

Boris Franušić \*

ISSN 0469-6255  
(57-66)

## IDENTIFIKATORI ZVIJEZDA

### (Povodom izlaska novog identifikatora zvijezda PR $\omega$ )

UDK 523.8

Pregledni rad

#### Sažetak

U ovom radu govori se o grafičkim identifikatorima navigacijskih zvijezda. Navigatoru je ponekad potrebno izvršiti identifikaciju nepoznate zvijezde da bi njen snimak mogao iskoristiti za određivanje ili kontrolu svoje pozicije. Da bi se zadatak pojednostavnio napravljeno je nekoliko vrsti grafičkih identifikatora zvijezda. Vrijedan prilog dali su i neki naši autori. Rad analizira najpoznatije grafičke identifikatore te ih uspoređiva s identifikatorima naših autora. Zaključuje se da su naši autori dali bolja i praktičnija pomagala za rješavanje ovog navigacijskog zadataka.

#### UVOD

Na otvorenom moru pomorcu od vidljivih objekata stoje na raspolaganjusamo "nebeski svjetionici", a to su Sunce, Mjesec, Venera, Mars, Jupiter i Saturn, te nešto manje od šezdesetak svjetlijih zvijezda.

Sunce, Mjesec, a i četiri navigacijska planeta, nije potrebno posebno identificirati. Ali u doba nautičkog sumraka, kada je horizont dobro uočljiv, a vide se samo svjetlije zvijezde, ponekad je potrebno izmjeriti visinu vidljive zvijezde i neznajući o kojoj se radi. U tom slučaju potrebno joj je još izmeriti i azimut, pa uz poznatu geografsku širinu motritelja, izvršiti identifikaciju zvijezde. To se može izvršiti računskim- tabličnim, a time i nešto duljim i težim postupkom, ili pomoću specijalnih identifikatora zvijezda, što je brži i jednostavniji postupak.

Sa svakim nautičkim tablicama može se računskim postupkom doći do vrijednosti koordinata nepoznate zvijezde. Međutim, zbog bržeg, jednostavnijeg i sigurnijeg određivanja imena nepoznate snimljene zvijezde, u našem stoljeću su se počeli izrađivati grafički identifikatori zvijezda. Tako je na primjer 1938. godine Petar Mardešić pisao kod nas o grafičkoj identifikaciji zvijezda.<sup>1</sup> Najlakše bi se zvijezde mogle identificirati na zvjezdanom globusu, kojeg je 1879. godine napravio Manjak.<sup>2</sup>

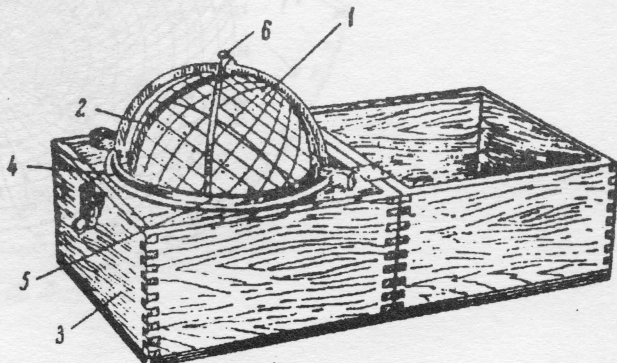
Zvjezdani globus (1) slobodno se okreće po obruču mjesnog meridijana (2) koji ga nosi i smješten je u

specijalno izrađenu kutiju (3). Horizont motrioca (4) podjeljen je kao i ruža kompasa. Globus se orjentira tako da se postavlja vidljivi pol na iznos geografske širine motrioca iznad horizonta, a globus se zakreće da mu iznos mjesnog satnog kuta Proljetne točke dođepod obruč meridijana. Nad globus se nameće "kruna" (5) s četiri međusobno okomita polukruga s vrhom u zenitu motrioca (6). Na te vertikalne krugove se specijalnom štipaljkom nanosi izmjerena visina, pa se taj krug postavi na iznos azimuta po horizontu, a vrh štipaljke pokazuje na globusu ime nepoznate zvijezde.<sup>3</sup>

Međutim, zbog svoje veličine (kutija veća od kutije sekstanta) i rjeđe potrebe za njegovom korištenje nije se udomačio na brodovima. Zato se više sreću grafički identifikatori zvijezda, koji nebesku sferu prikazuju u ravnini jedne kartografske projekcije. Obično ih skraćeno zovemo identifikatori.

"Niža cijena koštanja Identifikatora, manje dimenzije i lakoća rukovanja utiču na korisnika tako da ovakav Identifikator može da postane lično pomagalo navigatoru koje će on upotrebljavati u praksi i s kojim će na taj način biti dobro uvježban, te neće ovisiti o tome kakvo pomagalo za identifikaciju zvijezda imaju brodovi na kojima će on ploviti".<sup>4</sup>

Sama potreba identificiranja zvijezde nije česta za navigatora koji redovno određuje poziciju pomoću navigacijskih zvijezda. Na jednom preoceanskom putovanju obično se u straži prvog časnika snimaju najpovoljnije navigacijske zvijezde u jutarnjem i večernjem sumraku. Potreba identifikacije eventualno može



Slika 1. Zvjezdani globus

\* dr. Boris Franušić  
Pomorski fakultet  
Dubrovnik

postojati kada se započimlje putovanje, nakon što je brod dulje boravio u luci, ili kad se časnik ukrcao na brod nakon duljeg boravka na kopnu. Ali čim se u prvom sutonu ili zori upozna konstelacija zvijezda nad vidljivim horizontom, iskusni časnik će znati idućih dana na kojem dijelu neba će se nalaziti svjetlije zvijezde i gdje je na nebu vidljiv koji od navigacijskih planeta. Takvom se časniku neće nikada dogoditi da izmjeni konstantnu svjetlost jedne planete s treperućom svjetlosti zvijezda. A od četiri navigacijske planete uvijek će po efemeridskim podacima znati o kojoj se vidljivoj planeti radi.

No i za tako rijetke potrebe, kada se vidi svijetla zvijezda, a ne može se uočavanjem prema konstelaciji ostalih zvijezda i zvijezda biti siguran o kojoj se zvijezdi radi, snimljena visina nepoznate zvijezde može se iskoristiti za određivanje linije položaja, odnosno s više snimljenih nebeskih tijela i pozicije broda, ali se prvo ta zvijezda mora identificirati. Ustvari, treba pomoću poznatih horizontskih koordinata nepoznate zvijezde izračunati njene ekvatorske koordinate (računskotablični postupak), ili pomoću drugih pomagala dobiti izravno ime zvijezde.

## GRAFIČKI IDENTIFIKATORI ZVIJEZDA

Pri izradi grafičkih identifikatora moguća su dva pristupa. U jednom se pristupu na kartografsku projekciju ucrtavaju navigacijske zvijezde po svojim nebesko-ekvatorskim koordinatama. Preko tako dobivene zvijezdane

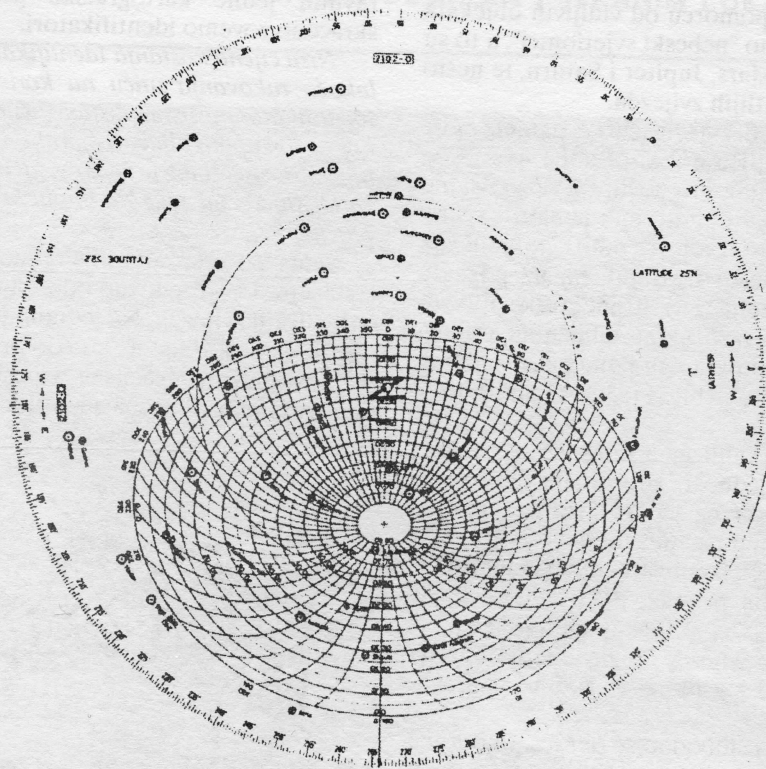
karte postavlja se prozirna kartografska mreža s već ucrtanim položajem nepoznate zvijezde po visini i azimutu. Određenom orijentacijom prozirne kartografske mreže ucrtana točka zvijezde pasti će na ili blizu ucrtane navigacijske zvijezde na zvijezdanoj karti.

Drugi je pristup da se na određenu kartografsku projekciju nacrtaju zvijezde sa svojim mjesno-ekvatorskim koordinatama za neko određeno mjesno zvjezdano vrijeme, koje odgovara mjesnom satnom kutu Proljetne točke. Ovaj pristup zahtjeva veći broj zvjezdanih karata, već prema tome za koliko mjesno zvjezdano vrijeme obuhvati pomak navigacijskih zvijezda, jer treba obuhvatiti 24 sata mjesno-zvjezdanog vremena, ili  $360^\circ$  mjesnog satnog kuta Proljetne točke. I u ovom tipu identifikatora postavlja se na određenu zvijezdanu kartu prozirna kartografska projekcija, na koju se također ucrtava točka pomoću horizontskih koordinata snimljene zvijezde, te određenom orijentacijom ta točka pada na ucrtanu zvijezdu ili njenu ucrtanu stazu.

### 1. Identifikator H.O.2102 - D

Od poznatih grafičkih identifikatora u prvu skupinu spada američki The Star Finder and Identifier, kojeg je izdao U.S. Navy Hydrographie Office pod brojem H.O.2102 - D. On se razvio iz *Rude Star Finder-a*, kojeg je patentirao G.T.Rude, dok je model H.O.2102 - C patentirao E.B.Collins.

Na bijelom plastičnom disku (promjera 21,7 cm) su dvije zvjezdane karte s centrom projekcije u sjevernom



Slika 2. Star - finder 2102 - D

(s jedne strane) i južnom (s druge strane) nebeskim polom. Karte su napravljene u polarnoj azimutalnoj ekvidistantnoj projekciji i donose 57 navigacijskih zvijezda. U sredini karte je jedan stožer na koji se nameću prozirni plastični dijagrami, a na obodu je nanesena podjela od 0 do  $360^\circ$  po kojoj se broji mjesni kut Proljetne točke. Osim zvijezda nacrtana je samo još kružnica ekvatora. Karta jedne hemisfere obuhvaća i sve navigacijske zvijezde druge hemisfere. Tako na N karti je najjužnija zvijezda Miaplacidus, deklinacije  $69^\circ 41' S$ , a na S karti najsjevernija zvijezda je Kochab, deklinacije  $74^\circ 11,5' N$ .<sup>6</sup> Ima devet prozirnih dijagrama horizontskog koordinatnog sustava s mrežom ekscentričnih vertikalnih i visinskih kružnica. Dijagrami su izrađeni za svako  $10^\circ$  geografske širine počevši od  $5^\circ$  do  $85^\circ$ . Jedna strana je za čitanje na N, a druga na S hemisferi. Deseti plastični dijagram je za opažanja u polu i služi za ucrtavanje planeta, a rjeđe Sunca i Mjeseca.

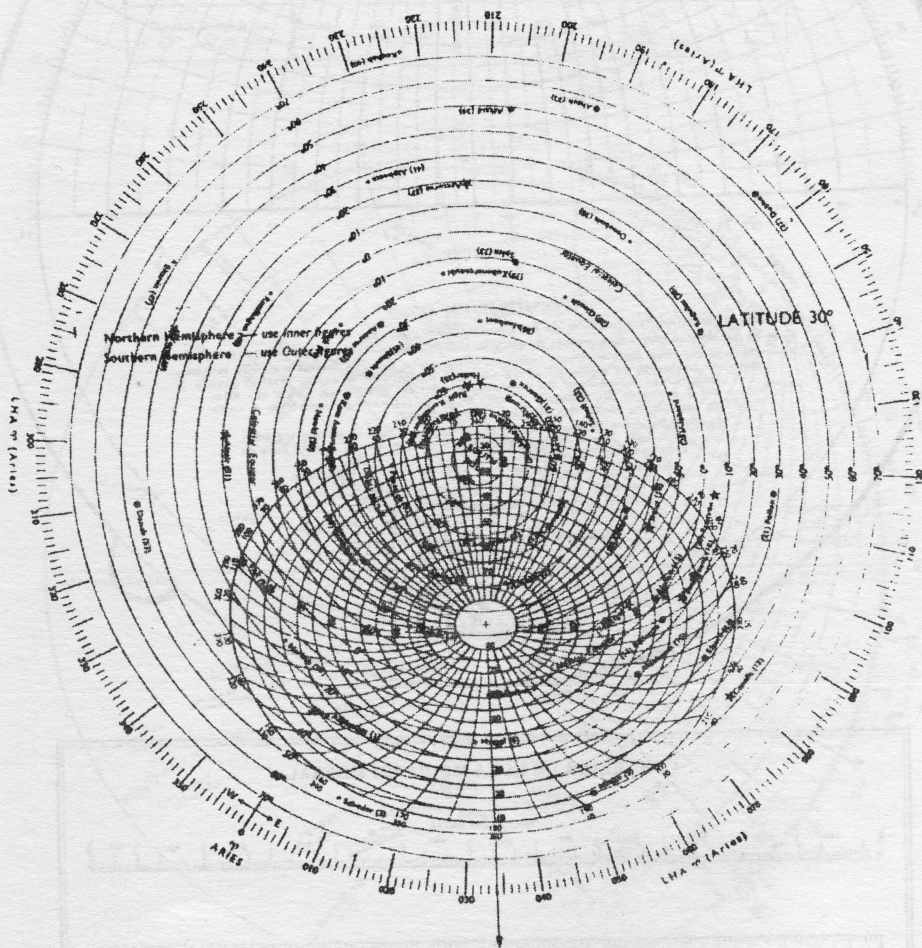
Jednostavne i kratke upute s dva primjera objašnjavaju upotrebu ovog identifikatora.<sup>7</sup>

## 2. Identifikator N.P.323

U istu skupinu spada i britanski identifikator koji izdaje Hydrographer of the Navy, Ministry of Defence - Taunton pod brojem N.P.323.

Po izvedbi je sličan identifikatoru H.O. 2102 - D. Na zvjezdanim kartama nacrtane su deklinacione kružnice svakih  $10^\circ$  sve do  $70^\circ$  suprotne hemisfere.

Na iste zvjezdane karte postavlja se prozirni plastični dijagram prema širini motrioca. Ima osam tih dijagrama za svakih  $10^\circ$  geografske širine od ekvatora do  $60^\circ$  i jednu za  $75^\circ$ . Za razliku od prethodnog identifikatora, ovi se plastični dijagrami ne fiksiraju s rupicom u centar zvjezdane karte, već se pomiču po zvjezdanoj karti tako, da središnji kružić na plastičnom dijagramu padne na koncentričnu deklinacionu kružnicu zvjezdane karte, koja odgovara geografskoj širini motrioca. Pri tome strijelica u produžetku linije  $180/360^\circ$  (nebeski meridijani morati na vrijednosti mjesnog satnog kuta Proljetne točke. Ovi plastični dijagrami su kod ovog identifikatora tiskani samo na jednoj strani koja se koristi za obje hemisfere.<sup>8</sup>



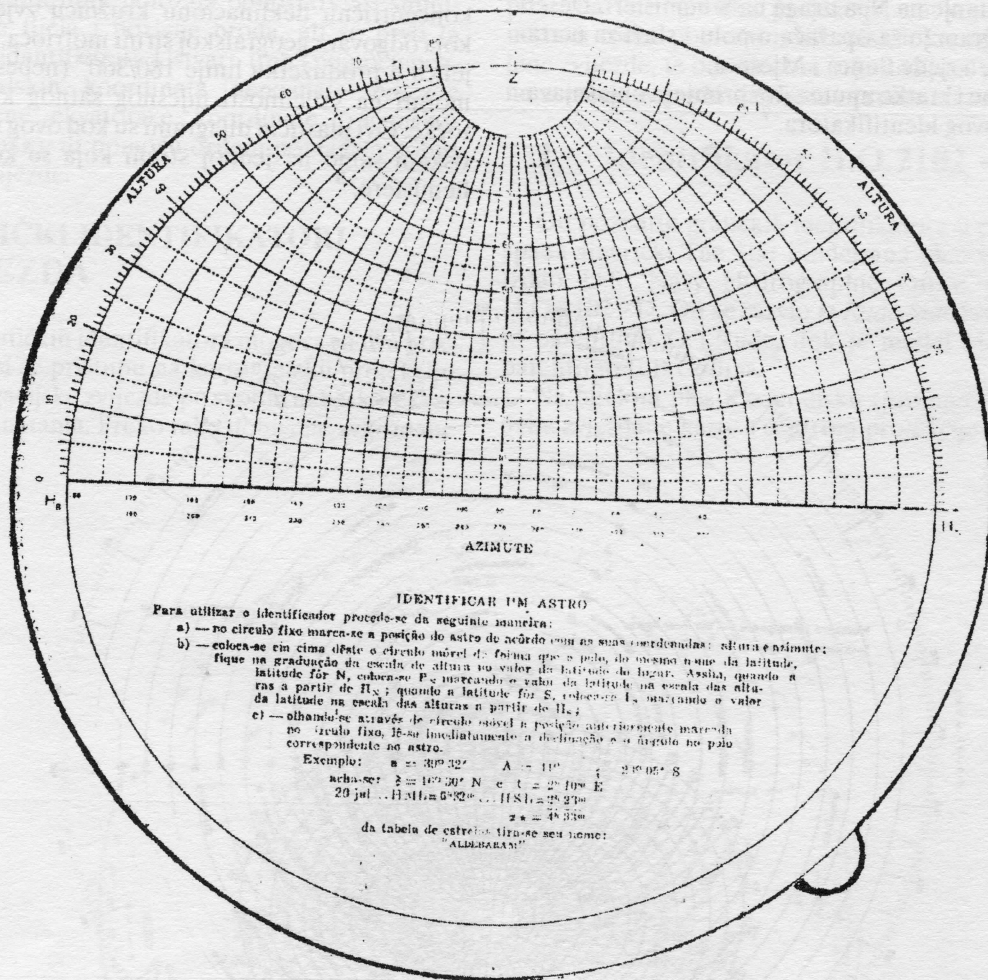
Slika 3. Identifikator N.P.323

### 3. Identifikator de Astros

Marina do Brasil Hidrographia Navegacao izdala je 1949. godine Identificador de Astros od autora O.A. de Azeredo Rodrigues, kap. korvete. U ovom identifikatoru fiksna je mreža horizontskog koordinatnog sustava, pa se na nju prvo ucrtava nepoznata zvijezda sa snimljenom visinom i azimutom. Na tu mrežu se donosi dijagram s ucrtanom mrežom nebeskih meridijana i paralela. Orijentacijom dijagrama na način da se N pol postavlja na iznos geografske širine desno, a S pol lijevo iznad horizonta, točka će pasti na neku deklinaciju i

satnu kružnicu, s kojih se čita deklinacija i mjesni satni kut. Na stranicama identifikatora donesene su dvije skale za pretvaranje zvjezdanog vremena u srednje, kao i jedna tablica za istu svrhu. Također je donesen i popis navigacijskih zvijezda s vrijednostima njihovih deklinacija i rektascenzija ( u vremenskoj mjeri ). Ako nije bila dovoljna deklinacija za identifikaciju, morala se računati rektascenzija (tz - ts), s kojom je zvijezda sigurno određena.

Zato se donosila skala za prelaz iz srednjeg mjesnog (ts) u mjesno zvjezdano vrijeme (tz) i obratno.



Slika 4. identifikator de Astros

### 4. Identifikatori dr. Stjepa Kotlarića

U drugu skupinu idu dva identifikatora dr. Stjepa Kotlarića. U prvom Identifikatoru zvijezda, \* Kotlarić je donio 18 zvezdanih karata. Karte su izrađene u ekvatorskoj stereografskoj projekciji za intervale od svako 20° mjesnog satnog kuta Proljetne točke. U kartama su ucrtane 54 navigacijske zvijezde, koliko ih je donosio naš Nautički godišnjak, i to u crnoj boji zvijezde istočne, a u crvenoj boji zvijezde zapadne nebeske hemisfere.

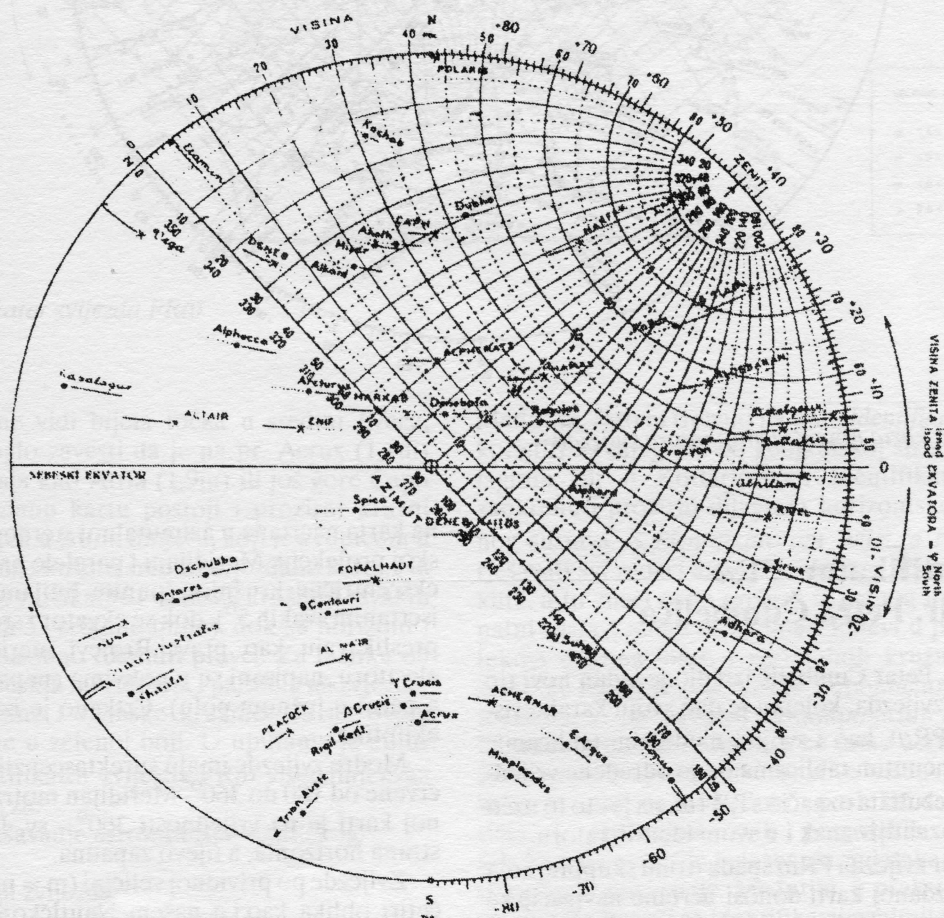
Uz karte je dat plastični polukružni dijagram, na kojeg se nanose horizontske koordinate zvijezde, a s njegovom orijentacijom po širini motrioca na određenoj karti, ta točka padne na ucrtanu stazu neke određene zvijezde. S jednostavnim uputama na hrvatskom i engleskom jeziku, te s tri primjera lako se prihvaća rad s

ovim Identifikatorom s ovim Identifikatorom. Pogotovo je pogodan za vršenje izbora povoljnih zvijezda za motrenje. Ukupno ima 28 stranica dimenzija 30x24,5 cm, a karte promjera 19 cm.

Drugi njegov identifikator nosi naziv Novi identifikator zvijezda kojeg je također izdao Hidrografski institut u Splitu 1967. godine. Sastavljen je na istom principu kao i prvi, samo je broj karata udvostručen i neznatno uvećan (promjer 19,5 cm), jer je posebno crtao karte za istočnu, a posebno za zapadnu hemisferu nebeske sfere. To mu je omogućilo i ucrtavanje većeg broja zvijezda (182), zvijezda i alignemenata (zamišljenih linija koje spajaju svjetlije zvijezde). Uz uputstva na hrvatskom i engleskom jeziku, kojim obrađuje četiri primjera, donosi popis svih zvijezda, pa knjiga ima ukupno 52 stranice dimenzija 31x24,5 cm.

Zvezdana karta br. 5  
ZA MJESNI SATNI KUT PROLIJETNE TOČKE ST. 80°-100°

	za AZIMUT 0° - 180°	za AZIMUT 180° - 360°	Ako se ucrtani dio zvezdine putanje nalazi na E i W polovima neba
Ime zvijezde u uputstvu:	Malim slovima	VELIKIM SLOVIMA	Iskazim slovima
Položaj zvijezde za ST. 80° 100° su ucrtani:	80° 90° 100°	100° 90° 80°	100° 80° 90° 90° 80° 100°



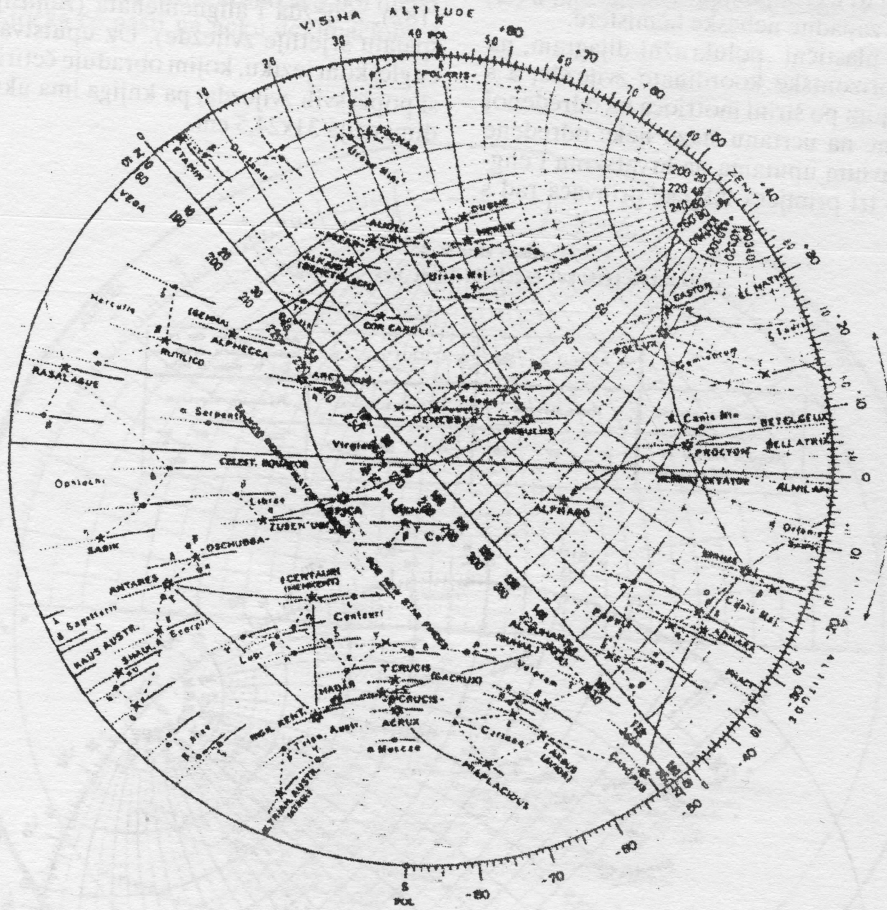
Slika 5. Jedna karta identifikatora zvijezda

Zvezdana karta br. 10  
 Za MJESNI SATNI KUT PROLIETNE TAČKE  $\theta = 80^\circ - 100^\circ$  i AZIMUT  $\omega = 0^\circ - 180^\circ$

OBJAŠNENIE

SIJAJNIJE ZVIJEZDE, porcije za $\theta = 80^\circ - 100^\circ$ i $\omega$	DODATNE OZNAČENJE I oznake	SLABIJE ZVIJEZDE	ZNAKOVI
ZABRANE ZAJEDNIČKE ..... * ..... 80° 80° 100° * zvezdučke u Jugoist. Amarić, Brt. Novy i Toljan. navit godišnjaku (N.G.) IDRUŽO mag. u sponovnutim stranin N.G. -INE- samo u Jugoist. N.G.	80° 80° 100° INE dodala u Amarić, Brt. Novy i Toljan. N.G. INE dodala samo u Toljan. N.G. 80° 80° 100° I lino nazivlje u Amarić. N.G.	o + oznake samo za $\theta = 80^\circ$ i lino nazivlje 80° Bez grčkog slova kad su koordinata donose u Amarić. N.G. 80° Bez grčkog slova kad su koordinata donose u Amarić. N.G.	Za većiće zvezde I R III IV V * * * * * ZA ZABRANE M o o ZA ostale Za spjehice u nazivlje Za oznake

NAPOMENA: ČRNI AZIMUTI ( $0^\circ - 180^\circ$ ) na geografskim dijagramu odnose se na zvezde izložne namjera i NA CRNU KARTU, a crveni na zapadni  $\theta$  na crvenu kartu.



Slika 6. Jedna karta novog identifikatora zvijezda

### 5. Identifikator $PR\omega$ od dr. Petra Čumbelića

Profesor dr. Petar Čumbelić izradio je jedan novi tip identifikatora zvijezda, kojemu je dao svoju karakterističnu oznaku  $PR\omega$ , kao i svojim nautičkim tablicama. Naime, u spomenutim tablicama on je određene vrijednosti gotovih rezultata označio s P, R i  $\omega$ , pa je eto to uzeo kao svoj prepoznatljiv znak i u svom identifikatoru.

Identifikator zvijezda  $PR\omega$  spada u onu skupinu, koja na jednoj zvezdanoj karti donosi ucrtane navigacijske zvijezde. Izdao ga je Hidrografski institut u Splitu 1991. godine unutar plastičnih kvadratnih korica (28 cm) gdje su na lijevoj strani napisane kratke upute s dva primjera na hrvatskom i engleskom jeziku, a na desnoj je zvezda-

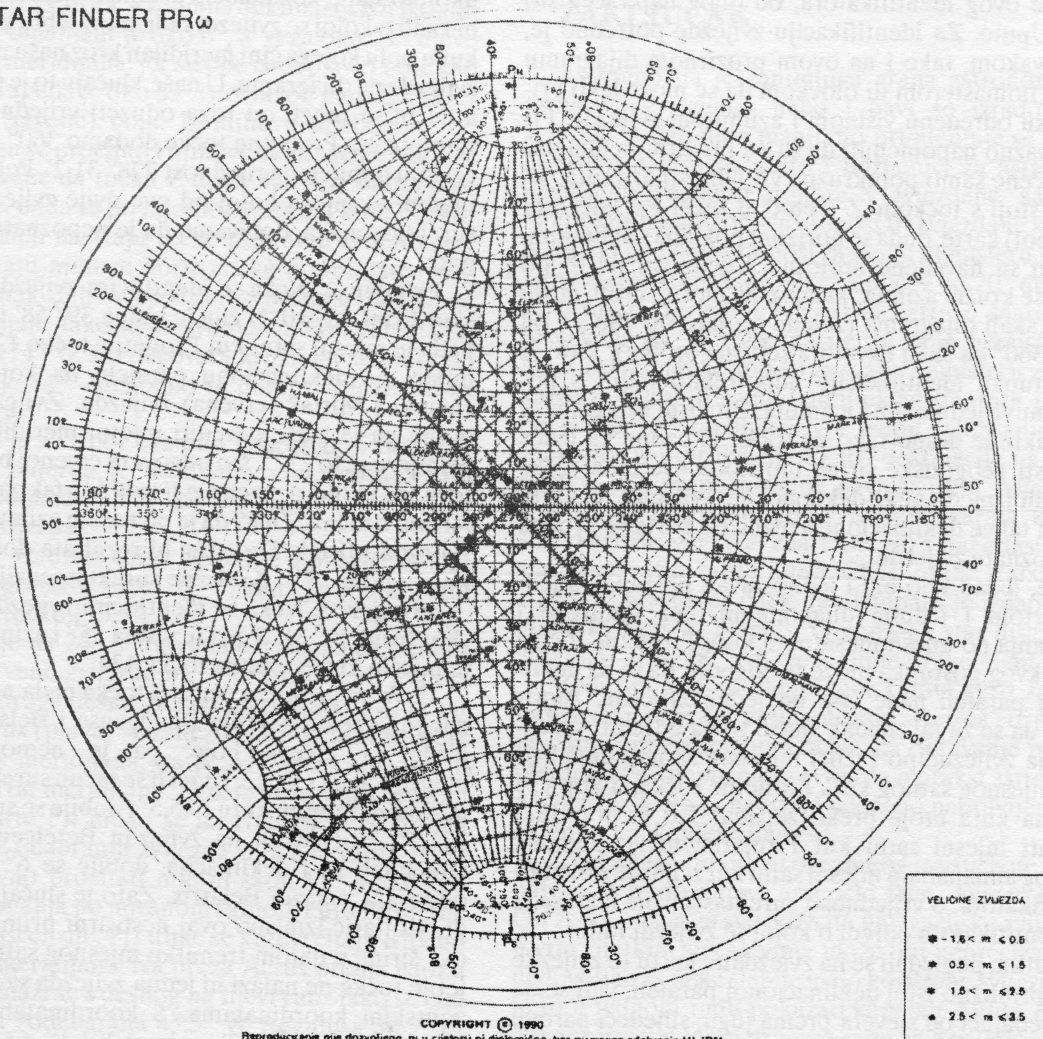
na karta nacrtana u azimutalnoj stereografskoj ekvatorskoj projekciji. Meridijani i paralele preslikavaju se kao ekscentrične kružnice (punim linijama svakih  $10^\circ$ , a iscrtanim svakih  $5^\circ$ ), dok se ekvator i središnji meridijan preslikavaju kao pravci. Brojevi meridijana, osim na ekvatoru, napisani su u polovima (neparni u sjevernom, a parni u južnom polu). Crtkano je izvučena i ravnina ekliptike.

Modre zvijezde imaju surektascenziju od  $0$  do  $180^\circ$ , a crvene od  $180$  do  $360^\circ$ . Meridijan motritelja na zvezdanoj karti je na vrijednosti  $360^\circ$  - sy. Desno je istočna strana horizonta, a lijevo zapadna.

Zvijezde po prividnoj veličini ( $m =$  magnitudo) imaju četiri oblika kao i u našem Nautičkom godišnjaku, što je objašnjeno, u desnom donjem kutu. Po tom obliku odmah znamo sjajnost zvijezde, ali se pri izradi ipak potkrale greške (plava boja se razlila) pa se kod nekih

IDENTIFIKATOR ZVIJEZDA PR $\omega$ 

prof. dr Petar Čumbelić

STAR FINDER PR $\omega$ Slika 7. Identifikator zvijezda PR $\omega$ 

sjajnih zvijezda ne vidi bijela točka u sredini (Vega, Acrux) što bi moglo zvesti da je na pr. Acrux (1,1m) približno istog sjaja kao Atria (1,9m) ili još gore Caph (2,4m). Uz zvjezdanu kartu postoji i prozirni kružni dijagram napravljen u istom omjeru, koji je s rupicom u sredini nataknut na stožer u sredini zvjezdane karte. Na njemu su izvučene vertikalne i visinske kružnice (svakih 10° pune, a svakih 5° crtkane linije), dok su horizont i prvi vertikal međusobno okomiti pravci. Za razliku od crno ucrtanih nebeskih meridijana i paralela na zvjezdanoj karti, vertikalne i visinske kružnice su na ovom dijagramu ucrtane u zelenoj boji. U uputama je autor naveo da je Identifikator zvijezda PR $\omega$  višenamjenska sprava i koristi se za:

1. Grafičko rješavanje astronomsko nautičkog trokuta
2. Identifikacija zvijezda
3. Izbor zvijezda pogodnih za opažanja.

Istina, i s ostalim bi se grafičkim identifikatorima za nacrtane zvijezde moglo vršiti prelaz iz horizontskog u mjesno-ekvatorski koordinatni sustav i obratno.

Međutim, zato bi trebalo na pr. u *Identifikatoru 2102 - D* koristiti uz dijagram po geografskoj širini i polarni dijagram; ili u Kotlarićevom *Identifikatoru zvijezda* zaokrenuti prozirni dijagram horizontskog koordinatnog sustava. S *Identifikatorom zvijezda PR $\omega$*  mogu se rješavati svi zadaci astronomsko nautičkog sfernog trokuta, a to znači osim prelaza iz jednog u drugi koordinatni sustav, mogu se računati kutevi u polu ili zenitu, lukovi deklinacionih i vertikalnih kružnica, izlazak i zalazak, meridijanska visina nepomičnog motritelja s točnošću 1°, te pregled cirkumpolarnih i anticirkumpolarnih svih nebeskih tijela, a ne samo ucrtanih zvijezda. Zato autor ovaj Identifikator zove "višenamjenska sprava", a to znači da može dobro poslužiti đacima, studentima i pitomcima svih pomorskih učilišta kod svladavanja materije i vježbanja zadataka u kolegiju astronomske navigacije. Međutim, u praksi se identifikator najviše koristi za identifikaciju snimljene nepoznate zvijezde, a rjeđe za izbor zvijezda, dok se grafičko rješavanje astronomsko-nautičkog trokuta uopće ne koristi.

Kroz nekoliko primjera ovdje će se šire pokazati korištenje ovog Identifikatora, od onog najkraćeg što donose Upute. Za identifikaciju zvijezde potrebno je, kao na svakom, tako i na ovom prozirnom dijagramu nacrtati (flomasterom ili olovkom da se može lako brisati) točku određenu visinom i azimutom zvijezde. Pri tome je važno napomenuti da su na prozirnom dijagramu označene samo polukružne vrijednosti azimuta, ali kada on stoji s točkom Z (zenit) u točki P<sub>N</sub> (sjeverni nebeski pol) karte, onda se horizont poklapa s nebeskim, na kojem su navedene brojčane vrijednosti od 0° do 360°, pa se kružni azimut, kako se na moru i broji, može čitati po skali dijagrama (zelene brojke) do 180°, a od 180° do 360° na skali ekvatora (crvene brojke). Zato je kod postupka identifikacije nepotrebno raditi s polukružnim vrijednostima azimuta. Prozirni dijagram se uvijek zakrene desno tako da točka Z padne na iznos vrijednosti geografske širine motrioca. Ucertana točka pada na ili između neke deklinacione kružnice na karti. Na visini takve deklinacione kružnice s karte se pročita ime nepoznate zvijezde.

Dakle, jedan vrlo brz i jednostavan postupak s jednom kartom i jednim dijagramom, bez upotrebe i podešavanja po mjesnom satnom kutu Proljetne točke. Kod ovakvog postupka može se dogoditi da se na deklinacionoj paraleli nađe više od jedne zvijezde. Autor upućuje da se za taj rijedak slučaj treba odrediti surektascenzija zvijezde po razlici mjesnog satnog kuta zvijezde i mjesnog satnog kuta Proljetne točke, u kojoj se oba satna kuta broje preko zapada. Tad je potrebno izračunati mjesni satni kut Proljetne točke pomoću nautičkog almanaha, a mjesni satni kut zvijezde pročitati s Identifikatora. S vrijednosti surektascenzije lako se iz istog identifikatora odredi o kojoj se zvijezdi radi.

Međutim, pogledali se na zvjezdanu kartu to zvijezde leže na približno istoj deklinacionoj paraleli, vidi se da su to, gledajući od sjevera prema jugu, slijedeći parovi: Alkaid i Mirfak, Capella i Daneb, Elnath i Pollux, Rasalhague i Regulus, Rigel i Alphard, Zuben'ubi i Sabik, Antares i Nunki, te Hadar i Rigil Kentaurus. Pri tome su samo pocrtani parovi zvijezda iste boje koji su često s iste strane meridijana. Kod tih parova je obično jedna zvijezda osjetno svjetlija od druge: Pollux od Elnatha, Rigel od Alpharda, Antares od Nunkia i Rigil Kentaurus od Hadara, pa praktički za iskusnog motrioca može doći do nesigurnosti jedino kod para slabih zvijezda Zuben'ubi i Sabik, koji se inače vrlo rijetko koriste u navigacijskoj praksi.

Ako je potrebno može se odrediti položaj mjesnog meridijana čija stupanjska vrijednost na ekvatoru odgovara razlici punog kuta i satnog kuta Proljetne točke ( $360^\circ - s \psi$ ), pa ako on leži između ovakvih zvijezda, onda se lako po vrijednosti azimuta odredi da li je nepoznata zvijezda istočno ili zapadno od meridijana. Za ilustraciju uzeti su prvo neki primjeri iz Identifikatora zvijezda od dr. Stjepa Kotlarića.<sup>10</sup>

**Primjer 1.** Neka se identificira zvijezda na geografskoj širini 42°20' N čija je izmjerena visina 45°01' i azimut 270°, kada je mjesni satni kut Proljetne točke 134°28,8'.

Postupajući po prethodno objašnjenom postupku, bez korištenja mjesnogsatnog kuta Proljetne točke, Ucertana točka na prozirnom dijagramu pada na deklinacionu kružnicu na kojoj se nalaze zvijezde Polluz i El-

nath. Kako su obje zvijezde i iste boje (crvene) onda ukoliko sjaju, konstelaciji ostalih zvijezda ili azimutu ne bi znali o kojoj se zvijezdi radi, morali bi s karte pročitati kut u polu kojega čini meridijan kroz našu ucertanu točku zvijezde na dijagramu. U naše, slučajaju to je približno 53°, a da bi se mogli od toga oduzeti vrijednosti mjesnog satnog kuta Proljetne točke dodamo 360° i za surektascenziju dobijemo vrijednost 278°31,2'. Pogledamo li po ravnini ekvatora kojoj od ove dvije zvijezde odgovara surektascenzija, dobivamo da je nepoznata zvijezda Elnath.

**Primjer 2.** Neka se identificira zvijezda na geografskoj širini 45°10' N čija je visina 39°58' i azimut 305°, kada je mjesni satni kut Proljetne točke 128°. I ovdje se dolazi na deklinacionu paralelu na kojoj su Alkaid (plava) i Mirfak (crvena) zvijezda. Zvijezde su raznobojne pa je lakše odrediti mjesni meridijan. U našem primjeru je to 232°, što odgovara crvenoj brojci na ekvatoru, pa je lijeva crvena zvijezda Mirfak zapadna, dok je Alkaid istočna. Znači da je po našem azimutu nepoznata zvijezda Mirfak. Do istog bi rezultata došli na temelju kuta u polu 77° i dobivene surektascenzije 309°.

**Primjer 3.** Neka se identificira zvijezda na geografskoj širini 26°31' S čija je visina 35° i azimut 300°, kada je mjesni kut Proljetne točke 134°.

U ovom primjeru ucertana točka pada na visinu deklinacije između zvijezda Betelgeuse i Belatrix. Obe zvijezde su crvene boje, pa je nemoguća izravna identifikacija s karte. Izvrši li se račun surektascenzije po mjesnom satnom kutu ( $45,5^\circ$ ) dobije se surektascenzija 271,5°, što navodi na zvijezdu Betelgeuse. Međutim, izračunali se i deklinacija, dobije se 6°20,3' N, a to odgovara zvijezdi Belatrix. Zato je slučaj sporan, jer je dr. Kotlarić izmislio ovaj nestvarni primjer, pošto se s ove širine u datom trenutku mjesnog satnog kuta Proljetne točke ne nalazi ni jedna zvijezda sa zadanim horizontskim koordinatama. S koordinatama Betelguesa visina bi bila 34°27,7' i azimut 301,1°, a s koordinatama Belatrixa 29°09,1' i 294,8°. I oba Kotlarićeva identifikatora točka sa zadanim horizontskim koordinatama ne pada na stazu ni jedne od ove dvije zvijezde, već na točku između njih, pa je i s njegovim identifikatorima nemoguća identifikacija, premda on tvrdi da je tražena zvijezda Betelgeuse.

Kroz prva dva primjera pokazao se način postupka, koji je u praksi rijedak. Treći primjer je pogrešno zada, pa ne pokazuje ni jednu zvijezdu. U najvećem broju slučajeva uopće nije potrebno raditi s mjesnim kutom Proljetne točke, već se zvijezda lako identificira pomoću izmjerene visine i azimuta, te približne geografske širine motrioca, što potvrđuju i slijedeća dva primjera.

**Primjer 4.** Na geografskoj širini 23°41' N izmjeru se visine i azimuti dvije zvijezde:

$$V1 = 61^\circ, \omega 1 = 115^\circ$$

$$V2 = 34^\circ 30', \omega 2 = 207^\circ$$

Prva zvijezda je Altair, a druga Antares.

**Primjer 5.** Na geografskoj širini 26°17' S izmjeru se visine i azimuti dvije zvijezde:

$$V1 = 36^\circ 45', \omega 1 = 137,4^\circ$$

$$V2 = 34^\circ 51', \omega 2 = 44,2^\circ$$

Prva zvijezda je Canopus, a druga Aldebaran.

Kada se s ovim identifikatorom želi vršiti izbor zvijezde za motrenje, onda je za tu svrhu potrebno primjer



u Uputama malo pojasniti. Mjesni meridijan je na  $10^\circ$  (plava brojka) ekvatora, a zenit na deklinacijskoj paraleli od  $36^\circ$  N. Fomalhaut je oko  $6^\circ$ , a Vega oko  $71^\circ$  lijevo - zapadno od meridijana, jer su obe iste (plave) boje kao i meridijan. Capella je oko  $89^\circ$  istočno od meridijana jer je suprotne (crvene) boje. Iz njihove udaljenosti od ekvatora mogu se pročitati i njihove deklinacije. Kada se dijagram zakrene da točka Z dode nad vrijednost geografske širine, onda se po mjesnom satnom kutu i deklinacionoj paraleli nacrtaju točke izabranih zvijezda, a s dijagrama čitaju njihove horizontske koordinate. Azimut dobiva znak E ili W po strani zvijezda u odnosu na mjesni meridijan. Tako se na primjer za Fomalhaut čita kut u zenitu  $174^\circ$  W, što odgovara kružnom azimutu od  $186^\circ$ . Visina je  $24^\circ$ . Analogno se dobiju vrijednosti za Capellu i Vegu.

Vidimo da je za izbor čak bilo nepotrebno čitati surektascenziju zvijezda, jer se čitanjem luka ekvatora od mjesnog meridijana dobilo izravno vrijednost mjesnog satnog kuta zvijezda.

**Primjer 6.** Izabrali četiri pogodne zvijezde za snimanje na geografskoj širini  $33^\circ$  S, kada je mjesni satni kut Proljetne točke  $113,5^\circ$ .

Meridijan je na  $246,5^\circ$  (crvena brojka). Aldebaran i Regulus su crvene zvijezde na N hemisferi, ali je prva lijevo (W), a druga desno (E) od meridijana. Achernar (crvena) i Acrux (plava) su zvijezde na S hemisferi, obje s lijeve strane meridijana, pa je Archenar zapadno, a Acrux istočno od meridijana. Dok je dijagram s točkom Z na točki karte P<sub>N</sub> mogu se nacrtati točke u kojima satne kružnice odabranih zvijezda sijeku ekvator, te na ekvatoru izravno pročitati mjesni satni kut svake zvijezde, bez računanja po mjesnom satnom kutu Proljetne točke i surektascenzije. Pri tome se kutevi čitaju istočno i zapadno od meridijana. Na pr. za Acrux prema istoku preko  $180^\circ$  prelazi se s desnog na lijevi rub. Tako se čita da je satni kut Aldebarana  $45,5^\circ$  W, Regulusa  $38,5^\circ$  E, Acruxa  $73^\circ$  E i Achernara  $90^\circ$  W.

Nakon zakretanja točke Z na iznos geografske širine, ucrtaju se položaji zvijezda na dijagram. Dovoljno je na ekvatoru naći točku po satnom kutu, a onda ići do deklinacione paralele zvijezde, pa se s dijagrama čitaju horizontske koordinate. Slijedeći deklinacionu paralelu do horizonta ili meridijana mogu se čitati i približne vrijednosti azimuta izlaska ili zalaska, te meridijanske visine gornjeg ili donjeg prolaska.

Može se raditi i obrnutim postupkom. Naime, na zvjezdanu kartu ucrtaju se položaji odabranih zvijezda po mjesno-ekvatorskim koordinatama, a onda postaviti dijagram iznad karte i orjentirati ga po geografskoj širini. Iz njega se čitaju tražene vrijednosti za vidljivo ucrtane točke zvijezda na karti. Međutim, da se karta sa zvijezdama ne natrpava novo ucrtanim točkama, a i zbog općeg načelada se točke crtaju po dijagramu, a ne po karti, preporučljiviji je prvi opisani postupak.

Zvijezda	Visina	Azimut	Azimut I/Z	Meridijanska visina
Aldebaran	$24^\circ$	$48^\circ$ W	$70^\circ$ W	$41^\circ$ (gornji prolaz)
Regulus	$32^\circ$	$46^\circ$ E	$75,5^\circ$	$45^\circ$ (gornji prolaz)
Acrux	$37^\circ$	$147^\circ$ E	cirkumpol.	$60^\circ$ (gornji prolaz) $6,5^\circ$ (donji prolaz)
Achernar	$27,5^\circ$	$142^\circ$ W	$180^\circ$	$66^\circ$ (gornji prolaz)

## ZAKLJUČAK

Astrognozija je zanimljiva grana astronomije koja proučava zvjezdano nebo i bavi se izradom atlasa zvijezda. Jedan njen manji dio primjenjuje se i u astronomskoj navigaciji. Zato i udžbenici za astronomsku navigaciju većinom donose i zvjezdane karte, dok nautički almanasi obično donosi tri zvjezdane karte. Naš Nautički godišnjak donosi za svaku hemisferu kartu polarne stereografske projekcije počev od  $20^\circ$  deklinacije pa do pola, te jednu zvjezdanu kartu u Mercatorovoj projekciji do  $70^\circ$  deklinacije na obje hemisfere. The Nautical Almanac donosi za svaku hemisferu zvjezdanu kartu u polarnoj azimutalnoj ekvidistantnoj projekciji počev od  $10^\circ$  deklinacije, te jednu zvjezdanu kartu u Mercatorovoj projekciji do  $30^\circ$  deklinacije na obje hemisfere. Za prepoznavanje navigacijskih zvijezda postoje u svijetu i razna izdanja zvjezdanih karata: Bernard's star chart; Brown's star chart; Brown's star atlas; Hallwag star map, zatim od Philipsa: Chart of the stars; Stars at a glance; Stargazer pack. Ian Ridpath je izdao: Collins guide to stars & planets, Greenwich star disc; Norton 2000 star atlas 18<sup>th</sup> ed; Gem guide to the night sky.<sup>11</sup>

Međutim, većina nabrojanih karata služi za pomoć motriocu u pronalaženju položaja zvijezda i orjenataciji na vidljivom zvjezdanom nebu. Za rješavanje problema identifikacije nepoznatih zvijezda u praksi astronomske navigacije, kako je naprijed izloženo, napravljeni specijalni grafički identifikatori.

Zbog snage izdavačai ogromnog tržišta koje pokriva, najviše se upotrebljava američki *Star - Finder 2102 - D*. On zadovoljava za sve poznate navigacijske zvijezde, ali u vrlo rijetkim slučajevima može biti neprecizan ili čak nedovoljan za neke slabije malo korištene zvijezde, kako je to u jednom radu pokazao kapetan Anton Botrić.<sup>12</sup> Isti autorje ujednom drugom radu za Kotlarićev Identifikator napisao: "*Detaljnu ocjenu tog Novog identifikatora zvijezda dao je u opširnijem članku pod naslovom Yugoslavia's Excellent New Star Finder V.A. Moitoret, kapetan b.b. mornarice SAD. Na osnovu uporedjenja tog Identifikatora s američkim Identifikatorom H.O. 2102 - D, Moitoret zaključuje da je jugoslavenski Identifikator najbolji što ga je on ikad imao pri ruci*".<sup>13</sup>

Osobno smatram da je Kotlarićev prvi Identifikator zvijezda čak bolji od Novog identifikatora zvijezda jer ima manji broj karata, a na svakoj karti su vidljive sve zvijezde nad horizontnom motrioca, što je važno kod izbora zvijezda.

Novi identifikator zvijezda prenatrpan je s velikim brojem zvijezda, zviježda i alinjmana u raznim bojama, što je za navigacijsku praksu suvišno. Zato i pored pohvala može se navesti i jedno drugačije mišljenje: "*Identifikator zvijezda sigurno je najvrednije djelo Kotlarića, međutim, Novi identifikator zvijezda je samo jedna varijanta starog, prilagođena amerikancima, odnosno, njihovom nautičkom godišnjaku. Koliko amerikanci zaista i koriste taj priručnik teško je reći, jer osim distribucije tog priručnika hidrografskim institutima u inozemstvu koju vrši naš HI na bazi razmjene, prodano je u inozemstvu još tridesetak primjeraka*".<sup>14</sup>

Ovi spomenuti identifikatori imaju ili veći broj plastičnih dijagrama, ili veći broj zvjezdanih karata. Vidjeli smo da Brazilski identifikator koristi samo dvije mreže,

pa se iz pročitanih vrijednosti (od kojih jednu još moramo računati) iz dodatnog popisa zvijezda određuje o kojoj se zvijezdi radi.

Identifikator zvijezda PRW od dr. Petra Čumbelića je kao najnovije izdanje našeg HI jedno originalno rješenje s jednom kartom i jednim dijagramom na kojem izravno čitamo ime zvijezde. U većini slučajeva nije mu potrebno raditi s mjesnim satnim kutem Proljetne točke, a to je velika prednost u odnosu na ostale identifikatore. Zato je on i napravljen samo na unutrašnjosti svojih korica, pa je prema tome i po tome najjednostavniji i najjeftiniji (x). Osim za svoju glavnu namjenu identifikacije zvijezda, on se može koristiti i za rješavanje ostalih elemenata astronomsko-nautičkog sfernog trokuta u općem i specijalnim slučajevima. Uz ovaku "spravu" ne bi bile potrebne ni tablice azimuta, jer se uz malo prakse može čitati azimut s točnošću na polovici stupnja, a to je točnost koja u praksi zadovoljava. Istina, zbog šarolikosti izvučenih mreža na karti i dijagramu, potrebno je malo vizuelnog napora da se slijedu sve linije i očita tražena vrijednost. Teškoću povećava lošija izrada stožera u sredini karte i stina nepreciznost izrađene mreže na dijagramu.

Izbor najpovoljnijih zvijezda za snimanje je nešto teži od ostalih grafičkih identifikatora.

Jednu zanimljivu ideju objavio je dr. Ivo Sjekavica u radu pod naslovom: "Nova metoda za identificiranje navigacijskih zvijezda na osnovi samo jedne ili dvije izmjerene visine". Identifikacija se izvodi uspoređivanjem izmjerene visine motrene zvijezde s izračunatim visinama navigacijskih zvijezda. Kod toga se kao motrena zvijezda uzima ona kojoj je visina izračunata približno jednako izmjerenoj visini. Ako dvije ili više zvijezda imaju takvu visinu, tad se između njih odabiru motrene zvijezde pomoću druge izmjerene visine i drugih izračunatih visina tih zvijezda. To se sve radi pomoću programiranog kompjutorskog računanja i u ovoj metodi nije potrebno snimati azimut motrene zvijezde. Može se također izvršiti kompjuterski odabir najpovoljnijih zvijezda za motrenje bez njihovog prethodnog prepoznavanja.<sup>15</sup>

Identifikacija zvijezda nije ni u vrijeme vođenja broda metodama astronomske navigacije bio svakodnevni zadatak. Ima puno kapetana koji nikad taj problem nisu rješavali. Danas je potreba za identifikacijom još manja jer se sve manje na brodu snimaju nebeska tijela. A za zvijezde se obično koriste avionske tablice H.O. 249 iz kojih se puni stupanj najbliže geografske širine i mjesnog satnog kuta Proljetne točke izravno čita visina i azimut neke od sedam izabраниh zvijezda. U naše vrijeme astronomskom navigacijom dosta se bave skiperi mnogobrojnih jahti što krstare raznim morima. Dakle, ti amaterski navigatori često sa sekstantom i satom određuju poziciju. Obično se služe gotovim programima za mala elektronična računala ili specijaliziranim navigacijskim kompjuterima koji samo s ubačenom približnom pozicijom, datumom, vremenom i visinom tijela i oka nad morem određuju poziciju broda. Također postoje i specijalne diskete za prenosivi personalni kompjuter s kojim se brzo i jednostavno, bez poznavanja nebeskih tijela i metoda astronomske navigacije dobiva pozicija broda s dvije snimljene visine navigacijskih

nebeskih tijela, s mogućnošću da sve ostavi zapisano na papiru.

Ipak, ispunjava nas zadovoljstvo da su i u izradi grafičkih identifikatora naši autori dali svoja originalna rješenja. Za Kotlarićev Prvi Identifikator zvijezda W.A. Scott, astronom Royal Greenwich Observatory-a, je napisao: "(...) da taj princip ne izgleda da je bio ranije primjenjen u takvom obliku". I ovaj najnoviji Čumbelićev identifikator je jedno zanimljivo rješenje, a vrijeme će pokazati koliko će ga prihvatiti daci, studenti i pitomci naših pomorskih učilišta, koji se na njega trebaju tek priviknuti da bi njihovim ukrcanjem na brod našao svoje mjesto među ostalim nautičkim publikacijama u navigacijskoj kabini. Vjerujem da neće ostati nezapažen i u međunarodnim nautičkim krugovima, iako astronomska navigacija nije više jedina mogućnost vođenja broda na otvorenom moru.

## BILJEŠKE

1. Petar Mardešić: Grafička identifikacija zvijezda Mornarički glasnik br.5, 1938. str. 622-638
2. Miloš Lipovac: Astronomska navigacija. H.I. JRM - Split, 1981. str.268
3. V.F. Đakonov: Morehodnaja astronomija. Morskoj transport, Leningrad, 1958. str. 235
4. Stjepo Kotlarić: Identifikacija zvijezda u suvremenoj navigaciji i ostvarenje novog tipa Identifikatora. Pomorski zbornik, knjiga 4, Zadar 1966 str. 246
5. American Practical Navigator - Bowditch. Voll. Defence mapping agency hydrographic center Washington, 1977. str. 692
6. Brown's Nautical Almanac 1991.
7. Star - Finder 2102 - D Weems & Plath, Inc. Annapolis, Md.
8. Identifikator N.P. 323 Hydrographer of the Navy, Ministri of Defence Tauton.
9. O.A. de Azeredo Rodrigues: Identificador de Astros. Marina do Brasil, Hydrographia Navegacao, 1949.
10. Stjepo Kotlarić: Identifikator zvijezda H.I. JRM Split 1956. str 6.
11. Kelvin Hughes charts & maritime supplies: Nautical Book List 1990. London, str.2.
12. Anton Botrić: Značenje i prednost Kotlarićeva Novog Identifikatora zvijezda u praksi astronomske navigacije Pomorski zbornik 5, Zadar 1967. str. 225-237.
13. Anton Botrić: O radu Hidrografskog instituta na unapređenju navigacije. Pomorski zbornik 8, Zadar, 1970. str.400.
14. Franjo Benković: Metode i "metode". Naše more 1, Dubrovnik 1983. str. 57.
15. Ivo Sjekavica: Nova metoda za identificiranje navigacijskih zvijezda - na osnovi samo jedne ili dvije izmjenjene visine Zbornik radova drugog jugoslavenskog znanstveno-stručnog skupa "obrazovanje kadrova u pomorstvu s obzirom na suvremene trendove u poslovanju". Dubrovnik, 25 - 27.10.1989. str.174 - 193.
16. What Star. Trimble Navigation, Ltd. and Caribbean Enterprises Inc. New York 1988.
17. Isto kao pod 4. str. 230.

## STAR FINDERS

### Summary

*The Star Finders are discussed in this article. A navigator needs sometimes to identify an unknown star which was observed in order to use that observation to determine or to check the position.*

*To simplify the problem several graphical Star Finders and Identifiers were developed and some of them by Yugoslav Authors.*

*The most popular Star Finders are analysed in this article, they are compared with those of our authors and the conclusion is made that Star Finders developed by our authors better and more practical for solving that particular navigational problem - Star Identification.*