



Boris Franušić *

ISSN 0469-6255
(165 - 170)

SVJETSKI PRIMATI HRVATSKIH AUTORA U ASTRONOMSKOJ NAVIGACIJI

WORLD PRIORITIES OF CROATIAN AUTHORS IN CELESTIAL NAVIGATION

UDK 520/527 (497.13)
Pregledni rad
Review

Sažetak

Tehnička revolucija koja je posebno obilježila drugu polovicu 20. st., izbacila je iz uporabe mnoge stare metode korištene u navigaciji. U toj neravnopravnoj konkurenciji astronomska navigacija nastoji se održati novim, lakšim i bržim rješenjima. Među mnogim autorima u svijetu ističu se i neki naši autori koji su svojim rješenjima ne samo pridonijeli uspješnosti rješavanja zadataka astronomske navigacije, već su dali svoje originalne priloge čime su postigli svjetske primате. O njima je riječ u ovom radu.

Summary

Technological revolution that especially determined the second half of the 20 th. ct. eliminated many old methods used in navigation.

In that uneven competition, celestial navigation tries to keep its position by new, easy and quick solutions. Among many authors in the World some our author excel. They contributed by their works not only to a successful solutions of the tasks of Celestial navigation but gave their original contributions achieving world's priorities in that area. Those authors are presented here.

Uvod

Introduction

Pisati koncem 20. st. o astronomskoj navigaciji izgleda pomalo i anakrono. Suvremeni brodovi danas s instrumentima vođenja globalne navigacije imaju kontinuirano svoj položaj s točnošću na desetak metara bez potrebe motrenja, mjerenja, računanja i crtanja. Dok se još nazad 100 godina visinska metoda Marcq de St. Hilaire-a (objavljena 1875. g.) mukotrpno prihvaćala u praksi astronomske navigacije, da bi tek u našem stoljeću bila prihvaćena kao nezamjenjiva,

danas rijetko tko od časnika palube uzimlje sekstant (a to je još uvijek simbol nautičara) da bi snimio nebeska tijela i pomoću njih određivao svoj položaj na otvorenom moru.

Dakle, astronomska navigacija je izgubila svoju nekadašnju važnost, ali je svaki školovani časnik mora znati, a to će tako ostati i u budućnosti. Zbog toga se primjerice na Pomorskom fakultetu u Dubrovniku ona više ne izučava kroz dvije godine studija u Nautičkom odsjeku, već samo u drugoj godini studija.

Međutim, baš u doba sve veće automatizacije vođenja navigacije, javljaju se u svijetu, pa i kod nas, novi prijedlozi i rješenja pojednostavljenja i ubrzanja korištenja metoda u astronomskoj navigaciji. U tome neki naši autori donose originalna, u svijetu prva rješenja, koja na žalost često ostaju nezapažena i adekvatno nevalorizirana u međunarodnim razmjerima.

Ovaj rad pokušava razjasniti i na jednom mjestu registrirati te svjetske primate naših hrvatskih autora u astronomskoj navigaciji.

Veliki hrvatski nautički teoretičar Eugen Jelčić (Kotor, 1854. - Beč, 1915.) napisao je veliki broj knjiga i radova iz astronomske navigacije, kao i iz ostalih područja navigacije. Međutim, osim udžbenika najveći mu se broj objavljenih knjiga i monografija na njemačkom i talijanskom jeziku bavio poviješću navigacije.

Zato ovaj prikaz počinje s hrvatskim autorima koji svoje novitete u astronomskoj navigaciji objavljuju na hrvatskom jeziku.

1. Ćiro Carić

Rodio se u Svirču na otoku Hvaru 1882., a umro u Dubrovniku 1962. g. Bio je kapetan duge plovidbe i profesor pomorsko-nautičke struke. Izdao je *Nautičke table* u Kotoru 1923.g. kao prve takve tablice na hrvatskom jeziku (tiskao ih je i na talijanskom). U njima je transformirao formulu kosinusovog poučka za stranicu

* Prof. dr. sci. Boris Franušić
Pomorski fakultet Dubrovnik, Dubrovnik

zenitne daljine astronomsko-nautičkog sfernog trokuta položaja (a.n.s.t.p.) na način da je uveo kvadrate sinusa i kosinusa polovičnih kuteva u literaturi poznate kao haversine i shaversine vrijednosti, pa zenitnu daljinu rješava po formuli:

$$\sin^2 \frac{Z}{2} = \sin^2 \frac{S}{2} \cos^2 \frac{\Phi + \delta}{2} + \cos^2 \frac{S}{2} \sin^2 \frac{\Phi - \delta}{2} \quad (1)$$

Baš ovako izvedena relacija za računanje zenitne daljine u visinskoj metodi bila je prva u svijetu, pa se zato i zove *Carićeva formula*.¹ Međutim, veći je primat Č. Carića što je u logaritamskom rješavanju ove formule prvi u svijetu u jedan nautički račun uveo tzv. Gaussov zbrajajući (adicioni) logaritam.

Time je izbjegnuto antilogaritmiranje pomoću jedne male tablice, koja zauzimalje nepunu stranicu i pol, a sastavljena je na principu da se veći logaritam označi s "a", a manji s "b".

S razlikom $(\lg a - \lg b) = A$

ulazi se u tu tablicu i vadi veličina

Slika 1. Tablice iz Carićevih Nautičkih tabla Gaussovog zbrajajućeg logaritma
Figure 1. Tables from Carić's Nautical Tables Gauss adding logarithm

$$B = \left(\lg 1 + 1: \frac{a}{b} \right) \text{ koju se zbroji s } \lg a \text{ i dobije}$$

$$\lg \sin^2 \frac{Z}{2} \text{ jer je } \lg(a + b) = \lg a + B.$$

Ovaj njegov primat priznat je u našoj² i inozemnoj literaturi³, ali nažalost ni njegove tablice ni ovaj njegov doprinos astronomskoj navigaciji ne registrira najpoznatija i nautjecajnija knjiga iz navigacije *American Practical Navigator (APN)*, pa bi izdavačima možda hrvatski Hidrografski institut trebao na to skrenuti pozornost. Naime, svojevremeno je moju izravnu intervenciju najvjerojatnije omalovažio jedan drugi naš autor nautičkih tablica, koji je kao visoki službenik bivšeg HIRM imao utjecaj i osobni interes da se to prešuti.

Ovi doprinosi Č. Carića imali su izravni i posredni utjecaj u navigacijskoj praksi.

2. Franjo Flego

Rođen u Vodnjanu 1903. a umro u Splitu 1957. Kapetan fregate. Sastavio je *Tablice za skraćeno izračunavanje zenitne udaljenosti i azimuta nebeskih tijela* koje je izdao HIRM - Split 1957.g.

Flego je dao jedno neuobičajeno rješenje izvedeno iz a.n.s.t.p. i pravokutnih trokuta nastalih produženjem vertikalne kružnice do ekvatora. Po kotangesovom poučku za kosokutni a Napierovim poučkom za pravokutni s.t. računa se azimut (ω) iz oba trokuta, pa kad se dvije relacije izjednače, dobije se:

$$\tan \delta \cot \varphi = \cos S - \cot S_{\varphi} \sin S \quad (2)$$

Lijeva strane ove formule tabelirana je u *Tablici A*, a desna u *Tablici B*. Na temelju njihovih vrijednosti odrede se pomoćne veličine S_{φ} i S_{δ} s kojima se uz φ i δ ulazi u *Glavnu tablicu* i vade vrijednosti

ZH = Z_{φ} , ZA = Z_{δ} , ω i faktori za korekciju visine.

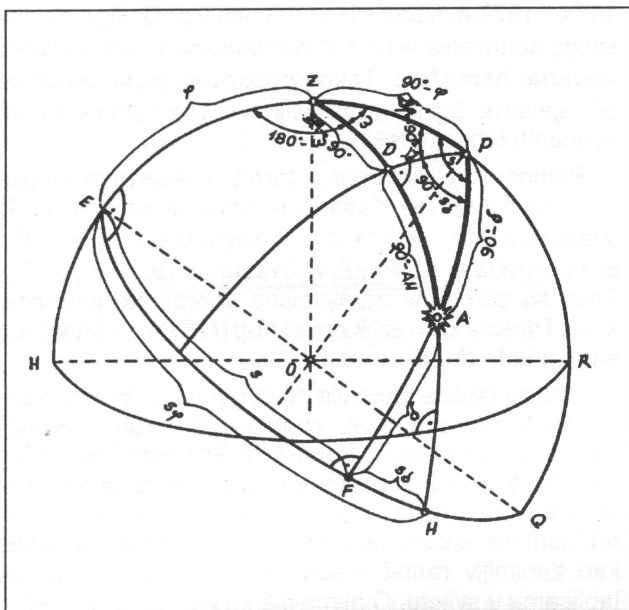
Glavna tablica izračunata je po relacijama:

$$\cos ZH = \cos \varphi \cos S_{\varphi}$$

$$\cos AH = \cos \delta \cos S_{\delta}$$

$$-\cot \omega = \sin \varphi \cot S_{\varphi} \quad (3)$$

- 1 Pomorska enciklopedija (PE) knjiga 2, I izdanje, Leksikografski zavod (LZ), Zagreb 1955. str. 170.
- 2 a) *Nautičke tablice* Ratne mornarice (RM), Zagreb 1951. str. IV.; b) Boris Franušić: Nautičke tablice naših autora. 10 godina Više pomorske škole u Dubrovniku 1959-1969. (Zbornik) Dubrovnik 1969. str. 188.; c) PE, knjiga 1, II izdanje, LZ "Miroslav Krleža", Zagreb, 1972. str. 676.; d) Boris Franušić: Tri imena - tri stupa dubrovačke Nautike. Zbornik 125. Obljetnice pomorskog školstva u Dubrovniku, MDCCCLII - MCMLXXVII Dubrovnik, 1977. str. 186.; e) Isti: Naše prve nautičke tablice - djelo hvaranina Ćira Carića. Hvarski zbornik, br. 4. Hvar 1977. str. 234 i 237.; f) Isti: 60 godina od izlaska *Nautičkih tabla* Ćira Carića. Naše more, g. XXX br. 6. Dubrovnik, 1973. str. 278.; g) Isti: Adicioni logaritam u astronomskoj navigaciji. Hidrografski godišnjak 1986. Hidrografski institut ratne mornarice (HIRM), Split 1988. str. 67 - 69.; h) Isti: Rasprava o jednom poznatom nautičkom sporu kod nas. Povodom 40. godišnjice njegovog nastanka. Naše more, g. XXXV br. 5-6. Dubrovnik, 1988. str. 220.; i) Hrvatski biografski leksikon (HBL) knjiga II, LZ Zagreb, 1989. str. 589-590.; j) Pomorski leksikon (PL) LZ Zagreb 1990. str. 125.
- 3 k) Boris Franušić: *Povijest navigacije u Hrvata*. Pomorski fakultet Dubrovnik, 1994. str. 168.
- a) Goodwin, H.B.: *The Gaussion Logarithme - Their Nature, Theory and Use*. The Nautical Magazine, Vol. 116, September 1926, str. 208-211, October 1926. str. 294-298.; b) Herbord, J.B.: *Glossary of Navigation*. Glasgow, 1938. str. 229-230.; c) Keir Moillet, B.R.: *Pilotage and navigation for Little Ships*, London 1948. str. 56.
- d) Charles H. Cotter: *Gaussion Logarithms and Navigation*. Journal of the Institute of Navigation, Vol. 24. No. 4, London, October 1971. str. 572.



Slika 2. Flegovo rješenje zenitne daljine i azimuta
Figure 2. Flag's solutions of the zenith distance and bearing

Međutim, do istih ovih relacija može se doći ako se u a.n.s.t.p. spusti okomica iz pola i dadu adekvatne oznake, kako je vidljivo iz slike 2. I u tome je neobičnost ovih tablica. Naime, u svijetu su poznate nautičke tablice tipa "Z" kad se relacije izvode iz a.n.s.t.p. spuštanjem okomice iz zenita, te tablice tipa "S" kad se okomica spušta iz nebeskog tijela. Međutim, ni jedan autor do Flega nije rastavljao a.n.s.t.p. spuštajući okomicu iz pola, a što ni Flego izravno nije napravio, ali se stvarno njegovo izvođenje relacija za *Glavnu tablicu* može svesti na jedinstvene tablice tipa "P" kao prve takve vrste u svijetu. O tome sam pisao u dva navrata.⁴

Nažalost, opet im je (tada utjecajni) čovjek u HIRM dao vrlo negativnu kritiku u *Hidrografskom godišnjaku* 1958. godine, a da pri tome nije ni spoznao originalnost u tipu tablica do tada nepoznatih u stručnoj literaturi. Zato ih je i nekorektno objasnio u PE⁵, a to je najveća šteta za autora, pa preko njega i za hrvatski jedinstveni stručni doprinos astronomskoj navigaciji.

Zbog ovih tablica F. Flego je dobio i svoje mjesto u *Pomorskom leksikonu*, gdje je pogrešno napisano da su izašle 1975. umjesto 1957.g.⁶

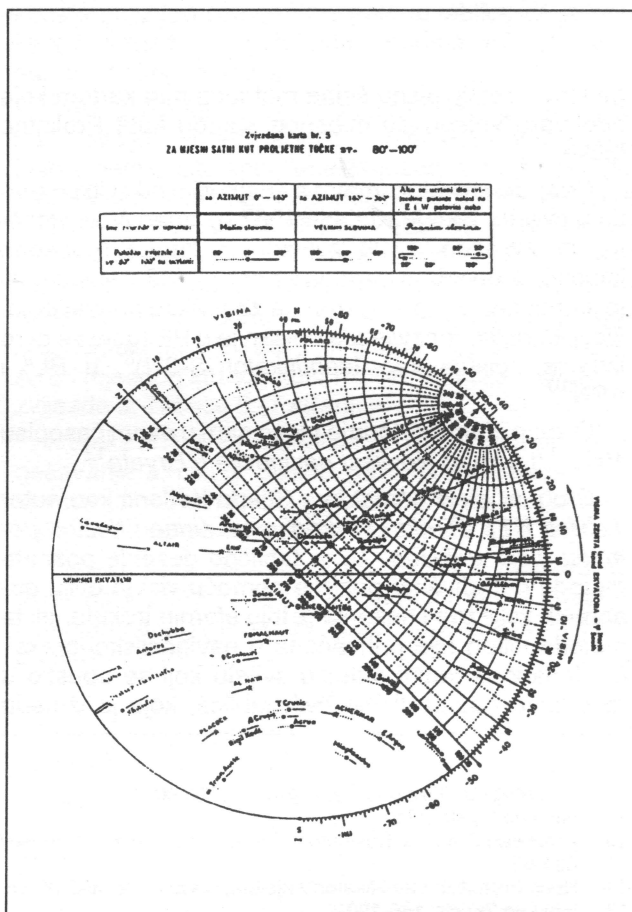
Ove zanimljive tablice ipak nisu našle put do korisnika ni na pomorskim učilištima, pa onda ni na brodovima, ali ostaju kao svjetski unikum u rješavanju a.n.s.t.p. spuštanjem okomice iz pola, jer se s njima mjesni satni kut nebeskog tijela rastavlja u dva dijela, što se ne sreće ni kod jednog drugog autora nautičkih tablica u svijetu.

3. Stjepo Kotlarić

Rođen u Dubrovniku 1919., a umro u Splitu 1993. Vojni službenik, doktor znanosti iz područja geodetske astronomije, autor nautičkih tablica i identifikatora zvijezda. Svoj primat u svijetu ima zbog svog *Identifikatora zvijezda*, ali i zbog *Tablica K11*, iako je među našim časnicima poznatiji kao autor *Tablica K1*. Te tablice nemaju svojstvo originalnosti (iako ih je on tako pokušao prikazati u PE i APN), jer su to ustvari tablice tipa "Z", budući da imaju azimut u dva dijela što sam dokazao još 1969. g.⁷

Identifikator zvijezda izdaje mu HIRM u Splitu 1956. g. U njemu je Kotlarić, za razliku od drugih vrsta grafičkih identifikatora, donio 18 zvjezdanih karata u stereografsko-ekvatorskoj projekciji.

Svaka karta obuhvaća po 20° mjesnog satnog kuta Proljetne točke, odnosno po sat i 20 minuta mjesnog zvjezdanog vremena. Na svakoj su karti ucrtane navigacijske zvijezde sjevernog i južnog neba, te istočno (crne) i zapadno (crvene) od mjesnog meridijana. U istom omjeru karata postoji prozirni dijagram na kojem se nanose horizontske koordinate, a zenit se postavlja



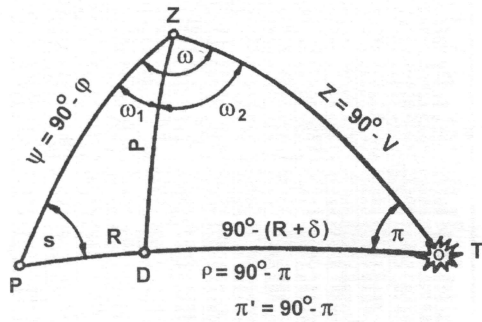
Slika 3. Jedna stranica Identifikatora zvijezda
Figure 3. One page from Star finder

4 a) Isto kao 2b) str. 200-202., b) Isto kao 2k) str. 178.

5 PE, Knjiga 5, II izdanje, LZ Zagreb, 1981, str. 308.

6 Isto kao 2j) LZ Zagreb, 1990. str. 222.

7 a) Isto kao 2b) str. 205. b) Isto kao 2k) str. 180.



$$\begin{aligned} \sin P &= \cos \varphi \sin s; & \sin V &= \cos P \sin (R + \delta) \\ \tan R &= \cot \varphi \cos s; & \tan p' &= \cot P \cos (R + \delta) \\ \cot w_1 &= \sin \varphi \tan s; & \cot w_2 &= \sin P \tan (R + \delta) \end{aligned}$$

Slika 5. Čumbelićevo rješenje a.n.s.t.p.
Figure 5. Čumbelić's solution of a.n.s.t.p.

Drugi primat P. Čumbelića u astronomskoj navigaciji je *Identifikator zvijezda PR ω* . Njegova originalnost je u samo jednoj zvjezdanoj karti s jednim prozirnim dijagramom. Izdao ga je HIRM u Splitu 1991.g. njegova prednost, u odnosu prema ostalim grafičkim identifikatorima je u malom volumenu i mogućnosti višestrukog korištenja (grafičko rješavanje a.n.s.t.p.). U velikom broju slučajeva dovoljna su mu samo tri argumenta (visina, azimut i zemljopisna širina), dok je kod drugih identifikatora potrebno poznavati i mjesni satni kut Proljetne točke.

O ovom identifikatoru pisao sam u ovom časopisu²³, *Hidrografskom godišnjaku*²⁴ i *Povijest navigacije u Hrvata*.²⁵

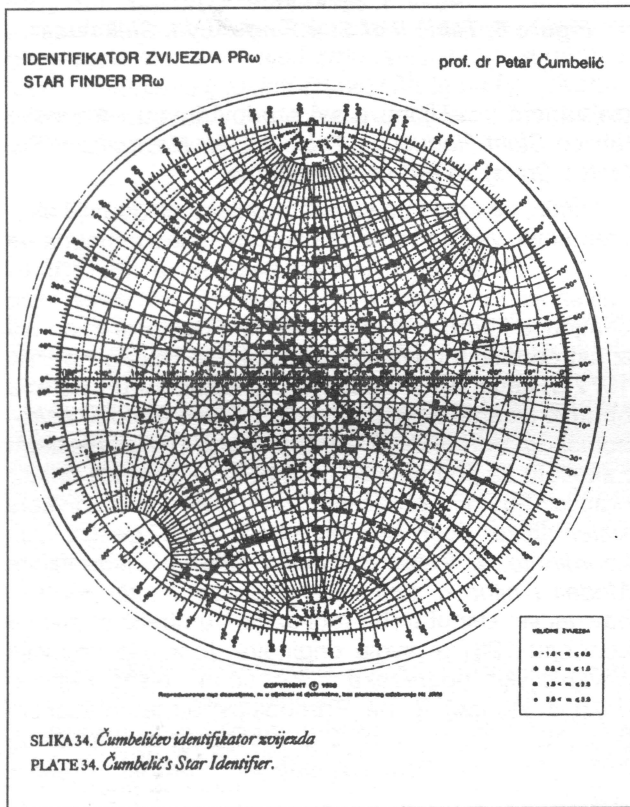
5. Ivo Sjekavica

Rođen u Majkovima 1930. kapetan d.pl., doktor znanosti iz područja navigacije, sveučilišni profesor. Napisao je veći broj originalnih znanstvenih radova iz područja astronomske navigacije, ali je do sada za korištenje izdao samo jedne gotove tablice za identifikaciju zvijezda, koje također predstavljaju primat u astronomskoj navigaciji.

Novi identifikator zvijezda - Kratki numerički postupak novo je, u svijetu jedinstveno rješenje određivanja imena nepoznate snimljene zvijezde. Uz tehničku pomoć Nikše Barišića, stručnog suradnika, Pomorski fakultet u Dubrovniku 1996.g. izdavač je ovih malih tablica s jednostavnom uporabom. Nema, dakle, zvjezdanih karata, već se čitav postupak svodi na vađenje dvaju podataka: A i (B+ φ) pomoću visine i kružnog azimuta iz Tablice I (3 stranice), te veličinama A, B i mjesnog satnog kuta Proljetne točke čita se ime zvijezde iz Tablice II (7 stranica).

I. Sjekavica je za sastavljanje ovih tablica primjenio rješavanje a.n.s.t.p. dijeleći ga u dva pravokutna s.t. spuštanjem okomice iz nebeskog tijela na stranicu koširine (u literaturi poznate kao tablice tipa "S").

Tabelirano je 54 imena navigacijskih zvijezda. Čitava knjižica ima 12 stranica malog formata s uputama i primjerima, pa mislim da će je budući korisnici dobro primiti.



Slika 6. Identifikator zvijezda PRw
Figure 6. Star Finder PR ω

23 Isto kao 11, str. 62-65.

24 Boris Franušić: Analiza identifikatora PR ω . Hidrografski godišnjak 1990 - 1991. Državni hidrografski institut - Split, 1992, str. 71-79.

25 Isto kao 2k) str. 189-190.

TABLICA I

V	1°	2°	4°	6°	8°	10°	12°	14°	16°	18°	20°	22°	24°	26°	28°	V																									
0	1360	0	11	0	2	0	4	0	1	0	10	0	12	0	14	0	16	0	18	0	20	0	22	0	24	0	26	0	28	0	30	0									
1	308	2	11	2	2	4	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60						
2	536	4	11	4	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70		
3	764	6	11	6	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	
4	992	8	11	8	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78
5	1220	10	11	10	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80
6	1448	12	11	12	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82
7	1676	14	11	14	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84
8	1904	16	11	16	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86
9	2132	18	11	18	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88
10	2360	20	11	20	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90
11	2588	22	11	22	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92
12	2816	24	11	24	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94
13	3044	26	11	26	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96
14	3272	28	11	28	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98
15	3500	30	11	30	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100
16	3728	32	11	32	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100	102
17	3956	34	11	34	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100	102	104
18	4184	36	11	36	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100	102	104	106
19	4412	38	11	38	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100	102	104	106	108
20	4640	40	11	40	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100	102	104	106	108	110
21	4868	42	11	42	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100	102	104	106	108	110	112
22	5096	44	11	44	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100	102	104	106	108	110	112	114
23	5324	46	11	46	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100	102	104	106	108	110	112	114	116
24	5552	48	11	48	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100	102	104	106	108	110	112	114	116	118
25	5780	50	11	50	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100	102	104	106	108	110	112	114	116	118	120
26	6008	52	11	52	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100	102	104	106	108	110	112	114	116	118	120	122
27	6236	54	11	54	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100	102	104	106	108	110	112	114	116	118	120	122	124
28	6464	56	11	56	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100	102	104	106	108	110	112	114	116	118	120	122	124	126
29	6692	58	11	58	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100	102	104	106	108	110	112	114	116	118	120	122	124	126	128
30	6920	60	11	60	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100	102	104	106	108	110	112	114	116	118	120	122	124	126	128	130
31	7148	62	11	62	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100	102	104	106	108	110	112	114	116	118	120	122	124	126	128	130	132
32	7376	64	11	64	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100	102	104	106	108	110	112	114	116	118	120	122	124	126	128	130	132	134
33	7604	66	11	66	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100	102	104	106	108	110	112	114	116	118	120	122	124	126	128	130	132	134	136
34	7832	68	11	68	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100	102	104	106	108	110	112	114	116	118	120	122	124	126	128	130	132	134	136	