

BORIS FRANUŠIĆ

Navigacijski džepni kalkulatori

Danas u svijetu postoje mnogi tipovi malih džepnih, digitalnih, električnih računala koje smo navikli zvati kalkulatorima. U razvijenim zemljama njima se služe djeca već u osnovnoj školi, a našli su svoju masovnu primjenu od potrebe običnog čovjeka do znanstvenog radnika, svugdje gdje je potrebno brzo i lako doći do rezultata.

U navigaciji se rješavaju mnogi zadaci s kojim navigator određuje i kontrolira poziciju broda, računa kurseve i udaljenosti itd. Zato je navigator uz kartu i instrumente morao uvijek imati i neke Nautičke tablice (i Nautički godišnjak) s kojima je olakšavao rad na rješavanju tih navigacijskih zadataka. Tako je u svijetu nastao veliki broj Nautičkih tablica. One rješavaju astronomsko-nautički sferni trokut položaja, a s njim i ortodromske probleme. Dakle, Nautičke tablice uglavnom služe u oceanskoj navigaciji, iako mnoge donose i određeni broj tablica s kojima se rješavaju zadaci u obalnoj navigaciji. Kod nas se također javljaju Nautičke tablice naših autora i to Ciro Carić 1923. i 1924. godine, Frano Simović 1948. i 1974. godine, Frano Flego 1957. godine, Stijepo Kotlarić 1958. 1971. i 1978. godine s jednim tipom tablica, Pero Čumbelić 1969. godine, te ponovo Stijepo Kotlarić 1971. godine s drugim tipom tablica.

Na današnjem stupnju naše civilizacije traže se brza i točna rješenja do kojih se nastoji doći s najmanje truda. Razvojem tehnike i jednostavnim načinom rukovanja raznih naprava, u mogućnosti smo rješavati i najteže zadatke u najkraćem mogućem vremenu. Iako su pomorci poznati kao konzervativni ljudi, vrlo teško prihvaćaju novine i mijenjaju ustaljene navike, ipak se danas radije upuštaju u nabavku digitalnih malih kalkulatora, nego da u svom prtljagu nose Nautičke tablice. Razlog zato nije samo glomaznost tablica u odnosu na džepni kalkulator, već i saznanje da s kalkulatorom može rješavati i sve druge računске operacije, koje inače radi u svom poslu na brodu. Tako su uz »igru« s tipkanjem po svom malom kalkulatoru naučili rješavati i navigacijske probleme. S običnim kalkulatorom moglo bi se rješavati dobar broj najčešćih navigacijskih problema s većom točnošću i brzinom nego što omogućuju često glomazne tablice s približnim rješenjima. To sve vrijedi uz uvjet da se navigator zna služiti svojim kalkulatorom, a to je uvijek lakše naučiti te s primjerima brzo steći potrebnu rutinu.

Današnji brodovi su opskrbljeni najmodernijim navigacijskim sustavima za sigurno vođenje i kontroliranje pozicije broda. Veliki i brzi brodovi sve manje odstupaju od ucrtanog puta, a kontrolu svojih pozicija i pređenog puta pruža im jedan od hiperboličnih sustava navigacije od kojih je danas globalni i najprecizniji satelitski sustav navigacije. Kako je prijemnik takvog sustava uključen na žiro kompas i mjeri brzinu broda, to brodovi neprekidno imaju koordinate zbrojene pozicije, a gustina »Fix« točaka (točnih pozicija određenih prolazom satelita) dobija se u prosjeku svaki jedan sat, što je daleko bolje i točnije nego vrijednosti koje daje visinska metoda u astronomskoj navigaciji. Prema tome prijemnik satelitske navigacije uz žiro-kompas i automatsko kormilo toliko su pojednostavnili i olakšali kontrolu pozicije i vođenje navigacije, a da pri tome pružaju točnije podatke nego što ih je oceanska navigacija do sada zahtijevala, da je astronomska navigacija postala suvišna. Ona se u praksi na ovako opremljenim brodovima sve manje koristi, ali ona se **ne može zaboraviti.**

Svaki kompletni navigator mora uvijek znati odrediti i kontrolirati svoju poziciju snimajući nebeska tijela ili terestričke objekte. Razlog je jednostavno u tome što je svaki od suvremenih sustava navigacije i pomagala, koji se njima koriste, podložan kvaru. Osim toga zemlje koje su ove sustave uspostavile imaju svoj monopol nad njima i u slučaju svojih interesa mogu ih »umrtviti« za opću upotrebu. Na nebeskim tijelima nema ničijeg monopola, pa kad god vremenske prilike omogućuju, dovoljno je imati sekstant, točan sat, Nautički godišnjak ili mali kalkulator, ili samo sekstant i navigacijski kalkulator, da se odredi pozicija broda.

Primjena džepnih kalkulatora u navigaciji

Najviše se obični kalkulatori u navigaciji koriste za račun visine i azimuta nebeskog tijela, odnosno deklinacije i satnog kuta kod identifikacije, ili za računanje ortodromske udaljenosti i ortodromskog kursa. Radi se pomoću cosinusovog poučka za stranicu i sinusovog poučka sferne trigonometrije:

$$\sin^V_d(\cos D_0) = \sin \text{Fi}(\text{Fi}_p) \sin^d_V(\text{Fi}_d) + \cos \text{Fi}(\text{Fi}_p) \cos^d_V(\text{Fi}_d) \cos^s_{Az}(dl) \quad 1.$$

$$\sin^s_{Az}(Kp_0) = \frac{\cos^d_V(\text{Fi}_d) \sin^s_{Az}(dl)}{\cos^d_V(\sin D_0)} \quad 2.$$

V = visina; d = deklinacija; D₀ = daljina ortodromska; Fi = geografska širina; (p) = polaska; (d) = dolaska (kao indeksi); (s) = mjesni satni kut; Az = azimut; dl — razlika geografske dužine; Kp₀ = kurs početni ortodromski.

Azimut (ili satni kut) se može rješavati i po cotangesovom poučku:

$$\text{tg}^s_s = \frac{\sin^s_{Az}}{\text{tg}^d_V \cos \text{Fi} - \sin \text{Fi} \cos^s_{Az}} \quad 3.$$

Gornje oznake su za račun visine i azimuta, donje za račun deklinacije i satnog kuta, a u zagradi za račun daljine ortodromske i kursa početnog ortodromskog.

Rješavanje Az i Kp₀ je jednostavnije po relaciji 2. jer se na moru uvijek zna u kojem je kvadrantu horizonta snimljeno nebesko tijelo, a ortodroma je uvijek zakrenuta prema polu za točke na istoj hemisferi, pa je lako odrediti kvadrantalnu vrijednost azimuta odnosno kursa početnog ortodromskog.

U relaciji 1. je potrebno u prvom članu na desnoj strani voditi računa o tome da li su širina i deklinacija istoimene ili raznoimene. Ako su raznoimene, onda je cijeli prvi član negativan, pa moramo taj član od pozitivnog pretvoriti u negativan — s tipkom ± koju svi kalkulatori posjeduju. To isto važi i za vrijednost prvog člana u nazivniku relacije 3.

Kod nabavljanja običnog kalkulatora preporučljivo je da za potrebe ovakvih rješavanja navigacijskih zadataka, kalkulator ima mogućnost osim vađenja vrijednosti trigonometrijskih funkcija još i mogućnost pretvaranja minuta i sekunda u djelove stupnja i obratno, te bar jednu memoriju, da se pojedini djelomični rezultati ne moraju pisati na papir.

Jasno je, da se ovakvim kalkulatorima mogu rješavati i ostali problemi ortodromske plovidbe kao vrh ortodrome, širina točaka na ortodromi i kombinirane plovidbe koristeći poznate relacije izvedene pomoću Napierovog pravila za pravokutni sferni trokut. Isto tako može se računati i azimut nebeskog tijela pri izlazu ili zalazu, trajanje sumraka itd.

Također se s ovakvim kalkulatorom mogu rješavati loksodromski problemi pomoću relacija koje se dobivaju iz tri loksodromska trokuta.

Nešto bolji noviji kalkulatori imaju mogućnost programiranja programa po volji. Tako navigator u kalkulator može ubaciti program koji će mu po cosinusovom poučku sferne trigonometrije, po točno utvrđenom redu ubacivanja podataka, riješiti zadatak visinske metode, identifikacije zvijezde ili ortodromske udaljenosti i kursa početnog. Dalje se može kalkulator programirati da na temelju ubačenih relacija, čiji su argumenti razlika visine i azimut, izračuna koordinate pozicije pomoću 2 ili 3 nebeska tijela.

Proizvođači džepnih kalkulatora pobrinuli su se da za potrebe navigatora proizvedu specijalne navigacijske kalkulatore. Neke poznate tvornice proizvele su tzv. programirane kalkulatore u koje se umeću kartice određenog programa, već prema tome kojoj svrsi je taj program namijenjen. Između tih programa postoji i navigacijski. Takve programe imaju neki tipovi kalkulatora poznatih tvornica Texas Instruments, Hewlett — Packard, Sharp i Casio.¹ Na primjer, američka firma Hewlett — Packard je 1974. godine proizvela tip HP — 65, dimenzija 15,3x8,2x3,3 cm i težine 312 grama, koji između mnogih prethodno snimljenih paketa programa posjeduje i Navigational Pac 1 s programima iz navigacije. Nav Pac 1 sadrži 26 programa podijeljenih u tri grupe. Jednu grupu čine problemi iz terestričke navigacije, drugu grupu problemi iz astronomske navigacije, a treću grupu problemi iz manevriranja. Za sve ove programe potrebno je četrdeset magnetskih kartica za čiju upotrebu postoje detaljne upute.²

Od iste firme je i HP — 41 C za kojeg piše da je »najbolji programabilni džepni računar na tržištu«³, koji osim što omogućuje snimanje programa na magnetske kartice, posjeduje optički čitač i štampač. Dimenzije su mu 14,4x7,9x3,3 cm i 210 grama težine. Radi na temperaturi od 0° do 45°C. Između velikog broja tzv. Program paketa postoji i navigacijski pod brojem 00041—15017, koji rješava »klasične navigacijske probleme u terestričkoj i astronomskoj navigaciji«.⁴

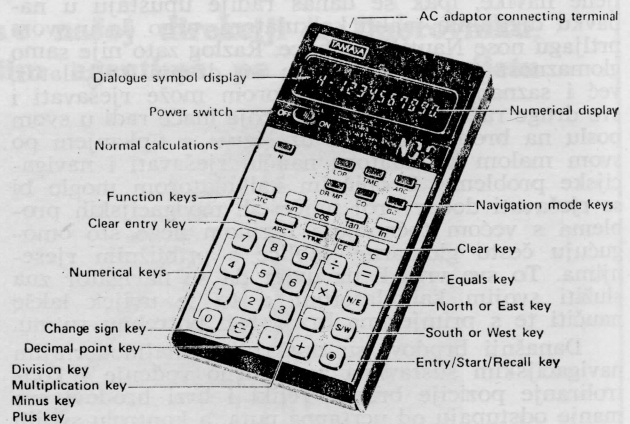
Također od iste firme postoje noviji tipovi HP—67/97 s još većom mogućnošću korištenja pripremljenih paket programa, među kojima je i Navigacijski paket pod brojem 00097-13205. U tom paketu ima 14 programa na 21 magnetnoj kartici. Ovim programom rješavaju se loksodromski i ortodromski zadaci, a najviše je kartica za rješavanje zadataka iz astronomske navigacije. Tako je moguće izabrati vrijeme i zvijezde pogodne za opažanje, vrijeme sredine jutarnjeg i večernjeg trajanja sumraka, interpolaciju podataka iz Nautičkog godišnjaka za traženi trenutak GMT, ispravljanje izmjerene visine Posebno se donose podaci za liniju položaja dobivenu sa Suncem, a posebno za 57 navigacijskih zvijezda i Polaru, čije se efemeridne vrijednosti programirane. Na kraju postoji i program koji daje koordinate pozicije broda pomoću 2 linije položaja.⁵

Međutim praktični navigator na brodu ne želi se opterećivati s određenim redom ubacivanja i korištenja pripremljenih kartica, već je spreman naučiti shemu korištenja i samo tipkanjem ubacivati što manje podataka, a dobiti što brže rezultat. Zato su tvornice izradile specijalne male kalkulatore za isključivu upotrebu u astronomskoj navigaciji. Tako je američka firma Micro Instrument Company proizvela Celestial Navigation Computer »GALAXY 1« dimenzija 31,5 x 14,3 x 13,4 cm i težine 365 grama. Normalno radi pri temperaturi od 0° — 60°C. Ovaj kompjuter za manje od dvije minute daje

elemente za crtanje stajnice visinskom metodom, nakon što se određenim redosljedom kojeg diktira kalkulator ubace vrijednosti izmjerene visine nebeskog tijela, visine oka opažača, satnog kuta nebeskog tijela u Greenwichu, izabrane ili zbrojene geografske dužine, deklinacije nebeskog tijela i izabrane ili zbrojne geografske širine. Osim toga upotrebljiv je za računanje kod identifikacije zvijezda, ortodromske udaljenosti i kursa početnog ortodromskog, kao i za osnovne računске operacije.

Kanadska firma Digital Systemy Marine proizvela je Astro-Navigation Computer »INTERCEPTER« dimenzija 27 x 18 x 16,5 cm i težine 270 grama. Naziv je dobio po engleskoj riječi intercept, što znači razliku između prave i računate visine (dV). U ovom kalkulatoru je redosljed ubacivanja podataka sljedeći: satni kut nebeskog tijela u Greenwichu, zbrojena geografska dužina, zbrojena geografska širina, deklinacija i izmjerena visina nebeskog tijela, a kalkulator izračunava vrijednost dV i Az. Upotrebljiv je također za računanje kod identifikacije zvijezda, ortodromske udaljenosti i početnog ortodromskog kursa. Nije upotrebljiv za rješavanje nikakvih drugih računskih operacija.⁶

Japanska firma Tamaya proizvela je Astro-Navigation Calculator NC-2 dimenzija 15 x 8,2 x 2,7 cm i težine 250 grama. Iako po nazivu ovog kalkulatora izgleda da on rješava samo zadatke astronomske navigacije, s ovim kalkulatorom mogu se računati i loksodromski problemi, jer ako se pritisne određena tipka i ubace traženi podaci s redosljedom kojeg diktira kalkulator, mogu se dobiti: koordinate zbrojene pozicije na temelju početne pozicije, kursa i daljine loksodromske; kurs i daljina loksodromska između dviju zadanih pozicija; visina i azimut nebeskog tijela; koordinate najbliže točke na kružnici položaja naše zbrojene pozicije (to su koordinate točke na karti kroz koju se crta stajnica okomita na azimut nebeskog tijela tzv. rektificirana točka). Osim ovog ima i posebne tipke za pretvaranje vremena u luk i obratno. Također ima i dvije memorije.⁷



Kalkulator Tamaya NC-2

S ovim kalkulatorom moguće je rješavati i probleme plovidbe u struji koristeći se tipkama koje rješavaju i dva loksodromska problema. Također može uz računске operacije računati vrijednost trigonometrijskih funkcija kuta, prirodnog logaritma i drugog korijena zadanog broja.

Ovaj kalkulator ima kako vidimo i više mogućnosti za rješavanje navigacijskih problema. Međutim, ovaj tip kalkulatora nema mogućnosti ispravljanja opažene visine, pa se to mora raditi nezavisno od kalkulatora, kao i nakon dobijanja računate visine treba odrediti dV. Interesantna je simbolika argumenata koju upotrebljava ovaj kalkulator. Pošto je ista simbolika i u novijem kalkulatoru iste firme NC-77 to će se kod njegovog opisa nju upoznati.

Firma Texas Instruments u tipovima svojih programiranih kalkulatora TI Programmable 58, 58C i 59 donosi između mnogih pripremljenih programa i navigacijski pod nazivom Navipro 2000 koji su programirali dr Peter Forster i Bobby Schenk. U stvari mali navigacijski modul (dimenzije 21 x 17 x 8 mm), koji se ubacuju u određeni prostor na poleđini kalkulatora, zove se Schenk-Novipro 2000 i propagira se za potrebe rješavanja navigacijskih problema voditelja jahti. Taj se može ubaciti u bilo od koja tri tipa, a ovdje će biti opisan rad s tipom TI-58 C koji mi je bio dostupan.

To je kalkulator dimenzija 16 x 7,8 x 3,6 cm i 250 grama težine. S posebnim adapterom uključuje se na izvor električne energije, koja puni njegove stalne baterije, na koje može raditi i kad nije uključen.

Navigacijski pak (modul) sadrži 8 programa i kroz 5000 koraka rješava:

- 01 Računanje pozicije s 2 azimuta poznatih objekata, te rješavanje zadataka astronomske navigacije.
- 02 Rješavanje loksodromskih zadataka.
- 03 Rješavanje zadataka plime.
- 04 Rješavanje udaljenosti vidljivog objekta ili horizonta.
- 05 Rješavanje brzine, vremena i udaljenosti.
- 06 Rješavanje jedriličarskog zadatka pomoću kuta upada vjetera i brzine.
- 07 Određivanje pozicije pomoću Omega prijemnika.
- 08 Diagnostic program, koji kontrolira da li je ubačeni modul dobro postavljen i da li kalkulator normalno radi.

Postoje detaljna uputstva o korištenju svakog programa, a nas ovdje posebno interesira program iz astronomske navigacije. Naime, koristeći program 01 može se:

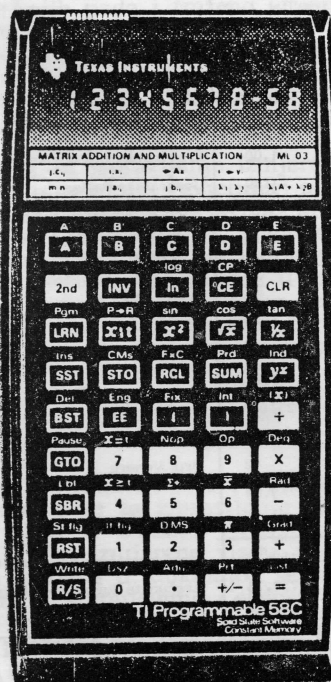
- a) Odrediti pozicija broda na temelju poznatih pozicija 2 objekata i njihovih pravih azimuta. To se može koristiti snimanjem terestričkih objekata (među kojima i radio svjetionika), ali i nebeskih tijela.
- b) Odrediti liniju položaja izmjerenom visinom nebeskog tijela. Ovaj kalkulator ima programirane efemeridske podatke za Sunce, Veneru i 40 zvijezda sve do kraja ovog stoljeća. Svako programirano tijelo ima svoj broj. Tako Sunce za donji rub ima broj 10, a gornji 11, Venera 12, tijela koja nijesu programirana 14, a programirane zvijezde od broja 20 (Achernar) do broja 59 (Rasalhague).

Mora se reći da je izbor programiranih zvijezda malo čudan. Naime, od 40 zvijezda ima ih 6 koje nisu navigacijske zvijezde, jer im Nautički godišnjaci ne donose podatke. S druge strane između zvijezda nema Polare, Antaresa, Fomalhauta i veći broj svjetlijih zvijezda od onih koje su programirane.

Ispravljanje izmjerene visine, bez posebnog ubacivanja podataka visine oka, podešena je za opažača jahti, čija visina oka je 2 metra ili niža. Ako je veća, onda se ona ubacuje u metrima. Kalkulator ne ispravlja eventualnu pogrešku indeksa ili ekscentriciteta sekstanta, pa to treba ispraviti prije ubacivanja podataka izmjerene visine u kalkulator.

- c) Odrediti koju visinu i azimut ima nebesko tijelo u određenom trenutku GMT. (Greenwich Mean Time — srednje vrijeme Greenwicha).
- d) Odrediti poziciju opažanjem u razmaku vremena.
- e) Odrediti deklinaciju i satni kut za neprogramirana nebeska tijela. To se odnosi na Mjesec, Mars, Jupiter, Saturn i ostale zvijezde koje nisu programirane. U kalkulator se određenim redom koraka ubace podaci deklinacije i satnog kuta iz Nautičkog godišnjaka za pune satove GMT,

između kojih pada trenutak opažanja, pa s tim vrijednostima nastavlja program određivanja linije položaja.



Kalkulator TI-58C

U ovaj kalkulator se kutne mjere ubacuju kao brojke stupnjeva i minuta, a decimalna točka se tipka za ubacivanje djelova minuta. Satna mjera se ubacuje s brojevima sata, minuta i sekunda, dok se datum ubacuje s mjesecom, danom i posljednje dvije znamenke godine. Za sjeverne širine (ili deklinaciju) i zapadne dužine nije potrebno ubacivati predznak, a za južne širine i istočne dužine treba s tipkom +/- ubaciti ih kao negativne veličine. Kako vidimo ovaj kalkulator označuje dužine suprotnim znacima od uobičajenih u navigaciji. Uzrok tome je što se satni kut broji preko zapada, a vjerojatno i zbog toga što je namijenjen prvenstveno korisnicima na zapadnoj hemisferi.

Kalkulator određuje liniju položaja visinom nebeskog tijela (koja nije manja od 15°) tako da izračunava koordinate rektificirane točke i kut pod kojim se crta linija na karti, brojeći ga od točke N kao i azimut. Od momenta ubacivanja posljednjeg podatka (kad se na ekranu pokaže broj 9 za sva nebeska tijela osim za programirane zvijezde, za koje se pokaže broj 19) treba proći izvjesno vrijeme dok se dobije rezultat.

To vrijeme ovisi o težini programa i po prospektu treba 20 sekundi za zvijezde, 40 sekundi za Sunce i 60 sekundi za Veneru.⁸

U prospektu za svaki program postoji izrađen primjer, a ovdje će se uzet par tipičnih primjera, kako bi se mogla vršiti komparacija rada s kalkulatorima. Kroz prikazane primjere najbolje se može uočiti kako se s kojim kalkulatorom radi i kakve davaju rezultate.

Primjer 1.

Zadatak: Dana 1. 1. 1982. na poziciji izabranoj: $\text{Fi} = 42^{\circ}00'N$ i $l = 18^{\circ}00'E$ snimi se visina Venere $25^{\circ}45,7'$ u trenutku GMT $14h44m36s$. Pogreška indeksa sekstanta je $+1,2'$, a visina oka opažača je 11 metara. Odredite liniju položaja.

Rješenje: Visinu odmah ispravimo za pogrešku indeksa tj. u kalkulator će se ubaciti $V = 25^{\circ}46,9'$.

Ubacivanje	Pokazivanje	Tumačenje
Tipka programa i argument	Korak, argument i rezultat	
2nd	0	Biranje
Pgm	0.	programa
01	0.0	
4200	4200	Geografska širina
A	1.00	Broj koraka u programu
1800 +/-	-1800	Geografska dužina
R/S	2.00	Tipka za ubacivanje podatka i dobivanje rez.
10182	10182	Datum
B'	3.00	
11	11	Visina oka
R/S	0.00	
144436	144436	GMT
B	4.00	
2546.9	2546.9	Opažena visina
R/S	5.00	
12	12	Eroj Venere
C	9.00	
E		Start računanja programa
	4159.73	Izračunata širina rektificirane točke
R/S	-1759.78	Izračunata dužina rektificirane točke
R/S	301.32	Kut linije položaja

Prema tome liniju položaja bismo crtali kroz točku: $Fi = 41^{\circ}59,7'N$ i $l = 17^{\circ}59,8'E$ pod kutom od $301,3^{\circ}$.

Daljnijim uzastopnim pritiskanjem tipke R/S na ekranu bismo dobili brojke datuma, GMT, visine i dobivene rezultate. U ovom primjeru kalkulator je nakon tipkanja tipke E trebao 82^s dok je dao rezultat, što je nešto duže od vremena označenog u prospektu. U toku računanja kalkulator »zaflaša« brojku nebeskog tijela za koje vrši računanje.

Primjer 2.

Zadatak: Dana 1. 1. 1982. na poziciji izabranoj: $Fi = 42^{\circ}00'N$ i $l = 18^{\circ}00'E$ snime se slijedeća nebeska tijela:

Capella GMT = $18^h 16^m 17^s$ $V = 57^{\circ} 23,3'$
Mjesec GMT = $18^h 16^m 54^s$ $V_{dr} = 29^{\circ} 12,8'$

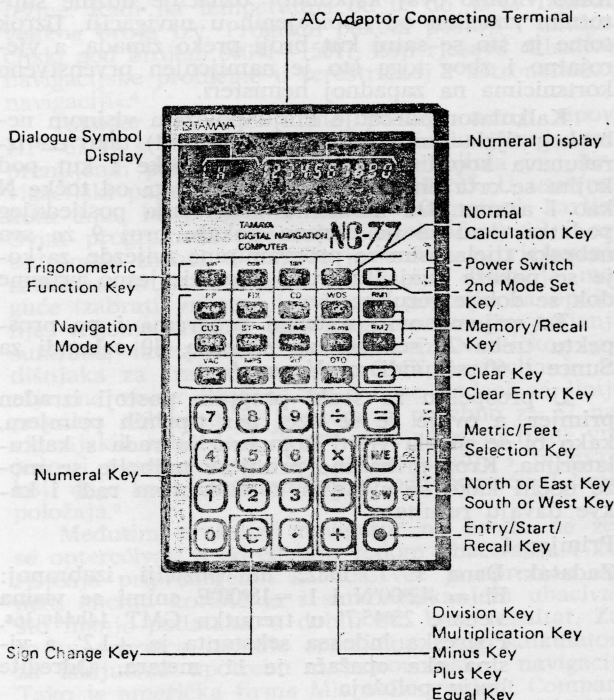
Pogreška indeksa sektanta je $+ 1,2'$ i visina oka opažača 11 metara. Odrediti poziciju smatrajući opažanja istovremena.

Rješenje: Odmah se poprave visine za pogrešku indeksa, pa je visina Capelle $57^{\circ}24,5'$, a Mjeseca (donji rub) $29^{\circ}14,0'$. Iz Nautičkog godišnjaka potrebno je izvaditi podatke za Mjesec:

GMT = 18^h $d = 6^{\circ} 58,8'S$ $S = 15^{\circ} 34,5'$ H.P. = $57,1'$
GMT = 19^h $d = 6^{\circ} 47,1'S$ $S = 30^{\circ} 06,1'$ H.P. = $57,1'$

Rad s kalkulatorom ide po slijedećoj shemi:

Capella		Mjesec		Određivanje pozicije	
2nd Pgm 01	0.00	181654	181654	337.15	337.15
4200	4200	B	4.00	C'	91.00
A	1.00	2914	2914	134.54	134.54
1800 +/-	-1800	R/S	5.00	R/S	92.00
R/S	2.00	14	14	4159,01	4159.01
10182	10182	C	9.00	R/S	93.00
B'	3.00	658.8 +/-	-658.8	1756.83+/-	-1756.83
11	11	R/S	15.00	R/S	94.00
R/S	0.00	647.1 +/-	-647.1	4201.93	4201.93
181617	181617	R/S	16.00	R/S	95.00
B	4.00	1534.5	1534.5	1800.71+/-	-1800.71
5724.5	5724.5	R/S	17.00	R/S	96.00
R/S	5.00	3006.1	3006.1	D'	
22	22	R/S	18.00		4208.85
C	19.00	57.1	57.1	R/S	-1751.25
E		R/S	114		
	4159.01	E			
R/S	-1756.83		4201.93		
R/S	337.15		-1800.71		
			134.54		



Kalkulator Tamaya NC-77

U shemi ovog rješenja vidi se kako se za drugo tijelo nastavlja bez prvih 4 podatka (pozicija, datum i visina oka), pa se starta s GMT, a iza koraka pod brojem 9 ubacuju se već pripremljeni podaci iz Nautičkog godišnjaka. Kad se dobiju podaci i za drugo tijelo, onda se nastavlja određivanje konačne pozicije na temelju dobivenih koordinata rektificiranih točaka i kuteva linija položaja

Prema tome konačna pozicija je:
 $Fi = 42^{\circ}08,8'N$ i $l = 17^{\circ}51,2'E$.

Kalkulator TAMAYA NC-77

Bolji i savršeniji navigacijski kalkulator od NC-2 napravila je ista japanska firma pod nazivom TAMAYA Digital Navigation Computer NC-77 istih dimenzija i težine kao i NC-2. Važno je znati da su oba TAMAYA kalkulatora napravljena za normalnu upotrebu pri temperaturi od $0^{\circ} - 40^{\circ} C$ i smješteni u svojoj drvenoj kutiji. Pomoću adaptera pune im se baterije električnom energijom.

Ovo je prvi kalkulator koji donosi vrijednosti Greenwichog satnog kuta proljetne točke, deklinacije i Greenwichog satnog kuta Sunca, te vrijednosti jednadžbe vremena za svaki trenutak GMT do konca ovog stoljeća. Pošto sve tamne tipke u gornjem dijelu kalkulatora imaju dvostruku funkciju, to se istom tipkom s oznakom ALM i PP može dobiti vrijednost satnog kuta u Greenwichu i deklinaciji

Mjeseca i planeta za sat, minutu i sekundu, ako se ubace vrijednosti tih argumenata za pune satove između kojih je trenutak opažanja. Takvu gustoću podataka donose Nautički godišnjaci, ali se izdaje i specijalni »Almanac for Computers«.

(Slika 3. — Kalkulator TAMAYA NC-77).

Kako ovaj kalkulator rješava najviše navigacijskih problema, uputno je upoznati njegovu tastaturu i funkciju tipaka:

N tipka za čišćenje kalkulatora od navigacijskog programa i sprema za normalnu upotrebu kalkulatora. Također uz prethodno tipkanje tipke F služi za vađenje drugog korijena.

F tipka s kojom se koristi dvostruka funkcija crnih tipaka. Prethodno njeno pritiskanje uključuje funkciju označenu iznad crne tipke.

PP

ALM tipka za dobijanje satnog kuta proljetne točke, deklinacije i satnog kuta Sunca u Greenwichu, te vrijednosti jednadžbe vremena do 1999. godine. (ALM je kratica za Almanac).

Također računa satni kut i deklinaciju nebeskih tijela za minutu i sekundu između podataka za puni sat ubačenih iz Nautičkog godišnjaka. (PP je kratica za Proportional Part).

FIX

LOP tipka za dobijanje računate visine i azimuta nebeskog tijela na temelju mjesnog satnog kuta, deklinacije i širine (LOP je kratica od Line of Position = linija položaja u astronomskoj navigaciji).

Također služi za određivanje pozicije u presjeku dvije linije položaja na temelju zbrojene pozicije, te razlika visina kao i azimuta jednog i drugog opaženog nebeskog tijela. (FIX je kratica za utvrđenu poziciju broda).

CD

DR tipka za rješavanje dva loksodromska problema. (DR je kratica za Dead Reckoning, što doslovno znači približni račun pozicije na temelju poznavanja početne pozicije, kursa i prednjeg puta loksodrome).

Također određuje loksodromski kurs i udaljenost između dvije poznate pozicije. (CD je kratica za Cours i Distance).

WDS

GC tipka za rješavanje ortodromskih problema navigacije. (GC je kratica za Great Circle tj. velikog kruga kojeg u navigaciji zovemo ortodroma). Na temelju koordinata pozicije polaska i dolaska kalkulator izračunava ortodromsku udaljenost, kurs početni ortodromski, vrh ortodrome, te geografske širine točaka na ortodromi po izabranoj geografskoj dužini.

Ista tipka služi za dobijanje pravog smjera i brzine vjetrova (WDS je kratica za Wind Direction Speed tj. smjer i brzinu vjetrova).

CU 3

CU 12 tipka koja na temelju prividnog kursa i brzine broda kroz vodu, te smjera i brzine struje određuje kurs i brzinu broda preko dna (CU je kratica za Current tj. struja). S istom tipkom CU 12 može se dobiti kojim prividnim kursom i brzinom kroz vodu treba voziti brod uz poznati kurs i brzinu preko dna, te poznati smjer i brzinu struje.

Ako se istom tipkom želimo služiti u funkciji CU 3, onda s njom možemo izračunati prividni kurs i brzinu preko dna na temelju poznatog kursa preko dna, brzinu kroz vodu, te smjera i brzine struje.

Tipka CU 12 također može poslužiti za računanje pozicije zbrajanjem kurseva. Na temelju ubačenih kurseva i pređenih daljina, dobije se srednji kurs i pređena daljina u tom kursu.

STRM

TIDE tipka za određivanje visine vode u određenom vremenu. (TIDE je plima i oseka). Ulazni argumenti su vrijeme i visina visoke (niske) i niske (visoke) vode za dotičnu luku i to koristeći ona dva podatka između kojih spada naš trenutak tražene visoke vode.

Koristeći istu tipku u funkciji STRM (to je kratica za riječ STREAM tj. struju) može se dobiti koja je brzina i smjer struje plime u određenom vremenu na temelju vremena najniže i najviše vode (između kojih pada i traženo vrijeme), te brzine i smjera struje u trenutku plime.

Zbog poznavanja trenutka i visina visoke i niske vode, kao i za brzinu i smjer plimne struje za visoke vode koriste se Tide Tables i Tidal Current Tables, koje izdavaju Hidrografski instituti.

VAC

SAC tipka za ispravljanje izmjerene visine sektantom pri normalnim uvjetima od temperature 10° C i pritiska 1013,25mb (SAC je kratica za Standard Altitude Corrections tj. standardna korekcija visine). Ulazni argumenti su izmjerena visina nebeskog tijela, visina oka opažачa u metrima ili nogama (što se određuje s posebnim selektivnim prekidačem sa strane). Ako se radi sa Suncem, Mjesecom, Venerom ili Marsom, onda za ispravljanje njihove visine treba koristiti tipke s njihovom oznakom, a s obzirom na gornji ili donji rub snimljene visine Sunca ili Mjeseca također i tipke N/E ili S/W uz koje je oznaka njihovog donjeg, odnosno gornjeg ruba.

Ista tipka u funkciji VAC (Variable Altitude Corrections) koristi se za ispravljanje izmjerene visine nebeskog tijela u osjetno različitim uvjetima od normalnih. Osim izmjerene visine nebeskog tijela i visine oka opažачa u kalkulator se ubacuje stvarna temperatura u stupnjevima Celsiusa ili Fahrenheita i pritisak zraka u milibarima ili inchima. Kada je selektivni prekidač na desnom rubu kalkulatora uključen na gore, onda je kalkulator podešen za primanje visine oka u metrima, temperature u stupnjevima Celsiusa i pritiska u milibarima.

MPS

O Tipka s oznakom Sunca skupa s tipkom SAC ili VAC služi za ispravljanje izmjerene visine Sunca, poslije čijeg pritiskanja treba ubaciti polumjer Sunca, koji je dat u posebnoj tablici prospekta ovog kalkulatora. Važno je znati da se decimalna točka za kutne veličine stavlja iza punih stupnjeva, pa se vrijednost polumjera Sunca pod simbolom SD (Semi-diameter) ubacuje nakon pritiskanja decimalne točke.

Ista tipka u funkciji MPS (Meridian Passage Sun's) određuje geografsku širinu i dužinu izmjerenom meridijanskom visinom Sunca. Ulazni argumenti su GMT, mjesec, dan i godina, meridijanska visina Sunca s oznakom smjera (N ili S) gledanja, deklinacija Sunca i vrijednost jednadžbe vremena. Kod ubacivanja vrijednosti jednadžbe vremena treba znati da se decimalna točka za vremenske veličine stavlja iza punih satova, pa je kod ubacivanja jednadžbe vremena uvijek potrebno prvo otipkati decimalnu točku, pa onda ubaciti njezinu vrijednost.

Tipak s oznakom Mjeseca, Venere i Marsa skupa s tipkom SAC ili VAC služi za ispravljanje izmjerene visine Mjeseca ili Venere i Marsa. Kod ispitivanja izmjerene visine Mjeseca nakon njenog pritiskanja treba ubaciti vrijednost horizontalne paralakse Mjeseca, koju treba prethodno izvaditi iz Nautičkog godišnjaka i ubaciti poslije decimalne točke.

Ista tipka ispravlja izmjerenu visinu Venere i Marsa za njihovu vrijednost horizontalne paralakse. Ta vrijednost je uvijek mala, pa je neki Nautički godišnjaci ni ne donose. U prospektu ovog kalkulatora date su vrijednosti horizontalne paralakse ova dva planeta do 1990. godine.

DTO

CE tipka koja služi za brisanje pogrešno ubačenog posljednjeg podatka. (CE je kratica za Clear Entry tj. brisati — čistiti ulaz).

Ista tipka u funkciji DTO služi za dobijanje udaljenosti od objekta kome je izmjeren vertikalni kut. (DTO je kratica za Distance to Object). Ulazni argumenti su izmjereni vertikalni kut, visina oka opažачa i visina objekta.

Postoje još dvije crne tipke za dvije memorije, a ostale bijele tipke imaju jednu funkciju osim tipaka N/E i S/W koje se tipkaju prema znaku geografske širine i dužine ili deklinacije nebeskog tijela. Tipka s oznakom crnog kruga u desnom donjem uglu je tipka kojom se ubacuju svi potrebni podaci i nakon njezina pritiska na ekranu se pojavljuje simbol idućeg podatka koji se treba ubaciti, ili se dobije traženi rezultat.⁹

Iz svega se vidi da je ovaj kalkulator obuhvatio najviše navigacijskih problema i do sada je naj-

kompletniji džepni kalkulator. Cijena mu je 1980. godine bila oko 400 \$.

Zbog svega ovoga ovaj kalkulator je vrlo prihvatljiv kako za pomorske časnike tako i za ne mali broj amatera navigatora, koji krstare jahtama po svim morima.

U ovom kalkulatoru svaka potrebna vrijednost koja se ubacuje, kao i dobivena vrijednost rezultata ima svoj simbol. Pregled tih simbola dat je u prospektu kojeg i ovdje prenosimo.

NC-77 DIALOGUE SYMBOLS

CD. DR. GC.

L	Lat.
H	Long.
c	Course
d	Distance
L _v	Vertex Lat.
H _v	Vertex Long.
H'	Selected Long.
L'	Corres. Lat.

P.P.

h	Time (1)
d	Corres. Arc
h	Time (2)
d	Corres. Arc
h'	Selected Time
d'	Corres. Arc

LOP

LH	LHA
d	Dec.
L	Lat.
R	Computed Alt.
E	Azimuth

FIX

L	Lat.
H	Long.
d	Intercept
E	Azimuth

MPS

h	Time of Mer. Pass.
R _o	True Alt.
d	Dec.
E _o	Eqn. of Time
L	Lat.
H	Long.

ALM

Y	Year. Month Day
h	Time of Observ.
H _o	GHA \odot (Aries)
d	Dec. \odot (Sun)
H	GHA \odot (Sun)
E _o	Eqn. of Time

WDS

c	Ship Course
d	Ship Speed
c	Ship Co. \pm Appar. W.D. (From)
d	Appar. Wind Speed
c	True Wind Direction
d	True Wind Speed

↘ Starboard
↙ Port Side

SAC VAC

R	Sextant Alt.
h _E	Height of Eye
R _c	Dip Corrected Alt.
E	Temperature
P	Pressure
R _n	Refract. Corrected Alt.
S _d	Semidiameter
h _P	Horizontal Parallax
R _o	True Alt.

TIDE

h	Time of Low
d	Ht. of Low Tide
h	Time of High
d	Ht. of High Tide
h'	Selected Time
d'	Corres. Ht.

STRM

h	(1) Time of Slack
h	(2) Time of Max.
d	Vel. at Max.
h'	Selected Time
d'	Corres. Vel.

DTO

R	Sextant Alt.
h _E	(1) Height of Eye
h _E	(2) Height of Object
d	Dist. to Object

TIME ARC h.ms

h	Hour. Minute Second
d	Degree. Minute 1/10 Minute

CU1

c	Course to Steer
d	Speed Thru Water
c	Set (Toward)
d	Drift
c	Course Made Good
d	Speed Made Good

CU2

c	Course to Make Good
d	Speed to Make Good
c	Set (Toward)
d	Drift
c	Course to Steer
d	Speed Thru Water

CU3

c	Course to Make Good
d	Speed Thru Water
c	Set (Toward)
d	Drift
c	Course to Steer
d	Speed Made Good

Pregled simbola kalkulatora NC-77

Za rad s ovim kalkulatorom važno je znati da se decimalna točka stavlja iza broja punog stupnja ili sata, dok se daljnji brojevi tipkaju redom bez obzira jesu li to minuti luka i njegovi djelovi, ili minuti i sekunde vremena.

Oznaka N/E i S/W stavlja se na kraju otipkane vrijednosti, a stalni kut se ubacuje sa svojom veličinom bez znaka, jer ga kalkulator broji kružno preko zapada. Također kalkulator računa azimut kružno od sjevera preko istoka.

Važno je također znati da dok kalkulator računa traženu veličinu, a nakon što je ubačen posljednji

traženi podatak programa, na pokazivaču treperi par sekunda 0, a onda se dobije traženi rezultat. Ako se rezultat traži u dvije ili tri veličine onda pritiskanjem tipke za ubacivanje dobivaju se i iduće veličine, a ponovnim pritiskanjem iste tipke ponavlja se na pokazivaču dobiveni prvi rezultat.

U preglednom izlaganju rada primjera s kalkulatorom tipke s karakterističnim simbolima kao i simboli na pokazivaču bit će označeni približnim oznakama koji se mogu tiskati, a tipku za ubacivanje argumenata i traženja rezultata označit ćemo s »0«.

Primjer 3.

Zadatak:

Dana 1. 1. 1982. na poziciji izabranoj:
 $F_i = 42^\circ N$ i $l = 18^\circ E$ snime se visine nebeskih tijela:

Venera GMT = 14h 44m 36s $V = 25^\circ 45,7'$

Sunce GMT = 14h 45m 17s $V_{dr} = 5^\circ 34,8'$

Pogreška indeksa sekstanta je + 1,2, a visina oka opažača 11 metara.

Odrediti poziciju broda smatrajući opažanja istovremena.

R J E Š E N J E

VENERA

Ubacivanje	Pokazivanje	Tumačenje
Tipka i arg.	Simbol i broj	
SAC	R 0.	
25.469	R 25.469	Izmjerena visina bez greške ind.
o	ht 0.	
11	ht 11	Visina oka
o	Rh 25.410	Visina ispravljena za depresiju
o	Rh 25.390	Visina ispravljena za refrak.
F tip. Mjes.	hP 0.	
0.005	hP 0,005	Horizontska paralaksa Venere
o	Ro 25.394	Visina prava
M_1	Ro 25.394	

Ubacivanje	Pokazivanje	Tumačenje
Tipka i arg.	Simbol i broj	
F ALM	h 0.	
14	h 14.	14 sati GMT
o	d 0.	
0.016	d 0.016	Satni kut Venere iz N.G. za 14 ^h .
o	h 0.	
15	h 15.	15 sati GMT
o	h 0.	
15.043	d 15.043	Satni kut Venere iz N.G. za 15 ^h .
o	h' 0.	
14.4436	h' 14.4436	GMT opažanja
o	d' 11.125	Satni kut Venere te GMT opažanja.
		Analogno se dobije i vrijednost deklinacije Venere za GMT opažanja: $d = -16,258$. (Može se ubaciti u memoriju M_2)
LOP	LH 0.	
11.125	LH 11.125	Satni kut Venere u Greenwichu
+ 18	LH 18.000	Geografska dužina
-	LH 29.125	Mjesni satni kut
o	d 0.	
F M_2	d - 16.258	Deklinacija (izvadjena iz memorije)
o	L 0.	
42 N/E	L 42.000	Geografska širina
o	R 25.391	Visina računata
o	- 211.169	Azimut
o	R 25.391	
± o	R - 25.391	Mijenjanje predznaka
+ F M_1	25.394	Visina prava
=	0.003	Razlika visina

S U N C E

Odredjivanje pozicije

	R	0.	F LOP	L	0.
SAC	R	0.			
5.36	R	5.36	42 N/E	L	42.000
o	ht	0.	o	"	0.
11	ht	11.	18 N/E	"	18.000
o	Rr	5.301	o	d	0.
o	Rn	5.211	0.3	d	0.3
Tip Sunca	Sd	0.	o	-	0.
0.163 N/E	Sd	0.163	211.169	-	211.169
o	Ro	5.374	o	d	0.
M_1	Ro	5.374	4.1.	d	4.1
ALM	Y	0.	o	-	0.
82.0101	Y	82.0101	231.097	-	231.597
o	h	0.	o	L	42.051
14.4517	h	14.4517	o	"	17.476
o	ho	322.147			
o	d -	22.597			
M_2	d -	22.597			
o	H	40.255			
+ 18 N/E		18.000			
=		58.255			
LOP	LH	58.255			
o	d	0.			
F M_2	d	22.597			
o	L	0.			
42 N/E	L	42.000			
o	R	5.333			
o	-	231.597			
M_2	-	231.597			
o ± +	R -	5.333			
F M_1		5.374			
=		0.041			

Na temelju rezultata $dV_1 = + 0,3$ i $AZ = 211^\circ 16,9$ za Veneru, te $dV_2 = + 4,1'$ i $AZ = 231^\circ 59,7'$ za Sunce, pomoću tipke FIX/LOP dobiju se koordinate pozicije: $F_i = 42^\circ 05,1' N$ i $l = 17^\circ 46,6' E$.

Primjer 4.

Zadatak:

Dana 1. 1. 1982. na poziciji izabranoj: $F_i = 42^\circ N$ i $l = 18^\circ E$ snime se visine slijedećih nebeskih tijela:

Polara	GMT = 18 ^h 15 ^m 24 ^s	$V = 43^\circ 01,2'$
Capella	GMT = 18 ^h 16 ^m 17 ^s	$V = 57^\circ 23,3'$
Mjesec	GMT = 18 ^h 16 ^m 54 ^s	$V_{dr} = 29^\circ 12,8'$

Pogreška indeksa sekstanta je + 1,2' i visina oka opažača 11 metara.

Odrediti pravu poziciju smatrajući opažanja istovremena.

Ovdje je potrebno napomenuti da kalkulator NC - 77 nema program za dobijanje geografske širine izmjenom visinom Polare. Kako se inače ovaj kalkulator za rad s nebeskim tijelima mora poslužiti s podacima iz Nautičkog godišnjaka, to se s tablicama za korekciju izmjere visine Polare, koje donose svi Nautički godišnjaci, treba korigirati vrijednost visine za dobiti geografsku širinu.

R J E Š E N J E

Pomoću kalkulatora NC-77 ispravi se visina Polare i dobije da je prava visina $42^\circ 55,4'$. Također se izvadi satni kut proljetne točke u Greenwichu $14^\circ 55'$, što s geografskom dužinom daje mjesni satni kut proljetne točke $32^\circ 55'$. Na temelju ovih podataka i

korekcije iz Nautičkog godišnjaka dobije se $Fi = 42^{\circ} 06,5'$.

Ako se iz Nautičkog godišnjaka izvade vrijednosti satnih kuteva i deklinacija za GMT opažanja, onda se dobije:

$$S = 267^{\circ} 17,8' \text{ i}$$

$$d = 45^{\circ} 58,8' \text{ N za Capellu, te}$$

$$S = 19^{\circ} 40',$$

$$d = 6^{\circ} 55,6' \text{ S i H.P.} = 57,1 \text{ za Mjesec}$$

Sada se s geografskom dužinom lako pređe na mjesni satni kut, pa je rad s kalkulatorom kako slijedi:

LOP	LH	0.	LOP	LH	0.
314.178	LH	314.178	37.40	LH	37.400
o	d	0.	o	d	0.
45.588 N/E	d	45.588	6.556 S/W	d	- 6.556
o	L	0.	o	L	0.
42 N/E	L	42.000	42 N/E	L	42.000
o	R	57.199	o	R	30.130
o	-	67.098	o	-	224.352
SAC	R,	0.	SAC	R,	0.
57.233	R,	57.233	29.128	R,	29.128
+0.012		0.012	+0.012		0.012
=	R,	57.245	=	R,	29.140
o	ht	0.	o	ht	0.
11	ht	11.	11	ht	11.
o	Rr	57.186	o	Rr	29.081
o	Rn	57.181	o	Rn	29.064
- 57.199	-	57.199	o	hP	0.
=	-	0.018	Tip. Mj.	hP	0.571
			0.571 N/E	hP	0.571
			o	Ro	30.118
			- 30.13	-	30.130
			=	-	0.012

Prema rezultatu za Capellu $dV = -1,8'$ i $Az = 67^{\circ} 09,8'$, te Mjeseca $dV = -1,2'$ i $Az = 224^{\circ} 35,2'$ za koordinate konačne pozicije pomoću tipke FIX/LOP dobije se: $Fi = 42^{\circ} 06,5' \text{ N}$ i $l = 17^{\circ} 53,6' \text{ E}$. To se razlikuje od pozicije dobivene s TI - 58 C za $dFi = 2,3 \text{ S}$ i $dl = 2,4' \text{ E}$.

Primjer 5.

Zadatak:

Brod na putovanju između zapadne obale Sjeverne Amerike prema istočnoj obali Azije želi najkraćim putem preći udaljenost između točaka čije su koordinate: $Fi = 32^{\circ} 57' \text{ N}$; $l = 126^{\circ} 45' \text{ W}$ i $Fi = 24^{\circ} 38' \text{ N}$; $l = 126^{\circ} 45' \text{ E}$.

Odredite: a) ortodromsku udaljenost i kurs početni ortodromski

b) vrh ortodrome

c) međutočke na ortodromi gustine svakih 5° razlike geografske dužine počev od $l = 130^{\circ} \text{ W}$.

RJEŠENJE

GC	L	0.
32.57 N/E	L	32.570
o	"	0.
126.45 S/W	"	-126.450
o	L	0.
24.38 N/E	L	24.380
o	"	0.
126.45 N/E	"	126.450
o	d	5365.4
o	c	299.20
o	Lu	42.597
o	"u	-172.425
o	"	0.
130 S/W	"	-130.000
o	L'	34.250
o	"	0.
i t d.		

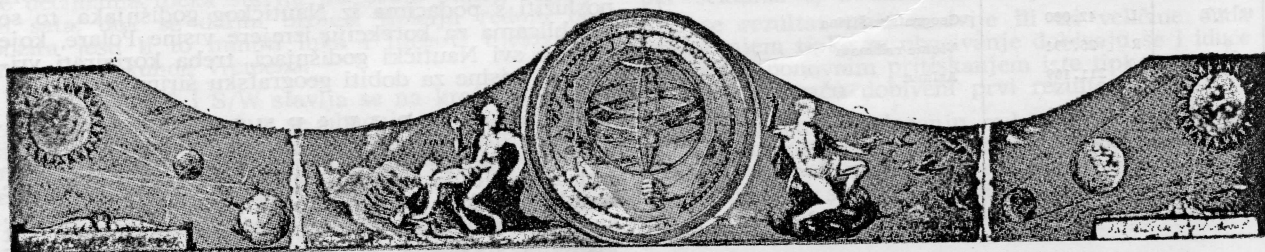
Kako se vidi iz primjera, nakon što se ubace koordinate pozicija polaska i dolaska, kalkulator izračuna daljinu ortodromsku 5365,4 Nm, kurs početni ortodromski $299^{\circ} 20'$ i vrh ortodrome: $Fi = 42^{\circ} 59,7' \text{ N}$ i $l = 172^{\circ} 42,5' \text{ W}$.

Daljnijim pritiskanjem tipke za ubacivanje argumenata kalkulator traži izabrane geografske dužine, a izračunava geografske širine točaka na ortodromi, što je ovdje pokazano s jednom točkom: $l = 130^{\circ}$ i $Fi = 34^{\circ}$ i $25,0' \text{ N}$.

Rezultat računa svih međutočaka dao je ove rezultate:

l	Fi	l	Fi
130° W	$34^{\circ} 25' \text{ N}$	175° E	$42^{\circ} 20' \text{ N}$
135°	$36^{\circ} 24,8'$	170°	$41^{\circ} 40,6'$
140°	$38^{\circ} 06,9'$	165°	$40^{\circ} 47,1'$
145°	$39^{\circ} 32,8'$	160°	$39^{\circ} 38,7'$
150°	$40^{\circ} 41,9'$	155°	$38^{\circ} 14,7'$
155°	$41^{\circ} 36,7'$	150°	$36^{\circ} 34'$
160°	$42^{\circ} 17,3'$	145°	$34^{\circ} 35,7'$
165°	$42^{\circ} 44,2'$	140°	$32^{\circ} 13,6'$
170°	$42^{\circ} 57,8'$	135°	$29^{\circ} 41,7'$
175°	$42^{\circ} 58,4'$	130°	$26^{\circ} 44,4'$
180°	$42^{\circ} 45,8'$		

Ako se s tipkom CD/DR izračunaju loksodromski kursevi i udaljenosti između svih točaka ortodrome, onda bi zbroj svih daljina loksodromskih dao kao rezultat 5395,3 Nm, što je za 29,9 Nm duže od daljine



ortodromske. Račun daljine loksodromske između pozicija polaska i dolaska daje 5643,1 Nm, te kurs loksodromski 264° 55,6'. Znači da je ortodromska ušteda 277,7 Nm, ali s obzirom na plovidbu po sekantama stvarna ušteda bi bila 247,8 Nm.

Kalkulator NAVICOMP

Njemačka tvornica nautičkih instrumenata C. PLATH proizvela je navigacijski kalkulator s imenom NAVICOMP. Dimenzije su mu 18,2 x 8,7 x 3 cm i težine 350 grama. Posjeduje svoj originalni stalak — kutiju preko koje je uključen na struju. S kutijom su dimenzije 24 x 9,6 x 3 cm i težina 650 grama. Može raditi na temperaturi od -10° do +45°C. Kao jedan od najnovijih malih kalkulatora za navigatore donio je i najviše mogućnosti njegovog korištenja, ali isključivo u astronomskoj navigaciji. Njegova visoka kvaliteta je u tome što za Sunce, Mjesec, Veneru, Mars i 58 navigacijskih zvijezda računa vrijednosti horizontskih (visinu i azimut) i mjesno-ekvatorskih koordinata (deklinaciju i satni kut) za svaki trenutak GMT od 1. 1. 1950. do 1. 1. 2049. godine, tj za 99 godina. Zbog toga ovome kalkulatoru nijesu potrebni nikakvi podaci iz Nautičkog godišnjaka, kao ni Nautičke tablice. Čak mu nije potreban ni kronometar, jer ima ugrađen kvarcni sat, pa se može ubaciti po signalu točnog vremena ili brodom kronometru GMT, kojeg on onda prati i može se uvijek na pokazivaču dobiti koje je trenutno GMT. Kada se sa sekstantom snimaju visine nebeskih tijela, onda se ovaj kalkulator može uzeti sa sobom i s posebnim kabelom dugim 1,5 m se registrira vrijeme snimanja nebeskog tijela. Kalkulator može raditi i na ugrađene baterije, koje se napune preko njegove kutije — stalka, u kojem on normalno stoji i radi. Moguće je da kalkulator radi približno 45 minuta bez napajanja električnom energijom. (Slika 5. — kalkulator NAVICOMP)

Cijena ovog kalkulatora 1981. godine bila je nešto ispod 1500 \$.

Već prema tome koji se problem rješava, mora se ubaciti odgovarajuća šifra, a po pregledu šifara vidi se što je sve moguće rješavati s ovim kalkulatorom.

Šifra

Operacije

- 108 Satni kut proljetne točke u Greenwichu
- 109 Deklinacija i suraktascenzija zenita opažača
- 110 Ortodromska udaljenost i kurs početni ortodromski
- 200 Korištenje kalkulatora za normalne matematičke operacije
- 201 Pogreška indeksa sekstanta (i eventualno ekscentriciteta)
- 202 Visina oka opažača



Kalkulator NAVICOMP

- 203 Novo ubacivanje GMT i Greenwichog datuma
- 204 GMT od 0 do 24 sata
- 205 Zonsko vrijeme od 0 do 12 sati
- 206 Greenwichov datum
- 207 Vrijeme izlaza, zalaza i meridijanskog prolaza Sunca

Kako se koristi pojedini program vidljivo je iz posebne plastične kartice, koja predstavlja vodič za ubacivanje podataka i čitanje rezultata. Također je na drugoj strani te kartice dat pregled šifara nebeskih tijela poredanih abecednim redom. Tako na primjer zvijezda Polara ima broj 0, Alpheratz 1 itd. do Markaba s brojem 57. Sunce i Mjesec imaju po dva broja zbog mogućnosti snimanja donjeg ili gornjeg ruba. Za snimljeni donji rub Sunca je broj 100, a Mjeseca 102, dok je za gornji rub Sunca broj 101, a Mjeseca 103. Venera ima broj 104, a Mars 105.

Tako od svih nebeskih tijela koji se koriste u Astronomskoj navigaciji ovaj kalkulator ne sadrži jedino podatke Jupitera i Saturna.

Quick Reference Guide

NAVICOMP

C. PLATH

		Mode of operation														
		Latitude by Polaris	Line of position	Fix from two LOPs	DEC/GHA of celestial body	Star finder (neg. I.D. no.)	GHA of Aries	DEC/SHA of zenith	Great circle navigation	Calculator mode	Sextant index corr.	Height of eye	Reset GMT/date	Display GMT	Display Greenwich date	Sunrise/sunset, merid. pass.
		F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15
		LOP no. 1, 2														
Entries	1 MOP or celestial body no	0	1..57	100..105	106	109	110	200	201	202	203	204	205	206	207	F1
	2 D.R. latitude	F1	F1	F1	F1	F1	F1									F1
	3 D.R. longitude	F1	F1	F1	F1	F1	F1									F1
	4 GMT or press D	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2								F2
	5 Date	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F3								F3
	6 Sextant reading	F1	F1	F1	-0											
Display	13 Latitude of destination								F1							
	14 Longitude of destination								F1							
	Height of eye/sext.ind. corr.											F5	F4			
	7 DEC of celestial or GHA of body					F1										F8
	Meridiar passage					F1										F8
	8 HSA star finder Zn								F6							
Results in X-register	9 Latitude by Polaris	F1														
	10 Hd line of position Zn	F7	F7	F7	F7											
	GMT	F2	F2	F2	F2			F2								
	Zone time															
	Greenwich date															F9
	11 Latitude Fix					F1										
Results in X-register	Longitude					IF1										
	12 DEC of zenith								F1							
	SHA									F1						
	GHA of Aries										F1					
	13 Distance initial bearing											F7				F6
	Great circle															

Jedna stranica kartice vodiča

Na kartici — vodiču vidi se 10 mogućnosti ubacivanja ili čitanja podataka označenih sa slovom F. U ovom kalkulatoru decimalna točka dolazi iza punog minuta luka. Vrijeme se ubacuje redom: satovi, minute i sekunde bez decimalne točke, a datum s mjesecom, danom i zadnje dvije brojke godine.

Južna geografska širina i zapadna geografska dužina ubacuju se nakon što je prvo otipkan predznak — Predznak — treba također ubaciti prije broja ako je visina oka opažača data u stopama ili kod traženja koordinata nebeskog tijela, kada se — ubacuje ispred broja tog nebeskog tijela.

Kod ovog kalkulatora najviše se upotrebljavaju dvije tipke:

P S ovom tipkom priprema se kalkulator za primanje broja šifre s kojom rješavamo zadatak. Na pokazivaču se u lijevom uglu pokazuje broj 1.

D S ovom tipkom ubacujemo broj šifre, a na pokazivaču se pojavi idući broj po kojemu moramo ubaciti slijedeći podatak. Nakon ubacivanja posljednjeg podatka kalkulator rješava zadatak.

Dok kalkulator rješava zadatak, na pokazivaču nema oznake. Tako na primjer kod traženja dV i azimuta nebeskog tijela između šifre 5 i 6 traje vrijeme računanja koordinata nebeskog tijela. U tom vremenu na pokazivaču nema nikakve oznake, a tek nakon 15 do 40 sekundi (već prema tome o kojem se nebeskom tijelu radi) pojavi se brojka 6, pa se tek onda može nastaviti ubacivanje daljnjeg podatka izmjerene visine. Nakon idućih desetak sekundi na pokazivaču se pojavi rezultat dV i azimut. Njihov rezultat se mijenja na pokazivaču svakih 2 sekunde.

Ako je traženi rezultat dat s dva podatka, onda se prvi pojavljuje pod šifrom, a drugi poslije njega bez šifre. Ti rezultati će se naizmjenično pojavljivati na pokazivaču dok se ne ide dalje u programu, ili s novim programom, ili se isključi kalkulator. Pokazivanje rezultata ne mora biti završetak programa, jer kalkulator neke zadatke može nastaviti rješavati na temelju prethodno izrađenih i memoriranih rješenja. Tako na primjer kod traženja FIX pozicije s dva nebeska tijela, nakon što se dobije dV i Az drugog tijela, pritiskanjem tipke D kalkulator će računati koordinate pozicije u kojoj se sijeku dvije linije položaja. Kada se računa pozicija s više nebeskih tijela, kalkulator daje FIX za posljednja dva tijela.

Ovaj kalkulator ispravlja izmjerenu visinu nebeskog tijela za normalno stanje atmosfere i svako traženje razlike visine i azimuta počinje šifrom za pogrešku indeksa i šifrom za visinu oka. Ako pogreške indeksa nema, onda se mora također početi s njenom šifrom i ubaciti vrijednost 0. Kada se radi račun dV i Az počinje s ovim šiframa, ali vrijednost dV i Az počinje s ovim šiframa, ali vrijednosti pogreške indeksa i visine oka nije potrebno ponovno tipkati, jer su oni memorirani.

Navicom kalkulator je posebno programiran za određivanje geografske širine izmjerenom visinom Polare. Osim rezultata širine on određuje i elemente stajnice tj. koliko se u minutama i dijelovima minuta računata širina razlikuje od zbrojene, te koji je azimut Polare. Računati azimuti nebeskih tijela uvijek su dati u kružnom iznosu od 0° do 360°.

Kako se s ovim kalkulatorom mogu lako dobiti horizontske i mjesno-ekvatorske koordinate nebeskih tijela, to je zgodan za odabiranje i pripremu snimanja nebeskih tijela koji su u najpovoljnijem položaju za odrediti poziciju broda.

Tako se prije jutarnjeg ili večernjeg nautičkog sumraka mogu izabrati tijela u najpogodnijem položaju za snimanje, te prije nego se i vide golim okom namjesti se sekstant na iznos visine koju je izračunao kalkulator, a po izračunatom azimutu usmjerimo sekstant pomoću kćerke žiro-kompasa, pa će se na horizontu kroz durbin sekstanta naći traženo tijelo. Ovakvim načinom rada skraćuje se vrijeme snimanja, pa se opažanja praktički mogu smatrati istovremena i nije potrebno stajnice prenositi za pređeni put broda u smjeru kursa, a to znači da se i FIX pozicija, koju računa kalkulator, može smatrati kao da je dobivena istovremenim opažanjem.

Kada se želi dobiti vrijeme izlaza, zalaza i meridijanskog prolaza Sunca na nekoj poziciji, onda se za GMT može ubaciti 12h00m00s. Izračunato vrijeme izlaza i zalaza naizmjenično se pojavljuje na pokazivaču, a pritiskivanjem tipke D pojavljuje se i vrijeme prolaza kroz meridijan. Sva vremena su zonska.¹⁰

Od ortodromskih problema ovim kalkulatorom rješava se samo ortodromska udaljenost i kurs početni ortodromski. Međutim, ako se na ortodromi izaberu međutočke određene razlike geografske dužine za koje se izračuna širina, pa se iz svake takve međutočke računa ortodromska udaljenost i kurs ortodromski prema točki dolaska, onda bi se orto-

droma mogla slijediti po tangentama, umjesto po sekantama, ploveći između gušće izabranih međutočaka po ortodromskom kursu.

Da bi se ilustrirao rad ovim kalkulatorom uzeti su i izrađeni isti primjeri kao i kod kalkulatora NC-77. Evo njihovih rješenja:

Primjer 3.

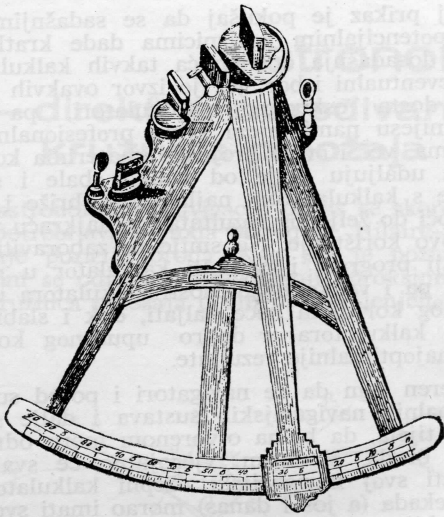
Ubacivanje		Pokazivanje		Tumačenje		Ubacivanje		Pokazivanje	
Tipka, šifra i argument	Broj i argument					Tipka, šifra i argument	Broj i argument		
P	1					P	1		
201	201	Šifra	ki	201	201				
D	0,			D	1,2				
1.2	1.2			D	1				
D	1			202	202				
202	202	Šifra	v _o	D	1				
D	0,			D	1				
11	11			100	100				
D	1			D	2				
104	104	Šifra	Venera	D	3				
D	2			D	4				
4200	4200	Fi		144517	144517				
D	3			D	5				
1800	1800	l		10182	10182				
D	4			D	6				
144436	144436			534.8	534.8				
D	5			D	10				4.3
10182	10182	Mj. dan i god.							232
D	6			D					144517
2545.7	2545.7	Visina izmjer.		D					4205.3
D	10	0.5							1747.1
		211.3	Az						
D		144436	GMT						

Kod drugog tijela nije potrebno ponovno ubacivati Fi i l.

Usporedi li se ovaj rezultat s onim dobivenim pomoću kalkulatora NC — 77, vidimo da se pozicije razlikuju za 0,2' u geografskoj širini i za 0,5' u geografskoj dužini.

Primjer 4.

P	1		P	1		P	1		P	1	
201	201		201	201		201	201		201	201	
D	0.		D	1.2		D	1.2		D	1.2	
1.2	1.2		D	1		D	1		D	1	
D	1		202	202		202	202		202	202	
202	202		D	11		D	11		D	11	
D	0.		D	1		D	1		D	1	
11	11		12	12		102	102		102	102	
D	1		D	2		D	2		D	2	
0	0		D	3		D	3		D	3	
D	2		D	4		D	4		D	4	
4200	4200	181617	181634	181634	181634	181634	181654		181654	181654	
D	3		D	5		D	5		D	5	
1800	1800	10182	10182	10182	10182	10182	10182		10182	10182	
D	4		D	6		D	6		D	6	
181524	181524	5723.3	5623.3	2912.8	1912.8	1912.8	1912.8		1912.8	1912.8	
D	5		D	-10	2.0	D	-10	0.6	D	-10	0.6
10182	10182		67.1		224.6	224.6	224.6		224.6	224.6	
D	6		D	181617		D	181654		D	181654	
4301.2	4301.2		D	4206.8		D	4205.1		D	4205.1	
D	9	4206.8		1753.3			1754.2			1754.2	
D	10	6.8	Fix ₁ : Fi = 42° 06,8' N	Fix ₂ : Fi = 42° 05,1' N							
		0.0	i l = 17° 53.3' E	i l = 17° 54,2' E							
D		181524									



Usporedi li se ovaj rezultat s onim dobivenim pomoću kalkulatora TI-58 C i NC-77, vidimo da pozicije razlikuju za $d Fi = 3,7S$, odnosno $1,4 S$ i $dl = 3' E$ odnosno $0,6'E$.

Te osjetnije greške nastaju zbog razlika koordinata Mjeseca koje računaju kalkulatori i onih koji se dobiju iz Nautičkog godišnjaka. Sve 3 pozicije leže unutar kružnice promjera manjeg od 4 Nm.

Ako se uzme u obzir i stajnica Polare, onda se praktički pozicija svede u jednu točku koja je između svih naprijed dobivenih.

Računajući običnim kalkulatorom visinu po relaciji 1. azimut po relaciji 2. dobije se:

Capella ...	$\sin V = 0,8418229575$	$V = 57^{\circ} 20,0'$	$dV = -1,9''$
	$\sin Az = 0,9214754595$	$Az = 67,14^{\circ}$	
Mjesec ...	$\sin V = 0,5032680589$	$V = 30^{\circ} 13,0'$	$dV = 1,2''$
	$\sin Az = 0,7019851193$	$Az = S44,586^{\circ} W = 224,6^{\circ}$	

Na temelju ovih rezultata nacrtana pozicija na karti je $Fi = 42^{\circ} 06,8' N$ i $l = 17^{\circ} 53,1' E$, što je najbliže poziciji onoj koju je dao kalkulator NC - 77.

Primjer 5.

P	1	
100		110
D	2	
3257		3257
D	3	
-12645		-12645
D	13	
2438		2438
D	14	
12645		12645
D	15	5365.4
		299.4

OVAKO bi kalkulator Navicomp izračunao daljinu ortodromsku 5365,4 Nm i kurs početni ortodromski 299,4°.

Do točaka ortodrome ovim kalkulatorom moglo bi se doći na način da se plovi po ortodromskom kursu dok se ne promijeni izabrana vrijednost razlike geografske dužine. Iz te točke se onda ponovno

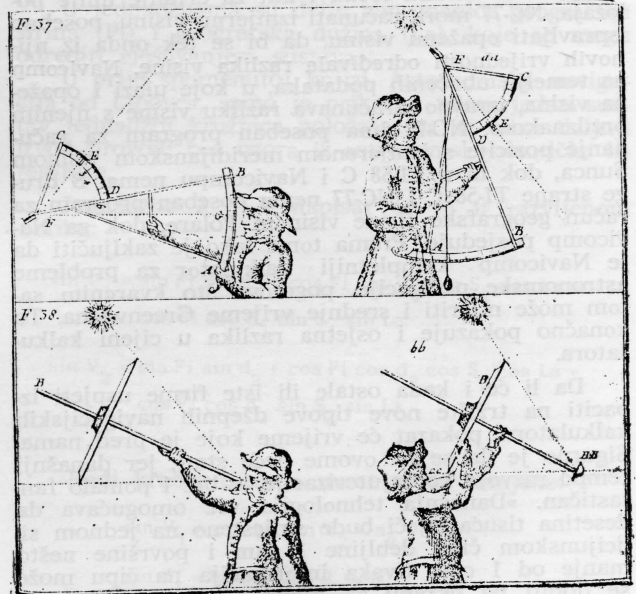
računa D_0 i Kpo prema poziciji dolaska, pa se postupa kao i kod pozicije polaska do prve točke.

Radeći tako sve do pozicije dolaska, dobiju se kursevi po kojima ortodromu slijedimo po tangentama, a s tim se bolje približavamo luku ortodrome, kako je to prikazano u slijedećoj tablici. Pošto su svi kursevi, računati kvadrantalno, veći od 45° , to su loksodromske udaljenosti računane po relaciji $D = dl \cos Fis \operatorname{cosec} K$.

Tablica primjera 5.

dl	Do	Kpo	$d Fi_M$	Fi_M	Fi	l	Dl
				2096.0	$32^{\circ} 57'$	$126^{\circ} 45' W$	
$106^{\circ} 30'$	5365.4	299.4	109.9	2205.9	$34^{\circ} 28'$	130°	186.2
$103^{\circ} 15'$	5179.4	297.5	156.5	2362.4	$36^{\circ} 36'$	135°	275.2
$98^{\circ} 15'$	4903.9	294.6	137.5	2499.9	$38^{\circ} 25'$	140°	262.0
$93^{\circ} 15'$	4642.3	291.6	118.5	2618.4	$39^{\circ} 57'$	145°	250.1
$88^{\circ} 15'$	4392.4	288.4	99.8	2718.2	$41^{\circ} 13'$	150°	238.9
$83^{\circ} 15'$	4152.4	285.1	80.8	2799.0	$42^{\circ} 13'$	155°	231.9
$78^{\circ} 15'$	3920.7	281.7	62.1	2861.1	$42^{\circ} 59'$	160°	224.3
$73^{\circ} 15'$	3695.2	278.2	43.5	2904.6	$43^{\circ} 30'$	165°	220.8
$68^{\circ} 15'$	3474.6	274.8	25.0	2929.6	$43^{\circ} 48'$	170°	217.8
$63^{\circ} 15'$	3256.9	271.2	6.5	2935.1	$43^{\circ} 52'$	175°	216.5
$58^{\circ} 15'$	3040.6	267.7	12.0	2923.1	$43^{\circ} 44'$	180°	218.5
$53^{\circ} 15'$	2824.1	264.1	30.8	2892.3	$43^{\circ} 21'$	$175^{\circ} E$	218.6
$48^{\circ} 15'$	2605.5	260.6	49.7	2842.6	$42^{\circ} 45'$	170°	222.2
$43^{\circ} 15'$	2383.5	257.0	69.0	2773.6	$41^{\circ} 54'$	165°	229.4
$38^{\circ} 15'$	2156.1	253.5	88.8	2684.8	$40^{\circ} 17'$	160°	234.9
$33^{\circ} 15'$	1921.2	250.0	108.9	2575.9	$39^{\circ} 24'$	155°	244.2
$28^{\circ} 15'$	1677.3	246.6	129.8	2446.1	$37^{\circ} 42'$	150°	255.6
$23^{\circ} 15'$	1421.7	243.2	151.3	2294.8	$35^{\circ} 41'$	145°	269.5
$18^{\circ} 15'$	1152.6	239.9	173.9	2120.9	$33^{\circ} 18'$	140°	285.8
$13^{\circ} 15'$	867.1	236.6	197.8	1923.1	$30^{\circ} 30'$	135°	305.1
$8^{\circ} 15'$	562.2	233.2	224.1	1699.0	$27^{\circ} 14'$	130°	328.1
$3^{\circ} 15'$	234.7	228.4			$24^{\circ} 38'$	$126^{\circ} 45' E$	344.1

Ukupna daljina 5370.1



U ovom računanju uvećane Merkatorove širine računane su za Zemlju kao kuglu, a Fi su računane po relaciji $dFi_M = dl \operatorname{ctg} Kpo$.

Iz konačnog rezultata proizlazi da je sveukupna daljina samo za 4,9 Nm duža od luka ortodrome. Usporedimo li ovu daljinu po tangentama u odnosu

na onu dobivenu s kalkulatorom NC — 77, koja je daljina po sekantama, vidimo da je ova daljina kraća za 25 Nm. Zato bi i stvarna ušteda u odnosu na loksodromsku udaljenost (5643.1 Nm) bila 272,8 Nm.

Zaključak

Ima nekih pojedinačnih mišljenja da kalkulatori neće potisnuti Nautičke tablice i njihovu upotrebu na brodu. To se mišljenje potkrepljuje pokvarljivošću samih kalkulatora i lakšom mogućnošću greške nego kada se radi s Nautičkim tablicama. To je samo djelomično istina, jer je dosadašnja praksa pokazala da mladi časnici i pored toga što su u školi naučili raditi s Nautičkim tablicama, kupuju kako obične tako i navigacijske džepne kalkulatore i s njihovim korištenjem se brzo upoznaju, pa ih primjenjuju za sve potrebe na brodu. Živimo »na granici kompjuterske revolucije koja će izmijeniti naš život ne manje drastično nego što su to učinili pronalazak štamparskog stroja i industrijska revolucija u prošlosti.«¹¹ Zato je iluzorno očekivati da će pomorski konzervativizam spriječiti prodor kalkulatora na brodove. Današnji časnici i bez većeg upoznavanja u školi odmah prihvaćaju nove, jednostavnije i sigurnije navigacijske sustave. Tako postupaju i s navigacijskim kalkulatorima koje kupuju da bi se s njima služili na brodu.

Ovdje je dat detaljni pregled 3 džepna kalkulatora različitih mogućnosti i načina korištenja. Kalkulator TI-58 C ima veliki broj programa, između kojih je jedan navigacijski, ali više za prućene navigatore. Prednost mu je u programiranim efemeridskim podacima do 2.000. godine, a nedostatak shema računanja i manja točnost. Kalkulator NC-77 je čist navigacijski. Prednost mu je što rješava veliki broj navigacijskih problema s velikom točnošću, a nedostatak u organiziranom programiranju efemeridskih podataka. Kalkulator NAVICOMP je za probleme iz astronomske navigacije najkompletniji, jer je neovisan o Nautičkom godišnjaku za idućih 67 godina, a može biti neovisan i o kronometru. TI-58 C u programu ispravlja visinu, računa efemeridske podatke i daje rektificiranu točku i kut za crtanje linije položaja. NC-77 mora računati izmjernu visinu, posebno ispravljati opaženu visinu, da bi se tek onda iz njihovih vrijednosti određivala razlika visine. Navicom na temelju ubačenih podataka, u koje ulazi i opažena visina, izravno izračunava razliku visine s njenim predznakom. NC-77 ima poseban program za računanje pozicije s izmjerenom meridijanskom visinom Sunca, dok to u TI-58 C i Navicompu nema. S druge strane TI-58 C i NC-77 nema poseban program za račun geografske širine visinom Polare, dok ga Navicompos posjeduje. Prema tome lako je zaključiti da je Navicomp kompletniji kalkulator za probleme astronomske navigacije, pogotovo što kvarcnim satom može mjeriti i srednje vrijeme Greenwicha. To konačno pokazuje i osjetna razlika u cijeni kalkulatora.

Da li će i kada ostale ili iste firme uspjeti izbaciti na tržište nove tipove džepnih navigacijskih kalkulatora, pokazat će vrijeme koje je pred nama. Sigurno je da se na ovome neće stati, jer današnji tempo razvoja kompjuterizacije je brz i pomalo fantastičan. »Današnja tehnologija već omogućava da desetina tisuća riječi bude smješteno na jednom silicijunskom čipu debljine 1 mm i površine nešto manje od 1 cm². Svaka informacija na čipu može se dobiti na ekranu za dvjelić sekunde. Korisnik kompjutera, ima na dohvatu prsta, gotovo nepresušan izvor obavještenja. Uz to kompjuter može po nalogu programera informacije grupirati, razvrstavati, povezivati i čak izvlačiti zaključke.« (11)

Svjedoci smo da iz godine u godinu firme izbacuju sve bolje kalkulatore, a da im cijena koštanja pri tome čak opada. Normalno je da je takav razvoj kompjutera olakšao rad navigatora.

Ovaj prikaz je pokušaj da se sadašnjim i budućim potencijalnim korisnicima dade kratki uvid u neka dosadašnja dostignuća takvih kalkulatora i olakša eventualni izbor, jer je izvor ovakvih obavještenja dosta oskudan.¹² Kalkulatori, pa i ovaj prikaz, nijesu namijenjeni samo profesionalnim navigatorima, već i onim brojnim amaterima koji se s jahtama udaljuju dalje od vidika obale i sigurno je da će s kalkulatorom najlakše, najbrže i najjeftinije doći do željenog rezultata, uz najkraću poduku za njihovo korištenje. Ne smije se zaboraviti da je i najbolji program i najbolji kalkulator u rukama čovjeka, pa i velike mogućnosti kalkulatora u slabo podučenog korisnika neće valjati, dok i slabije mogućnosti kalkulatora u dobro upućenog korisnika dat će najoptimalnije rezultate.

Uvjeren sam da će navigatori i pored suvremenih globalnih navigacijskih sustava i dalje snimati nebeska tijela, da bi na otvorenom moru određivali poziciju broda. Međutim, vjerojatno će svaki časnik imati svoj navigacijski džepni kalkulator, kao što je nekada (a još i danas) morao imati svoje Nautičke tablice, da bi mogao rješavati plovidbene zadatke. Nautičke tablice postat će rezervna publikacija na polici u navigacijskoj kabini.

Literatura

1. D. Ristanović: »Kako izabrati džepni računar« Galaksija god. X br. 114 — X81. str. 92. i 93.
2. V. Medanić: »Primjena džepnih elektronskih računara u navigaciji« Pomorstvo god. XXX br. 7-8-9/75. str. 400 — 409.
3. D. Ristanović: »Hewlett — Packard 41 C« Galaksija god. XI br. 123 — VII/82. str. 76. — 78.
4. HP — 41 C Prospekt kalkulatora izdan pod brojem 5952 — 9712 — German — 122 K 8.79 Ca.
5. HP Software Zubehör Prospekt kalkulatora izdan pod brojem 5952 — 9719 — German — 60 K — 3.81. — Ca.
6. Dr S. Kotlarić: »Astro — navigacijski kompjuteri u konkurenciji s tablicama za Astronomsku navigaciju«. Hidrografski godišnjak 1974. godine. Izdanje Hidrografski institut JRM — Split 1976. godine. str. 89. — 109.
7. Tamaya Astro-Navigation Calculator NC-2. Introducing the most practical navigation tool since the marine sextant. (tvornički prospekt bez godine izdanja s izrađenim primjerima za 1977. g.)
8. Operating instructions for the SCHENK — NAVIPROG — 2000 (tvornički prospekt bez godine izdanja s izrađenim primjerima za različite godine).
9. The New Tamaya Digital Navigation Computer NC — 77 For navigators who all their problems solved. (Tvornički prospekt bez godine izdanja izrađenim primjerima za 1978. g.)
10. NAVICOMP Owner's Handbook C. Plath. june 1978. godine. (Tvornički prospekt)
11. »Moj prijatelj kompjuter« — prijevod iz Science Digest. Galaksija god. X br. 116. — XII/81. str. 10. i 11
12. Basil d'Oliverira: »Calculators for Marine Navigation«. The Journal of Navigation, Vol. 34. br. 3/81 str. 452. — 461.