

# Analiza isparavanja na jezerima za slučaj postavljanja solarnih fotonaponskih panela na površinu jezera-primjer jezera "Dedin mlin" na rijeci Plitvici

---

**Drožđan, Magdalena**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2023**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University North / Sveučilište Sjever**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:018644>

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

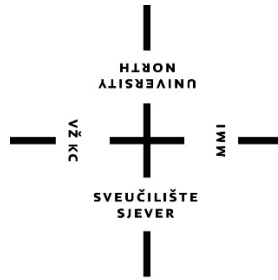
*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-16**



*Repository / Repozitorij:*

[University North Digital Repository](#)





**Sveučilište  
Sjever**

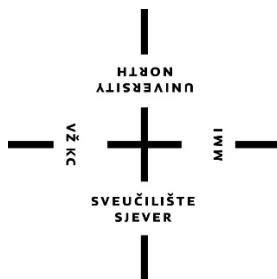
Završni rad br. 457/GR/2023

**Analiza isparavanja na jezerima za slučaj  
postavljanja solarnih fotonaponskih panela na  
površinu jezera - primjer jezera „Dedin mlin“ na  
rijeci Plitvici**

Magdalena Drožđan, 0336043633

Varaždin, srpanj 2023. godine





# Sveučilište Sjever

Odjel za Graditeljstvo  
Završni rad br. 457/GR/2023

## **Analiza isparavanja na jezerima za slučaj postavljanja solarnih fotonaponskih panela na površinu jezera - primjer jezera „Dedin mlin“ na rijeci Plitvici**

Student

Magdalena Drožđan, 0336043633

Mentor

Izv.prof.dr.sc. Bojan Đurin

Varaždin, srpanj 2023. godine

IZJAVA O AUTORSTVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, MAGDALENA DROZDAN (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom ANALIZA ISKRAVALA NA FERDINA ZA SLUŽAJ RESTORANA te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:

(upisati ime i prezime)

MAGDALENA DROZDAN Magdalena Drozdan  
(vlastoručni potpis)

Sukladno čl. 83. Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Sukladno čl. 111. Zakona o autorskom pravu i srodnim pravima student se ne može protiviti da se njegov završni rad stvoren na bilo kojem studiju na visokom učilištu učini dostupnim javnosti na odgovarajućoj javnoj mrežnoj bazi sveučilišne knjižnice, knjižnice sastavnice sveučilišta, knjižnice veleučilišta ili visoke škole i/ili na javnoj mrežnoj bazi završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice, sukladno zakonu kojim se uređuje znanstvena i umjetnička djelatnost i visoko obrazovanje.

# Prijava završnog rada

## Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL	Odjel za graditeljstvo		
STUDIJ	preddiplomski stručni studij Graditeljstvo		
PRISTUPNIK	Magdalena Drožđan	JMBAG	0336043633
DATUM	23.06.2023.	KOLEGU	Hidrogradnje
NASLOV RADA	Analiza isparavanja na jezerima za slučaj postavljanja solarnih fotonaponskih panela na površinu jezera-primjer jezera "Dedin mlin" na rijeci Plitvici		
NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU	Analysis of the evaporation on the lakes for the case of installation of solar photovoltaic panels on the surface of the lake-example of the lake "Dedin Mlin" on the Plitvica River		
MENTOR	dr.sc. Bojan Đurin	ZVANJE	Izvanredni profesor
ČLANOVI POVJERENSTVA	1. prof.dr.sc. Ivanka Netinger Grubeša 2. izv.prof.dr.sc. Bojan Đurin 3. doc.dr.sc. Anđelko Crnoja 4. doc.dr.sc. Željko Kos-zamjenski član 5.		

## Zadatak završnog rada

BRJ 457/GR/2023

OPIS

Gubici vode u akumulacijama, odnosno jezerima jedan su od parametara koji smanjuju vodnogospodarski potencijal i smanjuju učinkovitost korištenja vode u njima. Evaporacija, odnosno isparavanje sa vodene površine jezera su značajni, naročito zbog klimatskih promjena. U radu će se analizirati evaporacija prije i poslije postavljanja solarnih fotonaponskih panela na površinu jezera. Prikazati će se primjer potencijalne solarne fotonaponske hidroelektrane na lokaciji jezera "Dedin mlin" na rijeci Plitvici. Svrha rada je prikaz omogućavanja višenamjenskog korištenja akumulacija i jezera općenito, uz dobivanje smjernica za kvalitetnu izradu vodne bilance, na osnovu koje se dimenzioniraju solarni fotonaponski sustavi na ovakvim vodenim površinama.

Okviri sadržaj rada sastojati će se od uvodnog poglavlja, teoretske podloge o retencijama i akumulacijama, opisa hidrološkog sustava rijeke Plitvice i promatranog jezera, prikaze i analize rezultata terenskih mjerenja te preporuke i smjernice uz zaključak. Prikazati će se i moguć utjecaj na okoliš.

ZADATAK URUČEN 23.06.2023.



## **Zahvala**

Zahvaljujem se svom mentoru Izv.prof.dr.sc. Bojanu Đurinu na svojoj pomoći, savjetima, prenesenom znanju i strpljenju u svakom trenutku pisanja završnog rada, ali i tijekom cijelog obrazovanja.

Također se zahvaljujem kolegici Ivani Pintarić na svojoj potpori, strpljenju i pomoći u svim zahtjevnim i stresnim trenucima protekle 3 godine. Željela bi se zahvaliti i ostalim prijateljima i kolegama koji su mi bili potpora u tom periodu života.

Najveći i najvažniju zahvalu posvetila bi svojim roditeljima i obitelji koji su me bodrili i bili uz mene svakog dana.

## Sažetak

U ovom radu prikazana je analiza evaporacije za slučaj postavljanja solarnih panela na površinu jezera, uz dodatak proračuna ukupne proizvedene električne energije. Primjer je prikazan na jezeru nastalom pregrađivanjem vodotoka rijeke Plitvice za potrebe dotoka vode na mlin nazvan „Dedin Mlin“. Analiza se sastoji od terenskog i proračunskog dijela.

Terenski dio sastoji se mjerenja brzine i protoka toka rijeke Plitvice na dvije lokacije. Prva lokacija nalazi se prije zapornice mlina, dok je druga lokacija na području poslije jezera. Također na terenu se provodilo snimanje jezera bespilotnom letjelicom u svrhu određivanje površine jezera koja je bitna zbog površine solarnih panela i veličine evaporacije.

Proračunski dio sastoji se od određivanja ukupne proizvedene količine energije, određivanje evaporacije cijelog jezera, te određivanja smanjena evaporacije, odnosno uštede vode za slučaj postavljanja panela.

Ključne riječi: evaporacija, solarni paneli, proizvedena energija, uštede



## **Abstract**

This paper presents an analysis of evaporation in the case of installing solar panels on the lake's surface, with the addition of a calculation of the total electricity produced. An example is shown on the lake created by the damming of the Plitvice River watercourse to supply water to the mill called "Dedin Mlin". The analysis consists of a field and calculation part.

The field part deals with measuring the velocity and flow of the Plitvice River at two locations. The first location is before the mill's sluice, while the second is in the area after the lake. Also, in the field, the lake was photographed with a drone to determine the area of the lake, which is important due to determining the size of the solar panels and the amount of evaporation.

The calculation consists of determining the total amount of energy produced, the evaporation of the entire lake, and the reduced evaporation, i.e., water savings for the case of panel installation.

**Keywords:** evaporation, solar panels, produced energy, savings

# Sadržaj

1. Uvod .....	1
2. Akumulacije.....	2
2.1. Podjele i karakteristike akumulacija .....	2
2.2. Osnovni parametri akumulacije.....	4
3. Solarni fotonaponski paneli .....	6
3.1. Općenito o solarnim fotonaponskim panelima .....	6
3.2. Plutajući solarni sustavi .....	8
3.3. Određivanje snage i količine proizvedene električne energije.....	9
4. Metodologija istraživanja.....	10
5. Analizirani primjer .....	12
5.1. Ulazni podaci.....	12
5.2. Izmjereni podaci .....	19
6. Proračun i analiza dobivenih rezultata .....	36
7. Zaključak .....	44
8. Literatura.....	45
9. Popis slika .....	47
10. Popis tablica .....	50

## 1. Uvod

Fosilna goriva sve se više zamjenjuju obnovljivim izvorima energije. Solarni fotonaponski paneli među najčešće su primjenjivim izvorima obnovljivi izvori energije kako u svijetu, a tako i u Hrvatskoj. Fotonaponski paneli se koriste za proizvodnju električne energije izravno iz sunčeve svjetlosti. Sastoje se od niza pojedinačnih ćelija povezanih zajedno za proizvodnju električne energije željenog napona. Predstavljaju jedan od najčišćih oblika energije ali kod njih se pojavljuje problem u vidu raspoloživog prostora za njihovo postavljanje. Proizvodnja većih količina energije zahtijeva puna panela što znači i puno praznog prostora. Zemlja je sve napućenija i svaki kvadrat zemljišta vrijedi sve više. Zato se traže alternativna rješenja od kojih je zanimljiva inovacija postavljanje panela na površine akumulacija.

Akumulacije su hidrotehničke građevine koje se koriste u svrhu pohranjivanja vode u onim trenucima kada je ima više nego što je trenutno potrebno. Ta ista voda koristi se u trenucima kada je nedostaje. Za reguliranje vodnog režima može se izgraditi akumulacija ukoliko je ona potrebna te ako postoji mogućnost za izgradnju iste. Ona spada u najdjelotvornije načine reguliranja vodnog režima s ciljem vremenske preraspodjele vode sliva

Nakon prekrivanja površine akumulacije, odnosno vodnog lica panelima dolazi do promjena u vodnom režimu. Paneli se ponašaju kao „prekrivač“ akumulacije koji zadržava vodu, odnosno smanjuje količinu isparavanja. Isparavanje je prijelaz tvari iz tekućeg u plinovito agregatno stanje. Prema kinetičko-molekularnoj teoriji topline, tekućina isparuje kada njezine molekule zagrijavanjem poprime dovoljno energije da nadvladaju kohezijske sile unutar tekućine i tlak nad njezinom površinom.

Promjene u vodnom režimu akumulacije kao i utjecaj panela na isparavanje analizirati će se na području rijeke Plitvice u mjestu Luka Ludbreška. Na toj lokaciji nalazi se jezero koja je nastalo pregrađivanjem rijeke zbog izgradnje mlina, nazvanog Dedin mlin.

## 2. Akumulacije

Kada se planira gradnja nekih velikih i složenih hidrotehničkih građevina (u što spadaju i akumulacijska jezera), cjelokupnom procesu mora se pristupiti organizirano i odgovorno sa zadovoljavanjem želja svih korisnika. Iskorištavanje energije vodotoka započelo je prije stotinjak godina [1,2].

Poznato je kako se akumulacijska jezera grade za potrebe hidroelektrana koje u stvari koriste obnovljive izvore energije za proizvodnju električne energije. Upravo takav način proizvodnje energije poželjan je i važan za cijelo čovječanstvo, jer je poznato da puno manje utječe na klimatske promjene. Prema nekim prognozama, ako se ne promjene životne navike do 2050. godine, temperature na Zemlji povećat će se za 2 - 5 °C. U slučaju takvog porasta temperature očekuje se: povećano isparavanje, ranije topljenje snijega, povećanje razine mora za 17 – 25,5 cm, češća pojava poplava i suša, povećanje intenziteta oborina, ali isto tako i rjeđa pojava oborina [3].

Pokazalo se da je akumulacija poželjna jer je ona višenamjenski objekt koji koristi vodu, a poznato je da je voda najvažniji obnovljivi izvor energije [4,5].

### 2.1. Podjele i karakteristike akumulacija

Prema vrsti izravnjanja protoka, akumulacije se dijele na [6]:

- kompenzacijski bazeni: njihova namjena je takva da dotok koji je transformiran vrati u prvobitno stanje. Primjerice, moguće ih je primijeniti kod vršnih hidroelektrana za ostvarivanje biološkog minimuma kada hidroelektrana nije u funkciji,
- dnevne: njihov princip se temelji kao kod vodospreme (izravnjanje dnevne potrebe i potrošnje vode),
- tjedne: (izravnjanje tjedne potrebe i potrošnje vode),
- godišnje ili sezonske: višak vode iz vodnih perioda u toku jedne godine, prebaci u sušne periode iste te godine,
- višegodišnje: njihova sposobnost je takva da višak vode iz vodnih godina, prebaci u period sušnih godina.

Prema načinu formiranja, akumulacije se dijele na [7]:

- prirodna jezera,
- umjetna jezera: akumulacije koje nastaju uslijed pregrađivanja riječnog toka u dolinama i kotlinama.

Prema namjeni mogu se podijeliti na [6]:

- jednonamjenske,
- višenamjenske

Prema dubini dijele se na [6]:

- duboke,
- plitke

Akumulacijsko jezero još se naziva i spremnikom za vodu koji je nastao izgradnjom nasipaili upotrebom nekakvog udubljenja na kojima se može zadržati voda. Problematika jezera je takva da pri samom nastanku počinje i njegovo prirodno polagano zatrpavanje [8,9].

Akumulacija ima brojne pogodnosti, ali sa sobom nosi i probleme. Neki problemi vezani uz akumulacije su [2, 10, 11]:

- ukoliko dođe do rušenja brane koju akumulacije posjeduju, posljedice bi bile katastrofalne,
- velik utjecaj na: okoliš, klimu, kvalitetu vode, podzemne vode,
- moguć porast ili snižavanje razine podzemne vode,
- imaju veliku slobodnu površinu koja uzrokuje i velike gubitke vode u obliku isparavanja,
- problemi vezani uz vodoodrživost – procjeđivanje vode kroz dno i/ili bokove doline,
- uzvodno od brane dešava se zatrpavanja nanosom, stoga je važno osigurati ispiranje kroz temeljne ispuste i preko preljeva isto kao i čišćenje,
- eutrofikacija,
- psihički utjecaj na čovjeka radi straha od popuštanja akumulacije i istjecanja velike količine vode,
- akumulacija ima svoj vijek trajanja u rasponu od 50 do 200 godina,
- punjenjem i pražnjenjem akumulacije mogu se prouzročiti inducirani potresi isto kao što naglo pražnjenje može izazvati klizišta,

- problem očuvanja kvalitete vode akumulacije,
- akumulacijska jezera zauzimaju jako velike površine tla koje bi se mogle koristiti upoljoprivredne svrhe, prodavati kao građevinska zemljišta i slično.

Važno je napraviti procjenu kvalitete tog zemljišta, jednako kao i procijeniti isplati li se građenje akumulacije upravo na toj lokaciji. Važno je uzeti sve parametre u obzir, jer plodno tlo nakon određenih radova i zahvata gubi svoje vrijedne karakteristike ili čak u potpunosti izgubi sposobnost plodnog zemljišta [11].

Akumulacija ne mora nužno biti sagrađena od strane čovjeka. Mogu se iskoristiti i prirodna jezera koja sadrže sve ono što je potrebno da takva akumulacija bude adekvatna građevina za postojeće potrebe. Također, postoji mogućnost nadogradnje, čime se bitno ne utječe na biljni i životinjski svijet. Na takav se način puno više dobiva nego gubi te su takvi zahvati poželjni i prihvatljivi.

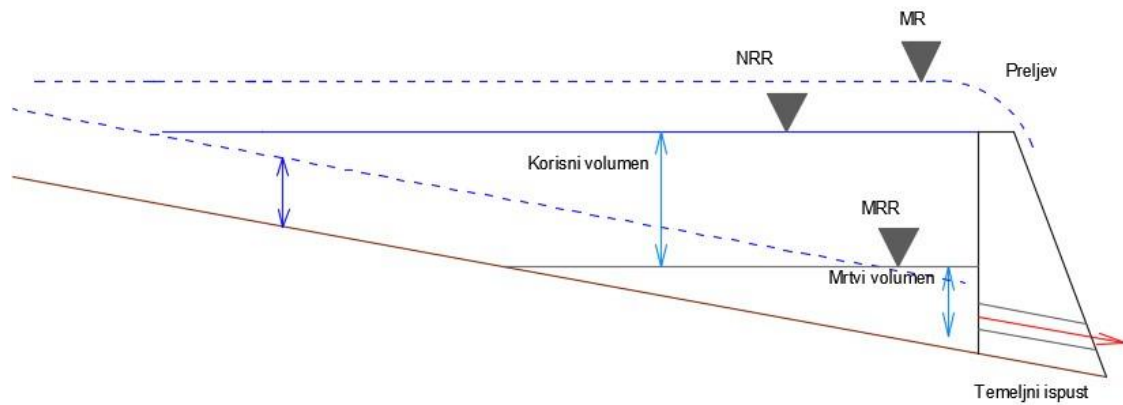
Velika važnost pridaje se što manjem utjecaju na okoliš. Prije poduzimanja samog zahvata potrebno je napraviti procjenu utjecaja istog na sam okoliš. Okoliš u smislu tla, vode, klime, šume, zraka, zdravlja ljudi, cjelokupnog biljnog i životinjskog svijeta, krajolika, prostornih i kulturnih vrijednosti, njihovih međusobnih odnosa. Važno je uzeti u obzir i druge planirane zahvate te mogućnost njihovog međusobnog utjecaja s postojećim ili planiranim zahvatima na tom području na kojem se i sagledava utjecaj zahvata.

## **2.2. Osnovni parametri akumulacije**

Osnovni parametri akumulacije su (slika 2.1) [6,11]:

- kota maksimalnog radnog nivoa (MR) – kota je maksimalnog nivoa vode u akumulacijskom jezeru,
- kota minimalnog radnog nivoa (MRR) – kota je koja označava razine ispod koje se ne uzima voda za korisnika,
- kota normalnog uspora (NRR) – kota je pri kojoj je ispunjen korisni volumen akumulacije,
- mrtvi volumen akumulacije – predstavlja prostor koji prihvaća nanos i volumen koji se nekoristi za reguliranje protoka,
- krivulja volumena i površine akumulacije – definira ovisnost volumena akumulacije i površine vodnog lica o nivou vode u akumulaciji,

- krivulje koje opisuju hidraulički režim brane su: krivulja protoka kroz evakuacijske objekte i krivulja protoka zahvata u ovisnosti s nivoom vode u akumulacijskom jezeru,
- način korištenja akumulacije u radnim i izvanrednim uvjetima definira se režimom upravljanja akumulacije



*Slika 2.1 Shematski prikaz osnovnih parametara akumulacije [6]*

### 3. Solarni fotonaponski paneli

#### 3.1. Općenito o solarnim fotonaponskim panelima

Sunce je neiscrpan izvor energija. Svake sekunde, već pet milijardi godine, šalje na površinu Zemlje zračenje od prosječno  $1377\text{W/m}^2$  koja varira  $\pm 3\%$  ovisno o dobi godine. Nakon ulaska u atmosferu, dio zračenja apsorbira ozon, ugljikov monoksid, ugljikov dioksida i vodena para, dok se jedan dio gubi raspršivanjem. Zračenje koje se ne reflektira niti raspršuje, a do Zemljine površine dolazi izravno u liniji sa Suncem, naziva se izravno zračenje, dok se raspršeno zračenje koje pada na površinu Zemlje naziva difuzno zračenje. Kombinirano difuzno i izravno zračenje predstavlja ukupno ili globalno zračenje. Prije dvadeset i više godina proizvodnja električne energije iz sunčevog zračenja bila je nezamisliva i izuzetno skupa. Danas je cijena znatno prihvatljivija i dostupna većem broju ljudi.

Bilo koji uređaj koji može izravno pretvarati svjetlosnu energiju u električnu pomoću fotonaponskog učinka naziva se solarna ili fotonaponska ćelija. Velika većina solarnih ćelija izrađena je od Silicija (Si) - s povećanjem učinkovitosti i snižavanjem troškova jer se materijali kreću od amorfni (nekrystalnih) do polikristalnih do kristalnih (jednokristalnih) silicija. Za razliku od baterija ili gorivnih ćelija, solarne ćelije ne koriste kemijske reakcije niti zahtijevaju gorivo za proizvodnju električne energije, a za razliku od električnih generatora nemaju pokretnih dijelova [12].

Što se tiče solarnih ćelija (slika 3.1.), one se mogu organizirati u velike skupine, tj. nizove. Ovi nizovi koji su sastavljeni od više pojedinačnih ćelija, mogu funkcionirati kao centralne električne elektrane tako da pretvaraju svjetlost Sunca u električnu energiju koja se zatim distribuira industrijskim, stambenim i komercijalnim korisnicima. Solarne ćelije u mnogo manjim konfiguracijama nazivaju se solarne ploče. U slučaju kad konvencionalni izvori nisu dostupni (na udaljenim zemaljskim mjestima) te nisu isplativi i izuzetno su skupi za ugradnju, tada se koriste ploče solarnih ćelija za opskrbu električnom energijom. Solarne ćelije nemaju pokretnih dijelova te samim tim ne zahtijevaju održavanje ili goriva. Zbog toga ih se može naći u svemirskim instalacijama, kod komunikacijskih i vremenskih satelita pa do svemirskih postaja. Ručni kalkulatori, elektroničke igračke i prijenosni radio aparati samo su neki od proizvoda gdje se koriste solarne ćelije. U uređajima takve vrste solarne ćelije koriste umjetno svjetlo (žarulje sa žarnom niti, fluorescentne svjetiljke) te sunčevu svjetlost. Iako je ukupna



proizvodnja fotonaponske energije mala, ona će se vjerojatno povećati kako se smanjuju izvori fosilnih goriva. Izračuni temeljeni na svjetskoj projiciranoj potrošnji energije do 2030. ukazuju na to da bi globalni energetske zahtjevi bili ispunjeni solarnim panelima koji bi radili s 20 posto učinkovitosti i pokrivali samo oko 496.805 četvornih kilometara (191.817 četvornih milja) Zemljine površine. Materijalni zahtjevi bili bi ogromni, ali izvedivi, jer je silicij drugi najrasprostranjeniji element u Zemljinoj kori. Solarne ćelije, bilo da se koriste u centralnoj elektrani, satelitu ili kalkulatoru, imaju istu osnovnu strukturu. Optički premaz ili sloj protiv refleksije je mjesto gdje svjetlost ulazi u uređaj te se uz pomoć tog sloja minimizira gubitak svjetlosti refleksijom; učinkovito hvata svjetlost koja pada na solarnu ćeliju promičući njezin prijenos na donje slojeve za pretvorbu energije. Sloj za odbijanje refleksije tipično je oksid silicija, tantala ili titana koji nastaje na površini stanice spin-prevlakom ili tehnikom taloženja u vakuumu [12].



*Slika 3.1 Solarne fotonaponske ćelije [12]*

### 3.2. Plutajući solarni sustavi

U svijetu je izgrađeno mnogo solarnih fotonaponskih sustava na vodenoj površini jezera. Tajlandska uprava za proizvodnju električne energije (EGAT), poduzeće u državnom vlasništvu, pustila je hidro-plutajući solarni hibrid od 45 MW (koji se smatra najvećim na svijetu) u komercijalni rad na brani Sirindhorn. Hibrid čiste energije, smješten u pokrajini Ubon Ratchathani, počeo je s komercijalnim radom 31. listopada 2021., s ciljem poboljšanja sigurnosti elektroenergetskog sustava Tajlanda, smanjenja emisija stakleničkih plinova od oko 47 000 tona godišnje i pružanja čiste energije za pomoć u ublažavanju globalnog zatopljenja. Glavna značajka hibridne elektrane na brani Sirindhorn je njena sposobnost da proizvodi električnu energiju iz solarne energije tijekom dana i hidroenergije iz postojeće brane kada nema sunčeve svjetlosti ili tijekom potražnje za električnom energijom noću. Elektranu kontrolira i upravlja sustav upravljanja energijom (EMS) zajedno sa sustavom vremenske prognoze kako bi se povećala stabilnost elektroenergetskog sustava, što znači da može dulje proizvoditi električnu energiju i smanjiti ograničenja obnovljive energije. U budućnosti EGAT planira izgraditi kontrolni centar za obnovljivu energiju koji koristi umjetnu inteligenciju (AI) za povećanje učinkovitosti proizvodnje električne energije.

Plutajuća solarna elektrana (slika 3.2.) ima sedam kompleta solarnih panela postavljenih na površini vode manje od 1% ukupne akumulacije. Solarni paneli i plutajuće platforme ekološki su prihvatljivi i ne utječu na podvodni okoliš. Štoviše, korištenje postojećeg prijenosnog sustava, električne opreme i vodene površine brane Sirindhorn u punom potencijalu može pomoći u uštedi troškova i izdataka, što dovodi do nižih troškova električne energije.

Solarni paneli postavljeni su pod kutom s razmakom između panela i platforme kako bi sunčeva svjetlost mogla proći u vodu, ne utječući na taj način na podvodni okoliš. Postavljanje solarnih panela na vodenu površinu također pomaže u smanjenju topline panela, što ga čini 10-15% učinkovitijim od solarnih panela instaliranih na kopnu i smanjuje isparavanje vode u brani za oko 460.000 m<sup>3</sup>/godišnje. Zbog uspjeha projekta, nastaviti će se sa sljedećim projektom od 24 MW a brani Ubol Ratana u provinciji Khon Kaen, te s 15 dodatnih projekata diljem zemlje, kako bi se postigao ukupni kapacitet od 2,7 GW, u nastojanju da se Tajland približi cilju neto nulte emisije i postati održivo društvo s niskom razinom ugljika [13].



*Slika 3.2. Plutajuća solarna elektrana [13]*

### **3.3. Određivanje snage i količine proizvedene električne energije**

Izračun prosječne snage solarnog fotonaponskog sustava,  $P_S$  [W], može se odrediti prema:

$$P_S = A \cdot \eta_S \cdot 1000 \text{ [16]}, \quad (1)$$

gdje su:

$A$  [m<sup>2</sup>] površina fotonaponskog panela,

$\eta_S$  je učinkovitost sustava.

Izračun dnevne proizvodnje električne energije,  $E_S$  [kWh], iz fotonaponske elektrane, može se odrediti prema:

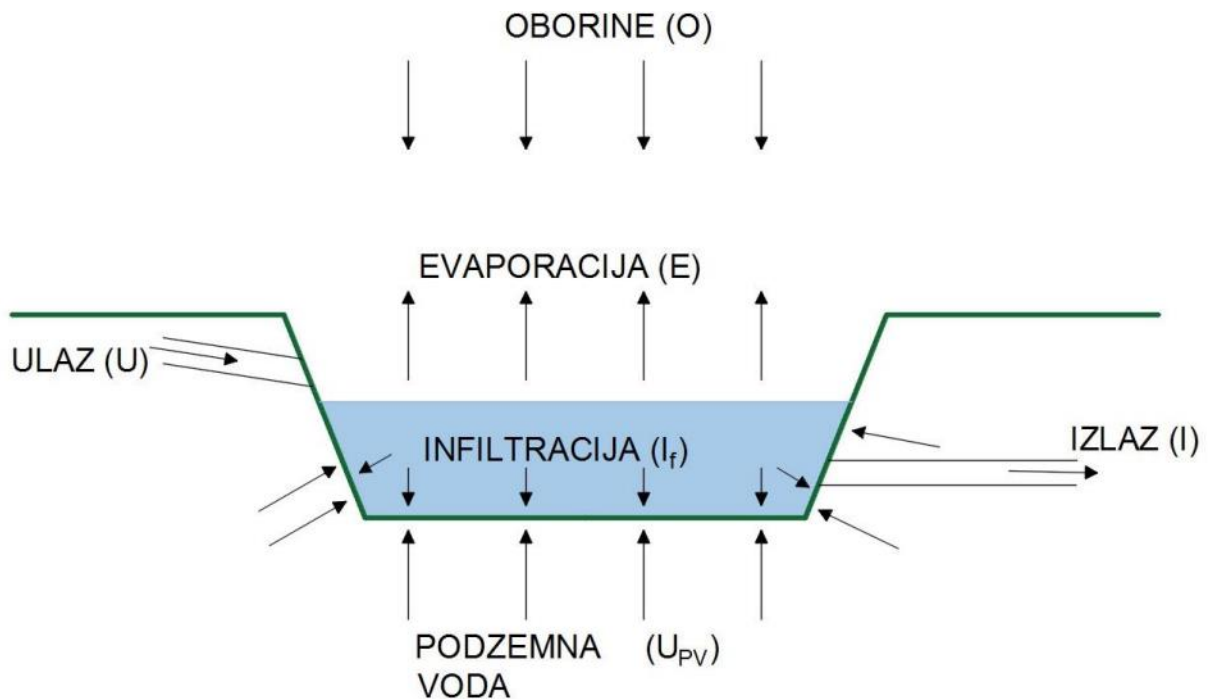
$$E_S = I_S \cdot A \cdot \eta_S \text{ [16]}, \quad (2)$$

gdje  $I_S$  [Wh/m<sup>2</sup>/dan] predstavlja dnevni intenzitet insolacije. Proizvodnja energije se može izračunati za bilo koje analizirano vrijeme.

## 4. Metodologija istraživanja

Metodologija istraživanja ovog rada je analiza utjecaja isparavanja i infiltracije na jezeru za slučaj postavljanja solarnih panela na površinu jezera. Rad se odnosi na rijeku Plitvicu, odnosno na dio rijeke u mjestu Luka Ludbreška kod akumulacije starog napuštenog mlina „Mlin Dede Ive“. U nastavku rada će se analizirati rijeka Plitvica. Pri tome je najvažnije odrediti relevantne ulazne i izlazne parametre, odnosno njihovu veličinu. Drugim riječima, najvažnije je određivanje bilance akumulacije na koju se planiraju postaviti paneli, s obzirom na raspoložive podatke.

Općenito, bilanca akumulacije definirana preko izraza jednadžbe bilance prikazana je na slici 4.1.



Slika 4.1. Vodna bilanca [14]

Jednadžba bilance glasi:

$$U + O + U(PV) - I_f - E = I \quad (3)$$

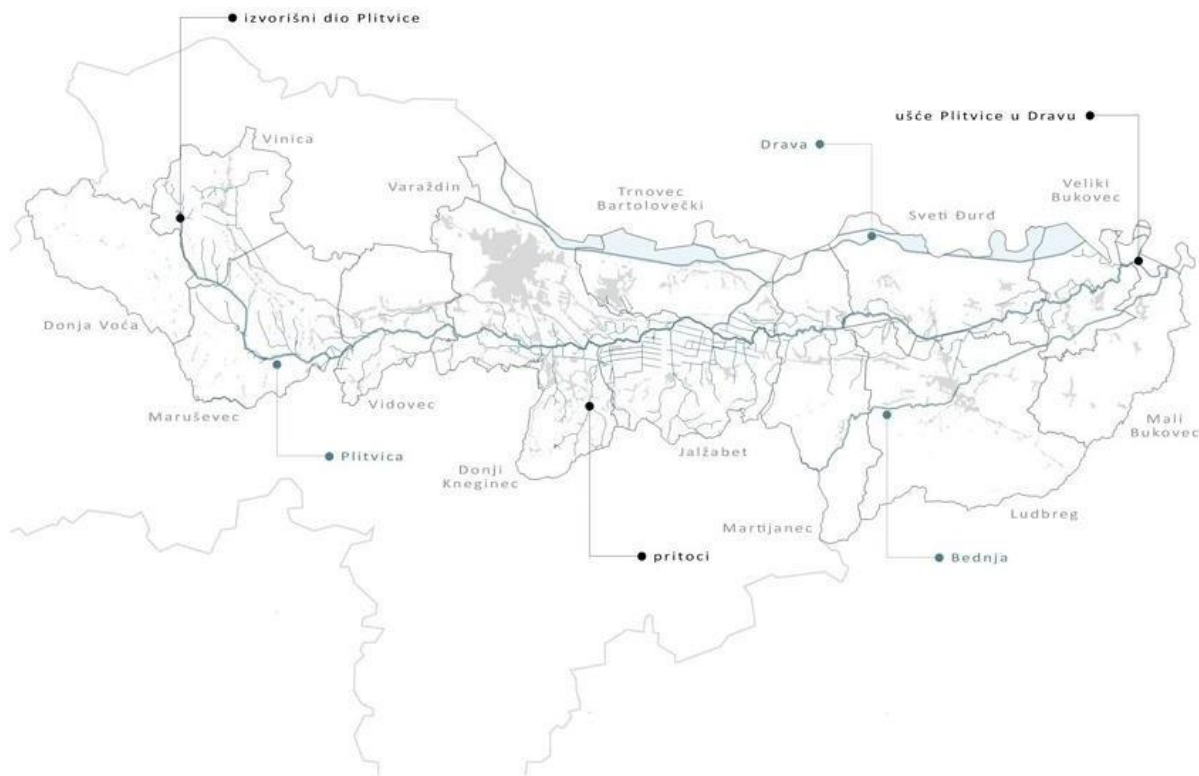
Potrebno je odrediti jačinu sunčevog zračenja koja će kasnije biti potrebna za proračun panela. U tu svrhu koristiti će se besplatna online aplikacija PV Gis. Također utvrdit će se količina evaporacije, te njen utjecaj na karakteristike akumulacije.

U završnom dijelu rada vrši se proračun veličine panela, te količine moguće dobivene energije. Uz podatke preuzete od DHMZ-a koristit će se rezultati dobiveni upotrebom ultrazvučnog mjerača protoka FlowTracker2 koji se koristio kod terenskog rada koji je obavljen na tom dijelu rijeke. Uz terenski dio, podaci će se obraditi tekstualno i grafički.

## 5. Analizirani primjer

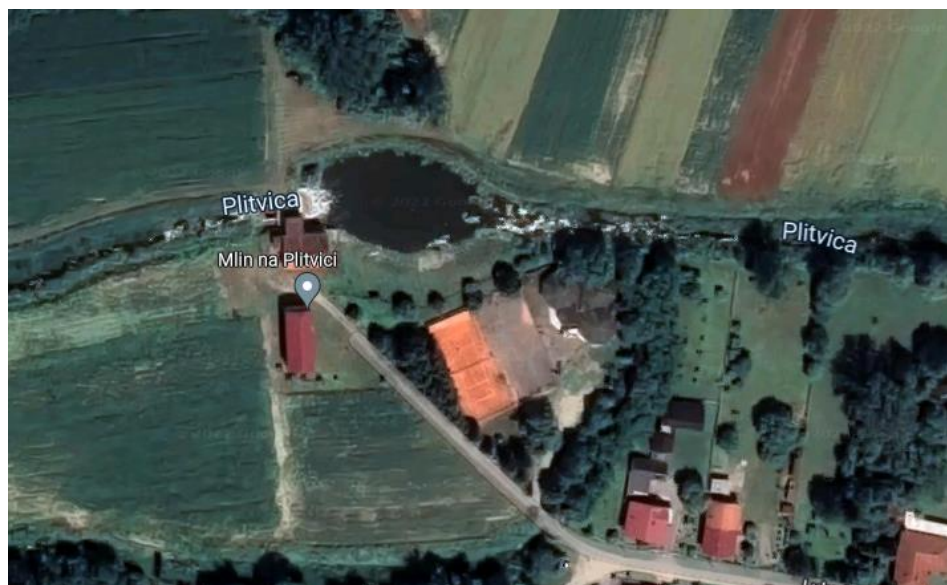
### 5.1. Ulazni podaci

Rijeka Plitvica je desni pritok rijeke Drave dugačak 65 km (slika 5.1.). Izvire na području Abrahamov brijeg u općini Vinica, u Hrvatskom Zagorju. Manja je i kraća od rijeke Bednje, ali je brža i bistrija te je bogata biljnim i životinjskim svijetom.



Slika 5.1. Tok rijeke Plitvice [15]

Obrada podataka izvršit će se na dijelu rijeke Plitvice, koji prolazi kroz mjesto Luka Ludbreška u okolici Ludbrega. Na tom području nalazi se zapušteni mlin „Mlin Dede Ive“ koji je poremetio prirodni tok rijeke zbog izrade pregrade te je nastalo umjetno jezero. Na prostoru jezera (slika 5.2.) planira se postavljanje panela te analiza utjecaja isparavanja.



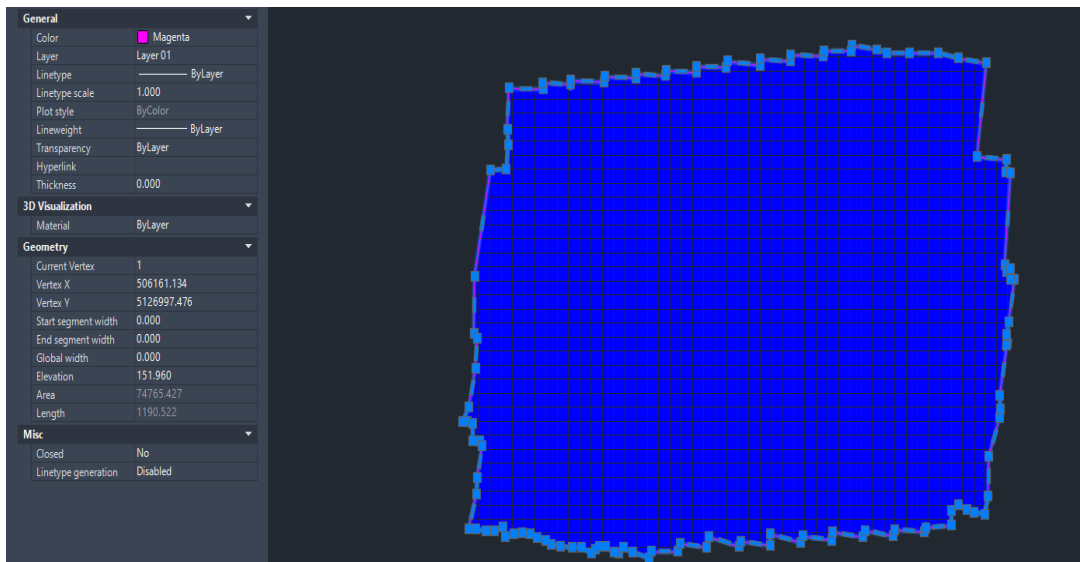
*Slika 5.2. Prikaz područja jezera [16]*

Podaci koji će se koristiti u daljnjem radu izmjereni su na dvije lokacije te će detaljnije biti prikazane u poglavlju 5.2. Na slici 5.3. označene su spomenute lokacije. Crveno obojano područje je prije zapornice odnosno jezera te žuto obojano područje nakon jezera.



*Slika 5.3. Lokacija mjerenja [16]*

Površina jezera izmjerena je bespilotnom letjelicom, odrađena su dva snimanja na dvije različite visine. Prva visina leta bila je na 60 metara, a druga visina je iznosila 100 metara. Razlog snimanja na dvije različite visine bilo je preklapanja snimaka kako bi se kasnije mogao razviti precizniji oblak podataka. Ukupna dobivena površina jezera, dobivena ovim modelom iznosi 747,65 m<sup>2</sup> (slika 5.4.).



*Slika 5.4. Površina jezera dobivena snimanjem bespilotne letjelice [17]*

Kako je snimanje bespilotnom letjelicom obuhvatilo i dio obale te okolnog terena, preklapanjem dobivenog modela s podlogom preuzetom sa stranice Geoportala, izračunata je površina samog jezera (slika 5.5.).

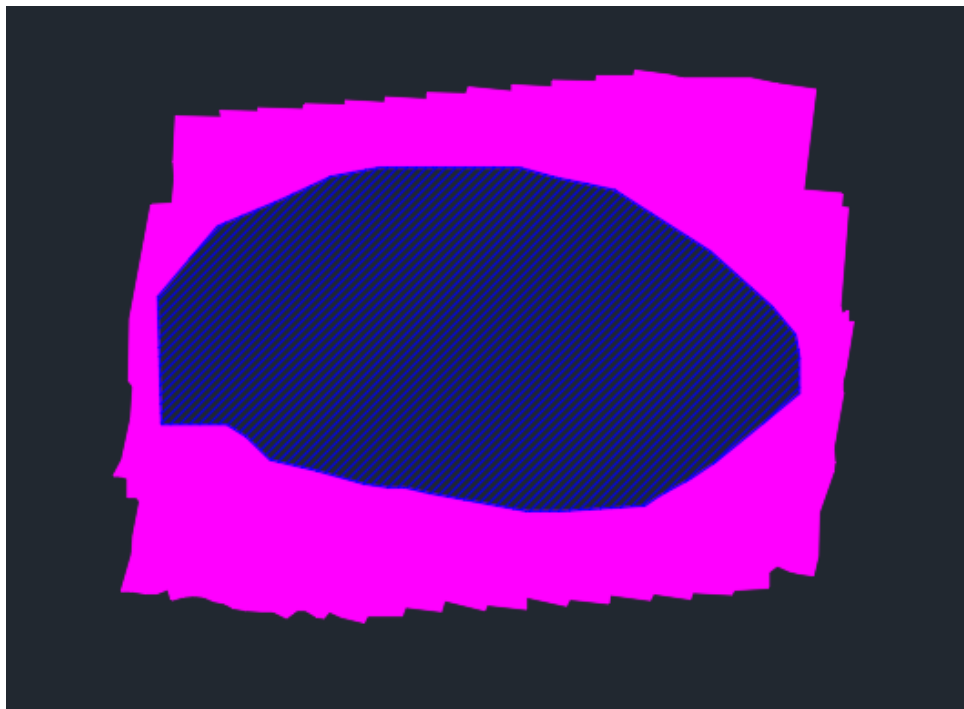


*Slika 5.5. Preklapanje slika dobivene bespilotnom letjelicom i podloge Geoportala [17]*



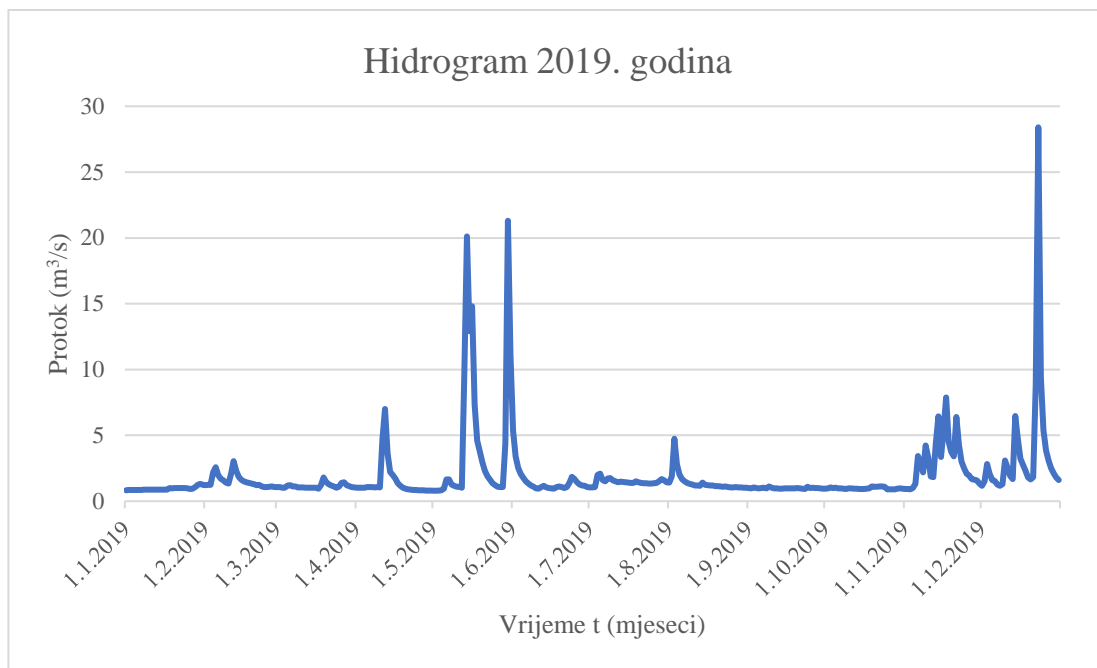
Na slici je plavom linijom iscrtana i navedena površina jezera koja iznosi 1602,4 m<sup>2</sup> u mjerilu 1:500 što u mjerilu 1:1, odnosno nakon skaliranja i obrade iznosi 320,4 m<sup>2</sup>.

Na slici 5.6. prikazano je preklapanje modela i podloge Geoportala na temelju čega se odredila površina okolnog terena, koja iznosi 427,25 m<sup>2</sup> [17]

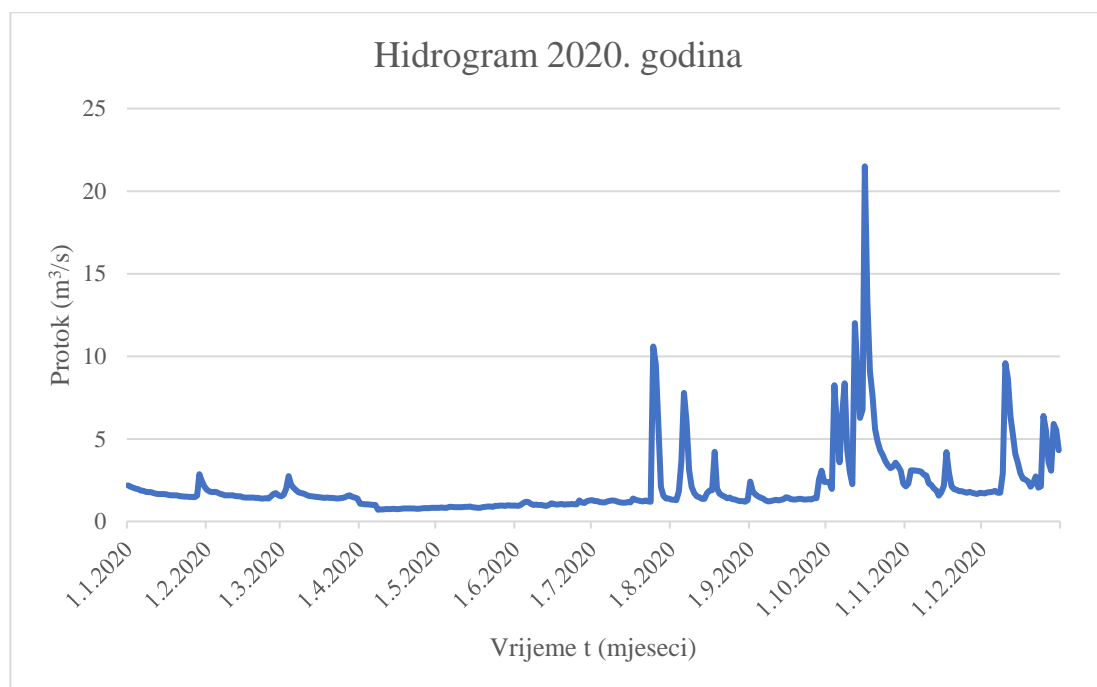


*Slika 5.6. Određivanje površine okolnog terena*

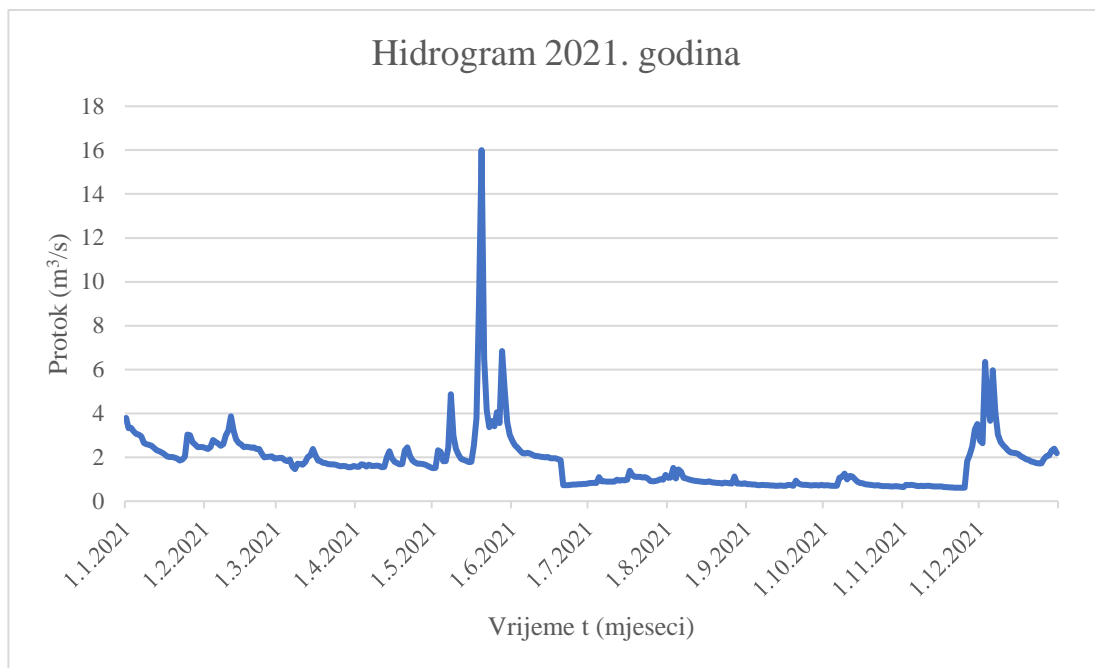
Bitan ulazi podatak za daljnju analizu je ovisnost protoka o vremenu koja je prikazana hidrogramima ( slika 5.7.a., 5.7.b., 5.7.c.), te količina evaporacija zabilježena na području jezera (slika 5.8.a., 5.8.b., 5.8.c.).



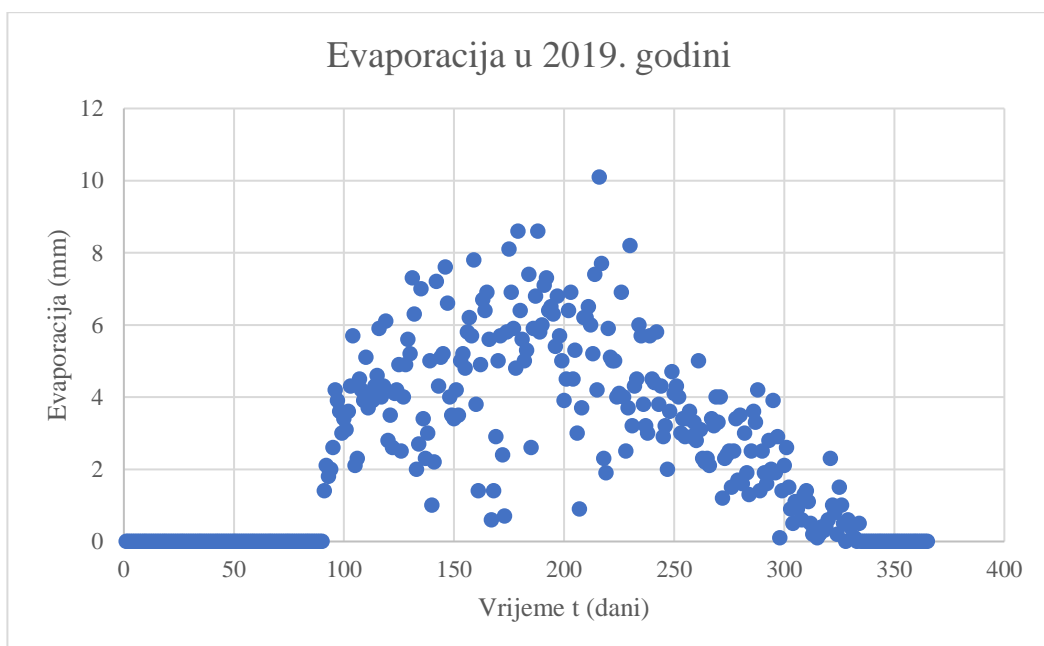
*Slika 5.7.a. Hidrogram rijeke Plitvice u 2019. godini [18]*



*Slika 5.7.b. Hidrogram rijeke Plitvice u 2020. godini [18]*



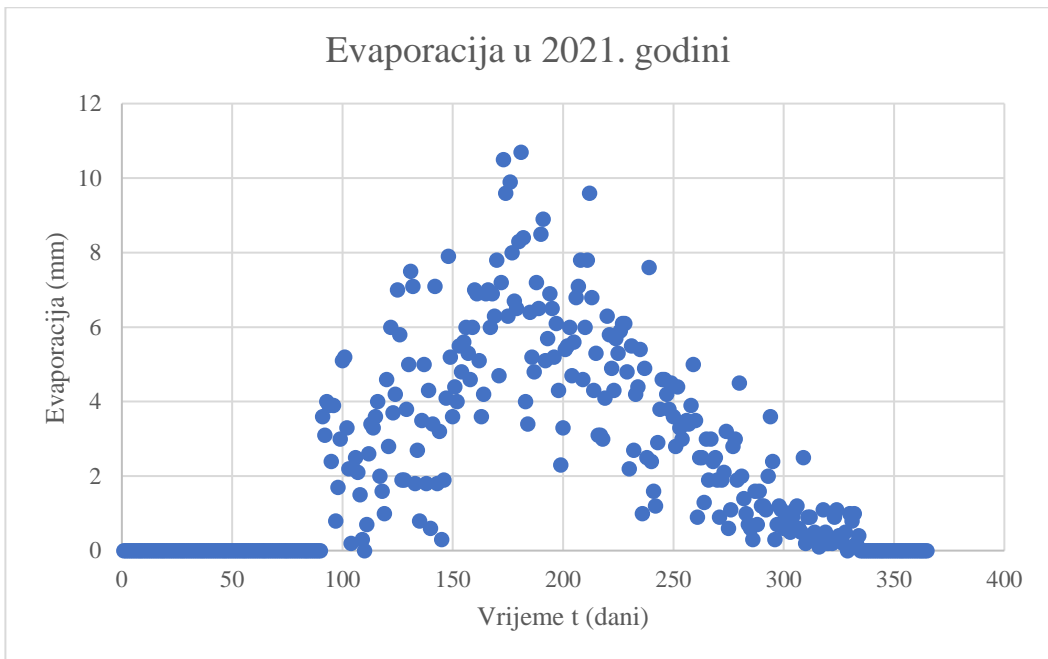
*Slika 5.7.c. Hidrogram rijeke Plitvice u 2021. godini [18]*



*Slika 5.8.a. Dijagram evaporacije zabilježen u 2019. godini [18]*



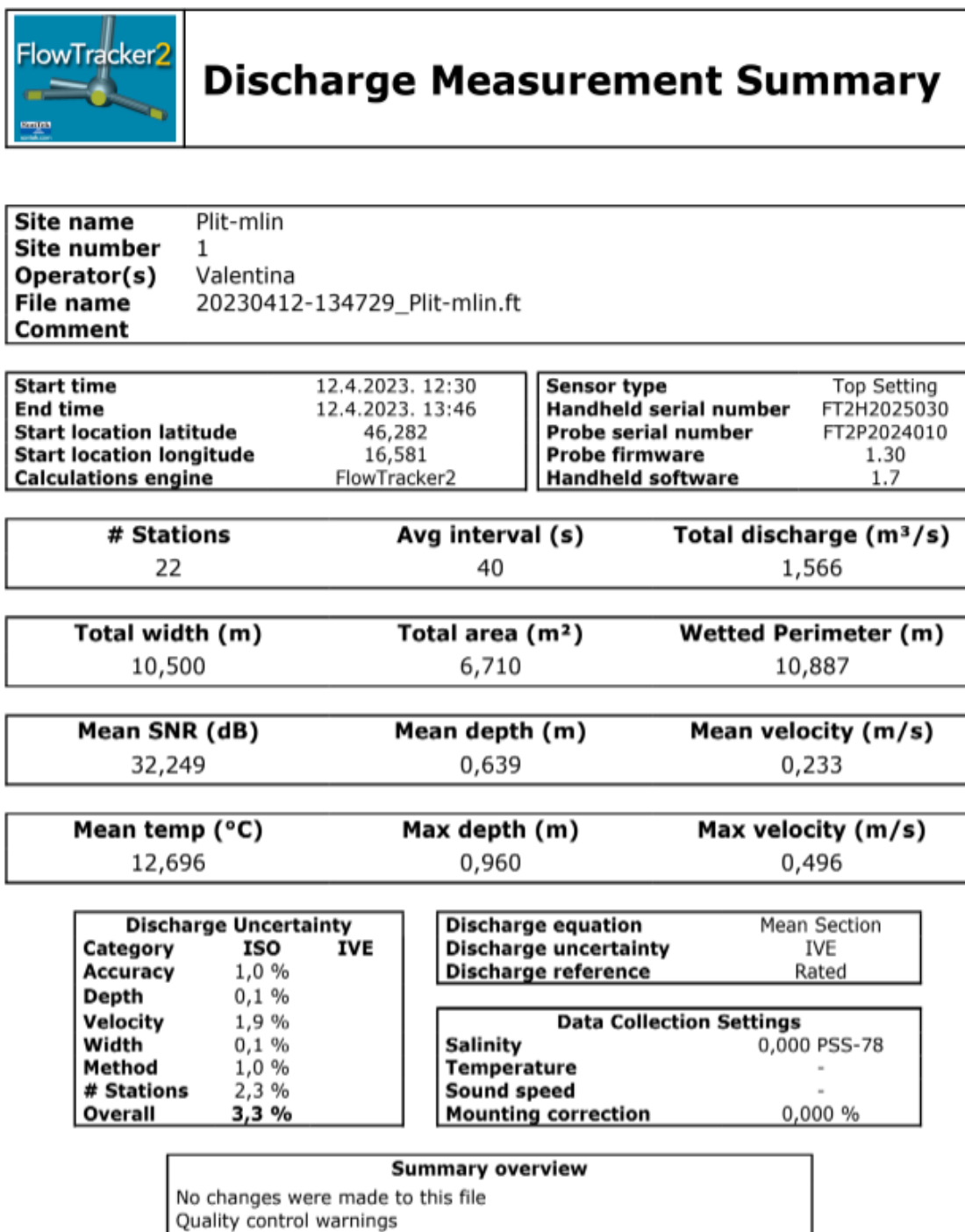
*Slika 5.8.b. Dijagram evaporacije zabilježen u 2020. godini [18]*



*Slika 5.8.c. Dijagram evaporacije zabilježen u 2021. godini [18]*

## 5.2. Izmjereni podaci

Mjerenje je odrađeno na dvije lokacije, jedna prije zapornice, druga nakon jezera. Na karti u poglavlju 5.1. nalaze se točno označene lokacije. Slike 5.9.a., 5.9.b., 5.9.c., 5.9.d., prikazuje rezultate mjerenja na lokaciji jedan (prije zapornice) izmjerene 12.4.2023., a slika 5.10.a, 5.10.b, 5.10.c, 5.10.d., prikazuje rezultate mjerenja na lokaciji jedan (prije zapornice) izmjerene 4.5.2023.



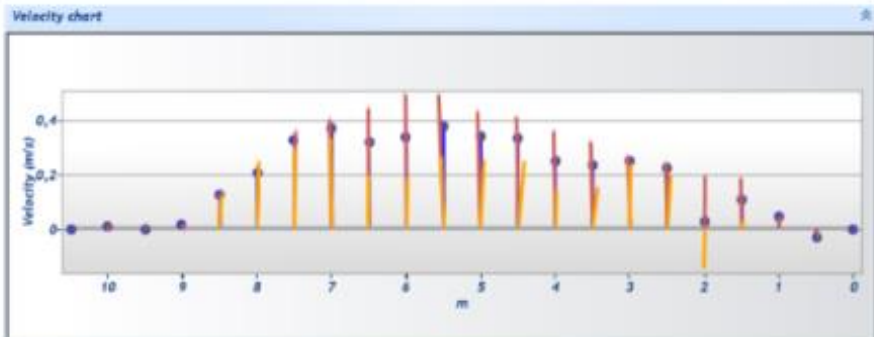
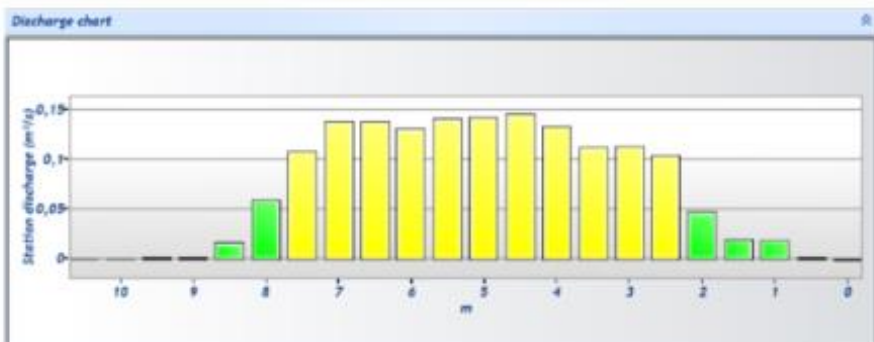
Slika 5.9.a. Rezultati mjerenja 12.4.2023. [19]



# Discharge Measurement Summary

**Site name** Plit-mlin  
**Site number** 1  
**Operator(s)** Valentina  
**File name** 20230412-134729\_Plit-mlin.ft  
**Comment**

Station Warning Settings	
Station discharge OK	Station discharge < 5,000%
Station discharge caution	5,000% >= Station discharge < 10,000%
Station discharge warning	Station discharge >= 10,000%



Slika 5.9.b. Rezultati mjerenja 12.4.2023. [19]



# Discharge Measurement Summary

**Site name** Plit-mlin  
**Site number** 1  
**Operator(s)** Valentina  
**File name** 20230412-134729\_Plit-mlin.ft  
**Comment**

## Measurement results

St#	Time	Location (m)	Method	Depth (m)	%Depth	Measured Depth (m)	Samples	Velocity (m/s)	Correcti on	Mean Velocity (m/s)	Area (m <sup>2</sup> )	Flow (m <sup>3</sup> /s)	%Q	
0	12:30	0,000	None	0,000	0,000	0,000	0	0,000		-0,018	0,073	-0,001	-0,082	✓
1	12:32	0,500	0,6	0,290	0,600	0,174	80	-0,036	1,000	0,003	0,183	0,001	0,040	✓
2	12:42	1,000	0,6	0,440	0,600	0,264	80	0,042	1,000	0,075	0,240	0,018	1,149	✓
3	12:46	1,500	0,2/0,8	0,520	0,200	0,104	80	0,185	1,000	0,065	0,293	0,019	1,223	✓
3	12:46	1,500	0,2/0,8	0,520	0,800	0,416	80	0,030	1,000	0,065	0,293	0,019	1,223	✓
4	12:50	2,000	0,2/0,8	0,650	0,200	0,130	80	0,192	1,000	0,122	0,383	0,047	2,978	✓
4	12:50	2,000	0,2/0,8	0,650	0,800	0,520	80	-0,145	1,000	0,122	0,383	0,047	2,978	✓
5	12:57	2,500	0,2/0,8	0,880	0,200	0,176	80	0,243	1,000	0,236	0,443	0,105	6,674	✓
5	12:57	2,500	0,2/0,8	0,880	0,800	0,704	80	0,198	1,000	0,236	0,443	0,105	6,674	✓
6	13:01	3,000	0,2/0,8	0,890	0,200	0,178	80	0,269	1,000	0,244	0,463	0,113	7,192	✓
6	13:01	3,000	0,2/0,8	0,890	0,800	0,712	80	0,235	1,000	0,244	0,463	0,113	7,192	✓
7	13:05	3,500	0,2/0,8	0,960	0,200	0,192	80	0,320	1,000	0,242	0,465	0,113	7,189	✓
7	13:05	3,500	0,2/0,8	0,960	0,800	0,768	80	0,150	1,000	0,242	0,465	0,113	7,189	✓
8	13:08	4,000	0,2/0,8	0,900	0,200	0,180	80	0,359	1,000	0,290	0,460	0,133	8,507	✓
8	13:08	4,000	0,2/0,8	0,900	0,800	0,720	80	0,140	1,000	0,290	0,460	0,133	8,507	✓
9	13:12	4,500	0,2/0,8	0,940	0,200	0,188	80	0,412	1,000	0,336	0,435	0,146	9,324	✓
9	13:12	4,500	0,2/0,8	0,940	0,800	0,752	80	0,248	1,000	0,336	0,435	0,146	9,324	✓
10	13:16	5,000	0,2/0,8	0,800	0,200	0,160	80	0,431	1,000	0,360	0,393	0,141	9,025	✓
10	13:16	5,000	0,2/0,8	0,800	0,800	0,640	80	0,251	1,000	0,360	0,393	0,141	9,025	✓
11	13:18	5,500	0,2/0,8	0,770	0,200	0,154	80	0,494	1,000	0,359	0,393	0,141	8,988	✓
11	13:18	5,500	0,2/0,8	0,770	0,800	0,616	80	0,264	1,000	0,359	0,393	0,141	8,988	✓
12	13:22	6,000	0,2/0,8	0,800	0,200	0,160	80	0,496	1,000	0,328	0,400	0,131	8,383	✓
12	13:22	6,000	0,2/0,8	0,800	0,800	0,640	80	0,181	1,000	0,328	0,400	0,131	8,383	✓
13	13:25	6,500	0,2/0,8	0,800	0,200	0,160	80	0,443	1,000	0,343	0,403	0,138	8,814	✓
13	13:25	6,500	0,2/0,8	0,800	0,800	0,640	80	0,193	1,000	0,343	0,403	0,138	8,814	✓
14	13:27	7,000	0,2/0,8	0,810	0,200	0,162	80	0,403	1,000	0,348	0,398	0,138	8,829	✓
14	13:27	7,000	0,2/0,8	0,810	0,800	0,648	80	0,333	1,000	0,348	0,398	0,138	8,829	✓
15	13:30	7,500	0,2/0,8	0,780	0,200	0,156	80	0,360	1,000	0,266	0,405	0,108	6,875	✓
15	13:30	7,500	0,2/0,8	0,780	0,800	0,624	80	0,296	1,000	0,266	0,405	0,108	6,875	✓
16	13:33	8,000	0,2/0,8	0,840	0,200	0,168	80	0,163	1,000	0,165	0,360	0,059	3,785	✓
16	13:33	8,000	0,2/0,8	0,840	0,800	0,672	80	0,244	1,000	0,165	0,360	0,059	3,785	✓
17	13:36	8,500	0,2/0,8	0,600	0,200	0,120	80	0,137	1,000	0,071	0,225	0,016	1,016	✓
17	13:36	8,500	0,2/0,8	0,600	0,800	0,480	80	0,115	1,000	0,071	0,225	0,016	1,016	✓
18	13:39	9,000	0,6	0,300	0,600	0,180	80	0,016	1,000	0,006	0,143	0,001	0,057	✓
19	13:42	9,500	0,6	0,270	0,600	0,162	80	-0,003	1,000	0,003	0,113	0,000	0,020	✓
20	13:44	10,000	0,6	0,180	0,600	0,108	80	0,009	1,000	0,004	0,045	0,000	0,013	✓
21	13:46	10,500	None	0,000	0,000	0,000	0	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	✓

Slika 5.9.c. Rezultati mjerenja 12.4.2023. [19]



## Discharge Measurement Summary

**Site name** Plit-mlin  
**Site number** 1  
**Operator(s)** Valentina  
**File name** 20230412-134729\_Plit-mlin.ft  
**Comment**

Quality Control Settings	
Maximum depth change	50,000%
Maximum spacing change	100,000%
SNR threshold	10,000 dB
Standard error threshold	0,010 m/s
Spike threshold	10,000%
Maximum velocity angle	20,000 deg
Maximum tilt angle	5,000 deg

Quality control warnings							
St#	Time	Location (m)	Method	Depth (m)	%Depth	Measured Depth (m)	Warnings
1	12:32	0,500	0,6	0,290	0,600	0,174	Beam SNRs Not Similar, Large SNR Variation, Velocity Angle > QC
2	12:42	1,000	0,6	0,440	0,600	0,264	Large SNR Variation, SNR Threshold Variation, Velocity Angle > QC
3	12:46	1,500	0,2/0,8	0,520	0,200	0,104	SNR Threshold Variation, Velocity Angle > QC
3	12:46	1,500	0,2/0,8	0,520	0,800	0,416	SNR Threshold Variation, Velocity Angle > QC
4	12:50	2,000	0,2/0,8	0,650	0,200	0,130	Low SNR, SNR Threshold Variation, Standard Error > QC, Velocity Angle > QC
4	12:50	2,000	0,2/0,8	0,650	0,800	0,520	Low SNR, SNR Threshold Variation, Standard Error > QC, Velocity Angle > QC
5	12:57	2,500	0,2/0,8	0,880	0,200	0,176	Large SNR Variation, SNR Threshold Variation
5	12:57	2,500	0,2/0,8	0,880	0,800	0,704	Large SNR Variation, SNR Threshold Variation
7	13:05	3,500	0,2/0,8	0,960	0,200	0,192	Velocity Angle > QC
7	13:05	3,500	0,2/0,8	0,960	0,800	0,768	Velocity Angle > QC
8	13:08	4,000	0,2/0,8	0,900	0,200	0,180	Low SNR, SNR Threshold Variation, Standard Error > QC
8	13:08	4,000	0,2/0,8	0,900	0,800	0,720	Low SNR, SNR Threshold Variation, Standard Error > QC
9	13:12	4,500	0,2/0,8	0,940	0,200	0,188	Standard Error > QC
9	13:12	4,500	0,2/0,8	0,940	0,800	0,752	Standard Error > QC
10	13:16	5,000	0,2/0,8	0,800	0,200	0,160	Standard Error > QC
10	13:16	5,000	0,2/0,8	0,800	0,800	0,640	Standard Error > QC
11	13:18	5,500	0,2/0,8	0,770	0,200	0,154	Large SNR Variation, Standard Error > QC
11	13:18	5,500	0,2/0,8	0,770	0,800	0,616	Large SNR Variation, Standard Error > QC
12	13:22	6,000	0,2/0,8	0,800	0,200	0,160	Large SNR Variation, Standard Error > QC
12	13:22	6,000	0,2/0,8	0,800	0,800	0,640	Large SNR Variation, Standard Error > QC
13	13:25	6,500	0,2/0,8	0,800	0,200	0,160	Standard Error > QC
13	13:25	6,500	0,2/0,8	0,800	0,800	0,640	Standard Error > QC
14	13:27	7,000	0,2/0,8	0,810	0,200	0,162	Standard Error > QC
14	13:27	7,000	0,2/0,8	0,810	0,800	0,648	Standard Error > QC
18	13:39	9,000	0,6	0,300	0,600	0,180	Large SNR Variation
19	13:42	9,500	0,6	0,270	0,600	0,162	Boundary Interference, Beam SNRs Not Similar, SNR Threshold Variation
20	13:44	10,000	0,6	0,180	0,600	0,108	SNR Threshold Variation

Slika 5.9.d. Rezultati mjerenja 12.4.2023. [19]





# Discharge Measurement Summary

<b>Site name</b>	Plitvica.deda
<b>Site number</b>	1
<b>Operator(s)</b>	Ana
<b>File name</b>	20230504-133908_Plitvica_deda.ft
<b>Comment</b>	

<b>Start time</b>	4.5.2023. 12:10	<b>Sensor type</b>	Top Setting
<b>End time</b>	4.5.2023. 13:35	<b>Handheld serial number</b>	FT2H2025030
<b>Start location latitude</b>	46,282	<b>Probe serial number</b>	FT2P2024010
<b>Start location longitude</b>	16,581	<b>Probe firmware</b>	1.30
<b>Calculations engine</b>	FlowTracker2	<b>Handheld software</b>	1.7

<b># Stations</b>	<b>Avg interval (s)</b>	<b>Total discharge (m<sup>3</sup>/s)</b>
21	40	1,770

<b>Total width (m)</b>	<b>Total area (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Wetted Perimeter (m)</b>
10,300	6,667	10,623

<b>Mean SNR (dB)</b>	<b>Mean depth (m)</b>	<b>Mean velocity (m/s)</b>
29,118	0,647	0,266

<b>Mean temp (°C)</b>	<b>Max depth (m)</b>	<b>Max velocity (m/s)</b>
14,935	0,980	0,591

Discharge Uncertainty		
Category	ISO	IVE
Accuracy	1,0 %	
Depth	0,1 %	
Velocity	3,0 %	
Width	0,1 %	
Method	1,0 %	
# Stations	2,4 %	
<b>Overall</b>	<b>4,1 %</b>	

<b>Discharge equation</b>	Mean Section
<b>Discharge uncertainty</b>	IVE
<b>Discharge reference</b>	Rated

Data Collection Settings	
<b>Salinity</b>	0,000 PSS-78
<b>Temperature</b>	-
<b>Sound speed</b>	-
<b>Mounting correction</b>	0,000 %

**Summary overview**

No changes were made to this file  
Quality control warnings

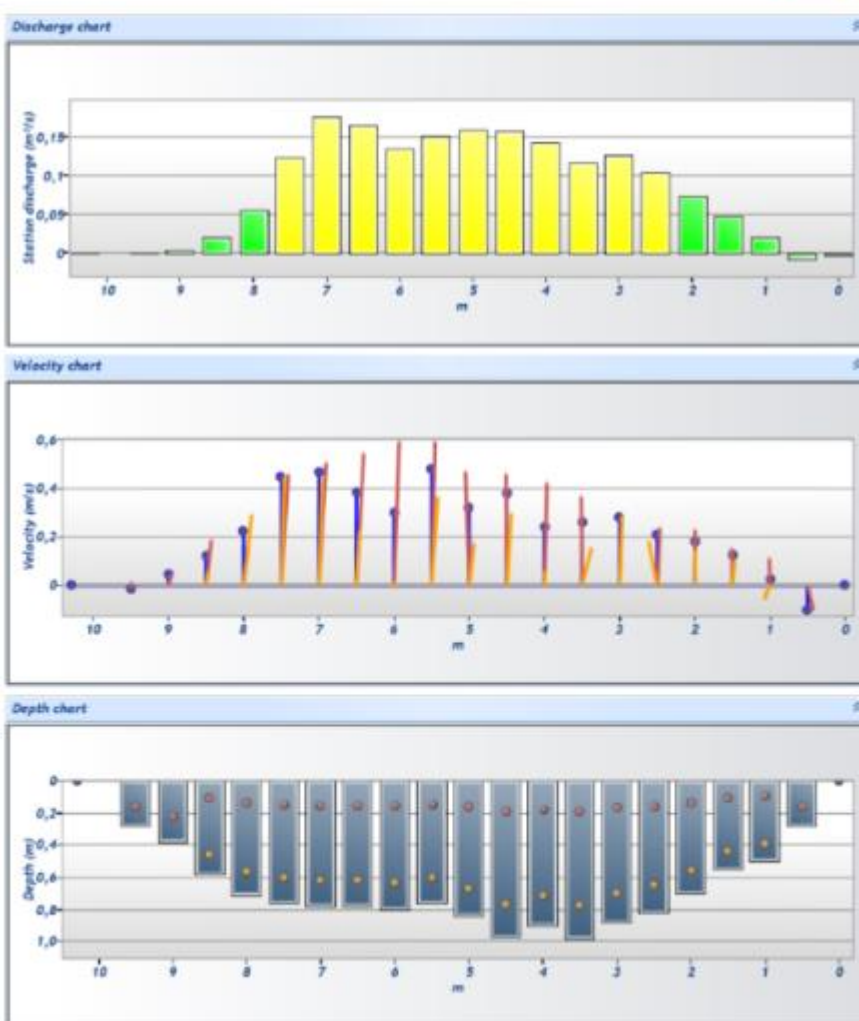
*Slika 5.10.a. Rezultati mjerenja 4.5.2023. [19]*



## Discharge Measurement Summary

**Site name** Plitvica.deda  
**Site number** 1  
**Operator(s)** Ana  
**File name** 20230504-133908\_Plitvica\_deda.ft  
**Comment**

Station Warning Settings	
Station discharge OK	Station discharge < 5,000%
Station discharge caution	5,000% >= Station discharge < 10,000%
Station discharge warning	Station discharge >= 10,000%



Slika 5.10.b. Rezultati mjerenja 4.5.2023. [19]



# Discharge Measurement Summary

**Site name** Plitvica.deda  
**Site number** 1  
**Operator(s)** Ana  
**File name** 20230504-133908\_Plitvica\_deda.ft  
**Comment**

St#	Time	Location (m)	Method	Depth (m)	%Depth	Measured Depth (m)	Samples	Velocity (m/s)	Correcti on	Mean Velocity (m/s)	Area (m <sup>2</sup> )	Flow (m <sup>3</sup> /s)	%Q
0	12:10	0,000	None	0,000	0,000	0,000	0	0,000		-0,052	0,070	-0,004	-0,205 ✓
1	12:14	0,500	0,6	0,280	0,600	0,168	80	-0,104	1,000	-0,039	0,195	-0,008	-0,429 ✓
2	12:21	1,000	0,2/0,8	0,500	0,200	0,100	80	0,109	1,000	0,075	0,263	0,020	1,109 ✓
2	12:21	1,000	0,2/0,8	0,500	0,800	0,400	80	-0,058	1,000	0,075	0,263	0,020	1,109 ✓
3	12:27	1,500	0,2/0,8	0,550	0,200	0,110	80	0,149	1,000	0,153	0,313	0,048	2,700 ✓
3	12:27	1,500	0,2/0,8	0,550	0,800	0,440	80	0,098	1,000	0,153	0,313	0,048	2,700 ✓
4	12:36	2,000	0,2/0,8	0,700	0,200	0,140	80	0,224	1,000	0,196	0,380	0,074	4,206 ✓
4	12:36	2,000	0,2/0,8	0,700	0,800	0,560	80	0,140	1,000	0,196	0,380	0,074	4,206 ✓
5	12:40	2,500	0,2/0,8	0,820	0,200	0,164	80	0,237	1,000	0,246	0,425	0,104	5,897 ✓
5	12:40	2,500	0,2/0,8	0,820	0,800	0,656	80	0,183	1,000	0,246	0,425	0,104	5,897 ✓
6	12:45	3,000	0,2/0,8	0,880	0,200	0,176	80	0,280	1,000	0,270	0,465	0,126	7,105 ✓
6	12:45	3,000	0,2/0,8	0,880	0,800	0,704	80	0,282	1,000	0,270	0,465	0,126	7,105 ✓
7	12:48	3,500	0,2/0,8	0,980	0,200	0,196	80	0,364	1,000	0,249	0,470	0,117	6,616 ✓
7	12:48	3,500	0,2/0,8	0,980	0,800	0,784	80	0,155	1,000	0,249	0,470	0,117	6,616 ✓
8	12:52	4,000	0,2/0,8	0,900	0,200	0,180	80	0,419	1,000	0,308	0,468	0,144	8,126 ✓
8	12:52	4,000	0,2/0,8	0,900	0,800	0,720	80	0,058	1,000	0,308	0,468	0,144	8,126 ✓
9	12:56	4,500	0,2/0,8	0,970	0,200	0,194	80	0,457	1,000	0,348	0,453	0,157	8,897 ✓
9	12:56	4,500	0,2/0,8	0,970	0,800	0,776	80	0,297	1,000	0,348	0,453	0,157	8,897 ✓
10	12:59	5,000	0,2/0,8	0,840	0,200	0,168	80	0,467	1,000	0,399	0,400	0,159	9,007 ✓
10	12:59	5,000	0,2/0,8	0,840	0,800	0,672	80	0,173	1,000	0,399	0,400	0,159	9,007 ✓
11	13:06	5,500	0,2/0,8	0,760	0,200	0,152	80	0,590	1,000	0,389	0,390	0,152	8,581 ✓
11	13:06	5,500	0,2/0,8	0,760	0,800	0,608	80	0,365	1,000	0,389	0,390	0,152	8,581 ✓
12	13:10	6,000	0,2/0,8	0,800	0,200	0,160	80	0,591	1,000	0,342	0,395	0,135	7,631 ✓
12	13:10	6,000	0,2/0,8	0,800	0,800	0,640	80	0,012	1,000	0,342	0,395	0,135	7,631 ✓
13	13:13	6,500	0,2/0,8	0,780	0,200	0,156	80	0,542	1,000	0,426	0,390	0,166	9,381 ✓
13	13:13	6,500	0,2/0,8	0,780	0,800	0,624	80	0,224	1,000	0,426	0,390	0,166	9,381 ✓
14	13:16	7,000	0,2/0,8	0,780	0,200	0,156	80	0,503	1,000	0,459	0,385	0,177	9,984 ✓
14	13:16	7,000	0,2/0,8	0,780	0,800	0,624	80	0,435	1,000	0,459	0,385	0,177	9,984 ✓
15	13:20	7,500	0,2/0,8	0,760	0,200	0,152	80	0,456	1,000	0,338	0,368	0,124	7,014 ✓
15	13:20	7,500	0,2/0,8	0,760	0,800	0,608	80	0,443	1,000	0,338	0,368	0,124	7,014 ✓
16	13:23	8,000	0,2/0,8	0,710	0,200	0,142	80	0,162	1,000	0,173	0,323	0,056	3,161 ✓
16	13:23	8,000	0,2/0,8	0,710	0,800	0,568	80	0,291	1,000	0,173	0,323	0,056	3,161 ✓
17	13:26	8,500	0,2/0,8	0,580	0,200	0,116	80	0,185	1,000	0,083	0,240	0,020	1,124 ✓
17	13:26	8,500	0,2/0,8	0,580	0,800	0,464	80	0,056	1,000	0,083	0,240	0,020	1,124 ✓
18	13:29	9,000	0,6	0,380	0,600	0,228	80	0,045	1,000	0,015	0,165	0,002	0,141 ✓
19	13:33	9,500	0,6	0,280	0,600	0,168	80	-0,015	1,000	-0,008	0,112	-0,001	-0,048 ✓
20	13:35	10,300	None	0,000	0,000	0,000	0	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000 ✓

Slika 5.10.c. Rezultati mjerenja 4.5.2023. [19]



## Discharge Measurement Summary

**Site name** Plitvica.deda  
**Site number** 1  
**Operator(s)** Ana  
**File name** 20230504-133908\_Plitvica\_deda.ft  
**Comment**

Quality Control Settings	
Maximum depth change	50,000%
Maximum spacing change	100,000%
SNR threshold	10,000 dB
Standard error threshold	0,010 m/s
Spike threshold	10,000%
Maximum velocity angle	20,000 deg
Maximum tilt angle	5,000 deg

Quality control warnings							
St#	Time	Location (m)	Method	Depth (m)	%Depth	Measured Depth (m)	Warnings
1	12:14	0,500	0,6	0,280	0,600	0,168	Low SNR,SNR Threshold Variation,Standard Error > QC,Velocity Angle > QC
2	12:21	1,000	0,2/0,8	0,500	0,200	0,100	Low SNR,SNR Threshold Variation,Standard Error > QC,Velocity Angle > QC
2	12:21	1,000	0,2/0,8	0,500	0,800	0,400	Low SNR,SNR Threshold Variation,Standard Error > QC,Velocity Angle > QC
5	12:40	2,500	0,2/0,8	0,820	0,200	0,164	Low SNR,SNR Threshold Variation,Standard Error > QC,Velocity Angle > QC
5	12:40	2,500	0,2/0,8	0,820	0,800	0,656	Low SNR,SNR Threshold Variation,Standard Error > QC,Velocity Angle > QC
7	12:48	3,500	0,2/0,8	0,980	0,200	0,196	Velocity Angle > QC
7	12:48	3,500	0,2/0,8	0,980	0,800	0,784	Velocity Angle > QC
8	12:52	4,000	0,2/0,8	0,900	0,200	0,180	Large SNR Variation,SNR Threshold Variation
8	12:52	4,000	0,2/0,8	0,900	0,800	0,720	Large SNR Variation,SNR Threshold Variation
9	12:56	4,500	0,2/0,8	0,970	0,200	0,194	Standard Error > QC
9	12:56	4,500	0,2/0,8	0,970	0,800	0,776	Standard Error > QC
10	12:59	5,000	0,2/0,8	0,840	0,200	0,168	Boundary Interference,Large SNR Variation,Velocity Angle > QC
10	12:59	5,000	0,2/0,8	0,840	0,800	0,672	Boundary Interference,Large SNR Variation,Velocity Angle > QC
11	13:06	5,500	0,2/0,8	0,760	0,200	0,152	Standard Error > QC
11	13:06	5,500	0,2/0,8	0,760	0,800	0,608	Standard Error > QC
12	13:10	6,000	0,2/0,8	0,800	0,200	0,160	Large SNR Variation,SNR Threshold Variation
12	13:10	6,000	0,2/0,8	0,800	0,800	0,640	Large SNR Variation,SNR Threshold Variation
13	13:13	6,500	0,2/0,8	0,780	0,200	0,156	Large SNR Variation,Standard Error > QC
13	13:13	6,500	0,2/0,8	0,780	0,800	0,624	Large SNR Variation,Standard Error > QC
14	13:16	7,000	0,2/0,8	0,780	0,200	0,156	Standard Error > QC
14	13:16	7,000	0,2/0,8	0,780	0,800	0,624	Standard Error > QC
16	13:23	8,000	0,2/0,8	0,710	0,200	0,142	Velocity Angle > QC
16	13:23	8,000	0,2/0,8	0,710	0,800	0,568	Velocity Angle > QC
17	13:26	8,500	0,2/0,8	0,580	0,200	0,116	Large SNR Variation,Velocity Angle > QC
17	13:26	8,500	0,2/0,8	0,580	0,800	0,464	Large SNR Variation,Velocity Angle > QC
18	13:29	9,000	0,6	0,380	0,600	0,228	SNR Threshold Variation,Velocity Angle > QC
19	13:33	9,500	0,6	0,280	0,600	0,168	SNR Threshold Variation
20	13:35	10,300	None	0,000	0,000	0,000	Water Depth > QC

Slika 5.10.d. Rezultati mjerenja 4.5.2023. [19]

Slike 5.11.a., 5.11.b., 5.11.c., 5.11.d., prikazuje rezultate mjerenja na lokaciji dva (nakon jezerca) izmjerene 12.4.2023., a slika 5.12.a, 5.12.b, 5.12.c, 5.12.d., prikazuje rezultate mjerenja na lokaciji dva (nakon jezerca) izmjerene 4.5.2023. U Tablici 1. prikazani su rezultati svih mjerenja.



## Discharge Measurement Summary

<b>Site name</b>	Plit-mlin
<b>Site number</b>	2
<b>Operator(s)</b>	Klara
<b>File name</b>	20230412-152557_Plit-mlin.ft
<b>Comment</b>	

<b>Start time</b>	12.4.2023. 14:34	<b>Sensor type</b>	Top Setting
<b>End time</b>	12.4.2023. 15:23	<b>Handheld serial number</b>	FT2H2025030
<b>Start location latitude</b>	46,282	<b>Probe serial number</b>	FT2P2024010
<b>Start location longitude</b>	16,582	<b>Probe firmware</b>	1.30
<b>Calculations engine</b>	FlowTracker2	<b>Handheld software</b>	1.7

<b># Stations</b>	<b>Avg interval (s)</b>	<b>Total discharge (m<sup>3</sup>/s)</b>
22	40	1,541

<b>Total width (m)</b>	<b>Total area (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Wetted Perimeter (m)</b>
10,500	7,330	10,970

<b>Mean SNR (dB)</b>	<b>Mean depth (m)</b>	<b>Mean velocity (m/s)</b>
32,290	0,698	0,210

<b>Mean temp (°C)</b>	<b>Max depth (m)</b>	<b>Max velocity (m/s)</b>
13,308	0,920	0,630

Discharge Uncertainty		
Category	ISO	IVE
Accuracy	1,0 %	
Depth	0,2 %	
Velocity	5,1 %	
Width	0,2 %	
Method	1,2 %	
# Stations	2,3 %	
<b>Overall</b>	<b>5,8 %</b>	

<b>Discharge equation</b>	Mean Section
<b>Discharge uncertainty</b>	IVE
<b>Discharge reference</b>	Rated

Data Collection Settings	
<b>Salinity</b>	0,000 PSS-78
<b>Temperature</b>	-
<b>Sound speed</b>	-
<b>Mounting correction</b>	0,000 %

**Summary overview**

No changes were made to this file  
Quality control warnings

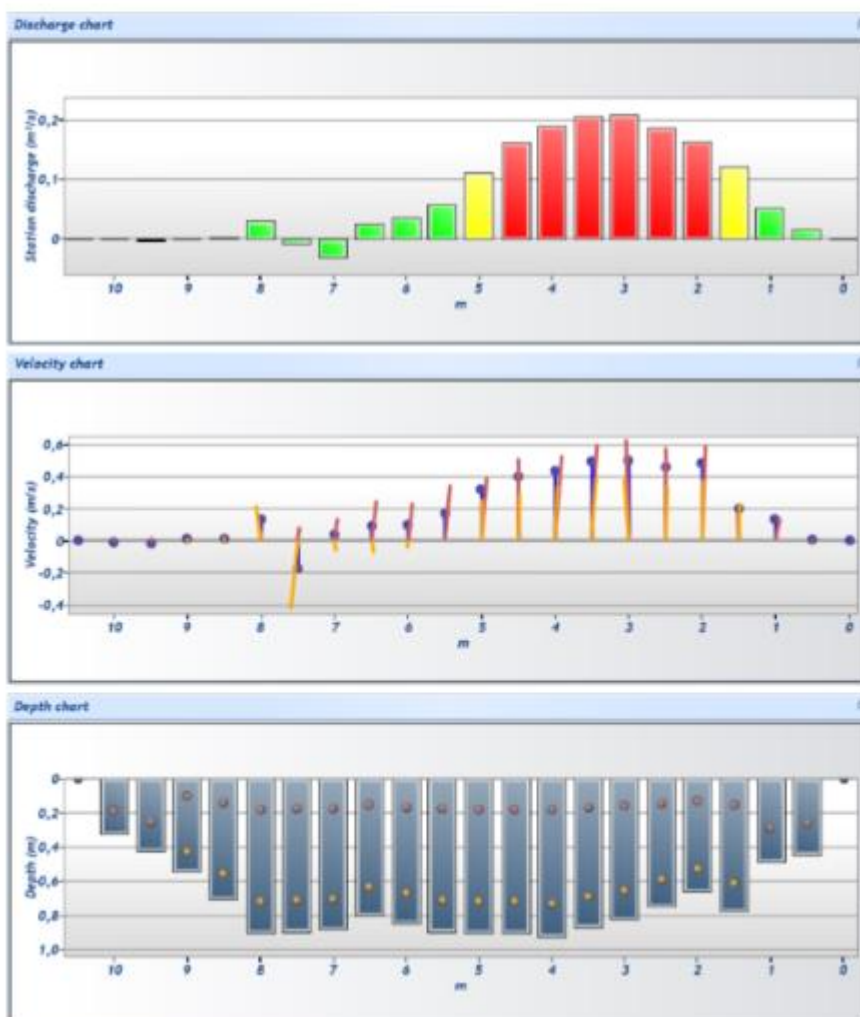
Slika 5.11.a. Rezultati mjerenja 12.4.2023. [19]



# Discharge Measurement Summary

**Site name** Plit-mlin  
**Site number** 2  
**Operator(s)** Klara  
**File name** 20230412-152557\_Plit-mlin.ft  
**Comment**

Station Warning Settings	
Station discharge OK	Station discharge < 5,000%
Station discharge caution	5,000% >= Station discharge < 10,000%
Station discharge warning	Station discharge >= 10,000%



Slika 5.11.b. Rezultati mjerenja 12.4.2023. [19]



## Discharge Measurement Summary

**Site name** Plit-mlin  
**Site number** 2  
**Operator(s)** Klara  
**File name** 20230412-152557\_Plit-mlin.ft  
**Comment**

St#	Time	Location (m)	Method	Depth (m)	%Depth	Measured Depth (m)	Samples	Velocity (m/s)	Correct on	Mean Velocity (m/s)	Area (m <sup>2</sup> )	Flow (m <sup>3</sup> /s)	%Q	
0	14:34	0,000	None	0,000	0,000	0,000	0	0,000		0,005	0,110	0,000	0,032	✓
1	14:34	0,500	0,6	0,440	0,600	0,264	80	0,009	1,000	0,073	0,230	0,017	1,083	✓
2	14:36	1,000	0,6	0,480	0,600	0,288	80	0,136	1,000	0,168	0,313	0,053	3,412	✓
3	14:37	1,500	0,2/0,8	0,770	0,200	0,154	80	0,169	1,000	0,343	0,358	0,122	7,948	✓
3	14:37	1,500	0,2/0,8	0,770	0,800	0,616	80	0,232	1,000	0,343	0,358	0,122	7,948	✓
4	14:40	2,000	0,2/0,8	0,660	0,200	0,132	80	0,593	1,000	0,471	0,350	0,165	10,692	✓
4	14:40	2,000	0,2/0,8	0,660	0,800	0,528	80	0,376	1,000	0,471	0,350	0,165	10,692	✓
5	14:43	2,500	0,2/0,8	0,740	0,200	0,148	80	0,578	1,000	0,481	0,390	0,188	12,179	✓
5	14:43	2,500	0,2/0,8	0,740	0,800	0,592	80	0,335	1,000	0,481	0,390	0,188	12,179	✓
6	14:46	3,000	0,2/0,8	0,820	0,200	0,164	80	0,630	1,000	0,500	0,420	0,210	13,631	✓
6	14:46	3,000	0,2/0,8	0,820	0,800	0,656	80	0,381	1,000	0,500	0,420	0,210	13,631	✓
7	14:48	3,500	0,2/0,8	0,860	0,200	0,172	80	0,601	1,000	0,467	0,445	0,208	13,483	✓
7	14:48	3,500	0,2/0,8	0,860	0,800	0,688	80	0,388	1,000	0,467	0,445	0,208	13,483	✓
8	14:51	4,000	0,2/0,8	0,920	0,200	0,184	80	0,533	1,000	0,419	0,455	0,191	12,376	✓
8	14:51	4,000	0,2/0,8	0,920	0,800	0,736	80	0,346	1,000	0,419	0,455	0,191	12,376	✓
9	14:53	4,500	0,2/0,8	0,900	0,200	0,180	80	0,512	1,000	0,362	0,450	0,163	10,570	✓
9	14:53	4,500	0,2/0,8	0,900	0,800	0,720	80	0,286	1,000	0,362	0,450	0,163	10,570	✓
10	14:55	5,000	0,2/0,8	0,900	0,200	0,180	80	0,393	1,000	0,250	0,448	0,112	7,255	✓
10	14:55	5,000	0,2/0,8	0,900	0,800	0,720	80	0,257	1,000	0,250	0,448	0,112	7,255	✓
11	14:57	5,500	0,2/0,8	0,890	0,200	0,178	80	0,350	1,000	0,134	0,433	0,058	3,773	✓
11	14:57	5,500	0,2/0,8	0,890	0,800	0,712	80	0,000	1,000	0,134	0,433	0,058	3,773	✓
12	15:00	6,000	0,2/0,8	0,840	0,200	0,168	80	0,233	1,000	0,090	0,408	0,037	2,387	✓
12	15:00	6,000	0,2/0,8	0,840	0,800	0,672	80	-0,045	1,000	0,090	0,408	0,037	2,387	✓
13	15:03	6,500	0,2/0,8	0,790	0,200	0,158	80	0,247	1,000	0,061	0,418	0,026	1,656	✓
13	15:03	6,500	0,2/0,8	0,790	0,800	0,632	80	-0,074	1,000	0,061	0,418	0,026	1,656	✓
14	15:06	7,000	0,2/0,8	0,880	0,200	0,176	80	0,134	1,000	-0,068	0,443	-0,030	-1,961	✓
14	15:06	7,000	0,2/0,8	0,880	0,800	0,704	80	-0,062	1,000	-0,068	0,443	-0,030	-1,961	✓
15	15:09	7,500	0,2/0,8	0,890	0,200	0,178	80	0,080	1,000	-0,018	0,448	-0,008	-0,523	✓
15	15:09	7,500	0,2/0,8	0,890	0,800	0,712	80	-0,425	1,000	-0,018	0,448	-0,008	-0,523	✓
16	15:12	8,000	0,2/0,8	0,900	0,200	0,180	80	0,056	1,000	0,074	0,400	0,030	1,921	✓
16	15:12	8,000	0,2/0,8	0,900	0,800	0,720	80	0,217	1,000	0,074	0,400	0,030	1,921	✓
17	15:14	8,500	0,2/0,8	0,700	0,200	0,140	80	0,033	1,000	0,012	0,310	0,004	0,236	✓
17	15:14	8,500	0,2/0,8	0,700	0,800	0,560	80	-0,010	1,000	0,012	0,310	0,004	0,236	✓
18	15:17	9,000	0,2/0,8	0,540	0,200	0,108	80	0,017	1,000	0,000	0,240	0,000	-0,005	✓
18	15:17	9,000	0,2/0,8	0,540	0,800	0,432	80	0,007	1,000	0,000	0,240	0,000	-0,005	✓
19	15:20	9,500	0,6	0,420	0,600	0,252	80	-0,013	1,000	-0,010	0,185	-0,002	-0,124	✓
20	15:21	10,000	0,6	0,320	0,600	0,192	80	-0,008	1,000	-0,004	0,080	0,000	-0,021	✓
21	15:23	10,500	None	0,000	0,000	0,000	0	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	✓

Slika 5.11.c. Rezultati mjerenja 12.4.2023. [19]



# Discharge Measurement Summary

<b>Site name</b>	Plit-mlin
<b>Site number</b>	2
<b>Operator(s)</b>	Klara
<b>File name</b>	20230412-152557_Plit-mlin.ft
<b>Comment</b>	

Quality Control Settings	
<b>Maximum depth change</b>	50,000%
<b>Maximum spacing change</b>	100,000%
<b>SNR threshold</b>	10,000 dB
<b>Standard error threshold</b>	0,010 m/s
<b>Spike threshold</b>	10,000%
<b>Maximum velocity angle</b>	20,000 deg
<b>Maximum tilt angle</b>	5,000 deg

Quality control warnings							
St#	Time	Location (m)	Method	Depth (m)	%Depth	Measured Depth (m)	Warnings
1	14:34	0,500	0,6	0,440	0,600	0,264	Large SNR Variation,SNR Threshold Variation
2	14:36	1,000	0,6	0,480	0,600	0,288	Velocity Angle > QC
3	14:37	1,500	0,2/0,8	0,770	0,200	0,154	Low SNR, Large SNR Variation,SNR Threshold Variation,Standard Error > QC
3	14:37	1,500	0,2/0,8	0,770	0,800	0,616	Low SNR, Large SNR Variation,SNR Threshold Variation,Standard Error > QC
4	14:40	2,000	0,2/0,8	0,660	0,200	0,132	Standard Error > QC,High Stn % Discharge
4	14:40	2,000	0,2/0,8	0,660	0,800	0,528	Standard Error > QC,High Stn % Discharge
5	14:43	2,500	0,2/0,8	0,740	0,200	0,148	Standard Error > QC,High Stn % Discharge
5	14:43	2,500	0,2/0,8	0,740	0,800	0,592	Standard Error > QC,High Stn % Discharge
6	14:46	3,000	0,2/0,8	0,820	0,200	0,164	Standard Error > QC,High Stn % Discharge
6	14:46	3,000	0,2/0,8	0,820	0,800	0,656	Standard Error > QC,High Stn % Discharge
7	14:48	3,500	0,2/0,8	0,860	0,200	0,172	Standard Error > QC,High Stn % Discharge
7	14:48	3,500	0,2/0,8	0,860	0,800	0,688	Standard Error > QC,High Stn % Discharge
8	14:51	4,000	0,2/0,8	0,920	0,200	0,184	Standard Error > QC,High Stn % Discharge
8	14:51	4,000	0,2/0,8	0,920	0,800	0,736	Standard Error > QC,High Stn % Discharge
9	14:53	4,500	0,2/0,8	0,900	0,200	0,180	Standard Error > QC,High Stn % Discharge
9	14:53	4,500	0,2/0,8	0,900	0,800	0,720	Standard Error > QC,High Stn % Discharge
10	14:55	5,000	0,2/0,8	0,900	0,200	0,180	Standard Error > QC
10	14:55	5,000	0,2/0,8	0,900	0,800	0,720	Standard Error > QC
11	14:57	5,500	0,2/0,8	0,890	0,200	0,178	Large SNR Variation
11	14:57	5,500	0,2/0,8	0,890	0,800	0,712	Large SNR Variation
12	15:00	6,000	0,2/0,8	0,840	0,200	0,168	Low SNR,SNR Threshold Variation,Standard Error > QC,Velocity Angle > QC
12	15:00	6,000	0,2/0,8	0,840	0,800	0,672	Low SNR,SNR Threshold Variation,Standard Error > QC,Velocity Angle > QC
13	15:03	6,500	0,2/0,8	0,790	0,200	0,158	Low SNR, Large SNR Variation,SNR Threshold Variation,Standard Error > QC,Velocity Angle > QC
13	15:03	6,500	0,2/0,8	0,790	0,800	0,632	Low SNR, Large SNR Variation,SNR Threshold Variation,Standard Error > QC,Velocity Angle > QC
14	15:06	7,000	0,2/0,8	0,880	0,200	0,176	Low SNR,SNR Threshold Variation,Standard Error > QC,Velocity Angle > QC
14	15:06	7,000	0,2/0,8	0,880	0,800	0,704	Low SNR,SNR Threshold Variation,Standard Error > QC,Velocity Angle > QC
15	15:09	7,500	0,2/0,8	0,890	0,200	0,178	Low SNR,SNR Threshold Variation,Standard Error > QC,Velocity Angle > QC
15	15:09	7,500	0,2/0,8	0,890	0,800	0,712	Low SNR,SNR Threshold Variation,Standard Error > QC,Velocity Angle > QC
16	15:12	8,000	0,2/0,8	0,900	0,200	0,180	Low SNR,SNR Threshold Variation,Standard Error > QC
16	15:12	8,000	0,2/0,8	0,900	0,800	0,720	Low SNR,SNR Threshold Variation,Standard Error > QC
17	15:14	8,500	0,2/0,8	0,700	0,200	0,140	SNR Threshold Variation
17	15:14	8,500	0,2/0,8	0,700	0,800	0,560	SNR Threshold Variation
18	15:17	9,000	0,2/0,8	0,540	0,200	0,108	SNR Threshold Variation
18	15:17	9,000	0,2/0,8	0,540	0,800	0,432	SNR Threshold Variation
19	15:20	9,500	0,6	0,420	0,600	0,252	Large SNR Variation,SNR Threshold Variation
20	15:21	10,000	0,6	0,320	0,600	0,192	SNR Threshold Variation
21	15:23	10,500	None	0,000	0,000	0,000	Water Depth > QC

Slika 5.11.d. Rezultati mjerenja 12.4.2023. [19]





## Discharge Measurement Summary

<b>Site name</b>	Plitvica.deda
<b>Site number</b>	2
<b>Operator(s)</b>	Katarina
<b>File name</b>	20230504-152200_Plitvica_deda.ft
<b>Comment</b>	

<b>Start time</b>	4.5.2023. 14:16	<b>Sensor type</b>	Top Setting
<b>End time</b>	4.5.2023. 15:20	<b>Handheld serial number</b>	FT2H2025030
<b>Start location latitude</b>	46,282	<b>Probe serial number</b>	FT2P2024010
<b>Start location longitude</b>	16,582	<b>Probe firmware</b>	1.30
<b>Calculations engine</b>	FlowTracker2	<b>Handheld software</b>	1.7

<b># Stations</b>	<b>Avg interval (s)</b>	<b>Total discharge (m<sup>3</sup>/s)</b>
23	40	1,785

<b>Total width (m)</b>	<b>Total area (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Wetted Perimeter (m)</b>
11,200	8,399	11,701

<b>Mean SNR (dB)</b>	<b>Mean depth (m)</b>	<b>Mean velocity (m/s)</b>
30,498	0,750	0,213

<b>Mean temp (°C)</b>	<b>Max depth (m)</b>	<b>Max velocity (m/s)</b>
15,689	1,200	0,662

Discharge Uncertainty		
Category	ISO	IVE
Accuracy	1,0 %	
Depth	0,1 %	
Velocity	5,1 %	
Width	0,1 %	
Method	1,0 %	
# Stations	2,2 %	
<b>Overall</b>	<b>5,7 %</b>	

<b>Discharge equation</b>	Mean Section
<b>Discharge uncertainty</b>	IVE
<b>Discharge reference</b>	Rated

Data Collection Settings	
<b>Salinity</b>	0,000 PSS-78
<b>Temperature</b>	-
<b>Sound speed</b>	-
<b>Mounting correction</b>	0,000 %

Summary overview
No changes were made to this file
Quality control warnings

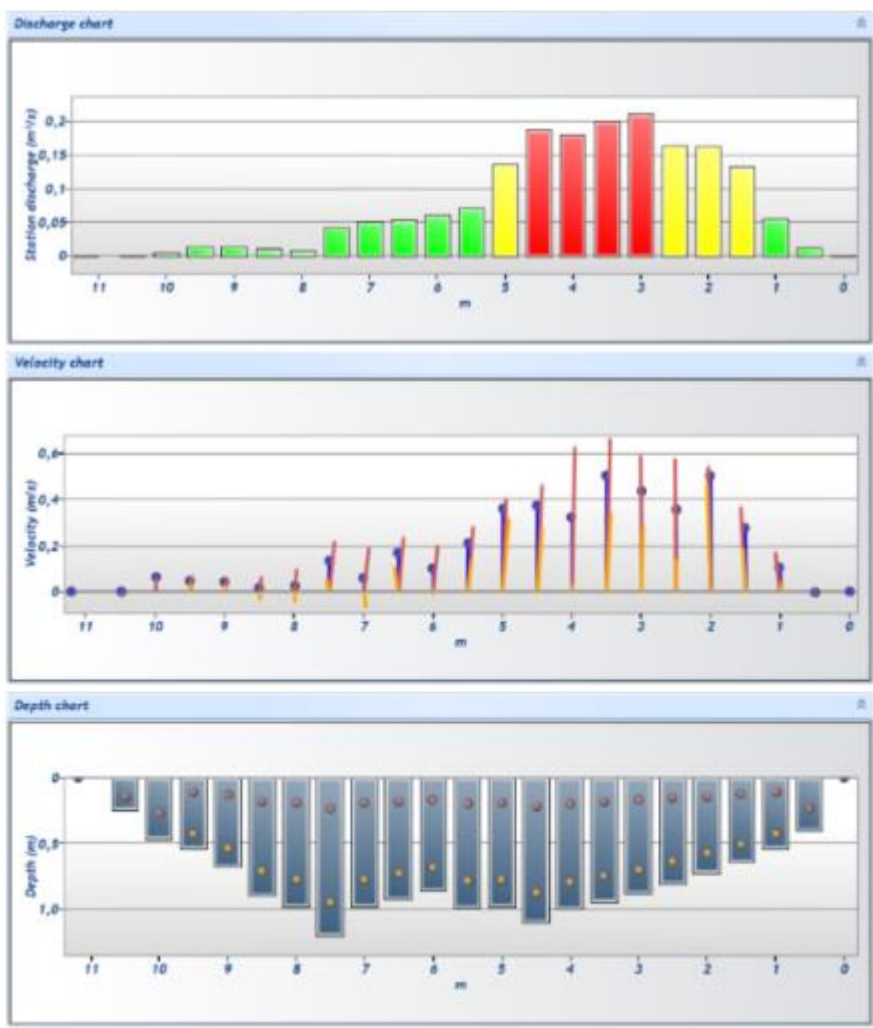
Slika 5.12.a. Rezultati mjerenja 4.5.2023. [19]



# Discharge Measurement Summary

<b>Site name</b>	Plitvica.deda
<b>Site number</b>	2
<b>Operator(s)</b>	Katarina
<b>File name</b>	20230504-152200_Plitvica_deda.ft
<b>Comment</b>	

Station Warning Settings	
Station discharge OK	Station discharge < 5,000%
Station discharge caution	5,000% >= Station discharge < 10,000%
Station discharge warning	Station discharge >= 10,000%



Slika 5.12.b. Rezultati mjerenja 4.5.2023. [19]



# Discharge Measurement Summary

<b>Site name</b>	Plitvica.deda
<b>Site number</b>	2
<b>Operator(s)</b>	Katarina
<b>File name</b>	20230504-152200_Plitvica_deda.ft
<b>Comment</b>	

St#	Time	Location (m)	Method	Depth (m)	%Depth	Measured Depth (m)	Samples	Velocity (m/s)	Correct on	Mean Velocity (m/s)	Area (m <sup>2</sup> )	Flow (m <sup>3</sup> /s)	%Q	
0	14:16	0,000	None	0,000	0,000	0,000	0	0,000		-0,002	0,100	0,000	-0,014	✓
1	14:18	0,500	0,6	0,400	0,600	0,240	80	-0,005	1,000	0,049	0,235	0,011	0,640	✓
2	14:21	1,000	0,2/0,8	0,540	0,200	0,108	80	0,168	1,000	0,188	0,295	0,056	3,113	✓
2	14:21	1,000	0,2/0,8	0,540	0,800	0,432	80	0,036	1,000	0,188	0,295	0,056	3,113	✓
3	14:24	1,500	0,2/0,8	0,640	0,200	0,128	80	0,365	1,000	0,388	0,340	0,132	7,394	✓
3	14:24	1,500	0,2/0,8	0,640	0,800	0,512	80	0,184	1,000	0,388	0,340	0,132	7,394	✓
4	14:27	2,000	0,2/0,8	0,720	0,200	0,144	80	0,540	1,000	0,429	0,380	0,163	9,138	✓
4	14:27	2,000	0,2/0,8	0,720	0,800	0,576	80	0,464	1,000	0,429	0,380	0,163	9,138	✓
5	14:30	2,500	0,2/0,8	0,800	0,200	0,160	80	0,575	1,000	0,395	0,420	0,166	9,298	✓
5	14:30	2,500	0,2/0,8	0,800	0,800	0,640	80	0,138	1,000	0,395	0,420	0,166	9,298	✓
6	14:33	3,000	0,2/0,8	0,880	0,200	0,176	80	0,588	1,000	0,468	0,455	0,213	11,918	✓
6	14:33	3,000	0,2/0,8	0,880	0,800	0,704	80	0,280	1,000	0,468	0,455	0,213	11,918	✓
7	14:36	3,500	0,2/0,8	0,940	0,200	0,188	80	0,662	1,000	0,414	0,485	0,201	11,242	✓
7	14:36	3,500	0,2/0,8	0,940	0,800	0,752	80	0,341	1,000	0,414	0,485	0,201	11,242	✓
8	14:39	4,000	0,2/0,8	1,000	0,200	0,200	80	0,624	1,000	0,347	0,525	0,182	10,218	✓
8	14:39	4,000	0,2/0,8	1,000	0,800	0,800	80	0,029	1,000	0,347	0,525	0,182	10,218	✓
9	14:43	4,500	0,2/0,8	1,100	0,200	0,220	80	0,463	1,000	0,364	0,520	0,189	10,590	✓
9	14:43	4,500	0,2/0,8	1,100	0,800	0,880	80	0,275	1,000	0,364	0,520	0,189	10,590	✓
10	14:47	5,000	0,2/0,8	0,980	0,200	0,196	80	0,402	1,000	0,283	0,493	0,139	7,795	✓
10	14:47	5,000	0,2/0,8	0,980	0,800	0,784	80	0,315	1,000	0,283	0,493	0,139	7,795	✓
11	14:50	5,500	0,2/0,8	0,990	0,200	0,198	80	0,279	1,000	0,153	0,463	0,071	3,970	✓
11	14:50	5,500	0,2/0,8	0,990	0,800	0,792	80	0,135	1,000	0,153	0,463	0,071	3,970	✓
12	14:53	6,000	0,2/0,8	0,860	0,200	0,172	80	0,196	1,000	0,134	0,445	0,060	3,348	✓
12	14:53	6,000	0,2/0,8	0,860	0,800	0,688	80	0,004	1,000	0,134	0,445	0,060	3,348	✓
13	14:55	6,500	0,2/0,8	0,920	0,200	0,184	80	0,233	1,000	0,114	0,475	0,054	3,034	✓
13	14:55	6,500	0,2/0,8	0,920	0,800	0,736	80	0,105	1,000	0,114	0,475	0,054	3,034	✓
14	14:59	7,000	0,2/0,8	0,980	0,200	0,196	80	0,187	1,000	0,096	0,545	0,053	2,941	✓
14	14:59	7,000	0,2/0,8	0,980	0,800	0,784	80	-0,069	1,000	0,096	0,545	0,053	2,941	✓
15	15:02	7,500	0,2/0,8	1,200	0,200	0,240	80	0,217	1,000	0,079	0,545	0,043	2,405	✓
15	15:02	7,500	0,2/0,8	1,200	0,800	0,960	80	0,051	1,000	0,079	0,545	0,043	2,405	✓
16	15:05	8,000	0,2/0,8	0,980	0,200	0,196	80	0,095	1,000	0,019	0,470	0,009	0,491	✓
16	15:05	8,000	0,2/0,8	0,980	0,800	0,784	80	-0,047	1,000	0,019	0,470	0,009	0,491	✓
17	15:08	8,500	0,2/0,8	0,900	0,200	0,180	80	0,061	1,000	0,028	0,395	0,011	0,612	✓
17	15:08	8,500	0,2/0,8	0,900	0,800	0,720	80	-0,034	1,000	0,028	0,395	0,011	0,612	✓
18	15:11	9,000	0,2/0,8	0,680	0,200	0,136	80	0,058	1,000	0,046	0,305	0,014	0,780	✓
18	15:11	9,000	0,2/0,8	0,680	0,800	0,544	80	0,026	1,000	0,046	0,305	0,014	0,780	✓
19	15:14	9,500	0,2/0,8	0,540	0,200	0,108	80	0,066	1,000	0,055	0,250	0,014	0,775	✓
19	15:14	9,500	0,2/0,8	0,540	0,800	0,432	80	0,032	1,000	0,055	0,250	0,014	0,775	✓
20	15:17	10,000	0,6	0,460	0,600	0,276	80	0,061	1,000	0,031	0,175	0,005	0,308	✓
21	15:18	10,500	0,6	0,240	0,600	0,144	80	0,001	1,000	0,001	0,084	0,000	0,003	✓
22	15:20	11,200	None	0,000	0,000	0,000	0	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	✓

Slika 5.12.c. Rezultati mjerenja 4.5.2023. [19]



# Discharge Measurement Summary

<b>Site name</b>	Plitvica.deda
<b>Site number</b>	2
<b>Operator(s)</b>	Katarina
<b>File name</b>	20230504-152200_Plitvica_deda.ft
<b>Comment</b>	

Quality Control Settings	
<b>Maximum depth change</b>	50,000%
<b>Maximum spacing change</b>	100,000%
<b>SNR threshold</b>	10,000 dB
<b>Standard error threshold</b>	0,010 m/s
<b>Spike threshold</b>	10,000%
<b>Maximum velocity angle</b>	20,000 deg
<b>Maximum tilt angle</b>	5,000 deg

Quality control warnings							
Sta#	Time	Location (m)	Method	Depth (m)	%Depth	Measured Depth (m)	Warnings
1	14:18	0,500	0,6	0,400	0,600	0,240	SNR Threshold Variation
2	14:21	1,000	0,2/0,8	0,540	0,200	0,108	Large SNR Variation,Velocity Angle > QC
2	14:21	1,000	0,2/0,8	0,540	0,800	0,432	Large SNR Variation,Velocity Angle > QC
3	14:24	1,500	0,2/0,8	0,640	0,200	0,128	Large SNR Variation,Standard Error > QC
3	14:24	1,500	0,2/0,8	0,640	0,800	0,512	Large SNR Variation,Standard Error > QC
4	14:27	2,000	0,2/0,8	0,720	0,200	0,144	Large SNR Variation,Standard Error > QC
4	14:27	2,000	0,2/0,8	0,720	0,800	0,576	Large SNR Variation,Standard Error > QC
5	14:30	2,500	0,2/0,8	0,800	0,200	0,160	Large SNR Variation,Standard Error > QC
5	14:30	2,500	0,2/0,8	0,800	0,800	0,640	Large SNR Variation,Standard Error > QC
6	14:33	3,000	0,2/0,8	0,880	0,200	0,176	Large SNR Variation,Standard Error > QC,High Stn % Discharge
6	14:33	3,000	0,2/0,8	0,880	0,800	0,704	Large SNR Variation,Standard Error > QC,High Stn % Discharge
7	14:36	3,500	0,2/0,8	0,940	0,200	0,188	Standard Error > QC,High Stn % Discharge
7	14:36	3,500	0,2/0,8	0,940	0,800	0,752	Standard Error > QC,High Stn % Discharge
8	14:39	4,000	0,2/0,8	1,000	0,200	0,200	Large SNR Variation,High % Spikes,High Stn % Discharge
8	14:39	4,000	0,2/0,8	1,000	0,800	0,800	Large SNR Variation,High % Spikes,High Stn % Discharge
9	14:43	4,500	0,2/0,8	1,100	0,200	0,220	Standard Error > QC,High Stn % Discharge
9	14:43	4,500	0,2/0,8	1,100	0,800	0,880	Standard Error > QC,High Stn % Discharge
10	14:47	5,000	0,2/0,8	0,980	0,200	0,196	Standard Error > QC
10	14:47	5,000	0,2/0,8	0,980	0,800	0,784	Standard Error > QC
12	14:53	6,000	0,2/0,8	0,860	0,200	0,172	Boundary Interference,Large SNR Variation,SNR Threshold Variation
12	14:53	6,000	0,2/0,8	0,860	0,800	0,688	Boundary Interference,Large SNR Variation,SNR Threshold Variation
13	14:55	6,500	0,2/0,8	0,920	0,200	0,184	Low SNR,SNR Threshold Variation,Standard Error > QC,Velocity Angle > QC
13	14:55	6,500	0,2/0,8	0,920	0,800	0,736	Low SNR,SNR Threshold Variation,Standard Error > QC,Velocity Angle > QC
14	14:59	7,000	0,2/0,8	0,980	0,200	0,196	Low SNR,SNR Threshold Variation,Standard Error > QC,Velocity Angle > QC
14	14:59	7,000	0,2/0,8	0,980	0,800	0,784	Low SNR,SNR Threshold Variation,Standard Error > QC,Velocity Angle > QC
15	15:02	7,500	0,2/0,8	1,200	0,200	0,240	Low SNR,SNR Threshold Variation,Standard Error > QC,Velocity Angle > QC
15	15:02	7,500	0,2/0,8	1,200	0,800	0,960	Low SNR,SNR Threshold Variation,Standard Error > QC,Velocity Angle > QC
16	15:05	8,000	0,2/0,8	0,980	0,200	0,196	Low SNR,SNR Threshold Variation,Standard Error > QC,Velocity Angle > QC
16	15:05	8,000	0,2/0,8	0,980	0,800	0,784	Low SNR,SNR Threshold Variation,Standard Error > QC,Velocity Angle > QC
17	15:08	8,500	0,2/0,8	0,900	0,200	0,180	Low SNR,Beam SNRs Not Similar,Standard Error > QC,Velocity Angle > QC
17	15:08	8,500	0,2/0,8	0,900	0,800	0,720	Low SNR,Beam SNRs Not Similar,Standard Error > QC,Velocity Angle > QC
21	15:18	10,500	0,6	0,240	0,600	0,144	Large SNR Variation,SNR Threshold Variation
22	15:20	11,200	None	0,000	0,000	0,000	Water Depth > QC

Slika 5.12.d. Rezultati mjerenja 4.5.2023. [19]

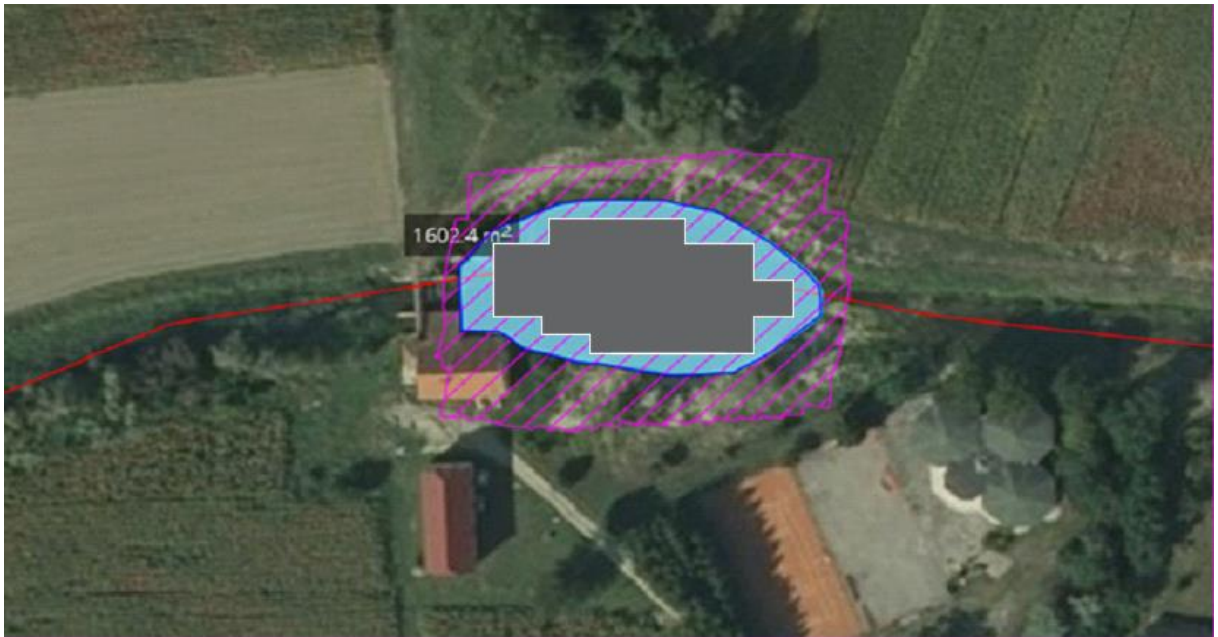
*Tablica 1. Rezultati svih mjerenja*

<b>Lokacija</b>	<b>Datum</b>	<b>Protok (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Srednja brzina (m/s)</b>	<b>Maksimalna brzina (m/s)</b>	<b>Površina (m<sup>2</sup>)</b>
Prije zapornice	12.4.2023.	1,56	0,23	0,50	6,71
Prije zapornice	4.5.2023.	1,77	0,27	0,59	6,71
Nakon jezerca	12.4.2023.	1,54	0,21	0,63	7,33
Nakon jezerca	5.4.2023.	1,79	0,21	0,66	8,40

Iz Tablice 1 zaključuje se da su ulazni i izlazni protoci jednaki sa zadovoljavajućom razinom preciznosti. Time se zaključuje da su gubici vode zbog evaporacije, odnosno isparavanja na dnevnoj bazi zanemarivi.

## 6. Proračun i analiza dobivenih rezultata

Prvi korak kod proračuna je određivanje snage solarnog fotonaponskog sustava. Planiran je otočni ("of-grid") solarni fotonaponski sustav. Usvojena učinkovitost sustava iznosi 20% [20] i predviđa se postavljanje panela površine 270 m<sup>2</sup>. Na slici 6.1. prikazan je raspored panela po površini jezera.



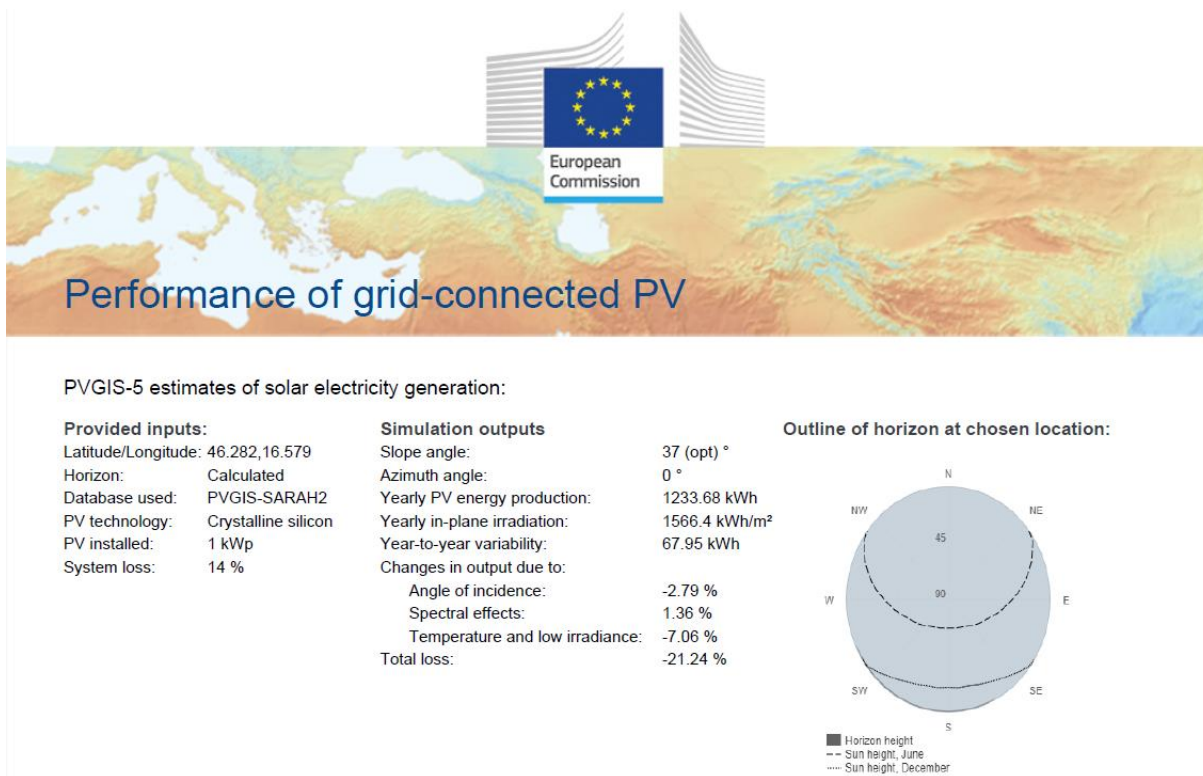
Slika 6.1. Raspored panela na površini jezera. [19]

Paneli se odmiču od svakog ruba/obala jezera minimalno 3m zbog sigurnosti za ljude, a i zbog očuvanja samih panela.

Korištenjem jednadžbe 1, dobivena je snaga solarnog fotonaponskog sustava

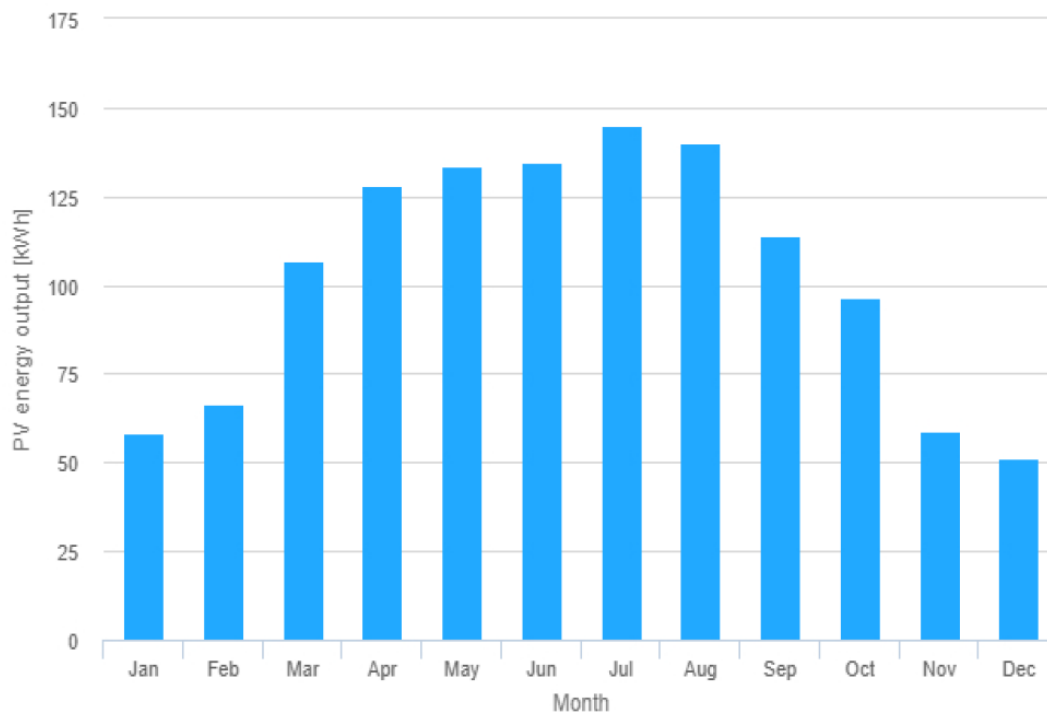
$$P_S = A \cdot \eta_S \cdot 1000 = 270 \text{ m}^2 \cdot 20\% \cdot 1000 = 54000 \text{ W} = 54 \text{ kW}$$

Unošenjem podataka u aplikaciju PVGIS, dobivamo ulazne podatke. Kroz aplikaciju vidimo da su ukupni gubici sustava 14% (slika 6.2.), ali količina isporučene energije je znatno manja nego proizvedena. Do gubitaka dolazi kroz kablove, pretvarače snage, prljavštine na panelima, te paneli gube na svojoj snazi tijekom godina. Navedeno je uračunato kod proračuna, odnosno kod izlaznih količina proizvedene električne energije.



*Slika 6.2. Izlazni rezultati aplikacije [21]*

Za proračun nam je također potrebna mjesečna vrijednost izlazne energije fotonaponskog sustava za svaki mjesec godine. Na slici 6.3. prikazan je dijagram izlazne energije dobiven iz aplikacije za 1 kWp snage instaliranog sustava.



Slika 6.3. Mjesečne vrijednosti izlazne energije fotonaponskog sustava [21]

Za dobivanje ukupne proizvedene količine energije potrebno je pomnožiti mjesečne vrijednosti dobivene izlazne energije sa snagom sustava jer sve dobivene vrijednosti definirane su za 1 kWh. Proračun će biti prikazan u Tablici 2.

Tablica 2. Proračun ukupne energije

Mjeseci	Izlazna energija (kWh)	Snaga panela (kW)	Ukupna energija(kWh)
Siječanj	58,20	54,00	3142,80
Veljača	66,80	54,00	3607,20
Ožujak	106,90	54,00	5772,60
Travanj	128,00	54,00	6912,00
Svibanj	133,50	54,00	7209,00
Lipanj	134,90	54,00	7284,60
Srpanj	145,00	54,00	7830,00
Kolovoz	140,00	54,00	7560,00
Rujan	113,90	54,00	6150,60
Listopad	96,40	54,00	5205,60
Studen	59,10	54,00	3191,40



Zbog djelovanja sunčevog zračenja dolazi do evaporacije, odnosno isparavanja vode s površine jezera. Mjerenje isparavanja obavlja se dva puta na dan u 7 i 19 sati svakog dana od travnja do listopada ili studenog, kad se s mjerenjima prestaje zbog mogućnosti zamrzavanja vode u evaporimetru i pucanja evaporimetra [22].

Količine evaporacije za cijelo jezero prikazane su u tablicama 3., 4., 5., za promatrani period od 3 godine [18].

*Tablica 3. Ukupna evaporacija za 2019. godinu*

Mjeseci - 2019 godina	Količina evaporacije (m)	Površina jezera (m <sup>2</sup> )	Ukupna evaporacija (mm)
Siječanj	0,00	320,40	0,00
Veljača	0,00	320,40	0,00
Ožujak	0,00	320,40	0,00
Travanj	0,09	320,40	28,42
Svibanj	0,09	320,40	27,71
Lipanj	0,18	320,40	57,32
Srpanj	0,16	320,40	51,90
Kolovoz	0,14	320,40	44,66
Rujan	0,09	320,40	27,52
Listopad	0,07	320,40	21,69
Studen	0,02	320,40	7,02
Prosinac	0,00	320,40	0,00

*Tablica 4. Ukupna evaporacija za 2020. godinu*

Mjeseci - 2020 godina	Količina evaporacije (m)	Površina jezera (m <sup>2</sup> )	Ukupna evaporacija (mm)
Siječanj	0,00	320,40	0,00
Veljača	0,00	320,40	0,00
Ožujak	0,00	320,40	0,00
Travanj	0,11	320,40	35,40
Svibanj	0,13	320,40	43,19
Lipanj	0,15	320,40	48,22
Srpanj	0,17	320,40	55,72
Kolovoz	0,15	320,40	48,41
Rujan	0,10	320,40	31,01
Listopad	0,07	320,40	22,08
Studen	0,02	320,40	6,22
Prosinac	0,00	320,40	0,00

Tablica 5. Ukupna evaporacija za 2021. godinu

Mjeseci - 2021 godina	Količina evaporacije (m)	Površina jezera (m <sup>2</sup> )	Ukupna evaporacija (mm)
Siječanj	0,00	320,40	0,00
Veljača	0,00	320,40	0,00
Ožujak	0,00	320,40	0,00
Travanj	0,08	320,40	24,93
Svibanj	0,12	320,40	38,48
Lipanj	0,20	320,40	63,41
Srpanj	0,19	320,40	59,47
Kolovoz	0,13	320,40	42,74
Rujan	0,09	320,40	29,51
Listopad	0,05	320,40	14,51
Studeni	0,02	320,40	5,96
Prosinac	0,00	320,40	0,00

Postavljanjem panela na površinu jezera, evaporacije na tom području nema, te samim time štedi se količina isparene vode u jezeru. U tablicama 6., 7. i 8. prikazana je količina evaporacije na području površine panela.

Tablica 6. Evaporacija na području panela za 2019. godinu

Mjeseci - 2019 godina	Količina evaporacije (m)	Površina panela (m <sup>2</sup> )	Ukupna evaporacija (mm)
Siječanj	0,00	270,00	0,00
Veljača	0,00	270,00	0,00
Ožujak	0,00	270,00	0,00
Travanj	0,09	270,00	23,95
Svibanj	0,09	270,00	23,36
Lipanj	0,18	270,00	48,30
Srpanj	0,16	270,00	43,74
Kolovoz	0,14	270,00	37,64
Rujan	0,09	270,00	23,19
Listopad	0,07	270,00	18,28
Studeni	0,02	270,00	5,91
Prosinac	0,00	270,00	0,00

Tablica 7. Evaporacija na području panela za 2020. godinu

Mjeseci - 2020 godina	Količina evaporacije (m)	Površina panela (m <sup>2</sup> )	Ukupna evaporacija (mm)
Siječanj	0,00	270,00	0,00
Veljača	0,00	270,00	0,00
Ožujak	0,00	270,00	0,00
Travanj	0,11	270,00	29,84
Svibanj	0,13	270,00	36,40
Lipanj	0,15	270,00	40,64
Srpanj	0,17	270,00	46,95
Kolovoz	0,15	270,00	40,80
Rujan	0,10	270,00	26,14
Listopad	0,07	270,00	18,60
Studeni	0,02	270,00	5,24
Prosinac	0,00	270,00	0,00

Tablica 8. Evaporacija na području panela za 2021. godinu

Mjeseci - 2021 godina	Količina evaporacije (m)	Površina panela (m <sup>2</sup> )	Ukupna evaporacija (mm)
Siječanj	0,00	270,00	0,00
Veljača	0,00	270,00	0,00
Ožujak	0,00	270,00	0,00
Travanj	0,08	270,00	21,01
Svibanj	0,12	270,00	32,43
Lipanj	0,20	270,00	53,43
Srpanj	0,19	270,00	50,11
Kolovoz	0,13	270,00	36,02
Rujan	0,09	270,00	24,87
Listopad	0,05	270,00	12,23
Studeni	0,02	270,00	5,02
Prosinac	0,00	270,00	0,00

U slučaju postavljanja panela na površinu jezera, preostala evaporacija na rubovima jezera je znatno manja nego kad imamo praznu površinu jezera. Tablice 9., 10. i 11. prikazuju nove, znatno manje količine evaporacije.

Tablica 9. Nove količine evaporacije za 2019. godinu

2019. godina			
Mjeseci	Evaporacija – jezero (mm)	Evaporacija – paneli (mm)	Razlika evaporacije (mm)
Siječanj	0,00	0,00	0,00
Veljača	0,00	0,00	0,00
Ožujak	0,00	0,00	0,00
Travanj	28,42	23,95	4,47
Svibanj	27,71	23,36	4,36
Lipanj	57,32	48,30	9,02
Srpanj	51,90	43,74	8,16
Kolovoz	44,66	37,64	7,03
Rujan	27,52	23,19	4,33
Listopad	21,69	18,28	3,41
Studeni	7,02	5,91	1,10
Prosinac	0,00	0,00	0,00

Tablica 10. Nove količine evaporacije za 2020. godinu

2020. godina			
Mjeseci	Evaporacija – jezero (mm)	Evaporacija – paneli (mm)	Razlika evaporacije(mm)
Siječanj	0,00	0,00	0,00
Veljača	0,00	0,00	0,00
Ožujak	0,00	0,00	0,00
Travanj	35,40	29,84	5,57
Svibanj	43,19	36,40	6,79
Lipanj	48,22	40,64	7,59
Srpanj	55,72	46,95	8,76
Kolovoz	48,41	40,80	7,62
Rujan	31,01	26,14	4,88
Listopad	22,08	18,60	3,47
Studeni	6,22	5,24	0,98
Prosinac	0,00	0,00	0,00

Tablica 11. Nove količine evaporacije za 2021. godinu

<b>2021. godina</b>			
<b>Mjeseci</b>	<b>Evaporacija – jezero (mm)</b>	<b>Evaporacija – paneli (mm)</b>	<b>Razlika evaporacije (mm)</b>
Siječanj	0,00	0,00	0,00
Veljača	0,00	0,00	0,00
Ožujak	0,00	0,00	0,00
Travanj	24,93	21,01	3,92
Svibanj	38,48	32,43	6,05
Lipanj	63,41	53,43	9,97
Srpanj	59,47	50,11	9,35
Kolovoz	42,74	36,02	6,72
Rujan	29,51	24,87	4,64
Listopad	14,51	12,23	2,28
Studen	5,96	5,02	0,94
Prosinac	0,00	0,00	0,00

*Tablica 12. Količine evaporacije na razini godine*

<b>Količina evaporacije</b>			
<b>Godina</b>	<b>Evaporacija jezero (mm)</b>	<b>Evaporacija paneli (mm)</b>	<b>Razlika evaporacije (mm)</b>
2019	266,25	224,37	41,88
2020	290,25	244,95	45,3
2021	279,00	235,12	43,88

Evaporacija se znatno smanjuje nakon postavljanja panela. U ovom slučaju došlo je do smanjenja evaporacije za oko 80 %.

## 7. Zaključak

U ovom završnom radu prikazano je rješenje postavljanja solarnih panela na površinu jezera. Paneli proizvode električnu energiju te utječu na uštedu vode iz jezera, odnosno smanjenje evaporacije. Voda je danas jedan od najvažnijih resursa, te u tom pogledu smanjenje evaporacije od iznimne je važnosti, dok s druge strane solarni fotonaponski sustav spada u obnovljive izvore energije koji nema velik negativan utjecaj na okoliš. Vodena para koja isparava ujedno i hladi solarne fotonaponske panele, pri čemu su gubici vode zanemarivi.

Takvi sustavi naročito su pogodni za ruralna i izolirana područja u kojima nema priključka električne energije. Jedno od potencijalnih rješenja je i razvijanje turističkih destinacija na takvim zabačenim područjima kod kojih bi se sva potrebna energija proizvodila iz solarnih fotonaponskih sustava.

Razmatrana lokacija ima potencijal za proizvodnju električne energije, kao i cijeli dio sjeverozapadne Hrvatske. U prikazanom konceptu vidljivo je da se jezera, kao i izgrađene akumulacije mogu koristiti za alternativne izvore električne energije. Ukoliko postoji i dotok vode u i/ili iz jezera, postoji i mogućnost izgradnje malih hidroelektrana.

## 8. Literatura

- [1] Hrgarek M.: Elaborat zaštite okoliša u postupku ocjene o potrebi procjene utjecaja zahvata na okoliš rekonstrukcije industrijskog dvorišta – izgradnja reciklažnog dvorišta za građevni otpad sa skladištem otpada željeza na k.č.br. 8673/5 k.o. Varaždin, Varaždin 2018., 12.3.2023.
- [2] Stojić P.: Hidrotehničke građevine – knjiga 1, Naklada: 500 primjeraka, Split 1997
- [3] Bonacci O.: Brane i akumulacije: jučer, danas, sutra, 2015., PDF, 12.3.2023.
- [4] Karlović R.: Ihtiofauna rijeke Drave na području pod utjecajem hidroelektrana, Seminarski rad, PMF, Zagreb, 2016., 13.3.2023.
- [5] Šibić L.: Posljedice gradnje hidroelektrana na riječne tokove, Seminarski rad, PMF, Zagreb, 2009., 13.3.2023.
- [6] Građevine za korištenje voda. Raspoloživo na: <http://gradst.unist.hr/Portals/9/docs/katedre/Privredna%20hidrotehnika/DSG%20Iskoristenje%20VS/Iskoristavanje%20vodnih%20snaga-pred3.pdf?fbclid=IwAR0uejrDjuw1edYtGoQC4Ck1OUTdjqDd5VeOjsQBSw7xGn2vlqPpdl2hHog>, 17.3. 2023.
- [7] Stojić P.: Hidrotehničke građevine – knjiga 2, Naklada: 500 primjeraka, Split 1998.
- [8] Stojić P.: Hidrotehničke građevine – knjiga 3, Naklada: 500 primjeraka, Split 1999
- [9] Frišić N., Hidroelektrana Dubrava, Diplomski rad, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Osijek, 2014., 20.3.2023.
- [10] Klasifikacijski sustav ekološkog potencijala za umjetna i znatno promijenjena tijela površinskih voda – 2. dio: Stajačice Dinaridske ekoregije, Raspoloživo na: [https://www.voda.hr/sites/default/files/dokumenti/klasifikacijski\\_sustav\\_ekoloskog\\_potencija\\_la\\_za\\_umjetna\\_i\\_znatno\\_promijenjena\\_tijela\\_povrsinskih\\_voda\\_2.dio\\_stajacice\\_dinaridske\\_regije.pdf](https://www.voda.hr/sites/default/files/dokumenti/klasifikacijski_sustav_ekoloskog_potencija_la_za_umjetna_i_znatno_promijenjena_tijela_povrsinskih_voda_2.dio_stajacice_dinaridske_regije.pdf), 15.4.2023.
- [11] Obnovljivi izvori energije, Hidroenergija, Raspoloživo na: [https://atlas.geog.pmf.unizg.hr/e\\_skola/geo/mini/obnov\\_izvori\\_energ/hidroenergija.html](https://atlas.geog.pmf.unizg.hr/e_skola/geo/mini/obnov_izvori_energ/hidroenergija.html), 17.4.2023
- [12] Britannica. Solar cell. britannica.com <https://www.britannica.com/technology/solar-cell>, 25.4.2023

- [13] Offshore energy  
<https://www.offshore-energy.biz/worlds-largest-hydro-floating-solar-hybrid-comes-online-in-thailand/>, 12.5.2023
- [14]Merlin 2021/2022  
[https://moodle.srce.hr/20212022/pluginfile.php/6336430/mod\\_resource/content/1/Predavanje%209%20-%20HG-UNIN-2022.pdf](https://moodle.srce.hr/20212022/pluginfile.php/6336430/mod_resource/content/1/Predavanje%209%20-%20HG-UNIN-2022.pdf), 29.5.2023.
- [15] Hranid K., diplomski rad, Krajobrazno uređenje obale i poplavnih područja rijeke Plitvice,Zagreb, 2021., 29.5.2023,
- [16] Geoportal, <https://geoportal.dgu.hr/>, 1.6.2023.
- [17] Frntić A., završni rad, Analiza oborina i evaporacije za potrebe bilanciranja vode jezera u Aluviju – Primjer „Dedinog mlina“ kod Svetog Đurđa na rijeci Plitvici, Sveučilište Sjever, Varaždin 2023. godine
- [18] DHMZ, Državni hidrometeorološki zavod, podaci o evaporaciji, protocima i oborinama za 2019., 2020. i 2021. godinu
- [19] Osobna arhiva, 2022./2023. godina
- [20] ScienceDirect, <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/photovoltaic-cell-efficiency>, 7.7.2023.
- [21] PVGis, [https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/en/](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/), 7.6.2023.
- [22] Klimatski atlas Hrvatske, [https://klima.hr/razno/publikacije/klimatski\\_atlas\\_hrvatske.pdf](https://klima.hr/razno/publikacije/klimatski_atlas_hrvatske.pdf), 7.7.2023.



## 9. Popis slika

Slika 2.1 Shematski prikaz osnovnih parametara akumulacije, Autor: A. Pejić, Izvor: R. Andričević: Građevine za korištenje voda, Split

Slika 3.1 Solane ćelije, Britannica. Solar cell. britanica.com  
<https://www.britannica.com/technology/solar-cell>

Slika 3.2. Plutajuća solarna elektrana, Offshore energy,  
<https://www.offshore-energy.biz/worlds-largest-hydro-floating-solar-hybrid-comes-online-in-thailand/>

Slika 4.1. Vodna bilanca, Đurin B., Hidrogranje, Akumulacije i retencije, Sveučilište Sjever, predavanje

Slika 5.1. Tok rijeke Plitvice, Hranić K., diplomski rad, Krajobrazno uređenje obale i poplavnih područja rijeke Plitvice , Agronomski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, 2021. godine

Slika 5.2. Prikaz područja jezera, Geoportal, <https://geoportal.dgu.hr/>, 1.6.2023.

Slika 5.3. Lokacija mjerenja, Geoportal, <https://geoportal.dgu.hr/>, 1.6.2023.

Slika 5.4. Površina jezera dobivena snimanjem bespilotne letjelice, Frntić A., završni rad, Analiza oborina i evaporacije za potrebe bilanciranja vode jezera u Aluviju – Primjer „Dedinog mlina“ kod Svetog Đurđa na rijeci Plitvici, Sveučilište Sjever, Varaždin 2023. godine

Slika 5.5. Preklapanje slika dobivene bespilotnom letjelicom i podloge Geoportala, Frntić A., završni rad, Analiza oborina i evaporacije za potrebe bilanciranja vode jezera u Aluviju – Primjer „Dedinog mlina“ kod Svetog Đurđa na rijeci Plitvici, Sveučilište Sjever, Varaždin 2023. godine

Slika 5.6. Određivanje površine okolnog terena, Frntić A., završni rad, Analiza oborina i evaporacije za potrebe bilanciranja vode jezera u Aluviju – Primjer „Dedinog mlina“ kod Svetog Đurđa na rijeci Plitvici, Sveučilište Sjever, Varaždin 2023. godine

Slika 5.7.a. Hidrogram rijeke Plitvice u 2019. godini , DHMZ, Državni hidrometeorološki zavod, podaci o protocima

Slika 5.7.b. Hidrogram rijeke Plitvice u 2020. godini , DHMZ, Državni hidrometeorološki zavod, podaci o protocima

Slika 5.7.c. Hidrogram rijeke Plitvice u 2021 godini, DHMZ, Državni hidrometeorološki zavod, podaci o protocima

Slika 5.8.a. Dijagram evaporacije zabilježen u 2019. godini, DHMZ, Državni hidrometeorološki zavod, podaci o evaporaciji

Slika 5.8.b. Dijagram evaporacije zabilježen u 2020. godini , DHMZ, Državni hidrometeorološki zavod, podaci o evaporaciji

Slika 5.8.c. Dijagram evaporacije zabilježen u 2021. godini, DHMZ, Državni hidrometeorološki zavod, podaci o evaporaciji

Slika 5.9.a. Rezultati mjerenja 12.4.2023., Osobna arhiva

Slika 5.9.b. Rezultati mjerenja 12.4.2023., Osobna arhiva

Slika 5.9.c. Rezultati mjerenja 12.4.2023., Osobna arhiva

Slika 5.9.d. Rezultati mjerenja 12.4.2023., Osobna arhiva

Slika 5.10.a. Rezultati mjerenja 4.5.2023., Osobna arhiva

Slika 5.10.b. Rezultati mjerenja 4.5.2023., Osobna arhiva

Slika 5.10.c. Rezultati mjerenja 4.5.2023., Osobna arhiva

Slika 5.10.d. Rezultati mjerenja 4.5.2023., Osobna arhiva

Slika 5.11.a. Rezultati mjerenja 12.4.2023., Osobna arhiva

Slika 5.11.b. Rezultati mjerenja 12.4.2023., Osobna arhiva

Slika 5.11.c. Rezultati mjerenja 12.4.2023., Osobna arhiva

Slika 5.11.d. Rezultati mjerenja 12.4.2023., Osobna arhiva

Slika 5.12.a. Rezultati mjerenja 4.5.2023., Osobna arhiva

Slika 5.12.b. Rezultati mjerenja 4.5.2023., Osobna arhiva

Slika 5.12.c. Rezultati mjerenja 4.5.2023., Osobna arhiva

Slika 5.12.d. Rezultati mjerenja 4.5.2023., Osobna arhiva

Slika 1.6. Ulazni podaci iz aplikacije, PVGIS

Slika 6.2. Mjesečne vrijednosti izlazne energije fotonaponskog sustava, PVGIS,  
[https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/en/](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/), 7.6.2023,

## **10. Popis tablica**

Tablica 1. Rezultati svih mjerenja

Tablica 2. Proračun ukupne energije

Tablica 3. Ukupna evaporacija za 2019. godinu

Tablica 4. Ukupna evaporacija za 2020. godinu

Tablica 5. Ukupna evaporacija za 2021. godinu

Tablica 6. Evaporacija na području panela za 2019. godinu

Tablica 7. Evaporacija na području panela za 2020. godinu

Tablica 8. Evaporacija na području panela za 2021. godinu

Tablica 9. Nove količine evaporacije za 2019. godinu

Tablica 10. Nove količine evaporacije za 2020. godinu

Tablica 11. Nove količine evaporacije za 2021. godinu

Tablica 12. Količine evaporacije na razini godine

