

OSMATRANJE PROTICAJA VODE KOD JEZERA SLIČNIH PALIČKOM JEZERU

Lajoš HOVANJ
Univerzitet u Novom Sadu, Građevinski fakultet u Subotici,
Katedra za hidrotehniku i vodno inženjerstvo okoline

REZIME

Izradom *Hronologije promena stanja sliva Paličkog jezera* utvrđeni su periodi kada su bili nepromenjeni uslovi doticaja vode na sliv i oticaja sa sliva Paličkog jezera. Prvi je trajao u periodu 1470-1526. godine, a osmi je praćen do početka izgradnje novog prečistača upotrebljene vode Subotice, 2005. godine. Analizom stanja tokom ovih homogenih perioda utvrđena je granica sliva površine 107-130,3 km². Na osnovu predloga za uspostavljanje sistema osmatranja proticaja dovoda vode u jezero i odvoda voda iz jezera (bez razmatranja uticaja promena padavina na slivu), saglasno sa ciljem ovog rada, analizirana su istraživanja sličnih sistema osmatranja, čiji rezultati će se koristiti tokom savremenog modeliranja slivova površinskih voda sličnih Paličkom jezeru.

Ključne reči: Paličko jezero, granica sliva, dotok vode u jezero, odvod voda iz jezera, merenje

1. UVOD

Pregledom dokumenata istorijskih arhiva iz Subotice, Budimpešte i Estergoma (Esztergom) u Mađarskoj, zbirke projekata subotičkih preduzeća, objavljenih radova (njihov spisak obuhvata 100 strana u objavljenoj knjizi) i obilaskom terena (tokom izvođenja raznih objekata) izrađena je *Hronologija promena stanja sliva Paličkog jezera* (Hovanj, 2016). U Hronologiji je dat pregled događaja do početka izgradnje novog prečistača kanalizacione vode grada 2005. godine.

Originalni podaci u vezi voda na slivu Paličkog jezera potiču sa kraja XVII veka, a najraniji podaci, koje su sačuvali navodi kasnijih radova, iz XV/XVI veka. Površinske vode sliva su se menjale tokom analiziranog perioda vremena.

Sa hidrološko-hidrauličkog stanovišta homogenim periodom sliva Paličkog jezera smatra se stanje nepromenjenih uslova doticaja vode na sliv i oticaja sa sliva. Pregledom izvedenih radova utvrđeni su hidrotehnički radovi kapitalni za razdvajanje homogenih perioda sliva: izolovanje dela sliva za odvod vode u jezero, pa time i prestanak rada odvodnog kanala Paulova bara (1470-1526), izgradnja odvodnog kanala Bege (12. april/14. jun 1817) i dovodnog Kelebijskog kanala (19. april 1848), godišnji dovod vode na sliv jezera, iz bušenih bunara sistema vodovoda, sa barem 3% zapremine jezera (1. januar 1963), tokom preuređenja jezera početak ispuštanja vode iz jezera (1. avgust 1971) i završetak punjenja vodom uređenog jezera (8. mart 1977), te izgradnja dovodnog kanala Orom-Palić (11. jul 1995). Prema tome, utvrđeno je osam homogenih perioda sliva Paličkog jezera.

Upoređenjem stanja sliva Paličkog jezera tokom ispitivanih osam homogenih perioda može da se zaključiti:

- a) u vezi homogenih perioda: ●homogene periode razgraničavaju izvođeni kapitalni hidrotehnički radovi u pogledu dovoda vode na sliv, ili odvoda vode sa sliva, ●zbog odvoda vode iz Paličkog jezera kanalom Paulova bara u prvom homogenom periodu (do 1470-1526. godine), tokom ispitivanih homogenih perioda stanje jezera nije bilo prirodno, ●stanja površinskih voda sliva su se menjala prema potrebama stanovništva – na početku u udolini koja preseca grad, a na preostalom delu sliva to je još u toku, i
- b) u vezi površine sliva jezera: ●površina dela sliva, odakle je voda slivanjem po površini terena dospevala u jezero, tokom homogenih perioda nije se menjala, ●vododelnica dela sliva odakle se jezero snabdevalo filtracijom podzemne vode kroz tlo se javlja u obliku pojasa; bila je najverovatnije na istoj trasi i pre osmatranih perioda, ●vrednost utvrđene površine sliva za osmatrane homogene periode (107-130,3 km²) važi

najverovatnije i za homogene periode do 1470-1526 (sa dela teritorije površinskog sliva voda nije bila odvedena u Palićko jezero), 1470/1526-12.4/14.6.1817. i 12.4/14.6.1817-19.4.1848. godine.

Na osnovu predloga za uspostavljanje sistema osmatranja proticaja dovoda vode u jezero i odvoda voda iz jezera (bez razmatranja uticaja promena padavina na slivu), cilj ovog rada je sastavljanje spiska radova u vezi utvrđivanja sličnih sistema osmatranja, čiji rezultati će se koristiti tokom savremenog modelisanja slivova površinskih voda sličnih Palićkom jezeru.

2. OSMATRANJE PROTICAJA VODE KOD PALIĆKOG JEZERA

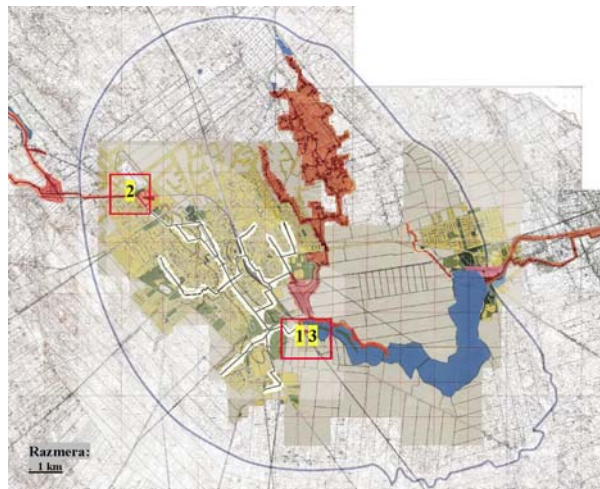
Sistem osmatranja proticaja vode kod Palićkog jezera treba da omogući praćenje promene proticaja na dotoku vode u jezero i na odvodu vode iz jezera. Jezero se osim padavina snabdeva sistemima kanala i kanalizacije, te podzemnom vodom, a iz jezera voda se gubi (osim isparavanja) infiltracijom i odvodom u Obodni kanal i kanal Palić-Ludaš.

2.1. Osmatranje proticaja vode na sistemima kanala i kanalizacije za dovod vode u jezero

Prvi merač proticaja vode sistema kanalizacije grada je postavljen na glavni kolektor, Tompsonov preliv kod propusta željezničke pruge Subotica-Senta (Slika 1) (*Rezniček, Seleši, 1971*). Tokom 2. juna-20. jula 1971. godine proticaj vode se menjao između 0,1 i 0,5 m³/s. Projekat merača je sada nepoznat.

Na Kelebijskom kanalu, trasom kroz Bajske vinograde, zapadno od raskrsnice Halaškog puta i željezničke pruge Subotica-Baja, izgrađen je Paršalov merač proticaja vode (od 5. juna do kraja 1972. g) (Slika 1) (*Pantelić, 1971*). Projektovan je za dijapazon proticaja 0,001÷0,36 m³/s, sa širinom suženog dela 0,25 m. Meranjem dubine uzvodno od suženja (h_a) i u suženju (h_b), te proračunom odnosa $K=h_b/h_a$ na osnovu zadatog dijagrama utvrđuje se proticaj vode. Vreme i rezultati merenja su sada nepoznati. Od prestanka rada Kelebijskog kanala merač je u napuštenom stanju.

U sklopu uređaja za prečišćavanje kanalizacione vode grada izgrađen je Paršalov merač proticaja vode (1974-1975) (Slika 1) (*Cinkler, 1972a*). Projektovan je za dijapazon proticaja 0,004÷1,15 m³/s, s širinom suženog dela 0,75 m. Suženje je greškom izvedeno nesimetrično.

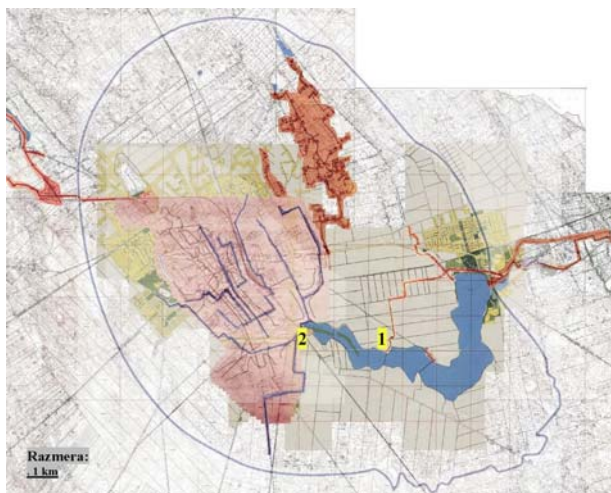


Slika 1. Sistemi kanala i kolektora na slivu Palićkog jezera, tokom homogenog perioda od 1. avgusta 1971. do 8. marta 1977. godine (*Savezna geodetska uprava SFRJ 1968 god. Razmera 1:5000. Listovi: Subotica-1-7 i Subotica-11-50*; kao i Lit. [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 29]).

Plava linija – granica najveće površine sliva Palićkog jezera. Oznake: 1 – lokacija Tompsonovog preliva na glavnom kolektoru, kod željezničke pruge Subotica-Senta, 2 – lokacija Paršalovog merača proticaja vode na Kelebijskom kanalu, 3 – lokacija Paršalovog merača proticaja vode na uređaju za prečišćavanje kanalizacione vode grada

Na fizičkom modelu, izgrađenom u hidrauličkoj laboratoriji Građevinskog fakulteta u Subotici, za dijapazon proticaja 0,1÷1 m³/s utvrđena je kriva proticaja pri nepotopljenom tečenju u suženju (1988) (*Fabian, Hovanj, Kolaković, 1988*). Predložena je ugradnja kontinualnog merača dubine vode tačnosti ±2 mm, koji bi omogućio utvrđivanje proticaja vode s greškom manjom od ±1,5%. Na odvodima vode iz naknadnih taložnika (po etapama izgradnje), u lagunu br. 1 uređenog Palićkog jezera, projektovana su dva suženja za merenje proticaja vode (1988) (Slika 2). Merači proticaja nisu korišćeni. Protekla zapremina vode je procenjena na osnovu kapaciteta i vremena rada crpnih agregata.

Na nizvodnom kraju kanala Orom-Palić izgrađen je oštroični preliv sa kontinualnim merenjem proticaja vode (1992-1994) (Slika 3) (*Tomanović, 1991*). Merač proticaja je uvršten u *Pravilnik o eksploataciji podsistema Tisa-Palić* (Likić, 1998).



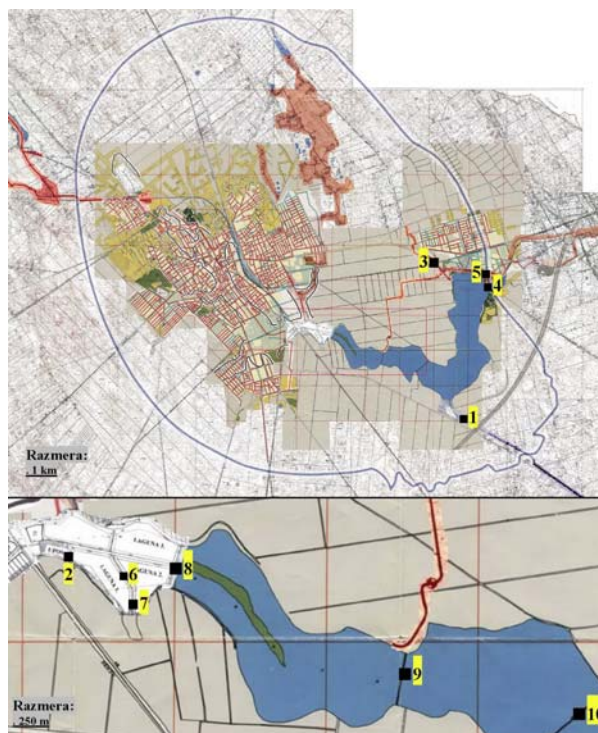
Slika 2. Sistem kanala i kolektora na slivu Palićkog jezera, tokom homogenog perioda od 8. marta 1977. do 11. jula 1995. godine (Savezna geodetska uprava SFRJ 1968 god. Razmera 1:5000. Listovi: Subotica-1-7 i Subotica-11-50; Lit. [13, 14, 15, 16, 17, 18, 29]. Plava linija – granica najveće površine sliva Palićkog jezera. 1 – lokacija crpne stanice na Obodnom kanalu, 2 – lokacija crpne stanice, te Paršalovog merača proticaja vode i dva projektovana suženja na odvodnim kanalima naknadnih taložnika na uređaju za prečišćavanje kanalizacione vode grada

Na kanalu Tapšo pogodna lokacija za osmatranje proticaja vode je utvrđena kod propusta željezničke pruge Subotica-Segedin (Slika 3) (Bičkei, Hovanj, 2002). Za osmatranje proticaja vode predložena je kalibracija merene brzine senzorom, na bazi Doplerovog efekta u propustu, uz održavanje propusta.

Tokom pljuskova ili otapanja snega, za akumulisanje vode gradske kanalizacije većeg proticaja od kapaciteta prvog prečišćavača (27000 m³/dan), koristio se nizvodni deo glavnog kolektora (Benak, 1998). Bajpasom (crpna stanica i cev prečnika 80 cm) bez prečišćavanja se upuštao deo akumulisane vode u lagunu br. 3 (od 1998. godine) (Slika 3). Izgradnjom ovog bajpasa prekinut je rad drugog bajpasa (cev prečnika 60 cm i otvoreni kanal), za dovod vode u retenziju za atmosfersku vodu (izgrađenu između marta 1983. i oktobra 1986. godine) (Cinkler, 1986). U okviru novog uređaja za prečišćavanje kanalizacione vode grada, predviđen je prekid rada bajpasa.

U uređeno Palićko jezero voda se dovodi glavnim kolektorom, kanalom Tapšo i kanalom Orom-Palić (Slika 3). Osmatranje proticaja je rešeno na kanalu

Orom-Palić, a za osmatranje na kanalu Tapšo je dat predlog. Merenje proticaja odvedene vode, iz novog uređaja za prečišćavanje kanalizacione vode grada rešeno je u okviru proširenja uređaja.



Slika 3. Lokacija postojećih i predloženih merača proticaja vode kod Palićkog jezera. Oznake: 1 – lokacija oštroičnog preliva na kanalu Orom-Palić, 2 – lokacija potrebnog merača proticaja na prečišćavaču kanalizacione vode grada, 3 – lokacija potrebnog merača proticaja na kanalu Tapšo, kod željezničke pruge Subotica-Segedin, 4 – lokacija ulazne građevine kanala Palić-Ludaš, 5 – lokacija potrebnog merača proticaja vode na zacevljenom delu Obodnog kanala, 6 – lokacija paralelnih cevi između lagune br. 1 i 2, 7 – lokacija izbetoniranog, pravougaonog otvora na nasipu, 8 – lokacija preliva između laguna br. 2 i 3 i II sektora, 9 – lokacija ustave između II i III sektora, 10 – lokacija preliva i ustave između III i IV sektora.

2.2. Osmatranje proticaja vode na kanalima za odvod vode iz jezera

Prva procena proticaja vode na kanalu Bege izvršena je 19. maja 1911. godine. Rezultat procene je sada nepoznat.

Pravilnikom o eksploataciji podsistema Tisa-Palić utvrđena je lokacija za merenje proticaja vode na

uzvodnom kraju kanala Palić-Ludaš, kod izliva vode iz Palićkog jezera (1998) (Slika 3) (Likić, 1998). Za merno mesto kod šandorgrede, za regulaciju nivoa vode jezera zadat je dijagram *Krive propusne moći za oštroični preliv na ispustu iz Palića u Krvavo Jezero (u zavisnosti od širine preliva – b)*. Merno mesto nije korišćeno.

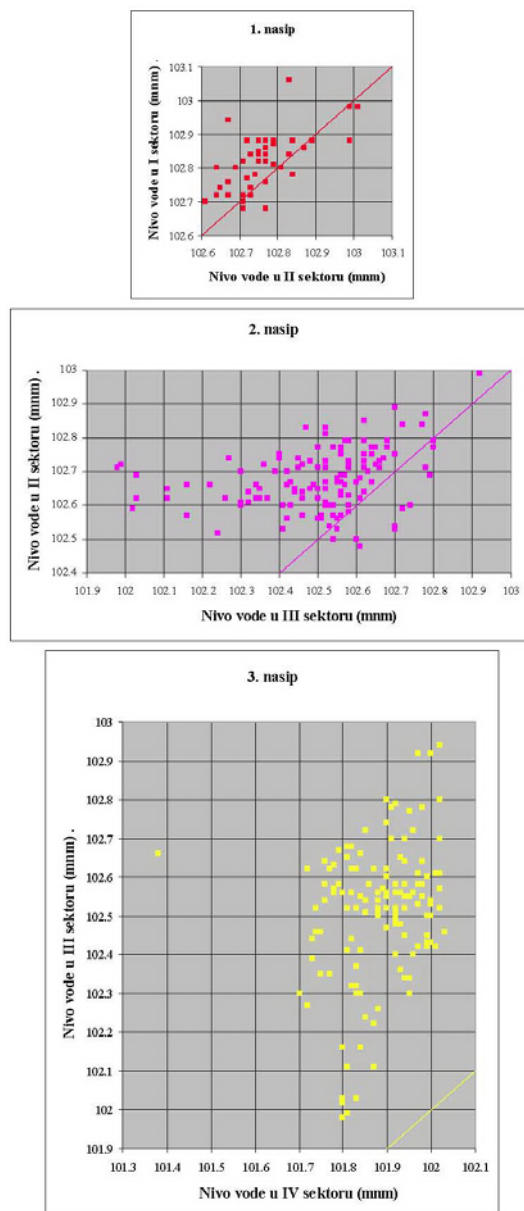
Tokom 1981–1990. godine meren je proticaj odvoda vode Obodnim kanalom, iz II sektora Palićkog jezera, u kanal Palić-Ludaš (Slika 2). Zapremina vode je izračunata na osnovu kapaciteta i dužine rada crpke za prepumpavanje vode. Merač proticaja na Obodnom kanalu u projektu nije bio predviđen.

Iz uređenog Palićkog jezera voda se odvodi Obodnim kanalom iz II sektora i kanalom Palić-Ludaš iz IV sektora. Uz utvrđivanje, na fizičkom modelu pravilnikom usvojene krive proticaja za kanal Palić-Ludaš, te merenjem proticaja vode Obodnog kanala (na pr. na zacevljenom delu kanala elektromagnetnim meračem proticaja), može da se reši problem osmatranja proticaja odvoda vode iz jezera (Slika 3).

2.3. Osmatranje proticaja vode između sektora jezera

Za merenje proticaja vode između laguna i sektora jezera nisu projektovani merači proticaja. Voda iz lagune br. 1 u lagunu br. 2 protiče na dva mesta: ● kroz dve cevi prečnika 60 cm, ugrađene u nasip, te ● kroz izbetonirani otvor na nasipu, širine 1 m, izgrađen južno od cevi (2004) (Slika 3) (Informacija dobijena u subotičkom komunalnom preduzeću „Vodovod i kanalizacija”, od Aleksandre Kurteš 3. januara 2008. godine). Iz lagune br. 2 i 3 kanalom (pravougaonog poprečnog preseka, širine 1 m, kote dna 101,7 mm, snabdevenog ustavama, ugrađenog u 1. nasip) voda se preliva u II sektor (Cinkler, 1972b). Između II i III sektora, u 2. nasip, ugrađen je kanal pravougaonog poprečnog preseka (širine 1 m, kote dna 101,7 mm), snabdeven ustavom. Projektom predviđena dva prelivna polja nisu izvedena. Između III i IV sektora, u 3. nasipu, ugrađeni su preliv (kanal pravougaonog poprečnog preseka, širine 2×3 m, kote dna 102,7 mm) i kanal pravougaonog poprečnog preseka (širine 1 m, kote dna 101,5 mm), snabdeven ustavom. Dijapazoni nivoa voda po sektorima su definisani u *Pravilniku o eksploataciji podsistema Tisa-Palić*: od 1. oktobra do 30. aprila (I sektor 102,1–102,8 mm, II i III sektor 102,1–102,6 mm, IV sektor 101,7–101,9 mm) i od 1. maja do 30. septembra (I, II i III sektor 102,6–102,8 mm, IV sektor 101,9–102,1 mm) (Likić, 1998).

Tokom dnevnog osmatranja od 7. novembra 1978. do 31. jula 1988. godine, dijapazoni promena nivoa vode u sektorima bili su: za I sektor 102,65–103,06 mm, za II sektor 102,27–103,01 mm, za III sektor 101,98–102,94 mm, te za IV sektor 101,38–102,05 mm. Pošto su nivoi vode u I sektoru kod 1. nasipa, u II sektoru kod 2. nasipa i u III sektoru kod 3. nasipa bili veći od kote dna kanala snabdevenih ustavama, kanali su mogli kontinualno da rade (Slika 4).



Slika 4. Osmatrani nivoi vode u sektorima (od 7. novembra 1978. do 31. jula 1988. godine) kod 1., 2. i 3. nasipa

Kod 1. i 2. nasipa bili su periodi sa zatvorenim ustavom (tačke desno od kose linije), a kod 3. nasipa radili su i prelive (pri nivoima vode većim od 102,7 mm). Strujanje vode u kanalima snabdevenim ustavama bilo je najverovatnije najčešće potopljeno, a prelivanje kod 3. nasipa bilo je nepotopljeno.

U sektorima jezera trebalo bi organizovati osmatranje proticaja kod 1. i 2. nasipa, npr. kalibracijom merene brzine, senzorom na bazi Doplerovog efekta (Slika 3). Kod 3. nasipa krive proticaja preliva i kanala snabdevenog ustavom trebalo bi utvrditi modelskim ispitivanjem nepotopljenog prelivanja i strujanja vode u kanalu.

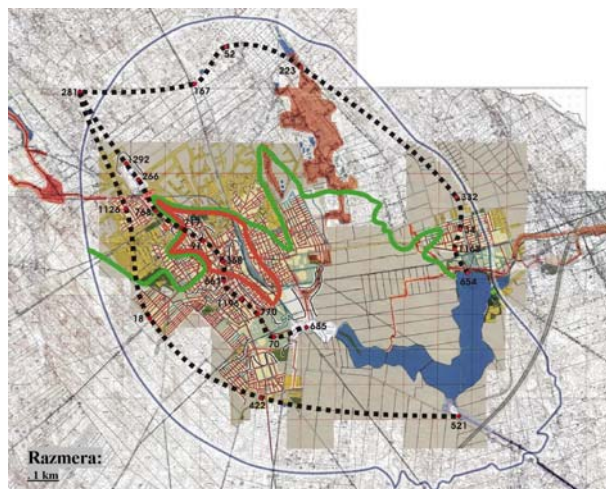
2.4. Sistem osmatranja nivoa podzemne vode kopanih bunara

Sistemom osmatranja nivoa podzemne vode kopanih bunara treba omogućiti utvrđivanje dotoka podzemne vode u uređeno Palićko jezero i infiltraciju vode iz jezera.

Postojanje izvora u Palićkom jezeru (1844, 1847, 1863, 1948) dokazuje da se jezero snabdevalo podzemnom vodom u homogenim periodima 12.4/14.6.1817-19.4.1848. i 19.4.1848-1.1.1963. godine. Lokacija mogućih izvora u koritu srednjeg dela Velikog Palića i istočnog dela Malog Palića procenjena je merenjem temperature po dubini vode jezera (1952) (Đurić, 1953; Seleši, 1969). Konstatacija i stanje nastalo tokom izmuljivanja korita jezera revidirali su ovaj zaključak: na severnom delu Velikog Palića utvrđeno je izviranje podzemne vode.

Tokom homogenih perioda 1470/1526-12.4/14.6.1817, 12.4/14.6.1817-19.4.1848. i 19.4.1848-1.1.1963. godine izviranje podzemne vode u jezeru omogućeno je i kopanjem bunara. Moguće je da je ova pojava povezana sa pojavom vodonosnog sloja pod pritiskom, ispod dna jezera, konstatovanog 1864. i 1969. godine (Rezniček, 1969).

Potreba za utvrđivanjem proticaja infiltracije podzemne vode u Palićko jezero pojavila se 1860. godine. Za sada jedini rezultat dobijen je na osnovu merenja kolorimetrijske brzine filtracije (8 cm/dan) kod Ženskoga štranda (Stojšić, Kukin, 1975). Vreme osmatranja nije poznato – najverovatnije tokom izmuljivanja IV sektora. Dotok podzemne vode kod severne obale Velikog Palića procenjen je na 40 m³/dan (14600 m³/god.). Procena dotoka podzemne vode u jezero kroz glinu (les) još nije izvršena (Slika 5).



Slika 5. Lokacija bušotine i trasa podužnih preseka (crne, isprekidane linije) geoloških karakteristika tla na slivu Palićkog jezera

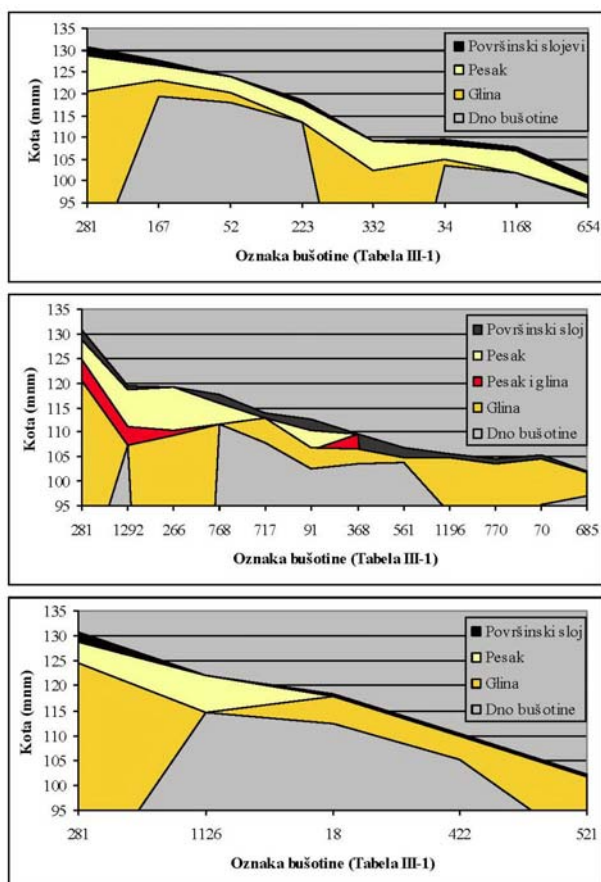
Napomena:

- na teritoriji severno od zelene linije vodonosni sloj kopanih bunara je pesak,
- na teritoriji omeđenoj crvenom linijom vodonosni sloj kopanih bunara je mešavina peska i gline (les), te
- na teritoriji južno od zelene i crvene linije vodonosni sloj kopanih bunara je glina (les)

Infiltracija vode iz Palićkog jezera na istočnom delu Velikog Palića konstatovana je na osnovu rezultata merenja nivoa podzemne vode. Sistem osmatranih tačaka činila su tri kopana bunara, koja su bila osmatrana tokom homogenih perioda 19.4.1848-1.1.1963 (DTD 22, DTD 25), 1.1.1963÷1.8.1971 i 1.8.1971÷8.3.1977 (DTD 25), 8.3.1977÷11.7.1995 (DTD 25, kopani bunar br. 61) i od 11.7.1995. godine (kopani bunar br. 61). Proticaj infiltracije vode iz IV sektora (između Krvavog jezera i Velikog pojilišta) nije utvrđen.

Osmatranje dotoka podzemne vode u jezero i infiltraciju vode iz jezera moguće je organizovati osmatranjem nivoa vode na slivu jezera, pa posle verifikacije računskog modela, proračunom filtracije vode.

Vodonosni slojevi kopanih bunara su pesak, glina (les) i njihova mešavina (Slike 5 i 6). Potvrđeno je zapažanje da se vodonosni sloj od peska, na severnoj polovini sliva jezera, spaja na severni deo IV sektora (1972, 1975). Vodonosni sloj je muljeviti pesak na prašinstoj glini.



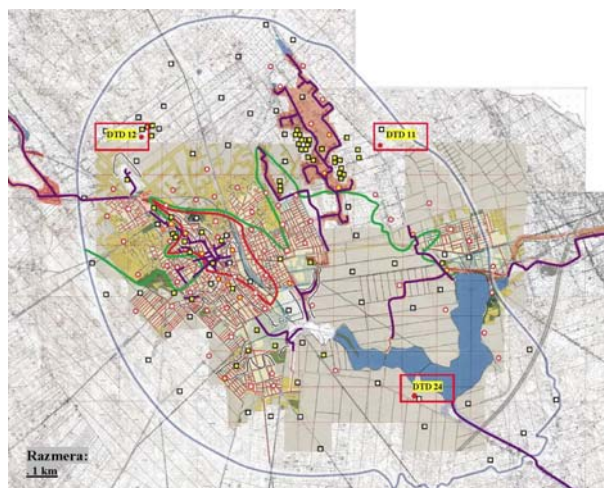
Slika 6. Podužni presezi za geološke karakteristike tla na slivu Paličkog jezera

Iz predloženog sistema osmatranja nivoa podzemne vode izostavljena je grupa osmatranih kopanih bunara, pošto je utvrđena slaba veza između promena nivoa Paličkog jezera i bunara (DTD 11 i DTD 12 – 1.1.1963-1.8.1971), ili je utvrđena bar značajna negativna korelacija nivoa vode bunara i jezera (DTD 11 i DTD 24 – 1.8.1971-8.3.1977) (Slika 7).

Od osmatranih tačaka samo su za pijezometre (bušene za zamenu kopanih bunara br. 1, 3, 6, 14, 17, 23, 26, 28, 33, 52 i 58) poznate geološke karakteristike vodonosnih slojeva. Dubina bunara i bušotine pijezometara su različite. Pošto je korelacija između promena nivoa vode u kopanim bunarima i pijezometrima bila barem tesna, bunari i pijezometri su prikazali nivo vode međusobno povezanih vodonosnih slojeva. Dubina novih pijezometara može da se proceni na osnovu rezultata izvršenih geomehaničkih ispitivanja.

U udolini koja preseca teritoriju grada, tokom homogenih perioda 1470/1526-12.4/14.6.1817, 12.4/14.6.1817-19.4.1848. i 19.4.1848-1.1.1963. godine, došlo je do izviranja podzemne vode. U predloženom sistemu lokacija tačaka za osmatranje promena nivoa podzemne vode na teritoriji udoline utvrđena je na osnovu lokacija površinskih voda.

Osmatranje nivoa podzemne vode na neurbanizovanom delu sliva vršeno je i na teritoriji Radanovca (severno-severoistočno-istočno od grada). Prema analizi, koeficijent korelacije bunara DTD 5a je bio na teritoriji jedne mlake. Tokom izgradnje sistema Radanovačkih kanala, utvrđen je sloj kreča ispod dna korita mlake.



Slika 7. Sistem osmatranih kopanih bunara (krugovi oivičeni crvenom linijom) i pijezometara (kvadrati oivičeni crvenom linijom), lokacija predloženih pijezometara (kvadrati oivičeni crnom linijom), osmatrani kopani bunari, čije dalje osmatranje se ne predlaže (crvene tačke), te kopani bunari i pijezometri na teritoriji površinskih voda (krugovi i kvadrati obojenih žutom bojom) na slivu Paličkog jezera za stanje sliva tokom homogenog perioda od 11.7.1995. godine. Oznake: plava linija – granica najveće površine sliva Paličkog jezera, ljubičasta linija – otvoreni, zemljani kanali, zasvođeni, zidani kanali i kanali bez dna.

Napomena:

- na teritoriji severno od zelene linije vodonosni sloj kopanih bunara je pesak,
- na teritoriji omeđenoj crvenom linijom vodonosni sloj kopanih bunara je mešavina peska i gline (les), te
- na teritoriji južno od zelene i crvene linije vodonosni sloj kopanih bunara je glina (les)

Sloj kreča je najverovatnije koritastog oblika, s ivicom ispod nivoa terena, pa je podzemna voda sistemom kanala nepresečenih mlaka, povezana sa podzemnom vodom kopanih bunara nivoom vode iznad ivice korita sloja kreča. Predloženi sistem omogućava utvrđivanje i ove specifičnosti na teritoriji Radanovca i severozapadno od grada (Jendečina i još tri podvodna terena): na teritoriji svake mlake i pored mlake predviđen je po jedan pijezometar. Potrebnu dubinu pijezometra na mlaci (do sloja kreča) treba utvrditi tokom izgradnje. Pošto sistem Radanovačkih kanala odvodjava deo mlaka na teritoriji Radanovca, iz osmatranja nivoa podzemne vode izostavljene su odvodnjavane mlake.

Na delu sliva izvan lokacije površinskih voda, uz lokacije osmatranih bunara i pijezometara, analizirane su lokacije trase pijezometarske linije (125, 120, 115, 110, 105, 101 i 100 mm) za ispitivane homogene periode 19.4.1848-1.1.1963, 1.1.1963-1.8.1971, 1.8.1971-8.3.1977, 8.3.1977-11.7.1995. i od 11.7.1995. godine. Novi pijezometri duž tih linija su dopunili već osmatrani sistem kopanih bunara i pijezometara. Kod predloženog sistema tačaka za osmatranje promena nivoa podzemne vode, uzeta je u obzir i linija vododelnice sliva Palićkog jezera i granica između vodonosnih slojeva freatske vode.

Istovremenim osmatranjem nivoa vode u sektorima Palićkog jezera i u sistemima kanala (otvoreni, zemljani kanali) i kanalizacije (zasvođeni, zidani kanali i kanali bez dna), te osmatranjem nivoa podzemne vode sistema kopanih bunara i pijezometara, uz proračun filtracije podzemne vode, može da se utvrdi dotok podzemne vode u jezero i infiltracija vode iz jezera (bez uticaja padavina).

3. ZAKLJUČAK

U skladu sa ciljem istraživanja promena stanja sliva Palićkog jezera, za utvrđivanje mreže osmatranja proticaja u vezi upravljanja voda na slivovima sličnih Palićkom jezeru, predlaže se rešenje sledećih problema:

I) na osnovu identifikacije vremena izvođenja kapitalnih hidrotehničkih radova, utvrditi homogene periode sliva jezera,

II) pregledom postojećih podataka u vezi visinskog karaktera okoline jezera, definisati teritoriju sliva odakle voda slivanjem po površini terena dospeva u jezero,

III) proračunom koeficijenta korelacije promene nivoa podzemne vode kopanih bunara i jezera utvrditi

povezanost voda kopanih bunara i jezera (posebno voditi računa o mlakama, ako ih ima), pa pojas vododelnice dela sliva odakle se jezero snabdeva filtracijom podzemne vode,

IV) analizom lokacija već regulisanih površinskih voda, trase karakteristične pijezometarske linije, linije vododelnice sliva jezera i granica između vodonosnih slojeva freatske vode, daje se predlog za izgradnju sistema osmatranja promena nivoa podzemne vode na slivu jezera (kod mlaka, ako postoje, predvideti osmatranje promena nivoa vode radi utvrđivanje ivice sloja kreča ispod dna korita mlaka),

V) sistemima merača proticaja na sistemima kanala za dovod vode u jezero i odvod vode iz jezera (ako je jezero pregrađeno u sektore onda i na spojevima sektora), kompletira se mreža osmatranja proticaja, u vezi upravljanja voda na slivovima sličnih Palićkom jezeru.

LITERATURA

- [1] Hovanj, L. (2016): Sliv jezera Palić, Istorijski arhiv i Pokret STUB, Subotica.
- [2] Reznicek J., Seleši Đ. (1972): Investiciono-tehnička dokumentacija sanacije jezera Palić i prečišćavanje zbirnih otpadnih voda grada Subotice „Isušenje i ponovno punjenje jezera Palić”. Sveska br. 1, Građevinski zavod, Subotica, E-539-1.
- [3] Reznicek, J. (1972): Obodni kanal. Glavni projekat građevinskog dela, Građevinski zavod pri VTGŠ, Subotica, E-539/II-5/1.
- [4] Cinkler R. (1974): Izmeštanje uliva kanala „Radanovačka jezera”. Glavni projekat, Institut za građevinarstvo SAP Vojvodine u Subotici, Subotica, E-539/3-4-1.
- [5] Cinkler, R. (1975): Prečišćavanje otpadnih voda grada Subotice, Vode Vojvodine, 3, s. 451-470.
- [6] Bačko, M. (1976): Kolektor „sever” – Palić. Glavni projekat, Udruženo Komunalno preduzeće OUR Vodovod, Subotica. OOUR „Vodovod i kanalizacija”, Subotica, K-31.
- [7] Bačko, M., Brčić-Kostić, L. (1976): Kanalizacija grada Subotice. Stanje i perspektiva, Vode Vojvodine, 4, s. 405-414.
- [8] Kelebijsko jezero (1977): Vodoprivredna organizacija „Severna Bačka”, Subotica, J-14-1.
- [9] Isić, M. (1983): Atmosferska kanalizacija naselja Palić. Idejno projektno rešenje atmosferske

- kanalizacije – Komplet. Palić, Institut za građevinarstvo Vojvodine, Subotica, E-2363-6.
- [10] Pantelić, P. (1971): Odvodnjavanje sliva-područja Kelebijskog jezera. Dopuna-izmena ušća. Glavni projekat. Knjiga Ia Tehnički izveštaj i grafički prilozi, DTD „Hidrozaod“, Novi Sad, O-53.
- [11] Cinkler, R. (1972a): Tehnologija prečišćavanja otpadnih voda grada Subotice, Građevinski zavod pri VTGŠ, Subotica, E-539/3-1.
- [12] Fabian, Đ.; Hovanj, L.; Kolaković, S. (1988): Dokumentacija mernih suženja na teritoriji subotičkog prečišćavača, Građevinski fakultet Subotica, Institut za hidrotehniku, Subotica.
- [13] Bačko, M. (1987): Bunari i cevovod na zapadnoj obali Palića. Investiciono tehn. dokumentacija, Institut za građevinarstvo Vojvodine, Subotica, E-1594-6.
- [14] Cinkler, R. (1980): Revizija idejnog projekta gradske kanalizacije Subotica, Institut za građevinarstvo SAP Vojvodine, E-1966/6.
- [15] Cinkler, R. (1983): UPOV Subotica II etapa izgradnje. Knjiga I Tehničko rešenje linije voda, Institut za građevinarstvo SAP Vojvodine, Subotica, E-2140-6.
- [16] Isić, E. (1987a): Kanalizacija u Ulici Mičurinovoj. I. deonica. Glavni projekat, Građevinski fakultet, Naučno-obrazovni institut za hidrotehniku, Subotica, EH-3837.
- [17] Isić, E. (1987): Generalno rešenje kanalizacije grada – Subotica. Knjiga 2: Kolektor O. Tekst. Grafički prilozi, Građevinski fakultet, Institut za građevinarstvo Vojvodine, Subotica, EH-3747/6.
- [18] Cinkler, R. (1989): Uredjaj za prečišćavanje otpadnih voda. Palić. Glavni projekat I etape I faze, Građevinski fakultet, Institut za hidrotehniku, Subotica, EH-3944.
- [19] Tomanović, A. (1991): Merač protoka vode na kanalu „Orom-Palić“, eksperimentalna deonica „Račva-Palić“. Građevinski fakultet, Institut za hidrotehniku, Beograd. In: Mirjana Simić (1992): Kanal „Orom-Palić“. Eksperimentalna deonica „Račva-Palić“. Izmena glavnog projekta. Objekti. Knjiga II sveska 2. Tekst i prilozi. „Hidrozaod DTD“, Novi Sad.
- [20] Likić, B. (1998): Pravilnik o eksploataciji podsistema Tisa-Palić, „Hidroinvest DTD“, Novi Sad.
- [21] Bičkei, Č.; Hovanj, L. (2002): Analiza mogućnosti merenja proticaja vode sa sliva Palićkog i Ludoškog jezera, In: Zbornik radova sa 13. savetovanja Jugoslovenskog društva za hidraulička istraživanja. Niš: Građevinsko-arhitektonski fakultet, s. II-147–II-153.
- [22] Benak, J. (1998): Sistem za prečišćavanje otpadnih voda grada Subotice. Izvedeno stanje. Univerzitet u Novom Sadu, Građevinski fakultet, Subotica, 1998.
- [23] Cinkler, R. (1986): UPOV – rekonstrukcija stabilizacionog bazena i izgradnja crpnih stanica viška mulja. Glavni projekat, Građevinski fakultet Institut za građevinarstvo Vojvodine, Subotica E-3558-6.
- [24] Cinkler, R. (1972b): Pregradni nasipi ustave i prelive na jezeru Palić. Glavni projekat nasipa ustave i prelive, Građevinski zavod pri VTGŠ, Subotica, E-539/3-8.
- [25] Đurić, B. (1953): Prilog fizičkom istraživanju jezera Palić. Zbornik Matice srpske. Serija prirodnih nauka, Novi Sad, 4, s. 135-143.
- [26] Seleši, Đ. (1969): Zooplankton Palićkog jezera. Magistarski rad, Univerzitet u Beogradu, Prirodno-matematički fakultet, Zavod za zoologiju, Beograd.
- [27] Reznicek, J. (1969): Geomehanički elaborat. Jezero Palić, VTGŠ - Građevinski zavod, Subotica, EG-82.
- [28] Stojšić, M.; Kukin, A. (1975): Hidrologija jezera Palić, Vode Vojvodine, 3, s. 259-294.
- [29] Turistička karta Subotice i Palića, 1989.

MONITORING WATER FLOW IN LAKES SIMILAR TO THE LAKE PALIĆ

by

Lajoš HOVANJ

University of Novi Sad, Faculty of Civil Engineering Subotica,
Dept. of Hydraulic, Water Resources and Environmental Engineering,
Kozaracka 2/a, 24000 Subotica

Summary

Overview titled *The Chronology of Changes in the catchment of Lake Palić* defines time periods of the Palić Lake catchment having permanent conditions of water inflow and outflow (the first period lasted until 1470-1526, while the eighth period was studied until the construction of the new waste water treatment plant in Subotica started in 2005). Analysing the statuses during these homogenous periods, the boundaries of the catchment have been determined resulting in catchment area of 107-130.3 km². Based on the proposal outlined in this paper for setting up a monitoring system

regarding inflows and outflows of the lake (not accounting for precipitation changes over the catchment), in line with the objective of this work, the list of activities has been given regarding the establishment of similar monitoring systems, which results will be used in the state of the art modelling of catchments corresponding to water bodies similar to the Palić Lake.

Key words: Lake Palić, catchment boundaries, inflow and outflow of the lake, measuring

Redigovano 07.11.2016.