

DEPNI RAČUNAR HP-35 I NJEGOVA PRIMENA U REŠAVANJU GEODETSKIH RAČUNSKIH PROBLEMA

Miroslav MARČETA — Beograd*

Danas postoje razni tipovi mini-računara koji imaju uglavnom slične karakteristike a u vezi s tim i slične mogućnosti u računanju. Ipak, za tehničko-privrednu primenu najboljim su se pokazali džepni računari proizvodnje HEWLETT—PACKARD (USA).

Gledajući sa spekta geodetske struke, a koristeći iskustvo u radu sa raznim džepnim računarima, nameće nam se zaključak da su modeli Hp-35, Hp-45, Hp-55 i Hp 65, navedene firme, kao stvoreni za geodetska računanja.

U Jugoslaviji se od pomenutih modela najčešće sreću Hp-35 i Hp-45, dok preostala dva modela čak i privredne organizacije ređe kupuju pošto im je cena prilično visoka.

U ovom članku usvrnućemo se na model Hp-35 koji je najpristupačniji po ceni, a po konstrukciji i načinu rada je skoro identičan modelima koji su još navedeni. Zatim, ćemo navesti nekoliko programa koji služe za rešavanje geodetskih zadataka.

KARAKTERISTIKE:

Model Hp-35 je džepni računar koji otprilike kombinuje rad velikog stonog računara (po mogućnostima u računanju) i običnog logaritmara (šibera) po jednostavnosti rukovanja.

Dimenzije su mu: dužina 147 mm, širina 81 mm i debljina 17,7 mm. Težina računara je 395 g zajedno sa kutijom. Napaja se strujom preko sopstvenih baterija koja se pune preko adaptera. Baterije obezbeđuju neprekidan rad od 3—5 časova, a korišćenjem adaptera moguć je rad i na struju sa gradske mreže.

OPIS: Hp-35 poseduje 35 tipki (slika 1) od kojih izvesne služe za pozivanje podprograma koji kao gotovi postoje u računaru. Podprogramske tipke su:

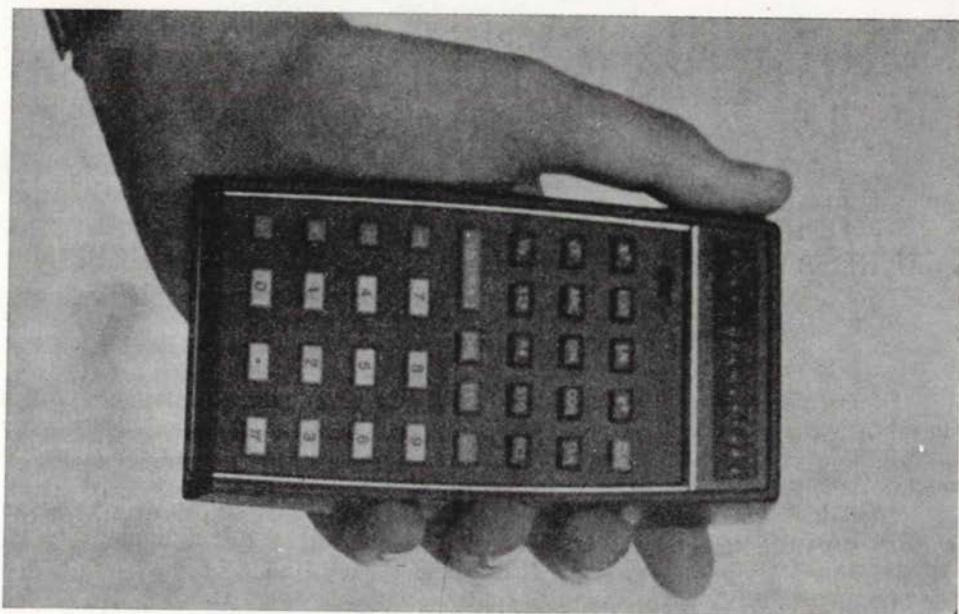
X^Y , log, 1n, e^x , \sqrt{x} , ARC, SIN, COS, TAN, 1/x

Programske tipke su:

CLX — brisanje pogrešnog utipkavanja u ekranski registar (X-registar)

$X \geq Y$ — zamena sadržaja X i Y registra

* Adresa autora: Miroslav Marčeta dipl. ing. Viša tehnička škola Beograd



- R↓ — Ciklička promena sadržaja radnih registara u smeru kretanja kazaljke na satu
- STO — Ubacivanje vrednosti sa ekrana u pasivni registar-skladištenje
- RCL — Pozivanje uskladištenih vrednosti iz pasivnog registra
- ENTER↑ — ulazak podataka pri čemu se prepisuju vrednosti koje stoje u ekranskom registru u Y-registar
- CHS — promena predznaka
- EEX — ubacivanje eksponenta
- CLR — brisanje svih registara
- II — konstanta II data na deset decim. mesta.

NAČIN RADA RAČUNARA: Džepni računar Hp-35 pokazuje najviše 15 znakova i to: mantisni predznak, 10 mesnu mantisu, eksponenti predznak i dva mesta za eksponent.

Broj možemo na ekranu prikazivati u stalnom i pokretnom zarezu. U pokretnom zarezu moguće je prikazivati brojeve u dijapazonu od 10^{-99} do 10^{99} veličine eksponenta.

Hp-35 poseduje 4 radna regista koji su vertikalno poređani jedan za drugim. Šematski bi ovo predstavili ovako:

t	T
z	Z
y	Y
x	X — sadržaj koji je vidljiv na ekranu

— velikim slovima X, Y, Z i T predstavljamo registre

— malim slovima x, y, z i t predstavljamo sadržaj u tim registrima

Osim radnih postoji i registar (STO) koji služi za skladištenje međurezultata. Ovaj registar smo nazvali pasivnim registrom.

Rešavanje nekog komplikovanijeg računskog problema računarem Hp-35 najefikasnije se izvodi putem unapred izrađenog programa. Ovo se posebno odnosi na geodetska računanja koja su najčešće tipizirana (čak se najčešće i razlikuju po broju formulara u kome se rešavaju).

PROGRAMI: Računanje nekog komplikovanijeg izraza džepnim računarem Hp-35 najefikasnije se izvodi pomoću unapred napravljene tablice informacija-programa. Veoma praktično je praviti programe za računanja koja se obavljaju po tipskim formulama (kao što je slučaj u Geodeziji) u kojima se od slučaja do slučaja menjaju samo dati podaci.

U ovom članku dati su programi za neke od poznatih geodetskih problema koji se na modelu Hp-35 veoma brzo (i tačno) rešavaju. Zatim, programi su pisani uglavnom tako da su programske instrukcije poređane jedna za drugom u koloni levo dok je broj koji se posle svakog pojedinačnog izvršenog koraka programa (i koji se vidi na ekranu računara) napisan na desnoj strani. To znači da je za svaki program dat po jedan primer koji će poslužiti korisniku da se lakše snađe i navikne na korišćenje programa.

Potrebno je još naglasiti da model Hp-35 operiše sa vrednostima uglova koji su dati u decimalnom obliku, a ne u seksagezimalnom kako je nama u dosadašnjim geodetskim računanjima bilo najzgodnije. Međutim, ni ovaj detalj ne predstavlja neki naročiti problem za Hp-35 jer se pomoću sledećeg programa ovo pretvaranje iz jednog oblika u drugi lako izvodi:

ST, ↑, MIN, ↑, SEK, ↑, STO, ÷, +, RCL, ÷, + (x)

gdje je:

ST, MIN, SEK, = ugao izražen u stepenima minutima i sekundama

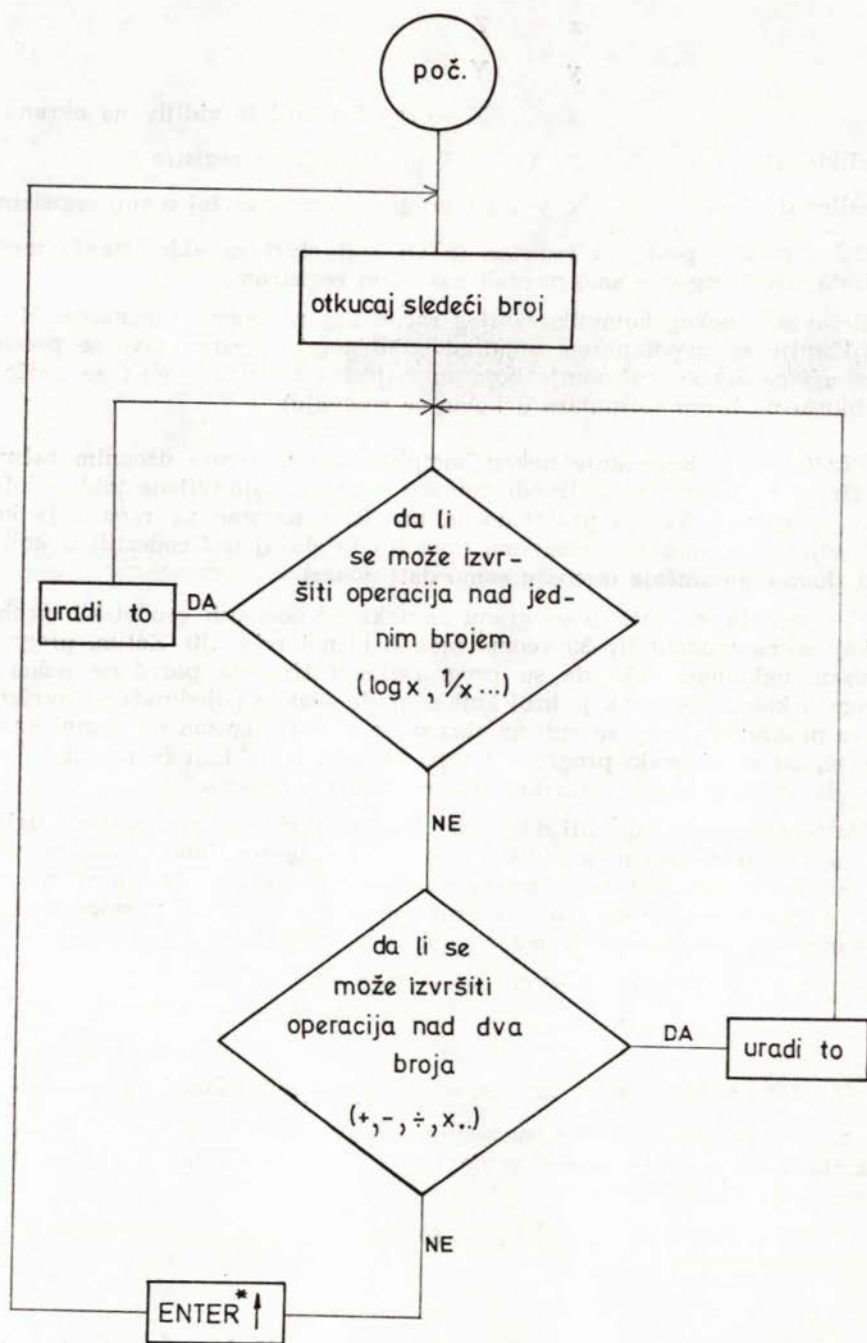
Alternativni program za pomenuto pretvaranje uglova ima samo jednu instrukciju više, ali ga je potrebno navesti jer će kasnije biti potrebno da se pozovemo na njega:

ST, ↑, MIN, ↑, SEK, ↑, 60, +, +, 60, ÷, + (xx)

primer:

Ugao u seksagezimalnom obliku je $58^{\circ} 21' 32''$. Kada se pretvori u decimalni oblik je 58,3589.

Algoritam za sva računanja računarem Hp-35 izgleda ovako:



Sl. 2.

* Ukoliko predhodno nije pritisnuta jedna od tipki ENTER ↑, CLX

Navešćemo i inverzni oblik pretvaranja tj. prevođenje ugla iz decimalnog oblika u seksagezimalan:

$$\alpha, \uparrow, \alpha^{\circ}, -, 60, \text{STO}, X, \alpha', -, \text{RCL}, X, \alpha'' \quad (\text{xxx})$$

ili pomoću alternativnog programa:

$$\alpha, \uparrow, \alpha^{\circ}, -, 60, X, \alpha', -, 60, X, \alpha'' \quad (\text{xxxx})$$

gdje je:

α° = celi broj stepena

α' = celi broj minuta

α'' = celi broj minuta

Najbolji i najbrži način za rad sa Hp-35 bi bio, da se naši merni podaci (uglovi ili pravci) već pri sređivanju u T. O. 2 pretvaraju u decimalni oblik koji je sam po sebi povoljniji za rad od seksagezimalnog. Pri pomenutom pretvaranju dovoljna su četiri decimalna mesta iza zareza a da se garantuje tačnost od jedne seksagezimalne sekunde.

program 1:

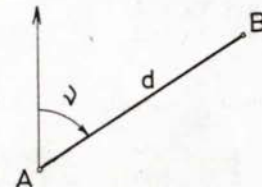
RAČUNANJE DUŽINE I DIREKCIONOG UGLA IZMEĐU TAČAKA SA POZNATIM KOORDINATAMA

Korišćene formule: dato:

$$v = \arctg \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A}$$

$$d = \frac{\Delta y}{\sin v} = \frac{\Delta x}{\cos v}$$

	Y	X
A	6	5
B	3	3

broj	naredba	čitanje na ekranu (X-registar)	
1	Y _B	6.	
2	↑	6.	
3	Y _A	3.	
4	—	3.	
5	↑	3.	
6	↑	3.	
7	X _B	5.	
8	↑	5.	
9	X _A	3.	
10	—	2.	
11	↑	2.	
12	↓	2.	
13	÷	1.5	
14	ARC TAN	56.30993248	traženi direkcionni ugao
15	STO	56.30993248	
	SIN	.8320502941	
17	÷	3.605551276	tražena dužina
18	RCL	56.30993248	
19	COS	.5547001965	
20	X \geq Y	3.605551276	
21	↓	.5547001965	
22	÷	3.605551276	tražena dužina
23	RCL	56.30993248	

Sl. 3.

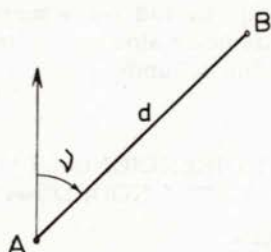
napomena:

Ako želimo da direkcionni ugao ν dobijemo u seksagezimalnom obliku, onda ćemo posle naredbe 23 preći na program za pretvaranje (xxx).

U slučaju kada je vrednost koju dobijemo posle naredbe 13 negativna, pritiskamo tipke CHS, 1/X, pa tek onda sledi naredba 14 iza koje utipkavamo okruglu vrednost stepeni 90,180 ili 270 (u zavisnosti u kom se kvadrantu ugao nalazi) i naposletku pritiskamo naredbu +. Dalje program teče po gore navedenom programu.

program 2:

RAČUNANJE KORDINATA TAČKE B KADA SU DATI DIREKSIONI UGAO I DUŽINA



Sl. 4.

Korišćene formule:

$$\Delta x = d \cos \nu$$

$$\Delta y = d \sin \nu$$

$$Y_B = Y_A + \Delta y$$

$$X_B = X_A + \Delta x$$

dato:

$$\nu = 205^\circ 31' 04'' = 205.5178$$

$$d = 104,21 \text{ m}$$

$$Y_A = 3\,000,20$$

$$X_A = 2\,000,00$$

broj	naredba	čitanje na ekranu (X-registar)
1		205.5178
2	STO	205.5178
3	SIN	— .4307914809
4	RCL	205.5178
5	COS	— .9024514944
6	d	104.21
7	STO	104.21
8	X	—94.04447023
9	X _A	2000.
10	+	1905.95553
11	X \geq Y	— .4307914809
12	RCL	104.21
13	X	—44.89278022
14	Y _A	3001.2
15	+	2956.30722
16	↓	1905.95553

traženo Δx

traženo X_B

traženo Δy

traženo Y_B

traženo X_B

napomena:

Ukoliko ugao ν nije predhodno pretvoren u decimalan oblik onda ispred naredbe 1 prvo dolazi (x).

Ako su nam potrebne samo koordinatne razlike Δx i Δy , dobićemo ih u istom programu i to: posle pritiskanja naredbe 8 Δx odnosno posle pritiskanja naredbe 13 Δy .

program 3:

REDUKOVANJE KOSO MERENIH DUŽINA NA HORIZONT

Korišćene formule:

dato:

$$r = \Delta h \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$$

$$d' = 140,20 \text{ m}$$

$$\sin \alpha = \frac{\Delta h}{d'}$$

$$\Delta h = 3,90 \text{ m}$$

$$d = d' - r$$

broj	naredba	čitanje na ekranu (X-registar)
1	d'	140.2
2	↑	140.2
3	↑	140.2
4	Δh	3.9
5	STO	3.9
6	$X \cong Y$	140.2
7	÷	.0278174037
8	ARC SIN	1.594025451
9	2	2.
10	÷	.7970127255
11	TAN	.0139113935
12	RCL	3.9
13	X	.0542544347
14	—	140.1457456

traženo r
redukovana dužina d

program 4:

TRIGONOMETRISKI NIVELMAN-ZENITNA Odstojanja MERENA OBOSTRANO

Korišćene formule:

dato:

$$\Delta h = d \operatorname{tg} \left(\frac{Z_B - Z_A}{2} \right) + \frac{i_A - i_B}{2} + \frac{l_A - l_B}{2}$$

$$Z_A = 91,4417$$

$$i_A = 1,35 \text{ m}$$

$$Z_B = 88,2561$$

$$i_B = 1,50 \text{ m}$$

$$d = 936,15 \text{ m}$$

$$l_A = 3,95 \text{ m}$$

$$l_B = 4,00 \text{ m}$$

broj	naredba	čitanje na ekranu (X-registar)	
1	ZB	88.2561	
2	↑	88.2561	
3	Z _A	91.4417	
4	—	—3.1856	
5	2	2.	
6	STO	2.	
7	÷	—1.5928	
8	TAN	— .027806768	
9	d	936.15	
10	X	—26.03130586	
11	i _A	1.35	
12	↑	1.35	
13	i _B	1.5	
14	—	— .15	
15	RCL	2.	
16	÷	— .075	
17	+	—26.10630586	
18	i _A	3.95	
19	↑	3.95	
20	i _B	4.	
21	—	— .05	
22	RCL	2.	
23	÷	— .025	
24	+	—26.13130586	traženo Δh

program 5:

REŠAVANJE TROUGLA (TRI UGLA I JEDNA STRANA)

Korišćene formule:

$$\frac{a}{\sin \alpha} = \frac{b}{\sin \beta} = \frac{c}{\sin \gamma} = m$$

dato:

$$\alpha = 60^{\circ}21'03'' = 60,3508$$

$$\beta = 30^{\circ}04'20'' = 30,0722$$

$$\gamma = 89^{\circ}34'37'' = 89,5769$$

$$a = 1062,01 \text{ m}$$

broj	naredba	čitanje na ekranu (X-registar)	
1	α ,	60.3508	
2	↑	60.3508	
3	a	1062.01	
4	$X \geq Y$	60.3508	
5	SIN	.869070599	
6	÷	1222.006787	m
7	STO	1222.006787	
8	γ ,	89.5769	
9	SIN	.9999727345	
10	RCL	1222.006787	
11	X	1222.973468	traženo c
12	β ,	30,0722	
13	SIN	.50109053	
14	RCL	1222.006787	
15	X	612.3364872	traženo b

napomena:

Ako uglove pre početka ne pretvorimo u decimaln oblik onda je potrebno da se u navedenom programu pre naredbe 1 uvede (x) za ugao α , umesto naredbe 8 sledi (xx) za ugao γ , i umesto naredbe 12 takoder (xx) za ugao β .

program 6:

RAČUNANJE STRANE TROUGLA KADA SU DATE STRANE I ZAHVAĆEN UGAO

Korišćene formule:

$$a = \sqrt{b^2 + c^2 - 2bc \cos \alpha}$$

dato:

$$b = 1066,05 \text{ m}$$

$$c = 1728,40 \text{ m}$$

$$\alpha = 59^\circ 27' 30'' = 59,4583$$

broj	naredba	bitanje na ekranu (X-registar)
1	α .	59.4583
2	COS	.508165324
3	b	1066.05
4	STO	1066.05
5	X	541.7296437
6	RCL	1066.05
7	↑	1066.05
8	X	1136462.603
9	c	1728.4
10	STO	1728.4
11	↑	1728.4
12	X	2987366.56
13	+	4123829.163
14	$X \geq Y$	541.7296437
15	RCL	1728.4
16	X	936325.5162
17	↑	936325.5162
18	+	1872651.032
19	-	2251178.131
20	\sqrt{x}	1500.392659

traženo a

napomena:

Za ugao α dat samo u seksagezimalnom obliku potrebno je da u programu mesto naredbe 1 stoji (x).

program 7:

REŠAVANJE TROUGLA KADA SU DATE TRI STRANE I JEDAN UGAO

Korišćene formule:

$$\frac{a}{\sin \alpha} = \frac{b}{\sin \beta} = \frac{c}{\sin \gamma} = m$$

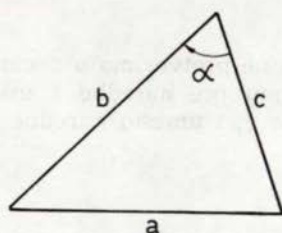
dato:

$$a = 1500,40 \text{ m}$$

$$b = 1066,05 \text{ m}$$

$$c = 1728,40 \text{ m}$$

$$\alpha = 59^\circ 27' 30'' = 59,4583$$



Sl. 5.

broj	naredba	čitanje na ekranu (X-registar)	
1	α ,	59.4583	
2	↑	59.4583	
3	a	1500.4	
4	$X \geq Y$	59.4583	
5	SIN	.8612595446	
6	÷	1742.099707	traženo m
7	1/x	5.740199576-04	
8	STO	5.740199576-04	
9	↑	5.740199576-04	
10	b	1066.05	
11	X	.6119339758	
12	ARC SIN	37.72947375	traženo β
13	c	1728.4	
14	RCL	5.740199576-04	
15	X	.992136 0947	
16	ARC SIN	82.80978653	traženo γ

napomena:

Ako je α u seksagezimalnom obliku u gornjem programu se menja samo to što se mesto naredbe 1 uvodi (x).

program 8:

RAČUNANJE POVRŠINA IZ KOORDINATA

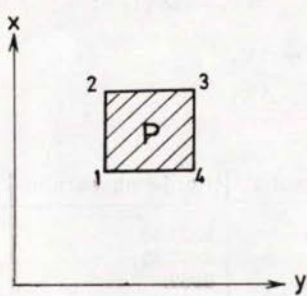
Korišćena formula:

dato:

$$P = \sum Y_n (X_{n-1} - X_{n+1})$$

	Y	X
.1	2	3
.2	2	4
.3	4	5
.4	4	3

broj	naredba	čitanje na ekranu (X-registar)
1	X_4	3.
2	\uparrow	3.
3	X_2	5.
4	—	—2.
5	Y_1	2.
6	X	—4.
7	X_1	3.
8	\uparrow	3.
9	X_3	5.
10	—	—2.
11	Y_2	2.
12	x	—4.
13	$+$	—8.
14	X_2	5.
15	\uparrow	5.
16	X_4	3.
17	—	2.
18	Y_3	4.
19	x	8.
20	$+$	0.
21	X_3	5.
22	\uparrow	5.
23	X_1	3.
24	—	2.
25	Y_4	4.
26	x	8.
27	$+$	8.
28	2	2.
29	\div	4.



Sl. 6.

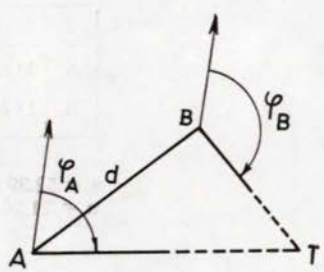
traženo P

napomena:

- 1) n = redni broj detaljne tačke pri zatvaranju figure u smeru kretanja kazaljke na satu.
- 2) Gore izložen program odnosi se samo na površinu koju ograničavaju 4 detaljne tačke. Za veći broj tačaka (kao i za 3 tačke) program se proširuje većim brojem naredbi ali po istom principu kao i za 4 tačke.

program 9:

ODREĐIVANJE KOORDINATA TAČKE T METODOM PRESECANJA NAPRED



Korišćene formule: dato:

$$A = (Y_B - Y_A) - (X_B - X_A) \operatorname{tg} \varphi_B$$

$$B = (Y_B - Y_A) - (X_B - X_A) \operatorname{tg} \varphi_A$$

$$C = \operatorname{tg} \varphi_A - \operatorname{tg} \varphi_B$$

$$\Delta X_A = \frac{A}{C}, \quad \Delta Y_A = \Delta X_A \operatorname{tg} \varphi_A$$

$$Y_T = Y_A + \Delta Y_A$$

$$X_T = X_A + \Delta X_A$$

	Y	X
A	8969,00	8826,57
B	8357,53	10358,36

$$\varphi_A = 9,6697$$

$$\varphi_B = 122,9269$$

broj	naredba	čitanje na ekranu	broj	naredba	čitanje na ekranu
1	Y _B	8357.53	16	φ _A	9.6697
2	↑	8357.53	17	TAN	.173888931
3	Y _A	8969.	18	STO	.173888931
4	—	-611.47	19	X _≥ Y	-1.544174512
5	X _B	10358.36	20	—	1.714563405
6	↑	10358.36	21	÷	1022.931593
7	X _A	8826.57	22	↑	1022.931593
8	—	1531.79	23	↑	1022.931593
9	φ _B	122.9269	24	X _A	8826.57
10	TAN	-1.544174512	25	+	9849.501593
11	↑	-1.544174512	26	X _≥ Y	1022.931593
12	R↓	-1.544174512	27	RCL	.170388931
13	x	-2365.351076	28	x	174.2961818
14	—	1753.881076	29	Y _A	8969.
15	X _≥ Y	-1.544174512	30	+	9143.296182

traženo X_T
traženo Y_T

program 10:

RAČUNANJE KOORDINATA MATE TOČKE NA LINIJI I TAČKE NA UPRAVNOJ

Korišćene formule: dato:

$$o = \sin v$$

$$a = \cos v$$

$$\Delta y_M = o s,$$

$$Y_M = Y_A + \Delta Y_M$$

$$\Delta x_M = a s,$$

$$X_M = X_A + \Delta X_M$$

	Y	X
A	15 621,68	41 552,06
B	15 688,16	41 672,16

$$s = 52,39 \text{ m}$$

$$u = 21,20 \text{ m}$$

Za tačku na upravnoj:

$$Y_T = Y_A + os + au$$

$$X_T = X_A + as - ou$$



Sl. 8.

broj	naredba	čitanje na ekranu	broj	naredba	čitanje na ekranu
1	Y _B	15688.16	20	Y _A	15621.68
2	↑	15688.16	21	+	15647.05216 Y _M
3	Y _A	15621.68	22	R↓	52.39
4	—	66.48	23	x	45.83629047
5	X _B	41672.16	24	X _A	41552.06
6	↑	41672.16	25	+	41597.89629 traženo X _M
7	X _A	41532.06	26	↑	41597.89629
8	—	120.1	27	R↓	41597.89629
9	—	.5535387177	28	R↓	.8749053345
10	ARC TAN	28.96622605	29	u	21.2
11	STO	28.96622605	30	x	18.54769309
12	SIN	.484293977	31	+	15665.60015 traženo Y _T
13	s	52.39	32	X _M Y	41597.89629
14	X _M Y	.484293977	33	RCL	28.96622605
15	↑	.484293977	34	SIN	.484293977
16	RCL	28.96622605	35	u	21.2
17	COS	.8749053345	36	x	10.26703231
18	R↓	.484293977	37	—	41587.62926 traženo X _T
19	x	25.37216146			

napomena:

1) Ukoliko se traži koordinate male tačke na liniji, tada je program kraći i završava se naredbom 25. Ako na istoj liniji postoji još malih tačaka čije koordinate treba sračunati onda posle naredbe 25 sledi naredba RCL i sada se program ponavlja ali počinje naredbom 12 i ide do 25, samo se sada kao koordinate date tačke koriste koordinate predhodno sračunate tačke.

2) Ako imamo (što je obično slučaj) više tačaka na upravnim sa odnosne linije, tada posle naredbe 37 sledi naredba RCL i program se za sledeću tačku ponavlja od naredbe 12 pa do kraja.

3) Gornji program je sastavljen za tačku koja se nalazi desno od date linije gledajući u smeru od tačke A ka B. Za tačke levo od poznate nam linije za snimanje, navedeni program ostaje isti sem naredbe 31 koja postaje — i 37 koja postaje +.

Pored navedenih programa moguće je sastaviti programe za skoro sve računске probleme iz geodezije, ali usled ograničenosti prostora za izlaganje odabrali smo pomenutih deset. Takođe u ovom članku nisu dati neki elementarni programi koji se nalaze u uputstvu za upotrebu Hp-35.

U pogledu tačnosti Hp-35 možemo reći da očitogledno prevazilazi naše zahteve. Ali ipak da kažemo sledeće: elementarne operacije (+, —, x, —, 1/x, \sqrt{x}) obavlja sa maksimalnom greškom od ± 1 na desetoj značajnoj cifri, tačnost logaritamskih eksponencijalnih i trigonometrijskih funkcija zavisi od samog argumenta. Greška elementarnih operacija nastaje usled zaokruživanja na desetoj značajnoj cifri.

Što se tiče izvršenja navedenih računskih operacija može se reći da je ona »trenutna«. Međutim, znamo da i ova reč »trenutno« u konkretnom slučaju znači neku konačnu veličinu koja za pojedine operacije iznosi:

— sabiranje i oduzimanje obavlja se za	60 mS
— deljenje i množenje	100 mS
— kvadriranje	110 mS
— logarit. eksponenc. funkcije	200 mS
— X	400 mS
— trigonometrijske funkcije	500 mS

ZAKLJUČAK

Iz izloženog se vidi da se oni najpoznatiji problemi iz geodetskog računanja rešavaju računarem Hp-35 brzo i lako. Obzirom da je veoma prikladnih dimenzija ovaj računar se smatra idealnim za nošenje i rad na terenu gde njegova efikasnost i ekonomičnost dolaze do punog izražaja.

Literatura

- 1) Uputstvo za upotrebu računara Hp-35 (prevod sa Engleskog jezika)
- 2) Geodezija I, Prof. Inž. M. Mitić (skripta)
- 3) Zbornik radova II Jugoslovenskog simpozijuma o rudarskim merenjima, Bled—Velenje 1975. god. »Primena računara Hp-45 u mjerачkoj praksi«, Dr. Josip Baturić i Ivan Baturić dipl. ing.
- 4) Algoritmi i programski jezik Fortran IV — N. Parezanović Matematički Institut, Beograd 1970. god.