

# Lietuvos mažosios hidroenergetikos plėtros galimybės

**Jonas Jablonskis,  
Aldona Tomkevičienė**

*Lietuvos energetikos institutas,  
Hidrologijos laboratorija,  
Breslaujos g. 3,  
LT-44403 Kaunas*

Straipsnyje pateikiami rezultatai, gauti vykdant Lietuvos valstybinio mokslo ir studijų fondo remtos mokslo programos „Saulės energijos konversija ir naudojimas“ (2001–2004) temą „Efektyviausių hidroenergetikos plėtai upių ir jų ruožų, įvertinant ekologinius apribojimus, ištyrimas“.

Sprendžiant minėtą problemą, įvairiais aspektais buvo nagrinėti ir tarpusavyje palyginti gamtiniai ir techniniai hidroenergetikos išteklių. Pirmiausia buvo nustatyta upių ir žemės paviršiaus šlaitų teorinė galia ir hidroenergetika. Ji arba jos atliktas darbas vertinamas 688,8 tūkst. kW potencine galia, arba 6,0 mlrd. kWh metine energija [1].

Pagal upių hidroenergetikos lyginamuosius rodiklius buvo parodyta, kad efektyviausi hidroenergetikos požiriai yra tie ruožai, kurių gamtinė kilometrinė galia  $\geq 20$  kW. Tokių upių ruožų yra 215, juos galima rasti 120 upių. Juose yra sukaupta 25,1% bendros šalies potencinės galios ir metų hidroenergetikos. Tačiau aplinkosaugos įsakymais, paskutinis priimtas 2003 m. sausio 16 d. [2], šiems ruožams taikomi tam tikri draudimai.

Įvertinus visus aplinkosaugos draudimus (draustiniai, parkai, rezervatai, žuvų migracijos keliai), liko 87 efektyvūs ruožai 65 upėse, kurių potencinė galia ir hidroenergetika sudaro tik 5,1% šalies gamtinės potencinės galios ir hidroenergetikos.

Panaudojus gautus rezultatus, sudarytas gamtinės kilometrinės galios žemėlapis (1 pav.), kurio dėka galima parinkti efektyvų upės ruožą mažajai HE statyti.

**Raktažodžiai:** upė, upės ruožas, potencinė galia, hidroenergetika, mažoji hidroenergetika

## 1. ĮVADAS

Energija – tai materijos judėjimo ir darbo matas. Vanduo, tekėdamas žemės paviršiumi ir upių vagomis, neša mechaninę energiją, kuri geba atlikti darbą. Vandens energija, kaip pirminės energijos šaltinis, supa mus, todėl ją galima ir reikia panaudoti praktikos tikslams, pirmiausia elektros energijai gaminti.

Per pastaruosius dešimt metų hidroenergetika Lietuvoje labai plėtojosi, bet dabar dėl griežtų aplinkosaugos reikalavimų plėtros sąlygos jai yra nepalankios.

Šiame straipsnyje pateikiami autorių atlikti skaičiavimai ir parodoma, kiek turima hidroenergetikos ir kokios galimybės plėtoti hidroenergetiką, įvertinus galiojančius draudimus.

Pateikiami rezultatai, kurie gauti 2001–2004 m. atlikus mokslo programos „Saulės energijos konversija ir naudojimas“ tyrimus.

## 2. PRADINIAI DUOMENYS IR TYRIMO METODIKA

Vanduo dėl sunkio teka upėje ir atlieka darbą, kuris priklauso nuo vandens kiekio (debito  $Q$  m<sup>3</sup>/s) ir vandens kritimo ( $H$  m) tiriamoje atkarpoje. Taigi šios upės atkarpos potencinė galia arba sekundinis darbas, išreikšti kilovatais, bus  $P = 9,81 QH$ . Hidroenergetika, išreikšta kilovatvalandėmis, bus  $E = Ph$ . Vanduo lyginamosios plokštumos (jūros paviršius, užės žiotys, ruožo pabaiga) atžvilgiu turi sukaupęs potencinės energijos, o upės vaga vanduo neša kinetinę energiją. Jų abiejų suma yra pastovi. Hidroenergetikoje priimta galios ( $P$ ) ir energijos ( $E$ ) vienetais laikyti kilovatą ir kilovatvalandę (kW ir kWh).

Hidroenergetika dažniausiai tiriama dvejopai: kaip teorinė energijos apraiška gamtoje ir kaip konkretus techninės energijos šaltinis. Dėl vandens, jo kritimo ir įrengimų naudingumo nuostolių techninė potencinė galia yra 0,815 karto mažesnė už teorinę. Meto-

dika Lietuvos upių potencinei galiai  $P$  ir energijai  $E$  apskaičiuoti pateikta [3, 4] ir kt. darbuose.

Aptarus draudimais apribotą naudoti hidroenerziją, tapo aiškesnė hidroenergetikos dabartinė būklė, jos plėtros trukdžiai bei galimybės.

### 3. REZULTATŲ APTARIMAS

Tyrimai buvo atliekami keliais etapais. Jų rezultatai pateikti 1 lentelėje ir atspindi šalies hidroenergijos išteklius įvertinus įvairias situacijas – tiek upės dydį, tiek aplinkosaugos nuostatas, pagaliau ir technines galimybes. 1 lentelėje pateikti tik potencialiai hidroenergijos ištekliai, nes kinetinės energijos ištekliai mūsų sąlygomis yra nereikšmingi. Taip pat pateikti 6 hidroenergijos išteklių variantai, apimant visas upes ir net paviršiaus šlaitus (1 variantas) ir baigiant hidroenergijos likučiais, nustatytais įvertinus aplinkosaugos ribojimus bei žuvų migracijos kelius (6 variantas).

Kiekvienas variantas dvejopai atspindi gamtinius arba teorinius ir techninius hidroenergijos išteklius. Praktinio panaudojimo požiūriu gamtiniai ( $P_g$ ) ištekliai sudaro pirminių išteklių grupę, o techniniai ( $P_t$ ) – antrinių, arba galutinių, išteklių grupę. Nesunku pastebėti apibrėžtą pastovų tų išteklių ryšį:  $P_t = 0,82 P_g$ , kurį gauname priėmę skirtingus proporcingumo koeficientus atitinkamai 9,81 ir 8,00. Gamtinės ir teorinės hidroenergijos ryšys  $E_t = 0,41 E_g$  susidarė dėl skirtingų proporcingumo koeficientų bei dėl skirtingo priimto valandų skaičiaus per metus (8760 ir 4380 val.). Apskaičiuojant techninius metų hidroenergijos išteklius buvo priimta, kad hidroelektrinės (HE) įrengta galia dirba pusę valandų per metus. Pasidomėjus, ar tai atitinka tikrovę, nustatyta, kad statistikos duomenimis, visos mažosios HE 1998 ir 1999 m. įrengta galia dirbo vidutiniškai 3200 val. per metus. Tačiau naujai pastatytos didesnės ar pertvarkytos HE įrengta galia dirbo vidutiniškai po 4640 val. Kauno HE 1999 m. įrengta galia dirbo 3850 val. Jeigu mažosios HE bus sumaniai suprojektuotos ir gerai eksploatuojamos, jos įrengta galia turėtų dirbti ne mažiau kaip pusę metų, t. y. apie 4380 val.

Pagal 1 lent. 1 variantą 22,2 tūkst. Lietuvos upių (vandentakų), kurių vagų ilgis apie 77,0 tūkst. km, kartu su žemės paviršiaus šlaitais iš viso „gamina“ 688,8 tūkst. kW hidroenergetinės galios ir apie 6,0 mlrd. kWh hidroenergijos per metus. Naujai nustatytas Lietuvos upių skaičius pateikiamas [5] darbe, o hidroenergijos duomenys pateikiami pagal [1, 3]. Šie pradiniai duomenys lyginti su kitais variantais (1 lent.). Sukaupto vandens potencinę energiją reikia vertinti kaip brangų šalies turtą, vieną iš turimų pirminės energijos išteklių, kuri reikalinga ir būtina gamtiniams procesams skatinti bei visuome-

nės poreikiams tenkinti. 2 varianto duomenys yra konkretesni, nes čia jau pateikiama 472 šalies upių, kurios ilgesnės kaip 20 km arba yra didesnės kaip 50 km<sup>2</sup> baseino ploto, hidroenergijos ištekliai. Straipsnyje plačiau panagrinėsime nurodyto dydžio upes, išskyrus Nemuną ir Nerį. Todėl 3 varianto hidroenergijos duomenys yra informatyvūs.

1 lent. 4, 5 bei 6 variantuose parodyti efektyvūs upių hidroenergijos ištekliai, kurie yra susikaupę atskiruose upių ruožuose. Tam tikslui buvo atlikta upių ir jų ruožų klasifikacija pagal jų hidroenergetinę vertę. Norime priminti, kad upės hidroenergija apskaičiuojama ir praktiškai panaudojama ruožais.

Upių ruožai buvo išskirti atsižvelgiant į upės vandeningumo ir nuolydžių eigą pagal tėkmę. Trečiame variante 470 upių buvo išskirti 1188 ruožai, kurių vidutinis ilgis 11,4 km. Nustačius šiems ruožams hidrogalią ir hidroenerziją bei jų santykinius rodiklius, buvo atlikta jų klasifikacija pagal lyginamąją (kilometrinę) galią  $P/L$  (galia, tenkanti 1 km upės atkarpai). Statistinė tų ruožų analizė parodė, kad 64,0% visų ruožų  $P/L$  mažesnė už 10 kW/km, tarp 10–20 kW/km yra 17,9% ruožų ir 18,1% ruožų turi daugiau nei 20 kW/km. Pirmųjų dviejų grupių ruožai hidroenergetiniu požiūriu yra bereikšmiai. Praktiškai panaudoti tinkamiausi trečiosios grupės 120 upių 215 ruožų. Vėlgi, upių ruožus, kurių  $P/L$  didesnė nei 20, galima suskirstyti į 3 grupes po 72 ruožus:

1. 20,0–29,0 kW/km – nežymiai efektyvūs,
2. 29,2–48,6 kW/km – efektyvūs,
3. 48,7–273,3 kW/km – labai efektyvūs.

Savaime suprantama, kad hidroenergetikai reikėtų panaudoti kuo daugiau 3 grupės upių ruožų. Palyginus tarpusavyje atskirų baseinų upių  $P/L$ , matyti, kad šis hidroenergetikos rodiklis bendrais bruožais atitinka šalies fizines geografines ypatybes, pirmiausia orografiją ir jos sąlygojamą upių nuotėkį. Didesnė  $P/L$  sietina su žemės paviršiaus kalvota orografija bei didesniu ir tolygesniu upių nuotėkiu. Pietryčių Lietuvoje išsiskiria Merkio, Neris, Žeimenos ir Šventosios baseinų upės, kurių  $P/L$  apie 60 kW/km. Antrą, mažiau kompaktišką, grupę sudaro Žemaičių aukštumos upių Jūros, iš dalies Minijos, Ventos ir Dubysos baseinai. Likusių baseinų upės nepasižymi aukšta upių lyginamąja galia. Šiai grupei priklauso Vidurio žemumos upių baseinai: Nevėžio, Mūšos ir dalies Šešupės baseino upių, kurių  $P/L$  didesnė kaip 35–40 kW/km. Šių 120 upių efektyvių hidroenergijos požiūriu 215 ruožų duomenys pateikti 1 lent. 4 variante. Tai upės ir jų ruožai, kurie tinkamiausi hidroenergetikai.

Penktame 1 lent. variante pateiktos upės ir jų ruožai, kurie kerta saugomas teritorijas: draustinius, parkus ir rezervatus. Duomenys apie šiuos saugomus objektus paimti iš oficialių šaltinių [6, 7].

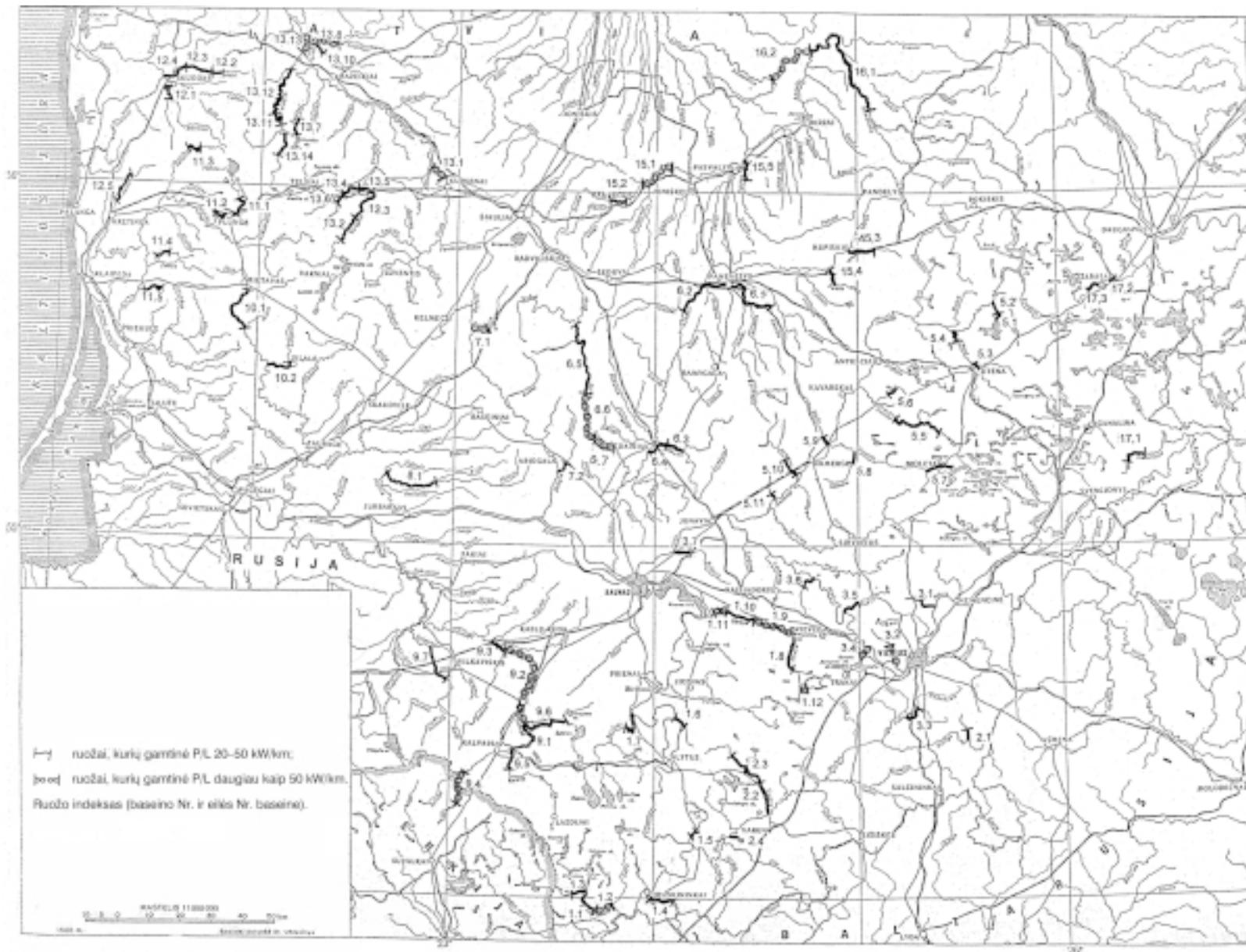
1 lentelė. Lietuvos gamtinės ir techninės potencinės hidroenergijos išteklių ir jų panaudojimo galimybės															
Etapas, variantas	Hidroenergijos išteklių apibūdinimas	Upių kiekis	Upių (ruožų) vagų ilgis L km	Ruožų kiekis upėse	Ruožų vid. ilgis km	Gamtiniai (pirminiai) išteklių					Techniniai (antriniai) išteklių				
						galia $P_g = 9,81QH$ kW	kilometrinė galia kW/km	ruožų vidutinė galia kW	metų hidroenergija $E_g = 8760 \cdot P_g$ mln. kWh	% nuo $E_g$	galia $P_t = 8QH$ kW	kilometrinė galia kW/km	ruožų vidutinė galia kW	metų hidroenergija $E_t = 4380 \cdot P_t$ mln. kWh	% nuo $E_t$
1.	Visų Lietuvos upių, upelių bei žemės paviršiaus šlaitų potencinė hidroenergija	22200	76800			688773,0*			6033,7	100					
2.	Hidroenergijos išteklių upių, kurių ilgis $L \geq 20$ km arba baseino plotas $A \geq 50$ km <sup>2</sup> , tarp jų:	472	14312,3	1206	11,9	585173,0	41,0	485,2	5126,1	85,0	477150,0	33,0	389,8	2089,9	100
	Nemuno	1	475,0	10	47,5	239751,0	504,7	23975,1	2100,2	34,8	195493,0	411,6	19549,3	856,3	41,0
	Neries	1	234,5	8	29,3	106423,0	453,8	13302,9	932,3	15,5	86777,3	370,1	10847,2	380,1	18,2
3.	Tas pat be Nemuno ir Neries	470	13602,8	1188	11,4	238999,0	17,6	201,2	2093,6	34,7	194879,7	14,3	164,0	853,6	40,8
4.	Hidroenergijos efektyvūs išteklių upių**, kurių gamtinė kilometrinė galia kW/km $\geq 20$	120	3218,1	215	15,0	172677,8	53,7	803,2	1512,7	25,1	140801,5	43,8	654,9	616,8	29,5
5.	Tas pat įvertinus aplinkosaugos apribojimus: draustinis, parkas ir rezervatas	96	1798,7	148	12,2	80439,4	44,7	543,5	704,6	11,7	65590,3	36,5	443,2	287,2	13,7
6.	Tas pat papildomai įvertinus žuvų migracijos kelius	65	942,3	87	10,8	35221,0	37,4	404,8	308,5	5,1	28718,7	30,3	330,1	125,8	6,0

\* Iš jos 26100 kW tenka upeliams, trumpesniems nei 20 km, ir 77500 kW žemės paviršiaus šlaitams; \*\* Be Nemuno ir Neries upių.

2 lentelė. Lietuvos upių efektyvios gamtinės ir techninės hidroenergijos, kai gamtinė kilometrinė galia kW/km  $\geq 20$ , ruožai ir jų rodikliai, įvertinus aplinkosaugos ribojimus (draustinis, parkus, rezervatus) bei žuvų migracijos kelius

Ba-seino Nr.	Upės baseinas	Baseino plotas Lietuvoje $A$ km	Upių (ruožų) kiekis	Upių vagų ilgis $L$ km	Ruožų kiekis upėse	Ruožų vidutinis ilgis km	Gamtiniai ištekliai				Techniniai ištekliai				
							galia $P_g = 9,81QH$ kW	kilo-metrinė galia kW/km	ruožų vidutinė galia kW	metų hidro-energija $E_g = 8760 \cdot P_g$ mln. kWh	galia $P_t = 8QH$ kW	kilo-metri-nė galia kW/km	ruožų vidutinė galia kW	metų hidro-energija $E_t = 4380 \cdot P_t$ mln. kWh	% nuo bendros $E_t$
1.	Nemuno mažųjų intakų	8344	8	97,9	12	8,2	3496,8	35,7	291,4	30,6	2851,4	29,1	237,6	12,5	9,9
2.	Merkio	3781	3	34,4	4	8,6	805,5	23,4	201,4	7,1	656,8	19,1	164,2	2,9	2,3
3.	Neries mažųjų intakų	4256	7	42,8	7	6,1	1429,3	33,4	204,2	12,5	1165,5	27,2	166,5	5,1	4,0
4.	Žeimenos	2793	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
5.	Šventosios	6801	9	68,7	11	6,2	2047,2	29,8	186,1	17,9	1669,2	24,3	151,7	7,3	5,8
6.	Nevėžio	6140	3	120,2	7	17,2	4468,8	37,2	638,4	39,1	3643,9	30,3	520,6	16,0	12,7
7.	Dubysos	1970	2	12,2	2	6,1	515,9	42,3	258,0	4,5	420,6	34,5	210,3	1,8	1,4
8.	Mituvos	773	1	21,3	1	21,3	459,5	21,6	459,5	4,0	374,7	17,6	374,7	1,6	1,3
9.	Šešupės	4899	5	146,0	7	20,9	5964,6	40,9	852,1	52,2	4863,5	33,3	694,8	21,3	16,9
10.	Jūros	3994	2	33,9	2	17,0	865,9	25,5	433,0	7,6	706,0	20,8	353,0	3,1	2,5
11.	Minijos	2942	4	40,9	5	8,2	1321,3	32,3	264,3	11,6	1077,3	26,3	215,5	4,7	3,7
12.	Lietuvos pajūrio upių	2132	3	51,4	5	10,3	1397,7	27,1	279,5	12,3	1139,8	22,2	228,0	5,0	4,0
13.	Ventos	5140	9	155,6	14	11,1	7142,5	45,9	510,2	62,6	5824,0	37,4	416,0	25,5	20,3
14.	Lielupės	1750	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,0
15.	Mūšos	5297	5	38,4	5	7,7	1541,1	40,1	308,2	13,5	1256,7	32,7	251,3	5,5	4,4
16.	Nemunėlio	1892	1	64,0	2	32,0	3295,6	51,5	1647,8	28,9	2687,2	42,0	1343,6	11,8	9,4
17.	Dauguvos intakų	1857	3	14,6	3	4,9	468,4	32,1	156,1	4,1	381,9	26,2	127,3	1,7	1,4
	Lietuvoje*	64763	65	942,3	87	10,8	35220,1	37,4	404,8	308,5	28718,7	30,5	330,1	125,8	100,0

\* Be Nemuno ir Neries upių.



Pav. Efektyvūs hidroenergijos požiūriu Lietuvos upių ruožai be ekologinių apribojimų

2003 m. sausio 16 d. aplinkos ir žemės ūkio ministrų įsakymu apribota ūkinė veikla žuvų migracijos keliuose [2], kur uždrausta upes tvenkti ištaisai arba žemupio upių atkarpas, iš viso 4500 kilometrų. Tai liečia daugumą hidroenergijos požiūriu efektyvių upių. Atmetus tų upių ruožus, kurie kerta draustinius, ir tuos, kurie sutampa su žuvų migracijos keliais, apskaičiuoti gamtiniai bei techniniai hidroenergijos išteklių pateikti 1 lent. 6 variante, taip pat atskirais upių baseiniais 2 lentelėje. 1 ir 2 lent. pateikti duomenys leidžia spręsti apie turimą hidroenergiją bei galimybę ją panaudoti praktiškai.

Po 2003 m. sausio 16 d. įstatymo įsigaliojimo hidroenergetikai praktiškai liko tik 65 upių 87 ruožai, apimdami 942,3 km upių vagas arba 29,3% visų efektyvių upių vagų ilgio. Kiek ir kuris rodiklis pasikeitė dėl gamtos saugos ribojimų, matyti 1 lent., todėl jų nedetalizuosime. Būtina atkreipti dėmesį į tai, kad, stiprinant aplinkosaugą draustinių ir parkų statuso pagalba, optimalių techninių hidroenergijos išteklių panaudojimo galimybės sumažėjo nuo 616,8 mln. kWh iki 287,2 mln. kWh, t. y. daugiau kaip 2 kartus. Įvertinus žuvų migracijos kelius, tų išteklių liko 125,8 mln. kWh, t. y. jie sumažėjo beveik 5 kartus. Taip buvo sukurta tolimesnės hidroenergetikos plėtros problema.

Taigi hidroenergetikos plėtrai, be Nemuno ir Neris, liko 65 upių 87 ruožai. Pateikus duomenis upių baseiniais (2 lent.) matyti, kad steigiant draustinius, taip pat žuvų migracijos kelius, nebuvo įvertintas upių hidroenergetinis efektyvumas bei galimybė hidroenergijos išteklius transformuoti į elektros energiją. Paminėti 65 upių 87 ruožai nepasizymi labai dideliu efektyvumu, nes efektyviausi patenka į įstatymais apribotas teritorijas. Žemaičių aukštumoje ir Pietryčių Lietuvoje efektyvių hidroenergijos požiūriu upių hidroenergetikai liko vos keli procentai išteklių, tuo tarpu mažiau efektyvių Nevėžio ir Šešupės baseinų upių – 13–17%.

Vienas tyrimo tikslų buvo sudaryti žemėlapi, pateikiant jame efektyvius upių ruožus be ekologinių apribojimų. Tam tikslui buvo sudaryta atskirų baseinų upių gamtinių ir techninių hidroenergijos išteklių lentelė, kuri dėl ribotos straipsnio apimties čia nepateikiama, o vietoje jos – žemėlapis (pav.) su upių ruožais, kurie neribojami aplinkosaugos įstatymais ir juose nėra žuvų migracijos kelių. Žemėlapyje pateiktų efektyvių hidroenergetinių požiūriu upių ruožų teorinė (gamtinė) kilometrinė galia didesnė nei 20 kW/km, jame išskiriant labai efektyvius ruožus, kurių  $P/L > 50$  kW/L. Į juos hidroenergetikams pirmiausia ir reikėtų atkreipti dėmesį.

Efektyvūs upių ruožai išsidėstę įvairiai. Tačiau ne visus šiuos ruožus įmanoma panaudoti, ne visur bus galima užtvenkti upę dėl topografinių sąlygų. Kai kuriuos kerta kapitališkai pastatyti tiltai, taip pat dar

nereglamentuotas žemių įsigijimas. Galima ir neigiama ekologinė ekspertizė, o ant kai kurių jau pastatytos HE.

Tiriamose upėse dar yra vietų, kur HE statyba nedraudžiama (pav.), tad reikėtų manyti, kad jos ateityje bus statomos. Be to, [2] dokumente nurodytos 108 vietos, kuriose mažųjų HE statyba toleruojama. Tai nedideli tvenkiniai ir apgriuvę hidrotechninių statinių kompleksai. Pasidomėjus jų hidroenergetine verte nustatyta, kad bendra techninė galia ( $P = 8QH$ ) yra apie 4,7 tūkst. kW, kuri įgalintų gaminti iki 20 mln. kWh per metus. Be to, turint ribotą efektyvių ruožų ekologinių apribojimų kiekį, galima galvoti apie mažesnės energetinės vertės ruožų panaudojimą. Pavyzdžiui, Vadaksties, Tenenio, Obels, Peršėkės, Lokystos, Apšės, Varėnės, Jaros-Šatekšnos, dalis Dovinės, Vyžuonos, Gryžuvos, Šeimenos, Birvėtos ir kitos mažiau efektyvios upės draustiniams nepriklauso ir jose nėra žuvų migracijos kelių.

Turimomis žiniomis, mažąsias HE pasirinktose vietose norėtų statyti apie 30 subjektų. Šiuo metu (2004 01 01) turime apie 17 000 kW bendros galios 64 mažąsias HE, kurios pagamina iki 40 mln. kWh per metus.

Straipsnyje pateikti duomenys ir išvados galėtų praversti sprendžiant hidroenergetikos plėtros problemas bei sudarant šalies hidroenergijos balansą.

#### 4. IŠVADOS

1. Straipsnyje atlikti Lietuvos hidroenergijos tyrimai leidžia teisingai įvertinti daugelį teorinių ir praktinių jos panaudojimo aspektų.

2. 22,2 tūkst. upių ir kitų vandentakių bei žemės šlaitais tekančio vandens energija ir atliekamas darbas vertinamas 688,8 tūkst. kW potencine galia, arba 6,0 mlrd. kWh metine energija.

3. Atlikus skaičiavimus 6 variantais (1 lent.) buvo nustatyta, kad:

a) 470 upių, kurių ilgis  $L \geq 20$  km arba baseino plotas  $A \geq 50$  km<sup>2</sup> (be Nemuno ir Neris), sudaro apie 34,7% bendros šalies potencinės galios ir metų energijos;

b) 120 upių efektyvūs hidroenergijos požiūriu 215 ruožų, kurių gamtinė potencinė kilometrinė galia  $P/L \geq 20$  kW/km, sudaro 25,1% bendros šalies potencinės galios ir metų energijos;

c) įvertinus aplinkosaugos įsakymais apribotą upių naudojimą, nustatyti 65 upių 87 efektyvūs ruožai, kurių potencinė galia ir hidroenergija sudaro tik 5,1% visos šalies potencinės galios ir hidroenergijos.

4. Techninė potencinė galia ir hidroenergija sudaro atitinkamai 0,82 ir 0,41 teorinės (gamtinės) galios ir hidroenergijos.

5. Skaičiavimai ir duomenų palyginimas rodo, kad 65 upių 87 efektyvių ruožų techninė hidro-

energija, palyginti su optimaliais ištekliais (be aplinkosaugos ribojimų), nuo 616,8 mln. kWh sumažėjo iki 125,8 mln. kWh, t. y. mažosios hidroenergetikos plėtros galimybė sumažėjo beveik 5 kartus ir tapo probleminė.

6. Sudarytas efektyvių ruožų be aplinkosaugos ribojimų gamtinės lyginamosios galios ( $P/L$  kW/km) žemėlapis įgalina nustatyti efektyvius upių ruožus, kuriuose būtų galima statyti mažąsias HE.

7. Straipsnyje pateikti duomenys gali būti naudingi sudarant šalies hidroenergijos balansą: išteklių panaudojimas, kuris praverstų sprendžiant mažųjų HE plėtros problemas.

Gauta  
2004 05 14

#### Literatūra

1. Jablonskis J., Lasinskas M. Lietuvos TSR upių kadastras (debitai, nuolydžiai, galingumai). Vilnius, 1962. 640 p.
2. Lietuvos Respublikos aplinkos ministro ir Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministro 2003 m. sausio 16 d. įsakymas Nr. 27/3D-13 „Dėl aplinkosaugos reikalavimų nustatymo saugomų ir globojamų žuvų rūšių migracijos keliuose“. Valstybės žinios. 2003. Nr. 19–835.
3. Jablonskis J., Punys P., Šavelskas V., Tautvydas A. Lietuvos mažosios hidroenergetikos žinynas. Kaunas, 1996. 207 p.
4. Burneikis J., Jablonskis J. Mažosios hidroenergetikos panaudojimo galimybės Lietuvoje. Kaunas, 1998. 49 p.
5. Gailiūšis B., Jablonskis J., Kovalenkovičienė M. Lietuvos upės. Hidrografija ir nuotėkis. Kaunas, 2001. 792 p.
6. Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 1999 m. gruodžio 21 d. įsakymas Nr. 411 „Dėl užtvankų statybos (atstatymo) apribojimo aplinkosauginiu požiūriu svarbiausiose upėse ar jų ruožuose. Valstybės žinios. 1999. Nr. 112–3261.
7. Lietuvos saugomos teritorijos. M 1:400 000 žemėlapis. Miškų ir saugomų teritorijų departamentas prie Aplinkos ministerijos, 1999.

Jonas Jablonskis, Aldona Tomkevičienė

#### THE POTENTIAL OF DEVELOPING LITHUANIAN SMALL-SCALE HYDROENERGETICS

#### S u m m a r y

Data on the river sectors that are suitable for development of hydroenergetics and can be used without ecological restrictions are presented. These data were obtained within the framework of the scientific program “The Conversion and Usage of Solar Energy” during 2001–2004. For this purpose, the theoretical potential hydropower of

all rivers and ground surface slopes (688.8 thous. kW) as well as annual hydroenergy (6.0 billion kWh) of the country have been determined. Sectors that have the power of  $P/L \geq 20$  kW/km for 1 km are regarded as hydroenergetically effective. There have been defined 215 such sectors in 120 rivers, where 21.5% of the total theoretical potential hydropower and hydroenergy of the country are accumulated.

On evaluating all possible measures of environmental protection (reserves, parks, reservations and fish migration routes), the amount of effective river sectors for development of hydroenergetics decreases to 87 in 65 rivers, and these resources comprise only 5.1% of the total potential power. Based on the study results a  $P/L$  map has been compiled. It can be used for selecting the effective river sectors suitable for construction of hydro power plants.

**Key words:** river, river sector, potential energy, hydroenergetics, hydroenergetics

Йонас Яблонскис, Алдона Томкявичене

#### ВОЗМОЖНОСТИ РАЗВИТИЯ МАЛОЙ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ ЛИТВЫ

#### Р е з ю м е

Исследованы участки рек (без учета экологических ограничений) с точки зрения эффективности их использования для целей развития малой гидроэнергетики страны. Результаты получены в 2001–2004 гг. В рамках реализации научной программы «Конверсия и использование солнечной энергии». Теоретическая или природная энергия склонов и русел рек Литвы оценивается в объеме 688,8 тыс. кВт, что соответствует примерно 6,0 млрд. кВтч годовой природной выработки гидроэнергии.

Установлено, что для практического использования пригодны те участки рек, которые обладают удельной мощностью выше 20 кВт на 1 км длины реки. На 120 реках было выделено 215 таких участков, средняя протяженность которых 15,0 км. Их суммарная теоретическая мощность составляет 25,1% всех гидроресурсов страны.

После исключения тех эффективных участков рек, использование которых ограничено или запрещено (заповедники, парки, пути мигрирующих рыб и др.), из вышеуказанного числа осталось 87 участков на 65 реках, а их гидроресурсы снизились с 616,8 млн. кВтч до 125,8 млн. кВтч, т. е. в 5 раз.

На основании результатов исследований составлена карта (рис. 1), по которой можно определить участки, перспективные для строительства малых гидроэлектростанций.

**Ключевые слова:** река, участок реки, потенциальная мощность, гидроэнергия, малая гидроэнергетика