
Lietuvos upių hidroenergijos išteklių geografijos aspektai ir panaudojimas

**Brunonas Gailiušis,
Jonas Jablonskis**

*Lietuvos energetikos institutas,
Hidrologijos laboratorija,
Breslaujos g. 3,
LT-3035 Kaunas*

Parodytas hidroenergetikos vaidmuo šalies energetikos ūkyje. 1991–2000 m. Kauno HE su mažosiomis hidroelektrinėmis (HE) kasmet pagamindavo vidutiniškai po 1,15–4,51% šalies elektros energijos, o palyginus su galutinėmis elektros reikmėmis, – 2,85–6,93%. Atsižvelgus į tai, kad 2000 m. šalies elektros energijai gaminti sunaudota 36,1% visų energijos išteklių, hidroenergetikos indėlis išties menkas.

Nepaisant to, hidroenergija reikšminga kaip vietinės, atsinaujinančios, labai švarios energijos šaltinis. Jis su kitais atsinaujinančios energijos šaltiniais (mediena, buitinės atliekos, vėjo energija ir kt.) šalies energijos balanse 2010 m. gali sudaryti ne mažiau kaip 12%.

Pastaraisiais metais mažosios hidroenergetikos plėtra išties išpūdinga. 1994 m. buvo tik 10 (bendra galia – 5,0 tūkst. kW) mažųjų HE, kurios pagamino 13,2 mln. kWh elektros energijos, tuo tarpu 2001 m. – 42 (12,6 tūkst. kW), pagaminta 41,0 mln. kWh elektros energijos, kuri sudarė jau 0,64% galutinių elektros reikmių. 2002 m. pabaigoje užregistruota 50-oji mažoji HE. Tokiai sparčiai HE plėtrai turėjo reikšmės keli Vyriausybės ir Aplinkos ministerijos palankūs hidroenergetikos plėtrai nutarimai, aktyvi Hidroenergetikų draugijos veikla, asmenų suinteresuotumas plėsti šią ūkio šaką.

Nuo šių metų padėtis blogėja, nes efektyvūs tvenkiniai jau panaudoti hidroenergetikos plėtrai, beliko smulkūs tvenkiniai ir išgriuvę hidrotechnikos kompleksai, o Aplinkos ministerija, siekdama pagerinti palankias žuvų reprodukcijos, migracijos bei gyvenimo sąlygas, uždraudė tvenkti 147 šalies didžiąsias upes ar jų dalis, pateikdama alternatyvų sąrašą 108 tvenkinių, prie kurių galima statyti mažąsias HE. Šis įsakymas (Žin. 2003. Nr. 19-835) labai nepalankus mažosios hidroenergetikos plėtrai, nes jame išvardytos ir tvenkti uždraustos beveik visos hidroenergijos požiūriu efektyviausios upės. Susidariusi nenormali padėtis gvildinama straipsnyje.

Be to, atsižvelgus į gamtos sąlygas, straipsnyje parodyta, kuriose šalies teritorijos dalyse racionalu plėtoti hidroenergetiką. Tai Žemaičių aukštumos pašlaitės, kuriose daugiausiai iškrenta kritulių, nemaži upių nuolydžiai, didelis upių vandeningumas, ir Pietryčių Lietuvos upės, kur dėl palankių vietinių fizinių geografinių sąlygų paplitimo didesnis upių nuotėkis, o režimas lygesnis per metus.

Raktažodžiai: upės, hidroenergija, hidroelektrinė, tvenkiniai, galia

1. ĮVADAS

Hidroenergetika – šalies energetikos ūkio dalis. Pripažintina, kad jos vaidmuo energetikos (elektros) ūkiui nėra lemiamas. Formaliai tai – tik lašas energetikos jūroje (1 lent.) [1]. Mažųjų HE plėtros tempai gana spartūs: 1994 m. 10 HE galia 4,9 tūkst. kW, gamyba 13,2 mln. kWh, o 2001 m. – 41 HE, galia 12,6 tūkst. kW, gamyba 41,0 mln. kWh. Visos mažosios HE kartu su Kauno HE per dešimtmetį pagamino vidutiniškai po 2,28% šalies elektros energijos kasmet. Šis dydis kito nuo 1,15% 1991 m. iki 4,51% 1994 m., o palyginti su galutinėmis elektros

reikmėmis (1 lent.), – nuo 2,85 iki 6,93% tais pačiais metais, mažųjų HE – nuo 0,10% 1991 m. iki 0,64% 2001 m.

Nors hidroenergijos vaidmuo šalies energetikoje labai menkas, tačiau ji turi reikšmės kaip vietinės, atsinaujinančios, labai švarios energijos šaltinis. Vietinės atsinaujinančios energijos šaltiniai yra menki arba sunkiai praktiškai panaudojami, tačiau Europos Sąjungos šalys iš šių šaltinių raginamos tenkinti ne mažiau kaip 12% šalies energijos poreikių. Iš jų gaunamos energijos prieaugis sudarytų ne mažiau kaip 22,1%. Tokio dydžio užduotys skirtos ir Lietuvai. Jas įvykdyti nebus lengva, nes elektros energijai

1 lentelė. Hidroenergetika šalies elektros gamybos kontekste

Hidroelektrinės	Rodiklis	Metai											
		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Mažosios HE:													
skaičius	n	12	12	12	10	10	13	12	17	20	25	33	42
galia P	tūkst. kW	5,52	5,52	5,52	5,34	4,93	5,38	5,30	7,14	7,44	8,54	11,86	12,62
gamyba E	mln. kWh	18,4	12,3	11,5	11,9	13,2	15,8	10,0	17,2	26,2	25,2	26,6	41,0
Nuo bendrosios elektros gamybos	%	0,065	0,042	0,061	0,084	0,132	0,114	0,060	0,116	0,149	0,186	0,233	0,278
Nuo galutinių elektros reikmių	%	0,153	0,103	0,125	0,178	0,203	0,249	1,53	0,255	0,388	0,385	0,429	0,635
Kauno HE:													
galia P	tūkst. kW	100,8											100,8
gamyba E	mln. kWh	395,5	326,0	299,7	381,1	438,3	357,0	315,0	277,0	391,0	388,0	313,0	285,0
Visos hidroelektrinės:													
gamyba E	mln. kWh	413,9	338,3	311,2	393,0	451,5	372,8	325,0	294,2	417,2	413,2	339,2	326,0
Nuo bendrosios elektros gamybos	%	1,46	1,15	1,66	2,78	4,51	2,68	1,94	1,98	2,37	3,05	2,97	2,21
Nuo galutinių elektros reikmių	%	3,45	2,85	3,39	5,87	6,93	5,87	4,99	4,37	6,18	6,32	5,47	5,06
Kruonio HAE:													
gamyba E	mln. kWh			159	187	266	378	548	474	478	447	304	375
užkrova E ₁	mln. kWh			225	263	372	517	748	647	654	615	426	517
Bendroji elektros gamyba šalyje E													
Galutinės elektros reikmės	GWh	28405	29363	18707	14122	10021	13898	16789	14861	17631	13535	11425	14737
	GWh	12013	11890	9172	6692	6512	6354	6516	6736	6753	6543	6197	6447

gaminti šalyje sunaudojama 38,4% (1999 m.), 36,1% (2000 m.) visos energijos išteklių [1]. Todėl manoma tai pasiekti vykdant taupymo programas, ypač buitinių atliekų ir vėjo energijos dėka, nededant didelių vilčių į hidroenergetikos plėtrą. Susidaro išpūdis, kad kai kurios institucijos, prisidengdamos gamtos apsaugos šydu, ne tik nesiekia hidroenergetikos plėtos, bet dargi iš esmės ją stabdo, drausdamos panaudoti hidroenergijos požiūriu efektyviausias upes arba tam tikrus jų ruožus. Suprantama, gamtos apsauga yra valstybinės svarbos reikalas, tačiau taip pat svarbu racionaliai ir kompleksiskai naudoti visus šalies gamtos, tarp jų ir vandens išteklius, pagal galimybę, kaip numatyta įstatymuose, tenkinant visus vandens naudotojus ir vartotojus.

2. TVENKINIAI IR HIDROENERGETIKA

Hidroelektrinei pastatyti arba vandeniui paimti reikia užtventkti upę ar ežerą. Tvenkinių paskirtis – kaupti vandenį, sudaryti slėgį, garantuoti tolygų vandens tiekimą vartotojams.

Lietuvoje palyginti daug tvenkinių ir tvenkinėlių. Nustatyta [2], kad pagal Tvenkinių katalogo [3] ir

kitus turimus duomenis tvenkinių, didesnių nei 5 ha, yra apie 430, nuo 5 iki 0,5 ha – apie 700, tad iš viso upinių tvenkinių daugiau kaip 1100 (vandens paviršiaus plotas 244 km²), be to, yra 81 užtventkas ežeras (bendras vandens paviršiaus plotas 227 km²). Duomenų apie mažesnius tvenkinius nepaskelbta, tačiau jie įvardyti oficialiame upių ir tvenkinių klasiifikatoriuje [4].

Dauguma didesnių tvenkinių naudojami energetikos ir hidroenergetikos tikslams, aprūpinant vandeniu kai kuriuos miestus, prie jų poilsiauja žmonės ir kt. Dauguma tvenkinių turi šeiminingus, išnuomojami ir sėkmingai eksploatuojami, tačiau daug (per 250) tvenkinių, ypač skirtų žemės ūkio tikslams, neteko tikslinės paskirties. Sprendžiant šią problemą Vyriausybė 1995 m. liepos 5 d. priėmė nutarimą Nr. 932 „Dėl žemės ūkio paskirties hidrotechnikos kompleksų panaudojimo mažosioms hidroelektrinėms įrengti“ [5]. Tai pirmasis dokumentas siekiant tikslingai panaudoti valstybės žinioje esančius hidrotechnikos kompleksus (tvenkinys, hidrotechnikos bei kiti statiniai) ne privatizuojant, bet išnuomojant. Savininkų funkcijos pavedamos apskričių valdytojams, o steigiant įmones šiems hidrotechnikos kompleksams nau-

doti, viena steigėjų privalo būti valstybė. Tuo nutarimu buvo patvirtintos mažosioms HE įrengti sąlygos ir tvarka. Žinoma, HE statytojus išdėstyta tvarka tenkino tik iš dalies. Pavyzdžiui, statytojų netenkino per didelis kasmetinis nuomos mokestis, neapibrėžti suinteresuotųjų santykiai įrengiant ir eksploatuojant mažąsias HE ir kt. Todėl Lietuvos hidroenergetikos draugija, aktyviai dalyvaujant jos nariams, parengė, suderino ir Vyriausybei pateikė naują, tobulesnę, dokumentą. 1998 m. rugpjūčio 5 d. Vyriausybė priėmė nutarimą Nr. 1006 „Dėl žemės ūkio paskirties hidrotechnikos kompleksų naudojimo hidroenergetikai“ [6], o ankstesnis [5] dokumentas neteko galios. Jame išsamiai apibrėžta valstybei priklausančių žemės ūkio paskirties hidrotechnikos kompleksų, kurių tvenkiniai priskirti valstybinės reikšmės vandens telkiniams arba yra potencialiai pavojinga nuomos hidrotechnikos plėtrai tvarka ir sąlygos. Tačiau nutarime pažymėta, kad vandens telkiniai energetikai naudojami Lietuvos Respublikos vandens įstatymo nustatyta tvarka.

Patobulinta tvarka skatino mažųjų HE statybą, jų skaičius didėjo. Tačiau tai nelabai tenkino aplinkos apsaugos specialistus, kurie bijojo, kad hidroelektrinės neįsiterptų į draustinius, parkus ir kitas saugomas teritorijas. Remdamasis Lietuvos Respublikos Aplinkos apsaugos, Saugomų teritorijų, Vandens ir kt. įstatymais, aplinkos ministras sukonkretino, kur draudžiama statyti ar atstatyti užtvankas. Tai įtvirtinta 1999 m. gruodžio 21 d. ministro įsakymu Nr. 411 [7]. Žinoma, konkretumas sveikintinas, nes paaiškėjo, kurios šalies upės, tekančios per saugomas teritorijas, nebus tvenkiamos. Teigiama galima vertinti pateiktus pasiūlymus, prie kurių tvenkinių (iš viso 140) pirmiausia galima statyti ar kurias mažąsias hidroelektrines atstatyti. Išanalizavus šį dokumentą, susidarė įspūdis, kad, neliečiant per draustinių ir kitas saugomas teritorijas tekančių upių, kitas upes, laikantis teisės aktų ir atlikus HE poveikio aplinkai vertinimą, galima tvenkti.

Šis ir kiti pateikti dokumentai turėjo teigiamos reikšmės hidroenergetikos plėtrai. Nuo 1999 iki 2003 m. pradžios prie esamų tvenkinių, sugriautų ar apgriuvusių hidroenerginių likučių pastatytos 25 naujos HE, t. y. jų skaičius per trejus metus padvigubėjo. Vien 2002 m. pastatytos 7 HE.

3. HIDROENERGIJA IR ŽUVŲ IŠTEKLIŲ APSAUGA

Tačiau „gerų“ tvenkinių skaičius greitai tirpo, vertinimų nenaudojamų tvenkinių sumažėjo, o pageidaujančių hidroenergines statyti savomis lėšomis atsiranda, todėl norėta išsiaiškinti tolimesnės hidroenergetikos plėtros būtinumą ir galimybes. Šis klausimas, dalyvau-

jant suinteresuotų institucijų atstovams, apsvaistytas 2001 m. balandžio 29 d. Seimo Aplinkos apsaugos komitete, kuris pasiūlė ieškoti galimybių šiai plėtrai ir apie tai informuoti Komitetą. Esama ir iš dalies nusišlovėjusi tvarka tenkino hidroenergetikus. Toliau tirtos upės ir jų ruožai, kur būtų galima įrengti hidroelektrines nepažeidžiant aplinkosaugos reikalavimų. Tačiau aplinkosaugos, ekologijos darbuotojai ir specialistai minėtą Komiteto siūlymą susitarti dėl hidroenergetikos plėtros panaudojo saviems tikslams. Jų iniciatyva nuo hidroenergetikos plėtros pereita prie žuvininkystės plėtros programos pateikimo. Aplinkos ministerijos Hidrotechnikos darbų aplinkosaugos problemų nagrinėjimo komisijos posėdžiui (2002 03 19) aplinkos ministras pasiūlė išnagrinėti saugomų ir globojamų žuvų rūšių migracijos kelių reglamentavimą ir pateikė įsakymo projektą. Po to Aplinkos ministerija surengė (2002 09 10) konferenciją hidroelektrinių statybos aplinkosauginėms problemoms aptarti, kurioje pasiūlė 146 upes ištisai ar jų dalis, dažniausiai žemupius iki užtvankų, paskelbti migruojančių žuvų keliais, uždraudžiant naujų užtvankų statybą. Siūlymo projekte išvardintos upės ir jų ruožai, kuriuose numatoma sudaryti palankias sąlygas migruojančioms žuvis. Svarstant buvo pareikšta įvairių nuomonių ir sąrašui iš esmės nepritarta. Migracijos kelių sąraše 147 upės, tarp jų 75 upės reikšmingos hidroenergetikos plėtros požiūriu. Iš tikrųjų neatsižvelgta į Seimo Aplinkos apsaugos komiteto siūlymą, nes Aplinkos ministerija įtraukė esminių siūlymų dėl jos apribojimo, kuris nebuvo pateiktas svarstant šį klausimą Komitete. Jie iš esmės žlugdo hidroenergetikos plėtrą.

2002 m. gruodžio 17 d. Vyriausybės strateginio planavimo komitetui pritarus aplinkos ir žemės ūkio ministrai 2003 m. sausio 16 d. pasirašė įsakymą Nr. 27/3D-13 „Dėl aplinkosaugos reikalavimų nustatymo saugomų ir globojamų žuvų rūšių migracijos keliuose“, kuriame pripažino netekusį galios ankstesnį įsakymą [7].

Šiuo metu atlikti skaičiavimai, kokios galimybės hidroenergetikos plėtrai be aplinkosaugos apribojimų bei juos įvertinus (saugomos teritorijos pagal [7]) ir papildoma upių hidroenergijos netektis dėl migruojančių žuvų kelių sudarymo. Tyrimo išvados pateiktos užsakovams.

Įteisinus tokį drastišką siūlymą (Žin. 2003. Nr. 19-835), liko labai mažai upių ruožų (87 ruožai 65 upėse) hidroenergetikos plėtrai, išskyrus dar kai kuriuos mažai efektyvius tvenkinius ir apgriuvusius hidrotechnikos statinius, daugiausiai buvusius malūnus ant mažų upių. Jų 108. Prie jų būtų galima įrengti apie 4,7 tūkst. kW galios HE. Imant bendrai, tai teisiškai aprobuotos galimos HE.

Žinoma, hidroenergetikos plėtra panaudojant vien neefektyvius tvenkinius nėra perspektyvi. Tačiau Ap-

linkos ministerija, siekdama sumažinti arba uždrausti naujų užtvankų statybą prie nuo seno hidroenergetikai naudojamų upių, kurių daugumą numato skirti migruojančių žuvų keliams (147 upės), primygtinai siūlo hidroenergetikos plėtrai naudoti tvenkinius nežinant, kas tai per tvenkiniai. Atsirado ne naujų tvenkinių statybos, bet esamų tvenkinių ir tvenkinėlių panaudojimo problema.

Dar 1996 m. tyrėme visus 415 šalies tvenkinius, kurių plotas didesnis kaip 5 ha [8]. Juose sukaupto vandens reali techninė potencinė galia ($P = 8QH \text{ kW}$) yra apie 18 tūkst. kW. Paaiškėjo, kad nors apie pusė tvenkinių turi 5–10 m patvanką, tačiau per du trečdalius tvenkinių teka mažiau nei po $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ vandens ir kiekvienas gali generuoti mažiau nei 20 kW galią. Suradome 36 tvenkinius (9%), kurių kiekvieno $P > 100 \text{ kW}$, 100–50 kW galios – 30 (7%). Šių 66 tvenkinių bendra galia 13,7 tūkst. kW.

Matyti, kad dauguma tvenkinių dėl mažos vandens prietakos nenaudotini hidroenergetikos plėtrai, nes tai iš esmės „sausieji“ tvenkiniai. Taigi bręsta problema: ar beatodairiškai plėtoti upių žuvininkystę, kaip svarbiausią ūkio šaką, uždraudžiant naudoti didžiausias šalies upes kitiems tikslams, ar laikytis kompleksinio principo naudojant upių vandens išteklius visoms ūkio šakoms, įskaitant ir hidroenergetiką, nes yra upių ir jose esančių vagų ruožų, kuriuos galima ir reikia efektyviai panaudoti ribotai hidroenergetikos plėtrai.

Kol kas nugalėjo pirmasis požiūris. Vėlgi negalima visas upes panaudoti hidroenergetikos tikslams; jas būtina panaudoti racionaliai, nedarant žalos gamtai.

Šio darbo tikslas yra ne pateikti duomenis apie konkrečioje upėje glūdinčius energijos išteklius, bet pažvelgti į juos iš geografijos pozicijų, gamtos dėsnių mums teikiamų nuostatų. Po to, kai daugumą energetiniu požiūriu efektyvių upių buvo nutarta skirti saugomų ir globojamų žuvų rūšių migracijos keliams, kur draudžiama hidroelektrinių ir užtvankų statyba, labai sumažėjo hidroenergetikos plėtros galimybė. Tačiau hidroenergetikos plėtrai dar šis tas liko. Plačiau pradėta kalbėti apie tolimesnį Nemuno hidroenergijos panaudojimą.

4. ŠALIES FIZINIAI GEOGRAFINIAI VEIKSNIAI IR HIDROENERGETIKA

Kraštovaizdis – visa tai, ką matome aplink save ant žemės paviršiaus, o žemės paviršius – geologinių struktūrų ir atmosferos sąveikos rezultatas arba vietinių fizinių geografinių ir klimato veiksnių sąveikos pasekmė. Labai apibendrintai galima teigti ir apie hidroenergiją, kaip vietinių fizinių geografinių žemės paviršiaus veiksnių (upės nuolydžio) ir klimato veiksnių (upės nuotėkio) sąveikos rezultata. Teoriškai tai išreiškiama Bernulio vandens energijos lygtimi, kuri,

atmetus nereikšmingas vandens greičio, slėgio ir slėgio energijas, tampa paprasta dviejų kintamųjų Q ir H sandauga:

$$P = 9,81 QH \text{ kW};$$

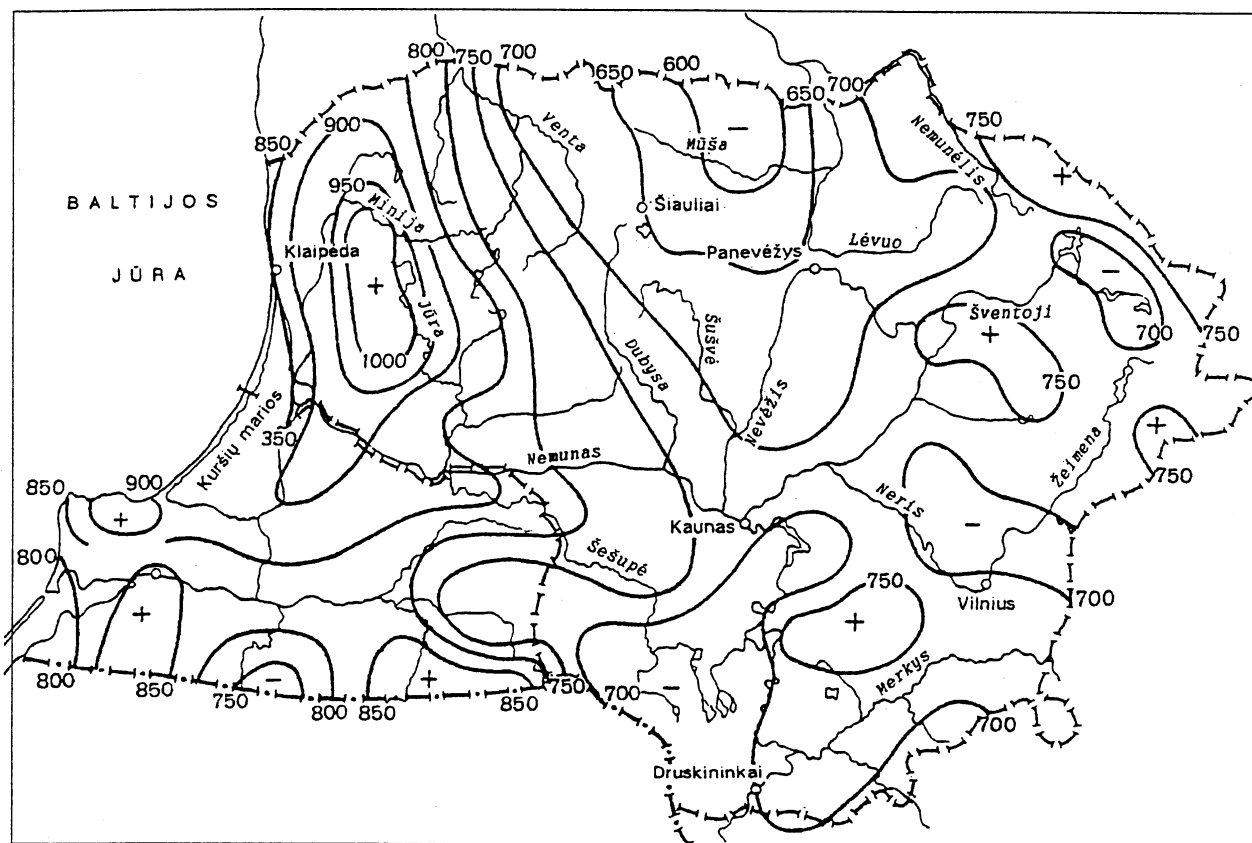
čia Q – vandens debitas (m^3/s), H – vandens lygio kritimas (m). Šia lygtimi galima apskaičiuoti potencinės sekundinės vandens energijos darbo dydį – galią P , išreikštą kilovatais. P galios atliktas darbas per laikotarpį h vadinamas hidroenergija E , nustatoma lygtimi $E = P \cdot h \text{ kWh}$. Hidroenergetikoje energijos kiekis (darbas) dažniausiai matuojamas kilovatvaldėmis (kWh).

Taigi, geografiniu gamtiniu požiūriu upių hidroenergiją ir jų išteklius sąlygoja žemės paviršiaus pobūdis (kraštovaizdis), ant jo iškritę krituliai, kurie žemės paviršiumi bei per žemės storymę patenka į upes ir formuoja jų nuotėkį. Pastarasis, sąveikaudamas su geologinėmis padermėmis, sukuria upių vagas, tų vagų nuolydžius arba kilometrinių kritimų bei kitus vagos parametrus, tinkamiausius esamam vandens kiekiui plukdyti. Laiko požiūriu upės atlieka milžinišką darbą, jo procese sunaudojamos visą vandens masės ir jo vandens kritimo generuotą mechaninę energiją. Ją utilizuoti – techninis uždavinys, kuris gali būti sprendžiamas palankiai, jei upė turi jos pakankamai, ir nepalankiai – jei ji menka. O tai sąlygoja iš esmės du parametrai – vandens kiekis Q ir jo kritimas H . Šiame straipsnyje parodoma, kad hidroenergija nėra vienoda teritorijos ir laiko požiūriais, o tai labai svarbu žinoti norint tą energiją panaudoti, pirmiausia statant hidroelektrines, kurių negalima ir neapsimoka statyti bet kur.

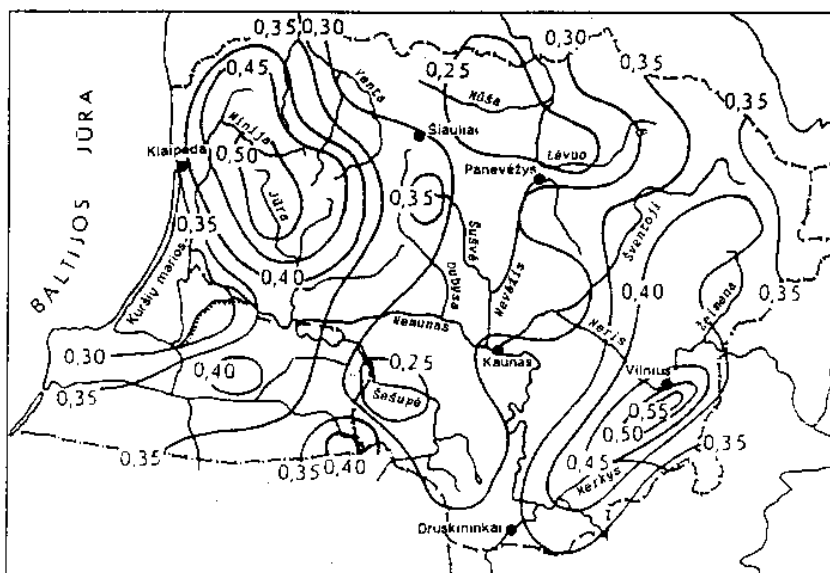
5. OROGRAFIJA, NUOLYDŽIAI, KRITULIAI IR UPIŲ NUOTĖKIS – UPIŲ HIDROENERGIJOS VEIKSNIAI

Lietuvos teritorijos paviršius glaudžiai susijęs su atnešama oro drėgme, kuri ant šio paviršiaus iškrenta kritulių pavidalo. Drėgmė atnešama išgaravusi nuo vandenyno paviršiaus. Iškritę ant sausumos krituliai susigeria į dirvožemį, papildoma požeminius vandenius, o dalis išgaruoja. Upių nuotėkis patenka į vandenyną, uždarydamas Didįjį vandens apytakos ciklą Žemės rutulyje. Šis masės ir šilumos kaitos reiškinys gamtoje vyksta nuolatos. Tai primename norėdami pabrėžti hidroenergijos kaitos reikšmę nagrinėjant mūsų klausimą.

Lietuvos reljefui būdingas šiaurės–pietų krypties aukštumų ir žemumų, kaitaliojimasis, kuris turi įtakos kritulių dydžiui, upių nuotėkiui ir pagaliau upių hidroenergetiniam potencialui. Tai galima įsitikinti iš pateikiamų hidrometeorologinių elementų pasiskirstymo šalies teritorijoje kartoschemų (1–3 pav.). Prie



1 pav. Metų kritulių kiekis mm su visomis pataisomis

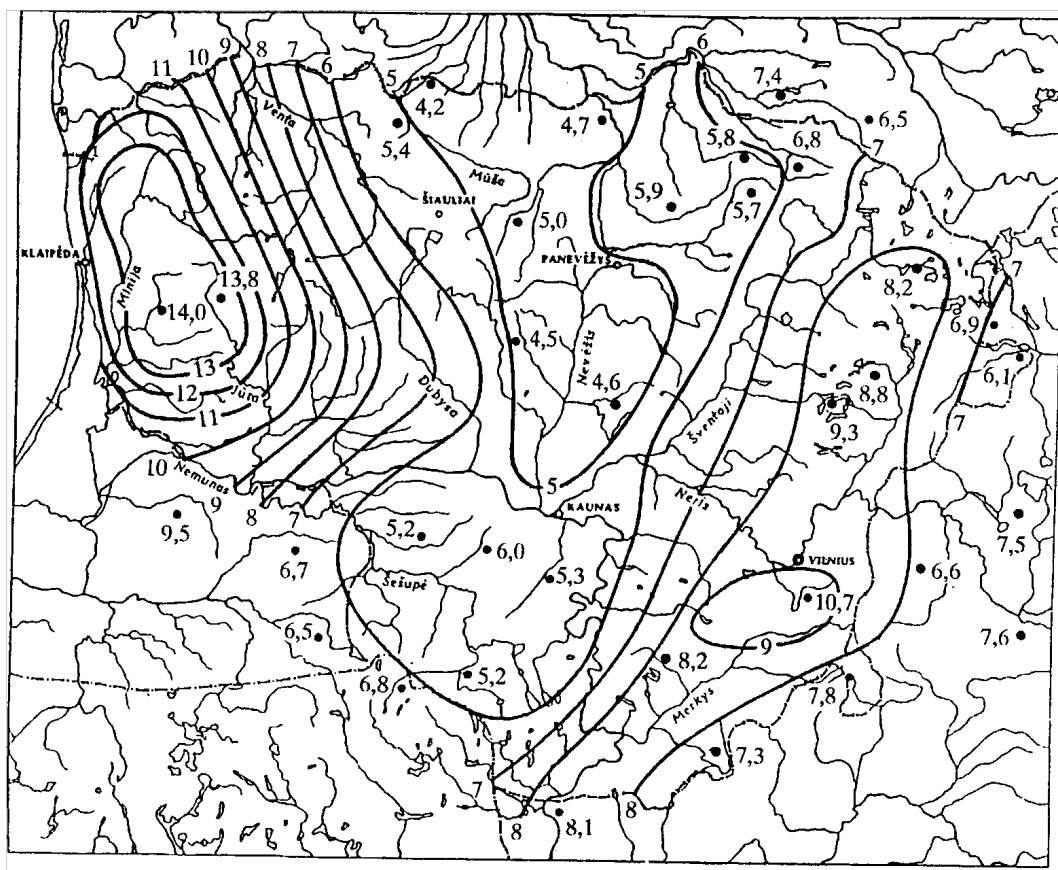


2 pav. Vidutinio daugiamečio nuotėkio koeficientas – upių nuotėkio ir kritulių santykis

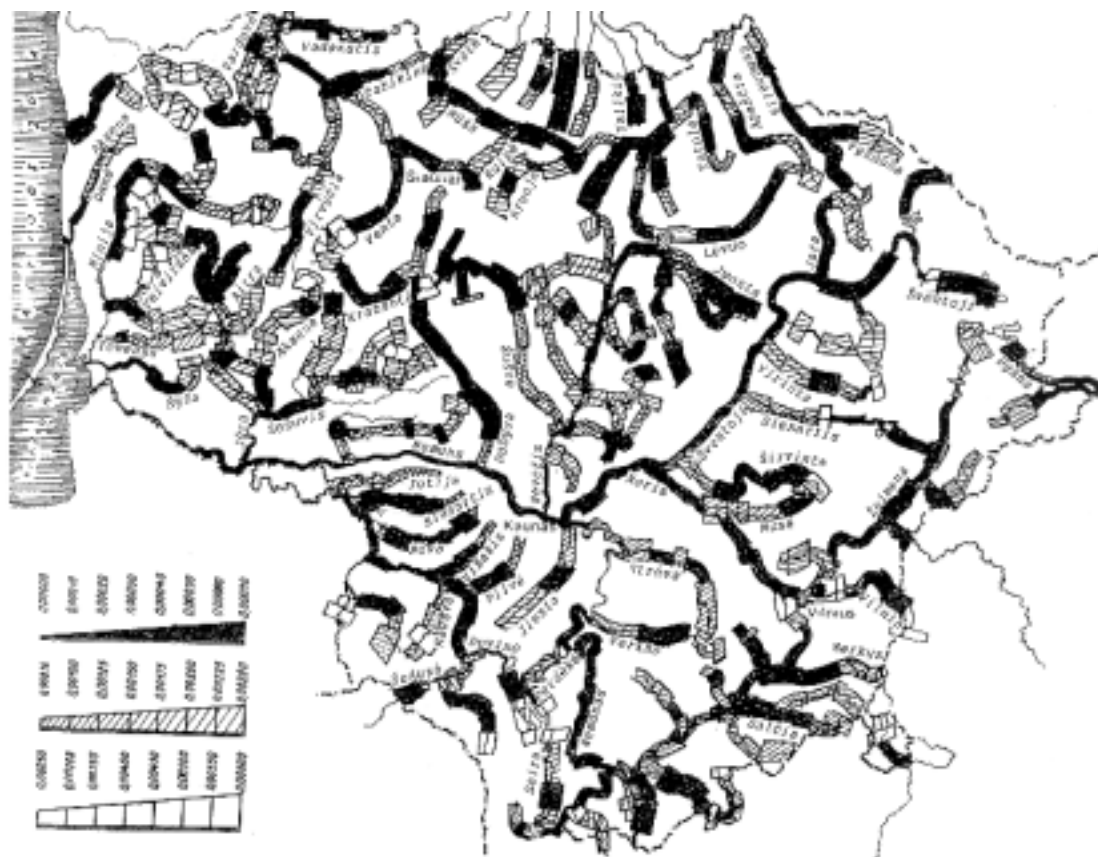
Baltijos jūros išsidėsčiusi Pajūrio žemuma, kuri perina į Žemaičių aukštumą, už jos – platoka Vidurio žemuma, kartais vadinama lyguma, dar toliau į rytus šią žemumą apjuosia gana suskaldytas Baltiškasis kalvinas, už jo – Pietryčių lyguma (smėlėtoji), o dar toliau – Baltarusijos aukštumų vakarinės pašlaitės.

Kas ypatingo matyti šiuose paveiksluose ir kokias pagrindines išvadas galima padaryti?

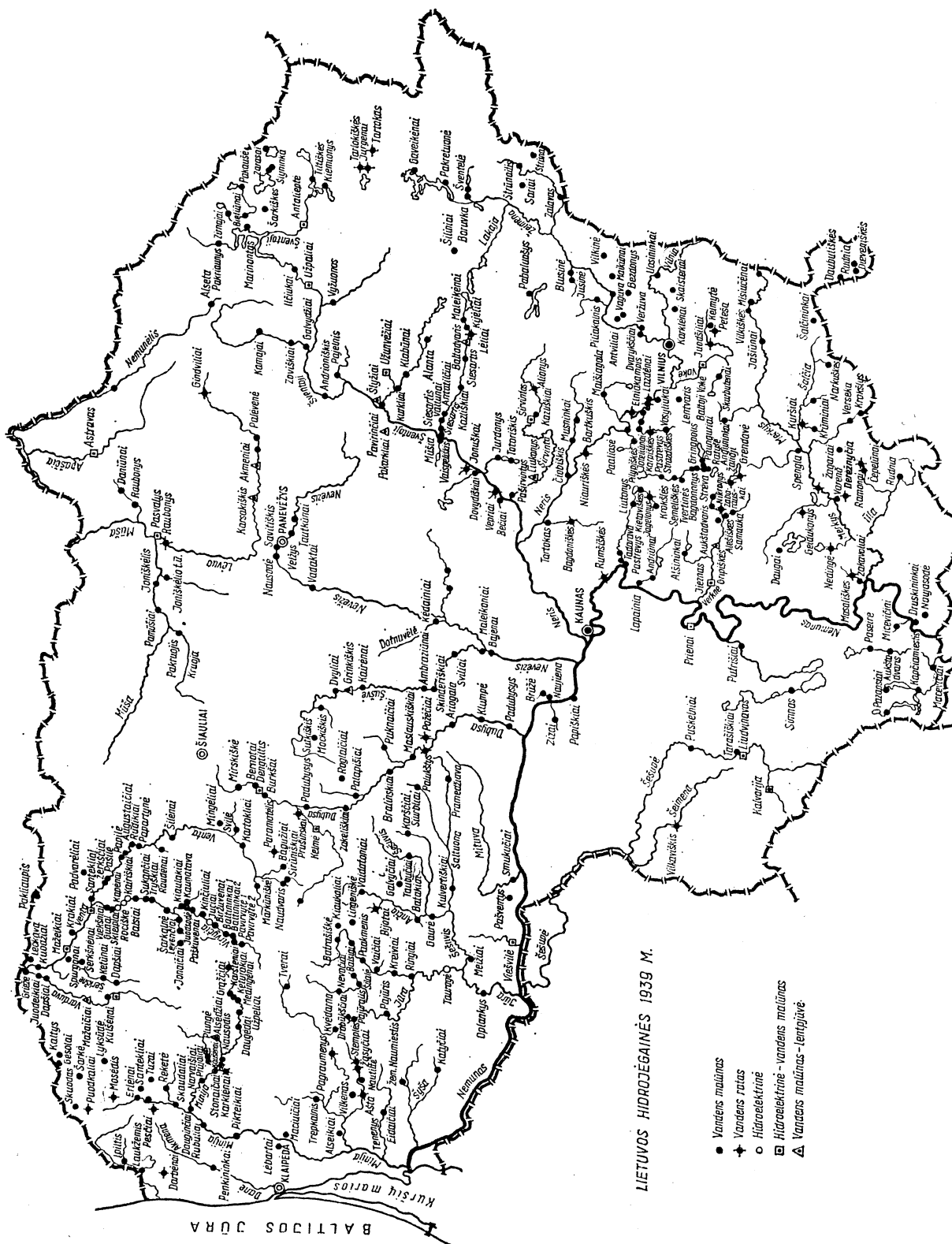
1 pav. matyti, kad Lietuvos teritorijoje daugiausia kritulių iškrenta Žemaičių aukštumos vakarinėje pašlaitėje, mažiausią jų kiekį Vidurio žemumos siaurinėje dalyje viršija beveik 2 kartus. Baltiškajame kalvyne jų iškrenta daugiau nei šalia esančioje Vidurio žemumoje, tačiau pasiskirstymas gana netaisyklingas dėl išsibarčiusių kalvų nevienalytiškumo, vandens telkinių gausos ir kt. priežasčių. Pažvelkime į 2 pav., kuriame parašduotas upių nuotėkio ir kritulių tarpusavio santykis, vadinamas nuotėkio koeficientu. Jis rodo, kiek iškritusių kritulių nuteka upėmis. Vidutiniškai 32%, arba 236 mm iš 748 mm, kritulių nuteka upėmis, o 512 mm išgaruoja. Palyginus šiuos skaičius su pateiktisiais 2 pav., matyti, kad pusė ir daugiau iškritusių kritulių nuteka Žemaičių aukštumos ir Pietryčių lygumos upėmis, o mažiau nei trečdalis – beveik visos Vidurio žemumos upėmis ir Pajūrio žemumos neplačioje juostoje. Tai sudaro maždaug pusę šalies teritorijos.



3 pav. Upių metų nuotėkio $l/s \cdot km^2$ pasiskirstymas šalies teritorijoje [2]



4 pav. Upių atskirų ruožų vidutiniai nuolydžiai S m³/m



LIETUVOS HIDROJĖGAINĖS 1939 M.

5 pav. Lietuvos hidrojągainės 1939 metais [9]

Palyginus tarpusavyje 1, 2 ir 3 pav., matyti, kad ten, kur iškreinta daugiau kritulių, daugiau jų nuteka upėmis, didesnis upių vandeningumas, o dar pridėjus prie tų paveikslų upių vandens paviršiaus nuolydžių pasiskirstymo schemą (4 pav.), be ginčų ir jokių išlygų galima konstatuoti, kad Žemaičių aukštumos ir Baltiškojo kalvyno upės savo gamtine prigimtimi kur kas vandeningesnės ir „energingesnės“ už kitas šalies upes. Tai davė gamta, taip iš tikrųjų yra. Todėl racionalu panaudoti šios teritorijos dalies upių energiją hidroenergetikoje, šiuos reikalus sprendžiant su kitomis ūkio šakomis. Taip seniau ir buvo daroma. 5 pav. parodytos 1939 m. veikusios hidroenergijos. Vėjo malūnai buvo paplitę vidurinėje Lietuvos teritorijos dalyje, nes čia upės buvo netinkamos vandens malūnams įrengti.

6. HIDROENERGIJOS VERTĖ TERITORIJOS POŽIŪRIU

Vertinant Lietuvos upių hidroenergiją ir praktinį jos panaudojimą, pažymėtina, kad Žemaičių aukštumos aukštą upių gamtinę hidroenergetinę vertę pakelia padidėjęs kritulių kiekis, didesnis upių vandeningumas, dideli aukštumos pašlaitių upių nuolydžiai. Pietryčių Lietuvos upių hidroenergetinę vertę pakelia ne tiek gausūs krituliai, kiek fizinių geografinių veiksnių (smėlio grunta, ežerai, miškai) kompleksinis poveikis upių nuotėkiui. Čia jis labiau išlygintas nei Žemaičių aukštumos upėse.

Žmogui aktyviai valdant gamtą ir naudojant jos turtus, išskyla nemaža prieštaravimų, atsiranda tikrų ir tariamų jos saugotojų. Iš tikrųjų, daug upių, ypač tekančių „nevandeningomis“ teritorijomis, perkrautos atliekomis, su kuriomis upės nebesusidoruoja. Joms reikalinga pagalba žmogaus, iš tikrųjų to žmogaus, kuris tai padarė! Tarkime, siekiant padidinti upių vandeningumą ir patogesnę vandens paėmimą, buvo įrengta, kaip minėta, daugybė tvenkinių, tačiau upių vandeningumas nepadidėjo, vandens poreikiai sumažėjo, dauguma žemės ūkio paskirties tvenkinių tapo praktiškai nebereikalingi, padidėjo vandens užterštumas juose, keliaujančioms žuvims jie užtvėrė kelius į upių upelių aukštupius, tapo joms neįveikiamomis kliūti-

mis. Tačiau tie tvenkiniai pablogino „nevandeningų“ teritorijų ekologinę būklę. Gerinant ją siūloma tuos tvenkinius panaudoti hidroenergetikoje, kai kuriuose įrengiant žuvitakius, o žuvininkystei plėtoti paimant hidroenergetikos plėtrai tinkamas kai kurias upes iš taisy ar jų dalis, ribojant jose HE statybą.

Masiškai panaudoti laisvus tvenkinius hidroenergetikos plėtrai neracionalu. Todėl, kad tie tvenkiniai ir tvenkinėliai daugiausia buvo statyti melioruojant žemes, aprūpinant vandeniu didesnius pramonės centrus, norint atskiesti užterštą vandenį, bei drėkinti intensyvios žemdirbystės rajonus. Pastarieji beveik visi plyti Vidurio žemumoje, kuri neturtinga vandens išteklių, bet pasižymi derlingomis žemėmis. Pasikeitus situacijai žemės ūkyje, šioje šalies dalyje jie tapo nebereikalingi. Jei tvenkinius ir tvenkinėlius pažymėtume žemėlapyje, pamatytume, kad dauguma jų plyti Vidurio žemumoje, kuroje iš viso neracionalu plėtoti hidroenergetiką. Užuoat šiuose tvenkiniuose plėtoti žuvininkystę, jie brukami hidroenergetikos plėtrai, negalvojant, kad bendrovės ir verslininkai prie tokių „sausų“ tvenkinių hidroelektrinių nestatys.

Hidroenergetikos plėtos požiūriu šalies teritoriją galima dalyti į dvi dalis – tai Žemaičių aukštumos pašlaitės, kuriose iškreinta daugiausiai kritulių, didžiausias šalyje upių vandeningumas, dideli upių nuolydžiai (1, 3, 4 pav.), ir Pietryčių Lietuva, kurios upės (3 pav.) su dėl palankių vietinių fizinių geografinių veiksnių įtakos (ežerai, miškai, smėlio grunta) didesniu ir labiausiai šalyje išlygintu upių nuotėkiu [10]. Čia tinkamiausia plėtoti hidroenergetiką, pirmenybę teikiant Pietryčių Lietuvos upėms.

Derlingiausia šalyje Vidurio žemuma bei Pajūrio žemuma, kurios užima per trečdalį šalies teritorijos, dėl mažo upių vandeningumo (3 pav.) ir mažų jų nuolydžių (4 pav.) netinka hidroenergetikos plėtrai. Negana to, čia „atsirado“ nenaudojamų ir nereikalingų anksčiau pastatytų tvenkinių problema, kurią būtina spręsti turint omenyje, kad dauguma tų tvenkinių hidroenergetikos plėtrai netinka. Tai pavyzdys, kai neprotingai pertvarkoma gamta, kuri labai sunkiai pakeičia savo dėsnius. Tai signalas visiems, jog vandens išteklius reikia naudoti kompleksiskai, saikiai ir apgalvotai.

2 lentelė. **Upių potencinės hidroenergijos pasiskirstymas teritoriniu-geografiniu požiūriu**

Eil. Nr.	Upės baseinas	Baseino plotas Lietuvoje A km ²	Upių skaičius	Pagrindinės baseino upės nuotėkio natūralaus sureguliuavimo koeficientas ϕ	Baseino visų upių galia P tūkst. kW	Hidroenergijos modulis P/A kW/ km ²
1	2	3	4	5	6	7
1. Žemaičių aukštuma						
1	Jūros	3994	25	0,54	28,0	7,0
2	Minijos	2942	21	0,58	23,2	7,9
3	Dubysos	1972	14	0,57	11,1	5,6

2 lentelė (tęsinys)						
1	2	3	4	5	6	7
4	Ventos	5140 14048	39 99	0,48	25,2 87,5	4,9 6,2*
2. Vidurio žemuma						
1	Nevėžio	6140	39	0,46	14,5	2,4
2	Mituvos	773	7	0,40	2,0	2,6
3	Šešupės	4899	32	0,58	14,4	2,9
4	Lielupės	1750	22		1,2	0,7
5	Mūšos	5297	38	0,50	12,6	2,4
6	Nemunėlio	1892 20751	13 151	0,54	6,3 51,0	3,3 2,5*
3. Pietryčių upės						
1	Merkio	3781	30	0,85	21,5	5,7
2	Žeimenos	2793	33	0,84	8,8	3,2
3	Šventosios	6801 13375	49 112	0,67	33,5 63,8	4,9 4,8*
4. Lietuvos pajūrio upės						
1	Bartuvos, Šventosios, Akmenos Danės ir kt.	2132	15	0,52–0,40	5,9	2,8
5. Visos tirtos upės						
		50306	377		208,2	4,1*

* Vidutinis svertinis.

2 lentelės duomenys rodo upių hidroenergijos formavimosi pobūdį šalies geografijos kontekste ir patvirtina anksčiau išdėstytas mintis. Geriausiai tai rodo 2 lent. pateikti upių baseinų hidroenergijos moduliai kW/km² (kiek hidrogalios tenka žemės paviršiaus ploto vienetui) ir upių nuotėkio natūralaus sureguliuavimo koeficientas ϕ . Kuo jis didesnis, tuo labiau sureguliuotas natūralus metų upių nuotėkis. Labiausiai sureguliuotas pietrytinės dalies upių nuotėkis. Tačiau energingiausios šalyje yra Žemaičių aukštumos pašlaičių upės (~ 6 kW/km²). Mažiausius šiuos abu rodiklius turi Vidurio žemumos upės, skurdžiausios hidroenergijos išteklių požiūriu.

7. IŠVADOS

1. Mažųjų HE pagaminta elektros energija tenkina 0,10–0,64% galutinių elektros reikmių, o kartu su Kauno HE – 2,85–6,93% šių reikmių.

2. Gamtiniu požiūriu galima išskirti dvi šalies teritorijos dalis, kuriose racionaliausia plėtoti hidroenergetiką, – tai Žemaičių aukštumos pašlaitės, kuriose iškrenta daugiausiai kritulių, dideli upių nuolydžiai ir didžiausias šalyje upių vandeningumas, bei Pietryčių Lietuva, kurios upės su dėl palankių vietinių fizinių geografinių veiksnių didesniu ir labiausiai šalyje išlygintu upių nuotėkiu.

3. Atlikus Kataloge [3] pateiktų tvenkinių tyrimą [8], nustatyta, kad hidroenergijos požiūriu dauguma jų menki dėl mažos vandens prietakos, nes plyti „sausoje“ Vidurio žemumoje, juos įrengiant neatsižvelgta į jų panaudojimo galimybę hidroenergetikos plėtrai.

4. Ištyrus 470 upių (be Nemuno ir Neries), ilgesnes nei 20 km ir didesnio nei 50 km² baseino ploto, nustatyta, kad hidroenergetikos plėtrai efektyvios 128 upės su 216 ruožų jose. Atsižvelgus į įteisintus draustinis ir kitas saugomas teritorijas, kurias kerta upės, jų skaičius sumažėjo iki 96 upių su 148 efektyviais ruožais, o papildomai įteisintus 147 upes ir jų dalis saugomų ir globojamų žuvų migracijos keliams, liko tik 950 km bendro ilgio 87 efektyvūs ruožai 65 upėse, kuriose, laikantis teisės aktų nustatytos tvarkos, bus galima siekti statyti užtvankas ir prie jų rengti HE.

5. Preliminarūs tyrimai parodė, kad visų šalies upių (be Nemuno ir Neries) potencinė (gamtinė) galia yra 238,9 tūkst. kW. Šių upių efektyvūs ruožai, kurių kilometrinė galia P/L ≥ 20 (kW/km), sudaro 72,3% visų upių galios, įvertinus aplinkosaugos reikalavimus, upių galia sumažėja iki 53,7%, o išplėtus apribojimus dėl žuvų migracijos kelių, galia siektų tik 35,2 tūkst. kW, arba 14,7% visų gamtos išteklių.

6. Atsižvelgus į technines ir ekonomines sąlygas, šis galimas efektyvios hidroenergijos panaudojimas

nesiektų 10% gamtos išteklių. Toks nedidelis atsinaujinančios upių energijos panaudojimas yra labai nepalankus plėtojant Lietuvos ūkį.

Gauta
2003 04 22

Literatūra

1. Juška A., Bartkus S. Lietuvos energetika 2000, 2001. Lietuvos energetikos institutas, 2001, 2002. 18 p.
2. Gailiūšis B., Jablonskis J., Kovalenkoviėnė M. Lietuvos upės. Hidrografija ir nuotėkis. Kaunas, 2001. 792 p.
3. Tvenkinių katalogas. Aplinkos apsaugos ministerijos Hidrografinio tinklo tarnyba. Kaunas, 1998. 94 p.
4. Valstybės žinios. 2001. Nr. 107-3888. P. 38–112.
5. Valstybės žinios. 1995. Nr. 57-1432. P. 18–20.
6. Valstybės žinios. 1998. Nr. 71-2074. P. 6–8.
7. Valstybės žinios. 1999. Nr. 112-3261. P. 16–25.
8. Jablonskis J. Lietuvos tvenkiniuose sukaupto vandens galia // Energetika. 1996. Nr. 3. P. 23–31.
9. Lietuvos energetika. Vilnius, 1982. T. 1. 190 p.
10. Гайлюшис Б. В., Бурнейкис Ю. П. Исследование распределения по территории коэффициента внутригодовой неравномерности стока рек Литовской ССР // Труды Академии наук ЛитССР. Сер. Б. 1964. Т. 4(39). С. 247–256.

Brunonas Gailiūšis, Jonas Jablonskis

GEOGRAPHICAL ASPECTS OF HYDROENERGY RESOURCES OF LITHUANIAN RIVERS AND THEIR UTILIZATION

S u m m a r y

Data on the hydropower contribution to the energy sector of the economy of this country are presented. Although it is relatively small, it expands. At present, in this country we have the Kaunas Hydropower Plant, generating power 100.8 thousand kW, the Kruonis Hydro Pumped Storage (800 thousand kW) and fifty small hydropower plants (total capacity 15.5 thousand kW). The Kaunas HPP together with all small water power plants constitutes 2.28% of the total power output (16 billions kWh) of the country; with the Kruonis HPS included they constitute 4.54% of the total power output.

Hydropower is significant as a source of the local renewable environmentally pure energy. Development of small-scale hydropower in this country increased dramatically in

the last decade, beginning with 10.0 millions kW in 1996 and reaching 41 millions in 2001. Old ponds not used before and some decrepit hydro-technical structures available were included after reconstruction in this development. However, after their inclusion about 110 other ones with a lower efficiency expected were left without prospects of utilization. The involvement of the new potentially efficient rivers or their segments is limited by the regulations of Environmental Protection Ministry in relation to the development of fish migration routes.

This article considers and selects preferable parts of the territory of the country from the point of view of river suitability for hydropower development.

Key words: river, hydropower, hydropower plant, capacity

Брунонас Гайлюшис, Йонас Яблонскис

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕСУРСОВ ГИДРОЭНЕРГИИ РЕК ЛИТВЫ

Р е з ю м е

Приводятся данные о вкладе гидроэнергетики в энергетику страны. Этот вклад незначителен, однако прогрессирующий. В настоящее время в стране успешно работает Каунасская ГЭС (мощность – 100,8 тыс. кВт), Круонская ГАЭС (800 тыс. кВт) и 50 малых ГЭС (общая мощность – 15,5 тыс. кВт). Каунасская ГЭС и малые ГЭС покрывают около 2,28% электроэнергии страны (около 16,0 млрд. кВтч), а с Круонской ГАЭС – 4,54%.

Гидроэнергия является местным, чистым и возобновляющимся источником энергии. Гидроэнергетика малых ГЭС возросла от 10,0 млн. кВтч в 1996 г. до 41,0 млн. кВтч в 2001 г. Рост гидроэнергетики был связан с использованием построенных ранее водохранилищ и гидротехнических комплексов различного назначения.

Однако проблема развития гидроэнергетики усложняется в том смысле, что эффективных водохранилищ почти не осталось, а возведение новых плотин запрещено по поводу развития путей для мигрирующих рыб.

В статье обсуждаются природные условия страны, наиболее подходящие для развития гидроэнергетики.

Ключевые слова: река, гидроэнергия, гидроэлектростанция, водохранилище, мощность