

# Vandens nuotėkio Daugyvenės (Mūšos intakas) upės baseine analizė

**Asta Lukauskienė**

*Šiaulių valstybinė kolegija, studentė*

*Šiauliai State University of Applied Sciences, Lithuania, Student*

**Vaidas Bondzinskas**

*Vilniaus Gedimino technikos universitetas, studentas*

*Vilnius Gediminas Technical University, Student*

**Violeta Petraškienė**

*Šiaulių valstybinė kolegija, lektorė*

*Šiauliai State University of Applied Sciences, Lithuania, Lecturer*

## Anotacija

Vienas svarbiausių Lietuvos turtų yra vandens išteklių, esantys šalies teritorijoje. Straipsnyje nagrinėjami vandens išteklių Daugyvenės (Mūšos intakas) upės baseine. Teorinėje dalyje apžvelgti Lietuvos vandens išteklių, pagrindiniai vandens išteklių elementai fizinių - geografinių veiksnių įtaka upės nuotėkiui. Praktinėje dalyje, atliekant tyrimą, QGIS programoje naudojami M 1:250 000 ir M 1:500 000 mastelio topografiniai žemėlapiai (atsižvelgiant į Daugyvenės upės ilgį), ant kurių, kaip pagrindo braižoma Daugyvenės takoskyra (baseino riba) ir apskaičiuotas baseino plotas. Takoskyra braižoma sukuriant QGIS programoje naujus sluoksnius, prieš tai kartografinius pagrindus susiejus su realiomis koordinatėmis naudojant „*geo-coordinating*“ funkciją. Naudojantis Lietuvos kvartero geologiniu žemėlapiu M 1:200 000, nustatytos Daugyvenės upės baseine esančios nuogulos. Naudojant QGIS sukuriamas naujas sluoksnis ir apskaičiuojami kvarterų nuogulų plotai. Remiantis 2018 m. CORINE žemės dangos (CLC) kartoschema bei ortofoto nuotraukomis, topografiniame žemėlapyje naudojant naują sluoksnį, išskiriamos žemėnaudos: vandens telkiniai, urbanizuotos teritorijos, dirbama žemė, krūmynai, spygliuočių miškai, mišrūs miškai, lapuočių miškai ir pievos. Apskaičiuojami išskirtų teritorijų plotai ir Daugyvenės upės baseino vidutinis metinis nuotėkis. Atliktas tyrimas įgalino įvertinti vandens išteklius Daugyvenės upės baseine.

**Reikšminiai žodžiai:** Daugyvenė, vandens išteklių, upės baseino rajonas, upės nuotėkis, fiziniai-geografiniai veiksniai.

## Analysis of water leakage in the Daugyvenė river basin (Mūša tributary)

### Summary

One of the most important treasures of Lithuania is the water resources located in the territory of the country. The article analyses water resources within the basin of Daugyvenė river, tributary of Mūša.

The theoretical part of the article reviews water resources in Lithuania, the main elements of water resources and the influence of physical-geographical factors on the river leakage. In the research part of the article, topographic maps of scale 1:250 000 and 1:500 000 (based on the length of the river Daugyvenė) are used in the QGIS programme. The maps are used as a base, on which watershed of Daugyvenė is drawn and the area of its basin is calculated. The watershed is drawn by creating new layers in the QGIS programme. Prior to that, cartographic bases are linked to the actual coordinates using the *geo-coordinating* function. The Quaternary geology map of Lithuania of scale 1:200 000 helped to locate sediments within the Daugyvenė river basin. A new layer is created in the QGIS and areas of the Quaternary sediments are calculated. By using a new layer in the topographic map, based on the Corine Land Cover cartoscheme of 2018, as well as Orthophoto images, following land uses are distinguished: water bodies, urban areas, farmlands, shrublands, coniferous forests, mixed forests, deciduous forests and meadows. The designated areas, as well as the average annual leakage of the Daugyvenė river basin, are calculated. The conducted research helped to assess water resources within the Daugyvenė river basin.

**Keywords:** Daugyvenė, water resources, river basin district, river leakage, physical-geographical factors.

## **Įvadas**

*Temos aktualumas.* Vienas svarbiausių Lietuvos turtų yra vandens ištekliai, esantys šalies teritorijoje. Vanduo – dinamiškas išteklius, kuris Lietuvos klimatinėmis sąlygomis atsinaujina, nes šalies teritorija yra perteklinių kritulių zonoje. Nepaisant to, svarbu pabrėžti, kad vanduo yra niekuo nepakeičiamas gamtinis aplinkos elementas, neatsiejama ryšiais susijęs su visuomenės egzistavimo problemomis [10]. Atsižvelgiant į dabartinės klimato sąlygas, pasauliniu ir lokaliu mastu akivaizdžiai pastebimas orų nepastovumas. Lietuvoje skelbtos ekstremalios padėties konkrečių rajonų ar net visos Lietuvos mastu dėl sausrų. Pavasariais, Nemuno deltoje ir gretimose teritorijose susiformuoja potvyniai, laikinai pakeisdami vietinių gyventojų kasdienybę.

Pastaruosiu metu stiprią įtaką upių nuotėkiui (debitui) daro ne tik nepastovus klimatas, bet ir netolygus kritulių pasiskirstymas, kuomet per trumpą laiką iškrenta didžiuliai kritulių kiekiai. Sausringų periodų dažnėjimas ir ilgėjimas lemia vandens debito sumažėjimus upėse. Didžiulę įtaką upių nuotėkiui per pastaruosius šimtmečius padarė ir žmonių antropogeninė veikla, vystantis žemdirbystei, stambėjant ūkiams dirbamos žemės plotai didinami užmirkusių žemės plotų sąskaita.

Siekiant suvokti Daugyvenės upės baseino nuotėkio (debito) pokyčius, numatyti, kaip keisis toliau ir kokios galimos pasekmės, būtinas upės baseino vertinimas. Remiantis analizės rezultatais, tikėtina, galima nustatyti teritorijas, kurios potencialiai galėtų būti laikomos poplūdžių arba potvynių zonomis.

*Tyrimo problema.* Pastaruosiu metu stiprią įtaką upių baseino paviršinio vandens ištekliams turi upių nuotėkis. Upių nuotėkį veikia nepastovus klimatas, netolygus kritulių pasiskirstymas, per trumpą laiką iškrentantys didžiuliai kritulių kiekiai ir žmonių antropogeninė veikla. Sausringų periodų dažnėjimas ir ilgėjimas lemia vandens debito sumažėjimus upėse. Atsižvelgiant į klimato kaitos padarinius bei antropogenizacijos mastus Lietuvos teritorijoje, Daugyvenės upėje fiksuojami ženklūs vandens debito svyravimai, sukelti potvynius, poplūdžius, o vasaros ir/ar sausros periodu – vandens sumažėjimo iki minimalaus debito epizodus. Nagrinėjama sritis aktuali analizuojant Lietuvos (detaliau Daugyvenės baseino) vandens išteklius. Straipsnio autorių atliktame tyrime nagrinėjama problema, kaip apskaičiuoti vidutinį metinį upės nuotėkį ir, vadovaujantis konkrečia upės vidutinio metinio nuotėkio skaičiavimo metodika, atlikti skaičiavimus bei įvertinti vidutinį metinį Daugyvenės upės baseino nuotėkį.

*Tyrimo objektas* – Daugyvenės (Mūšos intakas) upės vandens ištekliai.

*Tyrimo tikslas* – įvertinti vandens išteklius Daugyvenės (Mūšos intakas) upės baseine.

*Tyrimo uždaviniai:*

1. Apibendrinti Lietuvos vandens išteklių tyrimų duomenis.
2. Išanalizuoti Daugyvenės upės baseino geografinės sąlygas ir hidrografinius rodiklius.
3. Remiantis turimais duomenimis apskaičiuoti vidutinį metinį Daugyvenės upės nuotėkį.

*Tyrimo metodai:* mokslinės literatūros ir dokumentinių šaltinių analizė, upės vidutinių 10 metų laikotarpio paviršinių nuotėkių skaičiavimas, upės takoskyros brėžimas topografiniuose žemėlapiuose QGIS programa, upės baseino kartoschemų maketavimas QGIS ir Paint.net programomis.

## **Teoriniai tyrimo pagrindai**

### *Lietuvos vandens ištekliai*

Vandens ištekliai ir vandens telkinių išsidėstymas šalies teritorijoje sąlygoja miestų ir rajonų plėtros bei ūkio vystymosi galimybes, iš kitų gamtos turtų išsiskiria tuo, kad jie nuolat atsinaujina. Vidutiniškai per metus Lietuvos teritorijoje iškrenta apie 750 mm kritulių, iš jų 510 mm iškritusių kritulių grįžta į atmosferą – išgaruoja, o apie 240 mm nuteka sausuma (paviršiumi bei po žeme) į upes, o jomis – į jūrą. Vidutinis visai Lietuvai metų vandens nuotėkio koeficientas yra 0,32 (nuteka 32 % kritulių). Vietoje susidarantys ir kasmet atsinaujinantys vandens ištekliai sudaro 15,4 kub. km, dar 10,8 kub. km vandens (upių nuotėkio) atplaukia iš kaimyninių valstybių – Baltarusijos, Latvijos, Lenkijos, Rusijos. Tačiau dėl netolygaus jų pasiskirstymo teritorijoje ir laike racionalus vandens išteklių naudojimas, ir ypač – apsauga, sukelia daug problemų [5,11]. Mūsų šalies teritorija yra drėgmės pertekliaus zonoje, tad čia gausu vandens išteklių (žr. 1 lentelę) [3].

**Lietuvos vandens išteklių [3]**

Nuotėkio rūšis	Vandens išteklių, km <sup>3</sup>	
	Vidutinio vandeningumo (50% tikimybės) metais	Sausais (95% tikimybės) metais
1. Visas paviršinis nuotėkis	26,21	18,04
iš jo: besiformuojantis Lietuvos teritorijoje	15,41	10,30
pritekantis iš kaimyninių valstybių	10,80	7,74
2. Požeminis vanduo	1,57	1,57
3. Ežerai ir tvenkiniai	6,00	6,00
Visi Lietuvos vandens išteklių	33,78	25,61

Paviršiniai vandens išteklių yra upių, ežerų, ledynų, pelkių, jūrų ir vandenynų [3]. Iš viso Lietuvoje yra apie 30 000 vandentėkmių, ilgesnių kaip 0,25 kilometro. Jų bendras ilgis yra apie 64 000 kilometrų. Visos upės priklauso Baltijos jūros baseinui [9]. Lietuvai įstojus į ES, vandens telkiniai tvarkomi ir saugomi pagal hidrologiškai apibrėžtas natūralias upių baseinų ribas, kadangi upės vandens kokybę sąlygoja būtent jos baseino teritorijoje vykstantys gamtiniai procesai bei bendras ūkinės veiklos poveikis. Upės baseinas – tai teritorija, iš kurios visas paviršinis vanduo suteka į vieną upę. Siekiant palengvinti vandens ir vandens telkinių valdymą, Lietuvos upių baseinai apjungti į keturis upių baseinų rajonus (UBR) [1].

Upių baseinų rajonai yra sudaryti iš vieno ar kelių upių baseinų [1], (žr. 1 pav.):

- *Nemuno UBR* priskiriama Lietuvos teritorijoje esanti Nemuno upės baseino dalis, Pajūrio upių baseinų dalis (išskyrus Šventosios ir Bartuvos upių baseinus), Priegliaus upės baseino dalis, Kuršių marių dalis ir Baltijos jūros pakrantės vandenys;
  - *Lielupės UBR* priskiriama Mūšos (Lielupės) upės baseino dalis, esanti Lietuvos teritorijoje;
  - *Ventos UBR* priskiriama: Ventos, Bartuvos ir Šventosios upių baseinų dalys, esančios Lietuvos teritorijoje;
  - *Dauguvos UBR* priskiriama Dauguvos upės baseino dalis, esanti Lietuvos teritorijoje.
- Lietuvos upių baseinai.



**1 pav.** Lietuvos upių baseinų rajonai

Šaltinis: [1]

Upių baseinų rajonus sudaro upių pabaseiniai [1]:

*Nemuno UBR sudaro:* Neries mažųjų intakų (su Nerimi) pabaseinis, Merkio pabaseinis, Nemuno mažųjų intakų (su Nemunu) pabaseinis, Žeimenos pabaseinis, Šventosios pabaseinis. Nevėžio pabaseinis, Dubysos pabaseinis, Šešupės pabaseinis, Jūros pabaseinis, Minijos pabaseinis, Priegliaus baseinas, Lietuvos pajūrio upių baseinas, tarpiniai ir priekrantės vandenys.

*Lielupės UBR sudaro:* Mūšos pabaseinis, Lielupės mažųjų intakų pabaseinis, Nemunėlio pabaseinis.

*Ventos UBR sudaro:* Šventosios baseinas ir Bartuvos baseinas.

*Dauguvos UBR sudaro:* Dysnos, Laukesos-Nikajos ir Ilukstės upių baseinų dalys.

### **Pagrindiniai vandens išteklių elementai**

Pagrindiniai vandens išteklių elementai yra: krituliai, garavimas ir nuotėkis [9].

*Krituliai.* Krituliai Lietuvoje matuojami palyginti seniai [2]. Akcentuojama, kad kritulių teritorinį pasiskirstymą lemia nuotolis nuo jūros bei reljefas, ypač jei šie veiksniai veikia viena kryptimi. Lietuvoje drėgniausios jūrinės oro masės kyla vakariniais Žemaičių aukštumos šlaitais ir vėsta, todėl čia iškrinta daugiausiai kritulių. Rytinėse aukštumos pašlaitėse yra priešingas efektas – kritulių sumažėjimas dėl besileidžiančios oro masės šilimo, be to, oro masė jau būna praradusi dalį drėgmės. Keliaujančios toliau į rytus oro masės drėgnumas dar sumažėja, todėl ties Baltiškosiomis aukštumomis kritulių padaugėjimo efektas yra silpnesnis [10].

*Garavimas.* Lietuvoje suminis garavimas kinta nuo 420 iki 625 mm ir vidutiniškai per metus išgaruoja 78 % iškritusių kritulių, atmosferai sugražinama 33,3 kub. km vandens. Garavimas vyksta nuo visų paviršių, kuriuose yra akumuliuotas vanduo, taip pat ir nuo vandens telkinių. Po lietaus išgarinami medžių lajose, žolių dangoje bei žemės nelygumuose susilaikę krituliai; beveik nuolat garuoja upių, tvenkinių ir ežerų vanduo; drėgmę garina dirvožemis, o ypač – augalai. Suminį garavimą lemia meteorologiniai veiksniai (oro drėgnumas, temperatūra ir vėjo greitis), todėl jo erdvinis pasiskirstymas beveik priešingas suminio garavimo pasiskirstymui, t. y. vandens paviršiaus evaporacija didėja iš vakarų į rytus ir iš šiaurės į pietus. Didžiausias garavimas iš vandens paviršiaus būdingas Pietryčių smėlėtajai lygumai, o mažiausias – Žemaitijai, tuo tarpu Šiaurės Vidurio Lietuvoje – artimas vidutiniam [10].

*Nuotėkis.* Lietuvos upes maitina lietus, tirpstantis sniegas ir gruntinis vanduo. Apibrėžiama, kad vandens nuotėkį formuoja išgaruoti nesuspėję krituliai. Tą lemia žemės paviršiaus nuolydis (kaip greitai vanduo pasieks upes), gruntų filtracinės savybės (vanduo telkšos paviršiuje ar, priešingai, greitai sunksis gilyn) ir garavimo sąlygos [1, 15].

Viena iš pagrindinių upės charakteristikų yra upės nuotėkis arba debitas. Nuotėkio tūris, pratekantis skaičiuojamu upės skerspjūviu per metus, yra vadinamas to baseino paviršinio vandens ištekliais. Nuotėkio matavimo vienetai yra  $m^3$  arba  $km^3$ . Debitu apibūdinamas vandens kiekis, pratekantis tam tikru upės skerspjūviu per laiko vienetą ( $m^3 / s$ ). Vandens debitas yra rodiklis, įvertinantis upės vandeningumą. Nuotėkis priklauso nuo upės baseino ploto, reljefo ir dirvožemio ypatybių, baseino ežeringumo, pelkingumo ir miškingumo. Nuotėkį lemia žemės paviršiaus nuolydis, gruntų filtracinės savybės ir garavimo sąlygos. Akcentuojama, kad vandens nuotėkis didžiausias yra aukštumose. Žemaitijoje jam tenka pusė ten iškritusių kritulių, Baltiškosiose aukštumose – apie 40%. Priemolingose lygumose (menki nuolydžiai, vandeniui nelaidūs gruntai, didesnis garavimas), yra priešingai, nuteka tik trečdalis ar tik ketvirtadalis ten iškritusių kritulių [3].

Analizuojant nuotėkį lemiančius veiksnius pastebėta, kad skirtingų veiksnių ir jų grupių reikšmė bendrame poveikio fone yra labai mažai tirta. Kompleksinis daugelio veiksnių poveikis nuotėkiui ir jo kokybei tiriamas eksperimentiniuose baseinuose ir modeliuojant. Eksperimentiniai tyrimai yra brangūs ir ilgai trunkantys, todėl pastaruoju metu keletu veiksnių poveikis nuotėkiui yra dažniau modeliuojamas naudojant matavimo stočių duomenis [13].

Pastebima, kad netolygus nuotėkio pasiskirstymas per metus sukelia didelių problemų vandens vartotojams. Vandens poreikiai yra beveik pastovūs visais metų laikais, tačiau per 2 pavasario mėnesius daugelyje Lietuvos upių nuteka 30 – 50 % viso metų nuotėkio, o sausais metais net iki 60%. Realiai įvertinti paviršinio nuotėkio išteklių panaudojimo galimybes galima tik visapusiškai įvertinus nuotėkio pasiskirstymo rodiklius – nuotėkio netolygumo ir natūralaus sureguliuavimo koeficientus [5].

### **Fizinių-geografinių veiksnių įtaka upės nuotėkiui**

Veiksniai, nulemiantys upių nuotėkio pobūdį ir dydį, įvardijami kaip fiziniai-geografiniai veiksniai. Šie veiksniai skirstomi į dvi pagrindines grupes: klimato ir paklotinio paviršiaus.

Klimato poveikis nuotėkiui ir jo daugiametei kaitai nusako bendrą teritorijos vandeningumą [4]. Klimato veiksniams priskiriami krituliai, saulės radiacija, oro ir dirvožemio temperatūra, oro drėgmė, vėjas, garavimas nuo žemės ir vandens. Atkreiptinas dėmesys į tai, kad šiuo metu vis dažniau pastebimi metinės ir atskirų mėnesių oro temperatūros nuokrypiai nuo klimatinės normos [6].

Prie paklotinio žemės paviršiaus veiksnių priskiriamas upės baseino dydis, litologinė sudėtis (ypač smėlio gruntų paplitimas) bei ežeringumas. Tiriant upių nuotėkį, objektyviausius ir aiškiausius rezultatus gali duoti mažiausiai sureguliuotos upės, nes nuotėkio sureguliuojimo rodiklis apibūdina baseino litologijos, reljefo, miškų, ežerų ir pelkių poveikį nuotėkiui, todėl atitinkamai tai reiškia ir geresnes sąlygas nuotėkiui susidaryti [16]. Tad nagrinėjant nuotėkį yra būtina kiekybiškai įvertinti paklotinio paviršiaus veiksnius, nes jie pasižymi nuotėkį reguliuojančiomis savybėmis. Nuo fizinių-geografinių veiksnių, tokių kaip reljefas, gruntai, augalijos danga, labiau priklauso smulkusis upių tinklas – nedidelės upės, upokšniai, griovos ir kt. Tokie veiksniai gali sukelti ryškų nuotėkio pakilimą. Didesnių upių tinklui daugiau įtakos turi klimatiniai veiksniai [5].

Be fizinių-geografinių veiksnių nuotėkio sąlygas gali veikti ir upės baseine vykdoma įvairi antropogeninė veikla. Prie tiesiogiai nuotėkį keičiančios ūkinės veiklos priskiriama: drenavimas, tvenkinių įrengimas. Prie netiesiogiai nuotėkį keičiančios ūkinės veiklos priskiriama: pelkių sausinimas, žemės naudmenų kaita. Tokių veiksnių reikšmė nuotėkio režimui nevienoda ir sunkiau įvertinama [14].

Turint ilgalaikius nuotėkio kaitos stebėjimų duomenis, galima vertinti Lietuvos upių nuotėkį įvairiais aspektais: patikimai nustatyti vidutinės reikšmės – normos, įvertinti svyravimų pobūdį, ekstremalių reikšmių amplitudę, būdingus ir išskirtinius hidrologinio režimo bruožus [12]. Kai stebėjimo duomenų nėra, nuotėkį galima apskaičiuoti tiriamos hidrologinės sistemos vandens balanso metodu bei atlikus jo vidinės struktūros ypatumų ir dėsningumą analizę. Tuomet vandens balanso metodas nusako nuotėkio iš upės baseino reikšmę, kuri bus lygi kritulių, iškritusių upės baseino teritorijoje, ir suminio garavimo skirtumui bei vandens atsargų, esančių baseine, pokyčiui [18].

### **Tyrimo metodika**

Tyrimo rengimo metu QGIS programoje naudojami M 1:250 000 ir M 1:500 000 mastelio topografiniai žemėlapiai (atsižvelgiant į Daugyvenės upės ilgį), ant kurių, kaip pagrindo braižoma Daugyvenės takoskyra (baseino riba) ir apskaičiuojamas baseino plotas. Takoskyra braižoma sukuriant QGIS programoje naujus sluoksnius, prieš tai kartografinius pagrindus susiejus su realiomis koordinatėmis naudojant „geo-cordinating“ funkciją. Takoskyros braižymui naudojami Lietuvos Respublikos upių, tvenkinių ir ežerų kadastro vizualiniai duomenys, pasitelkiant ortofotografinius vaizdus „Geoportal“ tinklalapyje [20].

Naudojantis Lietuvos kvartero geologinį žemėlapiu M 1 : 200 000, nustatomos Daugyvenės upės baseine esančios nuogulos. Naudojant QGIS sukuriamas naujas sluoksnis, atliekamas poligonų išskyrimas ir apskaičiuojami kvarterų nuogulų plotai.

Remiantis 2018 m. CORINE žemės dangos (CLC) kartoschema bei ortofoto nuotraukomis, topografiniame žemėlapyje naudojant naują sluoksnį, išskiriamos žemėnaudos: vandens telkiniai, urbanizuotos teritorijos, dirbama žemė, krūmynai, spygliuočių miškai, mišrūs miškai, lapuočių miškai ir pievos. Apskaičiuojami išskirtų teritorijų plotai.

Apskaičiuojami vidutinių 10 metų laikotarpio paviršiniai nuotėkiai.

Naudojantis QGIS ir Paint.net programomis maketuojamos Daugyvenės upės baseino kartoschemos.

Šiame straipsnyje naudojamos formulės [7, 8, 15]:

Nuotėkis apskaičiuojamas pagal (1) formulę:

$$N = P - G - I, mm, \tag{1}$$

čia:

N – nuotėkis, mm;

P – krituliai, mm (vid. Lietuvoje 748 mm);

G – garavimas, mm (vid. Lietuvoje 512 mm);

I – infiltracija, mm.

Apskaičiuojamas efektyvių kritulių rodiklis pagal (2) formulę:

$$P_e = P_{fakt} - S_a, mm, \quad (2)$$

čia:

$P_e$  – efektyvūs krituliai (krituliai, patekę ant žemės), mm;

$S_a$  – krituliai, susilaikę augalijos dangoje (percepcija), mm.

Apskaičiuojami krituliai, susilaikę augalijos dangoje (percepcija), pagal (3) formulę :

$$S_a = (1 - (a + b)) \cdot P_{fakt}^n, mm, \quad (3)$$

čia:

a, b, n – koeficientai, parenkami iš 2 lentelės.

Apskaičiuojamas įsigėrusio vandens kiekis pagal (4) formulę:

$$I = P_e \cdot k_n, mm, \quad (4)$$

čia  $k_n$  – infiltracijos mitybos koeficientas, parenkamas iš 3 lentelės pagal nuogulas upės baseine.

Apskaičiuojamas paviršinio nuotėkio vandens kiekis pagal (5) formulę:

$$N = (P_e \cdot k_z - I) \cdot S, m^3, \quad (5)$$

čia:

$k_z$  – žemėnaudų koeficientas, parenkamas iš 4 lentelės; S – plotas,  $m^2$ .

2–4 lentelėse pateikti skaičiavimams reikalingi koeficientai.

2 lentelė

**Vandens susilaikymo augalijos dangoje koeficientai [8]**

Augalijos tipas	Koeficientai		
	a	b	c
Lapuočiai miškai	0,75	0,19	1,0
Krūmai	0,5	0,4	1,0
Spygliuočiai miškai	0,4	0,5	1,0
Daržai	0,43	0,49	1,0
Pievos	0,42	0,26	1,0
Javai	0,42	0,16	1,0
Mišrus miškas	0,575	0,345	1,0

3 lentelė

**Infiltraciniai koeficientai (nuoguloms) [7]**

Nuogulos	Simbolis	Koeficientas
Molis	m	0,01
Priemolis	pm	0,05
Priesmėlis	ps	0,24
Smėlis	s	0,5
Žvirgždas	ž	0,75
Gargždas	g	0,9
Rieduliai	r	1,0
Durpės	da, dz	1,0

4 lentelė

**Žemėnaudų koeficientai [15]**

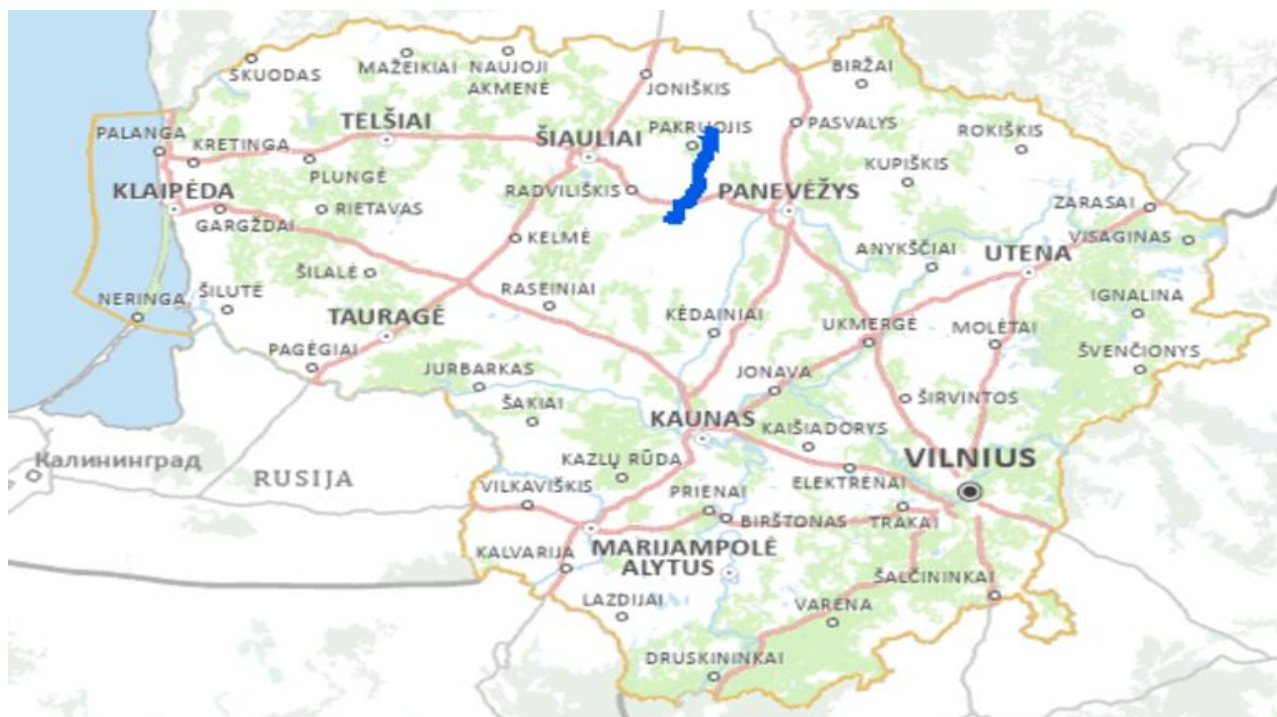
Žemėnauda	$k_z$
Ariama žemė	1,0
Pieva	0,6
Lapuočių miškas	0,9

Spygliuočių miškas	0,95
Urbanizuota teritorija	0,2
Krūmynai	0,8
Mišrus miškas	0,925

## Tyrimo rezultatai

### *Daugyvenės upės baseino fizinių-geografinių sąlygų įvertinimas*

Daugyvenės upė yra Šiaurės Lietuvoje, tekanti Radviliškio ir Pakruojo rajonų teritorijomis. Daugyvenės ištakas prasideda Ežerbalos pelkėje, kuri yra 5 km į pietvakarius nuo Šeduvos miestelio. Upės vaga išsidėsto į šiaurės rytus per Raudondvarį, Pakalniškius, apjuosia Raginėnų pilkapius, teka pro Rozalimą ir Klovainius (žr. 2 pav.) [20].



2 pav. Daugyvenės upės padėtis Lietuvos atžvilgiu [20]

Daugyvenės upės ilgis siekia – 61,1 km, baseino plotas – 488 km<sup>2</sup>. Upė priklauso Lielupės upės baseino rajonui ir yra ketvirtas pagal ilgį Mūšos upės intakas [19].

Daugyvenės žiotys yra apie 91,4 km nuo Mūšos žiočių ties Rimšonių kaimu (Pakruojo rajono teritorijoje). Raudondvaryje upė užtvenkta, o tvenkinio plotas yra apie 8,6 ha. Vaga aukštupyje koreguota, tiesinta ir dėl to vasaromis su mažesniu kritulių kiekiu aukštupyje išdžiūsta [17].

Didžioji dalis Daugyvenės upės baseino ploto litologiniu požiūriu paklota moreniniu priesmėliu – 52,1 %, o molis užima mažiausiai – 12,7 %. Nustatyta, kad Daugyvenės upės baseino teritorijoje yra moreninio priesmėlio, molio, įvairaus smėlio ir smulkaus smėlio (žr. 5 lentelę).

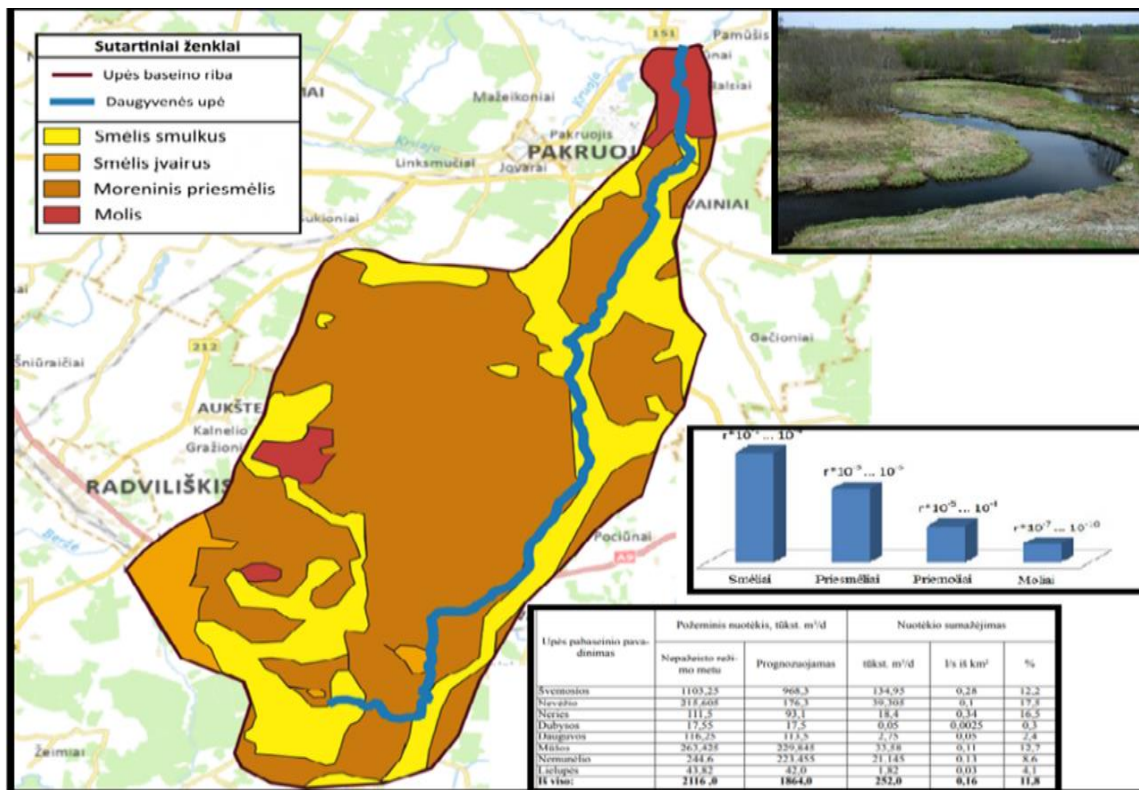
5 lentelė

### **Kvartero nuogulų plotų dydžiai Daugyvenės upės baseine (sudaryta autorių)**

Nuogulos	Moreninis priesmėlis	Molis	Smėlis įvairus	Smėlis smulkus
Plotas, km <sup>2</sup>	252,62	61,76	89,95	80,67

Filtracijos koeficientas priklauso nuo grunto granulimetrinės ir mineralinės sudėties, tankumo, struktūros ir tekstūros, nuo gruntinio vandens cheminės sudėties, temperatūros. Norint sužinoti vidutinį metinį konkrečios teritorijos nuotėkį, būtina įvertinti teritorijos žemėnaudos struktūrą bei po ja esančią litologinę sandarą, nes kiekviena žemėnauda pasižymi skirtingu infiltracijos ir išgaravimo koeficientu, skirtingą infiltracijos lygį turi ir dirvadorinės uolienos.

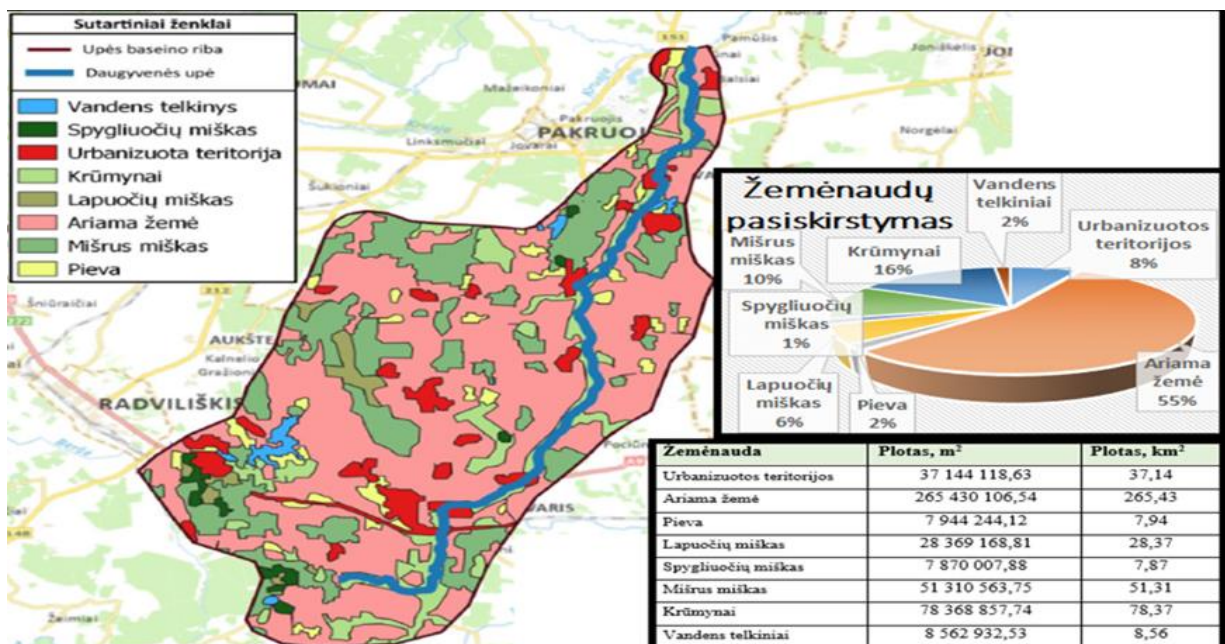
Naudojantis Lietuvos kvartero geologiniu žemėlapiu M 1: 200 000, nustatytos Daugyvenės upės baseine esančios nuogulos. Daugyvenės upės baseino nuogulų išsidėstymas pateiktas 3 paveiksle.



3 pav. Daugyvenės upės baseino nuogulų išsidėstymas (sudaryta autorių)

Remiantis 2018 m. CORINE žemės dangos (CLC) kartoschema bei ortofoto nuotraukomis, topografiniame žemėlapyje naudojant naują sluoksnį, išskirtos žemėnaudos: vandens telkiniai, urbanizuotos teritorijos, dirbama žemė, krūmynai, spygliuočių miškai, mišrūs miškai, lapuočių miškai ir pievos. Apskaičiuoti išskirtų teritorijų plotai. Daugyvenės hidrografiniame draustinyje miškų plotas sudaro apie 700 ha. Šiuose plotuose auga minkštųjų lapuočių pusamžiai ir bręstantys medynai, retokai smėlėtuose upės šlaituose ir slėnyje auga pušynai. Slėnyje želia derlingos užliejamos pievos [13,19].

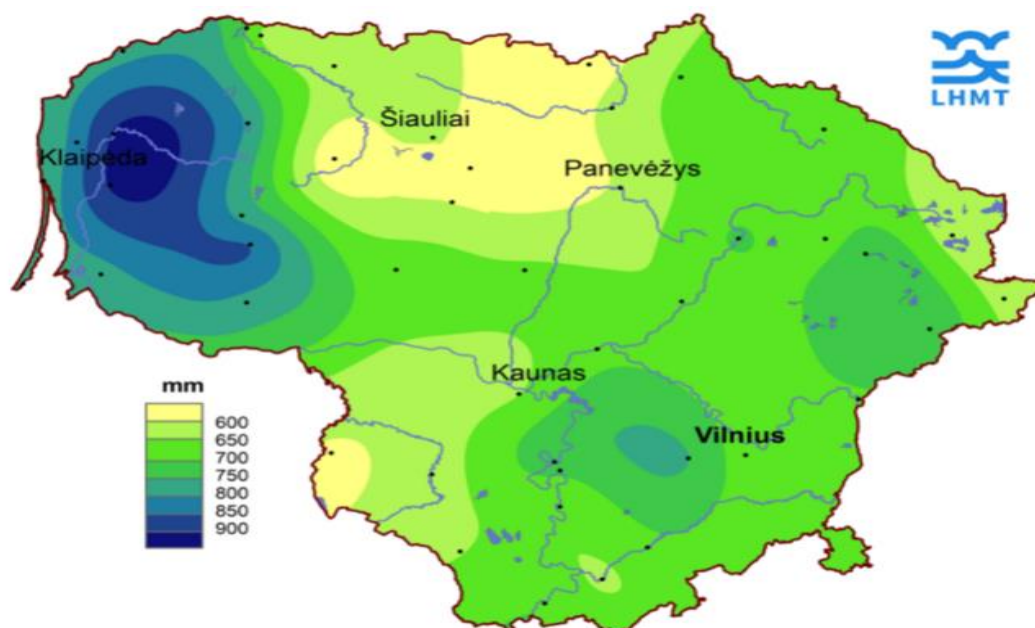
Daugyvenės upės baseino žemėnaudų išsidėstymas pateiktas 4 paveiksle.



4 pav. Daugyvenės upės baseino žemėnaudų išsidėstymas (sudaryta autorių)



Analizuojamoje Daugyvenės upės baseino teritorijoje per metus išgaruoja vidutiniškai apie 500–550 mm vandens. Vidutinis metinis kritulių kiekis Lietuvoje pavaizduotas 5 paveiksle.



5 pav. Vidutinis metinis kritulių kiekis Lietuvoje. Standartinė klimato norma [11]

Daugyvenės upės baseino teritorija patenka į kelis kritulių normų rajonus, didžiausias plotas fiksuojamas 600 mm rajone, o Daugyvenės aukštupys patenka į 650 mm kritulių normos rajoną. Pagal šiuos Daugyvenės upės baseino plotus ir atitinkamus kritulių kiekius rajonuose apskaičiuota, kad 2004–2013 metų vidutinis metinis kritulių kiekis Daugyvenės upės baseino teritorijoje buvo 632 mm.

#### Vidutinio metinio Daugyvenės upės baseino nuotėkio skaičiavimai

Nuotėkio skaičiavimo rezultatai pateikti 6 lentelėje.

6 lentelė

#### Vidutinio metinio Daugyvenės upės baseino nuotėkio skaičiavimo rezultatai (sudaryta autorių)

Žemėnauda	Plotas, m <sup>2</sup>	P, m	a	b	c	Pfakt,m	Sa,m	Pe,m	I, m	G, m	N, m <sup>3</sup>
Urbanizuotos teritorijos	12019171	0,632	0	0	0	0,12	0,000	0,120	0,06	0,512	721150
Ariama žemė	64622670,26	0,632	0,42	0,16	1	0,12	0,050	0,070	0,03	0,512	2248869
Pievos	6079512,00	0,632	0,42	0,26	1	0,12	0,038	0,082	0,04	0,512	49609
Lapuočių miškas	9737528,00	0,632	0,75	0,19	1	0,12	0,007	0,113	0,06	0,512	439357
Spygliuočių miškas	6375020,00	0,632	0,4	0,5	1	0,12	0,012	0,108	0,05	0,512	309826
Mišrus miškas	41897329,00	0,632	0,575	0,345	1	0,12	0,000	0,110	0,06	0,512	1965823
Krūmynai	3999707,00	0,632	0,5	0,4	1	0,12	0,012	0,108	0,05	0,512	129591
Urbanizuotos teritorijos	16782354,00	0,632	0	0	0	0,12	0,000	0,120	0,06	0,512	1530551
Ariama žemė	174626347,91	0,632	0,42	0,16	1	0,12	0,050	0,070	0,03	0,512	9237035
Pievos	661164,12	0,632	0,42	0,26	1	0,12	0,038	0,082	0,04	0,512	19422
Lapuočių miškas	12437285,81	0,632	0,75	0,19	1	0,12	0,007	0,113	0,06	0,512	925931
Spygliuočių miškas	1494987,88	0,632	0,4	0,5	1	0,12	0,012	0,108	0,05	0,512	114636
Mišrus miškas	4623778,75	0,632	0,575	0,345	1	0,12	0,000	0,110	0,06	0,512	349669
Krūmynai	37435868,00	0,632	0,5	0,4	1	0,12	0,012	0,108	0,05	0,512	2264121
Urbanizuotos teritorijos	8342594,00	0,632	0	0	0	0,12	0,000	0,120	0,06	0,512	901000
Ariama žemė	26181088,37	0,632	0,42	0,16	1	0,12	0,050	0,070	0,03	0,512	1639983
Pievos	1203568,00	0,632	0,42	0,26	1	0,12	0,038	0,082	0,04	0,512	49106

<b>Lapuočių miškas</b>	6194355,00	0,632	0,75	0,19	1	0,12	0,007	0,113	0,06	0,512	558979
<b>Spygliuočių miškas</b>	0,00	0,632	0,4	0,5	1	0,12	0,012	0,108	0,05	0,512	0
<b>Mišrus miškas</b>	4789456,00	0,632	0,575	0,345	1	0,12	0,000	0,110	0,06	0,512	436224
<b>Krūmynai</b>	15045067,00	0,632	0,5	0,4	1	0,12	0,012	0,108	0,05	0,512	1137407

Pastaba: Daugyvenės upės baseino litologinė struktūra:

	Smėlis
	Priesmėlis
	Molis

Nuotėkis skaičiuotas visai baseino teritorijai, įvertinant skirtingus nuogulų bei žemėnaudų tipus. Naudojantis Lietuvos kvartero geologiniu žemėlapiu M 1 : 200 000, nustatyta Daugyvenės upės baseino litologinė struktūra. Nustatyti upės baseine esančių nuogulų tipai: smėlis, priesmėlis ir molis bei apskaičiuoti jų plotai. Remiantis 2018 m. CORINE žemės dangos (CLC) kartoschema bei ortofoto nuotraukomis, išskirtos 7 tipų žemėnaudos: urbanizuotos teritorijos, ariama žemė, pievos, lapuočių miškas, spygliuočių miškas ir krūmynai. 6 lentelėje žemėnaudos eilutės pakartotos po 3 kartus (spalvomis pažymėta nuogulų tipai: smėlis, priesmėlis, molis), nes skirtinga litologija. P, m – tai yra vidutinis 2004-2013 metų Daugyvenės upės baseino teritorijoje buvęs metinis kritulių kiekis 0,632 m. Nuotėkį gali veikti vandens susilaikymo augalijos dangoje koeficientai a, b, c, pateikti 2 lentelėje. Analizuojamu laikotarpiu vidutinis kritulių kiekis, iš kurio susidaro analizuojamos upės baseino paviršių pasiekiantis kritulių kiekis (Pfakt, m ) yra 0,12 m. Krituliai, susilaikę augalijos dangoje Sa, m, apskaičiuoti pagal 3 formulę. Pe, m yra efektyvūs krituliai, patekę ant žemės, skaičiuoti pagal 2 formulę. Įsigėrusio vandens kiekis I, m apskaičiuotas pagal 4 formulę, infiltraciniai koeficientai nuoguloms paimti iš 3 lentelės. Garavimas G, m priimtas 0,512 m, toks pat, kaip vidutinis Lietuvoje. Skaičiavimai atlikti MS Excel programa.

Susumavus 6 lentelės paskutinės skilties visas nuotėkų reikšmes N, m<sup>3</sup>, gauta, kad Daugyvenės baseino vidutinis metinis nuotėkis 2004–2013 metais buvo 25028288 m<sup>3</sup> = 0,025028288 km<sup>3</sup>. Pagal litologinę analizuojamo baseino sudėtį smėlio dirvožemio vidutinis metinis nuotėkis buvo 0,005864 km<sup>3</sup>, priesmėlio – 0,01545 km<sup>3</sup>, o molio – 0,004722 km<sup>3</sup>.

## Išvados ir apibendrinimai

Daugyvenės upė priklauso Lielupės upės baseino rajonui ir yra ketvirtas pagal ilgį Mūšos upės intakas. 55% viso Daugyvenės baseino ploto sudaro ariama žemė, miškai – 17%, krūmynai – 16%, urbanizuotos teritorijos – 8% ir pievos – 2%. Teritorijoje paplitę 3 tipų gruntai – smėliai, priesmėliai ir moliai. Kaip rodo skaičiavimai, analizuojamoje teritorijoje didžioji dalis kritulių (512 mm/metus) išgaruoja tiesiogiai į atmosferą dėl evaporacijos. Pagal LHMT standartinę klimato normą 1991-2020 m. laikotarpiui Daugyvenės baseinas patenka į metinius 600 – 650 mm. kritulių normos rajonus. 2004 – 2013 m. kritulių kiekiai rodo, kad vidutinis metinis kritulių kiekis Daugyvenės baseine buvo 632 mm, tai atitinka šiai teritorijai taikomą standartinę klimato normą.

Nuotėkis skaičiuotas visai baseino teritorijai, įvertinant skirtingus gruntų bei žemėnaudų tipus. Priklausomai nuo žemėnaudos ir litologijos tipo mažiausias iš kritulių susidaręs nuotėkis yra pievose, kurių dirvožemį sudaro smėlis. Didžiausias susidaręs nuotėkis yra urbanizuotose teritorijose ant molingų dirvožemių. Įvertinus turimus duomenis, galima teigti, kad baseino teritorija yra perteklinių kritulių kiekio zonoje.

## Literatūra

1. Aplinkos apsaugos agentūra. Upių baseinų rajonai. <https://vanduo.old.gamta.lt/cms/index?rubricId=b649c5d3-8be2-4af4-a186-c0aed3a4555f>
2. Bukantis, A. Lietuvos klimatas. Vilnius, 1994.
3. Dapkienė, M., Kustienė, R. Upės baseino vandens išteklių naudojimas ir apsauga. Akademija, 2007. [https://zua.vdu.lt/wp-content/uploads/2019/07/upes\\_baseino\\_vandens\\_istekliu\\_naudojimas\\_metod.pdf](https://zua.vdu.lt/wp-content/uploads/2019/07/upes_baseino_vandens_istekliu_naudojimas_metod.pdf)
4. Gailiušis, B., Adžgauskas, G., Tomkevičienė, A., Meilutytė-Lukauskienė, D. Lietuvos upių ekologinio nuotėkio vertinimas. *Energetika*, 2018, 64(4): 196-205.

5. Gailiušis, B., Jablonskis, J., Kovalenkoviėnė, M. Lietuvos upės. Hidrografija ir nuotėkis. Kaunas, 2001.
6. Galvonaitė, A., Valiukas, D., Kilpys, J., Kitrienė, Z., Misiūnienė, M. Lietuvos klimato atlasas. Vilnius, 2013. <http://www.meteo.lt/documents/20181/102884/Klimato+Atlasas+smal.pdf/08c97c20-bd46-4e65-a069-3a0774e4b748>
7. Juodkazis, V. Požeminio vandens išteklų įvertinimo metodikos pagrindai. Vilnius: Mokslas, 1992.
8. Kaunas, Z. Taikomieji hidrologiniai skaičiavimai. Vilniaus universiteto leidykla, 1996.
9. Kilkus, K. Lietuvos upės. Visuotinė lietuvių enciklopedija, 2021.
10. Kilkus, K., Stonevičius, E. Lietuvos vandenų geografija. Vilnius, 2011.
11. Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba prie Aplinkos ministerijos. Standartinės klimato normos kartoschema. <http://www.meteo.lt/lt/krituliai>
12. Meilutytė-Barauskienė, D., Kovalenkoviėnė, M., Irbinskas, V. Lietuvos upių vandens ištekliai klimato kaitos fone. *Geografija*, 2008, 44 (2): 1-8.
13. Pauliukevičius, H. Nuotėkį lemiančių veiksnių santykinė reikšmė ir regresijos lygčių taikymo galimybės. *Vandens ūkio inžinerija*, 2007, 31(51): 58–65.
14. Pauliukevičius, H. Žemėnaudos įtaka nuotėkiui. *Vandens ūkio inžinerija*, 2006, 30(50): 88-94.
15. Račinskas, A. Dirvožemio erozija. Vilnius: Mokslas, 1991.
16. Skinderytė, L., Bagdžiūnaitė-Litvinaitienė, L. Lietuvos upių nuotėkio kaitos dėsningumai El Nino ir La Nina reiškinių kontekste. 21-osios Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“ teminė konferencija. *Aplinkos apsaugos inžinerija*. 2018 m. kovo 20 d., Vilnius. <http://jmk.aainz.vgtu.lt/index.php/aplinka/2018/paper/viewFile/59/62>
17. Šernas, V. Daugyvenės kraštas. Kaunas, 1998.
18. Štaras, A. Vandens balanso modelių pritaikymo galimybės upių nuotėkio analizei. *Geografija*, 2002, 38(1): 11-14.
19. Valstybinė saugomų teritorijų tarnyba prie aplinkos ministerijos. Duomenys apie saugomas teritorijas Daugyvenės upės baseine. <https://stk.am.lt/portal/>
20. Žemėlapių ir erdvinių duomenų rinkiniai žemėnaudų tipų nustatymui. <https://www.geoportal.lt/map/>