

# Značajke dinamike podzemnih voda na području Biđbosutskog polja

---

**Mustać, Ivan; Kutleša, Dora; Filipović, Vilim; Filipović, Lana; Krevh, Vedran; Defterdarović, Jasmina; Petošić, Dragutin**

*Source / Izvornik:* **58. hrvatski i 18. međunarodni simpozij agronoma: zbornik radova, 2023, 42 - 49**

**Conference paper / Rad u zborniku**

*Publication status / Verzija rada:* **Published version / Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:429509>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-02**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb](#)



# Značajke dinamike podzemnih voda na području Biđ-bosutskog polja

Ivan Mustać<sup>1</sup>, Dora Kutleša<sup>2</sup>, Vilim Filipović<sup>1</sup>, Lana Filipović<sup>1</sup>, Vedran Krevh<sup>1</sup>, Jasmina Defterdarović<sup>1</sup>, Dragutin Petošić<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, Zagreb, Hrvatska (imustac@agr.hr)

<sup>2</sup>Agencija za plaćanje u poljoprivredi, ribarstvu i ruralnom razvoju, Pavla Vitezovića 1a, Karlovac, Hrvatska

## Sažetak

Cilj rada je prikazati dinamiku podzemnih voda na području Biđ-bosutskog polja, smještenog na području istočne Slavonije. U razdoblju istraživanja (2003-2021) primijećen je blagi trend porasta količine oborina od 0,06 mm godišnje te trend porasta prosječnih mjesečnih temperatura zraka za 0,094 °C godišnje. Podaci praćenja razine podzemne vode u vodonosniku dubine 4 m tijekom razdoblja istraživanja (2003-2021) pokazuju prosječni trend sniženja od 8,8 cm godišnje. Također, od 2015. godine prati se i razina podzemne vode u vodonosniku dubine 15 m te izmjerene vrijednosti (2015-2021) pokazuju prosječni trend sniženja od 23,3 cm godišnje. Za isto sedmogodišnje razdoblje, trend sniženja razine podzemne vode u vodonosniku dubine 4 m iznosi 22,7 cm godišnje.

**Ključne riječi:** dinamika podzemnih voda, sniženje razine, piezometar, poljoprivreda, analiza trenda

## Uvod

Razina podzemne vode i njezina vremenska varijabilnost ima značajan ekonomski utjecaj (Asmuth i Knotters, 2004). Najvidljiviji ekonomski učinci dinamike podzemnih voda su pojave poplava ili suša (Baker i sur., 1988; Jarett, 1991). U poljoprivrednim područjima visoke razine podzemnih voda mogu prouzročiti propadanje usjeva i značajno otežati upotrebu poljoprivredne mehanizacije, dok preniske razine i izostanak kapilarnog dizanja podzemne vode do zone rizosfere mogu značajno sniziti prinose (Kroes i sur., 2000). Naime, plitki akviferi podzemne vode osiguravaju kontinuiranu opskrbu vodom u zoni korijena putem kapilarnog dizanja (Chen i Hu, 2004) te tako osiguravaju dodatni izvor vode za procese transpiracije poljoprivrednih usjeva (Karimov i sur., 2014).

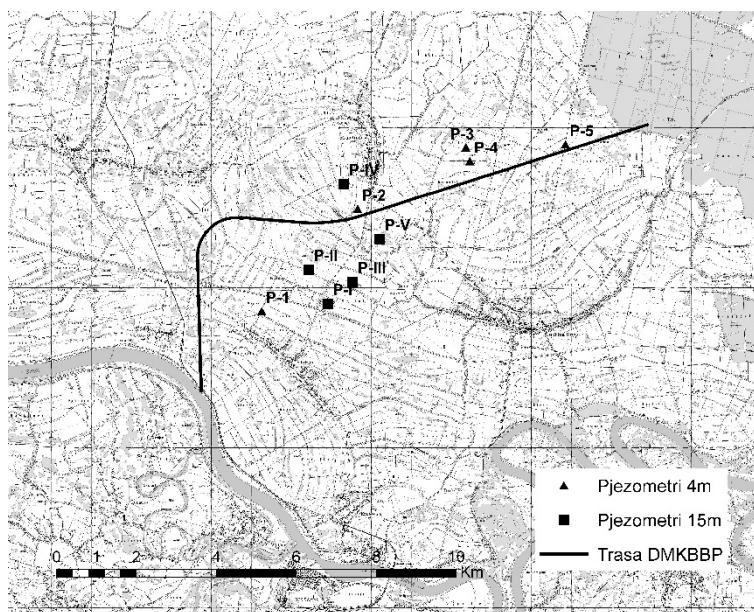
Promjena balansa između oborina, otjecanja i evaporacije u nekoliko zadnjih desetljeća pripisuje se antropogenim klimatskim promjenama (Farzana i sur., 2021). Akviferi podzemnih voda sporije reaguju na klimatske promjene od površinskih voda, ali dugoročno gledano javljaju se značajne promjene njihove prosječne razine (Franssen, 2009). Unutar hidrološkog ciklusa, podzemne vode zadnje reaguju na pojavu suše. Smanjenje rezervi podzemne vode vrlo je česti i opasan oblik suše (hidrološke suše), a definira se kao sniženje razine podzemne vode ispod njene dugoročne prosječne razine (Bonacci, 2019). Kad nastupe relativno kraća sušna razdoblja, sustavi podzemnih voda mogu ublažiti nedostatak infiltracije oborina. Budući da se razina podzemne vode ne spušta neposredno nakon nepovoljnih klimatskih prilika, promjena režima podzemne vode se ne događa uvijek, ali kad do toga dođe, često slijede duga razdoblja koja obilježava značajan pad razine podzemne vode.

Stjecanje temeljnih znanja o interakciji promjenjivih klimatskih uvjeta, navodnjavanja, kvalitete vode, režima razine podzemnih voda i njihovog učinka na uzimanje vode putem korijena ključno je za održivu poljoprivredu (Askari i sur., 2014).

## Materijali i metode

Biđ-bosutsko polje je dio prostrane savske doline, a određeno je slivnim područjem vodotoka Biđ. Područje je u hidropedološkom pogledu vrlo heterogeno pri čemu dominiraju hidromorfna tla sa specifičnim načinima vlaženja, različitom stratigrafskom i teksturnom građom soluma te neujednačenom vertikalnom i horizontalnom vodopropusnošću profila (Petošić, 2002). Utvrđeno je postojanje plitkog talnog vodonosnika dubine 4 m i dubljeg

podtalnog vodonosnika područja dubine 15 m čije razine pokazuju čvrstu korelaciju ( $r = 0,75-0,94$ ) (Mustać i sur., 2011). Za analizu osnovnih klimatskih parametara (oborine i temperature zraka) korišteni su podaci s meteorološke postaje Gradište kod Županje. Praćenje dinamike (razine) podzemnih voda vršeno je pomoću 5 hidropedoloških piezometara dubine od 4 m (oznake: P-1 do P-5) i 5 vrlo dubokih piezometara dubine od 15 m (oznake: P-I do P-V). Piezometri su postavljeni na području Biđ-bosutskog polja, a pokrivaju površinu od oko 7200 ha (slika 1). Na hidropedološkim piezometrima dubine od 4 m mjerenja su vršena ručno svakih 10 dana. Na vrlo dubokim piezometrima dubine od 15 m mjerenje dnevne vrijednosti razine podzemne vode vršeno je pomoću limnigrafa. Podaci o vodostaju rijeke Save dobiveni su s vodomjerne postaje Sava-Slavonski Šamac.

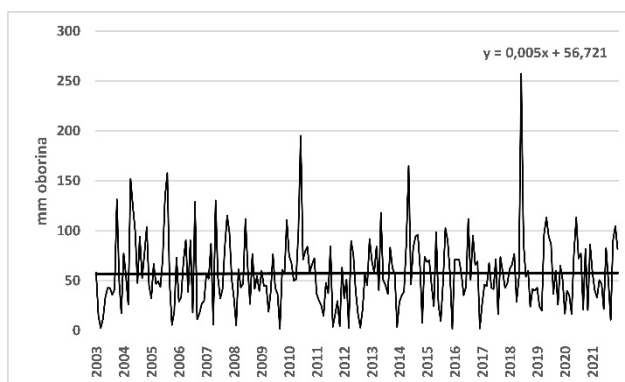


Slika 1. Područje istraživanja s prikazom ugrađene mjerne opreme

## Rezultati i rasprava

### Oborine

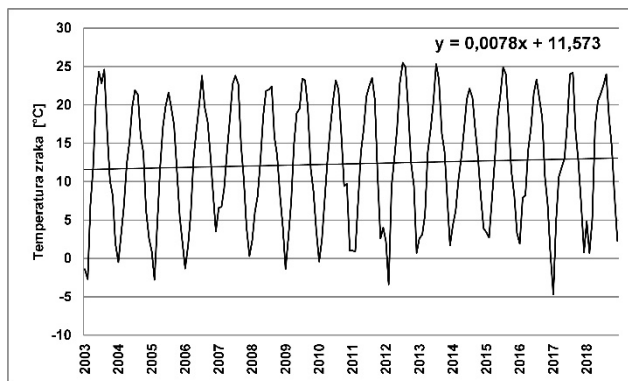
Na slici 2 prikazane su mjesečne vrijednosti oborina tijekom razdoblja istraživanja 2003.-2021. Iz formule trenda (slika 2) može se iščitati pozitivan trend porasta količine oborina od 0,06 mm godišnje, što je u skladu s podacima Perčec Tadić i sur., 2014. Međutim, valja ukazati na stvarnu situaciju na terenu, gdje je prisutna pojava sve učestalijih i duljih sušnih razdoblja tijekom godine kao i povremenih rekordnih količina padalina (npr. 258 mm, lipanj, 2018).



Slika 2. Mjesečne vrijednosti oborina (mm) tijekom razdoblja istraživanja

### Temperature zraka

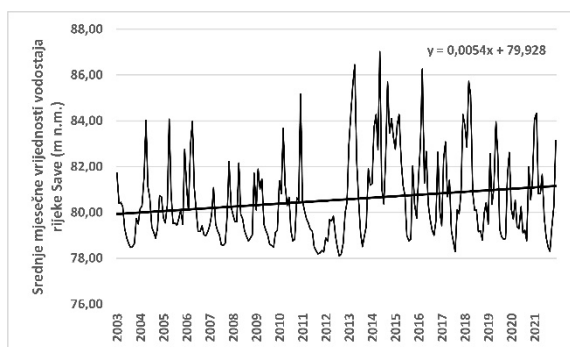
Iz formule trenda na slici 3 može se očitati porast prosječnih mjesečnih temperatura zraka od 0,094 °C godišnje u razdoblju od 2003. do 2021. godine. Navedena mjerenja su izvršena u relativno kratkom vremenskom razdoblju (19 godina) i na osnovu njih nije zahvalno iznositi definitivne zaključke, ali su svakako indikativna te u skladu s domaćim i globalnim klimatskim trendovima.



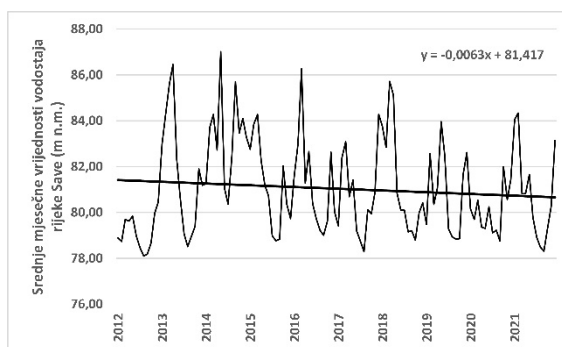
Slika 3. Prosječne mjesečne temperature zraka (°C) na području istraživanja

### Vodostaj rijeke Save

Monitoringom vodnog režima na istraživanom području koji se vrši od 2003. godine (Petošić i sur., 2004), generalno je utvrđeno da dominantan utjecaj na kolebanje razine podzemne vode u talnom plitkom akviferu istraživanog područja imaju količina i raspored oborina, prostrano slivno područje, a posebice dinamika vodostaja u glavnom vodotoku područja, odnosno rijeci Savi. Na slici 4 prikazane su prosječne mjesečne vrijednosti vodostaja rijeke Save u razdoblju istraživanja (2003-2021). Iz formule trenda primjetan je trend blagog godišnjeg porasta razine vodostaja rijeke Save od 6,5 cm godišnje. Međutim, na slici 5 prikazane su iste vrijednosti za vremensko razdoblje od zadnjih 10 godina (2012-2021) gdje je primjetan trend sniženja vodostaja rijeke Save od 7,6 cm godišnje, što vjerodostojnije opisuje trenutnu situaciju na samom terenu. Budući da je prosječna visina terena istraživanog područja 82 m n.m. te u slučaju kada vodostaj rijeke Save padne ispod navedene vrijednosti (što se gotovo u pravilu javlja u ljetnom dijelu godine), rijeka Sava sve više gubi prihranjajući, a pojačava drenirajući utjecaj na plitki talni vodonosnik istraživanog područja.



Slika 4. Prosječne mjesečne vrijednosti vodostaja rijeke Save (2003-2021; m n.m.)

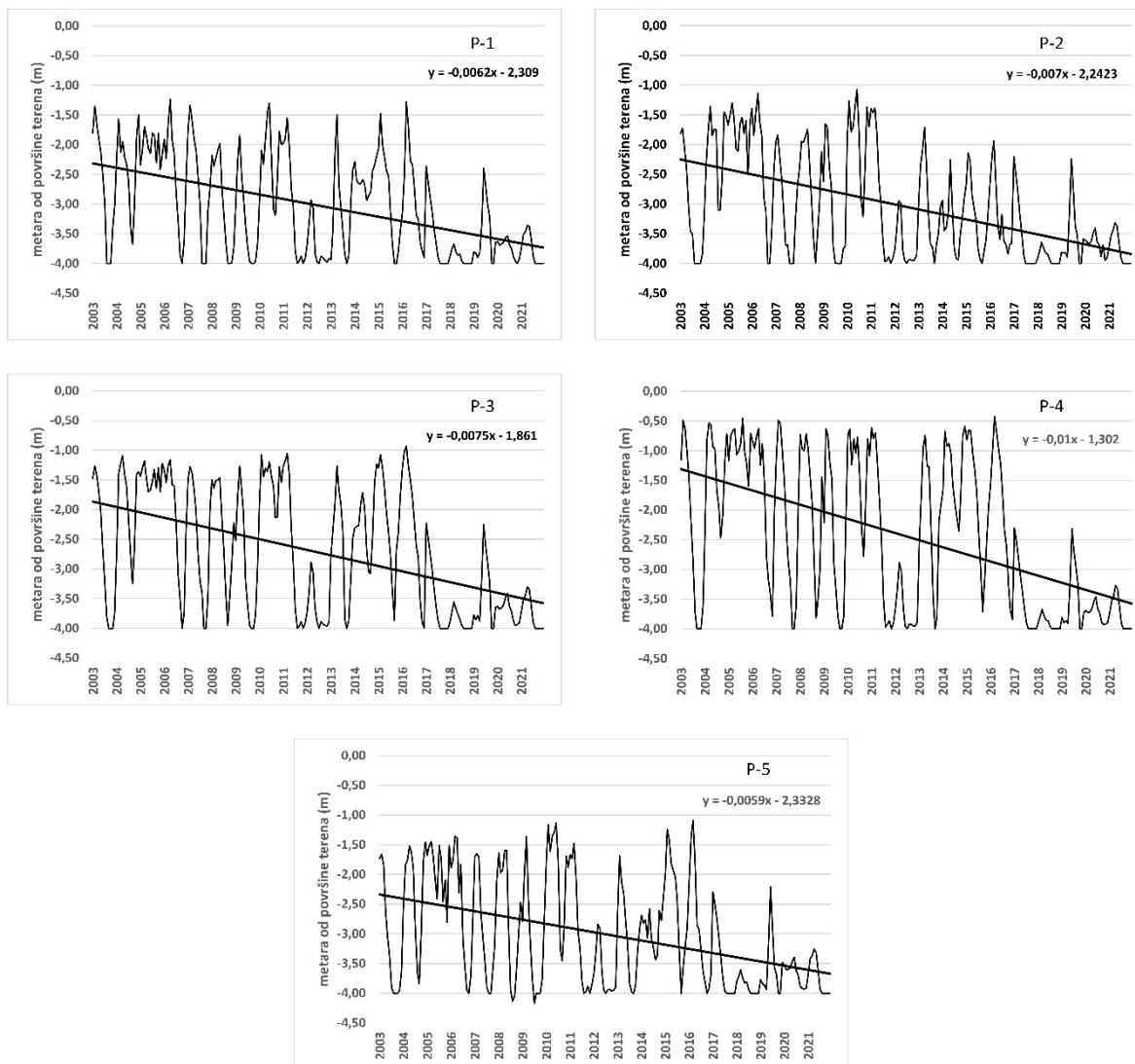


Slika 5. Prosječne mjesečne vrijednosti vodostaja rijeke Save (2012-2021; m n.m.)

### Dinamika podzemnih voda na području istraživanja

Na slici 6 prikazana je dinamika srednjih mjesečnih vrijednosti razine podzemne vode u hidropedološkim piezometrima (4 m dubine) na području istraživanja (2003-2021). Temeljem prikazanoga uočljiv je godišnji trend sniženja razine podzemne vode kako slijedi (P-1: 7,4 cm godišnje; P-2: 8,4 cm godišnje; P-3: 9,0 cm godišnje; P-4:

12,0 cm godišnje; P-5:7,1 cm godišnje), odnosno prosječno godišnje sniženje razine podzemne vode od 8,8 cm.

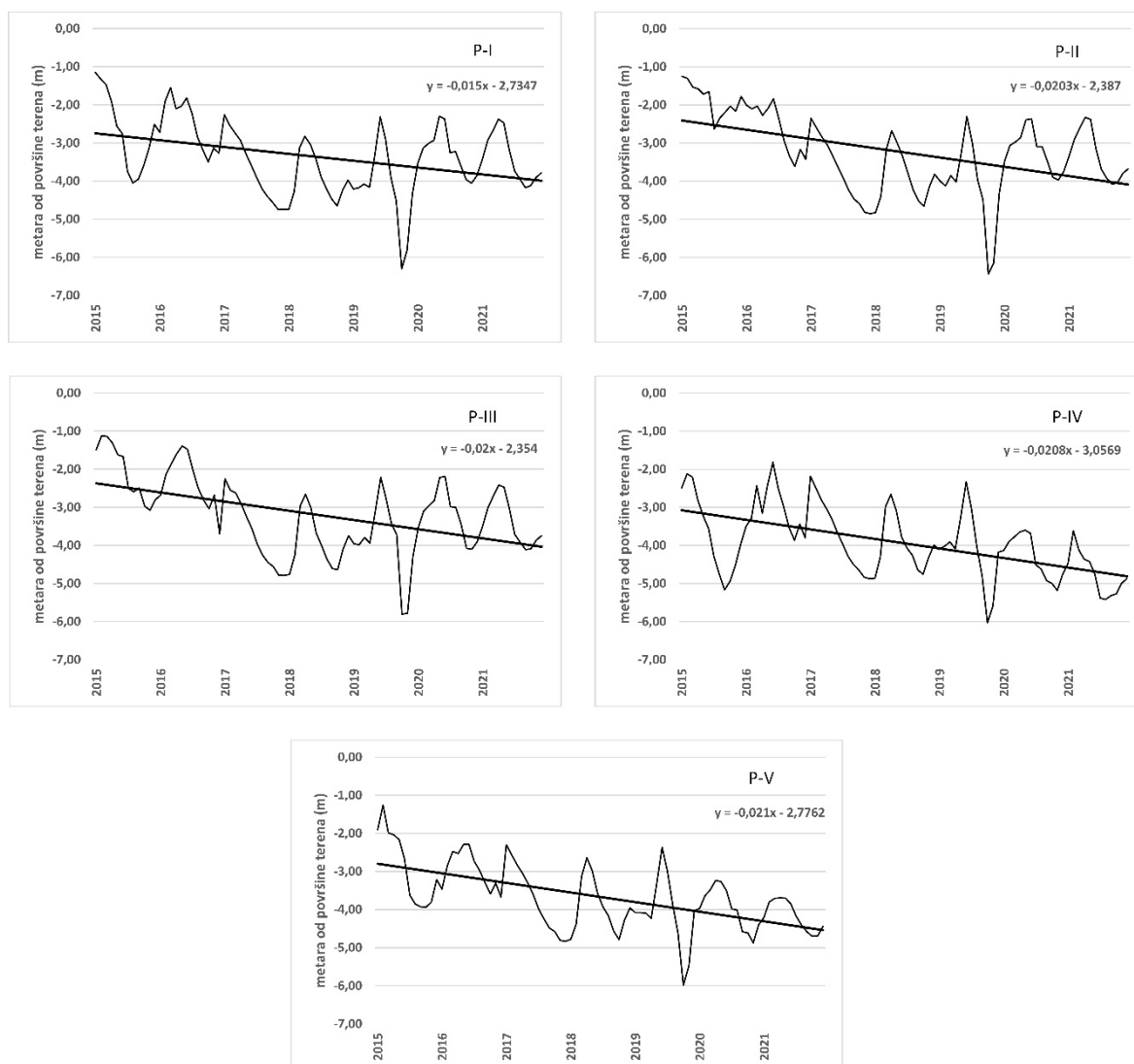


Slika 6. Dinamika srednjih mjesečnih vrijednosti razine podzemne vode u hidropedološkim piezometrima (4 m dubine) na području istraživanja

Valja naglasiti da se na ovim piezometrima mjerenje moglo vršiti samo dok razina podzemne vode ne padne ispod 4 m dubine od površine terena. Zbog sve učestalije pojave sniženja razine podzemne vode ispod 4 m dubine u odnosu na površinu terena, 2014. godine na području istraživanja ugrađeno je 5 dodatnih vrlo dubokih piezometara dubine 15 m.

Iz formula trenda (slika 7) na ovim vrlo dubokim piezometrima može se iščitati godišnji trend sniženja razine podzemne vode kako slijedi (P-I: 18,0 cm godišnje; P-II: 24,4 cm godišnje; P-III: 24,0 cm godišnje; P-IV: 25,0 cm godišnje; P-V: 25,2 cm godišnje), odnosno prosječno sniženje razine podzemne vode na motrenom području od 23,3 cm godišnje.

Primjetno je kako su vrijednosti trenda sniženja razine podzemne vode u vrlo dubokim piezometrima zamjetno više u odnosu na hidropedološke piezometre, što je povezano i s kraćim vremenom motrenja (2015-2021). Dakle, kada se u razmatranje uzme samo posljednjih 7 godina opažanja (2015-2021) na hidropedološkim piezometrima od 4 m dubine dobije se prosječno godišnje sniženje razine podzemne vode na području istraživanja od 22,7 cm, a na vrlo dubokim piezometrima (15 m dubine) 23,3 cm godišnje. Ovo ubrzanje trenda sniženja razine podzemnih voda kako u talnom, a isto tako i u podtalnom dijelu vodonosnika je posebno zabrinjavajuće jer ukazuje na sve brže i jače isušivanje soluma poljoprivrednih tala.



Slika 7. Dinamika srednjih mjesečnih vrijednosti razine podzemne vode u vrlo dubokim piezometrima (15 m dubine) na području istraživanja

### Zaključak

Višegodišnja istraživanja s kontinuiranim praćenjem (monitoringom) razine podzemnih voda u pedosfernom (talnom) do 4 m dubine, kao i u podtalnom dijelu do 15 m dubine ukazuju na trend njihovog sniženja (opadanja).

Trend sniženja razine podzemnih voda na istraživanom području Biđ-bosutskog polja posebno je prisutan i zabrinjavajući u posljednjem intervalu monitoringa, odnosno u razdoblju od 2015-2021. godine.

Ova negativna pojava povezna je s većim brojem čimbenika od čega prednjače klimatski i hidrološki, a posebice hidrogeološki čimbenici vezani za sve izraženiji drenirajući, a sve slabiji prihranjujući utjecaj glavnog vodotoka područja, rijeke Save.

Rješenje navedene problematike valja tražiti kroz ažurnu primjenu Melioracijskog kanala Biđ-bosutskog polja, u vidu oplemenjivanja malih voda i kroz navodnjavanje uzgajanih poljoprivrednih kultura.

## Napomena

Istraživanja neophodna za ovaj rad dio su Projekta (evid. broj ugovora: 10-041/19) kojeg financiraju Hrvatske vode, Zagreb. Ime Projekta: Monitoring vodnog režima poljoprivrednih tala i kakvoće voda na području dovodnog melioracijskog kanala za navodnjavanje Biđ-bosutskog polja; broj projekta: 0-14-10).

## Literatura

- Askri B., Ahmed A.T., Abichou T., Bouhlila R. (2014). Effects of shallow water table, salinity and frequency of irrigation water on the date palm water use. *Journal of Hydrology*. 513: 81–90.
- Asmuth J., Knotters M. (2004). Characterising groundwater dynamics based on a system identification approach. *Journal of Hydrology*. 296: 118–134.
- Baker V.R., Kochel R.C., Patton P.C. (1988). *Flood Geomorphology*, Wiley, New York.
- Bonacci O. (2019). Hidrološki vidovi prihranjivanja krških vodonosnika. Nacionalna radionica Interreg Central Europe Deepwater-Ce. Komiža, Hrvatska.
- Chen X., Hu, Q. (2004). Groundwater influences on soil moisture and surface evaporation. *Journal of Hydrology*. 297 (1-4): 285–300.
- Farzana R., Ondrasek G., Islam M.S., Maina J.M., Beaumont L.J. (2021). Combined Impacts of Climate and Land Use Changes on Long-Term Streamflow in the Upper Halda Basin, Bangladesh. *Sustainability*. 13 (21): 12067.
- Franssen HJ. (2009). The impact of climate change on groundwater resources. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*. 1: 241-254.
- Jarrett, R.D. (1991). Paleohydrology and its value in estimating floods and droughts National Water Summary 1988–89. In: Paulson, R.W., Chase, E.B., Roberts, R.S., Moody, D.W. (Eds.), *Hydrologic Events and Floods and Droughts*, U.S. Geological Survey Water-Supply Paper 2375, pp. 105–116.
- Karimov A.K., Šimůnek J., Hanjra M.A., Avliyakov M., Forkutsa I. (2014). Effects of the shallow water table on water use of winter wheat and ecosystem health: Implications for unlocking the potential of groundwater in the Fergana Valley (Central Asia). *Agric. Water Manag.* 131: 57–69.
- Kroes J.G., Wesseling J.G., Van Dam, J.C. (2000). Integrated modelling of the soil-water-atmosphere-plant system using the model SWAP 2.0 an overview of theory and an application. *Hydrol. Processes*. 14(11/12): 1993–2002.
- Mustać I., Petošić D., Gjetvaj G., Filipović V. (2011). Groundwater Dynamics in Drained Soils of the Biđ-field District. *ACS. Agriculturae conspectus scintificus*. 76 (1): 41-47.
- Perčec Tadić M, Gajić-Čapka M, Zaninović K, Cindrić K. (2014). Drought Vulnerability in Croatia. *Agriculturae Conspectus Scientificus*. 79 (1): 31-38.
- Petošić, D. (2002): Vodni režim i stanje tla na području donjeg toka kanala Dunav – Sava, s monitoringom, studija. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za melioracije, Zagreb.
- Petošić D., Tomić F., Dolanjski D., Stričević I., Mustać I., Romić D., Šimunić I., Romić M., Rus B., Kondres N., Maurović N., Ondrašek G., Tonković S. (2004). Vodni režim i stanje tala u donjem toku Višenamjenskog kanala Dunav-Sava za 2003. godinu, (izvješće). Agronomski fakultet Zagreb, Zavod za melioracije, Zagreb.

# Characteristics of groundwater dynamics in the Biđ-Bosut field

## Abstract

The aim of the paper is to show the dynamics of groundwaters in the Biđ-Bosut field, located in Eastern Slavonia. During research period (2003-2021), a mild trend of an increase in annual precipitation by 0.06 mm per year was noted, whereas average monthly air temperatures exhibited a rising trend of 0.094 °C per year. Monitoring data of the groundwater level in the 4 m deep aquifer during the research period (2003-2021) shows an average lowering trend of 8.8 cm per year. Also, since 2015, the groundwater level in the 15 m deep aquifer has been monitored, and the measured values (2015-2021) show an average lowering trend of 23.3 cm per year. For the same seven-year period, the trend of lowering the groundwater level in the 4 m deep aquifer is 22.7 cm per year.

**Keywords:** groundwater dynamics, level lowering, piezometer, agriculture, trend analysis