



PERIODIŠKAI ŠLAPIŲ ŽEMIŲ SAUSINIMO DRENAŽŲ ĮTAKA UPIŲ NUOTĖKIUI

Antanas Lukianas¹, Rasa Ruminaitė²*Hidraulikos katedra, Vilniaus Gedimino technikos universitetas,
Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius, Lietuva**El. paštas: ¹lukianas@vgtu.lt; ²rasa.ruminaite@vgtu.lt**Įteikta 2008 11 04; priimta 2009 02 17*

Santrauka. Šlapių žemių sausinimo Lietuvoje įtaka upių nuotėkiui iki šiol vertinama nevienareikšmiškai, nes ji gana sudėtinga ir įvairiapusė. Straipsnyje analizuojama Lielupės baseino upių Mūšos, Lėvens ir Tatulos nuotėkio charakteristikų priklausomybė nuo periodiškai šlapių žemių sausinimo drenažo sistema. Šių upių baseinuose periodiškai šlapių mineralinių žemių plotai sudaro 70–89 % viso baseino ploto (pelkės užima tik 3,2–7,5 %). Analizuota sausinimo, nuotėkio bei jo pasiskirstymo per metus kaitos charakteristikos, nuotėkio netolygumo dėsniniai. Tiriant nustatyta, kad per pastaruosius 40 metų nagrinėjamų upių baseinuose nusausintų žemių plotai padidėjo nuo 4–7 % (šlapių žemių fondo) iki 80–91 %. Vandens perteklius iš sausinimo sistemos pasišalina per pavasario potvynius bei vasaros poplūdžius. Analizuojant pavasario potvynių ir vasaros poplūdžių duomenis akivaizdu, kad nusausintų žemių plotas neturi įtakos upių nuotėkio charakteristikų pokyčiui. Tarp nusausintų žemių ploto ir nuotėkio charakteristikų nustatytos labai silpnos teigiamos arba neigiamos sąsajos (koreliacijos koeficientai nuo –0,52 iki 0,19).

Reikšminiai žodžiai: drenažas, upių nuotėkio hidrologinės charakteristikos, nuotėkio netolygumo koeficientai.

1. Įvadas

Klimato sąlygos ir fiziniai geografiniai veiksniai lemia, kad Lietuvos teritorijoje yra 3,4 mln. ha pernelyg drėgnų žemių, arba apie 86 % bendro žemės ūkio paskirties ploto, kurį intensyviai ir produktyviai naudoti galima tik nusausinus. Keičiantis ekonominėms ir politinėms sąlygoms, keitėsi ir melioracijos darbų apimtys. 1970 m. Lietuvoje buvo 1 mln. ha drenažo sistemomis nusausintų žemių, 1978 m. – jau 2 mln. ha, o 1990 m. – 2,6 mln. ha.

Atkūrus Lietuvoje nepriklausomybę, vykdant žemės reformą, prasidėjo naujas žemės ūkio plėtros laikotarpis, tad keitėsi ir melioracijos darbų pobūdis bei mastai. Pasikeitus nuostatoms žemės ūkio gamybos atžvilgiu, perėjus nuo planinės prie rinkos ekonomikos sąlygų, naujų sausinimo sistemų įrengimo apimtys labai sumažėjo. 1990 m. dar buvo nusausinta per 16 tūkst. ha, tačiau, nuolat trūkstant lėšų, dabar naujų sistemų beveik nerengiama, o atliekamas tik būtiniausias senųjų remontas ar renovacija. Ir sistemų priežiūrai, ir remontui lėšų taip pat nepakanka, todėl dalis sausinimo sistemų tampa nebefunkcionalios, o nudrenuotų žemių plotai pamažu pradėjo mažėti.

Žemių sausinimas yra viena iš aktyviausių antropogeninės veiklos sričių, turinčių įtakos upių nuotėkiui. Pernelyg šlapių žemių sausinimo įtaka upių nuotėkiui vertinama nevienareikšmiškai. Kadangi sausinimo darbai, ypač intensyvus sausinimas drenuojant, keičia dirvožemio fizikines savybes, teritorijos hidrografinį tinklą, taigi pakinta paviršinio ir grunto nuotėkio formavimosi sąlygos (Lukianas 2006). Aplinkos apsaugos agentūros darbuotojų parengtoje vandens telkinių apsaugos problemų apžvalgoje (Aplinkos apsaugos ... 2007) melioracijos įtaka daugeliu aspektų vertinama neigiamai. Apžvalgos

autoriai teigia, kad „...upių baseinuose įrengus sausinimo sistemas, susiformuoja vandens nuotėkio disbalansas. Nusausinus šlapias žemes, sulaukančias perteklinį vandenį, bei pagreitinus potvynio vandens nuotėkį sausinimo sistemomis, nepasipildo gruntiniai vandenys, o hidrosistema nebegali kompensuoti vandens stygiaus sausuoju metų laikotarpiu. Dėl to gali būti staigesni vandens lygio ir debito svyravimai, didesni poplūdžiai bei didesnis vandens trūkumas sausuoju vasaros periodu. Tai savo ruožtu nulemia didelį stresą vandens ekosistemoms. Jeigu į upę išleidžiamos nuotekos, sausmečiu, esant mažai vandens, jos mažiau atskiedžiamos“. Apžvalgos autorių nuomone, todėl yra tikimybė, kad teršalų koncentracijos tokių upių vandenyje labai padidėja. Šiems teiginiams pagrįsti arba paneigti būtina kiekybiškai įvertinti sausinimo įtaką upių nuotėkiui. Tai paskatino mus dar kartą analizuoti sausinimo įtaką upių nuotėkiui, nes turime upių nuotėkio ilgalaikių stebėjimų duomenis, o upių baseinuose nusausintų žemių plotai jau stabilizavosi, kai kur – netgi pradėjo mažėti.

Upių nuotėkio pokyčiai, vykdant žemių sausinimo darbus upių baseinuose, vyksta ne iš karto, o palaipsniui, ir priklauso nuo daugelio veiksnių, ypač nuo klimatinių sąlygų. Mokslininkai, atlikę tyrimus šioje srityje, pateikia gana prieštaringas išvadas. D. Lukianienė (1973) bei J. Macevičiaus ir D. Lukianienės (1975) tyrimai atlikti tada, kai nusausintos žemės Lietuvoje sudarė ne daugiau kaip 30 % upių baseinų plotų. Nustatyta, kad sausinimas neturi didelės įtakos metų nuotėkiui ir maksimaliems pavasario nuotėkio moduliams, tačiau teigiama, kad maksimalūs vasaros – rudens sezono nuotėkio moduliai dėl sausinimo padidėja 30–40 %, nuotėkio koeficientai – 30 %, o poplūdžių trukmė sutrumpėja 7 %. V. Marčėnas

(1991), vykdęs tyrimus vėliau, kai Lietuvoje jau buvo nudrenuota didžioji dalis teritorijos, teigė, kad sausinimo darbai ir intensyvi žemdirbystė mažina ir metų, ir sezonų nuotėkį. A. Juozapaičio ir V. Zelionkienės atlikti tyrimai (1997) rodo, kad didėjant nusausintiems plotams upių baseino pavasario sezono (kovo – gegužės mėnesiais) upių nuotėkio koeficientai mažėja, o vasaros – rudens sezono (birželio – spalio mėnesiais), atvirkščiai, didėja. Jie ištyrė nustatė, kad tarp nusausinimo laipsnio ir minėtų hidrologinių charakteristikų yra silpnas koreliacinis ryšys.

Kitose šalyse nėra atlikta daug sausinimo įtakos upių nuotėkiui tyrimų. Kadangi klausimas gana sudėtingas, taikyta skirtingi tyrimų metodai, be to, tyrimai buvo atliekami įvairiomis fizinėmis geografinėmis sąlygomis, išvados taip pat yra prieštaringos. Ir Baltarusijoje, ir Rusijoje tyrimai daugiausia vyko upių baseinuose, kuriuose vyrauja pelkiniai dirvožemiai (Водогредский 1990). Vieni autoriai teigia, kad, nusausinus pelkes, metinis upių nuotėkis padidėja, kiti, priešingai, kad sumažėja. Tokios pat prieštaringos tyrėjų išvados ir dėl pavasario potvynių bei vasaros – rudens poplūdžių maksimalaus nuotėkio pokyčių. Įrengus sausinimo sistemas, keičiasi žemės ūkio naudmenų struktūra. Jos pokyčiai keičia upių hidrologinį režimą (Ashagrie *et al.* 2002; Oginski 2007; Pauliukevičius 2000; Ren *et al.* 2002). Nuotėkio kaitą svarbu analizuoti, nes ją tenka vertinti rengiant įvairias vandens kokybės gerinimo priemones upių taršai mažinti. Vandens kokybės tyrimams skiriamas išskirtinis dėmesys (Baltrėnas, Brannwall 2006; Sowinski, Neugebauer 2007).

Mūsų darbo tikslas – įvertinti periodiškai pernelyg šlapių žemių sausinimo drenažo sistemomis įtaką upių metinio nuotėkio aukščio bei pavasario ir vasaros sezonų nuotėkio hidrologinių charakteristikų kaitai trijų upių (Mūšos, Lėvens ir Tatulos) baseinuose.

2. Tyrimų objektas ir darbo metodika

Lietuvoje sukaupia ilgalaikiai (40–50 metų) upių nuotėkio stebėjimo duomenys, ir yra daug upių baseinų, kuriuose drenuojant nusausinta didžioji šlapių žemių baseine dalis (70 % ir daugiau). Taigi, turint tokį kiekį duomenų, galima analizuoti upių nuotėkio kaitą, kintant nusausintų žemių plotams.

Tyrimams pasirinktas antrasis pagal dydį Lielupės upių baseinų rajonas (toliau UBR), esantis Lietuvos šiaurinėje dalyje, įeinantis į karstinį regioną ir užimantis 13,8 % Lietuvos Respublikos teritorijos. Planuojant gamtos saugos priemones ir ūkinės veiklos plėtrą karstiniame regione, svarbu įvertinti tai, kad dėl antropogeninės veiklos galimi vandens apytakos tarp paviršiaus ir požeminių vandeningųjų horizontų pakitimai, be to, šiuos pakitimus gali lemti ir globalinė klimatinė sąlygų kaita – dėl šiltėjusių žiemų sumažėjusios vandens atsargos sniego dangoje, sumažėjęs išalo gylis, sutrumpėjusi išalo trukmė bei dažnesni žiemos atodrekiavimai (Bukantis 2002; Macevičius 1991; Taminskas, Mažeika 2003). Pernelyg šlapių žemių sausinimo ir hidrologiniam režimui vertinti 1960–2007 m. laikotarpiu pasirinktos trys šio upių baseinų rajono upės: Mūša, Lėvuo ir Tatula (1 pav.). Šių upių baseinuose pernelyg šlapios žemės sudaro 70–89 % baseinų ploto.



1 pav. Lielupės upių baseinų rajonas, jame esančių administracinių rajonų ribos bei upių ir vandens matavimo stočių vietos: 1 – Mūša – Miciūnai, 2 – Mūša – Ustukai, 3 – Lėvuo – Pasvalys, 4 – Lėvuo – Kupiškis, 5 – Tatula – Trečionys

Fig. 1. The Lielupė River basin district, the boundaries of its administrative regions and the rivers with their water gauging stations: 1 – Mūša – Miciūnai, 2 – Mūša – Ustukai, 3 – Lėvuo – Pasvalys, 4 – Lėvuo – Kupiškis, 5 – Tatula – Trečionys

Pernelyg šlapių žemių plotai nagrinėjamų upių baseinuose iki vandens matavimo stočių nustatyti naudojančias A. Sakalausko ir L. Zelionkos 1965 m. parengtu šlapių žemių kadastru. Nusausintų plotų pokyčiams analizuoti buvo naudojami nusausintų žemių statistinės apskaitos duomenys (Valstybinis žemėtvarkos ... 2007). Tiriamos upės yra kelių administracinių rajonų teritorijoje, todėl minėtieji duomenys buvo renkami pagal savivaldybių teritorijų ribas, vėliau perskaičiuoti upių baseinų rajonui, nustatant, kokią kiekvienos upės baseino teritorijos dalį užima šlapių ir nusausintų žemių plotai.

Analizei pasirinktų upių baseinų charakteristika pateikta 1 lentelėje.

Visuose tiriamuose upių baseinuose yra maži ežerų (vos 0,3–1,5 %) bei pelkių (3,2–7,5 %) plotai, o nusausintų pelkių gana mažai (apie 3 % jų bendrojo ploto). Taigi sausinami periodiškai šlapi mineraliniai dirvožemiai.

Tiriant upių nuotėkio ir upių baseine esančių pernelyg šlapių žemių sausinimo procesus, labai svarbu įvertinti vandeningumo ciklą kaitą. Upių vandeningumo kaitai analizuoti buvo naudojami Lietuvos hidrometeorologijos tarnyboje sukaupiti ilgalaikių (1960–2007 m. laikotarpio) vandens debitų matavimų duomenys. Mūšos upės hidrologiniai stebėjimai buvo atliekami Miciūnų ir Ustukių, Lėvens – Pasvalio bei Kupiškio, Tatulos – Trečionių vandens matavimo stotyse.

Remiantis šiais duomenimis, buvo analizuojama metų, pavasario ir vasaros sezonų nuotėkio aukštis bei pavasario ir vasaros maksimalių debitų moduliais. Skirtingai negu ankstesniuose tyrimuose, tyrinėjant Lietuvos upių sezoninį nuotėkį, pavasario sezonui buvo priskirti ne trys mėnesiai (kovas, balandis ir gegužė), bet, remiantis ilgalaikių stebėjimų analizės, kurią atliko B. Gailiūšis ir kiti (2001), duomenimis ir jų siūlymu, tik du mėnesiai (kovas ir balandis), nes, B. Gailiūšio teigimu, vidutinėse upėse pavasario potvynis dažniausiai baigiasi trečioje, o mažose – pirmoje – antroje balandžio dekadose. Vasaros sezonui priskirti 4 mėnesiai (gegužė, birželis, liepa ir rugpjūtis).

1 lentelė. Tiriamų upių baseinų charakteristika**Table 1.** Investigated river basin characteristics

Upės baseino charakteristikos	Upės ir vandens matavimo stotys				
	Mūša – Miciūnai	Mūša – Ustukai	Lėvuo – Pasvalys	Lėvuo – Kupiškis	Tatula – Trečionys
Baseino plotas, km ²	729	2280	1560	307	404
Šlapių žemių fondas, baseino teritorijos %	71	76	72	70	89
Ežerų plotas baseine, %	1,5	0,7	0,3	0,4	–
Pelkių plotas baseine, %	4,4	3,2	7,5	7,3	7,0
Miškų plotas baseine, %	20,6	14,8	15,4	14,2	7,6

Hidrologinių charakteristikų pokyčiams įvertinti taikyti matematinės statistikos metodai, skaičiuota pagrindiniai statistiniai parametrai.

Nuotėkio pasiskirstymui per metus įvairaus vandeningumo laikotarpiais (mažai vandeningu 1960–1969 m. ir vandeningesniu – 1981–1990 m.) nustatyti buvo analizuojama nuotėkio netolygumo koeficientų d kaita. 1960–1969 m. laikotarpiu drenuojant nusausta 7–40 % žemių (tiriamų baseinų teritorijos %), metinis kritulių kiekis, Biržų meteorologijos stoties duomenimis, buvo artimas normai (605 mm). 1981–1990 m. tiriamuose baseinuose nusausta 52–80 % žemių, metinis kritulių kiekis viršijo normą daugiau kaip 10 %.

Nuotėkio netolygumo koeficientas d apibūdina nuotėkio metinį pasiskirstymą tarp vandeningųjų ir sausųjų sezonų (Gailiūšis, Kovalenkoviėnė 1998) bei kiekybiškai įvertina nuotėkio deficitą iki vidutinio metinio debito dydžio:

$$d = \frac{\sum Q_p - Q_{t_p}}{365(6) \cdot Q}, \quad (1)$$

čia $\sum Q_p$ – paros debitų suma per laikotarpį t_p , kai debitai Q_p yra didesni už vidutinį metinį debitą Q .

3. Rezultatų apibendrinimas

Nusaustintų žemių plotų pokyčiai. Lielupės UBR yra vienas svarbiausių žemės ūkio produkcijos gamybos regionų Lietuvoje, todėl šiame upių baseinų rajone sausinimas labai svarbi priemonė palankioms sąlygoms intensyviai žemdirbystei sudaryti.

Žemių sausinimo drenuojant įtaka gana sudėtinga ir įvairiapusė (Балзарявичюс *et al.* 1983). Drenažas pagerina dirvožemio fizikines savybes – pagerėja dirvožemio struktūra, filtracija, temperatūros režimas. Dėl teigiamo fizikinių savybių pokyčio pagerėja dirvožemio vandens režimas, kartu efektyviau veikia drenažas. Nusaustinus žemes vyksta žemės ūkio naudmenų transformacija, todėl pakinta vienas iš reikšmingų vandens balanso elementų – išgaravimas. Drenažo sistemomis nusaustintoje žemėse sumažėja paviršinis nuotėkis ir padidėja požeminis, grūntinis, nuotėkis. Taip pat tokie pokyčiai gali daryti įtaką upių nuotėkio pasiskirstymo per metus kaitos tendencijoms ir nuotėkio dydžiui tam tikrais sezonais (Lukianas 2006).

Šlapių žemių plotai Mūšos ir Lėvens baseinuose sudaro daugiau kaip 70 %, o Tatulos – net apie 90 % viso ploto. Išanalizavus pernelyg šlapių žemių ir nusaustintų plotų pokyčius per 1960–2007 m. tiriamų upių baseinuose (2 lentelė) nustatyta, kad iki 1961 m. drenuojant nusaustintų žemių plotai sudarė vos 4–7 % baseino teritorijos, arba 7–12 % šlapių žemių ploto. 1970 m. nusaustintų žemių plotai tiriamuosiuose baseinuose buvo 32–47 % baseino teritorijos, arba 44–53 % šlapių žemių ploto. 1980 m. (palyginti su situacija, buvusia iki 1970 m.) nusaustintų žemių plotai gerokai padidėjo ir siekė nuo 71 iki 80 % šlapių žemių ploto. Dar po dešimtmečio, 1990 m., drenuojant nusaustintos žemės tiriamuosiuose baseinuose sudarė 58–81 % baseino teritorijos, arba 78–88 % šlapių žemių fondo.

2 lentelė. Drenuojant nusaustintų žemių plotų kitimas tiriamuose upių baseinuose (a – nusaustintos žemės plotas – baseino teritorijos %, b – šlapių žemių fondo %)

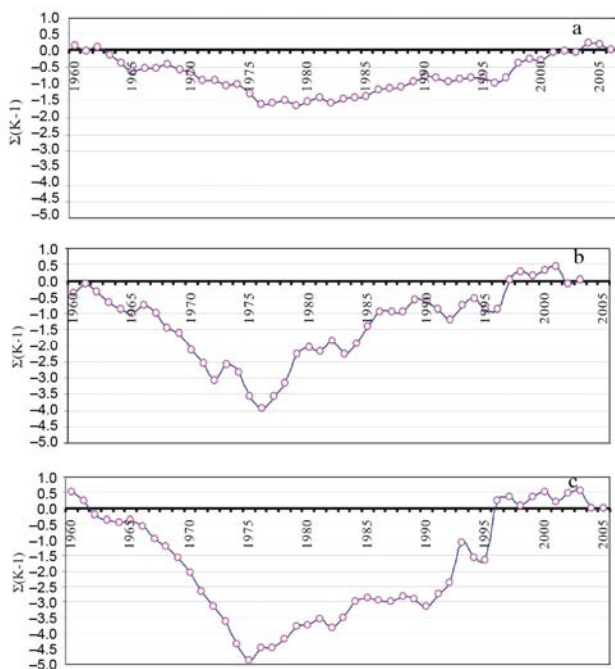
Table 2. Variation of drained land areas in the investigated river basins (a – drained land area in percent of total basin area, b – in percent of wetland area)

Metai	Upės ir vandens matavimo stotys									
	Mūša – Miciūnai		Mūša – Ustukai		Lėvuo – Pasvalys		Lėvuo – Kupiškis		Tatula – Trečionys	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
1961	6	8	7	7	7	9	7	12	4	7
1970	32	44	37	48	36	49	35	47	47	53
1975	43	53	48	61	43	59	47	54	60	67
1980	54	75	58	75	52	71	59	72	72	80
1985	58	78	63	81	57	76	62	75	78	84
1990	60	83	66	86	58	80	64	78	81	88
1995	58	82	69	87	60	81	67	79	81	89
2000	58	81	68	89	59	82	63	80	80	91
2007	58	81	68	89	59	82	63	80	80	91

2000 m. Mūšos ir Lėvens upių baseinuose drenažo sistemomis nusausintų žemių plotai jau sudarė 80–89 %, o Tatulos baseine (iki Trečionių vandens matavimo stoties) – 91 % šlapių žemių fondo. Pastaraisiais metais naujų sausinimo sistemų beveik neberengiama, todėl nusausintų žemių plotai mažai pakito.

Upių nuotėkio kaita. Vienas iš pagrindinių veiksnių, lemiančių nuotėkio dydį, yra krituliai. Vidutinis metinis kritulių kiekis 1960–2007 m. laikotarpiu, pagal Biržų meteorologijos stoties duomenis, buvo 652 mm, arba 8 % didesnis už normą (605 mm). Gausesni krituliai tiriamųjų upių baseinuose lemia didesnę nuotėkį. Tiriamuosiuose baseinuose sausiausi buvo 1976 m. (413 mm), o drėgniausi – 1998 m. (870 mm, arba 1,43 karto daugiau už normą).

Siekdami nustatyti sąsają tarp nusausintų žemių plotų pokyčių ir upių nuotėkio sudarėme metų nuotėkio aukščio nukrypimo nuo vidurkio integralines kreives (2 pav.). Sudarius arčiausiai nuo tiriamųjų upių baseinų esančios Biržų meteorologijos stoties metinio kritulių kiekio nukrypimo nuo vidurkio (a) ir tiriamųjų upių metų nuotėkio aukščio nukrypimo nuo vidurkio – Mūšos upės ties Ustukiais (b) bei Tatulos upės ties Trečionimis (c) – integralines kreives (2 pav.), aiškiai matyti panašios kritulių ir metų nuotėkio aukščio kaitos tendencijos. Visų tiriamųjų upių baseinuose egzistuoja vidutinis nuotėkio ir kritulių koreliacinis ryšys (Čekanavičius, Murauskas 2002) – koreliacijos koeficientai svyruoja nuo 0,62 iki 0,65.



2 pav. Metų kritulių kiekio nukrypimo nuo vidurkio (a) ir metų nuotėkio aukščio nukrypimo nuo vidurkio Mūšos ties Ustukiais (b) bei Tatulos ties Trečionimis (c) upėse integralinės kreivės

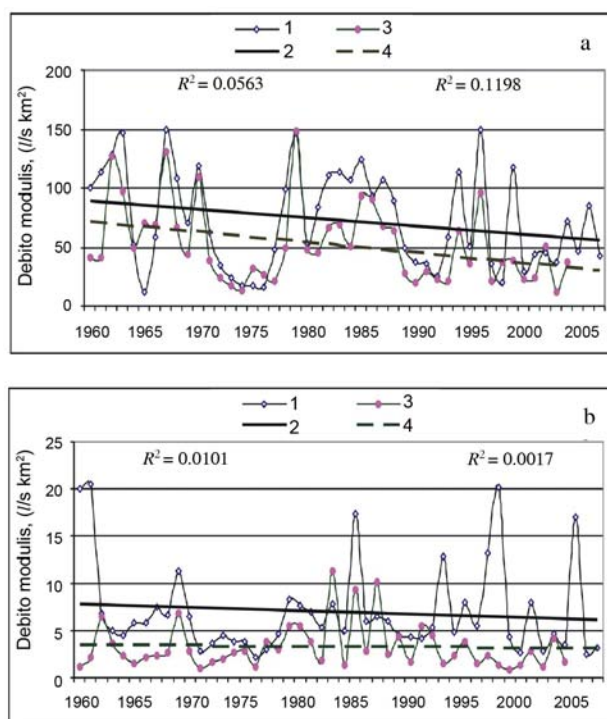
Fig. 2. Integral curves of annual precipitation amount (a) and annual runoff depth of the Mūša River at Ustukai (b) and the Tatula River at Trečionys (c)

Pagal sudarytas integralines kreives negalima teigti, kad upių vandens nuotėkis žymiai kinta didėjant nusausintų žemių plotams upių baseinuose. Daug ryškesnė

metų nuotėkio aukščio priklausomybė nuo kritulių – integralinių kreivių kitimo tendencijos gana panašios, nors pastoviai didėjo nusausintų žemių plotai.

Upių baseinuose didėjant nusausintų žemių plotams, nenustatyta esminių nuotėkio kaitos pokyčių. Išanalizavus Mūšos, Lėvens ir Tatulos upių nuotėkio stebėjimų duomenis akivaizdu, kad išlieka nuotėkio kaitai būdingi cikliniai svyravimai, kai vandeningojo ciklo fazės keičia sausąsias fazes. Taip pat išlieka nuotėkio kaitai būdingas sezoniskumas. Visose upėse pavasario laikotarpiu – kovo ir balandžio mėnesiais – vidutinis nuotėkis yra didžiausias, o mažiausias vasaros sezona – liepos ir rugpjūčio mėnesiais.

Analizuojant pavasario potvynių ir vasaros poplūdių maksimalių debitų modulių hidrogramas, kuriose išvestos krypties linijos, nematyti labai žymių kitimo tendencijų. Kaip pavyzdžiai pateikiamos dvejų upių, ryškiai besiskiriančių baseinų plotų dydžiu, debitų modulių hidrogramos (3 pav.).



3 pav. Pavasario potvynių (a) ir vasaros poplūdių (b) maksimalių debitų modulių hidrogramos (1 – Tatula – Trečionys, 3 – Mūša – Ustukai) ir krypties linijos (2 – Tatula – Trečionys, 4 – Mūša – Ustukai)

Fig. 3. Hydrograms of maximum discharge modules of spring floods (a) and summer rainfall floods (b) (1 – the Tatula River at Trečionys, 3 – the Mūša River at Ustukai) and trend lines (2 – the Tatula River at Trečionys, 4 – the Mūša River at Ustukai)

Nustatyta, kad apskaičiuotieji determinacijos koeficientai per tiriamąjį laikotarpį yra labai maži ir kito nuo 0,06 iki 0,12 pavasario bei nuo 0,002 iki 0,01 vasaros mėnesiais. Taigi galima teigti, kad didėjant nusausintų žemių plotams upių baseinuose nėra ryškios nei pavasario potvynių, nei vasaros poplūdių maksimalių debitų modulių kaitos tendencijos. Tik sudarytose pavasario potvynių maksimalių debitų modulių hidrogramose galima pastebėti,

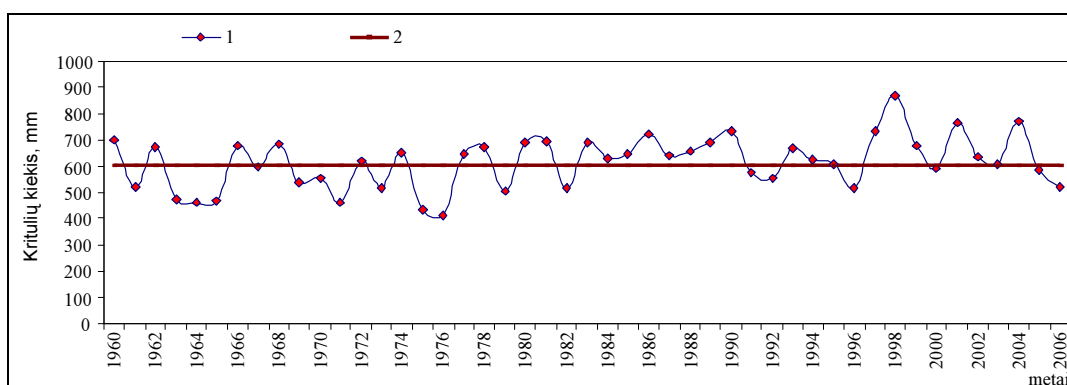
jog, didėjant nusausintiems plotams baseine, yra labai neryškios maksimalių debitų modulių mažėjimo tendencijos. Labiausiai tikėtina, kad maksimalias debitų modulių reikšmes, kurios buvo esant labai skirtingiems nusausintų žemių plotams, lemia globalinės klimato kaitos sąlygos – šiltesnės žiemos, taigi ir anksčiau prasidedantis sniego tirpimas, mažesnės vandens atsargos sniego dangoje ir kt.

Labai dideli pavasario sezono maksimalių debitų moduliai – 127–190 l/(s·km²) buvo tiriamojo laikotarpio pradžioje (1962, 1967, 1970 m.), kai nusausintų žemių plotai upių baseinuose nesudarė nė 40 % viso baseino ploto. Taip pat dideli debitų moduliai nustatyti ir tiriamojo laikotarpio pabaigoje (1996, 1999 m.), kai jau buvo nusausinta didžioji šlapių žemių dalis. Per vasaros poplūdžius maksimalių debitų moduliai buvo žymiai mažesni, palyginti su pavasario potvynių debitų moduliais. Didžiausios reikšmės užfiksuotos 1983–1987 m. vasaromis, jos siekė 38–58 l/(s·km²).

Analizuojant sausinimo įtaką nuotėkiui ypač svarbūs yra pavasario sezono nuotėkio dydžiai. Drenažo sistemos ypač svarbios būtent pavasarį, sniego tirpimo laikotarpiu, nes greičiau pašalinamas vandens perteklius iš ariamojo

dirvos sluoksnio ir todėl sudaromos sąlygos apie dvi savaites anksčiau pradėti pavasario lauko darbus, tad tikėtis gausnesnio derliaus. Taip pat labai svarbu kuo greičiau pašalinti vandens perteklių, kuris susidaro laukuose per vasaros sezoną po gausių kritulių, nes dėl drėgmės pertekliaus dirvoje gali iš dalies arba visai žūti kultūrinių augalų derlius ar neįmanoma jo nuimti. Ir per pavasario, ir per vasaros sezonus šis vandens perteklius drenažo sistemomis greičiau nuteka į upes, tačiau į jas vandens perteklius patenka tą patį sezoną ir todėl negali turėti esminės įtakos šių sezonų upių nuotėkio dydžiams. Upių nuotėkio aukščio kitimo ribos per tirtus sezonus gana plačios. Ši kaita labai priklauso nuo kritulių kiekio. Tai vaizdžiai iliustruoja 4 paveikslė pateikta metinio kritulių kiekio ir 5–6 pav. bei 3 lentelėje pateikta pavasario ir vasaros sezonų nuotėkio aukščių kaita.

Didžiausios nuotėkio aukščio reikšmės nustatytos metais, kai kritulių kiekis didesnis už normą. Per pavasario sezoną nuotėkio aukštis tirtose upėse kito nuo 9 iki 195 mm, o vasaros – nuo 6 iki 129 mm. Didžiausios pavasario ir vasaros sezonų nuotėkio aukščio kitimo amplitudės per visą tiriamąjį laikotarpį nustatytos Tatuloje.



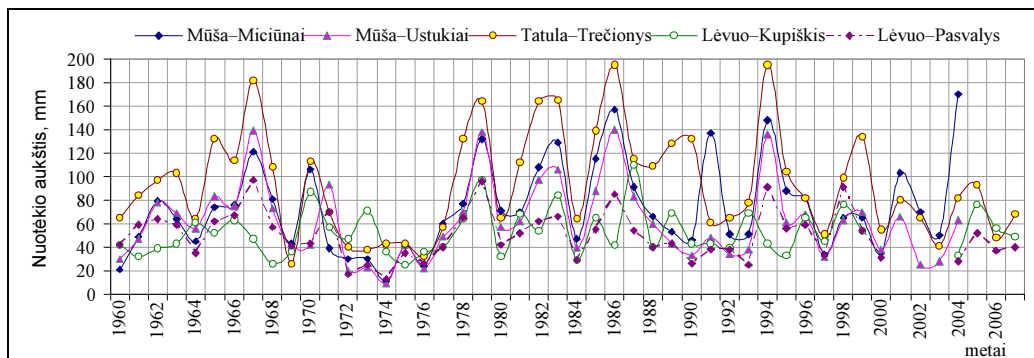
4 pav. Kritulių kiekio kaita pagal Biržų meteorologijos stoties duomenis: 1 – metinių kritulių kiekio dinamika, 2 – kritulių norma

Fig. 4. Variation of precipitation amount according to the data of Biržai Meteorological Station: 1 – dynamics of annual precipitation amount, 2 – precipitation norm

3 lentelė. Pavasario ir vasaros sezonų nuotėkio aukščio kitimo amplitudės

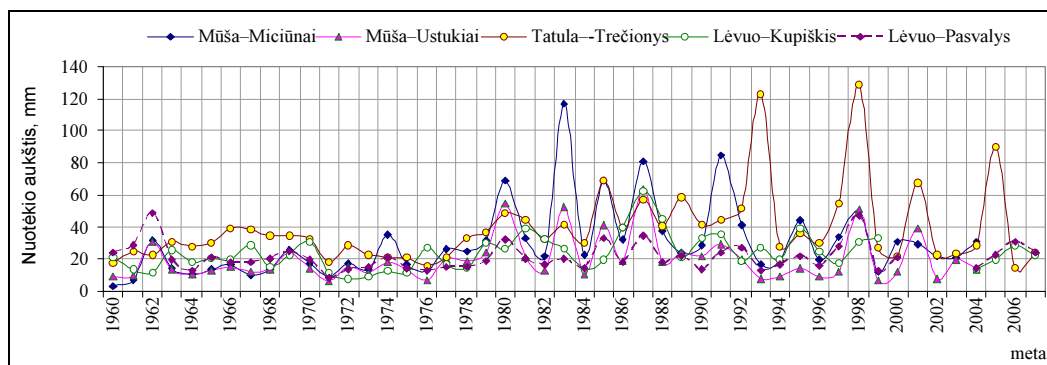
Table 3. Amplitudes of variation of spring and summer runoff depth

Metai	Upės ir vandens matavimo stotys									
	Mūša – Miciūnai	Mūša – Ustukai	Lėvuo – Pasvalys	Lėvuo – Kupiškis	Tatula – Trečionys	Mūša – Miciūnai	Mūša – Ustukai	Lėvuo – Pasvalys	Lėvuo – Kupiškis	Tatula – Trečionys
	Pavasario sezono nuotėkio aukščio kaitos amplitudės, mm					Vasaros sezono nuotėkio aukščio kaitos amplitudės, mm				
1960–1965	21–79	30–83	35–64	32–61	64–132	3–32	9–31	13–48	12–25	18–31
1966–1970	43–121	41–139	41–97	26–87	26–182	10–25	12–24	18–25	15–31	32–39
1971–1975	11–42	9–93	13–70	25–71	38–70	9–35	6–18	8–21	7–13	18–29
1976–1980	24–132	22–138	27–96	32–97	32–164	13–69	7–54	13–32	14–30	16–48
1981–1985	47–129	40–106	29–66	29–84	64–165	22–117	11–53	14–33	14–39	30–69
1986–1990	46–157	33–140	26–85	40–110	109–195	24–81	18–64	13–35	21–62	40–58
1991–1995	51–148	34–136	25–92	33–69	61–195	17–84	8–29	12–27	19–39	28–122
1996–2000	34–82	32–70	31–91	45–76	51–134	12–49	6–51	13–47	17–33	22–129
2001–2007	51–171	25–66	28–52	33–76	41–92	21–31	8–39	14–31	14–28	14–90



5 pav. Pavasario sezono nuotėkio aukščio kaita tiriamuose upių baseinuose

Fig. 5. Variation of spring runoff depth in the investigated river basins



6 pav. Vasaros sezono nuotėkio aukščio kaita tiriamuose upių baseinuose

Fig. 6. Variation of summer runoff depth in the investigated river basins

Buvo metų, kai šioje upėje pavasario nuotėkio aukštis siekė 195, o vasaros – 129 mm. Didesnius šios upės nuotėkio aukščio svyravimus gali lemti mažas baseino plotas, nes maži upių baseinai labai jautrūs gamtinių veiksnių poveikiui. Mažiausia kitimo amplitudė buvo Lėvens ties Pasvaliu, kur pavasario nuotėkio aukštis neviršijo 100, o vasaros – 48 mm. Panaši ir Lėvens ties Kupiškiumu nuotėkio aukščių amplitudžių kaita.

Dažniausiai pasitaikančios didžiausio nuotėkio aukščio reikšmės nustatytos 1986–1990 m., kai kritulių kiekis buvo 13 % didesnis už kritulių normą. Mažiausios nuotėkio aukščio reikšmės nustatytos 1971–1975 m., kai kritulių kiekis buvo 11 % mažesnis už kritulių normą (7 pav.).

Analizuojant pavasario ir vasaros sezonų nuotėkio aukščių ir nusausintos žemės plotų kitimą, nustatyti vienodi dėsningumai (4 lentelė, 8–11 pav.).

1960–1965						3 mm	48 mm			
1966–1970			97 mm		26 mm					
1971–1975	11 mm	9 mm	13 mm	25 mm		6 mm	8 mm	7 mm		
1976–1980										
1981–1985						117 mm				
1986–1990		140 mm		110 mm	195 mm		64 mm	62 mm		
1991–1995										
1996–2000									129 mm	
2001–2007	170 mm								14 mm	
Laikotarpiai	Mūša-Miciūnai	Mūša-Ustukai	Lėvuo-Pasvalys	Lėvuo-Kupiškis	Tatula-Trečionys	Mūša-Miciūnai	Mūša-Ustukai	Lėvuo-Pasvalys	Lėvuo-Kupiškis	Tatula-Trečionys
	Pavasario sezonas					Vasaros sezonas				
						● - 1 ■ - 2				

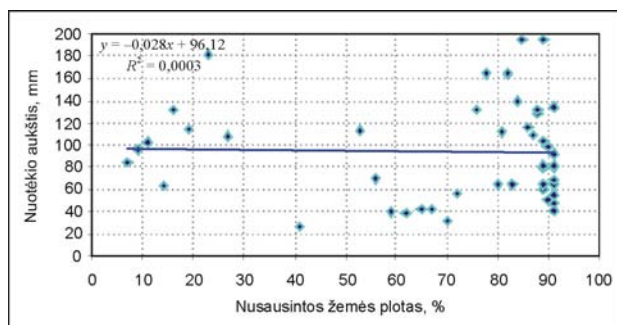
7 pav. Nuotėkio aukščio amplitudės: 1 – didžiausios reikšmės, 2 – mažiausios reikšmės

Fig. 7. Amplitudes of runoff depth: 1 – maximum values, 2 – minimal values

4 lentelė. Koreliacijos koeficientai r tarp nuotėkio aukščio, mm, ir nusaustinų žemių ploto

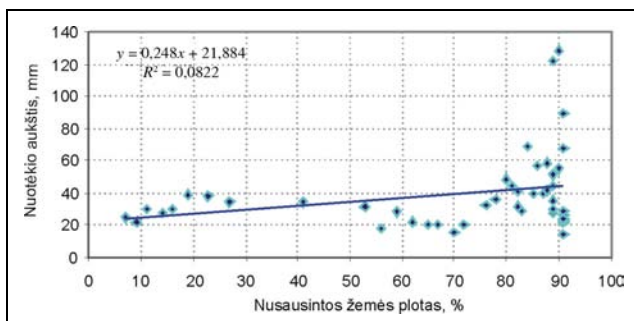
Table 4. Correlation coefficients (r) between the runoff depth in mm and area of drained land

Upės ir vandens matavimo stotys	Koreliacijos koeficientai r	
	Sąsaja tarp pavasario sezono nuotėkio aukščio, mm, ir nusaustinų žemių ploto, %	
	viso upės baseino ploto	šlapių žemių fondo baseine
Mūša – Miciūnai	0,178	0,222
Mūša – Ustukai	-0,114	-0,023
Lėvuo – Pasvalys	-0,167	-0,159
Lėvuo – Kupiškis	0,189	0,205
Tatula – Trečionys	0,006	-0,017
Upės ir vandens matavimo stotys	Sąsaja tarp vasaros sezono nuotėkio aukščio, mm, ir nusaustinų žemių ploto	
	viso upės baseino ploto	šlapių žemių fondo baseine
	Mūša – Miciūnai	0,439
Mūša – Ustukai	0,210	0,242
Lėvuo – Pasvalys	-0,031	-0,041
Lėvuo – Kupiškis	0,371	0,398
Tatula – Trečionys	0,260	0,256



8 pav. Sąsaja tarp Tatulos upės pavasario sezono nuotėkio aukščio ir nusaustinų žemių ploto upės baseine (šlapių žemių fondo %) grafikas

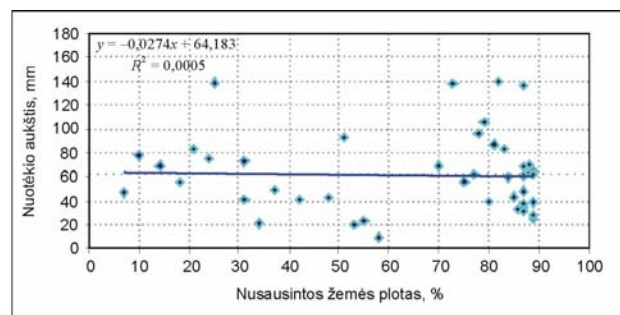
Fig. 8. Relationship between the spring runoff depth of the Tatula River and drained area in the river basin (in percent of wetland area)



9 pav. Sąsaja tarp Tatulos upės vasaros sezono nuotėkio aukščio ir nusaustinų žemių ploto upės baseine (šlapių žemių fondo %) grafikas

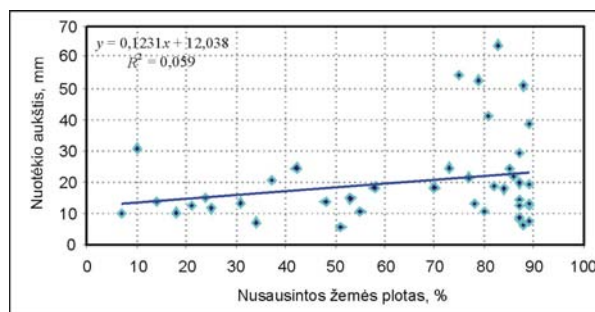
Fig. 9. Relationship between summer runoff depth of the Mūša River at Ustukai and drained area in the river basin (in percent of wetland area)

Per pavasario sezoną nuotėkio aukščio koreliacinė priklausomybė nuo drenažo sistemomis nusaustinų žemių ploto (skaičiuojant ir pagal šlapių žemių ploto dalį visame upės baseine, ir pagal nusaustinų žemių šlapių žemių fondo baseine dalį) visų tirtų upių yra labai silpna koreliacija arba nėra jokios – koreliacijos koeficientai kinta nuo $-0,167$ iki $0,222$. Toks pat iš esmės nustatytas ir vasaros sezono nuotėkio aukščio kaitos dėsningumas. Koreliacinė priklausomybė tarp vasaros sezono nuotėkio aukščio ir drenažo sistemomis nusaustinų žemių ploto yra taip pat labai silpna arba silpna (visų upių – tiesinė teigiama, išskyrus Lėvenį ties Pasvaliu, kur ji neigiama). Čia koreliacijos koeficientai kinta nuo $-0,041$ iki $0,439$.



10 pav. Sąsaja tarp Mūšos upės ties Ustukiais pavasario nuotėkio aukščio ir nusaustinų žemių ploto upės baseine (šlapių žemių fondo %) grafikas

Fig. 10. Relationship between spring runoff depth of the Mūša River at Ustukai and the area of drained land in the river basin (in percent of wetland area)



11 pav. Sąsaja tarp Mūšos upės ties Ustukiais vasaros nuotėkio aukščio ir nusaustinų žemių ploto upės baseine (šlapių žemių fondo %) grafikas

Fig. 11. Relationship between summer runoff depth of the Mūša River at Ustukai and the area of drained land in the river basin (in percent of wetland area)

Sausinimo įtaką upių nuotėkiui, mūsų nuomone, objektyviau galima įvertinti analizuojant, kokią metų nuotėkio dalį sudaro pavasario potvynių bei vasaros poplūdžių metu upėmis nutekančio vandens kiekis.

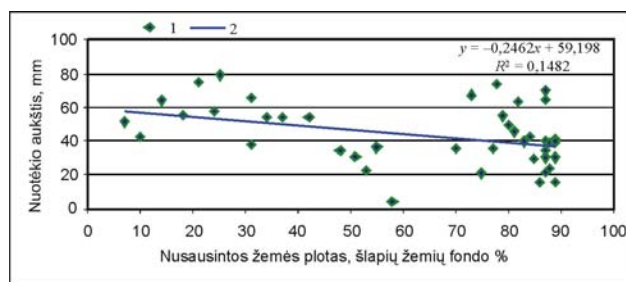
Išanalizavus šių dydžių kaitos priklausomybę nuo nusaustinų žemių ploto, nustatyta, kad nei per pavasario, nei per vasaros sezonus nusaustinų žemių plotų didėjimas neturi įtakos (5 lentelė) – nėra jokios koreliacijos tarp šių dydžių arba nustatyta tik silpna teigiama arba neigiama koreliacija (koreliacijos koeficientų kaita – nuo $-0,52$ iki $0,19$).

5 lentelė. Sąsają tarp nuotėkio aukščio ir nusausintų žemių ploto (šlapių žemių fondo %) apibūdinantys duomenys

Table 5. Data characterizing relation between the runoff depth and drained land area (in percent of wetland area)

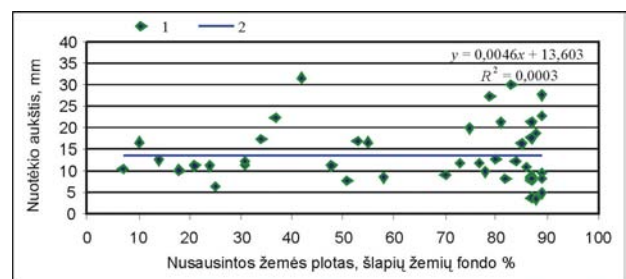
Upės ir vandens matavimo stotys	Regresijos lygtys	Koreliacijos koeficientai
Pavasario sezono nuotėkio aukštis – metų nuotėkio aukščio dalis		
Mūša – Miciūnai	$y = -0,327x + 58,569$	-0,52
Mūša – Ustukai	$y = -0,246x + 59,198$	-0,38
Lėvuo – Pasvalys	$y = -0,238x + 58,082$	-0,35
Lėvuo – Kupiškis	$y = 0,017x + 29,206$	0,03
Tatula – Trečionys	$y = -0,202x + 57,449$	-0,36
Vasaros sezono nuotėkio aukštis – metų nuotėkio aukščio dalis		
Mūša – Miciūnai	$y = 0,042x + 11,884$	0,17
Mūša – Ustukai	$y = 0,005x + 13,603$	0,02
Lėvuo – Pasvalys	$y = -0,029x + 20,215$	-0,14
Lėvuo – Kupiškis	$y = 0,064x + 10,013$	0,19
Tatula – Trečionys	$y = 0,015x + 16,718$	0,06

Šių teiginį vaizdžiai iliustruoja 12–13 pav. pateikiami sąsają grafikai.



12 pav. Sąsają tarp Mūšos upės ties Ustukiais pavasario nuotėkio aukščio (metų nuotėkio %) ir nusausintų žemių ploto upės baseine (šlapių žemių fondo %) grafikas

Fig. 12. Relationship between spring runoff depth of the Mūša River at Ustukai (in percent of annual runoff) and the area of drained land in the river basin (in percent of wetland area)



13 pav. Sąsają tarp Mūšos upės ties Ustukiais vasaros nuotėkio aukščio (metų nuotėkio %) ir nusausintų žemių ploto upės baseine (šlapių žemių fondo %) grafikas

Fig. 13. Relationship between summer runoff depth of the Mūša River at Ustukai (in percent of annual runoff) and the area of drained land in the river basin (in percent of wetland area)

Siekdami nustatyti sąsają tarp nusausintų žemių plotų ir upių nuotėkio aukščio (ir per pavasario potvynius, ir per vasaros poplūdžius) iškėlėme hipotezę, jog nuotėkis priklauso nuo nusausintų žemių plotų. Hipotezei patikrinti, pasirinkus reikšmingumo lygmenį $p = 0,05$, buvo skaičiuojamas Stjudento kriterijus. Apskaičiavę Stjudento kriterijaus reikšmę, nustatėme, jog sausinimas neturi įtakos upių nuotėkiui.

Nuotėkio pasiskirstymui per metus įvertinti buvo atlikti nuotėkio netolygumo koeficiento d dydžių per du skirtingus laikotarpius, besiskiriančius nusausintų žemių plotais, skaičiavimai. Gauta, kad 1960–1969 m. laikotarpiu, kai buvo maža nusausintų žemių dalis, nuotėkio netolygumo koeficiento reikšmės kito nuo 0,51 (Tatulos ir Lėvens) iki 0,59 Mūšos. 1981–1990 m. laikotarpiu, kai nusausintų žemių buvo jau apie 2 kartus daugiau, tirtų upių nuotėkio netolygumo koeficientai kito nuo 0,43 iki 0,52, – santykinai sumažėjo 11–15 %. Palyginę šiuos pokyčius su dydžiais, nustatytais per daugiamečių laikotarpį (Gailiūšis *et al.* 2001), kurie tyrinėtų upių kito nuo 0,46 iki 0,56, matome, kad neįvyko esminių pokyčių. Tokio dydžio nuotėkio netolygumo koeficientai reiškia, kad, pirma, šių upių nuotėkio pasiskirstymas per metus yra mažiausiai išlygintas, ir, antra, kad sausinimas neturi esminės įtakos nuotėkio pasiskirstymo per metus pokyčiams.

4. Išvados

1. Šlapių žemių plotai Lielupės upės baseinų rajone sudaro 70–90 % viso ploto. Išanalizavus pernešygt šlapių žemių ir nusausintų plotų kitimą per 1960–2007 m. nustatyta, kad iki 1961 m. drenažo sistemomis nusausintų žemių plotai sudarė vos 4–7 % šlapių žemių ploto, o 2000 m. Mūšos ir Lėvens baseinuose tokie plotai siekė 80–89 %, Tatulos baseine – 91 %. Pastaraisiais metais naujų sausavimo sistemų beveik nebeįrengiama, todėl nusausintų žemių dėl nepatenkinamos priežiūros pradeda mažėti.

2. Atlikus pavasario ir vasaros maksimalių debitų modulių kaitos analizę, nustatyta, kad didėjant nusausintų žemių plotams upių baseinuose nėra ryškios nei pavasario potvynių, nei vasaros poplūdžių maksimalių debitų modulių kaitos tendencijos. Determinacijos koeficientai per tiriamąjį laikotarpį yra labai maži ir kito nuo 0,06 iki 0,12 pavasario bei nuo 0,002 iki 0,01 vasaros mėnesiais.

3. Analizuojant pavasario ir vasaros sezonų nuotėkio aukščius ir nusausintos žemės plotų kitimą, nustatyti vienodi dėsningumai. Per pavasario sezoną nuotėkio aukščio koreliacinė priklausomybė nuo nudrenuotų žemių ploto visų tirtų upių yra labai silpna arba nėra jokios koreliacijos – koreliacijos koeficientai kinta nuo –0,167 iki 0,222. Koreliacinė priklausomybė tarp vasaros sezono nuotėkio aukščio ir drenažo sistemomis nusausintų žemių ploto yra taip pat labai silpna arba silpna – koreliacijos koeficientai kinta nuo –0,041 iki 0,439.

4. Išanalizavus, kokią metų nuotėkio dalį sudaro pavasario potvynių bei vasaros poplūdžių metu upėmis nutekančio vandens kiekis, ir šių dydžių kaitos priklausomybę nuo nusausintų žemių ploto, nustatyta, kad nei per pavasario, nei per vasaros sezonus nusausintų žemių plotų didėjimas neturi įtakos – nėra jokios koreliacijos

tarp šių dydžių, arba nustatyta tik silpna teigiama arba neigiama koreliacija (koreliacijos koeficientų kaita – nuo –0,52 iki 0,19).

5. Įvertinus nuotėkio netolygumo koeficientų pokyčius, kurie, didėjant nusausintų žemių plotui, sumažėjo 11–15 %, galima teigti, jog upių nuotėkio pasiskirstymas per metus išlieka mažiausiai išlygintas.

Literatūra

- Aplinkos apsaugos agentūra [interaktyvus]. 2007. *Lielupės upių baseinų rajono paviršinių vandens telkinių apsaugos problemų apžvalga* [žiūrėta 2008 m. kovo 20 d.]. Prieiga per internetą: <www.aaa.am.lt/VI/files/File/Lielupes_UBR_vandensaugos_problemos>.
- Ashagrie, A. G.; Latt, P. J.; Witt, M. J.; Tu, M.; Uhlenbrook, S. 2002. Detecting the influence of land use changes on floods in the Meuse river basin – the predictive power of a ninety-year rainfall-runoff relation, *Hydrology and Earth System Sciences* 3: 529–559.
- Baltrėnas, P.; Brannvall, E. 2006. Experimental investigation of a filter with natural sorbent charge for runoff cleaning from heavy metals and petroleum products, *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management* 14(1): 31–36.
- Bukantis, A. 2002. Application of factor analysis for quantification of climate forming processes in the eastern part of Baltic sea region, *Climate Research* 20: 135–140. doi:10.3354/cr020135
- Čekanavičius, V.; Murauskas, G. 2002. *Statistika ir jos taikymai* [Statistics and its applications]. Vilnius: TEV. 270 p.
- Gailiušis, B.; Jablonskis, J.; Kovalenkoviėnė, M. 2001. *Lietuvos upės. Hidrografija ir nuotėkis* [Rivers of Lithuania. Hydrograph and Runoff]. Kaunas: Lietuvos energetikos institutas. 790 p.
- Gailiušis, B.; Kovalenkoviėnė, M. 1998. Lietuvos upių nuotėkio netolygumas [Unevenness of runoff in Lithuanian rivers], *Aplinkos tyrimai, inžinerija ir vadyba* 2(7): 3–9.
- Juozapaitis, A.; Zelionkienė, V. 1997. Antropogeninio poveikio upių baseinų vandens balanso elementų pokyčiams nustatymo praktiniai klausimai ir jų sprendimo būdai [Practical issues concerning determination of the anthropogenic influence on changes of elements of river basin water balance and measures for their solutions], *Lietuvos vandens ūkio institutas. Mokslo tiriamieji darbai*, 78–81.
- Lukianas, A. 2006. *Melioracijos hidrotechninių statinių poveikio gamtinei aplinkai tyrimai ir vertinimas* [Research and assessment of the impact of land reclamation hydraulic structures on environment]. Vilnius: Technika. 31 p.
- Lukianienė, D. 1973. Pavasario nuotėkis drenuotose ir nedrenuotose baseinuose [The spring runoff in the drained and non-drained basins], *Hidrometeorologiniai straipsniai* 6: 15–19.
- Macevičius, J.; Lukianienė, D. 1975. Mineralinių žemių nusausinimo poveikis Lietuvos TSR upių vidutiniam metiniam nuotėkiui [Effect of drainage of mineral lands on the average annual runoff of the rivers of Lithuanian SSR], *Hidrometeorologiniai straipsniai* 7: 33–45.
- Macevičius, J. 1991. Climate changes in Lithuania and anthropogenic activities, *Regional Hydrometeorology* 3–11.
- Marčėnas, V. 1991. Sausinimo ir intensyvos žemdirbystės poveikis upių nuotėkiui [Impact of drainage and intensive agriculture on river runoff], *Regioninė hidrometeorologija* 14: 33–45.
- Oginski, B. 2007. Hydrological response to land use changes in Central European lowland forest catchments [Žemės panaudos kaita hidrologiniams procesams Europos lygumos miškų baseinuose], *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management* 15(1): 3–13.
- Pauliukevičius, H. 2000. Žemės naudmenų transformacijų poveikis azoto ir fosforo koncentracijoms upių vandenyje [Influence of the transformations of land use categories on the concentrations of nitrogen and phosphorus in rivers], *Vandens ūkio inžinerija* 13(35): 24–29.
- Ren, L.; Wang, M.; Li, C.; Wei, Z. 2002. Impacts of human activity on river runoff in the northern area, *Journal of Hydrology* 261: 204–217. doi:10.1016/S0022-1694(02)00008-2
- Sowinski, M.; Neugebauer, A. 2007. Calibration of water-quality model „woda“ – case study of the Warta River, *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management* 15(2): 93–98.
- Taminskas, J.; Mažeika, J. 2003. Klimato kaitos įtaka karstinio regiono vandens sistemai [Influence of climatic changes on karst region groundwater], *Geologijos akiračiai* 3: 16–22.
- Valstybinis žemėtvarkos institutas. 2007. *Melioruota žemė ir melioracijos statiniai* [Reclaimed land and reclamation installations]. Vilnius. 47 p.
- Водогредский, И. Е. 1990. *Антропогенное изменение стока малых рек* [Vodogredskij, I. E. Mažų upių nuotėkio antropogeninis pokytis]. Ленинград. 176 c.
- Балзаревичюс, П.; Лукянас, А. и др. 1983. *Комплексное окультуривание земель* [Balzarevičius, P.; Lukianas, A. ir kt. Kompleksinis žemių sukultūrinimas]. Москва: Колос. 208 c.

IMPACT OF LAND DRAINAGE ON THE RIVERS RUNOFF

A. Lukianas, R. Ruminaitė

Abstract

The dependence of runoff characteristics of the Lielupė River basin district rivers: the Mūša River, the Lėvuo River and the Tatula River on the wetland drainage is analysed in the article. The wetland covers 70–89% of the total area in the basins of these rivers. It was established, that drainage of 80–91% of wetland area had not changed the runoff characteristics. The excess of water is removed through the drainage systems most intensively during spring and summer rain floods. The analysis of the runoff of spring flood and summer rain floods revealed that the area of drained land had not changed the runoff characteristics. The tenuous positive or negative relations (coefficients of correlation from –0.52 to 0.19) between the area of drained wetland and the runoff characteristics were established.

Keywords: drainage, hydrological characteristics of rivers runoff, coefficient unevenness of runoff distribution.

ВЛИЯНИЕ ОСУШЕНИЯ ДРЕНАЖЕМ ПЕРИОДИЧЕСКИ ИЗБЫТОЧНО УВЛАЖНЯЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ НА РЕЧНОЙ СТОК

А. Лукянас, Р. Руминайте

Резюме

Влияние осушения избыточно увлажненных земель на речной сток в Литве до сих пор оценивается неоднозначно, так как это влияние сложно и многообразно. В статье анализируются характеристики изменения речного стока и его внутригодового распределения, закономерности его неравномерности в бассейнах рек Муша, Левуо и Татула (эти реки составляют район речных бассейнов Лелупе), в которых периодически избыточно увлажняемые земли составляют 70–89% от площади бассейнов. Исследованиями установлено, что площади осушенных земель в исследуемых речных бассейнах за последние 40 лет увеличились с 4–7% (от фонда избыточно увлажненных земель) до 80–91%. Несмотря на то, что большая часть избыточно увлажненных земель уже осушена, это не оказывает существенного влияния на речной сток. Избыток влаги осушительными системами наиболее интенсивно удаляется в течение весенних половодий и летних паводков, поэтому изменения речного стока из-за осушения происходят в течение тех же сезонов. При анализе зависимости изменения слоя речного стока в течение весенних половодий и летних паводков (в долях от годового стока) от площади осушения установлено отсутствие корреляционной связи, либо эта связь является слабой (коэффициенты корреляции изменяются от –0,52 до 0,19).

Ключевые слова: дренаж, гидрологические характеристики речного стока, коэффициенты неравномерности стока.

Antanas LUKIANAS. Prof. Dr, Head of Department of Hydraulics, Vilnius Gediminas Technical University (VGTU), Faculty of Environmental Engineering. Publications: author of more than 150 research papers, co-author of monographs *Complex land cultivation, Experience of draining land by reclamation in Lithuanian SSR* (in Russian language). Research interests: environmental engineering and landscape management, hydrology, drainage systems.

Rasa RUMINAITĖ. Ph student of Department of Hydraulics, Vilnius Gediminas Technical University, Faculty of Environmental Engineering. Research interests: environmental engineering and landscape.