ГЛАСНИК СРПСКОГ ГЕОГРАФСКОГ ДРУШТВА
BULLETIN OF THE SERBIAN GEOGRAPHICAL SOCIETY
ГОДИНА 2008. СВЕСКА LXXXVIII- Бр. 1
YEAR 2008 TOME LXXXVIII - N° 1

Оригиналан научни рад UDC 911.2:551.49

ДРАГАН ДОЛИНАЈ
ДРАГОСЛАВ ПАВИЋ
СТЕВАН САВИЋ*

ХИДРОЛОШКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ И ПРОБЛЕМИ ХИДРОАКУМУЛАЦИОНОГ СИСТЕМА ЧАЛМА

Садржај: У Срему, традиционално ратарском и воћарско-виноградарском региону, редован је недостатак воде за пољопривредне потребе током већег дела године. Да би се решио тај проблем, још средином прошлог века јавила се идеја о преграђивању долова на простору јужне фрушкогорске лесне заравни. Пројекти су се споро реализовали, а бројни нису ни започети. Када је завршена изградња брана, уређење језерских басена и када су испуњени водом, на већини акумулација констатовани су бројни проблеми углавном геолошко-хидролошког карактера. И поред тога ове акумулације су успеле да врше своје примарне функције, обезбеђивање воде за наводњавање и заштита пољопривредног земљишта од плавних вода. У близини сремског села Чалма налази се хидроакумулациони систем Чалманска језера. Примарна функција ових језера била је везана за пољопривредну производњу. Међутим, у каснијим годинама акумулације су добијале и нови значај, пре свега за рибњачки узгој и спортски риболов.

Кључне речи: вештачка језера, фрушкогорска лесна зараван, Чалма, Срем

Abstract: Srem, as traditional farming, orchard and wine-growing region, faces the problem of shortage of water needed for agriculture. During the seventies of the last century brook valleys in the southern part of Fruska Gora loess plateau were intended to be dammed. Thus, artificial lakes could have been formed. It took long period of time to put these projects into practice and numerous projects have not started yet. After the dams had been built and lakes filled with water, planners faced hydro-geological problems at many locations. Nevertheless, these accumulations fulfill their primary function, i.e. they ensure water for irrigation and protect agricultural land from floods. There is a hydroaccumulation system, Calma lakes, near the village of Calma. Its primary function was to ensure water supplies for agriculture, but eventually it got new significance which can be noticed in fish raising and sport fishing development.

Key words: artificial lakes, Fruska gora loess plateau, Calma, Srem

Увод

Још шесдетих година прошлог века јавила се идеја о преграђивању фушкогорских поточних долина и изградњи бројних акумулационих језера. Рад на реализовању ове идеје текао је веома споро. Први пројекти су урађени тек крајем шесдесетих и почетком седамдесетих година прошлог века. Прва брана за потребе формирања акумулационог језера изграђена је 1972. године северно од Руме на Борковачком потоку, а убрзо затим је формирано и истоимено језеро.

* **Мр Драган Долинај**, Центар за климатолошка и хидролошка истраживања, Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет, Трг Доситеја Обрадовића 3, Нови Сад
Др Драгослав Павић, Центар за климатолошка и хидролошка истраживања, Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет, Трг Доситеја Обрадовића 3, Нови Сад
Мр Стеван Савић, Центар за климатолошка и хидролошка истраживања, Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет, Трг Доситеја Обрадовића 3, Нови Сад
Рад представља резултате истраживања пројекта 146019 које финансира министарство за науку и технолошкиразвој.

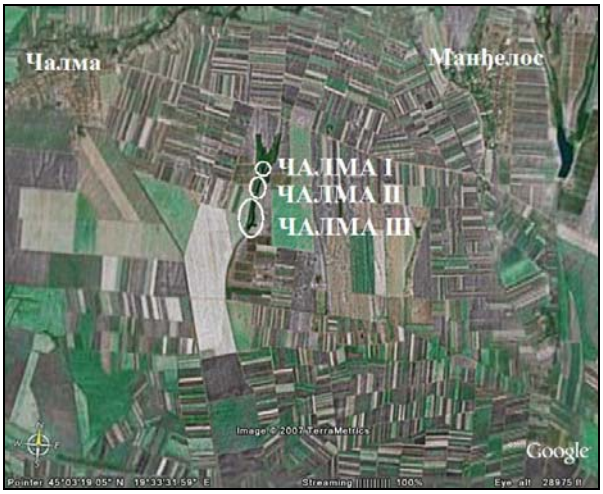
Фрушкогорски потоци у нижим лесним областима инфилтрацијом губе велике количине воде. Ова вода крајем пролећа подиже ниво издани у нижим деловима Срема и на тај начин угрожава простране ораничне површине. Такође, за време дугих пролећних падавина и јаких летњих пљускова потоци се често изливају па и површински плаве оранице. Воде ових потока врше снажну ерозију земљишта, плаве путеве, па чак и делове насеља. У летњем периоду стална је потреба за водом у сврху наводњавања, и то у већем делу Срема. Ово су главни разлози због којих се пришло изградњи акумулација у долинама појединих фрушкогорских потока. Подизање брана у долинама фрушкогорских водотока започето је средином седамдесетих година двадесетог века. Континуитет радова није одржан па је изградња последњих језера завршена тек почетком деведесетих година прошлог века. Због недостатка финансијских средстава бројне планиране акумулације нису изграђене, а поједине нису у пуној функцији. Од пројектованих 39 акумулација на Фрушкој гори и њеној суподини, до 1998. изграђено је тринаест акумулација, и то дванаест на јужној и једна на северној падини Фрушке горе (Лазић Л., 1999). У последњих десет година, односно након 1998. године, ни једна акумулација није изграђена на падинама Фрушке горе.

На акумулацијама постоје и бројни проблеми који су већином изазвани неодржавањем језерских басена или потпуним занемаривањем истих. Најчешћи проблеми везани су за засипање језерских басена лесним материјалом и за појаву интензивне еутрофизације. Исти проблеми констатовани су и на другим језерима у Срему (Dolinaj et al., in press), као и на језерима у градском подручју Сремске Митровице (Dolinaj et al., 2007). С годинама језера су осим својих примарних функција добијала и нове улоге. Рибњачки узгој, излетнички и спортско-риболовни туризам су само неке од активности које су заживеле захваљујући природним вредностима којима располажу фрушкогорске акумулације (Долинај Д., 2006).

Положај језера

Хидроакумулациони систем Чалма се налази око 2 km југоисточно од сремског села Чалма, односно око 7 km северозападно од Сремске Митровице. До језера се може доћи из више праваца. Наиме, око 1 km од насеља Чалма, постоји скретање са регионалног пута Сремска Митровица – Чалма – Ердевик, где се након 800 m земљаног пута наилази на језеро. Други прилаз језерима је са севера, односно сремска села Велике Радинце, Манђелос и Чалму спаја широки земљани пут правца исток-запад који пролази северно од језера. На 3 km источно од Чалме (5 km западно од Манђелоса) налази се бочни пут који води према југу до северног језера које је удаљено од њега свега 300 m. Слика 1 приказује положај језера на јужној падини Фрушке горе.

Дужином источних и западних језерских страна пружа се земљани пут којим се могу лако и брзо обићи језера. Комуникацију возилима између западних и источних делова језера је могуће остварити преко брана Чалме I и Чалме III. Брану Чалме II није могуће користити за прелазак возила. Језера су тешко доступна, а лоши колски прилази су током већег дела јесени, зиме и пролећа расквашени и тешко проходни за возила.



Слика 1: **Сателитски снимак географског положаја Чалманских језера (*Извор:* Google Earth) (техничка обрада: Долинај, Д.)**

Постанак језера

Средином седамдесетих година прошлог века урађен је пројекат о изградњи хидроакумулационог система Чалма којим је у долини западног (десног) крака Манђелошког потока предвиђена изградња великог акумулационог језера. Током прве фазе пројекта рађена су теренска истраживања сондажног типа ради утврђивања подлоге будуће акумулације. После вишемесечних истраживања дна долине и њених страна констатовано је да су бочне стране долине порозне те да не постоје геолошки услови за изградњу јединственог језера. По завршетку теренских истраживања предложена је изградња три језера. Језерски басени би били одвојени са три мање бране чиме би збирна запремина три акумулације била мања од првопредложене јединствене акумулације за 40%, али би поточна долина дужински била максимално искоришћена. Крајем седамдесетих година започета је изградња бране на јужном Чалма III језеру, које у низу три језера представља највећу водену површину. Најнижи делови долине су очишћени од вегетације и уравњени. Током радова на пар места је откривена изданска зона на контакту лесних и глиновитих слојева. На јужној страни језера се налази брана правца исток-запад дужине 90 m. Брана је изграђена од земље без бетонских плоча и ојачања. У основи бране се налази бетонска испусна цев преко које се одржава језерски ниво Чалме III. У исто време започети су радови и на уређењу басена средњег Чалма II језера. Запремински знатно мањи басен затвара брана дужине 35 m, док је цео језерски басен издужен правцем север – југ. Брана се пружа правцем исток-запад, висока је 2,5 m и представља земљани насип без бетонских плоча и ојачања. Радови на оба језерска басена завршени су половином осамдесетих година. Акумулације нису до краја изграђене по пројектној документацији већ им је донекле смањена запремина у односу на пројектом предвиђену. Једним делом то је из разлога лошег уређења (чишћења) будућих језерских басена, а делимично и због губитка воде процеђивањем после изградње хидроакумулационог система. Са изградњом најсевернијег Чалма I језера каснило се скоро десет година. Док није почела изградња Чалме I, басен Чалме II је интензивно засипан претежно лесним материјалом, а и процес еутрофизације је био интензиван, чиме је додатно смањена запремина овог већ по пројекту малог језерског басена. По изградњи бране на Чалми I, крајем осамдесетих година, престало је интензивно

засипање басена средњег језера. У залеђу бране дужине 35 m, формирано је језеро Чалма I као најсеверније и најмање у хидроакумулационом систему Чалма. Брана је висока 3 m и има правац исток-запад. У основи представља земљани насип, који је на страни према језеру покривен бетонским плочама. Приликом чишћења и у овом басену је откривена изданска зона која додатно храни језеро водом. Језера су од свог настанка па до данас слабо одржавана, а главни проблем сва три језера је била еутрофизација. Проблем је решен током 2004. године када су у потпуности очишћени басени Чалме I и Чалме II, док је басен Чалме III делимично очишћен од водене вегетације.

Физичкогеографски фактори језерског режима

Од разноврсних петрографских формација највећу важност за појаву и режим подземних и површинских вода на јужним падинама Фрушке горе имају седиментне стене кенозојске старости, које леже на старијим мезозојским и најстаријим палеозојским творевинама. Дебеле наслаге леса на овом подручју условиле су специфичан развој флувијалног рељефа. У основи фрушкогорске планинске масе се налазе палеозојске творевине констатоване дубоким бушотинама. Међу овим формацијама највећу заступљеност имају: шкриљци, гнајсеви, филити и дијабази. Ове, као и друге мање заступљене метаморфисане стене, биле су дуго изложене дуготрајним и разноврсним променама, што се одразило на њихову структуру и хидрогеолошке карактеристике. Испресецане су бројним пукотинама и прслинама, због чега су добри водоколектори (Миљковић Љ., 1999). Мезозојске стене на простору Фрушке горе имају знатно мању распрострањеност и моћност у односу на палеозојске творевине. Ове стене на простору „равног" Срема су од споредног значаја за подземне воде јер се изнад њих налазе вододрживи седименти језерског порекла неогене старости (Миљковић Љ., 1998). Старије кенозојске творевине учествују у грађи само периферних делова Фрушке горе, а чине их угљеви, пешчари и лапорци. Хидрогеолошки су значајни као непропусни слојеви. Плиоценске геолошке творевине јужно од планинског била Фрушке горе, представљене шљунковито-песковитим и глиновитим партијама, имају изузетан значај за подземну хидрографију Срема. Артешке издани најбогатије су у песковитим и шљунковитим седиментима плиоценске старости и представљају главне снабдеваче артешких бунара у сремским насељима (Богдановић Ж., 1982). Квартарне творевине, представљене дебелим наслагама леса, прекривају ниже делове Фрушке горе јужно и северно од планинског била, а у потпуности застиру источни и западни венац. Хидрогеолошка својства их чине изузетно значајним за површинску хидрографију, одликују се великом порозношћу, а подложне су цепању и урвању. Највећи број фрушкогорских потока на јужним падинама губи велике количине воде кроз ове дилувијалне серије седимената. На тај начин неки од њих имају одлике „понорница" без правих понора (Петровић Ј., Миљковић Љ., 1988). Језерски басени чалманских језера налазе се у долини западног крака Манђелошког потока, који се јужно од колског пута Велики Радинци - Манђелос - Чалма, 30 m северно од језера Чалма I, већ на почетку свог тока дубоко усекао у плеистоцену лесну зараван. Моћне дилувијалне наслаге граде стрме стране поточне долине изнад језерских басена. Код сва три језера стране басена чине наслаге лесноглиновитих слојева док се на дну басена налази слој неогених глина.

Табела 1. Средње месечне, средња годишња температура ваздуха и просечне месечне и просечна годишња количина падавина за метеоролошку станицу Сремска Митровица (1981-2000).

месец	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	амп.	ср. год.
темп. (°C)	-0,9	1,5	6,5	11,1	16,6	19	20,7	20,1	16,3	11	5	1,7	21,6	10,8
падавине (mm)	38	32	40	55	57	88	65	65	44	46	49	36	/	615

Извор: Метеоролошки годишњаци, 1981-2000.

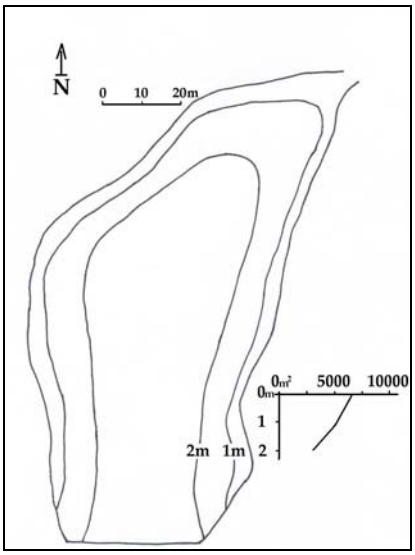
Подручје Сремске Митровице карактерише континентална клима са неким елементима континентално-степске климе. У табели 1, уочава се да је средња годишња температура ваздуха у Сремској Митровици је 10,8°C. Најхладнији месец је јануар са просечном температуром од -0,9°C, а најтоплији је јули са просечном температуром од 20,7°C. Најтоплије годишње доба је лето са просечном температуром од 20°C, а најхладније зима са средњом температуром од 0,9 °C. Температуре ваздуха прелазних годишњих доба се незнатно разликују, просечна температура ваздуха током пролећа је 11,4°C, а јесени 10,8°C.

Средња годишња сума падавина у Сремској Митровици износи 615 mm. Највећа количина падавина бележена је у јуну 88 mm, а најмања у фебруару 32 mm. Лето има највећу количину падавина и то просечно 218 mm, а зима најмању 106 mm.

Морфометријске карактеристике и водни режим језера Чалма I

Чалма I је најсеверније и најмање језеро у хидроакумулационом систему Чалма. Језеро има неправилан издужен облик правца североисток-југозапад.

Језерски басен је најшири у централном делу. На северном делу језеро се сужава, а на југу према брани ширина језера је нешто мања него у централном делу (карта 1). Обала језера са источне и западне стране у близини бране је виша од високог језерског нивоа за око 50 cm. У централном и северном делу језера обала се стрмо спушта према језеру, а од највишег језерског нивоа обала је виша 1-2 m. Обала језера је обрасла густом вегетацијом.



Карта 1. Изобатска карта језера Чалма I (техничка обрада: Долинај, Д.)

Језеро се снабдева водом на два начина. На 30 m северно од језера налази се извор западног крака Манђелошког потока, који са својом издашношћу од око 40

l/min богато снабдева језеро водом. Издашност извора се веома мало мења и годишње варира од 35-42 l/min.

Велика количина воде у језеру је артешког порекла. На источној обали у њеном крајњем северном делу налази се артешки бунар са слободним изливом. Избушен је током геолошких испитивања долине западног крака Манђелошког потока када су утврђиване могућности за изградњу акумулације. Артешки бунар је остављен са слободним изливом из металне цеви. Налази се 5-6 m од језера, око 2 m изнад језерског нивоа. Испод бунара гравитационим падом вода се слива у језеро. Издашност овог артешког бунара је релативно велика и креће се 25-28 l/min.

Одређену количину воде језеро добија атмосферским падавинама, било директним излучивањем на саму језерску површину или на слив језера. Највећу количину атмосфеске воде језеро добија током друге половине јесени, крајем пролећа и почетком лета.

Приликом изградње и уређења језерског басена на два места је откривена најплића изданска зона на контакту лесних и глиновитих слојева. По проценама ова два извора имају изразито малу и промењиву издашност, па минимално утичу на укупни водни режим Чалме I.

Слика 2. Чалма I у јулу 2005. (фото. Долинај Д.) **Слика 3. Чалма I у јануару 2007. (фото. Долинај Д.)**

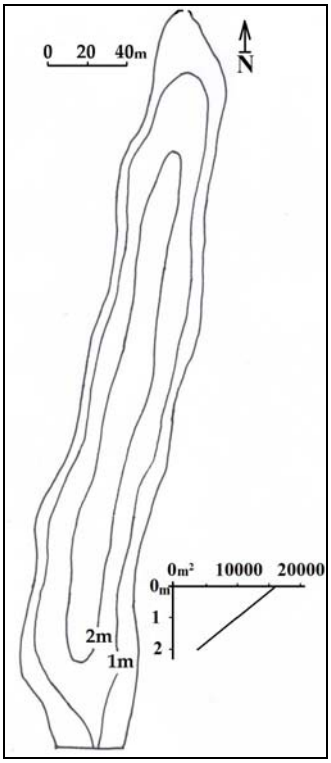
Језеро губи води кроз испусну цев у основи бране. Она је ширине 30 cm и преко ње се одржава и коригује језерски ниво Чалме I. Као последица неодржавања језерског басена и бране, па самим тим и испусне цеви, дошло је до затварања исте глиновитим и лесним материјалом из језера услед чега је њена тренутна пропусна моћ смањена на 60 % од пројектоване. Као последица тога у периодима високих језерских вода често долази до преливања воде преко централног дела бране.

Ниво језера слабо варира током године. Укупна годишња амплитуда језерског нивоа износи 40-50 cm. Током септембра и октобра језеро има најнижи ниво и тада се максимална дубина креће од 1,9 m до 2 m. У периоду друге половине новембра и прве половине децембра, као и током марта и априла, језеро се често прелива преко бране, а максимална дубина акумулације у том периоду достиже вредност и до 2,4 m.

Морфометријске карактеристике и водни режим језера Чалма II

Чалма II је централно језеро у хидроакумулационом систему Чалма. Језеро има изразито издужен облик правца север североисток – југ југозапад и одликује се високим обалама. И источна и западна обала су целом дужином стрмо издигнуте око 2-2,5 m изнад језера. Обала је обрасла богатом вегетацијом која окружује језеро и чини га најтеже доступним у систему Чалма. Крајњи северни део обале, дуж кога се спушта отока из Чалме I, има најблажи пад према језерском басену.

Дужина језера је 380 m и мерена је уздужном линијом која се скоро поклапа са правцем север – југ. Нормално у односу на њу, 45 m северно од бране у правцу исток – запад, измерена је највећа ширина језера од 60 m. Просечна ширина језера је 42,1 m. Константна дужина обалске линије је последица високих и стрмих обала и преко целе године износи око 840 m. Дно језерског басена има равномерне падове према средишњем делу из свих праваца. Средишњи део језерског басена је заравњен, без драстичних падова, и оивичен је изобатом од 2 m. Велики део језерског дна се налази између изобата од 1 m и 2 m са падом према централном делу језера. Уски део језерског басена уз обалу има нагли пад према изобати од 1 m и тај пад представља наставак пада стрме обале. Највећа дубина је у јужном делу језера на 50 m северно од бране и износи 2,2 m. Најплићи део језерског басена је на северу и у потпуности је прекривен воденом вегетацијом и трском. Просечна дубина Чалме II је 1,2 m. Површина језера се не мења током године и износи око 16000 m². Запремина језерског басена је око 19520 m³ (карта 2).



Карта 2. Изобатска карта језера Чалма II (техничка обрада: Долинај, Д.)

Језеро се снабдева водом првенствено отоком језера Чалма I, које се налази на свега 30 m северно од језера Чалме II. У сваком тренутку језеро на овај начин добија око 60 l/min воде. Одређену количину воде језеро добија атмосферским падавинама, било директним излучивањем на саму језерску површину или на слив језера. Највећу количину атмосфеске воде језеро добија током друге половине јесени, крајем пролећа и почетком лета. У језерском басену нема извора који би додатно хранили језеро.

Језеро губи води кроз бетонску испусну цев у основи бране, пречника 30 cm, преко које се одржава и коригује језерски ниво Чалме II. Као и код Чалме I дошло је до занемаривања акумулације, а последица неодржавања језера и бране је делимично затварање испусне цеви глиновитим и лесним материјалом из језера, па је њена тренутна пропусна моћ смањена на свега 35 % од пројектоване. У периодима високих језерских вода често долази до преливања воде преко централног дела бране. Последица тога је формирање усека у централном делу бране преко кога се у време високих водостаја на Чалми II вишак воде несметано прелива. Неодржавањем језерског басена и бране, Чалма II је постала проточна акумулација на којој се у периоду високих вода вишак прелива преко бране и на тај начин одржава језерски ниво.

Слика 4. Брана са усеком на централном делу, језеро Чалма II; (фото. Долинај Д.)

Ниво језера током године није сталан. Укупна годишња амплитуда језерског нивоа износи 40-70 cm. Током септембра и октобра језеро има најнижи ниво и тада се максимална дубина креће 1,5-1,7 m. У периоду друге половине новембра и прве половине децембра, као и током марта и априла, језеро се често прелива преко бране, а максимална дубина језера у том периоду достиже 2,2 m.

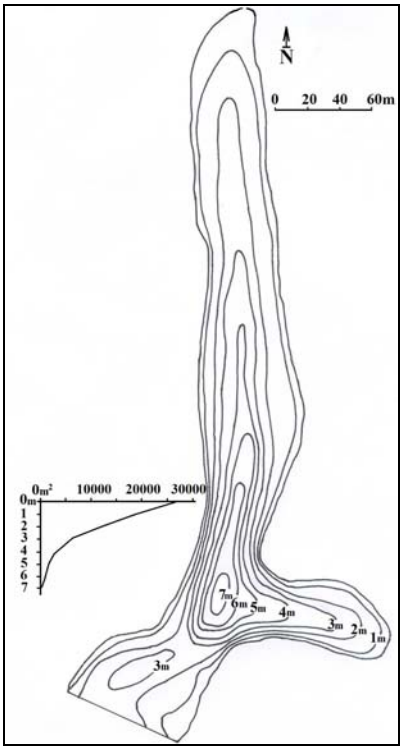
Морфометријске карактеристике и водни режим језера Чалма III

Чалма III је најјужније и највеће језеро у хидроакумулационом систему Чалма. Има неправилан облик издужен правцем север – југ, а у јужном делу језера на источној обали налази се широки залив (карта 3). Обала је на свим деловима језера виша од језерског нивоа за 2-3 m. Од бране до 50 m на север дуж источне стране

језера обала се косо спушта према језеру. Језеро је доступно и до 40 m од бране према северу дуж западне обале. Сви остали делови језера су теже доступни због изузетно стрме обале која се на неким местима скоро вертикално издиже. Крајњи северни део обале, дуж кога се спушта отока из Чалме II, има најблажи пад према језеру.

Северни део језера је већином зарастао у трску и водене биљке, а исти процес је захватио и део источне обале северно од залива. Обала је обрасла богатом вегетацијом која окружује језеро и чини га тешко доступним.

Језеро је дугачко 430 m и мерено је линијом која се скоро поклапа са правцем север – југ. Нормално на ову линију у зони залива измерена је највећа ширина језера од 145 m. У доњем делу језера код бране измерена је ширина од 85 m (од крајње западне тачке бране нормално на дужинску линију). Просечна ширина језера износи 63,2 m. Обалска линија је због високих и стрмих обала константне дужине преко целе године и износи око 1100 m. Нешто већа дужина обалске линије је последица присуства великог залива који знатно повећава дужину источне обале. Крајњи северни део језерског басена је најплићи део Чалме III. Цео северни део језера има равномерне падове језерског дна према југу. Јужни део је знатно дубљи. У централном делу наспрам залива налази се најдубља зона језера у којој је и измерена највећа дубина од 7 m. Са севера и истока (из залива) дубина равномерно расте према овој централној зони. Јужно од ње дубине се нагло смањују, а испред бране постоји нешто нижи плато који заокружује изобата од 3 m. Просечна дубина језера Чалма III је 2,1 m. Површина језера се због стрмих обала не мења током године и износи око 27200 m², док је запремина језерског басена око 57160 m³.



Карта 3. Изобатска карта језера Чалма III (техничка обрада: Долинај, Д.)

Језеро се снабдева водом на два начина. На 50 m северно од језера се налази брана језера Чалма II чијом се отоком снабдева Чалма III. Преко целе године језеро на овај начин добија између 50 и 60 l/min.

Приликом изградње и уређења језерског басена у његовом најдубљем делу откривена је изданска зона. Откивени извор богато храни језеро водом, а издашност му се не мења преко године. У сваком тренутку језеро на овај начин добија око 60 l/min воде. На још неколико места је откривена најплића издан на контакту лесних и глиновитих слојева, али је процена је да ови извори немају довољну издашност да би значајније утицали на језерски водни режим Чалме III.

Одређену количину воде језеро добија атмосферским падавинама, било директним излучивањем на саму језерску површину или на слив језера. Највећу количину атмосфеске воде језеро добија током друге половине јесени, крајем пролећа и почетком лета.

Слика 5. Чалма III у јулу 2005; (фото Долинај Д.) Слика 6. Чалма III у јануару 2007; (фото Долинај)

Језеро губи воду кроз испусну цев у основи бране. Језерски ниво осетно варира током године. Годишња амплитуда језерског нивоа најчешће износи 80-100 cm и варира од године до године. Током септембра и октобра језеро има најнижи ниво и тада се максимална дубина креће 5,5-6 m. У периоду друге половине новембра и прве половине децембра, као и током марта и априла, језеро је богато водом, а његова максимална дубина у том периоду је до 7,5 m.

Термички режим и квалитет воде Чалманских језера

У периоду од 2003. до 2006. године вршена су редовна мерења температуре воде Чалманских језера током месеца јануара, априла, јула и октобра. Мерења су вршена једном дневно сваки шести дан у месецу. Периодична мерења температуре воде вршена су и током осталих месеци у години.

Табела 2. Просечне температуре воде (°C) на Чалманским језерима за месец јануар, април, јул и октобар у периоду 2003-2006. год.

	јануар	април	јул	октобар
Чалма I	3,1	9,3	28	11
Чалма II	1,4	10,1	28,4	12,1
Чалма III	3	8,5	26,2	11,5

Највише температуре воде на језерима регистроване су током јула и августа када дневне температуре воде на Чалми I и II прелазе 28°C, док је у исто време на Чалми III температура воде нешто нижа и износи 26,2°C. Током јесени температура воде је од 1,7°C на Чалми I па све до 3°C на Чалми III виша него у пролећним месецима. У јануару и фебруару температура воде на Чалманским језерима је најнижа и у просеку се креће између 1,4°C на Чалми II и 3,1°C на Чалми I (табела 2). За време зимских месеци на језерима је редовна појава леда.

Табела 3: Број дана са ледом на Чалманским језерима у периоду 2003-2006. год.

	2003.	2004.	2005.	2006.
Чалма I	15	11	16	14
Чалма II	21	20	23	18
Чалма III	/	/	8	/

Табела 3 показује да је сваке године лед регистрован у зимским периодима од јануара 2003. до децембра 2006. на Чалми I и II, а потпуна покривеност ледом трајала од 11 до 23 дана. За разлику од ова два језера, појава 100% покривености ледом језерског басена на Чалми III је знатно ређа. Док се северни део језера Чалме III и крајњи јужни уз брану налазе скоро сваке зиме под ледом, средишњи део језера се скоро никад не залеђује. Ову појаву је условио јак извор који се налази у централном делу језерског басена и који преко целе године храни језеро са око 60 l/min воде која највероватније има константну температуру преко године. Ова количина воде је очигледно довољна да одржава температуру воде изнад 0°C на површини и не дозвољава стварање ледене коре на овом делу језера. Само је крајем јануара и почетком фебруара 2005. године језеро било у потпуности покривено ледом око 8 дана.

Провидност воде се мења током године, али се разликује по језерима. На Чалми I провидност је највећа у периоду ниских водостаја почетком јесени, када износи близу 1,6 m, а најмања крајем пролећа при високим водама, када је свега 0,6 m. У истим годишњим периодима су измерене екстремне вредности провидности воде и на Чалми II и III. На Чалми II се вредност годишње провидности креће у границама од 0,5 m до 1 m, а на Чалми III између 0,6 m и 1,3 m.

Анализа квалитета воде у последњих десет година није рађена. Може се претпоставити на основу развијеног живог света језера (ихтио фауне), слабе присутности алги и незабележених биоакцидената (помори риба, угинућа птица, покривеност језера алгама и сл.), од изградње језера до данас, да је квалитет воде у језерима задовољавајући.

Највећи проблем језера је била претерана еутрофизација, која се јавила као последица вишегодишњег занемаривања акумулација. Анализом стања, корисник вода је донео закључак да би као најбољи приступ решавању овог проблема било биолошко решење. Крајем пролећа 2004. године у Чалманска језера је убачен амур, који је после две године решио проблем еутрофизације. Само уски приобални појас у северној зони Чалме I и крајњи северни део Чалме II су остали под барском и воденом вегетацијом. Код Чалме III су веће површине остале под трском и воденим биљем, и то цела северна зона језера и источни плитки део обале северно од залива.

Потенцијално највећи проблем и опасност за квалитет воде у Чалманским језерима представља употреба хемијских средстава у пољопривредној производњи на околним ораницама и воћним засадима. Вода из језера се осим за заливање користи и при спремању хемијских средстава за употребу на околним обрадивим површинама. Стално је присутна опасност од претеране употребе хемикалија и ђубрива који би лако могли да се услед пада терена слију у језерске басене, а присутна је и опасност

од евентуалних загађења хемикалијама приликом испирања цистерни (за хемијско третирање усева у пољопривредној производњи) језерском водом.

Закључак

Будући да је у Срему током већег дела године редовна појава недостатка воде за пољопривредне потребе, идеја о изградњи већег броја хидроакумулација у поточним долинама јужне падине Фрушке горе свакако представља један од добрих начина за решавање поменутог проблема. Ову тезу у основи потврђује и пример чалманских језера изграђених на западном, односно десном изворишном краку Манђелошког потока. Након формирања овог специфичног хидроакумулационог система у великој мери је решен проблем недостатка воде у већем делу слива, што је и била примарно предвиђена функција језера. Међутим, језера имају и веома важну улогу у заштити пољопривредних површина од пролећних вода притока које се уливају у западни крак Манђелошког потока и које су редовно угрожавале низводне делове долине самог изворишног крака, али и долину главног тока.

Временом су акумулације добиле и нове функције, чиме је њихов значај додатно порастао. На бази веома добрих природних услова за узгој рибе, корисници вода су годинама улагали финансијска средства управо у ову делатност, као и у развој спортског риболова, окоснице будућег евентуалног оживљавања спортско-риболовног туризма.

Ипак, данас је полифункционална улога чалманског хидроакумулационог система битно нарушена услед лошег хидролошког стања у којем се језера налазе. Корисна запремина сва три језерска басена знатно је смањена у односу на пројектовану, што је последица њиховог дугогодишњег засипања флувијалним материјалом, али и резултат константно велике органске продукције. С тим у вези потребно је хитно предузети одговарајуће хидротехничке мере неопходне за очување језера, пре свега због њихових важних улога у водоснабдевању пољопривредних површина и заштити истих од пролећних бујичних вода. За потребе евентаулног развоја спортско-риболовног и излетничког туризма на језерима неопходно је извршити одговарајуће уређење језерских обала и њихове приобалне зоне, као и обезбедити њихову бољу саобраћајну повезаност са околним насељима.

ЛИТЕРАТУРА

Ambrosetti, W. and Barbanti, L. (1999). Deep water warming in lakes: An indicator of climatic change. *J. Limnol. 58*, 1-9.

Богдановић, Ж. (1982). *Хидролошки проблеми Срема*. Нови Сад: Департман за географију, туризам и хогелијерство, ПМФ, докторска дисертација

Богдановић, Ж. (1985). Језеро Провала. *Гласник Српског географског друштва, 65(2)*, 53-58.

Божић, П. и Стејин, Д. (1976). Регионално снабдевање водом Фрушке горе. *Воде Војводине, 4*, 231-256.

Бугарски, Д., Давидовић, Р., Томић, П., Богдановић, Ж., Плавша, Ј., Лазић, Л. и Марковић, С. (1998). Морфогенетска класификација рељефа Срема. У Ромелић Ј., Плавша Ј., Лазић Л. (ур.), *Рељеф Срема, регионално географска проучавања Војводине, Срем*. Природно-математички факултет, Институт за географију, Нови Сад.

Бугарски, Д., Давидовић, Р., Миљковић, Љ., Плавша, Ј. и Марковић, С. (1998). Регионализација рељефа Срема. У Ромелић Ј., Плавша Ј., Лазић Л. (ур.), *Рељеф Срема, регионално географска проучавања Војводине, Срем*. Природно-математички факултет, Институт за географију, Нови Сад.

Brandimarte, L. A., Anaya, M., Shimizu G. Y., Meirelles S. T. and Caneppele, D. (2008). Impact of damming the Mogi-Guaçu River (São Paulo State, Brazil) on reservoir limnological variables. Lakes & Reservoirs: Research & Management, Official Journal of the International Lake Environment Committee, March 2008 - Vol. 13 Issue 1.

Coats, R., Perez-Losada, J., Schladow, G., Richards, R. and Goldman, C. (2006). The Warming of Lake Tahoe. *Climatic change, 76*, 121-148.

Долинај, Д. (2006). Језера у градској зони Сремске Митровице. *Глобус, 37/31*, 123-132.

Dolinaj, D., Plavša, J. and Pavić, D. (2007). Hidrological problems of fish ponds in urban area of Sremska Mitrovica**.** *Geographica Panonnica, 11,* 22-27.

Dolinaj, D., Ristanović, B. and Stojanović, V. (in press). Hydro-geological problems of Vranjaš accumulation (Vojvodina, Serbia). *Geographica Pannonica 12, 2*.

Лазић, Л., (1999). Језера. У Ромелић Ј., Плавша Ј., Лазић Л. (ур.), *Воде Срема, Регионално географска проучавања Војводине Срем.,* Природно-математички факултет, Институт за географију, Нови Сад.

Милић, Ч. (1973). *Фрушка гора – геоморфолошка проучавања***.** Нови Сад: Матица српска, одељење за природне науке

Миљковић, Љ. (1998). Геолошки састав и тектонски односи у Срему**.** У Ромелић Ј., Плавша Ј., Лазић Л. (ур.), *Рељеф Срема, Регионално географска проучавања Војводине, Срем.* Природно-математички факултет, Институт за географију, Нови Сад.

Миљковић, Љ. (1999). Чиниоци који утичу на појаву подземних и површинских вода. У Ромелић Ј., Плавша Ј., Лазић Л. (ур.), *Воде Срема, Регионално географска проучавања Војводине, Срем.* Природно-математички факултет, Институт за географију, Нови Сад.

Петровић, Ј. и Миљковић, Љ. (1988). Учесталост и типови речних долина на Фрушкој гори**.** *Зборник радова Института за географију Природно-математичког факултета у Новом Саду, 18,* 27-54.

Ристановић, Б. и Долинај, Д., (2006). Рибњак Пролеће у Сремској Митровици. *Зборник радова Департмана за географију, туризам и хотелијерство, ПМФ, 35*, 26-32.

Sekino, T., and Nakamura, M. (2006). Application of knowledge management to environmental management projects: A case study for lake management. Official Journal of the International Lake Environment Committee, March 2006 - Vol. 11 Issue 2.

Станковић, С., (1998). *Планинска језера Црне Горе - лимнолошка монографија*. Београд: Српско географско друштво

Станковић, С. (2000). *Језера Србије - лимнолошка монографија.* Београд: Српско географско друштво

*** (1981-2000). *Метеоролошки годишњаци*. Београд: Републички хидрометеоролошки завод Србије

*** (1996). *Просторни план Републике Србије*. Београд

*** (1974). *Регионални просторни план Војводине*. Нови Сад

*** (2000). Генерални урбанистички план за Сремску Митровицу до 2010. године. Сремска Митровица

*** *Урбанистичко предузеће „Урбанизам”*. Сремска Митровица, документација

*** *Заводу за заштиту здравља*. Сремска Митровица, документација

*** *Предузеће Хидрограђевинар*. Сремска Митровица, документација

*** *Предузеће Хидросрем*. Сремска Митровица, документација

*** *Предузеће Хидробиро*. Нови Сад, документација

*** *Катастар*. Сремска Митровица, документација

DRAGAN DOLINAJ
DRAGOSLAV PAVIĆ
STEVAN SAVIĆ

S u m m a r y

HYDROLOGICAL CHARACTERISTICS AND PROBLEMS OF CALMA HYDROACCUMULATION SYSTEM

Shortage of water needed for agriculture is an important problem that occurs in Srem. This fact made people think about building of numerous hydroaccumulation systems in brook valleys at southern slopes of Fruska Gora. These projects were not quickly put into practice, and numerous projects have not started yet. After the dams had been built and lake basins formed and filled with water, numerous hydro-geological problems occurred at these accumulations. Above mentioned project included building of the Calma hydroaccumulation at the end of the eighties of the twentieth century. Its primary function was to ensure water supplies for agriculture. Water was used for irrigation and lake dams protected plowed field and land under cultivation from floods at western part of Mandjeloski potok that endangered lower parts of the valley in its middle and lower course, especially in the spring. Lake basins were built in a brook valley. Diluvual sediments formed its banks, whereas the bottom of the lake was formed of neogen layers mostly. The main characteristics of the lake were conditioned by climate. The volume of all three lakes is less than the expected one, which is the consequence of filling the lake with fluvial material as well as of huge organic production. Therefore, it is necessary to take some steps to prevent further deterioration of these lakes of great significance to local water management.