

Lietuvos upiø hidroenergijos balansas

Jonas Jablonskis

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

Metodiniu požiūriu aptariama vandens energijos (potencinės ir kinetinės), kaip mechaninės energijos, prigimtis ir būdai jai ávertinti. Parodoma, kad mūsų áalies hidroenergetika nėra tiek áspūdinga, kad tenkintø visus energijos poreikius, taèiau ji kaip atsinaujinanèios pirminės energijos áaltinis nėra visai bereikðmè. Ðiuo metu hidroenergetikos plètros rezervai yra nedideli ir neiðsemi, taèiau dël gamtinės aplinkos apsaugos apribojimø jos plètra lètèja, arba neámanoma. Lyginama po apribojimø áalyje likusi 66 upiø 1238 km bendro ilgio 96 ruoþø hidroenergija su gaminama ir galutines reikmes tenkinanèia elektros energija. Manoma, kad pateiktas likæs efektyvios hidroenergijos balansas (2 lent., 1 pav.) prisidæs prie galimos hidroenergetikos plètros áalyje.

Raktaþodþiai: potencinë hidroenergija, gamtinės aplinkos apsauga, galia kW, hidroenergija kWh, hidroelektrinë, upès ruoþas

1. ÁVADAS

Pagal judèjimo formà vandens energija priskiriama prie mechaninės energijos, gi pastaroji gali bûti potencinë ir kinetinë. Vanduo, kaip ir bet kuri taki medþiaga, gali generuoti abiejø rûðiø energijà, taèiau pravartu prisiminti, kad potencinë energija E_p susijusi su vandens masiø tarpusavio padèties kitimu, o kinetinë E_k sàlygojama vandens masės greièio. Gaminant elektros energijà, pirminiø energijos áaltiniu daþniausiai naudojama upiø vandens potencinë energija.

Mūsų áalies hidroenergetika nėra tiek áspūdinga, kad tenkintø visus energijos poreikius, taèiau ji kaip atsinaujinanèios pirminės energijos áaltinis nėra ir visai bereikðmè. Seniau, tarpukariu, ypaè „vandens malùnø“ laikais, hidroenergija buvo labai reikðminga þmoniø gyvenime.

Ðiuo metu hidroenergetikos plètros rezervai yra nedideli, bet dar neiðsemi, taèiau dël gamtinės aplinkos apsaugos apribojimø jos plètra lètèja, arba neámanoma. Didesnæ gamtiniø hidroenergijos iðtekliø dalà panaudoti blokuoja ðiuo metu galiojantys gamtinės aplinkos apsaugos ástatymai ir nutarimai [1–3]. Straipsnyje pateikiami likæ hidroenergijos iðtekliai po draudimo statyti uþtvankas Nemuno upėje bei ekologiniu ir kultûriniu požiūriu vertingose upèse ar jø ruoþuose, taip pat parkuose, gamtos draustiniuose ir rezervatuose [1–4]. Lyginami po apribojimø likæ hidroenergijos iðtekliai su ðiuo metu gaminama elektros energija. Iðtekliai ir iðrýkintas hidroenergijos balansas leis objektyviau spræsti apie hidroenergetikos padètá áalyje.

Ðiuos tyrimus rëmè Lietuvos valstybinis mokslø ir studijø fondas, Ūkio ministerija ir Lietuvos hidroenergetikø asociacija.

2. TYRIMO METODIKA IR PRADINIAI DUOMENYS

Vandens tèkmės mechaninë energijà sudaro potencinë ir kinetinë energijos, kurias sukuria vandens masės sunkio ir inercijos jègos.

Krintanèio vandens potencinë energijà E_p sukuria vandens masės m svorio jèga (sunkis) mg , veikdama kelyje H , išreiþkiama

$$E_p = mgH \text{ (J)}.$$

Vandens masè m yra tûrio V (m^3) ir jo tankio ρ ($1000 \text{ kg}/m^3$) sandauga: $m = V \cdot \rho$ (kg). Tarus, kad tûris V per sekundæ – debitas Q (m^3/s), laisvojo kritimo pagreitis $g = 9,81 \text{ (m}/s^2)$, gaunama potencinë energija per sekundæ s – galia P_p :

$$P_p = \rho gQH = 1000 \cdot 9,81 \cdot Q \cdot H \text{ (J/s arba W)} \\ = 9,81 QH \text{ (kW)}.$$

Vandens tèkmės kinetinë energija E_k yra lygi vandens masės m (kg) ir greièio v (m/s) kvadrato sandaugos pusei:

$$E_t = \frac{1}{2} m v^2 \text{ (J)}. \quad (1)$$

Atitinkamai iðreiðkæ vandens masæ per jo tanká ρ , o tûrà pakeitæ debitu Q , rasime kinetinë energijà per sekundæ – kinetinë galià P_k :

$$P_k = \frac{\rho Q v^2}{2} = \frac{1000 Q v^2}{2} = 0,5 Q v^2 \text{ (kW)}. \quad (2)$$

Ið pateiktø formulio aiðku, kad potencinë hidroenergija yra stimuliuojama vandens masės sunkio (mg) ir jos kritimo (H) dydþio, tuo tarpu kinetinë hidroenergija – vandens masės srauto dydþio (debito) ir to srauto greièio. Ði hidroenergija hidroenergetikoje dël

jos palyginti mažo vandens srovės greičio plačiai naudojama, tačiau ji kartais gamtoje pasireiškia kaip stichinė viską griauanti jėga. Tačiau vėjo energijoje, kur oro masės tankis nedidelis, palyginti dėl didelio vėjo greičio sėkmingai naudojama kinetinė energija.

Upių nuotėkio teorinės gamtinės arba kadastrinės potencinės hidroenergijos išteklių buvo apskaičiuoti dviomis formulėmis:

$$\text{potencinė galia } P = 9,81 \frac{Q_1 + Q_2}{2} H (\text{kW}), \quad (3)$$

$$\text{potencinė hidroenergija } E = P \cdot t (\text{kWh}). \quad (4)$$

Šiose formulėse Q_1 ir Q_2 – upės ruožo pradžios ir pabaigos vandens debitas (m^3/s), H – tiriamo ruožo vandens lygio kritimas (m), t – laikas (val.), per kurį nustatomas hidroenergijos kiekis (kWh).

Pateiktos formulės buvo vartojamos įvertinti gamtinę (kadastrinę) hidroenergiją, gi reali, arba artima jai, kurią vadiname technine, hidroenergija dėl vandens slėgio ir debito nuostolių bei hidroagregato našumo yra mažesnė už gamtinę, paprastai našumo koeficientas $\eta = 0,815$. Tuomet galios koeficientas $c = 9,81 \cdot 0,815 = 8,0$ vietoje teorinio 9,81. Be to, šitokia galia pagamintos hidroenergijos (elektros) kiekis per metus dėl žvairių priežasčių bus mažesnis nei maksimaliai galimas, priėmus ne 8760, bet pusę (4380) ar mažiau valandų per metus. Tad techninės P_t bei gamtinės P_g galių ir techninės E_t bei gamtinės E_g energijų santykis bus atitinkamai dviokis: $P_t = 0,82 P_g$, $E_t = 0,41 E_g$.

Duomenys apie Lietuvos upių nuotėką arba būdą jam apskaičiuoti, kai duomenų nepakanka ar jų nėra, nustatyti pagal [5], o duomenys apie upių vandens lygio kritimą – iš topografinių žemėlapių, arba iš archyvinės medžiagos.

Įvertinti Lietuvos teritorija tekančių upių turimus teorinius arba kadastrinius bei techninius išteklius pagal anksčiau pateiktą metodiką sunkumų nebuvo, nes daugeliu atvejų apie juos žinota iš literatūros šaltinių [6–8 ir kt.], tačiau nemaža sunkumų sudarė saugomų upių ruožų upėse konkretus kilometrinių nustatymas. Mat iki šiol nėra žinyno ar kitokio leidinio bei duomenų banko, kuriame būtų pateikti apibendrinti duomenys apie visas saugomas teritorijas. Šiuo metu apie saugomas teritorijas galima sužinoti iš pirminio oficialaus šaltinio – „Valstybės žinią“. Be to, pirminiuose dokumentuose pateikiama žinių tik apie saugomos teritorijos (nacionaliniai ir regioniniai parkai, rezervatai, kraštovaizdžio ir gamtos draustiniai) užimamą plotą, bet ne upės atkarpos ilgio požiūriu, nėra konkrečių žinių apie juose paplitusius fizinius geografinius veiksnius. Todėl darbe gali rasti mūsų nustatyto hidrografinio tinklo saugomose teritorijose (upės, ežerai, tvenkiniai) kai kurių netikslumų, nes mes tuos duomenis daugeliu atvejų nustatėme iš palyginti smulkaus mastelio ($M 1:400\,000$) žemėlapių

[4]. Saugomi upių ruožai konkrečiai įvardyti [2, 9, 10] šaltiniuose.

Atliekant šią darbą, 2004 m. pasikeitė dalies upių apsaugos motyvai iš [10] į [1, 2], kur pirmąjį motyvą buvo saugomų ir globojamų būvų rūšių apsauga jų migracijos keliuose, antru atveju draudimas sttyti užtvankas, siejamas su noru apsaugoti vertingas ekologinius ir kultūrinius požiūriu upes ar jų ruožus. Apskritai pirmasis pakeistas dokumentas [10] lietuviškai 147 upes, antrojo sąraše [1, 2] 169 upės. Tai pačios vertingiausios ir ūkiniu, ir ekologiniu, ir daugeliu atvejų hidroenergijos požiūriu upės. Iš to kyla tam tikrų prieštaravimų tarp aplinkosaugos ir hidroenergetikos, pripažįstant pirmosios prioritetą. Nepaisant to, rengiant [2] projektą buvo šiek tiek atsivėlta į Lietuvos hidroenergetiką asociacijos motyvuotus pagedavimus, hidroenergetikai paliekant kai kurių upių (Jūros, Dėdųpės, Mūdos, Nevėžio, Nemunėlio, Daltuos ir kt.) efektyvius energetinius požiūriu ruožus.

3. REZULTATŲ APITARIMAS

3.1. Hidroenergijos išteklių žvairiais aspektais

Tyrimo rezultatai pateikti 1 lentelėje. Joje pateiktose duomenų komentaras būtų toks.

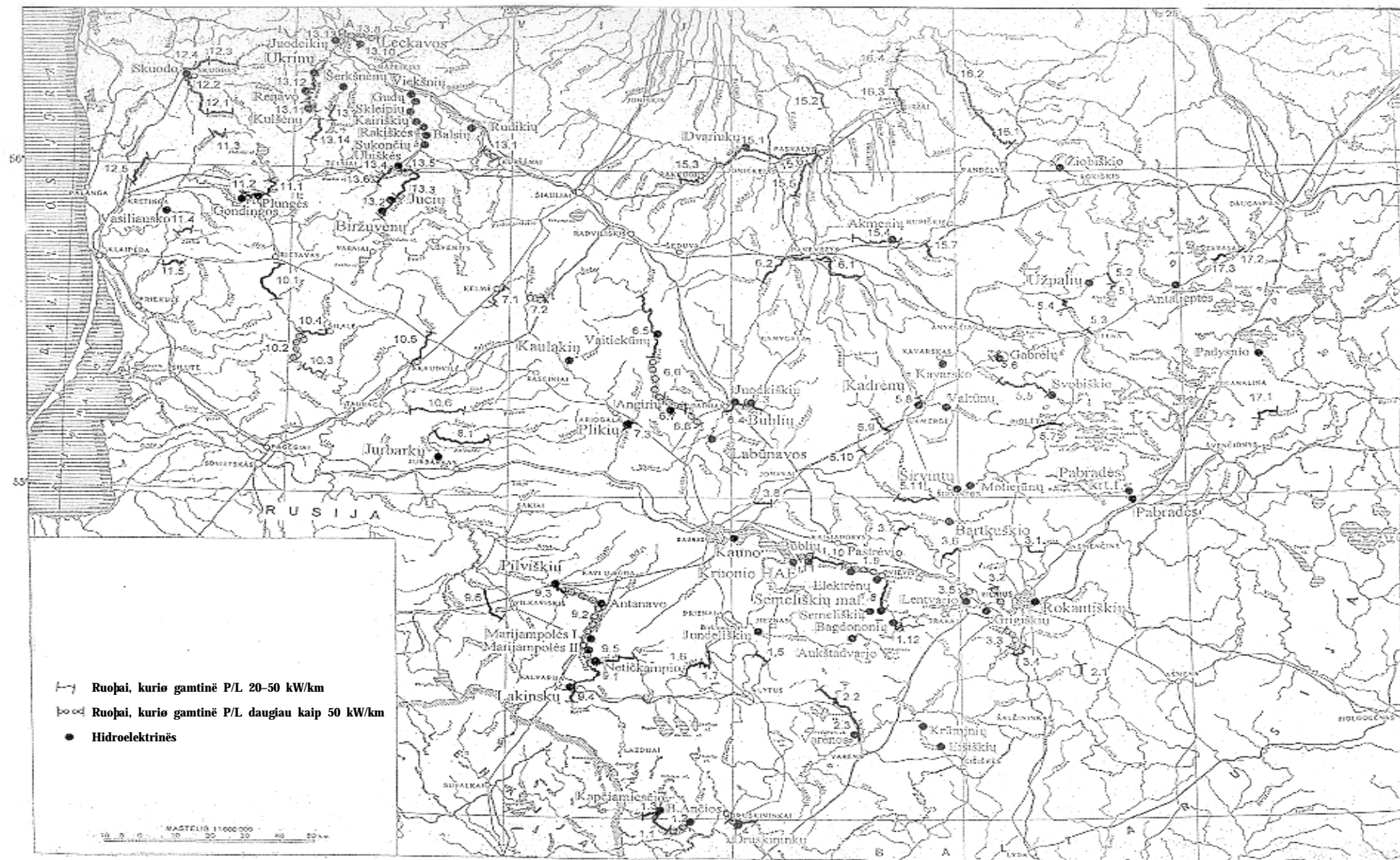
Dalies teritorijos metų absoliučios gamtinės kadastrinės potencinės hidroenergijos yra 6 mlrd. kWh. Pirmiausia ją reikia vertinti materijos judėjimo ir darbo mato prasme. Vandens energija žemės paviršiuje atlieka didelį darbą, arba ji sunaudojama kaip pirminės energijos šaltinis (maža dalis). Žinoma, labai optimistiškai galėtume manyti, kad apie 41% (2,5 mlrd. kWh) šios energijos galėtume panaudoti techniškai saugose projektuose. Tai, žinoma, utopija! Pvz., 2003 m. šalyje pagaminta 19,5 mlrd. kWh elektros energijos. Tačiau, panaudojus visą šalies techniškai žinanomą metų hidroenergiją kaip pirminą energijos šaltinį, būtų pagaminta tik apie 12,7% šalies elektros energijos. Pagal kitus hidroenergijos punktus nesunku apskaičiuoti hidroenergijos dalį elektros energijos gamyboje. Štai šalies teritorijoje Nemuno techninė hidroenergija yra 856,3 mln. kWh, pagamintose apie 4,4% 2003 m. šalies elektros energijos (žr. 3 lent.).

Panagrinėkime, „kas būtų, jeigu nebūtų“ to visų draudimų. Šis atvejis pateiktas anksčiau techninės efektyvios hidroenergijos variante. Jame atmesti visi draudimai ir priimta tik efektyvi hidroenergija. Ja mes laikėme tą, kur vidutiniškai kiekvienas upės ilgio kilometras turi ne mažesnę kaip 20 kW gamtinę potencinę galią ($\text{kW}/\text{km} \geq 20$). Radome 215 tokių ruožų 120 šalies teritorija tekančioje upėje (be Nemuno ir Neris). Tų ruožų bendras ilgis – 3218 km. Tai mažąjį upių ruožą, iš tikrųjų efektyvius hidroenergijos požiūriu. Kiekvienas kilometras turi vidutiniškai 43,8 kW techninę galią. Tos upių grupės potencinė techninė energija yra 616,8 mln. kWh ir sudaro apie 25% šalies bendros techninės hidroenergijos (2473,8 mln. kWh). Jei prie šios upių grupės dar pridėtume

1 lentelė. Duomenys apie šalies potencinės hidroenergijos išteklius áairiais aspektais

Variantas	Hydroenergija	Galia P tūkst. kW	Metø hidroenergija E mln. kWh	% nuo visos teorinės P ir E	Pastabos ir paaiškinimai
I. Gamtinė teorinė					
1.	Visø upiø ir þemės ðlaitø	688,8*	6033,7	100	$P = 9,81$ QH; $E_g = 8760 P$ 22,2 tūkst. upiø ir þemės pavirðiaus ðlaitø
2.	Þymesniø upiø,	585,2	5126,1	85,0	472 upiø per 20 km ilgio arba didesnio nei 50 km ² baseino ploto
2.1.	tarp jø: Nemuno,	239,8	2100,2	34,8	Šalies teritorijoje ir tekant valst. sienomis
2.2.	Neries	106,4	932,3	15,5	Šalies teritorijoje ir tekant valst. siena
II. Techninė					
1.	Visø upiø ir þemės ðlaitø	564,8	2473,8	41,0	$P_t = 0,81 P_g$; $E_t = 0,41 E_g$
2.	Þymesniø upiø,	477,2	2089,9	34,6	
2.1.	tarp jø: Nemuno,	195,5	856,3	14,2	
2.2.	Neries	86,8	380,1	6,30	
III. Techninė efektyvi					
2.	Þymesniø upiø,	423,1	1853,2	30,7	Ruoþai, kuriø gamtinė galia $P/L \geq 20$ kW vienne km Nemuno, Neries ir 120 upiø 215 ruoþø
2.1.	tarp jø: Nemuno,	195,5	856,3	14,2	
2.2.	Neries,	86,8	380,1	6,70	
2.3.	Maþøjø upiø	140,8	616,8	10,2	120 upiø 215 ruoþø
IIIa. Techninė efektyvi, ávertinus parkø, draustiniø ir rezervatø apsaugà					
2.3.	Maþøjø upiø	65,6	287,2	4,76	96 upiø 148 ruoþai
IIIb. Techninė efektyvi, ávertinus visus gamtosaugos reikalavimus					
2.3.	Maþøjø upiø	36,3	159,1	2,64	66 upiø 96 ruoþai (þr. 2 lent.)
IV. Ekonominė					
2.	Þymesniø upiø,	118,4	325,1	5,39	Kauno ir 67 maþosios HE (2003 m.)
2.1.	tarp jø: Nemuno,	100,8	283,9	4,71	Kauno HE
2.3.	Maþøjø upiø,	17,6	41,2	0,68	67 maþosios HE
2.3.1.	tarp jø: upiø ruoþuose be aplinkosaugos draudimø	8,55	20,1	0,33	33 HE
2.3.2.	saugomuose upiø ruoþuose	5,9	11,8	0,20	19 HE
2.3.3.	neefektyviuose nesaugomuose upiø ruoþuose	2,1	9,3	0,15	15 HE
V. Turimas rezervas hidroenergetikos plėtrai					
2.3.	Maþøjø upiø	27,7	139,0	2,30	Ávertinta pastatytø efektyviuose nesaugomuose upiø ruoþuose 33 HE gaminama elektros energija

* 78 tūkst. kW tenka þemės pavirðiaus ðlaitams.



Pav. Efektyvios techniškosios hidroenergijos upiø ruojai be ekologiniø apribojimø ir hidroelektrinės. Pirmasis skaičius ties ruoju rodo 2 lentelėje pateiktà upiø baseino Nr., antrasis – ruojo eil. Nr. tame baseine

Nemuno ir Neries techninės hidroenergijos išteklius, kurie visi yra efektyvūs, gautume iš viso 1853,2 mln. kWh ir apgalintose pagaminti apie 9,51% šalies (2003 m.) elektros energijos. Būtų vykdyti papadai iki 2010 m. gaminti 7% „šaliosios elektros“ energijos. Praktiniu popiūriu tai vėlgi, nors ir mažesnė, utopija, jei galvosime apie visos šios išteklių panaudojimą.

Tačiau grątantą realybę, reikia konstatuoti, kad Nemune ir kitose 167 ekologiniuose ir kultūriniuose popiūriu vertingose upėse ar jū ruožuose uždrausta statyti uptyvankas, taip pat jos uždraustos statyti upėse, tekančiose per parkus, draustinis ir rezervatus.

Ávertinus minėtus draudimus buvo gauta, kad techniniai efektyvūs hidroenergetikos ištekliai sudaro 36,3 tūkst. kW galios bei 159,1 mln. kWh metų hidroenergiją. Jie dėl aplinkosaugos motyvų sumažėjo 11,6 karto ir siekia tik 2,64% šalies visos teorinio hidroišteklių. Šiuo metu tie hidroenergijos ištekliai yra vieninteliai realūs, galimi praktiškai panaudoti šalies hidroenergetikos plėtrai.

3.2. Galimi hidroenergetikos plėtros ištekliai

Kaip rašyta anksčiau, gamtiniai teoriniai hidroenergijos ištekliai buvo nustatyti pagal pateiktą metodiką išnagrinėjus visos šalies teritoriją tekančiose upėse duomenis. Techniniai hidroenergijos ištekliai buvo apskaičiuoti priėmus HE hidroagregato našumo koeficientą

2 lentelė. Hidroenergijos gamtiniai ir techniniai ištekliai upėse ruožuose, kuriose gamtinė lyginamoji (kilometrinė) galia $P/L \geq 20$ kW/km, ávertinus aplinkosaugos ribojimus*

Ruožo indeksas	Upė	Upės ruožas be aplinkosaugos apribojimų								Pastabos
		tarp intakų	atstumas nuo šioeio km	ruožo ilgis L km	gamtinė galia $P_g = 9,81 QH$ kW	kilometrinė galia P_g/L kW/km	gamtinė energija $E_g = 8760 P_g$ tūkst. kWh	techninė galia $P_t = 8 QH$ kW	techninė energija $E_t = 4380 P_t$ tūkst. kWh	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. Nemuno mažieji intakai										
1.1	Baltoji Anėia	Nieda–Neviedė	23,2–12,1	14,1	256,2	23,1	2244,3	208,9	915,0	
1.2	“	Neviedė–Seira	12,1–4,7	7,4	399,6	54,0	3500,5	325,8	1427,2	Ties 4,3 km B. Anėios HE
1.3	Nieda	Versmės–piotys	3,7–0,0	3,7	86,4	23,5	756,9	70,5	308,6	Ties 0,9 km Kapėiamiesėio HE
1.4	Ratnyėia	Cimakinė–1,2 km	11,6–1,2	10,4	337,4	32,4	2955,6	275,1	1205,0	Ties 4,0 km Druskininko HE; Alkos I tv. ties 2,0 km
1.5	Alovė	Skernė–piotys	4,5–0,0	4,5	183,7	40,8	1609,2	149,8	656,1	

* Šiuos ribojimus sudaro nacionaliniai ir regioniniai parkai, rezervatai, draustiniai, ekologiniuose ir kultūriniuose popiūriu vertingos upės ar jū ruožai, kuriuose uždrausta statyti uptyvankas.

tą $\eta = 0,815$ ir 4380 val. per metus galimos gamybos laiką. Realiai instaliuota galia dėl nuotėkio rešimo netolygumo HE dirba trumpiau, taėiau tai priklauso ir nuo instaliuotos galios dydžio (paprastai ji árengiama didesnė). Po to buvo atrinkti upė ruožai, kuriose gamtinė vidutinė kilometrinė lyginamoji galia didesnė arba lygi 20 kW. Šiame etape pasielgta dvejopai: atsišvelgta á visus gamtosauginius ribojimus ir nepaisoma jū.

Taėiau taip nustatyti hidroenergijos ištekliai dar nėra tie, kuriuos galėtume realiai panaudoti hidroenergetikos plėtrai. Todėl iš apskaičiuotose hidroenergijos duomenyse buvo eliminuoti upė ruožai ar jū dališ, kurie patenka á draustinis, parkus, rezervatus, vertingas ekologiniuose ir kultūriniuose popiūriu upėse, kur uždrausta statyti uptyvankas, hidroenergijos ištekliai. Tik likę sudaro realius, galimus eksploatuoti, hidroenergijos išteklis. Tie duomenys apie kiekvieną iš 66 upė ruožų pateikti 2 lentelėje. Tai nuoroda, kur pirmiausiai reikėtų atkreipti dėmesá ketinant praktiškai panaudoti hidroenergijos išteklis. Tokios ruožai be gamtosauginio ribojimo lokalizacija parodyta 1 paveiksle, kuriame ties kiekvienu iš jū yra pateikta nuoroda á 2 lentelėje esantą upė baseino Nr. ir ruožo Nr. jame. 2 lent. ir 1 pav. nurodytos vietos, kuriose dabar árengtos HE ar plyti tvenkiniai. Be to, 2 lent. pabaigoje pateikti duomenys ávertinus visus gamto-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.6	Perðekė	Paeperėlė– Vaiėiukupis	22,7–13,5	9,2	161,7	17,6	1416,5	131,7	576,9	
1.7	“	Vaiėiukupis– þiotys	13,5–0,0	13,5	361,4	26,8	3165,9	294,7	1290,7	
1.8	Strėva	Tarp Bagdo- noniø ir Elek- trėnø tven- kiniø	60,5–49,2	11,3	479,4	42,4	4199,5	390,9	1712,2	Ties 60,5 km Bagdononiø HE; ties 54,2 km Semeliðkiø privatus malūnas
1.9	“	Elektrėnø tv. pabaiga– Kalpė	40,1–24,9	15,2	770,8	50,7	6752,2	628,5	2752,9	Ties 40,1 km Elektrėnø HE; ties 27,1 km Pastrėvio HE
1.10	“	Kalpė– Limðius	24,9–12,5	12,4	329,6	26,6	2887,3	268,8	1177,2	
1.11	“	Limðius– Būbliø HE	12,5–9,0	3,5	235,9	67,4	2066,5	192,4	842,5	Ties 9,0 km Būbliø HE
1.12	Margis	Katyšio eþ.–2,8 km	4,4–2,8	1,6	45,0	28,1	394,2	36,7	160,7	
Iš viso 7 upiø Vid.		12 ruoþø		106,8 8,9	3647,1 303,9		31948,6 2662,4	2973,8 247,8	13025,0 1085,4	
2. Merkio baseinas										
2.1	Maþoji Kena	MK-3– þiotys	2,7–0,0	2,7	63,3	23,4	554,5	51,6	226,1	
2.2	Varėnė	Ðiþma– Abista	30,1–16,7	13,4	298,9	22,3	2618,4	243,7	1067,5	
2.3	“	Abista– þiotys	16,7–0,0	16,7	366,2	21,9	3207,9	298,6	1307,9	Ties 2,1 km Varėnos HE
Iš viso 2 upiø Vid.		3 ruoþai		32,8 10,9	728,4 242,8		6380,8 2126,9	594,0 198,0	2601,5 867,2	
3. Neries maþieji intakai										
3.1	Ðalesa	Girija–þiotys	5,8–0,0	5,8	288,2	49,7	2524,6	235,0	1029,3	
3.2	Sudervė	S-2–þiotys	3,9–0,0	3,9	204,4	52,4	1790,5	166,7	730,0	
3.3	Vokė	Rudamina 19,0 km	28,4–19,0	9,4	596,0	63,4	5220,6	486,0	2128,7	
3.4	Rudamina	Peteða– Galinė	12,6–4,7	7,9	246,4	31,2	2158,5	200,9	880,0	
3.5	Malevankos up. (Saidė)	Versmės– þiotys	5,0–0,0	5,0	259,5	51,9	2273,2	211,6	926,8	Tarp Balėio ir Lentvario eþ. Lentvario HE; ties 1,4 km Vosyliukø tv. Ties 7,9 km Kiemeliø tv.
3.6	Dūkøta	Vilnoja– 7,9 km	11,7–7,9	3,8	91,2	24,0	798,9	74,4	325,7	
3.7	Ðieþmara	Midega– þiotys	6,0–0,0	6,0	122,9	20,5	1076,6	100,2	438,9	
3.8	Šešuva	Pravarta– þiotys	10,4–0,0	10,4	216,7	20,8	1892,2	176,7	773,9	Ties 10,2 km Uþusaliø tv.
Iš viso 8 upiø Vid.		8 ruoþai		52,2 6,5	2025,3 253,2		17735,1 2216,9	1651,5 206,4	7233,3 904,2	

2 lentelė (tūsinys)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4. Peimenos baseinas										
Ruopø nēra										
5. Šventosios baseinas										
5.1	Alauša	Versmės– Inglauda	8,3–5,9	2,4	58,5	24,4	512,5	47,7	208,9	
5.2	“	Inglauda– ĵiotys	5,9–0,0	5,9	140,1	23,8	1227,3	134,2	500,4	
5.3	Vybuona	Versmės– Raðė	26,0–22,3	3,7	100,9	27,3	883,9	82,3	360,4	
5.4	“	Dusyna– ĵiotys	7,8–0,0	7,8	235,1	30,1	2059,5	191,7	839,6	Ties 7,5 km Vybuonø mal.
5.5	Virinta	Karkla– 27,0 km	50,3–27,0	23,3	714,9	30,7	6262,5	582,9	2553,2	Ties 51,0 km Svobiškio HE
5.6	Nevėþa	Versmės– 10,1 km	12,0–10,1	1,9	54,9	28,9	480,9	44,8	196,1	Ties 11,1 km Gabrėlø HE
5.7	Siesartis	61,7 km– Grabuosta	61,7–53,8	7,9	271,8	34,4	2381,0	221,6	970,7	Ties 62,0 km Molėtūno mal. tv.
5.8	Mūðia	Mūðelė– ĵiotys	4,1–0,0	4,1	117,5	28,6	1029,3	95,8	419,6	Ties 1,6 km Kadrėnø HE
5.9	Armona	Šventupis– 3,2 km	10,8–3,2	7,6	218,1	28,7	1910,6	177,8	778,9	
5.10	Geleþė	Udroklis– ĵiotys	1,5–0,0	1,5	49,3	32,8	431,9	40,2	176,1	
5.11	Širvinta	Apuðė– 37,0 km	53,8–37,0	16,8	671,8	40,0	5885,0	547,9	2399,7	
Iš viso 9 upiø Vid.		11 ruopø		82,9 7,5	2632,9 239,4		23064,4 2096,8	2146,9 195,2	9403,6 854,9	
6. Nevėþio baseinas										
6.1	Nevėþis	Ringuþis– Juosta	164,1–145,7	18,4	441,8	24,0	3870,2	360,2	1577,9	
6.2	“	Juosta– 117,0 km	145,7–117,0	28,7	578,4	20,2	5066,8	471,7	2066,0	Ties 140,8 km Ekranø g. tv.
6.3	Obelis	Lankesa– Malėius	16,9–9,2	7,7	203,8	26,5	1785,3	166,2	727,9	Ties 10,5 km Bubliø HE; ties 17,0 km Aukøtøjø Kapliø tv.
6.4	“	Malėius– ĵiotys	9,2–0,0	9,2	352,3	38,3	3086,1	287,3	1258,2	Ties 5,4 km Juodkiðkiø HE
6.5	Ðuðvė	Berþė– Aþytė	80,8–54,0	26,8	1087,2	40,6	9523,9	886,5	3882,9	Ties 60,0 km Vaitiekūnø HE
6.6	“	Aþytė– Paupelys	54,0–31,2	22,8	1206,4	52,9	10568,1	983,7	4302,6	Ties 49,0 km Slabados mal.
6.7	“	Paupelys– 24,6	31,2–24,6	6,6	454,1	68,8	3977,9	370,3	1621,8	Ties 24,6 km Angiriø HE
6.8	“	24,6 km– 12,5 km	24,6–12,5	12,1	781,3	59,6	6844,2	637,2	2790,9	
Iš viso 3 upiø Vid.		8 ruopai		132,3 16,5	5105,6 638,2		44722,5 5590,3	4163,1 520,4	18228,2 2278,5	
7. Dubysos baseinas										
7.1	Kraþantė	Ðlaunis– Vilbėnas	32,7–13,8	18,9	425,9	22,5	3730,9	347,3	1521,1	Ties 23,0 km Kelmės m. I tv.
7.2	Gryþuva	Vengrė– ĵiotys	7,1–0,0	7,1	400,6	56,4	3509,3	326,6	1430,7	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
7.3	Gynëvë	Daugupys- 2,0 km	7,1-2,0	5,1	115,3	22,6	1010,0	94,0	411,0	Ties 2,0 km Plikiø HE
Iš viso 3 upiø Vid.	3 ruoþai			31,1 10,4	941,8 313,9		8250,2 2750,1	767,9 256,0	3362,8 1120,9	
8. Mítuvos baseinas										
8.1	Mituva	Alsa- Vidauja	47,3-26,0	21,3	459,5	21,6	4025,2	374,7	1641,1	Ties 38,2 km Girdþiø tv.
9. Ðeðupës baseinas										
9.1	Ðeðupë	Kirsna- Dovinë	244,7-215,5	29,2	1285,3	44,0	11259,2	1048,0	4590,4	Ties 243,4 km Lakinskø tv. ir HE
9.2	“	Dovinë- Rausvë	215,5-157,6	57,9	2932,5	50,6	25688,7	2391,2	10473,3	Ties 205,2 km Marijam- polës II HE; ties 201,0 km Marijampolës I HE; ties 177,0 km Antanavo HE
9.3	“	Rausvë- Ðirvinta	157,6-113,0	44,6	1704,4	38,2	14930,5	1389,8	6087,2	Ties 156,5 km Pilviðkiø HE
9.4	Kirsna	Gasda- þiotys	5,1-0,0	5,1	145,1	28,4	1271,1	118,3	518,2	
9.5	Dovinë	Amalvë- þiotys	21,6-0,0	21,6	444,4	20,6	3892,9	362,4	1587,2	Ties 0,6 km Netiëkampio HE
9.6	Ðirvinta (Ðeimenos)	18,0 km- þiotys	18,0-0,0	18,0	421,2	23,4	3689,7	343,4	1504,3	
Iš viso 4 Vid.	6 ruoþai upiø			176,4 29,4	6932,9 1155,5	39,3	60732,1 10122,0	5653,1 942,2	24760,6 4126,8	
10. Jûros baseinas										
10.1	Jûra	Kirkðnis- Aitra	153,1-133,8	19,7	454,8	23,1	3984,0	370,8	1624,3	
10.2	“	Lokysta- 96,0 km	133,8-96,0	37,8	2010,7	53,2	17613,4	1639,7	7181,8	
10.3	“	Tarp 90,0 km- 78,0 km	90,0-78,0	12,0	1156,8	96,4	10134,0	943,4	4132,1	Aukðëiau kaip 78,0 km Balskø tv.
10.4	Lokysta	Aðutis- þiotys	14,2-0,0	14,2	411,1	29,0	3601,2	335,2	1468,2	
10.5	Anëia	45,0 km- Inkstilas	45,0-20,0	25,0	1022,2	40,9	8954,5	833,6	3651,2	
10.6	Ðaltuona	26,0 km- þiotys	26,0-0,0	26,0	659,2	25,4	5774,9	537,6	2354,7	
Iš viso 4 Vid.	6 ruoþai upiø			134,7 22,4	5714,8 952,5	42,4	50062,0 8343,7	4660,3 776,7	20412,3 3402,0	
11. Mìnijos baseinas										
11.1	Babrungas	34,0 km- Èerkðnë	34,0-24,3	9,7	275,5	28,4	2413,3	224,6	983,9	
11.2	“	Èerkðnë- Lieplupë	24,3-10,4	13,9	624,4	44,9	5469,7	509,1	2230,3	Ties 21,5 km Plungës HE ir ties 15,5 km Gondingos HE

2 lentelė (tasinys)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
11.3	Salantas	Alksnė– 26,1 km	27,4–26,1	1,3	32,9	25,3	288,2	26,8	117,5	
11.4	Trumpė	7,4 km– 1,2 km	7,4–1,2	6,2	151,3	24,4	1325,4	123,4	540,4	Ties 1,2 km Greiėiuė tv.
11.5	Skinija	Karkvataki– 2,0 km	11,8–2,0	9,8	237,2	24,2	2077,9	193,4	847,1	Ties 8,3 km Vėpaiėiu tv.
Iš viso 4 upiø Vid.	5 ruopai			40,9 8,2	1321,3 264,3		11574,5 2314,9	1077,3 215,5	4718,9 943,8	
12. Baltijos pajūrio upės										
12.1	Bartuva	86,6 km– 74,6 km	86,6–74,6	12,0	253,4	12,0	2219,4	206,6	904,9	
12.2	“	74,6 km– Luoba	74,6–48,1	25,8	547,8	21,2	4799,1	446,8	1956,8	Ties 55,0 km Skuodo HE
12.3	Apdė	Sartis–Rūnė	20,4–12,7	7,7	209,8	27,2	1837,8	171,1	749,3	Teka valstybės siena
12.4	“	Rūnė–ĵiotys	12,7–0,0	12,7	333,2	26,2	2918,8	271,7	1190,0	“
12.5	Akmena– Danė	Šlaveita– Juodupis	50,0–35,0	15,0	441,0	29,4	3863,2	359,6	1575,0	Ties 41,2 km Tūbausiø tv.
Iš viso 3 upiø Vid.	5 ruopai			73,2 14,6	1785,2 357,0		15638,3 3127,7	1455,8 291,2	6376,0 1275,2	
13. Ventos baseinas										
13.1	Venta	Ringuva– Pijma	276,2–260,0	7,2	512,8	71,2	4486,9	418,2	1831,8	Ties 261,7 km Rudikiø HE
13.2	Virvyėia	80,0 km– Vaidys	80,0–60,5	19,5	881,4	45,2	7721,1	718,7	3147,9	Ties 72,0 km Birpavėnø HE ir ties 65,3 km Juciø HE
13.3	“	Vaidys– Patekla	60,5–45,0	15,5	743,0	47,9	6508,7	605,8	2653,6	
13.4	Patekla	Tausalas– Girupis	13,1–8,5	4,6	94,8	20,6	830,4	77,3	338,6	
13.5	“	Girupis– ĵiotys	8,5–0,0	8,5	291,4	34,3	2552,7	237,6	1040,7	Ties 5,1 km Ubiðkės HE
13.6	Gervainys	Judra– ĵiotys	2,9–0,0	2,9	58,9	20,3	516,0	48,0	210,4	
13.7	Đerkðnė	Versmės– Đaka	38,1–27,0	11,1	405,4	36,5	3551,3	330,6	1447,9	
13.8	Vadakstis	Ezerupė– Ađva	12,6–3,3	9,3	885,2	95,2	7754,4	721,8	3161,4	Teka valstybės siena
13.9	“	Ašva–ĵiotys	3,3–0,0	3,3	236,6	99,0	2072,6	192,9	845,0	“
13.10	Ašva	Alksnupis– ĵiotys	4,0–0,0	4,0	115,3	28,8	1010,0	94,0	411,8	Ties 0,6 km Leckavos HE
13.11	Varduva	61,0 km– Bradumas	61,0–54,9	6,1	200,1	32,8	1752,9	163,2	714,6	Ties 58,6 km Kulðėnø HE
13.12	“	Bradumas– Kvistė	54,9–17,1	37,8	1507,4	39,9	13204,8	1229,1	5383,6	Ties 44,2 km Renavo HE; ties 26,7 km Ukrinø HE
13.13	“	Eglynupis– ĵiotys	9,3–0,0	9,3	682,2	73,4	5976,1	556,3	2436,4	Ties 6,7 km Juodeikiø HE
13.14	Sruoja	Alkupis– Domija	16,0–1,5	14,5	293,8	20,3	2573,7	239,6	1049,3	Ties 10,1 km Pasruojės tv.
Iš viso 9 upiø Vid.	14 ruopø			153,6 11,0	6908,3 493,4		60511,6 4322,3	5633,1 402,4	24673,0 1762,4	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
14. Lielupēs baseinas (be Mūdos ir Nemunēlio)										
Ruopø nēra.										
15. Mūdos baseinas										
15.1	Mūda	Kruoja- Lēvuo	93,8–50,5	43,3	1535,2	35,5	13448,4	1252,0	5483,5	Ties 81,1 km Dvariukø HE; ties 74,4 km Ģvobiðkio tv.
15.2	Mūda	Skardþius- á Latvijá	37,8–17,6	20,2	1162,8	57,6	10186,0	948,2	4153,3	Tarp 24,6 ir 17,6 km teka valstybēs siena
15.3.	Kruoja	Obelē- Savelis	16,2–12,4	3,8	96,5	25,4	845,3	78,7	344,6	
15.4	Lēvuo	86,0 km- Gelepē	86,0–68,0	18,0	643,6	35,8	5637,9	524,9	2298,9	Ties 85,6 km Akmeniø HE
15.5	“	Amata-Ástras	26,1–9,0	17,1	420,0	24,6	3679,2	342,5	1500,0	
15.6	“	Ástras-þiotys	9,0–0,0	9,0	449,1	49,9	3934,1	366,2	1603,9	
15.7	Suosa	Rudilis- 1,0 km	4,9–1,0	3,9	85,8	22,0	751,6	70,0	306,4	
Iš viso 4 upiø				7 ruopai	115,3	4393,0		38482,5	3582,5	15690,6
Vid.					16,5	627,6	38,1	5497,5	511,8	2241,5
16. Nemunēlio baseinas										
16.1	Nemunēlis	Vyþuona- Nereta	142,3–118,6	23,7	380,4	16,1	3332,3	310,2	1358,6	Ties 124,0 km Kvetkø mal. tv.
16.2	“	Nereta- Audupē	118,6–87,9	30,7	757,1	24,7	6631,8	617,4	2704,1	Teka valstybēs siena
16.3	Apaðeia	Kiluēiø ep.- Rovēja	32,5–22,5	10,0	191,8	19,2	1680,2	156,4	685,0	Ties 27,1 km Ģirvēnos ep.
16.4	“	A. Gervē- 5,0 km	10,7–5,0	5,7	163,8	28,7	1434,7	133,6	585,0	
Iš viso 2 upiø				4 ruopai	70,1	1493,1		13079,0	1217,6	5332,7
Vid.					17,5	373,3	21,3	3269,8	304,4	1333,2
17. Dauguvos intakø baseinas										
17.1	Kanēiogina	Versmēs- Marūniðkē	16,8–13,9	2,9	130,9	45,1	1146,7	106,7	467,3	
17.2	Laukesa	Versmēs- þiotys	4,6–0,0	4,6	110,2	24,0	965,4	89,9	393,6	
17.3	Nikajus	Ģunelēs upelis-þiotys	7,1–0,0	7,1	227,3	32,0	1991,.	185,3	811,8	
Iš viso 3 upiø				3 ruopai	14,6	468,4		4103,2	381,9	1672,7
Vid.					4,9	156,1	32,1	1367,7	127,3	557,6
Visa Lietuva (be Nemuno ir Neries)										
Iš viso 66 upiø				96 ruopai	1238,2	44557,6		390310,0	36333,5	159132,3
Vid.					12,9	464,1	36,0	4065,7	378,5	1657,6
Tas pats nepaisant visø gamtinēs aplinkos apsaugos apribojimø										
Iš viso 120				215 ruopø	3218,1	172677,8		1512657,5	140801,5	616710,6
upiø										
Vid.					15,0	803,2	53,7	7035,6	654,9	2868,4

sauginius ribojimus ir nepaisant jø. Ið eia matyti, kiek hidroenergijos iðtekliø netenkame dēl gamtinēs aplinkos apsaugos, arba koks jos vaidmuo dabartinėje ðalies hidroenergetikoje.

4. HIDROENERGIJOS BALANSAS

Potencialiai hidroenergijos iðtekliai yra sàlygojami upiø vandeningumo ir jø vagø nuolydþiø dydþio (vandens

masēs gravitacinio jėgø). Tø veiksnio pasiskirstymas ðalies teritorijoje turi tam tikrà pobūdá Hidroenergetikos plėtros poþiūriu ðalies teritorija dalijama á dvi dalis. Þemaiēiø aukðtuma, kurioje didþiausias upiø vandeningumas ir vandens lygio kritimas, bei Pietryēiø Lietuva su nemaþu upiø vandeningumu ir lygesne nuotēkio kaita, patraukliausias hidroenergetikos plētrai. Kita, apie treðdalá ðalies teritorijos apimanti, dalis (Vidurio ir Pajūrio þemumos), kurioje upēs ne-

vandeningos ir turi mažus vagø nuolydþius, maþai tin-
ka hidroenergetikos plëtrai [11].

Taèiau sugretinus tarpusavyje visus efektyvius (kW/
km \geq 20 kW) hidroenergijos iðteklius, jei jiems nebû-
tø taikomi gamtosaugos ribojimai, su visais ðiuo metu
jiems taikomais apribojimais, tai ðis santykis ðalyje bû-
tø apie 4. Gi Dubysos, Minijos, Merkio, Ðventosios ir
Peimenos upiø baseinuose tas santykis gerokai virðija-
mas. Pvz., ðis santykis Merkio baseine 22, Minijos 14,
Ðventosios 10, Dubysos baseine 9. O Peimenos basei-
ne saugomos (nelieèiamos) visos efektyvios hidroener-
gijos poþiûriu upës ar jø ruoþai. Tuo tarpu lyguminiø

teritorijø upiø baseinuose (Nevëþio, Ðeðupës, Mûðos
ir kt.) tas santykis kur kas maþesnis uþ 4. Tai rodo,
kad teritorijos ir jas kertanëios upës saugomos gana
netolygiai. Todël ðiuo poþiûriu kertasi, ypaè efektyviø
upiø, hidroenergetikos plëtros ir ekologijos uþtikrini-
mo interesai, kuriuos ateityje reikëtø objektyviau ir
kruopðëiau tarpusavyje derinti, darant pagrãstas abipu-
ses nuolaidas. Apskritai kaip techniðkai efektyviã bûtø
galima panaudoti apie 31% visø Lietuvos upiø teori-
nës hidroenergijos (þr. 1 lentelã).

3 lent. sugretinami turimos hidroenergijos iðtek-
liai su ðiuo metu (2003 m.) pagaminta visa elektros

3 lentelë. Šalies hidroenergijos iðtekliai ir elektros energijos gamyba

Eil. Nr.	Energijos šaltinis	Galia <i>P</i> tûkst. kW	Metø energija <i>E</i> mln. kWh	% nuo bendrosios elektros gamybos	% nuo galutinio elektros reikmiø	Pastaba
1.	Elektros energijos gamyba	6535,4	19487,9	100		2003 metais
2.	Galutinës elektros reikmës	2405,0	7179,1	36,8	100	2003 metais
3.	Ðalies bendra teorinë hidroenergija, tarp jø:	688,8	6033,7	31,0	84,0	22,2 tûkst. upiø ir þemës ðlaitø
	Nemuno,	239,8	2100,2	10,8	29,3	Ðalies teritorijoje
	Neries	106,4	932,3	4,78	13,0	–“–
4.	Techninë hidroenergija, tarp jø:	564,8	2473,8	12,7	34,5	Visø upiø ir þemës ðlaitø
	Pymesniø upiø,	477,2	2089,9	10,7	29,1	472 upiø per 20 km ilgio ir per 50 km ² baseino
	tarp jø:					
	Nemuno,	195,3	856,3	4,39	11,9	
	Neries	86,8	380,1	1,95	5,29	
5.	Techninë efektyvi hidroenergija, tarp jø:	423,1	1853,2	9,51	25,8	Neãvertintos aplinkosaugos
	Nemuno,	195,5	856,3	4,39	11,9	
	Neries,	86,8	380,1	1,95	5,29	
	Maþøjø upiø	140,8	616,8	3,17	8,59	120 upiø 215 ruoþø 66 maþøjø upiø 96 ruoþai
6.	Techninë efektyvi hidroenergija ãvertinus aplinkosaugã	36,3	159,1	0,82	2,22	
7.	Ekonominë hidroenergija, tarp jø:	118,4	325,1	1,67	4,53	Kauno ir 67 maþøjø HE 2003 m. pagaminta elektros energija
	Kauno HE,	100,8	283,9	1,46	3,95	
	Maþosios HE,	17,6	41,2	0,21	0,57	
	Kruonio HAE*	800,0	660,1	3,39	9,19	

* Kruonio HAE 2003 metais pagamino 660,1 mln. kWh, taèiau tvenkiniui uþpildyti buvo sunaudota 890,5 mln. kWh elektros energijos, t. y. 34,9% daugiau nei pagamino.

energija ir galutinėmis dalies elektros reikmėmis [12]. 3 lent. pateikti duomenys ir palyginimai parodo dabartinę hidroenergetikos vietą dalies elektros energijos gamybos balanse. Ji labai þema, todėl maþai reikþminga.

Antai visø dalies upiø techninë hidroenergija sudaro apie 2,5 mlrd. kWh (gamtinë apie 6,0 mlrd. kWh), tuo tarpu ðalyje 2003 m. pagaminta 19,5 mlrd. kWh elektros energijos. Tai 7,88 karto daugiau nei visi turimi techninës ir 10,5 karto daugiau nei efektyvios techninës hidroenergijos iðtekliai. Þinoma, ne visi hidroenergijos iðtekliai gali bûti panaudoti kaip pirminës energijos ðaltiniai. Dël gamtinës aplinkos apsaugos reikmiø ðiuo metu hidroenergetikos plëtrai lieka 36,3 tûkst. kW, arba 159,1 mln. kWh, maþøjø upiø efektyvios techninës hidroenergijos (2 lent., pav.). Tai tik 6,43% visø dalies techniniø ir 2,64% gamtiniø teoriniø hidroenergijos iðtekljø. Jie sudaro tik 0,82% ðalyje 2003 m. pagamintos elektros energijos. Palyginus su galutinėmis dalies elektros reikmėmis (7,2 mlrd. kWh), hidroenergija pagaminta elektros dalis bus didesnë, nes elektros galutinës reikmës yra apie 2,7 karto maþesnës nei per metus pagaminta elektros energija. Taip Kauno ir maþosios HE drauge 2003 m. tenkino 4,53% elektros energijos reikmiø (Kauno HE 3,95%, maþosios HE 0,57%). Kauno HE per deðimtmetá (1991–2000 m.) vidutiniðkai per metus gamina apie 350 mln. kWh, t. y. daugiau nei 2003 m., ir tuo bûdu panaudoja apie 41% efektyvios techninës Nemuno hidroenergijos.

Nemaþas vaidmuo energetikoje kaip apkrovos pikø dengëjai ir elektros daþnio sinchronizatorei tenka Kruonio HAE, kurios galia 800 tûkst. kW ir 2003 m. pagamino 660,1 mln. kWh, taëiau jai uþkrauti buvo sunaudota 34,9% daugiau elektros energijos nei pagamino.

Kadangi ðiuo metu hidroenergetikos plëtra nėra sparti pastatant tik vienà kità maþjà hidroelektrinæ per metus, nes maþai liko tinkamø tvenkiniø, kuriuos bûtø galima pritaikyti tam tikslui, taip pat daug maþiau liko tinkamø upiø ruoþø, todėl rasti vietà HE statyti nėra paprasta. Pirmiausia reikia atkreipti dëmesá á dar likusius efektyvius hidroenergijos poþiuriu upiø ruoþus. Dël geresnës orientacijos paveiksle parodytos esamos HE. Pasidairius po paveiksle pateiktà þemëlápá, galima atkreipti dëmesá á dar likusius efektyvius ruoþus B. Anëioje, Varënëje, Perðëkëje, maþuosiuose Neries intakuose, Virintos ir Ðirvintos upëse, Nevëþyje, ypaè jo intake Ðuðvëje, tarp Vaitiekûnø ir Angiriø HE, Jûroje ir jos intakuose, Bartuvoje ir Ventos intakuose, Mûdoje ir Lëvens bei Nemunëlio upëse.

Tam tikrais orientyrais gali bûti tarpukariu ar pokariu buvusio hidrotechniniø statiniø (paveldø), daugiausiai vandens malûnø, vietos [6–8]. Tokiø buvusio objektø vietø galima paieðkoti pokariniuose þemëlapiuose, pvz., M 1:25 000, kuriuose tos vietos paþymëtos „þvaigþdutėmis“.

Mûsø ir [12] duomenimis, 2004 01 01 veikë 67 maþosios HE, kuriø bendra galia buvo 17,6 tûkst. kW, ir per metus gamino 41,2 mln. kWh elektros. 33 HE árengtos efektyviuose upiø ruoþuose be gamtosauginiø ribojimø. Jø bendra galia 8,55 tûkst. kW, per metus gamino apie pusæ maþøjø HE elektros energijos (20,1 mln. kWh). Tai atitinka apie 12,6% turimø iðtekljø. Tà elektros energijà reikia atimti ið turimø iðtekljø, bûtent:

$$P_i = 36,3 - 8,6 = 27,7 \text{ tûkst. kW,}$$

$$E_i = 159,1 - 20,1 = 139,0 \text{ mln. kWh.}$$

Pateikti dydþiai tai turimi maþøjø upiø efektyvūs hidroenergijos iðtekliai, kuriuos ðiuo metu galëtume panaudoti, kadangi jie neáeina á iðimtinæ gamtinës aplinkos apsaugos sferà.

Dar 19 maþøjø HE pastatytos taip pat nesaugomuose upiø ruoþuose, taëiau tie ruoþai mûsø poþiuriu nėra efektyvūs. Jø bendra galia 2,1 tûkst. kW. Likusios 15 HE pastatytos draustiniuose ir kituose saugomuose ruoþuose, bendra galia 5,9 tûkst. kW. Prie kai kuriø ið jø árengti þuvitakiai (Kavarsko, Rokantiðkiø, Uþpalio, Valtûnø, Rudikiø HE).

Reikia papymëti, kad pateikta techninë hidrogalia (P_f) yra apibrëþtesnë ir realesnë, tik 0,815 karto maþesnë uþ gamtinæ hidrogalià (P_g). Apskaiëiuodami techninë hidroenergijà tarëme, kad HE ðia galia dirbs vidutiniðkai pusæ laiko per metus, t. y. po 4380 valandø. Apskritai ðis energetinis rodiklis yra kiek maþesnis. Visos maþosios HE per pastaruosius 14 metø instaliuota (árengta, disponuojama) galia dirbo vidutiniðkai tik po 2610 val. per metus, o Kauno HE – 3380 val. Tai, þinoma, priklauso nuo HE instaliuotos galios, upës vandeningumo ir jo kaitos, nuotëkio sureguliavimo laipsnio, gamtosauginio debito ir kitø prieþasjø. Panagrinëjus turimus duomenis, pastebëta, kad maþosios ir Kauno HE daugiau elektros energijos pagamino esant didesniai ir lygesniai upiø vandeningumui 1990 ir 1994 m., maþiausiai – maþesniai vandeningumui 1991, 1992 ir 2000 m.

Esant vidutiniam upiø vandeningumui 1999 m. HE instaliuota galia per metus dirbo taip: Ðerkðnënø 5640, Renavo 5610, Juodeikiø 5580, Sukonëio 5040, Aukðtadvario 3670, B. Anëios 3670, Kapëiamiesëio 3360, Motiejûnø 2420, Antalieptës 1670, Kauno 3850 valandø.

Priëma 2610 val. per metus, gautume, kad mûsø iðskirtø 66 upiø 96 ruoþø techninë efektyvi hidroenergija sudarytø: $E_i = P_i \cdot 2610 \approx 94,8$ mln. kWh per metus, bûtø 1,7 karto maþesnë uþ anksëiau pateiktjà. Taigi liekamas rezervas maþosios hidroenergetikos plëtrai bûtø kuklesnis: $94,8 - 20,1 = 74,7$ mln. kWh. Tai beveik dvigubai daugiau nei per metus gamina elektros visos maþosios HE (41,2 mln. kWh).

Taigi ðiuo metu efektyvios techninës hidroenergijos rezervà sudaro 66 maþøjø upiø 96 ruoþø 27,7 tûkst. kW galios tarp 139,0 ir 74,7 mln. kWh hidroenergijà. Tai vienintelis ðiuo metu hidroenergetikos

plėtrai rezervas, nes mūsų didžioji Nemuno ir Neris upių hidroenergijos išteklių panaudojimas užblokuotas direktyviniais sprendimais.

Nepaisant to, kad hidroenergijos ištekliai yra riboti, hidroenergetikos plėtrai naudojami dar turimi rezervai. Pinoma, kad apie 30 subjektų yra suderinama dėl HE statybos leistinumų poveikio aplinkai požiūriu. Tos HE sudarytų apie 10 tūkst. kW bendrąją galią. Dar rezervo liktų apie 18 tūkst. kW galios. Tai maždaug tiek pat, kokia yra šiuo metu visų veikiančiųjų mažųjų HE instaliuota galia (17,6 tūkst. kW).

Tikimės, kad šiame straipsnyje pateikti duomenys ir išvados apie turimus hidroišteklius ir jų panaudojimą upių ruošais, kuriuos nustatant įvertintos taikomos gamtinės aplinkos apsaugos priemonės [1–4 ir kt.], prisidės prie mažosios hidroenergetikos plėtros šalyje.

Straipsnyje pateikta medžiaga ir išvados – kelerių metų darbo, kurio metu kito požiūris į hidroenergetikos plėtrą, rezultatas. Daugelis upių tapo ekologijos, o ne hidroenergetikos objektais, kurie daugeliu atvejų stimuliuoja teisingą kompleksinę šalies vandens išteklių panaudojimą (apsaugą nuo potvynių ir erozijos, vandens tiekimą, laivybą, rekreaciją, paveldo išsaugojimą ir daugelį kitų bendrų tikslų). Nutarta [2] uždrausti statyti užtvankas Nemuno upėje bei kitose ekologiniu ir kultūriniu požiūriu vertingose upėse ar jų ruošuose, tarp kurių daug vertingų hidroenergijos požiūriu. Nuspręsta, kad vandens energija gaminti „šaliąją elektrą“ neverta [13].

5. IŠVADOS

1. Šalies hidroenergetika ne tiek apčiuopama, kad tenkintų visus energijos poreikius, tačiau ji nėra visai bereikšmė. Straipsnyje pateikti duomenys leidžia objektyviai spręsti apie hidroenergetikos padėtį šalyje ir galimą jos plėtrą.

2. Siūlomas toks teorinės gamtinės (g) (kadastrinės) ir potencinės techninės (t) hidroenergijos santykis: $P_t = 0,82 P_g$ ir $E_t = 0,41 E_g$.

3. Atlikus upių hidroenergijos tyrimą avairiais požiūriais buvo gauta, kad turimi visi hidroenergijos techniniai ištekliai (2,5 mlrd. kWh), kaip pirminis energijos šaltinis, galėtų pagaminti apie 12,7% šalies elektros energijos (2003 m. 19,5 mlrd. kWh).

4. Efektyvūs techniškieji ištekliai, kurių $P_g/km \geq 20$ kW, siekia 1853,2 mln. kWh ir sudaro apie 75% techniškųjų arba apie 31% kadastrinių hidroenergijos išteklių ir galėtų gaminti apie 9,5% „šaliosios elektros“.

5. Įvertinus veikiančias gamtinės aplinkos apsaugos nuostatas, buvo rasta, kad efektyvūs techniškieji hidroenergijos ištekliai siekia 36,3 tūkst. kW, arba 159,1 mln. kWh, ir sudaro 6,43% visų techniškųjų arba 2,64% gamtinių kadastrinių hidroenergijos išteklių, apima 66 upių 1238 km bendro ilgio 96 ruošus visoje šalyje.

6. Dėl gamtinių sąlygų (upių vėdinimo ir jo kaitos, vandens lygio kritimo ir kt.) hidroenergetikos plėtra yra palankesnė Pėmaiėių aukštumoje bei Pietryėių Lietuvoje, nei Vidurio ir Pajūrio ėmumose.

7. Šalyje veikia 67 mažosios HE, kurių galia 17,6 tūkst. kW, ir 2003 m. pagamino 41,2 mln. kWh, o tai sudarė 0,21% šalyje pagamintos elektros energijos, bei tenkino 0,57% visų šalies elektros poreikių; Kauno HE pagamino 283,9 mln. kWh, o tai sudarė 1,46% visos šalyje pagamintos elektros ir tenkino 3,95% šalies elektros poreikių.

8. Įvertinus jau pastatytas mažąsias HE ant efektyvių upių ruošų, hidroenergetikos plėtrai rezervą sudaro 27,7 tūkst. kW galios nuo 74,7 iki 139,0 mln. kWh metų hidroenergija.

Gauta 2005 04 28

Literatūra

1. Lietuvos Respublikos vandens štatymo 14 straipsnio pakeitimo štatymas // Valstybės žinios. 2004. Nr. 54-1833.
2. Lietuvos Respublikos Vyriausybės 2004 m. rugsėjo 8 d. nutarimas Nr. 1144 „Dėl ekologiniu ir kultūriniu požiūriu vertingų upių ar jų ruošų sąrašo patvirtinimo“ // Valstybės žinios. 2004. Nr. 137-4995.
3. Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2004 m. balandžio 29 d. šakymo Nr. D1-223 dėl aplinkos ministro 2004 m. vasario 4 d. šakymo Nr. D1-57 „Dėl vietovių, atitinkančių gamtinių buveinių apsaugai svarbių teritorijų atrankos kriterijus, sąrašo, skirto pateikti Europos Komisijai, ir jose randamų europinės svarbos natūralių buveinių ir rūšių sąrašo patvirtinimo“ pakeitimo // Valstybės žinios. 2004. Nr. 172-6352, Nr. 183.
4. Lietuvos saugomos teritorijos. M 1:400 000 ėmėlapis. Miškų ir saugomų teritorijų departamentas prie Aplinkos ministerijos. Saugomų teritorijų registras. 1999.
5. Gailiūdis B., Jablonskis J., Kovalenkoviėnė M. Lietuvos upės. Hidrografija ir nuotėkis. Kaunas, 2001. P. 792.
6. Jablonskis J., Lasinskas M. Lietuvos TSR upių kadastras (debitai, nuolydžiai, galingumai). Vilnius, 1962. P. 640.
7. Jablonskis J., Tomkeviėniėnė A. Lietuvos mažosios hidroenergetikos plėtros galimybės // Energetika. 2004. Nr. 2. P. 40–46.
8. Jablonskis J., Punys P., Šavelskas V., Tautvydas A. Lietuvos mažosios hidroenergetikos ėinynas. Kaunas, 1996. P. 207.
9. Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 1999 m. gruodžio 21 d. šakymas Nr. 411 „Dėl užtvankų statybos (atstatymo) apribojimo aplinkosauginiu požiūriu svarbiausiose upėse ar jų atskiruose ruošuose“ // Valstybės žinios. 1999. Nr. 112-3261.
10. Lietuvos Respublikos aplinkos ir Lietuvos Respublikos ėmės ūkio ministrų 2003 m. sausio 16 d. šakymas Nr. 27/3D-13 „Dėl aplinkosaugos reikalavimų nustatymo saugomų ir globojamų ėvų rūšių migracijos keliuose“ // Valstybės žinios. 2003. Nr. 19-835.
11. Gailiūdis B., Jablonskis J. Lietuvos upių hidroenergijos išteklių geografijos aspektai ir panaudojimas // Energe-

