

Novi navigacijski kalkulator NC - 88

UDK 519.6:681.3+656.61

Sažetak

U ovom radu govori se o novom malom elektroničnom računalu japanske firme Tamaya NC — 88. Uspoređuju se njegova poboljšanja i novine u odnosu na prethodni tip NC — 77, kao i na Plathovo slično računalo Navicomp. Posebno se analiziraju rezultati konačne pozicije broda na temelju snimanja više nebeskih tijela.

Uvod

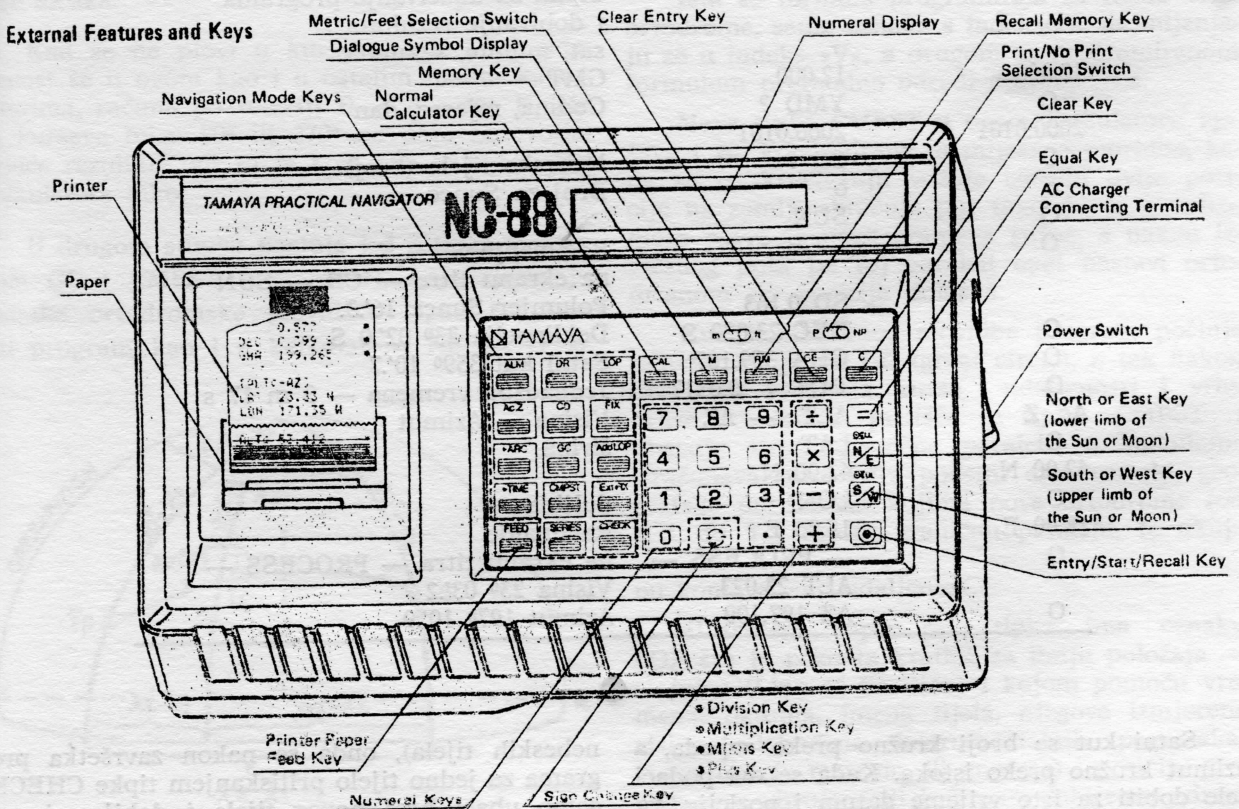
Danas se više nikakvo računanje ne može zamisliti bez elektroničnih računala. Već djeca u osnovnim školama služe se najobičnijim malim elektroničnim računalima, a takvi su u masovnoj upotrebi kod svih trgovačkih radnji.

U navigaciji mnogi se zadaci rješavaju matematičkim operacijama. Zato su i mnoge poznate svjetske firme koje proizvode mala elektronična računala, između svih mogućnosti primjene korištenja takvih računala, u prospektima

pokazale i mogućnost njihove primjene u rješavanju navigacijskih zadataka. One poznatije, koje izrađuju mala programirana elektronična računala, napravile su već gotove navigacijske programe, a neke su napravile računala isključivo za upotrebu u navigaciji, pa takve zovemo navigacijska mala elektronična računala.

O takvim sam pisao u ovom istom časopisu 1982. godine pod naslovom »Navigacijski džepni kalkulatori«.

U posljednjih nekoliko godina u časopisima za jedriličare i nautičare nude se nekoliko novih tipova navigacijskih malih računala. Između njih najviše svojim programom nudi kalkulator NC — 88 japanske firme Tamaya. Nedavno sam došao do tog računala, pa ga želim opisati našim nautičarima, bilo profesionalnim, bilo onim amaterskim, kojih je i na našoj obali sve veći broj, između kojih neki su već plovili po otvorenim morskim prostranstvima, a neki će to ubuduće sigurno činiti.



Navigacijski kalkulator Tamaya NC — 88

Tamaya NC — 88 Practical Navigator

Nakon što je Tamaya već ranije izradila za navigatore male digitalne navigacijske kompjutere pod brojem NC — 2 i NC — 77, prije par godina na tržištu se pojavio i najnoviji tip pod brojem NC — 88.

Od navigatora dobro je primljen NC — 77, čija je reklama od 1984. godine počela izlaziti i u Brown's Nautical Almanacu, publikaciji koja se izdaje isključivo za profesionalne navigatore. Njegova cijena u junskom izdanju Yahting World bila je 172,5 engleskih funti. Nešto malo veći po dimenzijama je novi NC — 88 (220 x 140) težak 900 grama a smješten također u drvenu kutiju kao i NC — 77.

NC — 88 danas košta oko 550 američkih dolara po eksportnoj cijeni.

Koje su to novine i poboljšanja u ovom novom kalkulatoru u odnosu na svog prethodnika?

Pođimo redom po tipkama. Tipka ALM donosi efemeridske podatke za sva nebeska tijela koja se koriste u astronomskoj navigaciji. Svako tijelo ima svoj broj počev od Sunca s brojem 0, pa 63 navigacijske zvijezde poredane po abe-

cednom redu (6 više nego u nautičkim godišnjacima), te Venere (70), Marsa (75), Jupitera (80), Saturna (85) i Mjeseca (90). Ti efemeridski podaci programirani su sve do kraja idućeg stoljeća i to s vrlo dobrom točnošću (najveća moguća razlika je 0'.2). Ove podatke kalkulator sam računa i memorira u postupku dobijanja elemenata stajnice, koja se rješava pod tipkom LOP, međutim ako ih želimo dobiti na pokazivaču, onda se koristi samo tipka ALM, za koju je potrebno ubaciti vrijeme (GMT), godinu, mjesec i dan, te i broj za koje nebesko tijelo želimo dobiti efemeridske podatke. Sistem ubacivanja je isti kao i kod NC — 77 tj. decimalna točka se stavlja iza sata, godine i stupnja. U ovom kalkulatoru godina se mora otipkati i s prve 2 brojke, jer on donosi podatke za čitavo 20. i 21. stoljeće. Tako na pr. za Sunce se dobiju podaci: 12 h 00 m 00 s GMT 1. 1. 2000 prikazani u tablici I, a ako se žele i horizontske koordinate onda se uz tipku Ac.Z (visina i azimut) mora ubaciti i pozicija.

Uzimamo za primjer poziciju $\varphi = 42^{\circ} \text{ N}$ i $\lambda = 18^{\circ} \text{ E}$



TABLICA 1.

Ubacivanje tipka i arg.	Pokazivanje kratica i broj	Objašnjenje
ALM	ALM	Almanah = efemeride
O	HMS ?	Tipka za ubacivanje programa i dobivanje rezultata sat, minute, sekunda
12.000	12.000	GMT
O	YMD ?	Godina, mjesec, dan
2000.0101	2000.0101	
O	CB ?	Nebesko tijelo (broj)
o	o	Broj za Sunce
O	SUN	
O	—CB SUN—	Računanje na ekranu titre — CB — SUN —
	SD 0.163	Polumjer Sunca 16'.3.
O	DEC 23.020 S	Deklinacija 23° 02'.0 S
O	GHA 359.107	Satni kut 359° 10'.7
O	EQT — 0.0317	Jednadžba vremena — 3 m 17 s
Ac. Z	ALTc — AZ	Visina — Azimut
O	LAT	širina
42.00 N	42.00 N	
O	LON	duljina
18.00 E	18.00 E	Računanje
O	— PROCESS —	na ekranu titra — PROCESS —
	ALT 23.023	Visina 23° 03'.2
O	AZ 197.109	Azimut 197° 10'.9

Satni kut se broji kružno preko zapada, a azimut kružno preko istoka. Kada se ovi podaci žele dobiti za isto vrijeme datum i poziciju, za druga tijela (na pr. kod izbora prije snimanja

nebeskih tijela), onda se nakon završetka programa za jedno tijelo pritiskanjem tipke CHECK, samo ubaci broj novog tijela i dobiju njegovi podaci.

Za zvijezde kalkulator daje deklinaciju, satni kut proljetne točke u Greenwichu surektascenziju i satni kut zvijezde u Greenwichu.

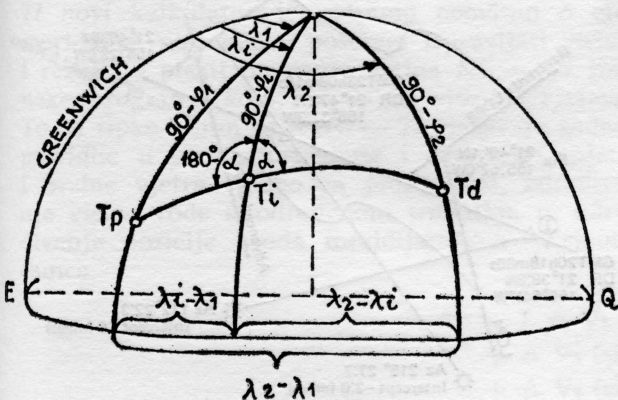
Potsjetiti ću za usporedbu da se s kalkulatorom NC — 77 tipkom ALM može dobiti samo satni kut proljetne točke u Greenwichu, deklinacija i satni kut Sunca, te vrijednost jednadžbe vremena do konca ovog stoljeća.

Iduća tipka u prvom stupcu ima oznaku ARC i služi za pretvaranje sati, minuta i sekunda u kutnu mjeru, dok tipka ispod nje s oznakom TIME rješava obrnuti zadatak. Zadnja tipka u prvom stupcu s oznakom FEED služi za pomicanje trake na kojoj se mogu bilježiti ubačeni i dobiveni podaci.

U drugom stupcu prva tipka ima oznaku DR što je kratica (dead reckoning) za zbrojenu navigaciju, a tipka ispod nje ima oznaku CD (course distance) i služi za dobijanje kursa i udaljenosti. Prema tome ove dvije tipke rješavaju dva loksodromska problema. Ovaj program kod kalkulatora NC — 77 bio je sadržan u jednoj tipci s dvostrukom funkcijom. U kalkulatoru NC — 88 sve tipke imaju samo jednu funkciju, ali se korištenje istog programa može koristiti u serijama, pa se na pr. kod vađenja zbrojene navigacije nakon početne pozicije, kursa i udaljenosti dobija nova pozicija, a pritiskom tipke SERIES (na dnu drugog stupca) ubacuje novi kurs i udaljenost i dobija nova pozicija. Taj postupak može se nastavljati koliko god želimo. Isto je i za traženje kursa i udaljenosti između više točaka.

Kad se ne plovi u kursevima E i W, udaljenost se u ovom kao i u ostalim malim kalkulatorima, računa po relaciji $D = \Delta \varphi \sec K$, što za kurseve blizu 90° ili 270° ne daje zadovoljavajuće rezultate, ali to je kod svih navigacijskih kalkulatora tako.

U drugom stupcu postoje još 2 tipke s oznakom GC i CMPST (composite), koje rješavaju zadatke ortodromske plovidbe. Tipka GC ima isti program kao i u kalkulatoru NC — 77 tj.



Slika 2.

rješava kurs početni ortodromski, ortodromsku udaljenost, koordinate vrha ortodroma, kao i širine točaka na ortodromi na određenoj geografskoj duljini.

Interesantna je formula koja je programirana za račun širina točaka na ortodromi, a koja se donosi i kod nekih drugih malih računara. Ta je formula izvedena iz cotangesovog poučka za 2 sferna trokuta čiji su vrhovi pozicije polaska, pol i međutočka, odnosno pozicija dolaska, pol i međutočka.

$$\operatorname{ctg} (180^\circ - \alpha) \sin \left(\frac{\lambda - \lambda}{i} \right) = \operatorname{tg} \varphi \cos \varphi - \frac{\sin \varphi}{\cos (\lambda - \lambda)}$$

$$\operatorname{ctg} \alpha \sin \left(\frac{\lambda - \lambda}{2} \right) = \operatorname{tg} \varphi \cos \varphi - \frac{\sin \varphi}{\cos (\lambda - \lambda)}$$

Izjednačenjem ovih dviju relacija po — $\operatorname{ctg} \alpha$ obzirom da je $\sin \left(\frac{\lambda - \lambda}{2} \right) = - \sin \left(\frac{\lambda - \lambda}{2} \right)$ dobija se

$$\frac{\operatorname{tg} \varphi - \operatorname{tg} \varphi \cos \left(\frac{\lambda - \lambda}{2} \right)}{\sin \left(\frac{\lambda - \lambda}{2} \right)} = \frac{\operatorname{tg} \varphi - \operatorname{tg} \varphi \cos \left(\frac{\lambda - \lambda}{2} \right)}{\sin \left(\frac{\lambda - \lambda}{2} \right)}$$

a kad se riješi po $\operatorname{tg} \varphi$ dobije se konačna relacija

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\operatorname{tg} \varphi \sin \left(\frac{\lambda - \lambda}{2} \right) - \operatorname{tg} \varphi \sin \left(\frac{\lambda - \lambda}{2} \right)}{\sin \left(\frac{\lambda - \lambda}{2} \right)}$$

Ista se formula programirala za račun vrha ortodrome, samo oznake s indeksom »i« mijenja se u indeks »V«, a drugom se programiranom formulom prethodno odredi duljina vrha.

Nova tipka CMPST u ovom kalkulatoru rješava tzv. kombinirane ili miješane plovidbe, kada se u skraćivanju vožnje između dvije pozicije na zemlji skraćuje put tako da se ortodromom plovi do neke granične širine, a nakon izvjesnog puta po toj paraleli opet nastavi ortodromom do pozicije dolaska.

Kod kombinirane plovidbe program počinje također s tipkom GC (great circle), a tek nakon dobijenih rezultata kursa, udaljenosti i vrha prave ortodrome, pritišće se tipka CMPST i ubacuje širina granične paralele, a kalkulator izračunava novi kurs početni ortodromski, geografske duljine na kojima nove ortodrome (od T i do T) dosižu graničnu paralelu, te ukupnu kombiniranu udaljenost.

U trećem stupcu prva tipka ima oznaku LOP što je poznata kratica za liniju položaja — stajnicu (Line of Position) i kojom pomoću vremena, datuma, imena tijela, njegove izmjerene visine (oslobođene instrumentalnih pogrešaka) visine oka (u metrima ili nogama) i pozicije procijenjene, zbrojene ili izabrane, dobijemo azimut i razliku visine (Intercept).

Kalkulator je programiran da refrakciju računa za srednje stanje atmosfere koje se uzimlje u astronomskoj navigaciji, a to je pri temperaturi + 10°C i pritisku 1013.25 mb. Međutim, ako je drukčija temperatura i pritisak, može se ubaciti pravi iznos kad se na ekranu pokaže temperatura, a odmah za njom i pritisak.

Naime, NC — 88 ispravlja visinu nebeskog tijela formulama:

$$a = a - 0.0296 \sqrt{H}$$

$$a = a - \frac{P}{1013.25} - \frac{283}{237 + t} \cdot R_m$$

$$= -0.0317 + 0.0257 + \text{stg} \left(\frac{a + 20.4}{a} \right); \quad a \leq 70$$

$$= 0.162 \text{ ctg} \frac{a}{a} - 0.000018 \text{ ctg} \frac{a}{a}; \quad a > 70$$

gdje je a = visina izmjerena; a = visina prisvidna (ispravljena za depresiju); H = visina oka; t = temperatura; P = pritisak; R_m = refrakcija; a = visina ispravljena za depresiju i refrakciju.

Svako nebesko tijelo, nakon ubacivanja njegovog broja, pojavi se svojim imenom na ekranu. Kad se radi o Suncu i Mjesecu, onda nam računar na ekranu još traži da mu ubacimo da

li se radi o donjem (LL) ili gornjem (UL) rubu, koje se oznake nalaze na jedinim tipkama dvostrukog značenja N/E, odnosno S/W. Kad se radi s dva ili više nebeskih tijela, onda se ponovno pritiska tipka LOP i uz nju se pojavi po redu računanja elemenata stajnice (LOP₂ itd.) i potrebno je samo ubaciti novo vrijeme po GMT, broj tijela i izmjerenu visinu, ali kalkulator još kod druge stajnice traži kurs i brzinu, a onda izračunava elemente stajnice.

Tako se može raditi s 2, 3, 4, i više stajnica. Pritisne li se na kraju tipka FIX, kalkulator će pokazati koordinate najvjerojatnije pozicije svedene na trenutak snimanja prvog nebeskog tijela. Međutim, pritisne li se još tipka SERIES, kalkulator će tražiti u kojem vremenu želimo dobiti poziciju. Kad mu to ubacimo, on će izračunati koordinate pozicije u traženom trenutku. Taj trenutak može biti bilo koji i prije i poslije snimanja nebeskih tijela uz pretpostavku da je brod vozio u istom kursu i istom brzinom.

Za primjer najbolje je pogledati zadatke iz prospekta:

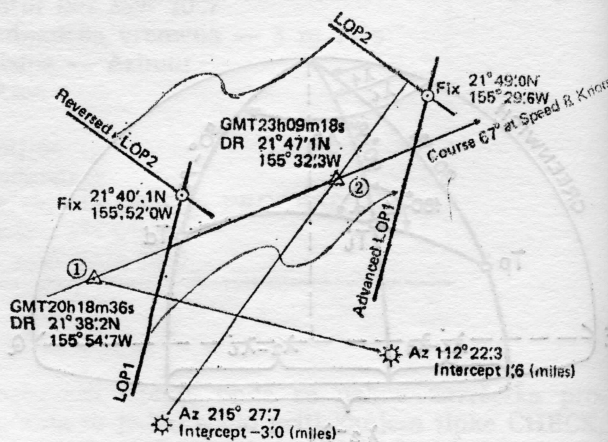
Dana 4. 4. 1982. na poziciji procijenjenoj $\varphi = 21^\circ 38'.2 \text{ N}$ i $\lambda = 155^\circ 54'.7 \text{ W}$ snimi se jedna visina Sunca (donji rub) ujutro $55^\circ 03'.3$ u trenutku GMT = 20^h 18^m 36^s s visine oko 3 metra. Brod plovi u kursu 67° s brzinom 8 čvorova i poslije podne ponovno snimi visinu Sunca 70° 33'.1.

Rješenje u tablici 2. i Slici 3.

Tablica 2.

Input Key	Display	Description
[LOP1]	[LOP1]	Line of Position No. 1 (Morning)
20.1836	HMS1 20.1836	Sight Time
1982.0404	YMD 1982.0404	Sight Date
U	CB 0	Celestial Body Number
0	CB Sun	Body Name
0	UL 7	Upper or Lower Limb sighted?
0	CB LL Sun	Lower Limb sighted
55.033	ALT1 55.033	Sextant Altitude (After Index correction)
0	HGT 3 m.	Height of Eye
0	TMP 10 c.	Temperature
0	PRS 1013.25 mb	Pressure
21.382	LAT 21.382 N	DR Lat.
155.547	LON 155.547 W	DR Long.
CHECK ?	CHECK ?	
- PROCESS -	- PROCESS -	
AZ	112.223	Azimuth 112° 22'.3
INT	1.6	Intercept 1'.6 (miles)
[LOP2]	[LOP2]	Line of Position No. 2 (Afternoon)
23.0918	HMS2 23.0918	Sight Time
1982.0404	YMD 1982.0404	Sight Date
U	CB 0	Celestial Body Number
0	CB Sun	Body Name
0	CB LL Sun	Lower Limb sighted
70.331	ALT2 70.331	Sextant Altitude (After Index correction)
0	CO 67	True Course
0	SPD 8	Speed
CHECK ?	CHECK ?	
- PROCESS -	- PROCESS -	
AZ	215.277	Azimuth 215° 27'.7
INT	-3.0	Intercept -3'.0 (miles)
[FIX]	[FIX]	Position Fix
- PROCESS -	- PROCESS -	
LATf	21.401 N	Fix Lat. 21° 40'.1N
LONf	155.520 W	Fix Long. 155° 52'.0W
HMSf	20.1836	Fix Time 20h18m36s (Morning Sight)
YMDf	1982.0404	
[FIX SERIES]	[FIX SERIES]	
23.0918	HMSf 23.0918	Selected Time 23h09m18s (Afternoon Sight)
YMDf	1982.0404	
- PROCESS -	- PROCESS -	
LATf	21.490 N	Fix Lat. 21° 49'.0N
LONf	155.296 W	Fix Long. 155° 29'.6W

Kako NC — 88 radi na strandardne baterije ili pomoću adaptera i NI — Cd. baterija, to ne bi bilo praktično da on ostaje uključen za rješavanje jednog navigacijskog zadatka u tako dugom vremenskom intervalu. Zato je ovaj zadatak moguće riješiti nakon zadnjeg snimanja, koristeći se zbrojenom pozicijom u trenutku drugog snimanja i onda pomoću tipke ExtFIX, koja određuje koordinate presjeka dviju stajnica ne-



Slika 3.

vezano uz računanje elemenata stajnice, dobiti koordinate u trenutku drugog snimanja.

Na program tipke Ext FIX može se nastaviti tražiti pozicija i s daljnjim elementima novih stajnica. Za to je potrebno pritisnuti tipku Add LOP, koja omogućava računanje pozicije na temelju prethodno dobivenih koordinata i elemenata nove stajnice.

Posljedna tipka u trećem stupcu ima oznaku CHECK (ispitati), kojom se označuje da su svi potrebni podaci u programu LOP ubačeni i pojavljuje se s oznakom upitnika, jer se s tim pita korisnika da li će ponovno provjeravati ubačene podatke od početka programa, ili proces računanja može početi s tipkom za ubacivanje i traženje rezultata. Istom tipkom provjeravaju se ubačeni podaci i ostalih programa, što se može tražiti nakon izvršenog računanja, ako nam rezultat izgleda nevjerovatan. Opisano je i njezino značenje kod korištenja tipke ALM i AcZ.

Osim ovih spomenutih 15 tipaka postoji još u gornjem redu tipka s oznakom CAL koja se koristi kad se vrše 4 osnovne računске operacije s brojevima. Tu su još tipke s oznakom M i RM što predstavlja poznate kratice za jednu dodatnu memoriju i njezino pozivanje na ekran. Ovom kalkulatoru nisu potrebne posebne memorije, jer su one sadržane u svakom programu, a ova dodatna je kada se koristi kalkulator za obično računanje. Posljednje su dvije poznate tipke CE i C koje brišu eventualni posljednji pogrešno ubačeni podatak u program ili vraća cijeli program na početak programa.

Kao i kod NC — 77 postoje tipke N/E, koje se u ovom kalkulatoru smatraju pozitivne, te S/W koje se smatraju negativne.

Iznad tastature su dvije male sklopke. Jedna podešava rad kalkulatora za visine oka u metrima ili nogama (m, ft.) dok druga uključuje i isključuje rad printera (P, NP). Sa strane je sklopka za uključivanje i isključenje kalkulatora.

Prednosti kalkulatora NC — 88 prema ostalim navigacijskim malim računalima

Neke od prednosti već su uočljive iz prethodnog opisa i primjera. U odnosu na NC — 77 novi kalkulator je potpuno neovisan o efemeridama, nije nužno posebno ispravljati visinu i rezultate pisati na papir. Istina NC — 77 ima neke programe koje NC — 88 više ne rješava. To su tipke kojim se u NC — 77 rješavaju zadaci plovidbe u struji, prividnog i stvarnog smjera i brzine vjetrova (važno za jedriličare), određivanje visine vode u određenom trenutku, te određivanje pozicije broda meridijanskom visinom Sunca.

Novi programi u NC — 88 su ekvatorske i horizontske koordinate za 69 nebeskih tijela, koja će vrijediti za nekoliko budućih generacija, kombinirane plovidbe ortodrome, računanja i memoriranje elemenata stajnice za broj tijela po volji i dobivanje konačne pozicije za željeni trenutak. Konačno sve što NC — 88 ubacuje i na temelju toga izračunava može napisati na papirnatu traku. Tako je uz ovaj kalkulator dovoljno imati sat s kojim ćemo odrediti vrijeme po GMT snimanja i sekstant s kojim izmjerimo visinu. Zato je on i najpogodniji za nautičare — turiste, koji jednostavnim uputstvom mogu lako voditi astronomsku navigaciju na svojim jahtama.

Pred Plathovim kalkulatorom Navicomp, ovaj NC — 88 ima prednost što su mu efemeridski podaci, pa prema tome i konačni rezultati točniji, rad osjetno jednostavniji i dobivanje pozicije s više od 2 stajnice. Osim toga Navicomp ne rješava loksodromske zadatke, a i ortodromske samo djelomično. Jedina prednost Navicomp je u ugrađenom kvarcnom satu. Za rad s Navicompom potrebno je poznavati shemu i šifre za ubacivanje podataka, dok NC — 88 ispisanim karticama jasno vodi i pokazuje što traži i što daje. Interesantan je način na koji se s NC — 88 dobija pozicija broda pomoću više stajnica. Primjenjujući teoriju najmanjih kvadrata na poligon kojeg formiraju stajnice dobije se najvjerojatnija pozicija pomoću relacije:

$$\Delta \varphi = \frac{1}{D} (D_{12} \cdot IS + D_{22} \cdot IC)$$

$$\Delta \lambda = \frac{1}{D \cos \varphi} (D_{11} \cdot IS + D_{12} \cdot IC)$$

gdje je $D_{11} = \sum \cos^2 \omega_i$; $D_{12} = - \sum \cos \omega_i \sin \omega_i$
 $D_{22} = \sum \sin^2 \omega_i$; $D = D_{11} \cdot D_{22} - D_{12}^2$
 $IS = \sum \Delta V_i \sin \omega_i$; $IC = \sum \Delta V_i \cos \omega_i$

Kad se gornje relacije primijene na 2 stajnice, onda se kao rezultat dobiju poznate relacije

$$\Delta \varphi = \frac{\Delta V_1 \sin \omega_2 - \Delta V_2 \sin \omega_1}{\sin \Delta \omega};$$

$$\Delta \lambda = \frac{\Delta V_2 \cos \omega_1 - \Delta V_1 \cos \omega_2}{\sin \Delta \omega \cos \varphi}$$

po kojima se na pr. dobija pozicija i kalkulatorima NC — 77 i Navicomp, s tim što Navicomp kod snimanja više nebeskih tijela daje poziciju uvijek za posljednja dva tijela. Međutim, dvije stajnice ne formiraju poligon. Već tri stajnice formiraju trokut, a gornje relacije za rezultat daju

$$\Delta \varphi = [\Delta V_1 (\sin \omega_2 \sin \Delta \omega_{2/1} + \sin \omega_3 \sin \Delta \omega_{3/1}) + \Delta V_2 (\sin \omega_3 \sin \Delta \omega_{3/2} + \sin \omega_1 \sin \Delta \omega_{1/2}) + \Delta V_3 (\sin \omega_1 \sin \Delta \omega_{1/3} + \sin \omega_2 \sin \Delta \omega_{2/3})] \cdot (\sin^2 \Delta \omega_{1/2} + \sin^2 \Delta \omega_{1/3} + \sin^2 \Delta \omega_{2/3})^{-1}$$

$$\Delta\lambda = \Delta V_1 (\cos \omega_2 \sin \Delta\omega_{1/2} + \cos \omega_3 \sin \Delta\omega_{1/3}) + \Delta V_2 (\cos \omega_1 \sin \Delta\omega_{2/1} + \cos \omega_3 \sin \Delta\omega_{2/3}) + \Delta V_3 (\cos \omega_1 \sin \Delta\omega_{3/1} + \cos \omega_2 \sin \Delta\omega_{3/2}) \cdot [(\sin^2 \Delta\omega_{1/2} + \sin^2 \Delta\omega_{1/3} + \sin^2 \Delta\omega_{2/3}) \cos \varphi]^{-1}$$

Dobijena pozicija uvijek je u trokutu bez obzira na razliku azimuta između stajnica. Iz teorije se zna za tri stajnice kod t. zv. istovremenog snimanja, zanemariivši slučajnu pogrešku u stajnici, smatra se da je pozicija bez sistematske

pogreške u presjeku simetrala kuteva određenih po smjeru azimuta. Kad je razlika azimuta manja od 180°, onda presjek simetrala pada van trokuta, a u praksi pozicije se uzimaju na simetrali najveće razlike azimuta između stajnica i suprotne stajnice. Kad je razlika azimuta veća od 180°, onda je pozicija uvijek u središtu trokuta upisane kružnice. Međutim, kad je slučajna pogreška veća od sistematske (snimanje u razmaku vremena) onda se govori o najvjerojatnijoj poziciji na temelju teorije najmanjih kvadrata, za koju je zbroj kvadrata udaljenosti od stranica minimum, i pozicija je uvijek unutar trokuta.

Tablica 3.

Input Key	Display	Description
[TOP]		
[0]	4.1933	[LOP1] Line of Position No. 1
[1]	1982.0430	HMS1 4.1933 Sight Time
[2]	49	YMD 1982.0430 Sight Date
[3]		CB 49 Celestial Body Number
[4]		CB Polaris Body Name
[5]	31.120	ALT1 31.120 Sextant Altitude (After Index correction)
[6]		HGT 3 m. Height of Eye
[7]		TMP 10 c. Temperature
[8]		PRS 1013.25 mb. Pressure
[9]	31.200 [24]	LAT 31.200 N DR Lat.
[0]	138.145 [24]	LON 138.145 W DR Long.
[1]		CHECK ?
[2]		-- PROCESS --
[3]	AZ 359.066	Azimuth 359° 06'.6
[4]	INT 5.4	Intercept 5.4 (miles)
[5]		[LOP2] Line of Position No. 2
[6]	4.2122	HMS2 4.2122
[7]	16	YMD 1982.0430
[8]		CB 16
[9]		CB Arcturus
[0]	27.458	ALT2 27.458
[1]	60	CO 60 True Course
[2]	5	SPD 5 Speed
[3]		CHECK ?
[4]		-- PROCESS --
[5]	AZ 83.133	Azimuth 83° 13'.3
[6]	INT 6.4	Intercept 6.4 (miles)
[7]		[LOP3] Line of Position No. 3
[8]	4.2406	HMS3 4.2406
[9]	60	YMD 1982.0430
[0]		CB 60
[1]		CB Spica
[2]	22.081	ALT3 22.081
[3]		CHECK ?
[4]		-- PROCESS --
[5]	AZ 119.160	Azimuth 119° 16'.0
[6]	INT 0.8	Intercept 0.8 (miles)
[7]		[LOP4] Line of Position No. 4
[8]	4.2731	HMS4 4.2731
[9]	53	YMD 1982.0430
[0]		CB 53
[1]		CB Regulus
[2]	70.102	ALT4 70.102
[3]		CHECK ?
[4]		-- PROCESS --
[5]	AZ 164.172	Azimuth 164° 17'.2
[6]	INT 2.0	Intercept 2.0 (miles)
[7]		[LOP5] Line of Position No. 5
[8]	4.2954	HMS5 4.2954
[9]	90	YMD 1982.0430
[0]		CB 90
[1]		CB Moon
[2]	69.233	LL Moon LL Moon
[3]		ALTS 69.233
[4]		CHECK ?
[5]		-- PROCESS --
[6]	AZ 241.576	Azimuth 241° 57'.6
[7]	INT -3.6	Intercept -3.6 (miles)
[8]		[FIX] Position Fix
[9]		-- PROCESS --
[0]	LATf 31.226 N	
[1]	LONf 138.095 W	
[2]	HMSf 4.1933	
[3]	YMDf 1982.0430	
[4]		[FIX SERIES]
[5]	5.00	HMSf 5.00
[6]		YMDf 1982.0430
[7]		-- PROCESS --
[8]	LATf 31.243 N	
[9]	LONf 138.061 W	

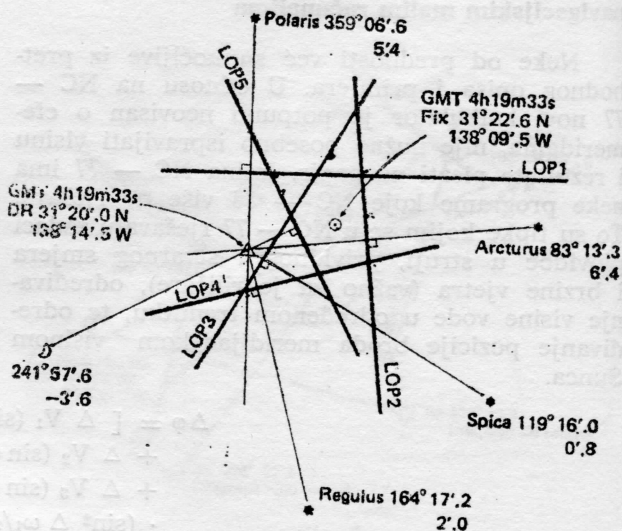
Slično je i s 4, 5. ili više stajnica. Ovo će najbolje ilustrirati jedan primjer iz prospekta za kalkulator NC — 88 s 5 stajnica.

Dana 30. 4. 1982. na poziciji: $\varphi = 31^\circ 21'N$; $\lambda = 138^\circ 14',5 W$ snima se Polara (49) GMT = 4h 19m 33s Vi = 31° 12',0
 Arcturus (16) GMT = 4h 12m 22s Vi = 27° 45',8
 Spica (60) GMT = 4h 24m 06s Vi = 22° 08',1
 Pegulus (53) GMT = 4h 27m 31s Vi = 70° 10',2
 Mjeseć (90) GMT = 4h 29m 54s Vi = 79° 23',3

Visina oka je 3 metra, brod plovi u kursu 60° s brzinom od 5 čvorova. (Očito je ovo primjer podesen za neku jahtu).

Rješenje sa slikom vidi se kroz tablicu 3. i slikom 4.

Ako se isti zadatak riješi po uzancama kako se to radi na brodu, onda bi se računski ili grafički sve svelo na zadnji trenutak snimanja, a onda iz ucrtanih stajnica odabrale najpodobnije za odrediti dobru poziciju broda. Tako je po-



Slika 4.

[CALCULATOR]
 [LOP1]
 HMS1 4.1111
 YMD 1982.0430
 CB 70 11.9
 ALT1 31.14
 HGT 3 m.
 TMP 10 C.
 PRS 1013.25 mb
 LAT 31.20 N
 LON 138.145 W
 AZ 359.066 *
 INT 7.3 *

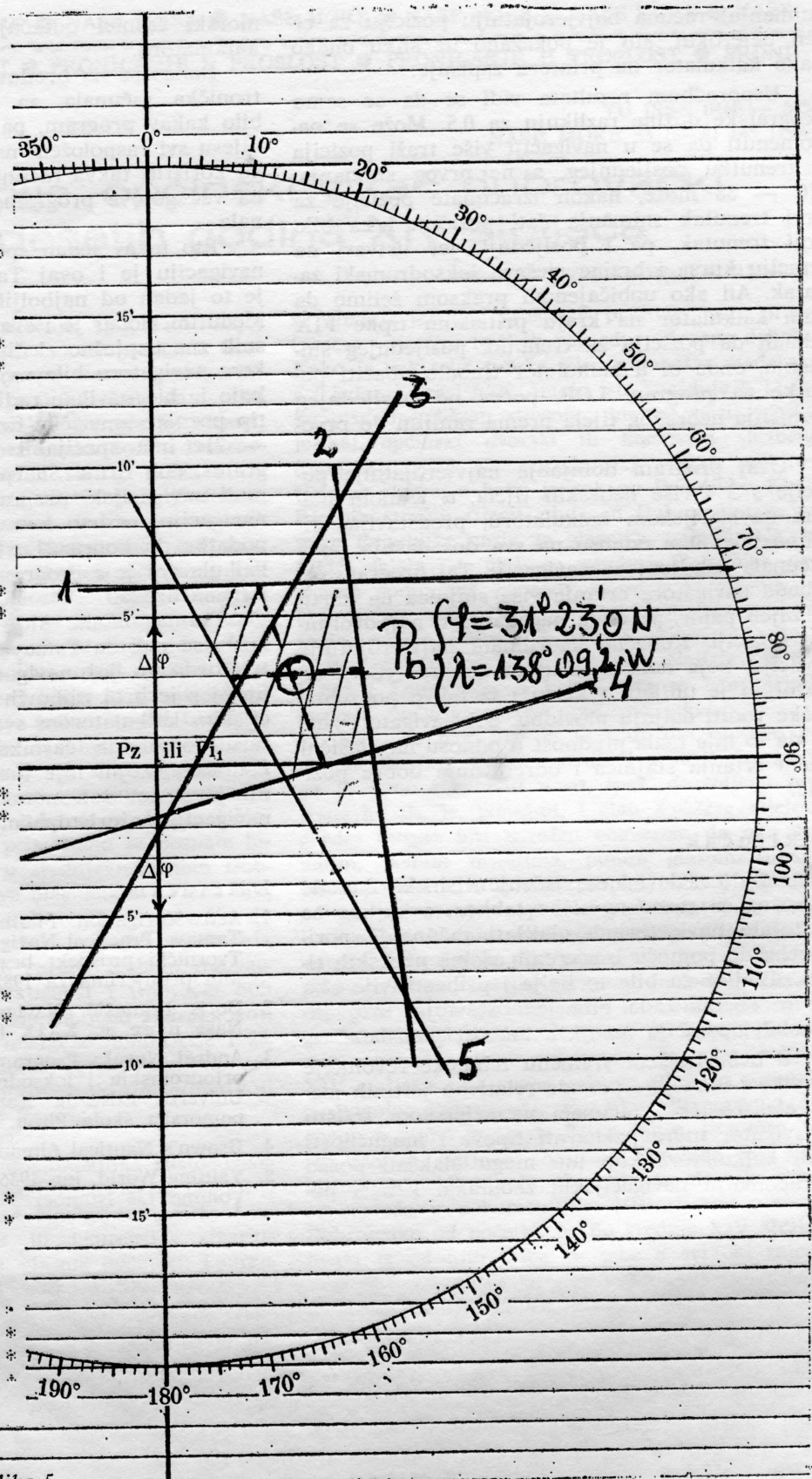
[LOP2]
 HMS2 4.2122
 YMD 1982.0430
 CB Arcturus
 ALT2 27.464
 CD 60
 SPD 0
 AZ 83.132 *
 INT 7.1 *

[LOP3]
 HMS3 4.2406
 YMD 1982.0430
 CB Spica
 ALT3 22.083
 AZ 119.157 *
 INT 1.2 *

[LOP4]
 HMS4 4.2731
 YMD 1982.0430
 CB Regulus
 ALT4 70.192
 AZ 164.157 *
 INT 1.3 *

[LOP5]
 HMS5 4.2954
 YMD 1982.0430
 CB LL Moon
 ALT5 69.233
 AZ 241.573 *
 INT -4.4 *

[FIX]
 LAT# 31.230 N *
 LON# 138.387 W *
 HMS# 4.19 *
 YMD# 1982.0431 *



Slika 5.

stupljeno i u slici 5. gdje su izmjerene visine svedene na trenutak snimanja posljednjeg tijela. Od svih 5 stajnica odabrane su 1, 2, 4. i 5, jer stajnica 3 ima malu razliku azimuta sa staj-

nicom 2 pa se može odbaciti. Izabrane stajnice formiraju četverokut (osjenčeno), a u presjeku simetrala nalazi se prava pozicija. Kalkulator NC — 88 (za zadnji trenutak

snimanja) računa najvjerojatniju poziciju za cijeli peterokut, što je pokazano uz sliku onako kako kalkulator na printeru zapisuje.

Usporedbom rezultata vidi se da se samo geografske dužine razlikuju za 0,5. Može se napomenuti da se u navigaciji više traži pozicija u trenutku posljednjeg, a ne prvog snimanja. NC — 88 može, nakon izračunate pozicije za prvi trenutak snimanja dati poziciju i za bilo koji trenutak, pa i posljednji, jer ustvari na temelju kursa i brzine rješava loksodromski zadatak. Ali ako uobičajenom praksom želimo da nam kalkulator na kraju pritiskom tipke FIX odmah da poziciju za trenutak posljednjeg snimanja, onda bi u kalkulator trebalo ubaciti podatke za program LOP, počev od posljednjeg snimanja nebeskog tijela prema ranijim do prvoga.

Ovaj program dobijanja najvjerojatnije pozicije s 3 i više nebeskih tijela, u jednom malom navigacijskom kalkulatoru, predstavlja vrijednu novinu u odnosu na sva dosadašnja mala računala namijenjena navigaciji. Taj program oslobađa navigatora crtanja više stajnica na kartu ili bijeli papir, pa onda nagađanja o najpovoljnijoj poziciji. Konačne koordinate najvjerojatnije pozicije, koje nam na ekranu servira NC — 88 dovoljno je unijeti u kartu i iz takve pouzdane točke voditi daljnju plovidbu. Svi navigatori znaju da to nije mala prednost u odnosu na klasični način crtanja stajnica i određivanja dobre pozicije.

Zaključak

Još do nedavno za rješenje visinske metode izdavane su razne nautičke tablice, s kojima se nastojalo navigatorima olakšati računanje pozicije broda pomoću izmjerenih visina nebeskih tijela. Tablice su bile to bolje i prihvatljivije ako im je shema rada bila jednostavnija, broj računskih operacija manji, a točnost pouzdana.

U ovom našem vremenu tehničke revolucije i velike i raznolike ponude relativno jeftinih malih elektroničkih računala na svjetskom tržištu i navigator mora poznavati tipove i mogućnosti onih kalkulatora koji mu mogu olakšati posao u računanju navigacijskih zadataka. I naši po-

morski časnici odlučuju se na kupnju takvih kalkulatora.

Danas se na brodove instaliraju i veća elektronička računala, za koje se može napraviti bilo kakav program, pa i navigacijski. Međutim, nijesu svi raspoloženi naučiti sistem s kojim mogu koristiti takva računala, već se rađe odlučuju na već gotove programe ili specijalizirana računala.

Eto takav jedan specijalizirani kalkulator za navigaciju je i ovaj Tamaya NC — 88. Možda je to jedan od najboljih što se na tržištu nudi. Međutim, dobar je i svaki drugi s kojim se korisnik zna uspješno služiti, kako što su prije svakom navigatoru bile najbolje nautičke tablice na koje je bio navikao raditi. Tako na pr. najnoviji tip poznate američke firme Hewlett Packard HP — 71c ima specijalni Astronomy related programs, dok firma Sharp s novim tipom PC 1251 nudi navigacijski program za obalnu i oceansku navigaciju, te isto kao i NC — 88 efemeridske podatke do konca 21. stoljeća. U pripremi ovog kalkulatora je i program za proračun stabiliteta i trima broda.

Prema onome što nude i cijeni koštanja, može se reći da Tamaya prednjači na svjetskom tržištu. Zato joj navigatori i pokazuju povjerenje, jer je broj njihovih drvenih kutija s navigacijskim kalkulatorom sve veći u osobnom inventaru pomorskih časnika palube ili amaterskih nautičara, kojih nije mali broj u svijetu i kojima je sustav astronomske navigacije i zbrojene navigacije najpristupačniji i najsigurniji.

Literatura:

1. Astro-Navigation Piloting and Dead Reckoning Tamaya Practical Navigator NC — 88
Tvornički prospekt bez godine izdanja s izrađenim primjerima za 1982. godinu. Tokyo.
2. Boris Franušić: Navigacijski džepni kalkulatori Naše more, g. XXIX br. 1. Dubrovnik, 1982. g.
3. Andrej Novak: Programi u Basicu za računanje ortodromskih i loksodromskih zadataka.
Univerza Edvarda Kardelja u Ljubljani. Viša pomorska škola Piran. Portorož 1986.
4. Brown's Nautical Almanac 1986.
5. Yachting World, jun 1986.
Volume 138 Number 3934. London

