

Ledo sangrūdų paplitimo Lietuvos upėse ir jų poveikio upių vandens lygiui vertinimas

Tomas Glavickas,

Edvinas Stonevičius

Vilniaus universitetas,
M. K. Čiurlionio g. 21/27,
LT-03101 Vilnius
El. paštas: tomglavs@gmail.com;
edvinas.stonevicius@gf.vu.lt

Glavickas T., Stonevičius E. Ledo sangrūdų paplitimo Lietuvos upėse ir jų vandens lygiui daromo poveikio vertinimas. *Geografija*. T. 48(2). ISSN 1392-1096.

Straipsnio tyrimo tikslas – įvertinti ledų sangrūdų pasiskirstymą Lietuvos upėse ir nustatyti jų sukeliamas patvankas. Ankstesni darbai šia tema apsiribavo tik vienos ar kelių upių tyrimais. Straipsnyje analizuojamas 1960–2010 m. sangrūdų režimas (120 vandens matavimo stočių duomenys).

Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos leidžiamų hidrologinių metraščių pateiktais duomenimis, kiekvienai hidrologijos stotčiai buvo nustatyta sangrūdų trukmė, patvankos aukštis ir vandens kilimo greitis virš ledų sangrūdų. Ledų sangrūdų formuojasi susidarant ir yrant ledų dangai. Beveik 90 % visų 1960–2010 m. sangrūdų susidarė užšalimo metu, tada ledų sangrūdų vidutinė trukmė yra didesnė nei nuledėjimo metu. Nuledėjant susidarantių sangrūdų sukeliamas patvanka ir vandens lygio kilimo greitis yra didesnis nei užšalimo metu susidarantių sangrūdų.

Dažniausiai sangrūdų susidaro Nemune, Neryje ir kai kuriose Pietryčių Lietuvos upėse – per metus vidutiniškai susiformuoja 2–3 sangrūdų. Vakarų Lietuvos upėse ledų sangrūdų susiformuoja ne kiekvienais metais. Šioje Lietuvos dalyje trumpiausia ir ledų sangrūdų trukmė. Ilgiausiai išsilaiko Žeimenoje, Merkyje ir Šventoji. Šiose upėse ledų sangrūdų vidutinė trukmė artima dešimčiai dienų.

Didžiausios ledų sangrūdų sukeliamos patvankos susiformuoja ten, kur yra upės slėnio susiaurėjimas. Vertinant pagal paros vidutinio lygio duomenis, per 1960–2010 m. laikotarpį aukščiausia patvanka buvo susidariusi Šešuvyje ties Skirgailiais (541 cm). Žemiausios ledų sangrūdų sukeltos patvankos būdingos upių aukštupiams ir mažesnėms upėms. Vidutinis patvankos lygio kilimo greitis gerai dera su patvankos aukščiu. Tose stotyse, kuriose patvanka aukšta – didelis ir vandens lygio kilimo greitis.

Raktažodžiai: ledų sangrūdų, Lietuvos upės, ledų sangrūdų trukmė, patvankos kilimo greitis ir aukštis

IVADAS

Lietuvos upėms yra būdingi vandens lygių svyravimai, kurie įvyksta ne tik dėl nuotėkio kaitos, bet ir dėl augalijos ar ledų reiškinių sukeltos patvankos. Didžiausios patvankos būna sukeltos iš sankamšų ir ledų sangrūdų. Iš sankamšomis dažniausiai vadinamos ledų sangrūdų, kurios pasireiškia upės užšalimo laikotarpiu, kai vagoje susiformuoja dideli plukdomo iš kiekiai. Nuledėjimo laikotarpiu

sangrūdų susiformuoja, kai prasideda suskilusio ledų lyčių judėjimas upėje. Ledų reiškinių, sukeliančių patvankas, paplitimas ir ekstremalumas upėse daugiausia priklauso nuo vagos morfometrinių rodiklių, hidrologinių ir meteorologinių sąlygų derinio, kuris kinta ne tik laike ir erdvėje, bet ir konkrečiuose upės ruožuose (Etteme, 2007). Dėl kintančių upės vagos morfometrinių savybių įvairiuose ruožuose ledų reiškinių sukeltų aukštų vandens lygių prognozavimas sunkiau įsprendžiamas

į teritorinės diferenciacijos rėmus. Todėl skirtingai nei nuotėkio pokyčių, ledo reiškinių sukeltų ekstremalių vandens lygių prognozavimas yra labiau kompliktuotas, o jų sukeltos pasekmės dėl staigių lygio svyravimų ir didelio aukščio gali būti dar žalingesnės nei potvynio esant atvirai vagai. Lietuvoje nemažai gyvenviečių ir infrastruktūros objektų, išsidėsčiusių prie upių, todėl ledo sangrūdų sukeltų vandens lygių ekstremalumo įvertinimas ir rizikos zonų išskyrimas yra svarbus uždavinys.

Lietuvoje ledo sangrūdų ir jų sukeltų vandens lygių fiksavimas buvo atliekamas tik vandens matavimo stotyse, todėl stočių gausumas ir jų veikimo trukmė ankstesniais laikotarpiais lemia duomenų apie ledo sangrūdų įvykius Lietuvoje kiekį.

Ledo reiškinių stebėjimų pradžią Lietuvoje galima sieti su įsteigtomis pirmosiomis vandens matavimo stotimis Nemuno žemupyje (Smalininkų ir Rusnės; XIX a. pr.). Pradžioje buvo stebima tik ledo fazių (ledo dangos ir ledonešio) trukmė. Išsamesni tyrimai pradėti vykdyti tik nuo 1945 m. Tuo metu imta stebėti ledo dangos storį, ledonešio pobūdį, ledo dangos būklę (Rainys, 1974; Jakimavičius, 2007). Su XX a. viduriu ir reikėtų sieti padidėjusį duomenų apie ledo sangrūdų įvykius gausumą, padėjusį pagrindą moksliniams tyrimams.

Apibendrinančių mokslinių darbų, skirtų ledo reiškiniams (sukeliantiems patvankas), Lietuvoje paskelbta nedaug. Vieni iš pirmųjų tyrimų pasirodė XX a. 6 deš. ir daugiausia buvo skirti didelėms Lietuvos upėms. Nemune, žemiau Kauno miesto, įvykusias ledo sangrūdas ir jų priežastis aptarė A. Bezuglovas (1958). Autorius išskyrė 3 pagrindinius sangrūdų atvejus – kai ledai pirmiausia išsilaisvina Nemuno vidurupyje; kai ledonešis pirmiau prasideda Neries žemupyje; kai abiejose upėse ledonešis vyksta vienu metu (Bezuglovas, 1958). Kita svarbesnė ledo režimo tyrimų grupė buvo sutelkta Nemuno deltoje. A. Rainys (1974) aptarė pagrindines ledo sangrūdų susiformavimo priežastis Nemuno deltoje. Be šių išsamesnių darbų ledo sangrūdų įvykiai, per daug nesigilinant į jų priežastis, minimi ir kituose moksliniuose straipsniuose, kuriuose aptariami Nemuno potvyniai (Januškis ir kt., 1971; Rainys, 1973). Pavojingi hidrologiniai reiškiniai Lietuvos TSR teritorijoje ir RSTSR Kaliningrado srityje minimi J. D. Habazov (1970) straipsnyje, kuriame autorius pateikia informacijos ir apie ledo sangrūdų įvykius bei jų sukeltus padarinius.

Platesne ledo sangrūdams skirtų darbų įvairovę pasižymi kai kurios užsienio šalys. Kanadoje buvo išleisti 2 didelės apimties kompleksiniai leidiniai „Upių ledo sangrūdos“ (Beltaos, 1995) ir „Upės nuledėjimo procesai“ (Beltaos, 2007). Juose pateikiama išsami ir įvairiapusė informacija – apie svarbiausius ledo sangrūdų įvykius ir sangrūdų formavimosi procesą. Nemažai yra tyrimų, kuriuose vertinamos ledo sangrūdų modeliavimo ir prognozavimo galimybės. D. D. Massie, K. D. White ir kt. (2002) išanalizavo neuroninių tinklų pritaikymą ledo sangrūdų prognozavimui. V. A. Buzin (2009) aptarė ledo sangrūdų susiformavimo faktorius ir prognozavimo metodus Rusijos europinės dalies šiaurėje. Gana didelė tyrimų grupė yra skirta ledo sangrūdų parametrų techninei analizei. S. Beltaos (2010) tiria ledo sangrūdas veikiančių vidinių jėgų ypatumus. D. Healy ir F. Hicks (2007) eksperimentiniu būdu vertino ledo sangrūdų formavimosi, jų storėjimo, esant apibrėžtomis nuotėkio sąlygoms, procesus. Dar viena ledo sangrūdų tyrimų sritis yra skirta ledo sangrūdų pasikartojimo vertinimui didelėse teritorijose. V. G. Kalinin (2008) aptarė ledo sangrūdų erdvinį pasiskirstymą ir pasikartojimą Votkins rezervuaro baseino upėse siejant ledo sangrūdų įvykius su upės vagos morfometriniais parametrais. S. Beltaos (2010, 2011) pateikė metodus ledo sangrūdų sukeltų ekstremalių lygių vertinimui, kuris pagrįstas ledo sangrūdų sukeltų ekstremalių vandens lygių dažnumo nustatymu turint daugiamečius nuotėkio duomenis. Pastarajai tyrimų sričiai artima yra ir šio darbo tema, kuri paremta ledo sangrūdų erdvinio paplitimo ir poveikio vandens lygių svyravimams statistine analize. Panašių tyrimų, apimančių visą Lietuvos teritoriją, dar nebuvo atlikta, todėl jis leidžia įvertinti, kokia yra ledo sangrūdų sukeltų potvynių grėsmė ir jų tikimybė įvairiose upėse.

DUOMENYS IR METODIKA

Ledo sangrūdų paplitimas ir jų poveikis upių vandens lygių svyravimams vertintas pagal Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos leidžiamuose Hidrologijos metraščiuose sukauptus duomenis.

Ledo sangrūdos, įvykusios aukščiau ir žemiau stoties, yra užfiksuojamos stebėtojo. Nesant galimybių pastebėti susidariusios pačios ledo sangrūdos, ji yra identifikuojama atsižvelgiant tik į ledo sangrūdų sukeltus būdingus staigius vandens

lygio pokyčius ir kitas priežastis, galinčias veikti vandens lygių svyravimus. Vandens lygiui staigiai pakilus, sangrūdos susidarymo pradžia fiksuojama žemiau stoties, o jam nukritus – aukščiau stoties. Atitinkamu būdu fiksuojama ir ledo sangrūdos pabaiga: vandens lygiui staigiai nukritus, sangrūdos iširimas fiksuojamas žemiau stoties, o vandens lygiui staigiai pakilus – aukščiau stoties (Pasaulio meteorologijos organizacija, 2009). Kadangi ledo sangrūdų nulemtų vandens lygių pokyčių staigumas nėra griežtai apibrėžtas, be to, egzistuoja ir kiti veiksniai, galintys iš dalies nulemti vandens lygio svyravimus, atsiranda stebėtojo interpretavimo subjektyvumo tikimybė. Taigi stebėtojo interpretacijos gali paveikti rezultatų tikslumą.

1960–2010 m. laikotarpis pasirinktas todėl, kad šiuo metu ledo dangos stebėjimus atliko bene daugiausiai stočių, o turbūt didžiausią antropogeninį poveikį Nemuno ledo režimui daranti Kauno hidroelektrinė pradėjo veikti 1959 m. Vandens matavimo stočių (VMS) veikimo trukmė šiuo laikotarpiu yra gana įvairi – nuo 2 metų iki stebėjimų, apimančių visą tyrimų laikotarpį. Iš viso tyrime buvo naudota 120 vandens matavimo stočių duomenys (1 lentelė), kuriose iš viso tiriamuoju laikotarpiu buvo užfiksuota 3 413 sangrūdų. Siekiant statistiškai patikimiau atskleisti ledo sangrūdų paplitimą ir poveikį vandens lygių svyravimams, jų vidutiniai rodikliai buvo nustatomi pagal stočių, veikusių ilgiau kaip 20 metų, duomenis.

1 lentelė. 1960–2010 m. veikusios vandens matavimo stotys, kuriose buvo užfiksuotos ledo sangrūdos, ir jų duomenų sekos ilgis

Table 1. List of hydrological stations in which the ice jams were recorded and the length of time series

Nr. No.	Vandens matavimo stotis <i>Hydrological station</i>	Trukmė, metai <i>Length, years</i>
1	Nemunas – Druskininkai	51
2	Nemunas – Nemajūnai	51
3	Nemunas – Birštonas	51
4	Nemunas – Darsūniškis	51
5	Nemunas – Kaunas	51
6	Nemunas – Lampėdžiai	51
7	Nemunas – Smalininkai	51
8	Nemunas (Atmata) – Rusnė	51
9	Merkys – Puvočiai	51
10	Ūla – Pelesa – Zervynos	51

Nr. No.	Vandens matavimo stotis <i>Hydrological station</i>	Trukmė, metai <i>Length, years</i>
11	Verknė – Verbyliškės	51
12	Neris – Vilnius	51
13	Neris – Jonava	51
14	Žeimenai – Pabradė	51
15	Šventoji – Anykščiai	51
16	Šventoji – Ukmergė	51
17	Sanžilės kanalas – Bernatoniai	51
18	Šušvė – Šiaulėnai	51
19	Šušvė – Josvainiai	51
20	Dubysa – Lyduvėnai	51
21	Akmena – Paakmenis	51
22	Šešuvis – Skirgailiai	51
23	Minija – Kartena	51
24	Nemunėlis – Tabokinė	51
25	Lėvuo – Kupiškis	51
26	Bartuva – Skuodas	51
27	Strėva – Semeliškės	50
28	Tatula – Trečionys	50
29	Svyla – Guntauninkai	49
30	Jūra – Tauragė	48
31	Nevežis – Dasiūnai	46
32	Mūša – Ustukai	46
33	Venta – Papilė	46
34	Neris – Buivydžiai	45
35	Šešupė – Kalvarija	45
36	Lėvuo – Bernatoniai	44
37	Žeimenai – Kaltanėnai	42
38	Nemunas – Seredžius	41
39	Širvinta – Liukonys	41
40	Dubysa – Padubysys	41
41	Kražantė – Pluskiai	41
42	Jūra – Pajūris	41
43	Veiviržas – Mikužiai	41
44	Lėvuo – Pasvalys	41
45	Yslikis – Kyburiai	41
46	Rešketa – Gudeliai	41
47	Šyša – Jonačiai	40
48	Šustis – Jonačiai	40
49	Šalčia – Valkininkai	39
50	Merkys – Vokė (k.) – Žagarinė	39
51	Agluona – Dirvonakiai	39
52	Merkys – Žagarinė	38
53	Aunuva – Aunuvėnai	38
54	Alsa – Paalsys	37
55	Mūša – Miciūnai	36
56	Šešupė – Marijampolė	34
57	Nevežis – Panevėžys	32
58	Akmena – Tūbausiai	32
59	Nemunas (Rusnė) – Lazdėnai	31

1 lentelė (tęsinys)
Table 1.(continued)

Nr. No.	Vandens matavimo stotis <i>Hydrological station</i>	Trukmė, metai <i>Length, years</i>
60	Nemunas (Rusnė) – Šilininkai	31
61	Milupė – Stoškai	31
62	Minija – Lankupiai	31
63	Upita – Eidukai	31
64	Vilnia – Santakai	30
65	Vilnia – Vilnius	29
66	Venta – Leckava	29
67	Smilga – Pasmilgys	28
68	Minija – Vainaičiai	28
69	Nemunas (Atmata) – Uostadvaris	27
70	Nemunėlis – Rimšiai	27
71	Virinta – Viliaudiškis	25
72	Juosta – Jackagalys	25
73	Mituva – Žindaičiai	25
74	Įstras – Talačkoniai	24
75	Mituva – Vertimai	23
76	Pilvė – Papilvis	23
77	Venta – Ramučiai	23
78	Venta – Kuodžiai	23
79	Šešupė – Kudirkos Naumiestis	22
80	Venta – Varduva	21
81	Peršokšna – Januliškis	19
82	Babrunas – Užupiai	18
83	Nemunas – Jurbarkas	16
84	Nemunas – Panemunė	16
85	Imsrė – Jakaičiai	15
86	Jiesia – Garliava	14
87	Merkys – Varėna	13
88	Musė – Jauniūnai	13
89	Obelis – Taučiūnai	13
90	Ančia – Pužai	13
91	Obeltis – Stakliškės	12
92	Dotnuva – Dotnuva	11
93	Kražantė – Prušinskiai	11
94	Mūša – Žilpamūšis	11
95	Cirvija – Inklėriškės	10
96	Varėnė – Varėna	10
97	Nemunas – Prienai	9
98	Varduva – Ruzgai	9
99	Lakaja – Lakaja	8
100	Nemunėlis – Panemunėlis	7
101	Tatula – Daudžgiriai	7
102	Geluža – Valkininkai	6
103	Rudamina – Patotoris	6
104	Kražantė – Linkaučiai	6
105	Sutrė – Sutrė	6
106	Šventoji – Užpaliai	5

Nr. No.	Vandens matavimo stotis <i>Hydrological station</i>	Trukmė, metai <i>Length, years</i>
107	Nevėžis – Babtai	5
108	Šventoji – Pašventys	5
109	Klaipėdos k. – Lankupiai	5
110	Nemunėlis – Kvetkai	5
111	Daugyvenė – Rimšoniai	5
112	Pyvesa – Žadeikiai	5
113	Dringis – Meironys	4
114	Nevėžis – Kėdainiai	4
115	Širvinta – Vaičlaukis	3
116	Kastinė – Uosiai	3
117	Kastinė – Kisiniškiai	3
118	Šeimenė – Vilkaviškis	3
119	Apasčia – Nausėdžiai	3
120	Strėva – Strėvininkai	2

Šiame darbe ledo sangrūdos buvo skirstomos pagal susiformavimo pobūdį: į susidarancias užšalimo ir nuledėjimo metu. Buvo palyginami tokių sangrūdų vidutiniai parametrai, vandens lygių svyravimai šių sangrūdų metu ir erdvinis pasiskirstymas. 1960–1977 m. laikotarpiu užšalimo ir nuledėjimo metu susidarancias sangrūdos hidrologiniuose metraščiuose buvo žymimos skirtingai. Nuo 1978 m. tiek nuledėjimo, tiek užšalimo metu susidarancias sangrūdos žymimos vienu ženklu, todėl sangrūdos tipas buvo nustatytas pagal prieš ar po jos vykstančius kitus ledo reiškinius: kai upėje plaukia ižas ir formuojasi priekrantės ledas, ledo sangrūdos priskirtos susidarancioms užšalimo metu; kai prieš ledų sangrūdą upėje buvo fiksuojama ledo danga ir po to prasidėjo nuledėjimo reiškiniai (protaka, ledonešis), ledo sangrūdos priskirtos nuledėjimo sangrūdoms.

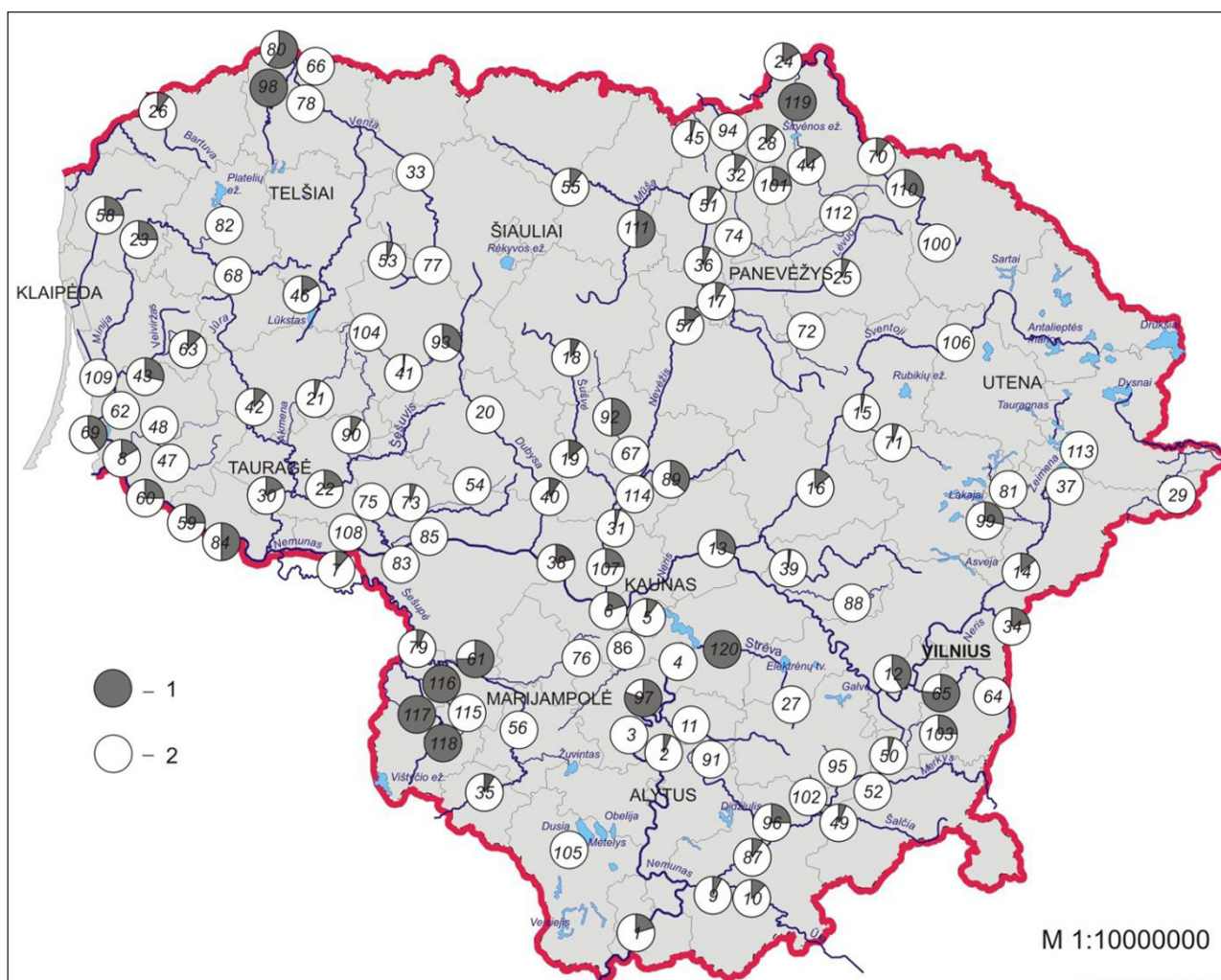
Kartais priskirti sangrūdas tik vienam ar kitam tipui yra neįmanoma, nes kai kuriais atvejais užšalimo metu susiformavusi sangrūda išsilaiko toje pačioje vietoje gana ilgą laiką. Dažnai sangrūda yra stabilizuojama upę padengusios ledo dangos. Suirus ledo dangai užšalimo metu susidariusi sangrūda veikia kaip papildoma kliūtis, kuri trukdo ledo lyčių judėjimui. Dėl šios priežasties ledo sangrūda didėja. Tokio tipo sangrūdos šiame darbe naudotos tik vertinant sangrūdų pasikartojimą ir maksimalų sangrūdų sukeliamą patvankos dydį, tačiau nenaudotos vertinant kitus darbe analizuojamus sangrūdų rodiklius.

Ledo sangrūdų pasikartojimas vandens matavimo stoties ruože šiame darbe vertintas vidutiniu sangrūdų skaičiumi per metus. Sangrūdos trukmė vertinta pagal iš eilės einančių dienų skaičių, kuriomis hidrologiniuose metraščiuose buvo žymimos ledų sangrūdos.

Vienas svarbiausių veiksnių, galinčių nulemti sangrūdos metu VMS užfiksuotus vandens lygių svyravimus, yra jos padėtis stoties atžvilgiu (1 pav.). Žemiau stoties susiformavusios sangrūdos metu vandens lygis ties stotimi pakyla dėl patvankos. Jei sangrūda susiformuoja aukščiau VMS, stotyje gali būti fiksuojamas vandens lygio pažemėjimas. Vandens kilimas dėl sangrūdų sukeltos patvankos yra pavojingesnis, todėl darbe buvo analizuoti tik že-

miau VMS susiformavusių sangrūdų sukelti vandens lygio svyravimai, fiksuoti vandens matavimo stotyse. Vertinant sangrūdų skaičių ir trukmę, buvo naudoti aukščiau ir žemiau VMS susidariusių sangrūdų duomenys (1 pav.)

Vandens lygis vandens matavimo stotyse pateikiamas nuo konkrečios stoties nulio, todėl sangrūdų metu išmatuotų lygių dydis priklauso nuo to, kokiam aukštyje yra posto nulis. Norint įvertinti, koks yra ledų sangrūdų sukeltas patvankos aukštis ir palyginti patvankų aukščius skirtingose stotyse, darbe sangrūdų sukeltas patvankos dydis buvo apskaičiuotas iš maksimalaus vandens lygio sangrūdos metu atimant sangrūdos formavimosi pradžioje buvusį lygį.



1 pav. Ledo sangrūdų pasiskirstymas aukščiau (1) ir žemiau (2) stoties. Apskritimuose skaičiais pažymėti VMS numeriai (1 lentelėje)

Fig. 1. The ratio of ice jams upstream (1) and downstream (2) of hydrological stations. Numbers in circles indicate the hydrological station (Table 1)

UŽŠALIMO IR NULEDĖJIMO METU SUSIFORMAVUSIŲ SANGRŪDŲ PARAMETRAI

Užšalimo ir nuledėjimo sangrūdų formavimosi procesai turi skirtingą pobūdį, todėl skiriasi jų trukmė, sukeliamas patvankos aukštis ir vandens lygio kilimas (2 lentelė). Užšalimo metu susidaranti sangrūdos Lietuvos upėse dažniausiai pradeda formotis plaukiant ižui, kuris ramesniuose ruožuose, dažniausiai po ledo danga, pradeda kauptis ir suformuoja ledo užtvaras. Lietuvoje tokios sangrūdos dažnai įvardijamos kaip ižo sankamšos. Nuledėjimo metu sangrūdos pradeda formotis prasidėjus suskilusio ledo lyčių transportui upėje, kurios, susidarius palankioms sąlygomis, pradeda kauptis upės vagoje, suformuodamos sangrūdas.

Lietuvoje užšalimo metu susidarantių sangrūdų vidutinė trukmė siekia 6 dienas, o nuledėjimo – tik apie 3 dienas (2 lentelė). Užšalimo metu susidarantių sangrūdų vandens lygio kilimo intensyvumas ir sukeliamas patvanka yra mažesni nei susiformuojantių nuledėjimo metu. Vidutinis vandens lygio kilimo intensyvumas užšalimo sangrūdų metu siekia 13 cm/parą, o nuledėjimo – 62 cm/parą. Maksimalus vandens lygio kilimo intensyvumas dar labiau skiriasi: užšalimo sangrūdų metu jis yra apie 167 cm/parą, o nuledėjimo – 515 cm/parą. Užšalimo sangrūdų metu vidutinis patvankos aukštis siekia 35,5 cm, o nuledėjimo – 84,4 cm. Didžiausios patvankos, sukeltos užšalimo sangrūdų, siekia 430 cm, o didžiausia nuledėjimo – 541 cm.

Skirtingus užšalimo ir nuledėjimo sangrūdų parametrus lemia tai, kad nuledėjimo sangrūdos dažnai pradeda formotis poplūdžio ar potvynio pradžioje, kada didėjant upių nuotėkiui prasideda

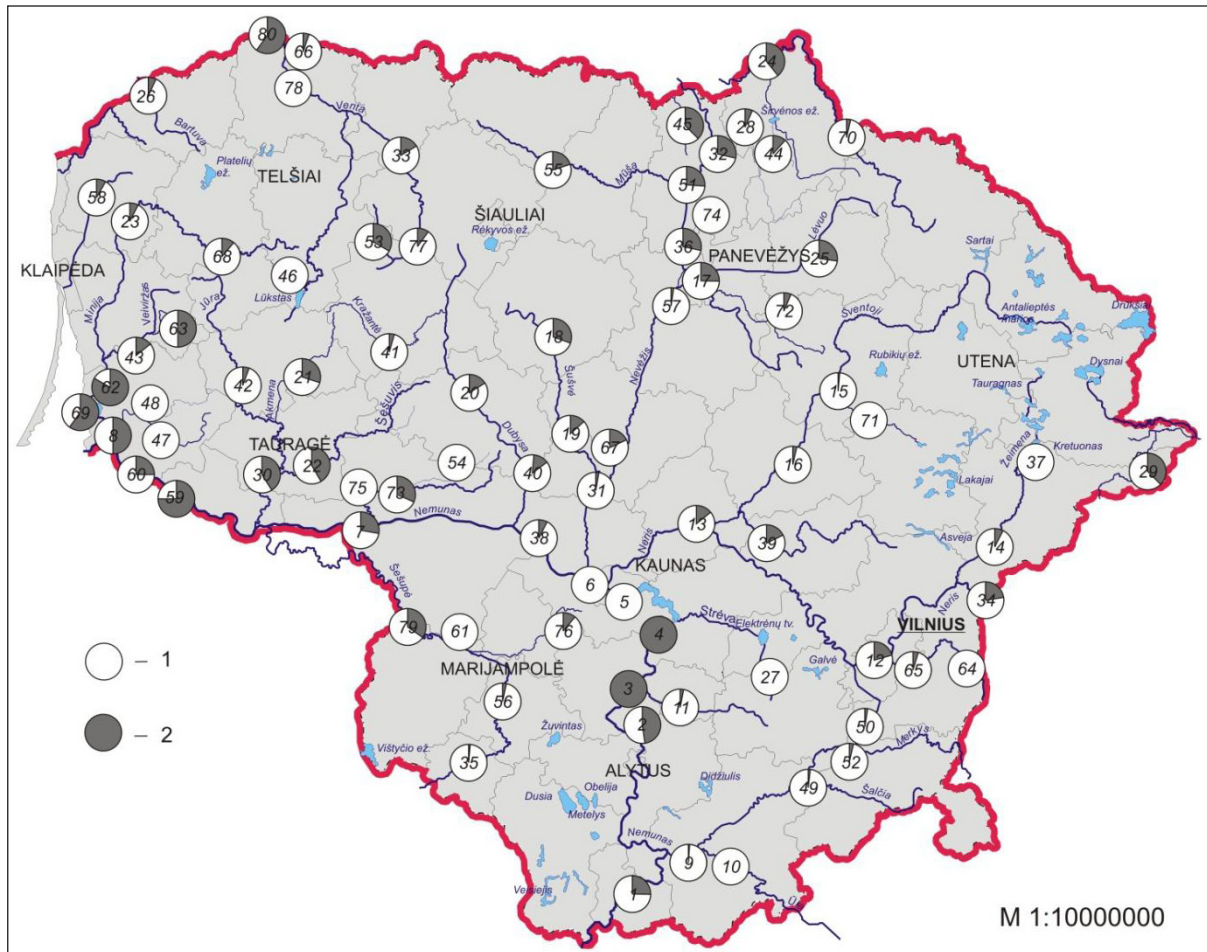
ledonešis. Potvynio ar poplūdžio pradžioje iš surisios ledo dangos susidariusios ledo lytys gali formuoti aukštesnes ir stipresnės struktūros sangrūdas, palyginti su užšalimo metu susiformavusių ižo ir atitrūkusių priekrantės ledo sankamšomis, todėl nuledėjimo sangrūdoms yra būdingesni aukštesni patvankos lygiai. Kita vertus, potvynio ar poplūdžio metu nuotėkis didėja, o užšalimo metu jis gali nesikeisti arba kisti ne taip intensyviai. Dėl šios priežasties nuledėjimo sangrūdų metu vandens lygis aukščiau sangrūdos kyla intensyviau nei užšalimo sangrūdų. Greitesnis vandens lygio kilimas lemia, kad aukščiau sangrūdos greičiau pasiekiami tokia patvanka, kurios sangrūda nebeišlaiko ir suyra arba yra pernešama upe žemyn, todėl nuledėjimų sangrūdų vidutinė trukmė yra mažesnė nei užšalimo sangrūdų.

Užšalimo ir nuledėjimo metu susidarantių sangrūdų pasiskirstymas Lietuvos upėse yra skirtingas (2 pav.). Užšalimo metu susidarantių sangrūdų yra labiau būdingos Rytų ir Pietryčių Lietuvos upėms: Merkiui ties Žagarine ir Puvočiais, Žeimenai ties Kaltanėnais, Šventajai ties Anykščiais ir kitoms upėms, kuriose šių sangrūdų dalis viršija 80 %. Nuledėjimo metu susidarantių sangrūdų dažniau susiformuoja Vakarų ir Vidurio Lietuvos upėse: Mituvoje ties Žindaičiais, Jūroje ties Taurage, Akmenoje ties Paakmeniu, Minijoje ties Lankupiais, Mūsoje ties Ustukiais, Ventoje ties Varduva ir šių upių intakuose (2 pav.). Šiose upėse nuledėjimo metu susidarantių sangrūdų sudaro 30–70 % visų sangrūdų. Nuledėjimo metu susiformuojantių sangrūdų dažniau pasitaiko ir Nemune ties Smalininkais bei Nemuno atšakoje Rusnė ties Lazdėnais. Nemune ties Birštonu ir Darsūniškiu buvo užfiksuotos vien nuledėjimo metu susidarantių sangrūdų (2 pav.).

2 lentelė. Stotyse užfiksuotų užšalimo ir nuledėjimo metu susiformuojantių sangrūdų parametrai

Table 2. Properties of freeze up and break up ice jams

Sangrūdų tipas Type of ice jam	Trukmė (dienos) Duration, days	Vandens lygio kilimo greitis cm/parą Rate of water level increase cm/day			Patvankos aukštis cm Height of ice jam lift, cm
	Vidurkis Average	Vidutinis Mean	Didžiausias Maximum	Vidurkis Average	Didžiausias Maximum
Užšalimo Freeze up	5,7	13,2	167	35,5	430
Nuledėjimo Break up	2,8	62	515	84,4	541



2 pav. Užšalimo (1) ir nuledėjimo (2) metu susiformuojančių sangrūdų santykis VMS

Fig. 2. Ratio of freeze up (1) and break up (2) ice jams in hydrological stations

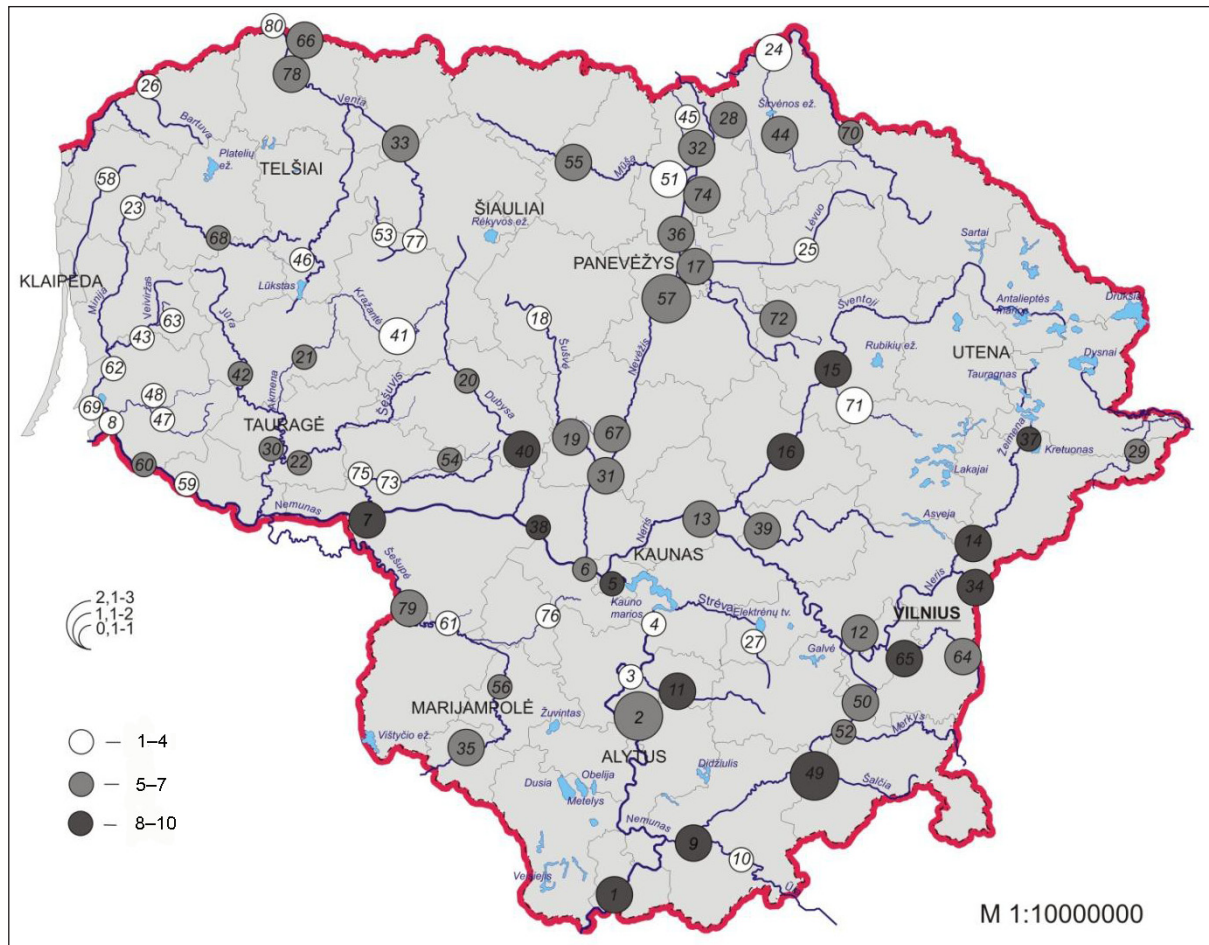
LEDO SANGRŪDŲ PASIKARTOJIMAS IR VIDUTINĖ TRUKMĖ

Erdviniai ledo sangrūdų pasikartojimo skirtumai gali priklausyti nuo upei būdingo hidrologinio režimo ir morfometrinių vagos rodiklių ties vandens matavimo stotimi.

120 vandens matavimo stočių duomenimis, didžiausias ledo sangrūdų pasikartojimas buvo nustatytas Lakajos upėje ties Lakajos gyvenvietė – 4,9 sangrūdų per metus. Šioje stotyje ledo reiškiniai buvo stebėti tik 8 metus. Daugiau nei 20 metų veikusių stočių duomenimis, maksimalus ledo sangrūdų pasikartojimas buvo Šalčioje ties Valkininkais ir Nevėžyje ties Panevėžiu – po 2,7 sangrūdų per metus. Šiose stotyse užšalimo metu susiformuojančios sangrūdų sudaro >95 % visų sangrūdų.

Gausesniu ledo sangrūdų pasikartojimu taip pat išsiskiria ir didelės Lietuvos upės (3 pav.). Neryje ties Buivydžiais ir Vilniui bei Nemune ties Druskininkais ir Nemajūnais ledo sangrūdų vidutiniškai susidaro apie du kartus per metus. Šiuose upių ruožuose didesnė ledo sangrūdų dalis (60–80 %) formuojasi užšalimo metu (2 pav.). Panašus ledo sangrūdų dažnumas vyrauja ir kai kuriose mažesnėse Rytų Lietuvos upėse: Merkyje ties Puvočiais, Verknėje ties Verbyliškėmis, Vilnioje ties Santakais ir Tatuloje ties Trečionimis. Šiose upėse užšalimo metu susidarantių sangrūdų skaičius sudaro 90 % visų sangrūdų atvejų (2 pav.).

Daugumai vidutinio dydžio Lietuvos upių būdingas mažesnis ledo sangrūdų dažnumas. Žemumoje ties Pabrade, Šventojoje ties Anykščiais ir Ukmerge, Nevėžyje ties Dasiūnais, Šešupėje ties Kalvarija ir Kudirkos Naumiesčiu, Mūšoje



3 pav. Vidutinis ledo sangrūdų skaičius per metus ir vidutinė sangrūdų trukmė paromis. Vidutinė sangrūdų trukmė pavaizduota skirtingo intensyvumo pilka spalva, o sangrūdų pasikartojimas pavaizduotas skrituliuko dydžiu

Fig. 3. The frequency and average duration of ice jams. The intensity of grey indicates the average duration in days and the size of circles shows the frequency of ice jams per year

ties Miciūnais ir Ustukiais, Ventoje ties Papile, Leckava ir Kuodžiais vidutiniškai užfiksuojama 1,1–1,6 sangrūdų per metus. Šiose upėse vyrauja šiek tiek mažesnė užšalimo (60–80 %) ir didesnė nuledėjimo metu (20–40 %) susidaranti sangrūdų dalis.

Mažų ledo sangrūdų dažnumu pasižymi dauguma mažų upių ir didesnių upių aukštupiai (3 pav.). Čia nuledėjimo metu susidaranti sangrūdos siekia 30–50 % visų sangrūdų atvejų.

Vertinant sangrūdų trukmę, buvo eliminuotos tokios sangrūdos, kurios susiformavo užšalimo pradžioje ir užšalus upei išsilaikė visą šaltąjį sezoną. Vidutinė sangrūdų trukmė (ilgiau nei 20 metų veikusių stočių duomenimis) svyruoja nuo 1,6 paros Atmatoje ties Uostadvariu iki

9,7 paros Žeimenoje ties Kaltanėnais (3 pav.). Ilga vidutinė sangrūdų trukmė taip pat būdinga Merkiui ties Puvočiais bei Šventajai ties Anykščiais ir Ukmerge. Trumpesnė vidutinė ledo sangrūdų trukmė (5–7 parų) pasižymi dauguma Vidurio ir Šiaurės Lietuvos upių: Šešupė ties Kudirkos Naumiesčiu, Nevėžis ties Panevėžiu ir Dasiūnais, Mūša ties Miciūnais ir Ustukiais, taip pat ir Neris ties Vilniumi bei Jonava. Šiose upėse daugiau nei pusė sangrūdų susidaro užšalimo metu, jos pasižymi ilgesne trukme (3 lentelė). Mažiausia vidutinė sangrūdų trukmė pasižymi visos vidutinės ir mažesnės Vakarų Lietuvos upės: Kražantė ties Pluskiomis, Šyša ir Šustis ties Jonačiais, Minija ties Kartena ir Lankupiais, Venta ties Ramučiais. Šių upių intakuose vidutinė sangrūdų trukmė yra

mažesnė nei 5 paros. Vakarų Lietuvos upėse mažesnė sangrūdų trukmė sietina su labiau jūriniu klimatu ir mažiau pastoviais ledo reiškiniiais.

LEDO SANGRŪDŲ SUKELTAS PATVANKOS AUKŠTIS IR VANDENS LYGIO KILIMO INTENSYVUMAS LEDO SANGRŪDŲ METU

Ledo sangrūdų sukeltas patvankos dydis vertintas tik pagal tų stočių duomenis, kuriose fiksuotos

ledo sangrūdų žemiau vandens matavimo stoties. Vandens matavimo stotyje užfiksuotą patvankos aukštį sangrūdų metu gali nulemti bendras upės vandeningumas, slėnio pobūdis, sangrūdų tipas bei išsivystymo laipsnis, sangrūdų atstumas iki VMS.

Didžiausias patvankos dydis 541 cm 1960–2010 m. užfiksuotas Šešuvyje ties Skirgailiais (3 lentelė). Tiriamuoju laikotarpiu didesnė nei 300 cm patvanka išmatuota 9 stotyse; nuo

3 lentelė. Ledo sangrūdų sukeltas patvankos aukštis ir vandens lygio kilimas sangrūdų metu

Table 3. The height of ice jam lift and the rate of water level increase during ice jam

VMS Nr. HS No.	Vandens matavimo stotis Hydrological station	Patvankos aukštis cm Height of ice jam lift, cm		Vandens lygio kilimo greitis cm/parą Rate of water level increase cm/day	
		Didžiausias Maximum	Vidutinis Average	Didžiausias Maximum	Vidutinis Average
22	Šešuvys – Skirgailiai	541	131,9	293	62,8
30	Jūra – Tauragė	515	155,4	515	90,6
2	Nemunas – Nemajūnai	486	163,8	328	53,7
3	Nemunas – Birštonas	415	238,3	257	103,6
1	Nemunas – Druskininkai	387	113,2	120	30,1
7	Nemunas – Smalininkai	372	152,3	248	38,5
79	Šešupė – Kudirkos Naumiestis	351	103,1	88	31,4
59	Nemuno atšaka Rusnė – Lazdėnai	317	145,7	79	48,8
24	Nemunėlis – Tabokinė	312	42,8	79	16,1
26	Bartuva – Skuodas	244	19,9	122	13,1
12	Neris – Vilnius	239	72,7	80	24
38	Nemunas – Seredžius	235	106,2	59	21
65	Vilnia – Vilnius	232	49,1	23	8,8
13	Neris – Jonava	225	76,6	79	25,5
23	Minija – Kartena	221	54,8	156	28,7
31	Nevėžis – Dasiūnai	216	31,4	72	14,7
36	Lėvuo – Bernatoniai	214	32,9	90	17,4
34	Neris – Buivydyčiai	210	74,3	111	23,2
21	Akmena – Paakmenis	199	53,9	173	30
16	Šventoji – Ukmergė	194	54,6	72	20,7
29	Svyta – Guntauninkai	188	47,9	69	25,2
15	Šventoji – Anykščiai	183	57,8	115	23,2
55	Mūša – Miciūnai	180	29,1	180	16,3
33	Venta – Papilė	180	28,7	87	12,1
6	Nemunas – Kaunas (Lampėdžiai)	176	72,3	63	21,6
9	Merkys – Puvočiai	174	55,8	72	13,5
17	Sanžilės kanalas – Bernatoniai	172	23,5	140	12,7
43	Veiviržas – Mikužiai	172	42,2	172	39,5
20	Dubysa – Lyduvėnai	169	33,2	66	12,3
44	Lėvuo – Pasvalys	166	14,5	55	8,2
32	Mūša – Ustukiai	166	40,3	166	24,1
4	Nemunas – Darsūniškis	163	130,3	102	82,2
73	Mituva – Žindaičiai	156	72,4	156	53,1

3 lentelė (tęsinys)
Table 3. (continued)

VMS Nr. HS No.	Vandens matavimo stotis <i>Hydrological station</i>	Patvankos aukštis cm <i>Height of ice jam lift, cm</i>		Vandens lygio kilimo greitis cm/parą <i>Rate of water level increase cm/day</i>	
		Didžiausias <i>Maximum</i>	Vidutinis <i>Average</i>	Didžiausias <i>Maximum</i>	Vidutinis <i>Average</i>
5	Nemunas – Kaunas	156	69,6	39	15,9
53	Aunuva – Aunuvėnai	153	38,1	135	18,4
18	Šušvė – Šiaulėnai	145	29,8	120	17,5
77	Venta – Ramučiai	135	40,6	73	22,9
63	Upita – Eidukai	132	26,9	66	14
78	Alsa – Paalsys	128	33,3	14	7,7
40	Dubysa – Padubysys	125	41,4	88	15
41	Kražantė – Pluskiai	125	19,0	63	10,4
51	Agluona – Dirvonakiai	124	27,5	62	13,4
66	Venta – Leckava	120	29,4	74	10,9
39	Širvinta – Liukonys	114	30,9	57	12,5
60	Nemuno atšaka Rusnė – Šilininkai	112	95,3	52	37,6
56	Šešupė – Marijampolė	103	28,3	26	10,5
11	Verknė – Verbyliškės	102	29,6	51	8,6
52	Merkys – Žagarinė	100	20,0	100	11,5
68	Minija – Vainaičiai	98	37,2	58	18
45	Yslis – Kyburiai	93	18,5	47	12,5
62	Minija – Lankupiai	92	52,0	63	40,6
28	Tatula – Trečionys	92	30,5	40	10,8
19	Šušvė – Josvainiai	89	27,6	52	12,1
35	Šešupė – Kalvarija	88	25,7	52	10,3
8	Nemuno atšaka Atmata – Rusnė	87	43,6	74	34,9
14	Žeimena – Pabradė	84	37,6	37	10,7
37	Nevėžis – Panevėžys	71	22,3	28	10,4
49	Šalčia – Valkininkai	70	29,6	38	8,5
48	Venta – Kuodžiai	68	17,8	25	5,7
10	Ūla – Pelesa – Zervynos	65	21,1	24	12,8
64	Vilnia – Santakai	63	29,7	31	11,2
70	Nemunėlis – Rimšiai	60	26,7	42	10,7
67	Smilga – Pasmilgys	55	20,3	28	9,7
57	Virinta – Viliaudiškis	50	16,8	25	6,5
54	Merkys – Vokė, kanalas – Žagarinė	48	23,4	26	7,6
27	Strėva – Semeliškės	47	16,1	24	10,9
42	Jūra – Pajūris	44	25,7	30	9,9
80	Venta – Varduva	44	24,0	22	13
69	Nemuno atšaka Atmata – Uostadvaris	43	23,0	43	22,3
71	Šustis – Jonaičiai	43	20,3	35	13,9
72	Juosta – Jackagalys	40	10,4	40	7,4
46	Rešketa – Gudeliai	38	14,2	22	10,2
75	Mituva – Vertimai	33	17,3	17	10,7
76	Pilvė – Papilvis	33	21,3	33	17
74	Istras – Talačkoniai	29	9,4	15	4,6
58	Akmena – Tūbausiai	25	13,7	14	8,9
50	Šyša – Jonaičiai	23	13,1	23	11,4
25	Lėvuo – Kupiškis	20	8,7	20	6,4
47	Žeimena – Kaltanėnai	13	7,3	4	2,3
61	Milupė – Stoškai	11	10,7	10	5

201 iki 300 cm – taip pat 9 stotyse; nuo 101 iki 200 cm – dar 30 vandens matavimo stočių (3 lentelė). Likusiose 32 stotyse ledo sangrūdų patvanka neviršijo 100 cm.

Didžiausias vidutinis patvankos aukštis būdingas didesnėms upėms (3 lentelė). Didesnis kaip 200 cm patvankos aukštis fiksuojamas tik vienintelėje vandens matavimo stotyje – Nemune ties Birštonu. Šioje stotyje visos sangrūdos susidarė nuledėjimo metu, kurioms yra būdingi aukštesni vandens lygiai nei susiformuojančioms užšalimo metu. Nuo 100 iki 200 cm vidutinis patvankos aukštis nustatytas 9 vandens matavimo stotyse: Nemune ties Nemažiais, Smalininkais, Darsūniškiu, Druskininkais, Seredžiumi, Nemuno atšakoje Rusnė ties Lazdėnais, Jūroje ties Taurage, Šešuvyje ties Skirgailiais ir Šešupėje ties Kudirkos Naumiesčiu. Šiose upėse aukštesnį vandens lygį sangrūdų metu gali lemti ne tik didesnis upių vandeningumas ir gebėjimas gabenti storesnes ledo lytis, bet ir ledo sangrūdų tipas. Šiose upėse taip pat nemaža sangrūdų dalis (30–75 %) susidaro nuledėjimo metu, kurioms būdingi aukštesni vandens lygiai. Šešuvyje ties Skirgailiais (3 lentelė) aukštos patvankos gali susidaryti dėl didelių upės vagos nuolydžių ir staiga kylančių potvynių bei siauro ir gilaus slėnio (Kilkus, Stonevičius, 2012).

Mažesnis patvankos dydis (50–100 cm) sangrūdų metu vyrauja daugiausia vidutinėse Lietuvos upėse, kuriose taip pat nemažą dalį 20–30 % sudaro sangrūdos, besiformuojančios nuledėjimo metu. Mažiausios ledo sangrūdų sukeltos patvankos (<50 cm) vyrauja nedidelėse upėse, kuriose didelę dalį (>80 %) sudaro sangrūdos, susiformuojančios užšalimo metu.

Didžiausias vidutinis vandens lygio kilimo intensyvumas sangrūdų metu nustatytas Nemune ties Birštonu – 103,6 cm/parą, o didžiausias maksimalus vandens lygio kilimo intensyvumas užfiksuotas Jūroje ties Taurage – 515 cm/parą (3 lentelė). Didesnis nei 50 cm/parą vidutinis vandens lygio kilimo intensyvumas sangrūdos metu vyrauja Jūroje ties Taurage, Mituvoje ties Žindaičiais ir Šešuvyje ties Skirgailiais. Minėtoms upėms būdingas didelis nuolydis ir aukšti potvyniai bei poplūdziai, todėl tikėtina, kad tai gali būti viena iš svarbiausių priežasčių, lemiančių intensyvų vandens lygio kilimą sangrūdų metu. Šiose vandens matavimo stotyse su nuledėjimu ir pavasario potvynio pradžia siejama daugiau nei pusė visų užfiksuotų sangrūdų.

IŠVADOS

1. Lietuvos upėse užšalimo metu susidarančių sangrūdų vidutinė trukmė yra ilgesnė, o vandens lygio kilimo greitis ir sukeliama patvanka yra mažesni nei sangrūdų, susiformuojančių nuledėjimo metu.

2. Didžiausiu ledo sangrūdų dažnumu pasižymi Neris ir Nemuno vidurupis bei kai kurios mažesnės Pietryčių Lietuvos upės, kurių stotyse užfiksuojama vidutiniškai nuo 1,9 iki 2,7 sangrūdų per metus. Mažiau ledo sangrūdų pasikartoja Vidurio ir Šiaurės Lietuvos upėse, kurių vandens matavimo stotyse nustatoma nuo 1,1 iki 1,8 sangrūdų per metus. Mažiausia sangrūdų – Vakarų Lietuvos upėse. Jų vandens matavimo stotyse sangrūdos susidaro ne kiekvienais metais.

3. Sangrūdų trukmė priklauso nuo upės vagos ir baseino morfometrinių rodiklių bei nuo nuotėkio režimo, tačiau jos pasiskirstymas Lietuvos upėse turi ir regioninių savitumų. Vidutinė sangrūdų trukmė didėja einant iš vakarų į rytus.

4. 1960–2010 m. tik dešimtyje iš visų tirtų vandens matavimo stočių vidutinis ledo sangrūdų sukeltas patvankos aukštis buvo didesnis už 100 cm. Didesnis kaip 200 cm vidutinis patvankos aukštis buvo tik Nemune ties Birštonu.

5. Didžiausias vidutinis vandens lygio kilimo intensyvumas sangrūdų metu yra Nemune ties Birštonu – 103,6 cm/parą. Didesnis nei 50 cm vidutinis vandens lygio kilimo intensyvumas vyrauja ir Jūroje ties Taurage, Mituvoje ties Žindaičiais bei Šešuvyje ties Skirgailiais. Intensyvų vandens lygio kilimą sangrūdų metu gali nulemti šioms upėms būdingas didelis nuolydis, aukšti potvyniai bei poplūdziai. Didžiausias vandens lygio kilimo intensyvumas 1960–2010 m. buvo Jūroje ties Taurage – net 515 cm per parą.

Gauta 2012 11 07

Priimta 2012 12 05

LITERATŪRA

1. Bezuglovas A. 1958. Nemuno upės sangrūdiniai užliejimai ir Kauno HES statyba. *Geografinis metraštis*. 1: 221–227.
2. Basalykas A. 1958. *Lietuvos TSR fizinė geografiija*. T. 1. Vilnius: valstybinė politinės ir mokslinės literatūros leidykla.
3. Beltaos S. (Ed.). 1995. *River Ice Jams*. Water Resources Publications. Littleton, Colo.

4. Beltaos S. 2000. Advances in river ice hydrology. *Hydrological Processes*. 14: 1613–1625.
5. Beltaos S. 2003. Threshold between mechanical and thermal breakup of river ice cover. *Journal of Cold Regions Science and Technology*. 37(1): 1–13.
6. Beltaos S. (Ed.) 2007b. Ice Breakup in Rivers. *Water Resources Publications*. Littleton, Colo.
7. Beltaos S. 2008. Progress in the study and management of river ice jams. *Journal of Cold Regions Science and Technology*. 51(1): 2–19.
8. Beltaos S. 2010. Assessing ice-jam flood risk: Methodology and limitations. *20th IAHR International Symposium on Ice*, Lahti, Finland, June 14–17, 2010. Available in CD format; paper No. 036.
9. Beltaos S. 2010. Internal strength properties of river ice jams. *Journal of Cold Regions Science and Technology*. 62: 83–91.
10. Beltaos S. 2011. Alternative method for synthetic frequency analysis of breakup-jam floods. *CGU HS Committee on river ice processes and environment*, Winnipeg, Manitoba, September 18–22.
11. Buzin V. A. 2009. Formation factors and forecast ice dams on rivers of the North of the European territory of Russia. *Russian Meteorology and Hidrology*. 35(4): 272–280.
12. Ettema R. 2007. Information needs when estimating ice jam floods and ice runs. *NATO Science Series: IV: Earth and Environmental Sciences*. 78(1): 285–298.
13. Habazov J. D. 1970. Pavojingi hidrologiniai reiškiniai Lietuvos TSR teritorijoje ir RSFSR Kaliningrado srityje. *Hidrometeorologiniai straipsniai*. 3: 109–116.
14. Healy D., Hicks F. 2007. Experimental study of ice jam thickening under dynamic flow conditions. *ASCE Journal of Cold Regions Engineering*. 21(3): 72–91.
15. Januškis V., Sabaliauskas J. 1971. Kai kurios Nemuno žemupio potvynio ypatybės ir pasekmės. *Hidrometeorologiniai straipsniai*. 4: 43–51.
16. Kalinin V. G. 2008. Study of spatial distribution and occurrence frequency of ice jams in privers of the Voitskins reservoir catchment. *Russian Hydrology and Meteorology*. 33(12): 819–822.
17. Kilkus K., Stonevičius E. 2012. *Lietuvos vandenių geografija*. Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla.
18. Kilmjaninov V. 2007. Hydrological conditions for actions on prevention of ice flooding on the Lena river. *NATO Science Series: IV: Earth and Environmental Sciences*. 1, Volume 78, *Extreme Hydrological Events: New Concepts for Security*, PART 3: 279–284.
19. Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba. *Hidrologijos metraštis 1960–2010*. Vilnius.
20. Rainys A. 1977. Pavasario potvynių hidrologiniai tyrimai Nemuno deltoje. Vilnius. 47–58.
21. Massie D. D., White K. D., Daly S. F. 2002. Application of neural network to predict ice jam occurrence. *Cold Regions Science and Technology*. 35: 115–122.
22. Morse B., Hicks F. 2005. Advances in river ice hydrology. *Journal of Hydrologic Processes*. 19(1): 247–263.
23. Odnikov V. I. 2010. Modeling the destruction of ice jam. *Journal of Applied Mechanics and Technical Physics*. 51(1): 93–98.
24. Pagneux E., Gísladóttir G., Jónsdóttir S. 2011. Public perception of flood hazard and flood risk in Iceland: a case study in a watershed prone to ice-jam floods. *Natural Hazards and Earth System Science*. 58(1): 269–287.
25. Rainys A. 1973. Pavasariinių potvynių vandens lygių dinamika Nemuno deltoje. *Hidrometeorologiniai straipsniai*. 6: 27–37.
26. Rainys A. 1974. Kai kurie Nemuno deltos ledo režimo bruožai. *Hidrometeorologiniai straipsniai*. 7: 5–13.
27. Turutin B. F., Matyushenko A. I. 2001. Formation factors and forecast of ice dams on rivers of the north of the European territory of Russia. *Water Resources*. 28(2), 272–280.
28. White K. D., Tuthill A. M., Furman L. 2007. Studies of ice jam flooding in the united states. *Extreme Hydrological Events: New Concepts for Security*. 255–268.
29. World Meteorological Organisation. 2009. *Guide to hydrological practices*. Sixth edition. WMO-No. 168. Geneva.

Tomas Glavickas, Edvinas Stonevičius

THE DISTRIBUTION OF ICE JAMS IN LITHUANIA AND THEIR EFFECT ON WATER LEVEL

S u m m a r y

This work aims to analyze ice jams and water level lift during ice jams in Lithuanian rivers. This analysis has much larger spatial extent than the previous studies. The data of 120 hydrological stations was used for the analysis. During 1960–2010 **there was the largest number of ice phenomena monitoring hydrological stations.** In 1959 Kaunas hydropower plant started its operation and it had a large impact on ice regime in lower reaches of Nemunas river. Consequently, the 1960–2010 period was chosen for analysis.

The average duration of ice jams, water level lift and the ratio of water level increase during ice jams were calculated at each hydrological station. The water level lift during ice jam was represented as the difference of water level at the beginning of ice jam and the maximal water level during ice jam. In this work, the ice jams were divided into freeze up and break up jams. More than 90% of all ice jams were formed during freeze up period and only one tenth of all cases were formed during ice cover

break up. Freeze up ice jams usually have longer duration, lower rate and magnitude of water level than the break up ice jams.

The largest frequency of ice jams (1.9–2.7 ice jams per year) were in Nemunas, Neris, and some south-eastern rivers of Lithuania. The smallest frequency of ice jams is in the rivers of western Lithuania (less than one jam per year).

Only in Žeimena, Merkys and Šventoji the average duration of the ice jams is almost ten days. The shortest ice jam duration is in western Lithuania. The highest average water level lift during the ice jams is in sections of rivers with narrow valleys. The highest magnitude of daily water level during ice jam was observed in Šešuvis near Skirgailiai – 541 cm. The lowest water levels are usually found in smaller rivers and in the upper reaches of large rivers.

The average rate of water level lift in hydrological stations agrees well with the magnitude of lift in these stations – the ratio of lift is large in the hydrological stations where the magnitude of lift is also large.

Key words: ice jam, Lithuanian rivers, ice jam duration, water level lift