



VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

APLINKOS INŽINERIJOS FAKULTETAS

HIDRAULIKOS KATEDRA

Natalija Koriapina

**PANEVĖŽIO MIESTO ĮTAKOS NEVĖŽIO UPĖS VANDENS KOKYBEI IR
PREVENCINIŲ PRIEMONIŲ EKOLOGINEI SITUACIJAI GERINTI
ĮVERTINIMAS**

**THE ESTIMATION OF IMPACT OF PANEVĖŽYS CITY ON RIVER NEVĖŽIS
WATER QUALITY AND PREVENTIVE TOOLS FOR THE IMPROVEMENT OF
ECOLOGICAL SITUATION**

Baigiamasis magistro darbas

Vandens ūkio inžinerijos studijų programa, valstybinis kodas 62104T109

Aplinkos inžinerijos ir kraštotvarkos mokslo kryptis

Vilnius, 2006

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

APLINKOS INŽINERIJOS FAKULTETAS

HIDRAULIKOS KATEDRA

TVIRTINU

Katedros vedėjas

(Parašas)

(Vardas, pavardė)

(Data)

Natalija Koriapina

**PANEVĖŽIO MIESTO ĮTAKOS NEVĖŽIO UPĖS VANDENS KOKYBEI IR
PREVENCINIŲ PRIEMONIŲ EKOLOGINEI SITUACIJAI GERINTI
ĮVERTINIMAS**

**THE ESTIMATION OF IMPACT OF PANEVĖŽYS CITY ON RIVER NEVĖŽIS
WATER QUALITY AND PREVENTIVE TOOLS FOR THE IMPROVEMENT OF
ECOLOGICAL SITUATION**

Baigiamasis magistro darbas

Vandens ūkio inžinerijos studijų programa, valstybinis kodas 62104T109

Aplinkos inžinerijos ir kraštotvarkos mokslo kryptis

Vadovas _____ (Moksl.
laipsnis, vardas, pavardė) (Parašas) (Data)

Konsultantas _____
(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė) (Parašas) (Data)

Vilnius, 2006

**VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
APLINKOS INŽINERIJOS FAKULTETAS
HIDRAULIKOS KATEDRA**

Technologijos.....mokslo sritis
Aplinkos inžinerija ir kraštotvarka.....mokslo kryptis
Aplinkos inžinerija.....studijų kryptis
Vandens ūkio inžinerija.....studijų programa
.....specializacija

TVIRTINU
Katedros vedėjas

Antanas Lukianas
2006–02–14

**BAIGIAMOJO MAGISTRO DARBO
UŽDUOTIS
2006–02–14
Vilnius**

Studentei **Natalijai Koriapinai**

Baigiamojo darbo tema: ***„Panevėžio miesto įtakos Nevėžio upės vandens kokybei ir prevencinių priemonių ekologinei situacijai gerinti įvertinimas“***

patvirtinta 2006 m. kovo 07 d. dekanų įsakymu Nr. 122ap
baigiamojo darbo užbaigimo terminas 2006 m. birželio 01 d.

BAIGIAMOJO DARBO UŽDUOTIS

Pasirinktai mokslinio darbo temai įvardykite pagrindinius darbo tikslus ir uždavinius. Nurodykite darbo pasirinkimo motyvus, atskleiskite nagrinėjamų klausimų ištirtumą, naujumą bei aktualumą, t. y. teorinę bei praktinę reikšmę.

Pateikite klausimo ištirtumo analizę. Įvertinkite įvairių mokslininkų teiginių apie tirtąjį regioną, objektą teisingumą. Aptarkite krašto ūkio strateginės plėtros bei kitus dokumentus, susijusius su vandens naudojimu, apsauga ir vandens kokybės gerinimu.

Pagrįskite taikytų tyrimo metodų bei pasirinktų objektų tikslingumą. Pateikite šių metodų bei tiriamų objektų charakteristikas.

Pateikite tyrimų rezultatų analizę. Nustatykite ryšius, dėsningumus, jų patikimumą. Šiuos dėsningumus palyginkite su kitų autorių duomenimis bei išvadomis, išaiškinkite išryškėjusių skirtumų priežastis.

Padarykite darbo išvadas, įvardydami svarbiausius rezultatus, jų naujumą bei aktualumą.

Mokslinio darbo tema parenkite mokslinę publikaciją.

Baigiamojo darbo rengimo konsultantai:

VGTU Lietuvių kalbos katedros lektorė Regina Žukienė

Vadovas

Valentinas Šaulys, docentas, daktaras

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Aplinkos inžinerijos fakultetas

Hidraulikos katedra

ISBN ISSN

Egz. sk. 3

Data 2006-05-29

Vandens ūkio inžinerijos studijų programos baigiamasis magistro darbas

Pavadinimas **Panevėžio miesto įtakos Nevėžio upės vandens kokybei ir prevencinių priemonių ekologinei situacijai gerinti įvertinimas**

Autorius **Natalija Koriapina**

Vadovas doc. dr. **Valentinas Šaulys**

Kalba

☐

lietuvių

☐

užsienio

Anotacija

Baigiamajame magistro darbe nagrinėjama Panevėžio miesto įtaka Nevėžio upės vandens kokybei (1994–2004 m.). Surinkti ir apdoroti duomenys, nustatytas ir išanalizuotas vandens užterštumas biogeninėmis medžiagomis (nitritai, nitratai ir fosfatai) ir organinėmis medžiagomis (biocheminis deguonies suvartojimas ir bichromatinė oksidacija). Gautų tyrimo rezultatų patikimumui pagrįsti atlikti statistiniai skaičiavimai, pateikta duomenų analizė. Įvertintos prevencinės priemonės ekologinei situacijai gerinti. Išnagrinėjus Panevėžio miesto buitinių ir pramoninių nuotekų įtaką Nevėžio upės vandens kokybei, pateikiamos baigiamojo darbo išvados ir siūlymai.

Darbą sudaro 7 dalys: įvadas, regiono apžvalga, tyrimų metodika ir organizavimas, rezultatų analizė ir aptarimas, prevencinės priemonės ekologinei situacijai gerinti, išvados ir siūlymai, literatūros sąrašas.

Darbo apimtis – 60 p. teksto be priedų, 15 iliustr., 8 lent., 30 bibliografiniai šaltiniai.

Atskirai pridedami darbo priedai.

Prasminiai žodžiai: biogeninės medžiagos, organinės medžiagos, prevencinės priemonės, vandens kokybė.

Vilniaus Gediminas technical university

Environmental Engineering faculty

Hydraulics department

ISBN ISSN

Copies No. 3

Date 2006-05-29

Water Economy Engineering study programme master thesis.

Title: **Estimation of impact of Panevėžys city on river Nevėžis water quality and preventive tools for the improvement of ecological situation**

Author **Natalija Koriapina**

Executive doc. dr. **Valentinas Šaulys**

Thesis language

☐

Lithuanian

☐

Foreign (English)

Annotation

This research deals with Panevėžys city on the river Nevėžis water quality from 1994 to 2004 years. There was collect and work up the information. There was determined the water pollution of biogenical (nitrites, nitrates, phosphates) substances and of the organic substances (biochemical usage of oxygen and chemical usage of oxygen). After the statistical calculation there was determined and presented the analysis of statistical data. There was estimated preventive tools for the improvement of ecological situation. According to estimations of pollution by industrial and domestic sewage of Panevėžys on the water quality of Nevėžis river there were presented conclusions and suggestions.

Structure: introduction, the region's survey, methodics and organization of analysis, results' analysis and discussion, preventive tools for the improvement of ecological situation, conclusions and suggestions, references.

Thesis consist of: 60 p. text without extras, 15 pictures, 8 tables, 30 bibliographical entries.

Appendixes included.

Keywords: biogenical substances, organic substances, preventive tools, water quality.

Turinys

Įvadas.....	9
1. Regiono apžvalga.....	11
1.1. Baltijos jūros baseino apžvalga.....	11
1.2. Nevėžio upės baseino apžvalga	12
1.2.1. Ežerų plotas baseine.....	14
1.2.2. Reljefas.....	15
1.2.3. Dirvožemiai ir geologinės sąlygos.....	15
1.2.4. Augmenija.....	15
1.2.5. Baseino klimato charakteristika.....	16
1.3. Šalies ir ES teisės aktų, susijusių su vandenų apsauga ir valdymu apžvalga.....	16
1.3.1. Lietuvos Respublikos Vandens įstatymas.....	16
1.3.2. Mokesčio už aplinkos teršimą įstatymas.....	17
1.3.3. Bendroji vandens direktyva (2000/60/EB).....	17
1.3.4. Direktyva dėl vandenų apsaugos nuo taršos nitratais iš žemės ūkio šaltinių (Nitrato direktyva) 91/676/EEC.....	18
1.3.5. Darnaus Lietuvos vystymosi strateginė analizė.....	19
1.3.6. Panevėžio regiono plėtros planas 2004–2006 m.....	21
2. Tyrimų metodika ir organizavimas.....	22
2. 1. Hidrocheminis upės vandens vertinimas.....	23
2.2. Hidrobiologinis vertinimas.....	25
2.3 . Duomenų statistinė analizė.....	26
2.3.1. Vienfaktorinė dispersinė analizė.....	27
3. Rezultatų analizė ir aptarimas.....	30
3.1. Hidrocheminis upės vertinimas.....	30
3.1.1. Biocheminis deguonies suvartojimas	31
3.1.2. Bichromatinė oksidacija.....	34
3.1.3. Biogeninės medžiagos.....	37
3.2. Hidrobiologinis Nevėžio upės vertinimas.....	45
3.3. Mokslinių publikacijų upių vandens kokybės klausimais apžvalga.....	46
3.4. Panevėžio miesto įtaka Nevėžio upės vandens kokybei.....	47
4. Prevencinės priemonės ekologinei situacijai gerinti.....	53
4.1. Ekonominės priemonės.....	53
4.2. Techninės priemonės.....	54
Išvados ir pasiūlymai.....	58

Naudota literatūra.....	59
--------------------------------	-----------

PRIEDAI

Paveikslų sąrašas

1.1 pav. Nevėžio baseino iki Panevėžio miesto dalis	12
1.2 pav. Lietuvos upių baseinų rajonai	13
1.3 pav. Lietuvos upių pabaseiniai	13
1.4 pav. Nevėžio pabaseinis	14
2.1 pav. Vandens kokybės stebėjimo punktai aukščiau ir žemiau Panevėžio miesto	23
3.1 pav. BDS ₇ kitimo dinamika Nevėžio upės vandenyje aukščiau ir žemiau Panevėžio 1994–2004 m. laikotarpyje	33
3.2 pav. ChDS _{Cr} kitimo dinamika Nevėžio upės vandenyje aukščiau ir žemiau Panevėžio 1994–2004 m. laikotarpyje	36
3.3 pav. Nitritų kitimo dinamika Nevėžio upės vandenyje aukščiau ir žemiau Panevėžio 1994–2004 m. laikotarpyje	39
3.4 pav. Nitratų kitimo dinamika Nevėžio upės vandenyje aukščiau ir žemiau Panevėžio 1994–2004 m. laikotarpyje	41
3.5 pav. Fosfatų kitimo dinamika Nevėžio upės vandenyje aukščiau ir žemiau Panevėžio 1994–2004 m. laikotarpyje	44
3.6 pav. Fitoplanktono biomasės kitimas, mg/l	45
3.7 pav. Fitoplanktono saprobiškumo indeksai aukščiau ir žemiau Panevėžio	45
3.8 pav. Zooplanktono biomasės kitimas, mg/l.....	45
3.9 pav. Zooplanktono saprobiškumo indeksai aukščiau ir žemiau Panevėžio	46
3.10 pav. Panevėžio miesto įmonės („Panevėžio gatvės“) išmetamų nutekamųjų vandenų vidutinės nitratų ir fosfatų koncentracijos, mg N/l ir mg P/l	51

Lentelių sąrašas

2.1 lentelė. Didžiausios leistinos medžiagų koncentracijos upių vandenyse (DLK).....	22
2.2 lentelė. Skaičiavimo algoritmas.....	28
2.3 lentelė. Skaičiavimo algoritmas.....	28
3.1 lentelė. Vienfaktorinė dispersinės analizės skaičiavimo rezultatai, BDS ₇	31
3.2 lentelė. Vienfaktorinė dispersinės analizės skaičiavimo rezultatai, ChDS _{Cr}	34
3.3 lentelė. Vienfaktorinė dispersinės analizės skaičiavimo rezultatai, NO ₂ -N.....	37
3.4 lentelė. Vienfaktorinė dispersinės analizės skaičiavimo rezultatai, NO ₃ -N.....	40
3.5 lentelė. Vienfaktorinė dispersinės analizės skaičiavimo rezultatai, PO ₄ -P.....	42

Įvadas

Vandens ekologinė reikšmė biosferai – labai didelė. Vanduo yra būtinas viskam, kas gyva žemėje. Apie 97 % pasaulio vandens yra vandenynuose. Gėlas vanduo sudaro tik labai mažą dalį (2,38 %) visame Pasaulio vandens balanse, beveik trečdalis jo yra ledynų pavidalu, požeminis vanduo sudaro 0,63 %, paviršinis – 0,02 %. Upių ir gruntinis vanduo – pagrindiniai vandens šaltiniai, kuriais naudojasi žmonija. Didžiausi vandens naudotojai ir teršėjai yra stambūs miestai, pramonės įmonės, elektrinės. Gyvenvietėms ir pramonės įmonėms patogų leisti savo nuotekas į gretimas upes ir ežerus, nemažai biogeninių teršalų patenka į upes iš žemės ūkio. Prasta vandens kokybė kelia rimtą grėsmę žmonių sveikatai ir ekonomikos vystymuisi. Darbe nagrinėjama Panevėžio miesto įtaka Nevėžio upės vandens kokybei ir aptariamos prevencijos priemonės ekologinei situacijai gerinti

Darbo tikslas

Darbo tikslas – išanalizuoti hidrocheminių ir hidrobiologinių tyrimų duomenis bei nustatyti dabartinę Nevėžio upės vandens kokybę, biogeninių ir organinių medžiagų koncentracijų kitimo dėsningumus, įvertinti Panevėžio miesto įtaka Nevėžio upės vandens kokybei, nustatyti kaip Panevėžio buitinės ir pramoninės nuotekos veikia Nevėžio upės vandens kokybę ir pasiūlyti prevencines priemones ekologinei situacijai gerinti.

Darbo uždaviniai

Norint pasiekti darbo tikslą, reikia spręsti tokius uždavinius – surinkti ir apdoroti duomenis, apibūdinančius Nevėžio upės vandens kokybę, išanalizuoti juos, nustatyti nagrinėjamos upės užterštumą, nustatyti, kokie taršos šaltiniai yra vienam didžiųjų Lietuvos pramonės centre – Panevėžio mieste, palyginti Nevėžio vandens kokybę aukščiau ir žemiau Panevėžio ir nurodyti koncentracijų kitimo per tyrimo laikotarpį tendencijas bei atlikti statistinę duomenų analizę; pateikti LR įstatymų bei kitų normatyvinių aktų, susijusių su nagrinėjama tema, t.y. svarbiausių reikalavimų, susijusių su vandens naudojimu, apsauga ir vandens kokybės gerinimu analizę; pateikti pagrindinių Europos Sąjungos dokumentų, susijusių su nagrinėjama tema, esminių reikalavimų analizę; atlikti mokslinių publikacijų, artimų pasirinktai temai, apžvalgą, pateikti pasiūlymus ekologinei situacijai pagerinti.

Temos aktualumas

Lietuvai įstojus į Europos Sąjungą (ES), pasikeitė reikalavimai, keliami vandens kokybei, kadangi vandenų sektorius ES yra viena griežčiausiai reguliuojamų ES aplinkosaugos sričių. LR įstatymai turi būti suderinti su ES direktyvų reikalavimais. Todėl reikia skirti dar daugiau dėmesio aplinkos, iš jų ir vandens apsaugai.

Nevėžis priklauso Nemuno baseinui, Nemunas savo vandenį plukdo į Baltijos jūrą. Būtent su Nemuno upės vandenimis į Baltijos jūrą patenka daugiausiai teršalų (97 % visų teršalų, patenkančių iš Lietuvos Respublikos teritorijos). Nešvarus Nevėžio ir kitų upių vanduo kelia nerimą. Pagerinti esamą situaciją įmanoma, tik turint atitinkamą informaciją – kokių medžiagų koncentracijos viršija leistinas, kiek daug jos viršija normas, kas labiausiai kenkia ekologijai, kokie yra pagrindiniai Nevėžio upės vandens teršėjai ir kas kelia didžiausią grėsmę, bei kokios galimos prevencinės priemonės ekologinei situacijai gerinti.

Temos naujumas

Šiame darbe nagrinėjama situacija, susidariusi per paskutiniuosius vienuolika metų. Panevėžys yra gana didelis pramonės miestas, todėl augant pramonės įmonių skaičiui, didėja ir sutelktųjų taršos šaltinių skaičius, atsiranda naujų vandens teršėjų. Šiame darbe nagrinėjama pramonės įmonių įtaka Nevėžio upės vandens kokybei 1994–2004 metų laikotarpiu.

Be to, pasikeitė reikalavimai, keliami vandens kokybei, nes pasikeitė Lietuvos ekonominė situacija. Priimti nauji teisės aktai, reglamentuojantys vandens kokybę bei valdymą.

1. Regiono apžvalga

1.1. Baltijos jūros baseino apžvalga

Baltijos jūros baseinas – didelė teritorija (1,7 mln. km²). Joje gyvena 80 mln. žmonių. Baseino teritorijoje įsikūrę miestai: Sankt Peterburgas, Helsinkis, Talinas, Ryga, Vilnius, Varšuva, Kopenhaga, Stokholmas ir kiti. Baseine daug stambių ežerų ir upių.

Į Baltijos jūrą savo vandenį plukdo stambios upės – Neva (Rusija, vidutinis daugiametis debitas – 2400 m³/s), Vysla (Lenkija – 1065), Dauguva (Latvija – 659), Nemunas (Lietuva – 632) ir daug kitų.

Vidutinis daugiametis visų upių nuotėkis į Baltijos jūrą – 450 km³, kuris kasmet gerokai kinta: drėgnais metais (1924) visų upių debitas – 19500 m³/s, sausais (1976) – 11100 m³/s.

Baltijos jūra jautri upių atnešamai taršai, nes su kitomis jūromis ji siejasi tik siauru Kategato sąsiauriu.

Baltijos regiono klimatas apibūdinamas kaip sąlyginai švelnus ir priklauso Atlanto-Arktikos vidutinei zonai. Pietinėje Baltijos dalyje būna švelnios žiemos, šiaurės kryptimi jos tampa atšiauresnės, o Suomijos šiaurėje – vėlyvi pavasariai ir trumpos vasaros. Kritulių – perteklius, nes Baltijos regionas yra šalia Baltosios ir Barenco jūrų bei Atlanto, kur aktyvūs ciklonai.

Baltijos jūros krantai, ypač archipelago zona, yra labai įvairūs, nes skirtingai išsidėstęs jūros dugnas, įvairios vandens srovės, flora ir fauna, druskingumas. Nuo šitų rodiklių priklauso Baltijos jautrumas taršai. Daug kur jūros pakrantėje gausiai augalijos ir gyvūnijos, ten susikaupia daugiau nuosėdų nei atviroje jūroje. Sekli pakrantė yra žuvų buveinė ir nerštavietė.

Pakrančių jautrumas natūraliai ir antropogeninei taršai priklauso nuo vandens apykaitos, vandens srovių dinamikos priedugnyje bei kitų sąlygų. Vandens apykaita su šalia esančiomis vandens masėmis svarbi, nes nuo jos priklauso, kaip greitai išmaišoma patekusi į pakrantę tarša, kaip pasiskirsto grunto dalelės (būsimos nuosėdos). Kur ši apykaita lėta, pakrančių biologinės produkcijos gausu, mažesnė deguonies apykaita.

Baltijos jūros baseine dirbamų žemių – 175 mln. ha, apie 35 mln. ha (20 proc.) iš jų – ariamos, 10 mln. ha – ganyklos. Baltijos regione drėkinamų ariamų žemių nedaug – 3-4 proc.

Žemės ūkio laukų tręšimas, gyvulininkystė gerokai teršia Baltijos jūrą. Per metus į ją patenka apie 1,6 mln. tonų azoto, o pusė to kiekio – užterštas vanduo (nuotėkis) iš žemės ūkio. Mažiau iš žemės ūkio laukų patenka fosforo. Iš Lietuvos patenka 47 tūkst. tonų azoto ir 1450 tonų fosforo.

Baltijos šalyse (vandentiekiui) suvartojama apie 200 l/asmeniui vandens per parą ir dukart daugiau pramonės reikalam [1].

Lietuva – viena iš trijų Baltijos valstybių, kurios plotas 65 200 km, o gyventojų skaičius siekia 3,6 milijono. Geografinė Lietuvos padėtis palanki paviršinio ir požeminio vandens išteklių formavimuisi. Čia yra 29 000 upių, kurių bendras ilgis 64 000 km. Didžiausios šalyje Nemuno upės baseinas užima 74% šalies teritorijos. 2850 ežerų yra didesni kaip 0,5 ha, o jų bendras plotas sudaro 908 km². Vidutinis metinis kritulių kiekis siekia 748 mm. Vienam Lietuvos gyventojui per metus tenka virš 7 tūkstančių m³ paviršinio vandens [2]. Svarbiausia Vidurio Lietuvos upė – Nevėžis (ilgis 209 km, baseino plotas 6146 km²).

1.2. Nevėžio upės baseino apžvalga

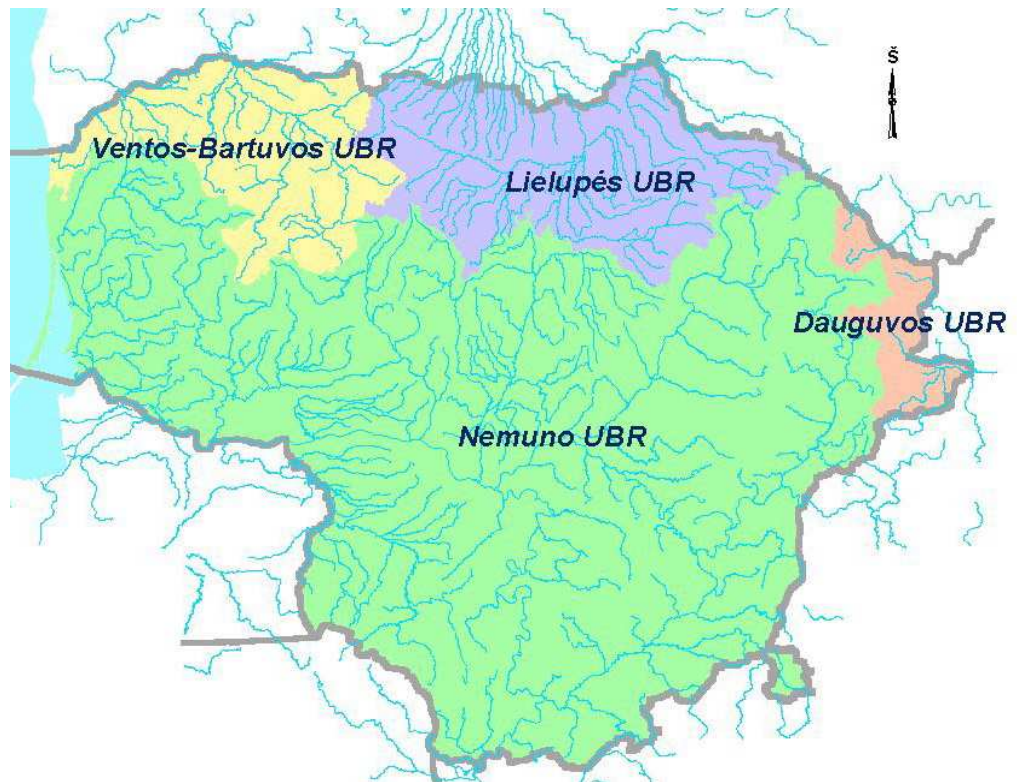
Tyrinėjimo objektas yra Nevėžio upės dalis tekanti per Panevėžio miestą (1.1 pav.)



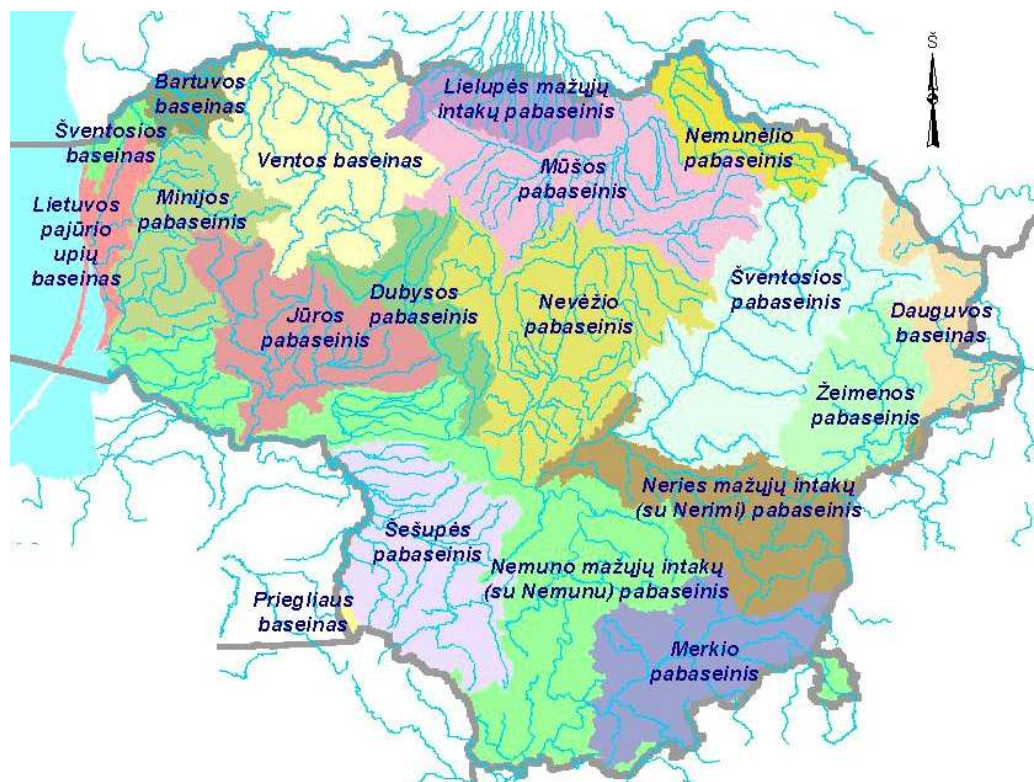
1.1 pav. Nevėžio baseino iki Panevėžio miesto dalis [3], [4].

Panevėžys įsikūrė abipus Nevėžio upės, tai vienas didžiųjų Lietuvos miestų Šiaurės Lietuvoje. Miesto plotas – 4922 ha, gyventojų skaičius – 119 tūkstančių. Panevėžys – pramonės miestas (29 stambios pramonės įmonės), dominuoja maisto ir gėrimų pramonė bei radijo, televizijos ryšių įrenginių ir prietaisų gamyba. Akcinės bendrovės *Sema* pagrindinė veikla – alkoholinių gėrimų, spirito, mielių, techninių produktų gamyba, AB *Panevėžio pienas* – pieno produktų gamyba, AB *Linuva* – linų pramonė, UAB *Panevėžio gatvės* – kelių tiesimas, AB *Nevėžis* – drabužių gamyba ir prekyba.

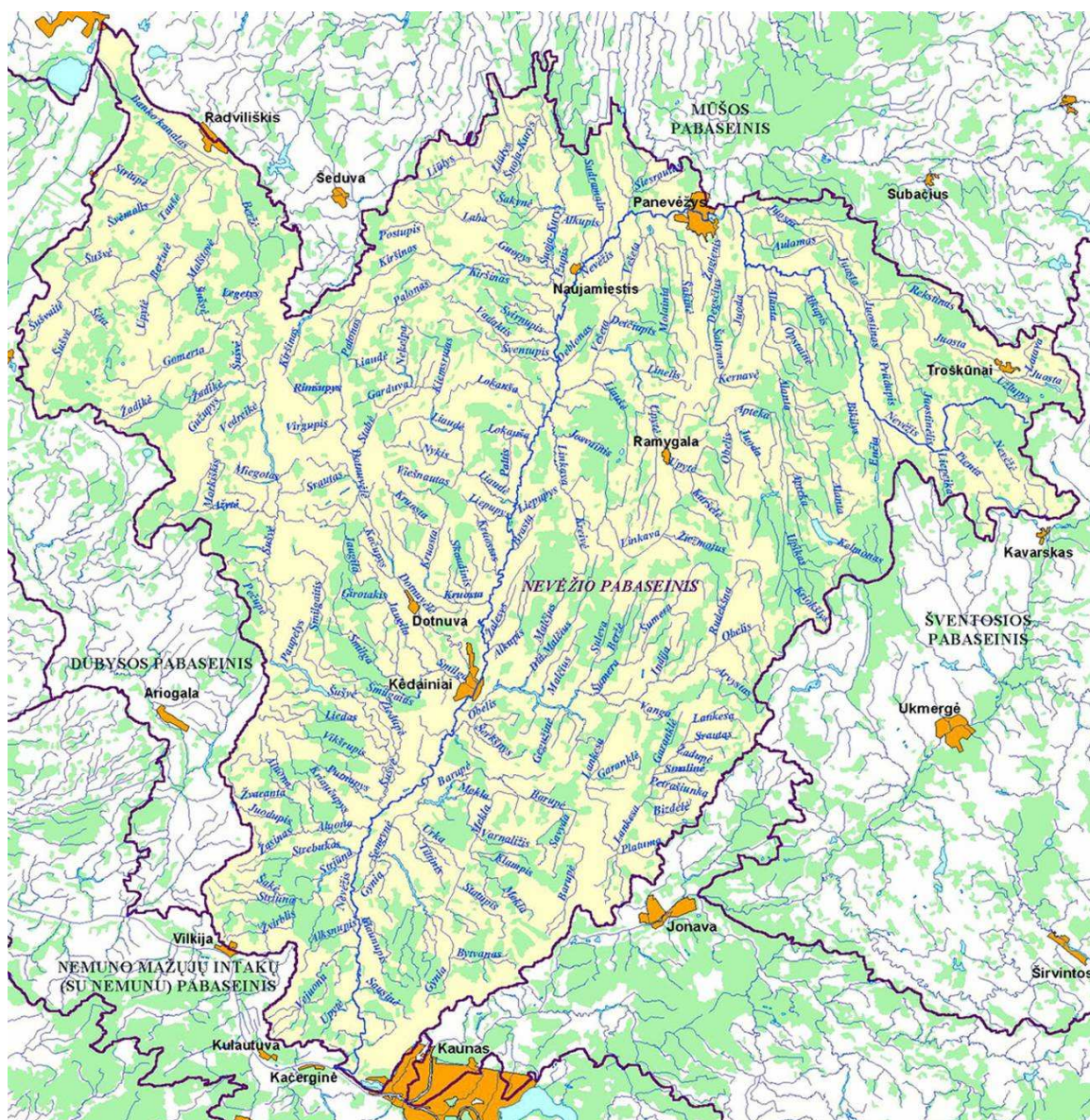
Nevėžis – svarbiausia Vidurio Lietuvos upė (ilgis 209 km). Ji prasideda šlapiuose miškuose apie 6 km į pietryčius nuo Troškūnų miestelio. Nevėžis priklauso Nemuno upių baseinų rajono (1.2 pav.), Nevėžio pabaseiniui (1.3 pav., 1.4 pav.). Nevėžio baseinas išsidėstęs Vidurio žemumoje. Visas upės baseino plotas – 6146 km², o iki Panevėžio plotas – 1130 km².



1.2 pav. Lietuvos upių baseinų rajonai [3].



1.3 pav. Lietuvos upių pabaseiniai [3].



1.4 pav. Nevėžio pabaisėnis [5].

1.2.1. Ežerų plotas baseine

Nevėžio upės baseino ežeringumas – 0,09 %, ežerų, didesnių kaip 0,5 ha, yra 89, jų suminis plotas 5,28 km², t.y. vyrauja maži ežerėliai (mažesni kaip 5 ha). Jie išsidėstė trim juostom: rytinė ir vakarinė juostos (jose paplitę ledyninės kilmės ežerai) eina ledyno Nevėžio plaštakos kraštiniais dariniais, o upinės kilmės ežerėlių juosta apima Nevėžio vidurupį ir žemupį. Didžiausi ežerai: Lėnas (2,08 km²), Juodis (0,44 km²), Juostinas (0,38 km²), Enčias (0,30 km²). Giliausias ežeras yra Juostinas (25 m), kiti yra seklesni. Kai buvo sausinamos pašlapusios žemės, daugelio ežerų vandens lygis pažemėjo (Lėno – 0,4 m, Juostino – 1,4 m), bet pastačius nuotėkio reguliatorius vėl buvo pakeltas. Ežerų stygių Nevėžio baseine kompensuoja tvenkiniai [6].

1.2.2. Reljefas

Nevėžis teka trejopo lygio lygumomis ir ledyno tirpsmo vandenų nuosrūvos latakais. Aukštupys, kertantis 80–90 m NN aukščio lygumą, yra ištiesintas ir vanduo srūva 3–4 m pločio kanalu, vietomis pristabdomas specialių 0,5 m aukščio slenksčių. Kanalas driekiasi senslėniu, kuriuo prielėdyninio baseino vandenys tekėjo Šventosios link, o vėliau, kai pasikeitė nuolydis, pasuko į Lėvenį. Iš rytų į vakarus orientuota slėnio atkarpa ties Panevėžiu yra siauresnė ir seklesnė, ją prieš 9000 metų pradėjo plūsti iš Lėvens atkariauto aukštupio vandenys į anksčiau suformuotą Nevėžio slėnį – Nemuno link. Nevėžio senslėnis yra apie 1 km pločio, turi plačias salpas ir terasas. Slėnio gylis – 15–20 m, o pačiame žemupyje – iki 50 m. [6].

1.2.3. Dirvožemiai ir geologinės sąlygos

Nevėžio baseino paviršiuje vyrauja sunkesnės mechaninės sudėties karbonatinės uolienos (smėlingi plotai užima apie 10 %). Dirvožemiai mažai nujaurėję (jaurėjimas – procesas, kai didelė dalis vandenyje ištirpusių medžiagų išnešama į dirvožemio ir gilesnius žemės sluoksnius), jų iliuvinis sunkesnės mechaninės sudėties horizontas slūgso negiliai, ir dirvožemis virš šios santykinės vandensparos dažnai esti pašlapęs. Nevėžio aukštupyje dirvožemiai išplauti truputį giliau [6].

Nevėžio baseine – derlingiausios Lietuvos žemės. Čia vyrauja glėjiški balkšvažemiai, kurių molio dalelių yra 17–28 %, viršutinių (0–0,2 m) dirvožemio sluoksnių tankis – 1,29–1,30 t/m³, gilesnių – 1,60–1,94. Humuso koncentracija 2,7–3,1 %, azoto – 0,2 %, filtracijos koeficientas – 0,8–1,3 mm/h. Šiek tiek išsiskiria Juostos intako priemoliai su mažesniu molio dalelių kiekiu – 10,10–14,70 % ir mažesne humuso koncentracija – 0,80–3,30 % [1].

1.2.4. Augmenija

Nevėžio aukštupyje yra pelkių (baseino pelkėtumas iki Panevėžio yra apie 6 %), kurios šiame baseine išsidėsčiusios aukštupiuose, upių ištakose. Tai Bernardinka, Vismalai ir Užuraistis Juostos aukštupyje. Miškų išliko nedaug – apie 17 % ploto (aukštupyje – apie 21 %). Aukštupyje vyrauja šilagirės, o buvusius eglynus daug kur pakeitė smulkialapiai medynai. Vidurupyje kai kur išliko pušynų. Nevėžio baseinas yra antropogenizuotas. Žemės ūkis užima apie 45 % baseino ploto [6].

1.2.5. Baseino klimato charakteristika

Nevėžio baseinas priskiriamas Vidurio Lietuvos klimatiniam parajoniui. Vidutinė metinė temperatūra 5,6–6,5°C. Pasak K. Kilkaus [6], Nevėžio baseine per metus iškrinta 650–700 mm kritulių, 70 % jų – šiltuoju metų laiku. Nevėžį ir jo intakus dosniausiai maitina sniego tirpsmo vandenys ir lietaus vandenys, bet ne ką mažesnis ir lietaus indėlis.

1.3. Šalies ir ES teisės aktų, susijusių su vandenų apsauga ir valdymu apžvalga

Pagrindiniai šalies ir Europos Sąjungos dokumentai, susiję su vandens kokybe būtų: LR Vandens įstatymas [7], Mokesčio už aplinkos teršimą įstatymas [8], bendroji vandens direktyva (2000/60/EB) [9], direktyva dėl vandenų apsaugos nuo taršos nitratais iš žemės ūkio šaltinių 91/676/EEC [10], Darnaus Lietuvos vystymosi strateginė analizė [11].

1.3.1. Lietuvos Respublikos vandens įstatymas

Šis įstatymas reglamentuoja santykius, atsirandančius naudojant, valdant ir saugant gamtinėje aplinkoje esantį vandenį.

Įstatymo tikslas:

- 1) neleisti prastėti vandens ekosistemų ir ekosistemų, tiesiogiai priklausomų nuo vandens, būklei, ją apsaugoti ir (arba) pagerinti;
- 2) gerinti vandens kokybę įgyvendinant priemones, skirtas laipsniškai mažinti pavojingų medžiagų ir nutraukti prioritetinių pavojingų medžiagų patekimą į vandenį;
- 3) racionaliai ir subalansuotai naudoti vandenį;
- 4) mažinti žalingą vandens poveikį.

Šiuo Įstatymu siekiama vandens apsaugos valdymą suderinti su Europos Sąjungos teisės akto, nurodyto Įstatymo priede, nuostatomis.

Įstatymas reglamentuoja nuosavybės teisę į vandens telkinius, vandens naudotojų teises ir pareigas, vandens naudojimo valstybinį reguliavimą, vandens apsaugą ir valdymą, monitoringą ir informacijos valdymą.

Vandens apsaugos ir valdymo principinės nuostatos

Vandens apsauga ir valdymas organizuojami upių baseinų rajonų pagrindu. Šiuo tikslu:

- 1) visa Lietuvos Respublikos teritorija suskirstoma upių baseinų rajonais;
- 2) kiekviename upių baseinų rajone organizuojamas vandens telkinių ir vandens valdymo, naudojimo bei apsaugos administravimas;

- 3) įvertinama kiekvieno upių baseinų rajono būklė ir žmogaus veiklos poveikis jai, atliekama vandens apsaugos, naudojimo ir valdymo ekonominė analizė;
- 4) kiekvienam upės baseinui nustatomi vandensaugos tikslai;
- 5) kiekvienam upių baseinų rajonui parengiama priemonių programa vandensaugos tikslams pasiekti;
- 6) kiekvienam upių baseinų rajonui parengiamas upių baseinų rajono valdymo planas priemonių programai įgyvendinti [7].

1.3.2. Mokesčio už aplinkos teršimą įstatymas

Mokesčio už aplinkos teršimą įstatymas nustato mokesčio už aplinkos teršimą mokėjimo tvarką ir kontrolę. Nevėžio vanduo yra teršiamas iš stacionarių taršos šaltinių, įvairių gamyklų, todėl šis įstatymas yra labai aktualus.

Įstatymo paskirtis – ekonominėmis priemonėmis skatinti teršėjus mažinti aplinkos teršimą, vykdyti atliekų prevenciją ir tvarkymą, neviršyti nustatytų teršalų išmetimo į aplinką normatyvų, taip pat iš mokesčio kaupiti lėšas aplinkosaugos priemonėms įgyvendinti.

Įstatymo priede nustatomi mokesčio už aplinkos teršimą iš stacionarių taršos šaltinių tarifai, iš jų ir teršalų, išmetamų į vandens telkinius, žemės paviršių ir gilesnius jos sluoksnius (BDS₇, bendrasis azotas, bendrasis fosforas, suspenduotos medžiagos, sulfatai, chloridai) [8].

1.3.3. Bendroji vandens direktyva (2000/60/EB)

Direktyva dėl Bendrijos veiksmų vandens politikos srityje sistemos sukūrimo (sutrumpintai – Bendroji vandens direktyva), (Water Framework Directive, WFD) pradėjo galioti 2000 m. gruodžio 22 d. Ši direktyva prisideda prie radikalių vandens politikos ir vandentvarkos ūkio pokyčių ES valstybėse narėse. Pagrindinius direktyvos tikslus galima apibendrinti taip:

- siekti, kad iki 2015 m. paviršinis, požeminis ir pakrančių vanduo, būtų geros būklės, o geros ir labai geros būklės vandens telkiniai tokie ir išliktų;
- upių baseinų valdymo principu pagrįstas vandens išteklių valdymo principas, kuris turėtų būti taikomas visiems veiksniams, turintiems įtakos vandens kokybei baseino teritorijoje;
- numatytos vandens išteklių apsaugos priemonės turi būti parenkamos remiantis ekonominio efektyvumo kriterijais.

Kitaip nei anksčiau, dabar didžiausias dėmesys vandens politikoje skiriamas vandens telkiniui ir jo bendrai ekologiškai kokybei, o ne vandens, kaip vieno iš išteklių, naudojimui. Direktyvoje

aptariamais visi aplinką veikiantys veiksniai: vandens ėmimas iš telkinių, morfologiniai pokyčiai, vandens tarša iš sutelktųjų ir pasklidusių vandens taršos šaltinių ir pan.

Tikslai, išdėstyti Bendrojoje vandens direktyvoje, turi būti įgyvendinti per pakankamai trumpą laiką. Iki 2003 m. gruodžio mėn. Nacionalinės teisės aktai buvo suderinti su direktyva. Iki 2004 m. pabaigos buvo parengta vandens telkinių būklės ataskaita, apimanti kiekvieno upės baseino tyrimus, saugomų plotų registrą, antropogeninio poveikio apžvalgą ir vandens naudojimo ekonominę analizę. Iki 2006 m. šios informacijos reikės vykdant monitoringo programas. Remiantis vandens telkinių būklės ataskaita ir monitoringo rezultatais, bus numatytos priemonių programos ir iki 2009 m. paskelbtas Upių baseinų priežiūros planas. Priemonių programos bus vykdomos iki 2012 m., aplinkos apsaugos tikslai turi būti įgyvendinti iki 2015 m. [12].

1.3.4. Direktyva dėl vandenų apsaugos nuo taršos nitratais iš žemės ūkio šaltinių (Nitrato direktyva) 91/676/EEC

Kaip teigia Kilkus [6] Nevėžio vandenyse biogeninių medžiagų, tarp jų ir nitrato koncentracija dažnai viršija leistinas normas, ši direktyva yra labai aktuali, norint pagerinti esamą situaciją. Panevėžio rajonas yra intensyvios žemdirbystės rajonas ir tai be abejo veikia Nevėžio baseiną tarp matavimo postų prieš ir už Panevėžio, be to, Panevėžio rajono gyventojai turi pasodybinius sklypus, kuriuose yra ūkininkaujama; sudėjus šiuos mažus žemės plotelius gautume didžiulį žemės plotą.

Šios direktyvos tikslas – sumažinti neigiamą trąšų poveikį geriamojo vandens šaltiniams bei ekosistemoms ribojant neorganinių trąšų ir mėšlo naudojimą žemės ūkio kultūroms tręšti, kontroliuoti taršos šaltinius, kurių monitoringą vykdyti šiaip yra keblu: būtent, pasklidąją požeminių ir paviršinių vandenų taršą. Prie prevencinių priemonių gali būti priskirtas vandens taršos mažinimas pačiame taršos šaltinyje vietoj vandens užterštumo mažinimo vamzdžio gale.

Direktyvoje pateikiamas išsamus sąrašas vandens šaltinių, kuriems gali pakenkti nitratai. Į šį sąrašą įeina:

- paviršiniai vandenys, ypač tie, kurie naudojami geriamajam vandeniui ruošti;
- požeminiai vandenys, kuriuose yra nitrato;
- gėlavandeniai ežerai, kiti gėlavandeniai telkiniai, upių žiotys, jūros priekrančių vandenys ir jūros vandenys, kuriuose jau vyksta ar gali prasidėti eutrofikacija.

Direktyvoje reikalaujama, kad teritorijos, kurių vandens perteklius nuteka į išvardytus vandens telkinius ir gali prisidėti prie jų taršos, būtų traktuojamos kaip jautrios zonos. Jų paskirtis turi būti nustatyta remiantis vienerių metų monitoringo programa, kurią reikėtų reguliariai kartoti.

Šioms jautrioms zonoms stabilizuoti turi būti sukurtos ir įgyvendintos veiksmų programos, kurias kas ketverius metus būtina patikslinti. Direktyvoje numatomos šios minimalios priemonės:

- nustatyti laikotarpius, kai draudžiamas tam tikrų trąšų naudojimas;
- riboti naudojamų trąšų kieki;
- riboti galvijų mėšlo kiekį hektarui iki 170 kg N arba 210 kg N per pirmuosius ketverius veiksmų programos įgyvendinimo metus;
- numatyti sąlygas, nuo kurių priklauso, koks galvijų mėšlo kiekis leidžiamas laikyti ūkyje;
- parengti gero ūkininkavimo taisyklių rinkinį.

Valstybės narės privalo kas ketverius metus teikti Komisijai informaciją apie jautrių taršai zonų paskirtį, vandens kokybės monitoringo rezultatus, veiksmų programas ir gerą ūkininkavimo patirtį [13].

1.3.5. Darnaus Lietuvos vystymosi strateginė analizė

Nacionalinė darnaus vystymosi strategija patvirtinta Lietuvos Respublikos Vyriausybės 2003 m. rugsėjo 11 d. nutarimu Nr. 1160.

Darnaus Lietuvos vystymosi strateginės analizės objektas – vidaus ir išorės veiksniai ir procesai, lemiantys darnaus vystymosi požiūriu Lietuvos vystymosi stiprybes, silpnybes, galimybes ir grėsmes. Analizuojant stiprybes ir silpnybes, daugiausia dėmesio skirta svarbiausiems pereinamojo laikotarpio vidaus veiksniams. Tolesnės darnaus vystymosi galimybės ir grėsmės daugiausia nagrinėtos Lietuvos integracijos į ES ir globalizacijos sąlygomis.

Vandens naudojimas (neskaitant vandens, naudojamo energetikos reikmėms – daugiausia Ignalinos AE aušinimui) pastarąjį dešimtmetį sumažėjo beveik 4 kartus, daugiau kaip 2,5 karto sumažėjo ir užteršto vandens nuotekų. Pastaruoju metu pastatyta nemažai naujų valymo įrenginių ir modernizuota esamų, 99 % užteršto vandens nuotekų prieš išleidžiamos į atvirus vandens telkinius (daugiausia upes) valomos. Organinių ir skendinčių medžiagų patekimas į atvirus vandens telkinius sumažėjo daugiau kaip 5 kartus, naftos produktų – daugiau kaip 6 kartus, azoto – beveik 3 kartus, fosforo – apie 2 kartus, daugumos sunkiųjų metalų – 10 ir daugiau kartų. Sumažėjus taršai, po truputį pradėjo gerėti paviršinių telkinių vandens kokybė.

Vandens ūkis, į kurį pastarąjį dešimtmetį daug investuota (1,2 mlrd.litų), ekonomiškai neefektyvus ir neretai nuostolingas. Didžiuma užteršto vandens nuotekų valymo įrenginių fiziškai ir morališkai pasenę, o naujieji – per didelio pajėgumo ir naudojami neefektyviai. Tik nedaugelis šių įrenginių turi azoto ir fosforo šalinimo įrangą, todėl tik 40 % nuotekų išvaloma, kad atitiktų normatyvus

Tobulintina maudyklų monitoringo sistema. Silpnokai veikia pramonės įmonių nuotekų kontrolės sistema. Geriau turi būti atliekama pavojingų medžiagų patekimo į paviršinius vandens telkinius kontrolė. Nesukurta pasklidusios vandens taršos iš žemės ūkio teritorijų monitoringo sistema.

Įgyvendinant ES vandens apsaugos politiką reglamentuojančias direktyvas, susidarys galimybė panaudoti ES struktūrinių fondų paramą užteršto vandens nuotekų valymo įrenginiams statyti ir modernizuoti, azoto ir fosforo šalinimo įrenginiams, geriamojo vandens viešojo tiekimo tinklo vamzdynams ir nuotekų vamzdynams renovuoti, geriamojo vandens ruošimo įrenginiams statyti. Specialiosios žemės ūkio ir kaimo vystymo paramos programos (SAPARD) lėšos leis įgyvendinti rengiamą taršos iš žemės ūkio šaltinių mažinimo programą, plėsti ekologinį ūkininkavimą. Papildomas galimybes sudaro platesnis privataus kapitalo naudojimas vandens ūkio infrastruktūrai modernizuoti ir eksploatuoti. Vandens išteklių valdymo valstybinių ir regioninių administracinių struktūrų reorganizavimas, pagal ES reikalavimus pertvarkyta teisinė bazė ir platesnis tarptautinis bendradarbiavimas sudarys galimybes pereiti prie šiuolaikinės baseininiu principu pagrįstos integruotos vandens išteklių valdymo sistemos. Naujausių, mažesnį neigiamą poveikį aplinkai darančių technologijų, švaresnės gamybos metodų ir vadybos sistemų diegimas pramonės įmonėse leis racionaliau naudoti išteklius ir žaliavas, mažinti pavojingų medžiagų patekimą į vandens telkinius.

Tinkamai nepanaudojus ES paramos, nepritraukus reikiamų privačių lėšų, laiku nemodernizavus nuotekų valymo įrenginių ir nuotekų vamzdynų, nesugriežtinus gamybinių nuotekų kontrolės, atsigauant Lietuvos ekonomikai, didės atvirų vandens telkinių tarša, o per nesandarius nuotekų vamzdynų tinklus bus teršiami požeminiai vandenys.

Pagrindiniai ilgalaikiai uždaviniai yra šie:

atsieti vandens naudojimo gamybai didėjimą nuo gamybos augimo, diegiant naujausias technologijas ir švaresnės gamybos metodus pasiekti, kad vandens naudojimas didėtų apie 2 kartus lėčiau negu gamyba ir gamybinės vandens sąnaudos BVP vienetui neviršytų esamo atitinkamų gamybos šakų ES vidurkio;

užtikrinti, kad visos užteršto vandens nuotekos būtų išvalomos iki ES normatyvų, dar neišleistos į paviršinius vandens telkinius;

pasiekti, kad atvirų telkinių vandens kokybė atitiktų ES direktyvų reikalavimus; sumažinti 20 procentų, palyginti su 2000 metais, organinių ir biogeninių (azoto ir fosforo junginių) medžiagų prietaką į Kuršių marias ir Baltijos jūrą;

Ilgalaikių tikslų įgyvendinimo priemonės yra šios:

diegti įvairiose gamybos šakose aplinkos vadybos sistemas, naujausias daugkartinio naudojimo arba uždarojo vandens ciklo technologijas, švaresnės gamybos ir taršos prevencijos metodus, leidžiančius taupiau naudoti vandens išteklius ir mažinti jų taršą;

modernizuoti ir išplėsti esamus ir pastatyti naujus ES reikalavimus atitinkančius užteršto vandens nuotekų valymo įrenginius, įrengti juose azoto ir fosforo šalinimo įrenginius, renovuoti ir išplėsti nuotekų surinkimo sistemą;

įgyvendinti Taršos iš žemės ūkio šaltinių mažinimo programą – organizuoti pasklidąją vandens telkinių taršą mažinantį šiuolaikišką ūkininkavimą [11].

1.3.6. Panevėžio regiono plėtros planas 2004–2006 m.

Buvo atlikta regiono situacijos analizė. Pagal valstybinio paviršinio vandens monitoringo programą Panevėžio apskrities rajonuose buvo tiriama vandens kokybė. 2001 metais: pagal organinį užterštumą– 23,1 % upių vanduo buvo labai švarus, 53,8 % vanduo švarus ir 23,1 % mažai užterštas, pagal mineralinį azotą – 30,8 % upių vanduo buvo mažai užterštas, 61,55% vidutiniškai užterštas ir 7,7 % smarkiai užterštas, o pagal fosfatus 15,3 % – vanduo buvo švarus, 23,1 % – mažai užterštas, 30,8 % – vidutiniškai užterštas, 30,8 % – labai užterštas. Vandenų kokybę lemiantis veiksnys yra nuotekų išleidimas. Kadangi regione nėra nuotekų valymo įrenginių, kuriuose būtų įrengtas azoto ir fosforo šalinimas, todėl Panevėžio, Rokiškio, Pasvalio, Kupiškio ir Biržų nuotekos yra priskiriamos prie nepakankamai išvalytų.

Į paviršinius vandens telkinius per lietaus kanalizacijas 2001 metais išleista 7517,9 tūkst.m³ paviršinių (lietaus) nuotekų. 91 % jų buvo išleidžiama be valymo, o išvalytų iki normos nuotekų buvo išleidžiama 8,5 % bendro lietaus nuotekų kiekio, nepakankamai išvalytų – 0,5 %.

Panevėžio regiono strategija – buvo numatyta Panevėžio regiono plėtros vizija 2006 metų.
Numatyti uždaviniai:

vandens tiekimo ir nuotekų bei šalinimo sistemų plėtra ir kūrimas,
regionas, diegiantis pažangias technologijas,
regionas, plėtojantis ekologinės žemdirbystės metodus [14].

2. Tyrimų metodika ir organizavimas

Upių vandens kokybę lemia žemės ūkio (sklaidyta, gamybinių centrų ir buitinių nuotekų) ir miesto bei pramonės tarša. Teršalų patekimas į upes priklauso ir nuo gamtinių sąlygų, ir nuo žmogaus ūkinės veiklos. Vandens telkiniai ir upės užteršiami, išleidus koncentruotas (taškinės) nuotekas į vandens telkinį, arba difuziniu būdu patekus taršai (išsklaidytai taršai) į vandens objektą iš jo baseino [15]. Skirtingai nei pasklidusi tarša, koncentruotos arba sutelktos taršos šaltiniai skirstomi į savivaldybių (municipalinius), pramoninius, lietaus ir mišriuosius. Lietuvoje iš šių šaltinių išleidžiamus teršalus stebi regioniniai aplinkos apsaugos departamentai, Aplinkos ministerijos Aplinkos apsaugos agentūra. [1].

Upėse vandens pavyzdžiai laboratorinėms analizėms imami aukščiau miestų, t.y. teršalų nepaveiktoje vietoje, ir žemiau nutekamojo vandens išleistuvo. Nustatomi pagrindinių jonų, sunkiųjų metalų, specifinių organinių junginių, pesticidų kiekiai, atliekami mikrobiologiniai tyrimai, įvertinantys vandens sanitarinę būklę, tiriama biotos reakcija į visą antropogeninių veiksnių kompleksą [16]. Nevėžyje yra įrengti 5 stebėjimų punktai: prieš Nevėžio santaką su Nemunu, žemiau ir aukščiau Kėdainių, žemiau ir aukščiau Panevėžio.

Upių vandens kokybę vertinama pagal šiuo metu taikoma medžiagų didžiausias leistinas koncentracijas (DLK), atitinkančias žuvininkystei keliamus reikalavimus ir vandens kokybės klasifikaciją (2.1 lent.). Pagal šiuos reikalavimus ištirpusio deguonies turi būti ne mažiau nei 6 mg/l, BDS₇ – ne daugiau 2,3 mg O₂/l, bendro azoto 2 mg/l, fosfatų – 0,08 mg P/l, bendrojo fosforo – 0,2 mg/l.

2.1 lentelė. Didžiausios leistinos medžiagų koncentracijos upių vandenyse (DLK)

Medžiaga	DLK
Ištirpęs deguonis	6 mg/l MLK*
BDS ₇	2,3 mgO ₂ /l
Amonio azotas	0,39 mg/l
Nitritai	0,02 mg/l
Bendrasis azotas	2,0 mg/l
Fosfatai	0,08 mg/l
Bendrasis fosforas	0,2 mg/l
Kalcis	180 mg/l
Magnis	40 mg/l
Natris	120 mg/l
Kalis	50 mg/l
Sulfatai	100 mg/l
Chloridai	300 mg/l
Geležis	0,1 mg/l
Varis	1+foninė reikšmė µg/l
Cinkas	10µmg/l

2.1 lentelės pabaiga

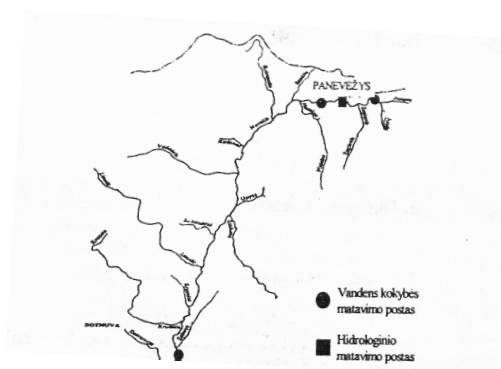
Medžiaga	DLK
Švinas	100 µmg/l
Manganas	10 µmg/l
Chromas	5 µmg/l
Kadmis	5 µmg/l
Nikelis	10 µmg/l
Naftos produktai	0,05 mg/l
Anijoniniai detergentai	0,1mg/l
Fenoliai	0,001mg/l

* – mažiausiai leistina koncentracija [17].

Nevėžio **hidrologinių stebėjimų** punktas yra ties Panevėžiu (133 km nuo žiočių), kuriame nuo 1969 m. 2–4 kartus per mėnesį atliekami vandens lygio nuo posto nulio, vidutinio ir maksimalaus gylio, pločio, vandens paviršiaus nuolydžio, vandens skerspjūvio ploto, debito, vidutinio ir maksimalaus greičio matavimai. Kiekviename poste 2 kartus per mėnesį dešimtyje pjūvio taškų arba vertikalių atliekami gylio, greičio matavimai, apskaičiuojami skerspjūvio plotai bei debitas tarp vertikalių, todėl gana tiksliai apskaičiuojamas visas vagos skerspjūvio plotas bei visas skerspjūviu tekantis debitas. Remiantis šiais duomenimis, ties Panevėžiu galima gauti greičio modulius. Tai svarbūs duomenys rengiant hidrodinamikos modelį bei vertinant teršalų maišymosi proceso netolygumus.

2.1. Hidrocheminis upės vertinimas

Hidrocheminius matavimus Nevėžyje atlieka Aplinkos apsaugos ministerijos (AAM) Aplinkos apsaugos agentūra (AAA). Nevėžyje įrengti 5 stebėjimų punktai, aukščiau ir žemiau pagrindinių teršėjų bei ties žiotimis, iš jų ir aukščiau ir žemiau Panevėžio (2.1 pav.):



2.1 pav. Vandens kokybės stebėjimo punktai aukščiau ir žemiau Panevėžio miesto [18].

Stebėjimo dažnumas 12 kartų per metus. Šiuose taškuose matuojama daugiau kaip 40 vandens kokybės fizikinių, hidrocheminių, hidrobiologinių parametrų.

Paimtuose vandens mėginiuose buvo tiriama: biocheminis deguonies suvartojimas (BDS_7), bichromatinė oksidacija ($ChDS_{Cr}$), nitritų (NO_2) koncentracija, nitratų (NO_3) koncentracija, fosfatų (PO_4) koncentracija, fitoplanktono ir zooplanktono kiekis, o taip pat kiti rodikliai (ištirpusio deguonies kiekis (ID), ID prisotinimo proc., temperatūra, suspenduotų medžiagų (SM) kiekis ir t.t.).

LR Aplinkos apsaugos leidžiamuose kasmetiniuose vandens kokybės metraščiuose aptariama vandens kokybės būseną ir palyginama su ankstesne [18].

Tyrimo duomenis gavau iš Aplinkos apsaugos agentūros (AAA), duomenys pateikti 1 priede (biocheminis deguonies suvartojimas – 1994–2004 metų laikotarpio, cheminis deguonies suvartojimas – 1995–2004 metų laikotarpio; nitritų koncentracija, nitratų koncentracija ir fosfatų koncentracija Nevėžio upės vandenyje 1994–2004 metų laikotarpio; visi rodikliai išmatuoti aukščiau ir žemiau Panevėžio miesto).

Lietuvos upėms būdinga *organinė ir biogeninė tarša*. Organinių medžiagų kiekį vandenyje apibūdina cheminio (bichromatinė ir permanganatinė oksidacija) ir biocheminio deguonies sunaudojimo per 7 paras (BDS_7) rodikliai.

Organinės medžiagos

Gamtiniame vandenyje yra įvairių organinių medžiagų. 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. Dažniausiai naudojamosi netiesioginiais rodikliais, pagal kuriuos galima įvertinti vandenyje esančių organinių medžiagų sumą. Tokie yra cheminės oksidacijos metodai, kuriais nustatomas deguonies kiekis, ekvivalentiškas suvartoto organinėms medžiagoms suoksiduoti stipraus oksidatoriaus kiekiui.

Bichromatinė oksidacija ($ChDS_{Cr}$)

Šis metodas dar vadinamas cheminiu deguonies suvartojimu – tai deguonies kiekis reikalingas visiškai suoksiduoti vandens mėginyje esančioms organinėms medžiagoms iki mineralinių komponentų. Mineralizacijos metu anglis, vandenilis, siera, fosforas, prisijungę deguonį, virsta anglies dioksido CO_2 , vandens H_2O , fosforo pentoksido P_2O_5 ir sieros trioksido druskomis. Oksidavimui vartojamas kalio bichromatas $K_2Cr_2O_7$ [19].

Biocheminis deguonies suvartojimas (BDS)

Netiesiogiai apie organinių medžiagų kiekį vandenyje galima spręsti ir pagal biocheminį deguonies suvartojimą (BDS). Tai ištirpusio vandenyje deguonies kiekis, kuris suvartotas biochemiškai suoksiduoti organinėms medžiagoms, esant griežtai apibrėžtam aerobinėmis sąlygomis. Nuotekų ir paviršinio vandens kokybės kontrolės deguonies suvartojimas nustatomas per penkias ar septynias paras biocheminiu būdu (BDS_5 ir BDS_7) ir išreiškiamas deguonies miligramais litre vandens ($mg\ O_2/l$). Nustatomas elektrometriniu metodu [20].

Biogeninės medžiagos

Biogeninių medžiagų grupei priklauso azotas, fosforas ir silicis. Šie elementai yra labai svarbūs gyvybės vystymuisi vandenyje. Biogeninių elementų koncentracija ir jos kaita priklauso nuo vandenyje vykstančių biologinių ir biocheminių procesų.

Azotas

Azoto vandenyje yra įvairiuose organiniuose ir neorganiniuose junginiuose. Neorganiniai azoto junginiai yra amonio, nitratų jonų pavidalo. Jie tarpusavyje labai glaudžiai susiję: jų panaši kilmė, esant tam tikromis sąlygomis, 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.

Amonio jonų koncentracijai vandenyje nustatyti naudojame spektrometrinį metodą su FIA star analizatoriumi. Rezultatai pateikiami $\text{mg } \text{NH}_4^+ - \text{N} / \text{l}$.

Nitratų koncentracija vandenyje nustatyti naudojame spektrometrinį metodą su FIA star analizatoriumi. Rezultatai pateikiami $\text{mg } \text{NO}_3^- - \text{N} / \text{l}$ [20].

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. Fosfatų koncentracija vandenyje nustatyti naudojame spektrometrinį metodą su FIA star analizatoriumi. Rezultatai pateikiami $\text{mg } \text{PO}_4^{3-} - \text{P} / \text{l}$ [20].

2.2. Hidrobiologinis vertinimas

Tyrimo duomenis gauti iš Aplinkos apsaugos agentūros (AAA), duomenys pateikti 1 priede. Nagrinėjamas 1994–2004 metų laikotarpis. Hidrobiologiniai tyrimai padeda kompleksiskai įvertinti vandens telkinių būklę. Užteršus vandens telkinius, pakinta vandens fizinės ir cheminės savybės, todėl kinta hidrobiontų skaičius ir rūšinė sudėtis. Vienos rūšys, kurios gali gyventi tik švariuose vandenyse, žūsta, o kitos, atsparesnės teršalams, aktyviai dauginasi ir gyvena.

Hidrobiologiniams rodikliams – fitoplanktonui ir zooplanktonui – nustatyti vandens mėginiai buvo imti trys kartus per metus pavasarį, vasarą ir rudenį. Upių vandens kokybė nustatoma pagal fito- ir zooplanktono saprobiškumo indeksą (SI). Saprobiškumas – tai vandens užterštumas organinėmis medžiagomis, t.y. gebėjimas pūti. Saprobiškumo indeksas (SI) nusako vandens užterštumo būklę. SI apskaičiuojamas pagal formulę:

$$SI = \sum (s \cdot n) / \sum n,$$

Čia: s – individo saprobiškumo indeksas,

N – pasitaikymo dažnis.

Fitoplanktonas

Tai yra augalinis planktonas – vandenyje suspenduotų augalinių mikroorganizmų (bakterijų, mikromicetų, žaliadumblių, titnagdumblių, melsvadumblių ir kt.) visuma.

Zooplanktonas

Tai jūrų ir gėlųjų vandenų gyvūnų, kurie skendi vandens masėje ir kuriuos nešioja vandens srovės, visuma bei planktono gyvūnai. Maitindamasis fitoplanktonu ir mikroorganizmais zooplanktonas valo upių vandenį. Žinant zooplanktono bendriją, jos sudėtį, galima apibūdinti ir vandens ekosistemų būklę. Kiekybiškai tai nusakoma zooplanktono saprobiškumo indeksu. Zooplanktonas minta fitoplanktonu, bet ir pats yra žuvų maisto šaltinis. Jo kiekis, biomasė lemia žuvų produkciją.

2.3. Duomenų statistinė analizė

Gautų tyrimo rezultatų patikimumui pagrįsti atlikti **statistiniai skaičiavimai**.

Apskaičiuotos šios 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:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad (3.3.1)$$

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:

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2, \quad (3.3.2)$$

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

$$s = \sqrt{s^2} \quad (3.3.3)$$

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

$$C_v = \frac{s}{\bar{x}}, \quad (3.3.4)$$

arba procentinis kitimo koeficientas

$$C_v = \frac{s}{\bar{x}} 100, \quad (3.3.5)$$

5. **Vidurkio paklaida** s_x bendru atveju aritmetinio imties vidurkio kitimo ribos $\bar{x} \pm s_x$

$$s_x = \frac{s}{\sqrt{n}}. \quad (3.3.6)$$

6. **Pasikliautinis intervalas** nuo $\mu_1 = \bar{x} - z_\alpha s_x$ iki $\mu_2 = \bar{x} + z_\alpha s_x$. (3.3.7)

Čia z_α – pasikliautinojo intervalo patikimumo charakteristika [21].

2.3.1. Vienfaktorinė statistinė analizė

Vienfaktorinė dispersinė analizė yra Stjudento kriterijaus apibendrinimas keletui nepriklausomų imčių. Vienfaktorinė dispersinė analizė naudojama tada, kai populiacijas (imtis) vieną nuo kitos skiria tik pagal vieną požymį. Kategorinis kintamasis (populiacijos požymis), pagal kurį skiriame populiacijas viena nuo kitos, vadinamas nepriklausomuoju kintamuoju, arba faktoriumi. Dispersinės analizės tikslas – nuspręsti, ar priklausomo kintamojo, išmatuoto skirtingose populiacijose, vidurkiai skiriasi [22].

Statistinė hipotezė

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$$

$$H_1: \text{ bent du vidurkiai skiriasi}$$

Vidurkių μ_i mes nežinome. Žinome tik apytiksles šių vidurkių reikšmes – imčių vidurkius.

2.2 lentelė. Skaičiavimo algoritmas

Duomenų imtys k					Duomenų kvadratų blokas K_i		
X_i	X_1	X_2	X_k				
Duomenų eilė	x_{11}	x_{21}	x_{k1}		x_{11}^2	x_{21}^2	x_{k1}^2
	x_{12}	x_{22}	x_{k2}		x_{12}^2	x_{22}^2	x_{k2}^2
	...	...	...		...	...	...
	x_{1n}	x_{2n}	x_{kn}		x_{1n}^2	x_{2n}^2	x_{kn}^2
n_i	n_1	n_2	n_k	N	$\sum_{i=1}^n x_{1i}^2$	$\sum_{i=1}^n x_{2i}^2$	$\sum_{i=1}^n x_{ki}^2$
$\bar{x}_i$	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	$\bar{x}_k$		$SSB = \sum_{i=1}^k \frac{T_i^2}{n_i} - \frac{T^2}{N}; \quad MSB = \frac{SSB}{k-1};$ $SSW = K - \sum_{i=1}^k \frac{T_i^2}{n_i}; \quad MSW = \frac{SSW}{N-k};$ $SST = K - \frac{T^2}{N}; \quad F = \frac{MSB}{MSW}.$		
T_i	T_1	T_2	T_k	T			
K_i	K_1	K_2	K_k	K			
$\frac{T_i^2}{n_i}$	$\frac{T_1^2}{n_1}$	$\frac{T_2^2}{n_2}$	$\frac{T_k^2}{n_k}$	$\sum_{i=1}^k \frac{T_i^2}{n_i}$			

$$N = \sum_{i=1}^k n_i = n_1 + n_2 + \dots + n_k \quad (3.3.1.1)$$

$$T_i = \sum_{i=1}^n x_{1i} = x_{11} + x_{12} + \dots + x_{1n} \quad (3.3.1.2)$$

$$K_i = \sum_{i=1}^n x_{1i}^2 \quad (3.3.1.3)$$

$$T = \sum_{i=1}^k T_i = T_1 + T_2 + \dots + T_k \quad (3.3.1.4)$$

$$K = \sum_{i=1}^k K_i = K_1 + K_2 + \dots + K_k \quad (3.3.1.5)$$

2.3 lentelė. Skaičiavimo algoritmas

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

Didelė grupių kvadratų sumos reikšmė, palyginti su vidinė kvadratų suma, rodo, kad imčių vidurkiai reikšmingai skiriasi. Tuo grindžiamas ir statistinis kriterijus F, kuris išreiškiamas normuotu SSB ir SSW santykiu. Tarptautiniu mastu vartojami žymenys SSB, SSW ir SST yra

anglišku terminu – „sum of squares between“ (grupių kvadratų suma), „sum of squares within“ (vidinė kvadratų suma) ir „sum of squares total“ (visa kvadratų suma) santrumpos.

3. Rezultatų analizė ir aptarimas

3.1. Hidrocheminis upės vertinimas

Atlikus 1994-2004 metų Panevėžio miesto įtakos Nevėžio upės vandens kokybei duomenų analizę gauti šitokie rezultatai ir jų statistiniai momentai (žr. 2 ir 3 priedą).

3.1.1. Biocheminis deguonies suvartojimas

Biocheminio deguonies suvartojimo (BDS_7) kitimo dinamika Nevėžio upės vandenyje aukščiau ir žemiau Panevėžio 1994–2004 m. laikotarpyje pateikta 3.1 paveiksle.

Kaip matome iš 3.1 pav., BDS_7 koncentracija žemiau Panevėžio miesto ženkliai padidėja. Didžiausia BDS_7 aukščiau Panevėžio miesto 2004 m. buvo 6,80 mg O_2/l , o žemiau miesto – 25,30 mg O_2/l (1994 m. sausio mėnesį), tai 11 kartų viršija DLK (2,3 mg O_2/l). Ypač didelis biocheminis deguonies suvartojimas buvo 1994, 2003 bei 2004 m., kurių vidurkiai atitinkamai lygūs 7,78 mg O_2/l , 5,65 mg O_2/l ir 6,65 mg O_2/l .

Biochemini deguonies suvartojimo BDS_7 aukščiau Panevėžio vidurkis lygus 2,47 mg O_2/l , vidurkio paklaida 0,09 mg O_2/l , standartinis nuokrypis lygus 1,08 mg O_2/l , variacijos koeficientas lygus 0,44, jis parodo hidrologinės charakteristikos (BDS_7) kaitos intensyvumą vidutinės reikšmės atžvilgiu, tai yra kaitos intensyvumas lygus 44 %. Žemiau Panevėžio miesto vidurkis lygus 4,95 mg O_2/l , vidurkio paklaida 0,27 mg O_2/l , standartinis nuokrypis (parodo vidutinę duomenų sklaidą apie vidurkį) lygus 3,07 mg O_2/l , variacijos koeficientas – 62 %.

Aukščiau Panevėžio pasikliautinis Nevėžio 1994–2004 metų BDS_7 koncentracijų intervalas, kai patikimumas 1 % yra nuo 2,23 mg O_2/l iki 2,71 mg O_2/l , kai patikimumas 5 % yra nuo 2,29 mg O_2/l iki 2,65 mg O_2/l ; variacijos koeficientas $C_V=44$ % (2 priedas, 2.1 lentelė).

Žemiau Panevėžio pasikliautinis Nevėžio 1994–2004 metų BDS_7 koncentracijų intervalas, kai patikimumas 1 % yra nuo 4,26 mg O_2/l iki 5,65 mg O_2/l , kai patikimumas 5 % yra nuo 4,42 mg O_2/l iki 5,48 mg O_2/l ; variacijos koeficientas $C_V=62$ % (2 priedas, 2.2 lentelė).

Biocheminio deguonies suvartojimo (BDS_7) Nevėžio upės vandenyje aukščiau ir žemiau Panevėžio 1994–2004 m. laikotarpyje dispersinės analizės skaičiavimai pateikti 3.1 lentelėje.

3.1 lentelė. Vienfaktorinė dispersinės analizės skaičiavimo rezultatai, BDS_7

	Kvadratų suma	Laisvės laipsniai	Dispersijos įverčiai	Stastistika F
Grupių	405,25	1	405,28	76,70
Vidinė	1384,41	262	5,28	
Visa	1789,70	263		

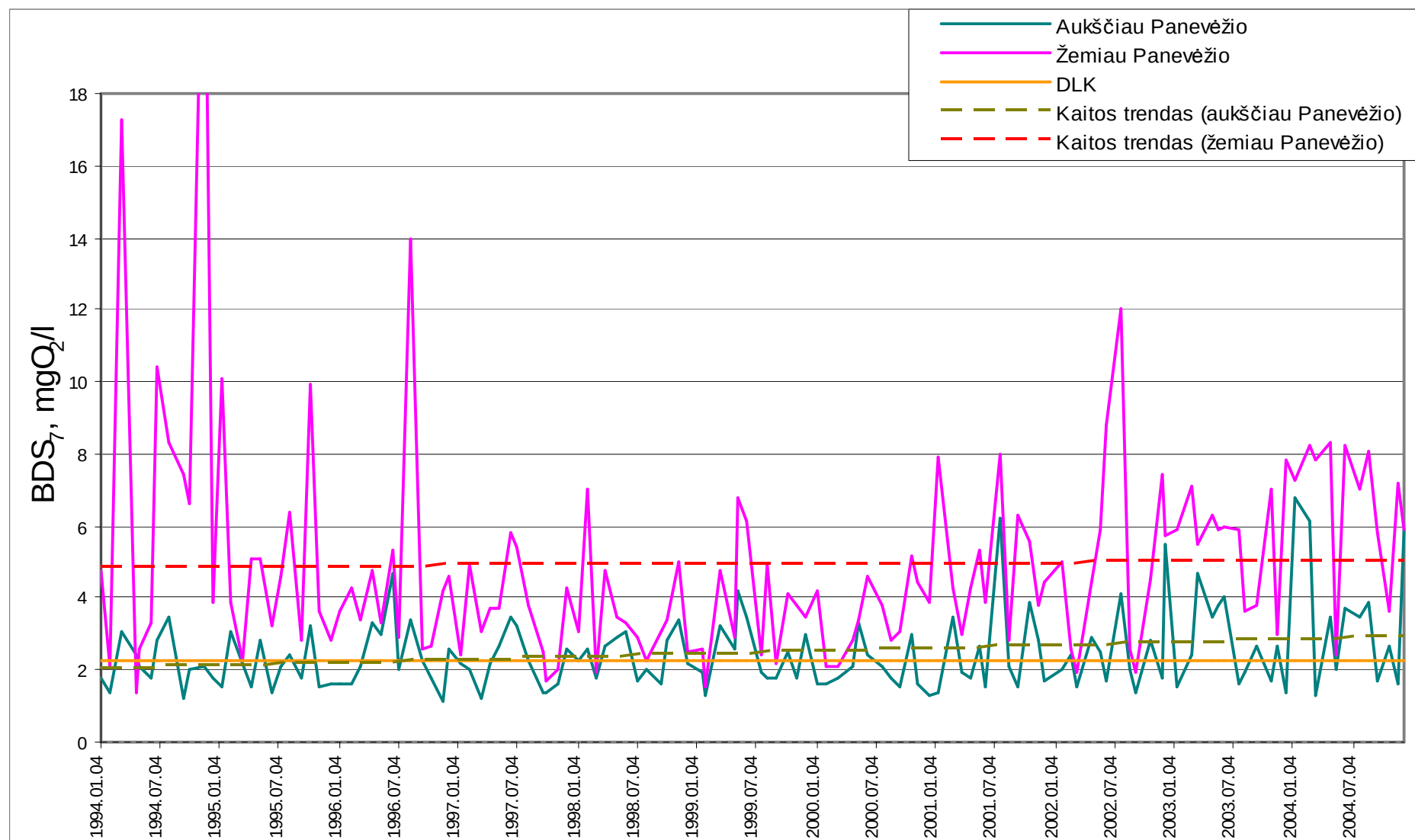
$$F_{0,05}=3,94$$

$$F_{0,01}=6,90$$

Nulinės hipotezės atmetama, nes $F=76,70 > F_{0,05}=3,94$, turimi duomenys, esant reikšmingumo lygmeniui $\alpha=0,05$, leidžia teigti, kad imties vidurkiai esminiai skiriasi.

Nulinės hipotezės atmetama, nes $F=76,70 > F_{0,01}=6,90$, turimi duomenys, esant reikšmingumo lygmeniui $\alpha=0,01$ leidžia teigti, kad imties vidurkiai esminiai skiriasi.

Tai reiškia, kad biocheminio deguonies suvartojimo (BDS_7) Nevėžio upės vandenyje aukščiau ir žemiau Panevėžio vidurkiai tiek esant 0,05 tiek 0,01 reikšmingumo lygmeniui 1994–2004 m. laikotarpyje esminiai skiriasi.



3.1 pav. BDS_7 kitimo dinamika Nevėžio upės vandenyje aukščiau ir žemiau Panevėžio 1994–2004 m. laikotarpyje

3.1.2. Bichromatinė oksidacija

Bichromatinės oksidacijos (ChDS_{Cr}) kitimo dinamika Nevėžio upės vandenyje aukščiau ir žemiau Panevėžio 1995–2004 m. laikotarpyje pateikta 3.2 paveiksle.

Kaip matome iš 3.2 pav., bichromatinės oksidacijos (ChDS_{Cr}) mažiausios reikšmės aukščiau ir žemiau Panevėžio buvo užfiksuotos 1997 m. (vidurkiai lygūs 23,8 mg O_2/l ir 31,17 mg O_2/l), o didžiausios – 1995–1996 bei 2004 m. (42,33 mg O_2/l , 47,33 mg O_2/l ir 49,00 mg O_2/l prieš miestą ir 60,08 mg O_2/l , 62,33 mg O_2/l ir 71,92 mg O_2/l už miesto). Vidutinės metų reikšmės žemiau Panevėžio miesto 17,4–46,8 % didesnės. Kadangi žemiau Panevėžio miesto didėja tiek biocheminis deguonies suvartojimas, tiek ir bichromatinė oksidacija, galime teigti, kad ištirpusio vandenyje deguonies koncentracija už miesto mažėja.

Bichromatinės oksidacijos (ChDS_{Cr}) apskaičiuotos statistinės charakteristikos aukščiau ir žemiau Panevėžio atitinkamai lygūs: vidurkis – 34,04 mg O_2/l ir 44,89 mg O_2/l , vidurkių paklaidos – 1,32 mg O_2/l ir 1,86 mg O_2/l ; standartinis nuokrypis – 14,41 mg O_2/l ir 20,40 mg O_2/l , variacijos koeficientai lygūs atitinkamai 42 % ir 45 %.

Aukščiau Panevėžio pasikliautinis Nevėžio 1994–2004 metų ChDS_{Cr} koncentracijų intervalas, kai patikimumas 1 % yra nuo 29,15 mg O_2/l iki 38,93 mg O_2/l , kai patikimumas 5 % yra nuo 30,39 mg O_2/l iki 37,69 mg O_2/l ; variacijos koeficientas $C_V=60$ % (2 priedas, 2.1 lentelė).

Žemiau Panevėžio pasikliautinis Nevėžio 1994–2004 metų ChDS_{Cr} koncentracijų intervalas, kai patikimumas 1 % yra nuo 40,00 mg O_2/l iki 49,78 mg O_2/l , kai patikimumas 5 % yra nuo 41,24 mg O_2/l iki 48,54 mg O_2/l ; variacijos koeficientas $C_V=45$ % (2 priedas, 2.2 lentelė).

Bichromatinės oksidacijos (ChDS_{Cr}) Nevėžio upės vandenyje aukščiau ir žemiau Panevėžio 1994–2004 m. laikotarpyje dispersinės analizės skaičiavimai pateikti 3.2 lentelėje.

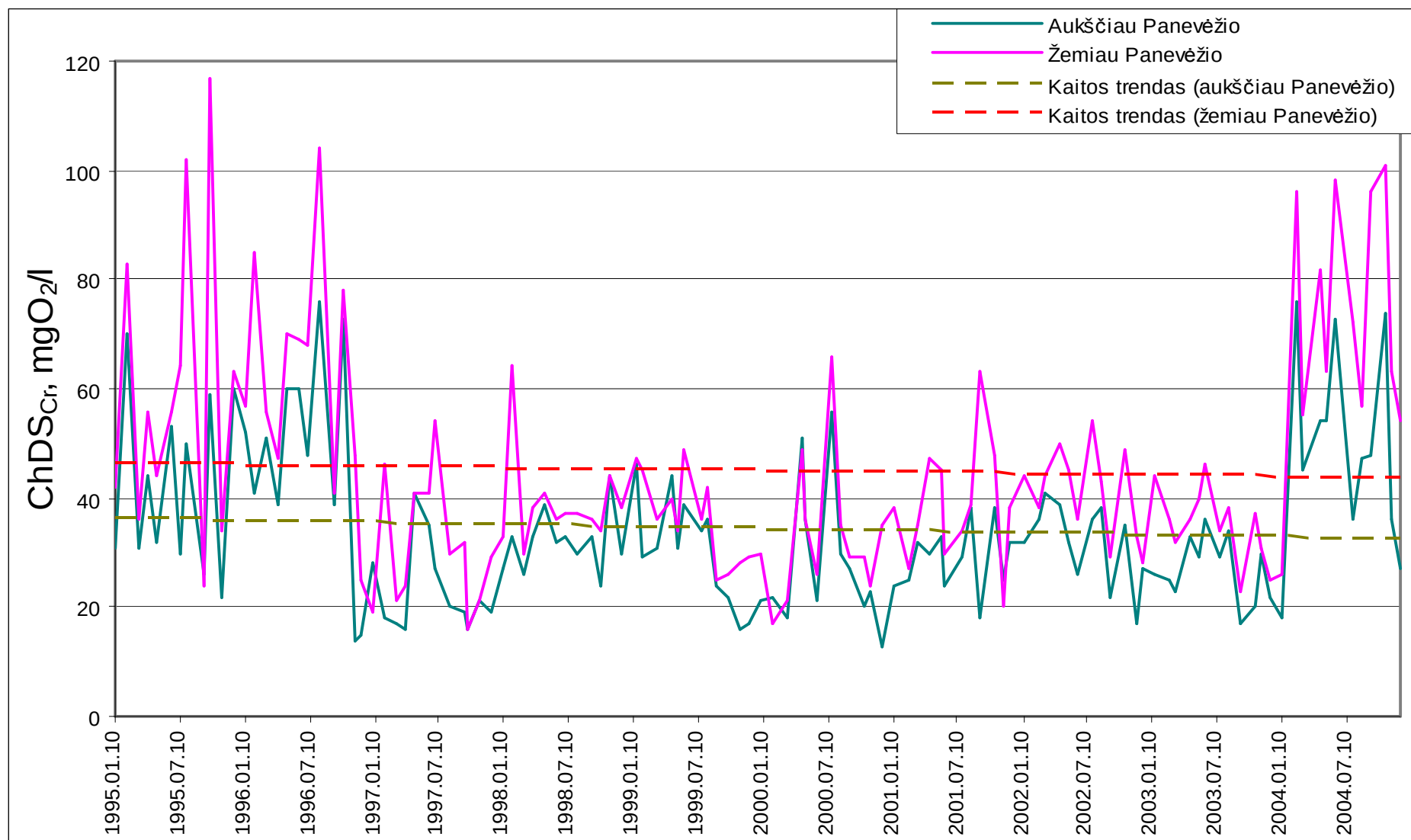
3.2 lentelė. Vienfaktorinė dispersinės analizės skaičiavimo rezultatai, ChDS_{Cr}

	Kvadratų suma	Laisvės laipsniai	Dispersijos įverčiai	Stastistika F	$F_{0,05}=3,94$ $F_{0,01}=6,90$
Grupių	7063,35	1	7063,35	22,65	
Vidinė	74224,38	238	311,87		
Visa	81287,73	239			

Nulinės hipotezės atmetama, nes $F=22,65 > F_{0,05}=3,94$, turimi duomenys, esant reikšmingumo lygmeniui $\alpha=0,05$, leidžia teigti, kad imties vidurkiai esminiai skiriasi.

Nulinės hipotezės atmetama, nes $F=22,65 > F_{0,01}=6,90$, turimi duomenys, esant reikšmingumo lygmeniui $\alpha=0,01$ leidžia teigti, kad imties vidurkiai esminiai skiriasi.

Tai reiškia, kad biocheminio deguonies suvartojimo (CDS_{Cr}) Nevėžio upės vandenyje aukščiau ir žemiau Panevėžio vidurkiai tiek esant 0,05 tiek 0,01 reikšmingumo lygmeniui 1994–2004 m. laikotarpyje esminiai skiriasi.



3.2 pav. ChDS_{Cr} kitimo dinamika Nevėžio upės vandenyje aukščiau ir žemiau Panevėžio 1994–2004 m. laikotarpyje

3.1.3. Biogeninės medžiagos

Nitritų kitimo dinamika Nevėžio upės vandenyje aukščiau ir žemiau Panevėžio 1994–2004 m. laikotarpyje pateikta 3.3 paveiksle.

Azoto koncentracijos nitritų pavidalu vidurkis aukščiau Panevėžio dažniausiai (1996, 1998, 1999, 2000, 2003 ir 2004 m.) atitiko normą – neviršijo 0,02 mg N/l (nors mėnesinės reikšmės ne visada atitiko DLK). Kitais tyrimo laikotarpio metais DLK viršyta 1,5–3,0 kartus. Žemiau Panevėžio miesto Nevėžio vandens užterštumas nitritais padidėja – vidutinės metinės reikšmės viršija DLK visais tyrimo laikotarpio metais. Ypač stipriai nitritiniu azotu (13–23 kartus) Nevėžio vanduo buvo užterštas 2001–2002 m., o 2002 metais birželio mėnesį nitritų koncentracijos reikšmė buvo 0,85 mg N/l, tai 42,5 karto viršija DLK.

Nitritų NO_2 vidurkis aukščiau Panevėžio miesto yra 0,03 mg N/l, žemiau – 0,14 mg N/l, vidurkių paklaidos – 0,0043 mg N/l ir 0,018 mg N/l atitinkamai, standartinis nuokrypis aukščiau miesto lygus 0,05 mg N/l, žemiau – 0,21 mg N/l; variacijos koeficientas aukščiau Panevėžio lygus 1,66, žemiau – 1,52.

Aukščiau Panevėžio pasikliautinis Nevėžio 1994–2004 metų $\text{NO}_2\text{-N}$ koncentracijų intervalas, kai patikimumas 1 % yra nuo 0,02 mg N/l iki 0,04 mg N/l, kai patikimumas 5 % yra nuo 0 mg N/l iki 0,38 mg N/l; variacijos koeficientas $C_v=166$ % (2 priedas, 2.1 lentelė).

Žemiau Panevėžio pasikliautinis Nevėžio 1994–2004 metų $\text{NO}_2\text{-N}$ koncentracijų intervalas, kai patikimumas 1 % yra nuo 0,09 mg N/l iki 0,19 mg N/l, kai patikimumas 5 % yra nuo 0,10 mg N/l iki 0,18 mg N/l; variacijos koeficientas $C_v=152$ % (2 priedas, 2.2 lentelė).

Nitritų (NO_2) koncentracijos Nevėžio upės vandenyje aukščiau ir žemiau Panevėžio 1994–2004 m. laikotarpyje dispersinės analizės skaičiavimai pateikti 3.3 lentelėje.

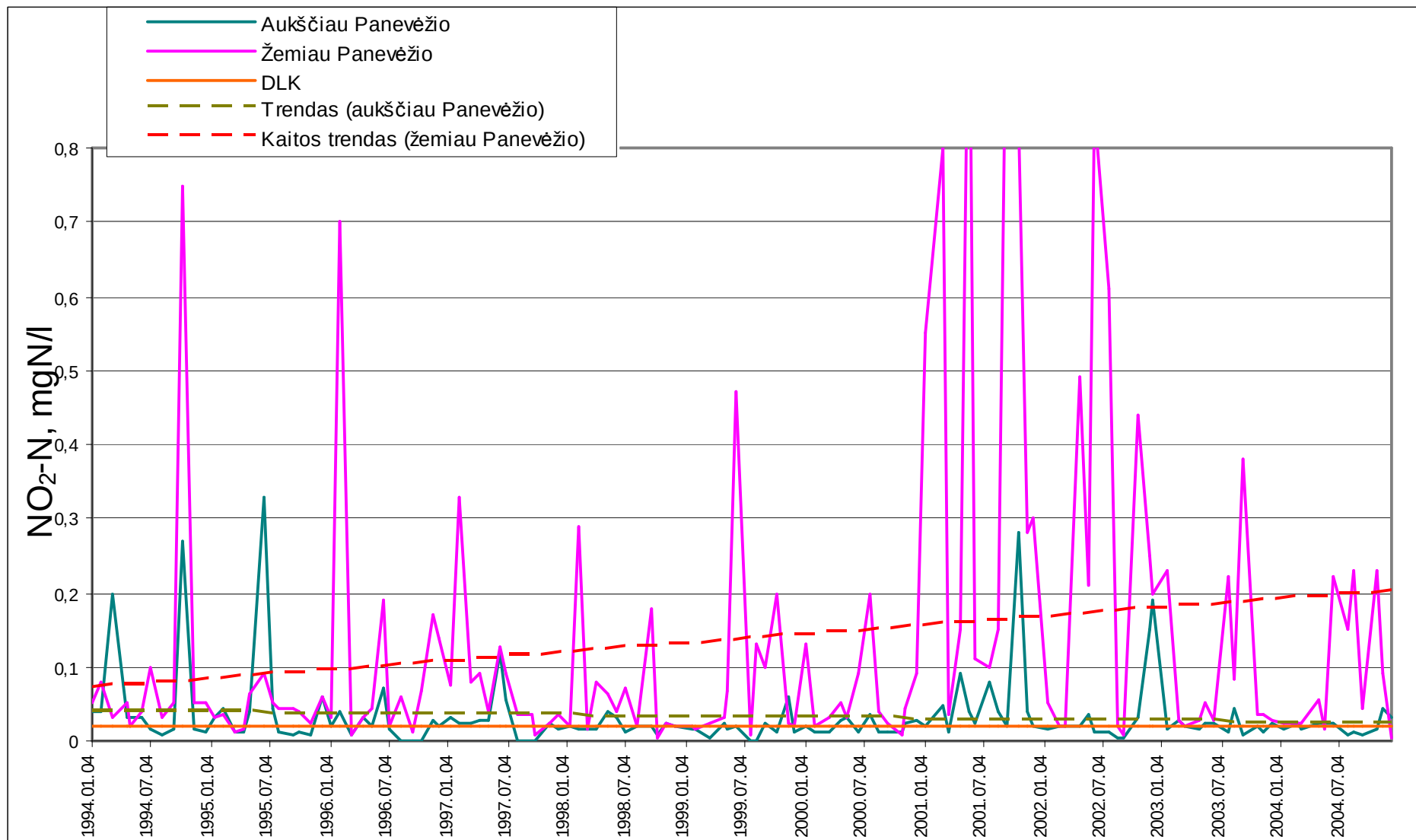
3.3 lentelė. Vienfaktorinė dispersinės analizės skaičiavimo rezultatai, $\text{NO}_2\text{-N}$

	Kvadratų suma	Laisvės laipsniai	Dispersijos įverčiai	Stastistika F	$F_{0,05}=3,94$ $F_{0,01}=6,90$
Grupių	0,70	1	0,70	29,52	
Vidinė	6,24	262	0,02		
Visa	6,94	263			

Nulinės hipotezės atmetama, nes $F=29,52 > F_{0,05}=3,94$, turimi duomenys, esant reikšmingumo lygmeniui $\alpha=0,05$, leidžia teigti, kad imties vidurkiai esminiai skiriasi.

Nulinės hipotezės atmetama, nes $F=29,52 > F_{0,01}=6,90$, turimi duomenys, esant reikšmingumo lygmeniui $\alpha=0,01$ leidžia teigti, kad imties vidurkiai esminiai skiriasi.

Tai reiškia, kad nitritų (NO_2) koncentracijos Nevėžio upės vandenyje aukščiau ir žemiau Panevėžio vidurkiai tiek esant 0,05 tiek 0,01 reikšmingumo lygmeniui 1994–2004 m. laikotarpyje esminiai skiriasi.



3.3 pav. Nitritų kitimo dinamika Nevėžio upės vandenyje aukščiau ir žemiau Panevėžio 1994–2004 m. laikotarpyje

Nitratų kitimo dinamika Nevėžio upės vandenyje aukščiau ir žemiau Panevėžio 1994–2004 m. laikotarpyje pateikta 3.4 paveiksle.

Kaip ir nitritų, nitratų koncentracijos Nevėžio upės vandenyse žemiau Panevėžio turi tendencija didėti. Užterštumas nitratinio azotu žemiau Panevėžio padidėjo 1,5–2,3 karto. Maksimali nitratų vertė buvo 1995 m sausio mėnesį (14,6 mg N/l). Nors kaitos trendas nėra didėjantis, upė ženkliai užteršta nitratinėmis medžiagomis.

Nitratų NO_3 aukščiau Panevėžio vidurkis lygus 2,48 mg N/l, vidurkio paklaida 0,18 mg N/l, standartinis nuokrypis lygus 2,05 mg N/l, variacijos koeficientas lygus 83 %. Žemiau Panevėžio miesto vidurkis lygus 3,97 mg N/l, vidurkio paklaida 0,23 mg N/l, standartinis nuokrypis lygus 2,59 mg N/l, variacijos koeficientas – 65 %.

Aukščiau Panevėžio pasikliautinis Nevėžio 1994-2004 metų $\text{NO}_3\text{-N}$ koncentracijų intervalas, kai patikimumas 1 % yra nuo 2,0 mg N/l iki 2,95 mg N/l, kai patikimumas 5 % yra nuo 2,13 mg N/l iki 2,83 mg N/l; variacijos koeficientas $C_v=83\%$ (2 priedas, 2.1 lentelė).

Žemiau Panevėžio pasikliautinis Nevėžio 1994-2004 metų $\text{NO}_3\text{-N}$ koncentracijų intervalas, kai patikimumas 1 % yra nuo 3,37 mg N/l iki 4,57 mg N/l, kai patikimumas 5 % yra nuo 3,52 mg N/l iki 4,42 mg N/l; variacijos koeficientas $C_v=65\%$ (2 priedas, 2.2 lentelė).

Nitratų (NO_3) koncentracijos Nevėžio upės vandenyje aukščiau ir žemiau Panevėžio 1994–2004 m. laikotarpyje dispersinės analizės skaičiavimai pateikti 3.4 lentelėje.

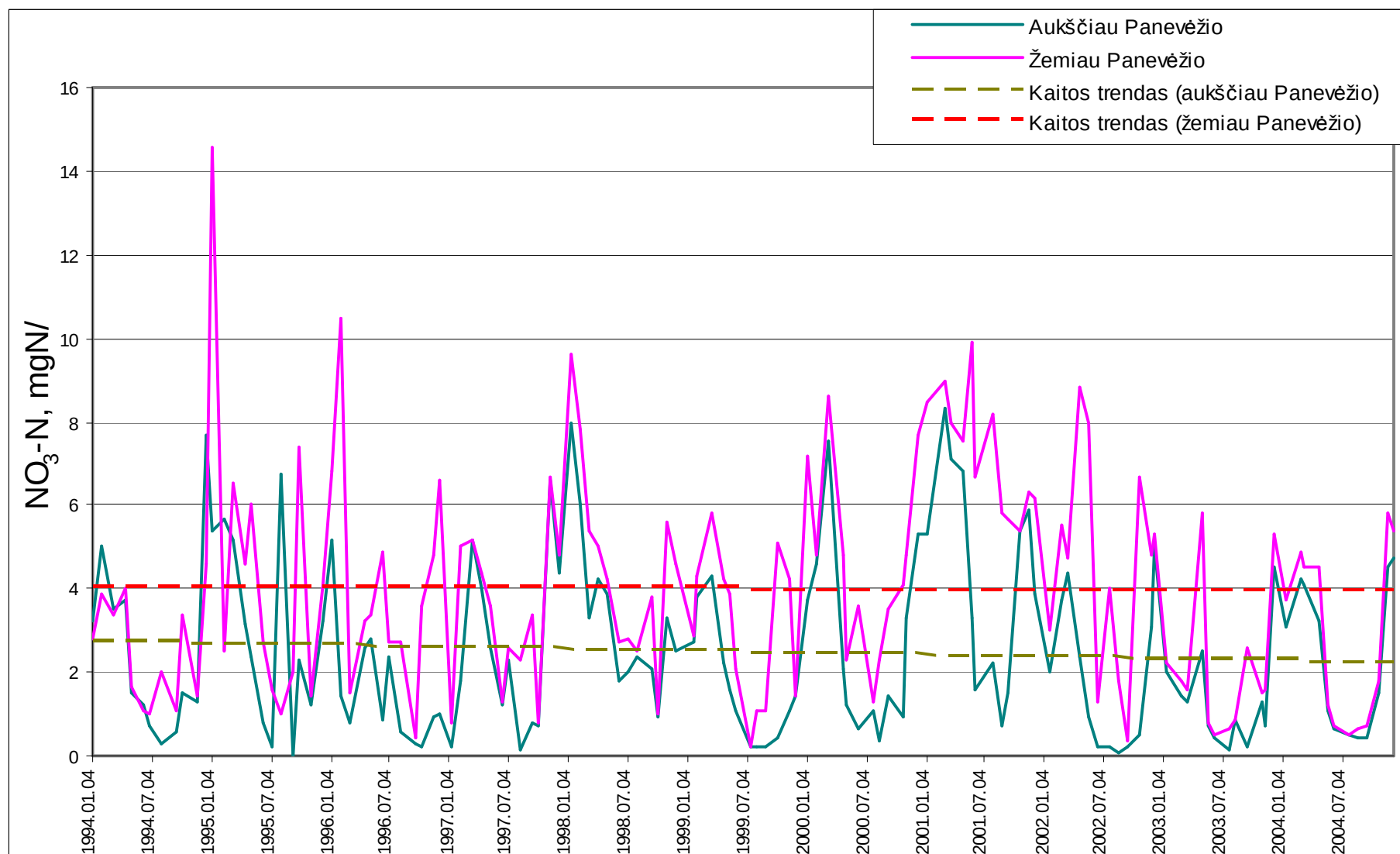
3.4 lentelė. Vienfaktorinė dispersinės analizės skaičiavimo rezultatai, $\text{NO}_3\text{-N}$

	Kvadratų suma	Laisvės laipsniai	Dispersijos įverčiai	Stastistika F	$F_{0,05}=3,94$ $F_{0,01}=6,90$
Grupių	147,66	1	147,66	27,12	
Vidinė	1426,62	262	5,45		
Visa	1574,28	263			

Nulinės hipotezės atmetama, nes $F=27,12 > F_{0,05}=3,94$, turimi duomenys, esant reikšmingumo lygmeniui $\alpha=0,05$, leidžia teigti, kad imties vidurkiai esminiai skiriasi.

Nulinės hipotezės atmetama, nes $F=27,12 > F_{0,01}=6,90$, turimi duomenys, esant reikšmingumo lygmeniui $\alpha=0,01$ leidžia teigti, kad imties vidurkiai esminiai skiriasi.

Tai reiškia, kad nitratų (NO_3) koncentracijos Nevėžio upės vandenyje aukščiau ir žemiau Panevėžio vidurkiai tiek esant 0,05 tiek 0,01 reikšmingumo lygmeniui 1994–2004 m. laikotarpyje esminiai skiriasi.



3.4 pav. Nitratų kitimo dinamika Nevėžio upės vandenyje aukščiau ir žemiau Panevėžio 1994–2004 m. laikotarpyje

Fosfatų kitimo dinamika Nevėžio upės vandenyje aukščiau ir žemiau Panevėžio 1994–2004 m. laikotarpyje pateikta 3.5 paveiksle.

Kaip matome iš 3.5 pav., fosfatų koncentracijų reikšmės Nevėžio upėje svyruoja tarp 0 mg P/l –1,54 mg P/l aukščiau Panevėžio ir tarp 0,02 mg P/l –6,63 mg P/l žemiau Panevėžio. Vidutinė metinė fosfatų koncentracija tik 1996–1999 m. atitiko DLK reikšmės aukščiau Panevėžio, o žemiau šio miesto DLK pastoviai viršijama, o dažnai ir ženkliai (1995 m 11 kartų (0,86 mg P/l), 2001 m. – 23 kartus (1,84 mg P/l), 2002–2003m. – 14 kartų (1,10 mg P/l)). Ypač didelių fosfatų koncentracijų aptinkama šiltuoju metų periodu. Didžiausias nustatytas kiekis (4,9 mg P/l) žemiau Panevėžio 2000 m. liepos mėn. viršijo DLK 60 kartų. Fosfatų trendas tyrimų laikotarpiu yra didėjantis. Ypač didelių fosfatų koncentracijų Nevėžio vandenyje aptinkama 2000–2003 m. Fosfatų vidutinės koncentracijos žemiau Panevėžio miesto padidėjo 4,8–12,9 kartų.

Fosfatų PO_4 apskaičiuotos statistinės charakteristikos aukščiau ir žemiau Panevėžio atitinkamai lygūs: vidurkis – 0,10 mg P/l ir 0,73 mg P/l, vidurkių paklaidos – 0,02 mg P/l ir 0,086 mg P/l; standartinis nuokrypis – 0,19 mg P/l ir 0,99 mg P/l, variacijos koeficientai lygūs atitinkamai 191 % ir 137 %.

Aukščiau Panevėžio pasikliautinis Nevėžio 1994–2004 metų PO_4 -P koncentracijų intervalas, kai patikimumas 1 % yra nuo 0,05 mg P/l iki 0,15 mg P/l, kai patikimumas 5 % yra nuo 0,06 mg P/l iki 0,14 mg P/l; variacijos koeficientas $C_v=191$ % (2 priedas, 2.1 lentelė).

Žemiau Panevėžio pasikliautinis Nevėžio 1994–2004 metų PO_4 -P koncentracijų intervalas, kai patikimumas 1 % yra nuo 0,50 mg P/l iki 0,96 mg P/l, kai patikimumas 5 % yra nuo 0,56 mg P/l iki 0,90 mg P/l; variacijos koeficientas $C_v=137$ % (2 priedas, 2.2 lentelė).

Fosfatų (PO_4) koncentracijos Nevėžio upės vandenyje aukščiau ir žemiau Panevėžio 1994–2004 m. laikotarpyje dispersinės analizės skaičiavimai pateikti 3.5 lentelėje.

3.5 lentelė. Vienfaktorinė dispersinės analizės skaičiavimo rezultatai, PO_4 -P

	Kvadratų suma	Laisvės laipsniai	Dispersijos įverčiai	Stastistika F
Grupių	25,66	1	25,66	50,13
Vidinė	134,14	262	0,51	
Visa	159,81	263		

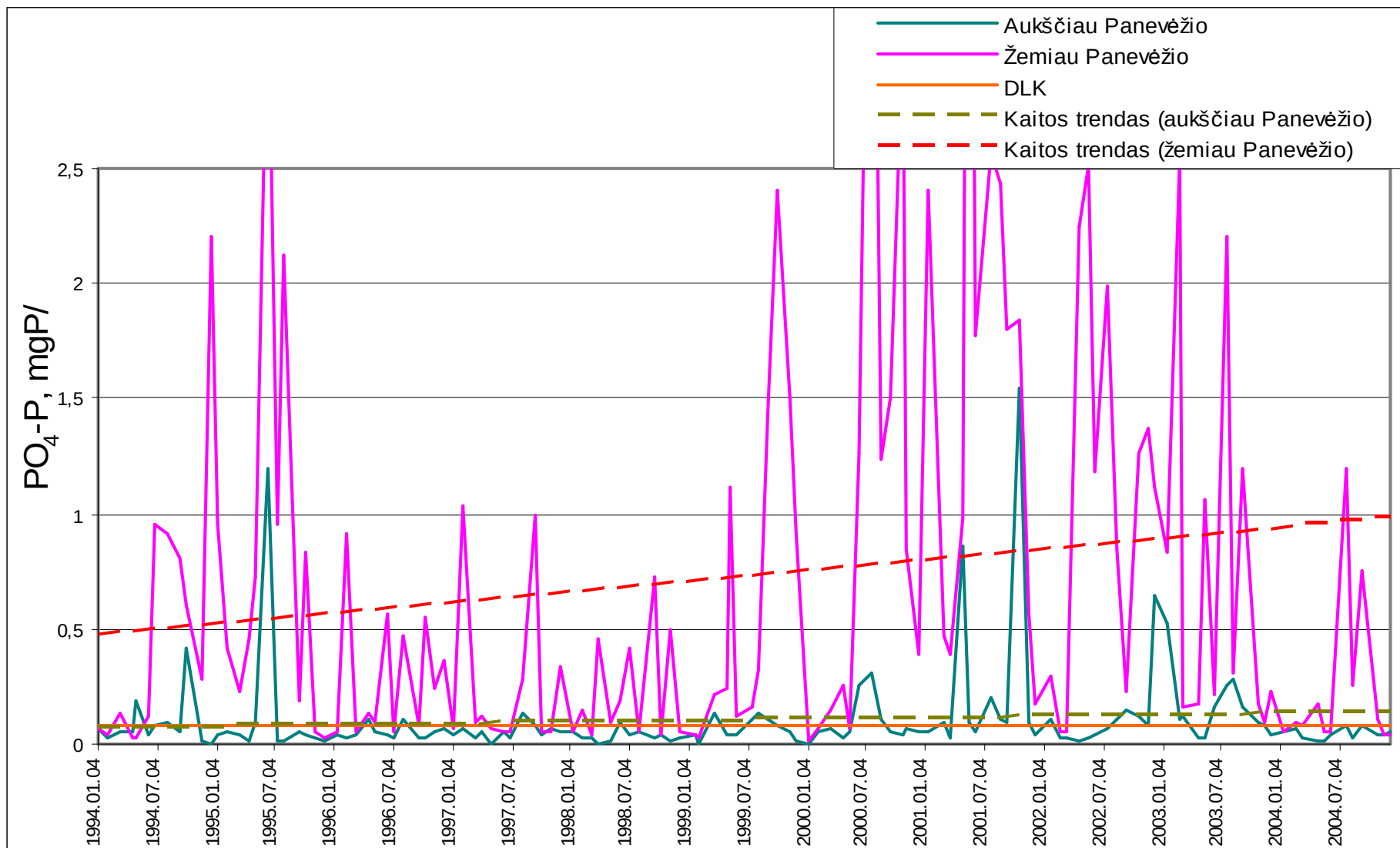
$$F_{0,05}=3,94$$

$$F_{0,01}=6,90$$

Nulinės hipotezės atmetama, nes $F=50,13 > F_{0,05}=3,94$, turimi duomenys, esant reikšmingumo lygmeniui $\alpha=0,05$, leidžia teigti, kad imties vidurkiai esminiai skiriasi.

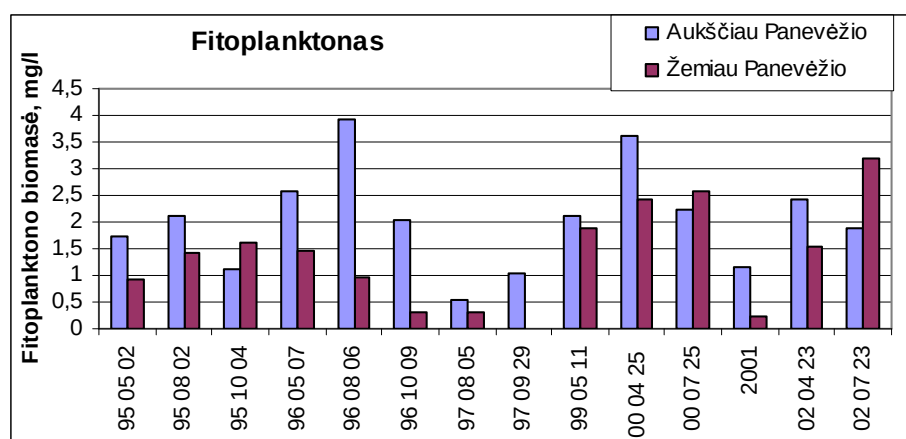
Nulinės hipotezės atmetama, nes $F=50,13 > F_{0,01}=6,90$, turimi duomenys, esant reikšmingumo lygmeniui $\alpha=0,01$ leidžia teigti, kad imties vidurkiai esminiai skiriasi.

Tai reiškia, kad fosfatų (PO_4) koncentracijos Nevėžio upės vandenyje aukščiau ir žemiau Panevėžio vidurkiai tiek esant 0,05 tiek 0,01 reikšmingumo lygmeniui 1994–2004 m. laikotarpyje esminiai skiriasi.

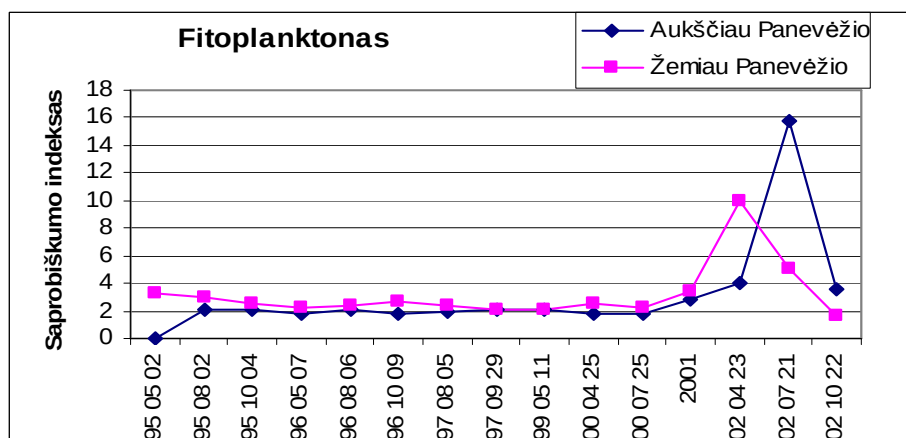


3.5 pav. Fosfatų kitimo dinamika Nėvėžio upės vandenyje aukščiau ir žemiau Panevėžio 1994–2004 m. laikotarpyje

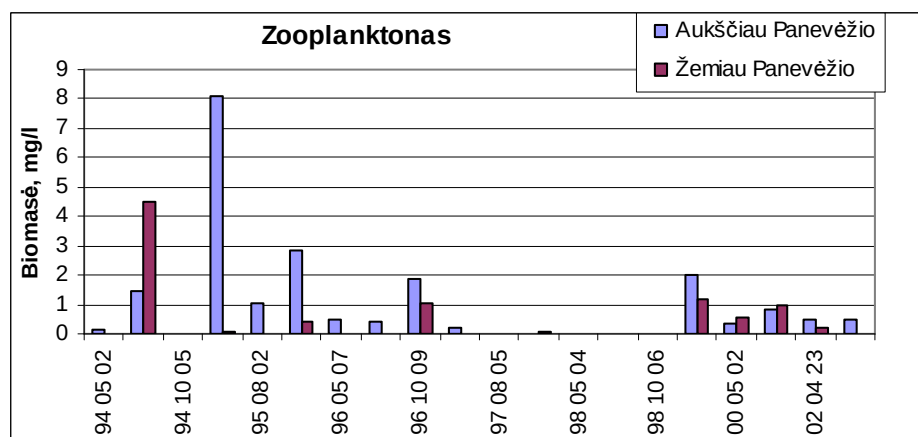
3.2. Hidrobiologinis upės vertinimas



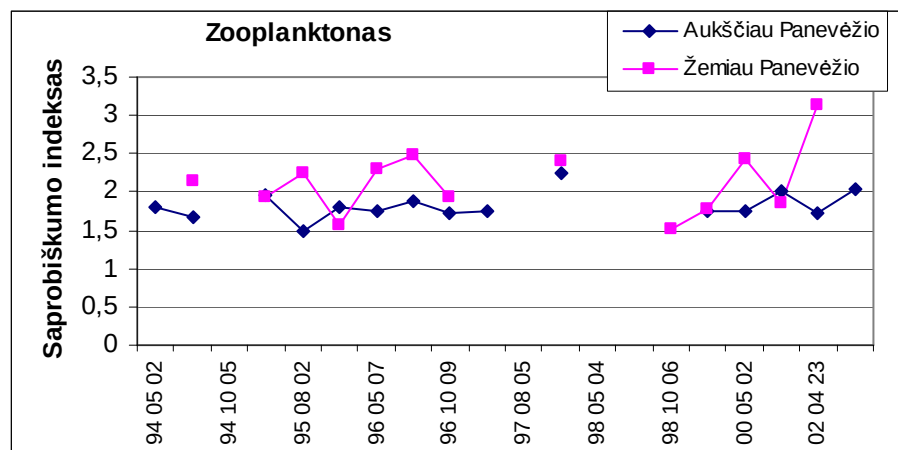
3.6 pav. Fitoplanktono biomasės kitimas, mg/l



3.7 pav. Fitoplanktono saprobiškumo indeksai aukščiau ir žemiau Panevėžio



3.8 pav. Zooplanktono biomasės kitimas, mg/l



3.9 pav. Zooplanktono saprobiškumo indeksai aukščiau ir žemiau Panevėžio

Hidrobiologinio upės įvertinimo epizodinė duomenų eilė su pertrūkiais, todėl neturima pakankamai patikimų duomenų atlikti hidrobiologinį Nevėžio upės vandens įvertinimą. Galima pasakyti, kad fitoplanktono masė žemiau Panevėžio miesto sumažėja, tik 2002 m. užfiksuotas jos padidėjimas. Rūšių skaičius taip pat pasikeitė – sumažėjo 2–3 kartus.

3.3. Mokslinių publikacijų upių vandens kokybės klausimais apžvalga

Nemunėlio upės vandens kokybė. Šios upės vandens tyrimų analizė parodė, kad organinės medžiagos atitinka I arba II klasės reikalavimus (vanduo yra labai švarus arba švarus). Kiti vandens rodikliai irgi atitinka DLK, išskyrus nitratų ir fosfatų koncentraciją. Pagrindinė problema – upė smarkiai užteršta fosfatinėmis medžiagomis, jų koncentracija siekė 3,75 DLK. Vanduo Nemunėlio upėje daugiausia teršiamas antropogenine tarša [23].

Ši tendencija pastebima ir analizuojant kitų upių vandens kokybę. *Mūšos upėje* nitritų kiekis svyruoja nuo 0,001 iki 2,0 mg/l, o žemiau Kulpės $\text{NO}_2\text{-N}$ koncentracija 100 kartų viršija DLK. PO_4 koncentracija vidutiniškai 3,44 kartus viršija DLK. Buvo nagrinėjama Šiaulių miesto įtaka Mūšos vandens kokybei, ir iš nagrinėjimo duomenų paaiškėjo, kad buitinės ir pramoninės nuotekos daro didžiausią poveikį vandens kokybei Mūšoje žemiau Kulpės. Pagal zooplanktono tyrimus, 71 % upės tirtų vietų vanduo buvo pusiau vidutiniškai užterštas (III B klasė). Nevėžio upėje nitritų kiekis svyruoja nuo 0,01 iki 1,12 mg/l, taigi, palyginti su Mūša, Nevėžio vanduo mažiau užterštas azotu. Tačiau Nevėžio vandenyse yra didesnė fosfatų koncentracija – ji viršija DLK 3–9 kartus [24].

Lėvens upei būdingas sutrikęs deguonies režimas. Organinių medžiagų maksimalios reikšmės, užfiksuotos aukščiau Kupiškio, viršijo DLK iki 10 kartų (tiriama Kupiškio ir Pasvalio miestų taršos įtaka). Maksimalios nitritų vertės – 20 DLK. Žemiau ir aukščiau Kupiškio bei aukščiau Pasvalio pagal bendrąjį azotą vanduo užterštas (IV klasė), bet žemiau Pasvalio – labai smarkiai užterštas (VI klasė). Fosfatų koncentracijos žemiau šių miestų irgi padidėjo ir pablogino vandens kokybę [25].

Galima padaryti išvadą, kad didžiausią žalą upių vandens kokybei daro antropogeninė tarša – pramoninės nuotekos bei ūkinė veikla. Norint pagerinti situaciją nors iš dalies, reikia atnaujinti nuotekų valymo įrenginius.

Nevėžio vagos hidrologinių ir hidrocheminių duomenų bei Panevėžio koncentruotos taršos šaltinių analizę 1998 m. atlikę tyrėjai (Vincevičienė ir kt. 1998) nustatė, kad Panevėžio mieste biologiniai valymo įrenginiai nevisiškai pašalina azoto ir fosforo junginius. Kadangi nepašalinamos biogeninės medžiagos, neišvalytas vanduo turi didelį poveikį upės vandens kokybei ir šio Nevėžio upės ruožo pagrindinė problema – didelės biogeninių medžiagų koncentracijos, spartinančios eutrofikaciją.

Pasak Kilkaus [6], Nevėžis pagal visus vandens kokybės parametrus priskirtinas stipriai užterštoms upėms. Neorganinio azoto koncentracija Nevėžio vandenyje 2–3 kartus, o fosfatų – net 2–8 kartus didesnė už šių junginių koncentraciją Nemuno ir Neries upėse.

R. Tumas rašo [1], kad Nevėžio vandenyje mažėja ištirpusio deguonies. Nors žemdirbystės ir tręšimo intensyvumas sumažėjo, tačiau deguonies upėse kol kas nedaugėjo. R. Tumo manymu, įtakos tam turi gamtinė inercija bei kiti veiksniai. Nevėžio biocheminis deguonies suvartojimas iki 1995 metų, rodantis upių taršą organinėmis medžiagomis tendencijas, didėja, nuo 1996 metų BDS₇ praktiškai nebedidėja. Šis autorius, atlikęs Nevėžio sutelktųjų vandens taršos šaltinių analizę, priėjo prie išvados, kad miestų upių tarša yra daugiakomponentė, priklauso nuo miestų išsivystymo, pramonės įmonių gausos ir įvairovės, taip pat nuo esamų valyklų efektyvumo. Kadangi Panevėžio kanalizuo to vandens valykla yra dviejų lygių ir nepašalina azoto ir fosforo, minėtų medžiagų koncentracija žemiau Panevėžio didėja.

3.4. Panevėžio miesto įtaka Nevėžio upės vandens kokybei

Kaip teigia A. Radzevičius, per pastaruosius dešimtmečius Nevėžio vidurupyje buvo daug antropogeninių pokyčių, iš jų bene svarbiausias – spartus Panevėžio miesto netolygus vystymasis. Tai sąlygojo gamtinės aplinkos technogeninę taršą [26].

Panevėžio kanalizacijos sistema

Panevėžio kanalizuo to vandens valykloje yra biologiniai šiuo metu ne visu pajėgumu dirbantys vandens valymo įrenginiai, nepašalinantys azoto bei fosforo. Todėl žemiau Panevėžio pastebimas šių medžiagų padidėjimas: 1995 m. vidutinė metinė bendrojo fosforo koncentracija Nevėžyje po valymo buvo 5,7 mg/l, bendrojo azoto – 31,7 mg/l. Šios koncentracijos turi tendenciją didėti. 1995 m. metinis BDS₅ vidurkis po valymo buvo 16,0 mg/l, 1997m. – 38,4 mg/l [1].

Išvalytas vanduo ties Nevėžio 139 km išleidžiamas į upę. 1992 m. Iš valymo įrenginių buvo išleidžiama $0,53 \text{ m}^3/\text{s}$ išvalytų nuotekų, 1996 m. – $0,247 \text{ m}^3/\text{s}$. Į valymo įrenginius patenkančių nutekamųjų vandenų kiekybinius ir kokybinius stebėjimus atlieka SPAB *Aukštaitijos vandenys*. Kadangi nepašalinamos biogeninės medžiagos, išvalytas vanduo turi didelį poveikį upės vandens kokybei. Todėl šio upės ruožo užterštumo pagrindinė problema – didelės biogeninių medžiagų koncentracijos, spartinančios eutrofikaciją [18].

1989 m. nuotekų valyklos pajėgumai praplėsti iki 70 tūkst. m^3/p , tačiau juose iš į Nevėžį išleidžiamo apvalyto vandens nepašalinamas fosforas ir azotas. Nors nuo 1997 m. šiuos elementus pašalinti privalu, pastaruoju metu iš valyklos į atvirus vandens telkinius per metus patenka virš 300 tonų azoto, apie 50 tonų fosforo. Kadangi Panevėžio miesto nuotekų valykla yra technologiškai ir fiziškai susidėvėjusi, neįmanoma nuotekų išvalyti iki normatyvinių reikalavimų, o labai sumažėjus valomų nuotekų kiekiams įrenginiai dirba neracionaliai, nuo 2000 m. atliekama valyklos rekonstrukcija [27].

Panevėžyje yra apie 40 įvairių pramonės įmonių. Dauguma nuotekų valomos už miesto esančiuose valymo įrenginiuose, kurių našumas $0,81 \text{ m}^3/\text{s}$. Kai kurios įmonės turi savo nuotekų valyklas, jose atliekamas tik pirminis nuotekų apvalymas. Lietaus vanduo į Nevėžį patenka septyniais tam tikrų gatvių vardais pavadintais išleistuvais Nevėžio 140,8, 139,2, 136, 134,8 km nuo žiočių.

Pramonės tarša

Potencialiems Nevėžio vandens teršėjams galima priskirti Panevėžio mėsos, pieno ir alaus kombinatus, cukraus, konservų bei linų perdirbimo fabrikus. Žemiau didžiųjų miestų Nevėžio vandenyje gerokai padaugėja organinių medžiagų ir ypač neorganinių biogeninių elementų. 1998 m. beveik pagal visus vandens parametrus Nevėžis buvo priskirtas stipriai užterštoms upėms [6].

Beveik visose įmonėse matuojama nuotekų temperatūra, SM koncentracija, BDS_7 ir pH. Matuojant nuotekas iš taškinių taršos šaltinių vertinamas tik projektinis metinis debitas, todėl labai sunku spręsti apie tikrąsias sezonines teršalų apkrovas patenkančias į Nevėžį, o juo labiau prognozuoti sezonines vandens kokybės kitimo tendencijas bei valdyti upės vandens kokybę. Didžiausia suspenduotų dalelių koncentracija (287 mg/l) yra Panevėžio autobusų parko nuotekose.

Visos nuotekos iš AB *Panevėžio cukrus* išleidžiamos į bendrąjį kanalizacijos tinklą. Vietinių valymo įrenginių nėra, tačiau naudojami taršos apkrovų išlyginamieji rezervuarai. Jei nuotekos būtų išleidžiamos nereguliuojant debito ir taršos apkrovos, vandens valymo įrenginių darbas dažnai sutriktų, nes cukraus pramonės nuotekos nuodingos aktyviajam dumblui; be to, iš nuotekų pašalinamas tam tikras teršalų kiekis.

AB *Autobusų parkas* įmonė išleidžia labiausiai koncentruotas nuotekas. Viršijamas BDS_5 , SM, naftos koncentracijos.

AB *Sema* gamina alkoholinius gėrimus ir mieles. Turi papildomą išleistuvą Nevėžio 138 km, tačiau didžioji nuotekų dalis kartu su municipalinėmis nuotekomis kanalizuojama į Panevėžio vandenvalos įrenginius. AB *Sema* išleidžiamų teršalų kiekis sudaro apie 1/3 visų organinių teršalų, patenkančių į Panevėžio miesto nuotekų valymo įrenginius. Įmonės valymo įrenginiuose atliekamas vandens nuskaidrinimas ir sulaikytų organinių atliekų anaerobinis apdorojimas. Po pirminio valymo į Nevėžį papildomu išleistuvu išleidžiamos nuotekos, praskiestos antrinio panaudojimo vandenimis, didelio poveikio vandens kokybei neturi.

Iš Panevėžio vandens taršos šaltinių išleidžiamos nuotekos Nevėžio nuoteką padidina vidutiniškai $0,15 \text{ m}^3/\text{s}$ [18].

1994–2004 metais buvo matuojama vidutinės ir maksimalios teršiančių medžiagų koncentracijos į nuotekų surinktuvą išleidžiamose nuotekose. Duomenys (BDS_5 (BDS_7), nitratų, nitritų ir fosfatų koncentracijos) gauti iš Aplinkos apsaugos agentūros. Atlikta įmonių *Sema*, *Panevėžio gatvės*, *Linuva*, *Panevėžio pienas* ir *Nevėžis* nuotekų į priimtuvą teršiančių medžiagų analizė.

1994 metais įmonių *Sema*, *Panevėžio gatvės*, *Linuva*, *Panevėžio pienas* nuotekų į priimtuvą BDS_5 vidutinė koncentracija atitiko didžiausią DLK (arba laikinąją LLK) leidžiamą koncentraciją, bet maksimalios BDS_5 koncentracijos viršijo nustatytas laikinai leidžiamas koncentracijas įmonių *Sema* ir *Panevėžio gatvės* išleidžiamose nuotekose. *Semos* nuotekose maksimali išmatuota teršiančios medžiagos koncentracija lygi $20 \text{ mg O}_2/\text{l}$, o didžiausia leistina koncentracija yra $15 \text{ mg O}_2/\text{l}$. *Panevėžio gatvės* trečiame išleistuve nustatyta LLK buvo $30 \text{ mg O}_2/\text{l}$, maksimali užfiksuota koncentracija lygi $59 \text{ mg O}_2/\text{l}$, vienuoliktame išleistuve – $52 \text{ mg O}_2/\text{l}$. Nitratams, nitritams ir fosfatams DLK nustatyta nebuvo, šių medžiagų koncentracijos į priimtuvą atitinkamai lygūs $1,58 \text{ mg N/l}$, $0,1 \text{ mg N/l}$ ir $1,29 \text{ mg P/l}$.

1995 metais įmonių *Sema*, *Panevėžio gatvės*, *Linuva*, *Panevėžio pienas* biocheminio deguonies suvartojimo vidutinės ir maksimalios išmatuotos koncentracijos išleidžiamose į Nevėžį nuotekose atitiko DLK(LLK), išskyrus *Panevėžio gatvės* pirmojo išleistuvo nuotekas. Čia buvo nustatyta LLK lygi $50 \text{ mg O}_2/\text{l}$, vidutinė koncentracija buvo $82,7 \text{ mg O}_2/\text{l}$, o maksimali – $343 \text{ mg O}_2/\text{l}$, tai 6,7 kartų viršiją nustatytą normą. *Panevėžio pieno* išleidžiamose nuotekose 4,5 kartų padidėjo fosfatų koncentracija palyginus su 1994 metais.

1996 metais BDS_5 koncentracijos reikšmės atitiko nustatytas didžiausias arba laikinai leidžiamas koncentracijas, bet *Panevėžio gatvės* įmonės iš dešimtojo išleistuvo išleidžiamose į priimtuvą nuotekose vidutinė išmatuota šios medžiagos koncentracija viršijo DLK dvigubai ($\text{DLK}=17 \text{ mg O}_2/\text{l}$), o maksimali užfiksuota reikšmė lygi $41 \text{ mg O}_2/\text{l}$. Ketvirtojo išleistuvo išleidžiamose nuotekose vidutinė biocheminio deguonies suvartojimo koncentracija neviršijo

nustatytos normos, bet maksimali buvo didesnė už LLK 5 kartus. Fosfatų koncentracija, palyginus su 1995 m, sumažėjo, ji lygi 0,84 mg P/l.

1997 metais BDS₅ maksimalios išmatuotos koncentracijos viršijo nustatytas normas *Panevėžio gatvės* ir *Panevėžio pienas* išleidžiamose į priimtuvą nuotekose. *Panevėžio pieno* išleidžiamose nuotekose nitritų koncentracija buvo 0,13 mg N/l, nitratų – 1,1 mg N/l, fosfatų – 8,2 mg P/l.

1998 metais situacija panaši – viršijamos tų pačių kaip ir 1997 metais įmonių nuotekų maksimalios BDS₅ koncentracijos (*Panevėžio pieno* didžiausią užfiksuota koncentracija siekė 70 mg O₂/l, tai 4 kartus viršijo DLK). Vidutinė koncentracija buvo mažesnė už DLK.

1999 metai. Matuojama biocheminio deguonies suvartojimo vidutinės koncentracijos minėtose įmonėse nebuvo viršijama, maksimalios – irgi, tik *Panevėžio pieno* Raguvo sūrių gamyklos išleistose nuotekose truputį viršijama DLK (1,04 karto); nitratų koncentracija lygi 4,15 mg N/l, nitritų – 0,09 mg N/l, fosfatų – 3,4 mg P/l. Nitratų koncentracija žymiai padidėjo, palyginus su ankstesniais metais.

2000 metais *Semos*, *Linuvos* ir *Nevėžio* išleidžiamose nuotekose į *Nevėžio* upę vidutinės ir maksimalios koncentracijos atitiko DLK, *Panevėžio gatvės* maksimalios BDS₇ reikšmės viršijo leidžiamas iki 5 kartų (pirmas išleistuvas), taip pat beveik 3 kartus viršyta *Panevėžio pieno* nuotekų BDS₇ koncentracija. Nitratų įmonės *Panevėžio gatvės* išleidžiamose nuotekose palyginus su 1999 m sumažėjo beveik 15 kartų (1999 m. buvo 4,15 mg N/l, 2000 m. – 0,28 mg N/l), nitritų – 0,076 mg N/l, fosfatų sumažėjo 1,6 kartus.

2001 metais *Panevėžio gatvių* įmonės išleidžiamose nuotekose (dvyliktas išleistuvas) viršyta vidutinė ir maksimali biocheminio deguonies suvartojimo koncentracijos: DLK=17 mg O₂/l, vidutinė koncentracija lygi 21.4 mg O₂/l, maksimali – 38 mg O₂/l. Kitų įmonių išleidžiamose nuotekose BDS₇ koncentracija atitiko normas (nustatytas DLK ar LLK). *Panevėžio pieno* išleistose nuotekose nitritų koncentracija lygi 0,043 mg N/l, nitratų – 1,38 mg N/l, fosfatų – 1,5 mg P/l. Nitratų koncentracija palyginus su 2000 metais, padidėjo.

2002 metais BDS₇ maksimalios išmatuotos koncentracijos viršijo nustatytas normas *Panevėžio gatvės* ir *Semos* išleidžiamose į priimtuvą nuotekose. *Panevėžio pieno* išleidžiamose nuotekose fosfatų koncentracija lygi 5,16 mg P/l, tai trys su puse kartų daugiau nei 2001 metais. Nitratų koncentracija – 0,75 mg N/l.

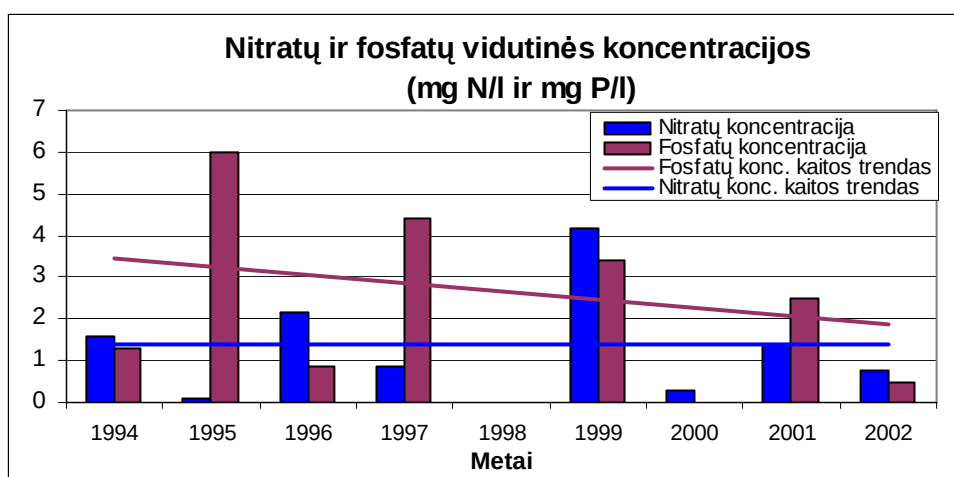
2003 metai. Matuojama biocheminio deguonies suvartojimo vidutinės koncentracijos minėtose įmonėse nebuvo viršijama, maksimali koncentracija *Panevėžio pieno* Raguvo sūrių gamyklos išleistose nuotekose truputį viršijama DLK (1,12 karto), *Panevėžio gatvių* nuotekose BDS₇ koncentracija viršija nustatytą DLK 4,8 karto. Nitritų, nitratų ir fosfatų koncentracijų duomenų neturima.

2004 metais Panevėžio gatvės įmonės nuotekų į priimtuvą BDS₇ vidutinė koncentracija atitiko didžiausią DLK (arba laikinąją LLK) leidžiamą koncentraciją, bet maksimalios BDS₇ koncentracijos viršijo nustatytas laikinai leidžiamas koncentracijas 1,3–3,2 kartų penkiuose išleistuvuose.

Nuotekų įrenginius išleistuvams turi AB *Panevėžio pieno* Raguvos sūrių gamykla. Tai biologiniai valymo įrenginiai, kurie nepašalina azoto ir fosforo. AB *Sema* atlieka pirminį anaerobinį nuotekų apdorojimą, ir nuotekose esantys organiniai teršalai paverčiami į vertingą energijos šaltinį – biodujas. Kitos čia išvarditos įmonės valymo įrenginių neturi.

Lietaus kanalizacija

Lietaus vandens kokybinę apskaitą veda Panevėžio komunalinių paslaugų ūkis, duomenys registruojami Aplinkos apsaugos departamente. Panevėžyje 7 pagrindiniai lietaus nuotekų išleistuvai: Metalisto gatvės (140,8 km), Elektros g. (139,2 km), Marijonų g. (138,2 km), Nemuno g. (137 km), Mackevičiaus g. (137,7 km), Pramonės g. (134,8 km) ir Savitiškio g. (134,8 km). Į Panevėžio gatvės išleistuvų tinklą patenka ir nuotekos nuo įmonių teritorijų. Į Elektros gatvės išleistuvą suteka lietaus kanalizacija iš AB *Autobusų parko* ir autobusų stoties. Į Marijonų g. išleistuvą suteka lietaus vanduo nuo geležinkelio stoties ir iš geležinkelio ruožo. Į Pramonės gatvės išleistuvą surenkamas lietaus vanduo iš 17 šaltinių. Šio išleistuvo nuotekos Nevėžį teršia SM ir BDS₅ [18].



3.10 pav. Panevėžio miesto įmonės („Panevėžio pienas“) išmetamų nutekamųjų vandenų vidutinės nitratų ir fosfatų koncentracijos, mg N/l ir mg P/l

Kaip matome iš 3.10 pav., didžiausia nitratų koncentracija UAB *Panevėžio pieno* išleistose nuotekose buvo užfiksuota 1999 metais (4,15 mg N/l), 2000 metais koncentracija sumažėjo iki 0,28 mg N/l. Nitratų kaitos trendas rodo, kad nitratų koncentracija stipriai nesikeičia. Fosfatų koncentracijos kaitos trendas rodo, kad fosfatų kiekis šios įmonės išleidžiamose nuotekose mažėja,

daugiausia upė buvo teršiama fosfatais (kaip ir nitratais) 1999 metais. Mažiausios koncentracijos užfiksuotos 1996 ir 2002 metais.

„Panevėžio miesto įmonės „Panevėžio pienas“ nitratų, nitritų ir fosfatų išleidžiami į Nevėžio upę kiekiai (t N/m ir t P/m)“ ir „Deguonies sunaudojimo kiekiai organinėms medžiagoms Panevėžio įmonių išleidžiamose nuotekose suoksidinti, t O₂/m“ lentelės pateiktos 4 priede.

4. Prevencinės priemonės ekologinei situacijai gerinti

4.1. Ekonominės priemonės

1999 metais šalyje buvo priimtas mokesčio už aplinkos teršimą įstatymas [8]. Šis įstatymas nustato mokesčio už aplinkos teršimą mokėjimo tvarką ir kontrolę. Jo paskirtis – ekonominėmis priemonėmis skatinti teršėjus mažinti aplinkos teršimą, vykdyti atliekų prevenciją ir tvarkymą, neviršyti nustatytų teršalų išmetimo į aplinką normatyvų, taip pat iš mokesčio kaupti lėšas aplinkosaugos priemonėms įgyvendinti. Bet baudos atskirais atvejais per mažos, t.y. teršėjui kartais yra naudinga užmokėti pvz., 1000 lt baudą užuot likvidavus žalą, padaromą gamtai bei ekologijai, kad pakeistų, pvz., gamybos būdą, atliekų tvarkymą, užuot iki normatyvų išvalius vandenį ir pan. Pavyzdžiui, už toną bendrojo azoto, išmetamo į vandens telkinius, šiuo metu yra taikoma 600 litų bauda. Teršėjas atsipirks tokia maža bauda, o vykdyti reikalavimus jam kainuotų žymiai daugiau. Galima daryti prielaidą, kad įstatyminė bazė yra nepakankamai griežta ir būtina ją tobulinti arba keisti.

Nevėžio upės vanduo yra teršiamas įvairiomis medžiagomis, jų koncentracijos viršija leistinas koncentracijas, todėl galima daryti išvadą, kad nesilaikoma priimtų šalyje įstatymų ir direktyvų. Imtis ypač griežtų priemonių (pvz., uždaryti tam tikrą pramonės objektą, teršiantį upę) netikslinga, kadangi tai pakenks šalies ekonomikai, nebus gaminama tam tikros produkcijos, kuri yra reikalinga Lietuvos gyventojams arba yra eksportuojama į kitas šalis, be to, gali paaštrėti nedarbo problema. Be abejo, aplinkos teršėjus reikia bausti. Todėl siūlyčiau tobulinti ekologinį mokestį gamykloms, kurios teršia aplinką. Ekologinio mokesčio dydis turi būti apskaičiuotas toks, kad pramonės įmonė turėtų finansinę galimybę veikti toliau, o visas pelnas būtų naudojamas ekologinei situacijai gerinti diegdamos naujas technologija ir statydamos naujus valymo įrenginius.

Vandens taršą reikia mažinti ir kitokiomis priemonėmis, pavyzdžiui, užkertant kelią nelegaliam automobilių techninės apžiūros perėjimui. Šiais laikais daug žmonių turi automobilius, kurie ne tik išmeta į orą kenksmingas dujas, bet gali kelti pavojų aplinkai ir kitais būdais. Žmogus, kurio automobilis nepereina techninės apžiūros dėl daromos taršos aplinkai, paprasčiausiai nusiperka atitinkamus dokumentus. Šiuo atveju nei jis, nei tas, kuris jam suteikia teisę važinėti tokia transporto priemone, taip pažeisdamas įstatymus, nesusimąsto apie žalą, daroma aplinkai. Pavyzdžiui, jei iš mašinos išbėga tepalai, o toje vietoje, kur tai atsitinka, nėra kanalizacijos, tepalai kartu su lietaus vandenimis nuteka į upę arba įsiskverbia į gruntą. Pirmuoju atveju paviršinis vanduo yra teršiamas naftos produktais, žūsta vandens gyvūnai ir augalai, antruoju – yra teršiamas požeminis vanduo, kuris maitina upes ir yra geriamojo vandens šaltinis.

4.2. Techninės priemonės

Labai svarbu taikyti prevencines technologijas, kurių tikslas yra išsaugoti vandens išteklius. Jų pagrindas – taršos mažinimas pačiame šaltinyje, minimizuojant gamybos atliekas, tausojant vandenį, naudojant gamyboje gamtai labiau priimtinas chemines medžiagas, t.y. tokias, kurios sudaro netoksiškus junginius ir greitai suskyla. Taikant šias technologijas, vengiant taršos, reikia :

- mažinti taršą pačiame taršos šaltinyje,
- uždaro ciklo,
- valymo,
- šalinti nežalingas gamtai atliekas.

Siekiant mažinti pramonės įmonių taršą, gamybai reikia racionaliai naudoti švaresnes žaliavas, sukurti uždarą vandens vartojimo ciklą. Kietas gamybos atliekas reikia naudoti kuriant komercinius produktus arba kaip žaliavų priedus kitiems gamybos procesams.

Aptartos prevencinės technologijos plinta ne tik pramonėje, bet ir tvarkant miestų ir liūčių vandenį, drėkinant laukus. Miestuose svarbu, kad nesusidarytų paviršinis nuotekis ir daugiau vandens sugertų į podirvį, todėl būtų racionalu asfaltuotus ir kitokius vandeniui nelaidžius takus pakeisti laidžiais [1].

Reikia paminėti ir tai, kad žalą aplinkai daro *šiūlaikinės buitinės chemijos priemonių naudojimas*. Reikia keisti žalingas aplinkai medžiagas į netoksiškas ir greitai skylančias.

Ploviklių sudėtį sudaro iki 20 cheminių junginių. Pagal plovimo metu atliekamas funkcijas jie gali būti suskirstyti į keletą grupių: paviršinės aktyvumo medžiagas (PAM), baliklius, dažiklius, vandens minkštiklius, priedus ir kt.

Paviršinės aktyvumo medžiagas (PAM) yra kenksmingos vandens organizmams, jeigu jos lengvai nebiodegraduoja. Naujoviškos PAM įprastai lengvai skaidomos aerobinėmis sąlygomis. Norint išsaugoti švarią aplinką reikia naudoti PAM , kurių skilimas būtų didesnis nei 60 %.

Balikliuose naudojama aktivatoriai, pavyzdžiui, *EDTA* (etilendiamintetraacetatas), kurie yra žalingi aplinkai. Manau, EDTA reikia uždrausti naudoti plovikliuose dėl tokių priežasčių – jie sunkiai biodegraduoja nuotekų valymo įrenginiuose bei vandens telkiniuose, patekę į vandens aplinką gali ištirpinti nuodingus sunkiuosius metalus ir įtraukti juos į maisto grandinę. Sunkieji metalai yra toksiški žmonėms. Kadangi sunkieji metalai turi tendenciją kauptis žmogaus (ir gyvūnų) organizme, žalingas poveikis gali pasireikšti vėliau, pvz., po kelių dešimtmečių. Reikia imtis priemonių dabar, nelaukiant neigiamų pasekmių. Reikia apskaičiuoti optimalią aktyvatoriaus koncentraciją, tai yra tokia, kad skalbimo priemonė būtų pakankamai efektyvi, bet jos žalingas poveikis aplinkai būtų kuo įmanoma mažesnis.

Būtų tikslinga atsisakyti *perboratų* naudojimo plovikliuose, nes boronas veikia augalų augimą netgi mažomis koncentracijomis. *Chloro balikliai* yra efektyvūs, tačiau labai toksiški žmonėms, augalams ir gyvūnams. Europos gyventojai jau seniai vengia chloro baliklių. Pavyzdžiui, 1988m. Švedijoje balinimo priemonėse chloras sudarė 280 tonas, o 1996m. tik 10 tonų. Tokie galingi chemijos pramonės pasikeitimai vyko dėl visuomenės didėjančio ekologinio išprusimo ir tai yra įrodymas, kad kiekvienas žmogus gali keisti savo aplinką [28].

Dažikliai naudojami tam, kad būtų galima mažinti ploviklio perdozavimo tikimybę ir didinti prekės patrauklumą. Deja, dauguma jų yra ilgai išliekantys ir sunkiai biodegraduojantys. Mano manymu, dažiklių naudojimo plovikliuose reikia atsisakyti. Kad nebūtų perdozavimo, reikia tiesiog atidžiau dozuoti skalbimo miltelius ar kitokią plovimo priemonę arba naudoti dozatorių (pvz. tai gali būti tam tikro tūrio plastmasinis šaukštelis, parduodamas kartu su plovikliu). O jei reikia rinktis tarp prekės patrauklumo ir švarios aplinkos, kuri taip pat sąlygoja ir žmogaus sveikatą, neabejotinai reikia pasirinkti antrąjį variantą. Būtų tikslinga uždrausti dažiklių naudojimą plovikliuose, nes kitaip šių priemonių gamintojai ir toliau naudos šias kenksmingas žmogui bei aplinkai medžiagas, siekiant realizuoti kuo daugiau prekių ir gauti kuo didesnę pelną.

Tose vietose, kur vanduo kietas, reikalingi vandens *minkštikliai*. Dažniausiai naudojami minkštikliai yra fosfatai, fosfonatai, ceolitai ir citratai. Fosfatai nėra toksiški, tačiau kartu su nuotekomis patekę į vandens telkinius sukelia eutrofikaciją (intensyvių dumblių vystymąsi ir dauginimąsi, vadinamąjį „vandens žydėjimą“). Klestintys dumbliai išskiria nuodingas medžiagas. Dar blogiau, mirusius dumblus skaidydamos bakterijos sunaudoja daug deguonies, sukeldami deguonies trūkumą, pradeda dusti žuvis, kenčia kiti hidrobiontai, išsiskiria nemalonūs puvimo (sieros) kvapas. Kad fosfatai būtų efektyviai iš nuotekų pašalinami, būtini specialūs fosfatų šalinimo nuotekose įrenginiai. Nesant šių įrenginių bei kaimuose, kur iš viso nėra nuotekų valymo įrenginių, reikia stengtis naudoti mažai arba nedaug fosfatų turinčius ploviklius. Ceolitai ir citratai nėra žalingi, tačiau nėra ir labai efektyvūs metalų surišikliai [28]. Mano manymu, geriau būtų naudoti tegu ir ne tokias efektyvias priemones, užtat išsaugoti švarų vandenį, sveiką aplinką ir geresnę sveikatą, išvengti rizikos susirgti ligomis, kurias sukelia efektyvesni minkštikliai. Europos Komisija sudarė sąlygas rengti tyrimo projektą, kuriame atkreipiamas dėmesys į dabartinį fosfatų panaudojimą gaminant skalbimo priemones visoje Europos Sąjungoje, Šveicarijoje ir JAV. Aštuoniose šalyse buvo detaliai išnagrinėta ši problema. Nuo devintojo dešimtmečio pradžios keliose šalyse buvo įgyvendintos savanoriškos ar teisinės priemonės, kurios reglamentuoja ceolito A naudojimą (vietoj natrio tripolifosfato). Taip gerokai buvo sumažintas šios medžiagos kiekis skalbimo priemonėse. Pastebėta, kad daugelyje kitų ES šalių nuolat mažėja natrio tripolifosfato naudojimas, nors nebuvo imtasi jokių formalių veiksmų. Tai leidžia manyti, kad skalbimo priemonės, kuriose yra naudojami ceolitai, yra paklausios. Uždraudus naudoti skalbimo priemones,

kuriose yra fosforo (pvz., natrio tripolifosfato), fosforo kiekį būtų galima sumažinti maždaug 40 procentų [12].

Rinkoje naudojama apie 5000 kvapų. 95 % iš jų yra sukurti laboratorijose – dauguma iš benzino produktų. Dauguma kvapų yra žalingi sveikatai. Taip pat jie žalingi vandens gyvūnams [28]. Kvapai yra naudojami plovikliuose tam, kad padidintų prekių patrauklumą, pvz., indų ploviklių ir skalbimo miltelių reklamose akcentuojama, kad reklamuojama prekė skaniai ir gaiviai kvepia, tai pateikiama kaip geras, teigiamas dalykas, nors realiai tai kenkia aplinkai ir žmonių sveikatai. Be to, žmogus, plaudamas indus bekvapių indų plovikliu vargu ar patirs kažkokius nuostolius ar nepatogumus.

Manau, reikia labiau *informuoti visuomenę* apie neigiamą buitinės chemijos poveikį aplinkai ir sveikatai. Kadangi daugumai žmonių žymiai labiau rūpi jų pačių ir jų vaikų sveikata nei švarus vanduo upėje ir vandens augalijos ir gyvūnijos būseną, reikia akcentuoti neigiamą poveikį būtent žmogaus organizmui. Gydytojai turi informuoti žmones apie tai, kad kai kurios medžiagos, dedamos į ploviklius, sukelia ligas, kenkia nervų sistemai, sukelia galvos skausmą ir tokius simptomus kaip nuovargis, sunkus kvėpavimas, silpnumas, odos išbėrimas, sunkus susikoncentravimas, prasta atmintis ir panašiai. Atkreipę į tai dėmesį žmonės turėtų pradėti rinktis kitus buitinės chemijos produktus, bekvapius ir bespalvius, galbūt ne tokius patrauklius, bet mažiau žalingus, atkreipti dėmesį į produkto sudėtį. Tokiu atveju sumažės tokių produktų paklausa, taigi turi sumažėti ir pasiūla. Bet kadangi dažnai žmonės neatkreipia į tai dėmesio arba renkasi pigesnę produktą, svarbiausia priemonė turi būti ypač toksiškų ir žalingų medžiagų naudojimo draudimas, jų pakeitimas nekenksmingomis medžiagomis.

Paviršinio vandens telkiniuose nitratų gali atsirasti dėl nevalytų nuotekų bei srutų išleidimo į gruntą ir buitinių atliekų duobių. Bet pagrindinė padidinto nitratų kiekio priežastis yra organinės ir mineralinės (azotinės) trąšos, naudojamos žemės ūkyje. Todėl reikia *ekologiškai ūkininkauti*, tai yra tai užauginti sveiką ir vertingą derlių, saugoti biologinę įvairovę ir mažinti aplinkos taršą. Vengiant energijos ir maisto medžiagų nuostolių, aplinkos taršos, ekologinio ūkininkavimo sistema turėtų būti kaip uždaras augalų maisto medžiagų apykaitos ratas – nenaudojamos sintetinės trąšos ir augalų apsaugos priemonės. Jeigu neužtenka savame ūkyje sukauptų trąšų, tai tręšti ir dirvožemiui gerinti naudotinos papildomos organinės ir natūralios kilmės mineralinės trąšos. Reikia kompostuoti organines atliekas, tręšti žemę racionaliai, naudoti organines medžiagas, tokias kaip mėšlas, kompostai, ir natūralias mineralines trąšas, vengti sintetinių pesticidų [28].

Sintetinės trąšos itin lengvai išplaunamos iš dirvos, todėl nesunkiai patenka į paviršinius vandenis. Patekę į vandenį, dideli fosfatų ir nitratų kiekiai jame sukelia stiprų dumblių augimą – eutrofikaciją. Gavę maisto medžiagų (fosfatų, nitratų), dumbliai klesti teršdami vandenį

nuodingomis išskyromis. Be to, žuvusius dumblius skaidančios bakterijos sunaudoja deguonį, todėl nuo jo trūkumo kenčia žuvys ir kiti gyvūnai, nyksta augalai.

Aplinką teršia ir *netinkamas organinių trąšų laikymas*, jų naudojimas. Dažnai sodininkai savo mažam sklypeliui nuperka penkias šešias tonas mėšlo ir jį įterpia dviejuose, trijuose aruose. Tokio didelio maisto medžiagų kiekio augalai neišsaviną – dalis patenka į aplinką ir ją teršia [28].

Be to, organinių ir mineralinių (azotinių) trąšų naudojimas yra pagrindinė padidinto nitratų kiekio priežastis šachtiniuose šuliniuose. Gruntinis vandeningas horizontas yra arčiausiai žemės paviršiaus ir yra jautriausias antropogeninei taršai. Tie Lietuvos gyventojai, kurie vandenį gauna iš negilių kastinių šulinių ar gręžinių, susiduria su tokia problema kaip nitratai, kurie yra pavojingi žmogui, o ypač kūdikiams [29].

Kitos soduose naudojamos kenksmingos cheminės medžiagos yra *augalų apsaugos priemonės*. Pesticidai gali užteršti vandens telkinius, dirvožemį bei gruntinius vandenis.

Norint sumažinti upių taršą dėl žemės ūkio gamybos, tose vietose, kur į upelių slėnius suteka užterštas vanduo iš gyvenviečių, gyvulininkystės pastatų, sandėlių, dirbtuvių, kiemų kelių ir kitų teršimui potencialių objektų, tikslinga rengti priemones, skirtas pagerinti gamtinį vandens valymąsi.

Kad sumažėtų upės teršimas, vykstantis dėl sklaidytos žemės ūkio taršos (tręšimo), žemdirbiams reikia diegti tausojančios ir ekologinės žemdirbystės pagrindus. Šiuo atveju naudojant atitinkamas sėjomainas ir subalansuotą tręšimą, galima gerokai sumažinti biogeninių medžiagų išsiplovimą ir patekimą į upę [30].

Džiugu, kad vis daugiau žmonių supranta, jog chemikalai turi neigiamą poveikį aplinkai, kad teršdami gamtą, aplinką kenkiame ir sau, nes esame gamtos dalis ir paklūstame jos dėsniams. Pastaruoju metu jau atsisakoma sintetinių trąšų, augalų apsaugos priemonių – žemės ir augalų priežiūrai taikomi ekologiški, nekenkiantys nei aplinkai, nei sveikatai būdai. Supraskime – kuo daugiau žmonių pasirinks gamtai draugiškus ūkininkavimo būdus, tuo sveikesni žmonės ir aplinka mus sups. Kiekvienas esame atsakingas už tai [28].

Išvados ir pasiūlymai

1. 1994–2004 m. tyrimų laikotarpyje nustatyta, kad Nevėžio upės vandens kokybė nėra labai gera, upė smarkiai užteršta fosfatinėmis ir azotinėmis medžiagomis, biocheminis deguonies suvartojimas taip pat viršija didžiausią leistiną koncentraciją. Pažymėtina, kad žemiau Panevėžio miesto Nevėžio upės vandens užterštumas padidėja.

2. Biocheminio deguonies suvartojimo (BDS₇) Nevėžio upės vandenyje aukščiau ir žemiau Panevėžio vidurkiai 1994–2004 m. laikotarpyje atitinkamai buvo 2,47 mg O₂/l ir 4,95 mg O₂/l. Atlikus dispersinę analizę nustatyta, kad šie skirtumai esminiai.

3. Bichromatinės oksidacijos (ChDS_{Cr}) Nevėžio upės vandenyje aukščiau ir žemiau Panevėžio vidurkiai 1994–2004 m. laikotarpyje atitinkamai buvo 34,04 mg O₂/l ir 44,89 mg O₂/l. Atlikus dispersinę analizę nustatyta, kad šie skirtumai esminiai.

4. Nitritų koncentracijos Nevėžio upės vandenyje aukščiau ir žemiau Panevėžio vidurkiai 1994–2004 m. laikotarpyje atitinkamai buvo 0,03 mg N/l ir 0,14 mg N/l. Atlikus dispersinę analizę nustatyta, kad šie skirtumai esminiai.

5. Nitratų koncentracijos Nevėžio upės vandenyje aukščiau ir žemiau Panevėžio vidurkiai 1994–2004 m. laikotarpyje atitinkamai buvo 2,48 mg N/l ir 3,97 mg N/l. Atlikus dispersinę analizę nustatyta, kad šie skirtumai esminiai.

6. Fosfatų koncentracijos Nevėžio upės vandenyje aukščiau ir žemiau Panevėžio vidurkiai 1994–2004 m. laikotarpyje atitinkamai buvo 0,10 mg P/l ir 0,73 mg P/l. Atlikus dispersinę analizę nustatyta, kad šie skirtumai esminiai.

7. Panevėžio miesto nuotekų valykla yra technologiškai ir fiziškai susidėvėjusi, todėl neįmanoma nuotekų išvalyti iki normatyvinių reikalavimų (valymo įrenginiai nepašalina iš nuotekų azoto ir fosforo). Reikia diegti naujas technologijas, kad nuotekos būtų geriau išvalytos ir ekologinė situacija pasikeistų į gerąją pusę. Norint išsaugoti švarią aplinką reikia keisti senas gamybos technologijas ir ieškoti naujų technologinių sprendimų (pvz., beatliekinės technologijos).

8. Įgyvendinant ES vandens apsaugos politiką reglamentuojančias direktyvas, susidarys galimybė panaudoti ES struktūrinių fondų paramą užteršto vandens nuotekų valymo įrenginiams statyti ir modernizuoti, azoto ir fosforo šalinimo įrenginiams statyti.

9. Padidinto nitratų kiekio upės vandenyje priežastis yra organinės ir mineralinės (azotinės) trąšos, naudojamos žemės ūkyje. Turime ekologiškai ūkininkauti, tai yra tai užauginti sveiką derlių, išsaugodami biologinę įvairovę ir mažindami aplinkos taršą.

Naudota literatūra

1. Tumas R. Vandens ekologija. Kaunas: Naujasis lankas, 2003. 352 p.
2. Lietuva. 2006 05 12. www.vandensklubas.lt
3. Žemėlapiai. 2005 05 02. <http://www.maps.lt>
4. Dumbrauskas A., Larsson R. The influence of farming on water quality in the Nevėžis basin. *Aplinkos tyrimai, inžinerija ir vadyba (Environmental research, engineering and management)*. Kauno technologijos universitetas, Aplinkos inžinerijos institutas. 1997, Nr.2(5), p. 48–55
5. Nevėžio pabaseinis. 2006 05 27. http://aaa.am.lt/VI/rubric.php3?rubric_id=1519
6. Kilkus K. Lietuvos vandenų geografija. Vilnius: Apyaušris, 1998. 250 p.
7. Lietuvos Respublikos Vandens įstatymas. Valstybės žinios, 1997, Nr. 104-2615.
8. Mokesčio už aplinkos teršimą įstatymas. Valstybės žinios. 1999, Nr. 47-1469.
9. 2000 m. spalio 23 d. Europos Parlamento ir Tarybos direktyva nustatanti Bendrijos veiksmų vandens politikos srityje pagrindus [2000/60/EEB](http://www.lsa.lt). 2005 01 19. <http://www.lsa.lt>
10. Tarybos direktyva dėl vandenų apsaugos nuo taršos nitratais iš žemės ūkio šaltinių 91/676/EEB 1991 m. gruodžio 12 d. 2000 05 09. <http://lrs.lt>
11. ES teisės aktai, reglamentuojantys upių baseinų valdymą ir taršos maistinėmis medžiagomis mažinimą. 2004. 20 p. 2005 01 25. <http://www.ecat.lt>
12. ES vandens politika ir uždaviniai regioninės bei vietinės valdžios institucijoms, 2003. 14 p. 2005 01 25. <http://www.ecat.lt>
13. Nacionalinė darnaus vystymosi strategija. Lietuvos Respublikos Vyriausybės 2003 m. rugsėjo 11 d. Nutarimu Nr.1160. 2005 01 23. <http://www.ecat.lt>
14. Panevėžio regiono plėtros planas 2004–2006 metai, 138 p. 2005 05 17. <http://www.pava.lt>
15. Vinčevičienė V. Atvirų telkinių vandens kokybės modeliavimas. Kaunas: Technologija, 1998. 307 p.
16. J. Daukšas. Aplinkos apsaugos technologijos, Šiauliai: Šiaulių universiteto leidykla, 2004. 167 p.
17. Lietuvos upių vandens kokybės metraštis, 2002.
18. Vinčevičienė V., Asadauskaitė A., Jelisejevienė. Nevėžio vagos hidrologinių ir hidrocheminių duomenų bei koncentruotos taršos šaltinių analizė. *Aplinkos tyrimai, inžinerija ir vadyba (Environmental research, engineering and management)*. Kauno technologijos universitetas, Aplinkos inžinerijos institutas, 1998, Nr.1(6), p. 21–34.
19. Baltrėnas P., Lygis D., Mierauskas P., Oškinis V., Šimaitis R. Aplinkos apsauga. Vilnius: Enciklopedija, 1996. 287 p.

20. Unifikuoti nuotekų ir paviršinių vandenų kokybės tyrimų metodai. I dalis. Vilnius, Aplinkos apsaugos ministerija, 1994. 224 p.
21. Čekanavičius V., Murauskas G. Statistika I ir jos taikymai, Vilnius: Vilspa, 2000. 239 p.
22. Čekanavičius V., Murauskas G. Statistika II ir jos taikymai, Vilnius: Vilspa, 2002. 272 p.
23. Šimoliūnaitė L. Nemunėlio upės vandens kokybė. Lietuvos žemės ūkio universiteto ir Lietuvos žemės ūkio universiteto Vandens ūkio instituto mokslo darbai, Studentų mokslo darbai. 2003, 22(44), 2, p. 118 – 121.
24. Mickūnienė R., Šiaulių miesto taršos įtaka Mūšos upės vandens kokybei. Iš: Lietuvos žemės ūkio universiteto ir Lietuvos žemės ūkio universiteto Vandens ūkio instituto mokslo darbai. Studentų mokslo darbai. 2003, 22(44), 2, p. 75 – 78.
25. Mickūnas D. Kupiškio ir Pasvalio miestų taršos įtaka Lėvens upės vandens kokybei. Lietuvos žemės ūkio universiteto ir Lietuvos žemės ūkio universiteto Vandens ūkio instituto mokslo darbai. Studentų mokslo darbai. 2003, 22(44), 2, p. 79 – 81.
26. Radzevičius A., Nevėžio upės išvalymas nuo likutinės taršos kenksmingomis medžiagomis užteršto dumblo. MD Nr. 50407 ataskaita. Geologijos ir geografijos institutas. 2005. 6 p.
27. [UAB Aukštaitijos vandenys](http://www.avandenys.lt) 2006 05 10. <http://www.avandenys.lt>
28. Aplinkosaugos informacijos centras. 2006 05 04. <http://www.apicentras.lt>
29. Vandens kokybė. Higienos normos. 2006 05 04. http://www.vv.lt/lt/vandens_kokybe/higienos_normos.php
30. Gasiūnas V., Strusevičius Z. Aplinkos apsauga Kėdainiuose. The environmental protection in Kėdainiai. Kaunas–Kėdainiai: Lututė, 1999. 130 p.

PRIEDAI

1 priedas

1.1 lentelė. Biocheminio ir cheminio deguonies suvartojimo, nitritų, nitratų ir fosfatų koncentracijos
Nevėžio upės vandenyje aukščiau Panevėžio

Data	BDS ₇ , mg O ₂ /l	ChDS _{Cr} , mg O ₂ /l	NO ₂ -N, mg N/l	NO ₃ -N, mg N /l	PO ₄ -P, mg P/l
1994 01 04	1,80	–	0,04	3,20	0,07
1994 02 02	1,40	–	0,04	5,00	0,03
1994 03 09	3,10	–	0,20	3,50	0,05
1994 04 19	2,40	–	0,03	3,70	0,05
1994 05 04	2,10	–	0,03	1,50	0,19
1994 06 07	1,80	–	0,03	1,20	0,04
1994 06 28	2,80	–	0,02	0,75	0,08
1994 08 03	3,50	–	0,01	0,30	0,10
1994 09 14	1,20	–	0,02	0,60	0,06
1994 10 05	2,00	–	0,27	1,50	0,42
1994 11 17	2,10	–	0,02	1,30	0,02
1994 12 15	1,80	–	0,01	7,70	0,00
1995 01 10	1,50	31,00	0,03	5,40	0,04
1995 02 08	3,10	70,00	0,04	5,70	0,06
1995 03 15	2,20	31,00	0,01	5,20	0,04
1995 04 13	1,50	44,00	0,01	3,15	0,01
1995 05 03	2,80	32,00	0,04	2,40	0,09
1995 06 13	1,40	53,00	0,33	0,80	1,20
1995 07 12	2,10	30,00	0,05	0,25	0,01
1995 08 01	2,40	50,00	0,01	6,75	0,01
1995 09 14	1,80	26,00	0,01	–	0,06
1995 10 03	3,20	59,00	0,01	2,30	0,04
1995 11 07	1,50	22,00	0,01	1,25	0,03
1995 12 07	1,60	60,00	0,06	3,25	0,02
1996 01 09	1,60	52,00	0,02	5,20	0,04
1996 02 07	1,60	41,00	0,04	1,40	0,03
1996 03 06	2,10	51,00	0,01	0,80	0,05
1996 04 16	3,30	39,00	0,03	2,55	0,11
1996 05 08	3,00	60,00	0,02	2,80	0,05
1996 06 12	4,70	60,00	0,07	0,85	0,05
1996 07 03	2,00	48,00	0,02	2,40	0,03
1996 08 06	3,40	76,00	0,00	0,60	0,11
1996 09 18	2,30	39,00	0,00	0,30	0,03
1996 10 09	1,80	73,00	–	0,20	0,03
1996 11 12	1,10	14,00	0,03	0,90	0,05
1996 12 03	2,60	15,00	0,02	1,00	0,07
1997 01 07	2,20	28,00	0,03	0,20	0,04
1997 02 04	2,00	18,00	0,02	1,80	0,07
1997 03 12	1,20	17,00	0,02	5,20	0,03
1997 04 07	2,20	16,00	0,03	4,00	0,05
1997 05 05	2,70	41,00	0,03	2,60	–
1997 06 09	3,50	35,00	0,12	1,20	0,05
1997 07 01	3,20	27,00	0,06	2,30	0,03
1997 08 05	2,30	20,00	–	0,15	0,13
1997 09 17	1,40	19,00	–	0,80	0,08

1.1 lentelės tęsinys

Data	BDS ₇ , mg O ₂ /l	ChDS _{Cr} , mg O ₂ /l	NO ₂ -N, mg N/l	NO ₃ -N, mg N /l	PO ₄ -P, mg P/l
1997 09 29	1,40	16,00	–	0,70	0,04
1997 11 04	1,60	21,00	0,02	6,60	0,07
1997 12 01	2,60	19,00	0,01	4,40	0,06
1998 01 08	2,30	27,00	0,02	8,00	0,06
1998 02 04	2,60	33,00	0,02	6,00	0,03
1998 03 04	1,80	26,00	0,01	3,30	0,03
1998 04 01	2,70	33,00	0,01	4,20	0,01
1998 05 04	2,90	39,00	0,04	3,90	0,02
1998 06 02	3,10	32,00	0,03	1,80	0,09
1998 07 02	1,70	33,00	0,01	2,00	0,04
1998 08 04	2,00	30,00	0,02	2,40	0,05
1998 09 15	1,60	33,00	0,02	2,10	0,03
1998 10 06	2,80	24,00	0,01	0,90	0,04
1998 11 04	3,40	44,00	0,02	3,30	0,02
1998 12 02	2,20	30,00	0,02	2,50	0,03
1999 01 19	1,90	46,00	0,01	2,70	0,04
1999 02 01	1,30	29,00	0,02	3,80	–
1999 03 17	3,20	31,00	0,01	4,30	0,13
1999 04 27	2,60	44,00	0,03	2,20	0,05
1999 05 11	4,20	31,00	0,01	1,60	0,05
1999 06 01	3,50	39,00	0,02	1,10	0,05
1999 07 19	1,90	34,00	–	0,20	0,11
1999 08 03	1,80	36,00	–	0,18	0,13
1999 09 02	1,80	24,00	0,02	0,24	0,11
1999 10 06	2,50	22,00	0,01	0,45	0,08
1999 11 08	1,80	16,00	0,06	1,10	0,06
1999 12 01	3,00	17,00	0,01	1,40	0,02
2000 01 05	1,60	21,00	0,02	3,70	–
2000 02 02	1,60	22,00	0,01	4,60	0,06
2000 03 13	1,80	18,00	0,01	7,50	0,07
2000 04 25	2,10	51,00	0,03	2,10	0,03
2000 05 08	3,30	36,00	0,03	1,20	0,06
2000 06 12	2,40	21,00	0,01	0,64	0,26
2000 07 24	2,10	56,00	0,04	1,10	0,31
2000 08 16	1,80	30,00	0,01	0,35	0,11
2000 09 11	1,50	27,00	0,01	1,40	0,05
2000 10 23	3,00	20,00	0,01	0,94	0,05
2000 11 07	1,60	23,00	0,02	3,30	0,06
2000 12 12	1,30	13,00	0,03	5,30	0,06
2001 01 08	1,40	24,00	0,02	5,30	0,05
2001 02 26	3,50	25,00	0,05	8,30	0,10
2001 03 21	1,90	32,00	0,01	7,10	0,03
2001 04 23	1,80	30,00	0,09	6,80	0,86
2001 05 21	2,70	33,00	0,04	3,30	0,10
2001 06 06	1,50	24,00	0,02	1,60	0,06
2001 07 23	6,20	29,00	0,08	2,20	0,20
2001 08 20	2,10	38,00	0,04	0,70	0,11

1.1 lentelės tęsinys

Data	BDS ₇ , mg O ₂ /l	ChDS _{Cr} , mg O ₂ /l	NO ₂ -N, mg N/l	NO ₃ -N, mg N /l	PO ₄ -P, mg P/l
2001 09 10	1,50	18,00	0,02	1,50	0,10
2001 10 22	3,90	38,00	0,28	5,40	1,54
2001 11 15	2,80	25,00	0,04	5,90	0,09
2001 12 06	1,70	32,00	0,02	3,90	0,04
2002 01 21	2,00	32,00	0,02	2,00	0,11
2002 02 25	2,40	36,00	0,02	3,70	0,03
2002 03 13	1,50	41,00	0,02	4,40	0,03
2002 04 22	2,90	39,00	0,02	2,40	0,02
2002 05 20	2,50	32,00	0,04	0,91	0,03
2002 06 10	1,70	26,00	0,01	0,21	0,04
2002 07 22	4,10	36,00	0,01	0,22	0,07
2002 08 19	2,00	38,00	0,00	0,05	0,11
2002 09 10	1,40	22,00	0,00	0,20	0,15
2002 10 21	2,80	35,00	0,03	0,53	0,12
2002 11 25	1,80	17,00	0,15	3,10	0,08
2002 12 09	5,50	27,00	0,19	5,00	0,65
2003 01 14	1,50	26,00	0,02	2,00	0,53
2003 02 24	2,40	25,00	0,03	1,40	0,11
2003 03 12	4,70	23,00	0,02	1,30	0,12
2003 04 28	3,50	33,00	0,02	2,50	0,02
2003 05 19	3,80	29,00	0,03	0,73	0,03
2003 06 09	4,00	36,00	0,03	0,44	0,16
2003 07 21	1,60	29,00	0,01	0,13	0,26
2003 08 12	1,90	34,00	0,05	0,86	0,28
2003 09 11	2,70	17,00	0,01	0,25	0,16
2003 10 27	1,70	20,00	0,02	1,30	0,09
2003 11 11	2,70	30,00	0,01	0,74	0,08
2003 12 08	1,40	22,00	0,02	4,50	0,04
2004 01 12	6,80	18,00	0,02	3,10	0,06
2004 02 23	6,10	76,00	0,02	4,20	0,07
2004 03 08	1,30	45,00	0,02	4,10	0,03
2004 04 26	3,50	54,00	0,02	3,20	0,02
2004 05 17	2,00	54,00	0,02	1,10	0,01
2004 06 09	3,70	73,00	0,03	0,62	0,04
2004 07 26	3,50	36,00	0,01	0,51	0,07
2004 08 17	3,90	47,00	0,01	0,42	0,03
2004 09 13	1,70	48,00	0,01	0,45	0,08
2004 10 25	2,70	74,00	0,02	1,50	0,04
2004 11 15	1,60	36,00	0,04	4,50	0,03
2004 12 07	5,90	27,00	0,03	4,70	0,06

* – neturima duomenų

1.2 lentelė. Biocheminio ir cheminio deguonies suvartojimo, nitritų, nitratų ir fosfatų koncentracijos
Nevėžio upės vandenyje žemiau Panevėžio

Data	BDS ₇ , mg O ₂ /l	ChDS _{Cr} , mg O ₂ /l	NO ₂ -N, mg N/l	NO ₃ -N, mg N /l	PO ₄ -P, mg P/l
1994 01 04	4,80	–	0,05	2,80	0,07
1994 02 02	2,10	–	0,08	3,90	0,04
1994 03 09	17,30	–	0,03	3,40	0,13
1994 04 19	1,40	–	0,05	4,00	0,03
1994 05 04	2,60	–	0,02	1,65	0,03
1994 06 07	3,30	–	0,04	1,10	0,12
1994 06 28	10,40	–	0,10	1,00	0,95
1994 08 03	8,30	–	0,03	2,00	0,92
1994 09 14	7,40	–	0,05	1,10	0,80
1994 10 05	6,60	–	0,75	3,40	0,60
1994 11 17	25,30	–	0,05	1,40	0,28
1994 12 15	3,90	–	0,05	4,60	2,20
1995 01 10	10,10	42,00	0,03	14,60	0,95
1995 02 08	3,90	83,00	0,04	2,50	0,42
1995 03 15	2,30	36,00	0,01	6,50	0,23
1995 04 13	5,10	56,00	0,02	4,60	0,46
1995 05 03	5,10	44,00	0,07	6,00	0,72
1995 06 13	3,20	56,00	0,09	2,70	3,40
1995 07 12	4,60	64,00	0,05	1,55	0,95
1995 08 01	6,40	102,00	0,05	1,00	2,12
1995 09 14	2,80	24,00	0,05	2,00	0,19
1995 10 03	9,90	117,00	0,04	7,40	0,84
1995 11 07	3,60	34,00	0,03	1,40	0,05
1995 12 07	2,80	63,00	0,06	4,10	0,03
1996 01 09	3,60	57,00	0,03	6,80	0,06
1996 02 07	4,30	85,00	0,70	10,50	0,92
1996 03 06	3,40	56,00	0,01	1,50	0,06
1996 04 16	4,80	47,00	0,03	3,20	0,13
1996 05 08	3,30	70,00	0,05	3,40	0,10
1996 06 12	5,30	69,00	0,19	4,90	0,56
1996 07 03	2,90	68,00	0,02	2,70	0,05
1996 08 06	14,00	104,00	0,06	2,75	0,47
1996 09 18	2,60	41,00	0,01	0,40	0,08
1996 10 09	2,70	78,00	0,07	3,60	0,55
1996 11 12	4,20	48,00	0,17	4,80	0,24
1996 12 03	4,60	25,00	0,14	6,60	0,36
1997 01 07	2,40	19,00	0,08	0,80	0,07
1997 02 04	4,90	46,00	0,33	5,00	1,04
1997 03 12	3,10	21,00	0,08	5,20	0,09
1997 04 07	3,70	24,00	0,09	4,40	0,12
1997 05 05	3,70	41,00	0,04	3,60	0,07
1997 06 09	5,80	41,00	0,13	1,30	0,06
1997 07 01	5,40	54,00	0,09	2,60	0,06
1997 08 05	3,80	30,00	0,03	2,30	0,28
1997 09 17	2,50	32,00	0,04	3,40	1,00
1997 09 29	1,70	16,00	0,01	0,80	0,05
1997 11 04	2,00	21,00	0,02	6,70	0,06

1.2 lentelės tęsinys

Data	BDS ₇ , mg O ₂ /l	ChDS _{C_D} , mg O ₂ /l	NO ₂ -N, mg N/l	NO ₃ -N, mg N /l	PO ₄ -P, mg P/l
1997 12 01	4,30	29,00	0,03	4,80	0,33
1998 01 08	3,10	33,00	0,02	9,60	0,06
1998 02 04	7,00	64,00	0,29	7,80	0,15
1998 03 04	1,90	30,00	0,01	5,40	0,04
1998 04 01	4,80	38,00	0,08	5,00	0,46
1998 05 04	3,50	41,00	0,06	4,20	0,10
1998 06 02	3,30	36,00	0,04	2,70	0,19
1998 07 02	2,90	37,00	0,07	2,80	0,42
1998 08 04	2,30	37,00	0,02	2,50	0,06
1998 09 15	3,10	36,00	0,18	3,80	0,72
1998 10 06	3,40	34,00	0,01	1,00	0,04
1998 11 04	5,00	44,00	0,03	5,60	0,50
1998 12 02	2,50	38,00	0,02	4,60	0,05
1999 01 19	2,60	47,00	0,02	2,90	0,05
1999 02 01	1,50	45,00	0,02	4,30	0,03
1999 03 17	4,80	36,00	0,02	5,80	0,22
1999 04 27	2,90	40,00	0,03	4,20	0,24
1999 05 11	6,80	34,00	0,07	3,90	1,12
1999 06 01	6,10	49,00	0,47	2,10	0,12
1999 07 19	2,40	36,00	0,01	0,20	0,16
1999 08 03	4,90	42,00	0,13	1,10	0,32
1999 09 02	2,20	25,00	0,10	1,10	1,44
1999 10 06	4,10	26,00	0,20	5,10	2,40
1999 11 08	3,80	28,00	0,02	4,20	1,50
1999 12 01	3,50	29,00	0,02	1,40	0,92
2000 01 05	4,20	30,00	0,13	7,20	0,02
2000 02 02	2,10	17,00	0,02	4,80	0,07
2000 03 13	2,10	21,00	0,03	8,60	0,15
2000 04 25	2,80	49,00	0,05	4,80	0,25
2000 05 08	3,40	36,00	0,03	2,30	0,07
2000 06 12	4,60	26,00	0,09	3,60	1,27
2000 07 24	3,80	66,00	0,20	1,30	4,96
2000 08 16	2,80	35,00	0,04	2,30	1,24
2000 09 11	3,10	29,00	0,03	3,50	1,50
2000 10 23	5,20	29,00	0,01	4,10	3,10
2000 11 07	4,40	24,00	0,05	4,80	0,85
2000 12 12	3,90	35,00	0,09	7,70	0,39
2001 01 08	7,90	38,00	0,55	8,50	2,40
2001 02 26	4,30	27,00	0,80	9,00	0,47
2001 03 21	3,00	35,00	0,04	8,00	0,39
2001 04 23	4,30	47,00	0,15	7,50	0,98
2001 05 21	5,30	45,00	1,12	9,90	6,63
2001 06 06	3,90	30,00	0,11	6,70	1,78
2001 07 23	8,00	34,00	0,10	8,20	2,57
2001 08 20	2,80	39,00	0,15	5,80	2,43
2001 09 10	6,30	63,00	1,10	5,70	1,80
2001 10 22	5,60	48,00	0,83	5,40	1,84

1.2 lentelės tęsinys

Data	BDS ₇ , mg O ₂ /l	ChDS _{C_D} , mg O ₂ /l	NO ₂ -N, mg N/l	NO ₃ -N, mg N /l	PO ₄ -P, mg P/l
2001 11 15	3,80	20,00	0,28	6,30	0,56
2001 12 06	4,40	38,00	0,30	6,20	0,18
2002 01 17	5,00	44,00	0,05	3,00	0,30
2002 02 25	2,60	38,00	0,02	5,50	0,05
2002 03 13	1,90	44,00	0,02	4,70	0,06
2002 04 22	4,40	50,00	0,49	8,80	2,24
2002 05 20	5,90	45,00	0,21	8,00	2,51
2002 06 10	8,80	36,00	0,85	1,30	1,18
2002 07 22	12,00	54,00	0,61	4,00	1,99
2002 08 19	2,60	43,00	0,02	1,80	0,85
2002 09 10	1,90	29,00	0,01	0,34	0,23
2002 10 21	4,50	49,00	0,44	6,70	1,27
2002 11 25	7,40	33,00	0,25	4,80	1,37
2002 12 09	5,70	28,00	0,20	5,30	1,11
2003 01 14	5,90	44,00	0,23	2,20	0,84
2003 02 24	7,10	36,00	0,03	1,80	2,54
2003 03 12	5,50	32,00	0,02	1,60	0,16
2003 04 28	6,30	36,00	0,03	5,80	0,17
2003 05 19	5,90	40,00	0,05	0,81	1,06
2003 06 09	6,00	46,00	0,03	0,50	0,21
2003 07 21	5,90	34,00	0,22	0,67	2,20
2003 08 12	3,60	38,00	0,08	0,88	0,31
2003 09 11	3,80	23,00	0,38	2,60	1,20
2003 10 27	7,00	37,00	0,03	1,50	0,18
2003 11 11	3,00	31,00	0,04	1,60	0,10
2003 12 08	7,80	25,00	0,03	5,30	0,23
2004 01 12	7,30	26,00	0,02	3,70	0,06
2004 02 23	8,20	96,00	0,03	4,90	0,09
2004 03 08	7,80	55,00	0,02	4,50	0,09
2004 04 26	8,30	82,00	0,06	4,50	0,17
2004 05 17	2,40	63,00	0,02	1,20	0,06
2004 06 09	8,20	98,00	0,22	0,72	0,05
2004 07 26	7,00	72,00	0,15	0,52	1,20
2004 08 17	8,10	57,00	0,23	0,62	0,25
2004 09 13	5,80	96,00	0,04	0,75	0,75
2004 10 25	3,60	101,00	0,23	1,80	0,11
2004 11 15	7,20	63,00	0,09	5,80	0,04
2004 12 07	5,90	54,00	0,01	5,40	0,04

* – neturima duomenų

1.3 lentelė. Fitoplanktonas (aukščiau ir žemiau Panevėžio)

Tyrimų vieta	Data	Rūšių skaičius	Biomasė, mg/l	Saprobiškumo indeksas
A. Panevėžio	95 05 02		1,73	1,98
	95 08 02		2,12	2,07
	95 10 04		1,1	2,06
Ž. Panevėžio	95 05 02		0,92	3,3
	95 08 02		1,41	2,99
	95 10 04		1,6	2,56
A. Panevėžio	96 05 07		2,57	1,82
	96 08 06		3,94	2,04
	96 10 09		2,04	1,85
Ž. Panevėžio	96 05 07		1,47	2,28
	96 08 06		0,96	2,38
	96 10 09		0,3	2,69
A. Panevėžio	97 08 05		0,53	1,99
	97 09 29		1,02	2,05
Ž. Panevėžio	97 08 05		0,29	2,35
	97 09 29			2,15
A. Panevėžio	99 05 11		2,1	2,04
Ž. Panevėžio	99 05 04		1,88	2,11
A. Panevėžio	00 04 25	19	3,62	1,80
	00 07 25	18	2,24	1,84
	00 10 25			
Ž. Panevėžio	00 04 25	10	2,43	2,49
	00 07 25	5	2,57	2,24
	00 10 24			
A. Panevėžio	2001	11	1,14	2,83
Ž. Panevėžio	2001	4	0,24	3,35
A. Panevėžio	02 04 23	17	2,43	4,074
	02 07 23	19	1,88	15,715
	02 10 22			3,643
Ž. Panevėžio	02 04 23	9	1,52	9,993
	02 07 23	15	3,19	5,076
	02 10 22			1,682

* - neturima duomenų

1.4 lentelė. Zooplanktonas (aukščiau ir žemiau Panevėžio)

Tyrimų vieta	Data	Rūšių skaičius	Biomasė, mg/l	Saprobiškumo indeksas
A. Panevėžio	94 05 02		0,13	1,8
	94 06 29		1,43	1,66
	94 10 05		nerasta	
Ž. Panevėžio	94 05 02		nerasta	
	94 06 29		4,48	2,13
	94 10 05			Nieko
A. Panevėžio	95 05 02		8,13	1,97
	95 08 02		1,005	1,49
	95 10 04		2,86	1,81
Ž. Panevėžio	95 05 02		0,05	1,94
	95 08 02			2,25
	95 10 04		0,45	1,58
A. Panevėžio	96 05 07		0,47	1,75
Ž. Panevėžio	96 05 07		0,01	2,3
A. Panevėžio	96 08 06		0,44	1,88
	96 10 09		1,87	1,73
Ž. Panevėžio	96 08 06			2,47
	96 10 09		1,02	1,94
A. Panevėžio	97 05 05		0,22	1,75
	97 08 05		nerasta	
	97 09 29			2,25
Ž. Panevėžio	97 05 05		nerasta	
	97 08 05		nerasta	
	97 09 29		0,08	2,39
A. Panevėžio	98 05 04		nerasta	
	98 08 04		nerasta	
	98 10 06		nerasta	
Ž. Panevėžio	98 05 04		nerasta	
	98 08 04		nerasta	
	98 10 06		0,008	1,52
A. Panevėžio	99 06 01		2,034	1,74
Ž. Panevėžio	99 06 01		1,2	1,765
A. Panevėžio	00 05 02	4	0,325	1,76
Ž. Panevėžio	00 05 02	3	0,521	2,43
A. Panevėžio	2001	6	0,842	2,01
Ž. Panevėžio	2001	6	0,992	1,87
A. Panevėžio	02 04 23	7	0,454	1,73
	02 07 23	2	0,481	2,03
Ž. Panevėžio	02 04 23	2	0,2	3,13
	02 07 23	0	nerasta	

* - neturima duomenų

2 priedas

2.1 lentelė. Statistinių charakteristikų aukščiau Panevėžio skaičiavimo rezultatai

Koncentracija	Vidurkis $\bar{x}$	Dispersija s^2	Stand. nuokrypis s	Variacijos koef. C_V	Vidurkio paklaida s_x	Pasikliautinis intervalas, 5%	Pasikliautinis intervalas, 1%
BDS ₇	2,47	1,17	1,08	0,44	0,09	2,47±0,18	2,47±0,24
ChDS _{Cr}	34,04	207,57	14,41	0,42	1,32	34,04±2,59	34,04±3,47
NO ₂ -N	0,03	0,0025	0,050	1,66	0,0043	0,03±0,0084	0,03±0,011
NO ₃ -N	2,48	4,19	2,05	0,83	0,18	2,48±0,35	2,48±0,47
PO ₄ -P	0,10	0,038	0,19	1,91	0,02	0,10±0,04	0,10±0,053

2.2 lentelė. Statistinių charakteristikų žemiau Panevėžio skaičiavimo rezultatai

Koncentracija	Vidurkis $\bar{x}$	Dispersija s^2	Stand. nuokrypis s	Variacijos koef. C_V	Vidurkio paklaida s_x	Pasikliautinis intervalas, 5%	Pasikliautinis intervalas, 1%
BDS ₇	4,95	9,40	3,07	0,62	0,27	4,95±0,53	4,95±0,71
ChDS _{Cr}	44,89	416,16	20,40	0,45	1,86	44,89±3,65	44,89±4,89
NO ₂ -N	0,14	0,045	0,21	1,52	0,018	0,14±0,035	0,14±0,047
NO ₃ -N	3,97	6,70	2,59	0,65	0,23	3,97±0,45	3,97±0,60
PO ₄ -P	0,73	0,99	0,99	1,37	0,086	0,73±0,17	0,73±0,23

3 priedas

3.1 lentelė Biocheminio deguonies suvartojimo BDS₇ statistiniai skaičiavimai

Data	Aukščiau Panevėžio	$x - x_{vid}$	$(x - x_{vid})^2$	Žemiau Panevėžio	$x - x_{vid}$	$(x - x_{vid})^2$
1994.01.04	1,80	-0,67	0,45	4,80	-0,15	0,02
1994.02.02	1,40	-1,07	1,14	2,10	-2,85	8,10
1994.03.09	3,10	0,63	0,40	17,30	12,35	152,62
1994.04.19	2,40	-0,07	0,00	1,40	-3,55	12,58
1994.05.04	2,10	-0,37	0,14	2,60	-2,35	5,50
1994.06.07	1,80	-0,67	0,45	3,30	-1,65	2,71
1994.06.28	2,80	0,33	0,11	10,40	5,45	29,74
1994.08.03	3,50	1,03	1,06	8,30	3,35	11,25
1994.09.14	1,20	-1,27	1,61	7,40	2,45	6,02
1994.10.05	2,00	-0,47	0,22	6,60	1,65	2,74
1994.11.17	2,10	-0,37	0,14	25,30	20,35	414,28
1994.12.15	1,80	-0,67	0,45	3,90	-1,05	1,09
1995.01.10	1,50	-0,97	0,94	10,10	5,15	26,56
1995.02.08	3,10	0,63	0,40	3,90	-1,05	1,09
1995.03.15	2,20	-0,27	0,07	2,30	-2,65	7,00
1995.04.13	1,50	-0,97	0,94	5,10	0,15	0,02
1995.05.03	2,80	0,33	0,11	5,10	0,15	0,02
1995.06.13	1,40	-1,07	1,14	3,20	-1,75	3,05
1995.07.12	2,10	-0,37	0,14	4,60	-0,35	0,12
1995.08.01	2,40	-0,07	0,00	6,40	1,45	2,11
1995.09.14	1,80	-0,67	0,45	2,80	-2,15	4,61
1995.10.03	3,20	0,73	0,53	9,90	4,95	24,54
1995.11.07	1,50	-0,97	0,94	3,60	-1,35	1,81
1995.12.07	1,60	-0,87	0,76	2,80	-2,15	4,61
1996.01.09	1,60	-0,87	0,76	3,60	-1,35	1,81
1996.02.07	1,60	-0,87	0,76	4,30	-0,65	0,42
1996.03.06	2,10	-0,37	0,14	3,40	-1,55	2,39
1996.04.16	3,30	0,83	0,69	4,80	-0,15	0,02
1996.05.08	3,00	0,53	0,28	3,30	-1,65	2,71
1996.06.12	4,70	2,23	4,97	5,30	0,35	0,13
1996.07.03	2,00	-0,47	0,22	2,90	-2,05	4,19
1996.08.06	3,40	0,93	0,86	14,00	9,05	81,97
1996.09.18	2,30	-0,17	0,03	2,60	-2,35	5,50
1996.10.09	1,80	-0,67	0,45	2,70	-2,25	5,05
1996.11.12	1,10	-1,37	1,88	4,20	-0,75	0,56
1996.12.03	2,60	0,13	0,02	4,60	-0,35	0,12
1997.01.07	2,20	-0,27	0,07	2,40	-2,55	6,48
1997.02.04	2,00	-0,47	0,22	4,90	-0,05	0,00
1997.03.12	1,20	-1,27	1,61	3,10	-1,85	3,41
1997.04.07	2,20	-0,27	0,07	3,70	-1,25	1,55
1997.05.05	2,70	0,23	0,05	3,70	-1,25	1,55
1997.06.09	3,50	1,03	1,06	5,80	0,85	0,73
1997.07.01	3,20	0,73	0,53	5,40	0,45	0,21
1997.08.05	2,30	-0,17	0,03	3,80	-1,15	1,31
1997.09.17	1,40	-1,07	1,14	2,50	-2,45	5,98
1997.09.29	1,40	-1,07	1,14	1,70	-3,25	10,54

3.1 lentelės tęsinys

Data	Aukščiau Panevėžio	$x - x_{\text{vid}}$	$(x - x_{\text{vid}})^2$	Žemiau Panevėžio	$x - x_{\text{vid}}$	$(x - x_{\text{vid}})^2$
1997.11.04	1,60	-0,87	0,76	2,00	-2,95	8,68
1997.12.01	2,60	0,13	0,02	4,30	-0,65	0,42
1998.01.08	2,30	-0,17	0,03	3,10	-1,85	3,41
1998.02.04	2,60	0,13	0,02	7,00	2,05	4,22
1998.03.04	1,80	-0,67	0,45	1,90	-3,05	9,28
1998.04.01	2,70	0,23	0,05	4,80	-0,15	0,02
1998.05.04	2,90	0,43	0,18	3,50	-1,45	2,09
1998.06.02	3,10	0,63	0,40	3,30	-1,65	2,71
1998.07.02	1,70	-0,77	0,59	2,90	-2,05	4,19
1998.08.04	2,00	-0,47	0,22	2,30	-2,65	7,00
1998.09.15	1,60	-0,87	0,76	3,10	-1,85	3,41
1998.10.06	2,80	0,33	0,11	3,40	-1,55	2,39
1998.11.04	3,40	0,93	0,86	5,00	0,05	0,00
1998.12.02	2,20	-0,27	0,07	2,50	-2,45	5,98
1999.01.19	1,90	-0,57	0,32	2,60	-2,35	5,50
1999.02.01	1,30	-1,17	1,37	1,50	-3,45	11,88
1999.03.17	3,20	0,73	0,53	4,80	-0,15	0,02
1999.04.27	2,60	0,13	0,02	2,90	-2,05	4,19
1999.05.11	4,20	1,73	2,99	6,80	1,85	3,44
1999.06.01	3,50	1,03	1,06	6,10	1,15	1,33
1999.07.19	1,90	-0,57	0,32	2,40	-2,55	6,48
1999.08.03	1,80	-0,67	0,45	4,90	-0,05	0,00
1999.09.02	1,80	-0,67	0,45	2,20	-2,75	7,54
1999.10.06	2,50	0,03	0,00	4,10	-0,85	0,72
1999.11.08	1,80	-0,67	0,45	3,80	-1,15	1,31
1999.12.01	3,00	0,53	0,28	3,50	-1,45	2,09
2000.01.05	1,60	-0,87	0,76	4,20	-0,75	0,56
2000.02.02	1,60	-0,87	0,76	2,10	-2,85	8,10
2000.03.13	1,80	-0,67	0,45	2,10	-2,85	8,10
2000.04.25	2,10	-0,37	0,14	2,80	-2,15	4,61
2000.05.08	3,30	0,83	0,69	3,40	-1,55	2,39
2000.06.12	2,40	-0,07	0,00	4,60	-0,35	0,12
2000.07.24	2,10	-0,37	0,14	3,80	-1,15	1,31
2000.08.16	1,80	-0,67	0,45	2,80	-2,15	4,61
2000.09.11	1,50	-0,97	0,94	3,10	-1,85	3,41
2000.10.23	3,00	0,53	0,28	5,20	0,25	0,06
2000.11.07	1,60	-0,87	0,76	4,40	-0,55	0,30
2000.12.12	1,30	-1,17	1,37	3,90	-1,05	1,09
2001.01.08	1,40	-1,07	1,14	7,90	2,95	8,72
2001.02.26	3,50	1,03	1,06	4,30	-0,65	0,42
2001.03.21	1,90	-0,57	0,32	3,00	-1,95	3,79
2001.04.23	1,80	-0,67	0,45	4,30	-0,65	0,42
2001.05.21	2,70	0,23	0,05	5,30	0,35	0,13
2001.06.06	1,50	-0,97	0,94	3,90	-1,05	1,09
2001.07.23	6,20	3,73	13,91	8,00	3,05	9,33
2001.08.20	2,10	-0,37	0,14	2,80	-2,15	4,61
2001.09.10	1,50	-0,97	0,94	6,30	1,35	1,83

3.1 lentelės tęsinys

Data	Aukščiau Panevėžio	$x - x_{vid}$	$(x - x_{vid})^2$	Žemiau Panevėžio	$x - x_{vid}$	$(x - x_{vid})^2$
2001.10.22	3,90	1,43	2,04	5,60	0,65	0,43
2001.11.15	2,80	0,33	0,11	3,80	-1,15	1,31
2001.12.06	1,70	-0,77	0,59	4,40	-0,55	0,30
2002.01.21	2,00	-0,47	0,22	5,00	0,05	0,00
2002.02.25	2,40	-0,07	0,00	2,60	-2,35	5,50
2002.03.13	1,50	-0,97	0,94	1,90	-3,05	9,28
2002.04.22	2,90	0,43	0,18	4,40	-0,55	0,30
2002.05.20	2,50	0,03	0,00	5,90	0,95	0,91
2002.06.10	1,70	-0,77	0,59	8,80	3,85	14,85
2002.07.22	4,10	1,63	2,66	12,00	7,05	49,76
2002.08.19	2,00	-0,47	0,22	2,60	-2,35	5,50
2002.09.10	1,40	-1,07	1,14	1,90	-3,05	9,28
2002.10.21	2,80	0,33	0,11	4,50	-0,45	0,20
2002.11.25	1,80	-0,67	0,45	7,40	2,45	6,02
2002.12.09	5,50	3,03	9,18	5,70	0,75	0,57
2003.01.14	1,50	-0,97	0,94	5,90	0,95	0,91
2003.02.24	2,40	-0,07	0,00	7,10	2,15	4,64
2003.03.12	4,70	2,23	4,97	5,50	0,55	0,31
2003.04.28	3,50	1,03	1,06	6,30	1,35	1,83
2003.05.19	3,80	1,33	1,77	5,90	0,95	0,91
2003.06.09	4,00	1,53	2,34	6,00	1,05	1,11
2003.07.21	1,60	-0,87	0,76	5,90	0,95	0,91
2003.08.12	1,90	-0,57	0,32	3,60	-1,35	1,81
2003.09.11	2,70	0,23	0,05	3,80	-1,15	1,31
2003.10.27	1,70	-0,77	0,59	7,00	2,05	4,22
2003.11.11	2,70	0,23	0,05	3,00	-1,95	3,79
2003.12.08	1,40	-1,07	1,14	7,80	2,85	8,14
2004.01.12	6,80	4,33	18,75	7,30	2,35	5,54
2004.02.23	6,10	3,63	13,18	8,20	3,25	10,59
2004.03.08	1,30	-1,17	1,37	7,80	2,85	8,14
2004.04.26	3,50	1,03	1,06	8,30	3,35	11,25
2004.05.17	2,00	-0,47	0,22	2,40	-2,55	6,48
2004.06.09	3,70	1,23	1,51	8,20	3,25	10,59
2004.07.26	3,50	1,03	1,06	7,00	2,05	4,22
2004.08.17	3,90	1,43	2,04	8,10	3,15	9,95
2004.09.13	1,70	-0,77	0,59	5,80	0,85	0,73
2004.10.25	2,70	0,23	0,05	3,60	-1,35	1,81
2004.11.15	1,60	-0,87	0,76	7,20	2,25	5,08
2004.12.07	5,90	3,43	11,76	5,90	0,95	0,91
Suma	325,80		152,89	652,90		1.231,53
Vidurkis x_{vid}	2,47			4,95		

3.2 lentelė Biocheminio deguonies suvartojimo BDS₇ statistinės charakteristikos

Statistinės charakteristikos	Aukščiau Panevėžio	Žemiau Panevėžio
Dispersija, s^2	1,17	9,40
Standartinis nuokrypis, s	1,08	3,07
Variacijos koef., C_v	0,44	0,62
Vidurkio paklaida, S_x	0,09	0,27

3.3 lentelė Vienfaktorinė dispersinė analizė (BDS₇)

BDS ₇	Aukščiau Panevėžio	Žemiau Panevėžio	X_a^2	X_b^2
1994.01.04	1,80	4,80	3,24	23,04
1994.02.02	1,40	2,10	1,96	4,41
1994.03.09	3,10	17,30	9,61	299,29
1994.04.19	2,40	1,40	5,76	1,96
1994.05.04	2,10	2,60	4,41	6,76
1994.06.07	1,80	3,30	3,24	10,89
1994.06.28	2,80	10,40	7,84	108,16
1994.08.03	3,50	8,30	12,25	68,89
1994.09.14	1,20	7,40	1,44	54,76
1994.10.05	2,00	6,60	4,00	43,56
1994.11.17	2,10	25,30	4,41	640,09
1994.12.15	1,80	3,90	3,24	15,21
1995.01.10	1,50	10,10	2,25	102,01
1995.02.08	3,10	3,90	9,61	15,21
1995.03.15	2,20	2,30	4,84	5,29
1995.04.13	1,50	5,10	2,25	26,01
1995.05.03	2,80	5,10	7,84	26,01
1995.06.13	1,40	3,20	1,96	10,24
1995.07.12	2,10	4,60	4,41	21,16
1995.08.01	2,40	6,40	5,76	40,96
1995.09.14	1,80	2,80	3,24	7,84
1995.10.03	3,20	9,90	10,24	98,01
1995.11.07	1,50	3,60	2,25	12,96
1995.12.07	1,60	2,80	2,56	7,84
1996.01.09	1,60	3,60	2,56	12,96
1996.02.07	1,60	4,30	2,56	18,49
1996.03.06	2,10	3,40	4,41	11,56
1996.04.16	3,30	4,80	10,89	23,04
1996.05.08	3,00	3,30	9,00	10,89
1996.06.12	4,70	5,30	22,09	28,09
1996.07.03	2,00	2,90	4,00	8,41
1996.08.06	3,40	14,00	11,56	196,00
1996.09.18	2,30	2,60	5,29	6,76
1996.10.09	1,80	2,70	3,24	7,29

3.3 lentelės tęsinys

BDS ₇	Aukščiau Panevėžio	Žemiau Panevėžio	X_a^2	X_b^2
1996.11.12	1,10	4,20	1,21	17,64
1996.12.03	2,60	4,60	6,76	21,16
1997.01.07	2,20	2,40	4,84	5,76
1997.02.04	2,00	4,90	4,00	24,01
1997.03.12	1,20	3,10	1,44	9,61
1997.04.07	2,20	3,70	4,84	13,69
1997.05.05	2,70	3,70	7,29	13,69
1997.06.09	3,50	5,80	12,25	33,64
1997.07.01	3,20	5,40	10,24	29,16
1997.08.05	2,30	3,80	5,29	14,44
1997.09.17	1,40	2,50	1,96	6,25
1997.09.29	1,40	1,70	1,96	2,89
1997.11.04	1,60	2,00	2,56	4,00
1997.12.01	2,60	4,30	6,76	18,49
1998.01.08	2,30	3,10	5,29	9,61
1998.02.04	2,60	7,00	6,76	49,00
1998.03.04	1,80	1,90	3,24	3,61
1998.04.01	2,70	4,80	7,29	23,04
1998.05.04	2,90	3,50	8,41	12,25
1998.06.02	3,10	3,30	9,61	10,89
1998.07.02	1,70	2,90	2,89	8,41
1998.08.04	2,00	2,30	4,00	5,29
1998.09.15	1,60	3,10	2,56	9,61
1998.10.06	2,80	3,40	7,84	11,56
1998.11.04	3,40	5,00	11,56	25,00
1998.12.02	2,20	2,50	4,84	6,25
1999.01.19	1,90	2,60	3,61	6,76
1999.02.01	1,30	1,50	1,69	2,25
1999.03.17	3,20	4,80	10,24	23,04
1999.04.27	2,60	2,90	6,76	8,41
1999.05.11	4,20	6,80	17,64	46,24
1999.06.01	3,50	6,10	12,25	37,21
1999.07.19	1,90	2,40	3,61	5,76
1999.08.03	1,80	4,90	3,24	24,01
1999.09.02	1,80	2,20	3,24	4,84
1999.10.06	2,50	4,10	6,25	16,81
1999.11.08	1,80	3,80	3,24	14,44
1999.12.01	3,00	3,50	9,00	12,25
2000.01.05	1,60	4,20	2,56	17,64
2000.02.02	1,60	2,10	2,56	4,41
2000.03.13	1,80	2,10	3,24	4,41
2000.04.25	2,10	2,80	4,41	7,84

3.3 lentelės tęsinys

BDS ₇	Aukščiau Panevėžio	Žemiau Panevėžio	X_a^2	X_b^2
2000.05.08	3,30	3,40	10,89	11,56
2000.06.12	2,40	4,60	5,76	21,16
2000.07.24	2,10	3,80	4,41	14,44
2000.08.16	1,80	2,80	3,24	7,84
2000.09.11	1,50	3,10	2,25	9,61
2000.10.23	3,00	5,20	9,00	27,04
2000.11.07	1,60	4,40	2,56	19,36
2000.12.12	1,30	3,90	1,69	15,21
2001.01.08	1,40	7,90	1,96	62,41
2001.02.26	3,50	4,30	12,25	18,49
2001.03.21	1,90	3,00	3,61	9,00
2001.04.23	1,80	4,30	3,24	18,49
2001.05.21	2,70	5,30	7,29	28,09
2001.06.06	1,50	3,90	2,25	15,21
2001.07.23	6,20	8,00	38,44	64,00
2001.08.20	2,10	2,80	4,41	7,84
2001.09.10	1,50	6,30	2,25	39,69
2001.10.22	3,90	5,60	15,21	31,36
2001.11.15	2,80	3,80	7,84	14,44
2001.12.06	1,70	4,40	2,89	19,36
2002.01.21	2,00	5,00	4,00	25,00
2002.02.25	2,40	2,60	5,76	6,76
2002.03.13	1,50	1,90	2,25	3,61
2002.04.22	2,90	4,40	8,41	19,36
2002.05.20	2,50	5,90	6,25	34,81
2002.06.10	1,70	8,80	2,89	77,44
2002.07.22	4,10	12,00	16,81	144,00
2002.08.19	2,00	2,60	4,00	6,76
2002.09.10	1,40	1,90	1,96	3,61
2002.10.21	2,80	4,50	7,84	20,25
2002.11.25	1,80	7,40	3,24	54,76
2002.12.09	5,50	5,70	30,25	32,49
2003.01.14	1,50	5,90	2,25	34,81
2003.02.24	2,40	7,10	5,76	50,41
2003.03.12	4,70	5,50	22,09	30,25
2003.04.28	3,50	6,30	12,25	39,69
2003.05.19	3,80	5,90	14,44	34,81
2003.06.09	4,00	6,00	16,00	36,00
2003.07.21	1,60	5,90	2,56	34,81
2003.08.12	1,90	3,60	3,61	12,96
2003.09.11	2,70	3,80	7,29	14,44
2003.10.27	1,70	7,00	2,89	49,00

3.3 lentelės tęsinys

BDS ₇	Aukščiau Panevėžio	Žemiau Panevėžio	X_a^2	X_b^2
2003.11.11	2,70	3,00	7,29	9,00
2003.12.08	1,40	7,80	1,96	60,84
2004.01.12	6,80	7,30	46,24	53,29
2004.02.23	6,10	8,20	37,21	67,24
2004.03.08	1,30	7,80	1,69	60,84
2004.04.26	3,50	8,30	12,25	68,89
2004.05.17	2,00	2,40	4,00	5,76
2004.06.09	3,70	8,20	13,69	67,24
2004.07.26	3,50	7,00	12,25	49,00
2004.08.17	3,90	8,10	15,21	65,61
2004.09.13	1,70	5,80	2,89	33,64
2004.10.25	2,70	3,60	7,29	12,96
2004.11.15	1,60	7,20	2,56	51,84
2004.12.07	5,90	5,90	34,81	34,81
n	132,00	132,00		
T	325,80	652,90		
X_{vid}	2,47	4,95		
$\sum X^2$			957,02	4460,91
T^2/n	804,13	3229,38		

N=264,00

T=978,70

$X_{vid}=3,71$

$\sum X_{vid}^2=5417,93$

$\sum T^2/n=4033,52$

$T^2/n=3628,23$

* - X_a ir X_b – BDS₇ koncentracija

** - bichromatinės oksidacijos, nitratų, nitritų, fosfatų statistinės charakteristikos ir vienfaktorinė dispersinė analizė skaičiuojama analogiškai

4 priedas

4.1 lentelė. Deguonies sunaudojimo kiekiai organinėms medžiagoms Panevėžio įmonių išleidžiamose nuotekose suoksidinti, t O₂ per metus

Įmonė	1994 m t O ₂ metus	1995 m t O ₂ metus	1996 m t O ₂ metus	1997 m t O ₂ metus	1998 m t O ₂ metus	1999 m t O ₂ metus	2000 m t O ₂ metus	2001 m t O ₂ metus	2002 m t O ₂ metus	2003 m t O ₂ metus	2004 m t O ₂ metus	Suma t O ₂ metus
UAB <i>Panevėžio gatvės</i>	64,7	103,8	32,3	20,9	36,3	18,5	37,3	31,1	21,4	17,63	29,2	413,13
AB <i>Sema</i>	0,29	0,13	19,21	16,04	1,36	2,28	0,65	1,04	0,72	0,50	0,14	42,36
AB <i>Panevėžio pienas</i>	4,42	2,43	4,43	1,81	1,58	1,51	1,95	2,59	1,08	1,57	0,51	23,88
AB <i>Linuva</i>	0,23	0,23	0,47	0,22	0,97	0,11	0,10	-	-	-	-	2,33
UAB <i>Nevėžis</i>	-	-	-	0,03	0,012	0,02	0,043	0,011	0,009	0,015	-	0,14

* - neturima duomenų

4.2 lentelė. Panevėžio miestų įmonės UAB *Panevėžio pienas* nitratų, nitritų ir fosfatų išleidžiami į Nevėžio upę kiekiai (t N per metus ir t P per metus)

Įmonė	1994 m	1995 m	1996 m	1997 m	1998 m	1999 m	2000 m	2001 m	2002 m	2003 m	2004 m	Suma
Nitritai, t N/metus	0,03	1,2	0,09	0,016	-	0,014	0,012	0,009	-	-	0,024	1,40
Nitratai, t N/metus	0,48	0,03	0,58	0,16	-	0,66	0,045	0,30	0,12	-	0,02	2,40
Fosfatai , t P/metus	0,39	1,83	0,23	-	-	0,54	0,34	0,32	0,80	-	-	4,45

* - neturima duomenų

PANEVĖŽIO MIESTO TARŠOS ĮTAKA NEVĖŽIO UPĖS VANDENS KOKYBEI

Magistrantė N. Koriapina. Vadovas doc. dr. V. Šaulys.

Hidraulikos katedra, Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Lietuva.

El. paštas: natalijamag@yahoo.com

THE IMPACT OF POLLUTION BY PANEVĖŽYS CITY ON THE QUALITY OF WATER IN THE NEVĖŽIS RIVER

SUMMARY

The impact of pollution by industrial and domestic sewage of Panevėžys on the water quality of the Nevėžis river in 1994-2004 is analyzed in this article. The studies were carried out in 2 localities: upstream and downstream Panevėžys. The study results showed that the water of the Nevėžys river was polluted by different substances very hard. The quantity of nitrites upstream and downstream Panevėžys differs on average in 4.24 times, nitrate – on average 1.7 times, phosphates – on average 4.8-12 times and biochemical usage of oxygen – twice.

The mass of phytoplankton upstream and downstream Panevėžys of the Nevėžis river shows the difference not so significant as the comparison of the pollution with phosphates.

1. ĮVADAS

Panevėžys įsikūrė abipus Nevėžio upės, tai vienas didžiųjų Lietuvos miestų Šiaurės Lietuvoje. Miesto gyventojų skaičius – 119 tūkstančių. Panevėžys – pramonės miestas (29 stambios pramonės įmonės), dominuoja maisto ir gėrimų pramonė bei radijo, televizijos ryšių įrenginių ir prietaisų gamyba.

Kaip teigia A. Radzevičius, per pastaruosius dešimtmečius Nevėžio vidurupyje buvo daug antropogeninių pokyčių, iš jų bene svarbiausias – spartus Panevėžio miesto, užimančio 4922 ha plotą, netolygus vystymasis. Tai sąlygojo gamtinės aplinkos technogeninę taršą [Radzevičius, 2005].

Potencialiems Nevėžio vandens teršėjams galima priskirti Panevėžio pieno ir alaus kombinatus, cukraus, konservų bei linų perdirbimo fabrikus. Kaip teigia K. Kilkus žemiau didžiųjų miestų Nevėžio vandenyje gerokai padaugėja organinių medžiagų ir ypač neorganinių biogeninių elementų. 1998 m. beveik pagal visus vandens parametrus Nevėžis buvo priskirtas stipriai užterštoms upėms [Kilkus, 1998].

Į paviršinio vandens telkinius 1997-2003 m. Panevėžio mieste išleista 74519,8 tūkst. m³ buitinių ir gamybinių nuotekų, iš jų – 72664,8 tūkst. m³ (per 97%) nepakankamai išvalytų [Statistikos..., 2003]. Be abejo, tai neigiamai veikė Nevėžio upės vandens kokybę.

Darbo tikslas – atlikus hidrocheminių ir hidrobiologinių tyrimų duomenų analizę nustatyti, kaip Panevėžio miesto buitinės ir pramoninės nuotekos veikia Nevėžio upės vandens kokybę 1994-2004 m. laikotarpiu.

2. TYRIMO OBJEKTAS IR METODIKA

Nevėžis – svarbiausia Vidurio Lietuvos upė (ilgis 209 km, baseino plotas 6146 km²). Ji prasideda šlapiuose miškuose apie 6 km į pietryčius nuo Troškūnų miestelio. Nevėžio baseinas išsidėstęs Vidurio žemumoje. Upės baseino plotas iki Panevėžio miesto – 1130 km².

Kad galima būtų įvertinti Panevėžio miesto buitinių ir pramoninių nuotekų įtaką Nevėžio upės vandens kokybei, vandens mėginiai 1994-2004 m. tyrimų laikotarpiu buvo imami aukščiau ir žemiau Panevėžio miesto. Tyrimus atliko Aplinkos apsaugos agentūra. Paimtuose vandens mėginiuose buvo tiriama: biocheminis deguonies suvartojimas BDS₇, bichromatinė oksidacija (ChDS_{Cr}), nitritų NO₂-N koncentracija, nitratų NO₃-N koncentracija, fosfatų PO₄-P koncentracija, fitoplanktono ir zooplanktono kiekis.

Pagrindiniai hidrocheminiai rodikliai buvo nustatomi 12 kartų per metus (kartą per mėnesį), hidrobiologiniai parametrai tiriami 1-3 kartus per metus (mėginiai neimami žiemą).

Upių vandens kokybę vertinama pagal šiuo metu taikomas medžiagų didžiausias leistinas koncentracijas (DLK), atitinkančias žuvininkystės keliamus reikalavimus ir vandens kokybės klasifikaciją [Lietuvos..., 2002].

Duomenys buvo apdoroti statistinės analizės metodais. Buvo apskaičiuotos statistinės charakteristikos ir atlikta dispersinė analizė, kurios tikslas yra nuspręsti, ar priklausomojo kintamojo, t.y. biocheminio deguonies suvartojimo, bichromatinės oksidacijos, nitritų, nitratų ir fosfatų koncentracijų, išmatuotų aukščiau ir žemiau Panevėžio miesto, vidurkiai skiriasi. Biocheminio deguonies suvartojimo kiekio vidurkis aukščiau Panevėžio lygus 2.47 mg O₂/l, žemiau – 4.95 mg O₂/l, bichromatinės oksidacijos kiekio vidurkiai atitinkamai lygūs 34.04 mg O₂/l ir 44.09 mg O₂/l, nitritų koncentracijos vidurkiai – 0.03 mg N/l ir 0.14 mg N/l, nitratų – 2.48 mg N/l ir 3.97

mg N/l, fosfatų – 0.10 mg P/l ir 0.73 mg P/l. BDS₇ vidurkio paklaidos aukščiau ir žemiau Panevėžio lygūs atitinkamai 0.09 mg O₂/l ir 0.27 mg O₂/l, ChDS_{Cr} – 1.32 mg O₂/l ir 1.86 mg O₂/l, NO₂-N – 0.0043 mg N/l ir 0.018 mg N/l, NO₃-N – 0.18 mg N/l ir 0.23 mg N/l, PO₄-P – 0.02 mg P/l ir 0.086 mg P/l. Gauti duomenys leidžia teigti, kad visų išvardytų imčių vidurkiai esminiai skiriasi.

3. DARBO REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

Nevėžio upės vandens kokybės matavimų taškuose aukščiau ir žemiau Panevėžio miesto 1994-2004 m. tyrimų laikotarpiu organinių ir biogeninių medžiagų rodikliai: biocheminis deguonies suvartojimas (BDS₇), bichromatinė oksidacija (ChDS_{Cr}), nitritų NO₂-N, nitratų NO₃-N, fosfatų PO₄-P koncentracijos ženkliai kito.

BDS₇ koncentracija žemiau Panevėžio miesto ženkliai padidėja. Didžiausia BDS₇ aukščiau Panevėžio miesto 2004 m. buvo 6,80 mgO₂/l, o žemiau miesto – 25,30 mgO₂/l (1994 m. sausio mėnesį), tai 11 kartų viršija DLK (2,3 mgO₂/l). Ypač didelis biocheminis deguonies suvartojimas buvo 1994, 2003 bei 2004 m., kurių vidurkiai atitinkamai lygūs 7,78, 5,65 ir 6,65 mgO₂/l.

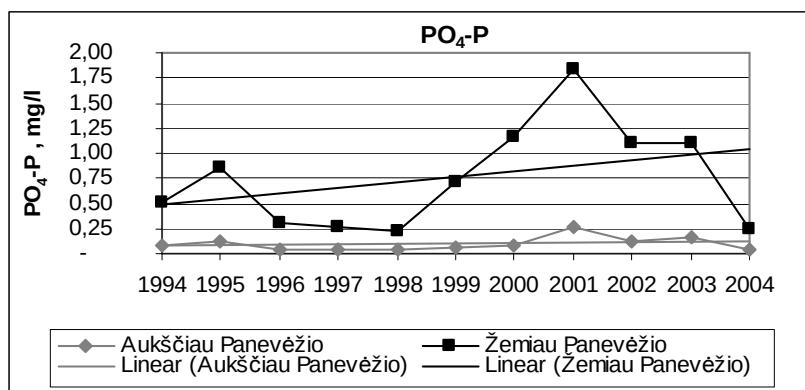
Bichromatinės oksidacijos (ChDS_{Cr}) mažiausios reikšmės aukščiau ir žemiau Panevėžio buvo užfiksuotos 1997 m. (vidurkiai lygūs 23.8 ir 31.17 mgO₂/l), o didžiausios – 1995-1996 bei 2004 m. (42.33, 47.33 ir 49.00 mgO₂/l prieš miestą ir 60.08, 62.33 ir 71.92 mgO₂/l už miesto). Vidutinės metų reikšmės žemiau Panevėžio miesto 17.4-46,8 % didesnės. Kadangi, žemiau Panevėžio miesto didėja tiek biocheminis deguonies suvartojimas, tiek ir bichromatinė oksidacija, galime teigti, kad ištirpusio vandenyje deguonies koncentracija už miesto mažėja.

Azoto koncentracijos nitritų pavidalu vidurkis aukščiau Panevėžio dažniausiai (1996, 1998, 1999, 2000, 2003 ir 2004 m.) atitiko normą – neviršijo 0,02 mg/l (nors mėnesinės reikšmės ne visada atitiko DLK). Kitais tyrimo laikotarpio metais DLK viršyta 1,5-3,0 kartus. Žemiau Panevėžio miesto Nevėžio vandens užterštumas nitritais padidėja – vidutinės metinės reikšmės viršija DLK visais tyrimo laikotarpio metais. Ypač stipriai nitritiniu azotu (13-23 kartus) Nevėžio vanduo buvo užterštas 2001-2002 m., o 2002 metais birželio mėnesį nitritų koncentracijos reikšmė buvo 0,85 mgN/l, tai 42.5 karto viršija DLK.

Kaip ir nitritų, nitratų koncentracijos Nevėžio upės vandenyse žemiau Panevėžio turi tendencija didėti. Užterštumas nitratinium azotu žemiau Panevėžio padidėjo 1,5-2,3 karto. Maksimali nitratų vertė buvo 1995 m sausio mėnesį (14,6 mg N/l). Nors kaitos trendas nėra didėjantis, upė ženkliai užteršta nitratinėmis medžiagomis.

Fosfatų koncentracijų reikšmės Nevėžio upėje svyruoja tarp 0-1,54 mgP/l aukščiau Panevėžio ir tarp 0,02-6,63 mgP/l žemiau Panevėžio. Vidutinė metinė fosfatų koncentracija tik 1996 – 1999 m. atitiko DLK reikšmes aukščiau Panevėžio, o žemiau šio miesto DLK pastoviai viršijama, o dažnai ir

ženkliai (1995 m 11 kartų (0,86 mgP/l), 2001 m. – 23 kartus (1,84 mgP/l), 2002-2003m. –14 kartų (1,10 mgP/l)). Ypač didelės fosfatų koncentracijos stebimos šiltuoju metų periodu. Didžiausias nustatytas kiekis (4,9 mgP/l) žemiau Panevėžio 2000 m. liepos mėn. viršijo DLK 60 kartų. Fosfatų trendas tyrimų laikotarpiu yra didėjantis. Ypač didelis fosfatų kiekis Nevėžio vandenyje stebimas 2000–2003 m. (1 pav.) Fosfatų vidutinės koncentracijos žemiau Panevėžio miesto padidėja 4.8-12.9 kartų.



1 pav. Fosfatų kiekis PO₄-P mg P/l Nevėžio upės vandenyje aukščiau ir žemiau Panevėžio

Hidrobiologinio upės įvertinimo epizodinė duomenų eilė su pertrūkiais, todėl neturima pakankamai patikimų duomenų atlikti hidrobiologinį Nevėžio upės vandens įvertinimą. Galima pasakyti, kad fitoplanktono masė žemiau Panevėžio miesto sumažėja, tik 2002 m. stebimas jos padidėjimas. Rūšių skaičius taip pat pasikeitė – sumažėjo 2-3 kartus.

Nevėžio vagos hidrologinių ir hidrocheminių duomenų bei Panevėžio koncentruotos taršos šaltinių analizę 1998 m. atlikę tyrėjai (Vincevičienė ir kt., 1998) nustatė, kad Panevėžio mieste biologiniai valymo įrenginiai nepilnai pašalina azoto ir fosforo junginius. Kadangi nepašalinamos biogeninės medžiagos, neišvalytas vanduo turi didelį poveikį upės vandens kokybei ir šio Nevėžio upės ruožo pagrindinė problema – didelės biogeninių medžiagų koncentracijos, spartinančios eutrofikaciją.

Atlikta 1994-2004 m. Nevėžio upės hidrocheminių ir hidrobiologinių tyrimų duomenų analizė rodo, kad Panevėžio miesto buitinių ir pramoninių nuotekų teršimo problema biogeninėmis medžiagomis išlieka.

Dėkoju Lietuvos Respublikos Aplinkos ministerijos Aplinkos apsaugos agentūrai už suteiktą pagalbą naudojantis 1994-2004 m. Nevėžio upės hidrocheminių ir hidrobiologinių tyrimų duomenų baze.

Išvados ir pasiūlymai

1. Nevėžio upės vanduo žemiau Panevėžio stipriai užterštas fosfatinėmis medžiagomis. Fosfatų vidutinės koncentracijos žemiau Panevėžio miesto padidėja 4.8-12.9 kartų.
2. Nevėžio upę Panevėžio miestas ženkliai teršia neorganiniais azoto junginiais – nitritais bei nitratais. 1994-2004 m. užterštumas nitratinio azotu žemiau Panevėžio padidėjo 1,5-2,3 karto.
3. Matomai Panevėžio miesto buitinių ir pramoninių nuotekų valymo efektyvumas yra nepakankamas, reikia diegti naujas technologijas, siekiant išvalyti nuotekas iki DLK, kad sumažinti Nevėžio upės taršą ir vis didėjančią antropogeninę apkrovą aplinkai.

Literatūra

1. Aplinkos ministerija, Aplinkos apsaugos agentūra, 2005.
2. Kilkus K., 1998. Lietuvos vandenų geografija. Vilnius. „Apyaušrio“ leidykla. 160 p.
3. Lietuvos upių vandens kokybės 2000 m. metraštis. 2002. Vilnius. (www.am.lt)
4. Radzevičius A., 2005. Nevėžio upės išvalymas nuo likutinės taršos kenksmingomis medžiagomis užteršto dumblo. MD Nr. 50407 ataskaita. Geologijos ir geografijos institutas.
5. Statistikos departamentas. Gyventojai ir aplinka. 1997-2003. (<http://db.std.lt>)
6. Vincevičienė V., Asadauskaitė A., Jelisejevienė E., 1998. Nevėžio vagos hidrologinių ir hidrocheminių duomenų bei koncentruotos taršos šaltinių analizė. *Aplinkos tyrimai, inžinerija ir vadyba*. No.1(6), 21- 33p.