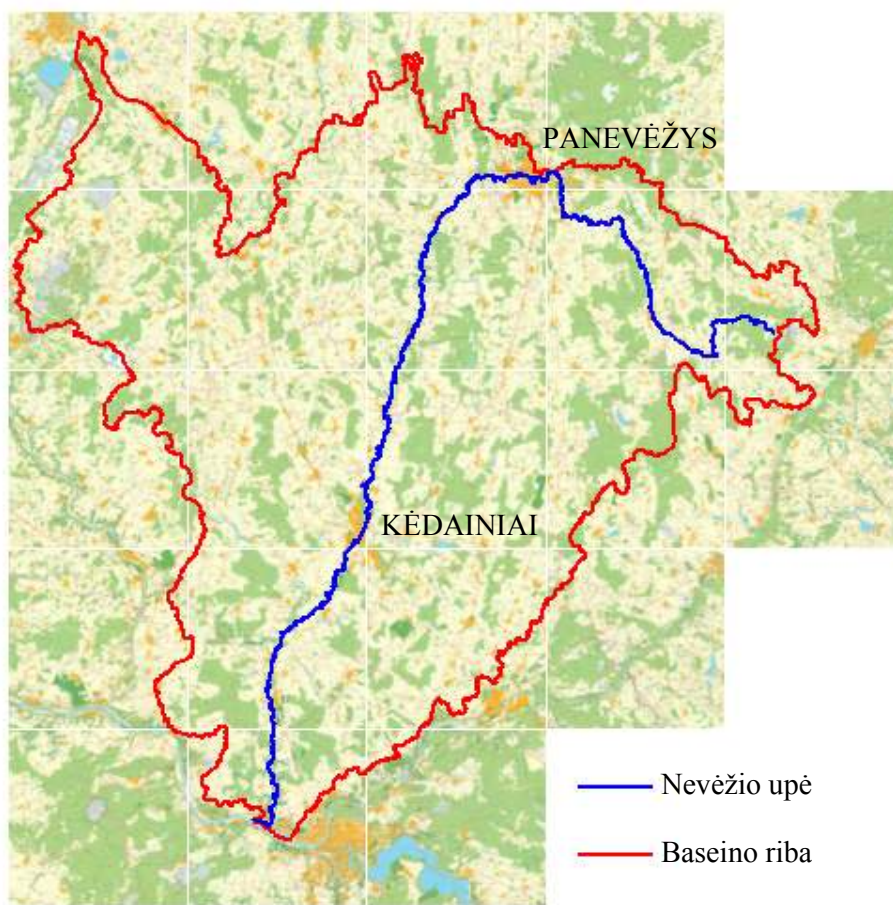
Nevėžio upės baseinas yra priskiriamas Vidurio Lietuvos hidrologinei sričiai, kuri pasižymi lygiu reljefu, nedideliu paviršiaus nuolydžiu.

Nevėžis (4.1 pav.) – svarbiausia Vidurio Lietuvos upė (ilgis 208,6 km, baseino plotas 6140,5 km²), kuri prasideda šlapiuose miškuose apie 6 km į pietryčius nuo Troškūnų miestelio (Kilkus 1998). Nevėžis teka į šiaurės vakarus pro Raguvą, per Panevėžį, po to pasuka į pietus, ir vingiuoja link Kėdainių (Šileika ir Gaigalis 2008). Nevėžis priskiriamas prie Nemuno baseino ir įteka į Nemuną 199 km nuo jo žiočių ties Raudondvariu.



4.1 pav. Nevėžio upė (aut. nuotrauka)

Nevėžis teka pačiu Vidurio žemumos viduriu ir todėl turi gana simetrišką baseiną (4.2 pav.), 43 % baseino ploto dešinėje ir 57 % – kairėje pusėje (Gailiūšis ir kt. 2001). Daugiau kaip 50 % savo ploto į Nevėžio baseiną patenka keturios savivaldybės – Kėdainių (98,3 %), Panevėžio miesto (90,9 %), Panevėžio rajono (73,9 %) ir Radviliškio (71,0 %) rajonų. Be to, į baseiną patenka dalis Anykščių rajono – (18,6 % ploto), Jonavos (38,7 %), Kauno m. (9,3 %), Kauno rajono (40,3 %), Kelmės rajono (4,7 %), Raseinių rajono (4,9 %), Šiaulių m. (15,8 %), Šiaulių rajono (tik 0,5 %) ir Ukmergės rajono (13,2 % ploto) savivaldybių (Nemuno... 2011).



4.2 pav. Nevėžio upės baseinas

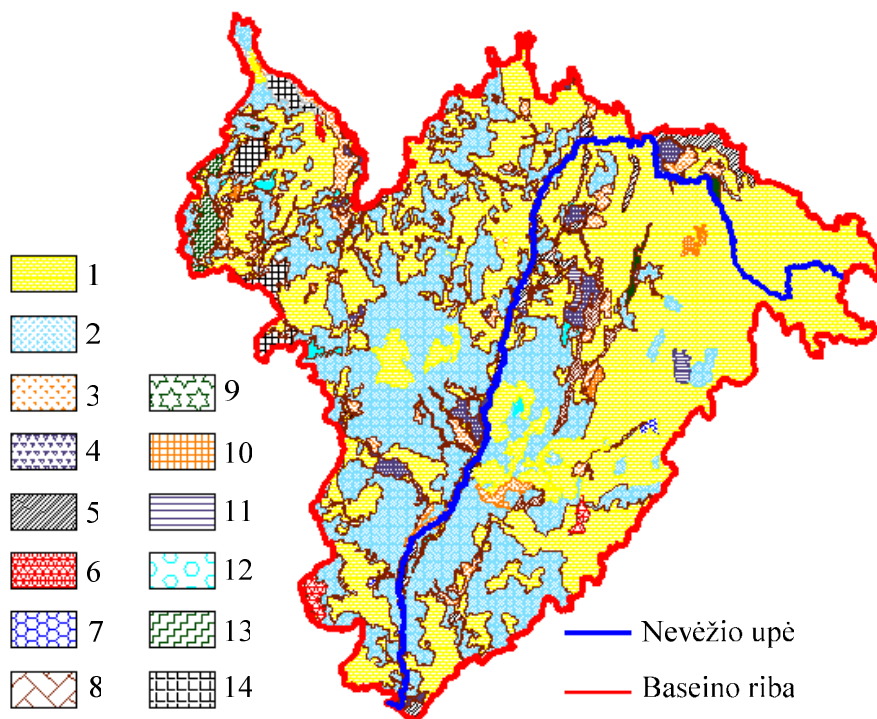
Lygiašonio trikampio formos Nevėžio baseinas išsidėstęs Vidurio Lietuvos žemumoje, tik didžiausio jo intako – Šušvės aukštupys yra Žemaičių aukštumos rytiniame šlaite. Baseino reljefas nelygus. Aukščiausias jo taškas siekia 184 m virš jūros lygio, o žemiausias (žiotyse) – 20 m (Šileika ir Gaigalis 2008). Nevėžio baseino didžioji dalis plyti lygumoje, kurią suformavo Nevėžio dvilypė ledyninė plaštaka (Kilkus 1998). Nevėžio baseinas vakaruose ribojasi su Dubysos, šiaurėje su Mūšos, rytuose su Šventosios ir Neries baseiniais.

Nevėžio upės vagos vidutinis nuolydis yra tik 0,035 % (žemupyje – 0,007 %), o ir upė nelabai vandeninga (Kilkus 1998). Ji maitinama tik kritulių ir sniego tirpsmo vandens, todėl apie 80 % metinio jos nuotėkio susidaro per pavasario potvynius.

4.1.2. Nuogulos, dirvožemiai ir augalija

Nevėžio baseino paviršiuje vyrauja sunkesnės mechaninės sudėties karbonatingos uolienos (4.3 pav.) (smėlingiems plotams tenka apie 10 %). Dirvožemiai mažai nujaurėję, jų iliuvinis sunkesnės mechaninės sudėties horizontas slūgso negiliai, ir dirvožemis virš šios santykinės

vandensparos dažnai esti pašlapęs. Kiek giliau dirvožemiai išplauti Nevėžio aukštupyje (Kilkus 1998).

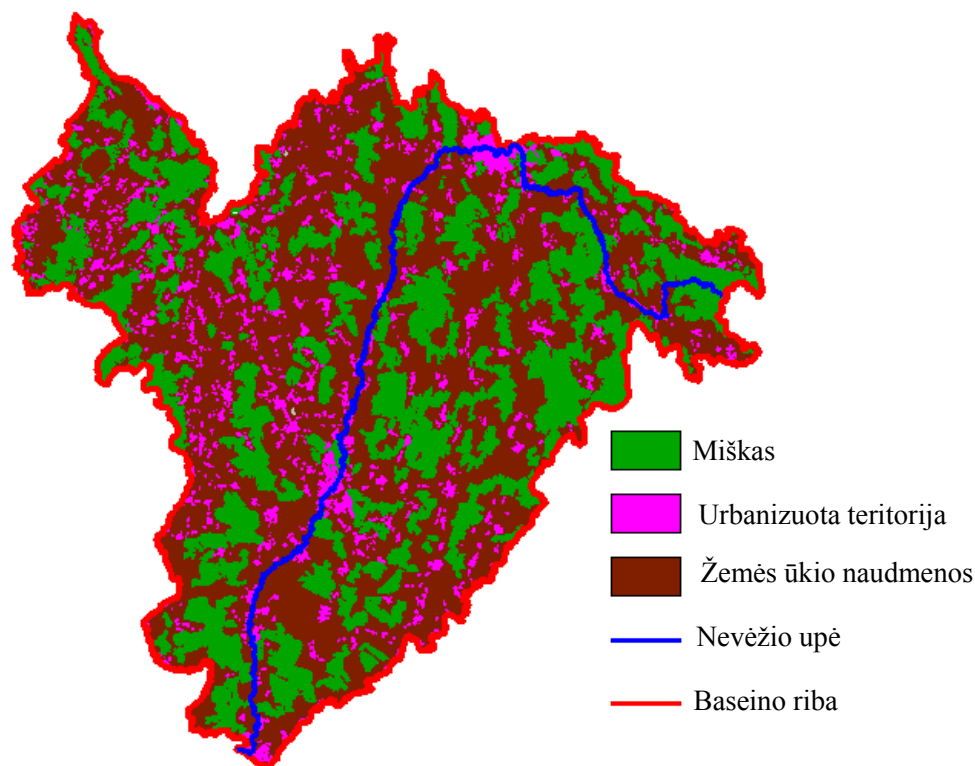


4.3 pav. Nuogulų išsidėstymas Nevėžio upės baseine: 1 – priesmėlis ant priemolio; 2 – priemolis; 3 – priesmėlis ant smėlio; 4 – priesmėlis; 5 – smėlis; 6 – priemolis ant molio; 7 – priesmėlis ant molio; 8 – puvena ant smėlio; 9 – puvena ant priesmėlio; 10 – žemapelkinė durpė ant smėlio; 11 – žemapelkinė durpė ant priesmėlio; 12 – puvena ant priemolio; 13 – žemapelkinė durpė ant priemolio; 14 – aukštapelkinė durpė ant priemolio (Baubinienė ir kt. 2002)

Vidurio Lietuvos srityje pelkėdarą slopina karbonatingi dirvožemiai, todėl pelkėtumas menkas, vos 1 %. Daugiausia tai nedidelės (iki 330 ha) žemapelkės. Baseino pelkėtumas iki Panevėžio – apie 6 %.

Nevėžio baseine miškų išlikę nedaug, jiems tenka apie 17 % baseino ploto (aukštupyje – apie 21 %). Aukštupyje vyrauja šilagirės (Lėno, Taujėnų, Siesikų), o buvusius eglynus daug kur pakeitė smulkialapiai medynai. Vidurupyje kai kur (pavyzdžiui, apie Krekenavą) išliko pušynų. Apie Šėtą, Kėdainius, Vandžiogalą, Babtus dar yra ąžuolynų (Kilkus 1998).

Pasinaudojus Lietuvos geografiniu žemėlapiu (Lietuvos... 2010) (mastelis 1:50 000) nustatyta, kad teritoriniu požiūriu baseine labiausiai paplitę žemės ūkio naudmenų plotai (4.4 pav.). Daugiau nei dvigubai mažesnę baseino ploto dalį užima miškų augalija. Mažiausią plotą sudaro urbanizuota teritorija.



4.4 pav. Žemėnaudų pasiskirstymas Nevėžio upės baseine

4.1.3. Paviršiniai vandenys

Nevėžio baseine telkšo 89 ežerai, didesni kaip 0,5 ha, tačiau jų suminis plotas yra tik 5,28 km² (baseino ežeringumas 0,09 %), t. y. vyrauja maži ežerėliai (mažesni kaip 5 ha). Didžiausi ežerai yra Lėnas (2,08 km²), Juodis (0,44 km²), Juostinas (0,38 km²), Enčias (0,30 km²) ir Lieležeris (0,26 km²); jiems tenka 65 % suminio ežerų ploto. Giliausias yra Juostinas (25 m), kiti – gerokai seklesni, pavyzdžiui, didžiausias gylis Lėno ežere siekia tik 3,2 m (Kilkus 1998).

Nevėžio baseine iš viso yra 76 tvenkiniai (suminis plotas 18,4 km²), daugiausia žemupyje (žemiau Kėdainių – 38 tvenkiniai) ir vidurupyje (tarp Panevėžio ir Kėdainių – 34 tvenkiniai). Skaičiumi vyrauja maži (mažesni kaip 5 ha) ir vidutinio didumo (nuo 10 iki 50 ha) tvenkiniai, jiems tenka atitinkamai 35 % ir 24 % viso tvenkinių skaičiaus. Tvenkinių, didesnių kaip 1 km², yra tik 4 (Angirių tv. prie Šušvės, 2,6 km²; Bublių tv. prie Obelies, 1,6 km²; Vaitiekūnų tv. prie Šušvės, 1,4 km²; Sičionių tv. prie Barupės, 1,1 km²), tačiau juose sukaupta apie 53 % visuose tvenkiniuose esančio vandens (32,9 iš 62,5 mln. m³) (Kilkus 1998).

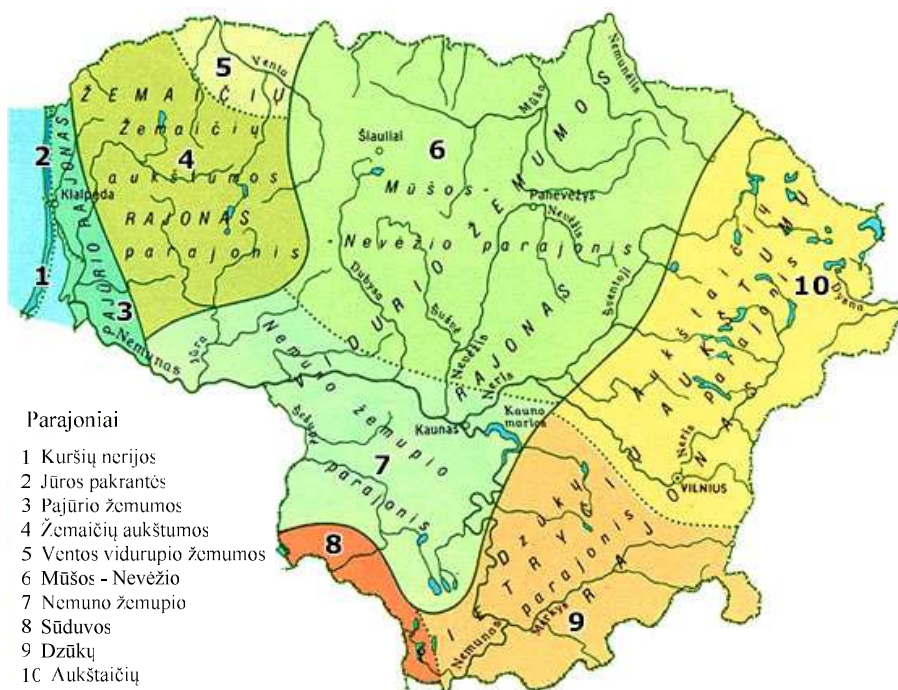
Nevėžio baseine yra 89 upės, ilgesnės kaip 10 km, bet tik 5 jų, įskaitant ir Nevėžį, yra ilgesnės kaip 50 km. Ilgiausi Nevėžio intakai yra šie: Šušvė (dešinysis, ilgis 135 km, baseino plotas 1165 km²), Dotnuvėlė (dešinysis, 61 km, 193 km²), Obelis (kairysis, 53 km, 674 km²), Juosta (dešinysis, 51 km, 273 km²). 4.1 lentelėje pateikiami pagrindinių Nevėžio upės intakų ilgiai ir baseinų plotai.

4.1 lentelė. Nevėžio baseino pagrindinių upių ilgiai ir baseinų plotai (Aplinkos... 2010)

Upė	Vyresnė upė	Ilgis, km	Baseino plotas, km ²
Nevėžis	Nemunas	208,6	6140,5
Alanta	Nevėžis	31,9	118,5
Juoda	Nevėžis	34,7	317,5
Juosta	Nevėžis	50,8	273,3
Kiršinas	Nevėžis	46,6	409,7
Uptytė	Nevėžis	39,5	252
Linkava	Nevėžis	36,8	163,4
Liaudė	Nevėžis	39,2	183,5
Kruostas	Nevėžis	28,9	99,7
Dotnuvėlė	Nevėžis	60,9	192,7
Smilga	Nevėžis	32	208,8
Obelis	Nevėžis	53,3	673,8
Barupė	Nevėžis	48,2	322,4
Aluona	Nevėžis	29,7	123,3
Striūna	Nevėžis	27,7	132,3
Gynia	Nevėžis	35,8	156,3
Šuoja-Kurys	Kiršinas	46	245
Lankesa	Obelis	54	245
Beržė	Šušvė	35,8	301,1

4.1.4. Baseino klimato charakteristika

Skirtingose Lietuvos dalyse klimatas skiriasi, todėl Lietuva skirstoma į 4 klimato rajonus – Pajūrio, Žemaičių, Vidurio žemumos ir Pietryčių aukštumų. Lietuvos klimato rajonai yra suskirstyti į 10 parajonių (4.5 pav.).



4.5 pav. Lietuvos klimato rajonavimas pagal K. Kaušylą (Bukantis 1994)

Nevėžio upės baseinas yra priskiriamas Vidurio žemumos klimato rajonui, kuriam būdingas adiabatiniis oro masių leidimasis nuo gretimų aukštumų bei dirvožemių perdrėkimas dėl vandens blogo nutekėjimo plokščiu paviršiumi (Gailiūšis ir kt. 2001).

Nevėžio upės baseine kritulių kiekio stebėjimai atliekami ir duomenys kaupiami Panevėžio hidrometeorologijos, Dotnuvos meteorologijos, Šiaulėnų bei Babtų vandens matavimo stotyse. Pagal ilgamečius stebėjimo duomenis vidutinis daugiametis (30 metų) kritulių kiekis nagrinėjamame baseine yra 618 mm.

4.1.5. Antropogeninė veikla Nevėžio upės baseine

Anot Kilkaus (1998), Nevėžio baseinas yra itin antropogenuotas. Jo teritorijoje gyvena apie 280 tūkst. gyventojų, daugiau kaip pusė jų – ant Nevėžio krantų išaugusiuose Panevėžyje ir Kėdainiuose. Šiuose miestuose yra nemažai pramonės įmonių, kurių gamybos procesams reikia daug vandens, o šis dažniausiai imamas iš Nevėžio. Pramonės ir buitinės nuotekos vėl sugrįžta į upę, tačiau nepakankamai išvalytos.

Panevėžys – didžiausias Aukštaitijos pramonės centras, kuriame išvystyta maisto (miltų, pieno, mėsos, aliejaus), gėrimų, tekstilės (linų) pramonė. Svarbiausios įmonės: „*Kalnapolis*“ – alaus darykla, AB „*Panevėžio statybos trestas*“, AB „*Panevėžio keliai*“ – kelių remonto darbai, UAB „*Viking Malt*“ – salyklo gamykla, UAB „*Malsena*“ – grūdų perdirbimo ir miltų gamybos įmonė, UAB „*Panevėžio Aurida*“ – automobilių kompresorių gamykla.

Kėdainiai – svarbus šalyje chemijos pramonės centras. Kėdainiuose išvystyta konservų, mėsos, duonos, grūdų, cukraus, majonezo ir padažų, metalo apdirbimo pramonė. Svarbiausios įmonės: AB „*Lifosa*“ – mineralinių trąšų gamyba, AB „*Kėdainių grūdai*“ – pašarų šunims ir katėms gamyba, miltų gamyba, AB „*Progresas*“ – metalinių konstrukcijų gamyba, UAB „*Kėdainių konservų fabrikas*“ – konservuotų maisto produktų gamyba, UAB „*Vesiga*“ – majonezo ir padažų gamyba.

Šiuo metu Panevėžio mieste ir rajone (Uliūnų ir Ramygalos gyvenvietėse) veikia 3 nuotekų valyklos. Nuotekų surinkimo sistemoje veikia 51 nuotekų perpumpavimo siurblynė. Nuotekos šalinamos 637 km ilgio nuotakyno tinklu (Aukštaitijos vandenys 2010).

Iki 2005 m. Kėdainių rajone iš viso buvo 27 nuotekų valymo įrenginiai, 24 iš jų – biologinio valymo. Visos Kėdainių nuotekos po valymo išleidžiamos į Nevėžį žemiau Kėdainių (Galvydytė 2006). Šiuo metu Kėdainių rajone nuotekų tvarkymo paslaugos prieinamos 67,5 % gyventojų.

Į Nevėžį suplaukia teršalai ir iš žemės ūkio naudmenų, kurioms tenka apie 45 % baseino ploto. Beveik pagal visus vandens kokybės parametrus Nevėžis priskirtinas stipriai užterštoms upėms (Kilkus 1998). Atskirai reikia paminėti ir Nevėžio upės technologinę taršą įvairios

paskirties šiukšlėmis ir panaudotais daiktais. Užterštumas šiukšlėmis (padangomis, stikliniais buteliais, kitais metaliniais ir plastikiniais daiktais) vidutiniškai siekia 0,33 vnt./m³ (Vaikasas ir kt. 2007). Autoriai įrodė, kad šios liekanos taip pat blogina vandens kokybę, be to, sudaro labai užterštos ir nepatrauklios upės vaizdą.

4.2. Nevėžio upės vandens kokybės vertinimas

Lietuvoje upių vandens kokybės tyrimai atliekami vadovaujantis Aplinkos monitoringo įstatymu ir Vyriausybės pritarta valstybine aplinkos monitoringo programa, be to, atsižvelgiama į Europos Sąjungos direktyvas ir Helsinkio komisijos rekomendacijas (Lietuvos... 2002). Pagal valstybinę monitoringo programą Lietuvoje vandens kokybė tiriama daugiau kaip 180 upių vietų (Aplinkos... 2009).

Nevėžio upės vandens kokybė yra vertinama pagal paviršinių vandens telkinių būklės nustatymo metodiką (Dėl paviršinių... 2010). Ekologinė būklė nustatoma pagal maistingąsias ir organines medžiagas apibūdinančius rodiklius: nitrato azotą (NO₃-N), fosfato fosforą (PO₄-P), biocheminį deguonies suvartojimą per 7 dienas (BDS₇). Pagal kiekvieno rodiklio vidutinę metų vertę vandens telkinys priskiriamas vienai iš penkių ekologinės būklės klasių (4.2 lentelė).

4.2 lentelė. Upių ekologinės būklės klasės pagal fizikinių-cheminių kokybės elementų rodiklius (Dėl paviršinių... 2010)

Kokybės elementas	Rodiklis	Upių ekologinės būklės klasių kriterijai pagal fizikinių-cheminių kokybės elementų rodiklių vertes				
		Labai gera	Gera	Vidutinė	Bloga	Labai bloga
Maistingosios medžiagos	NO ₃ -N, mg/l	<1,30	1,30–2,30	2,31–4,50	4,51–10,00	>10,00
	PO ₄ -P, mg/l	<0,050	0,050–0,090	0,091–0,180	0,181–0,400	>0,400
Organinės medžiagos	BDS ₇ , mg/l	<2,30	2,30–3,30	3,31–5,00	5,01–7,00	>7,00

Pastaba. Rezultatų aptarime pateiktuose paveiksluose upių ekologinės būklės klasės suprantamos taip: iki žalios linijos – labai gera, tarp žalios ir mėlynos – gera, tarp dviejų mėlynų linijų – vidutinė, tarp mėlynos ir raudonos – bloga, virš raudonos – labai bloga.

Iki minėtos metodikos patvirtinimo ankstesni autoriai, tyrę Nevėžio upės vandens kokybę, rėmėsi nuotekų tvarkymo reglamente (Dėl nuotekų... 2006) ir paviršinių vandens telkinių, kuriuose gali gyventi ir veistis gėlavandenės žuvis, apsaugos reikalavimų apraše (Dėl paviršinių... 2006) pateiktomis ribinėmis teršalų koncentracijomis (DLK) (4.3, 4.4 lentelės).

4.3 lentelė. Pavojingų ir kitų kontroliuojamų medžiagų didžiausios leidžiamos koncentracijos (DLK)

Medžiagos pavadinimas	Matavimo vienetas	DLK, vandens telkinyje - priimtuve
Nitratų azotas (NO ₃ -N)	mg/l	2,3
Fosfatų fosforas (PO ₄ -P)	mg/l	0,0653

4.4 lentelė. Paviršinių vandens telkinių, kuriuose gali gyventi ir veistis gėlavandenės žuvis, vandens kokybės rodiklių ribinės vertės, mėginių ėmimo metodai ir dažnis (Dėl paviršinių... 2006)

Kokybės rodiklis	Ribinė vertė		Matavimo metodas	Mėginių ėmimo dažnis
	Lašišiniams vandens telkiniams	Karpiniams vandens telkiniams		
BDS ₇ , mg/l	≤ 4	≤ 6	Jodometrinis arba elektrocheminis	Kartą per mėnesį

Pastaba. Aplinkos apsaugos agentūros duomenimis Nevėžio upė priskiriama karpiniams vandens telkiniams.

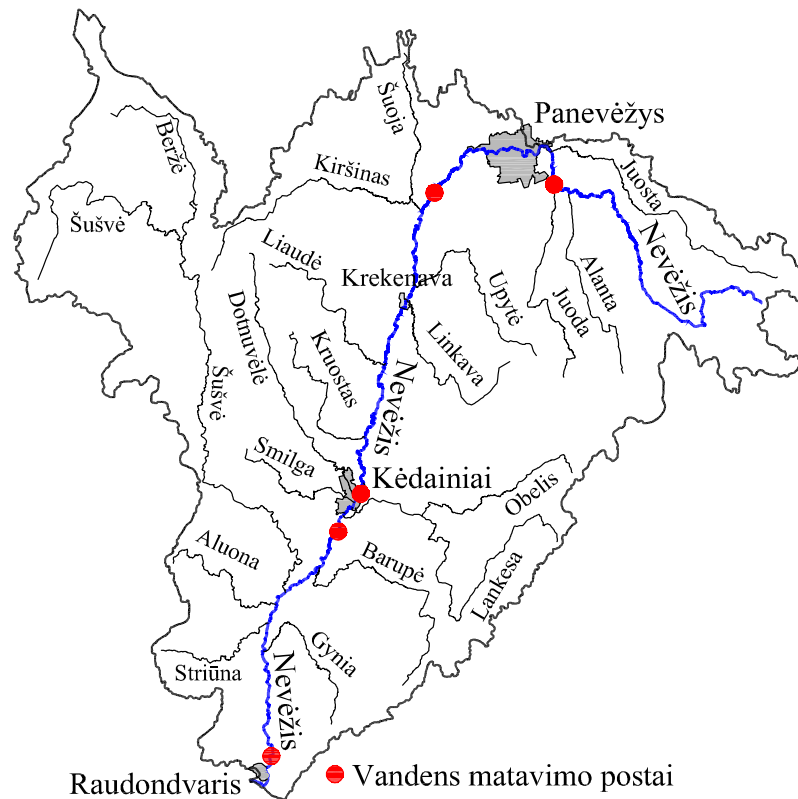
Palyginę 4.2, 4.3 ir 4.4 lenteles matome, kad DLK biogeninėms medžiagoms atitinka gerą upės ekologinės būklės klasę, o organinių medžiagų ribinės vertės leidžiamos iki blogos ekologinės būklės klasės.

Vandens mėginiai imami aukščiau miestų, teršalų santykinai nepaveiktose vietose ir žemiau miestų paskutiniojo nuotekų išleistuvo vietoje bei upių žiotyse. Nevėžio upės vandens kokybė yra stebima 5 postuose (4.6 pav.): aukščiau Panevėžio ir žemiau Panevėžio 2000–2004 m. ir 2008–2009 m. laikotarpiu (2005–2007 m. laikotarpiu nėra gauta duomenų apie šiuose postuose vykdomus matavimus), aukščiau Kėdainių ir žemiau Kėdainių 2000–2005 m. laikotarpiu (nuo 2005 m. matavimai nebevykdomi) bei aukščiau Raudondvario 2000–2009 m. laikotarpiu. Nuo 2008 m. vandens kokybės matavimo postai aukščiau ir žemiau Panevėžio atitinkamai pavadinti matavimo postais ties Velžiu ir ties Naujamiesčiu. Vandens mėginiai imami 12 kartų per metus kiekvieną mėnesį, vežami į laboratoriją ir tiriami.

Nevėžio upės vandens kokybės hidrocheminiam vertinimui naudojami iš Aplinkos apsaugos agentūros gauti 2000–2009 m. laikotarpio duomenys (1 priedas):

- biocheminis deguonies suvartojimas (BDS₇), mg/l;
- nitratų azoto (NO₃-N) koncentracija, mg/l;
- fosfatų fosforo (PO₄-P) koncentracija, mg/l.

Šiame darbe yra analizuojamos paskutiniojo dešimtmečio (2000–2009 m.) minėtų rodiklių koncentracijos, lyginant jas su 4.2 lentelėje pateiktomis upių ekologinės būklės klasėmis.



4.6 pav. Matavimo postai Nevėžio upėje

Organinės medžiagos. Į vandenį jos patenka nuo baseino paviršiaus, su nuotekomis ir susidaro pačiame vandenyje kaip vandens organizmų gyvybinės veiklos ir irimo produktai. Dėl organinių medžiagų įvairovės sunku nustatyti konkrečias medžiagas. Čia naudojami cheminės oksidacijos metodai, kuriais nustatomas deguonies kiekis, ekvivalentiškas suvartoto organinėms medžiagoms suoksiduoti oksidatoriaus kiekiui.

- 1) Biocheminis deguonies suvartojimas per septynias paras (BDS₇). Tai pagrindinis organinių medžiagų kiekį upių vandenyje nusakantis rodiklis. Jis parodo ištirpusio deguonies kiekį, reikalingą vandenyje esančioms organinėms medžiagoms biochemiškai oksiduoti. Organinės medžiagos į upes gali patekti su gamybinėmis ir buitinėmis nuotekomis. Upės vandens teršimas organinėmis medžiagomis blogina cheminę, biologinę ir mikrobiologinę vandens kokybę ir neigiamai veikia vandens aplinkos biologinę įvairovę.

Biogeninės medžiagos. Biogeninių medžiagų grupei priklauso azotas ir fosforas. Šie elementai yra labai svarbūs gyvybės vystymuisi vandenyje, tačiau dideli fosforo ir azoto junginių kiekiai, patekę į vandens telkinius, sukelia eutrofikaciją, galinčią sąlygoti deguonies trūkumą stovinčio vandens telkiniuose arba lėtos tėkmės upėse, taip pablogindami vandens telkinių

ekologinę būklę. Pagrindiniai upių vandens taršos biogeninėmis medžiagomis šaltiniai yra žemės ūkio pasklidoji tarša ir buitinės nuotekos.

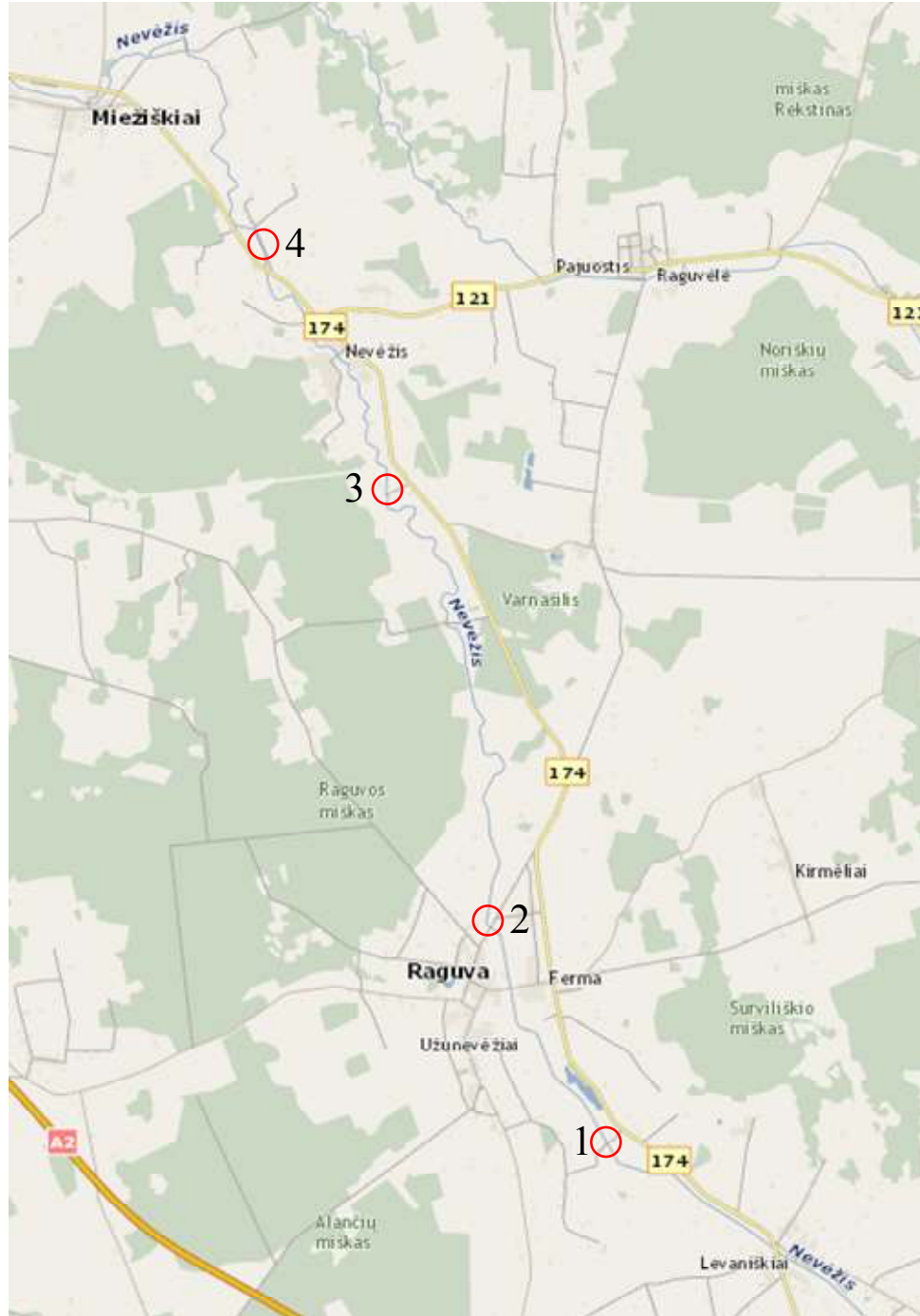
- 1) Azotas. Azoto vandenyje yra įvairiuose organiniuose ir neorganiniuose junginiuose. Didžiąją bendrojo azoto dalį sudaro nitratai. Neorganiniai azoto junginiai yra amonio, nitratų jonų pavidalo. Jie tarpusavyje labai glaudžiai susiję: jų panaši kilmė, esant tam tikroms sąlygoms, lengvai transformuojasi vieni į kitus. Organiniuose junginiuose azoto randama vandens organizmų audinių baltymuose ir jų irimo produktuose, taip pat jų organizmų gyvybinės veiklos išskyrose. Organiniai azoto junginiai vandenyje yra suspenduotų medžiagų, koloidų ir ištirpusių molekulių pavidalo.
- 2) Fosforas. Fosforas yra viena iš pagrindinių biogeninių medžiagų, lemiančių vandens telkinio produktyvumą. Į paviršinius vandenį fosforas suplaunamas iš dirvų, išpustomas iš uolienu, išskiriamas kaip vandens organizmų gyvybinės veiklos bei irimo produktas. Svarbus fosforo šaltinis – žmogaus ūkinė veikla: dirvų tręšimas fosforo trąšomis, detergentų, kuriuose yra fosfatų, naudojimas, vandens minkštumas. Fosforo junginių koncentracija paviršiniuose vandenyse priklauso nuo sezono. Mažiausia koncentracija paprastai būna vegetacijos periodu, kai vyksta intensyvi fotosintezė, o didžiausia šaltuoju laikotarpiu, kai vyksta organinių medžiagų mineralizacija (Unifikuoti... 1994).

4.3. Reguluoto Nevėžio upės ruožo apsaugos juostų nustatymas

Siekiant, kad į vandens telkinius nepatektų pavojingų medžiagų, jų krantai būtų apsaugoti nuo erozijos ir užtikrintas vandens telkinių pakrančių ekosistemų stabilumas, išskiriamos paviršinio vandens telkinių pakrančių apsaugos juostos (Barvidienė ir Šaulys 2008). Jų plotis yra reglamentuojamas Lietuvos Respublikos aplinkos ministro patvirtintu aprašu (Paviršinių... 2007), kuriame teigiama, kad prie ilgesnių, kaip 10 km upių, kai pakrantės žemės paviršiaus vidutinis nuolydžio kampas iki 5°, pakrantės apsaugos juosta turi būti 5 m. Kadangi Nevėžio upė yra ilgesnė nei 10 km, pakrančių apsaugos juostų būklė yra vertinama pagal šią sąlygą (kiekybinis vertinimas) bei nustatoma vyraujanti augalija (kokybinis vertinimas).

Apsaugos juostų pločių matavimai atliekami reguliuoto Nevėžio upės ruožo 4 vietose (4.7 pav.):

- 1 – 2,5 km atstumu nuo Levaniškių gyvenvietės;
- 2 – Raguvos gyvenvietėje;
- 3 – Ties Narbutų gyvenvietėje;
- 4 – 4 km atstumu nuo Miežiškių gyvenvietės.



4.7 pav. Pakrančių apsaugos juostų matavimų vietos

Bendras pakrančių apsaugos juostų matavimo taškų skaičius 62, atstumas tarp piketų 50 m, bendras matuoto ruožo ilgis 3 km. Atstumai tarp piketų buvo išmatuoti tolimačiu, pakrantės apsaugos juostos plotis – matavimo juosta, matuojant atstumą nuo upės šlaito iki žemėnaudų pasikeitimo, t. y. ariamos žemės, pradžios. Duomenys pateikti 2 priede.

4.4. Statistinė duomenų analizė

Duomenų statistinei analizei atlikti buvo panaudotos tokios statistinės charakteristikos:

- 1) aritmetinis imties **vidurkis** – baigtinės aibės dydžių x_1, x_2, \dots, x_n skaitinė charakteristika. Imties vidurkis, tai taškas, kuris vidutiniškai artimiausias visiems statistinės eilės elementams:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i. \quad (4.1)$$

- 2) **dispersija** – atsitiktinių dydžių sklaidos apie to dydžio vidurkį matas. Imties x_1, x_2, \dots, x_n dispersija yra imties reikšmių nuokrypių nuo imties aritmetinio vidurkio kvadratų asimetrinis vidurkis. Imties dispersija parodo duomenų sklaidą apie vidurkį:

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2. \quad (4.2)$$

- 3) **standartinis nuokrypis** (vidutinis kvadratinis nuokrypis arba standartas). Kintamųjų (x_1, x_2, \dots, x_n) standartinis nuokrypis, parodo **vidutinę** duomenų sklaidą apie vidurkį:

$$s = \sqrt{s^2}. \quad (4.3)$$

- 4) **variacijos koeficientas** – standartinio nuokrypio ir vidurkio santykis. Ieškomo vidurkio matavimo santykinės paklaidos charakteristika. Kitimo variacijos koeficientas naudojamas lyginant skirtingų duomenų aibių sklaidas:

$$C_V = \frac{s}{\bar{x}}. \quad (4.4)$$

- 5) vidurkio paklaida s_x , bendru atveju aritmetinio imties vidurkio kitimo ribos $\bar{x} \pm s_x$

$$s_x = \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (4.5)$$

- 6) pasikliautinis intervalas

$$\text{nuo } \mu_1 = \bar{x} - z_\alpha s_x \text{ iki } \mu_2 = \bar{x} + z_\alpha s_x. \quad (4.6)$$

Čia z_α – pasikliautinio intervalo patikimumo charakteristika (Čekanavičius ir Murauskas, 2000). Statistinės charakteristikos pateiktos 95 % patikimumu, kadangi, tiriant gamtinius procesus, toks patikimumas laikomas pakankamu.

Siekiant nustatyti, ar priklausomojo kintamojo, išmatuoto skirtingose populiacijose, vidurkiai skiriasi, atlikta vienfaktorinė dispersinė analizė. Jai žymėti plačiai vartojama santrupa ANOVA (ang. *ANalysis Of Variance*). Vienfaktorinė dispersinė analizė naudojama tada, kai populiacijas (imtis) vieną nuo kitos tyrėjas skiria tik pagal vieną požymį.

Statistinė hipotezė

$$\left\{ \begin{array}{l} H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k \\ H_1: \text{ bent du vidurkiai skiriasi} \end{array} \right.$$

4.5 lentelė. ANOVA duomenys (Čekanavičius ir Murauskas 2008)

X_1	X_2	X_3	...	X_k
X_{11}	X_{21}	X_{31}	...	X_{k1}
X_{12}	X_{22}	X_{32}	...	X_{k2}
X_{13}	X_{23}	X_{33}	...	X_{k3}
...
X_{1n_1}	X_{2n_2}	X_{3n_3}	...	X_{kn_k}

X_1, X_2, \dots, X_k – populiacijų kintamieji;

X_{k1}, X_{k2}, X_{kn} – paprastoji atsitiktinė imtis.

4.6 lentelė. ANOVA rezultatai (Čekanavičius ir Murauskas 2008)

	Kvadratų suma	Laisvės laipsniai	Dispersijos įverčiai	Statistika
Grupių	SSB	$k - 1$	MSB	F
Vidinė	SSW	$N - k$	MSW	
Visa	SST	$N - 1$		

SSB – įvertina imčių vidurkių ir bendrojo vidurkio skirtumus ir vadinama grupių kvadratų suma (ang. *Sum of Squares Between*). SSB apskaičiuojama pagal formulę:

$$SSB = \sum_{i=1}^k \frac{T_i^2}{n_i} - \frac{T^2}{N}. \quad (4.7)$$

k – nepriklausomų populiacijų skaičius;

T_i – duomenų suma eilėje:

$$T_i = \sum_{l=1}^{n_i} X_{li} = X_{1i} + X_{2i} + \dots + X_{n_i i}. \quad (4.8)$$

T – bendra visų duomenų suma:

$$T = \sum_{i=1}^k T_i = T_1 + T_2 + \dots + T_k. \quad (4.9)$$

n_i – narių skaičius eilėje;

N – bendras visų narių skaičius:

$$N = \sum_{i=1}^k n_i = n_1 + n_2 + \dots + n_k. \quad (4.10)$$

SSW – vidinė kvadratų suma (ang. *Sum of Squares Within*). Ji įvertina kiekvienos imties duomenų sklaidą (apie imties vidurkį) ir apskaičiuojama taip:

$$SSW = K - \sum_{i=1}^k \frac{T_i^2}{n_i}. \quad (4.11)$$

K – bendra visų duomenų kvadratų suma:

$$K = \sum_{i=1}^k K_i = K_1 + K_2 + \dots + K_k. \quad (4.12)$$

SST – apima visų duomenų ir bendrojo vidurkio skirtumus ir vadinama visa kvadratų suma (ang. *Sum of Squares Total*):

$$SST = K - \frac{T^2}{N}. \quad (4.13)$$

MSB ir MSW – dispersijos įverčiai:

$$MSB = \frac{SSB}{k-1}; \quad (4.14)$$

$$MSW = \frac{SSW}{N-k}. \quad (4.15)$$

F – statistika:

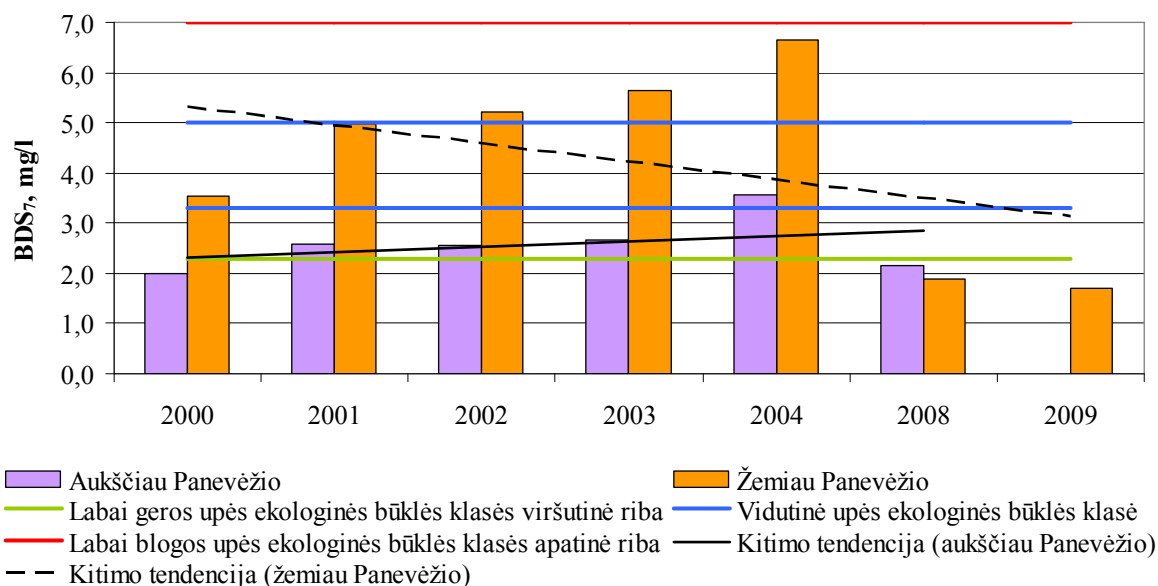
$$F = \frac{MSB}{MSW}. \quad (4.16)$$

Jei F reikšmė didelė, tai tikėtina, kad vidurkiai skiriasi, jei artima vienetui – ne. Hipotezė H_0 atmetama (vidurkiai statistiškai reikšmingai skiriasi), jeigu $F > F_\alpha$ (α – reikšmingumo lygmuo. Tiriamuoju atveju $\alpha = 0,05$). Hipotezė H_0 neatmetama, jeigu $F \leq F_\alpha$ (Čėkanavičius ir Murauskas 2008).

5. REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

5.1. Nevėžio upės tarša organinėmis medžiagomis

Organinių medžiagų vidutinės metų koncentracijos aukščiau ir žemiau Panevėžio 2000–2009 m. laikotarpiu vaizduojamos 5.1 paveiksle. Kaip minėta metodikoje, 2005–2007 m. laikotarpiu nėra gauta duomenų apie aukščiau ir žemiau Panevėžio vykdomus matavimus.



5.1 pav. Vidutinių metinių BDS₇ koncentracijų kaita aukščiau ir žemiau Panevėžio 2000–2009 m. laikotarpiu

Iki 2004 m. vidutinės BDS₇ koncentracijų vertės tiek aukščiau, tiek ir žemiau Panevėžio miesto didėja, tačiau labai blogos ekologinės būklės nesiekia. Panevėžio miestas tuo pačiu laikotarpiu taršą organinėmis medžiagomis padidina dvigubai. 2008 ir 2009 m. matomas vidutinių metinių koncentracijų sumažėjimas ir pasiskirstymas labai geroje ekologinės būklės klasėje, matomai dėl modernizuotos Panevėžio nuotekų valyklos. Nagrinėjant kiekvieną mėnesį nustatytas BDS₇ koncentracijas gauta, kad maksimali koncentracija, išmatuota poste aukščiau Panevėžio, buvo 6,80 mg/l (2004 m. sausio mėn.), o žemiau Panevėžio – 12 mg/l (2002 m. liepos mėn.). Statistinės BDS₇ koncentracijų charakteristikos aukščiau ir žemiau Panevėžio 2000–2009 m. laikotarpiu pateiktos 5.1 lentelėje.

5.1 lentelė. Statistinės BDS₇ koncentracijų charakteristikos aukščiau ir žemiau Panevėžio

	Vidurkis, mg/l	Dispersija, mg/l	Standartinis nuokrypis, mg/l	Variacijos koeficientas, mg/l	Vidurkio paklaida, mg/l	Pasikliautinis intervalas 95 % patikimumo, mg/l
Aukščiau Panevėžio	2,64	1,72	1,32	0,5	0,17	2,31–2,97
Žemiau Panevėžio	4,8	5,21	2,3	0,48	0,28	4,25–5,36

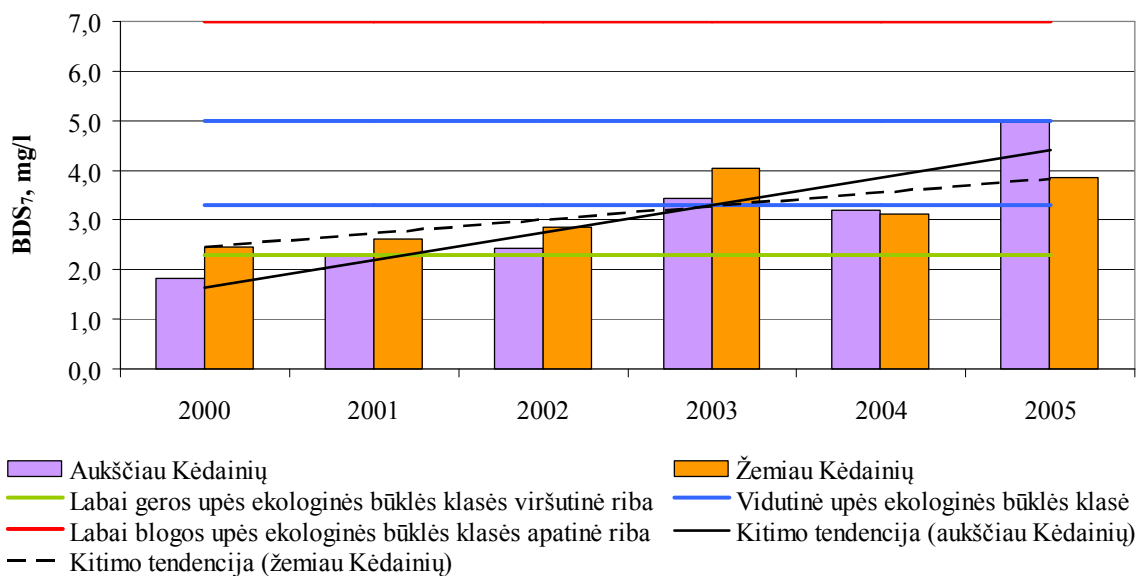
Panašius rezultatus gavo ir Logiš (2007), analizuodamas 1994–2004 m. laikotarpio BDS₇ koncentracijų kaitą. Jis nustatė, kad prieš Panevėžį vidutinė BDS₇ koncentracija buvo 2,49 mg/l, o žemiau Panevėžio ji padidėjo 1,78 karto ir siekė 4,43 mg/l. Abejuose vandens kokybės matavimo postuose koncentracijų reikšmės tik šiek tiek mažesnės nei nustatytos 2000–2009 m. laikotarpiu. Tačiau net ir toks jų padidėjimas (1,8 karto) tiriamuoju laikotarpiu rodo prastėjančią Nevėžio vandens kokybę.

Vertinant tiek 1994–2004 m., tiek ir 2000–2009 m. laikotarpio organinių medžiagų koncentracijų vidutines reikšmes, Nevėžis aukščiau Panevėžio priskiriamas gerai, o žemiau Panevėžio tik vidutinei upės ekologinės būklės klasei.

Atlikus biocheminio deguonies suvartojimo vienfaktorinę dispersinę analizę gauta, kad $F_{0,05} = 3,94$ (95 % reikšmingumo lygmuo), o apskaičiuota statistika $F = 53,20$. Kadangi $F = 53,20 > F_{0,05} = 3,94$, nulinė hipotezė atmetama, o turimi duomenys leidžia teigti, kad aukščiau ir žemiau Panevėžio apskaičiuoti vidurkiai, esant 95 % patikimumui, esminiai skiriasi.

Įvertinus žemiau Panevėžio ir aukščiau Kėdainių apskaičiuotas vidutines BDS₇ vertes ir atlikus vienfaktorinę dispersinę analizę gauta, kad esant 95 % patikimumui nulinė hipotezė atmetama, kadangi gauta statistikos reikšmė $F = 60,43 > F_{0,05} = 3,94$. Todėl galima teigti, kad tarp duomenų eilių vidurkių skirtumas yra esminis. Tai reiškia, kad Panevėžio miestas išleidžia nuotekas, užterštas organinėmis medžiagomis ir upė iki Kėdainių nespėja savaime apsivalyti, nes šioje atkarpoje, matomai, papildomai yra teršiama.

Analizuojant BDS₇ koncentracijų kaitą aukščiau ir žemiau Kėdainių 2000–2005 m. laikotarpiu (5.2 pav.) (nuo 2005 m. šiuose postuose vandens kokybės matavimai nebevykdomi),



5.2 pav. Vidutinių metinių BDS₇ koncentracijų kaita aukščiau ir žemiau Kėdainių 2000–2005 m. laikotarpiu

gauta, kad vidutinių metinių BDS₇ koncentracijų pasiskirstymas žemiau Kėdainių yra nežymiai didesnis nei aukščiau Kėdainių, o 2004–2005 m. laikotarpiu net mažesnis. Iki 2003 m. tiek aukščiau, tiek žemiau Kėdainių tarša organinėmis medžiagomis didėja, tačiau blogos ekologinės būklės nesiekia. Analizuojant atskirų mėnesių reikšmes gauta, kad maksimali koncentracija, išmatuota žemiau Kėdainių buvo 2003 m. kovo mėn., o jos vertė siekė 11,0 mg/l.

Organinių medžiagų koncentracijų kitimo tendencija abiem atvejais yra didėjanti, o tai rodo Nevėžio upės vandens kokybės blogėjimą. Tačiau įvertinus viso laikotarpio BDS₇ koncentracijų vidutines vertes gauta, kad vandens kokybės matavimo postuose aukščiau ir žemiau Kėdainių Nevėžis priskiriamas gerai upės ekologinės būklės klasei. Statistinės BDS₇ koncentracijų charakteristikos aukščiau ir žemiau Kėdainių 2000–2005 m. laikotarpiu pateiktos 5.2 lentelėje.

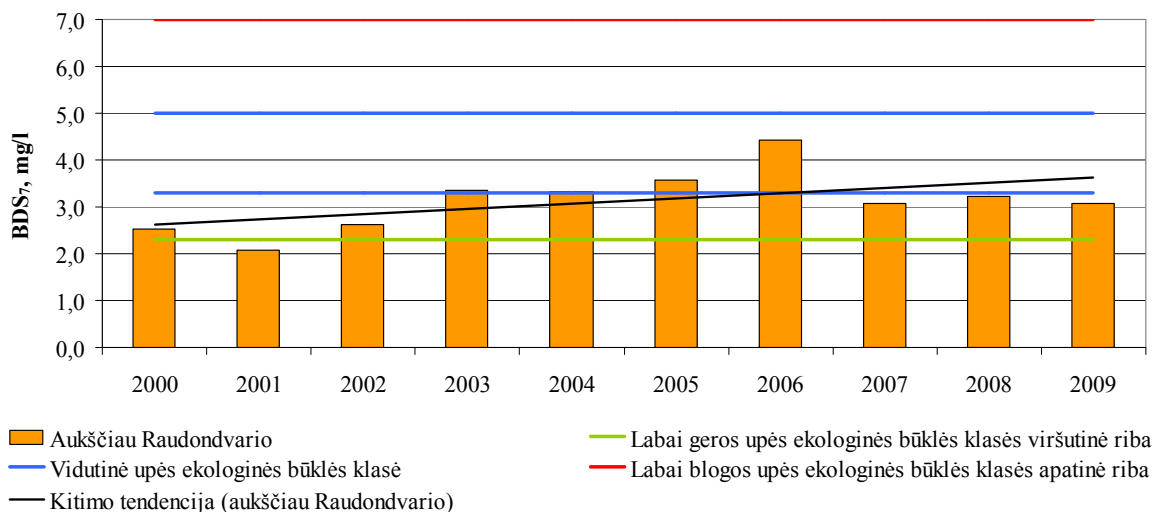
5.2 lentelė. Statistinės BDS₇ koncentracijų charakteristikos aukščiau ir žemiau Kėdainių

	Vidurkis, mg/l	Dispersija, mg/l	Standartinis nuokrypis, mg/l	Variacijos koeficientas, mg/l	Vidurkio paklaida, mg/l	Pasikliautinis intervalas 95 % patikimumo, mg/l
Aukščiau Kėdainių	2,74	2,12	1,47	0,54	0,19	2,37–3,12
Žemiau Kėdainių	3,04	2,44	1,58	0,52	0,20	2,64–3,44

Siekiant įvertinti BDS₇ koncentracijų, išmatuotų aukščiau ir žemiau Kėdainių, vidurkių skirtumą, atliekama vienfaktorinė dispersinė analizė. Nustatyta, kad $F = 1,21 < F_{0,05} = 3,94$. Tai reiškia, kad esant 95 % patikimumui nulinė hipotezė priimama, o tarp BDS₇ koncentracijų vidurkių esminio skirtumo nėra. Lyginant Panevėžio ir Kėdainių miestų įtaką Nevėžio vandens kokybei galima teigti, kad Kėdainių tarša organinėmis medžiagomis yra mažesnė nei Panevėžio.

Apskaičiavus žemiau Kėdainių ir aukščiau Raudondvario išmatuotų koncentracijų vidurkius bei atlikus dispersinę analizę gauta, kad statistikos reikšmė $F = 0,67 < F_{0,05} = 3,94$. Taigi ir šiuo atveju nulinė hipotezė priimama, o tarp imčių vidurkių esminio skirtumo nėra. Tai reiškia, kad šioje atkarpoje upė galimai nėra papildomai teršiama, todėl geba savaime apsivalyti.

Aukščiau Raudondvario vidutinių metinių BDS₇ koncentracijų pasiskirstymas 2000–2009 m. laikotarpiu (5.3 pav.) labai nevienodas. 2001 m. Nevėžis šiame poste priskiriamas labai geros upės ekologinės būklės klasei. Likusio laikotarpio vidutinės koncentracijų reikšmės pasiskirsto tarp geros ir vidutinės ekologinės būklės klasių. Įvertinus atskirų mėnesių koncentracijų vertes gauta, kad maksimalios koncentracijos buvo išmatuotos 2006 m. birželio ir liepos mėn., kai jos siekė atitinkamai 9,20 ir 9,30 mg/l ir viršijo labai blogos upės ekologinės būklės klasės apatinę ribą.



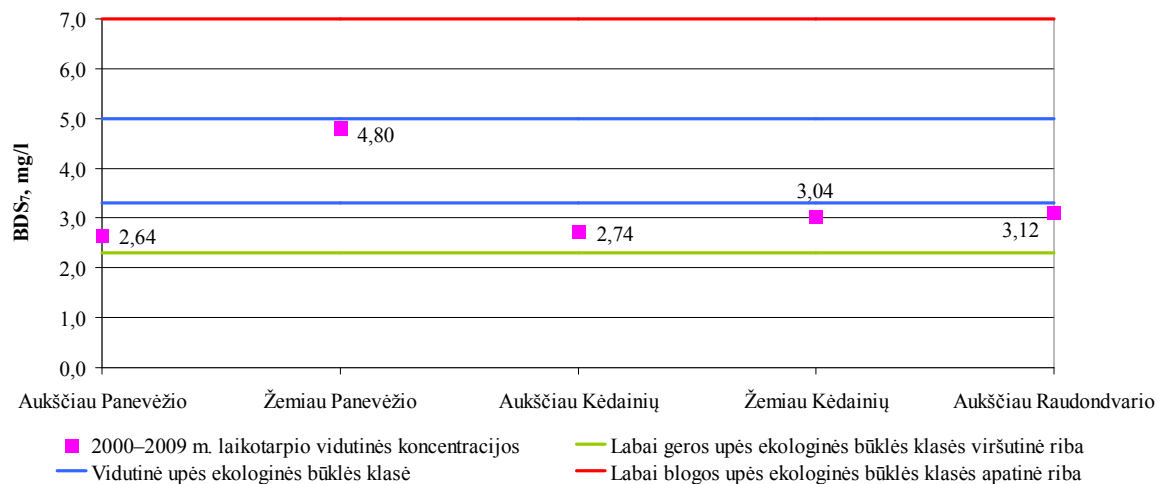
6.3 pav. Vidutinių metinių BDS₇ koncentracijų kaita aukščiau Raudondvario 2000–2009 m. laikotarpiu

Kitimo tendencija aukščiau Raudondvario yra didėjanti. Tai rodo, kad Nevėžio upės vandens kokybė prastėja. Tačiau, remiantis tiriamojo laikotarpio organinių medžiagų koncentracijomis, Nevėžis aukščiau Raudondvario priskiriamas gerai upės ekologinės būklės klasei. Statistinės 2000–2009 m. laikotarpio BDS₇ charakteristikos pateiktos 5.3 lentelėje.

5.3 lentelė. Statistinės BDS₇ koncentracijų charakteristikos aukščiau Raudondvario

	Vidurkis, mg/l	Dispersija, mg/l	Standartinis nuokrypis, mg/l	Variacijos koeficientas, mg/l	Vidurkio paklaida, mg/l	Pasikliautinis intervalas 95 % patikimumo, mg/l
Aukščiau Raudondvario	3,12	2,99	1,74	0,56	0,16	2,81–3,44

2000–2009 m. laikotarpio vidutinių biocheminio deguonies suvartojimo reikšmių grafikas yra pateikiamas 5.4 paveiksle.



5.4 pav. BDS₇ koncentracijų kaita Nevėžio upėje 2000–2009 m. laikotarpiu

Iš pateiktų duomenų (5.4 pav.) galima spręsti, kad situacija nėra bloga, nes netgi 4 iš 5 matavimo postų Nevėžio upė priskiriama gerai ekologinės būklės klasei. Didžiausias Nevėžio teršėjas organinėmis medžiagomis – Panevėžio miestas.

Kaip teigia Logiš (2007), 1994–2004 m. laikotarpiu BDS₇ kiekiai aukščiau miestų sumažėja. Iš pateikto paveikslo matome, kad prieš Kėdainius organinių medžiagų kiekiai sumažėja, tačiau prieš Raudondvarį padidėja.

Išvada. Organinių medžiagų koncentracijos 2000–2009 m. laikotarpiu žemiau miestų padidėja dėl išleidžiamų nuotekų ir pagal BDS₇ pasiskirsto vidutinėje upės ekologinės būklės klasėje. 2007 m. modernizavus Panevėžio nuotekų valyklą organinių medžiagų kiekiai sumažėjo beveik 3 kartus – nuo 5,21 mg/l 2000–2004 m. laikotarpiu iki 1,8 mg/l 2008–2009 m. laikotarpiu, todėl Nevėžio upę žemiau Panevėžio miesto galima priskirti labai gerai upės ekologinės būklės klasei.

5.2. Nevėžio upės tarša biogeninėmis medžiagomis

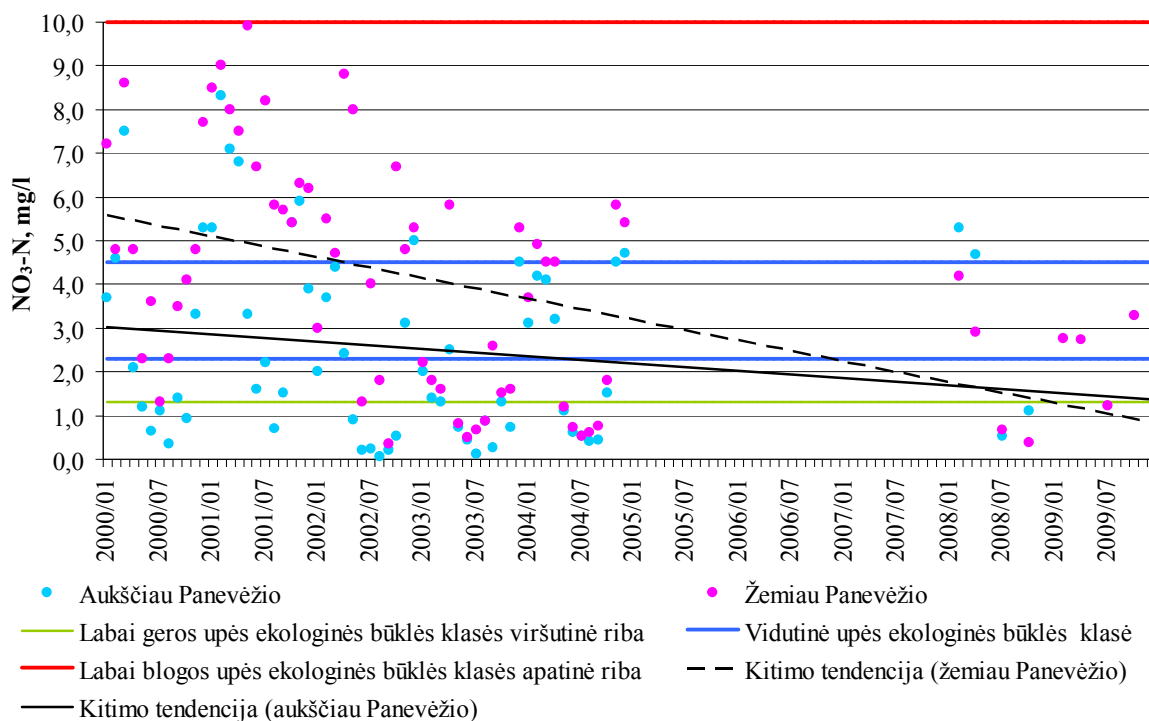
Azotas ir fosforas į Nevėžį patenka iš skirtingų taršos šaltinių. Taršą azoto junginiais skatina išsklidusi tarša (žemės ūkis ir gamtinis fonas). Fosforo junginiai į Nevėžį daugiausia patenka iš miestų, gyvenviečių ir gyvulininkystės įmonių. Daugiausia fosforo į Nevėžį patenka iš Panevėžio, Naujamiesčio Krekenavos ir Kėdainių miestų, taip pat iš Nevėžio intakų (Šileika ir kt. 2007), šalia kurių įsikūrusios gamyklos ar gyvenvietės. Vaitiekūnienės teigimu (2006), Panevėžio miesto vandenvalos išleistuvai į Nevėžį išleidžia vidutiniškai 78 t/metus bendrojo fosforo, 26 t/metus amonio ir 169 t/metus nitratų azoto. Kėdainių AB „Lifosa“ tvenkiniai nusodintuvai per Obelį Nevėžiui „prideda“ dar 11,5 t/metus bendrojo fosforo.

5.2.1. Upės tarša nitratų azotu

Nitratų azoto koncentracijų kaita aukščiau ir žemiau Panevėžio 2000–2009 m. laikotarpiu pateikiama 5.5 paveiksle.

Iš pateiktų duomenų matome, kad Nevėžio upė jau prieš Panevėžį užteršta nitratais. Daugeliu atvejų NO₃-N koncentracijos žemiau Panevėžio yra šiek didesnės nei aukščiau Panevėžio, tačiau 2001 m. matomas žymus jų padidėjimas. Dauguma aukščiau Panevėžio išmatuotų NO₃-N koncentracijų yra išsidėsčiusios labai geros būklės klasėje bei maždaug vienodai pasiskirsčiusios vidutinės ir geros ekologinės būklės klasėse. Žemiau Panevėžio išmatuotos NO₃-N koncentracijos iki 2003 metų daugiausia matomos blogos būklės klasėje, o nuo 2003 m. – labai geros ekologinės būklės klasėje.

Iš grafiko (5.5 pav.) matyti, kad tiek aukščiau, tiek žemiau Panevėžio išmatuotų koncentracijų reikšmės nepatenka į labai blogos upės ekologinės būklės klasę.



5.5 pav. NO₃-N koncentracijų kaita aukščiau ir žemiau Panevėžio 2000–2009 m. laikotarpiu

Žemiau Panevėžio upės vandens kokybė nuo 2008 m. ima gerėti, nes modernizavus Panevėžio nuotekų valyklą, išleidžiamo į Nevėžio upę azoto kiekis sumažėjo. Nagrinėjant tiriamo laikotarpio NO₃-N koncentracijas (5.4 lentelė), Nevėžis aukščiau ir žemiau Panevėžio priskiriamas tik vidutinei upės ekologinės būklės klasei.

5.4 lentelė. NO₃-N koncentracijų statistinės charakteristikos aukščiau ir žemiau Panevėžio

	Vidurkis, mg/l	Dispersija, mg/l	Standartinis nuokrypis, mg/l	Variacijos koeficientas, mg/l	Vidurkio paklaida, mg/l	Pasikliautinis intervalas 95 % patikimumo, mg/l
Aukščiau Panevėžio	2,55	4,51	2,14	0,84	0,27	2,01–3,08
Žemiau Panevėžio	4,03	6,84	2,64	0,65	0,32	3,39–4,67

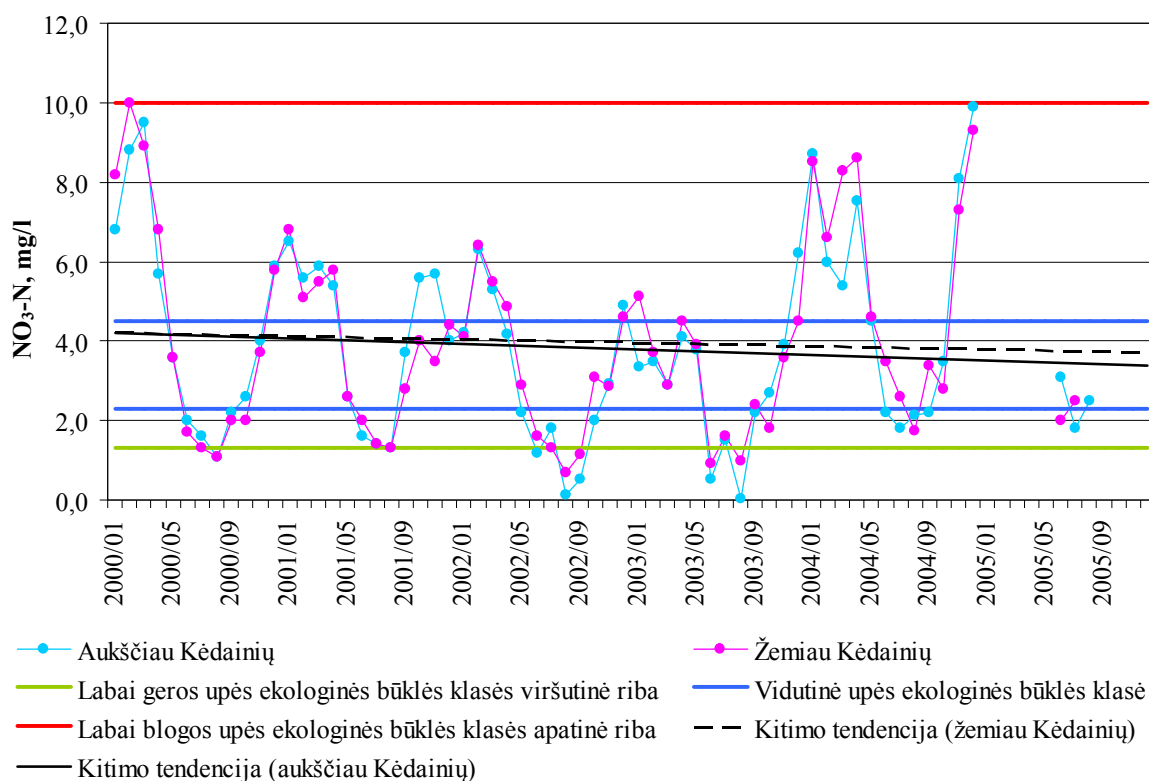
Koriapina (2006), remdamasi 1994–2004 m. laikotarpio hidrocheminių tyrimų duomenimis, nustatė, kad Panevėžio miestas padidina Nevėžio upės taršą nitratų azotu iki 2,3 karto. Apskaičiavus 2000–2009 m. laikotarpio vidutines koncentracijų reikšmes gauta, kad žemiau Panevėžio koncentracijos padidėja tik 1,6 karto (nuo 2,55 mg/l iki 4,03 mg/l), o tai beveik 1,5 karto mažiau nei gauta 1994–2004 m. laikotarpiu. Todėl, galima teigti, kad Nevėžio upės vandens kokybė gerėja.

Siekiant nustatyti, ar nitratų azoto koncentracijų, išmatuotų aukščiau ir žemiau Panevėžio, vidurkiai skiriasi, atlikta vienfaktorinė dispersinė analizė, kurios metu gauta, kad statistikos

reikšmė $F = 13,59 > F_{0,05} = 3,94$. Esant 95 % patikimumui nulinė hipotezė nėra priimama taigi tarp vidurkių skirtumas yra esminis, o tai rodo didelę Panevėžio miesto taršą nitratų azotu.

Tarp žemiau Panevėžio ir aukščiau Kėdainių išmatuotų $\text{NO}_3\text{-N}$ koncentracijų duomenų eilių vidurkių esminio skirtumo nėra, kadangi gauta statistikos reikšmė $F = 0,55 < F_{0,05} = 3,94$. Atkarpoje tarp Panevėžio ir Kėdainių Nevėžio vandens tarša nitratų azotu sumažėja ir, nepaisant pasklidusios žemės ūkio taršos, vyksta savaiminis upės apsivalymas.

Nitratų azoto koncentracijų kaita 2000–2005 m. laikotarpiu aukščiau ir žemiau Kėdainių (5.6 pav.) pasižymi svyravimų amplitude – kiekvienų metų šaltuoju laikotarpiu koncentracijų reikšmės yra žymiai didesnės nei šiltuoju metu ir pasiskirsčiusios tarp blogos ir geros upės ekologinės būklės klasių. Tik nedidelė $\text{NO}_3\text{-N}$ koncentracijų dalis patenka į labai geros upės ekologinės būklės klasę ir nei viena neviršija labai blogos upės ekologinės būklės klasės apatinės ribos.



5.6 pav. $\text{NO}_3\text{-N}$ koncentracijų kaita aukščiau ir žemiau Kėdainių 2000–2005 m. laikotarpiu

Povilaitis (2003), analizuodamas sezoninę biogeninių medžiagų kaitą teigia, kad visoms upėms būdingas azoto koncentracijų padidėjimas vėlyvo rudens ir žiemos laikotarpiais, ir sumažėjimas augalų vegetacijos metu gegužės-rugsėjo mėnesiais. $\text{NO}_3\text{-N}$ sumažėjimą lemia

didesnis jo paėmimas su augalais. Žiemą padidėja azoto prietaka iš baseino. Tuo metu biologinis aktyvumas sumažėja.

Maksimali NO₃-N reikšmė, išmatuota žemiau Kėdainių 2000 m. yra 10 mg/l, ir tik ji vienintelė patenka į labai blogos upės ekologinės būklės klasę. Statistinės 2000–2005 m. laikotarpio nitratų azoto charakteristikos pateiktos 5.5 lentelėje.

Kitimo tendencijos tiek aukščiau, tiek ir žemiau Kėdainių yra mažėjančios, o tai rodo Nevėžio vandens kokybės gerėjimą, tačiau, remiantis metodikoje pateikta 4.2 lentele, upė priskiriama tik vidutinei ekologinės būklės klasei.

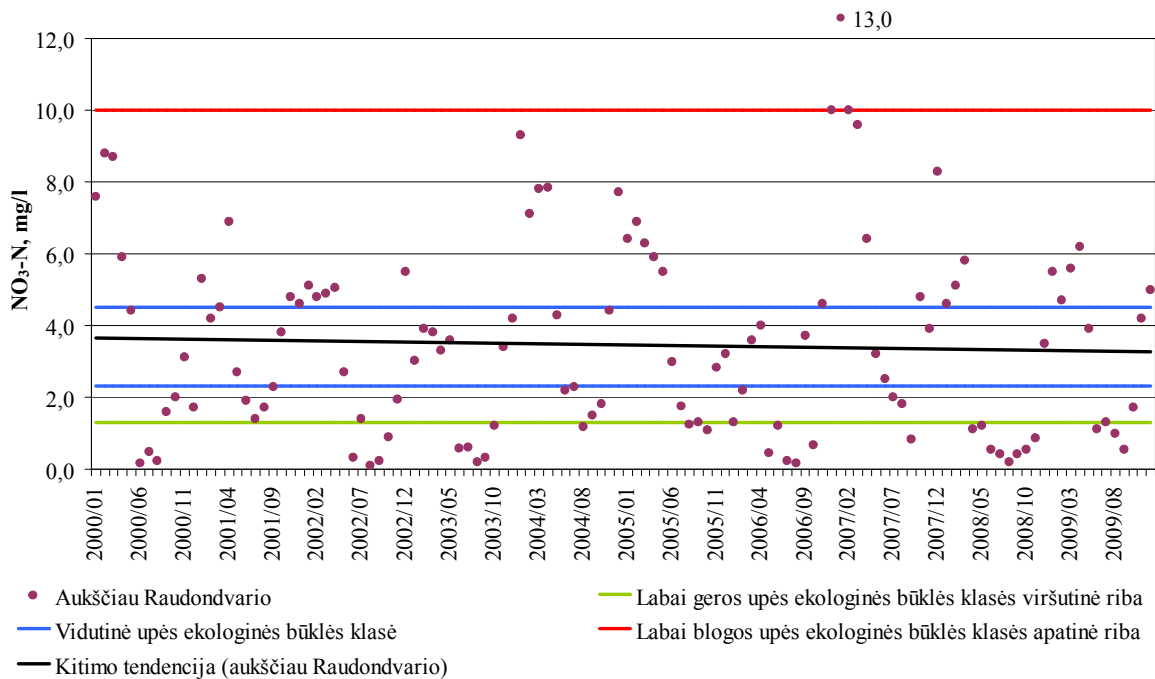
5.5 lentelė. NO₃-N koncentracijų statistinės charakteristikos aukščiau ir žemiau Kėdainių

	Vidurkis, mg/l	Dispersija, mg/l	Standartinis nuokrypis, mg/l	Variacijos koeficientas, mg/l	Vidurkio paklaida, mg/l	Pasikliautinis intervalas 95 % patikimumo, mg/l
Aukščiau Kėdainių	3,85	5,53	2,37	0,62	0,30	3,25–4,45
Žemiau Kėdainių	3,98	5,73	2,41	0,61	0,31	3,38–4,60

Galvydytė (2006), analizuodama Kėdainių įtaką Nevėžio upės vandens kokybei 1994–2004 m. laikotarpiu nustatė, kad upės teršimas azoto junginiais žemiau miesto padidėjo 12 %. Remiantis 2000–2009 m. laikotarpio rezultatais matome, kad NO₃-N koncentracijos žemiau Kėdainių padidėja, tačiau ne tiek daug. Todėl galima teigti, kad Kėdainių miesto tarša nitratais mažėja ir Nevėžio upės situacija gerėja.

Vienfaktorinė dispersinė analizė atliekama tarp aukščiau ir žemiau Kėdainių bei žemiau Kėdainių ir aukščiau Raudondvario išmatuotų nitratų azoto koncentracijų vidurkių. Pirmuoju atveju gauta, kad $F = 0,09 < F_{0,05} = 3,94$. Tokiu atveju nulinė hipotezė nėra atmetama, o turimi duomenys leidžia teigti, kad tarp aukščiau ir žemiau Kėdainių apskaičiuotų vidurkių esminio skirtumo nėra. Tai rodo, kad Kėdainių miestas nitratų azotu Nevėžio papildomai neteršia. Antruoju atveju nulinė hipotezė taip pat priimama, kadangi gauta statistikos reikšmė $F = 1,70 < F_{0,05} = 3,94$. Duomenys leidžia teigti, kad tarp žemiau Kėdainių ir aukščiau Raudondvario išmatuotų NO₃-N koncentracijų duomenų eilių vidurkių esminio skirtumo nėra. Ruože tarp Kėdainių ir Raudondvario tarša nitratais iš žemės ūkio yra mažesnė nei upės apsivalymo pajėgumas, nes aukščiau Raudondvario išmatuotos NO₃-N koncentracijos (3,47 mg/l) yra mažesnės nei žemiau Kėdainių (3,98 mg/l).

Vandens kokybės matavimo poste aukščiau Raudondvario 2000–2009 m. laikotarpiu (5.7 pav.) taip pat matomas NO₃-N koncentracijų pasiskirstymas šiltuoju ir šaltuoju periodais, tačiau ne toks ryškus, kaip kad matavimo postuose aukščiau ir žemiau Kėdainių.



5.7 pav. NO₃-N koncentracijų kaita aukščiausiu Raudondvario 2000–2009 m. laikotarpiu

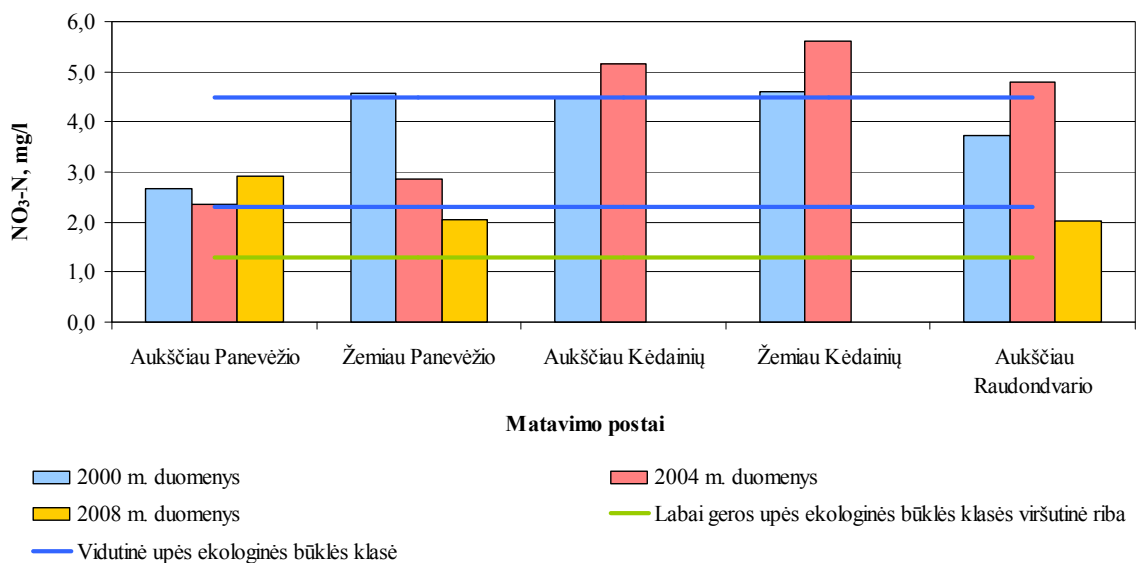
Koncentracijų išsibarstymas labai geroje ir blogoje upės ekologinės būklės klasėse vienodas, o vidutinėje nežymiai mažesnis. Tik 3 koncentracijų reikšmės viršija 10 mg/l ir patenka į labai blogos upės ekologinės būklės klasę. Maksimali NO₃-N reikšmė, išmatuota aukščiausiu Raudondvario buvo 13,0 mg/l 2007 m., o vidutinė viso laikotarpio – 3,47 mg/l. Koncentracijų kitimo tendencija yra mažėjanti. Tai reiškia, kad Nevėžio upės būklė gerėja. Tačiau vertinant viso tiriamojo laikotarpio NO₃-N koncentracijų vertes, Nevėžis aukščiausiu Raudondvario priskiriamas tik vidutinei upės ekologinės būklės klasei. Statistinės nitratų azoto charakteristikos 2000–2009 m. laikotarpiu pateiktos 5.6 lentelėje.

5.6 lentelė. NO₃-N koncentracijų statistinės charakteristikos aukščiausiu Raudondvario

	Vidurkis, mg/l	Dispersija, mg/l	Standartinis nuokrypis, mg/l	Variacijos koeficientas, mg/l	Vidurkio paklaida, mg/l	Pasikliautinis intervalas 95 % patikimumo, mg/l
Aukščiausiu Raudondvario	3,47	7,20	2,69	0,78	0,25	2,98–3,95

Siekiant įvertinti Nevėžio upės taršą nitratų azotu atskirais laikotarpiais, 5.8 paveiksle yra pateikiamas vidutinių NO₃-N koncentracijų reikšmių grafikas.

Nevėžio upė jau prieš Panevėžį užteršta nitratais. 2004 m. tarša sumažėja iki 2,37 mg/l, tačiau 2008 m. matomas jos padidėjimas iki 2,9 mg/l, galimai dėl intensyvios žemės ūkio veiklos, vykdomos aukščiausiu Panevėžiu. Šiame vandens kokybės matavimo poste visais laikotarpiais Nevėžio upė priskiriama vidutinei ekologinės būklės klasei.



5.8 pav. NO₃-N koncentracijų kaita Nevėžio upėje

Žemiau Panevėžio atskirais laikotarpiais matomas beveik tolygus NO₃-N kiekio mažėjimas, kuriam įtakos galėjo turėti Panevėžio nuotekų valyklos modernizavimas. Šiuo atveju Nevėžio upė patenka tarp blogos (2000 m.) ir geros (2008 m.) ekologinės būklės klasių.

Aukščiau ir žemiau Kėdainių bei aukščiau Raudondvario didžiausios NO₃-N koncentracijos nustatytos 2004 m. ir Nevėžis šiuose postuose priskiriamas blogai upės ekologinės būklės klasei.

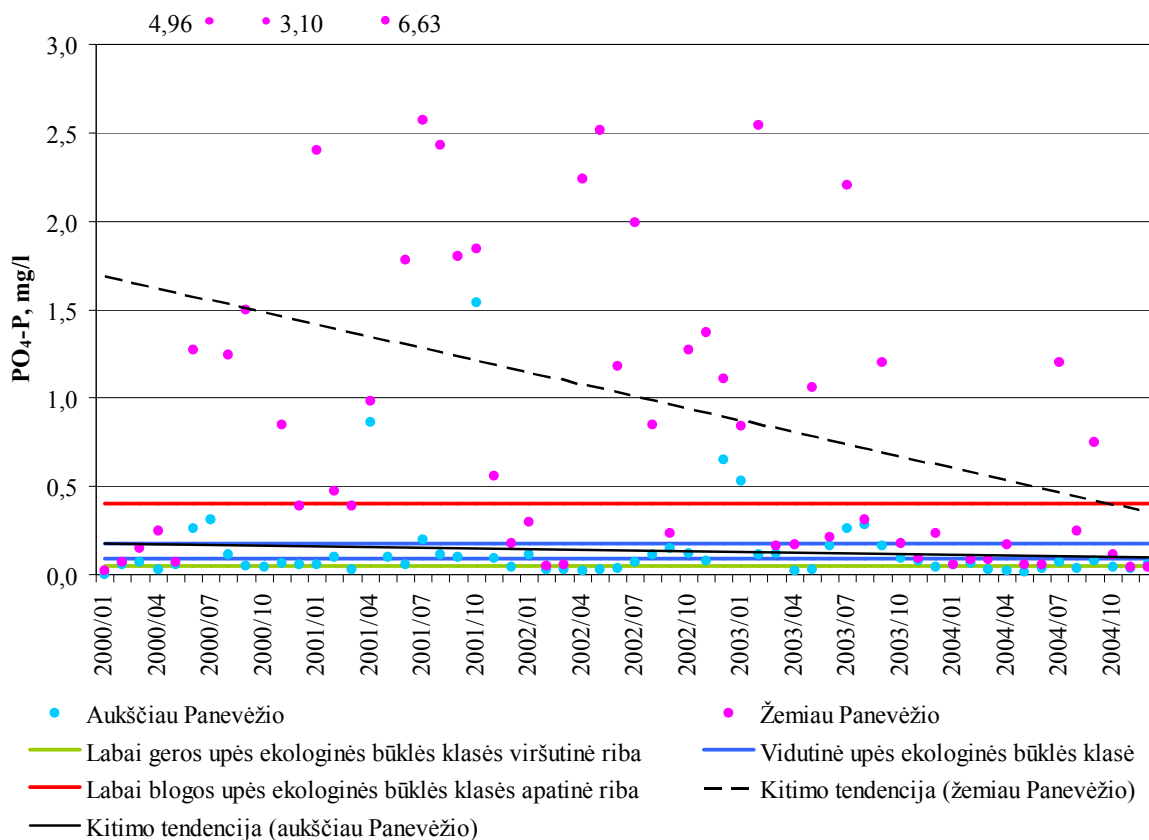
2008 m. matomas ryškus NO₃-N koncentracijų sumažėjimas aukščiau Raudondvario. Nustatyta, kad tarša nitratais azotu sumažėjo daugiau nei 2 kartus, o tai lemia gerėjančią Nevėžio vandens kokybę. Remiantis paviršinių vandens telkinių būklės nustatymo metodika (Dėl paviršinių..., 2010) Nevėžis šiame poste priskiriamas gerai upės ekologinės būklės klasei.

Išvada. Vertinant nitratais azoto kitimo tendencijas galima teigti, kad Nevėžio vandens kokybė yra gerėjanti, tačiau upė yra priskiriama tik vidutinei ekologinės būklės klasei. 2007 m. modernizavus Panevėžio nuotekų valyklą NO₃-N koncentracijos sumažėjo beveik 2 kartus – nuo 4,27 mg/l 2000–2004 m. laikotarpiu iki 2,27 mg/l 2008–2009 m. laikotarpiu, todėl Nevėžio upė žemiau miesto priskiriama gerai upės ekologinės būklės klasei.

5.2.2. Upės tarša fosfatų fosforu

Šileika ir kt. (2000), analizuodami 40 metų duomenis nustatė, kad pagrindiniai Nevėžio teršėjai fosfatais yra Panevėžys ir Kėdainiai. Panevėžys padidina fosfatų kiekį upėje vidutiniškai 41, o Kėdainiai – 95 kg/km² metus. Fosfatų koncentracija Nevėžio atkarpoje tarp Panevėžio ir žiočių yra 3,7–9,3 karto didesnė už DLK upių vandeniui, kas atitinka blogą ir labai blogą upės ekologinės būklės klasę.

Fosfatų fosforo koncentracijų kaita aukščiau ir žemiau Panevėžio 2000–2004 m. ir 2008–2009 m. laikotarpiu vaizduojama 5.9 ir 5.10 paveiksluose.

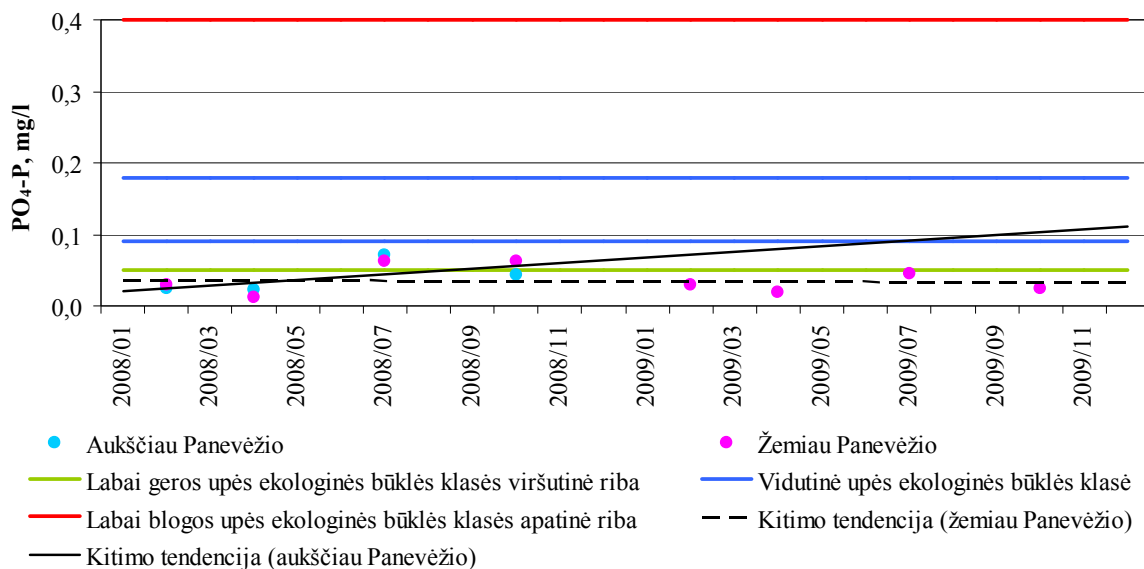


5.9 pav. $PO_4\text{-P}$ koncentracijų kaita aukščiau ir žemiau Panevėžio 2000–2004 m. laikotarpiu

Iš pateiktų duomenų matome, kad $PO_4\text{-P}$ koncentracijos, išmatuotos žemiau Panevėžio 2000–2004 m. laikotarpiu yra akivaizdžiai didesnės nei aukščiau Panevėžio ir žymia dalimi pasiskirsčiusios labai blogos upės ekologinės būklės klasėje. Aukščiau Panevėžio išmatuotų $PO_4\text{-P}$ koncentracijų reikšmės pasiskirsčiusios tarp labai geros ir blogos būklės klasių, ir tik keturios $PO_4\text{-P}$ koncentracijų reikšmės patenka į labai blogos būklės klasę.

Didžiausia $PO_4\text{-P}$ koncentracija, išmatuota žemiau Panevėžio, buvo 6,63 mg/l 2001 m., o aukščiau Panevėžio – 1,54 mg/l tais pačiais metais.

Fosfatų fosforo kitimo tendencija aukščiau Panevėžio nežymiai mažėja, o žemiau Panevėžio matomas ryškus jos mažėjimas. Tai reiškia, kad tiek aukščiau, tiek ir žemiau Panevėžio vandens kokybė gerėja, tačiau upė priskiriama blogai (aukščiau Panevėžio) ir labai blogai (žemiau Panevėžio) ekologinės būklės klasei.



5.10 pav. PO₄-P koncentracijų kaita aukščiau ir žemiau Panevėžio 2008–2009 m. laikotarpiu

2008 ir 2009 m. išmatuotos PO₄-P koncentracijos aukščiau ir žemiau Panevėžio pasiskirsčiusios labai geroje ir geroje upės ekologinės būklės klasėse, nes 2007 m. modernizavus Panevėžio nuotekų valyklą bei išplėtus nuotekų tinklus iš išleidžiamo į Nevėžį vandens pradėtas šalinti fosforas.

PO₄-P koncentracijų kitimo tendencija aukščiau Panevėžio rodo Nevėžio būklės blogėjimą, o žemiau Panevėžio atvirkščiai – būklė gerėja. Abiem atvejais upė priskiriama labai gerai ekologinės būklės klasei.

Aukščiau ir žemiau Panevėžio miesto 2000–2009 m. laikotarpiu apskaičiuotos statistinės PO₄-P koncentracijų charakteristikos pateiktos 5.7 lentelėje.

5.7 lentelė. Statistinės PO₄-P koncentracijų charakteristikos aukščiau ir žemiau Panevėžio

	Vidurkis, mg/l	Dispersija, mg/l	Standartinis nuokrypis, mg/l	Variacijos koeficientas, mg/l	Vidurkio paklaida, mg/l	Pasikliautinis intervalas 95 % patikimumo, mg/l
Aukščiau Panevėžio	0,13	0,05	0,23	1,76	0,03	0,07–0,19
Žemiau Panevėžio	0,90	1,44	1,21	1,34	0,15	0,61–1,20

Nagrinėjant viso laikotarpio vidutinę PO₄-P koncentracijų vertę Nevėžis aukščiau Panevėžio priskiriamas vidutinei, o žemiau Panevėžio labai blogai upės ekologinės būklės klasei.

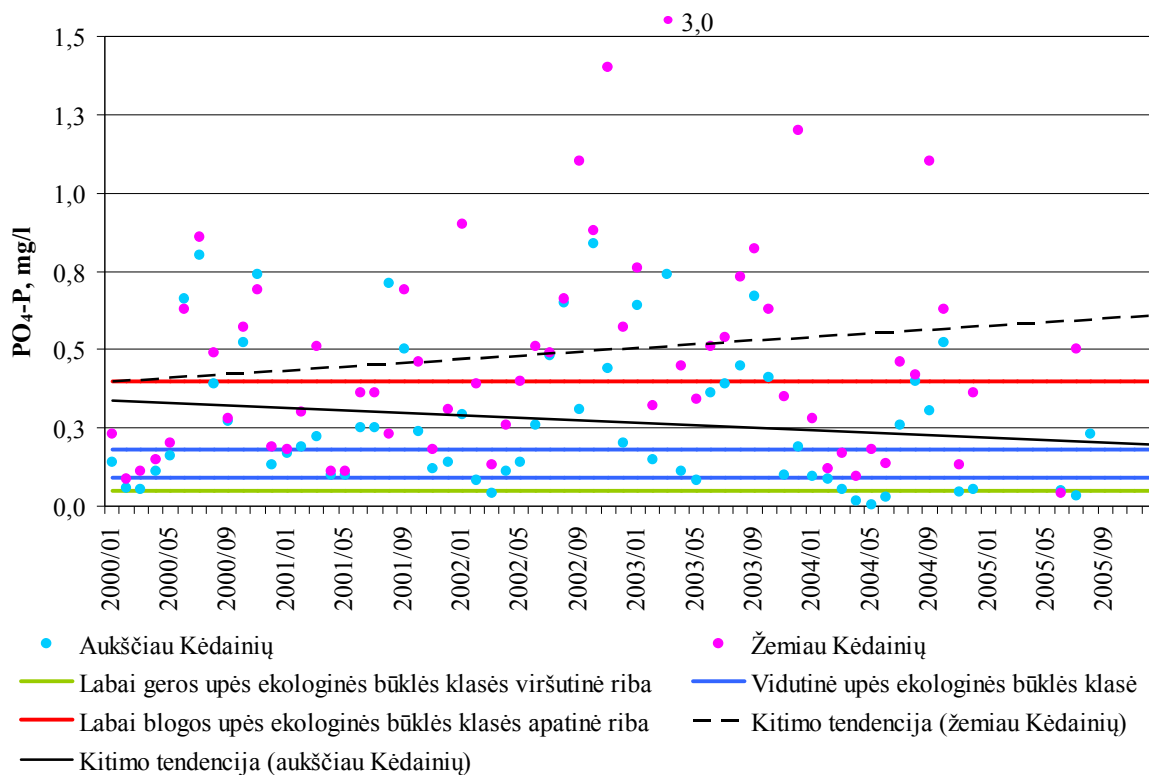
Šileika ir kt. (2007, 2008), nagrinėdami fosforo junginių kaitą Nevėžyje nuo ištakų iki žiočių 2004–2007 m. ir 1986–2006 m. laikotarpiu teigia, kad fosfatų fosforo koncentracija Nevėžio aukštupyje palyginti maža, tačiau žemiau Panevėžio už leidžiamą koncentraciją (0,0653

mg/l (Dėl nuotekų... 2006)) didesnė net 10 kartų, kas atitinka labai blogą upės ekologinės būklės klasę. 2000–2009 m. laikotarpio duomenimis, PO₄-P koncentracijos žemiau Panevėžio padidėjo 7 kartus. Iš to galima spręsti apie gerėjančią Nevėžio vandens kokybę.

Siekiant įvertinti BDS₇ koncentracijų, išmatuotų aukščiau ir žemiau Panevėžio, vidurkių skirtumą, atliekama vienfaktorinė dispersinė analizė. Apskaičiuota statistikos reikšmė $F = 28,10 > F_{0,05} = 3,94$. Tai reiškia, kad esant 95 % patikimumui nulinė hipotezė atmetama, tarp PO₄-P koncentracijų vidurkių skirtumas yra esminis.

Apskaičiavus žemiau Panevėžio ir aukščiau Kėdainių išmatuotų koncentracijų vidurkius bei atlikus dispersinę analizę gauta, kad statistikos reikšmė $F = 20,32 > F_{0,05} = 3,94$. Turimi duomenys leidžia teigti, kad tarp žemiau Panevėžio ir aukščiau Kėdainių išmatuotų PO₄-P koncentracijų duomenų eilių vidurkių skirtumas yra esminis.

Fosfatų fosforo koncentracijų kaita 2000–2005 m. laikotarpiu aukščiau ir žemiau Kėdainių pateikta 5.11 paveiksle. Nuo 2005 m. šiuose postuose vandens kokybės matavimai nebevykdomi.



5.11 pav. PO₄-P koncentracijų kaita aukščiau ir žemiau Kėdainių 2000–2005 m. laikotarpiu

PO₄-P koncentracijos žemiau Kėdainių daugeliu atveju nedaug didesnės už koncentracijas aukščiau Kėdainių, tačiau 2002 m. ir 2004 m. pastebimas akivaizdus jų padidėjimas. Didžioji dalis PO₄-P koncentracijų, išmatuotų tiek aukščiau, tiek žemiau Kėdainių, pasiskirsčiusios labai

blogos ekologinės būklės klasėje. Mažesnė dalis patenka į vidutinės ir blogos būklės klasę, ir tik 6 koncentracijos patenka į labai geros būklės klasę.

PO₄-P kitimo tendencija aukščiau Kėdainių rodo Nevėžio būklės gerėjimą, o žemiau Kėdainių atvirkščiai – būklė blogėja, matomai dėl nepakankamai gerai išvalytų nuotekų. Maksimali PO₄-P koncentracija, išmatuota vandens kokybės matavimo poste žemiau Kėdainių, buvo 3,0 mg/l 2003 m., o vidutinė viso laikotarpio – 0,49 mg/l (5.8 lentelė).

5.8 lentelė. Statistinės PO₄-P koncentracijų charakteristikos aukščiau ir žemiau Kėdainių

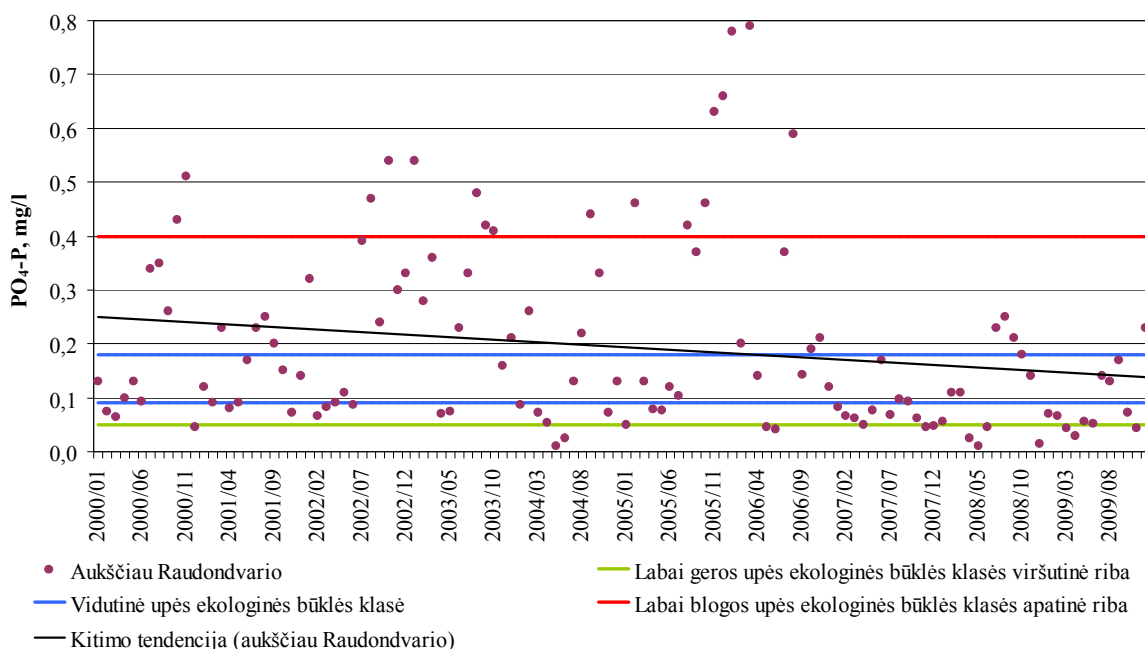
	Vidurkis, mg/l	Dispersija, mg/l	Standartinis nuokrypis, mg/l	Variacijos koeficientas, mg/l	Vidurkio paklaida, mg/l	Pasikliautinis intervalas 95 % patikimumo, mg/l
Aukščiau Kėdainių	0,28	0,05	0,23	0,83	0,03	0,22–0,33
Žemiau Kėdainių	0,49	0,19	0,44	0,91	0,06	0,37–0,60

Vertinant vidutinės PO₄-P koncentracijų vertes 2000–2005 m. laikotarpiu Nevėžis aukščiau Kėdainių priskiriamas blogai, o žemiau Kėdainių labai blogai upės ekologinės būklės klasei.

Galvydytė (2006), analizuodama Kėdainių įtaką Nevėžio upės vandens kokybei 1994–2004 m. laikotarpiu gavo, kad upės vanduo aukščiau ir žemiau Kėdainių miesto neatitinka kokybės reikalavimų. Vidutinės fosfatų koncentracijos žemiau miesto sumažėjo 66 %. Nesutinku su tokiu teiginiu, kadangi žemiau miestų koncentracijos padidėja dėl išleidžiamų nuotekų. 2000–2005 m. laikotarpio duomenimis vidutinė koncentracija žemiau miesto padidėjo beveik 2 kartus (nuo 0,28 mg/l iki 0,49 mg/l).

Siekiant nustatyti, ar fosfatų fosforo koncentracijų, išmatuotų aukščiau ir žemiau Kėdainių bei žemiau Kėdainių ir aukščiau Raudondvario, vidurkiai skiriasi, atliekama vienfaktorinė dispersinė analizė. Jos metu nustatyta, kad abiem atvejais prie 95 % patikimumo nulinė hipotezė atmetama, o apskaičiuoti vidurkiai esminiai skiriasi. Pirmuoju atveju gauta statistikos reikšmė $F = 11,49 > F_{0,05} = 3,94$, antruoju atveju – $F = 21,75 > F_{0,05} = 3,94$.

Aukščiau Raudondvario (5.12 pav.) 2000–2009 m. laikotarpiu išmatuotos PO₄-P koncentracijos iki 2005 m. vidurio daugiausia pasiskirsčiusios upės ekologinės būklės klasėse tarp geros ir blogos. Nedidelė koncentracijų dalis patenka į labai blogos būklės klasę, ir tik 3 koncentracijų reikšmės yra labai geros būklės klasės. Nuo 2006 m. vidurio pastebimas Nevėžio vandens kokybės gerėjimas. Tą rodo ir mažėjanti fosfatų fosforo kitimo tendencija. Tačiau vertinant viso laikotarpio PO₄-P koncentracijas upės ekologinės būklės klasė yra bloga.



5.12 pav. PO₄-P koncentracijų kaita aukščiau Raudondvario 2000–2009 m. laikotarpiu

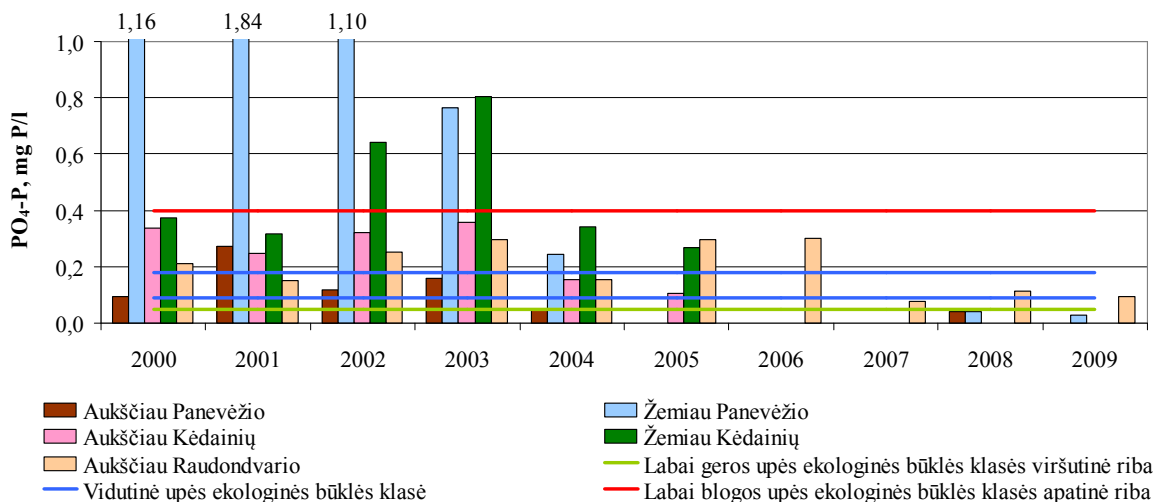
Fosfatų fosforo mažėjimo tendenciją nustatė ir Šileika bei Gaigalis (2008), analizuodami fosforo junginių Nevėžio baseine kaitą 1986–2006 m. laikotarpiu.

Maksimali PO₄-P reikšmė, išmatuota aukščiau Raudondvario 2000–2009 m. laikotarpiu, yra 0,79 mg/l 2006 m., o vidutinė viso laikotarpio – 0,19 mg/l. Statistinės viso laikotarpio charakteristikos pateiktos 5.9 lentelėje.

5.9 lentelė. Statistinės PO₄-P koncentracijų charakteristikos aukščiau Raudondvario

	Vidurkis, mg/l	Dispersija, mg/l	Standartinis nuokrypis, mg/l	Variacijos koeficientas, mg/l	Vidurkio paklaida, mg/l	Pasikliautinis intervalas 95 % patikimumo, mg/l
Aukščiau Raudondvario	0,19	0,03	0,17	0,87	0,02	0,16–0,23

Iki 2003 m. didžiausias Nevėžio upės teršėjas fosfatų fosforu buvo Panevėžio miestas (5.13 pav.), todėl upė šiame poste priskiriama labai blogai ekologinės būklės klasei. Nuo 2003 m. vidutinės PO₄-P koncentracijų reikšmės ima nežymiai mažėti ir 2008–2009 m. laikotarpiu Nevėžio upę galima priskirti labai gerai ekologinės būklės klasei. Žymiam PO₄-P koncentracijų sumažėjimui įtakos galėjo turėti modernizuota Panevėžio nuotakų valykla.



5.13 pav. PO₄-P koncentracijų kaita Nevėžio upėje 2000–2009 m. laikotarpiu

2002 ir 2003 m. pastebima Kėdainių miesto tarša fosfatų fosforu, kai vidutinės metų koncentracijos viršijo labai blogos upės ekologinės būklės klasės apatinę ribą.

Nevėžio upės atkarpose tarp Panevėžio ir Kėdainių bei tarp Kėdainių ir Raudondvario vyksta savaiminis upės apšvalymo procesas.

Žemiau miestų stebimas PO₄-P koncentracijų padidėjimas dėl išleidžiamų nuotekų ir upė šiuose postuose priskiriama blogai ir labai blogai ekologinės būklės klasei.

Išvada. Vertinant fosfatų fosforo kitimo tendencijas galima teigti, kad Nevėžio vandens kokybė yra gerėjanti, tačiau upė priskiriama blogai ekologinės būklės klasei. 2007 m. modernizavus Panevėžio nuotekų valyklą PO₄-P koncentracijos sumažėjo apie 25 kartus – nuo 1,02 mg/l 2000–2004 m. laikotarpiu iki 0,04 mg/l 2000–2008 m. laikotarpiu. Todėl Nevėžis žemiau Panevėžio priskiriamas labai gerai upės ekologinės būklės klasei.

5.3. Pakrančių apsaugos juostų būklė

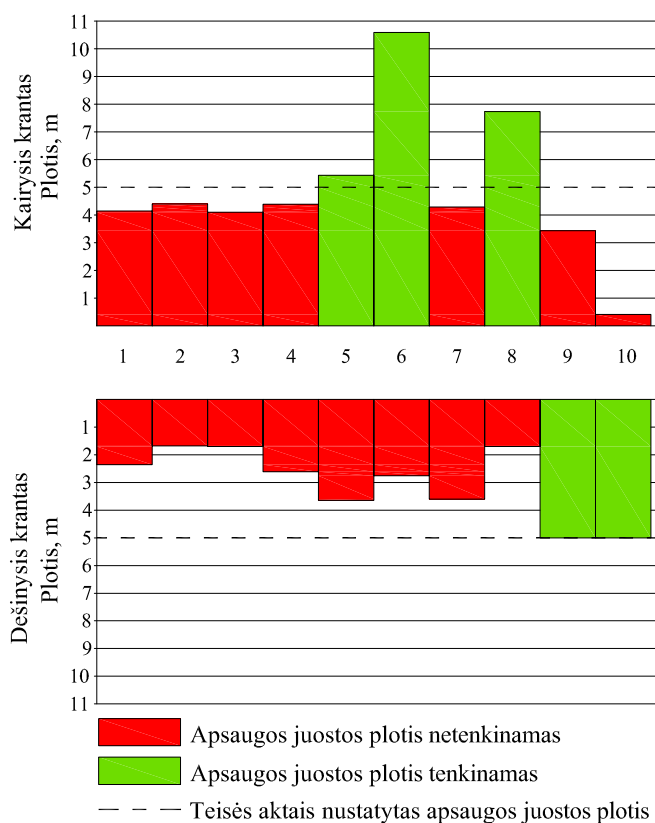
Išnagrinėjus Nevėžio taršą nitratais azotu (5.5 pav.) galima teigti, kad upė jau prieš Panevėžį užteršta nitratais. Iš to galime spręsti apie šiame rajone vykdomą intensyvią žemdirbystę ir stiprią pasklidąją taršą. Dėl to buvo atliekamas reguliuoto Nevėžio upės ruožo pakrančių apsaugos juostų būklės tyrimas, kurio metu nustatyta, kad apsaugos juostose dominuoja žolinė augalija. Sumedėjusios augalijos aptikta tik vienetai. Atliekant tyrimą buvo išskirtos 2 naudmenos – ariama žemė ir pieva.

Intensyviai naudojamuose sausinamuose plotuose sumažėjus sumedėjusios augalijos (medžių juostų) atsiranda palankios sąlygos vėjo erozijai, vandens telkinių užterštumui, gyvūnijos rūšinei kaitai ir vietovės mikroklimato pokyčiams. Natūralių ekosistemų suardymas ir natūralių vandens tėkmių reguliavimas sumažina ir biologinę įvairovę (Nilsson *et al.* 1996).

Šileika ir kiti autoriai (1998), atlikę tyrimus Vardo upelio baseine, nustatė didelį maistingųjų medžiagų kiekį žolėje bei karkluose ir sumažėjusią nitratų azoto koncentraciją vandenyje (nuo 1,67 iki 1,39 mg/l), pratekėjusiam 20 m pločio pakrantės apsaugos juosta. Tai reiškia, kad pakrantės juostos žolinė ir sumedėjusi augalija sumažina nitratais užterštą vandenį, patenkantį į upes iš gretimų dirbamų žemių.

Barvidienė ir Šaulys (2008), analizuodami Pietryčių Lietuvos reguliuotų upelių pakrančių apsaugos juostų būklę patvirtino, kad sumedėjusi ir žolinė augalija, auganti pakrančių apsaugos juostose, padeda apsaugoti upelio vandenį nuo taršos maistingomis medžiagomis, sulaiko potvynio nešvarumus, saugo nuo erozijos. Nevėžio lygumoje Lamsodžio (2001) atlikti sumedėjusios augalijos poveikio sausavimo sistemų griovių vandens kokybei tyrimai parodė, kad medžių ir krūmų (miško) aplinka neblogina atitekančio vandens kokybės.

Pirmajame tirtame Nevėžio upės reguliuotame ruože, šalia Levaniškių gyvenvietės, buvo išmatuota 20 pakrantės apsaugos juostų pločių (5.14 pav.). 2 matavimo taškuose pasitaikė pieva, likusiuose – ariama žemė.



5.14 pav. Pakrančių apsaugos juostų pločiai šalia Levaniškių gyvenvietės

Iš 18 taškų, kai šalia upės buvo ariama žemė, tik 3 atvejais (kairiajame krante) laikomasi įstatyminių reikalavimų. Dešiniajame Nevėžio upės krante apsaugos juostų kiekybinė būklė kur kas prastesnė – 4 iš 8 matavimo taškų, šalia upės esant ariamai žemei, nėra užtikrinta net pusės

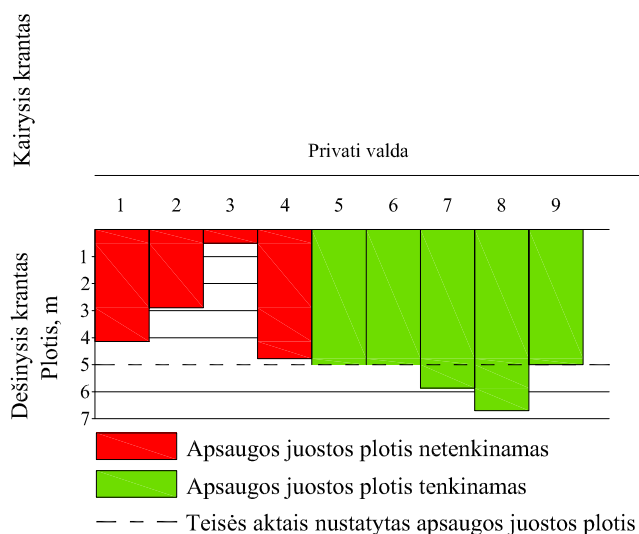
reikalaujamo pakrantės apsaugos juostos pločio. Analizuojant pateiktus grafikus (5.14 pav.) matome, kad vidutinis apsaugos juostos plotis tiek kairiajame (4,89 m), tiek ir dešiniajame (2,51 m) upės krante yra mažesnis nei nustatyta (Dėl paviršinių... 2007). Net 83 % atvejų, šalia upės esant ariamai žemei, nesilaikoma teisės aktų nustatyto apsaugos juostų pločio.

Nagrinėtame ruože pasitaikė atvejis, kai apsaugos juosta buvo suarta beveik iki pat upės šlaito (5.15 pav.). Ragauskas (2004), atlikęs griovių pakrančių apsaugos juostų tyrimus Vidurio Lietuvos intensyvios žemdirbystės regione, teigia, kad visiškas arba dalinis griovio apsaugos juostos suarimas skatina griovio dumbliųjimą.



5.15 pav. Iki pat šlaito suarta apsaugos juosta (aut. nuotrauka)

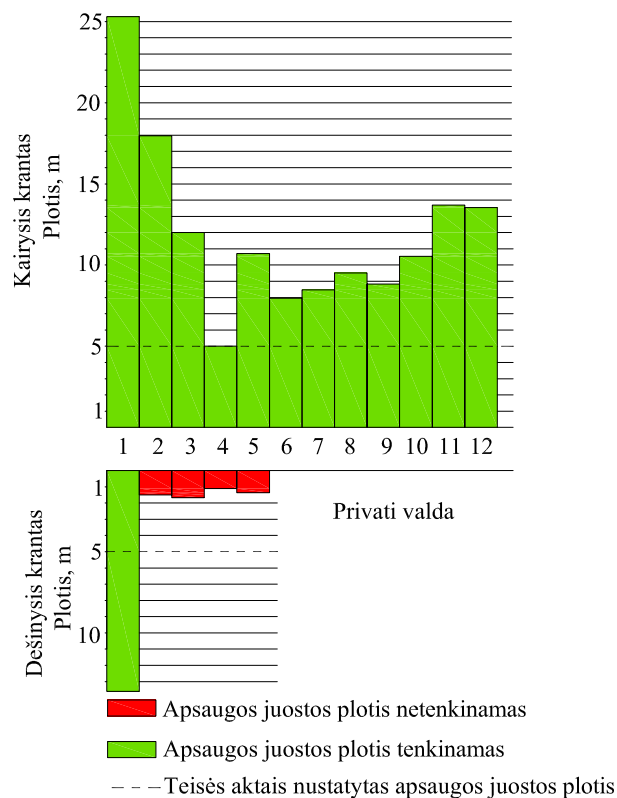
Raguvos gyvenvietėje buvo atlikti 9 pakrantės apsaugos juostų pločių matavimai, tačiau tik dešiniajame upės krante, kadangi kairysis krantas patenka į privačios valdos teritoriją (5.16 pav.). 3 matavimo taškuose šalia upės buvo pieva, likusiuose – ariama žemė.



5.16 pav. Pakrančių apsaugos juostų pločiai Raguvos gyvenvietėje

Upei tekant palei ariamos žemės plotus tik 2 atvejais iš 6 yra laikomasi aplinkosauginių reikalavimų. Vidutinis ruožo plotis gautas 4,15 m. Taigi, net 67 % atvejų, šalia upės esant ariamai žemei, nėra tenkinamas apsaugos juostos plotis.

Nevėžio upės ruože ties Narbutų gyvenvieta buvo išmatuota 17 pakrantės apsaugos juostų pločių (5.17 pav.) – 12 kairiajame upės krante ir 5 dešiniajame. 1 matavimo taške pasitaikė pieva (kairiajame krante), likusiuose – ariama žemė.

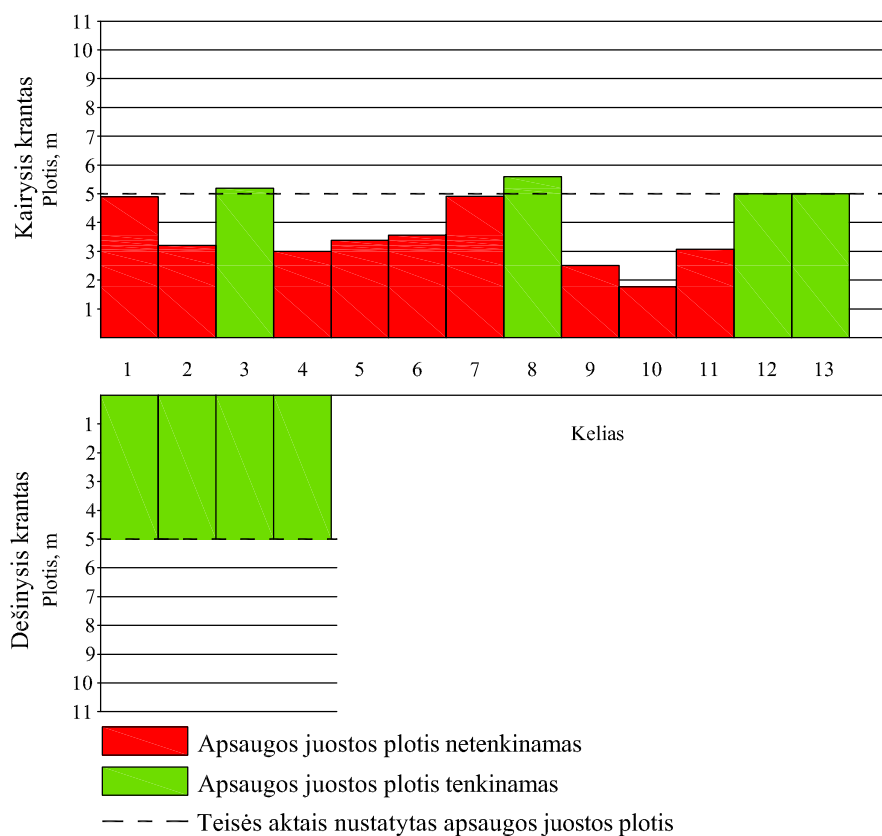


5.17 pav. Pakrančių apsaugos juostų pločiai ties Narbutais

Analizuojant gautus duomenis (5.17 pav.) matome, kad tik kairiajame Nevėžio upės krante apsaugos juostos plotis yra didesnis nei 5 m (vidurkis 12,59 m) ir tenkina pakrančių apsaugos juostų įstatyme (Dėl paviršinių... 2007) nustatytą sąlygą. Dešiniajame krante apsaugos juostų būklė žymiai blogesnė – tik vienu iš 5 matavimų juostos plotis yra leistinas. Likusieji matavimo taškai nesudaro net pusės reikalaujamo pakrančių apsaugos juostų pločio. Dešiniojo kranto vidurkis 3,85 m. Taigi gauta, kad 25 % atvejų, šalia upės esant ariamai žemei, nesilaikoma teisės akte nustatyto apsaugos juostų pločio.

Kairiajame upės krante buvo aptikti keli sumedėjusios augalijos vienetai. Tai vienintelis ruožas, kuriame tiek kiekybiniu, tiek ir kokybiniu požiūriu, pakrantės apsaugos juostos būklė yra gera.

Netoli Miežiškių gyvenvietės tirtame Nevėžio upės ruože buvo išmatuota 17 pakrantės apsaugos juostų pločių – 13 kairiajame ir 4 dešiniajame upės krante (5.18 pav.). 6 matavimo taškuose šalia upės buvo pieva, likusiuose – ariama žemė.



5.18 pav. Pakrančių apsaugos juostų pločiai šalia Miežiškių gyvenvietės

Šalia upės esant ariamai žemei tik 2 atvejais iš 11 yra tenkinamas apsaugos juostos plotis, o tai reiškia, kad tik 18 % atvejų yra laikomasi įstatyminių reikalavimų.

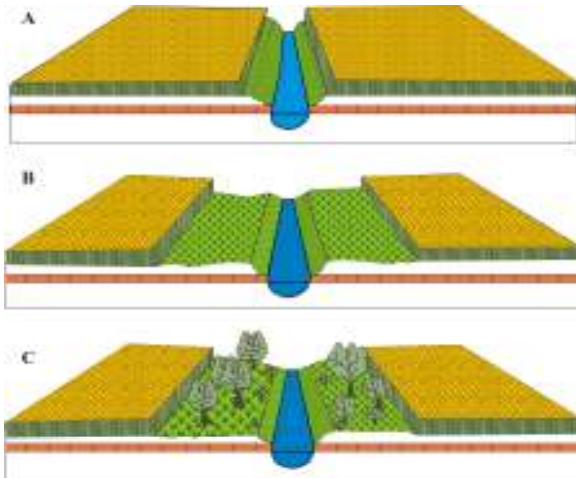
Analizuojant reguliuoto Nevėžio upės ruožo apsaugos juostų būklę gauta, kad 17 % atvejų šalia upės buvo pieva, 71 % ariama žemė ir 12 % kelias. Pakrančių apsaugos juostos, esant pievai, visuomet tenkina teisės aktuose nustatytus reikalavimus. Šalia upės esant ariamai žemei, net 63 % atskirų ruožų pakrančių apsaugos juostų pločių buvo mažesni nei 5 m. Tai rodo, kad tik 37 atvejais iš 100 laikomasi įstatyme nustatytų reikalavimų (Dėl paviršinio... 2007).

Remiantis Lietuvos kaimo plėtros 2007–2013 metų programa (Lietuvos... 2007) pakrančių apsaugos juostos turi būti nušienautos iki vandens linijos vieną kartą per metus. Tačiau pastaruoju metu ne tik upelio šlaitai, bet ir pakrančių apsaugos juostos neprižiūrimos, retai šienaujamos (5.19 pav.). Kaip pastebėjo Barvidienė ir Šaulys (2008), nagrinėdami pakrančių apsaugos juostų būklę, nešienavimas skanina aukštaūgių ir stambiasiebių žolių apžėlimą. Susikaupęs didesnis augalų liekanų kiekis didina organinių maistingųjų medžiagų kiekį paviršiniame vandenyje.

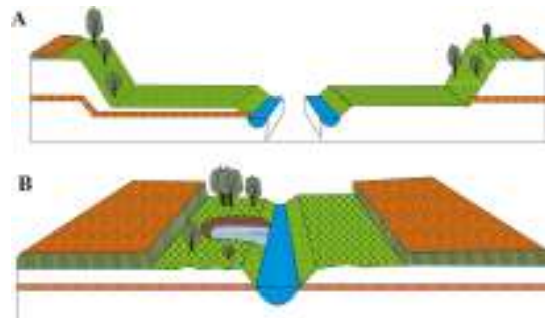


5.19 pav. Pakrančių apsaugos juostų būklė reguliuotame Nevėžio upės ruože (aut. nuotrauka)

Dabartinė pakrančių apsaugos juostų būklė matoma 5.19 paveiksle ir 5.20 paveikslo A dalyje. Taršai iš drenuotų plotų mažinti siūloma (Vought, 1995; Vought *et al.* 1994; Petersen *et al.* 1987) platinti apsaugos juosta, apsodinant ją krūmais ir medžiais (5.20 pav. B, C), drenažo žiotis išvesti viršutinėje upelio šlaito dalyje (5.21 pav. A), suformuoti šalia upės vagos pasagos formos praplatėjimą (5.21 pav. B) arba vagoje įrengiant vandens sulaikymo tvenkinėlį.



5.20 pav. Apsaugos juostų būklės gerinimas: A – esama apsaugos juostos būklė, B – upelis su 10 m pločio apsaugine žolių juosta, C – 10 m pločio medžių/krūmų apsauginė juosta (Vought *et al.*, 1994)



5.21 pav. Apsauginių juostų tvarkymo variantai (Petersen *et al.* 1987)

Kiti mokslininkai (Correll 2005) teigia, kad efektyvesnės yra kelių juostų apsauginės zonos – siaura žolių juosta aukštutiniame šlaito pakraštyje akumuliuoja suspenduotas daleles ir fosforą. Plati, žemiau išsidėsčiusi sumedėjusios augalijos juosta akumuliuoja nitratus, reguliuoja vandens temperatūrą ir mažina vagų apaugimą.

Išvada. Analizuojant reguliuoto Nevėžio upės ruožo apsaugos juostų būklę gauta, kad 17 % atvejų šalia upės buvo pieva, 71 % ariama žemė ir 12 % kelias. Pakrančių apsaugos juostos, esant pievai, visuomet tenkina teisės aktuose nustatytus reikalavimus. Šalia upės esant ariamai žemei, net 63 % atskirų ruožų pakrančių apsaugos juostų pločių buvo mažesni nei 5 m. Tai rodo, kad tik 37 atvejais iš 100 laikomasi įstatyme nustatytų reikalavimų.

Atliekant reguliuoto Nevėžio upės ruožo pakrančių apsaugos juostų būklės tyrimą nustatyta, kad jose dominuoja žolinė augalija. Sumedėjusios augalijos rasta tik vienetai. Taigi, pakrančių apsaugos juostų būklė, tiek kiekybiniu, tiek ir kokybiniu požiūriu nėra gera.

IŠVADOS IR PASIŪLYMAI

1. Vertinant nitratų azoto ir fosfatų fosforo kitimo tendencijas 2000–2009 m. laikotarpiu galima teigti, kad Nevėžio vandens kokybė yra gerėjanti, tačiau pagal $\text{NO}_3\text{-N}$ upė yra priskiriama tik vidutinei, o pagal $\text{PO}_4\text{-P}$ net blogai ekologinės būklės klasei.

2. Tiek organinių, tiek ir biogeninių medžiagų koncentracijos 2000–2009 m. laikotarpiu žemiau miestų padidėja dėl išleidžiamų nuotekų ir pasiskirsto vidutinėje (BDS_7 ir $\text{NO}_3\text{-N}$) bei labai blogoje ($\text{PO}_4\text{-P}$) upės ekologinės būklės klasėje.

3. 2007 m. modernizavus Panevėžio nuotekų valyklą organinių medžiagų kiekiai sumažėjo beveik 3 kartus (nuo 5,21 mg/l 2000–2004 m. laikotarpiu iki 1,8 mg/l 2008–2009 m. laikotarpiu), $\text{NO}_3\text{-N}$ beveik 2 kartus (nuo 4,27 mg/l 2000–2004 m. laikotarpiu iki 2,27 mg/l 2008–2009 m. laikotarpiu), o $\text{PO}_4\text{-P}$ apie 25 kartus (nuo 1,02 mg/l 2000–2004 m. laikotarpiu iki 0,04 mg/l 2008–2009 m. laikotarpiu) todėl Nevėžio upę žemiau Panevėžio miesto pagal $\text{NO}_3\text{-N}$ galima priskirti gerai, o pagal BDS_7 ir $\text{PO}_4\text{-P}$ labai gerai upės ekologinės būklės klasei.

4. Analizuojant reguliuoto Nevėžio upės ruožo apsaugos juostų būklę gauta, kad 17 % atvejų šalia upės buvo pieva, 71 % ariama žemė ir 12 % kelias. Pakrančių apsaugos juostos, esant pievai, visuomet tenkina teisės aktuose nustatytus reikalavimus. Šalia upės esant ariamai žemei, net 63 % atskirų ruožų pakrančių apsaugos juostų pločių buvo mažesni nei 5 m. Tai rodo, kad tik 37 atvejais iš 100 laikomasi įstatyme nustatytų reikalavimų ir tai yra viena iš priežasčių, dėl ko Nevėžio upės vandens kokybė nėra gera.

5. Atliekant reguliuoto Nevėžio upės ruožo pakrančių apsaugos juostų būklės tyrimą nustatyta, kad jose dominuoja žolinė augalija. Sumedėjusios augalijos aptikti tik vienetai. Norint užkirsti kelią tiesioginiam drenažo nuotėkio patekimui į upę reikėtų atkurti pakrančių apsaugos juostas apsodinant jas sumedėjusia augalija (medžiais, krūmais).

6. Nuo 2005 m. vandens kokybės matavimai postuose aukščiau ir žemiau Kėdainių nebevykdomi, todėl siekiant įvertinti Kėdainių miesto įtaką Nevėžio vandens kokybei, reikėtų atnaujinti matavimus minėtuose postuose.

7. Norint tinkamai įvertinti Nevėžio upės ekologinę būklę, postuose aukščiau ir žemiau Panevėžio vandens mėginiai turėtų būti imami 12 kartų per metus kiekvieną mėnesį.

8. Siekiant sumažinti fosforo junginių patekimą į Nevėžį reikėtų plėsti nuotekų tvarkymo infrastruktūrą – renovuoti arba naujai įrengti mažesnių miestelių nuotekų valymo įrenginius ir išplėsti nuotekų tinklus.

9. Siekiant sumažinti pasklidąją taršą iš žemės ūkio šaltinių reikėtų skatinti ūkininkus laikytis nitrato direktyvos reikalavimų, dalyvauti žemdirbių mokymo kursuose, kurių tikslas – padėti pelningai plėtoti ūkininkavimą nedarant žalos gamtai.

Hipotezės patvirtinimas arba paneigimas

Iškelta hipotezė gali būti patvirtinta dalinai, kadangi matomas Nevėžio upės vandens kokybės gerėjimas, tačiau 2000–2009 m. laikotarpiu pagal organines medžiagas ir $\text{NO}_3\text{-N}$ Nevėžis yra priskiriama tik vidutinei, o pagal $\text{PO}_4\text{-P}$ net blogai upės ekologinės būklės klasei.

LITERATŪRA

1. Aukštaitijos vandenys [interaktyvus]. [žiūrėta 2010 m. sausio 25 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.avandenys.lt/index.php?1170501051>>.
2. Aplinkos apsaugos agentūra [interaktyvus]. [žiūrėta 2010 m. sausio 25 d.]. Prieiga per internetą: <<http://vanduo.gamta.lt/cms/index?rubricId=81ebe879-8bc7-4718-8510-be52ce72498f>>.
3. Aplinkos apsaugos agentūros 2008 metų veiklos ataskaita. Vilnius, 2009. 92 p.
4. Barvidienė, O.; Šaulys, V. Reguluotų upelių pakrančių apsaugos juostų būklė. *Vandens ūkio inžinerija*, 2008, 33 (53), p. 80–86.
5. Baubiniienė, A.; Bautrėnas, A.; Česnulevičius, A.; Morkūnaitė, R.; Paškauskas, S.; Vekeriotienė, I.; Veteikis, D. *Lietuvos reljefo kadastras* (elektroninis variantas). Vilnius, 2002, p. 28.
6. Bukantis, A. *Lietuvos klimatas*. Vilnius: VU leidykla, 1994. 188 p.
7. Correll, D. L. Principles of planning and establishment of buffer zones. *Ecological Engineering*. Riparian buffer zones in agricultural watersheds, 2005, 24 (5), p. 433–439.
8. Čekanavičius, V.; Murauskas, G. *Statistika ir jos taikymai*. I. Vilnius: TEV, 2000. 240 p.
9. Čekanavičius, V.; Murauskas, G. *Statistika ir jos taikymai*. II. Vilnius: TEV, 2008. 272 p.
10. Dauguvos UBR valdymo planas [interaktyvus]. [žiūrėta 2011 m. gegužės 13 d.]. Prieiga per internetą: <http://vanduo.gamta.lt/files/patvirtinta_LRV_2010-11-17_d_nutarimu_Dauguvos_planas__patvirtintas.pdf>.
11. Dėl nuotekų tvarkymo reglamento patvirtinimo. Lietuvos Respublikos aplinkos ministro įsakymas. Valstybės žinios, 2006, Nr.59-2103.
12. Dėl paviršinių vandens telkinių apsaugos zonų ir pakrančių apsaugos juostų nustatymo tvarkos aprašo patvirtinimo. Lietuvos Respublikos aplinkos ministro įsakymas. Valstybės žinios, 2007, Nr.23-892.
13. Dėl paviršinių vandens telkinių ekologinės būklės vertinimo tvarkos aprašo patvirtinimo. Lietuvos Respublikos aplinkos ministro įsakymas. Valstybės žinios, 2010, Nr.29-1363.
14. Dėl paviršinių vandens telkinių, kuriuose gali gyventi ir veisti gėlavandenės žuvis, apsaugos reikalavimų aprašo patvirtinimo. Lietuvos Respublikos aplinkos ministro įsakymas. Valstybės žinios, 2006, Nr.5-159.
15. Dubra, V.; Styro, D.; Syrusienė V. Mineralinio azoto ir fosforo junginiai bei jų kitimas Baltijos jūros Lietuvos pakrantėje ir pasekmės. *Aplinkos inžinerija*, 1999, p. 207–211.
16. Europos Parlamento ir tarybos direktyva 2000/60/EB 2000 m. spalio 23 d. Nustatanti Bendrijos veiksmų vandens politikos srityje pagrindus.

17. Gailiušis, B.; Jablonskis, J.; Kovalenkoviėnė, M. *Lietuvos upės (Hidrografija ir nuotėkis)*. Kaunas: Lietuvos energetikos institutas, 2001. 796 p.
18. Gužys, S.; Berankienė, L.; Pauliukevičius, H.; Petrokienė, Z. Azoto ir fosforo kaita Nevėžyje ir jo intakuose. *Vandens ūkio inžinerija*, 2006, 29(49), p. 34–42.
19. Helsinkio komisija [interaktyvus]. [žiūrėta 2010 m. birželio 18 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.helcom.fi/helcom/en_GB/aboutus/>.
20. Galvydytė, V. Kėdainių miesto įtaka Nevėžio upės vandens kokybei. *9-osios jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“ Aplinkos apsaugos inžinerijos sekcijos medžiaga*, 2006, p. 523–529.
21. Kilkus, K. *Lietuvos vandenų geografija*. Vilnius: Apyaušris, 1998. 250 p.
22. Koriapina, N. Panevėžio miesto taršos įtaka Nevėžio upės vandens kokybei. *9-osios jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“ Aplinkos apsaugos inžinerijos sekcijos medžiaga*, 2006, p. 499–504.
23. Kutra, S.; Berankienė, L. Vidutinio dydžio upių nuolatinė ir atsitiktinė tarša bendruoju fosforu. *Vandens ūkio inžinerija*, 2007, 31(51), p. 66–73.
24. Lamsodis, R. Apie prielaidas melioracijos griovių gamtinėms funkcijoms plėtoti. *Vandens ūkio inžinerija*, 2001, 16 (38), p. 61–67.
25. Lielupės UBR valdymo planas [interaktyvus]. [žiūrėta 2011 m. gegužės 13 d.]. Prieiga per internetą: <http://vanduo.gamta.lt/files/patvirtinta_LRV_2010-11-17_d_nutarimu_Lielupes_planas_patvirtintas.pdf>.
26. Lietuvos geografinis žemėlapis [interaktyvus]. [žiūrėta 2010 m. gruodžio 6 d.]. Prieiga per internetą: <<http://robis.aha.lt/zemelapis/index.htm>>.
27. Lietuvos kaimo plėtros 2007–2013 metų programa. 2010 m. Konsoliduota versija. 438 p.
28. Lietuvos Respublikos vandens įstatymas. 1997 m. spalio 21 d. Nr. VIII-474.
29. Lietuvos upių vandens kokybės 2000 m. metraštis. Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija. 2000, 69 p.
30. Logiš, K. Nevėžio upės hidrocheminis vertinimas. *10-osios jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“ Aplinkos apsaugos inžinerijos sekcijos medžiaga*, 2007, p. 437–442.
31. Nemuno UBR valdymo planas [interaktyvus]. [žiūrėta 2011 m. gegužės 13 d.]. Prieiga per internetą: <http://vanduo.gamta.lt/files/patvirtinta_Nemuno_UBR_Planas.pdf>.
32. Nilsson, C.; Brittain, J. E. Remedial strategies in regulated rivers: introductory remarks. Regulated rivers. *Research & Management*, 1996, Vol. 12, p.166–179.
33. Povilaitis, A. Biogeninių medžiagų trendai pagal normalizuotą upių nuotėkį. *Vandens ūkio inžinerija*, 2003, 23 (43) – 24 (44), p. 33–42.

34. Poška, A.; Punys, P. *Inžinerinė hidrologija*. Kaunas, 1996. 451 p.
35. Pukštas, R. Biogeninių teršalų pernašos Nevėžio upe per 2006 m. pavasario potvynį analizė. *Vandens ūkio inžinerija*, 2006, 29(49), p. 57–60.
36. Ragauskas, S. Apsauginių būklės ir erozijos produktų patekimo į melioracijos griovius tyrimai ir vertinimas. *Vandens ūkio inžinerija*, 2004, 27 (47), p. 51–56.
37. Rutkoviėnė, V. M.; Sabienė, N. Aplinkos tarša [interaktyvus]. [žiūrėta 2010 m. birželio 16 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.lzuu.lt/nm/l-projektas/-Aplinkos_tarsa/titlas.htm>.
38. Šaulys, V. *Vandenu apsaugos politika ir teisė*. Vilnius: Technika, 2007. 158 p.
39. Šileika, A. S.; Kutra, S.; Berankienė, L. Nevėžio taršos fosfatais priešasčių tyrimai. *Vandens ūkio inžinerija*. 2000, 13(35), p. 31–39.
40. Šileika, A. S.; Gaigalis, K. Azoto ir fosforo kaitos Nevėžio baseino upėse tendencijos. *Vandens ūkio inžinerija*, 2008, 33(53), p. 39–49.
41. Šileika, A. S.; Gaigalis, K.; Baigys, G. Azoto ir fosforo junginių kaita Nevėžio upėje. *Vandens ūkio inžinerija*, 2007, 31(51), p. 15–26.
42. Šileika, A. S.; Kutra, G. J.; Gaigalis, K. Tree and Bush Vegetation as Buffer Zones in Lithuania. *Environmental research, engineering and management*, 1998, Vol. 2(7), p. 10–20.
43. Tarybos direktyva dėl vandenu apsaugos nuo taršos nitratais iš žemės ūkio šaltinių 91/676/EEB 1991 m. gruodžio 12 d.
44. Tumas, R. *Vandens ekologija*. Kaunas: Naujasis lankas, 2003. 352 p.
45. Unifikuoti nuotekų ir paviršinių vandenu kokybės tyrimų metodai. I dalis. Vilnius, 1994.
46. Vaikasas, S.; Poškus, V. Nevėžio upės Kėdainių mieste tėkmių ir nešmenų režimo natūriniai tyrimai. *Vandens ūkio inžinerija*, 2007, 31(51), p. 88–95.
47. Vaitiekūnienė, I. *Integruotas Lietuvos upių baseinų nuotėkio ir taršos vertinimas*. Daktaro disertacija. Kaunas: KTU, 2006. 131 p.
48. Valstybinė aplinkos monitoringo 2005–2010 metų programa. Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija. Vilnius, 2005. 59 p.
49. Ventos UBR valdymo planas [interaktyvus]. [žiūrėta 2011 m. gegužės 13 d.]. Prieiga per internetą: <http://vanduo.gamta.lt/files/patvirtinta_LRV_2010-11-17_d_nutarimu_Ventos_planas_patvirtintas.pdf>.
50. Vought, L. B. M. Restoration of streams in the agricultural landscape. *Restoration of Stream Ecosystems*, 1995, Vol. 37, p. 18–29.
51. Vought, L. B. M.; Dahl, J.; Pedersen, C. L.; Lacoursiere, J. O. Nutrient retention in riparian ecotones. *Ambio*, 1994, Vol. 23 (6), p. 342–348.