

NEŠMENŲ KIEKIO VANDENYJE KAITA POTVYNIŲ METU NEMUNO ŽEMUPIO PIEVOSE

Kazimieras KATUTIS

Lietuvos žemdirbystės institutas
Gargždų g. 29, Vėžaičiai, Klaipėdos rajonas
El. p. katutis@vezaiciai.lzi.lt

Santrauka

Apibendrinta 1987–2006 m. tyrimų medžiaga. Natūriniai tyrimai atlikti Nemuno žemaslėnio pievose. Tyrimų metu buvo nustatomas nešmenų kiekis potvynio vandenyje.

Nustatyta praėjusio laiko nuo potvynio pradžios įtaka nešmenų kiekiui potvynio vandenyje. Trečią potvynio parą skendinčių nešmenų sumažėjo 20 %, šeštą parą jų liko iki 50–60 %, o dvyliktą parą – 40–50 %, lyginant su jų kiekiu vandenyje pirmąją potvynio parą.

Potvynio vandens užterštumui reikšmės turėjo vandens šaltinis, iš kurio užliejama žemaslėnio vietovė – Nemuno vanduo potvynio metu buvo užterštas 31 % daugiau nei Minijos upės vanduo.

Koreliaciniai koeficientai rodo, kad stiprus ryšys ($r > 0,4$) buvo ne tik tarp tos pačios rūšies nešmenų įtekančiame ir ištekančiame potvynio vandenyje, bet ir tarp įvairių rūšių nešmenų vandenyje. Tai rodo, kad potvynio vandens užterštumas įvairiais nešmenimis tarpusavyje yra labai susietas.

Nupjautų pievų plotas esminės įtakos turėjo tik skendinčių ir organinių nešmenų kiekiui potvynio vandenyje, o tirpių nešmenų kiekiui didesnės įtakos turėjo atstumas, kuriuo teka potvynio vanduo per pievas.

Reikšminiai žodžiai: užliejimas, skendintys nešmenys, tirpūs nešmenys, organinės priemonės.

Įvadas

Nemuno žemaslėnio polderiai turi didelį žemės ūkio produkcijos gamybos potencialą, kuris leidžia sukurti konkurencingus rinkos sąlygomis žemės ūkio produktų gamybos subjektus. Čia yra ypač palankios sąlygos gaminti žolinius pašarus ir plėtoti galvijininkystę. Net sausais 2002 metais užliejamų pievų žolių derlingumas buvo didelis ir žemdirbiai nesiskundė atolo trūkumu. Priešingai, dėl pasikeitusių gamybinių santykių dalis pievų kasmet lieka nešienautos ir potvynio metu nepjautos žolės likučiai su vandeniu nuplaunami į Kuršių marias ir sukelia vandens „žydėjimą“ vasaros metu. Kadangi regionas svarbus visos šalies ir Baltijos jūros šalių aplinkai, todėl svarbiausias tikslas – taikyti tokį regiono plėtros būdą, kuris garantuotų gyventojų pragyvenimo lygio augimą ir padėtų puoselėti gamtinę aplinką tiek šalies, tiek tarptautinių interesų požiūriu.

Pakrančių užliejamos pievos ir marios yra visuotinai pripažintos labai svarbios daugiafunkcinės ekosistemos dalis. Jų augalija ir dirvožemis veikia kaip natūralus filtras Baltijos jūrai. Ši teritorija veikia ir kaip biogeninių medžiagų nuotėkų valymo įrenginys.

Be to, yra labai jautri augalija ir gyvūnija, įskaitant kai kurias nykstančias rūšis ir gausybę migruojančių paukščių. Marių ir užliejamų pievų plėtros planas yra labai svarbi Baltijos regiono aplinkos valdymo programos, kurią 1992 m. priėmė visos Baltijos jūros baseino valstybės, dalis.

Būtina atsižvelgti į taršą iš polderių, kadangi jie yra arti Kuršių marių. Be to, Nemuno užliejamos pievos yra lyg apsauginis filtras teršalams, atitekantiems potvynio metu iš aukštupio, ir taip galima mažinti marių užteršimą. Aliuvinis dirvožemis užliejamose Nemuno žemupio pievose susidaro pagal potvynių dinamikos dėsnius: išsiliejęs į slėnį vanduo iš dalies nuskaidrėja palikdamas ant paviršiaus nusėdusių nešmenų sluoksnį. Vegetacijos metu nusėdę biogeniniai elementai yra žolių panaudojami organinei medžiagai gaminti. Dėl to žemės naudojimo reglamentavimas Nemuno užliejamose pievose galėtų būti gera pradžia vandens kokybei gerinti Nemuno baseine ir ypač Kuršių mariose.

Europos Sąjungos vandens direktyvoje (2000/60/EC)¹ keliamas tikslas visus vandenius parengti iki „geros ekologinės būklės“ iki 2015 metų. Didelis dėmesys skiriamas fosforui, kuris sukelia eutrofikaciją paviršiniuose vandenyse /Turner, Haygarth, 1999/. Nitratų (NO_3^-) jonų koncentracijas reglamentuojanti 91/676/EEC direktyva² numato leistiną $50 \text{ mg l}^{-1} \text{ NO}_3^-$ ribą.

Literatūroje nurodoma, kad per metus Nemunas į Kuršių marias atplukdo 5,3 mln. tonų tirpių medžiagų, iš jų apie 40 % per pavasario potvynį. Potvynio metu įvairiomis slėnio dalimis prateka iki 50 % Nemuno debito /Vaikasas ir kt., 1997; Vaikasas, Rimkus, 2000/. Tačiau ne kiekvienos upės vanduo vienodai mineralizuotas, be to, skiriasi jame ištirpusių medžiagų cheminė sudėtis. Tai patvirtina dirvožemio rūgštumo bei judriųjų fosforo ir kalio kartogramos, kurios rodo, kad palei Nemuno vagą dirvožemiai karbonatingesni ir turtingesni augalų maisto medžiagų negu Žemaitijos upių Minijos ir Jūros upių slėnių dirvožemiai /Katutis, 2002/.

Atlikta daug tyrimų, kaip keičiasi dirvodaros procesas, agrocheminės ir hidrofizikinės savybės užlietuose dirvožemiuose /Auerswald, 1989; Sharpley, Smith, 1989; Katutis, 1996/. Atsižvelgiant į vandens ir dirvos cheminės sudėties bei elementų koncentracijos lygį, vyksta jonų sorbcijos-desorbcijos procesas /Balzarevičienė, 1988; Mažvila ir kt., 1992; Ežerinskas, 1995; Čiuberkienė, Ežerinskas, 2000; Gaigalis, Račkauskaitė, 2001; Adomaitis ir kt., 2002; Gužys, Petrokienė, 2003/.

Velso upėse apie tris ketvirtadaliai Ca ir pusė Mg jonų yra išplauti iš dirvožemių, kuriuose naudotos kalkinės medžiagos /Adams, Evans, 1990/.

Tyrimai, atlikti Nemuno žemupyje, rodo, kad, vandeniui tekant slėniu per pievas, tarp vandens ir dirvožemio vyksta sorbcijos-desorbcijos procesas. Jūros upės slėnyje tekėdamas per pievas potvynio vanduo buvo mineralizuojamas: tirtų jonų suma padidėjo vidutiniškai $0,13 \text{ g l}^{-1}$. Tuo tarpu kitose tyrimų vietose dirvožemis iš vandens absorbavo nuo $16,2$ iki $71,9 \text{ mg l}^{-1}$ jonų /Katutis, 1996/.

¹ Bendroji vandenų direktyva 2000/60/EC (Water Framework Directive (2000/60/EC))
<http://www.serbd.com/WaterFrame.htm>

² Council Directive 91/676/EEC concerning the Protection of Waters against Pollution caused by Nitrates from Agricultural Sources

Nors yra nemažai duomenų, kad nuo 1991 metų potencialiai galimas azoto išplovimo kiekis žymiai sumažėjo dėl mažesnio mineralinių trąšų naudojimo, tačiau, kai kurių tyrimų duomenimis, azoto, ypač nitratinio, koncentracija Lietuvos upėse padidėjo /Šileika, 1996; 1998/. Vilainių polderio pievoje (Nevėžio upės salpoje prie Kėdainių) nustatyta, kad padidėjusią NO_3^- koncentraciją upėse, tekančiose per žemėnaudas, 1992–1993 m., palyginti su 1991 m., nulėmė gausesnis kritulių kiekis ir sumažėjęs derlius. Mineralinio ir nitratinio azoto koncentracija ir išplautas kiekis patikimai koreliavo su krituliais ir praėjusių metų žolių derliumi. Nitratų koncentracija taip pat priklausė nuo gruntinio vandens gylio – kuo arčiau žemės paviršiaus, tuo nitratų koncentracija didesnė. Tuo tarpu tarp amoniakinio azoto kritulių, drenažo nuotėkio ir žolių derliaus esminio ryšio nenustatyta /Juškauskas, 1998/.

Norint įvertinti, kaip Nemuno žemupyje keitėsi priemaišų kiekis potvynių metu pasikeitus ūkininkavimo sąlygoms, reikia atlikti įvairių veiksnių analizę ir nustatyti priklausomumą nuo patvinsios upės vandens lygio, užliejimo trukmės, vandens drums-tumo bei kitų kokybės rodiklių. Apie potvynio vandens nešmenų kaitą Nemuno žemu-pyje bei potvynio daromą įtaką užlietiems dirvožemiams detalai išnagrinėta ankstes-niuose moksliniuose straipsniuose /Katutis, 1996; 2002/. Nemuno žemupio Rusnės ir Vorusnės polderiuose pievų taršos tyrimai atlikti modeliu AGNPS /Šileika, 1998/, tačiau viso Nemuno žemupio tarša, pasikeitusiomis ūkininkavimo sąlygomis, dar iki šiol neištirta. Todėl reikėjo patikrinti, kokią įtaką potvynio vandeniui daro užlietos pievos visame Nemuno žemaslėnyje.

Straipsnyje, analizuojant tyrimų duomenis, stengiamasi atsakyti, kaip keičiasi potvynio vandens užtertumą priemaišomis tekant vandeniui per pievas ir, priklausomai nuo vandens užterštumo kitimo, kokia yra potvynių metu daroma žala ar nauda Kuršių marioms gamtosauginiu požiūriu.

Tyrimų metodai ir sąlygos

Natūriniai potvynio vandens kokybės stebėjimai atlikti Nemuno žemaslėnyje – atkarpoje nuo Jūros upės ir Nemuno santakos iki Kuršių marių. 1987–2006 m. stebėta, kaip Nemuno žemupyje potvynio metu keičiasi vandens kokybė jam tekant per pievas. Stebėjimams atlikti Nemuno žemaslėnis suskirstytas į tris dalis: viršutinę – įteka į pievas iš Nemuno ties Rambynu (atstumas nuo žiočių 70 km), o į vagą grįžta ties Plaškiais (atstumas nuo žiočių 39 km); žemutinę – įteka į pievas iš Nemuno ties Šilininkais (32 km) – Kuršių marios ties Uostadvariu ir šiaurinę – įteka į pievas iš Minijos ties Vilhelmo kanalu (9 km) – Kuršių marios ties Ventės ragu.

Meteorologinės sąlygos Nemuno žemupyje. Nemuno žemupio meteorologinėms sąlygoms apibūdinti naudotasi Šilutės hidrometeorologijos stoties duomenimis. Meteorologinių veiksnių kartojimosi dažnumui apskaičiuoti naudotas stebėjimo intervalas, apimantis 1976–2006 metus. Nustatyta, kad potvynis prasideda kovo, o baigiasi balandžio pabaigoje. Didžiausias vandens lygis būna kovo 3-ią dešimtadienį. Svarbiausia potvynio priežastis – krituliai, sniego tirpimas ir ledonešis. Susigrūdus ledams, susidaro kamščiai upių vagose, dėl to pakyla vanduo atskirose deltos vietose. Svarbiausias potvynio kriterijus yra vandens šaltinio kritinis aukštis, kuriam esant, prasideda deltos užliejimas. Kai potvynio vandens lygis atitinka 50 % tikimybei, užlieta teritorija siekia

iki 400 km², o kai atitinka 1 % tikimybei – apie 39 tūkst. ha. Kai potvynio vandens lygis atitinka 50 % tikimybei, vidutinis užlieto vandens sluoksnio gylis – 1,8 m. Žemės ūkio naudmenos sudaro 75 % visų užliejamų žemių, iš kurių 60 % yra ganyklos ir pievos. Užliejamoje zonoje yra 7 700 ha miškų ir pelkių, 2 tūkst. ha vandens telkinių ir 3100 ha kitų žemių /Šileika, 1998; Vaikasas, Rimkus, 2000/.

Tyrimų laikotarpiu didžiausias vandens lygis potvynio metu kito nuo 17 iki 99 %, o pagal užliejimo trukmę potvynis tęsėsi nuo 15 iki 81 paros (daugiametis vidurkis – 33 paros). Tyrimų duomenų sąsajoms su meteorologiniais veiksniais nustatyti potvynio vandens aukštis įvertintas Rusnės stebėjimo poste. Esant potvynio vandens paviršiaus nuolydžiui 0,1–0,12 %, Šyšos, Smalkų ir Uostadvario polderiai pradedami užlieti esant vandens horizontui Rusnės matavimo poste atitinkamai 0,9, 1,0 ir 2,5 m /Vaikasas, Rimkus, 2000/.

Tyrimų metodika. Tyrimų laikotarpiu (1987–2006 m.) matuotas potvynio vandens aukštis persiliejiama per pylimą vietose (natūriniai duomenys tikslinti su Šilutės hidrometeorologijos stoties duomenimis), vandens taršos rodikliai, nupjautų pievų plotas (duomenys imti iš Šilutės savivaldybės Kaimo reikalų skyriaus metinių ataskaitų). Per tyrimų laikotarpį kardinaliai pasikeitė pievų naudojimo technologijos ir intensyvumas. Iki 1990 m. iš pievų žolės buvo gaminami miltai ir pievos buvo daug kartų pjaunamos. Nuo 1990 m. miltus nustota gaminti ir iš pievų žolės buvo ruošiamas šienas bei nustota gausiai tręšti mineralinėmis trąšomis. Šilutės savivaldybės Kaimo reikalų skyriaus duomenimis, 1993–2006 m. laikotarpiu nupjautų pievų plotas keitėsi nuo 55 % (1998 m.) iki 95 % (1994 m.).

Vandens ėminiai tyrimams buvo imami potvynio metu iš vandens šaltinių, prieš jam įtekant ir ištekant iš pievų, vieną kartą per savaitę iki potvynio pabaigos. Potvynio pradžioje antrą kartą ėminiai imti po 3 parų. Vandens ėminiai buvo imami ne mažiau kaip 4 pakartojimais. Bendram priemaišų kiekiui nustatyti imti 5 litrai potvynio vandens.

Potvynio vandens kokybiniai ir kiekybiniai rodikliai nustatyti standartiniais metodais: skendintys nešmenys – filtruojant vandenį per popierinį filtrą, o bendras ištirpusių nešmenų kiekis – garinant iki pastovaus svorio +105 °C temperatūroje. Organinės medžiagos kiekis nešmenų likutyje (peleningumas) nustatytas deginant iki pastovaus svorio +600 °C temperatūroje.

Bandymo statistinių duomenų sklaida charakterizuojama standartinių nuokrypių, o veiksnių tarpusavio ryšiai – regresinės ir koreliacinės analizės metodais. Tyrimų duomenų paklaidos apskaičiuotos dispersinės analizės metodu. Koreliacijos ir regresijos koeficientai apskaičiuoti naudojant kompiuterines „Microsta“ ir „Exsel“ skaičiavimo programas /Tarakanovas, 1997; Tarakanovas, Raudonius, 2003/.

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Straipsnyje dėl ilgo tyrimų laikotarpio (1987–2006 m.) pateikta tik gautų duomenų vidutinės reikšmės bei jų sklaidos charakteristikos (1 lentelė).

Analizuodami tyrimų duomenis, gautus 1987–2006 m., pastebėta, kad tiek bendras priemaišų kiekis, tiek ir įvairios jo rūšys tyrimų laikotarpiu skyrėsi.

Tam reikšmės turėjo praėjęs laikas nuo potvynio pradžios, nešmenų kiekis įtekančiame vandenyje bei vietovė, iš kurios imti vandens ėminiai.

I lentelė. Nešmenų kiekiai potvynio vandenyje įvairiose žemaslėnio vietose g cm⁻³

Table 1. The amount of impurities g cm⁻³ in flood water in different places of the lower reaches

Nemuno žemaslėnis / the Lower Nemunas, 1987–2006 m.

Veiksny A		Veiksny B – Vietovės / Factor B – Locations					
Trukmė paromis Factor A Duration in days	Rodikliai Indicators	I		II		III	
		Rambynas	Plaškiai	Šilininkai	Kuršių marios	Minija	Kuršių marios
1	2	3	4	5	6	7	8
Skendinčių nešmenų kiekis g cm ⁻³ / Amount of sinking impurities g cm ⁻³							
1	\bar{x}	0,40	0,43	0,40	0,48	0,28	0,51
	s	0,05	0,06	0,05	0,14	0,04	0,14
	M	0,42	0,44	0,41	0,49	0,29	0,54
3	\bar{x}	0,34	0,37	0,29	0,34	0,23	0,37
	s	0,04	0,05	0,03	0,06	0,03	0,09
	M	0,36	0,38	0,29	0,33	0,24	0,36
6	\bar{x}	0,26	0,27	0,22	0,24	0,17	0,22
	s	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03
	M	0,26	0,27	0,21	0,25	0,17	0,21
12	\bar{x}	0,16	0,18	0,19	0,20	0,15	0,18
	s	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03
	M	0,16	0,17	0,18	0,19	0,15	0,18
Tirpiųjų nešmenų kiekis g cm ⁻³ / Amount of soluble impurities g cm ⁻³							
1	\bar{x}	0,45	0,50	0,47	0,51	0,30	0,42
	s	0,13	0,15	0,14	0,24	0,09	0,19
	M	0,42	0,45	0,45	0,48	0,33	0,36
3	\bar{x}	0,34	0,44	0,34	0,36	0,25	0,30
	s	0,10	0,14	0,11	0,15	0,08	0,15
	M	0,33	0,40	0,34	0,35	0,27	0,29
6	\bar{x}	0,24	0,32	0,27	0,25	0,20	0,18
	s	0,06	0,09	0,09	0,08	0,05	0,07
	M	0,23	0,31	0,26	0,25	0,20	0,17
12	\bar{x}	0,13	0,20	0,23	0,21	0,17	0,15
	s	0,03	0,05	0,06	0,06	0,05	0,06
	M	0,13	0,20	0,23	0,21	0,17	0,14
Bendras nešmenų kiekis g cm ⁻³ / Total amount of impurities g cm ⁻³							
1	\bar{x}	0,85	0,93	0,87	1,00	0,59	0,92
	s	0,17	0,21	0,18	0,37	0,11	0,32
	M	0,83	0,88	0,85	0,92	0,61	0,91

1 lentelės tęsinys
Table 1 continued

	1	2	3	4	5	6	7	8
3	\bar{x}		0,69	0,81	0,64	0,70	0,48	0,67
	s		0,13	0,18	0,13	0,21	0,10	0,24
	M		0,67	0,73	0,63	0,67	0,49	0,66
6	\bar{x}		0,50	0,59	0,49	0,49	0,36	0,39
	s		0,07	0,10	0,11	0,11	0,07	0,10
	M		0,49	0,57	0,47	0,48	0,37	0,37
12	\bar{x}		0,29	0,38	0,41	0,41	0,32	0,33
	s		0,04	0,06	0,07	0,07	0,06	0,08
	M		0,29	0,37	0,41	0,40	0,33	0,33
	R ₀₅ / LSD ₀₅		0,030					
	R _{05A} / LSD _{05A}		0,021					
	R _{05B} / LSD _{05B}		0,077					
Organinių nešmenų kiekis g cm ⁻³ / Amount of organic impurities g cm ⁻³								
1	\bar{x}		0,07	0,14	0,13	0,21	0,11	0,12
	s		0,05	0,04	0,05	0,08	0,04	0,05
	M		0,08	0,16	0,15	0,19	0,09	0,13
3	\bar{x}		0,05	0,11	0,09	0,13	0,09	0,08
	s		0,04	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03
	M		0,05	0,12	0,11	0,12	0,08	0,09
6	\bar{x}		0,04	0,07	0,06	0,09	0,07	0,04
	s		0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01
	M		0,05	0,08	0,07	0,07	0,06	0,05
12	\bar{x}		0,02	0,04	0,05	0,07	0,06	0,03
	s		0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	M		0,02	0,05	0,05	0,05	0,05	0,03
	R ₀₅ / LSD ₀₅		0,005					
	R _{05A} / LSD _{05A}		0,003					
	R _{05B} / LSD _{05B}		0,012					

Pastaba. Trukmė – laikas nuo potvynio pradžios paromis; \bar{x} – aritmetinis vidurkis, s – standartinis nuokrypis, M – mediana (duomenų vidurinis skaičius)

Note. Duration – time from the beginning of flooding (in days); \bar{x} – arithmetic mean, s – standard deviation, M – median (the mean number of data)

Tiriant praėjusio laiko nuo potvynio pradžios įtaką potvynio vandens kokybei matyti, kad ši įtaka tyrimų laikotarpiu buvo akivaizdi. Kiek daugiau potvynio vanduo valėsi potvynio pradžioje. Jei trečią potvynio parą bendras nešmenų kiekis sumažėjo 0,20 g cm⁻³, palyginti su pirmąja potvynio parą, tai šeštą parą – 0,39, o dvyliktą parą – 0,50 g cm⁻³. Atitinkamai mažesnis buvo kitų nešmenų kiekis potvynio vandenyje. Išreiškus nešmenų kiekio mažėjimą procentais, per pirmas tris potvynio paras bendras jų kiekis sumažėjo apie 20 %. Šeštą potvynio parą priemaišų vandenyje sumažėjo iki 50–

60 %, o 12 parą – atitinkamai 40–50 %, palyginti su priemaišų kiekiu vandenyje pirmąją potvynio parą.

Analizuojant atskirai įtekančio ir ištekančio iš pievų potvynio vandens kokybinius rodiklius tyrimo laikotarpiu, matyti, kad greičiau vanduo valosi nuo organinių priemaišų, o lėčiau nuo skendinčių nešmenų. Įtekančiame vandenyje trečią potvynio parą organinių priemaišų kiekis, palyginti su pirmąja, sudarė 75 %, šeštą parą – atitinkamai 55 % ir 12 parą – 40 %, tai ištekančiame iš pievų vandenyje – atitinkamai: 70 %, 40 ir 30 %. Bendras nešmenų kiekis potvynio vandenyje mažėjo lėčiau: įtekančiame vandenyje trečią parą sumažėjo 22 %, šeštą parą – 42 ir dvyliką parą 56 %, ištekančiame vandenyje atitinkamai: 34 %, 49 ir 61%. Tai rodo, kad, tekėdamas per pievas, vanduo švarėja.

Analizuojant atskiras žemaslėnio vietas matyti, kad Nemuno vanduo potvynio metu buvo daugiau užterštas nei Minijos upės vanduo. Bendras nešmenų kiekis pirmąją potvynio parą Nemuno vandenyje sudarė $0,86 \text{ g cm}^{-3}$, tai Minijos upės vandenyje – tik $0,59 \text{ g cm}^{-3}$, arba 31 % mažiau. Palyginus Nemuno vandens švarumą skirtinguose tyrimų ruožuose, tai vandeniui tekant žemyn, jis buvo teršiamas. Vertinant ištekančio iš pievų vandens kokybę, matyti, kad iš Nemuno upės ištekėjęs vanduo yra užterštas labiau nei iš Minijos upės: iš Nemuno upės pusės potvynio vanduo Kuršių marias pasiekia turėdamas bendrųjų priemaišų apie $1,0 \text{ g cm}^{-3}$, o iš Minijos upės pusės – tik $0,92 \text{ g cm}^{-3}$. Potvynio vandeniui tekant per pievas, jis organinėmis medžiagomis užteršiamas du kartus daugiau negu kitais teršalais (iki 10 %).

Siekiant nustatyti įvairių tirtų veiksnių sąsajas su priemaišomis potvynio vandenyje, ištekančiame iš pievų, atlikti matematiniai skaičiavimai. Nustatyta, kad dvinarės koreliacinės sąsajos tarp tirtų veiksnių ir potvynio vandens kokybės turi nevienodo stiprumo ryšį. Tarp potvynio trukmės ir potvynio aukščio jis yra gana stiprus, o tarp kitų tirtų veiksnių – potvynio pradžios datos, atstumo nuo žiočių ir kt. – nežymus, todėl pateikiami tik esminiai koreliaciniai ryšiai (2 lentelė).

Pirmiausia buvo nustatytos įvairių priemaišų vandenyje sąsajos su potvynio trukme. Matematinėi analizei tinkami panaudoti tyrimų duomenys gauti tik pirmųjų 12-kos dienų nuo potvynio pradžios, t.y. kai vanduo pakyla aukščiau už apsauginius pylimus ir pradeda užlieti pievas, nes šiame straipsnyje ir nagrinėjama pievų įtaka potvynio vandens taršai. Esant nedideliems potvyniams, vandens persilieėjimas per pylimus visame žemaslėnyje vyko ne ilgiau kaip 12 parų (tik 2001 m. jis truko 6 paras).

Tyrimų duomenų apie potvynio vandenyje priemaišų kiekio priklausomumą nuo potvynio trukmės (persipylimo per pylimą) koreliacinė analizė pateikiama 2 lentelėje. Šioje lentelėje pateikiami viso tyrimų laikotarpio duomenys neišskiriant pagal pievų naudojimo intensyvumą. Pagal pievų naudojimo intensyvumą abiejuose perioduose koreliaciniai ryšiai tarp nešmenų kiekio ir potvynio trukmės gauti panašūs, todėl tolesnei analizei pateikti viso tyrimų periodo duomenys.

Nešmenų kiekiui potvynio vandenyje didelę įtaką turėjo potvynio trukmė (2 lentelė). Analizuojant skaičiavimo duomenis, nustatyta, kad nešmenų kiekio vandenyje priklausomumą nuo potvynio trukmės labiausiai tinka reikšti antro laipsnio lygtimi. Potvynio metu įvairių nešmenų kiekio priklausomumas nuo potvynio trukmės yra stiprus ($R > 0,99$), faktinis patikimumo rodiklis t didesnis už 95 % garantijos teorinį, kuris prilygsta 2,2. Šios koreliacijos yra atvirkštinės, tai rodo lygties koeficientai, t. y. potvynio

pradžioje vanduo buvo užterštas daugiau, o laikui bėgant, potvynio vanduo švarėjo. Be to, koreliacijos santykiai rodo, kad nėra didelių kiekio skirtumų tarp tirtų priemaišų vertinant priklausomumo nuo potvynio trukmės atžvilgiu. Vaizdumo dėlei apibendrinti 2 lentelės duomenys pateikti 1 paveiksle, kur sutartiniais ženklais pažymėti 1987–2006 m. tyrimų laikotarpio faktiniai vidutiniai nešmenų kiekiai skirtinguose žemaslėnio nustatymo vietose, taip pat nubrėžtos matematiškai apskaičiuotos kreivės. Toliau buvo analizuojami statistinės analizės duomenys, gauti nustatant priklausomumą tarp potvynio vandens aukščio ir įvairių nešmenų kiekio potvynio vandenyje. Šių skaičiavimų duomenys pateikti 3 lentelėje.

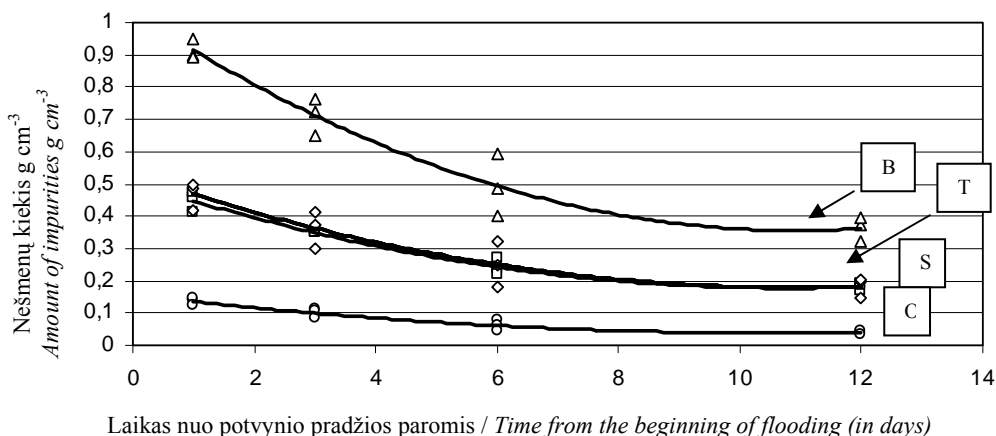
2 lentelė. Nešmenų kiekio (g cm^{-3}) ištekančiame iš pievų potvynio vandenyje sąsajos su jo trukme (paromis)

Table 2. The relationship between the amount of impurities (g cm^{-3}) in flood water flowing from meadows and flood duration (in days)

Nemuno žemaslėnis / the Lower Nemunas, 1987–2006 m.

Funkcija <i>y</i> Function <i>y</i>	Argumentas <i>x</i> Argument <i>x</i>	Koreliacijos santykis (η) Correlation proportion (η)	Lygties $y = a + bx + cx^2$ koeficientai Coefficients of equation $y = a + bx + cx^2$		
			<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
I Rambynas – Plaškiai					
S	t	0,9994	0,4465	-0,0352	0,001
T	t	0,9977	0,5251	-0,0405	0,0011
B	t	0,9980	0,9728	-0,0754	0,0021
O	t	0,9987	0,1581	-0,0172	0,0006
II Šilinkai – Kuršių marios / the Curonian Lagoon					
S	t	0,9994	0,5175	-0,0656	0,0032
T	t	0,9995	0,5713	-0,0775	0,0039
B	t	0,9999	1,087	-0,1429	0,0071
O	t	0,9999	0,1682	-0,0246	0,0012
III Minija – Kuršių marios / the Curonian Lagoon					
S	t	0,9976	0,553	-0,0811	0,0042
T	t	0,9965	0,4858	-0,0727	0,0037
B	t	0,9972	1,0383	-0,1533	0,0078
O	t	0,9986	0,145	-0,0248	0,0013
Vidutiniškai Nemuno žemupyje On average in the lower reaches of the Nemunas					
S	t	0,9993	0,5057	-0,0606	0,0028
T	t	0,9981	0,5275	-0,0636	0,0029
B	t	0,9988	1,0327	-0,1239	0,0057
O	t	0,9994	0,1571	-0,0222	0,001

Pastaba. S – skendinčių nešmenų kiekis g cm^{-3} ; T – tirpiųjų nešmenų kiekis g cm^{-3} ; B – bendras nešmenų kiekis g cm^{-3} ; O – organinių nešmenų kiekis g cm^{-3} . Kadangi koreliacijos koeficientas visų lygčių artimas, tai jų faktinis patikimumo rodiklis $t_z = 9,542$. Potvynio trukmės riba (t): 1–12 parų
Note. S – amount of sinking impurities g cm^{-3} ; T – amount of soluble impurities g cm^{-3} ; B – total amount of impurities g cm^{-3} ; O – amount of organic impurities g cm^{-3} . Since the correlation coefficient of all equations is similar, their actual parameter of reliability is equal $t_z = 9,542$. The limit of duration of the flooding (t): 1–12 days



1 paveikslas. Įvairių nešmenų kiekio kitimas vandenyje potvynio metu

Figure 1. The variation of the amount of various impurities in water during the flood

Pastaba. B – bendras nešmenų kiekis, T – ištirpusių nešmenų kiekis, S – skendinčių nešmenų kiekis, O – organinių nešmenų kiekis (1–3 pav.).

Note. B – total amount of impurities $g\ cm^{-3}$, T – amount of soluble impurities $g\ cm^{-3}$, S – amount of sinking impurities $g\ cm^{-3}$, O – amount of organic impurities $g\ cm^{-3}$ (in Figures 1-3)

3 lentelė. Potvynio didžiausio vandens aukščio (cm) įtaka nešmenų ($g\ cm^{-3}$) kiekiui potvynio vandenyje, ištekantiame iš pievų

Table 3. The influence of maximal height of floodwater (cm) on the amount of impurities ($g\ cm^{-3}$) in floodwater flowing from meadows

Nemuno žemaslėnis, 1987–2006 m. / The Lower Nemunas 1987–2006 years

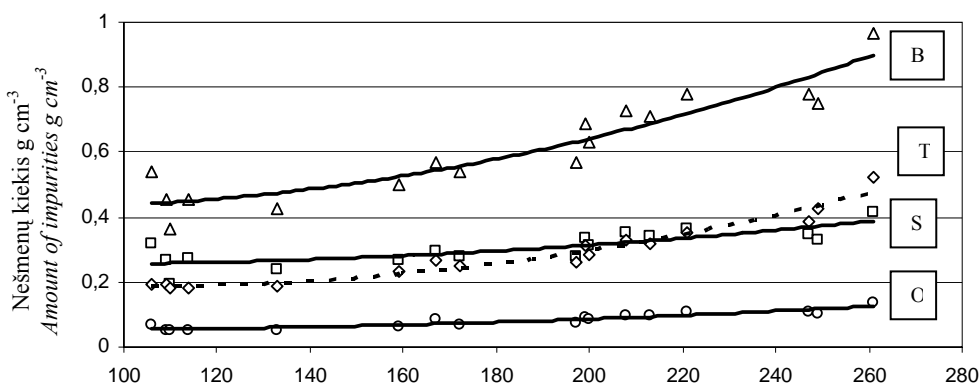
Funkcija y Function y	Argumen- tas x Argument x	Koreliacijos santykis (η) Correlation proportion (η)	Faktinis patikimumo rodiklis t Actual parameter of reliability t	Lygties $y = a + bx + cx^2$ koeficientai Coefficients of equation $y = a + bx + cx^2$		
				a	b	c
S	H	0,8241	5,44	0,303	-0,0009	0,000005
T	H	0,9741	16,11	0,2569	-0,0018	0,00001
B	H	0,9484	11,19	0,5657	-0,0028	0,00002
O	H	0,9685	14,54	0,0624	-0,0004	0,000002

Pastaba. S – skendinčių nešmenų kiekis $g\ cm^{-3}$; T – tirpiųjų nešmenų kiekis $g\ cm^{-3}$; B – bendras nešmenų kiekis $g\ cm^{-3}$; O – Organinių nešmenų kiekis $g\ cm^{-3}$. Lygties galiojimo ribos (H) 110–261 cm (3–4 lentelės)

Note. S – amount of sinking impurities $g\ cm^{-3}$; T – amount of soluble impurities $g\ cm^{-3}$; B – total amount of impurities $g\ cm^{-3}$; O – amount of organic impurities $g\ cm^{-3}$. Since the correlation coefficient of all equations is similar, their actual parameter of reliability is equal $t_z = 9,542$. The limits of equation validity (H) 110–261 cm (in Tables 3–4)

Nešmenų kiekiui potvynio vandenyje didelę įtaką turėjo potvynio vandens aukštis (3 lentelė). Priemaišų kiekis patikimai koreliuoja su potvynio vandens aukščiu, faktiniai patikimumo rodikliai t yra didesni už 95 % garantinį teorinį, kuris prilygsta 2,2. Šių tyrimų koreliacija yra tiesioginė, t.y. kuo potvynio vanduo aukščiau pakilęs, tuo jame yra daugiau nešmenų.

Analizuojant skaičiavimo duomenis nustatyta, kad nešmenų kiekio potvynio vandenyje priklausomumą nuo potvynio vandens aukščio teisingusia išreikšti antro laipsnio lygtimi. Potvynio metu įvairių nešmenų kiekio priklausomumas nuo potvynio trukmės yra stiprus ($R > 0,82$). Lygties koeficientai rodo, kad esant didesniems potvyniams, kai vandens aukštis būna didesnis, jis daugiau būna ir užterštas, o esant nedideliame potvynio aukščiui, potvynio vanduo būna švaresnis. Be to, skaičiavimo duomenys rodo, kad stipresnis koreliacinis ryšys yra tarp potvynio vandens aukščio ir potvynio vandenyje esančių tirpių ir organinių nešmenų kiekio, mažiau stiprus – tarp vandens aukščio ir skendinčių priemaišų. Apibendrinti 3 lentelės duomenys pateikti ir 2 paveiksle, kur sutartiniais ženklais pažymėti 1987–2006 m. tyrimų laikotarpio faktiniai vidutiniai nešmenų kiekiai skirtinguose žemaslėnio nustatymo vietose, taip pat nubrėžtos ir statistiškai apskaičiuotos kreivės. Šiuo atveju, esant žemesniam potvynio vandens aukščiui, daugiau buvo skendinčių nei tirpių priemaišų, o, esant didesniam potvynio aukščiui, atvirkščiai – daugiau tirpių nei skendinčių. Tai galima paaiškinti tik tuo, kad, esant žemesniam potvynio vandens aukščiui, užliejama mažesnė žemupio teritorija, kur yra daugiau nenušienautų pavaginių pievų.



Didžiausias potvynio vandens aukštis cm (Rusnė) / Maximal height of floodwater cm (Rusnė)

2 paveikslas. Potvynio vandens aukščio (cm) įtaka nešmenų (g cm^{-3}) kiekiui potvynio vandenyje, ištekančiame iš pievų

Figure 2. The influence of floodwater height (in cm) on the amount of impurities in the floodwater flowing from meadows

Tolesnei statistinei analizei buvo parinkti duomenys, atspindintys įtekančio į pievas vandens priemaišų sąsajas su ištekančio iš pievų vandens priemaišų kiekiu. Statistinės analizės duomenys pateikti 4 lentelėje.

4 lentelė. Įtekančio (x) į pievas potvynio vandens nešmenų kiekio sąsajos su (g cm⁻³) ištekančiu (y) iš pievų potvynio vandens nešmenų kiekiu (g cm⁻³)

Table 4. The relationship between of the amount of impurities (g cm⁻³) in floodwater flowing into meadows (x) and the amount of impurities in floodwater flowing from meadows (y)

Nemuno žemaslėnis / the Lower Nemunas, 1987–2006 m.

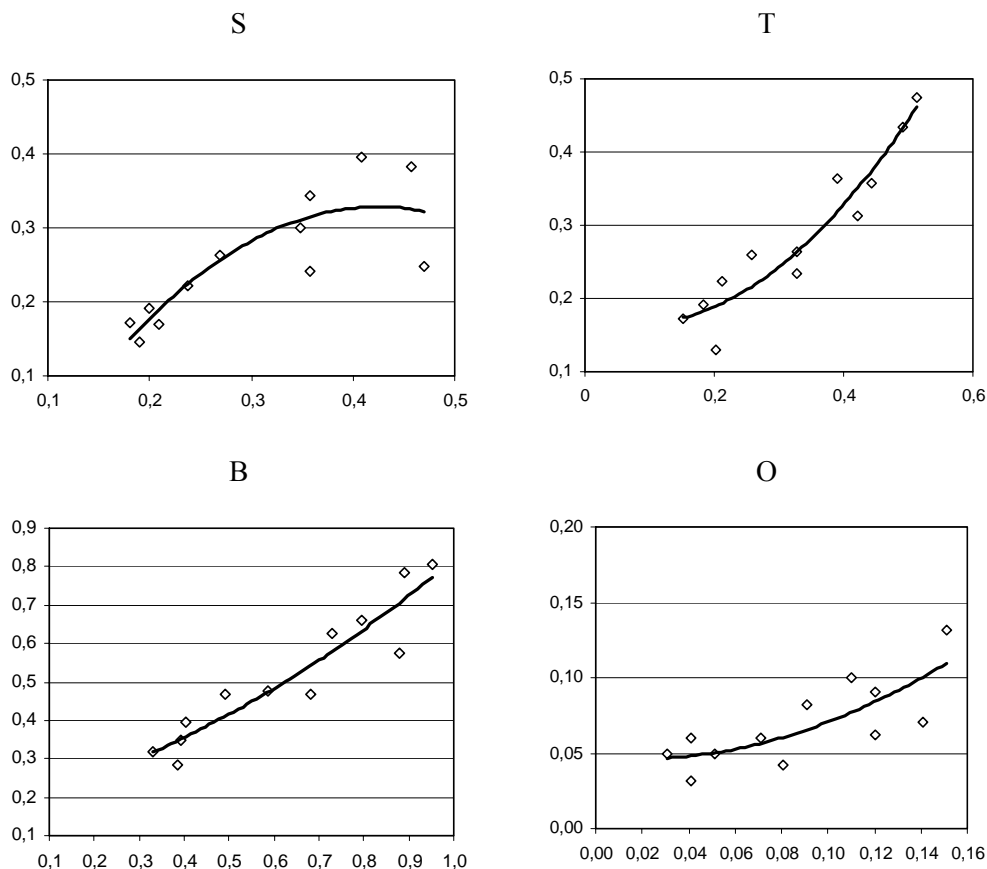
Funkcija y Function y	Argumen- tas x Argument x	Koreliacijos santykis (η) Correlation proportion (η)	Faktinis patikimumo rodiklis t Actual parameter of reliability t	Lygties $y = a + bx + cx^2$ koeficientai Coefficients of equation $y = a + bx + cx^2$		
				a	b	c
S	S	0,8878	7,218	-0,1514	2,0853	-2,2198
T	T	0,9516	11,58	0,1609	-0,1556	1,47
B	B	0,9358	9,936	0,1932	0,2874	0,373
O	O	0,7616	4,398	0,0472	-0,1459	3,6669

Paaškinimai po 3 lentelę / Explanations under Table 3

Tarp įtekančio ir ištekančio vandens nešmenų kiekio, esančio potvynio vandenyje, yra gana stiprus ryšys, o dvinarės koreliacijos sąsajos iš esmės koreliuoja, nes faktiniai patikimumo rodikliai t yra didesni už 95 % garantinį teorinį, kuris yra lygus 2,2 (4 lentelės). Nešmenų kiekį ištekančiame iš pievų potvynio vandenyje net 58–90 % lemia jų kiekis įtekančiame vandenyje. Labiausiai iš tirtų nešmenų tarp įtekančio ir ištekančio kiekių koreliuoja tirpių priemaišų kiekiai, net 90 % ištekančiame iš pievų vandenyje tirpių nešmenų sudaro įtekančio vandens tirpios priemaišos. Tai gali būti susieta su nepalankiomis praėjusių metų meteorologinėmis sąlygomis, kai maisto medžiagos nebuvo panaudojamos derliui gauti, o pavasarį, nuplautos su pertekliniu vandeniu į vandens šaltinius, atitekėjo į Nemuno žemupį. Silpniausiai koreliavo organinių nešmenų kiekis įtekančiame ir ištekančiame iš pievų potvynio vandenyje.

Tarpusavio priklausomumui tarp visų tirtų veiksnių ir potvynio vandens įvairių nešmenų įtakai nustatyti atlikta daugianarė koreliacinė analizė. Statistinei analizei atlikti naudoti tyrimų duomenys, apimantys visą tyrimų laikotarpį bei visą žemaslėnį. Gauti skaičiavimo duomenys pateikti 5 lentelėje.

Įvertinant gautus matematinės analizės duomenis, matyti, kad potvynio vandenyje esančių nešmenų kiekiui užliejamame slėnyje įtakos turėjusius veiksniai galima suskirstyti į dvi grupes. Pirmą grupę – veiksniai, turėję įtakos nešmenų kiekiui potvynio vandenyje. Tarpusavio koreliaciniai koeficientai rodo, kad egzistuoja stiprus ryšys ($r > 0,4$) ne tik tarp tos pačios nešmenų rūšies įtekančiame ir ištekančiame potvynio vandenyse, bet ir tarp įvairių rūšių priemaišų vandenyje. Tai rodo, kad potvynio vandens užterštumas įvairiomis priemaišomis tarpusavyje yra labai susijęs.



3 paveikslas. Nešmenų kiekio (g cm^{-3}) įtekančiame į pievas vandenyje įtaka ištekančio iš pievų jų (g cm^{-3}) kiekiui potvynio vandenyje

Figure 3. The influence of the amount of impurities (g cm^{-3}) in floodwater flowing into meadows on the amount of impurities in floodwater flowing from meadows

Ištekančiame iš pievų potvynio vandenyje priemaišų kiekiui, be įtekančiame potvynio vandenyje esančių priemaišų kiekio, įtakos turėjo ir potvynio vandens aukštis bei laikas nuo potvynio pradžios. Kiti tirti veiksniai įtakos turėjo tik tam tikrai nešmenų rūšiai. Pavyzdžiui, nupjautų pievų plotas esminės įtakos turėjo tik skendinčių ir organinių nešmenų kiekiui potvynio vandenyje, o tirpių priemaišų kiekiui pastebimos įtakos neturėjo. Tuo tarpu tirpių nešmenų potvynio vandenyje kiekiui teigiamos reikšmės turėjo atstumas, kuriuo teka potvynio vanduo per pievas. Tai rodo, kad, tekant vandeniui per pievas, vyksta biogeninių elementų apykaita tarp vandens ir dirvožemio.

Aptarti mūsų tyrimų rezultatai gali būti naudingi aiškinant užterštumo padidėjimą Kuršių marių vandenyje. Tai lemia ne tik ūkinės veiklos pokyčiai Nemuno žemupyje, bet ir pokyčiai, susiję su žemės ūkio pertvarka visoje Lietuvoje.

5 lentelė. Koreliacinė matrica įvairių nešmenų tarpusavio bei tirtų veiksnių sąsajoms nustatyti ištekančiame ir įtekančiame iš pievų potvynio vandenyje užliejamose Nemuno žemupio pievose

Table 5. The correlation matrix for the determination of the interrelations between different impurities and the relations with the tested factors in floodwater flowing from/into meadows on the Lower Nemunas meadows

Nemuno žemaslėnis, 1987–2006 m. / The Lower Nemunas 1998–2006 years

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈
Y1	0,9069	0,9639	0,8015	0,9817	0,9197	0,9764	0,8077	0,4225
X ₁	1,0000	0,8569	0,9426	0,9026	0,9758	0,9344	0,7859	0,7899
X ₂		1,0000	0,7980	0,8955	0,8425	0,9213	0,7559	0,7579
X ₃			1,0000	0,7687	0,8466	0,8256	0,5844	0,5280
X ₄				1,0000	0,9344	0,9721	0,8091	0,5216
X ₅					1,0000	0,9479	0,8087	0,4278
X ₆						1,0000	0,8238	0,4009
X ₇							1,0000	0,4474
X ₈								1,0000

	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	Galiojimo ribos / Limits of validity	
					Min	Max
Y1	0,0817	-0,3917	0,0403	-0,1695	0,21	1,69
X ₁	0,0994	-0,3901	0,2275	-0,1492	0,22	1,24
X ₂	0,1272	-0,4246	-0,0972	-0,2558	0,13	0,49
X ₃	0,1446	-0,4083	0,2964	-0,2094	0,13	0,77
X ₄	0,0455	-0,3509	0,1368	-0,1002	0,09	0,76
X ₅	0,0637	-0,3540	0,1683	-0,1005	0,08	0,98
X ₆	0,0714	-0,3911	0,0993	-0,1364	0,00	0,22
X ₇	0,0882	-0,2414	-0,1044	-0,1347	0,02	0,30
X ₈	-0,2323	-0,2427	0,0573	0,2154	110	261
X ₉	1,0000	0,2042	-0,1816	-0,6403	1	100
X ₁₀		1,0000	-0,1759	-0,1872	1	12
X ₁₁			1,0000	0,3278	9	31
X ₁₂				1,0000	55	100

P a s t a b a. Y₁ – bendras nešmenų kiekis potvynio vandenyje jam ištekant iš pievų, X₁ – bendras nešmenų kiekis potvynio vandenyje jam įtekančiam į pievas, X₂ – skendinčių nešmenų kiekis ištekant, X₃ – skendinčių nešmenų kiekis įtekančiam, X₄ – tirpių nešmenų kiekis ištekant, X₅ – tirpių nešmenų kiekis įtekančiam, X₆ – organinių nešmenų kiekis ištekant, X₇ – organinių nešmenų kiekis įtekančiam, X₈ – potvynio vandens aukštis cm, X₉ – potvynio pradžia (skaičiuojant nuo sausio 1d.), X₁₀ – potvynio trukmė nuo potvynio pradžios paromis, X₁₁ – atstumas tarp potvynio vandens įtekėjimo ir ištekėjimo iš pievų km, X₁₂ – praėjusiais metais nupjautų pievų plotas %.

Statistiškai patikimo koeficiento riba – 0,1236. Lentelėje esminiai koeficientai pateikti paryškintai.

Note. Y₁ – total amount of impurities in floodwater flowing from meadows, X₁ – total amount of impurities in floodwater flowing into meadows, X₂ – amount of sinking impurities flowing from meadows, X₃ – amount of sinking impurities flowing into meadows, X₄ – amount of soluble impurities flowing from meadows, X₅ – amount of soluble impurities flowing into meadows, X₆ – amount of organic impurities flowing from meadows, X₇ – amount of organic impurities flowing into meadows, X₈ – height of freshet water, X₉ – beginning of flooding (calculating from January 1st), X₁₀ – duration of flooding – days from the beginning of flooding, X₁₁ – distance between floodwater flowing into and out of meadows in km, X₁₂ – the area of meadows cut the year before %.

The limit of statistically significant coefficient – 0,1236. Statistically significant coefficients are presented in bold in Table.

Išvados

1. Bendras nešmenų kiekis bei įvairios jų rūšys tyrimų laikotarpiu skyrėsi. Tai priklausė nuo praėjusio laiko nuo potvynio pradžios, nešmenų kiekio įtekančiame vandenyje bei vietovės, iš kurios imti vandens ėminiai.

2. Nemuno vanduo potvynio metu buvo daugiau užterštas nei Minijos upės vanduo. Bendras nešmenų kiekis pirmąją potvynio parą Nemuno vandenyje sudarė $0,86 \text{ g cm}^{-3}$, Minijos upės – tik $0,59 \text{ g cm}^{-3}$, arba 31 % mažiau.

3. Laiko nuo potvynio pradžios įtaka potvynio vandens kokybei tyrimų laikotarpių yra akivaizdi. Trečią potvynio parą skendinčių nešmenų kiekis sumažėjo 20 %, šeštą – iki 50–60 %, o 12 parą – 40–50 %, palyginti su nešmenų kiekiu potvynio vandenyje pirmąją potvynio parą.

4. Analizuojant atskirai įtekančio ir ištekančio iš pievų potvynio vandens kokybinius rodiklius, matyti, kad greičiau vanduo valosi nuo organinių nešmenų, o lėčiau nuo skendinčių priemaišų. Įtekančiame vandenyje trečią potvynio parą organinių nešmenų kiekis, palyginti su pirmąja para, sudarė 75 %, šeštą parą – atitinkamai 55 % ir 12 parą – 40 %, tai ištekančiame iš pievų vandenyje – atitinkamai 70 %, 40 ir 30 %.

5. Bendras nešmenų kiekis potvynio vandenyje mažėjo lėčiau: įtekančiame vandenyje trečią parą sumažėjo 22 %, šeštą – 42 ir dvyliktą – 56 %, ištekančiame vandenyje atitinkamai 34 %, 49 % ir 61 %. Tai rodo, kad vanduo, tekėdamas per pievas, švarėja.

6. Įvertinus ištekančio iš pievų vandens kokybę nustatyta, kad iš Nemuno ištekėjęs vanduo yra užteršiamas daugiau nei iš Minijos upės: iš Nemuno pusės Kuršių marios potvynio vanduo pasiekia turėdamas apie $1,0 \text{ g cm}^{-3}$ bendrą nešmenų kiekį, o iš Minijos – tik apie $0,92 \text{ g cm}^{-3}$. Potvynio vanduo, tekėdamas per pievas, yra užteršiamas organinėmis medžiagomis iki dviejų kartų daugiau negu kitais teršalais (iki 10 %).

7. Tarpusavio sąsajų koreliaciniai koeficientai rodo, kad egzistuoja stiprus ryšys ($r > 0,4$) ne tik tarp tos pačios rūšies nešmenų įtekančiame ar ištekančiame potvynio vandenyje, bet ir tarp įvairių rūšių nešmenų vandenyje. Tai rodo, kad potvynio vandenyje esančios įvairios priemaišos yra labai susijusios tarpusavyje.

8. Nupjautų pievų plotas esminės įtakos turėjo tik skendinčių ir organinių nešmenų kiekiui potvynio vandenyje, o tirpių jų kiekiui didesnės įtakos neturėjo.

Gauta 2007 07 19

Pasirašyta spaudai 2007 09 24

LITERATŪRA

1. Adams W. A., Evans G. M. Input/export relationships of major ions in west Wales catchments // Agriculture, Ecosystems & Environment. – 1990, vol. 32, iss. 1–2, p. 13–24

2. Adomaitis T., Mažvila J., Rudziauskaitė A., Šukys P. Maisto medžiagų išplovimas karsto zonos dirvožemiuose // Žemdirbystė: mokslo darbai / LŽI, LŽŪU. – Akademija (Kėdainių r.), 2002, t. 79 (3), p. 198–205

3. Auerswald K. Prognose des P-Eintrags durch Bodenerosion in die Oberflächengewässer der BRD // In Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft. – Göttingen, 1989, Bd. 59, No. 2, S. 61–664

4. Balzarevičienė J. Vyščelačivanie K₂O i P₂O₅ drenažnim stokom na orošaemych doždėvaniem // Voprosi orošenija sel'skochozjajstvennyh kul'tur na osušaemyh zemljach. – Vilnius, 1988, s. 42–48

5. Čiuberkienė D., Ežerinskas V. Agrocheminių rodiklių ir maisto medžiagų migracijos kitimai įvairiai kalkintame ir tręštame dirvožemyje // Žemdirbystė: mokslo darbai / LŽI, LŽŪU. – Akademija (Kėdainių r.), 2000, t. 71, p. 32–48

6. Ežerinskas V. Kalkinimo ir tręšimo įtaka augalų maisto medžiagų išplovimui // Žemdirbystė: mokslo darbai / LŽI. – Dotnuva-Akademija (Kėdainių r.), 1995, t. 50, p. 32–39

7. Gaigalis K., Račkauskaitė A. Azoto ir fosforo išplovimo ekosistemose ypatumai // Vandens ūkio inžinerija: mokslo darbai / LŽŪU VŪI. – Kaunas-Akademija, Vilainiai, 2001, t. 16 (38), p. 39–46

8. Gužys S., Petrokienė Z. Įvairaus intensyvumo sėjomainų įtaka augalų maisto medžiagų migracijai Vidurio Lietuvoje // Žemdirbystė: mokslo darbai / LŽI, LŽŪU. – Akademija (Kėdainių r.), 2003, t. 81 (1), p. 14–23

9. Juškauskas J. Azoto junginių koncentracijų dinamika pievų drenažo nuotėkyje // Žemės ūkio mokslai. – Vilnius, 1998, Nr. 2, p. 73–79

10. Katutis K. Nemuno žemupio salpžemių ir potvynio sąnašų savybių ryšys // Žemdirbystė: mokslo darbai / LŽI, LŽŪU. – Akademija (Kėdainių r.), 2002, t. 80 (4), p. 3–22

11. Katutis K. Potvynio vandens cheminės sudėties pasikeitimas Nemuno žemupyje pratekėjus jam per pievas // Žemdirbystė: mokslo darbai / LŽI, LŽŪU. – Dotnuva - Akademija (Kėdainių r.), 1996, t. 54, p. 63–72

12. Mažvila J., Vaišvila Z., Radžiūnas V. Ilgalaikio tręšimo mineralinėmis trąšomis įtaka derliui, dirvožemio agrocheminėms savybėms, maisto medžiagų išplovimui // Antropogeninių veiksmų įtaka dirvožemio derlingumui. – Vilnius, 1992, p. 52–57

13. Sharpley A. N., Smith S. I. Prediction of soluble phosphorus transport in agricultural runoff // Journal Environment Quality. – 1989, No. 18 (3), p. 313–331

14. Šileika A. S. Agriculture nitrogen impact on water quality in Lithuanian rivers // Žemės ūkio mokslai. – 1996, Nr. 2, p. 102–110

15. Šileika A. S. Žemės ūkio taršos modeliavimas Rusnės ir Vorusnės polderiuose išsklidusios žemės ūkio taršos modeliu // Žemės ūkio mokslai. – Vilnius, 1998, Nr. 2, p. 66–72

16. Tarakanovas P. Nauja kompiuterinės programos versija bandymo duomenų apdorojimo dispersinės analizės metodu // Žemdirbystė: mokslo darbai / LŽI, LŽŪU. – Akademija (Kėdainių r.), 1997, t. 60, p. 197–213

17. Tarakanovas P., Raudonius S. Agronominių tyrimų duomenų statistinė analizė taikant kompiuterines programas ANOVA, STAT, SPLIT-PLOT iš paketo SELEKCIJA ir IRRISTAT. – Akademija (Kėdainių r.), 2003. – 57 p.

18. Turner B. L., Haygarth P. M. Phosphorus leaching under cut grassland // Water Science and Technology. – 1999, vol. 39, iss. 12, p. 63–67

19. Vaikasas S., Gipiškis V., Katutis K. Nemuno deltos aliuvinių dirvožemių susidarymas nusėdant suspenduotiems nešmenims // Lietuvos klimato ir dirvožemio potencialo racionalaus naudojimo perspektyvos: mokslinės konferencijos pranešimai. – Akademija (Kėdainių r.), 1997, p. 75–81

20. Vaikasas S., Rimkus A. Potvynio daromos Nemuno deltoje žalos ir naudos vertinimas // Vandens ūkio inžinerija: mokslo darbai / LŽŪU VŪI. – Kaunas-Akademija, Vilainiai, 2000, t. 9 (31), p. 76–84

THE VARIATION OF THE AMOUNT OF IMPURITIES IN WATER IN THE LOWER NEMUNAS DURING FLOODING

K. Katutis

Summary

The paper provides a summary of the experimental data generated during the period 1987–2006. The tests were conducted in the meadows of the Lower Nemunas and were designed to measure the amounts of impurities in flood water flowing into and out of the meadows.

During experimental periods the effect of the time from the beginning of flooding on flood water quality was obvious. On the third day of flooding the amount of sinking impurities declined by 20 %, on the sixth day the remaining impurities amounted to 50–60 %, and on the twelfth day 40–50 %, compared with the amount of impurities in flood water on the first day of flooding.

The contamination of flood water was influenced by the water source from which flooding occurred, the contamination level of the Nemunas river water during flooding was by 31 % higher than that of the Minija river.

The correlation coefficients show that strong correlation ($r > 0.4$) existed between the same type of impurities in the in-flowing and out-flowing flood water but also between various types of impurities in water. This suggests that the contamination of flood water with various impurities is very interrelated.

The area of cut meadows did not have any significant effect on the amount of sinking and organic impurities in flood water, while the amount of soluble impurities was affected more by the distance that flood water flows through meadows.

Key words: flooding, sinking impurities, soluble impurities, organic impurities.