

POMEN DIGITALNEGA BATIMETRIČNEGA MODELA ZA TRAJNOSTNI RAZVOJ MORJA

THE SIGNIFICANCE OF DIGITAL BATHYMETRIC MODEL FOR SUSTAINABLE
DEVELOPMENT OF THE SEA

Jerneja Fridl, Nataša Kolega, Aljoša Žerjal

UDK: 528.9:551.46

POVZETEK

Geodezija kot stroka ima pomembno vlogo pri pripravi prostorskih podatkov, ki omogočajo trajnostno načrtovanje, ne le prostora na kopnem, temveč tudi na morju. Pri tem je treba izpostaviti vsaj tri bistvene naloge: izmero globin morskega dna, obdelavo »surovih« podatkov in organizacijo podatkovnih baz, na podlagi katerih bo lahko širši krog uporabnikov načrtoval trajnostno rabo morja. Danes so za učinkovito načrtovanje prostora uporabni tudi različni digitalni modeli reliefa. Digitalni batimetrični model je postal nepogrešljiv pripomoček pri vzdrževanju plovnih poti, pri odkrivanju in preučevanju podvodnih arheoloških ostankov ter pri geoloških in naravovarstvenih raziskavah. Da bi uporabniki lažje prihajali do ustreznih podatkov, bi morali zasnovati celovit hidrološki geoinformacijski sistem, ki bi združil obstoječe podatke različnih oblik in vsebin ter se sproti dopolnjeval z rezultati novih meritev in raziskav.

KLJUČNE BESEDE

geodezija, trajnostni razvoj, meritve globin morskega dna, georeferenciranje, digitalni batimetrični model.

Klasifikacija prispevka po COBISS-u: 1.04

ABSTRACT

Geodesy plays an important role in preparing spatial data for sustainable planning not only on land, but also at sea. In this regard, at least three basic tasks need to be emphasized: measuring seafloor depths, processing "raw" data, and setting up databases that a wide circle of users will be able to use as a basis for planning sustainable use of the sea. By all means, the useful tools today for effective spatial planning are also various digital terrain models. Digital bathymetric model should become an indispensable tool in measuring the depths of marines, harbors, and ship canals, in discovering and studying underwater archeological finds, and in geological and nature-conservation studies. If the users are to be able to access the relevant data more easily, a comprehensive hydrological information system should be designed; this system would bring together the existing data of various forms and contents and regularly update them with the findings of new measurements and studies.

KEY WORDS

geodesy, sustainable development, measuring seafloor depths, georeferencing, digital bathymetric model.

1 UVOD

Za doseganje trajnostnega razvoja ni pomembno le celovito načrtovanje ekonomskega, socialnega in okoljskega razvoja ter rabe prostora na kopnem. Hkrati in v medsebojni odvisnosti je treba smiselno načrtovati tudi rabo morja, ki ga žal največkrat obravnavamo ločeno. Prizadevati si moramo, da v obeh prostorih, na kopnem in na morju, ohranjamo ekološke, ekonomske ter

kulturne in družbene vrednote, saj bo to zagotovilo razvoj in napredek, ki ne bo ogrozil zadovoljevanja potreb današnjih in prihodnjih generacij, kar je cilj trajnostnega razvoja.

Pri tem imajo pomembno vlogo meritve morskega dna, saj lahko z njimi izdelamo hidrografske karte in digitalne batimetrične modele, ki so uporabni za varno plovbo in trajnostno načrtovanje rabe morja. Prve hidrografske meritve slovenskega morja po osamosvojitvi Slovenije je v sodelovanju s slovenskimi hidrografi izvedel ameriški Naval Oceanographic Office jeseni 1998. V letih 1999 in 2000 je podjetje Harpha Sea d.o.o. iz Kopra opravilo detajlnejšo izmero dvestometerskega priobalnega pasu in obalne črte. Območje od Strunjana do Zambratije pri Savudriji, ki je bilo pri navedenih meritvah izpuščeno, pa so slovenski, hrvaški in italijanski hidrografi z ladjo Mednarodne pomorske akademije iz Trsta izmerili leta 2002 (Karničnik et al., 2002). Geodetski inštitut Slovenije je prevzel zahtevno nalogo izdelave hidrografskih originalov ter klasičnih pomorskih kart in elektronskih navigacijskih kart.

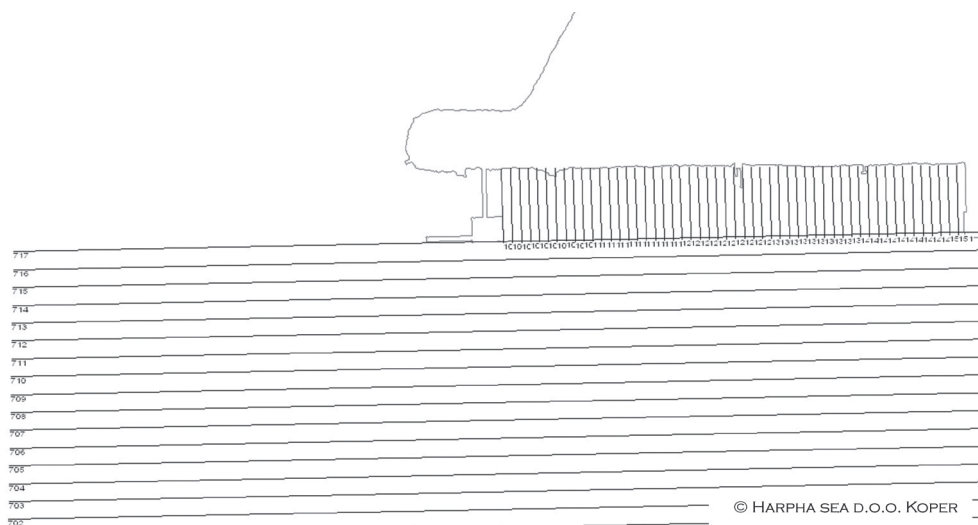
V slovenski strokovni literaturi je bil že večkrat izpostavljen pomen ažuriranih hidrografskih podatkov in pomorskih kart za zagotavljanje varne plovbe (npr. v: Radovan et al., 1999; Karničnik et al., 2006). Zato se bi v pričujočem prispevku nekoliko bolj osredotočili na meritve globin in uporabnost digitalnega batimetričnega modela. Takšen model je lahko pomemben vir informacij pri ekoloških raziskavah (npr. mesta kanalizacijskih izpustov), varovanju naravne in kulturne dediščine (npr. podvodna arheološka najdišča) ter načrtovanju razvoja različnih dejavnosti na morju. Trajnostni prostorski razvoj namreč lahko zagotovimo le, če bomo nove posege na kopnem in morskem dnu načrtovali tako, da bodo kar najbolj ohranjene kulturne in naravne vrednote ter življenjski prostori ogroženih živih bitij.

2 METODOLOŠKI PRISTOP K IZMERI MORSKEGA DNA

Meritve morskega dna z **enosnoprnimi** ali **večsnoprnimi sonarji** (*angl. singlebeam, multibeam sonars*), ki so namenjeni izmeri globine vode, in **geo-sonarji** (*angl. subbottom sonars*), katerih zvočni valovi prodrejo tudi v notranjost različnih materialov in so uporabni za preučevanje kamninske strukture morskega dna, omogočajo dokaj hitro in natančno določanje globin. Kljub temu pa so tovrstne meritve ene zahtevnejših, če želimo doseči ustrezno natančnost, saj je treba upoštevati vrsto parametrov.

2.1 Načrtovanje izmere

Natančna izmera morskega dna bo zanesljivo izvedena le, če bo predhodno dobro načrtovana. Potrebna je vrsta pripravljanih del, kamor sodijo tudi testne meritve kritičnih območij, ki pokažejo problematična mesta. Ugotoviti je treba, na katerih plitvejših mestih meritve z večjim plovilom niso izvedljive in bo treba tam uporabiti manjši, običajno gumijasti, čoln. Hkrati se ugotavlja natančnost instrumentov in določajo korekcijski faktorji za njihovo umerjanje (kalibracijo). Na podlagi že obstoječih kart in testnih meritev se pripravi natančen itinerar (slika 1), ki je med izmero izhodišče za navigacijo plovila.



Slika 1: Primer itinerarja manjšega plovila v plitvejših vodah in večjega v bolj globokih vodah.

Pomembno je poznati tudi natančen položaj merilnih instrumentov (npr. žirokompasa, sonarske sonde, GPS-antene), ki so nameščeni na različnih mestih plovila (slika 2). Njihovi položaji se glede na poljubno določeno središče plovila določijo z elektronskim tahimetrom. Po splavitvi plovila v vodo se določi še položaj senzorjev glede na gladino vode. Le temeljita predpriprava lahko zagotovi usklajeno delo ekipe in upravljavcev plovil med samo izmero.

2.2 Merjenje globin

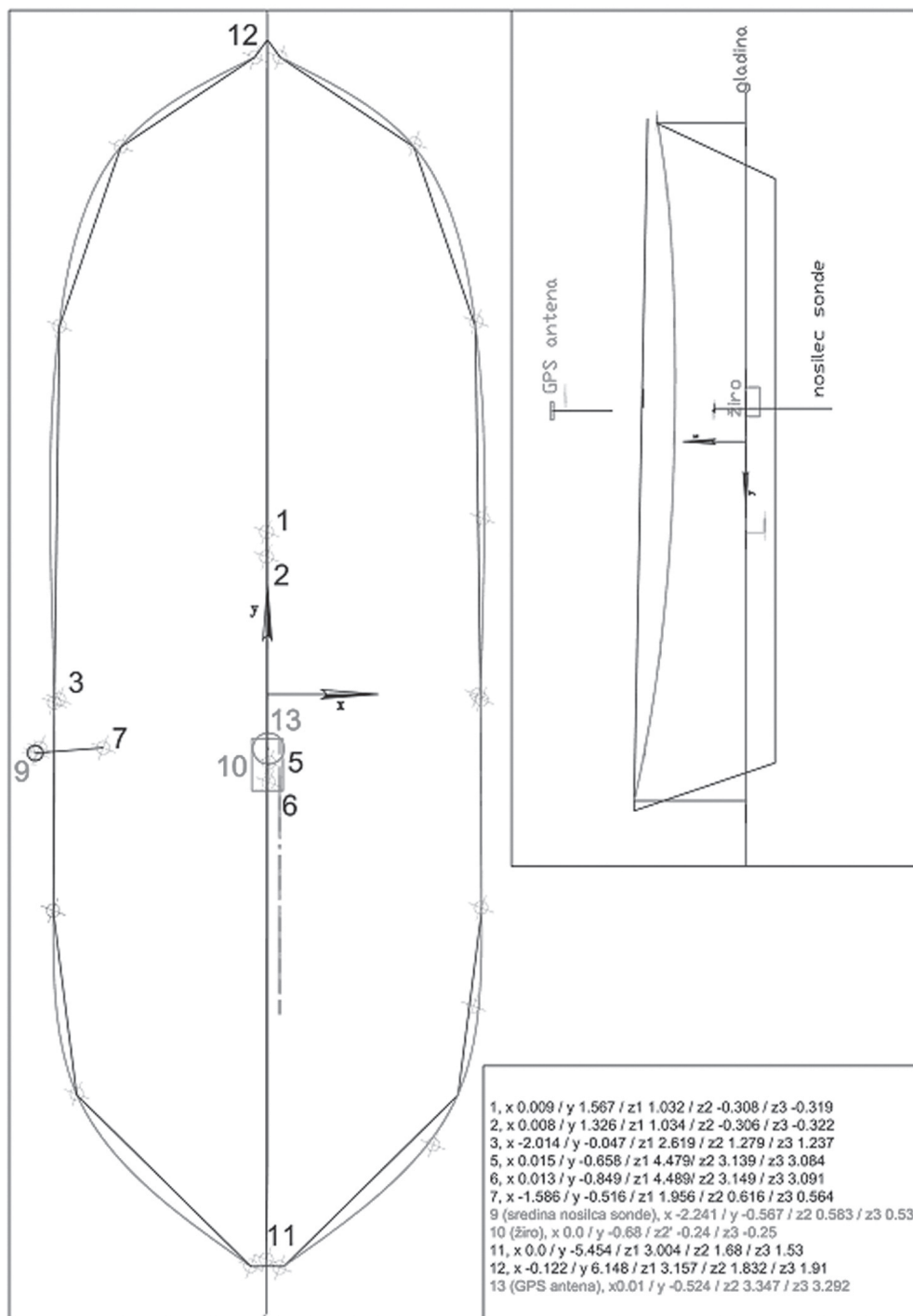
Za merjenje globin se uporabljajo različni tipi sonarjev, ki jih najpogosteje delimo glede na sevano število ultrazvočnih snopov ter kot oddajanja in sprejemanja. Tako ločimo enosnopne (*singlebeam*), sestavljene enosnopne (*sweep system*) ter večsnopne (*multibeam*) sonarje. Gre za naprave, pri katerih se meri čas, v katerem ultrazvočni signal skozi vodo prepotuje pot od oddajnika do morskega dna in nazaj (Kolenc, 2005). V praksi pa je za izmero globin treba:

- proizvesti kratki impulz ultrazvoka in ga usmeriti k dnu,
- sprejeti in ojačati odboj z dna,
- izmeriti razliko časa od trenutka oddaje ultrazvočnega impulza do sprejema in
- avtomatsko spremeniti razliko s poznano hitrostjo v višino vodnega stolpca, skozi katerega je potoval zvok.

Meritve morskega dna je treba vselej obravnavati v funkcijski povezavi s parametri, ki vplivajo na hitrost zvoka v vodi. Med njimi je treba posebej izpostaviti (Jovanović, 1978):

- fizikalne lastnosti vode (temperatura, slanost ali prevodnost, pritisk) in
- hidrološke lastnosti vode (različna gostota, onesnaženost, delci organskega porekla).

Hitrost zvoka se spreminja glede na razmere v vodi. Izmerimo jo lahko s sondo SVP (sound



Slika 2: Določitev položaja sonde, GPS-antene in žirokompasa na plovilu.

velocity profiler), najpogosteje na vsake pol metra globine. V bolj neugodnih razmerah, ko se temperatura vode z globino bistveno spreminja, so potrebni pogostejši odčitki.

Pred izvedbo izmere so potrebne natančne kalibracije instrumentov, pri katerih se določijo kompenzacijski koti glede na predpostavljene vrednosti izhodiščne horizontalne ravnine. Ob upoštevanju vseh parametrov kalibracije ter dovolj pogostih določitvah hitrosti zvoka v vodi lahko dosežemo nekajcentimetrovsko natančnost izmere globin morskega dna.

Vse merske naprave morajo biti povezane med seboj prek računalnika in vodene z ustrezno programsko opremo, kot je na primer PDS2000, HYPACK, QUINCY. Za neoporečne rezultate potrebujemo dobro podučeno in izurjeno ekipo merilcev, ki odgovorno spremlja potek meritev in podatke o njihovi kakovosti.

2.3 Določitev horizontalnega položaja sonarske sonde pri merjenju globin

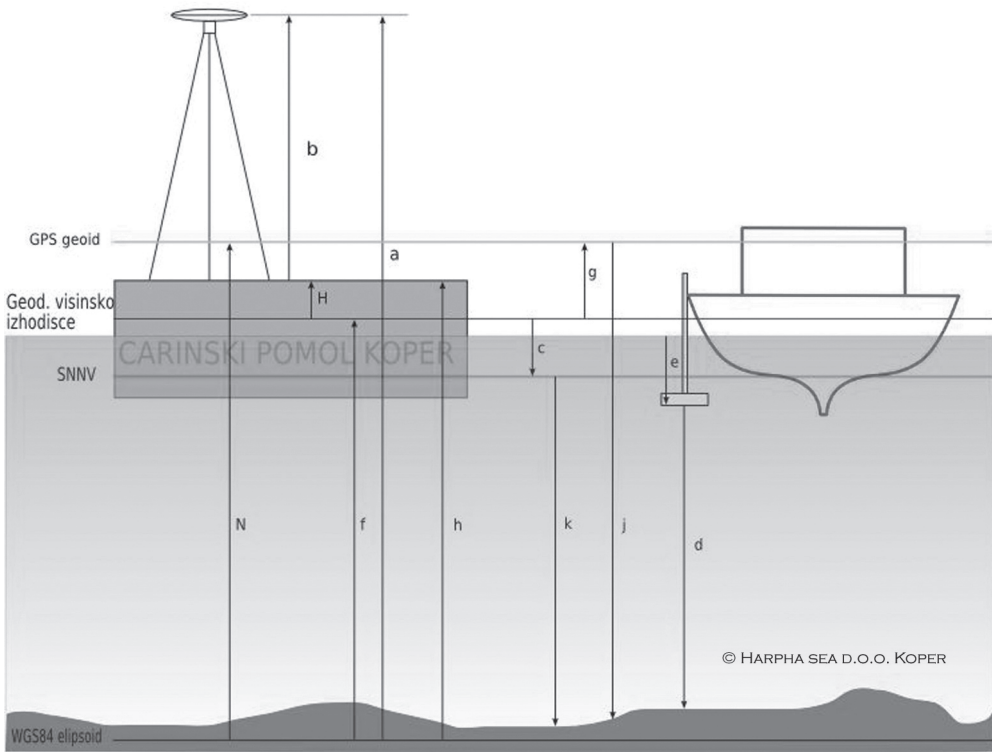
V novejšem času ima pri določanju položaja sonarske sonde pomembno vlogo svetovni navigacijski satelitski sistem (GNSS), ki je zaradi enostavnosti in visoke natančnosti (pri georeferenciranju na znani točki) uspešno izpodrinil radijsko navigacijo. Uveljavila se je predvsem RTK-metoda določanja položaja GPS-meritev, ki določi položaj v realnem času, saj potrebujemo ta podatek zaradi uspešne navigacije po vnaprej določenem načrtu plovbe.

V splošnem pa je natančnost določitve položaja sonde odvisna od fizičnih danosti območja, na katerem merimo globine, predvsem od jakosti signala in njegove pokritosti. Za uspešnost RTK-metode je nujna dobra in nenehna povezava med sprejemnikom na referenčni postaji in sprejemnikom na plovilu. Na natančnost določitve položaja vpliva predvsem število satelitov, njihova razporeditev in stanje atmosfere. Pri meritvah slovenskega morja za georeferenciranje GPS-naprav večinoma uporabljamo popravke položaja izmerjenih točk, ki jih dobimo iz referenčne postaje, nameščene na strehi Mestne občine Koper.

2.4 Določanje globin glede na hidrografska ničla

Za določanje hidrografskih globin, ki se uporabljajo na pomorskih kartah, geodetska ničla ni najboljše izhodišče, saj so za varno plovbo izjemnega pomena podatki o najnižjih globinah. Zato je globine primerneje meriti od gladine morja ob najnižjem stanju vode. Ker so zaradi različnih hidrografskih razmer na različnih območjih Zemlje kolebanja gladin morij lahko le nekajcentimetrovska do petnajstmetrska, pomorske države določijo različne izhodišče gladine, ki jih imenujejo hidrografske ničle (Jovanović, 1978). V Sloveniji je hidrografska ničla srednji nivo nižjih nizkih vod živih morskih men (Karničnik et. al, 2006). Hidrografska ničla se na območju slovenskega morja nahaja 0,63 m pod srednjo gladino morja in 0,48 m pod geodetsko ničlo (Hidrografske meritve slovenskega morja ..., 2006).

Pri meritvah globin, ki jih izvaja podjetje Harpha Sea, d.o.o., se višine morske gladine, dobljene z RTK-izmero, periodično kontrolirajo s podatki o plimovanju. Ti so izmerjeni na mareografu, nameščenem ob carinskem pomolu v Kopru. Dosegljivi so prek posebne aplikacije na spletni strani Agencije RS za okolje. V praksi se je ob poskusnih meritvah pokazalo, da so podatki na



Slika 3: Upoštevani parametri in razmerja med njimi za določanje globin.

mestih, ki so nekoliko bolj oddaljena od mareografa, manj natančni, zato nivo gladine morja v trenutku meritev določajo tudi z geoidom. Ta žal na območju morja ni uradno določen in so ga s sistematičnimi meritvami gladin ob različnih hidrografskih pogojih ter z interpolacijo geoidne ploskve na kopnem določili sami. Srednja gladina morja, ki naj bi ustrezala nivoju geoida, zavzema na mareografu vrednost 2,15 m, hidrografska ničla 1,52 m, geodetska ničla pa 2,00 m (Hidrografske meritve slovenskega morja ..., 2006).

Kot je razvidno iz slike 3, deluje merilni sistem tako, da pri izmeri globin (j) sprti upošteva podatke plimovanja in vrednosti geoida v trenutku merjenja, umerjenega na točko na carinskem pomolu.

Pri tem je:

- višina pomola nad elipsoidom WGS84 (h) = $a - b = 45,992$ m, pri čemer je izmerjena elipsoidna višina antene (a) = 47,781 m in višina antene nad pomolom (b) = 1,789 m;
- vertikalni datum višinske mreže Slovenije (f) = $h - H = 44,65$ m, pri čemer je nivelirana višina pomola (H) = 1,342 m, (v projektu je bila namesto nivelirane višine pomola uporabljena višina pomola iz vira *Hidrografske meritve slovenskega morja*, ki znašala (H') = 1,41 m, zato je uporabljeni vertikalni datum višinske mreže (f') = 44,582 m).

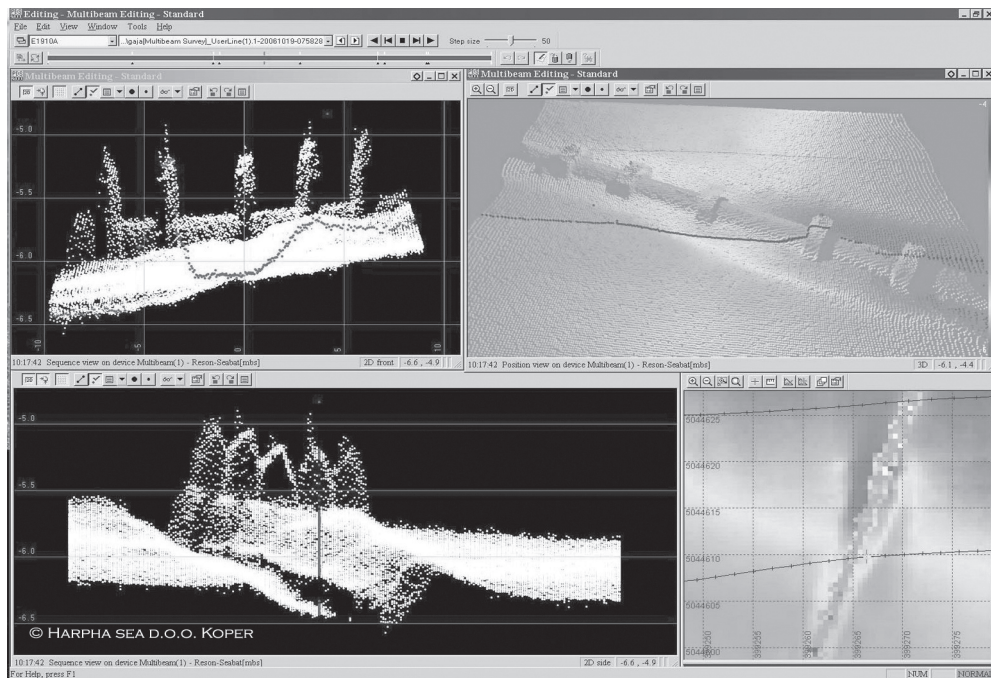
- višinska razlika med sistemoma (g) = $N - f' = 0,149$, pri čemer je geoidna višina (N) = 44,731 m;
- višina hidrografske ničle (c) = - 0,48 m;
- izmerjena globina (j).

Globine (k) z izhodiščem v hidrografski ničli so izračunane po formuli: $k = j - g - c$.

3 UPORABNOST PODATKOV O GLOBINAH MORJA

Številne meritve globin dna slovenskega morja so že dale množico georeferenciranih točk, ki zahtevajo nadaljnjo obdelavo. Te »surove« podatke je treba v pisarni s primerno programsko opremo sistematično urediti, po potrebi popraviti ali odstraniti grobe in reducirati sistematične napake, ki so se pojavile pri meritvah globin z ultrazvočnimi globinomeri. Večja odstopanja lahko nastanejo zaradi napačno zaznanih odbojev, večkratnih odbojev ali odbojev od predmetov, kot so smeti in podobno. Predvsem od izkušenosti obdelovalca podatkov je odvisno, koliko prepozna in odpravi grobe napake.

Šele ustrezno obdelani in sistematično urejeni podatki so lahko podlaga za izdelavo profilov, trirazsežnostnih modelov in pomorskih kart. Z vidika trajnostnega razvoja je smiselno izpostaviti predvsem pomen natančnega digitalnega batimetričnega modela za načrtovanje rabe morskega dna, kjer se podobno kot na kopnem prepleta množica interesov, npr. turizem, gospodarstvo ter kulturna in naravna dediščina.



Slika 4: Primer prikaza podatkov o kanalizacijski cevi na morskem dnu, pred obdelavo (levo) podatkov in po njej (desno).

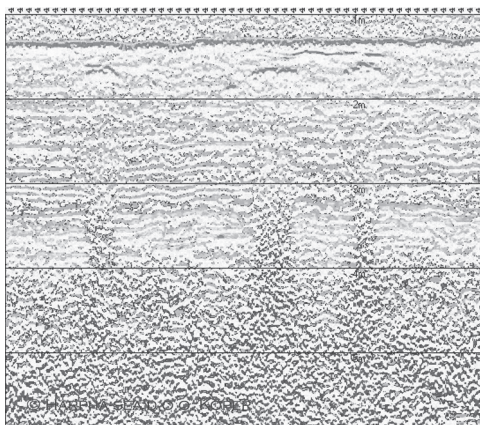
3.1 Nadzor globin plovnih kanalov

Severni del Jadranskega morja je razmeroma plitek, saj je morje v Tržaškem zalivu le malokje globlje od 25 m, kar petina zaliva pa je plitvejša od 10 m. Ob obali so globine seveda še manjše, kar je težava za vsa severnojadranska pristanišča, Trst, Koper in Tržič. Grez sodobnih tovornih in potniških ladij, ki plujejo v Luko Koper, dosega celo vrednosti 17 do 18 m. Zato je bilo treba za Luko Koper, v kateri se ladijski promet nenehno povečuje, do pristanišča izkopati kanale, ki omogočajo večjim tovornim ladjam dostop do treh pristaniških bazenov. Zaradi akumulacijskih nanosov manjših vodotokov, bibavice in seveda množičnega pomorskega prometa je treba globine plovnih kanalov nenehno nadzorovati, da se ne bi preveč zapolnili z muljem in peskom. Že manjša sprememba v globini morskega dna bi lahko pomenila nevarnost, tako za večje ladje kot za turistični promet pri vstopu v marine. Zato trimesečne, letne ali večletne ciklične izmere morskega dna dajejo jasno predstavo o spremembah, ki se na njem dogajajo, in preprečujejo možnosti večjih nesreč.

3.2 Preučevanje zgradbe morskega dna

Marsikateri poseg v morsko dno, pa naj gre za gradnjo valobranov, novih otokov ali školjčič, bo ob boljšem poznavanju strukture morskega dna ekološko in finančno racionalneje izpeljan. Sondiranje morskega dna z geo-sonarji, ki s pomočjo ultrazvoka prodrejo tudi v različne materiale, omogoča preučevanje zgradbe tal, ki so prekrita z debelo plastjo peska in mulja. Tovrstni podatki so uporabni predvsem za analizo morfologije morskega dna, plastnatosti, debeline in strukture sedimentov ter ugotavljanje prelomov in razpok. Globina dosega ultrazvočnih valov je poleg izbire instrumenta odvisna še od vrste materiala, skozi katerega valovi prodirajo (penetrirajo). Nanje vplivajo poroznost, zrnatost, mineralna sestava in podobno.

Večje spremembe v strukturi tal so bile opazne tudi pri sondiranju na območju, kjer trenutno poteka gradnja nove marine Koper. Spremembe v zgradbi tal so lahko posledica skal med muljem ali ostankov potopljenega pomola ali plovila, kar pa je zaradi dimenzij in kraja anomalij manj verjetno (slika 5).



Slika 5: Primer sprememb v zgradbi tal na območju izgradnje marine Koper.

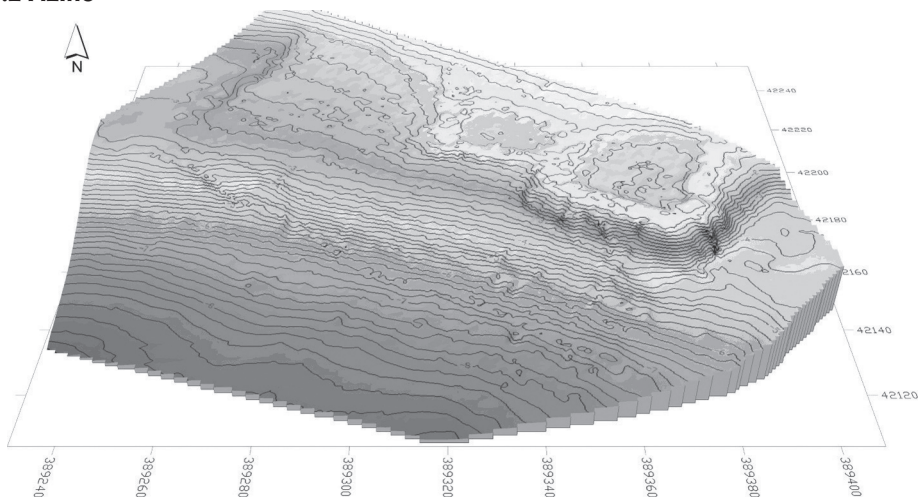
3.3 Odkrivanje arheoloških najdišč na morskem dnu

Digitalni batimetrični model je dobro izhodišče za odkrivanje arheoloških najdišč na morskem dnu, še posebej, ker ne omogoča le ugotavljanja posameznih lokacij ali artefaktov, temveč prepoznavanje arheoloških objektov na širšem območju, ki so prekrita z muljem in blatom. Prednost raziskovanja podvodnih arheoloških najdb z natančnimi meritvami morskega dna je tudi v tem, da najdišč po tej metodi ne uničimo, kar se večkrat zgodi pri klasičnih arheoloških izkopavanjih (Stančič in Gaffney, 1993). Kljub površinski majhnosti slovenskega morja je na modelu opaznih več pomembnejših lokacij.

3.3.1 Pomol v Simonovem zalivu

V Simonovem zalivu so pod morsko gladino dobro vidni ostanki pomola iz rimskih časov, ki je del enega bolj ohranjenih arheoloških ostankov na slovenski obali. Poleg pristanišča sestavljajo kompleks še ostanki potopljenih objektov, vodovodna in kanalizacijska napeljava in arhitekturni ostanki večje vile na kopnem. Monumentalni vhodi v notranje prostore vile, ki so bili vsi tlakovani s črno-belimi mozaiki, bogati fragmenti stenskih poslikav, fragmenti korintskega kapitela ter položaj osrednje bivanjske stavbe ob obali in pristanišču pričajo, da lahko pri Simonovem zalivu govorimo o obmorski vili - »villa maritima« (Stokin, 2001). Po mnenju nekaterih arheologov naj bi celo sodila med tri največje t. i. luksuzne vile s kmetijskim posestvom v Tržaškem zalivu. Iz podvodnih ostankov pomola in valobrana je mogoče razbrati, da so v pristanišču pristajale večje ladje. Naselbinski sklop s pristaniščem je od 1. stol. pr. n. št. do začetka 1. stol. n. št. igral eno osrednjih vlog pri ekonomskem razvoju širšega zaledja. Svojo primarno funkcijo je posestvo izgubilo konec 4. stoletja (Arheološka najdišča Slovenije, 1975).

3.3.2 Fize



© HARPHA SEA D.O.O. KOPER

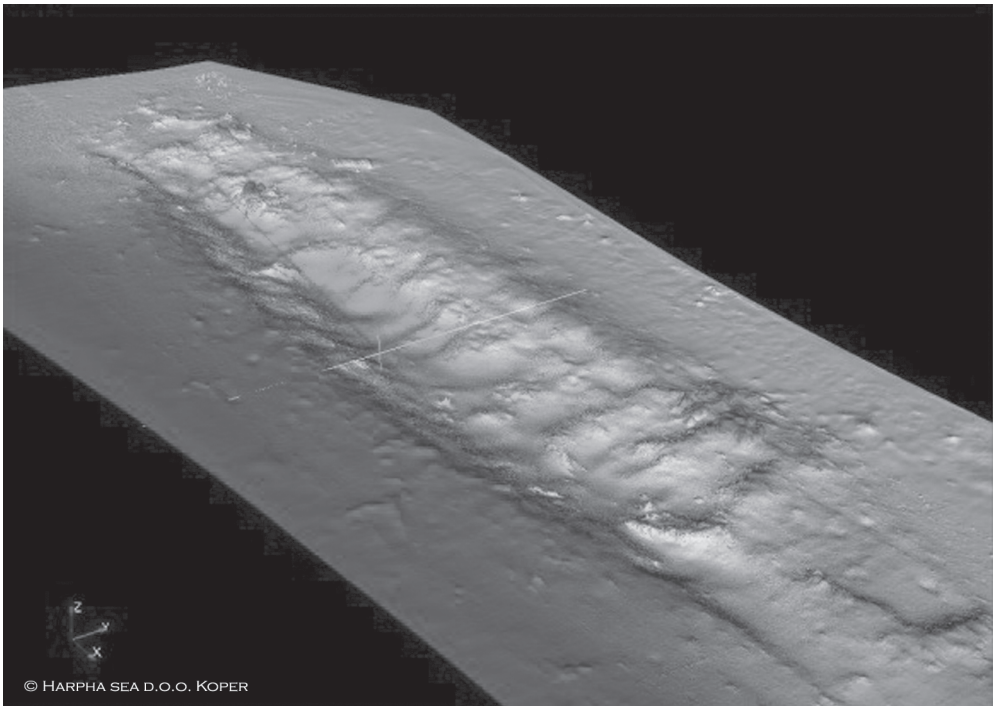
Slika 6: Rezultat sonarskih meritev na najdišču Fize pri Portorožu.

Nekoliko južneje od mesta Piran, na začetku Portoroža, je v plitvini (do 4 m) mogoče zaznati obrise drugega arheološkega najdišča iz podobnega obdobja, z imenom Fizine, ki je bilo prvič raziskano med letoma 1963 in 1964. Podvodne raziskave so nadaljevali leta 1984 in 1985. Rezultati temeljitejših raziskav, v okviru katerih je bil izdelan tudi natančnejši digitalni model preučevanega območja, pa so bili dobljeni v letih 2004 in 2005 v okviru mednarodnega projekta »Kultura 2000« (<http://www.underwater-to-public.org>).

Gre za pravokotni nasip iz kamenja in grušča, ki je velik približno 100 x 60 m. Delno ohranjeni ostanki zidov, ki omejujejo dva pravokotna prostora, ležijo na vzhodnem delu nasipa (slika 6). Zunanji zid je zgrajen iz velikih blokov peščenjaka. Domneve, da gre za pristanišče, so arheologi po natančnejših merjenjih s sonarjem in z dodatnimi podvodnimi raziskavami opustili. Po novi teoriji naj bi bila to ribogojnica s pristanom za manjše ladje, kakršne naj bi Rimljani uporabljali od 1. stoletja pa vse do 5. stoletja. Žal se je od objekta ohranil le tloris, saj naj bi večino kamnitih blokov kasneje uporabili za gradnjo skladišč soli, v bližini (Gaspari et al., 2006).

3.3.3 Odtis ladje Rex

Na digitalnem batimetričnem modelu je jasno viden »odtis« trupa ladje Rex, ki je v ne tako oddaljenem zgodovinskem obdobju za vedno zaznamovala morsko dno v neposredni bližini obale med Koprom in Izolo. Ladjo, dolgo 268,20 m, široko 29,58 m in visoko 40 m, so gradili v ladjedelnici v Genovi in jo splavili avgusta 1931. Prestižna ladja je lahko sprejela 2032 potnikov,



Slika 7: Trirazsežnostni model območja, kjer je nasedla ladja Rex (velikost celic 20 x 20 cm).

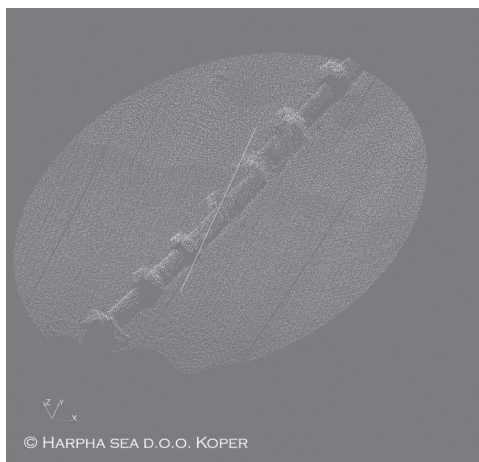
saj je imela 12 nadstropij, povezanih z dvigali in stopnicami. Med 2. svetovno vojno so jo spremenili v ladjo Rdečega križa in je vozila vojake s severnoafriških bojišč v Italijo. Dne 5. septembra 1944 so ladjo zaradi možnosti bombardiranja Trsta pripeljali na slovensko obalo, da bi jo »skrili« pred zavezniki. V plitvem morju je seveda nasledla in tako 8. septembra postala lahek plen zavezniških letal. Železo 51.000-tonske ladje so v petdesetih letih razrezali, ga po morju prepeljali v Pulo, od tam pa z vlakom na Jesenice, kjer so ga pretopili (<http://www.rex-mk.si/rex/index.html>). Tako je v morskem dnu ostala le sled potopljene velikanke (slika 7). Podobni 3R-modeli omogočajo tudi ugotavljanje razlogov, ki so pripeljali do nesreče plovil, in načine, kako so se potopili.

3.3.4 Ekološke in druge naravovarstvene študije

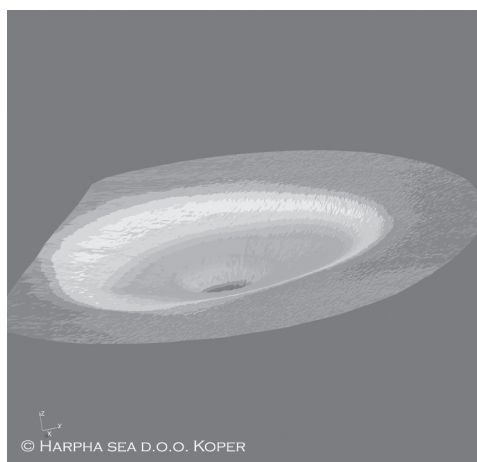
Slovensko morje je zaradi smeri tokov, plitvosti in goste poselitve ob obalnem pasu celotnega Tržaškega zaliva okoljsko zelo ranljivo. Industrijske in gospodinske odplake ter gost pomorski promet stanje le še poslabšujejo. Tudi sladka voda, ki se izliva v morje, je večkrat že onesnažena. Natančni podatki o morskem dnu so torej uporabni tudi za najrazličnejše ekološke raziskave, ki težijo k zavarovanju nekaterih predelov podvodnega sveta.

Iz trirazsežnostnih modelov in profilov morskega dna lahko ugotavljamo tudi primernost posameznih območij za življenje določenih živih bitij. Smiselno bi bilo natančneje določiti mejo med »skalnim« dnom, ki se različno široko razprostira v neposrednem obalnem pasu, in s sedimenti zapolnjenim osrednjim delom morja. Skalne podvodne oblike so posebni ekosistemi, ki so v slovenskem morju ne le maloštevilni, temveč zaradi antropogenih dejavnikov resno ogroženi. Zato je njihovo prepoznavanje in varovanje izjemnega pomena.

Posebna zanimivost v slovenskem morju so tudi lijakom podobne kotanje pred Izolo, ki so jih



Slika 8: Z natančno izmero globin, ki pokaže objekte na morskem dnu, kot so kanalizacijske cevi, lahko opozorimo na ekološko pereča mesta ob njihovih iztokih.



Slika 9: Trirazsežnostni prikaz enega od podvodnih žvepljenih termalnih vrelcev pri Izoli.

odkrili šele s sonarji (slika 9). Leta 2003 se je skupina potapljačev Luke Koper odločila, da nepoznane kotanje, ki niso bile vrisane na nobenem zemljevidu, natančneje razišče. Ugotovili so, da ne gre le za navadne kraške podvodne izvire ali »vrulje«, temveč za termalne vrelce. Žveplena voda, ki ima temperaturo približno 29° C, zagotavlja življenjski prostor bradavičastim kozolnjakom, oranžnim prstastim spužvam, raznim kačjerepom, morskim kumaram, plaščarjem in mahovnjakom. Vse to in še veliko več živi v kraterjih ali v njihovih neposrednih bližinah (Mlinar, 2003). Odkriti vrelci so zanimivi tudi z gospodarskega vidika, saj bi lahko omogočili razvoj zdraviliškega turizma v Izoli.

5 SKLEP

V preteklem desetletju je bilo opravljeno izjemno hidrografska-kartografsko delo na področju izmere globin slovenskega morja in izdelave pomorskih kart v papirni in elektronski različici. S tem je Slovenija upravičila in potrdila polnopravno članstvo v Mednarodni hidrografske organizaciji (*International Hydrographic Organization*).

Zagotavljanje posodobljenih hidrografskih podatkov za pomorske karte, ki omogočajo varno plovbo, pa ni edini način uporabe izmerjenih globin morja. Tako kot na kopnem se tudi na morju prepleta vrsta interesov, tako da obstaja želja po opravljanju različnih dejavnosti na isti lokaciji, kar lahko povzroči konflikte. Zato je treba nove posege na morju, ki so večkrat podrejeni ekonomskim interesom (npr. plovni kanali za večje ladje, pomoli ali marine z valobrani ipd.), načrtovati tako, da se ohranijo življenjski prostori redkih živih bitij in objekti naravne ter kulturne dediščine, med katerimi nedvomno izstopajo podvodna arheološka najdišča. Pri tem je lahko prostorskim načrtovalcem v veliko pomoč digitalni batimetrični model.

Literatura in viri:

Arheološka najdišča Slovenije (1975). Ljubljana: Slovenska akademija znanosti in umetnosti – Inštitut za arheologijo (415 str.). Ljubljana: DZS.

Gaspari, A. et al. (2006). *Rimski pristaniški objekt z ribogojnico v Fizinah pri Portorožu. Poročilo o raziskavah podmorskega najdišča v letih 2004 in 2005. Annales. Series historia et sociologia, 16(2), str. 421–442. Koper Znanstveno-raziskovalno središče Koper.*

Hidrografske meritve slovenskega morja na območju Koprškega zaliva (2006). Poročilo o opravljenem delu na projektu. Koper: Harpha sea, d.o.o.

Jovanović, B. (1978). *Izučavanje metoda mjerenja dubina mora, unapređenje obrade dubina i definiranja obalne linije sa hidrografskog, geodetskog i pomorskog gledališta. Doktorska disertacija. Zagreb: Geodetski fakultet sveučilišta u Zagrebu.*

Karničnik, I.; Klanjšček, M.; Radovan, D. (2006). *Sodobno hidrografska kartiranje in dokumentiranje slovenskega morja. Geodetski vestnik, 50(1), str. 37–43. Ljubljana: Zveza geodetov Slovenije.*

Karničnik, I.; Radovan, D.; Žerjal, A. (2002). *Hidrografska izmera obalne črte in priobalnega pasu slovenskega morja. Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 2001–2002. Ljubljana: Založba ZRC.*

Kolenc, R. (2005). *Hidrografske meritve. Geodetski vestnik, 49(1), str. 18–28. Ljubljana: Zveza geodetov Slovenije.*

Radovan, D.; Karničnik, I.; Petrovič, D. (1999). *Prva slovenska pomorska karta. Geodetski vestnik, 43(3), str. 241–249. Ljubljana: Zveza geodetov Slovenije.*

Rex: *Mit in legenda zavita v meglo...* (2005). Pridobljeno s spletne strani 1. 9. 2008: <http://www.rex-mk.si/rex/index.html>

Nacionalni program KULTURA (2002). Pridobljeno s spletne strani 22. 5. 2007: <http://www.underwater-to-public.org/NewFiles/fizine1.html>

Mlinar, C. (2003). Topli izviri na dnu morja. Reportaža. *Mladina*, 17, Pridobljeno s spletne strani 8. 9. 2008: <http://www.mladina.si/tehdnik/200317/clanek/vrelci/>.

Stančič, Z., Gaffney, V. (1993). Arheologija pokrajine in geografski informacijski sistemi. *Geografski obzornik*, 40 (3), str. 31–34. Ljubljana: Zveza Geografskih društev Slovenije.

Stokin, M. (2001). Simonov zaliv: antična vila. *Annales. Series historia et sociologia*, 11(26), str. 405–412. Koper Znanstveno-raziskovalno središče Koper.

Prispelo v objavo: 15. oktober 2008

Sprejeto: 18. november 2008

mag. Jerneja Fridl, univ. dipl. inž. geod.

Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU, Gosposka ulica 13, SI - 1000 Ljubljana, Slovenija

E-pošta: jerneja@zrc-sazu.si

Nataša Kolega, univ. dipl. geog.

Harpha sea, d.o.o. Koper, Čevljarska ulica 8, SI - 6000 Koper, Slovenija

E-pošta: natasa@harphasea.si

Aljoša Žerjal, univ. dipl. inž. fiz.

Harpha sea, d.o.o. Koper, Čevljarska ulica 8, SI - 6000 Koper, Slovenija

E-pošta: cale@harphasea.si