



## Jan Magyar

*Jan Magyar je diplomirani inženir geodezije in geoinformatike, ki je diplomiral leta 2017 na temo Izdelava metričnega prikaza dna Blejskega jezera na osnovi podatkov snemanja s sonarjem Lowrance elite-5 HDI. Zaposlen je v geodetskem podjetju, kjer se ukvarja s klasično terensko geodezijo.*



## Darko Kučina

*Darko Kučina, univ. dipl. inž. el., je zaposlen na Javni agenciji za civilno letalstvo Republike Slovenije. Leta 1998 je diplomiral na Fakulteti za elektrotehniko Univerze v Ljubljani s temo uporabe laserskega žiroskopa kot merilnega inštrumenta v šolskem bojnem letalu. Rodil se je na Jesenicah. Do leta 2004 je bil zaposlen v Slovenski vojski, kasneje na ministrstvu za obrambo.*



## Klemen Kregar

*Asist. dr. Klemen Kregar, univ. dipl. inž. geod., je zaposlen kot asistent na katedri za geodezijo Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani. Leta 2009 je diplomiral s temo klasifikacije vektorjev premikov z uporabo nevronske mreže, leta 2016 pa doktoriral s področja kalibracije terestričnih laserskih skenerjev. Poleg znanstvenega dela vodi vaje pri predmetih študijev geodezije, gradbeništva in vodarstva, ki obravnavajo geodetsko izmero, na strokovnem področju pa se ukvarja z izmerami klasičnih geodetskih mrež, predvsem za določitev premikov večjih gradbenih inženirskih objektov. V zadnjem času se zanima tudi za modeliranje površja iz oblakov točk za naloge geologije in arheologije.*



## Dušan Kogoj

*Izr. prof. dr. Dušan Kogoj, univ. dipl. inž. geod., je zaposlen na katedri za geodezijo Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani kot univerzitetni učitelj. Rodil se je v Podbrdu v Baški grapi. Leta 1984 je diplomiral na študiju geodezije s temo izmer komparatorskih mrež za elektronske razdaljemere, leta 1992 pa doktoriral s področja stohastičnih modelov izravnave geodetskih mrež. Od leta 1994 predava na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani na študijih geodezije, gradbeništva in vodarstva pri predmetih klasične geodetske izmere in preciznih geodetskim meritev. Bil je mentor številnim diplomantom, magistrantom in doktorantom študija geodezije. Poleg pedagoškega in znanstvenega dela se na strokovnem področju ukvarja z geodetskimi metodami ugotavljanja premikov tal in grajenih objektov. Petnajst let je predaval tudi na Univerzi v Sarajevu na študiju geodezije. Bil je predstojnik oddelka za geodezijo UL FGG in prodekan UL FGG.*



# METRIČNI PRIKAZ RELIEFA DNA BLEJSKEGA JEZERA

Na osnovi ljubiteljskih hidrografskih meritev

## 1 UVOD

Članek je nastal na osnovi diplomske naloge z naslovom *Izdelava metričnega prikaza dna Blejskega jezera na osnovi podatkov snemanja s sonarjem Lowrance Elite-5 HDI* avtorja Jana Magyjara na prvostopenjskem študiju geodezija in geoinformatika na fakulteti za gradbeništvo in geodezijo v Ljubljani (Magyar, 2017). Naključno prijateljstvo dveh jadralnih padalcev, prvega navdušenega ribiča in drugega geodeta, je spodbudilo razmišljanje, ali je mogoče na osnovi ljubiteljskih hidrografskih meritev izdelati model podvodnega reliefa Blejskega jezera zadovoljive natančnosti. Model naj bi bil primeren za vklop v različne informacijske sisteme, uporaben ne samo za turistične namene, ampak tudi za geodetsko uporabo ali kot osnova za različne prostorske, hidrografske, biotske in druge raziskave Blejskega jezera.



Slika 1. Blejsko jezero (vir: <http://www.slovenia-explorer.com/visit/best-of-lake-bled/>)

Blejsko jezero leži na nadmorski višini 475 m, dolgo je do 2,12 km in široko do 1,38 km, razprostira se na 144 hektarih, največja globina pa naj bi bila 30,6 m (Turizem Bled, 2013). To so osnovni znani podatki o jezeru. Ko smo začeli po vseh mogočih javnih virih iskati informacije o podrobnejših izmerah globin Blejskega jezera, smo ugotovili, da o tem obstaja zelo malo podatkov. Pomagala niso niti poznanstva v strokovni geodetski sferi. Ugotovili smo, da je bilo opravljenih nekaj izmer, razpoložljivi končni rezultati pa so praktično nedostopni. To je bil še dodaten izziv za realizacijo ideje, da na osnovi ljubiteljskih hidrografskih meritev, ki niso bile opravljene s tem namenom, izdelamo metrični model podvodnega reliefa Blejskega jezera. Odgovoriti želimo na vprašanji, ali je to sploh mogoče in kako na osnovi meritev, izvedenih z mersko opremo, ki ni namenjena geodetskimi meritvam, pridobiti rezultat, ki je primeren za geodetsko uporabo.

## 2 HIDROGRAFSKE MERITVE

V osnovi so hidrografske meritve ene najbolj zahtevnih meritev v geodeziji. Z razvojem sodobnih tehnologij in sistemov GNSS pa je postala izvedba merjenj na vodnih površinah veliko enostavnejša. Z omejeno natančnostjo lahko že brez poglobljenega strokovnega znanja opravimo meritve različnih voda in s komercialnimi programi za interpolacijo modela izrišemo model globin ali relief vodnega dna. Vprašanje pa je, ali je to primerno tudi



za geodetsko uporabo oz. kakšna je sploh vrednost takih komercialnih izdelkov.

Hidrografska meritev določa globino točke dna morja, jezera ali reke in položaja te točke v horizontalnem smislu. Pri tem je treba upoštevati vpliv bibavice, valovanja ter druge vplive na meritve. Zajem globine ni najtežji del merskega postopka, bolj zahtevna je določitev položaja točke. Razvoj tehnologije je izoblikoval različne metode hidrografskih meritev. Čeprav danes uporabljamo sodoben instrumentarij in programsko opremo, pa te meritve še vedno obravnavamo kot ene najbolj zahtevnih meritev v geodeziji. (Kolenc, 2005)

## 2.1 DOLOČITEV GLOBINE

Globina reke, jezera ali morja je vertikalna oddaljenost med trenutnim nivojem gladine vode in dnom v izbrani točki. Poznamo direktne in indirektno metode merjenja globine. Direktne metode so se uporabljale v preteklosti, danes pa se po večini uporabljajo le indirektno metode. (Kolenc, 2005)

Globino izmerimo direktno s spuščanjem vrvi ali jeklenice – žice z utežjo, pritrjeno na koncu le-te. Ko utež doseže dno in je žica vertikalna, se odčita globina točke. Poznamo *ročni globinomer*, s katerim so se merile globine do 20 m, predvsem ob obali in v pristaniščih. Meritve so se izvajale s čolna, s katerega so ročno spustili utež in odčitali globino, medtem pa se je izmeril tudi trenutni položaj čolna. *Mehanski globinomer* je v principu enak, le da je uporaben za merjenje večjih globin. Dodan je boben, na katerem sta navita žica in merilnik odvite žice. Pri merjenju je zaradi vodnih tokov in vetra težko zagotoviti vertikalnost žice. Natančnost meritev je zato manjša. (Kolenc, 2005)

Od indirektnih metod se je v preteklosti uporabljal *Thomsonov mehanski globinomer*, ki določi globino na podlagi izmerjenega tlaka na dnu vodnega telesa. Tlak se izmeri s posebno cevko, ki je pritrjena na koncu kompaktne vrvi skupaj z utežjo. Tlak v cevki je na gladini 1 bar, ko pa je na dnu, vanjo

prodre voda in stisne zrak (Boyle-Mairiottov zakon). Skrček zraka v enotah dolžine cevke se pretvori v zračni tlak.

Danes globine merimo predvsem indirektno s pomočjo zvočnega ali elektromagnetnega valovanja. *Ultrazvočni globinomer* meri čas, v katerem zvočni signal prepotuje pot od oddajnika skozi vodo do dna in nazaj. Čas potovanja se ob znani hitrosti zvoka preračuna v vrednost merjene globine. Najbolj enostavna izvedba ultrazvočnega globinomera je uporaba ene sonde (angl. *singlebeam*). Rezultat meritev so točke v liniji, v smeri plovbe. Izboljšava tega sistema je sistem z več sondami (angl. *sweep system*), nameščenimi enakomerno na linijo, pravokotno na smer plovbe. Princip delovanja je enak kot pri sistemu z eno sondo, le da se pri tej metodi zagotovi večja pokritost in hitrejši zajem podatkov. Posebna izvedba ultrazvočnega sonarja je *side scan sonar*, ki se uporablja za pridobivanje detajlne akustične slike dna, tako imenovanih sonogramov. Iz takih metričnih posnetkov ne moremo pridobiti absolutnih višin, ampak le relativne višine. Uporabljajo se za določitev višinskih razlik med objekti pod vodo (Kolenc, 2005).

*Sistem ALB (Airborne Lidar Bathymetry)* uporablja tehnologijo LIDAR (angl. *Light Detection And Ranging*) za merjenje globin. Na letalu ali helikopterju pritrjeni oddajnik oddaja laserske impulze. Določen del impulza se odbije od gladine in potuje nazaj do sprejemnika, ostali del impulza pa potuje naprej skozi vodo in se odbije od dna. Glede na časovno razliko obeh odbitih impulzov se določi globina.

## 2.2 DOLOČITEV POLOŽAJA

Najbolj zahteven del hidrografskih meritev je določitev položaja. Določiti je treba prostorske koordinate referenčne točke sonarja v trenutku merjenja globine.

Za hidrografske meritve v priobalnem pasu na klasičen način je treba na obali določiti več izhodiščnih geodetskih točk. V preteklosti



so se za določitev položaja čolna uporabljale grafične metode. S sekstantom so s čolna merili horizontalne kote med točkami na obali in po principu notranjega ureza grafično na merski mizici na čolnu določili položaj čolna. Uporabljale so se tudi numerične metode pozicioniranja na osnovi teodolitskih meritev z izhodiščnih točk na obali. Položaj so določili s polarno ali ortogonalno izmero ali z zunanji urezom. Z razvojem motoriziranih tahimetrov se je uveljavila metoda določanja položaja s samodejnim sledenjem tarče. Na plovilu je pritrjen 360-stopinjski reflektor, tahimeter na izhodiščni točki na obali pa mu sledi ter avtomatsko beleži meritve. Položaj se izračuna po metodi polarne izmere. Položaj v času izmere globine se izračuna s časovno interpolacijo.

Za merjenja na odprtih vodnih površinah se je v preteklosti uporabljala radijska navigacija. Položaj se je določal na osnovi razlike faze radijskega signala, ki sta ga oddali dve postaji na kopnem. Danes uporabljamo tehnologijo GNSS. Uporaba tehnologije GNSS je relativno enostavna in je povsem izpodrinila radijsko navigacijo. V hidrografiji se največ uporablja metoda RTK (angl. Real Time Kinematic). (Kolenc, 2005)

### 3 IZMERA JEZERA

Darko Kučina, univ. dipl. inž. el., sicer zaposlen na Agenciji Republike Slovenije za civilno letalstvo, je pred štirimi leti s komercialno opremo, namenjeno za dejavnosti, povezane z ribolovom, začel s hidrografsko izmero Blejskega jezera in v petih etapah pridobil veliko količino merskih podatkov, ki pa do sedaj še niso bili temeljiteje obdelani.

#### 3.1 MERSKA OPREMA

Pri merjenju je bil uporabljen Sonar Lowrance Elite – 5 HDI s sondama HDI Skimmer Transducer 83/200 kHz in 455/800 kHz, ki je namenjen iskanju rib, izrisu oblike podvodnega reliefa in merjenju globin. Meri tudi temperaturo vode in hitrost plovbe.

Sistem deluje na principu ultrazvočnega globinomera. Uporablja dve sondi, ki generirata različni valovni dolžini in merita globine z različnim kotom. Sonar ima vgrajen sprejemnik GPS, s katerim beleži položaj in hitrost plovila ter omogoča navigacijo in kartiranje poti plovbe. Merska oprema je bila montirana na čoln Brig Dingo 200 dolžine 2 m z napihljivim dnom in električnim motorjem (Sliki 2a, 2b). Pri merjenju sta bili uporabljeni frekvenci 200 kHz in 455 kHz, vsaka globina je izmerjena z obema frekvencama.



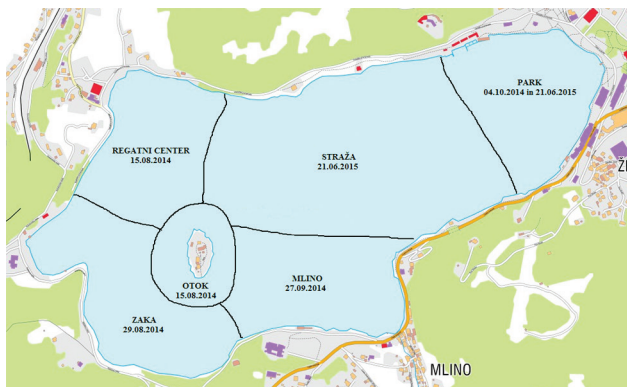
Slika 2a in 2b. Sonar Lowrance Elite – 5 HDI in plovilo (vir: univ. dipl. inž. el. Darko Kučina)

#### 3.2 POTEK MERJENJA

Površine Blejskega jezera ni bilo mogoče izmeriti v enem zamahu, zato je bila razdeljena na šest sektorjev (Slika 3). Sektorji so bili določeni premišljeno glede na zahtevnost in detajlnost snemanja. Merjenja

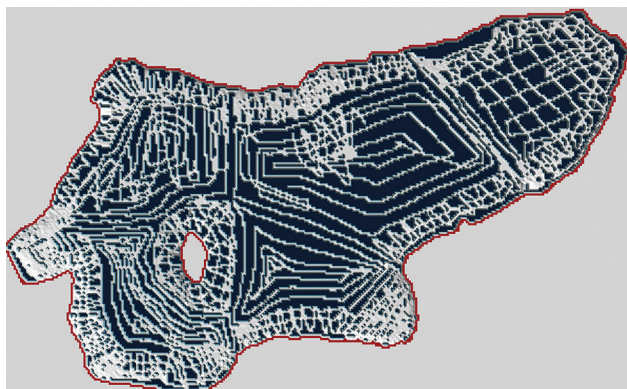


so se izvedla v petih dneh v časovnem razmiku skoraj enega leta.



Slika 3: Razdelitev jezera na sektorje z datumi izmere posameznega sektorja (osnovni sloj) (vir: <http://www.geopedia.si>)

Pot snemanja oz. plovbe je bila izbrana glede na razgibanost obale in pričakovano razgibanost podvodnega reliefa. Iz slike poti snemanja, ki jo ustvari programska oprema skenerja (Slika 4), je razvidno, da je bilo v obalnem delu in ob otoku snemanje bolj detajlno. Razmaki med potmi so tu manjši, poti plovbe se bolje prekrivajo. Ostali deli so posneti po spiralnem vzorcu, tu se pot zaključí na sredini sektorja, ali pa po mrežnem vzorcu.



Slika 4. Sledi sondiranja (vir: univ. dipl. inž. el. Darko Kučina)

Rezultati terenske izmere so numerični podatki, zapisani v obliki urejenega neskončnega besedila. Numerični podatki izmere obsegajo položajne koordinate in pripadajoče globine merjenih točk ter podatke o instrumentu, temperaturi vode, hitrosti plovbe ... Merski podatki so ločeni po sektorjih, zaradi boljšega pregleda so

v okviru sektorja zapisani v več datotek. Skupno podatki o meritvah obsegajo 33 datotek, ki združujejo 624.423 merskih blokov. Izmerjeno je bilo torej res veliko število globin s pripadajočimi horizontalnimi položaji. Najnižja izmerjena točka dna jezera ima globino 102,236 čevlja, kar je 31,16 m.

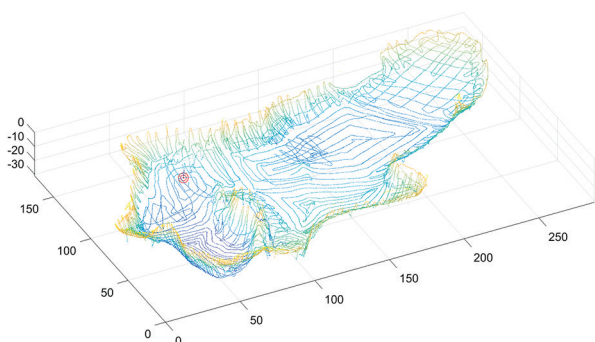
## 4 OBDELAVA PODATKOV

### 4.1 IZBIRA KOORDINATNEGA SISTEMA IN TRANSFORMACIJ

Uporabljena merska oprema zapiše meritve v koordinatnem sistemu Lowrance Metric Mercator (v nadaljevanju LMM) ter ima kot privzete dolžinske enote nastavljene čevlje (angl. feet). Zato je treba dobljene podatke transformirati in pretvoriti v uporabnejši sistem in enote. Položajne koordinate v koordinatnem sistemu LMM transformiramo v sistem, ki bo ustrezal kartografski podlagi, uporabljeni pri grafičnem prikazu. Izberemo državni geodetski koordinatni sistem Slovenije D96/TM.

### 4.2 OBDELAVA NUMERIČNIH VREDNOSTI IN GRAFIČNI PRIKAZ

Obdelavo smo izvedli v programu MATLAB, kjer so na voljo različne funkcije za interpolacijo tridimenzionalnih točk in njihov grafični prikaz. Na osnovi prostorskih koordinat izmerjenih točk dna jezera smo točke kartirali. Za pravilen izris dodamo globinam točk negativni predznak, ker so te v datoteki meritev zapisane kot pozitivne vrednosti. Izberemo še barvno lestvico globin za izris (Slika 5), ki je namenjen predvsem ugotavljanju nepravilnosti oz. iskanju grobih napak v meritvah. Na sliki lahko hitro opazimo, če kakšna točka zelo odstopa od sosednjih. Se pa na sliki tudi lepo vidi pot sondiranja.



Slika 5: Grafični 3D-prikaz izmerjenih točk dna Blejskega jezera z označeno točko največje izmerjene globine 31,16 m (dvojni rdeč krogec)

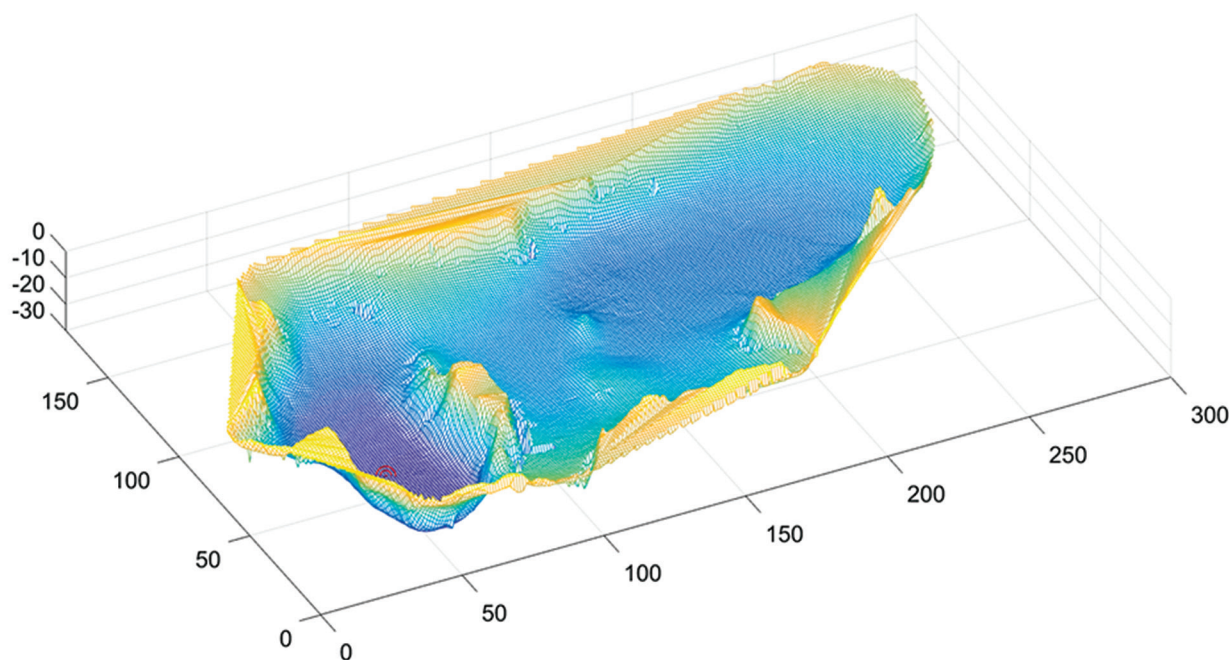
#### 4.2.1 INTERPOLACIJA, PREVZORČENJE, RASTERIZACIJA

Sledila je interpolacija meritev. Višine interpoliramo na pravokotno rastrsko mrežo. Od velikosti celic mreže sta odvisni podrobnost in natančnost prikaza interpoliranih točk. Glede na to, da instrument ni namenjen profesionalnim meritvam, smo se odločili za kvadratno mrežo velikosti 5 m. Pri večji dimenziji celic bi dobili preveč grob približek reliefa, pri manjši vrednosti pa glede na natančnost instrumenta prepodroben prikaz. Celicam rastrske mreže

nato z interpolacijo izračunamo vrednosti, ki predstavljajo globino. Uporabili smo linearno interpolacijo, saj smo s testiranjem ugotovili, da ta poda najbolj realen prikaz reliefa dna jezera. Rastrski model globin je prikazan na sliki 6. Največja interpolirana globina v tem modelu doseže vrednost 29,23 m.

#### 4.2.2 FILTRIRANJE

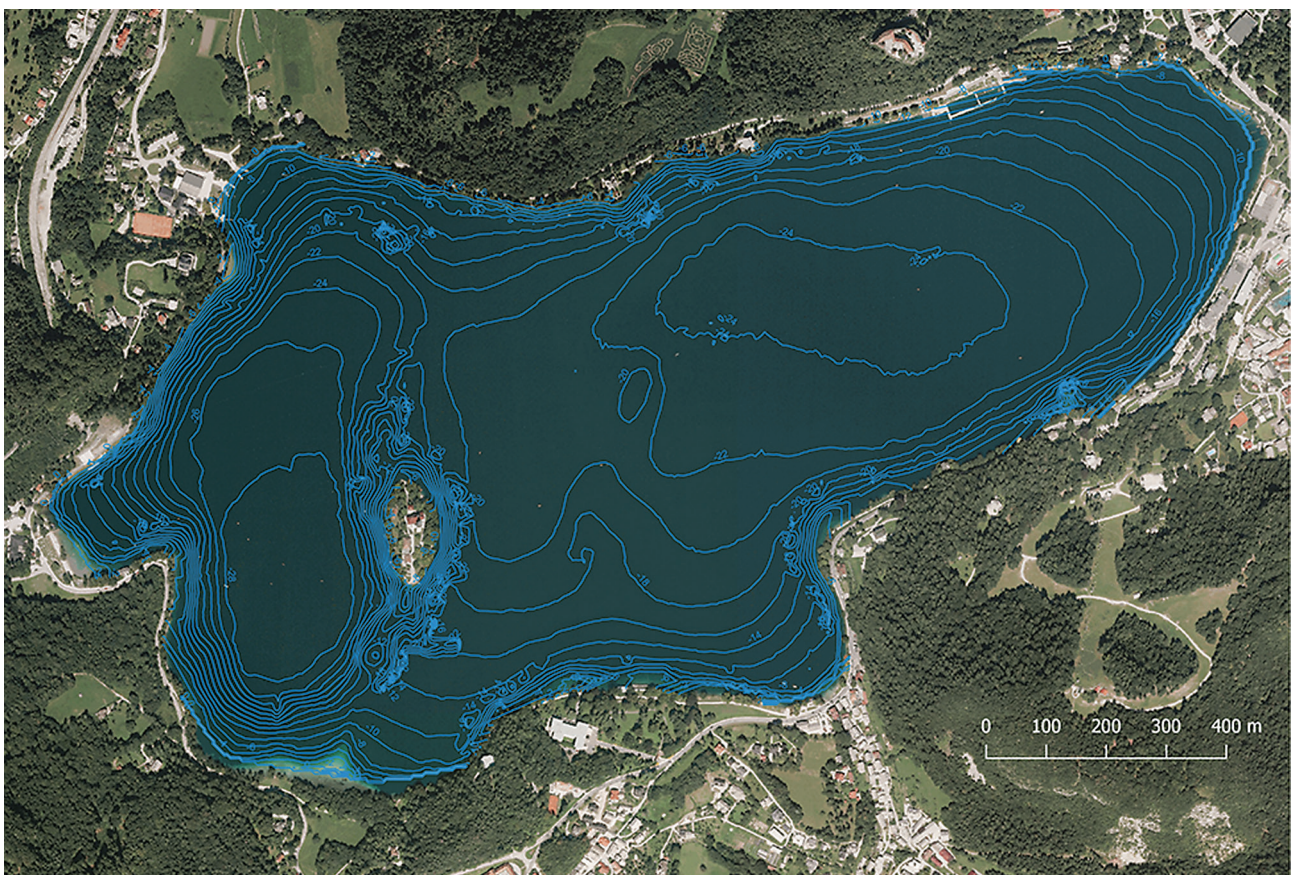
Pri metričnem prikazu podvodnega reliefa z izobatami (linijami enakih globin) smo ugotovili, da na nekaterih območjih prihaja do anomalij oz. nepravilnosti. Te nepravilnosti so razvidne že iz tridimenzionalnega grafičnega prikaza izmerjenih točk in rastrskega modela. Pojavljajo se v obliki »špic«, ki odstopajo od okoliške površine. Ni nujno, da so to izključno napake, zato je treba ustvariti filter, ki bo ločil napake od dejanskih ondulacij oblike dna jezera. Vrednosti globin kvadratne mreže smo filtrirali. Filter deluje tako, da popravlja vrednosti globine kvadrata na podlagi izračunanega povprečja globin sosednjih kvadratov in jo glede na izbrani kriterij popravi ali pusti nespremenjeno. Tako smo odpravili grobe napake, model globin je tako bolj enakomeren.



Slika 6: Rastrski model podvodnega reliefa Blejskega jezera z označeno točko največje interpolirane globine 29,23 m (dvojni rdeč krogec)



Slika 7: Prikaz globin Blejskega jezera z barvno lestvico na podlagi DOF



Slika 8: Prikaz globin Blejskega jezera z izobatami na podlagi DOF – ekvidistanca izobat je 2 m



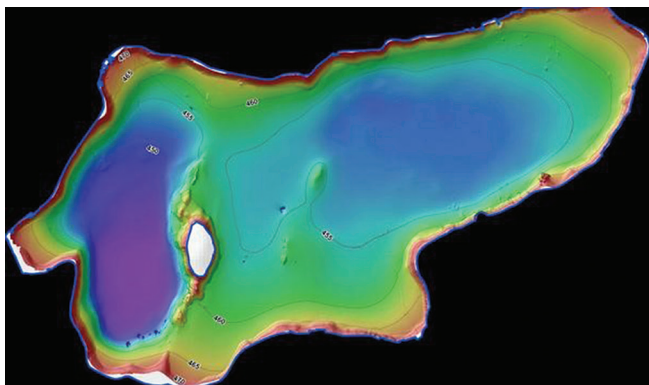
### 4.3 VKLOP V DRUGE INFORMACIJSKE SISTEME

Pomemben del zastavljene naloge je bil vklop v obstoječe prostorske informacijske sisteme. Z vklopom zagotovimo praktično uporabnost končnega izdelka. Izbrali smo Geopedio. Geopedia je interaktivni spletni atlas in zemljevid Slovenije, kjer lahko pridobimo informacije o lokacijah kulturnih znamenitosti, športnih aktivnosti, javnem prevozu, kolesarskih poteh itd. Spletni portal pa je namenjen tudi uporabi v strokovne namene (Sinergise, d. o. o., 2017).

Vse razpoložljive sloje portala Geopedia lahko preko serverja WMS (angl. Web Map Service) prikažemo v programih GIS. WMS je format za izmenjavo kartografskih in GIS podatkov preko spleta, ki ga je razvila organizacija OGC (angl. Open Geospatial Consortium) (OGC, 2017). V našem primeru smo uporabili le državni ortofoto 2011 (v nadaljevanju DOF). Združitev zahteva izdelavo maske, ki smo jo izrisali kot vektorski poligon po obliki jezera glede na DOF. Maska definira rob interpolacije globin.

Zadnja faza obdelave je grafično oblikovanje – preizkušanje različnih načinov prikaza končnega rezultata. Možnosti je veliko, uporabo barvne lestvice prikazuje slika 7, na sliki 8 pa podvodni relief opišemo metrično z izobatami – linijami enakih globin.

Prikazi podvodnega reliefa z izobatami zaradi uporabe neprofesionalne programske opreme ni izdelan po strogih kartografskih pravilih. Pri teh prikazih je zelo pomembno,



kako izberemo ekvidistanco izobat – razliko globine med sosednjima izobatama. Ugotovili smo, da je ekvidistanca 2 m najprimernejša, prikaz razgibanosti dna Blejskega jezera (Slika 8) je pri tej izbiri najboljše čitljiv.

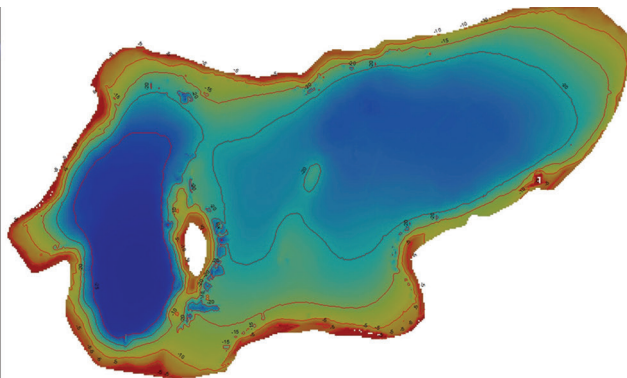
## 5 VREDNOTENJE KAKOVOSTI IZDELANEGA RELIEFA DNA JEZERA

Kakovost končnega izdelka najenostavneje ovrednotimo s primerjavo z referenčnim primerom, čim bolj podobnim modelom jezera, ki je bil izdelan na osnovi profesionalnih hidrografskih meritev. Žal se je izkazalo, da je podatkov o podvodnem reliefu Blejskega jezera zelo malo oz. jih praktično ni. Edini dostopen podatek smo našli na spletni strani podjetja Harpha Sea, d. o. o., Koper – 3D-model Blejskega jezera. (Harpha Sea, d.o.o. Koper, 2011)

Mogoča je bila samo primerjava grafičnih prikazov modelov, saj podatkov za numerično primerjavo nismo imeli. Primerjava zahteva v obeh primerih enak grafični prikaz (Slika 9). Naš model smo želeli prikazati na enak način z enakimi barvami, kot je prikazan referenčni primer. Ugotavljamo, da sta si sliki zelo podobni, lahko zaključimo, da je naš model v tem načinu prikaza dober.

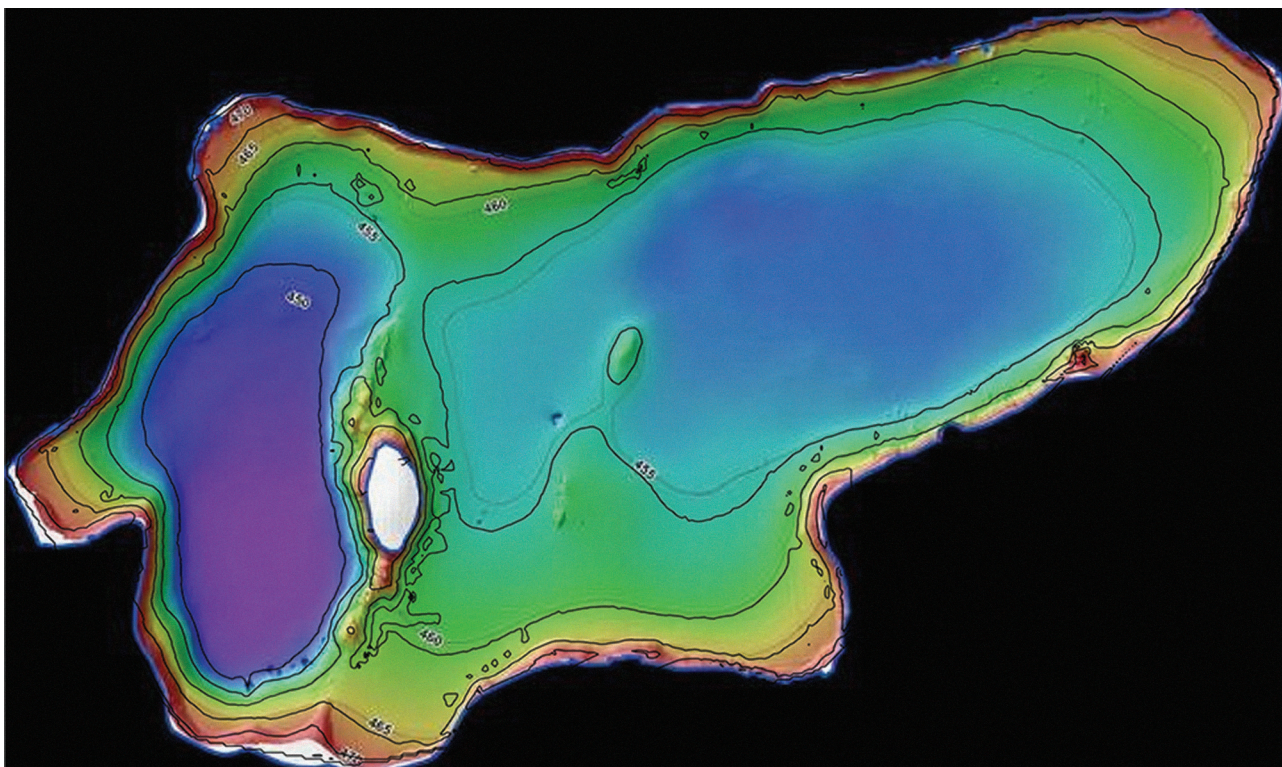
Primerjamo obliko in potek izobat ter značilne anomalije na dnu jezera. Iz grafičnih prikazov so razvidne nekatere podrobnosti:

- Potek izohips na referenčnem modelu



Slika 9: Levo – model dna Blejskega jezera, izdelanega s strani podjetja Harpha Sea, d. o. o., Koper (vir: <http://www.harphasea.si/>), desno Model Blejskega jezera, izdelan na osnovi ljubiteljskih hidrografskih meritev





Slika 10: Združeni model – na profesionalni model podjetja Harpha Sea vrisane izobate ekvidistance 5 m našega modela

(Sliki 9 in 10) je ob obalni liniji zelo nejasen. Izohipsa 470 m zaradi slabe ločljivosti v večjem delu sovpada z obalno linijo. Podobno sicer lahko ugotovimo na našem modelu (Slika 8), vendar je tu ločljivost izobat boljša. Ob večjem delu obale se podvodni relief strmo spušča, globina jezera hitro naraste do 10 m.

- Najgloblji del jezera je na jugozahodni strani otoka, razvidno praktično enako na obeh prikazih.
- Severno in južno od otoka je razviden relief, ki se povezuje v neizrazit greben. Greben je zaradi dodanega senčenja bolje viden na referenčnem modelu.
- Zaznavne so globeli ob vzhodni obali otoka, ki jih na referenčnem modelu ni videti. To je tudi največja razlika med modeloma. Ali globeli res obstajajo ali pa so meritve na tem območju pogrešene za neznane sistematične pogreške, je težko odgovoriti. Ponovna izmera bi razjasnila to dilemo.
- Opazimo dodatna neskladja ob obali jezera. Lahko sklepamo, da je to posledica

manjše gostote ljubiteljskih meritev, zaradi katere pri interpolaciji na robovih lahko prihaja tudi do velikih odstopanj.

Poskušajmo primerjati globine jezera referenčnega in ljubiteljskega modela. Združimo oba modela tako, da bo na osnovi grafičnega prikaza mogoče kvantitativno ovrednotiti razlike. Na profesionalni izdelani model podjetja Harpha Sea (Slika 9 levo), na katerem so sicer izobate slabo vidne, vrišemo izobate našega modela – črna barva (Slika 10). Ekvidistanca izobat je v obeh primerih 5 m.

Najbolje se izobate obeh modelov med seboj prilegajo ob južni obali jezera. Razlik tu na nekaterih območjih praktično ni. Največje razlike se pojavljajo na vzhodnem območju jezera v sektorju Park. Izobati sta zamaknjeni tudi do četrte ekvidistance, kar pomeni 1,25 m. Podobne razlike so tudi v sektorju Regatni center ter na zahodnem območju sektorja Straža. Vse globine, določene z ljubiteljskimi meritvami, so večje od profesionalnih, kar lahko pomeni tudi sistematično napako izmere.

Še eno primerjavo lahko dodamo. Največja



izmerjena globina jezera je 31,16 m, kar je približno pol metra več od uradno znane globine 30,6 m. Točka se nahaja na nepričakovanem mestu, severozahodno od otoka, ki je daleč od splošno znanega območja največjih globin jezera (Slika 5). V interpoliranem modelu podvodnega reliefa znaša največja globina 29,23 m, kar je skoraj 2 m manj od izmerjene in 1,4 m manj od uradno znane globine. Interpolirana najnižja točka je na pričakovanem mestu največjih globin (Slika 6). Glavna razloga za razliko med merjeno in interpolirano vrednostjo največje globine sta filtriranje in način interpolacije. V postopku filtriranja bi bila lahko merjena vrednost prepoznana kot groba napaka in zato izločena. Interpolirana globina pa je odvisna od velikosti grida – kvadratne mreže. V primeru, da bi bila kvadratna mreža gostejša, bi se razlika med interpolirano in merjeno vrednostjo globine zmanjšala. Največjo izmerjeno globino zaradi navedenih razlogov obravnavamo s pridržkom.

## 6 ZAKLJUČEK

Kljub zavedanju, da končni rezultati opravljenega dela niso splošno uporabni, smo dokazali, da je na podlagi ljubiteljskih meritev mogoče pridobiti strokovno korekten končni izdelek z zadovoljivo natančnostjo. V primerjavi s profesionalno izdelanim modelom se pojavijo nekatere razlike ob obalnem pasu ob jugovzhodni obali otoka, vidnih grobih napak ali bolj očitnih odstopanj pa ni.

Treba je opozoriti komu in za kaj je namenjena uporaba izdelanega modela podvodnega reliefa dna Blejskega jezera. Čeprav lahko trdimo, da smo na osnovi ljubiteljskih hidrografskih meritev izdelali model podvodnega reliefa, ki je glede podrobnosti boljši od vseh javno dostopnih modelov, pa pridobljeni model ni primeren za natančna merjenja ali izdelavo karte za plovbo. Je pa model primeren za prikaze informativne narave, različne grafične prikaze in prostorske analize. Največja globina modela

je manjša od uradno veljavne globine jezera, je pa izmerjena največja globina jezera za pol metra večja od uradno veljavne. To zveni privlačno, a ta podatek moramo jemati s pridržkom.

Rezultati so pokazali, da bi model lahko izboljšali z dopolnitvijo terenskih meritev. Izmera oz. pot snemanja bi morala biti določena tako, da bi se meritve med seboj bolje prekrivale – povečati bi morali gostoto mreže sondiranja. Tako bi dovolj detajlno pokrili celotno območje snemanja in posledično pridobili večje število zajetih točk. Z dodatno geodetsko izmero na kopnem bi lahko boljše povezali vodno telo z obalo. Je kdo, ki bi ga to še posebej zanimalo?

### VIRI:

- Magyar, J.: *Izdelava metričnega prikaza dna Blejskega jezera na osnovi podatkov snemanja s sonarjem Lowrance Elite-5 HDI*. Diplomatska naloga. Ljubljana: Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo 2017. <https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=96485> (pridobljeno 30. 8. 2018)
- Kolenc, R. Hidrografske meritve. *Geodetski vestnik*. 49, 2005, 18–28. [http://www.geodetski-vestnik.com/49/1/gv49-1\\_018-028.pdf](http://www.geodetski-vestnik.com/49/1/gv49-1_018-028.pdf) (pridobljeno 17. 8. 2017)
- Harpha Sea, d.o.o. Koper. 2011. O Podjetju.* <http://www.harphasea.si/index.php> (pridobljeno 31. 8. 2017)
- Sinergise d.o.o. 2017. O projektu.* <http://portal.geopedia.si/projekt> (pridobljeno 24. 8. 2017)
- Geopedia WMS. 2012. DOF 2011.* <http://customers.geopedia.si/wms/index.php#paketi> (pridobljeno 26. 6. 2017)
- OGC. 2017. Web Map Service.* <http://www.opengeospatial.org/standards/wms> (pridobljeno 24. 8. 2017)