

Gruntinio vandens tyrimai karsto zonoje

Aurelija Rudzianskaitė

Aleksandro Stulginskio universitetas

Jautriausiai į meteorologinių sąlygų pokyčius reaguoja arčiausia žemės paviršiaus esantis gruntinis vanduo. Dėl šiltėjančių žiemų sumažėjo įšalo trukmė ir gylis, dažni atodreškiai didina vandeningojo horizonto mitybą žiemą.

Darbo tikslas – remiantis ilgalaikiais tyrimais nustatyti gruntinio vandens režimo kaitos ypatumus karsto zonoje.

Gruntinio vandens režimo tyrimai atlikti 1995-2013 m. aktyvaus karsto zonos moreniniuose priesmėliuose ir smėlinguose lengvuose priemoliuose bei durpėje, Biržų r. Lyglaukių ir Paežerių k.

1 grėžinys (jo gylis $h=5,7$ m) įrengtas durpėje per 20 m nuo smegduobės, 2 grėžinys ($h=8,8$ m) – mineraliniame grunte (priesmėliuose ir smėlinguose lengvuose priemoliuose), prie smegduobyno (keleto, senų susijungusių smegduobių). Smegduobės seniai susidariusios, uždurpėjusios ir apaugusios medžiais bei krūmais.

Gruntinio vandens lygio svyravimai daugiausiai priklausė nuo grunto. Vanduo esantis durpėje buvo arčiau (vidutinis metinis lygis svyravo nuo 61 iki 174 cm) žemės paviršiaus, mineraliniame grunte – giliau (309-584 cm).

Stipresnis koreliacijos ryšys tarp metinių kritulių kiekio ir gruntinio vandens lygio svyravimų buvo mineraliniame grunte ($r^2=0,416$, $t_{apsk}=3,48 > t_{0,95\%}=1,74$), tuo tarpu durpėje šis ryšys buvo silpnas ($r^2=0,185$, $t_{apsk}=1,96 > t_{0,95\%}=1,74$). Gruntinio vandens lygio kilimo tendencija nustatyta vasarį, balandį ir gruodį.

Gruntinio vandens lygis, mineralinis gruntas, durpė

Ivadas

Į meteorologinių sąlygų pokyčius greičiausiai reaguoja arčiausiai žemės paviršiaus slūgsantis gruntinis vanduo, kurio vanduo vis dar vartojamas daugelio kaimo gyventojų (Giedraitienė, 2011; Arustienė, Kriuksite, 2011). Lietuvos sąlygomis svarbiausias gėlo požeminio vandens išteklių susidarymo šaltinis natūraliomis eksploatacijos sąlygomis yra krituliai, kurie patenka į gruntinį vandeningąjį sluoksnį, o iš jo infiltruodamiesi – į spūdinis vandeninguosius sluoksnius. Gruntinio vandens infiltracinės mitybos krituliai dydį lemia fizinės-geografinės ir geologinės-hidrogeologinės regiono sąlygos. Lietuva yra drėgmės pertekliaus klimatinėje zonoje, t.y. kritulių kiekis gerokai (maždaug 2,6 karto) viršija jų išgaravimą (Arustienė, Kriukaitė, 2011).

Atmosferos cirkuliacijos pokyčiai lėmė terminių sezonų trukmės pokyčius (pailgėjo terminių pavasario ir rudens sezonų trukmė), sezoninių oro temperatūros ir kritulių kiekio skirtumų, sniego dangos rodiklių (dienų su sniego danga skaičiaus ir sniego storio) mažėjimą (Bukantis ir kt., 1998; Šimkevičiūtė, Bukantis, 2013; Rimkus ir kt., 2014). Vidutinis įšalo gylis sumažėjo nuo 42 iki 30 cm. Dėl trumpesnio sezoninio įšalo, dažnų atlydžių žiemos metu, padidėjo paviršinio vandens cirkuliacija į karstinius ežerus ir smegdubes (Satkūnas ir kt., 2006). Karštos ir sausos vasaros, besikartojančios sausros, labai netolygus kritulių pasiskirstymas (per metus ir teritorijoje) turėjo neigiamą poveikį gruntinio vandens ištekliams (Arustienė, Kriukaitė, 2011). Sausrų, poveikis gruntinio vandens lygio režimui yra itin reikšmingas. Vidutiniškai kas 3,5 metų besikartojančios, stiprėjančios ir vis ilgiau trunkančios sausros turi įtakos staigiam vasaros gruntinio vandens lygio kritimui, kuris dažnai prasideda dar pavasarį ir baigiasi tik vėlų rudenį. Dėl žemo vasaros ir rudens gruntinio vandens lygio antroje vasaros pusėje džiūsta šuliniai, paviršinio vandens telkiniai netenka dalies mitybos. Meteorologinės sąlygos, kuriosturi tiesioginę įtaką aeracijos zonos hidroterminiam režimui ir gruntinio vandens lygio svyravimų kaitai, vis labiau lokalizuojasi (Giedraitienė, 2011).

Darbo tikslas – remiantis ilgalaikiais tyrimais nustatyti gruntinio vandens režimo kaitos ypatumus karsto zonoje.

Tyrimų metodika

Hidrogeologinės ir hidrologinės sąlygos. Šiaurės Lietuvos karstinis rajonas – teritorija (Biržų, Pasvalio administraciniai rajonai ir dalis Panevėžio rajono), kur dėl gipso tirpimo formuojasi požeminės tuštumos, o žemės paviršiuje aptinkamos senos ir atsiranda naujos karstinės formos (ertmės, įdubos, smegduobės ir kt.) (STR 1.04.03:2012).

Karsto vystymosi intensyvumą lemia viršutiniojo karstėjančių uolienų slūgsojimo gylis, jų plyšiuotumas, karstinių uolienų dangos litologinė sudėtis, karstinio vandens apytakos intensyvumas (Марцинкявичюс, Буцявичюте, 1986). Vanduo kanalais ir vertikaliais plyšiais juda tol, kol visuose pasiekia vienodą lygį. Plyšių suaižytuose gipso kloduose karstinis vanduo cirkuliuoja daug sudėtingiau negu paprastas gruntinis vanduo (Narbutas ir kt., 2001). Karstinio rajono požeminio vandens hidrogeodinamines sąlygas lemia vandeningose uolienose vykstantys karstiniai procesai (Juodkazis, 1992).

Gruntinio vandens tyrimų vieta ir metodika. Gruntinio vandens lygio tyrimai atlikti 1995-2013 m. aktyvaus karsto zonos moreniniuose priesmėliuose ir smėlinguose lengvuose priemoliuose bei durpėje. Tyrimų vieta yra Mūšos-Nemunėlio lygumos šiaurės rytinėje dalyje, Apaščios dešiniojo intako G-1 upelio aukštupyje, Biržų r. Lyglaukių ir Paežerių k. (1 pav.).

G-1 baseine vidutinis paviršiaus nuolydis (tarp takoskyros ir upelio vagos) 0,5-1,5%. Po tyrimų vietovės dirvožemiais slūgso karstėjantys gipsingo dolomito (giliau – gipso) sluoksniai. Literatūros (Narbutas ir kt., 2001) duomenimis, tyrimų vietose kvartero nuogulų storis yra nuo 5 iki 7,5 m.



1 pav. Tyrimų vietos schema: 1 – gręžinys.
Fig. 1. The scheme of study area: 1 – well

1 paveikslas parengtas, remiantis skaitmeninio žemėlapiu (<https://www.maps.lt/>) pagrindu.

1 gręžinys (jo gylis $h=5,7$ m) įrengtas durpėje per 20 m nuo smegduobės, 2 gręžinys ($h=8,8$ m) – mineraliniame grunte, prie smegduobyno (keleto, senų susijungusių smegduobių). Smegduobės seniai susidariusios, uždurpėjusios ir apaugusios medžiais bei krūmais, dažniausiai vasarą išdžiūstančios.

Gruntinio vandens lygis matuotas kartą per savaitę, o nuo 2010 m. – kiekvieną dieną.

Meteorologinės sąlygos aprašytos pagal Biržų meteorologijos stoties duomenis.

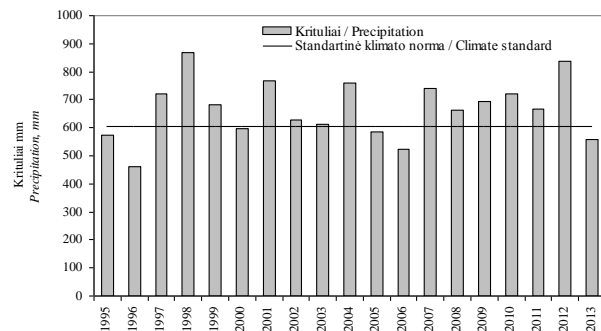
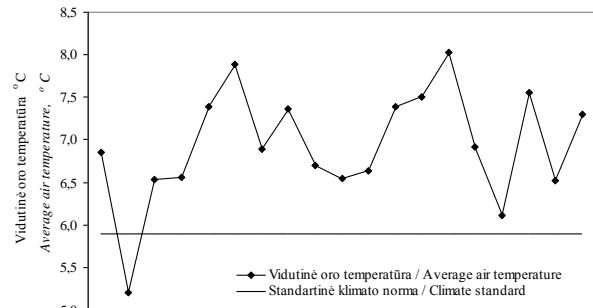
Gruntinio vandens lygio kitimui įvertinti naudotas statistinės analizės neparametrinis dalinis Mann-Kendall (MK) kriterijus. Šis testas yra plačiai naudojamas aplinkos moksluose (Libiseller et al., 2002; Kaown et al., 2012). Kitimo trendas yra statistiškai reikšmingas esant reikšmingumo lygmeniui $p < 0,05$. Apskaičiuotas Mann – Kendall parametro ženklas rodo kitimo tendencijos kryptį – mažėjimo/didėjimo.

Tyrimų duomenų skirtumų statistinis reikšmingumas įvertintas remiantis Stjudento kriterijumi ($t_{\text{apsk.}}$).

Tyrimų rezultatai ir aptarimas

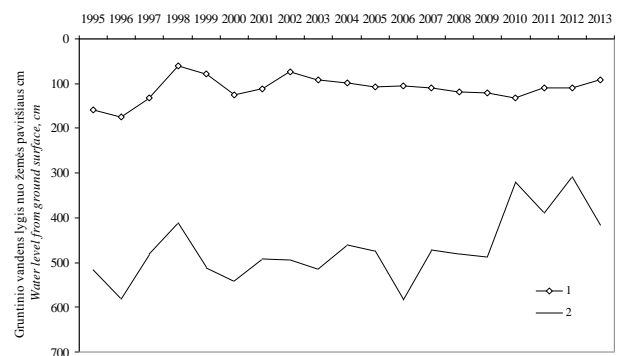
Vidutinė metinė oro temperatūra svyravo nuo 5,20 iki 8,03 °C (standartinė klimato norma (SKN) 5,9 °C (Lietuvos klimato..., 1992)) (2 pav.). Visą tyrimo laikotarpį vidutinė metinė oro temperatūra buvo didesnė negu SKN, išskyrus 1996 m., kai 0,9 °C buvo žemesnė negu SKN. Didžiausia vidutinė oro temperatūra nustatyta 2000 m. (7,89 °C arba 134% SKN) ir 2008 m. (8,03 °C arba 136% SKN).

Metinis kritulių kiekis svyravo nuo 462 mm iki 870 mm (SKN 605 mm (Lietuvos klimato..., 1991)). Per tyrimų laikotarpį kritulių kiekis 6 metus (1995 (95% SKN), 1996 (76% SKN), 2000 (98% SKN), 2005 (97% SKN), 2006 (86% SKN), 2013 (92% SKN) buvo mažesnis negu kritulių standartinė norma. Didžiausias kritulių kiekis iškrito 1998 m. (144% SKN) ir 2012 m. (139% SKN).



2 pav. Vidutinės metinės oro temperatūros ir metinis kritulių kiekio kaita
Fig. 2. Dynamics of average air temperature and precipitation

Gruntinio vandens lygio vidutinis daugiamečių (1995-2013 m.) vidurkis durpėje buvo 111 cm, mineraliniame dirvožemyje – 470 cm. 1 gręžinyje gruntinio vandens lygis 12 metų buvo mažesnis už daugiamečių vidurkį, o 2 gręžinyje – 6 metus, t.y. vanduo slūgsojo arčiau žemės paviršiaus negu daugiamečių vidurkis (3 pav.).



3 pav. Gruntinio vandens lygio kaita
Fig. 3. Dynamics of groundwater level in wells

Gruntinio vandens lygio svyravimas turėjo sezoninį pobūdį. Arti žemės paviršiaus vanduo laikėsi sausį – balandį, vėliau pradėjo slūgti ir žemiausiai nušlūgo rugsėjį, vėl pradėjo kilti spalį.

Aukščiausi metų lygiai 2005-2010 m. buvo pavasari, dažniausiai kovą – balandį, o minimalūs – rugsėjį-spalį (Giedraitinė, 2011).

Remiantis Mann-Kendall kriterijumi nustatyta reikšminga gruntinio vandens lygio kilimo tendencija mineraliniame grunte (2 gręžinys). Tyrimo laikotarpio temperatūros, kritulių ir gruntinio vandens lygio chronologinės sekos trendas buvo statistiškai nereikšmingas (1 lentelė).

1 lentelė. Tyrimo laikotarpio duomenų kitimo tendencijos
Table 1. Significance of temporal changes in study period

| Rodiklis <i>Index</i> | Mann-Kendall kriterijus <i>Mann-Kendall test</i> | $\alpha_{apsk.}$ |
|--|--|------------------|
| Temperatūra <i>Temperature</i> | 0,94 | 0,344 |
| Krituliai <i>Precipitation</i> | 0,45 | 0,649 |
| Gruntinio vandens lygis 1 gręžinyje <i>Groundwater level in well 1</i> | -0,28 | 0,779 |
| Gruntinio vandens lygis 2 gręžinyje <i>Groundwater level in well 2</i> | -2,62 | 0,009 |

Rezultatai statistiškai reikšmingi, kai $\alpha_{apsk.} < \alpha_{0,05}$.

The results are significant on condition that $\alpha_{act.} < \alpha_{0,05}$.

Vertinant gruntinio vandens lygio svyravimo tendencijas atskirais mėnesiais, statistiškai reikšminga kaita abiejuose gręžiniuose nustatyta vasarį, 2 gręžinyje – balandį ir gruodį, kritulių – gruodį, vidutinės oro temperatūros – lapkritį. Dėl šiltėjusių žiemų sumažėjo įšalo trukmė ir gylis, dažni atodreškiai padidino vandeningojo horizonto mitybą žiemą.

Prognozuojamas drėgmės kiekio padidėjimas ypač žiemos-pavasario sezono metu, sutampantis su gruntinio vandens lygio kilimo periodais. Dėl kylančio gruntinio vandens lygio didėja jo jautrumas taršai, t.y. didėja pavojus, kad į jį pateks teršiamųjų medžiagų (Arustienė, Kriukaitė, 2011).

Išvados

1. Gruntinio vandens lygio svyravimai daugiausiai priklausė nuo grunto. Vanduo esantis durpėje buvo arčiau (vidutinis metinis lygis svyravo nuo 61 iki 174 cm) žemės paviršiaus, mineraliniame grunte – giliau (309-584 cm).

2. Stipresnis koreliacijos ryšys tarp metinių kritulių kiekio ir gruntinio vandens lygio svyravimų nustatytas mineraliniame grunte ($r^2=0,416$, $t_{apsk.}=3,48 > t_{95\%}=1,74$), tuo tarpu durpėje ryšys buvo silpnėjęs ($r^2=0,185$,

$t_{apsk.}=1,96 > t_{95\%}=1,74$). Didėsi gruntinio vandens svyravimai nustatyti mineraliniame grunte (2 gręžinys).

3. Analizuojant tyrimo laikotarpio duomenų chronologinę seką nustatyta gruntinio vandens lygio kilimo tendencija vasarį, balandį ir gruodį, kurią patvirtina statistiniai skaičiavimai panaudojant Mann-Kendall (MK) testą. Dėl šiltėjusių žiemų sumažėjo įšalo trukmė ir gylis, dažni atodreškiai padidino vandeningojo horizonto mitybą žiemą.

Literatūra

- ARUSTIENĖ, J., KRIUKAITĖ, J. (2011). Klimato pokyčių įtaka požeminio vandens ištekliams. In: Kadūnas K. (red) *Lietuvos požeminio vandens monitoringas 2005-2010 m. ir kiti hidrogeologiniai darbai*. Lietuvos Geologijos Tarnyba: Vilnius, Lithuania. pp. 84 – 89
- BUKANTIS, A., RIMKUTĖ, L., KAZAKEVIČIUS, S. (1998). Atmosferos krituliai. In: Bukantis A., Kazakevičius S., Korkutis P., Matukonienė V. (red) *Klimato elementų kintamumas Lietuvos teritorijoje*. Geografijos institutas, Vilnius, Lithuania, pp.19-41
- Giedraitienė J. (2011). Gruntinio vandens lygio režimo kaita siejant su meteorologinėmis sąlygomis. In: Kadūnas K. (red) *Lietuvos požeminio vandens monitoringas 2005-2010 m. ir kiti hidrogeologiniai darbai*. Lietuvos Geologijos Tarnyba, Vilnius, Lithuania. pp. 13 – 22
- JUODKAZIS, V. Lithuanian Karst: Hydrogeology and Groundwater Protection: proceedings of the Lithuanian higher schools. *Geologija*, 1992, T. 13, 195 p.
- KAOWN, D., HYUN, Y., Bae, G.-O. et al., Evaluation of spatio-temporal trends of groundwater quality in different land uses using Kendall test. *Geosciences Journal*, Vol. 16, No. 1, p. 65-75.
- LIBISELLER, C., GRIMVALL, A. Performance of partial Mann – Kendall tests for trend detection in the presence of covariates. *Environmetrics*. 2002. Vol. 13, p. 71-84.
- NARBUTAS, V.; LINČIUS, A.; MARCINKEVIČIUS, V. *Devono uolienų karstas ir aplinkosaugos problemos šiaurės Lietuvoje*. Vilnius, 2001. 191 p.
- RIMKUS, E., KAŽYS, J., BUTKUTĖ, S., GEČAITĖ, I. (2014) Snow cover variability in Lithuania over the last 50 years and its relationship with large-scale atmospheric circulation. *Boreal Environment Research*, 19, pp. 337-351.
- SATKŪNAS, J., TAMINSKAS, J., DILY, K. (2006). Geoinicators of changing landscapes – an example of karst development in North Lithuania. *Geological Quarterly*, 50 (4), pp.457-464.
- STR 1.04.03:2012. Inžineriniai geologiniai ir geotechniniai tyrimai Šiaurės Lietuvos karstiniame rajone. 2012-03-15 (Žin., 2012, Nr. 32-1503).
- МАРЦИНКЯВИЧИУС, В.И., БУЦЯВИЧИУТЕ, С.В. Геологические и гидрогеологические условия развития сульфатного карста в северной Литве. *Geologija*, 1986, Nr. 7, p. 104–121.

Aurelija Rudzianskaitė

Investigation of groundwater in karst zone

Summary

Long-term data (1995-2013) on hydrological regime change of the groundwater situated in moraine sandy loam and peat soil in Lithuanian karst zone presented in the article. The aim of the paper is on the basis of long-term groundwater studies to determine the water level trends.

To evaluate groundwater level, two wells were installed in different types of soil: in peat soil well 1 and in mineral soil wells 2. Well 1 (h=5.7 m) was installed near the ditch 20 m from a sinkhole, well 2 (h=8.8 m) was installed near the sinkhole (the few old merged sinkholes). The sinkhole peat – filled, overgrown with trees and shrubs, it is dry in the summer.

Groundwater level fluctuations mainly dependent on the ground type. The nearest land surface groundwater level (61-174 cm) was measured in peat soil (well 1), in mineral soil (well 2) was deeper (309-584 cm). Correlation between data of the annual precipitation and groundwater level in mineral soils ($r^2=0,416$, $t_{act.}=3,48 > t_{95\%}=1,74$) was more significant than in peat soils ($r^2=0,185$, $t_{act.}=1,96 > t_{95\%}=1,74$). The widest fluctuations of groundwater level occurred in mineral soil (well 2). According to Mann-Kendall test the groundwater level significantly increased in February, April and December. In winter the thickness and duration of seasonal freezing decreases, frequent thaw increased feeding of the aquifer.

Groundwater level, mineral soil, peat soil.

Gauta 2016 m. kovo mėn., atiduota spaudai 2016 m. balandžio mėn.

Aurelija RUDZIANSKAITE. Aleksandro Stulginskio universiteto Vandens ūkio ir žemėtvarkos fakulteto Vandens išteklių inžinerijos instituto vyresnioji mokslo darbuotoja, technologijos mokslų daktarė. Adresas: Universiteto g. 10, LT-53361 Akademija, Kauno r., el. paštas: Aurelija.Rudzianskaite@asu.lt.
Aurelija RUDZIANSKAITE. Aleksandras Stulginskis University, Faculty of Water and Land Management, Institute of Water Resources Engineering, senior researcher, doctor of technology sciences. Address: Universiteto 10, LT-53361 Akademija, Kaunas r., Lithuania, e-mail: Aurelija.Rudzianskaite@asu.lt.