



VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

APLINKOS INŽINERIJOS FAKULTETAS

HIDRAULIKOS KATEDRA

Ugnė Mačionytė

**JUROS UPĖS BASEINO ENERGETINIŲ VANDENS IŠTEKLIŲ
VERTINIMAS**

**EVALUATION OF THE JŪRA RIVER BASIN ENERGETIC WATER
RESOURCES**

Magistratūros studijų baigiamasis darbas

Vandens ūkio inžinerijos studijų programa, valstybinis kodas 62104T109

Aplinkos inžinerijos ir kraštotvarkos mokslo kryptis

Vilnius, 2008

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
APLINKOS INŽINERIJOS FAKULTETAS
HIDRAULIKOS KATEDRA

TVIRTINU

Katedros vedėjas

(Parašas)

Antanas Lukianas
(Vardas, pavardė)

(Data)

Ugnė Mačionytė

**JŪROS UPĖS BASEINO ENERGETINIŲ VANDENS IŠTEKLIŲ
VERTINIMAS**

**EVALUATION OF THE JŪRA RIVER BASIN ENERGETIC WATER
RESOURCES**

Baigiamasis magistro darbas

Vandens ūkio inžinerijos studijų programa, valstybinis kodas 62403T109

Aplinkos inžinerijos ir kraštotvarkos mokslo kryptis

Vadovas prof.habil.dr. A.Česnulevičius

(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė)

(Parašas)

(Data)

Konsultantas lekt. Regina Žukienė

(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė)

(Parašas)

(Data)

Vilnius, 2008

**VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
APLINKOS INŽINERIJOS FAKULTETAS
HIDRAULIKOS KATEDRA**

Technologijos mokslo sritis
Aplinkos inžinerija ir kraštotvarka.....mokslo kryptis
Aplinkos inžinerija studijų kryptis
Vandens ūkio inžinerija.....studijų
programa

TVIRTINU

Katedros vedėjas

(parašas)

Antanas Lukianas
(vardas, pavardė)

(data)

**BAIGIAMOJO MAGISTRO DARBO
UŽDUOTIS**

2008 m. vasario 2 d. Nr. 1
Vilnius

Studentui Ugnėi Mačionytei

Baigiamojo darbo tema: „*Jūros upės baseino energetinių vandens išteklių vertinimas*”

patvirtinta 2008 m. balandžio 18d. Aplinkos inžinerijos fak. dekanų įsakymu Nr. 150 ap

Baigiamojo darbo užbaigimo terminas 2008 m. gegužės 26d.

BAIGIAMOJO DARBO UŽDUOTIS:

1. Atlikti literatūros šaltinių, susijusių su Lietuvos hidroenergetiniais ištekliais analizę.
2. Apžvelgti atsinauninančius energetinius resursus Lietuvoje.
3. Aptarti Lietuvos vandens išteklius.
4. Atlikti Jūros upės baseino nuotėkio analizę.
5. Atlikti jūros upės hidroenergetinius skaičiavimus ir įvertinti upės energetinį potencialą

Baigiamojo darbo rengimo konsultantai:

VG TU Lietuvių kalbos katedros lektorė Regina Žukienė

Vadovas: Algimantas Česnulevičius, habil. dr., prof.

Užduotį gavau: Ugnė Mačionytė
2008.02.04

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Aplinkos inžinerijos fakultetas

Hidraulikos katedra

ISBN

ISSN

Egz.sk. 3

Data 2008 - 05 - 31

Vandens ūkio inžinerijos studijų programos baigiamasis magistro darbas

Pavadinimas Jūros upės baseino energetinių vandens išteklių vertinimas

Kalba

☒ X lietuvių

☐ užsienio

Anotacija

Baigiamajame magistro darbe yra nagrinėjama Jūros upės baseino energetiniai ištekliai. Atlikta mokslinių tyrimų, susijusių su Lietuvos hidroenergetiniais ištekliais, analizė. Parengta Lietuvos atsinaujinančių energetinių išteklių pagal lyginamąją galią apžvalga. Aptarti vandens ištekliai. Išanalizuoti 1978-2007 metų hidrologiniai duomenys ties Tauragės vandens matavimo stotimi. Atlikti Jūros hidroenergetiniai skaičiavimai ir įvertintas upės baseino energetinis potencialas. Pateiktos darbo išvados.

Darbą sudaro 7 dalys: įvadas, literatūros apžvalga, tyrimų objektas, darbo metodika, skaičiavimai ir tyrimo rezultatai, išvados ir siūlymai, literatūros sąrašas.

Darbo apimtis – 73 p. teksto be priedų, 27 iliustr., 18 lent., 35 literatūros šaltiniai.

Prasminiai žodžiai: Jūros upė, hidroenergija, hidrologija.

Vilnius Gediminas Technical University
Faculty of Environmental Engineering
Hydraulic Department

ISBN ISSN
No. of copies 3
Date 2008 – 05 - 31

Water Engineering Study Programme Final Master's Thesis

Title: **Evaluation of the Jūra River basin energetic water resources**

Author: Ugnė Mačionytė

Executive: prof.habil.dr. A.Česnulevičius

Thesis language

☒ X

Lithuanian

☐

English

Annotation

The energetic resources of Jūra River and its catchment are analysed in this master work. Author doing analysis of scientific research of Lithuania hydroenergetic resources. In this work are presented review of renewal energetic resources, evaluation of state of water resources, analysis of Jūra River hydrological data of Tauragė hydrological post since 1978 to 2007 years. Author is doing hydroenergetical calculation and energetic evaluation of Jūra River catchment. The comprehensive conclusions are presented in this work.

The work contains from 7 parts: inlet, overview of literature, research object, work technique, calculation and research results, conclusions' and suggestions' for water treatments, list of literature.

Thesis consist of: 73 p. text without extras, 27 pictures, 18 tables, 35 bibliographical entries.

Keywords: Jūra River, water – power, hydrology.

Turinys

IVADAS.....	9
1. LITERATŪROS APŽVALGA.....	11
1.1. Atsinaujinantys energijos ištekliai	11
1.2. Lietuvos vandens ištekliai.....	15
1.3. Hidroenergetika.....	18
1.3.1. Hidroenergetika Lietuvoje	18
1.3.2. Lietuvos upių galia.....	20
1.3.3. Hidroenergetikos aplinkos poveikio aspektai	22
2. TYRIMŲ OBJEKTAS.....	25
2.1. Vakarų Lietuvos hidrologinė sritis.....	25
2.2. Jūros upė ir jos baseinas.....	26
3. DARBO METODIKA	36
3.1. Hidrologinių skaičiavimų metodika.....	36
3.1.1. Hidrologinių skaičiavimų tikslai.....	36
3.1.2. Upių hidrologinių charakteristikų statistinės analizės metodai	36
3.1.3. Daugiamečio laikotarpio pagrindinių vandens charakteristikų skaičiavimas.....	37
3.1.4. Hidrologinių duomenų statistiniai parametrai	38
3.1.5. Upės maksimalaus debito skaičiavimas turint ilgalaikių hidrologinių stebėjimų duomenis.....	40
3.2. Upės energijos skaičiavimo metodika	41
4. JŪROS UPĖS HIDROLOGINIAI SKAIČIAVIMAI IR TYRIMO REZULTATAI.....	43
4.1. Jūros upės hidrologinių charakteristikų skaičiavimas, remiantis ilgalaikių stebėjimų duomenimis.....	43
4.2. Jūros upės potvynių ir poplūdžių charakteristikų skaičiavimas.....	47
4.3. Daugiamečio laikotarpio pagrindinių Jūros upės vandens charakteristikų skaičiavimas	50
4.4. Jūros upės metų nuotėkio pasiskirstymo skaičiavimai daugiamečių matavimo duomenų pagrindu	51
4.5. Gamtosauginio vandens debito skaičiavimas	61
5. JŪROS UPĖS BASEINO ENERGETINIAI SKAIČIAVIMAI IR REZULTATAI	62
IŠVADOS	71
LITERATŪRA	72

Paveikslų sąrašas

1.1 pav. 2005 m. esamos ir planuojamos 2010 m. elektros energijos gamyba iš atsinaujinančių išteklių Lietuvoje ir Europos Sąjungoje.....	12
1.2 pav. Lietuvos upių baseinai.....	16
1.3 pav. 2007 m. pradžioje veikiančios mažosios HE.....	20
2.1 pav. Lietuvos hidrologinės sritis.....	25
2.2 pav. Jūros upės baseinas.....	28
2.3 pav. Jūros upės intakai.....	29
2.4 pav. Jūros upės baseino saugomos teritorijos.....	30
2.5 pav. Naujoji Balskų hidroelektrinė.....	32
2.6 pav. Naujoji Balskų hidroelektrinė.....	32
2.7 pav. Jūros upė ties Tauragės užtvanka.....	33
2.8 pav. Jūros upė ties Tauragės užtvanka 2007 m. sausio 22d ($Q=141 \text{ m}^3/\text{s}$).....	33
2.9 pav. Tauragės vandens matavimo postas.....	34
2.10 pav. Tauragės vandens matavimo postas.....	34
2.11 pav. Jūros upės baseino matavimo postai.....	35
3.1 pav. Upės ruožų išilginio profilio schema.....	42
4.1 pav. Vidutiniai Jūros upės debitai per 1978-2007 m. laikotarpį.....	46
4.2 pav. Jūros upės 2007 m. debitų hidrograma.....	49
4.3 pav. Vandeningų 1980 – 1981 m. debitų sezoninis pasiskirstymas	55
4.4 pav. Vidutinių 1989 - 1990 m. debitų sezoninis pasiskirstymas	55
4.5 pav. Sausų 1995 – 1996 m. debitų sezoninis pasiskirstymas	55
4.6 pav. Hazeno tinklas.....	60
5.1 pav. Jūros upės hidroenergetinės charakteristikos.....	64
5.2 pav. Jūros upės energetinio efektyvumo pasiskirstymas.....	65
5.3 pav. Jūros upės hidroenergetinio efektyvumo suskirstymas ruožais.....	66
5.4 pav. Jūros upės labai efektyvių, energetiniu požiūriu paruožiai.....	67
5.5 pav. Jūros upės efektyvūs energetiniai ruožai.....	68
5.6 pav. Tauragės tvenkinio 30 metų vidutinės potencinės galios kaita.....	69

Lentelių sąrašas

1.1 lentelė. Pagal instaliuotą galingumą, mažosios HE Lietuvoje 2007 m.....	19
2.1 lentelė. Vandens matavimo stočių, Jūros baseine, stebėjimo laikotarpiai.....	36
4.1 lentelė. 1978-2007 metų mėnesių vidutiniai debitai, m ³ /s. Upė: Jūra; Stotis: Tauragė.....	44
4.2 lentelė. Perskaičiuoti 1978-2007 metų mėnesių vidutiniai debitai, m ³ /s. Upė: Jūra; Stotis: Tauragė.....	45
4.3 lentelė. 2007 metų dienos vidutiniai debitai, m ³ /s. Upė: Jūra; Stotis: Tauragė.....	48
4.4 lentelė. Daugiamečio laikotarpio pagrindinės hidrologinės charakteristikos.....	50
4.5 lentelė. Jūros upės ties Taurage vidutiniai debitai ir periodų bei sezonų debitų sumos.....	52
4.6 lentelė. Jūros upės ties Taurage vandens ūkio metų limituojantis periodas.....	53
4.7 lentelė. Vandeningų 1980-1981 m. mėnesių debitai.....	54
4.8 lentelė. Vidutinių 1989-1990 m. mėnesių debitai.....	54
4.9 lentelė. Sausų 1995-1996 m. mėnesių debitai.....	54
4.10 lentelė. Tikimybės kreivės parametrų skaičiavimas.....	56
4.11 lentelė. Tikimybės kreivės koordinačių skaičiavimas ($Q_0=22,93 \text{ m}^3/\text{s}$; $C_s=0,21$; $C_v=0,25$).....	58
4.12 lentelė. Tikimybės kreivės koordinačių skaičiavimas ($Q_0=22,93 \text{ m}^3/\text{s}$; $C_s=3C_v$; $C_v=0,25$).....	59
4.13 lentelė. Gamtosauginis debitas ties Tauragės VMS.....	61
5.1 lentelė. Jūros upės charakteristika.....	62
5.2 lentelė. Jūros upės intakų potencinė galia upių santakoje.....	62
5.3 lentelė. Tauragės tvenkinio 30 metų vidutinė potencinė galia.....	69

Ivadas

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

Energijos taupymas ir efektyvus energijos išteklių vartojimas, gamintojų ir vartotojų skatinimas efektyviai vartoti vietinius, atsinaujinančius ir atliekinius energijos išteklius – vieni pagrindinių energetikos politikos tikslų, apibrėžtų Lietuvos Respublikos energetikos įstatyme (Žin., 2002, Nr. 56-2224) ir Nacionalinėje energetikos strategijoje, patvirtintoje Lietuvos Respublikos Seimo 2002 m. spalio 10 d.

Energetika yra viena pagrindinių ūkio šakų, lemiančių gamybą, o tuo pačiu visą valstybės ekonomiką bei žmonių gerovės perspektyvas. Šiais laikais elektros energijos poreikis visame pasaulyje pastoviai didėja. Kita vertus jos gamybos didinimas, ypač šiluminėse elektrinėse, vis labiau kenkia gamtai. Tai verčia imtis visų įmanomų priemonių energetinių resursų taupymui bei optimaliam energetikos šakų vystymui.

Lietuvos Respublikos Vandens įstatymas, reglamentuojantis santykius, atsirandančius naudojant, valdant ir saugant gamtinėje aplinkoje esantį vandenį, priimtas 1997 m. (Žin., 1997, Nr. 104-2615). 2003 m. priimta įstatymo nauja redakcija (Žin., 2003, Nr. 36-1544). Vandens įstatymas suderintas su ES direktyva 2000/60/EB, nustatančia „Bendrijos veiksmų vandens politikos srityje pagrindus“.

Tikslas ir uždaviniai

Šio darbo tikslas - išanalizuoti energetinius Jūros upės baseino vandens išteklius per 1978 - 2007 m. laikotarpį. Šiam tikslui pasiekti buvo sprendžiami tokie uždaviniai :

- Įvertinti Jūros upės baseino fizines – geografines sąlygas;
- Išanalizuoti nuotėkio kaitą per nagrinėjamą laikotarpį;
- Apskaičiuoti Jūros upės energetinį potencialą.

Naujumas

Įvertinti Jūros baseino energetiniai ištekliai per 1978 – 2007 metų laikotarpį, nustatyta upės hidroenergetinė vertė ir potencinė galia. Šie duomenys gali būti panaudoti projektuojant mažąsias hidroelektrines Jūros upės baseine.

Darbo aktualumas

Energijos gamybos iš atsinaujinančiųjų energijos išteklių – ypač naudojant vėją, vandenį, saulės energiją, biomasę ir geotermišką energiją – plėtra yra pagrindinis Europos Komisijos energetikos politikos tikslas.

ES teisės aktais siekiama padidinti elektros, pagamintos iš atsinaujinančiųjų energijos išteklių, dalį nuo 6% iki 12% (iki 2010m), lygiagrečiai įgyvendinant Kioto protokolo įsipareigojimus sumažinti šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijas 8 %.

Šiuo metu Lietuvoje ypač aktualios tolimesnės energetikos plėtros galimybės. Tai įtakoja Ignalinos AE būsimas uždarymas, galima elektros energijos priklausomybė nuo kitų šalių energetikos rinkos ir didėjantis Lietuvos užterštumas. Kaip vienas iš problemos sprendinių būdų yra atsinaujinančiosios energijos gamyba, panaudojant turimus Lietuvoje hidroenergijos išteklius. Tačiau galimas hidroelektrinių ir neigiamas poveikis Lietuvos upių vandens ekosistemoms (užliejami lygumų plotai, kinta nusistovėjusi hidroekologinė pusiausvyrą ir kt.).

1. Literatūros apžvalga

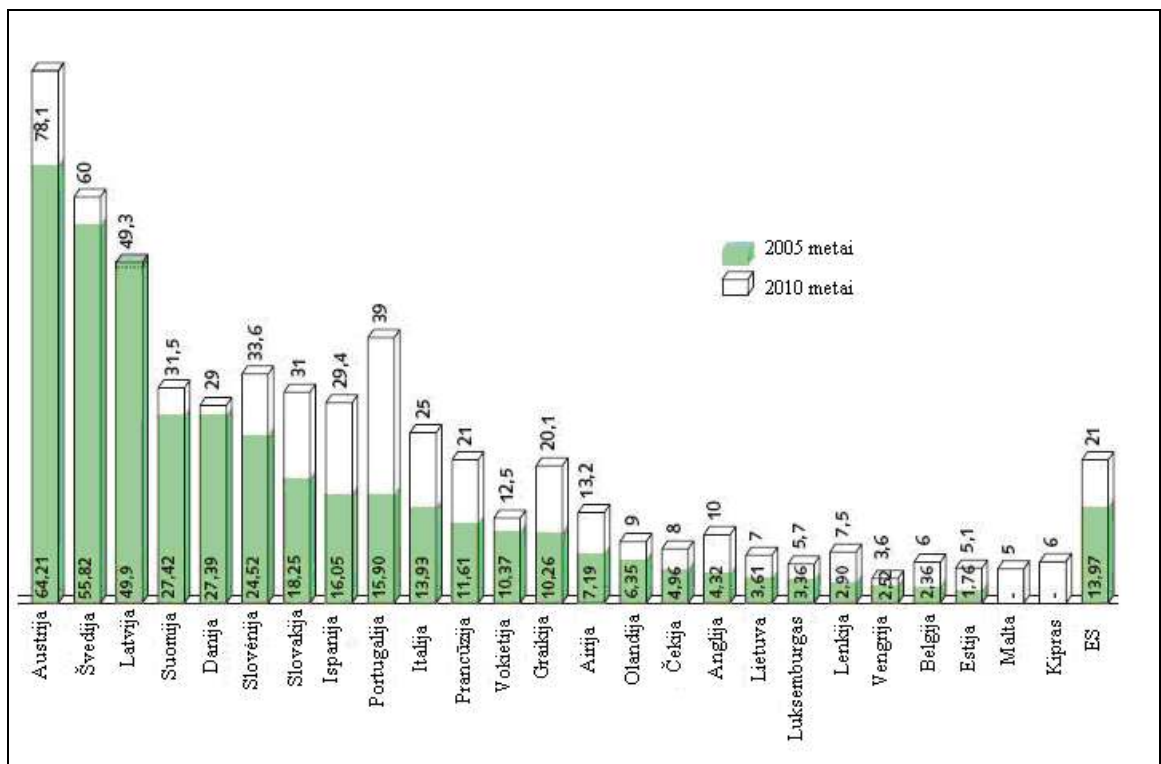
1.1. Atsinaujinantys energijos ištekliai

Žmonijos naudojami energijos ištekliai skirstomi į neatsinaujinančius (nafta, akmens anglis, durpės, gamtinės dujos, branduolinis kuras) ir atsinaujinančius (Saulės, vėjo, biomasės, geoterminė, vandens judėjimo, jūros bangų bei potvynių energija ar kita). Neatsinaujinantieji ištekliai smarkiai senka. Jei ir toliau organinis kuras būtų naudojamas tokiais tempais, jo turėtu užtekti tik 100-140 metų, o gamtinių dujų – vos 35 metams. Be to, kuras nuolat brangsta, nes jį tenka išgauti iš vis gilesnių ir gamybai nepatogesnių vietų. (Staponkus, 2002). Todėl atsinaujinantys energijos šaltiniai tampa pasaulio visuomenės politikos esminiu tikslu.

Lietuvoje tyrimai rodo, kad atsinaujinančiųjų energijos šaltinių pagaminama energija 2002 m. sudarė 8,2 % bendrame energijos balanse (6292 GWh/metus) (Punys, 2006). Iš šio kiekio 95 % teko medienos deginimas gaunamai energijai. 4% - hidroenergijai. Kitų atsinaujinančių energijos šaltinių energijai teko tik 1%.

Lietuvoje 2005 metais iš atsinaujinančių energijos išteklių buvo išgaunama maždaug 3,61 % elektros energijos. Nors atsinaujinančių energijos išteklių panaudojimo tendencija yra didėjanti, deja, jų panaudojimas vis dar labai mažas. 1.1 paveiksle pateikta 2005 m. esamos ir planuojamos 2010 m. elektros energijos gamyba iš atsinaujinančių išteklių Lietuvoje ir Europos Sąjungoje (www.ec.europa.eu).

Energijos taupymas ir efektyvus energijos išteklių vartojimas, gamintojų ir vartotojų skatinimas efektyviai vartoti vietinius, atsinaujinančius ir atliekinius energijos išteklius – vieni pagrindinių energetikos politikos tikslų, apibrėžtų Lietuvos Respublikos energetikos įstatyme (Žin., 2002, Nr. 56-2224) ir Nacionalinėje energetikos strategijoje, patvirtintoje Lietuvos Respublikos Seimo 2002 m. spalio 10 d.



1.1 pav. 2005 m. esamos ir planuojamos 2010m. elektros energijos gamyba iš atsinaujinančių išteklių Lietuvoje ir Europos Sąjungoje (www.ec.europa.eu)

Saulės energija

Visi svarbiausi procesai Žemės paviršiuje – klimatas, gyvybė, augalija - egzistuoja tik Saulės spinduliuojamos energijos dėka. Visų kitų pagrindinių atsinaujinančiosios energijos šaltinių – vėjo, biomasės, hidroenergetikos – pirminis energijos šaltinis taip pat yra Saulė (Saulė yra artimiausia žvaigždė, atstumas nuo žemės – 149 597 870 km. Šviesa nuo Saulės iki Žemės eina 8,31 minutes) (Kytra, 2006). Taigi, bėda ta, kad tiesioginiai Saulės šviesos energiją paversti elektros energija nors ir įmanoma (pvz. Saulės elementų pagalba), tačiau šiuo metu tai dar gana brangu, sudėtinga bei sunku. Ypač tai sudėtinga mūsų respublikos sąlygomis, nes Lietuvoje vidutiniškai yra tik 1770-1790 saulėtų valandų per metus. Todėl tenka ieškoti kitų netiesioginių saulės energijos panaudojimo šaltinių.

Beje, Lietuvoje apie 150 km² (0,3% bendro ploto) užima namų stogai, kurie be žalos aplinkai gali būti panaudoti saulės jėgainėms įrengti. Vykdam mokslų programą „Saulės ir kiti atsinaujinantys energijos šaltiniai žemės ūkiui“, Lietuvoje buvo papildomai įrengti 6 saulės spindėjimo trukmės registravimo postai, ir dabar jų iš viso yra 15. Tačiau kol kas ši energijos šaka yra įdomi tik kaip mokslinių eksperimentų objektas. Saulės energija šiluminiais tikslais gali būti naudojama, įrengiant saulės kolektorius vandeniui šildyti, žemės ūkio produkcijai džiovinti ir įrengiant patalpų šildymo sistemas. Lietuvoje jau yra sumontuota keletas vandens šildymo saulės

kolektoriais sistemų, kurių bendras plotas sudaro apie 100 m². Tačiau dabartinėmis sąlygomis, nesant valstybinių programų, skatinančių plėtoti šią energijos rūšį, naudoti saulės kolektorius vandeniui šildyti daugeliu atvejų dar yra nuostolinga (Žalioji Lietuva, 2006).

Pasaulio saulės programoje (World Solar programme 1996–2005) fotoelektra laikoma perspektyviausia atsinaujinančios energijos rūšimi. 1997 m. parengtoje Europos Sąjungos „Baltojoje knygoje“ (Energy for the Future: Renewable Sources of Energy) numatyta, kad fotoelektros jėgainių galingumas Europos Sąjungoje iki 2010 metų turi padidėti 100 kartų. Deja, šiuo metu Lietuvoje fotoelektrinių jėgainių nėra. Kažkada buvusi pajėgi ir moderni mikroelektronikos bazė Lietuvoje neišsilaikė. UAB „Saulės energija“ Lietuvoje 1994–1998 m. realizavo apie 3 kW bendros galios fotoelektrinių modulių, tačiau jie yra naudojami tik turizme arba specialiai elektroninei aparatūrai maitinti. Turistams bei kariuomenės reikmėms gaminamos nešiojamos sulankstomos 10–36 W fotoelektrinės jėgainės. Didesnės galios jėgainių kaina dažniausiai viršija elektros tinklo atvedimo kainą ir eiliniam vartotojui tampa nuostolinga. Tačiau ateityje Lietuva yra pajėgi gaminti šiuo metu plačiausiai pasaulyje naudojamus (iki 85 %) monokristalinio silicio saulės elementus iki gaminančius 1–2 MW per metus. Šio kiekio užtektų ne tik Lietuvos reikmėms, bet liktu ir eksportui, ypač panaudojant Lietuvoje gaminamus saulės elementus (Žalioji Lietuva, 2006).

Vėjo energija

Vėjo energiją pastarąjį dešimtmetį pradėta vertinti kaip nacionalinį kiekvienos šalies turtą, lygiai taip pat kaip organinio kuro (naftos, dujų) išteklius. Šie energijos resursai, skirtingai negu organinio kuro, yra neišsibaigiantys. Vėjo energijos technologijos pastarąjį dešimtmetį tapo labiausiai besivystančiomis technologijomis visame pasaulyje. Didžioji vėjo energetikos dalis tenka Europai (70,6 %). Pagal vėjo elektrinių įrengtą suminę galią Europos sąjungoje ryškiai dominuoja Vokietija ir Ispanija, tačiau pagal vėjo elektrinių lyginamąją galią pirmauja Danija (Kytra, 2006).

Deja, Lietuvoje vėjo energija tik pradedama naudoti ir jos įtaka respublikos elektros gamybai taip pat nežymi (Punys, 2006). Lietuvos Ūkio ministerija planuoja, kad iš vėjo energijos 2010 metais bus generuojama daugiau, nei 289 GWh elektros energijos, tai reikštų jog beveik tiek pat, kiek dabar pagaminama hidroelektrinėse. Pavieniai verslininkai ir inžinieriai entuziastai pažaboti vėją bando jau senai, pirmoji Lietuvoje nauja pramoninė vėjo elektrinė Vydmantų kaime (Kretingos r.) buvo atidaryta 2004 metų pavasarį. Gaudyti vėją sunkiai sekasi todėl, kad šios energijos įsisavinimas susijęs su didelėmis pradinėmis investicijomis, todėl prieš pradedant eksploataciją, būtini kruopštūs moksliniai ir ekonominiai tyrimai. Šių nuolat burzgiančių vėjo malūnų kratosi ir vietiniai gyventojai (Žalioji Lietuva, 2006).

Bioenergetika

Biomasė – tai organinė neišskastinė biologinės kilmės medžiaga. Dalis šios medžiagos gali būti panaudota kaip energijos šaltinis.

Augalija veikiant saulės energijai iš anglies dioksido, vandens ir nedidelio mineralinių medžiagų kiekio sintetina organinę masę. Fotosintezės metu pagamintos organinės medžiagos kiekis per vienerius metus vadinamas fitomasės prieaugiu. Dalį fitomasės prieaugio galima naudoti energetikoje kaip augalinės biomasės kurą, kuris šiuo atveju yra atsinaujinantis energijos šaltinis.

Energetinėms reikmėms galima panaudoti miško kirtimo ir medienos perdirbimo atliekas, tam tikslui auginamus medžius (energetinę medieną), žemės ūkio gamybos šalutinį produktą – šiaudus ir specialiai energetinėms reikmėms augintus rapsus, kvietrugius, aukštaūges žoles bei kitus augalus. Biomasės kuras, lyginant su išgaunamu iš žemės gelmių kuru, yra palyginti mažo tankio, žemo kalingumo, pasiskirstęs teritorijoje nekoncentruotai.

Iš bendro atsinaujinančiosios energijos suvartojimo pasaulyje bioenergetikai tenka apie 65%. Pavyzdžiui Europos Sąjungoje šiuo metu medienos deginimu gaunama daugiausia atsinaujinančios bioenergijos (Kytra, 2006).

Lietuvoje gana aktyviai pradėta domėtis biodegalų gamyba. Pagal ES direktyvą Lietuva nuo 2005 m. privalės ne mažiau kaip 2% visų sunaudojamų degalų pakeisti biokuru. Tai sudarys virš 20 tūkst. tonų biodegalų, iš jų – 14 tūkst. t biodyzelino ir 7 tūkst. t bioetanolio. Biodyzelinas ir bioetanolis gaminami iš rapsų ir grūdų, todėl, norint, kad rinkoje biodegalų kainos būtų prieinamos vartotojui, šių degalų gamybą reikėtų subsidijuoti. Lietuvos žemės ūkiui biodegalų plėtra bus naudinga, nes tai sukurs naujas darbo vietas kaime bei mieste, padidins žemdirbių pajamas, sumažins grūdų ir rapsų perteklinę produkciją. Šiuo metu Šilutėje jau gaminamas bioetanolis, Mažeikiuose – biodyzelinas. Rapsai, naudojami kuro gamyboje, auginami 37,4 tūkst. ha plote, tačiau „Rapsų auginimo plėtojimo ir gyventojų aprūpinimo aliejumi programoje“ nurodoma, kad Lietuvoje, nepažeidžiant agrotechnikos, rapsus galima auginti net 180 – 240 tūkst. ha plote (Žalioji Lietuva, 2006).

Augalinė biomasė (mediena, šiaudai, energetiniai augalai) taip pat yra vienas iš svarbiausių atsinaujinančiosios energijos šaltinių Lietuvoje ir sudaro vyraujančią vietinio kuro dalį. Medienos kuro metinį potencialą sudaro apie 3 mln. m³ medienos. Šiam kurui gali būti naudojama menkavertė malkinė mediena, medienos perdirbimo pramonės atliekos ir miško kirtimo atliekos (vidutiniškai šalies miškuose kasmet iškertama apie 5 mln. m³ medienos, iš jos apie 700 tūkst. m³ sudaro malkinė mediena). Medienos kuro ištekliai gali būti papildyti auginant energetinius želdinius – greitai augančių medžių ir krūmų plantacijas. Išsamūs augalinės biomasės tyrimai atliekami Lietuvos miškų institute. Pirmoji pramoninė energetinių želdinių plantacija numatoma įveisti

Kauno rajone, išeksploatuotame Ežerėlio durpyne, kur ketinama kasmet pasodinti po 20–30 hektarų želdinių. Lietuvos žemdirbystės ir Lietuvos žemės ūkio inžinerijos institutuose tiriamos įvairių augalų – kanapių, barkūnų, topinambų, saulėgrąžų, nendrių panaudojimo energijos gamybai galimybės. Tačiau dėl šios gamybos brangumo augalų energija kol kas gaminama tik mokslininkų laboratorijose (Žalioji Lietuva, 2006).

Įvairių šaltinių teigimu Lietuvoje kasmet susidaro apie 4 mln. t šiaudų, iš kurių nesunaudotų lieka 0,5mln. - 1,5mln. tonų. Juos panaudojus kurui, būtų galima gauti nuo 300 iki 900 MW šiluminę galią. Taigi, dabar šio pigiausio kuro energetiniams reikalams sunaudojama gal tik 1,5 – 2 % galimų išteklių. Ūkininkai po derliaus nuėmimo dažniausiai šią energiją paleidžia vėjais. Šiuo metu Lietuvoje veikia tik keliolika šiaudais kūrenamų katilinių ir yra tik keletas įmonių, gaminančių specialiai šiaudams kūrenti skirtus katilus. Jų konstrukcija paprasta ir skirta žmonių gyvenamiesiems pastatams apšildyti. Šiaudų kaina paprastai yra kur kas mažesnė nei įprastų kuro rūšių, tačiau šiaudų deginimui pritaikytos technologijos yra brangesnės, kas ir lemia šio kuro nepopuliarumo priežastį. Taip pat gana sunku pakeisti šimtmečius liaudyje vyravusią nuomonę, kad „iš tų šiaudų nebus grūdų“ ir įtikinti, kad šiaudas gali būti puikiausias kuras (Žalioji Lietuva, 2006).

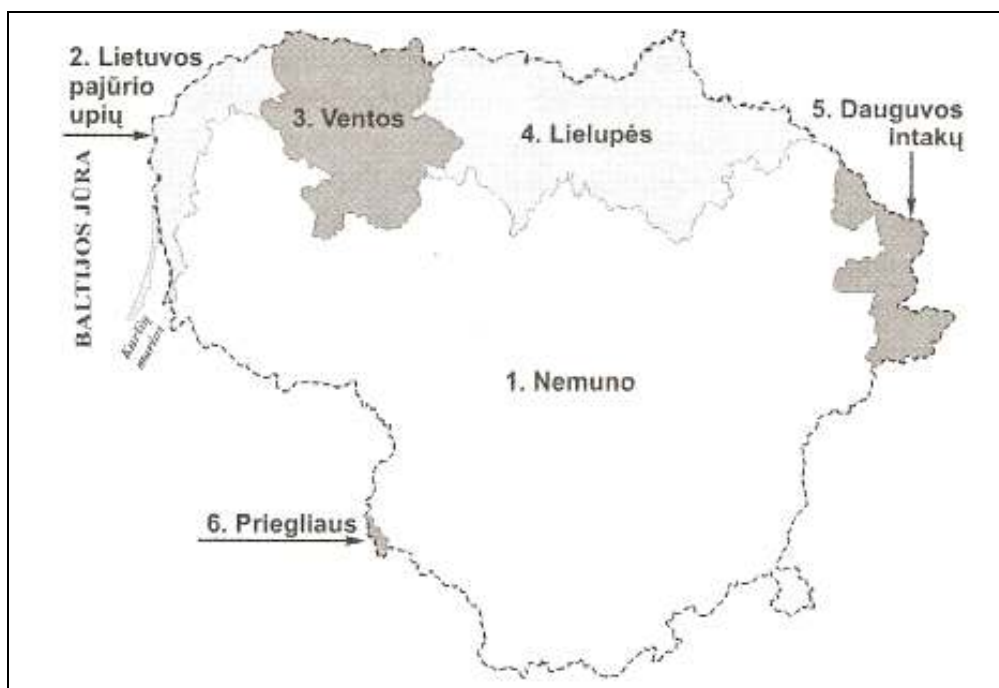
Biologinių dujų gamybai naudojamų organinių medžiagų ištekliai nuolat kaupiasi ir atsinaujina žemės ūkio sektoriuje. Svarbiausieji iš jų – gyvulių mėšlas bei maisto perdirbimo įmonių organinės atliekos. Tačiau rentabilus jo perdirbimas biodujoms gauti įmanomas tik stambiuose gamybos objektuose. Mažėjant žemės ūkio produktų paklausai šalyje, pagal tiesioginę paskirtį nebenaudojama apie 0,5 mln. ha žemės naudmenų. Dalyje šių plotų galėtų būti auginamos energetinės kultūros. Naudojant jų žaliąją masę anaerobiniam perdirbimui, vasaros laikotarpiu padidėtų fermose įrengtų bioreaktorių energetinis potencialas, gautosios biodujos galėtų būti naudojamos šienai ir grūdams džiovinti, o perdirbta biomasė – dirvoms tręšti. Šiuo metu šalyje veikia trys bendros 2,1 MW biodujų jėgainės: 1,5 MW galios jėgainė perdirbanti „Semos“ spirito gamybos atliekas Panevėžyje, 0,3 MW galios jėgainė, perdirbanti Utenos miesto valymo įrengimų nuotekas ir 0,3 MW galios jėgainė, naudojanti kiaulių mėšlą „Vyčios“ žemės ūkio bendrovėje Kauno rajone (Žalioji Lietuva, 2006).

1.2. Lietuvos vandens ištekliai

Kaip minėta, vandens ištekliai yra svarbus krašto gamtos turtas, nes jie irgi lemia krašto ūkio vystymosi galimybes ir sąlygas. Vanduo skiriasi nuo kitų gamtos turtų tuo, kad jis nuolat atsinaujina. Tačiau dėl netolygaus pasiskirstymo teritorijos ir laiko atžvilgiu racionalus vandens išteklių naudojimas ir vandens ūkio vystymas yra sudėtingas planavimo uždavinys.

Lietuva yra palyginti turtinga vandens ištekliais: tankus hidrografinis tinklas, yra daug ežerų, vandeningų požeminių sluoksnių (Lietuvos upių kadastras, 1970). Vandens ištekliai sudaro paviršiniai ir požeminiai vandenys. Paviršinius vandens ištekliai sudaro upių, ežerų, pelkių ir tvenkinių vanduo.

Lietuva yra drėgmės pertekliaus zonoje, kur kritulių kiekis gerokai viršija išgarinamą drėgmės kiekį. Nutekant kritulių pertekliui, ledynmečio suformuotame reljefe susidarė tankus ir sudėtingas upių tinklas. Tankiausias jis Vidurio žemumoje, kurios paviršiuje slūgso vandeniui nelaidūs priemoliai, rečiausias – smėlėtoje Pietryčių žemumoje. Lietuvos teritorijoje išskiriami 6 upių baseinų rajonai (1.2 pav.) Pagal užimamos teritorijos dydį jie pasiskirsto taip: Nemuno – 72,0 %, Lielupės – 13,8 %, Ventos – 7,9 %, Lietuvos pajūrio upių baseinas – 3,3 % (Baltijos jūros tiesioginiai mažieji intakai – Bartuva, Šventoji, Akmena-Danės ir kt.), Dauguvos – 2,9 %. Be to, nedidelį Vištyčio ežero baseino dalį, esančią Lietuvos teritorijoje (0,1 %), galima priskirti savarankiškam Priegliaus baseinui, tačiau jo plotas tik 65 km², todėl ne visada jis atskirai išskiriamas (Gailiusis, 2001).



1.2 pav. Lietuvos upių baseinai (Šaulys, 2007).

Iš viso Lietuvoje yra apie 29 tūkst. vandentėkmių, kurių kiekviena - ilgesnė kaip 0,25 km, o bendras ilgis sudaro 64 000 km. Vasarą išdžiūstantys upeliai šioje statistikoje arba neatsispindi, arba atsispindi tik iš dalies. Tai lemia duomenų nehomogeniškumą. Be to, duomenys labai priklauso nuo panaudotų topografinių žemėlapių mastelio (jie nuolat kinta, ypač elementarių intakų lygmenyje, kuriam priklauso ir melioracinių kanalų tinklas).

Didžiausia Lietuvos upė yra Nemunas. Jos ilgis – 937 km (iš jų 350,0 km teka per Lietuvą, 462 km – per Baltarusiją, 17 km – Lietuvos siena su Baltarusija ir 99 km siena su Rusijos federacija). Nemunas prasideda Baltarusijoje, 45 km į pietus nuo Minsko. Didžiausias Nemuno intakas yra Neris, jos ilgis – 510 km. Kitos upės, viršijančios 200 km ilgį, yra: Venta, Šešupė, Šventoji, Nevėžis, Merkys, Minija (Gailiusis, 2001).

Absoliutus upės vandeningumas, kurį apibūdina vidutinis metinis vandens debitas, priklauso nuo teritorijos vandeningumo ir nuo baseino ploto. Lietuvoje yra 155 upės, atplukdančios per metus į savo žiotis didesnę kaip $1 \text{ m}^3/\text{s}$ vidutinį debitą, ir tik 14 iš jų — didesnę kaip $10 \text{ m}^3/\text{s}$ debitą. Pastarosios upės, išskyrus Žeimeną, yra ilgesnės kaip 100 km.

Vidutinis upių tinklo tankis Lietuvoje yra $0,99 \text{ km}/\text{km}^2$. Atvirkščias, Lietuvos teritorijos ploto ir bendro upių ilgio santykis rodo, kad vidutiniškai 1 km ilgio upės vagos aktyvų funkcionavimą užtikrina nuotėkis iš $1,02 \text{ km}^2$. Tačiau yra ir didelių teritorinių kontrastų. Pavyzdžiui, Mituvos baseine 1 km ilgio vagai pakanka nuotėkio iš $0,66 \text{ km}^2$, o Ūlos - Pelesos baseine 1 km upės vagai reikia tris kartus didesnės teritorijos — $2,2 \text{ km}^2$. Upių tinklo tankis atitinkamai yra 1,51 ir $0,46 \text{ km}/\text{km}^2$. Tą lemia keletas priežasčių: baseiną sudarančios nuogulos, kritulių kiekis, jų pasiskirstymas (Gailiusis, 2001).

Ežerų Lietuvoje yra apie 6 tūkst., o jų bendras plotas – 914 km^2 , tai yra, apie 1,4 % šalies ploto. Ežerų, didesnių nei 0,5 ha priskaičiuojama 2850 vienetų, jų bendras plotas – 90,83 tūkst. ha, o vandens tūris – $5,22 \text{ km}^3$. Ežerai šalies teritorijoje yra išsidėstę labai netolygiai. Daugiau kaip 80 % jų yra Baltijos kalvyne. Didžioji ežerų dalis yra ledyninės, ir tik nedaugelis – upinės ir karstinės kilmės. Lietuvoje didžiausias yra Drūkšių ežeras, kurio plotas yra $24,3 \text{ km}^2$, giliausias – Tauragnas (gylis – 60,5 m).

Be natūralių ežerų, dar yra apie 3400 dirbtinių – tvenkinių ir kūdrų. Vieni jų įrengti užtvėnkus upę, kiti – ežerą. Didžiausias Lietuvos tvenkinys yra Kauno marios. Jų plotas $63,5 \text{ km}^2$, o sukaupto vandens tūris – $0,45 \text{ km}^3$. Bendrasis visų tvenkinių plotas siekia apie 34,5 tūkst. ha, vandens tūris – beveik $2,0 \text{ km}^3$. Tai nemažas vandens tūris, papildantis požeminių vandenų atsargas ir gamtosauginius vandens debitus šiltuoju metų laiku. Pažymėtina ypač didelė šių telkinių ekologinė nauda saugant Kuršių marias ir Baltijos jūrą nuo taršos, nes jie tarnauja kaip pirminiai teršalų surinktuvai, kuriuose vykstantys biologiniai procesai apvalo vandenį (Gailiusis, 2001).

Lietuvoje bendras pelkių plotas yra apie 415 000 ha, tai sudaro apie 6,5 % Lietuvos teritorijos. Daugiausia pelkių yra Žemaičių, Baltijos aukštumose ir Pietryčių smėlėtoje lygumoje. Žemapelkės užima 79,1 %, pereinamojo tipo – 9,1 % ir aukštapelkės – 11,8 % nuo bendro pelkių ploto. Iš viso yra apie 40000 pelkių.

Lietuvos rajonų pelkėtumas yra labai skirtingas. Didžiausias pelkėtumas (12 – 16 %) yra Molėtų, Zarasų, Ignalinos, Marijampolės, Telšių rajonuose, mažiausias (iki 1 %) – Pakruojo, Pasvalio ir Šakių rajonuose. Pelkių dydis labai nevienodas, jis svyruoja nuo kelių arų iki 5000 ha. Didžiausi durpynai yra Rupkalvių arba Žalgirių – 3412 ha (Šilutės r.), Aukštumalės – 3018 ha (Šilutės raj.) (Gailiusis, 2001).

Lietuva yra Pabaltijo artezinio baseino centrinėje dalyje. Gėlas hidrokarbonatinis vanduo aptinkamas iki 300 – 400 m gylyje. Giliau iki 500 – 700 m vandens mineralizacija didėja iki 1-35 g/l. Gėlo požeminio vandens gamtiniai ištekliai – 3,2 mln. m³ per parą. Mūsų krašte tai pagrindinis geriamojo vandens šaltinis. Gruntiniai vandenys, slūgsantys ant pirmosios nuo žemės paviršiaus vandensparos, būna aliuvinių, jūrinių, limnoglacialinių, fluvioglacialinių ir moreninių nuogulų vandenys, slūgstantys įvairiame, dažniausiai iki 20 m, gylyje. Vidutinis gruntinio vandens nuotėkis Lietuvoje 2,3 l/s km². Palankiausios sąlygos gruntiniam vandeniui susidaryti yra Pietryčių smėlingoje lygumoje (nuotėkis iki 7 l/s km²), o blogiausios – Vidurio Lietuvoje (nuotėkis apie 0,5 l/s km²) (Gailiusis, 2001).

1.3. Hidroenergetika

1.3.1. Hidroenergetika Lietuvoje

Nors Lietuva pasižymi tankiu hidrografiniu tinklu, tačiau upių energijai naudoti ne itin palankios sąlygos, nes šalyje vyrauja lygumų ir kalvų reljefas, kuris neleidžia sudaryti aukštų patvankų. Lietuvoje nuo XII a. Vandens energija, kaip pirminė energija, tiesiogiai buvo naudota malūnų ir kitų hidrojėgainių vandens ratams, o vėliau (nuo XIX a. pab.) – hidraulinėms turbinoms sukurti. Jau šimtmetį vandens energija naudojama elektros energijai gaminti.

Šiuo metu Lietuvoje gali būti išskirtos (sąlyginai) 2 hidroenergetikos plėtros dalys: „didžioji“ ir „mažoji“ hidroenergetika. Didžiąją sudaro didžiųjų upių - Nemuno ir Neries (jose sukaupta 80 visų techninių išteklių) hidroenergijos panaudojimas, mažąją - visų kitų 470 vidutinių ir mažų upių (potencialas 20% visų išteklių arba apie 0,5 mlrd. kWh/metus) hidroenergijos panaudojimas.

Prie didžiųjų hidroenergijos gamybos įmonių šiuo metu Lietuvoje priskiriamos Kauno hidroelektrinė ir Kruonio hidroakumuliacinė elektrinė (HAE).

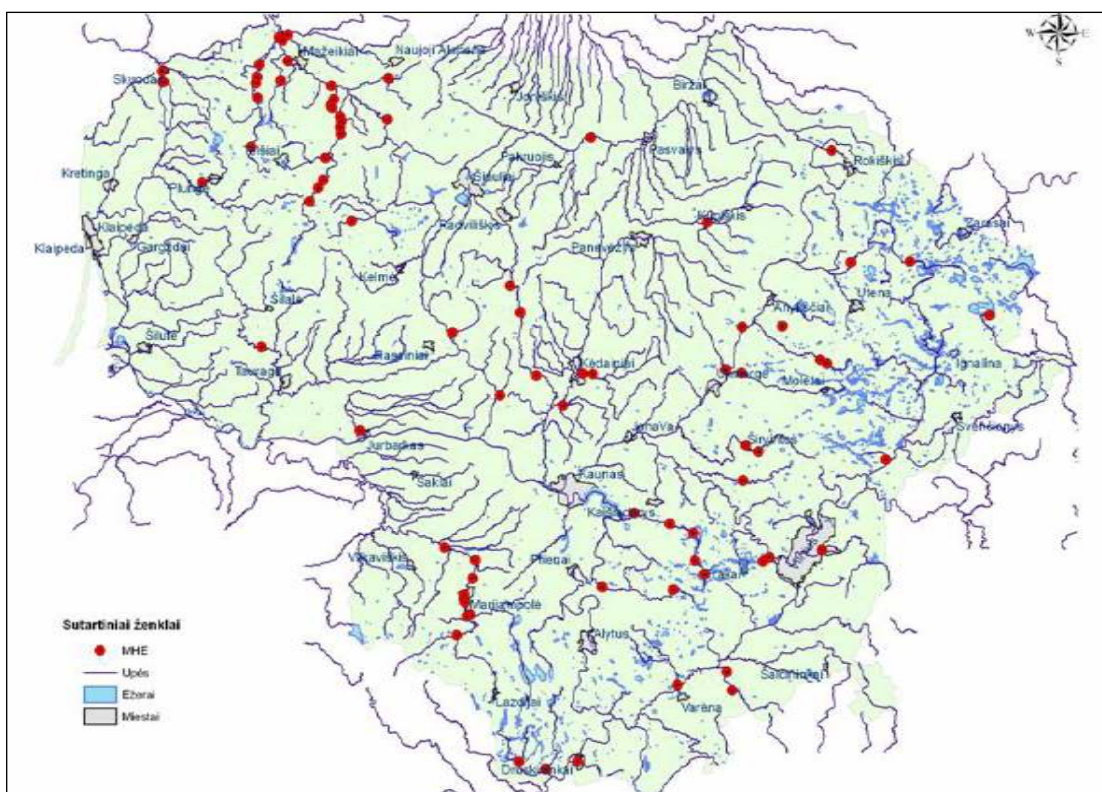
Kauno HE – didžiausia elektrinė Lietuvoje naudojanti elektros energijos gamybai atsinaujinančius energijos šaltinius. Jos instaliuota galia 100,8 MW pagaminama elektra sudaro daugiau nei 80% visos energijos, gaminamos šalyje naudojant „žaliosios energijos“ išteklius. Elektrinė kasmet pagamina apie 3% Lietuvoje suvartojamos elektros energijos.

Kruonio HAE – unikalus Lietuvos inžinerinis hidrotechninis kompleksas, turintis dvi vandens saugyklas – aukštutinį ir žemutinį baseinus. Ji, naudodama kitų elektrinių gaminamą perteklinę elektros energiją, naktį pumpuoja vandenį iš Kauno marių į dirbtinį rezervuarą, taip sukaupiama (akumuliuodama) vandens potencinę energiją. Esant energijos pertekliui sistemoje, Kruonio HAE gamina elektros energiją iš aukštutinio baseino praleisdama sukauptą vandenį per turbinas. Pilnai užpildžius elektrinės baseiną vandeniu, Kruonio HAE galima sukaupti apie 9,0GWh elektros energijos atsargą.

Šiuo metu vykdomas mažų HE statymas: privatizuojamos, atstatomos senos ir įrengiamos naujos mažosios HE prie esamų vandens tvenkinių. Tinkamų hidroenergetikai tvenkinių galimybės, (apie 66 tvenkiniai, kuriuose sukaupta vandens galia didesnė nei 50 kW) vertinamos apie 150 mln. kWh/metus, jau yra baigiamos išnaudoti. Mažoji hidroenergetika Lietuvoje per 1990–1999 m. išaugo 2 kartus, per 2001 – 2005m - tris. 2007 m. pradžioje veikė 83 mažosios HE (1.3 pav.), jų bendroji instaliuota galia buvo 25 MW. 1.1 lentelėje pateiktos veikiančios mažosios HE 2007m., kurių instaliuotas galingumas didesnis nei 1000 kW. Pagal pateiktus duomenis matyti, kad Antalieptės elektrinė yra didžiausia mažoji HE Lietuvoje. 2005 m. visos mažosios HE pagamino apie 66,1 mln. kWh elektros – daugiausia elektros energijos per visus ankstesnius metus. Antrasis mažųjų HE plėtros etapas būtų efektyviuose hidroenergetikai upių ruožuose nauja statyba. Tačiau jis gana sudėtingas, nes padidėja mažų HE įrengimo kaina (įrengiant HE jau prie esamų tvenkinių tai kainuoja trečdaliu pigiau), gamtos saugos reikalavimai (hidroenergetikos plėtra yra ribojama Lietuvos Respublikos vandens įstatymu ir LR Vyriausybės nutarimais).

1.1 lentelė. Pagal instaliuotą galingumą, mažosios HE Lietuvoje 2007 metais.

Savivaldybė	Pavadinimas	Upė	Instaliuotas galingumas, kW
Zarasų r.	Antalieptės	Šventoji	3220
Tauragės r.	Balskų	Jūra	2914
Kėdainių r.	Angirų	Šušvė	1300
Mažeikių r.	Juodeikių	Varduva	1018
Anykščių r.	Kavarsko	Šventoji	1000



1.3 pav. 2007 m. pradžioje veikiančios mažosios HE

1.3.2. Lietuvos upių galia

Per pastaruosius dešimt metų hidroenergetika Lietuvoje labai plėtojosi, bet dabar dėl griežtų aplinkosaugos reikalavimų plėtros sąlygos jai yra nepalankios. Aptariant turimą hidroenergiją Lietuvoje ir galimybes jai plėtoti, reikia įvertinti ir galiojančius draudimus. Lietuvos energetikos institutas atliko tyrimą pagal mokslo programą „Saulės energijos konversija ir naudojimas“ (2001-2004) tema „Efektyviausių hidroenergetikos plėtrai upių ir jų ruožų, įvertinant ekologinius apribojimus, tyrimas“.

Hidroenergija 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. Įvertinus draudimais apribotą naudoti hidroenergiją, tapo aiškesnė Lietuvos hidroenergetikos dabartinė būklė, jos plėtros trukdžiai bei galimybės.

Lietuvos Respublikos aplinkos ministro ir Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministro įsakymo 2003m sausio 16 d. pridėtuose sąrašuose yra nurodytos 108 vietos, kuriose mažųjų HE statyba toleruojama. Tai - nedideli tvenkiniai ir apgriuvę hidrotechninių statinių kompleksai. Jų hidroenergetinė vertė - iki 20 mln. kWh per metus. Turint ribotą efektyvių ruožų (be ekologinių apribojimų) kiekį, tenka galvoti apie mažesnės energetinės vertės upių ruožų panaudojimą: Obels,

Tenenio, Varėnės, Birvėtos ir kt. mažiau efektyvių upių. Šios upės draustiniams nepriklauso, jose nėra ir praeivių žuvų migracijos kelių (Jablonskis, 2004).

Pagal upių hidroenergijos lyginamuosius rodiklius buvo parodyta, kad efektyviausi hidroenergijos požiūriu yra tie ruožai, kurių gamtinė kilometrinė galia $\geq 20\text{kW}$. Tokių upių ruožų yra 215 ir juos galima rasti 120 upių. Juose yra sukaupta 25,1 % bendros šalies potencinės galios ir metų hidroenergijos. Įvertinus visus aplinkosaugos draudimus (draustiniai, parkai, rezervatai, žuvų migracijos keliai), liko 87 efektyvūs ruožai 65 upėse, kurių potencinė galia ir hidroenergija sudaro tik 5,1 % šalies gamtinės potencinės galios ir hidroenergijos.

Vanduo dėl sunkio teka upėje žiočių link ir atlieka darbą, kuris priklauso nuo vandens kiekio (debito $Q \text{ m}^3/\text{s}$) ir vandens kritimo (H, m) tiriamoje atkarpoje, Taigi šios upės atkarpos potencinė galia arba sekundinis darbas, išreikšti kilovatais, bus $P = 9,81 \cdot Q \cdot H$. Hidroenergija, išreikšta kilovatvalandėmis, bus $E = P \cdot h$. Vanduo lyginamosios plokštumos (jūros paviršius, upės žiotys, ruožo pabaiga) atžvilgiu turi sukaupęs potencinės energijos, o upės vaga tekantis vanduo neša kinetinę energiją. Jų abiejų suma skerspjūvyje yra pastovi ir vadinama pilna (mechanine) energija. Hidroenergetikoje priimta galios (P) ir energijos (E) vienetais laikyti kilovatą ir kilovatvalandę (kW ir kWh).

Apskaičiuojant techninius metų hidroenergijos išteklius priimama, kad hidroelektrinės (HE) įrengta instaliuota galia dirba pusę valandų per metus. Pasidomėjus, ar tai atitinka tikrovę, nustatyta, kad, statistikos duomenimis, visos mažosios HE 1998 ir 1999m. įrengta galia dirbo vidutiniškai 3200val. per metus. Tačiau naujai pastatytos didesnės ar pertvarkytos HE įrengta galia dirbo ilgiau - vidutiniškai po 4640 val. Kauno HE 1999m. 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. (Jablonskis, 2004).

Tyrime (Jablonskis, 2004) upių ruožai buvo išskirti atsižvelgiant į upės vandeningumą ir nuolydžius pagal tėkmę. 470 upių buvo išskirti 1188 ruožai, kurių vidutinis ilgis - 11,4 km. Nustačius šiems ruožams hidrogalią ir hidroenergiją bei jų santykinius rodiklius, buvo atlikta jų klasifikacija pagal lyginamąją (kilimetrinę) galią P/L (galia, tenkanti 1 km upės atkarpai) . 64,0 proc. visų upių ruožų P/L mažesnė už 10 kW/km , tarp $10\text{-}20 \text{ kW/km}$ yra 17,9 %. ruožų ir 18,1proc. ruožų turi daugiau nei 20 kW/km . Pirmųjų dviejų grupių ruožai hidroenergetiniu požiūriu yra bereikšmiai. Praktiškai panaudoti tinkamiausi trečios grupės 120 upių 215 ruožų. Upių ruožus, kurių P/L didesnė nei 20, savo ruožtu galima suskirstyti į 3 grupes po 72 ruožus:

1. $20,0\text{-}29,0 \text{ kW/km}$ – nežymiai efektyvūs;
2. $29,2\text{-}48,6 \text{ kW/km}$ – efektyvūs;
3. $48,7\text{-}273,3 \text{ kW/km}$ - labai efektyvūs.

Be abejo, hidroenergetikai reikia panaudoti kuo daugiau 3 grupės upių ruožų. Palyginus tarpusavyje atskirų baseinų upių P/L, matyti, kad šis hidroenergetikos rodiklis beveik 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. Pagal tai Pietryčių Lietuvoje išsiskiria Merkio, Neries, 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, Mituvos, Mūšos ir dalies Šešupės baseino upių, kurių P/L didesnė kaip 35-40 kW/km.

2003 m. Sausio 16 d. aplinkos ir žemės ūkio ministrų įsakymo apribota ūkinė veikla žuvų migracijos keliuose, kur uždrausta upes tvenkti ištisai arba žemupio upių atkarpos, iš viso - 4500 km. Tai paliečia 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 ištekliai, kurių duomenys leidžia spręsti apie realiai turimą hidroenergiją bei galimybę ją panaudoti.

Po 2003 m. Sausio 16 d. įsakymo įsigaliojimo hidroenergetikai praktiškai liko tik 65 upių 87 ruožai, apimdami 942,3 km upių vagų arba 29,3 proc. visų efektyvių upių vagų ilgio. Stiprinant aplinkosaugą ir didinant draustinių bei parkų plotus, Lietuvos optimalios techninės hidroenergijos išteklių panaudojimo galimybės sumažėjo nuo 616,8 mln. kWh iki 287,2 mil. kWh. t.y. daugiau kaip 2 kartus. Įvertinus ir žuvų migracijos kelius, tų išteklių liko tik 125,8 mln. kWh, t.y. jie sumažėjo beveik 5 kartus. Taip atsirado tolimesnės hidroenergetikos plėtros problema.

Taigi hidroenergetikos plėtrai, be Nemuno ir Neries, liko 65 upių 87 ruožai. Kaip minėta, šie ruožai nepasižymi labai dideliu hidroenergetiniu efektyvumu, nes efektyviausi patenka į įstatymais apribotas teritorijas. Likę efektyvūs upių ruožai išsidėstę įvairiai, tačiau ne visus šiuos ruožus įmanoma panaudoti, ne visur bus galima užtvenkti upę dėl topografinių sąlygų. Kai kurias upes kerta pastatyti tiltai, taip pat trukdo dar nereglamentuotas įstatymais žemių įsigijimas. Galima ir neigiama ekologinė ekspertizė, o ant kai kurių HE jau pastatytos (Jablonskis, 2004).

1.3.3. Hidroenergetikos aplinkos poveikio aspektai

Gamtosauginiu požiūriu leistini panaudoti ištekliai – tai ta dalis gamtinių upių vandens energijos išteklių, kurią galima panaudoti elektros energijai gaminti, nedarant akivaizdžios žalos gamtinei aplinkai. Ši sąvoka atsirado gana senai, tačiau teisiškai įtvirtinta tik paskutiniajame

dešimtmetyje, akivaizdžiai įsitikinus, kad lygumų upėse pastatytų hidroelektrinių duodama siaurai traktuojama ekonominė nauda toli gražu neatsveria ekologinės nepataisomos žalos, kurią jos daro.

ES valstybėse ir Lietuvoje išleista daug įstatymų, dekretų, kad būsimieji projektai nežalotų aplinkos. Daugelyje šalių įtakos aplinkai įvertinimas tapo pagrindiniu reikalavimu, ir poveikio aplinkai tyrimai yra įteisinti įstatymais. Lietuvoje gamtosauginiu požiūriu leistiną potencialą reglamentuoja LR vandens įstatymas.

Kalbant apie hidroenergetiką, reikia išskirti dvi šalininkų ir priešininkų grupes. Žinoma, kad hidroenergetika turi dvi puses : teigiamą ir neigiamą. Hidrotechnikai ir energetikai gina šalininkų pozicijas pabrėždami teigiamas hidroenergetikos puses, o gamtosaugininkai nusiteikę prieš hidroelektrinių statybą Lietuvoje. Taip pat šiuo klausimu susiskaldžiusi yra ir visuomenė. Pradėjus šnekėti 2004 m. apie galimą Nemuno užtvėnkimą ties Alytaus miestu, buvo priimta LR vandens įstatymo pataisa. Jo 14 straipsnis nurodo, kad „...*Draudžiama statyti užtvankas Nemuno upėje bei ekologiniu ir kultūriniu požiūriu vertingose upėse. Ekologiniu ir kultūriniu požiūriu vertingų upių ar jų ruožų sąrašą patvirtina Vyriausybė...*“. Šis įstatymas labai apriboja hidroenergetikos plėtros galimybes, tačiau taip išlieka saugotinos pačios vertingiausios Lietuvos upės.

Vertinant hidroenergijos panaudojimo sukeltą poveikio aplinkai problemas, reikia įvertinti principinį problemų skirtumą, kurias sukelia didžiosios ar mažosios hidroelektrinės, naujai statomos ar jau prie esamų tvenkinių įrengtos elektrinės. Šis skirtumas – tai poveikio aplinkai mastas.

Didžiųjų HE poveikis daug kartų viršija biosferos galimybes apsivalyti ir atkurti gamtoje susiklosčiusią procesų pusiausvyrą. Dėl to gamtoje pradeda vykti negrįžtami procesai. Tvenkiant sausumos upes, ne tik negrįžtamai užliejami didžiuliai dirbamos žemės plotai, iškeliami gyventojai, bet pasikeičia upės hidrologija, ekologija, aplinkos klimatas ir daugelis kitų veiksnių, kurių pasekmės neretai apibūdinamas kaip nacionalinės ekologinės katastrofos regionas. Hidroenergetikos šalininkų teiginys, kad hidroenergetika neskatina klimato atšilimo procesų yra teisinga tik tuo atveju, kai tos elektrinės statomos kalnuotose šalyse, kur tvenkinių plotas sąlyginai yra labai mažas ir tvenkiamuose plotuose auga skurdi augmenija. Tuo tarpu lygumų šalyse, kokia yra Lietuva, statant hidroelektrines užliejami didžiuliai miškų ir daugiametės žolinės augmenijos plotai, kurie augdami absorbuoja didelius anglies dvideginio kiekius ir taip stabdo klimato atšilimą. Todėl tai paneigia teiginį, apie didelį hidroenergetikos indelį mažinant anglies dvideginio kiekį ore. Atsižvelgiant į didžiųjų HE daromą žalą, Europos sąjungos energijos politikoje ir strategijoje atsinaujinančių energijos šaltinių minima tik mažoji HE, o apie didesnių HE statybą net neužsimenama, net kaip apie atsinaujinantį energijos šaltinį.

Analizuojant neigiamą naujai statomų užtvankų poveikį aplinkai ir gamtai, didžiausias dėmesys paprastai skiriamas žuvų migracijos problemoms. Tačiau ypatingai didelė ir nepataisoma žala padaroma gamtiniam ir kultūriniam kraštovaizdžiui, biologiniai įvairovei, sunaikinamos unikalios retų augalų ir gyvūnų rūšių buveinės. Statant hidroelektrines – pažeidžiami vietinių gyventojų interesai, sunaikinami miškų ir žemės ūkio naudmenų plotai, kultūros paveldo vertybės, padaroma žala upių slėnių kraštovaizdžiui, biologinei įvairovei, sutrikdoma žuvų ir kitų gyvūnų migracija.

Mažosios HE ar jos įrengiamas prie jau esamų tvenkinių, taip pat turi poveikį aplinkai, tačiau tai mažesnė žala gamtai. Mažųjų HE poveikis aplinkai skirstomas į 5 grupes:

1. Kraštovaizdžiui – vizualinis įsibrovimas;
2. Vandens išteklių naudojimui;
3. Florai ir faunai, ypač vandens ekosistemai;
4. Upės vandens kokybei;
5. Kitoks poveikis – triukšmas.

Visose išvardytose srityse galimos ir taikomos šiuolaikinės priemonės, kad turėtų kuo mažesnį poveikį aplinkai. Tačiau bet kuris statinys, įterptas į gamtinę aplinką, ją veikia. Pirmiausia keičiamas susiformavęs vietovės reljefas, dirvožemio struktūra, vietovės mikroklimatinės sąlygos ir vandens režimas, augalijos danga, gyvūnijos pasaulis. Tai gi iš dalies pasikeičia negyvosios ir gyvosios gamtos komponentai. Pasikeičia ekosistema.

Įtaka kraštovaizdžiui sprendžiama projektinėmis priemonėmis, bandoma prisitaikyti prie esamos aplinkos, tos vietos specifikos ir pan.

Vandens išteklių vartojimo požiūriu HE nėra vandens vartotojas. HE yra tik vandens naudotojas, kuris perskirsto natūralius vandens srautus. Šiuo aspektu labai svarbu, kad nebūtų pakenkta upės apatiniam ruožui dėl vandens srauto laikino neleistino sumažėjimo arba visiško sustabdymo reguliuojant vandens lygį patvankoje. Kad to neatsitiktų, valstybiniai normatyviniai aktai reglamentuoja privalomo minimalaus aplinkosauginio debito praleidimą pro užtvanką bet kuriuo atveju.

Poveikis florai ir faunai pasireiškia dvejopai: galimi atvejai, kad patvanka užtveria kelius žuvų neršto migracijai ir sužalojamos žuvis, patenkančios į turbinas. Todėl reikalaujama, kad užtvankoje būtų įrengti žuvų praleidimo takai, o turbinos vandens įsiurbimo ir vandens išleidimo vamzdžiai būtų su atitinkamomis apsauginėmis grotomis.

Vandens kokybė tvenkinyje pablogėja dėl sulėtėjusio jo tekėjimo greičio ir tvenkinio dugne nusėdančių vandens nešmenų, todėl vandens paėmimo vamzdžiai įrengiami įvairiuose aukščiuose, kad nesusidarytų nejudančių vandens sluoksnių.

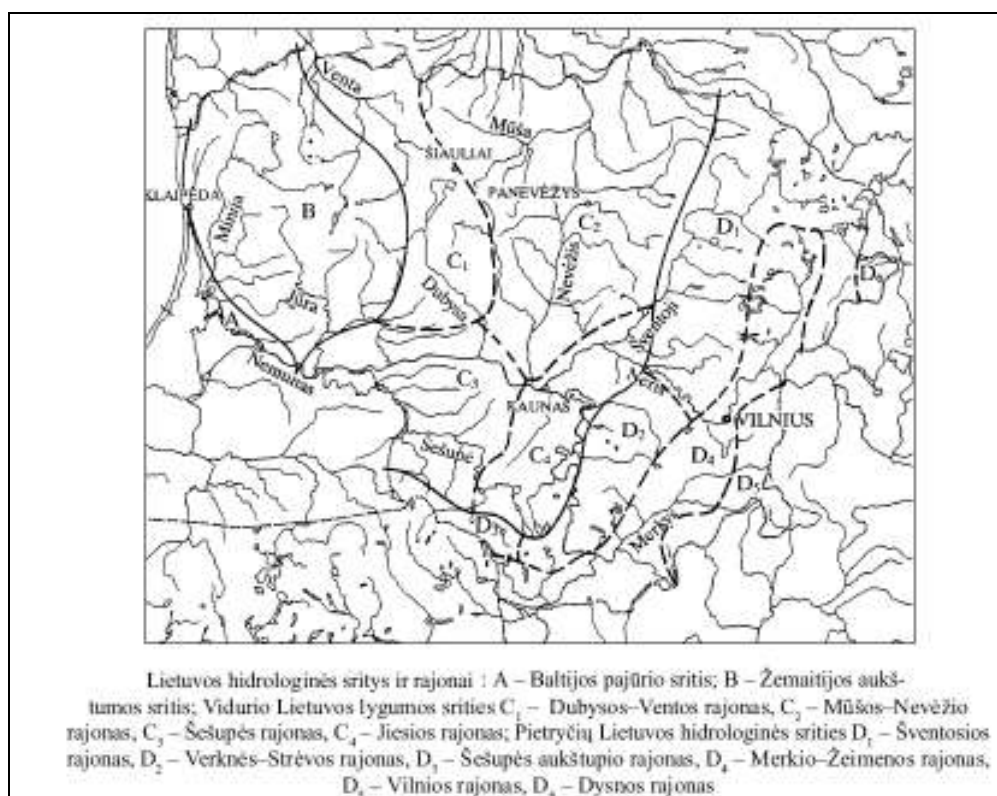
Hidroagregatų sukeltas triukšmas mažinamas atitinkamomis techninėmis priemonėmis.

Taigi, upė, kaip energijos nešėja yra labai svarbi energetikos atžvilgiu, tačiau reiktu visada įvertinti galimą ir neigiamą poveikį aplinkai, gerai apsvarstyti hidroenergetikos plėtros galimybes.

2. Tyrimų objektas

2.1. Vakarų Lietuvos hidrologinė sritis

Lietuvos upių rajonavimas pagal skirtingą hidrologinį režimą pateiktas mokslo darbuose, kuriuose rajonavimo principai iš esmės tie patys, tik skiriasi detalumu. Visuose darbuose išskiriamos trys pagrindinės hidrologinės sritys – Vakarų, Vidurio ir Pietryčių Lietuvos, iš esmės sutampančios su fiziniu geografiniu rajonavimu. Lietuvos teritorijos hidrologinis rajonavimas pateiktas pagal R. Janukienės hidrologinį rajonavimo autorinį žemėlapi (2.1 pav.) (Gailiušis, 2001).



2.1 pav. Lietuvos hidrologinės sritys (Gailiušis, 2001)

Pateiktoje kartoschemoje išskirtos 4 pagrindinės hidrologinės sritys:

1. Baltijos pajūrio,
2. Žemaičių aukštumos,
3. Vidurio lygumos,
4. Pietryčių Lietuvos, apimanti Aukštaičių aukštumas ir Pietryčių Lietuvos smėlingąją lygumą (Gailiušis, 2001).

Didžioji Minijos ir Jūros upių baseinų dalis bei Akmenos, Bartuvos, Kražantės aukštupiai priklauso Žemaičių aukštumos hidrologinei sričiai. Per metus čia iškrinta apie 850 mm kritulių, kurių apie 44 % nuteka į upes ($\eta = 0,44$), daugiausia — paviršinio nuotėkio pavidalu. Tai lemia palyginti dideli žemės paviršiaus nuolydžiai ir vyraujančios sunkokos mechaninės sudėties nuogulos (priemoliai ir priesmėliai). Kai kuriose upėse, pavyzdžiui, Minijoje ties Kartena, požeminė komponentė sudaro 25 % metų nuotėkio, tačiau dažniausia ji esti mažesnė už sniego tirpsmo formuojamą nuotėkį (sniego tirpsmo nuotėkis retai kada siekia 30 %) tai yra vyrauja lietaus maitinimas. Nors vandens ištekliai sniege, palyginti su Pajūrio hidrologine sritimi, gerokai padidėja (ypač takoskyrinėje Žemaitijoje), per žiemos sezoną čia nuteka apie 30 %, pavasario — 34 %, ir vasaros-rudens — 36 % metų nuotėkio. Visoje žemaičių hidrologinėje srityje didžiausi upių debitai dažniausia esti pavasarį, tačiau tikimybė, kad vakarinės teritorijos dalies lietaus poplūdis viršys pavasario potvynį, yra didesnė nei rytinės dalies (atitinkamai kas 2-3 ir 4-5 metai).

Didelis kritulių kiekis ir, priešingai, mažas suminis garavimas (apie 500 mm per metus) lemia didžiausią Lietuvos teritorijoje absoliutų vandeningumą. Per metus iš 1 ha nuteka iki 4400 m³ vandens.

Kaip žinome upių nuotėkį per sausras (minimalų nuotėkį) lemia požeminio vandens ištekliai maitinančiame baseine ir jų drenavimo sąlygos. V.Januškio duomenimis, tarp upės minimalaus (90 % garantijos) paros nuotėkio šiltuoju metų laiku ir rupių (lengvų) nuogulų dalies baseine bei baseino ploto yra patikimas ryšys. Nuogulos lemia baseino infiltracinės savybės, o baseino plotas - upės debitą bei vagos įsigrauzimo gylį.

2.2. Jūros upė ir jos baseinas

Jūra - Vakarų Lietuvos upė, tekanti Žemaitijos teritorijoje. Ši upė priklauso didžiausiam Lietuvos baseinui – Nemuno. Jūros upė prasideda Žemaičių aukštumos vakariniame šlaite, apie 9 km į š.v. nuo Rietavo, Jankaičių kaime. Teka pro Rietavą, Pajūralį, Pajūrį, Žvingius, Didkiemį, Pagramantį, Tauragę, Vilkyškius. Į Nemuną įteka 81,2 km nuo jo žiočių. Bendras Jūros upės ilgis 171,8 km, o bendras baseino plotas lygus 3994,4 km² (Obelienius, 1982).

Jūros upės baseinas asimetriškas, upės vaga eina baseino vakarine dalimi. Didžiausi Jūros upės intakai: kairieji – Aitra, Lokysta, Akmena, Šešuvis; dešinieji - Ežeruona.

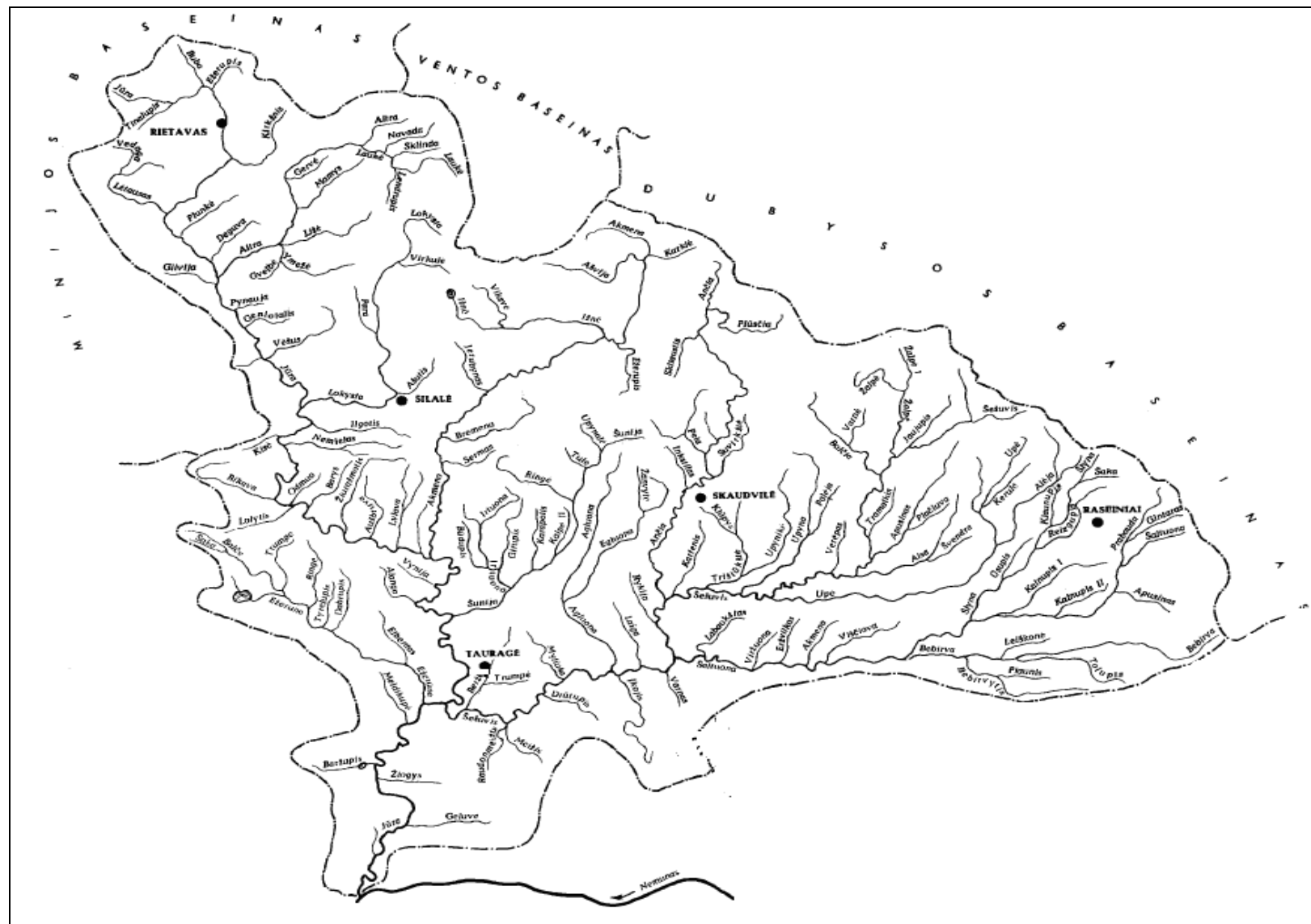
Jūros versmės yra Rietavo lygumoje, aukštupyje ji teka vakariniais Žemaičių aukštumos šlaitais, po to pasuka į Karšuvos žemumą, o pačiam žemupyje kerta Vilkyškių moreninį kalvagūbrį. Jūros upė priskiriama prie upės slėnio žemėvaizdžių tipui (tai upių sąnašų ir gilinamosios erozijos sukurta forma (vaga – salpa - terasos)). Aukštupyje vyrauja moreninės lygumos. Centriniam upės ruože kairiniame krante vyrauja prieledyninės ežerinės lygumos, dešinėje- moreninės lygumos.

Žemupyje slėnis susijungia su Nemuno upės slėniu. Pagramančio regioninis parkas saugo Jūros upės slėnius su raiškiomis ir įspūdingomis atodangomis. Jūros slėnis vingiuotas, 300-1000 m pločio, salpa siaura, ryškios terasos. Krantai siekia 1-5 m aukščio, vidurupyje atodangų aukštis - iki 25m. Upės vidutinis nuolydis 0,06 % (Gailiusis, 2001).

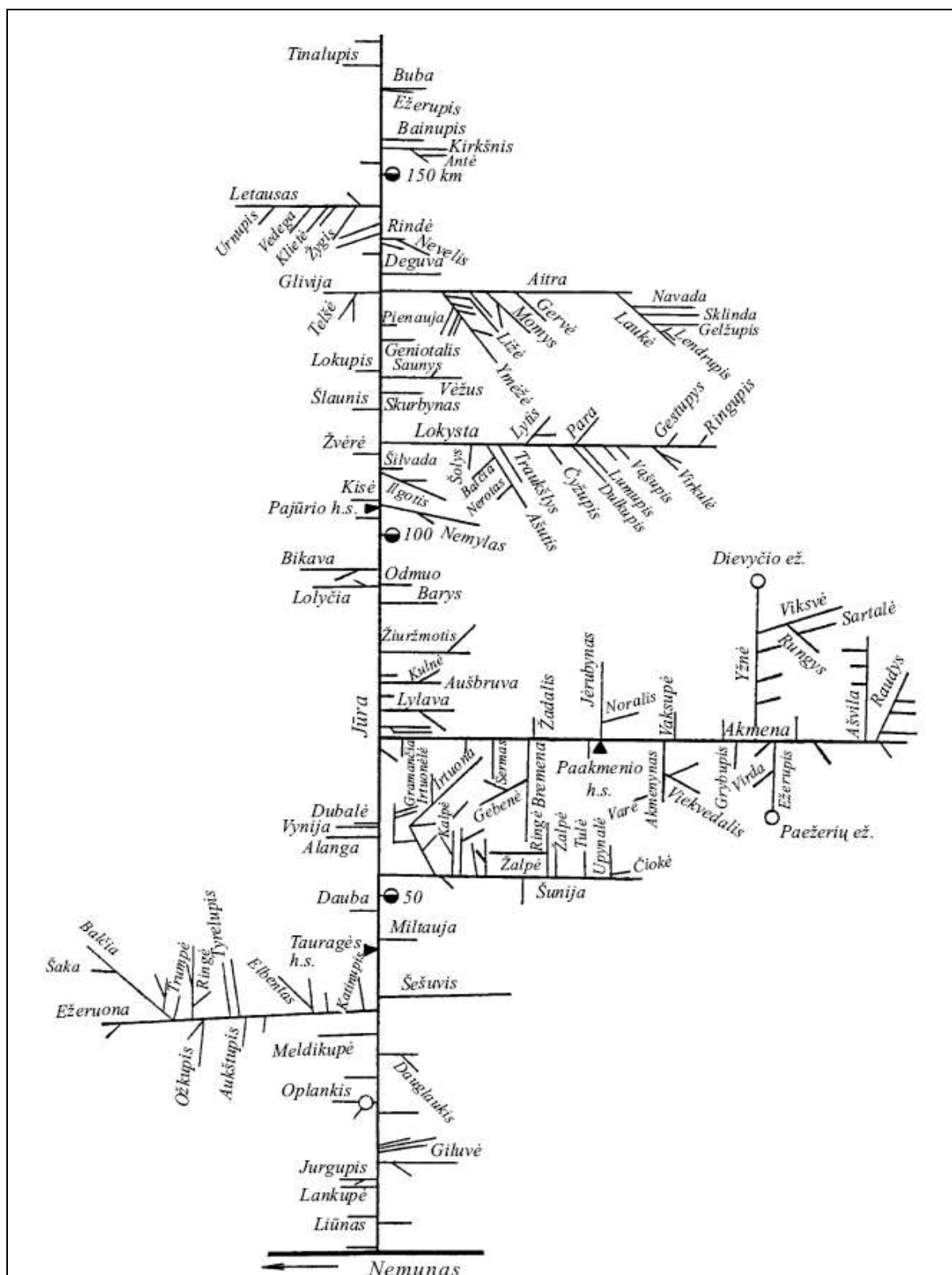
Jūros upės baseino ežeringumas itin mažas- tik 0,04 % (iš viso yra 20 ežerų, didesnių kaip 0,5 ha, o jų bendras plotas - 1,75 km²). Tvenkiniai užima apie 16 km² plotą. Didžiausi tvenkiniai – Balskų ir Tauragės. Vidutinis baseino upių tinklo tankumas - 1,19 km/km². Upių, kurių ilgis iki 3 km skaičius yra 1340 (bendras ilgis 2910 km), o 334 upių, kurios ilgesnės nei 3 km, bendras ilgis 2814km. Bendras upių skaičius Jūros upės baseine yra 1674, o jų visų ilgis -5724 km.

Jūros baseino aukštupyje ir vidurupyje apie 80 % baseino paviršiaus dengia vidutinio sunkumo priemoliai, žemupio link padaugėja sunkių priemolių ir molių dengiamų plotų, 10 % baseino ploto čia užima smėlio salos. Baseino pelkėtumas – 5 % , o miškingumas -17 % (www.am.lt).

Kaip minėta Jūros baseine iškrenta daugiau kritulių, nei vidutinis Lietuvos vidurkis (600mm) – 850 - 750 mm. Didesni nuolydžiai, nelaidūs gruntai - pagrindiniai veiksniai, įtakojo Jūros baseino potvynius. Jie pasižymi staigumu ir aukštumu, ne tik pavasarį, polaidžio metu bet ir po didesnių liūčių (Obelienius, 1982).



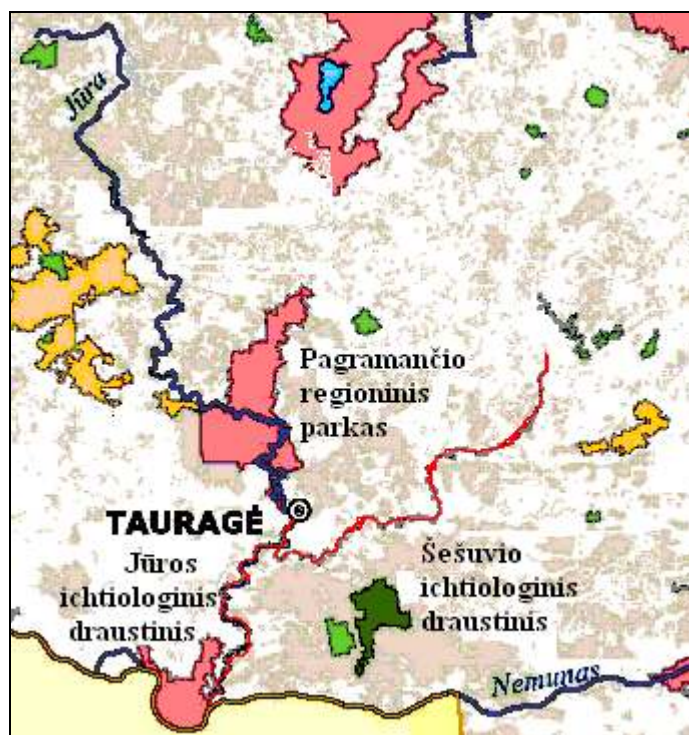
2.2 pav. Jūros upės baseinas



2.3 pav. Jūros upės intakai (Gailiusis, 2001)

Jūros upė kerta šias saugomas teritorijas: Pagramančio regioninį parką, ichtiologinį, landšaftinį ir botaninį draustinį.

Pagramančio regioninis parkas (2.4 pav.) įsteigtas Lietuvos Respublikos Aukščiausiosios Tarybų – Atkuriamojo Seimo 1992m rugsėjo 24d. nutarimu Nr. I – 2913 „Dėl regioninių parkų ir draustinių įsteigimo“, siekiant išsaugoti vertingą Akmenos –Jūros santakos slėnių ir miškų kraštovaizdį, jo gamtinę ekosistemą bei kultūros paveldo vertybes, jas tvarkyti ir racionaliai naudoti. Regioninio parko paskirtis, nustatyta Lietuvos Respublikos Vyriausybės 1999m. balandžio 29d. nutarimu Nr. 490 „Dėl regioninių parkų nuostatų patvirtinimo“, yra išsaugoti ypač vertingus gamtos požiūriu Jūros vidurupio ir Akmenos žemupio kraštovaizdžio kompleksus, Plynosios pelkės biocenozę; išsaugoti kultūros paveldo vertybes: Drapiškių, Matiškių, Kreivių, Indijos, Pilalės, Švedkulnio, Kuturių, Pagramančio piliakalnius – kryžiuočių karų laikotarpio gynybinės grandinės Jūros ir Akmenos upių krantuose objektus kartu su Balskų, Lylavėnų senkapiiais, Tamošaičių akmeniu, senovinėmis gyvenvietėmis, dvarvietėmis ir kapinaitėmis bei Pagramančio miestelio urbanistinį kompleksą. Pagramančio regioninio parko plotas 13644 ha, miškai – 58 %. Konkervacinė zona užima 5623 ha, - 41,2 % parko teritorijos; apsauginė -11 %; rekreacinė - 2,9 %; ūkinė- 43,7; gyvenamoji -1,2 % (www.prparkas.tinkle.lt).



2.4 pav. Jūros upės baseino saugomos teritorijos

Jūros upės ichtiologinis draustinis – esantis Jūros upėje nuo užtvankos Tauragėje iki žiočių (43 km) (2.4 pav.), ir intakų: Šešuvio upė nuo Upynos upės iki žiočių (55,1 km), Upynos upė (16

km) (2.4 pav.). Draustinio paskirtis — saugoti lašišų, šlakų, upėtakių ir žiobrių nerštavietes. Jūros upė įtraukta į Upių, priskiriamų lašišiniams vandens telkiniams, sąrašą, patvirtintą aplinkos ministro 2002-07-10 įsakymu Nr.362 “Dėl vandens telkinių suskirstymo”. Mokslinių tyrimų duomenimis nustatyta, kad Jūros upė ichtiologiniu požiūriu svarbi kaip saugomų ir globojamų žuvų rūšių migracijos kelias ir jų nerštavietės. Neigiamą poveikį vertingų žuvų migracijai Jūros upe daro palyginus seniai pastatytos Tauragės (43 km nuo žiočių) ir Balskų (78 km nuo žiočių) užtvankos. Užtvankų poveikis iš esmės pakeitė natūralią žuvų migraciją ir jų pasiskirstymą baseine – Jūros žemupyje yra pagrindinė dalis vertingų žuvų nerštaviečių, į Jūros vidurupį per žuvų pralaidą Tauragėje praeina ne daugiau kaip 25 % visų praeivių lašišinių žuvų, į Jūros upę aukščiau Balskų praeivės žuvys nepatenka. Prie Balskų užtvankos įrengto žuvitakio pralaidumas dėl didelio patvankos aukščio yra žymiai mažesnis, nei Tauragės žuvų paėjimo tako (www.aaa.lt).

Jūros (kraštovaizdžio) landšaftinis draustinis - esantis Pagamančio regioniniame parke užima 1854ha ploto. Draustinis įrengtas išsaugoti ypač vertingus gamtos požiūriu Jūros vidurupio ir Akmenos žemupio kraštovaizdžio kompleksus.

Jūros botaninis draustinis – plotas 18 ha, įsteigtas 1974 m saugojant retų augalų augalavietes, kuriuose aptinkama vienalapių gedučių, baltijinės gegūnės, sibirinių vilkdalgių ir kitų retųjų augalų

Neigiamą poveikį vertingų žuvų migracijai Jūros upe daro palyginus seniai pastatytos Tauragės (43 km nuo žiočių) ir Balskų (78 km nuo žiočių) užtvankos. Balskuose esanti užtvanka (2.5 – 2.6 pav.) pradėta statyti 1980 m laukams drėkinti ant Jūros upės. Užtvankos aukštis 15 m. Pralaidos tipas – šachtinė. Tvenkinys ir hidrotechnikos komplekso statiniai yra Pagamančio regioninio parko teritorijoje. Šiuo metu veikia hidroelektrinė, kuri gamina elektros energiją, (pastačius hidroenergetikos kompleksą prie esamo Balskų tvenkinio ant Jūros upės). Tvenkinio NPL = 55,00 m, plotas 279,1 ha, tūris 14,79 mln. m³, maksimalus hidroelektrinės slėgio aukštis 14,28 m, vidutinis daugiametis debitas 13,7 m³/s. Hidroelektrinė dirba naudodama natūralų upės nuotėkį ir tvenkinio sudarytą vandens lygių skirtumą. Maksimalus HE debitas 26,0 m³/s, minimalus - 4,26 m³/s, instaliuotas galingumas 2914 kW, elektros energijos išdirba vidutinio vandeningumo (50% tikimybės) metais 12,15 mln. kWh, sausais (95% tikimybės) - 6,0 mln. kWh. Pagaminta energija perduodama į šalia esančius 10 kV elektros tinklus. Vanduo iš Balskų tvenkinio naudojamas UAB “Vizbarų žuvininkystė” žuvininkystės tvenkinių maitinimui (www.aaa.lt).

Pirmoji Tauragės užtvanka (2.7 – 2.8 pav.) pastatyta 1935 m., čia pastačius Tauragės hidroelektrinę, kuri 1960 m. buvo uždaryta. Aštuntojo dešimtmečio pabaigoje hidroelektrinės

pastatas buvo nugriautas, o užtvanka naujai pastatyta. Užtvankos aukštis 3 m. Tvenkinio plotas 24,4 ha. Pralaidos tipas – slenkstinė. Šiuo metu Tvenkinys naudojamas poilsiui ir rekreacijai.



2.5 pav. Naujoji Baskų hidroelektrinė



2.6 pav. Naujoji Baskų hidroelektrinė



2.7 pav. Jūros upė ties Tauragės užtvanka



2.8 pav. Jūros upė ties Tauragės užtvanka 2007m sausio 22d. ($Q=141\text{m}^3/\text{s}$)

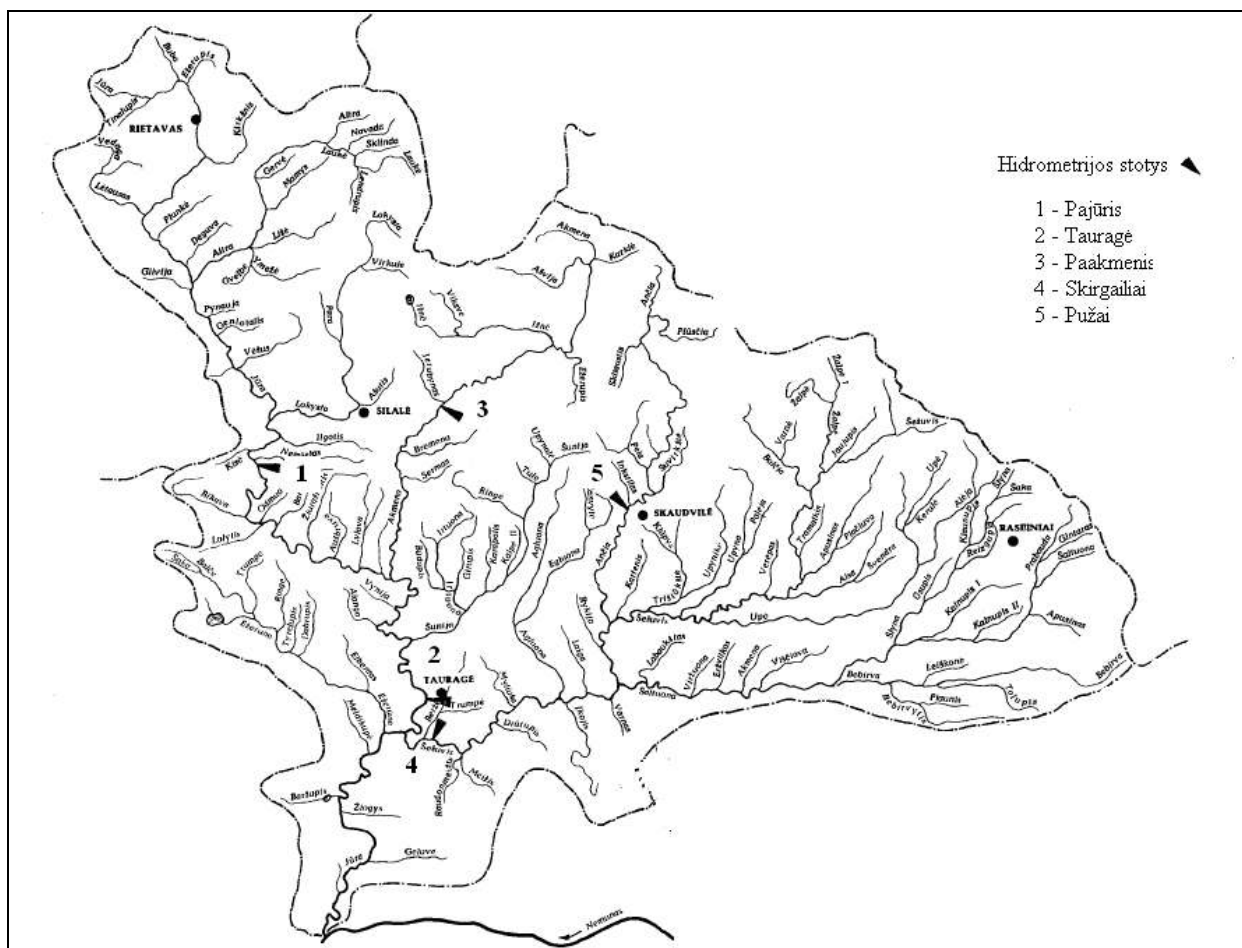


2.9 pav. Tauragės vandens matavimo postas



2.10 pav. Tauragės vandens matavimo postas

Jūros upės baseine veikė 5 hidrometrijos stotys: Pajūrys, Tauragė, Paakmenis, Skirgailiai, Pužai (2.11 pav.). Šiuo metu veikiančios tik Tauragės (2.9 – 2.10 pav.) ir Paakmenio hidrometrijos stotys. Stočių stebėjimo laikotarpiai pateikti 2.1 lentelėje.



2.11 pav. Jūros upės baseino matavimo postai

2.1 lentelė. Vandens matavimo stočių, Jūros baseine, stebėjimo laikotarpiai (Jablonskis, 1996)

Stoties Nr.	Upė	Vandens matavimo postas	Stebėjimo laikotarpis
146	Jūra	Pajūris	1946-1991
147	Jūra	Tauragė	1926 – iki dabar (su pertraukom)
148	Akmena	Paakmenys	1955 - iki dabar
149	Šešuvis	Skirgailiai	1939 -1991
150	Ančia	Pūžiai	1952 -1972

3. Darbo metodika

3.1. Hidrologinių skaičiavimų metodika

3.1.1. Hidrologinių skaičiavimų tikslai

Pagrindinės charakteristikos, apibūdinančios upės hidrologinį režimą ir naudojamos projektuojant įvairius vandens ūkio objektus (užtvankas, tiltus, pralaidas, greitvietes, slenksčius ir kt.), yra:

- vidutiniai, maksimalūs bei minimalūs vandens lygiai ir debitai,
- jų (metų nuotėkio) pasiskirstymas.

Upių hidrologinės charakteristikos kinta tiek laiko, tiek teritorijos atžvilgiu. Analizuojant upių hidrologines charakteristikas manoma, kad buvęs upės režimas ateityje labai nesikeis, todėl praėjusio laikotarpio hidrologines charakteristikas galima taikyti ateičiai, būsimam statinių eksploatavimo laikotarpiui. Tačiau upės vandeningumas atskirais metais arba atitinkamais atskirų metų sezonais yra labai skirtingas. Paprastai laikomasi sąlygos, kad tokį nereguliarių upės vandeningumo svyravimą galima vertinti remiantis didelių skaičių dėsniais. Pagal šią nuostatą galima nustatyti ryšį tarp upės debito (arba kitų hidrologinių charakteristikų) dydžio ir jo pasiskirstymo tikimybės. Šis metodas yra labai svarbus, nes leidžia susieti statinio ekonomiškumą ir skaičiuojamojo debito dydį (debito tikimybę).

Skiriami trys atvejai, kuriems taikomos skirtingos skaičiavimo metodikos:

1. Hidrologinių charakteristikų skaičiavimas, turint ilgalaikių hidrologinių stebėjimų duomenis.
2. Hidrologinių charakteristikų skaičiavimas, turint trumpalaikių hidrologinių stebėjimų duomenis.
3. Hidrologinių charakteristikų skaičiavimas, neturint hidrologinių stebėjimų duomenų.

3.1.2. Upių hidrologinių charakteristikų statistinės analizės metodai

Hidrologinis režimas yra daugialypis procesas, jo rezultatų neįmanoma tiksliai prognozuoti kiekybine išraiška. Todėl hidrologinio režimo charakteristikų prognozė pateikiama tikimybių išraiška, nenurodant konkrečios datos. Dažniausiai hidrologinių charakteristikų dydžiai išreiškiami tikimybės kreive, o tikimybė yra vieno ar kito hidrologinio reiškinių arba jo charakteristikos pasireiškimo patikimumo įvertinimo matas. Kaip žinoma tikimybė $p(x)$ yra lygi įvykių, sudarančių galimybę įvykti tiriamam reiškiniui, skaičiaus (m) santykiui su bendru įvykių skaičiumi (n):

$$p(x) = \frac{m}{n}, \quad (1)$$

Hidrologinė tikimybė – tai kurio nors būsimo hidrologinio reiškinių (pavyzdžiui, maksimalaus arba minimalaus debito, vidutinio metinio vandens lygio upėje) įvykimo galimumas. Tikimybė gali būti išreikšta ir vieneto dalimis, ir procentais. Lietuvoje ir kai kuriose kitose šalyse hidrologinės tikimybės reikšmės įprasta išreikšti procentais, naudojant Čegodajevo formulę (Lukianas, 1998):

$$p(x) = \frac{m - 0,3}{n + 0,4} 100\%, \quad (2)$$

Čia: m – statistinės hidrologinių duomenų eilės nario eilės numeris;
 n – narių skaičius eilėje.

Ryšio tarp nagrinėjamos hidrologinės charakteristikos reikšmių ir jų tikimybės grafikas, išreikštas kreive, vadinamas empirine (faktine) tikimybės kreive. Hidrologinių duomenų eilė, sutvarkyta pagal dydį nuo didžiausio iki mažiausio, vadinama statistine eile. Hidrologinių dydžių tikimybę patogiau išreikšti pasikartojimo laikotarpiu, dažniausiai metais, t. y. metų skaičiumi, per kuriuos tam tikros hidrologinės charakteristikos reikšmė bus stebima vieną kartą.

Ryšys tarp tikimybės p (procentais) ir duomenų eilės nario pasikartojimo vieną kartą per laikotarpį T (metais) išreiškiamas taip:

$$T = \frac{100}{p}, \text{ kai } < 50\%, \quad (3)$$

$$T = \frac{100}{100 - p}, \text{ kai } > 50\%, \quad (4)$$

Tikimybės kreivėms sudaryti dažniausiai naudojamas Hazeno tikimybini (logaritminis) tinklas, skirtas mažos asimetrijos duomenų eilių tikimybės kreivei ištiesinti. Abscisių ašyje pažymimos tikimybės reikšmės p (dažniausiai procentais), o ordinačių ašyje – hidrologinės charakteristikos reikšmės arba nagrinėjamo dydžio moduliniai koeficientai K .

3.1.3. Daugiamečio laikotarpio pagrindinių vandens charakteristikų skaičiavimas

Vidutinio daugiamečio metinio debito (Q_0) (debito normos) skaičiavimas:

$$Q_0 = \frac{\sum Q_{vid}}{n}, \text{ m}^3/\text{s}, \quad (5)$$

čia: $\sum Q_{vid}$ - stebėjimo laikotarpio vidutiniai metiniai debitai, m^3/s ;
 n - stebėjimo laikotarpio metų skaičius.

Daugiametis nuotėkio modulis q_0 apskaičiuojamas pagal formulę:

$$q_0 = \frac{Q_0 \cdot 10^3}{A}, \text{ l/s} \cdot \text{km}^2, \quad (6)$$

čia: Q_0 - debito norma, m^3/s ;

A - baseino plotas, km^2 .

Nuotėkio aukštis – tai vientisas vandens sluoksnis, kuris susidarytų visą nuotėkio tūrį tolygiai paskleidus baseino plote. Metinį nuotėkio aukštį (R) apskaičiuojame pagal formulę:

$$R = \frac{Q_0 \cdot T}{A \cdot 10^3}, \text{ mm}, \quad (7)$$

čia: Q_0 - debito norma, m^3/s ;

T - laiko tarpas, s;

A - baseino plotas, km^2 .

Nuotėkio tūris V_0 apskaičiuojamas pagal formulę:

$$V_0 = Q_0 \cdot T, \text{ m}^3 \quad (8)$$

čia: Q_0 - debito norma, m^3/s ;

T - laiko tarpas, s.

3.1.4. Hidrologinių duomenų statistiniai parametrai

Aritmetinis vidurkis skaičiuojamas taip:

$$x_0 = \frac{\sum x_i}{n}, \quad (9)$$

Amplitudė (didžiausios ir mažiausios reikšmių skirtumas) skaičiuojama taip :

$$a = x_{\max} - x_{\min} \quad (10)$$

Vidutinis absoliutusias nuokrypis Δx :

$$\Delta x = \frac{\sum (x_i - x_0)}{n}, \quad (11)$$

Vidutinis kvadratinis nuokrypis (σ_x), kartais dar vadinamas standartiniu nuokrypiu arba tiesiog standartu:

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum (x_i - x_0)^2}{n - 1}}, \quad (12)$$

Vidutinio kvadratinio nuokrypio reikšmė, pakelta kvadratu, vadinama dispersija – σ_x^2

Vidutinio kvadratinio nuokrypio ir vidutinio aritmetinio vidurkio santykis vadinamas variacijos koeficientu (C_v):

$$C_v = \frac{\sigma_x}{x_0}, \quad (13)$$

Variacijos koeficientas yra statistinis parametras, apibūdinantis hidrologinės charakteristikos kintamumą bėgant laikui. Variacijos koeficientas yra teigiamas vienetinis dydis, didesnis už nulį, apibūdinantis hidrologinės eilės duomenų kitimo (variacijos) laipsnį (kartais jis išreiškiamas procentais). Jis skaičiuojamas pagal formulę:

$$C_v = \sqrt{\frac{\sum (K-1)^2}{n-1}}, \quad (14)$$

$$\text{Čia: } K \text{ yra modulinis koeficientas} - K = \frac{x_i}{x_0}, \quad (15)$$

Svarbus statistinis parametras taip pat yra asimetrijos koeficientas C_s . Jis apibūdina nagrinėjamo atsitiktinio dydžio (hidrologinės charakteristikos) nesimetriškumo laipsnį lyginant su jo eilės vidutiniu dydžiu. Asimetrijos koeficiento reikšmė tokia:

$$C_s = \frac{\sum (K-1)^3}{nC_v^3}, \quad (16)$$

Statistinių parametų standartinės paklaidos:

- Aritmetinio vidurkio standartinė paklaida ε_{x_0} :

$$\varepsilon_{x_0} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \quad (17)$$

- Standartinė paklaida ε_σ :

$$\varepsilon_\sigma = \frac{\sigma}{\sqrt{2(n-1)}} \sqrt{1+3C_v^2} \quad (18)$$

- Variacijos koeficiento standartinė paklaida:

$$\varepsilon_{C_v} = \frac{C_v \sqrt{1+3C_v^2}}{\sqrt{2(n-1)}}, \quad (19)$$

- Asimetrijos koeficiento standartinė paklaida:

$$\varepsilon_{C_s} = \sqrt{\frac{6}{n}} \sqrt{1+6C_v^2+5C_v^4}, \quad (20)$$

3.1.5. Upės maksimalaus debito skaičiavimas turint ilgalaikių hidrologinių stebėjimų duomenis

Turint pakankamus ilgalaikių hidrologinių stebėjimų duomenis vienodai atliekami tiek pavasario, tiek vasaros ir rudens (liūčių) laikotarpių maksimalių debitų skaičiavimai. Skaičiavimams naudojami turimos stebėjimo metų eilės maksimalūs (momentiniai) debitai. Skaičiavimo eiga yra analogiška kitų hidrologinių charakteristikų skaičiavimams. Turint ilgalaikių hidrologinių stebėjimų duomenis, hidrotechninių statinių projektavimo charakteristikas galima nustatyti tiksliausiai. Stebėjimų duomenų eilės skaičius laikomas pakankamu, kai nagrinėjamo dydžio santykinė kvadratinė paklaida neviršija 10 %. Tam eilės narių skaičius turi būti ne mažesnis kaip 25–30 metų.

Skaičiavimo eiga:

1. Įsitikinama, ar turima hidrologinių duomenų eilė yra homogeniška (t.y. vientisa, turinti tas pačias savybes, neturinti sandaros skirtumų).
2. Sudaroma statistinė eilė, t. y., duomenys išdėstomi mažėjančia tvarka.
3. Apskaičiuojama vidutinė maksimalių debitų Q_0 reikšmė pagal (9) formulę.
4. Skaičiuojami kiekvieno statistinio eilės nario moduliniai koeficientai pagal (15) formulę.
5. Skaičiuojama kiekvieno statistinio eilės nario tikimybė procentais pagal (2) formulę.
6. Specialiame blanke, vadinamame Hazeno tinklu, braižoma faktinių duomenų tikimybės kreivė.
7. Skaičiuojamos variacijos ir asimetrijos koeficientų reikšmės pagal (14,16) formules.
8. Skaičiuojamos statistinių parametrų standartinės paklaidos pagal (17-20) formules.
9. Turint 3 empirinės tikimybės kreivės parametrus (Q_0 , C_v ir C_s), skaičiuojami teorinės tikimybės kreivės parametrai.

Bet kurios tikimybės maksimalus debitas skaičiuojamas pagal šią formulę:

$$Q_p = Q_0 (F_p C_v + 1), \quad (21)$$

Čia: F_p – duomens, Fosterio funkcija, jos dydis randamas iš lentelės, kai $C_v = 1$ pagal faktinę asimetrijos koeficiento C_s reikšmę.

10. Pagal gautus duomenis braižoma pirmoji skaičiavimais gauta (teorinė) tikimybės kreivė.

11. Skaičiuojant pavasario potvynio upių maksimalų debitą tikslinga priimti, kad $C_s = 2C_v$, o skaičiuojant lietaus potvynio maksimalų debitą – $C_s = (3-4)C_v$, ir iš kitos lentelės pagal faktinį variacijos koeficientą C_v rasti koeficientą K_p , ir skaičiuojami įvairių tikimybių debitai Q_p pagal formulę:

$$Q_p = K_p \cdot Q_0, \quad (22)$$

12. Pagal apskaičiuotus duomenis braižoma antroji teorinė tikimybės kreivė.

13. Lyginant faktinę tikimybės kreivę su teorinėmis tikimybės kreivėmis, sprendžiama, kuri teorinė kreivė (pirmoji ar antroji) pagal jos padėtį (viršutinėje dalyje, iki 10 % tikimybės) yra artimesnė faktinių duomenų kreivei ir rašoma atitinkama išvada.

14. Remiantis gauta išvada, iš atitinkamos skaičiavimų lentelės (pagal pirmosios arba antrosios teorinės kreivės duomenis) randamas reikiamos tikimybės debitas.

Atlikus skaičiavimus, tikrinama, ar gauti rezultatai yra patikimi. Paprastai patikimi skaičiavimų rezultatai gaunami, jeigu stebėjimų periodas yra pakankamai ilgas. Šis stebėjimų periodo ilgio pakankamumas priklauso nuo maksimalaus debito daugiamečių svyravimų intensyvumo (variacijos koeficiento C_v) ir nuo skaičiuojamosios tikimybės (procentais). Pavizdžiui, normatyviniuose dokumentuose nurodoma, kad stebėjimų periodas yra pakankamas, jeigu standartinė skaičiuojamojo maksimalaus debito paklaida ΔQ neviršija 20 % jo reikšmės. Paklaida skaičiuojama pagal formulę:

$$\Delta Q = \frac{\alpha \cdot E_p \cdot Q_p}{\sqrt{n}}, \quad (23)$$

Čia: α – koeficientas, apibūdinantis periodo ilgį ($\alpha = 1,0$);

E_p – santykinė standartinė paklaida; ji surandama pagal p ir variacijos koeficientą;

Q_p – maksimalus parinktos p tikimybės skaič. debitas;

n – stebėjimo metų skaičius.

3.2. Upės energijos skaičiavimo metodika

Kaip minėta, vanduo dėl sunkio teka upėje ir atlieka darbą, kuris priklauso nuo vandens kiekio (debito Q , m^3/s) ir vandens kritimo (H , m) tiriamoje atkarpoje (3.1 pav.).

Taigi šios upės atkarpos potencinė galia arba sekundinis darbas, išreikšti kilovatais, bus:

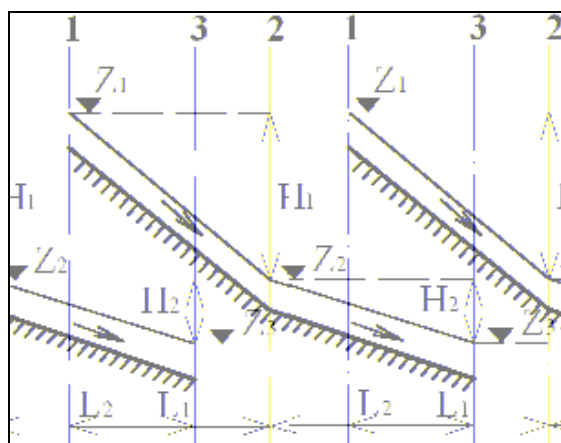
$$P = 9,81 QH \quad (25)$$

Debitas (Q) ir vandens tėkmės lygio kitimas (H) upės vagos skerspjūviuose yra ne statiški, o dinamiški, t.y. kinta nuo versmių iki žiočių, todėl reikia šias charakteristikas žinoti (bent tose vietose, kur jos labiausiai kinta).

Hydroenergija, išreikšta kilovatvalandėmis, bus:

$$E = Ph \quad (26)$$

Čia: h – laikas, val.



3.1 pav. Upės ruožų išilginio profilio schema (Jablonskis, 1996): 1, 2, 3 – ruožų ribos; z – vandens lygio altitudė, m; H – vandens lygio kritimo aukštis, m; L – ruožo ilgis, km.

Vanduo lyginamosios plokštumos (jūros paviršius, upės žiotys, ruožo pabaiga) atžvilgiu turi sukaupęs potencinės energijos, o upės vaga tekantis vanduo neša kinetinę energiją. Ju abiejų suma skerspjūvyje yra pastovi ir eikvojama hidraulinio pasipriešinimo (trinties) jėgoms nugalėti. Hidroenergetikoje priimta galios (P) ir energijos (E) vienetais laikyti kilovatą ir kilovatvalandę (kW ir kWh).

Taigi hidroenergija apskaičiuojama dvejopai: kaip teorinė energijos apraiška gamtinėje vagoje, ir kaip konkretus techninės energijos šaltinis. Dėl vandens, jo kritimo ir įrengimų naudingumo nuostolių techninė potencinė galia yra 0,815 karto mažesnė už teorinę. Savo darbe P ir E apskaičiuoti, naudojami J. Jablonskio ir J. Burneikio darbuose aprašytą metodiką (Jablonskis, 1996; Burneikis, 1998).

Kaip minėta klasifikacija pagal lyginamąją (kilometrinę) galią P/L (galia, tenkanti 1 km upės atkarpai) yra tokia:

1. 0–20,0 kW/km – neefektyvūs.
2. 20–29,0 kW/km – nežymiai efektyvūs.
3. 29,2–48,6 kW/km – efektyvūs.
4. 48,7–273,3 kW/km – labai efektyvūs.

Šia klasifikacija naudojami vertindama Jūros upės baseino energetinius išteklius.

4. Jūros upės hidrologiniai skaičiavimai ir tyrimo rezultatai

4.1. Jūros upės hidrologinių charakteristikų skaičiavimas, remiantis ilgalaikių stebėjimų duomenimis

Hidrologinių charakteristikų skaičiavimus Jūros upės baseine atlikau naudojant ilgalaikius stebėjimo duomenis. Pasirinktos Tauragės vandens matavimo stoties, esančios 43,3 km nuo upės žiočių, atlikau skaičiavimus pagal naujausius 1978-2007 m. duomenis, kurie buvo gauti iš hidrologinių metraščių (4.1 lentelė).

Jūros upės baseino plotas nuo 2002 m. nežymiai pakito nuo 1690 km² iki 1660 km² (dėl melioracijos darbų vykdymo). Todėl mūsų debitų reikšmės perskaičiuotos proporcingai šiam baseinų plotų santykiui (4.2 lentelė).

Pagal gautus skaičiavimo duomenis matyti, kad vandeningiausi metai buvo 2007m., kurių apskaičiuotas vidutinis debitas – 34,43 m³/s. Sausringiausi metai buvo 1996m., kurių apskaičiuotas vidutinis debitas - 12,63 m³/s. Apskaičiuotas bendras vidutinis debitas per paskutiniuosius 30 metų Jūros upėje ties Taurage yra 22,93 m³/s.

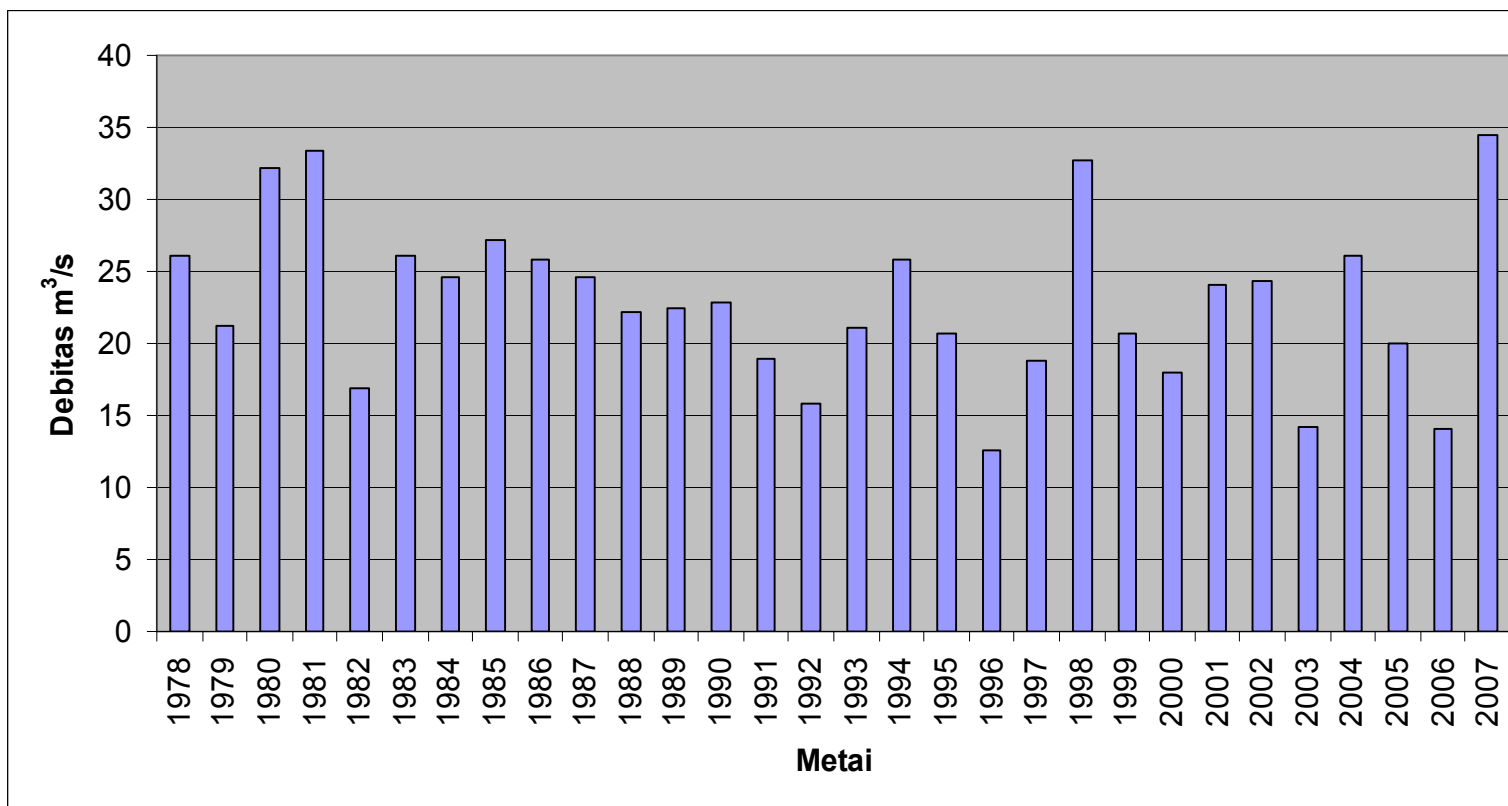
Vidutinių debitų kitimas per stebėjimo laikotarpį pavaizduotas 4.1 paveiksle.

4.1 lentelė. 1978-2007 metų mėnesių vidutiniai debitai, m³/s. Upė: Jūra; Stotis: Tauragė

Metai	Plotas	sausis	vasaris	kovas	balandis	gegužė	birželis	liepa	rugpjūtis	rugsėjis	spalis	lapkritis	gruodis	Vid,Q
1978	1690	26,70	5,46	64,60	20,20	4,30	3,54	4,96	24,70	57,50	41,70	51,70	14,00	26,61
1979	1690	3,49	3,20	33,50	95,10	13,60	2,46	4,54	18,10	17,70	8,75	23,00	35,40	21,57
1980	1690	9,25	6,64	6,32	75,70	12,40	9,23	27,60	26,10	32,30	60,10	40,60	87,00	32,77
1981	1690	26,40	55,60	60,50	19,10	14,70	16,70	17,20	18,30	10,70	59,00	72,90	36,20	33,94
1982	1690	15,80	13,00	81,60	32,10	8,97	4,38	4,80	3,20	3,36	3,88	5,27	30,10	17,21
1983	1690	65,80	21,90	50,30	35,80	15,60	14,30	4,81	4,04	4,45	25,80	40,70	35,50	26,58
1984	1690	48,20	17,70	13,40	47,90	10,30	13,20	11,90	11,10	37,40	39,70	23,40	26,70	25,08
1985	1690	10,70	6,71	24,10	76,90	18,00	5,61	6,89	8,30	29,60	23,30	61,40	60,20	27,64
1986	1690	19,00	14,50	55,00	65,40	12,50	4,55	3,75	5,24	32,50	20,50	47,30	35,70	26,33
1987	1690	6,27	18,70	17,50	66,30	20,30	14,10	8,59	42,20	20,30	15,20	30,00	41,40	25,07
1988	1690	57,30	11,80	16,40	60,40	8,15	5,60	7,22	6,30	9,28	10,30	13,90	63,60	22,52
1989	1690	48,20	33,90	45,30	25,40	10,00	9,98	3,26	6,52	4,26	13,40	22,70	51,00	22,83
1990	1690	50,10	26,10	44,60	4,16	2,79	3,30	3,84	5,53	9,49	29,40	74,00	25,20	23,21
1991	1690	61,30	15,30	20,30	11,80	7,07	5,90	5,05	4,89	4,39	19,20	44,50	32,10	19,32
1992	1690	32,50	27,70	26,00	22,50	21,50	7,07	6,16	6,81	5,74	5,70	13,70	18,10	16,12
1993	1690	79,70	17,50	46,20	13,60	6,58	5,28	7,50	9,10	15,60	10,40	6,62	40,20	21,52
1994	1690	50,50	10,90	104,00	45,00	10,30	8,27	6,83	5,41	5,80	9,66	29,40	29,50	26,30
1995	1690	34,30	96,60	32,30	16,60	10,40	10,90	5,56	2,77	4,70	13,60	17,90	6,62	21,02
1996	1690	3,91	4,13	4,26	75,10	29,40	6,91	5,65	3,30	3,04	3,54	8,92	6,15	12,86
1997	1690	12,70	41,90	14,10	24,10	30,00	7,53	3,86	3,07	4,34	35,20	25,50	27,50	19,15
1998	1690	49,90	73,00	35,40	30,60	8,70	13,10	7,93	22,60	17,70	51,20	59,80	28,80	33,23
1999	1690	48,10	21,60	43,30	21,70	10,60	7,54	5,67	5,96	5,11	21,20	12,40	49,90	21,09
2000	1690	26,70	70,70	47,40	12,30	6,44	4,38	6,71	6,17	5,77	6,06	12,80	13,80	18,27
2001	1690	19,20	38,90	29,40	21,50	9,53	11,80	8,36	6,33	32,10	28,70	78,00	10,80	24,55
2002	1660	63,70	88,80	63,70	12,00	8,24	4,93	13,50	2,83	2,86	9,36	14,60	7,73	24,35
2003	1660	40,60	11,00	14,30	15,10	11,80	4,36	3,96	3,11	4,76	11,80	17,30	32,00	14,17
2004	1660	8,97	45,30	54,00	14,70	6,41	5,99	5,74	4,26	31,00	39,90	50,00	46,40	26,06
2005	1660	62,70	13,10	31,00	44,40	9,84	5,70	3,10	23,40	4,54	5,59	11,50	25,50	20,03
2006	1660	14,90	13,20	14,60	39,70	5,09	3,45	1,78	2,74	2,98	6,85	24,70	38,70	14,06
2007	1660	84,10	29,20	47,00	15,40	12,60	9,88	49,10	26,80	20,20	18,80	47,80	52,30	34,43
Qvid,		36,03	28,47	38,01	35,35	11,87	7,66	8,53	10,64	14,65	21,59	32,74	33,60	23,26

4.2 lentelė. Perskaičiuoti 1978-2007 metų mėnesių vidutiniai debitai, m³/s. Upė: Jūra; Stotis: Tauragė

Metai	Plotas	sausis	vasaris	kovas	balandis	gegužė	birželis	liepa	rugpjūtis	rugsėjis	spalis	lapkritis	gruodis	Vid,Q
1978	1660	26,23	5,36	63,45	19,84	4,22	3,48	4,87	24,26	56,48	40,96	50,78	13,75	26,14
1979	1660	3,43	3,14	32,91	93,41	13,36	2,42	4,46	17,78	17,39	8,59	22,59	34,77	21,19
1980	1660	9,09	6,52	6,21	74,36	12,18	9,07	27,11	25,64	31,73	59,03	39,88	85,46	32,19
1981	1660	25,93	54,61	59,43	18,76	14,44	16,40	16,89	17,98	10,51	57,95	71,61	35,56	33,34
1982	1660	15,52	12,77	80,15	31,53	8,81	4,30	4,71	3,14	3,30	3,81	5,18	29,57	16,90
1983	1660	64,63	21,51	49,41	35,16	15,32	14,05	4,72	3,97	4,37	25,34	39,98	34,87	26,11
1984	1660	47,34	17,39	13,16	47,05	10,12	12,97	11,69	10,90	36,74	39,00	22,98	26,23	24,63
1985	1660	10,51	6,59	23,67	75,53	17,68	5,51	6,77	8,15	29,07	22,89	60,31	59,13	27,15
1986	1660	18,66	14,24	54,02	64,24	12,28	4,47	3,68	5,15	31,92	20,14	46,46	35,07	25,86
1987	1660	6,16	18,37	17,19	65,12	19,94	13,85	8,44	41,45	19,94	14,93	29,47	40,67	24,63
1988	1660	56,28	11,59	16,11	59,33	8,01	5,50	7,09	6,19	9,12	10,12	13,65	62,47	22,12
1989	1660	47,34	33,30	44,50	24,95	9,82	9,80	3,20	6,40	4,18	13,16	22,30	50,09	22,42
1990	1660	49,21	25,64	43,81	4,09	2,74	3,24	3,77	5,43	9,32	28,88	72,69	24,75	22,80
1991	1660	60,21	15,03	19,94	11,59	6,94	5,80	4,96	4,80	4,31	18,86	43,71	31,53	18,97
1992	1660	31,92	27,21	25,54	22,10	21,12	6,94	6,05	6,69	5,64	5,60	13,46	17,78	15,84
1993	1660	78,29	17,19	45,38	13,36	6,46	5,19	7,37	8,94	15,32	10,22	6,50	39,49	21,14
1994	1660	49,60	10,71	102,15	44,20	10,12	8,12	6,71	5,31	5,70	9,49	28,88	28,98	25,83
1995	1660	33,69	94,89	31,73	16,31	10,22	10,71	5,46	2,72	4,62	13,36	17,58	6,50	20,65
1996	1660	3,84	4,06	4,18	73,77	28,88	6,79	5,55	3,24	2,99	3,48	8,76	6,04	12,63
1997	1660	12,47	41,16	13,85	23,67	29,47	7,40	3,79	3,02	4,26	34,58	25,05	27,01	18,81
1998	1660	49,01	71,70	34,77	30,06	8,55	12,87	7,79	22,20	17,39	50,29	58,74	28,29	32,64
1999	1660	47,25	21,22	42,53	21,31	10,41	7,41	5,57	5,85	5,02	20,82	12,18	49,01	20,72
2000	1660	26,23	69,44	46,56	12,08	6,33	4,30	6,59	6,06	5,67	5,95	12,57	13,56	17,94
2001	1660	18,86	38,21	28,88	21,12	9,36	11,59	8,21	6,22	31,53	28,19	76,62	10,61	24,12
2002	1660	63,70	88,80	63,70	12,00	8,24	4,93	13,50	2,83	2,86	9,36	14,60	7,73	24,35
2003	1660	40,60	11,00	14,30	15,10	11,80	4,36	3,96	3,11	4,76	11,80	17,30	32,00	14,17
2004	1660	8,97	45,30	54,00	14,70	6,41	5,99	5,74	4,26	31,00	39,90	50,00	46,40	26,06
2005	1660	62,70	13,10	31,00	44,40	9,84	5,70	3,10	23,40	4,54	5,59	11,50	25,50	20,03
2006	1660	14,90	13,20	14,60	39,70	5,09	3,45	1,78	2,74	2,98	6,85	24,70	38,70	14,06
2007	1660	84,10	29,20	47,00	15,40	12,60	9,88	49,10	26,80	20,20	18,80	47,80	52,30	34,43
Qvid,		35,56	28,08	37,47	34,81	11,69	7,55	8,42	10,49	14,43	21,26	32,26	33,13	22,93



4.1 pav. Vidutiniai Jūros upės debitai per 1978-2007m laikotarpį

4.2. Jūros upės potvynių ir poplūdžių charakteristikų skaičiavimas

Pagal didžiausio vandeningumo 2007 metų debitų duomenis (4.3 lentelė) nubrėžtą hidrogramą matome 4.2 pav. Iš šios hidrogramos nustačiau pavasario potvynio ir poplūdžių maksimalių debitų dydžius, potvynių ir poplūdžių pradžios ir pabaigos datas, jų trukmę, minimalių debitų dydžius.

Iš hidrogramos galima nustatyti, kad:

Žiemos poplūdis

Poplūdžio pradžia - sausio 1d.; pabaiga – 26d; trukmė - 26d.

$$Q_{max} = 153 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (sausio 14d.)}$$

Pavasario potvynis

Potvynio pradžia – kovo 8d.; pabaiga – 24d; trukmė - 16d.

$$Q_{max} = 139 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (kovo 19d.)}$$

Vasaros poplūdis

Poplūdžio pradžia – liepos 6d.; pabaiga – 14d; trukmė - 8d.

$$Q_{max} = 228 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (liepos 9d.)}$$

Rudens-žiemos poplūdis

Poplūdžio pradžia – lapkričio 10d.; pabaiga – gruodžio 14d; trukmė - 35d.

$$Q_{max} = 155 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (gruodžio 6d.)}$$

Remiantis turimais duomenimis apskaičiavau 2007 metų poplūdžio tūrį metiniame nuotėkyje ir potvynio nuotėkio aukštį, nes vasarą įvykęs poplūdis buvo didesnis nei pavasario potvynis (vasaros metu buvo didžiausi metų debitai).

Poplūdžio tūris V_{pop} :

$$V_{pop} = QT = 108,38 \cdot 864000 = 93,64 \text{ mln. m}^3$$

Čia: Q – poplūdžio vidutinis debitas, m^3/s ($Q_{pop.vid} = 108,38 \text{ m}^3/\text{s}$);

T – poplūdžio laikas sekundėm (trukmė – 10 parų).

Poplūdžio tūris metų nuotėkyje randamas taip:

$$V_{met\%} = (V_{pop} \cdot 100) / V_{met} = 93,64 \cdot 100 / 1085,78 = 8,6 \%$$

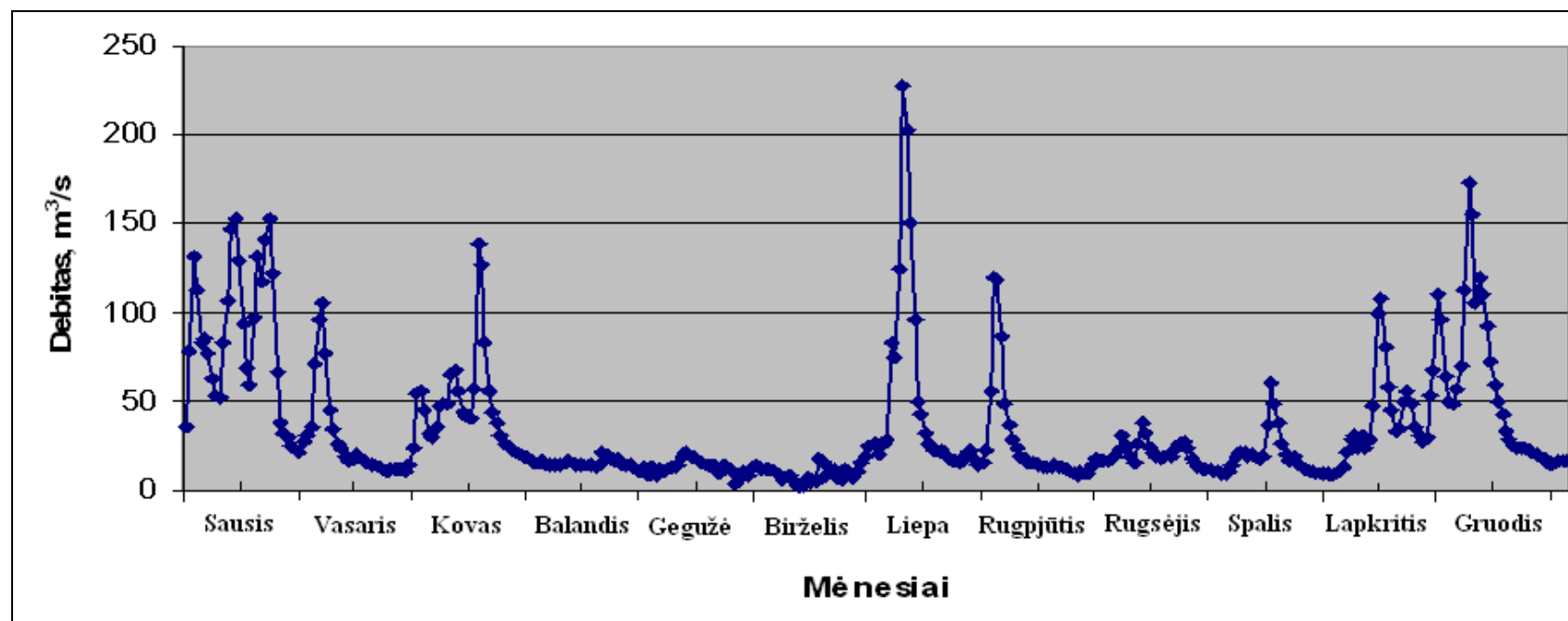
Čia: $V_{met\%}$ – poplūdžio tūris metų nuotėkyje, %

V_{met} – metų tūris, 1085,78 mil. m^3 ;

V_{pop} – potvynio tūris, 93,64 mil. m^3 .

4.3 lentelė. 2007 metų dienos vidutiniai debitai, m³/s. Upė: Jūra; Stotis: Tauragė

mėnesiai/ dienos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	35,3	27,1	14,8	18,4	10,6	12,6	25,9	55,5	17	9,31	10,5	48,6
2	78,5	30,9	23,2	17,1	13,4	12,4	26,3	120	18	8,97	12,8	57,2
3	132	36,1	54,2	15,4	7,8	12,3	20,1	118	18,8	10,6	21,5	69,9
4	113	70,6	55,2	15,6	13,2	12,3	25,7	86,5	23,1	13,8	28,8	113
5	83,4	95,4	45,3	16,1	7,81	10,2	28,8	49,1	30,3	19,4	30,8	173
6	85,2	106	32,1	14,8	11,5	9,55	83,5	37	24,9	21,8	24,2	155
7	77,1	76,9	29,8	14,8	10,9	5,9	74,7	28	18,8	21,8	30,6	106
8	62,3	44,9	35,4	14,4	11,6	6,58	124	23,5	15,7	18,5	23,4	120
9	53,5	34,2	47,4	14,4	12,5	8,32	228	19,3	26,6	20,5	28,6	110
10	51,7	25,8	48,1	14,1	13,5	6,37	203	17,4	38	18,8	47,4	91,9
11	82,4	23,3	48,9	15,4	14,4	2,84	150	15,8	31,6	18,3	100	72,4
12	107	19,3	65,1	16,1	19,2	2,74	96,5	15	24,1	18,8	108	59,1
13	147	16,9	67,4	15,7	21	2,74	49,8	15	20,8	36,4	80,9	49,9
14	153	18	55,6	14,8	18,7	6,95	42,1	14,3	18,8	60,2	58,3	42,4
15	129	20,1	44,4	14,7	18,8	4,79	32,2	13,6	17,5	48,4	44,6	32,8
16	94	17,8	41	14,4	16,3	5,17	26	13,5	18,8	38,1	33,7	28
17	68,2	16,8	40	14,4	15	17,7	23,1	12,5	20	25,8	34	25,4
18	59,2	14,9	56,6	14,4	14,4	15,4	22,5	13,9	18,9	19,6	49,4	24,2
19	97,5	14,5	139	13,5	13,8	8,76	22,2	13,5	23,3	17,1	55,1	23,6
20	131	14,3	127	14	13,8	10,2	20,1	12,8	26,1	18,9	48,6	23,6
21	117	13	83	21,4	10,8	12,2	17,7	12,1	27,3	15,7	36	22,1
22	141	12,3	55,6	20,5	9,1	6,69	16,5	11	23,2	13,2	30,4	21,3
23	153	11	44,2	17,8	13,7	6,47	16,1	9,7	18,3	11,5	26,9	20,2
24	122	11,3	38,5	16,7	13,2	11,5	15,8	7,97	15,4	10,7	29,3	19,4
25	66,4	11,9	30,7	17,3	10,7	9,19	17,5	11	13,6	10,4	53,8	18
26	38,5	11,9	25,6	14,5	3,28	7,12	20,9	10	12	9,5	67,7	16,4
27	31,5	11,5	24,6	14,1	7,04	10,3	22,2	10	11,3	9,5	110	14,6
28	29,4	10,4	22,9	13,8	11,1	15,5	16,7	13,7	11,3	9,56	95,6	15,1
29	24,8		21,3	13,5	8,81	18,8	14,3	17,7	11,1	9,6	64,4	16,2
30	22,2		20,1	10,1	11,7	24,8	15,9	17	10,2	8,76	49,2	16,4
31	21,2		19,3		14,5		23,1	16,3		9,82		17,1



4.2 pav. Jūros upės 2007m debitų hidrograma

4.3. Daugiamečio laikotarpio pagrindinių Jūros upės vandens charakteristikų skaičiavimas

Vidutinių metų debitų, nuotėkio modulių, vandens tūrių, nuotėkio aukščių skaičiavimų pagal (6; 7; 8) formules, rezultatai pateikti 4.4 lentelėje. Gauta, kad per 30 metų ties Taurage, Jūros upėje vidutinis nuotėkio modulis buvo $13,79 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$, vidutinis vandens tūris - $0,73 \text{ km}^3$, nuotėkio aukštis - 435 mm.

4.4 lentelė. Daugiamečio laikotarpio pagrindinės hidrologinės charakteristikos

Metai	Metų vid.debitas, $Q_{\text{vid}}, \text{m}^3/\text{s}$	Nuotėkio modulis, $q, \text{l/s}\cdot\text{km}^2$	Vandens tūris V , km^3	Nuotėkio aukštis R , mm
1978	26,14	15,70	0,840	496
1979	21,19	12,80	0,680	403
1980	32,19	19,40	1,040	614
1981	33,34	20,10	1,070	636
1982	16,90	10,20	0,542	321
1983	26,11	15,70	0,839	496
1984	24,63	14,30	0,765	453
1985	27,15	16,30	0,871	515
1986	25,86	15,60	0,830	491
1987	24,63	14,90	0,792	468
1988	22,12	13,30	0,711	421
1989	22,42	13,50	0,719	426
1990	22,80	13,70	0,732	433
1991	18,97	11,40	0,609	360
1992	15,84	9,53	0,509	301
1993	21,14	12,70	0,678	401
1994	25,83	15,60	0,830	491
1995	20,65	12,40	0,662	392
1996	12,63	7,63	0,408	241
1997	18,81	11,40	0,606	358
1998	32,64	19,60	1,050	620
1999	20,72	12,50	0,665	394
2000	17,94	10,80	0,580	342
2001	24,12	14,60	0,780	459
2002	24,35	14,70	0,770	464
2003	14,17	8,55	0,450	270
2004	26,06	15,70	0,820	495
2005	20,03	12,00	0,630	380
2006	14,06	8,49	0,440	268
2007	34,43	20,70	1,080	654
Q_{vid},	22,93	13,79	0,73	435

4.4. Jūros upės metų nuotėkio pasiskirstymo skaičiavimai daugiamečių matavimo duomenų pagrindu

Pagal 30 metų vidutinių mėnesių debitus apskaičiuojamos sumos : nelimituojančio periodo (pavasario), limituojančio sezono (vasaros), nelimituojančio sezono (rudens – žiemos), sausmečio ir metų. Gauti duomenys 4.5 lentelė.

Sudarytos vidutinių mėnesinių debitų sumų vandens ūkio metų, limituojančio periodo (sausmečio) ir limituojančio sezono (vasaros) statistinės eilės ir apskaičiuota kiekvieno nario eilės tikimybė 4.6 lentelė.

Iš statistinių eilių (4.6 lentelė) išrenkami 3 vandens ūkio metus. 1980-1981 m - šių metų, limituojančio periodo ir limituojančio mėnesio sumų tikimybės yra artimos vandeningų metų ($p < 33\%$) tikimybei. 1989-1990 m – limituojančio periodo ir limituojančio sezono mėnesinių debitų sumų tikimybės yra artimos vidutinių metų ($p = 33 - 66\%$) tikimybei. 1995-1996 m – limituojančio periodo, limituojančio sezono ir sausiausio mėnesio debitų sumų tikimybės artimos sausų metų ($p > 66 - 97,62\%$). Šie metai ir yra projektiniais metais, pagal kurių nuotėkio pasiskirstymo pobūdį atliksiu tolesnius vandens ūkio skaičiavimus.

Iš 4.5 lentelės išrenkami projektiniai metų sezonų debitai ir apskaičiuojami jų dydžiai procentais nuo vandens ūkio metų nuotėkio. Gauti duomenys surašomi į 4.7, 4.8 ir 4.9 lenteles, o pavaizduojami 4.3, 4.4 ir 4.5 paveiksluose.

4.5 lentelė Jūros upės ties Tauragės VMS vidutiniai mėnesiniai debitai ir periodų bei sezonų debitų sumos (m³/s)

Eil. Nr.	Vandens ūkio metai	Nelimituojantis periodas			Limituojantis periodas (vasara ir ruduo žiema)												Sausmetis (05-02)	Metai	Sausiausias	Limituojantis mėnuo
		Pavasaris			Limituojantis sezonas - vasara					Nelimituojantis sezonas - ruduo-žiema										
		03	04	ΣQ	05	06	07	08	ΣQ	09	10	11	12	01	02	ΣQ	ΣQ	ΣQ	Q _s	Q _{mėn,S}
1	78/79	63,45	19,84	83,29	4,22	3,48	4,87	24,26	36,83	56,48	40,96	50,78	13,75	3,43	3,14	168,54	205,37	288,66	4,87	3,48
2	79/80	32,91	93,41	126,32	13,36	2,42	4,46	17,78	38,02	17,39	8,59	22,59	34,77	9,09	6,52	98,95	136,97	263,29	4,46	2,42
3	80/81	6,21	74,36	80,57	12,18	9,07	27,11	25,64	74,00	31,73	59,03	39,88	85,46	25,93	54,61	296,64	370,64	451,21	27,11	9,07
4	81/82	59,43	18,76	78,19	14,44	16,40	16,89	17,98	65,71	10,51	57,95	71,61	35,56	15,52	12,77	203,92	269,63	347,82	16,89	14,44
5	82/83	80,15	31,53	111,68	8,81	4,30	4,71	3,14	20,96	3,30	3,81	5,18	29,57	64,63	21,51	128,00	148,96	260,64	4,71	3,14
6	83/84	49,41	35,16	84,57	15,32	14,05	4,72	3,97	38,06	4,37	25,34	39,98	34,87	47,34	17,39	169,29	207,35	291,92	4,72	3,97
7	84/85	13,16	47,05	60,21	10,12	12,97	11,69	10,90	45,68	36,74	39,00	22,98	26,23	10,51	6,59	142,05	187,73	247,94	11,69	10,12
8	85/86	23,67	75,53	99,20	17,68	5,51	6,77	8,15	38,11	29,07	22,89	60,31	59,13	18,66	14,24	204,30	242,41	341,61	6,77	5,51
9	86/87	54,02	64,24	118,26	12,28	4,47	3,68	5,15	25,58	31,92	20,14	46,46	35,07	6,16	18,37	158,12	183,70	301,96	3,68	3,68
10	87/88	17,19	65,12	82,31	19,94	13,85	8,44	41,45	83,68	19,94	14,93	29,47	40,67	56,28	11,59	172,88	256,56	338,87	8,44	8,44
11	88/89	16,11	59,33	75,44	8,01	5,50	7,09	6,19	26,79	9,12	10,12	13,65	62,47	47,34	33,30	176,00	202,79	278,23	7,09	5,50
12	89/90	44,50	24,95	69,45	9,82	9,80	3,20	6,40	29,22	4,18	13,16	22,30	50,09	49,21	25,64	164,58	193,80	263,25	3,20	3,20
13	90/91	43,81	4,09	47,90	2,74	3,24	3,77	5,43	15,18	9,32	28,88	72,69	24,75	60,21	15,03	210,88	226,06	273,96	3,77	2,74
14	91/92	19,94	11,59	31,53	6,94	5,80	4,96	4,80	22,50	4,31	18,86	43,71	31,53	31,92	27,21	157,54	180,04	211,57	4,96	4,80
15	92/93	25,54	22,10	47,64	21,12	6,94	6,05	6,69	40,80	5,64	5,60	13,46	17,78	78,29	17,19	137,96	178,76	226,40	6,05	6,05
16	93/94	45,38	13,36	58,74	6,46	5,19	7,37	8,94	27,96	15,32	10,22	6,50	39,49	49,60	10,71	131,84	159,80	218,54	7,37	5,19
17	94/95	102,15	44,20	146,35	10,12	8,12	6,71	5,31	30,26	5,70	9,49	28,88	28,98	33,69	94,89	201,63	231,89	378,24	6,71	5,31
18	95/96	31,73	16,31	48,04	10,22	10,71	5,46	2,72	29,11	4,62	13,36	17,58	6,50	3,84	4,06	49,96	79,07	127,11	5,46	2,72
19	96/97	4,18	73,77	77,95	28,88	6,79	5,55	3,24	44,46	2,99	3,48	8,76	6,04	12,47	41,16	74,90	119,36	197,31	5,55	3,24
20	97/98	13,85	23,67	37,52	29,47	7,40	3,79	3,02	43,68	4,26	34,58	25,05	27,01	49,01	71,70	211,61	255,29	292,81	3,79	3,02
21	98/99	34,77	30,06	64,83	8,55	12,87	7,79	22,20	51,41	17,39	50,29	58,74	28,29	47,25	21,22	223,18	274,59	339,42	7,79	7,79
22	99/00	42,53	21,31	63,84	10,41	7,41	5,57	5,85	29,24	5,02	20,82	12,18	49,01	26,23	69,44	182,70	211,94	275,78	5,57	5,57
23	00/01	46,56	12,08	58,64	6,33	4,30	6,59	6,06	23,28	5,67	5,95	12,57	13,56	18,86	38,21	94,82	118,10	176,74	6,59	4,30
24	01/02	28,88	21,12	50,00	9,36	11,59	8,21	6,22	35,38	31,53	28,19	76,62	10,61	63,70	88,80	299,45	334,83	384,83	8,21	6,22
25	02/03	63,70	12,00	75,70	8,24	4,93	13,50	2,83	29,50	2,86	9,36	14,60	7,73	40,60	11,00	86,15	115,65	191,35	13,50	2,83
26	03/04	14,30	15,10	29,40	11,80	4,36	3,96	3,11	23,23	4,76	11,80	17,30	32,00	8,97	45,30	120,13	143,36	172,76	3,96	3,11
27	04/05	54,00	14,70	68,70	6,41	5,99	5,74	4,26	22,40	31,00	39,90	50,00	46,40	62,70	13,10	243,10	265,50	334,20	5,74	4,26
28	05/06	31,00	44,40	75,40	9,84	5,70	3,10	23,40	42,04	4,54	5,59	11,50	25,50	14,90	13,20	75,23	117,27	192,67	3,10	3,10
29	06/07	14,60	39,70	54,30	5,09	3,45	1,78	2,74	13,06	2,98	6,85	24,70	38,70	84,10	29,20	186,53	199,59	253,89	1,78	1,78

4.6 lentelė. Jūros upės ties Tauragės VMS vandens ūkio metų limituojantis periodas

Eil. Nr.	Tikimybė p, %	Vandens ūkio metai (03-02)		Limituojantis periodas (sausmetis)		Limituojantis sezonas (vasara)		Limituojantis mėnuo	
		metai	ΣQ	metai	ΣQ	metai	ΣQ	metai	Q _{mėn,S}
1	2,38	80/81	451,21	80/81	370,64	87/88	83,68	81/82	10,51
2	5,78	01/02	384,83	01/02	334,83	80/81	74,00	87/88	8,44
3	9,18	94/95	378,24	98/99	274,59	81/82	65,71	98/99	7,79
4	12,59	81/82	347,82	81/82	269,63	98/99	51,41	84/85	6,59
5	15,99	85/86	341,61	87/88	256,56	84/85	45,68	01/02	6,22
6	19,39	98/99	339,42	97/98	255,29	96/97	44,46	80/81	6,21
7	22,79	87/88	338,87	85/86	242,41	97/98	43,68	92/93	5,60
8	26,19	86/87	301,96	94/95	231,89	05/06	42,04	85/86	5,51
9	29,59	97/98	292,81	90/91	226,06	92/93	40,80	88/89	5,50
10	32,99	83/84	291,92	99/00	211,94	85/86	38,11	94/95	5,31
11	36,39	78/79	288,66	83/84	207,35	83/84	38,06	93/94	5,19
12	39,80	88/89	278,23	78/79	205,37	79/80	38,02	99/00	5,02
13	43,20	99/00	275,78	88/89	202,79	78/79	36,83	91/92	4,31
14	46,60	90/91	273,96	06/07	199,59	01/02	35,38	00/01	4,30
15	50,00	05/06	263,3	05/06	194,6	94/95	30,26	04/05	4,26
16	53,40	79/80	263,29	89/90	193,8	02/03	29,50	83/84	3,97
17	56,80	89/90	263,25	84/85	187,73	99/00	29,24	86/87	3,68
18	60,20	82/83	260,64	86/87	183,7	89/90	29,22	89/90	3,20
19	63,61	06/07	253,89	91/92	180,04	95/96	29,11	82/83	3,14
20	67,01	84/85	247,94	92/93	178,76	93/94	27,96	78/79	3,14
21	70,41	92/93	226,4	93/94	159,8	88/89	26,79	03/04	3,11
22	73,81	93/94	218,54	82/83	148,96	86/87	25,58	05/06	3,10
23	77,21	91/92	211,57	79/80	136,97	00/01	23,28	97/98	3,02
24	80,61	96/97	197,31	03/04	131,56	03/04	23,23	96/97	2,99
25	84,01	05/06	192,67	96/97	119,36	91/92	22,50	02/03	2,83
26	87,41	02/03	191,35	00/01	118,1	04/05	22,40	90/91	2,74
27	90,82	00/01	176,74	05/06	117,27	82/83	20,96	95/96	2,72
28	94,22	03/04	160,96	02/03	115,65	90/91	15,18	79/80	2,42
29	97,62	95/96	127,11	95/96	79,07	06/07	13,06	06/07	1,78

4.7 lentelė. Vandeningų 1980-1981 m. mėnesių debitai.

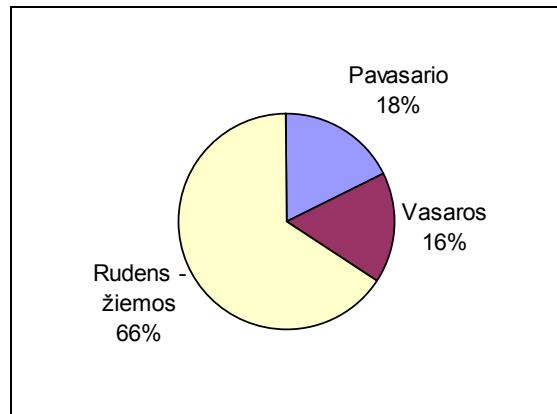
Mėnesiniai debitai																Sezonų nuotėkis			Metų nuotėkis
Q	Pavasaris		ΣQ	Vasara				ΣQ	Ruduo - žiema						ΣQ	pavasario	vasaros	rudens- žiemos	
	3	4		5	6	7	8		9	10	11	12	1	2					
m³/s	6,21	74,36	80,57	12,18	9,07	27,1	25,64	74,00	31,73	59,03	39,88	85,46	25,93	54,61	296,64	80,57	74	296,64	451,21
%	1,38	16,48	17,86	2,70	2,01	6,01	5,68	16,40	7,03	13,08	8,84	18,94	5,75	12,10	65,74	17,86	16,40	65,74	100,00

4.8 lentelė. Vidutinių 1989-1990 m. mėnesių debitai.

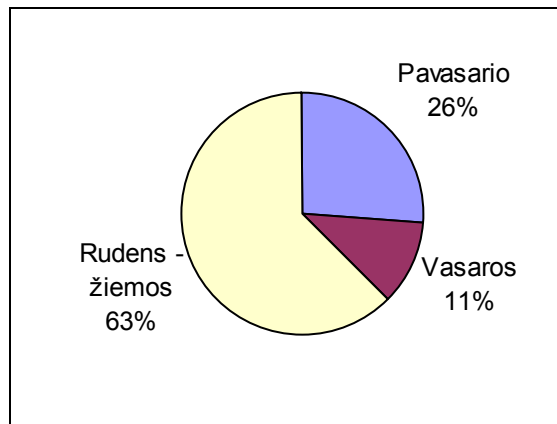
Mėnesiniai debitai															Sezonų nuotėkis			Metų nuotėkis	
Q	Pavasaris		ΣQ	Vasara				ΣQ	Ruduo - žiema						ΣQ	pavasario	vasaros		rudens- žiemos
	3	4		5	6	7	8		9	10	11	12	1	2					
m³/s	44,5	24,95	69,45	9,82	9,8	3,2	6,4	29,22	4,18	13,16	22,3	50,09	49,21	25,64	164,58	69,45	29,22	164,58	263,25
%	34,50	16,40	50,90	3,73	3,72	1,22	2,43	11,10	1,59	5,00	8,47	19,03	18,69	9,74	62,52	26,38	11,10	62,52	100,00

4.9 lentelė. Sausų 1995-1996 m. mėnesių debitai.

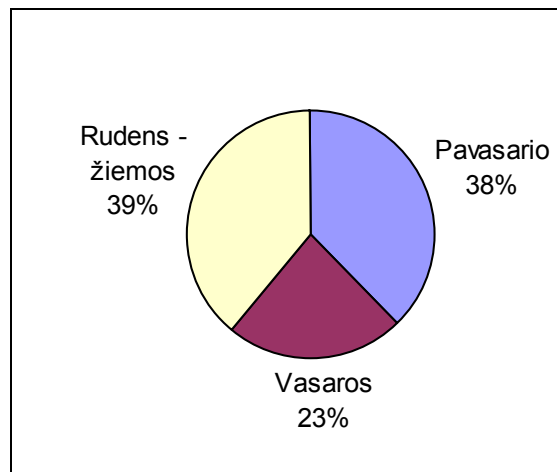
Mėnesiniai debitai															Sezonų nuotėkis			Metų nuotėkis	
Q	Pavasaris		ΣQ	Vasara				ΣQ	Ruduo - žiema						ΣQ	pavasario	vasaros		rudens- žiemos
	3	4		5	6	7	8		9	10	11	12	1	2					
m³/s	31,73	16,31	48,04	10,22	10,7	5,46	2,72	29,11	4,62	13,36	17,58	6,5	3,84	4,06	49,96	48,04	29,11	49,96	127,11
%	24.96	12.83	37,79	8.04	8.43	4.30	2.14	22,90	3.63	10.51	13.83	5.11	3.02	3.19	39,30	37.79	22.90	39.30	100.00



4.3 pav. Vandeningų 1980-1981 m. debitų sezoninis pasiskirstymas



4.4 pav. Vidutinių 1989-1990 m. debitų sezoninis pasiskirstymas



4.5 pav. Sausų 1995-1996 m. debitų sezoninis pasiskirstymas

Pagal 30 metų stebėjimo duomenis apskaičiuoti tikimybės kreivės parametrai pateikti 4.10 lentelėje.

4.10 lentelė. Tikimybės kreivės parametrų skaičiavimas

Eil. Nr.	Metai	Q_i , m^3/s	Metai	Q_i , m^3/s	$K_i=Q_i/Q_0$	K_i-1	$(K_i-1)^2$	$(K_i-1)^3$	p, %
1	1978	26,14	2007	34,43	1,50	0,50	0,251529	0,126148	2,30
2	1979	21,19	1981	33,34	1,45	0,45	0,206107	0,093571	5,59
3	1980	32,19	1998	32,64	1,42	0,42	0,179321	0,075936	8,88
4	1981	33,34	1980	32,19	1,40	0,40	0,163085	0,06586	12,17
5	1982	16,9	1985	27,15	1,18	0,18	0,03387	0,006233	15,46
6	1983	26,11	1978	26,14	1,14	0,14	0,019598	0,002743	18,75
7	1984	24,63	1983	26,11	1,14	0,14	0,019233	0,002667	22,04
8	1985	27,15	2004	26,06	1,14	0,14	0,018633	0,002543	25,33
9	1986	25,86	1986	25,86	1,13	0,13	0,016328	0,002086	28,62
10	1987	24,63	1994	25,83	1,13	0,13	0,015995	0,002023	31,91
11	1988	22,12	1984	24,63	1,07	0,07	0,005497	0,000408	35,20
12	1989	22,42	1987	24,63	1,07	0,07	0,005497	0,000408	38,49
13	1990	22,8	2002	24,35	1,06	0,06	0,003835	0,000237	41,78
14	1991	18,97	2001	24,12	1,05	0,05	0,002693	0,00014	45,07
15	1992	15,84	1990	22,8	0,99	-0,01	0,000000	0,000000	48,36
16	1993	21,14	1989	22,42	0,98	-0,02	0,000495	0,000000	51,64
17	1994	25,83	1988	22,12	0,96	-0,04	0,001248	0,000000	54,93
18	1995	20,65	1979	21,19	0,92	-0,08	0,005758	-0,00044	58,22
19	1996	12,63	1993	21,14	0,92	-0,08	0,006094	-0,00048	61,51
20	1997	18,81	1999	20,72	0,90	-0,10	0,009289	-0,0009	64,80
21	1998	32,64	1995	20,65	0,90	-0,10	0,009887	-0,00098	68,09
22	1999	20,72	2005	20,03	0,87	-0,13	0,015995	-0,00202	71,38
23	2000	17,94	1991	18,97	0,83	-0,17	0,029825	-0,00515	74,67
24	2001	24,12	1997	18,81	0,82	-0,18	0,032284	-0,0058	77,96
25	2002	24,35	2000	17,94	0,78	-0,22	0,047358	-0,01031	81,25
26	2003	14,17	1982	16,9	0,74	-0,26	0,069155	-0,01819	84,54
27	2004	26,06	1992	15,84	0,69	-0,31	0,095606	-0,02956	87,83
28	2005	20,03	2003	14,17	0,62	-0,38	0,145949	-0,05576	91,12
29	2006	14,06	2006	14,06	0,61	-0,39	0,149637	-0,05788	94,41
30	2007	34,43	1996	12,63	0,55	-0,45	0,201775	-0,09064	97,70
Sumos		687,87		687,87			1,761606	0,102853	
Vidurkis		22,93		22,93					

Nustatytas asimetrijos koeficientas:

$$C_s = \frac{\sum (K-1)^3}{nC_v^3} = 0,10/30 \cdot 0,25^3 = 0,21;$$

Variacijos koeficientas rastas:

$$C_{\text{vyn}} = \sqrt{\frac{\sum (K-1)^2}{(n-1)}} = \sqrt{\frac{0,76}{29}} = 0,25$$

Vidutinis kvadratinis nuokrypis σ lygus:

$$\sigma = C_v \cdot Q_0 = 0,25 \cdot 22,93 = 5,73 \text{ m}^3/\text{s}$$

Empirinės tikimybės kreivės parametų paklaidos apskaičiuotos taip:

1. Aritmetinio vidurkio standartinė paklaida:

$$\varepsilon_{Q_0} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = 5,73 / \sqrt{30} = 1,05 \text{ m}^3/\text{s}$$

Vidutinis kvadratinis nuokrypis $\sigma = 5,73 \text{ m}^3/\text{s}$;

Paklaida išreikšta procentais:

$$\varepsilon_{Q_0} = 100 \varepsilon_{Q_0} / Q_0 = 100 \cdot 1,05 / 22,93 = 4,58\%$$

2. Standartinė paklaida:

$$\varepsilon_{\sigma} = \frac{\sigma}{\sqrt{2(n-1)}} \sqrt{1+3C_v^2} = \frac{5,73}{\sqrt{2(30-1)}} \sqrt{1+0,25^2} = 0,89$$

3. Variacijos koeficiento standartinė paklaida:

$$\varepsilon_{C_v} = \frac{C_v \sqrt{1+3C_v^2}}{\sqrt{2(n-1)}} = \frac{0,25 \sqrt{1+3 \cdot 0,25^2}}{\sqrt{2(30-1)}} = 0,036$$

4. Asimetrijos koeficiento standartinė paklaida:

$$\varepsilon_{C_s} = \sqrt{\frac{6}{n}} \sqrt{1+6C_v^2+5C_v^4} \quad \varepsilon_{C_s} = \sqrt{\frac{6}{30}} \sqrt{1+6 \cdot 0,25^2+5 \cdot 0,25^4} = 0,53$$

Gavus 3 empirinės tikimybės kreivės parametrus (Q_0 , C_v ir C_s) buvo sudaryta teorinė tikimybės kreivė (žr. 4.6 pav.).

Bet kurios tikimybės maksimalus debitas skaičiuotas pagal (21) formulę.

$Q_{\text{vid}} = Q_0 = 22,93 \text{ m}^3/\text{s}$ - aritmetinis turimos debitų hidrologinės eilės vidurkis.

F_p %- duomuo (Fosterio funkcija), kai $C_v = 0,25$, surandamas iš literatūros šaltinio (Lukianas, 1998) 2 priedo lentelės „Binominės asimetrijos garantijos kreivės nukrypimai nuo vidurkio“. Pagal skaičiuotiną asimetrijos koeficiento C_s reikšmę, lygią 0,21, F_p % reikšmės ir skaičiavimo rezultatai pateikiami 4.11 lentelėje.

4.11 lentelė. Tikimybės kreivės koordinačių skaičiavimas ($Q_0=22,93 \text{ m}^3/\text{s}$; $C_s=0,21$; $C_v=0,25$)

Rodikliai	Tikimybė p, %						
	0,01	0,1	1	3	5	10	20
$F_p\%$	4,18	3,39	2,47	1,96	1,7	1,3	0,83
$F_p\%C_v+1$	2,045	1,8475	1,6175	1,49	1,425	1,325	1,2075
$Q_{p\%}, \text{m}^3/\text{s}$	46,891	42,363	37,089	34,166	32,675	30,382	27,688

4.11 lentelės tęsinys

Rodikliai	Tikimybė p, %						
	25	30	40	50	60	70	75
$F_p\%$	0,65	0,5	0,22	-0,03	-0,28	-0,55	-0,69
$F_p\%C_v+1$	1,1625	1,125	1,055	0,9925	0,93	0,8625	0,8275
$Q_{p\%}, \text{m}^3/\text{s}$	26,656	25,796	24,191	22,758	21,325	19,777	18,975

4.11 lentelės tęsinys

Rodikliai	Tikimybė p, %					
	80	90	95	97	99	99,99
$F_p\%$	-0,85	-1,26	-1,58	-1,79	-2,17	-2,81
$F_p\%C_v+1$	0,7875	0,685	0,605	0,5525	0,4575	0,2975
$Q_{p\%}, \text{m}^3/\text{s}$	18,057	15,707	13,873	12,669	10,490	6,823

Empirinė (pagal faktinius stebėjimų duomenis apskaičiuotą) tikimybės kreivė buvo formuojama keliais etapais:

1. Hazeno tinkle pagal mastelį atidėtos faktinės išmatuotos Q ir $p\%$ reikšmės iš (4.11 lentelės).
2. Braižoma teorinė tikimybės kreivė, pagal gautas reikšmes.
3. Hazeno tinkle atidėtos empirinės tikimybės $Q_{p\%}$. Tam panaudoti 4.11 lentelėje esantys skaičiavimų duomenys, kai variacijos koeficientas $C_v=1,0$.

Lietuvos upėms labiausiai tinka santykis $C_s=3C_v$. Pagal apskaičiuotą $C_v=0,25$ reikšmę naudojantis lentelėmis (Lukianas 1998), kai $C_s=3C_v$, buvo nustatyta įvairių tikimybių koeficiento K_p reikšmės. Po to buvo apskaičiuoti įvairių tikimybių debitai pagal (22) formulę. $Q_{\text{vid}} - Q_0 = 21,90 \text{ m}^3/\text{s}$ – aritmetinis turimos debitų hidrologinės eilės vidurkis.

K_p reikšmės ir skaičiavimo rezultatai pateikiami 4.12 lentelėje.

4.12 lentelė. Tikimybės kreivės koordinačių skaičiavimas ($Q_0=22,93 \text{ m}^3/\text{s}$; $C_s=3C_v$; $C_v=0,25$)

Rodikliai	Tikimybė p, %						
	0,01	0,1	1	3	5	10	20
$F_p\%$	2,44	2,08	1,725	1,54	1,455	1,33	1,195
$Q_{p\%}, \text{m}^3/\text{s}$	59,170	50,440	41,831	37,345	35,284	32,253	28,979

4.12 lentelės tęsinys

Rodikliai	Tikimybė p, %						
	25	30	40	50	60	70	75
$F_p\%$	1,145	1,105	1,03	0,97	0,911	0,853	0,822
$Q_{p\%}, \text{m}^3/\text{s}$	27,766	26,796	24,978	23,523	22,092	20,685	19,934

4.12 lentelės tęsinys

Rodikliai	Tikimybė p, %					
	80	90	95	97	99	99,99
$F_p\%$	0,789	0,708	0,648	0,611	0,551	0,456
$Q_{p\%}, \text{m}^3/\text{s}$	19,133	17,169	15,714	14,817	13,362	11,058

(Antra teorinė tikimybių kreivė atidėta tame pačiame Hazeno tinkle pagal įvairių tikimybių Q_p reikšmes iš 4.12 lentelės, gautas, kai $C_s=3C_v$).

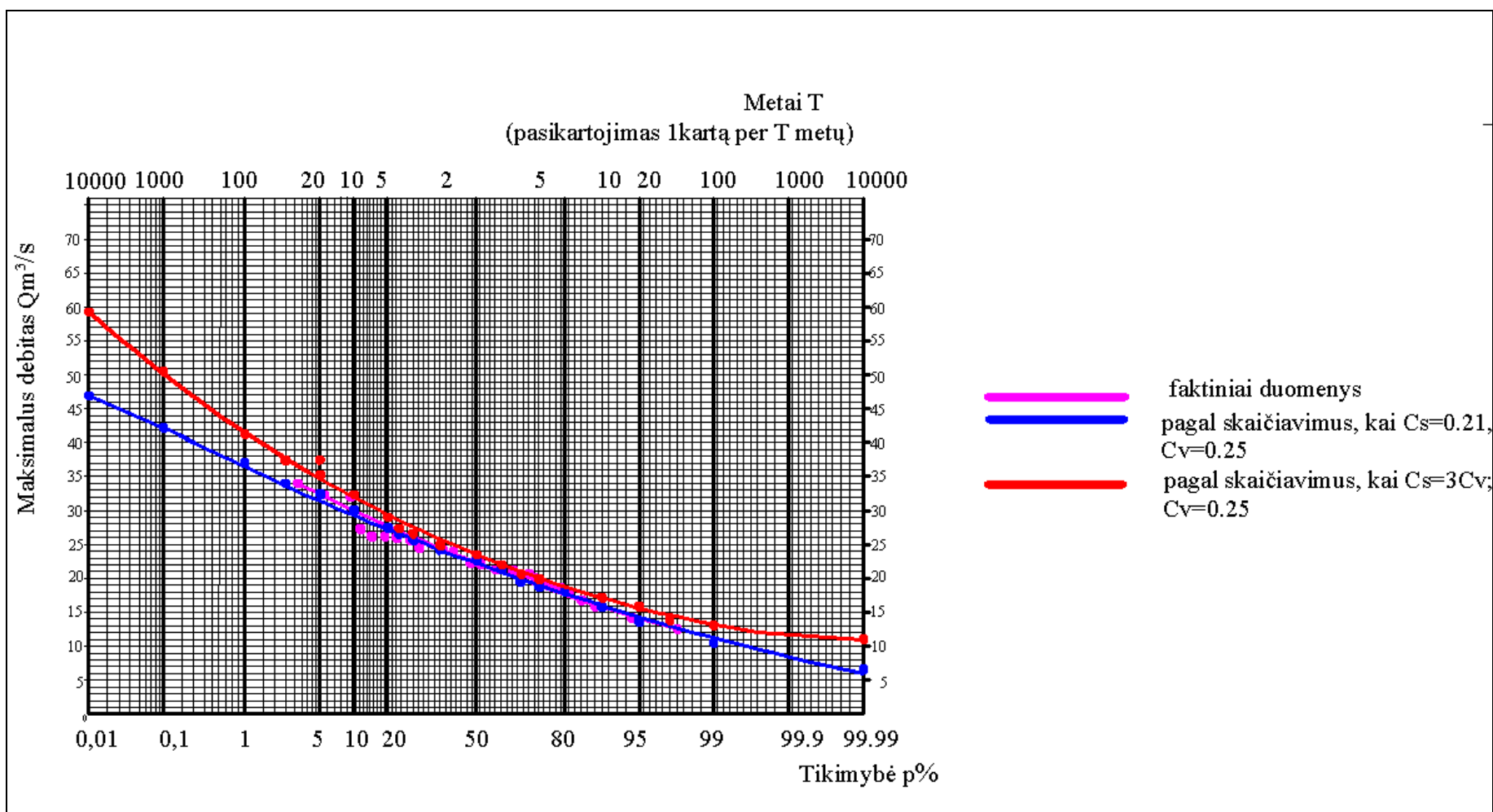
Iš 4.6 pav. matyti, kad (2) teorinė debito tikimybių kreivė, pagal skaičiavimus, kai $Q_0=22,93 \text{ m}^3/\text{s}$; $C_s=0,21$; $C_v=0,25$) yra artimesnė (1) empirinei tikimybių kreivei, todėl skaičiuojamaisiais priimami iš 4.11 lentelės 25, 50, 75, 95 % tikimybių debitai:

$$Q_{p25\%} = 26,66 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{p50\%} = 23,52 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{p75\%} = 18,97 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{p95\%} = 13,87 \text{ m}^3/\text{s}$$



4.6 pav. Hazeno tinklas

4.5. Gamtosauginio vandens debito skaičiavimas

Gamtosauginis vandens debitas – tai skaičiuojamasis minimalus upės vandens debitas, reikalingas užtikrinti minimalias ekosistemos gyvavimo sąlygas. Hidrotechnikos statiniai, užtvėnkiantys upes, kanalus, ežerus, taip pat vandens ėmimo įrenginiai turi įtakos natūraliam vandens tekėjimui. Ši įtaka labiausiai pasireiškia sausuoju metų laikotarpiu, kada yra mažas vandens nuotėkis. Tam, kad būtų užtikrintos bent minimalios ekosistemos gyvavimo sąlygos žemiau užtvankų arba vandens ėmimo įrenginių, atitinkamomis priemonėmis turi būti garantuojamas gamtosauginio debito praleidimas. Gamtosauginis vandens debitas turi būti užtikrintas kitų vandens naudotojų atžvilgiu, taip pat bet kokių hidrotechnikos statybos ir eksploatavimo atveju.

Upėms, kurios išdžiūsta vieną kartą per trejus metus (turi būti ne mažiau kaip 25 metų stebėjimai), gamtosauginis debitas neskaičiuojamas.

Upėms, kurių nuotėkis neišlygintas arba mažai išlygintas (natūralus reguliavimo koeficientas $\varphi \leq 0,65$), gamtosauginis vandens debitas pagal LR aplinkos apsaugos normatyvinį dokumentą LAND 22 – 97 turi būti lygus šiltojo laikotarpio (IV - X mėn.) 80 % tikimybės 30 sausiausių paeiliui parų vidutiniam debitui.

Upėms, kurių nuotėkis vidutiniškai arba visiškai išlygintas (natūralus reguliavimo koeficientas $\varphi \geq 0,65$), gamtosauginis vandens debitas turi būti lygus šiltojo laikotarpio 95 % tikimybės 30 sausiausių paeiliui parų vidutiniam debitui.

Nuotėkio pasiskirstymo per metus natūralaus reguliavimo (nuotėkio išlyginimo) koeficiento dydis paskaičiuojamas pagal daugiametę vidutinę paros vandens debitų trukmės kreivę. Kai nėra stebėjimo duomenų, kreivė sudaroma pagal analoginių upių duomenis.

Jūros upės gamtosauginiam debitui nustatyti remiasi B. Gailiušio tyrimais ir skaičiavimais (Gailiušis, 2001). Pagal 42 metų duomenimis, gamtosauginis debitas ties Taurage yra 2,03 m³/s (4.13 lentelė).

4.13 lentelė. Gamtosauginis debitas ties Tauragės VMS

Stebėjimų laikotarpis, m	Plotas, km ²	Natūralus reguliavimo koeficientas, φ	80% tikimybės debitas, m ³ /s
1954-1996	1690	0,54	2,03

5. Jūros upės baseino energetiniai skaičiavimai ir rezultatai

Jūros upė yra pakankamai reikšminga pagal savo energetinį potencialą (Jablonskis, 1996). Analizuojant literatūroje pateiktus duomenis, matome, kad nemažą nuotėkio, o kartu ir energijos, įneša įtekėję pagrindiniai intakai. Tai Letausas, Aitra, Lokysta, Akmena, Šunija, Šešuvis, Ežeruona (Šių Jūros upės intakų potencinės galios duomenys pateikti 5.1 ir 5.2 lentelėse).

5.1 lentelė. Jūros upės charakteristika.

Upė, vyresnė upė	Ilgis, km	Baseino plotas, km ²	Galia N, kW	Kilometrinė galia N/L, kW/km
Jūra, Nemunas	171,8	3994,4	12312,7	71,7

5.1 lentelės tęsinys.

Hidroenergetinis modulis N/F, KW/km ²	Vandens paviršiaus altitudės NN, m		Kritimo aukštis H, m	Vidutinis nuolydis i (m/km), ‰	Upės debitas žiotyse Q, m ³ /s
	versmės	žiotys			
3,08	113,0	6,0	107,0	0,62	38,7

5.2 lentelė. Jūros upės intakų potencinė galia upių santakoje.

Upės pavadinimas	Atstumas nuo žiočių, km	Debitas upių santakoje, m ³ /s	Kritimo aukštis h, m	Potencinė galia upių santakoje, kW	Potencinė galia upių santakoje, kW/km
Letausas	145,1	1,12	21,0	88,8	4,5
Aitra	133,8	3,08	34,3	458,3	13,6
Lokysta	112,4	2,25	84,8	750,2	16,4
Akmena	71,7	5,02	126,2	4110,2	58,1
Šunija	52,8	1,99	120,9	645,1	18,4
Šešuvis	35,6	15,7	120,7	3339,2	29,1
Ežeruona	33,8	1,77	50,9	445,0	12,1

Pagal „Lietuvos TSR upių kadastrą“ III dalies priedą: „Jablonskis, Jonas. Kadastriniai grafikai“, sudarytas Jūros upės išilginis profilis. Profilyje išbrėžtos kreivės: upės vandens lygio, debito, galios ir kilometrinės galios (5.1 pav.). Patyrinėjant Jūros upės išilginį profilį. Remiantis lyginamąja (kilometrine) galia P/L (galia, tenkanti 1 km upės atkarpai) (5.2 pav.), nustatytos trys nagrinėtinos dalys (5.3 pav.).

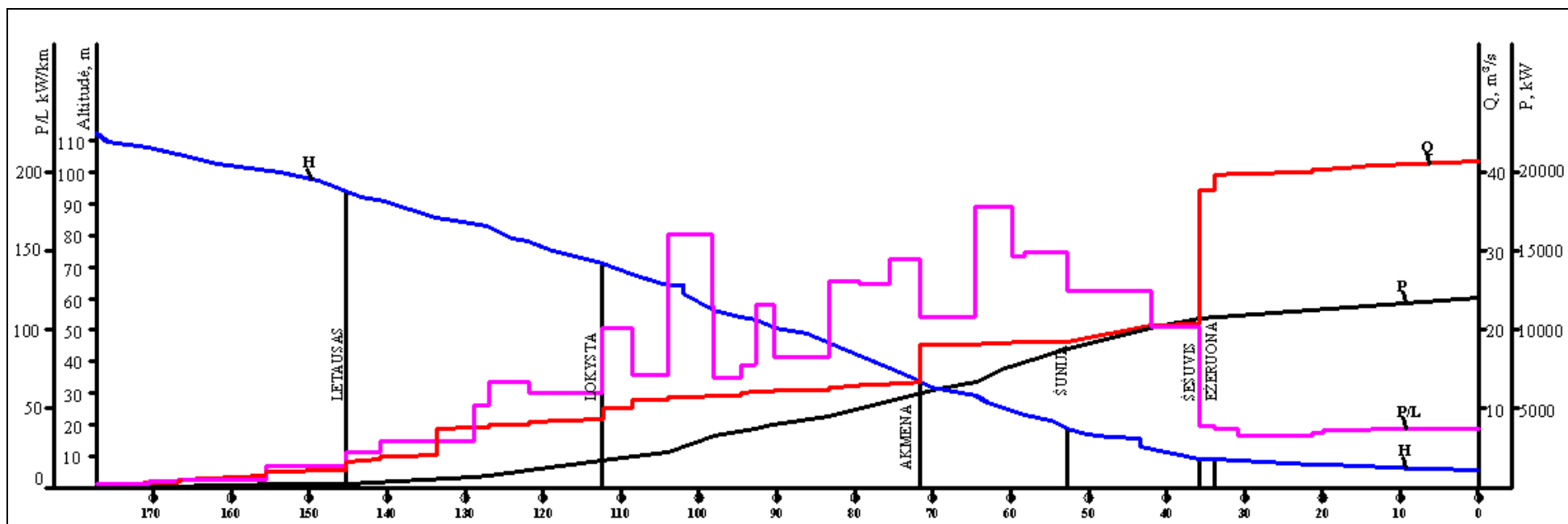
I ruožas, kurio ilgis 42,8 km, apima Jūros upės aukštupį. Šiame ruože kritimo aukštis $h = 29$ m, vidutinis nuolydis $i = 0,68$ ‰. Matome, kad pagal lyginamąją galią šis ruožas nėra efektyvus hidroenergetikai, nes jo mažas vandeningumas, nors kritimo aukštis palyginti didesnis. Šioje dalyje upė teka Žemaičių aukštumos šlaitais. Lyginamoji aukščiausia galia šiame ruože yra 30 kW/km atkarpoje, kurios ilgis 12 km.

II ruožas, kurio ilgis 93,4 km, apima Jūros upės vidurupį. Energijos galia šiame ruože yra pati didžiausia (kritimo aukštis $h = 75$ m, vidutinis nuolydis $i = 0,8$ ‰). Todėl II ruože išskiriami 6 patys efektingiausi lyginamosios galios paruožiai (5.4 pav.):

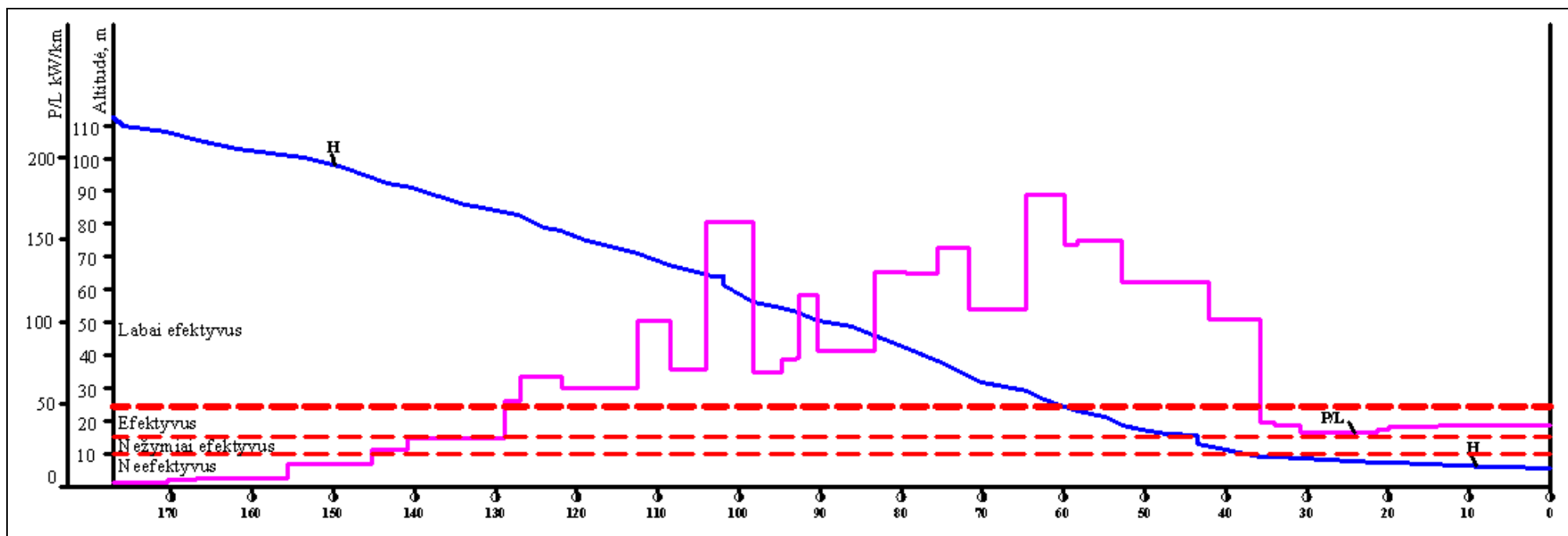
1. Paruožis (64,5-60 km). Jo viso ilgis yra 4,5 km, lyginamoji galia - 178 kW/km. Tai pati efektingiausia hidroenergetinė dalis visoje Jūros upėje.
2. Paruožis (104-98 km). Ilgis - 6 km, lyginamoji galia – 160kW/km;
3. Paruožis (60-52,8 km). Ilgis - 7,2 km, lyginamoji galia - 150 kW/km;
4. Paruožis (76-71,7 km). Ilgis - 4,3 km, lyginamoji galia - 145 kW/km;
5. Paruožis (83-76 km). Ilgis - 7 km, lyginamoji galia 130 - kW/km;
6. Paruožis (52,8-42 km). Ilgis - 10,8 km, lyginamoji galia - 125 kW/km.

III ruožas, kurio ilgis 35,6 km, apima Jūros upės žemupį. Šiame ruože kritimo aukštis h - tik 3m, vidutinis nuolydis $i = 0,084$ ‰, upė teka Karšuvos žemuma. Pagal lyginamąją galią šis ruožas nėra efektyvus hidroenergetikai, nes mažas vandens kritimo aukštis, tačiau vandeningumas - didžiausias visoje Jūros upėje (vidutinis debitas upės žiotyse $Q_{vid} = 38,7$ m³/s).

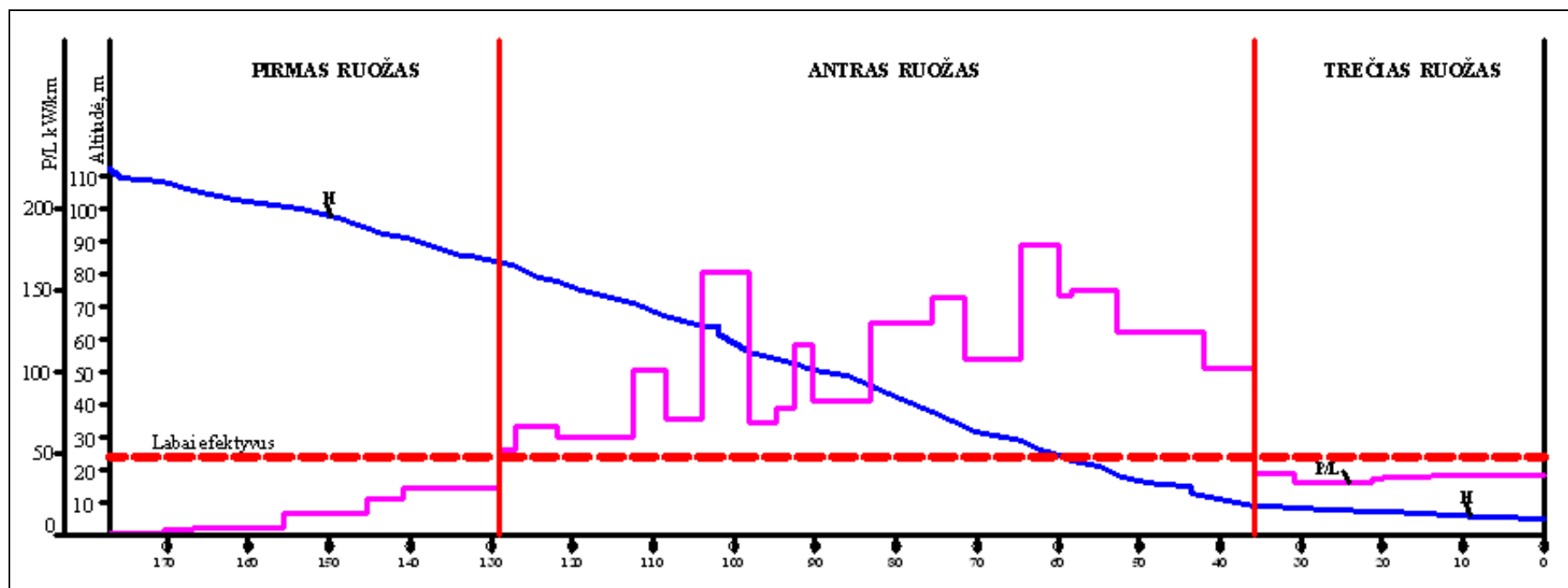
Pagal atliktą Jūros išilginio profilio analizę nustatyta, kad Jūros upė yra hidroenergetikai tinkama, nes bendra jos vidutinė potencinė galia tenkanti 1 km, yra 71,7 kW. Labiausiai Jūros upėje naudinga įrengti hidroelektrines II ruože tarp 129,0 – 35,6 km, kuriame lyginamoji galia kinta nuo 55 kW/km iki 178 kW/km (5.4 pav.). Šiuo metu 78km jau yra įrengta Balskų hidroelektrinė, kurios instaliuotas galingumas - 2914 kW.



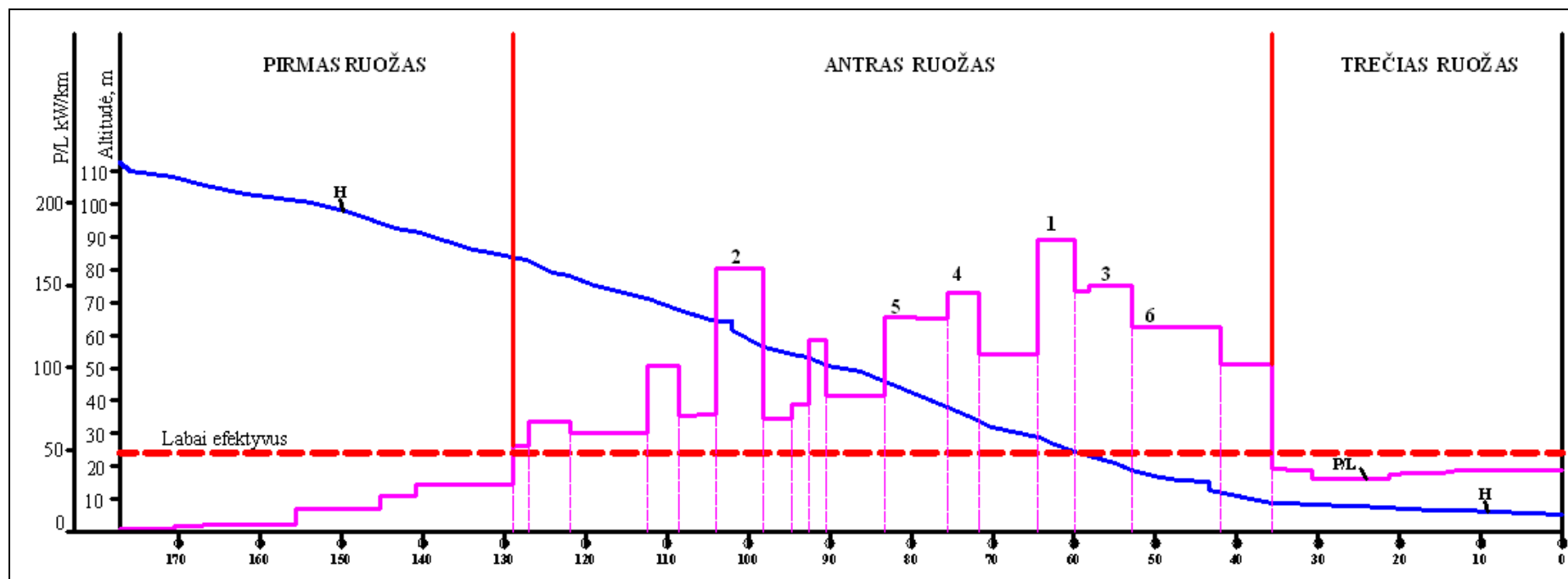
5.1 pav. Jūros upes charakteristika



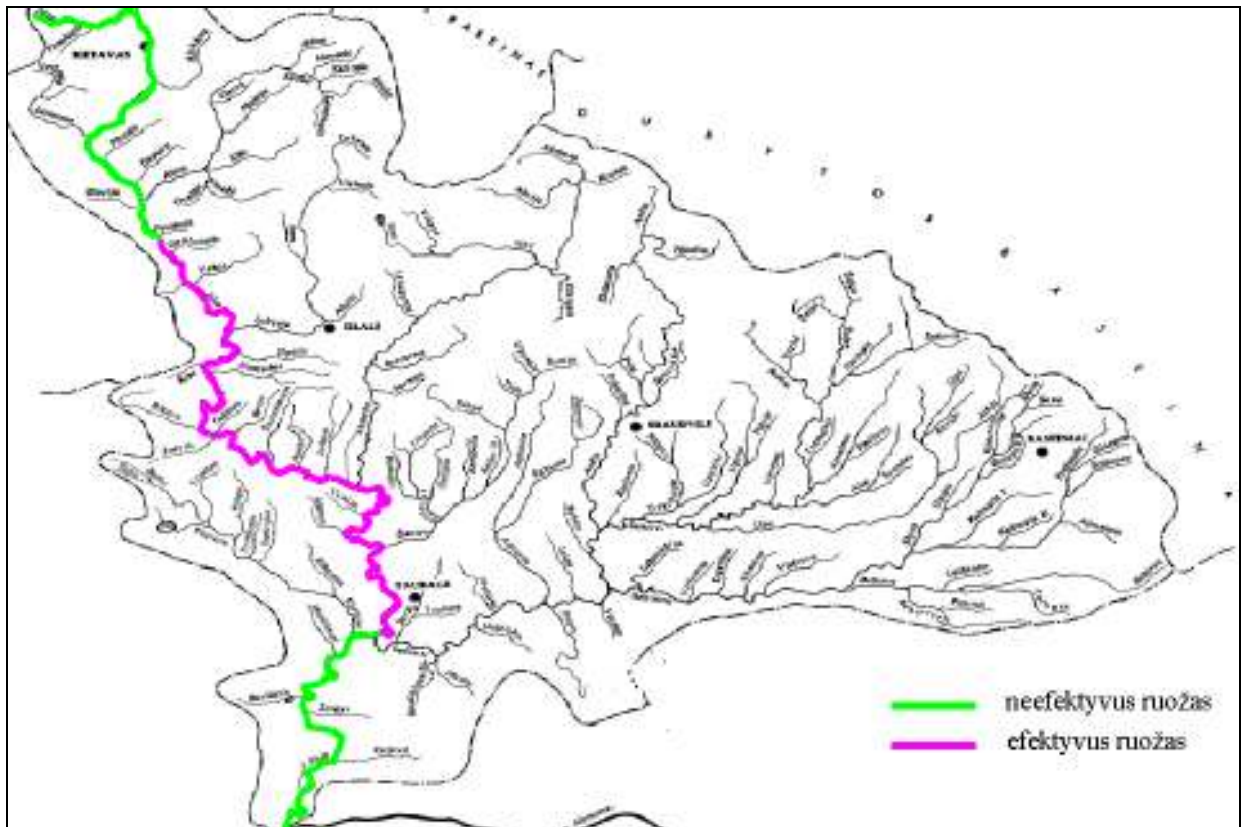
5.2 pav. Jūros upės energetinio efektyvumo pasiskirstymas



5.3 pav. Jūros upės hidroenergetinio efektyvumo suskirstymas ruožais



5.4 pav. Jūros upės labai efektyvių, energetinių požiūriu, paruožiai



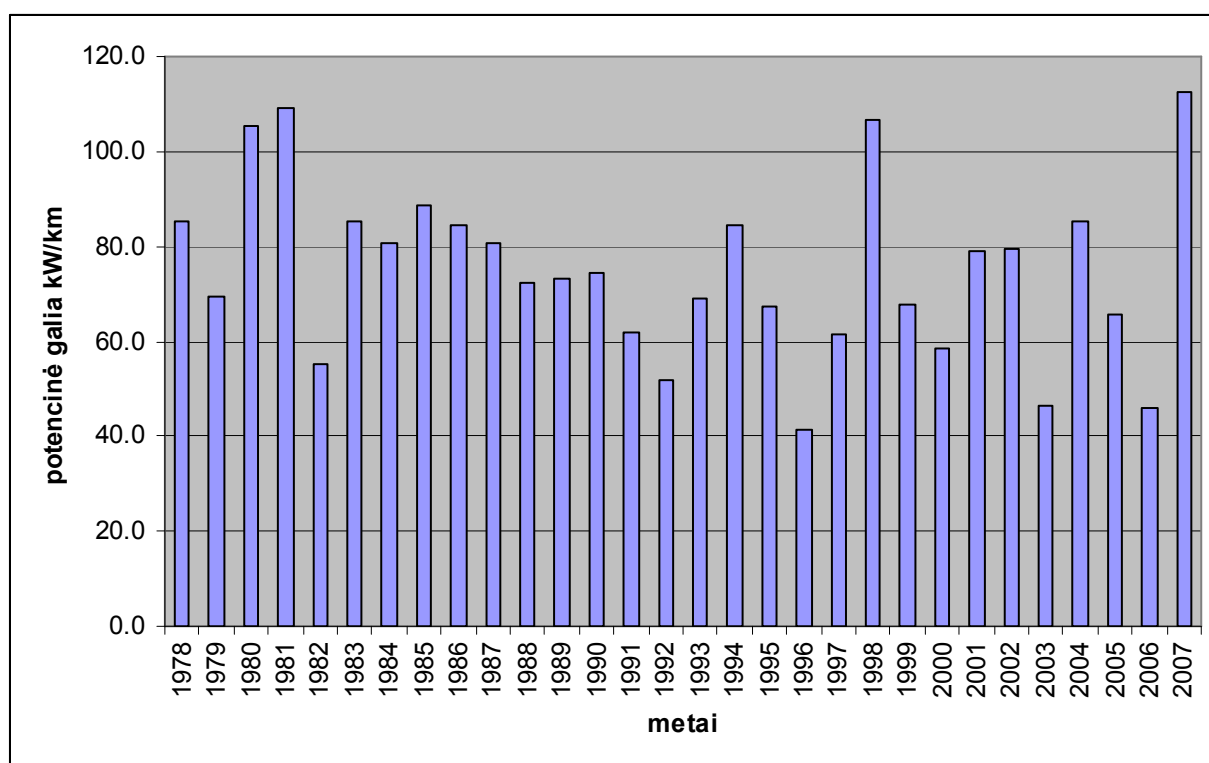
5.5 pav. Jūros upės efektyvūs energetiniai ruožai

I labai efektyvų upės ruožą patenka ir Tauragės užtvanka 43,0 kilometre, tačiau čia hidroelektrinės nėra. Todėl patikrinau tvenkinio energetinį potencialą. Apskaičiuojama pagal formules (25, 26) esamos užtvankos 30 metų vidutinė potencinė galia (pagal Tauragės VMS turimus duomenis). Skaičiavimais gauti duomenys pateikti 5.3 lentelėje.

Pagal patikslintus gautus duomenis nustatyta, kad Tauragės tvenkinys yra tinkamas hidroenergijos gamybai. Pagal 30 metų turimus duomenis apskaičiuotas $P_{vid.}=76,1$ kW/km, priskiriamas prie labai efektyvių ruožų energijos gamybai. Didžiausia nustatyta potencinė galia buvo 2007 m. ($P_{vid.}=1013$ kW), o mažiausia per 30 metų laikotarpį - 1996m ($P_{vid.}=372$ kW). Galios kaita metų bėgyje ties Tauragės tvenkiniu pavaizduota 5.6 paveiksle.

5.3 lentelė. Tauragės tvenkinio 30 metų vidutinė potencinė galia

Metai	Q met,vid,	P,kW	P,kW/km	Metai	Q met,vid,	P,kW	P,kW/km
1978	26,14	769	85,5	1994	25,83	760	84,5
1979	21,19	624	69,3	1995	20,65	608	67,5
1980	32,19	947	105,3	1996	12,63	372	41,3
1981	33,34	981	109,0	1997	18,81	554	61,5
1982	16,9	497	55,3	1998	32,64	961	106,7
1983	26,11	768	85,4	1999	20,72	610	67,8
1984	24,63	725	80,5	2000	17,94	528	58,7
1985	27,15	799	88,8	2001	24,12	710	78,9
1986	25,86	761	84,6	2002	24,35	717	79,6
1987	24,63	725	80,5	2003	14,17	417	46,3
1988	22,12	651	72,3	2004	26,06	767	85,2
1989	22,42	660	73,3	2005	20,03	589	65,5
1990	22,8	671	74,6	2006	14,06	414	46,0
1991	18,97	558	62,0	2007	34,43	1013	112,6
1992	15,84	466	51,8	Qvid.	23,26	685	76,1
1993	21,14	622	69,1				



5.6 pav. Tauragės tvenkinio 30 metų vidutinės potencinės galios kaita

Daroma išvada, kad jūros upė yra hidroenergetikai tinkama, todėl Jūros upėje naudinga įrengti hidroelektrines. Prieš nustatant hidroelektrinei tinkamą vietą, reikia atsižvelgti į daugelį veiksnių ir pasirinkti vietą efektyviausią, labiausiai tinkantį hidroenergetikos vystymuisi. Pagal šiuo metu esamą situaciją, siūlau įrengti hidroelektrinę ties esama Tauragės užtvanka. Ekonominiu požiūriu

labai tikslinga būtų įrengti mažą hidroelektrinę prie jau esamo tvenkinio, nes šiuo atveju investicijas statybai sumažina užtvankos projektavimo, derinimo, leidimų gavimo ir užtvankos statybos bei tvenkinio įrengimo išlaidas. Be to, esamo tvenkinio panaudojimas gerokai sutrumpina hidroelektrinės statybos laiką. Ekologiniu požiūriu elektrinės įrengimas taip pat yra tinkamas, nes upė jau patvenkta ir yra nusistovėjusios dinaminės pusiausvyros sąlygos, todėl didelės įtakos hidroelektrinė esamai ekosistemai neturės. Pagal gautus duomenis nustatyta, kad Tauragės tvenkinys yra labai efektyvus hidroenergijos gamybai.

Išvados.

1. Jūros upėje ties Taurage iš tiriamo laikotarpio 1978 – 2007 m. nustatyti vandeningiausi 2007 m, fiksuojantys didžiausią vidutinį metinį debitą – $34,43 \text{ m}^3/\text{s}$. Sausringiausi metai buvo 1996 m., kuriais vidutinis debitas - $12,63 \text{ m}^3/\text{s}$. Bendras vidutinis debitas per paskutiniuosius 30 metų, Jūros upėje ties Taurage buvo $22,93 \text{ m}^3/\text{s}$.
2. Remiantis vandeningiausiais metais, nustatytas ir išanalizuotas vasaros poplūdis, kuris prasidėjo liepos mėn. ir truko 8 dienas. Jo metu užfiksuotas didžiausias debitas 2007 metais ($Q_{\max}=228 \text{ m}^3/\text{s}$). Atlikus 2007 metų nuotėkio analizę, gauti maksimalių debitų dydžiai, potvynio ir poplūdžio pradžios ir pabaigos datos, jų trukmė, minimalių debitų dydžiai.
3. Jūros baseine iškrenta daugiau kritulių, nei vidutinis Lietuvos vidurkis (600mm) 800-750 mm. Didesni nuolydžiai, nelaidūs gruntai - pagrindiniai veiksniai įtakojo Jūros baseino potvynius. Jie pasižymi staigiais ir aukštais, ne tik pavasarį, polaidžio metu, bet ir po didesnių liūčių.
4. Nustatyta, kad Jūros upė įvairiais hidrologiniais sezonais metų plukdo pakankamai vandens ir yra tinkama hidroenergetikai.
5. Remiantis lyginamąja (kilometrine) galia, tenkančią 1 km upės atkarpos, Jūros upę galima priskirti prie hidroenergetiškai efektyvių upių grupės. Jūros upėje šis rodiklis viršija $29,2 \text{ kW/km}$. Hidroenergetiniu požiūriu pats efektyviausias ruožas upėje yra 93,4 km ilgio. Tai Jūros upės vidurypis. Maksimali kilometrinė galia yra 64,5-60,0 km atkarpoje, kur lyginamoji galia siekia 178 kW/km .
6. Nustatyta, kad geriausia vieta hidroelektrinės statybai yra prie Tauragės tvenkinio. Čia energetinė galia siekia $76,1 \text{ kW/km}$, tvenkinys jau įrengtas, todėl nesikeis nusistovėjusios ekosistemos egzistavimo sąlygos.

Literatūra

1. Gailiušis B., Jablonskis J., Kovalenkoviėnė M. Lietuvos upės.Hidrografija ir nuotėkis. Kaunas: Lietuvos energetikos institutas, 2001; p.
2. Kytra S. Atsinaujinantys energijos šaltiniai. Kaunas: Technologija, 2006; p. 11-39; 170-197.
3. Šaulys V. Vandenų apsaugos politika ir teisė. Vilnius: Technika, 2007; p.
4. Poška A., Punys P. Inžinerinė hidrologija. Kaunas, 1996; p.
5. Jablonskis J., Punys P., Šavelskas V., A.Tautvydas. Lietuvos mažosios hidroenergetikos žinynas. Kaunas: Lietuvos energetikos institutas, 1996; p.
6. Lukianas A. Inžinerinė hidraulika. Vilnius: Technika, 2001; p.
7. Lukianas A. Hidrologija ir hidrotechnika. Vilnius: Technika, 2003; p.
8. Lukianas A. Hidrologiniai skaičiavimai. Vilnius: Technika, 1998; p.
9. Staponkus V. Hidraulika ir hidroelektrinės. Kaunas: Technologija, 2002; p.
10. Burneikis J., Gailiušis B. Lietuvos TSR upių kadastras.IV dalis. Vilnius: „Mintis“, 1970; p.
11. Macevičius J. Lietuvos upių hidrologinių charakteristikų skaičiavimo metodai. Kaunas.1969; p.
12. Obelienius Lietuvos TSR vandens turistų keliai. Vilnius: Mintis, 1982; p. 191- 199.
13. Lietuvos TSR upių kadastras.IV dalis. Vilnius: Mintis, 1970.
14. Burneikis J. Mažosios hidroenergetikos panaudojimo galimybės Lietuvoje. p. 7-29
15. Hidrologijos stočių žurnalai. Vilnius, 1978-2007.
16. Basalykas A. Lietuvos TSR fizinė geografija. Vilnius 1965.
17. www.ukmin.lt
18. „Gamtoje“ Miškų ir saugomų teritorijų departamentas prie Aplinkos ministerijos
19. „Lietuviškoji Tarybinė enciklopedija“ 5 tomas. p.138
20. Tumas R. Vandens ekologija. Kaunas, 2003; p. 131-145
21. Radžiūnas P. Energetikos problemos ir plėtojimo kryptys. Vilnius: Mintis, 1983; p.
22. www.aaa.lt
23. <http://neris.mii.lt/mt/straipsniai/200401/tvarka.doc>
24. www.avei.lt
25. www.vikipedija.lt
26. www.ec.europa.eu
27. LR „Vandens įstatymo 14 straipsnio pakeitimo įstatymas“ 2004m kovo 30 d. Nr.IX-2089; Vilnius.

28. LR „Nutarimas dėl ekologiniu ir kultūriniu požiūriu vertingų upių ar jų ruožų sąrašo patvirtinimo“ 2004m rugsėjo 8d. Nr. 1144; Vilnius.
29. Jablonskis J., Jurgelėnaitė A., Tomkevičienė A. Hidroenergetika aplinkos apsaugos kontekste. Energetika, 2007.
30. „Žalioji Lietuva“ Nr.5(253) kovas, 2006.
31. Jablonskis J., Tomkevičienė A. Lietuvos mažosios hidroenergetikos plėtros galimybės. Energetika, 2004.
32. www.am.lt
33. www.prparkas.tinkle.lt
34. LR Aplinkos ministro ir LR žemės ūkio ministro įsakymas „Dėl aplinkosaugos reikalavimų nustatymo saugomų ir globojamų žuvų rūšių migracijos keliuose“ 2003m. sausio 16d. Nr.27/3D-13; Vilnius.
35. Punys p., Lietuvos upių hidroenergetikos darnioji plėtra. Habilitacijos procedūrai teikiamų darbų apžvalga. LŽŪU, Akademija, 2007.