

# NAVIGACIJA PREMA ZVIJEZDAMA U PREHISTORIJI I ANTICI (II. dio) *Star Based Navigation in Antiquity and Prehistory (II. part)*

UDK 656.61.052.1  
Pregledni članak  
Review

„Adde gubernandi studium, quod venit in astra et  
pontum caelo vincit.“  
(Manilije, *Astronomica*, IV. 279.-280.)<sup>1</sup>

## Sažetak

U drugom dijelu članka raspravlja se o upotrebi zvijezda Sjeverne krune za navigaciju u gornjem paleolitikumu, s pomoću koje se mogao pronaći Sjeverni nebeski pol. Opisuje se navigacijske tehnike s pomoću kojih se moglo ploviti i u prehistoriji, uz neke jednostavnije astronomske instrumente kojima se mogla odrediti visina pojedinih zvijezda. Također se raspravlja o upotrebi zadnjih cirkumpolarnih zvijezda za određivanje geografske širine na Mediteranu.

*Ključne riječi:* zvijezde, navigacija, antika, prehistorija, Veliki medvjed, Mali medvjed

## Summary

The second part of the article rises the question of Upper palaeolithic navigators' use of the constellation Corona Borealis for determining the North celestial pole. I also describe navigational techniques of Pacific navigators, some of which could also be used in prehistory, and some simple astronomical instruments for determining the altitude of stars. I also consider the use of so-called last circumpolar stars for determining latitude in the Mediterranean area.

*Key words:* stars, navigation, antiquity, prehistory, ursa major, ursa minor

Vratimo se dalje u prošlost. Pogledajmo paleolitičku sliku iz špilje Cueva di el Castillo u Kantabriji. Tamo je prikaz sedam točkica poredanih u obliku pravilna polukruga. Rappenglück smatra kako on predstavlja zvijezde Corona Borealis (Rappenglück, 2000., 17.; zanimljivo da i zvijezda koja spominje Homer, a i kasniji autori, redovito imaju po sedam zvijezda: Veliki i Mali medvjed, Orion, Boötes, Plejade, Hijade...). Tu interpretaciju temelji na nekoliko činjenica: npr. treća točkica zdesna je najveća, a odgovarala bi najsvjetlijoj zvijezdi konstelacije – Alphekki (Rappenglück, isto). Zbog precesije odnos se zvijezda unutar konstelacije mijenjao pa slika može predočavati ovo zvijezde samo u razdoblju 13000. – 7000. godine pr. Krista, što se slaže s datumima dobivenim metodom analize C-14, ili kasni magdalenijen ili rani azilijen (Rappenglück, 2000., 19.). Rappenglück je dalje izračunavao u kojim je razdobljima ovo zvijezde moglo imati neko posebno značenje zbog kojega bi ga paleolitički ljudi imali razlog promatrati. Tako je izračunao da je konstelacija bila cirkumpolarna od oko 11000. godine pr. Krista, gledano s geografske širine Cueva di el Castillo (Rappenglück, 2000., 20.). Prije toga datuma sve zvijezde nisu bile vidljive iznad horizonta u trenutku donje kulminacije ovoga zvijezda. Zatim, izračunao je da je konstelacija najbliže polu (17° - 21°) bila u razdoblju između 8000. i 7500. godine pr. Krista i tada je mogla najbolje poslužiti kao pokazatelj. Sjevernog nebeskog pola (Rappenglück, 2000., 21.). Izučavajući dalje razne kombinacije Rappenglück je došao do još tri zanimljiva datuma. Oko godine 12000. pr. Krista, lijevi

\* Tomislav Bilić, dipl. arheolog i povjesničar, Gliptoteka HAZU, Medvedgradska 2, 10000 Zagreb

<sup>1</sup> U vrlo slobodnom prijevodu: „Postoji i vještina navigacije, koja je posegnula za zvijezdama i povezala more i nebo.“

krak konstelacije je pokazivao prema zvijezdi Vega<sup>2</sup> (α Lyrae), tad udaljenoj od pola oko 5°. Nadalje, linija povučena od najsajnije zvijezde Alphekke, koja prolazi sredinom između dviju "rubnih" zvijezda konstelacije (4 i 14 CrB), pokazivala je oko godine 11000. pr. Krista točno prema zvijezdi 85 Her, koja je u to vrijeme bila najbliža polu (udaljena oko 4,5°). Ista takva linija, povučena iz zvijezde 8 (γ) CrB, pokazivala je oko godine 7500. pr. Krista prema zvijezdi 22 Her, tada od pola udaljenoj oko 1,4° (Rappenglück, 2000., 20.-22.). Tako su paleo-olitički/mezolitčki stanovnici ovog područja mogli vrlo lako pronaći sjever s pomoću zvijezda Sjeverne krune, osobito oko godina 11000. i 7500 pr. Krista, baš kao što su ga grčki pomorci pronalazili s pomoću Velikoga, a fenički Malog medvjeda.

U grčko-rimskoj mitologiji ovo se zvijezde izjednačuje s Arijadinom krunom (Allen, 1963., 174.), koju je Dioniz postavio na nebo kada su bogovi došli proslaviti njezin brak s Tezejem. Krunu je Arijadna dobila od Hora i Afrodite, pa je bila prva koja je okrunjena njome na vjenčanju. Spominje se i da su Hore i Afrodita krunu dale Arijadni na njezinu drugom vjenčanju, onom s Dionizom. Prema drugoj verziji, krunu je Dioniz dao Arijadni kada ju je želio zvesti. Krunu je izradio Hefest, a njezin je sjaj vodio Tezeja iz labirinta. Bogovi su je postavili na nebo kad su Tezej i Arijadna došli na Naksos.<sup>3</sup> Prema još jednoj priči, Dioniz je krunu dobivenu od Afrodite postavio na nebo kad se spuštao u Had po svoju majku Semelu. Zatim, spominje se kako je Minos bacio svoj zlatni prsten u more izazivajući Tezeja da ga izroni i tako dokaže da je Posejdonov sin. Tezeju Nerejide daju prsten, a Tetida mu daje i krunu što je dobila na svojem vjenčanju od Afrodite (Condos, 1997., 87-88.; Higin, *Poetska astronomija*, 2.5.; Pseudo-Eratosten, *Zvijezda*, 5.). Zajedničko svim tim pričama je da zvijezde predstavlja krunu koju je Arijadna dobila na vjenčanju s Tezejem ili s Dionizom. Zanimljiva je priča po kojoj je Tezej tražio put iz labirinta s pomoću krune: većinom se pritom spominje nit namotana u klupko koju je zavezao na ulazu u labirint pa se tako uspio vratiti nakon što je ubio Minotaura (Graves, 1992., 98.k, 339.). Kruna je dakle Tezeju poslužila pri orijentaciji. U keltskoj mitologiji zvijezde je imalo naziv Caer Arianrhod, "Zamak srebrnog kotača" (Allen, 1963., 177.). Caer Arianrhod ledeno je mjesto na sjeveru odakle dolaze hladni sjeverni vjetrovi. Taj se zamak okreće bez

kretanja između tri elementa - vode, vatre i zraka<sup>4</sup>. Ovaj opis dobro odgovara cirkumpolarnom zvijezdu koje blizu pola kruži oko njega s malo kretanja (Rappenglück, 2000., 22<sup>5</sup>). I keltske i klasične priče možda su proizišle iz tradicije koja je ovo zvijezde vezala uz kopnenu ili pomorsku navigaciju.

U posljednje vrijeme neki američki arheolozi postavili su odvažnu tezu po kojoj su najraniji naseljenici u Ameriku došli iz Europe u razdoblju gornjopaleolitičke kulture solutrena. Oni su pronašli veliku sličnost između tehnologije izrade oruđa u toj gornjopaleolitičkoj kulturi (oko 22000.-16500. pr. Krista) i izrade oruđa u Clovis-kulturi (početak oko 12000 pr. Krista) na američkom kontinentu. U istočnoj Aziji, otkuda su navodno došli nositelji Clovis-kulture, nema slične tehnologije, a solutrenska litička industrija mnogo je sličnija Clovis-industriji nego litičkim industrijama europskog kontinenta koje su joj prethodile ili su je nasljeđivale. Nositelji solutrenske tehnologije izrade oruđa živjeli su u vrijeme posljednjega glacijalnog maksimuma (oko 18000 pr. Krista) u jugozapadnoj Francuskoj i sjevernoj Španjolskoj te su se obilno koristili morem kao izvorom hrane. Stanford i Bradley smatraju kako su solutrenski pomorci mogli putovati uz ledene površine sjevernog Atlantika (morska je razina tada bila oko 130 m niža od današnje)<sup>6</sup>, a Rappenglück dodaje da su se za pomorsku navigaciju možda služili i zvijezdem Corona Borealis (Rappenglück, 2000., 23.). Tako bi prvim naseljenicima Amerike cirkumpolarno zvijezde Sjeverne krune poslužilo da pri navigaciji odrede Sjeverni nebeski pol i orijentiraju se prema sjeveru.

Ti su pomorci, također, mogli određivati i geografsku širinu na temelju visine nebeskog pola iznad horizonta. Naime, geografska širina s koje se promatra pol jednaka je visini samog pola iznad horizonta.<sup>7</sup> To je navigacijska

<sup>4</sup> Velška pjesma Hanes Taliesin (? 6. ili 13. st.), stanca 18, prijevod D. W. Nash:

„I have been in an uneasy chair  
Above Caer Sidi,  
And the whirling round without motion  
Between three elements.“

Graves u *The White Goddess* izjednačava Caer Sidi i Caer Arianrhod. Caer Sidi = „Zamak koji se okreće“. Duše umrlih uspinju se na ovo mjesto koje su Kelti zamišljali kao dvorac na nebu. Sličnu percepciju o svijetu mrtvih u području cirkumpolarnih zvijezda imali su i Egipćani. Lokacije svijeta mrtvih i njegove veze s cirkumpolarnim konstelacijama izlaze izvan okvira ove rasprave.

<sup>5</sup> Podatke o keltskom tumačenju imena konstelacije Rappenglück nalazi kod Roberta Gravesa, *The White Goddess*.

<sup>6</sup> Stanford, Dennis i Bradley, Bruce, *Did Some Ancient Americans Come from Europe?*, *Discovering Archaeology* (Scientific American), 7, 2000. Nećemo ovdje ulaziti u raspravu protivnika i pobornika teze o solutrenskom porijeklu Clovis-kulture. Jedan od glavnih prigovora je razlika od više od 4.000 godina između kraja jedne i pojave druge kulture. Stanford i Bradley to objašnjavaju nedostatkom najstarijih nalaza na istočnoj obali Amerike, koji bi danas bili pod morem zbog uzdizanja morske razine.

<sup>7</sup> U špilji Lascaux nalazi se prikaz nekoliko zanimljivih likova; Rappenglück ga interpretira kao složenu kozmografsku sliku paleolitičkog duštva kojim su dominirali šamani. Na slici su prikazani, između ostalih, likovi Ptice na štapu i Čovjeka-ptice. Gledano s vrha špilje, Čovjek-ptica izgleda da stoji uspravno, a Ptica na štapu je otklonjena od zamišljenog poda za kut od 45,3°. To je značajno jer je geografska širina na kojoj se špilja nalazi 45,01°, što znači da štap pokazuje Sjeverni nebeski pol. „I danas šamani u Americi i Aziji postavljaju takve štapove s pticama ili štapove ukrašene ptičjim perjem umjesto samih ptica. Takve štapove, ili barem životinje na vrhu štapa, orijentiraju prema kardinalnim smjerovima, specijalno prema meridijanu. Često postavljaju stupove pod kutom tako da im vrh pokazuje u smjeru sjevernog nebeskog pola.“ (Rappenglück, 1998a). To bi značilo da su stanovnici Lascauxa (slika je nastala oko 16500 godine prije sadašnjosti) mogli prepoznati Sjeverni nebeski pol (koji

<sup>2</sup> Kada već govorimo o različitim polarnim zvijezdama u pojedinim epohama, spomenimo tezu Otta Siegfrieda Reutera u knjizi *Germanische Himmelskunde*. On je germanskog boga Tyra (anglo-saksonski Tiw, saksonski Irmin = otuda poznato sveto drvo Saksonaca koje je posjekao Karlo Veliki; Widukind iz 10. st. ga identificira s rimskim Marsom) identificirao sa zvijezdom 32 (σ 1694) Cameleopardis, najbližom polu prije Polaris, oko 800. (Krupp, 1991, 288-289).

<sup>3</sup> „In days past the maiden Ariadne, daughter of Minos, with kindly intent rescued Theseus from grim contests -- the maiden whom Pasiphae daughter of Helios bore. But she, when Minos had lulled his wrath to rest, went aboard the ship with him and left her fatherland; and her even the immortal gods loved, and, as a sign in mid-sky, a crown of stars, which men call Ariadne's crown, rolls along all night among the heavenly constellations.“ (Apolonije Rodanin, *Argonautica*, III.997-1104) Ovidije također spominje ovu konstelaciju kada zaziva Dioniza: „sic micet aeternum uicinae sidera uincat coniugis in caelo clara corona tuae.“ (*Tristia*, V.3.41-42)

Corona tua = tvoja kruna, kruna koju je Dioniz postavio na nebo. Slično donosi i Manilije: „At parte ex alia claro volat orbe Corona... ..Cnosia desertae fulgent monumenta puellae...“ (*Astronomica*, I.319, 323)

metoda česta u antici, a i u plovidbi Indijskim oceanom. S pomoću visine pola mogla se odrediti samo geografska širina plovidbe. Za određivanje visine polarne zvijezde dovoljan je jednostavan štap s urezima. Svaki urez na štapu određuje visinu polarne zvijezde na određenoj lokaciji, npr. u nekoj luci.<sup>8</sup> Navigator zna visinu polarne zvijezde (ili neke cirkumpolarne zvijezde u trenutku donje kulminacije) na svojem odredištu i usmjeruje svoj brod sjeverno ili južno od kursa ovisno o visini te zvijezde. Sličan instrument (al-Kemal) imali su arapski pomorci za navigaciju po Indijskom oceanu<sup>9</sup> (Duboković-Nadalini, 1998., 26., 95.; Hekman, 1995., 136.), a gotovo je identičan i Jakobov štap, instrument europskih pomoraca od 15. st. Njime su se mjerile visine nebeskih tijela, osobito Sjevernjače, od morskog horizonta (Hekman, 1995., 136.).

Al Kemal je zapravo bila pravokutna ploča u središtu s pričvršćenim konopcem razdijeljenim na uzlove na određenim udaljenostima. Motritelj bi odmicao ploču od oka dok njezina donja stranica nije bila na morskoj razini, a gornja se poklapala s praćenom zvijezdom. Zatim bi razvukao konopac okomito na ploču do svojih usta. Visina zvijezde bila je određena dužinom razvučenog konopca, a izražavana je u izbama; 1 izba = 1°36' (Duboković-Nadalini, 1998., 95.; Hekman, 1995., 136.). Jakobov štap je bila slična sprava: sastojala se od četverostranog drvenog štapa po kojem je klizio drugi, manji štap, okomit na prvi (bila su tri do četiri okomita

štapa kojima su se mjerile veće ili manje visine/kutovi, a za svaki je takav „križni“ štap bila je podjela na stupnjeve na jednoj stranici glavnog štapa). „Križni“ štap bi se pomicao gore-dolje po glavnom štapu dok ne bi donji krak manjeg štapa doticao horizont, a gornji kraj promatranu zvijezdu. Visina bi se tada očitavala iz graduirane stupanjske ljestvice na glavnom štapu (Duboković-Nadalini, 1998., 127-128.; Hekman, 1995., 136.; Franušić, 1981., 189.-190., 193.).

Ali za mjerenje visine zvijezda bila je dovoljna samo ljudska šaka: „U Aleksandriji, najniža u Velikom medvjedu (kad je Veliki medvjed ispod Polarne zvijezde) bila je zvijezda Alkaid, krajnja rubna zvijezda u rudi Velikog medvjeda. U donjoj kulminaciji bila je upravo u sjevernom horizontu, dakle zadnja cirkumplarna zvijezda, a u Grčkoj bila je na visini od približno 5°, primjerice za rt Matapan što je odgovaralo visini šake ispružene ruke. Kada bi Grci plovili za Aleksandriju i mjerili visinu te zvijezde u donjoj kulminaciji, mogli su procijeniti svoj položaj. Primjerice, ukoliko bi visina bila približno tri prsta ispružene ruke, znali su da su na pola puta do Aleksandrije.“ (Hekman, 1995., 40.). „Poznato je da debljina srednjeg prsta ispružene ruke predstavlja oko 2° na nebeskoj sferi. Isto tako širina pesnice oko 8°, razmak između raširenog palca i kažiprsta oko 15°, a razmak između vrhova raširenog palca i malog prsta oko 22°.“ (Franušić, 2000., 172.). U Oceaniji su visinu polarne zvijezde također mjerili prstima: rašireni prsti ispružene ruke činili su jedan ey-ass (oko 15°; ey-ass je inače kukasti štap za branje kruhovca). Navigatori sa Satawala utvrdili su visinu Sjevernjače od ½ ey-assa (oko 7°30'), a na Saipanu 1 ey-ass, što su približno točne vrijednosti. Navigator je u Honoluluu prstima odredio visinu polarne zvijezde od 1½ ey-assa (22°30'), što je opet vrlo precizno (Lewis, 1994., 277-278.). Ničetić negira mogućnost upotrebe zvijezde Alkaid u navigaciji zbog njezine male visine iznad horizonta u donjoj kulminaciji (Ničetić, 2000., 84-85.; 2001., 18.).

Zadnja cirkumpolarna zvijezda je ona koja u donjoj kulminaciji dodiruje horizont. Ako je određena zvijezda udaljena od pola za iznos  $\varphi$  (jednak geografskoj širini na kojoj je motritelj; polarna udaljenost  $p = 90 - \delta = \varphi$ , gdje je  $\varphi$  = geografska širina a  $\delta$  = deklinacija određene zvijezde, dakle njezina udaljenost od nebeskog ekvatora), ona će u donjoj kulminaciji doticati horizont. Prema takvim su zvijezdama Grci određivali mjesta jednake geografske širine ako su te zvijezde za motritelja tih mjesta u donjoj kulminaciji dodirivale horizont (Hekman, 1995., 55.). U stvarnosti, zbog raznih astronomskih pojava, nije moguće promatrati zvijezde dok nisu barem nekoliko stupnjeva iznad horizonta.

Strabon donosi podatak kako je Pitej iz Masalije, grčki navigator i astronom (4. st. pr. Krista), određivao geografsku širinu mjesta do kojih je stigao na svojim putovanjima s pomoću Sjevernjače (Franušić, 1981., 188.; 1994., 20.; 2000., 174.). Da bi potvrdio geografsku širinu zemalja koje je posjetio, promatrao je donju kulminaciju onih cirkumpolarnih zvijezda kojima je točka te kulminacije bila najbliže horizontu (Duboković-Nadalini, 1998., 47.). Pitej je otkrio da u njegovo vrijeme Sjeverni nebeski pol nije bio označen nekom zvijezdom, već je bio

je tada bio udaljen oko 1° od zvijezde  $\delta$  Cygni). Iz ranije rasprave je jasno da su paleolitički ljudi to mogli učiniti i u Cuevi di el Castillo s pomoću zvijezda Sjeverne krune.

<sup>8</sup> „Za svaku se važniju luku Mediterana znala visina jedne cirkumpolarne zvijezde u donjoj kulminaciji, a po njoj i geografska širina te luke. Pomorci su, ploveći s otvorenog mora, mjerili visinu te zvijezde u donjoj kulminaciji i tako procjenjivali svoj položaj.“ (Franušić, 1981., 188-189; 1994., 20; također i Hekman, 1995., 57). Ako su doista postojale zvijezde koje su određivale geografsku širinu pojedine luke, one zbog precesije nisu mogle ostati u funkciji duže vremensko razdoblje. Uzmimo za primjer Masaliju, Pitejevu domovinu. Za „njezinu“ zvijezdu arbitrarno smo izabrali  $\zeta$  Cephei (mag. 3,39), jer je ona oko godine 600. pr. Krista od Sjevernog nebeskog pola bila udaljena otprilike za geografsku širinu Masalije ( $\varphi$  Masalije  $\approx 43^\circ 20'$ ;  $\delta$  zvijezde  $\zeta$  Cephei oko 600. godine pr. Krista  $\approx 46^\circ 50'$ ; dakle polarna udaljenost  $\approx 43^\circ 10'$ ). Napominjemo da zbog jednostavnosti nismo ovdje uzeli u obzir atmosfersku refrakciju, ekstinkciju svjetlosti i elevaciju horizonta, pojave koje uvelike mijenjaju izračun prije navedenih koordinata; primjerice, zvijezda  $\zeta$  Cephei nikako nije mogla „označavati“ Masaliju jer je, kao slabo vidljiva zvijezda magnitude 3,39, mogla biti (zbog ekstinkcije) u donjoj kulminaciji vidljiva tek kada se nalazila 3-4° iznad horizonta. Iz tablice je vidljivo da je zvijezda kroz relativno kratko vrijeme, primjerice, od osnutka Masalije do Pitejeva putovanja ili od tog putovanja do Augustove vladavine, izgubila značenje koje je imala u prethodnom razdoblju. Tako konkretna zvijezda oko 300. pr. Krista nije mogla biti zvijezda luke Masalije, što je 300 godina prije bilo moguće. No, sada je njezinu ulogu mogla preuzeti zvijezda  $\epsilon$  Cephei ( $\delta$  zvijezde 300. pr. Krista =  $46^\circ 45'$ , visina donje kulminacije  $\approx 0^\circ$ ; mag. 4,18).

GODINA	VISINA DONJE KULMINACIJE ZVIJEZDE $\zeta$ CEPHEI PROMATRANE IZ MASALIJE	GEOGRAFSKA ŠIRINA KOJU ZVIJEZDA OZNAČAVA (primjer grada na toj širini)
600. pr. Krista	$\approx 10'$	$\approx 43^\circ 10'$ (Marseilles $43^\circ 20'$ )
300. pr. Krista	$\approx 1^\circ 20'$	$\approx 42^\circ$ (Rim $41^\circ 50'$ )
1.	$\approx 2^\circ 20'$	$\approx 40^\circ 50'$ (Napulj $40^\circ 50'$ )
300.	$\approx 3^\circ 40'$	$\approx 39^\circ 40'$ (Valencija $39^\circ 30'$ )

<sup>9</sup> „...Arapi su za svaku važnu luku znali koliko uzlova (na al-Kemalu) odgovara visini Polarne zvijezde, pa su znali kad se nalaze na geografskoj širini određene luke. Slično su radili Portugalci u plovidbi uz zapadnu obalu Afrike.“ (Hekman, 1995, 138) Kinezi su u peljarima za plovidbu između Sumatre i Šri Lanke imali zapisane visine Polarne zvijezde za pojedine punktove odnosno faze plovidbe. Tako je npr. visina Polarne zvijezde malo sjevernije od ekvatora bila 1 chich (= širina prsta; Hekman, 1995a, 224).

pozicioniran tako da s tri manje svijetle zvijezde u blizini pola čini četverokut (Medas, 2000., 245.). Te tri zvijezde mogle su biti Kochab (mag. 2,07), Thuban (mag. 3,67) i  $\kappa$  Draconis (mag. 3,85). O tome piše Hiparh u *Komentar u Arata i Eudoksa* (I.4): „Eudoks griješi o sjevernom polu, jer kaže: 'Postoji određena zvijezda koja uvijek ostaje na istom mjestu; ova zvijezda je pol svemira.'; ustvari, na polu nema nijedne zvijezde, nego prazan prostor, međutim, sa tri zvijezde u blizini, s kojima točka pola čini četverokut, kako tvrdi i Pitej iz Masalije.“ Hiparh ne spominje izravno na koje tri zvijezde misli.

Da su antički pomorci procjenjivali visinu pojedinih asterizama, npr. Velikog i Malog medvjeda, nebeskog pola te Kanopusa, jasno je iz Plinijeve *Historiae naturalis*. On navodi različitu vidljivost Kanopusa u Italiji, Aleksandriji, Rodosu i na Crnom moru, zatim različitu vidljivost Velikog i Malog medvjeda (*septentriones*) u Egiptu i na Crnom moru itd. Donosi i podatak o nevidljivosti Prijestolja Cezara (zviježđe Južni križ; Allen, 1963., 185.) u Italiji, ali i neke pogrešne podatke; primjerice, da se zviježđe Berenikine kose ne vidi iz Italije. Također spominje da Veliki medvjed počinje zalaziti između Rodosa i Aleksandrije, što je dosta neprecizan podatak koji se može shvatiti kao uopćeno svjedočenje o spuštanju ovog zviježđa prema horizontu s promatračkog mjesta na južnom Mediteranu u vremenskom razmaku što je protekao između Plinija te Eratonstena i Hiparha (Medas, 2000., 245.). Iz toga Plinije zaključuje da su navedeni asterizmi od velike pomoći mornarima u navigaciji, više nego neke druge zvijezde ili zviježđa. Zaključno iznosi da su cirkumpolarne zvijezde više na mjestima bližima nebeskom polu i da se spuštaju bliže moru što se mornari udaljuju od pola, te da je Zemlja u obliku „lopte“. Zato se čini da su iste zvijezde, promatrane s jedne točke zemaljske kugle, visoko iznad horizonta, a promatrane s drugog mjesta, čine se bliže horizontu.<sup>10</sup> Strabon prenosi Eratostena (*Geografija*, II.1.19.) i Hiparha (*Geografija*, II.5.36.), koji donose kako šape i kraj repa Velikog medvjeda u nekim dijelovima Egipta (Syene i Berenice kod Crvenog mora, na geografskoj širini od oko 24° sjeverno, blizu Rakove obratnice) zapadaju za horizont; dakle, na toj geografskoj širini ovo zviježđe nije cirkumpolarno (Medas, 2000., 245.). Iz ovoga je jasno da su antički pomorci određivali geografsku širinu s pomoću cirkumpolarnih zvijezda jer su bili svjesni da se udaljavanjem od Sjevernog pola visina sjevernih cirkumpolarnih zvijezda smanjuje. To potvrđuje i Klaudije Ptolemej, koji u *Geografiji* prenosi i

<sup>10</sup> „Septentriones non cernit Trogodytice et confinis Aegyptus, nec canopum Italia et quem vocant Berenices crinem, item quem sub Divo Augusto cognominavere Caesaris thronon, insignes ibi stellas. adeoque manifesto adsurgens fastigium curvatur, ut canopus quartam fere partem signi unius supra terram eminere Alexandriae intuentibus videatur, eadem a Rhodo terram quodammodo ipsam stringere, in Ponto omnino non cernatur, ubi maxime sublimis septentrio. idem a Rhodo absconditur vigilia occultus, secunda se ostendit, in Meroë solstitio vesperi paulisper apparet paucisque ante exortum arcturi diebus pariter cum die cernitur. navigantium haec maxime cursus deprehendunt, in alia adverso, in alia prono mari, subitoque conspicuis atque ut e freto emergentibus, quae in anfractu pilae latuere, sideribus. neque enim, ut dixere aliqui, mundus hoc polo excelsiore se attollit — aut undique cernerentur haec sidera —, verum haec eadem quibusque proximis sublimiora creduntur eademque demersa longinquis, utque nunc sublimis in delectu positus videtur hic vertex, sic in illam terrae devexitatem transgressis illa se attollunt, residentibus quae hic excelsa fuerant, quod nisi in figura pilae accidere non posset.“ (II.71, 178-179).

komentira neke navode Marijana iz Tira: „Mali medvjed postaje potpuno vidljiv iznad horizonta promatran sa sjeverne obale Ocele (...) Paralela koja prolazi kroz Ocelu je uzdignuta 11 i 2/5°. Od Hiparha znamo da je najjužnija zvijezda u konstelaciji Malog medvjeda, ona na kraju repa, od pola udaljena 12 i 2/5°, i da se na sunčevu putu od ekvinoxija do ljetnog solsticija, Sjeverni pol uzdiže na horizontu, a Južni pol se spušta, te da se u suprotnom smjeru, kada sunce putuje od ekvatora prema zimskom solsticiju, južni pol uzdiže, a sjeverni spušta na horizontu (...) On [Marijan] kaže da oni koji plove iz Indije u Limiriku, kao Diodor Samljanin, o čemu kazuje u III. knjizi, izvještavaju da je Taurus u višem položaju u sredini neba nego što je u stvarnosti i da se Plejade vide u sredini jarbola, te nastavlja: 'oni koji plove iz Arabisa u Azaniju plove pravo prema jugu, prema zvijezdi Kanopus, koju tamo nazivaju Hippos, tj. Konj, a koja je daleko na jugu. Tamo se vide zvijezde koje mi ne poznajemo po imenu, a Sirius izlazi prije Procyona i Oriona, i to prije trenutka kada se sunce okreće natrag prema ljetnom solsticiju.' Za ta promatranja vezana uz zvijezde Marijan jasno ističe da se neka mjesta nalaze sjeverno od ekvatora, kao kad spominje da su Taurus i Plejade direktno iznad glava mornara. Te su zvijezde zapravo blizu ekvatora. On zaista spominje da neke zvijezde nisu više na jugu, nego na sjeveru (?), jer je Kanopus vidljiv i onima koji su dosta udaljeni od ljetnog solsticija; i neke od tih zvijezda, nama nikad vidljivih, mogu se vidjeti iznad horizonta sa mjesta južnije od nas, i u mjestima bližim ekvatorijalnom području od onih na sjeveru, kao oko Meroe. One mogu biti vidljive kao i sam Kanopus, koji nije vidljiv iznad horizonta onima koji su sjevernije od nas. Oni koji žive južnije zovu ovu zvijezdu Hippos, tj. Konj, a niti jednu od tih zvijezda mi ne poznajemo po imenu. Marijan tvrdi da je on sam došao do matematičkih dokaza da je Orion vidljiv u potpunosti, prije ljetnog solsticija, onima koji žive ispod ekvatorijalnog kruga; također da kod njih Sirius izlazi prije Procyona, koji je vidljiv sve do Syene na jugu.“ (*Geografija*, I.7)

Slično donosi i Strabon: „Hiparh kaže (...) da je u Zemlji koja proizvodi cimet Mali medvjed prvi puta unutar arktičkog kruga i uvijek vidljiv; jer je svijetla zvijezda na vrhu repa, najjužnija u konstelaciji, na samom rubu arktičkog kruga, tako da dodiruje horizont.“ (Strabon, *Geografija*, II. 5.35.); „U Syeni, Bereniki na Arapskom zaljevu, i u zemlji Troglodita (...) gotovo je cijeli Veliki medvjed vidljiv u arktičkom krugu, i jedna od zvijezda u četverokutu.“ (II. 5.36.); „U području otprilike 400 stadija južnije od Aleksandrijske paralele (...) Arcturus stoji u zenitu, iako malo pada prema jugu.“ (II. 5.38.); „Te regije [oko 1400 stadija prema sjeveru od početka Crnog mora] su jednako udaljene od pola i od ekvatora, i tamo je arktički krug u svom zenitu; i zvijezda na vratu Kasiopeje leži na arktičkom krugu, a zvijezda na desnom laktu Perzeja je malo sjevernije od arktičkog kruga.“ (II. 5.41.); „U područjima udaljenim oko 3800 stadija sjeverno od Bizanta (...) Kasiopeja se kreće unutar arktičkog kruga.“ (II. 5.42.)

Sličnim su se metodama koristili i oceanjski pomorci na Tihom oceanu. Evo što o tome kaže suvremeni navigator Nainoa Thompson iz Polynesian Voyaging

Society, kojeg je navigaciji učio Mau Pailug, majstor navigacije sa Satawala u Mikroneziji: „Južni križ je nama od velike važnosti. Izgleda kao papirnat zmaj. Dvije zvijezde u Južnom križu uvijek pokazuju prema jugu (Gacrux se nalazi iznad, a Acrux ispod). Ako putujete u kanuu prema jugu, te južne zvijezde će se činiti sve više i više na nebu svake noći. Ako bi otišli do južnog pola, bile bi gotovo iznad glave. Ako bi išli sjeverno prema Havajima, Južni križ bi se kretao preko neba u sve nižem i nižem luku svake noći. Kad bi se našli na geografskoj širini Havaja, udaljenost gornje (Gacrux) i donje zvijezde (Acrux) je jednaka udaljenosti donje zvijezde od horizonta. To se događa samo na geografskoj širini Havaja. Ako bi se nalazili u Nuku Hivi na 9° južne geografske širine, udaljenost između donje zvijezde u Južnom križu od horizonta je oko devet puta veća od udaljenosti između te dvije zvijezde.“<sup>11</sup> Donijeli smo ovdje opširan citat jer je moguće da su se i pomorci na sjevernim geografskim širinama koristili sličnim tehnikama. Franušić iznosi kako su srednjovjekovni pomorci koji su plovili zapadnom obalom Afrike, izgubivši mogućnost motrenja Sjevernjače i po njoj određivanja geografske širine, nju pokušavali odrediti s pomoću neke zvijezde u blizini Južnog nebeskog pola. No, tamo nije bilo u blizini nijedne zvijezde, pa su smjer juga određivali baš kao i oceanijski pomorci iz prije navedenog citata (Franušić, 2000., 174.; također i Hekman, 1995a, 234.). „Budući da su rektascenzije [udaljenosti od točke proljetnog ekvinoxija, neka vrsta „geografske dužine“, op. a.] tih zvijezda [Acrux,  $\alpha$  Crucis i Gacrux,  $\gamma$  Crucis, op. a.] približno jednake, one kulminiraju gotovo istodobno. Kulminacija se određivala viskom; kad bi obje zvijezde bile u vertikali, tj. kad bi njihova spojnica bila okomita na horizont, u tom trenutku mjerila bi se meridijanska visina.“ (Hekman, 1995a, 235.). Tako se čini da su portugalski i oceanijski pomorci poznavali istu tehniku određivanja smjera juga s pomoću istih zvijezda. I Kinezi su se orijentirali prema Južnom križu prilikom plovidbe južno od ekvatora (Hekman, 1995a, 224.). Slično tome može se s pomoću zvijezda  $\alpha$  i  $\beta$  Ursae Majoris odrediti položaj Sjevernjače: produžimo li sastavnicu tih dviju zvijezda za njezinu peterostruku dužinu (u smjeru od  $\beta$  prema  $\alpha$ ), ta će linija proći vrlo blizu Sjevernjače (Rozgaj, 1949., 32.).

Počeci plovidbe morima udaljeni su u dalekoj prošlosti. Možda je već *homo erectus* poduzimao putovanja morima od 730.000 do 900.000 godina prije sadašnjosti po Indoneziji (Bednarik, 1997., 185-186.; Bellwood, 1997., 20.), a možda čak sve do Australije (Rappenglück, 1998., 440.). Zsigurno je moderni čovjek nekako morao doploviti do Australije pred 60.000 do 45.000 godina (Bellwood, 1997., 21.), a možda čak i prije 140.000 – 130.000 godina (Rappenglück, 1998., 439.; Bellwood, 1997., 21.). U ledenom dobu ljudi su plovili po današnjoj Indoneziji (Bellwood, 1997., 21.), Japanu, Sjevernoj (McGrail, 1991., 85.) i Južnoj Americi pa i Sredozemlju<sup>12</sup> (McGrail, 1991., 85.; Rappenglück, 1998., 439.-440.). Osim posrednih dokaza u špiljama Lascaux i

Cueva di el Castillo nisu nam ostavili nikakve naznake o navigacijskim postupcima, ali čini se da je onih opisanih u prethodnoj raspravi bilo uglavnom i u prapovijesti. Dnevna plovidba bila je uvjetovana brojnim navigacijskim tehnikama: promatranjem istaknutih zemljopisnih obilježja, poznavanjem morskih struja, promatranjem ponašanja ribljih jata, temperature i saliniteta mora, poznavanjem vjetrova, tipova oblaka, slanjem ptica i brojnim drugim tehnikama.<sup>13</sup> No, orijentacija noću nešto je sasvim drugo. Nalazi iz dvije spomenute špilje dokazuju da su se prapovijesni pomorci (barem u Europi) mogli koristiti tehnikom „putovanja noćnim skokom“. To je metoda putovanja u kojoj se prati položaj Sjevernjače (zvijezde najbliže polu u određenoj epohi) te se održava isti kut između plovila i zvijezde, i tako se održava zadani kurs (Rappenglück, 1998., 442.).

Oceanijski narodi možda su i najveći pomorci svih vremena: oni su u jednostavnim plovilima prelazili goleme udaljenosti preko otvorenog mora, pa su tako možda stigli sve do Južne Amerike. Oni su poznavali „Zvezdanu strukturu“, navigacijsku mapu baziranu na horizontalnom promatranju izlaska i zalaska pojedinih zvijezda i na njihovu zenitnom prolasku. Izlasci i zalasci zvijezda bili su spojeni linijama što su prolazile kroz središnju točku koju je predstavljalo plovilo<sup>14</sup> (Rappenglück, 1998., 442.). Opišimo ovdje sideralni „kompas“ s Karolinskog otočja u Mikroneziji (možda i najvažniju komponentu „zvjezdne strukture“). Na njemu označene 32 točke na horizontu odgovarale su mjestima izlaska i zalaska određenih zvijezda ili konstelacija. Sjever označuje zvijezda Polaris, a jug zvijezde Južnog križa. Istok i zapad na „kompasu“ označuje izlazak i zalazak zvijezde Altair (Altair izlazi oko 8° sjeverno od istoka, ali je izabran kao kardinalna točka jer na Karolinima – koji su na oko 8° sjeverne geografske širine – izlazi i zalazi gotovo vertikalno te prolazi vrlo blizu zenita). Većina zvijezda na „kompasu“ označava dvije pozicije, jednu kada izlaze i jednu kada zalaze. Zanimljiva značajka ovog „kompasa“ je da su razmaci između dviju točaka vrlo neravnomjerno raspoređeni. Oko istoka i zapada točke su mnogo gušće grupirane nego oko juga i sjevera; razlozi za to možda leže u lakšoj upotrebi zvijezda koje izlaze/zalaze bliže istoku/zapadu (Lewis, 1994., 102.-107.)<sup>15</sup>.

Jednostavni oblik navigacije prema zvijezdama su tzv. zvjezdani putovi: to je niz izlazećih ili zalazećih zvijezda

<sup>13</sup> Upozoravamo na iscrpnu analizu navigacijskih tehnika oceanijskih pomoraca u: Lewis, 1994.

<sup>14</sup> „Zvezdana struktura“ nije bila samo zvjezdani „kompas“ koji je sadržavao 32 točke na horizontu na kojima promatrane zvijezde izlaze/zalaze već univerzalni instrument što je sadržavao u sebi sve metode za dnevnu navigaciju, oslanjajući se na kopnene i morske znakove i na pozicije Sunca, ali i za noćnu navigaciju s pomoću zvijezda. Ona se sastojala od međusobno povezanih štapova, štapića, kostiju, a često i od puževih kućica ili kamenčića. Ovi elementi gradili su linije vodilje do određenih otoka, a označavali su i njihovu međusobnu udaljenost. Detaljno su bili naznačeni zvijezde i vjetrovi, ponekad oznake vrsta oblaka, struje, pličaci, karakteristična živa bića (ribe, ptice) i drugi kopneni i morski znakovi povezani s konkretnim lokacijama (Rappenglück, 1998, 443).

<sup>15</sup> Vrlo sličan sideralni kompas imali su i arapski navigatori po Indijskom oceanu, a opisan je u knjizi o navigaciji *Majid Kitab* (Lewis, 1994, 292). Havajski navigator Nainoa Thompson izvršio je idealiziranu rekonstrukciju sideralnog kompasa: 32 točke izlaska/zalaska zvijezda su na tom kompasu raspoređene u pravilnim razmacima od 11,25° (Lewis, 1994, 337).

<sup>11</sup> (<http://leahi.kcc.hawaii.edu/org/pvs/navigate/navigate.html>)

<sup>12</sup> Možda su već neandertalci prvi plovili po Sredozemlju. Dokaz je tomu njihova nazočnost na grčkom otoku Kefalliniji. Da bi dospjeli na taj otok, morali su preplivati barem 6 km mora (Bednarik, 1997., 183; Rappenglück, 1998, 440).

na određenom kursu prema kojima navigator usmjeruje plovilo jer zna da je zvijezda prema kojoj plovi u smjeru željene destinacije, najčešće nekog otoka. Pritom ona mora biti nisko na horizontu, a kada se uspne previsoko na nebu, zamijeni se drugom zvijezdom koja izlazi na istoj točki na horizontu.<sup>16</sup> Zatim se upotrebi sljedeća takva zvijezda, i tako se plovi cijele noći (Lewis, 1994., 84.).<sup>17</sup> Takva je navigacija moguća na geografskim širinama blizu ekvatora jer tamo zvijezde imaju gotovo vertikalne putanje od izlaska do zalaska, dok bi takva tehnika na sjevernijim ili južnijim geografskim širinama dovela do većih odstupanja od kursa.

Na sjevernoj obali malog atola Arorae u otočju Gilbert (Mikronezija) šest je paralelnih kamenih stupova ljudske veličine učvršćenih u zemlju i postavljenih horizontalno. Jedan par stupova pokazuje na otok Tamana, udaljen 50 milja, drugi na otok Beru, udaljen 85 milja, a treći put otoka Banaba, udaljenoga čak 450 milja. Otočani ih zovu „kameni kanui“ ili „kamenje za putovanja“ (*Te Atibu ni Borau*) te pričaju kako su ih njihovi preci postavili kao smjerkaze za međuotočnu navigaciju. Svaki par stupova je usmjeren prema mjestu gdje se pojedina zvijezda pojavljuje ili nestaje uzduž zamišljenih linija okomitih na horizont u različita vremena tijekom noći. Tako u kolovozu Regulus se nakon zalaska sunca poklapa s Tamana-kamenjem, a Arcturus u ponoć. Navigator zapamti „konstelaciju“ koja se sastoji od vertikalnog lanca zvijezda povezanih s određenim otokom i upravlja plovilom u njihovu smjeru. Funkcija kamenih stupova bila je očuvanje znanja usmeno prenošenih „zvjezdanih kurseva“ i pomoć u njihovu učenju, što sugerira postojanje navigacijske škole na tom lokalitetu (Aveni, 1997., 15.; Lewis, 1994., 367.). To je samo varijacija „zvjezdanih putova“ opisanih prije u tekstu.

Oceanijski pomorci koriste se i tehnikom „zvjezdanih trokuta“: jedri se u smjeru zvijezde vodilje koja je na vrhu takva zvjezdanog trokuta i kao zenitna zvijezda stoji iznad željenog odredišta<sup>18</sup>, a mogla se pratiti s jednom zvijezdom desno i jednom lijevo, gore ili dolje, ali je ona uvijek bila u sredini. Postojao je veliki izbor zvjezdanih trokuta na raspolaganju koji je vrijedio u stanovito vrijeme. Zvjezdane slike korištene za orijentaciju pokrivala su veliku nebesku površinu i mjestimice su se preklapale. Posebno važna navigacijska zvjezdana baza u Oceaniji bilo je današnje zviježđe Orla (Aquila),

većinom zvano „Velika ptica“<sup>19</sup> (Rappenglück, 1998., 442.; Lewis, 1994., 103.).

Stanovnici Oceanije razvili su, na osnovi „zvjezdane strukture“, različite vrste karata: tako su npr. otočani s Maršalova otočja upotrebljavali određene karte (Mattang-karte) za opću osnovu navigacijske znanosti, a u tim kartama naglasak je stavljen na simboliku. One nisu nošene na dugačko putovanje (Lewis, 1994., 107.), nego su bile pohranjivane u memoriji posebnom tehnikom pamćenja.<sup>20</sup> Da bi takve apstraktne „mentalne“ karte ostale u pamćenju tijekom plovidbe i da bi bile pogodne za upotrebu, izrada je morala biti kartografski konkretna, pregledna i potkrijepljena konstruktivnim slikama. Zato su pomorci odabirali npr. dijelovi ribljeg tijela u romboidnoj formaciji: kralježnicu, rep (uvijek pokazuje prema zapadu), trbušnu peraju (sjever ili jug), glavu (uvijek pokazuje prema istoku), leđnu peraju (sjever ili jug). Ti dijelovi su dodjeljivani određenim lokacijama, uglavnom otocima, iako to nije bilo pravilo. Veće površine obuhvaćane su lančanim spojevima i ponavljanjem tih figura tako da je došlo do neke vrste kartografiranja morskih površina. Takve karte osiguravale su određivanje kursa između otoka koji su, kao glava i rep ribljih figura, bili udaljeni jedan od drugog i do 1.585 km. Pomorci koji su dokazali svoje majstorstvo dobivali su zadaću obučavati druge. Postojale su prave „nautičke škole“ u kojima se znanje o kartografiji, plovidbi, astronomiji, meteorologiji i određivanju kursa s pomoću posebnih tehnika pamćenja - stjecalo, njegovalo i prenosilo dalje u malom krugu odabranih. Posebni ispit znanja i sposobnosti označivao je kraj učenju polaznika: kandidat je morao navesti sve zvijezde na odlasku i povratku između svih otoka koji su bili dostupni na putovima na određenom području (Rappenglück, 1998., 443-444.).<sup>21</sup> Čini se da je vještina navigacije u Oceaniji bila tajno znanje što ga je bilo strogo zabranjeno iznositi izvan kruga odabranih (Lewis, 1994., 9.). Tako je na Tongi to znanje bilo nasljedno, a posjedovali su ga članovi klana Tuita koji su imali plemićki status (nazivali su se *tou tai*; Lewis, 1994., 32.). Znanje se prenosilo generacijama unutar klana, a slične su institucije bile na Tahitiju (*ta'ata-orero* = obrazovani učitelj), otočju Gilbert (*tani borau* = ljudi za putovanja) i na Karolinima (*ppalu*, inicirani navigatori; Lewis, 1994., 373, bilj. 5.).

<sup>16</sup> Prema nekim navigatorima optimalna visina za promatranje zvijezde i određivanje kursa prema određenom otoku je oko 15° (Lewis, 1994, 97).

<sup>17</sup> Primjerice, put između otoka Tikopie i Anute „sadržava“ devet, a onaj između Niniga i Kanieta samo pet zvijezda. Obje su trase duge oko 70 NM (Lewis, 1994, 83). Naravno, kursevi određeni „zvjezdanim putovima“ ovise o vremenu godine kada se odvija putovanje. Postoje različite zvijezde kojima se koristi za navigaciju u različitim razdobljima tijekom godine (Lewis, 1994, 100-101).

<sup>18</sup> Korištenje zenitnim zvijezdama kao navigacijskim orijetirima nije zasigurno potvrđeno u Oceaniji iako ima dosta indicija za to (Lewis, 1994, 280-286). Pritom je taj postupak bio otežan jer takva zvijezda pokazuje lokaciju „svog“ otoka samo kada prelazi njegov meridijan. Zato položaj otoka može odrediti samo promatrač na tom meridijanu, bilo da je južnije ili sjevernije od otoka. Temeljem deklinacije neke zvijezde može se odrediti i geografska širina: ona je jednaka deklinaciji zvijezde koja nad nekim otokom prolazi kroz zenit (npr. Sirius ima deklinaciju od 17°, a iznad otoka Vanua Levu u otočju Fiji prolazi kroz zenit, dakle se taj otok nalazi na 17° južne geografske širine). Navigatori nikako na taj način nisu mogli odrediti geografsku dužinu, ali su uz poznavanje zenitne zvijezde svakog otoka mogli točno procijeniti geografsku širinu, što im je uvelike pomagalo pri procjeni položaja (Lewis, 1994, 278, 282-283).

<sup>19</sup> I zviježđe Orla i „zvjezdani trokut“ poznati su već iz Lascauxa. Tamo je, naime, prikazan današnji „Ljetni trokut“, koji se sastoji od zvijezda Vega (Lyra), Deneb (Cygnus) i Altair (Aquila; Rappenglück, 1998a).

<sup>20</sup> Učenici su imali za to brojne vježbe: npr. jedna vježba sastojala se od nabiranja svih morskih staza, zvanih „putovi“, između raznih otoka i grebena. Kada se spominje plovidba „Morem kuglica“, indicira se plovidba između otoka Woleai i Eauripik na zvjezdanom kursu između „Izlaska Ribljeg repa“ (na Maršalovu otočju riba je pliskavica; glava pliskavice je u Ovnu, a rep u Kasiopeji; Staal, 1988, 17) i „Zalaska Dva oka“ (zvijezda Shaula u konstelaciji Škorpiona). Postoje i druge slične mnemotehničke vježbe s pomoću kojih navigatori pamte razne putove između otoka.

Arapski navigatori po Indijskom oceanu pamtili su pozicije izlazaka i zalazaka zvijezda i s pomoću versificiranih pjesama. Najpoznatija su takva djela Ahmeda ibn Majida (navigatora koji je navodno vodio Vasca da Gamu do Indije) o navigaciji po Crvenom moru i Indijskom oceanu s brojnim informacijama o navigaciji; između ostaloga i onima astronomske naravi (Fawaid, Hawiya). Čini se da je upotreba mitoloških priča i epskog pjesništva u pamćenju različitih konstelacija i njihovih relativnih odnosa na nebu bila zajednička bliskoistočnim i mediteranskim civilizacijama. Mit o Perzeju, koji obuhvaća zviježđa Perzeja, Andromede, Pegaza, Cetusa, Kefeja i Kasiopeje, možda je i najbolji primjer takvog mnemotehničkog pomagala.

<sup>21</sup> Navigator-učenik morao je znati lokacije otoka usklađene sa „zvjezdanim putovima“ (Lewis, 1994, 382, bilj. 32).

Znanje navigacije, ili barem jedan njegov dio, ponekad je bilo tajno i u antičkim civilizacijama. Tako Argonauti pri dolasku na Samotragu, gdje su bili štovani Demetra i Kabiri, bivaju inicirani u obrede s pomoću kojih će ploviti s većom sigurnošću: „(...) in order that by gentle initiation they might learn the rites that may not be uttered, and so with greater safety sail over the chilling sea. Of these I will make no further mention (...)“ (*Argonautica*, I. 910.-921.). Budući da pjesnik odbija govoriti o prirodi tih inicijacijskih tajna, o njima se može samo nagađati, u čemu nam mogu pomoći oceanijski primjeri. O identitetu Kabira također se ne zna. Pauzanija spominje misterije Amfižana u čast Kraljeva-Dječaka (ili „Mladića upravljača“). Neki Amfižani tvrde da su ti bogovi Dioskuri, a drugi, „koji smatraju da bolje znaju“, misle da su to Kabiri (*Vodič po Heladi*, X. 38.7.). Po tome vidimo da su se još u antici Dioskuri i Kabiri zamjenjivali. Diodor Sicilski pri opisu oluje koja je zahvatila Argonaute spominje kako je Orfej, „koji je jedini na brodu bio iniciran u misterije božanstava sa Samotrake“, molitvama tim božanstvima pokušao smiriti oluju: „I odmah je vjeter utihnuo, i dvije zvijezde su pale preko glava Dioskura (...)“ Iz tog razloga „(...) mornari u oluji uvijek upućuju molitve božanstvima sa Samotrake i pripisuju pojavu dviju zvijezda epifaniji Dioskura.“ (*Povijesna knjižnica*, IV. 43.1.) Dakle, moguće je da su božanstva sa Samotrake zapravo Dioskuri (Blizanci), zvijezde koje su često služile za navigaciju (o identifikaciji Kabira kao Dioskura vidi: Scholijast Euripida, Orest, 1637; Condos, 1997., 241.). Najzavršnije je to kad Euzebija, koji, prenoseći Porfirija, opet navodi feničkog povjesničara Sanhuniatona (na grčki ga je preveo Filon iz Biblosa), koji piše: „Od Suda potječu Dioskuri, ili Kabiri, ili Koribanti, ili samotračka božanstva: oni su, on kaže, prvi izumili brodove.“ (*Priprema za Evanđelje*, I. 10.). Strabon spominje da je „konstelacija Kabira ponekad vidljiva na obalama u blizini Gadesa.“ (*Geografija*, II. 5.14.) Ime Kabiri vjerojatno je upotrebjeno za zvijezde Blizanaca.

Opisane tehnike zvjezdane navigacije nisu morale biti u upotrebi i u Sredozemlju. Dapače, budući da je Mediteran na puno sjevernijim geografskim širinama, tehnika promatranja uzastopnog izlaska/zalaska pojedinih zvijezda i orijentacija s pomoću njih nisu mogle biti u upotrebi bez manjih ili većih pogrešaka u kursu. No, čini se da su navigacijske tehnike povezane uz Sjevernjaču i cirkumpolarna zvijezda itekako služile na Mediteranu, što potvrđuju i brojni navedeni antički autori. Moguće je da ove navigacijske tehnike datiraju još iz gornjeg paleolitika,<sup>22</sup> kako to sugeriraju slike iz špilja Lascaux i el Castillo.

<sup>22</sup> Opsidijan s grčkog otoka Melosa je pronađen u špilji Franchthi na grčkom kopnu u mezolitičkom sloju (prije oko 11.000 godina). Otok Melos nije ni u jednom trenutku bio povezan s kopnom. Vidi u: C. Renfrew, i A. Aspinall, *Aegean Obsidian and Franchthi Cave*, u Perles, C. (ed.), *Les industries lithiques taillées de Franchthi (Argolide, Grece)*, Tome 2: *Les industries lithiques du Mesolithique et Neolithique initial*, 257-270, 1990. Također i Bednarik, 1997, 183.

## Zaključak

### Conclusion

Prva tema pokrenuta u drugom dijelu članka povezana je s mogućim prikazom zvijezda Sjeverne krune u jednoj kantabrijskoj špilji. S pomoću tog zvijezda mogli su gornjopaleolitički pomorci pronaći Sjeverni nebeski pol, a, prema jednoj teoriji, i doploviti do Amerike. Ta se konstelacija često veže uz orijentaciju u grčkoj i keltskoj mitologiji. Dalje se raspravlja o upotrebi tzv. zadnjih cirkumpolarnih zvijezda pri određivanju geografske širine mjesta i, preko toga, o njihovu korištenju u pomorskoj navigaciji. Naime, ima snažnih indicija da su se takve zvijezde upotrebljavale u navigaciji. Neosporno je da su antički znanstvenici promatrali različite visine pojedinih asterizama s različitih geografskih širina. Dobri primjeri za to su promatranja Velikog medvjeda i zvijezde Kanopusa. S pomoću različitih visina gornje kulminacije te zvijezde, promatrane s Roda i iz Aleksandrije, grčki učenjak Posejdonije je pokušao odrediti Zemljin opseg. Nadalje, donosim opis nekih najjednostavnijih pomagala kojima se može izmjeriti visina zvijezda, kao što su Al-Kemal i Jakobov štap. Najjednostavnije je mjeriti visinu s pomoću prstiju.

Na kraju opisujem neke navigacijske metode što su se njima koristili oceanijski navigatori, možda i najbolji pomorci koji su ikad plovili morima, a svakako najsposobniji. Posebno je zanimljiva tajanstvenost koja je okruživala znanje navigacije i u Grčkoj i u Oceaniji.

## Literatura

### References

1. Richard H. Allen, *Star Names: Their Lore and Meaning*, Dover Publications, SAD, 1963
2. Anthony Aveni, *Stairways to the Stars: Skywatching in Three Great Ancient Cultures*, John Wiley & Sons, Inc., 1997
3. Robert G. Bednarik, The earliest evidence of ocean navigation, *The International Journal of Nautical Archaeology*, vol. 26, no. 3, August 1997
4. Peter Bellwood, Ancient Seafarers: New Evidence of early Southeast Asian Sea Voyages, *Archaeology*, vol. 50, no. 2, March/April 1997
5. Theony Condos, *Star Myths of the Greeks and Romans: a Sourcebook containing The Constellations of Pseudo-Eratosthenes and the Poetic Astronomy of Hyginus*, Phanes Press, SAD, 1997
6. Veljko G. Duboković-Nadalini, *Ars Nautica*, Kulturni centar Stari Grad, Stari Grad, 1998.
7. Boris Franušić, „Kratka povijest astronomske navigacije“, *Naše more*, 28/5, 1981., 185.-197.
8. Boris Franušić, *Povijest navigacije u Hrvata*, Pomorski fakultet Dubrovnik, Dubrovnik, 1994.

9. Boris Franušić, „Još nešto o navigaciji u antici“, *Naše more*, 47/5-6, 2000., 169.-174.
10. Ivo Hekman, *Povijest astronomske navigacije I.*, Tankerska plovidba, Pomorski fakultet Rijeka, Zadar - Rijeka, 1995.
11. Ivo Hekman, *Povijest astronomske navigacije II.*, Tankerska plovidba, Pomorski fakultet Rijeka, Zadar-Rijeka, 1995.
12. Edward C. Krupp, *Beyond the Blue Horizon: Myths and Legends of the Sun, Moon, Stars and Planets*, Oxford University Press, 1991
13. Lewis, David, *We, the Navigators: The Ancient Art of Landfinding in the Pacific*, University of Hawaii Press, Honolulu, 1994
14. Sean McGrail, Early Sea Voyages, *The International Journal of Nautical Archaeology*, vol. 20, no. 2, May 1991
15. Stefano Medas, La marineria Cartaginese: le navi, gli uomini, la navigazione, *Sardegna Archeologica, Scavi e Ricerche*, 2, 2000
16. Antun Ničetić, „O načinu plovidbe u antici“, *Naše more*, 47/3-4, 2000., 79.-92.
17. Antun Ničetić, „O načinu plovidbe u antici (II.)“, *Naše more*, 48/1-2, 2001., 15.-21.
18. Michael A. Rappenglück, *Geschichte der Navigation: Seefahrer des Eiszeitalters*, Deutsches Schifffahrtsarchiv (Zeitschrift des Deutschen Schifffahrtsmuseums), 21, 1998, 439-452.
19. Michael A. Rappenglück, Paleolithic Shamanistic Cosmography: How is the Famous Rock Picture in the Shaft of the Lascaux Grotto to be Decoded?, XVI Valcamonica Symposium (24-20 Settembre 1998), *Arte Preistorica e Tribale, Sciamanismo e Mito*, [www.infis.org/abslas.htm](http://www.infis.org/abslas.htm), 1998
20. Michael A. Rappenglück, Ice Age people find their ways by the stars: A rock picture in the Cueva di El Castillo (Spain) may represent the circumpolar constellation of the Northern Crown (CrB), *Migration & Difusion*, vol 1, no. 2, April-June 2000, 15-28
21. Julius D. W. Staal, *The New Patterns in the Sky: Myths and Legends of the Stars*, The McDonald and Woodward Publishing Company, Blacksburg, Virginia, 1988

---

Rukopis primljen: 30.3.2004.

