

PRVA SLOVENSKA POMORSKA KARTA

mag. Dalibor Radovan, Igor Karničnik, mag. Dušan Petrovič

Inštitut za geodezijo in fotogrametrijo FGG, Ljubljana

Prispelo za objavo: 1999-08-10

Pripravljeno za objavo: 1999-10-11

Izvleček

Karta Koprskega zaliva je prva slovenska pomorska karta.

Opisan je celoten postopek njenega nastanka od šolanja

kadrov, geodetskih ter hidrografskih meritev, terenske

kontrole objektov za navigacijo in obdelave hidrografskih

originalov do digitalne kartografske izdelave. Izdelana je

skladno s hidrografskimi in kartografskimi standardi

Mednarodne hidrografske organizacije v merilu 1 : 12 000.

Zaradi satelitske navigacije je vsebina v Merkatorjevi

projekciji na elipsoidu WGS 84.

Ključne besede: *hidrografske meritve, pomorska kartografija*

Abstract

The chart of the Gulf of Koper is the first Slovenian nautical

chart. The paper contains the description of hydrographic

education procedures, geodetic and hydrographic

measurements, terrain control of the objects for navigation,

processing of hydrographic smooth sheets and digital

cartographic design. The chart was produced in accordance

with the hydrographic and cartographic standards of

International Hydrographic Organization at a scale of

1 : 12 000. In order to assure satellite navigation, its contents

was presented in a Mercator projection on the WGS 84

ellipsoid.

Keywords: *hydrographic measurements, nautical charting*

UVOD

Slovensko morje je majhen, vendar gospodarsko, prometno in strateško izredno pomemben del severnega Jadranskega morja. Po njem dnevno plujejo tako turistična plovila kot tudi supertankerji in tovorne ladje z nevarnimi snovmi. Občasno se v akvatoriju nahajajo tudi večje ali manjše vojne ladje, h gostemu prometu pa prispevajo še ribiška plovila in bližina tržaškega pristanišča. Mednarodni transport v luki Koper je za Slovenijo vitalnega gospodarskega pomena, saj je pristanišče z železniškim in cestnim omrežjem neposredno povezano s srednjo Evropo. Največje globine slovenskega morja dosega okrog 30 m, kar je manj od največjega možnega greza večjih ladij, bazeni koprškega pristanišča pa so globoki manj od 18 m, zato nekatere tovorne ladje s svojim trupom plujejo le nekaj decimetrov od morskega dna. Plovbo poleg tega predvsem pozimi omejujeta tudi burja in megla.

POVOD

Prav varen pomorski promet pa je temeljni razlog za izdelavo pomorskih kart, ki so v kombinaciji z moderno, tudi satelitsko navigacijsko opremo tako na ladjah kot v pristaniških nenadomestljivega pomena. Izdelavo pomorskih kart nadzira in potrjuje Mednarodna hidrografska organizacija (International Hydrographic Organization, IHO), saj je lahko že en sam napačen podatek usoden. Pristanišče, ki nima certificirane pomorske karte, je s stališča zavarovalništva nezanesljivo. V SFR Jugoslaviji je kartiranje našega morja opravljal Hidrografski inštitut jugoslovanske vojaške mornarice iz Splita, do izdelave prve slovenske pomorske karte pa smo uporabljali karte s pretežno zastarelimi podatki v izdaji istega, zdaj hrvaškega Državnega hidrografskega inštituta. Po osamosvojitvi je Slovenija pridobila status pridružene članice IHO in ustanovila Sektor za pomorstvo pri Ministrstvu za promet in zveze. Zato je bila izdelava lastnih pomorskih kart popolnoma upravičena. *28.01.1997*

HIDROGRAFSKO ŠOLANJE

*IGF
morske
pomorske*

Izdelava pomorske karte zahteva natančno poznavanje kartografije, še posebno pa navigacije in hidrografije. Za šolanje hidrografov je v tujini organiziranih več različnih izobraževalnih programov. S posredovanjem Ministrstva za promet in zveze je Inštitut za geodezijo in fotogrametrijo FGG kot nosilec izdelave novih pomorskih kart dobil priložnost za izobraževanje svojih strokovnjakov na Mednarodni pomorski akademiji (International Maritime Academy, IMA) v Trstu, ki jo uradno podpira tudi IHO. Po polletnem šolanju smo tako poleti 1998 dobili prvega slovenskega hidrografa, ki je usposobljen tako za pomorsko kartiranje kot tudi za asistenco pri hidrografskih meritvah pred tem (Karničnik, 1998). Z izobraževanjem nadaljujemo tudi letos in prihodnje leto.

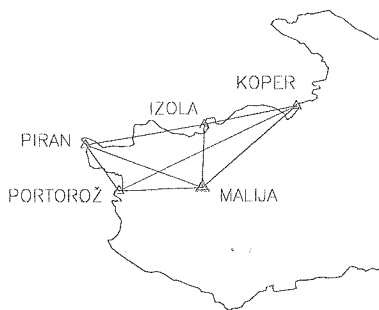
IZVEDBA HIDROGRAFSKIH MERITEV

*z dela
1 del
meritve
sodelovanje*

Pomorska karta nastane s kombinacijo geodetsko in fotogrametrično izmerjenih topografskih podatkov za kopenski del, ki je prikazan shematično, ter hidrografskih in navigacijskih podatkov za morski del, ki mora biti prikazan popolno in zelo natančno. Hidrografske podatke je treba pridobiti z meritvami, ki jih opravijo posebej opremljene hidrografske ladje in čolni v skladu s standardi IHO. Slovensko morje je premajhno, da bi imeli lastno opremo, zato je prve meritve po osamosvojitvi Slovenije v jeseni leta 1998 opravil Navocean, sicer sestavni del ameriške vojne mornarice (Department of the Navy, Naval Oceanographic Office) s svojo 63 m dolgo ladjo Littlehales. Inštitut za geodezijo in fotogrametrijo FGG in Ministrstvo za promet in zveze sta pri meritvah vseskozi aktivno sodelovala tako na ladji kot na kopnem pri prevzemu digitalnih podatkov. Z ladjo je bila vzpostavljena povezava prek Interneta, na Inštitutu za geodezijo in fotogrametrijo FGG pa organizirana ekipa kartografov, ki je podatke pregledala, arhivirala in kartirala (Karničnik, Radovan, 1998b).

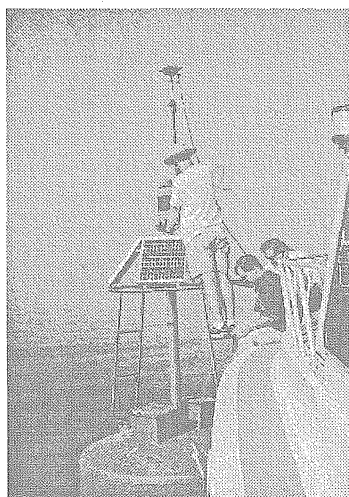
Predhodnica hidrografskih so bile geodetske meritve z GPS-jem na petih oslonilnih točkah v priobalnem pasu (Slika 1). Te so služile za natančno določanje položaja ladje med meritvami globin in ostalih parametrov, postavitvi prenosnega mareografa v Kopru in meritvam z DGPS-jem objektov za navigacijo (svetilnikov in boj) tako na kopnem kot s pomočjo čolna na morju (Slika 2). Na osnovi navezovalnih podatkov Geodetske uprave Republike Slovenije je meritve prav

tako izvedel Navoceano ob pomoči Inštituta za geodezijo in fotogrametrijo FGG. Ob terenskem delu so bili fotografsko dokumentirani vsi svetilniki, boje in stabilizirane geodetske točke. Zabeleženi so bili tudi barve, material in svetilne karakteristike navigacijskih objektov. Pri pomembnejših svetilnikih je bila s kamero VHS posneta panorama.



SLIKA 1

Slika 1: Točke referenčne mreže GPS-ja za določanje položaja ladje med hidrografskimi meritvami



Slika 2: Meritve z GPS-jem na boji

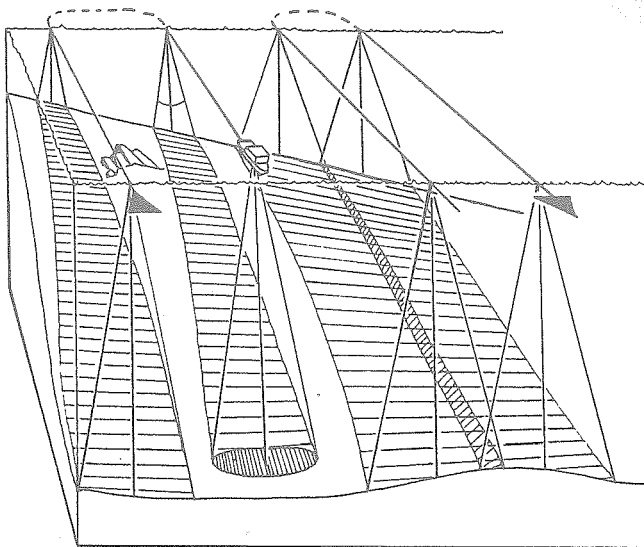
Hidrografske meritve na morju so trajale približno mesec dni, pri čemer je bilo slovensko morje od morske meje z Italijo do Portoroža gosto prečesano z različnimi instrumenti, predvsem s sonarji za merjenje globin (Sliki 3 in 4). Opravljene so bile naslednje meritve (Karničnik, Radovan, 1998a):

- profiliranje z večsnopnim sonarjem (multibeam sonar), ki hkrati izmeri 32 globin,
- profiliranje s širokokotnim sonarjem (side scan sonar), ki ugotavlja obliko morskih tal in potopljenih objektov (npr. razbitin plovil, telekomunikacijskih kablov in cevi) tako pod trupom ladje, predvsem pa stransko med profili,

- snemanja plitvin z enosnopnim sonarjem (singlebeam sonar) v priobalnem pasu s hidrografskim čolnom,
- meritve z GPS-jem zaradi ugotavljanja geografskih koordinat ladje v sistemu WGS 84,
- merjenje temperaturnih profilov, slanosti in električne prevodnosti od gladine do dna zaradi redukcije hitrosti zvoka pri sonarskih meritvah,
- spremljanje gladine morja z mareografom zaradi zagotovitve enotnega datuma merjenih globin,
- jemanje vzorcev morskega dna z mehanično zajemalko zaradi ugotavljanja ustreznosti dna za sidranje in geoloških ter bioloških raziskav vzorcev, ki so jih kasneje opravili na Geološkem zavodu in Biotehniški fakulteti v Ljubljani,
- snemanje ehograma kamninske sestave do 30 m pod morskim dnom,
- spremljanje greza, guganja, zibanja in pozibavanja ladje zaradi redukcije meritev na mirno gladino (podobno kot rotacijski koti letala pri fotogrametriji),
- optične meritve prosojnosti morske vode z diskom Secci,
- fotografiranje značilnih panoram in kopenskih objektov (npr. cerkev) zaradi vizualne navigacije pri približevanju ladje kopnemu,
- spremljanje vzvalovanosti in čistosti morja,
- spremljanje prometa in drugih aktivnosti na morju zaradi evidentiranja ovir pri meritvah.



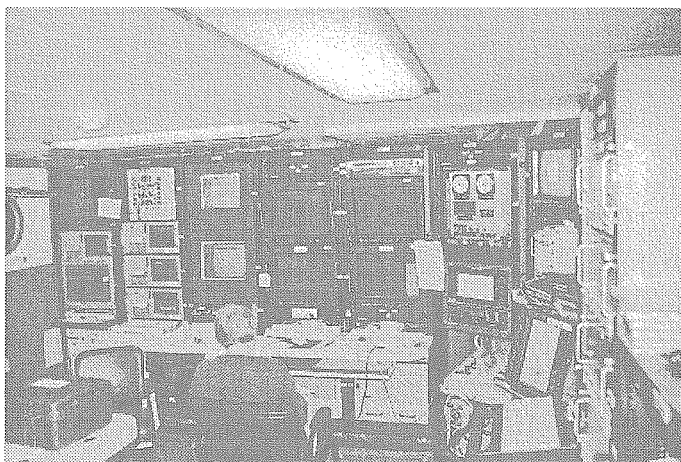
Slika 3: Območje hidrografske izmere



Slika 4: Osnovno načelo merjenja (profiliranja) s sonarjem in prikaz vpliva razmika profilov (merila snemanja) na natančnost

OBDELAVA HIDROGRAFSKIH PODATKOV

Merjeni parametri so se sproti digitalno beležili v kontrolni sobi z instrumenti in delovnimi postajami na ladji (Slika 5). Računanje globlin in redukcije meritev so bile opravljene naknadno, delno na ladji, delno pa v Navoceanu v ZDA. Inštitut za geodezijo in fotogrametrijo FGJ je tako od oktobra 1998 do marca 1999 prejel kar okrog 2 500 datotek z digitalnimi hidrografskimi podatki, saj so bile globine zajete z gostoto nekaj metrov, po profilih, ki so bili glede na globino razmaknjeni od 10 m v luki Koper do 100 m na odprtem morju.



Slika 5: Ladijska kontrolna soba s sonarji in drugimi instrumenti

REZULTATI

Najpomembnejši končni rezultat hidrografskih meritev in obdelav je za pomorskega kartografa hidrografski original – list z negeneraliziranim prikazom globin morja in obalne linije (Slika 6). Navoceanano je za slovensko morje izdelal en takšen list v merilu 1 : 25 000, dva v merilu 1 : 7500 in dva v merilu 1 : 5000. Na Inštitutu za geodezijo in fotogrametrijo FGG so bili listi generalizirani po hidrografskih pravilih in standardih (Karničnik, Radovan, 1998c). Izbrane so bile relevantne globine v primerni gostoti, pri čemer je bilo treba na vsakem območju zadržati vse manjše vrednosti, ki lahko predstavljajo nevarnost za plovbo. Tako obdelani hidrografski originali so bili podlaga za kartografsko obdelavo.

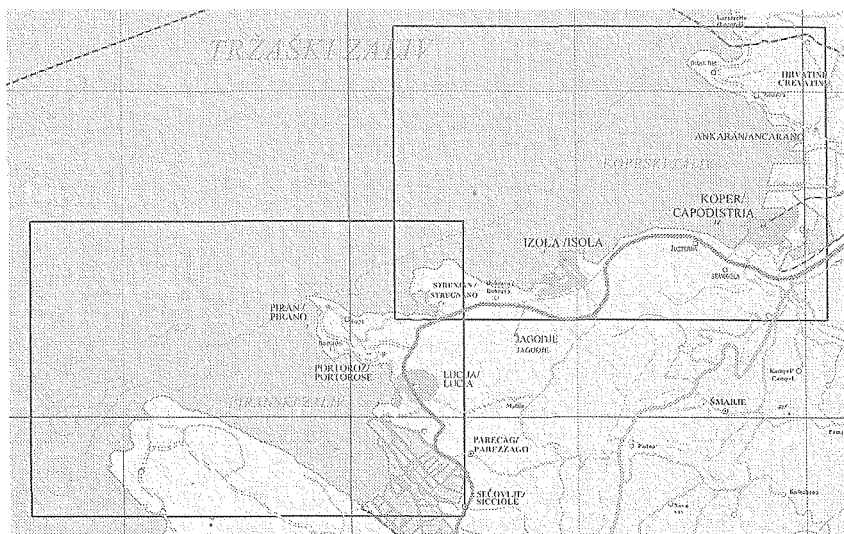


SLIKA 2

Slika 6: Izsek negeneraliziranega hidrografskega originala (Marina Izola)

KARTOGRAFSKA OBDELAVA

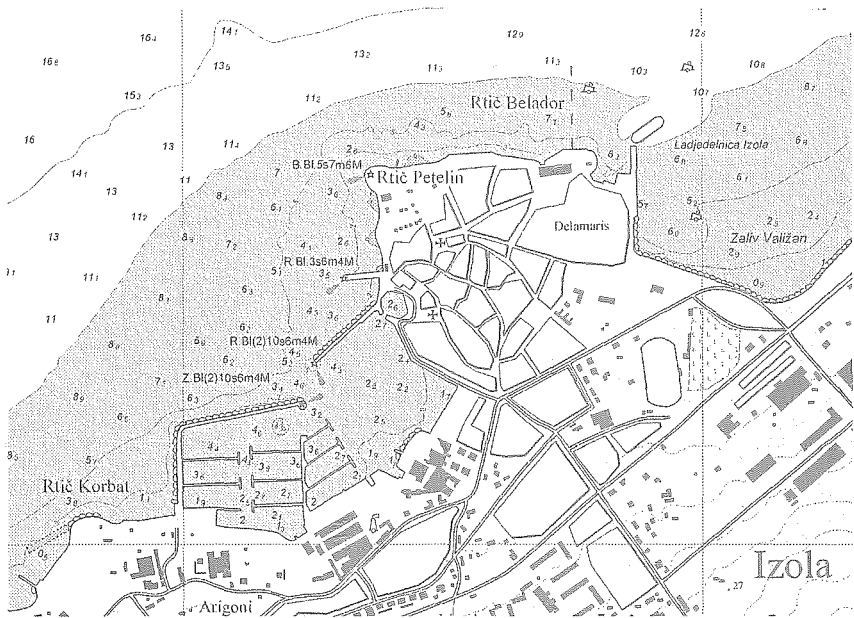
Pomorske karte se lahko izdelujejo v nacionalni ali mednarodni (international, INT) različici. O vklopitvi novih kart INT v obstoječo mednarodno shemo odloča IHO, saj se vedno izdelajo v angleščini po standardu IHO. Nacionalno karto pa lahko izda vsaka država po potrebi, v svojem jeziku in z lastnim kartografskim ključem, ki pa običajno ni bistveno drugačen od mednarodnega. Vse pomorske karte so zato na prvi pogled grafično podobno oblikovane. Inštitut za geodezijo in fotogrametrijo FGG je maja 1999 dokončal izdelavo karte Kopskega zaliva v nacionalni različici, ki pa razen tega, da je v slovenščini, popolnoma sledi standardom IHO (Karničnik et al., 1999). Je formata A0 in prikazuje območje Kopskega zaliva med Strunjanom in Lazaretom v merilu 1 : 12 000 (Slika 7). Izdelana je bila z najmodernejšo kartografsko tehnologijo in je po naših podatkih prva digitalno izdelana pomorska karta v Sredozemlju, ki ima za podlago elipsoid WGS 84.



TOPOGR. Slika 7: Območji pomorskih kart Koprškega in Piranskega zaliva

Topografski del je prikazan v rumeni barvi in ni podoben običajnim topografskim kartam, saj se na pomorskih kartah prikazuje predvsem kopenske objekte, pomembne za vizualno navigacijo in pa tip obale (Slika 8). Kopno območje je bilo izvednoteno iz vektorskih in rastrskih podatkov temeljnih topografskih načrtov v merilu 1 : 5 000 Geodetske uprave Republike Slovenije in novejšega barvnega aerosnemanja Geodetskega zavoda Slovenije. Vsi kartografsko opremljeni podatki topografije so bili transformirani iz državnega koordinatnega sistema v *Tranformacija!* Gauss-Kruegerjevi projekciji na Besselovem elipsoidu v Merkatorjevo projekcijo na elipsoidu WGS 84. Merkatorjeva projekcija je iz znanih razlogov že od njenega nastanka namenjena navigaciji na morju, elipsoid WGS 84 pa je bil izbran zaradi vse množičnejše uporabe GPS-ja na plovilih vseh vrst in zaradi mednarodne kontinuitete koordinatnih sistemov.

Morski del je bil iz geografskih koordinat na elipsoidu WGS 84 transformiran v Merkatorjeve in spojen s topografsko vsebino. Medtem ko so višine terena navedene s plastnicami in kotami nad srednjo ravnijo morske gladine državnega koordinatnega sistema (mean sea level, MSL), pa so zaradi varnosti plovbe izobate in globine dna morja navedene glede na srednjo raven nižjih nizkih vod živih morskih men (mean lower low water, MLLW). Deli morja, plitvejši od 10 metrov, so označeni z modro barvo, globlji pa so beli. Obalna območja, ki so ob oseki kopna, so kartirana zeleno. Tako na kopnem kot na morju, so označeni vsi svetilniki in boje s standardnimi oznakami njihovih svetilnih karakteristik. Te so za navigacijo ključnega pomena. Posebej so kartirana območja z različnimi omejitvami ali posebnimi režimi plovbe: vstop v luko Koper s tremi bazeni in območjem gradnje, Naravni rezervat Strunjan, Naravni spomenik Debeli rtič, gojišči školjk pri Strunjanu in Lazaretu ter marina in ladjedelnica v Izoli. Označen je tudi tip tal morskega dna in na dnu ležeče razbitine plovil.



Slika 8: Pomorska karta Kopskega zaliva (izsek okolice Izole z marino)

TERENSKA IN PISARNIŠKA KONTROLNA DELA

Kontrola kakovosti je v pomorski kartografiji zaradi posledic za plovila, okolje in ljudi, ki bi jih lahko povzročile napake na karti, še posebej stroga. Celotni proces od hidrografskih meritev do tiska je bil zato neprestano nadzorovan, osnovne omejitve pa postavljajo že ustrezni standardi, ki zagotavljajo enoten prikaz, prijaznost do uporabnika in visoko natančnost. Opravljene so bile naslednje kontrole:

- hidrografske meritve sta spremljala strokovnjaka Ministrstva za promet in zveze in Inštituta za geodezijo in fotogrametrijo FGG z neprestano prisotnostjo na ladji,
- med hidrografskimi meritvami so bili merjeni prečni kontrolni profili z 10-krat večjimi razmiki od normalnih,
- vse hidrografske meritve globin so bile sprotno obdelane že na ladji z vnaprej napovedanimi vrednostmi srednje ravni morja,
- hidrografski originali so bili pregledani in popravljeni takoj po prevzemu v Ljubljani,
- generalizacijo hidrografskih originalov je nadziral naročnik,
- vsi kartografski postopki od prejema podatkov do tiska karte so bili navzkrižno preverjeni na Inštitutu za geodezijo in fotogrametrijo,
- transformacije in spojitve podatkov iz različnih koordinatnih sistemov so bile preverjene z ostalimi kartami državnega kartografskega sistema in tujimi pomorskimi kartami,
- vse karakteristike svetilnikov in boj so bile ponovno preverjene na terenu tik pred kartiranjem. Sodelovala sta tudi naročnik in Uprava Republike Slovenije za pomorstvo iz Kopra,

- pred tiskom so bili večkrat ponovljeni testni izrisi, zapisniško pregledani skupaj z naročnikom,
- tisk sta nadzirala naročnik in kartografska ekipa Inštituta za geodezijo in fotogrametrijo FGG,
- po končanem tisku je Inštitut za geodezijo in fotogrametrijo FGG skupaj z Navoceanom terensko preveril položaj nekaterih karakterističnih točk na kopnem. Uporabljen je bil sprejemnik GPS s precizno ali P-kodo. Vsi rezultati so bili pod mejo dovoljenih napak.

ZAKLJUČEK

Karta Koprskega zaliva je bila dvakrat tudi javno predstavljena: na mednarodni konferenci sredozemske in črnomske skupine pomorskih držav v Splitu (Mediterranean and Black Seas Hydrographic Commission, MBSHC) in na novinarski konferenci na Ministrstvu za promet in zveze, kjer smo od predstavnika IHO dobili dovoljenje za izdelavo dveh kart INT. Prva slovenska pomorska karta je velik korak za varnost prometa v slovenskem delu morja, vendar pa je dela na tem področju še veliko. Narejena bo različica INT iste karte, obe različici za Piranski zaliv (Slika 7) in karta Tržaškega zaliva v sodelovanju z Italijani in Hrvati. Hidrografsko bo izmerjen tudi celoten Piranski zaliv. Kartografski podatki slovenskega morja bodo predelani po standardu za elektronske navigacijske karte (electronic navigation chart, ENC) in vključeni v evropsko distribucijsko mrežo (Radovan, 1994-1998). Ministrstvo za promet in zveze vzporedno z opisanimi projekti intenzivno deluje tudi pri polnopravni včlanitvi Slovenije v IHO in pri izdelavi pomorske zakonodaje. Z vsem tem pa naša država postaja nedvomno zaupanja vreden partner v mednarodnem pomorskem prometu in trgovini.

Viri:

- Karničnik, I., *Sixth hydrographic course – level B of the International standard of competence for hydrographic surveyors. Trieste/Trst, International Maritime Academy, 1998*
- Karničnik, I. et al., *Izdelava pomorske karte Koprskega zaliva v nacionalni in mednarodni različici. Ljubljana, Ministrstvo za promet in zveze, Inštitut za geodezijo in fotogrametrijo FGG, Projekt v izvajanju, 1999*
- Karničnik, I., Radovan, D., *Nadzor hidrografskih meritev slovenskega morja. Ljubljana, Koper, Ministrstvo za promet in zveze, Inštitut za geodezijo in fotogrametrijo FGG, Naval Oceanographic Office, 1998a*
- Karničnik, I., Radovan, D., *Vzpostavitev digitalne baze hidrografskih podatkov. Ljubljana, Ministrstvo za promet in zveze, Inštitut za geodezijo in fotogrametrijo FGG, tehnično poročilo, 1998b, 17 strani*
- Karničnik, I., Radovan, D., *Obdelava hidrografskega originala, Ljubljana, Ministrstvo za promet in zveze, Inštitut za geodezijo in fotogrametrijo FGG, tehnično poročilo, 1998c, 4 strani*
- Radovan, D., *Project COST 326 – Electronic Charts for Navigation, sodelovanje pri projektu, članstvo v upravnem odboru, Bruxelles, European Commission, 1994-1998*

Recenzija: Marjan Podobnikar
Iztok Slatinšek