

KLIMATO KAITOS ĮTAKA KAUNO RAJONO PAVIRŠINIO VANDENS BŪKLEI

Žaneta Ališauskienė¹, Laima Česonienė², Daiva Šileikienė³

Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademija, Miškų ir ekologijos fakultetas, Aplinkos ir ekologijos institutas
El. p. ¹alisauskienezaneta@gmail.com; ²laima.cesoniene1@vdu.lt; ³daiva.sileikiene@vdu.lt

Anotacija. Darbe nagrinėjama klimato kaitos įtakos paviršinio vandens būklei problema. Darbo tikslas – įvertinti klimato kaitos poveikį Kauno rajono paviršinio vandens būklei. Atliekant tyrimą buvo vertintos vidutinės metinės temperatūros ir kritulių kiekio dinamika 1949–2020 m. Kauno rajone (Kauno meteorologijos stoties duomenimis). Įvertinus vidutinės metinės temperatūros dinamiką, nustatyta vidutinės metinės temperatūros didėjimo tendencija ($R^2 = 0,30$). Labiausiai temperatūra didėjo kovo ($R^2 = 0,20$), liepos ($R^2 = 0,11$) ir rugpjūčio ($R^2 = 0,16$) mėnesiais. Vidutinio metinio kritulių kiekio tiesinės didėjimo tendencijos nenustatyta ($R^2 = 0,01$). Labiausiai kritulių kiekis didėjo sausio ($R^2 = 0,20$) ir spalio ($R^2 = 0,20$) mėnesiais, mažėjo balandį ($R^2 = 0,12$) ir rugpjūtį ($R^2 = 0,11$). Paviršinių vandens telkinių būklės tyrimai Kauno r. savivaldybės teritorijoje atlikti 30-ye vandens telkinių 2008–2020 m. Pagal BDS₇ bendrojo fosforo ir bendrojo azoto vertes vandens telkiniai Kauno rajone dažniausiai atitinka vidutinės ekologinės būklės klasės vertes. Norint įvertinti klimato sąlygų ir vandens kokybės rodiklių ryšį, apskaičiuoti koreliacijos koeficientai. Rezultatai rodo, kad kuo didesnė vidutinė metinė temperatūra, tuo mažesnės pH vertės (vanduo rūgštesnis), didesnės NH₄ N ir suspenduotų medžiagų vertės vandenyje. Kuo didesnis iškritusių kritulių kiekis, tuo didesnės NH₄ vertės vandenyje, mažesnis ištirpusio deguonies kiekis. Rezultatai rodo, kad klimato kaita daro neigiamą poveikį paviršinio vandens būklei.

Reikšminiai žodžiai: klimato kaita, neigiamas poveikis, paviršinis vanduo, temperatūros kiekio dinamika, kritulių kiekio dinamika.

Įvadas

Vanduo yra įprastas dalykas – du trečdalius žemės dengia vandenynas. Vanduo hidrosferoje egzistuoja nenutrūkstamo ciklo metu – jis išgarinamas žemės paviršiuje, bet vėliau kondensuojasi atmosferoje ir grįžta kaip skystas vanduo (Boyd, 2020).

Taigi, vienas svarbiausių kiekvienos šalies gamtos turtų yra vandens ištekliai. Lietuvos vandens ištekliai užima apie 600 km³ (Ozolinčius, 2005). Jie skirstomi į paviršinius ir požeminius vandenis. Paviršinis gėlasis vanduo yra būtinas gyvybei (Alsdorf et al., 2007). Apskritai mūsų šalies teritorija yra drėgmės pertekliaus zonoje, todėl čia gausu vandens išteklių. Lietuvoje yra nemažai upių, ežerų, tvenkinių, vandeninių požeminio vandens sluoksnių (Dapkienė ir Kustienė, 2008).

Nors gėlasis vanduo yra vertingas šaltinis, jį lengva užteršti, o užteršus sunku ir brangu jo vandens kokybę atkurti (Walker et al., 2019).

Vandens tarša yra pagrindinė rimta problema pasaulyje (Khatun, 2017). Pagrindiniai vandens taršos šaltiniai,

tokie kaip neišvalytos pramoninės nuotekos, netinkamas buitinių atliekų šalinimas, žemės ūkio nuotėkiai, gali stipriai ir greitai pabloginti paviršinio vandens būklę (Hasan et al., 2019).

Dabar taip pat pripažinta, kad kai kurių žmogaus sukeltų klimato pokyčių neišvengsi. Oro temperatūros ir kritulių pokyčiai gali turėti įtakos upių srautams, taigi ir teršalų judrumui bei skiedimui (Whitehead et al., 2009). Vadinas, paviršinio vandens būklę taip pat gali paveikti klimato kaita (Yang & Cui, 2005).

Tyrimais siekiama nustatyti, ar klimato kaita Kauno rajono paviršiniame vandeniui daro neigiamą poveikį.

Tyrimo tikslas – įvertinti klimato kaitos poveikį paviršinio vandens būklei.

Metodika

Klimato sąlygos vertintos pagal Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos prie Aplinkos ministerijos Kauno meteorologijos stoties duomenis. Buvo vertinti 1949–2020 m. vidutinės oro temperatūros ir kritulių kiekio duomenys.

2008–2020 m. paviršinių vandens telkinių kokybės tyrimai Kauno r. savivaldybės teritorijoje atlikti 25-iose matavimo vietose: 4-iose tvenkiniuose, 21-oje upių atkarpoje (1 pav.). Paviršinio vandens būklė vertinta pagal fizikinių ir cheminių rodiklių vertes: pH, O₂, BDS₇, NO₂, NO₃-N, NH₄-N P, N. Fizikiniai ir cheminiai kokybės elementai nustatyti VDU ŽŪA MEF AEI Aplinkotyros laboratorijoje.

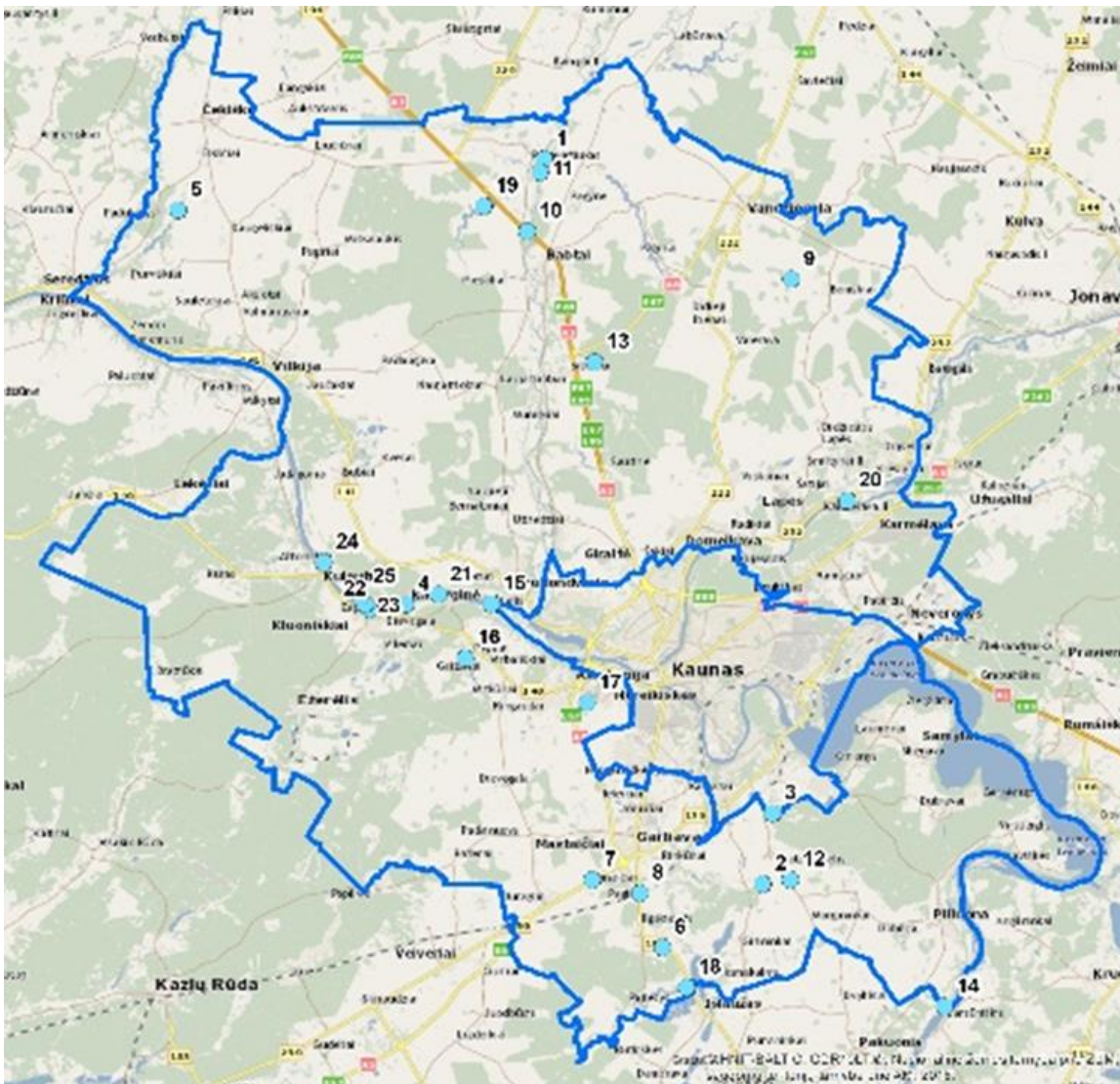
Oro temperatūros, kritulių kiekio ir vandens kokybės rodiklių kitimo tendencijai vertinti buvo naudotas trendas ir apskaičiuotas determinacijos koeficientas. Šis koeficientas rodo, kuri vieno požymio bendro kitimo dalis (rodiklių verčių) gali būti paaiškinta kito požymio reikšmių kitimu (metais ar laikais).

Determinacijos koeficientas R^2 tiesinės priklausomybės atveju yra lygus koreliacijos tarp kintamųjų (požymių) X ir Y koeficiento kvadratui. Šis koeficientas interpretuojamas taip (1 formulė):

$$R^2 = 1 - \frac{S_{\varepsilon}^2}{S_y^2}, \quad (1)$$

čia S_{ε}^2 – liekanų ε dispersija; S_y^2 – stebimų kintamojo Y reikšmių dispersija.

Norint įvertinti kritulių kiekio, vidutinės metinės temperatūros ryšius su paviršinio vandens būklės rodiklių vertėmis, apskaičiuoti koreliacijos koeficientai. Naudota programa STATISTICA, reikšmingumo lygmuo, kai $p \leq 0,05$.



1 paveikslas. Paviršinio vandens mėginių ėmimo vietos

Rezultatai ir jų analizė

Vidutinės metinės oro temperatūros ir metinio kritulių kiekio dinamika 1949–2020 m. pateikta 2–3 paveiksluose.

Įvertinus vidutinės metinės temperatūros 1949–2020 m. dinamiką Kauno rajone, nustatyta didėjimo tendencija ($R^2 = 0,30$) – temperatūra kyla. Vidutinė tiriamojo laikotarpio (72 metai) metų oro temperatūra – 6,91 °C. Žemiausia vidutinė metų oro temperatūra 1987 m. – 4,54 °C, aukščiausia 2020 m. dvigubai aukštesnė – 9,3 °C, metinio kritulių kiekio tiesinės didėjimo tendencijos nenustatyta ($R^2 = 0,01$). Kritulių kiekis nuolat svyruoja. Vidutinis tiriamojo laikotarpio metų kritulių kiekis – 634,88 ml/metus. Mažiausias metinis kritulių kiekis iškrito 1953 m. – 438,3 ml/metus, didžiausias 2016 m. – 843,7 ml/metus.

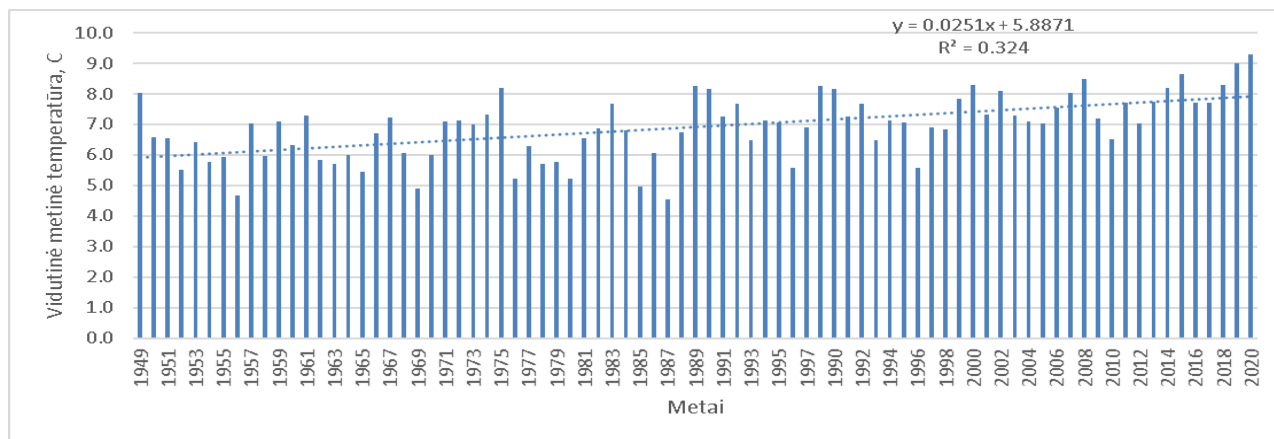
Norint įvertinti, kuriais mėnesiais vidutinė oro temperatūra ir kritulių kiekis kito labiausiai, determinacijos

koeficientai apskaičiuoti atskirai visiems mėnesiams. Rezultatai pateikiami 1 lentelėje.

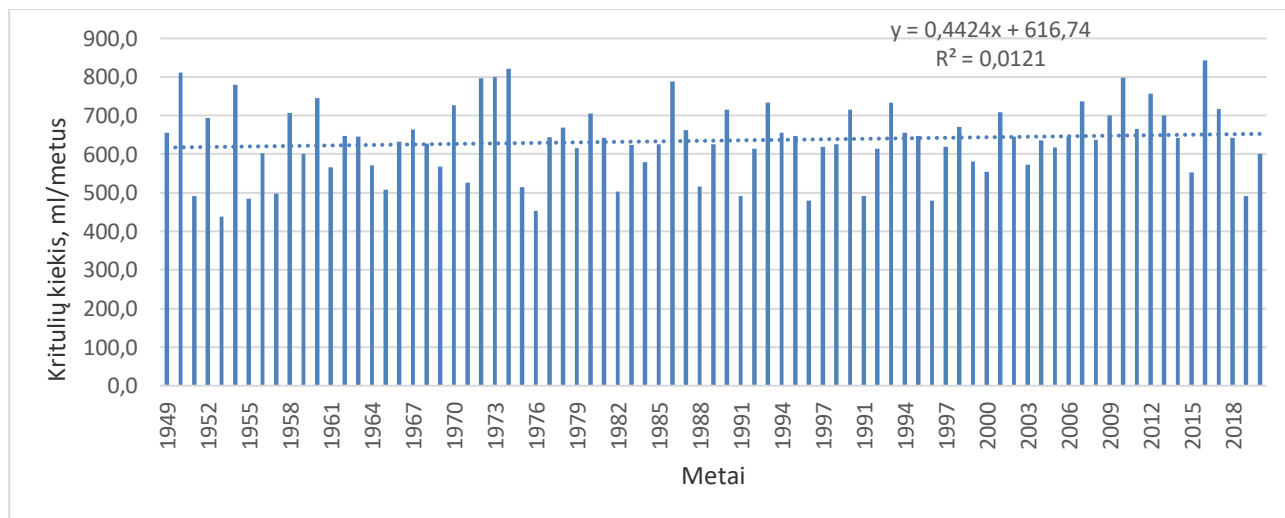
Nustatyta vidutinės mėnesio oro temperatūros didėjimo tendencija visais mėnesiais. Daugiausia oro temperatūra kilo kovo ($R^2 = 0,179$), balandžio ($R^2 = 0,164$), rugpjūčio ($R^2 = 0,160$) ir liepos ($R^2 = 0,110$) mėnesiais. Oro temperatūra buvo stabili birželio ($R^2 = 0,0006$), gruodžio ($R^2 = 0,010$) ir spalio ($R^2 = 0,016$) mėnesiais.

Kritulių kiekio dinamika tam tikrais mėnesiais buvo skirtinga. Nustatyta kritulių didėjimo žymesnė tendencija sausio ($R^2 = 0,148$), vasario ($R^2 = 0,03$), kovo ($R^2 = 0,02$) mėnesiais, kitais mėnesiais kritulių kiekis buvo pastovus.

Paviršinio vandens būklė Kauno r. vertinta remiantis BDS₇, NO₃-N, NH₄-N P, N vertėmis. Rezultatai pateikti 4 paveiksle.



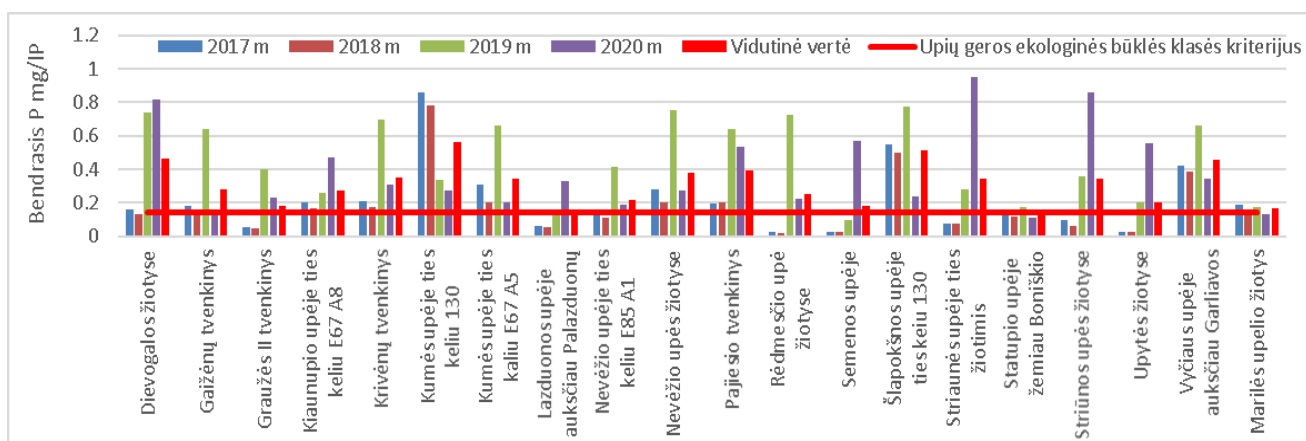
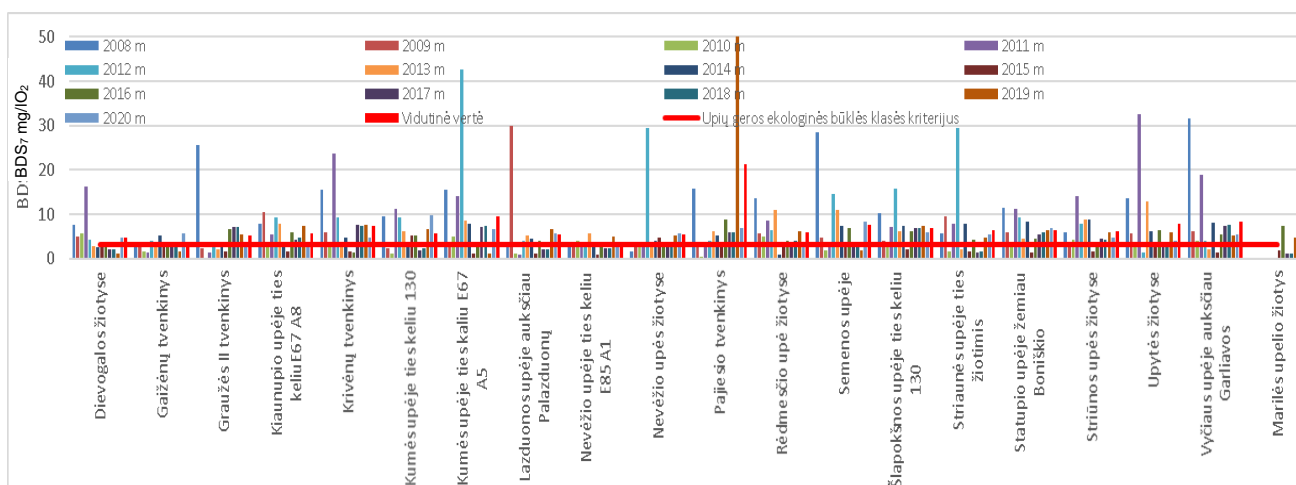
2 paveikslas. Vidutinės metinės temperatūros dinamika 1949–2020 m.

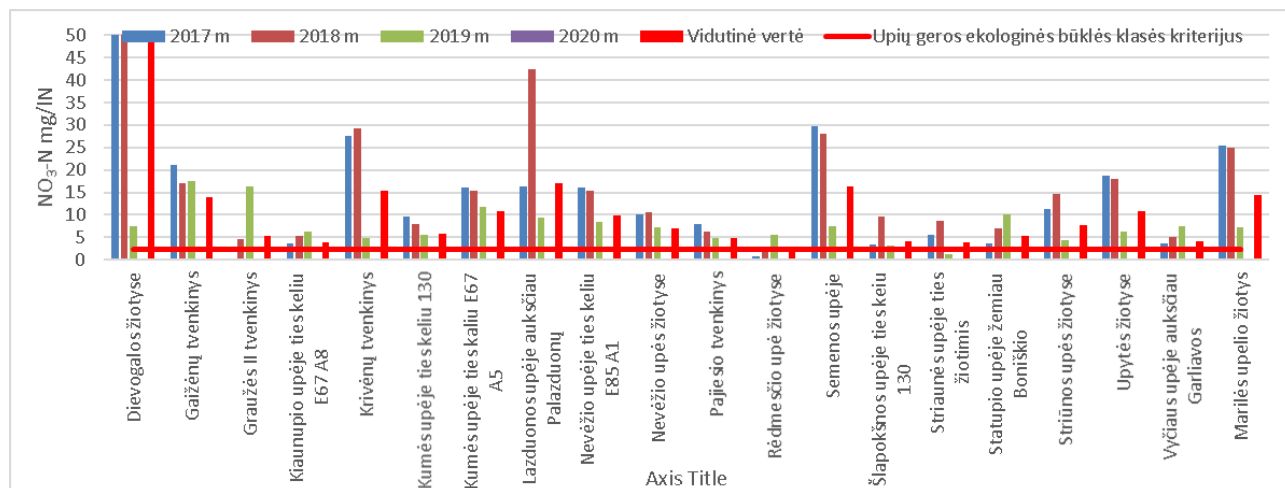
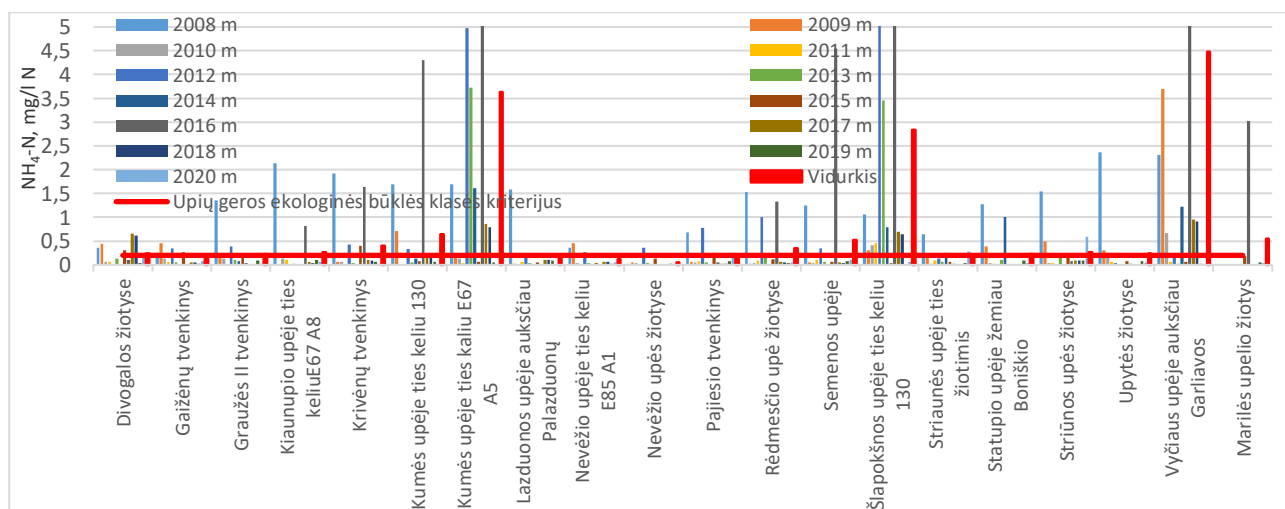
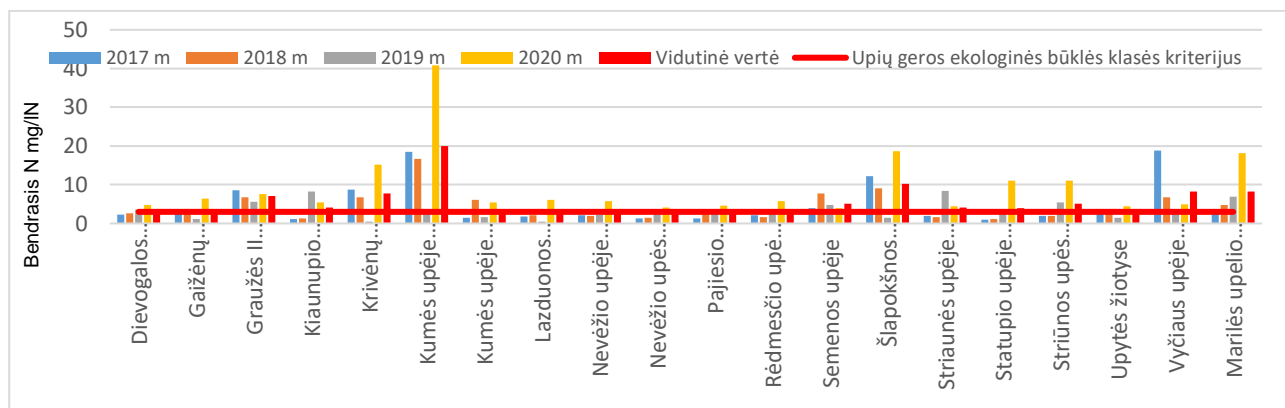


3 paveikslas. Kritulių kiekio dinamika 1949–2020 m.

1 lentelė. Vidutinės mėnesio oro temperatūros ir mėnesio kritulių kiekio dinamikos determinacijos koeficientai ir regresijos lygtys

Mėnuo	Vidutinė mėnesio oro temperatūra		Kritulių kiekis ml/mėnesį	
	regresijos lygtis	determinacijos koeficientas	regresijos lygtis	determinacijos koeficientas
Sausis	$y = 0,0353x - 5,3964$	$R^2 = 0,033$	$y = 0,3372x + 28,544$	$R^2 = 0,1473$
Vasaris	$y = 0,0501x - 5,5399$	$R^2 = 0,066$	$y = 0,1172x + 27,234$	$R^2 = 0,0302$
Kovas	$y = 0,062x - 2,3774$	$R^2 = 0,179$	$y = 0,1115x + 31,233$	$R^2 = 0,0167$
Balandis	$y = 0,0345x - 5,3887$	$R^2 = 0,164$	$y = -0,1058x + 42,948$	$R^2 = 0,011$
Gegužė	$y = 0,022x - 11,822$	$R^2 = 0,068$	$y = 0,0349x + 49,623$	$R^2 = 0,0008$
Birželis	$y = 0,0002x - 15,938$	$R^2 = 0,0006$	$y = -0,1446x + 76,768$	$R^2 = 0,0092$
Liepa	$y = 0,028x - 16,757$	$R^2 = 0,110$	$y = 0,2537x + 73,988$	$R^2 = 0,0148$
Rugpjūtis	$y = 0,0278x - 15,967$	$R^2 = 0,160$	$y = -0,1159x + 83,161$	$R^2 = 0,0029$
Rugsėjis	$y = 0,019x - 11,718$	$R^2 = 0,078$	$y = -0,097x + 57,326$	$R^2 = 0,0059$
Spalis	$y = 0,0089x - 6,8399$	$R^2 = 0,016$	$y = 0,2577x + 45,071$	$R^2 = 0,0248$
Lapkritis	$y = 0,01356x - 1,6188$	$R^2 = 0,024$	$y = -0,0521x + 50,624$	$R^2 = 0,0025$
Gruodis	$y = 0,0139x - 2,3144$	$R^2 = 0,010$	$y = -0,002x + 46,755$	$R^2 = 6E-06$





4 paveikslas. BDS₇, bendrojo P, bendrojo N NH₄-N, NO₃-N vertės paviršiniame vandenyje

Pagal upių ekologinės būklės klasių kriterijus geros ekologinės būklės klasės vertės prisotinimas deguonimi atitinka, kai BDS₇ < 3,30 mg/l O₂; NH₄-N < 0,2 mg/l N; N bendrasis < 3,0 mg/l N; P bendrasis < 0,140 mg/l P; NO₃-N < 2,3 mg/l N.

Geros ekologinės būklės klasės verčių pagal NO₃-N koncentracijas neatitiko ne vienas tirtas vandens telkinys.

Geros ir labai geros ekologinės būklės klasės vertės pagal NH₄-N atitinka Gaižėnų tvenkinys, Grauzės tvenkinys, Lazduonos upė aukščiau Palazduonų, Nevėžio upė ties keliu E85 A1, Nevėžio upės žiotys, Pajiesio tvenkinys, Striaunės upė ties žiotimis; pagal P – Lazduonos upė aukščiau Palazduonų, Nevėžio upė ties keliu E85 A1, Upytės žiotys, Striaunės upė ties žiotimis; pagal N – Kiaunupio

2 lentelė. Kritulių kiekio, vidutinės metinės temperatūros ir paviršinio vandens būklės hidrocheminių rodiklių koreliacinė matrica

	O ₂ mg/l	pH	BDS 7 mg/l O ₂	Skendinčio- sios medžiagos mg/l	Amonio azotas mg/l	Nitritų azotas mg/l	Nitratų azotas mg/l	N mg/l	P mg/l
Vid. temperatūra	$r = -0,141$ $p = 0,647$	$r = -0,589$ $p = 0,035$	$r = 0,518$ $p = 0,048$	$r = -0,035$ $p = 0,908$	$r = -0,138$ $p = 0,651$	$r = 0,027$ $p = 0,928$	$r = -0,694$ $p = 0,030$	$r = 0,608$ $p = 0,049$	$r = 0,877$ $p = 0,012$
Kritulių kiekis	$r = -0,436$ $p = 0,043$	$r = 0,1491$ $p = 0,627$	$r = 0,535$ $p = 0,023$	$r = 0,0428$ $p = 0,890$	$r = 0,5739$ $p = 0,040$	$r = 0,5399$ $p = 0,043$	$r = 0,9071$ $p = 0,093$	$r = 0,1178$ $p = 0,882$	$r = -0,742$ $p = 0,025$

upė ties keliu E67 A8, Gaižėnų tvenkinys, Lazduonos upė aukščiau Palazduonų, Nevėžio upės žiotys, Rėdmesčio upės žiotys, Statupio upė žemiau Boniškio. Norint įvertinti kritulių kiekio, vidutinės metinės temperatūros ryšius su paviršinio vandens būklės rodiklių vertėmis, apskaičiuoti koreliacijos koeficientai. Rezultatai pateikti 2 lentelėje. Apskaičiuojant koreliacijos koeficientus, nustatytas statistiškai stiprus teigiamas ryšys tarp vidutinės metų temperatūros ir BDS₇ vertės, bendrojo azoto, bendrojo fosforo koncentracijos, statistiškai stiprus neigiamas ryšys tarp vidutinės metų temperatūros ir pH vertės, nitratų azoto koncentracijos. Kuo aukštesnė vidutinė oro temperatūra, tuo labiau pH vandenyje mažėja, vanduo tampa rūgštesnis, sumažėja nitratų azoto koncentracija, padidėja organinių medžiagų, bendrojo azoto ir fosforo koncentracija.

Nustatytas statistiškai stiprus teigiamas ryšys tarp metinio kritulių kiekio ir BDS₇ vertės, amonio jonų, nitritų, nitratų koncentracijų, statistiškai stiprus neigiamas ryšys tarp metinio kritulių kiekio ir ištirpusio deguonies, bendrojo fosforo koncentracijos. Kuo didesnis iškritusių kritulių kiekis, tuo labiau didėja organinių medžiagų, amonio jonų, nitritų ir nitratų koncentracijos, sumažėja ištirpusio deguonies koncentracijos ir fosforo koncentracija dėl upių debitų padidėjimo ir dėl poveikio teršalų judrumui bei skiedimui.

Išvados

1. Įvertinus vidutinės metinės temperatūros dinamiką 1949–2020 m. Kauno rajone, nustatyta jos didėjimo tendencija ($R^2 = 0,30$). Žemiausia vidutinė metų oro temperatūra 1987 m. – 4,54 °C, aukščiausia 2020 m. dvigubai aukštesnė – 9,3 °C.

2. Metinio kritulių kiekio tiesinės didėjimo tendencijos nenustatyta ($R^2 = 0,01$). Kritulių kiekis nuolat svyruoja. Mažiausias metinis kritulių kiekis iškrito 1953 m. – 438,3 ml/metus, didžiausias 2016 m. – 843,7 ml/metus.

3. Pagal NO₃-N koncentracijas geros ekologinės būklės klasės vertės neatitiko visi tirti vandens telkiniai. Geros

ekologinės būklės klasės atitinka pagal NH₄-N – 12 %, pagal P – 5 %, pagal bendrąjį N – 12 % tirtų vandens telkinių.

4. Apskaičiuojant koreliacijos koeficientus, nustatytas statistiškai stiprus teigiamas ryšys tarp vidutinės metų temperatūros ir BDS₇ vertės, bendrojo azoto ir bendrojo fosforo koncentracijos, statistiškai stiprus neigiamas ryšys – tarp pH vertės ir nitratų azoto koncentracijos.

5. Nustatytas statistiškai stiprus teigiamas ryšys tarp metinio kritulių kiekio ir BDS₇ vertės, amonio jonų, nitritų ir nitratų koncentracijų, statistiškai stiprus neigiamas ryšys – tarp ištirpusio deguonies ir bendrojo fosforo koncentracijos.

Literatūra

- Alsdorf, D. E., Rodríguez, E., & Lettenmaier, D. P. (2007). Measuring surface water from space. *Reviews of Geophysics*, 45, RG2002. <https://doi.org/10.1029/2006RG000197>
- Boyd, C. E. (2020). *Water quality*. USA. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-23335-8>
- Dapkienė, M. ir Kustienė, R. (2008). *Vandens išteklių naudojimas*. Ardiva.
- Hasan, Md. K., Shahriar, A., & Jim, K. U. (2019). Water pollution in Bangladesh and its impact on public health. *Heliyon*, 5(8), e02145. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02145>
- Yang, Q., & Cui, C. (2005). Impact of climate change on the surface water of Kaidu River Basin. *Journal of Geographical Sciences*, 15(1), 20–28. <https://doi.org/10.1007/BF02873103>
- Khatun, R. (2017). Water pollution: causes, consequences, prevention method and role of WBPHEd special reference from Murshidabad district. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 7(8), 269–277.
- Ozolinčius, R. (2005). *Aplinkos ištekliai: oras, dirvožemis, vanduo*. VDU leidykla.
- Walker, D. B., Baumgartner, D. J., Gerba, C. P., & Fitzsimmons, K. (2019). *Environmental and pollution*. USA.
- Whitehead, P. G., Wilby, R. L., Battarbee, R. W., Kernan, M., & Wade, A. J. (2009). A review of the potential impacts of climate change on surface water quality. *Hydrological Sciences Journal*, 54(1), 101–123. <https://doi.org/10.1623/hysj.54.1.101>

INFLUENCE OF CLIMATE CHANGE ON THE SURFACE WATER STATUS OF KAUNAS DISTRICT

Ž. Ališauskienė, L. Česonienė, D. Šileikienė

Summary

The problem examined in the work is the impact of climate change on the status of surface water. The aim of the study is to evaluate the impact of climate change on the surface water status of Kaunas district. During the research, the dynamics of average annual temperature and precipitation in 1949–2020 in Kaunas district (data of Kaunas Meteorological Station) were evaluated. After evaluating the dynamics of the average annual temperature, the tendency of the average annual temperature increase ($R^2 = 0.30$) was determined. Temperatures increased the most in March ($R^2 = 0.20$), July ($R^2 = 0.11$) and August ($R^2 = 0.16$). No linear upward trend in average annual precipitation was observed ($R^2 = 0.01$). Precipitation increased the most in January ($R^2 = 0.20$) and

October ($R^2 = 0.20$), and decreased in April ($R^2 = 0.12$) and August ($R^2 = 0.11$). Surveys of the condition of surface water bodies in the territory of Kaunas district municipality were performed in 30 water bodies in 2008–2020. According to BOD₇, the values of total phosphorus and total nitrogen in water bodies in Kaunas district usually correspond to the average values of the ecological status class. Correlation coefficients were calculated to assess the relationship between climatic conditions and water quality indicators. The results show that the higher the average annual temperature, the lower the pH values (more acidic water), the higher the values of NH₄, N and suspended solids in the water. The higher the amount of precipitation, the higher the NH₄ value in the water, the lower the amount of dissolved oxygen. The results show that climate change is having a negative impact on the status of surface water.

Keywords: climate change, adverse effects, surface water, temperature dynamics, precipitation dynamics.