

# IZJEDNAČENJE KOMBINIRANOG PRESIJEKANJA I LUČNOG PRESJEKA PO PRINCIPU OPĆE ARITMETIČKE SREDINE

Boris FILATOV — Zagreb

Izjednačenje presjeka smjerova odnosno lukova po principu opće aritmetičke sredine u načelu je vrlo jednostavno. Iz svih mogućih kombinacija presjeka<sup>1</sup> treba izračunati približne koordinate tražene točke, odrediti njihove težine i zatim po formuli opće aritmetičke sredine izračunati definitivne koordinate.

U prijašnje vrijeme kada se računalo logaritmicima ili običnim računskim strojem, računanje svih tih presjeka bio je dosta dugotrajan posao. Međutim sada kada postoje elektronska (džepna ili stolna) računala, naročito računala s mogućnošću programiranja, računanje presjeka postalo je vrlo jednostavno i kratkotrajno.

Računanje presjeka programiranim elektronskim računalom ovdje se ne prikazuje. Ono se za svaki tip takvog računala vrši po posebnim uputama i programima odnosno s primjenom posebnih magnetskih kartica, što je poznato svakom korisniku takvih elektronskih računala.

Ovdje se prikazuju općeniti programi za ručno računanje presjeka elektronskim računalima firme Hewlett-Packard, koja se često susreću u našoj praksi.

U tablici br. 1 prikazan je program računanja presijecanja naprijed po smjerovima, a u tablici br. 2 program za računanje lučnog presjeka.

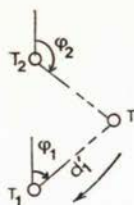
U programima slovom »z« označena je tzv. »predtipka«, prethodnim pritiskom koje, od glavne funkcije tipke, koja je označena na gornjoj strani tipke, prelazi se na njenu drugu funkciju, koja je istom bojom (obično bojom zlata) kao i tipka »z« označena ispred ili iza funkcionalne tipke na poklopcu.

Valja još napomenuti da kod nekih elektronskih računala firme Hewlett-Packard funkcionalne tipke imaju pored glavne funkcije još i po dvije ili po tri druge funkcije, koje su označene na poklopcu ili na prednjoj strani funkcionalne tipke. Za svaku takvu funkciju postoji posebna »predtipka« koja je označena posebnim slovom, na pr. f, g ili h, a u istoj je boji s oznakom funkcije. U takvom slučaju u prikazanim programima valja kod svake funkcije koja nije glavna funkcija tipke napisati s lijeve strane naziv, na pr. f, g, ili h, odgovarajuće »predtipke«.

---

<sup>1</sup> Broj presjeka se određuje po formuli  $\frac{n(n-1)}{2}$ , gdje je n broj datih točaka.

Adresa autora: Boris Filatov, dipl. inž. 41000 Zagreb, Vrbančeva ul 11



Tablica br.1

Presjecanje naprijed po smjerovima  
(S računanjem prve dužine  $d'_1$ )  
elektronskim računalom Hewlett-Packard

|   |              |    |              |    |            |      |         |      |              |
|---|--------------|----|--------------|----|------------|------|---------|------|--------------|
| 1 | $x_1$        | 9  | +            | 17 | STO 4      | (25) | STO 5   | (33) | -            |
| 2 | STO 1        | 10 | $\phi_2$ (x) | 18 | -          | 26   | RCL 1   | (34) | RCL 5        |
| 3 | $\phi_1$ (x) | 11 | Z DMS +      | 19 | $y_2$      | 27   | -       | (35) | RCL 1        |
| 4 | Z DMS +      | 12 | TAN          | 20 | +          | 28   | RCL 2   | (36) | -            |
| 5 | TAN          | 13 | STO 3        | 21 | RCL 2      | 29   | x       | (37) | $+ P = d'_1$ |
| 6 | STO 2        | 14 | x            | 22 | RCL 3      | 30   | RCL 4   |      |              |
| 7 | x            | 15 | -            | 23 | -          | 31   | $+ = y$ |      |              |
| 8 | $x_2$        | 16 | $y_1$        | 24 | $\div = x$ | (32) | RCL 4   |      |              |

(x) Kod utipkavanja kuta  $\phi$  treba između broja stupnjeva i broja minuta utipkati točku.

## IZJEDNAČENJE KOMBINIRANOG PRESJECANJA

Prema skici 1 tražena točka 79 određuje se od datih točaka 53, 105, 104 i 54 pomoću tri obostrana i jednog unutarnjeg pravca.

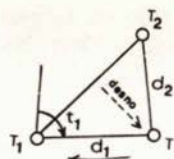
Red računanja:

U tablici br. 3 u 1. i 2. stupcu upisuju se brojevi i koordinate datih točaka.

U tablici br. 4 vrši se približna orijentacija unutarnjih pravaca.

U 2. stupcu upisuju se vanjski orijentirani pravci  $\phi_v$  koji se uzimaju iz trig. formulara br. 5. U 3. stupcu upisuju se težine ovih pravaca  $p_{\phi_v} = 1$ . Međutim težina svakog vanjskog orijentiranog pravca može se odrediti i po formuli  $p_{\phi_v} = K/K + 1$ , gdje je »k« broj poznatih točaka pomoću kojih se vršila orijentacija tog pravca u trig. form. br. 5.

U 4. stupcu upisuju se mjereni unutarnji pravci  $\alpha$ . U 5. stupcu određuju se pojedine vrijednosti orijentacije  $\phi_v - \alpha$  i računa se njena srednja vrijednost



Lučni presjek  
elektronskim računalom Hewlett-Packard

|   |               |    |            |    |               |    |                       |    |                         |
|---|---------------|----|------------|----|---------------|----|-----------------------|----|-------------------------|
| 1 | $\boxed{Y_2}$ | 9  | STO 7      | 17 | $\boxed{d_1}$ | 25 | RCL X 1               | 33 | Z + R                   |
| 2 | +             | 10 | -          | 18 | STO 3         | 26 | RCL 3                 | 34 | $\Sigma +$              |
| 3 | $\boxed{Y_1}$ | 11 | + P        | 19 | $x^2$         | 27 | x                     | 35 | RCL 7 = $\underline{x}$ |
| 4 | STO 8         | 12 | STO 1      | 20 | +             | 28 | $\div$                | 36 | RCL 8 = $\underline{y}$ |
| 5 | -             | 13 | $x \geq y$ | 21 | $\boxed{d_2}$ | 29 | $Z \cos^{-1}$         |    |                         |
| 6 | $\boxed{x_2}$ | 14 | STO 2      | 22 | $x^2$         | 30 | RCL 2                 |    |                         |
| 7 | +             | 15 | RCL 1      | 23 | -             | 31 | $+ = \underline{t_1}$ |    |                         |
| 8 | $\boxed{x_1}$ | 16 | $x^2$      | 24 | 2             | 32 | RCL 3                 |    |                         |

»sr«. Elektronskim računalom ova se srednja vrijednost određuje slijedećim utipkavanjem:

$$54, \Sigma +, 73, \Sigma +, 58, \Sigma +, z\bar{x}, = \underline{\underline{62}}$$

U 6. stupcu izračunaju se približno orijentirani unutarnji pravci  $\varphi_u = \alpha + sr.$ , a u 7. stupcu upisuju se njihove težine  $p_{\varphi_u} = 1$ .

U 8. stupcu upisuju se konačni orijentirani pravci  $\varphi$  koji se uzimaju u daljnjem računanju. Oni se određuju kao aritmetičke sredine iz vrijednosti upisanih u 2. i 6. stupcu. U 9. stupcu upisuju se njihove težine  $p_{\varphi}$  koje se određuju kao sume težina upisanih u 3. i 7. stupcu.

Valja napomenuti, da se u našem primjeru približna orijentacija četiri unutarnja pravca izvršila pomoću tri obostrana pravca. Najtočnije bi bilo da su svi unutarnji pravci ujedno i obostrani pravci. U krajnjem slučaju još će se dobiti zadovoljavajući rezultati, ako na nekoliko unutarnjih pravaca ima svega  $d$  v a obostrana pravca.

U tablici br. 5. računaju se težine i približne koordinate pojedinih presjeka, definitivne koordinate tražene točke i njene srednje pogreške.

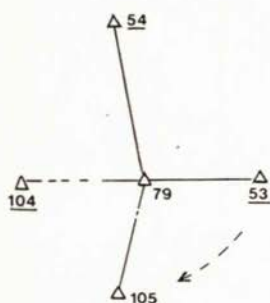
U 1. stupcu upisat će se redni broj presjeka (u našem slučaju ima ih šest), a u 2. i 3. stupcu upisuju se brojevi datih točaka od kojih se presjek uzima. Ako se od tražene točke gleda na date točke, onda lijeva data točka označit će se kao 1. točka, a desna kao 2. točka.

Za prvi presjek uzet će se presjek od točaka 53(1), 105(2), za drugi od točaka 105(1), 104(2) i tako redom po horizontu zaključno s presjekom 54(1), 53(2). Na kraju se uzimaju ostali presjeci 105(1), 54(2) i 104(1), 53(2).

Izjednačenje kombiniranog presijecanja

Tablica br.3

| Točka | K o o r d i n a t e |           | Definitivni smjerni kut |    |    | Izjednačena dužina |
|-------|---------------------|-----------|-------------------------|----|----|--------------------|
|       | y<br>m              | x<br>m    | v                       | o  | "  |                    |
| 1     | 2                   | 3         | 4                       |    |    | 5                  |
| 53    | 42 746,97           | 47 462,70 | 266                     | 43 | 53 | 2 004,34           |
| 105   | 40 299,21           | 45 143,56 | 11                      | 27 | 09 | 2 249,65           |
| 104   | 38 428,75           | 47 276,26 | 88                      | 12 | 59 | 2 318,26           |
| 54    | 40 002,74           | 50 075,76 | 164                     | 45 | 29 | 2 826,77           |
| 79    | 40 745,89           | 47 348,42 |                         |    |    |                    |



Skica 1

Tablica br.4

| Točka | Vanjski orijentirani pravac |    |    | Teži-<br>na<br>$P_{\phi_v}$ | Unutarnji pravac |    |     |                   |    |    | Teži-<br>na<br>$P_{\phi_u}$ | Konačni orijentirani pravac<br>$\phi = \frac{1}{2}(\phi_v + \phi_u)$ | Teži-<br>na<br>$P_{\phi_u} + P_{\phi_v}$ | Približna dužina<br>$d'$ |                   |    |    |            |      |
|-------|-----------------------------|----|----|-----------------------------|------------------|----|-----|-------------------|----|----|-----------------------------|--|--|--------------------------|-------------------|----|----|------------|------|
|       | $\phi_v$                    |    |    |                             | Mjereni          |    |     | Orijenta-<br>cija |    |    |                             |  |  |                          | Orijen-<br>tirani |    |    | $d'$<br>km |      |
| o     | ,                           | "  | o  | ,                           | "                | o  | ,   | "                 | o  | ,  | "                           | o  | ,  | "                        | o                 | ,  | "  |            |      |
| 1     | 2                           |    |    | 3                           | 4                |    |     | 5                 |    |    | 6                           |  |  | 7                        | 8                 |    |    | 9          | 10   |
| 53    | 266                         | 43 | 54 | 1                           | 0                | 00 | 00  | 266               | 43 | 54 | 266                         | 44   | 02                                       | 1                        | 266               | 43 | 58 | 2          | 2,00 |
| 105   | 11                          | 27 | 11 | 1                           | 104              | 42 | 58  |                   | 44 | 13 | 11                          | 27   | 00                                       | 1                        | 11                | 27 | 06 | 2          | 2,25 |
| 104   | -                           | -  | -  | -                           | 181              | 29 | 10  | -                 | -  | -  | 88                          | 13   | 12                                       | 1                        | 88                | 13 | 12 | 1          | 2,32 |
| 54    | 164                         | 45 | 23 | 1                           | 258              | 01 | 25  |                   | 43 | 58 | 164                         | 45   | 27                                       | 1                        | 164               | 45 | 25 | 2          | 2,83 |
|       |                             |    |    |                             |                  |    | Sr. | 266               | 44 | 02 |                             |  |  |                          |                   |    |    |            |      |

U 4. stupcu upisat će se (zaokružen na cijele stupnjeve) kut presjeka  $\gamma$  koji će se odrediti kao razlika konačno orijentiranih pravaca  $\phi$  (Tablica br. 4. stupac 8) od 2. i od 1. točke.

Prema veličini  $\gamma$  prosudit će se upotrebljivost pojedinih presjeka. Općenito se uzimaju u obzir oni presjeci za koje je  $30^\circ < \gamma < 150^\circ$ . Prema tome dva

Tablica br.5

| Br. | Presjek od to-<br>čaka |     | Kut pre-<br>sjeka<br>$\gamma =$<br>$=\phi_2 - \phi_1$ | $\left(\frac{\sin \gamma}{d'_1 \cdot d'_2}\right)^2 \times$ |                      | Težina pre-<br>sjeka<br>$P_{1,2}$ | Približne koordinate  |           | $Y-Y'$<br>$= v_y$<br>cm | $X-X'$<br>$= v_x$<br>cm | $P_{v_y}$<br>cm   | $P_{v_x}$<br>cm |
|-----|------------------------|-----|---|---|----------------------|-----------------------------------|---|-----------|-------------------------|-------------------------|---|-----------------|
|     | 1                      | 2   |   | $\times P_{\phi_1}$   | $\cdot P_{\phi_2} =$ |                                   | $y'$<br>m   | $x'$<br>m |                         |                         |   |                 |
| 1   | 2                      | 3   | 4   | 5   | 6                    | 7                                 | 8   | 9         | 10                      | 11                      | 12  | 13              |
| 1   | 53                     | 105 | 104°  | 0,046   | 4                    | 0,186                             | 40 745,87   | 47 348,47 | +2                      | - 5                     | +0,37   | -0,93           |
| 2   | 105                    | 104 | 77  | 0,035   | 2                    | 0,070                             | ,83   | ,27       | +6                      | +15                     | +0,42   | +1,05           |
| 3   | 104                    | 54  | 77  | 0,022   | 2                    | 0,044                             | ,98   | ,27       | -9                      | +15                     | -0,40   | +0,66           |
| 4   | 54                     | 53  | 102   | 0,030   | 4                    | 0,119                             | ,93   | ,47       | -4                      | - 5                     | -0,48   | -0,60           |
| 5   | 105                    | 54  | 154   | 0,005   | 4                    | 0,019                             | ,89   | ,60       | 0                       | -18                     | 0,00  | -0,34           |
| 6   | 104                    | 53  | 179   | -   | -                    | -                                 | -   | -         | -                       | -                       | -   | -               |
|     |                        |     |   |   | [P]                  | 0,438                             | 40 745,89   | 40 348,42 |                         | [P]                     | -0,21   | -0,37           |
|     |                        |     |   |   |                      |                                   | $y_{79}$  | $x_{79}$  |                         | [P]                     |   |                 |
|     |                        |     |   |   |                      |                                   | $M_Y = \pm \sqrt{\frac{[P_{v_y v_y}]}{(5-1) [P]}} = \pm 2,2 \text{ cm}$ |           |                         |                         | $M_X = \pm \sqrt{\frac{[P_{v_x v_x}]}{(5-1) [P]}} = \pm 4,7 \text{ cm}$ |                 |

zadnja presjeka  $\gamma = 154^\circ$  odnosno  $179^\circ$  nije ni potrebno uzimati. Međutim, predzadnji presjek ipak će se uzeti, jer  $\gamma = 154^\circ$  blizu je od granične vrijednosti  $150^\circ$ .

U 8. i 9. stupcu upisuju se približne koordinate pojedinih presjeka. Ove se koordinate izračunaju elektronskim računalom na pr. po programu navedenom u tablici br. 1. Pri čemu se zadane koordinate uzimaju iz tablice br. 3, a orijentirani pravci iz 8. stupca tablice br. 4.

Radi boljeg pregleda kod računanja nekog presjeka preporuča se označiti olovkom s lijeve strane zadanih točaka u tablici br. 3, koja je od tih točaka 1. točka, a koja je 2. točka (prema 2. i 3. stupcu tablice br. 5). Prije računanja idućeg presjeka ovi se brojevi izbrišu gumicom, a brojevi 1 i 2 upisati će se kod datih točaka idućeg presjeka itd. (U tablici br. 3 ovi brojevi 1 i 2 upisani su za 1. presjek).

Za određivanje težina presjeka potrebne su dužine od datih točaka do tražene točke. Kod računanja svakog presjeka po programu u tablici br. 1 određuje se dužina od 1. date točke do tražene točke. Nakon što su izračunati svi presjeci od 1 do 4 dobivaju se sve potrebne dužine  $d'$ . Kod računanja ostalih presjeka (u našem primjeru 5. presjeka) programski reci (25) i (32) — (37) mogu se izostaviti

Dužine  $d'$  izražene u km i zaokružene na dvije decimale upisat će se u 10. stupcu tablice br. 4.

Težina presjeka 1,2 se određuje po formuli:

$$P_{1,2} = \left(\frac{\sin \gamma}{d'_1 \cdot d'_2}\right)^2 \cdot (P_{\phi_1} \cdot P_{\phi_2})$$

Najprije u 6. stupcu upisat će se za svaki presjek produkt težina  $p_{\varphi_1}$  i  $p_{\varphi_2}$  (iz 9. stupca tablice br. 4).

Zatim se elektronskim računalom izračuna težina  $P_{1,2}$  po programu:

$$\gamma, \text{SIN}, d'_1, \div, d'_2, \div, x^2, (p_{\varphi_1} \cdot p_{\varphi_2}), x, = P_{1,2}$$

Dobivena težina  $P_{1,2}$  upisat će se u 7. stupac (međurezultat u 5. stupac nije potrebno upisivati).

Pri dnu 7. stupca upisuje se suma težina [P].

Definitivne koordinate tražene točke određuju se po formuli opće aritmetičke sredine na uobičajeni način. Elektronskim računalom računaju se produkti varijabilnih dijelova približnih koordinata i njihovih težina i odmah se zbrajaju. Dobivena u računalu suma produkata podijeli se s [P].

Definitivne koordinate upisat će se ispod crte u 8. i 9. stupcu.<sup>2</sup>

U 10. i 11. stupcu računaju se popravci  $v_y$  i  $v_x$ , a u 12. i 13. stupcu njihovi produkti s težinama.

Za kontrolu računanja opće aritmetičke sredine mora biti  $[Pv]/[P] < 0,5$ .

Srednje pogreške  $M_y$  i  $M_x$  određuju se po formulama napisanim u tablici. U njima slovom »s« označen je broj uzetih presjeka. U našem primjeru  $s = 5$ .

Elektronskim računalom srednja pogreška  $M_y$  računa se slijedećim utipkavanjem:

$$2, \uparrow, 0,37, x, 6, \uparrow, 0,42, x, +, \dots, x, +, 4, \div, 0,438, \div Z \sqrt{, = \underline{\underline{M_y}}$$

Na isti način se računa i  $M_x$ .

Definitivne koordinate tražene točke 79 upisuju se u tablicu br. 3.

U istoj tablici odredit će se definitivni smjerni kutevi od datih točaka na traženu točku i definitivne dužine.

Elektronskim računalom računamo po programu:

$$\begin{aligned} y_{79}, \text{STO } 1, y_{53}, -, x_{79}, \text{STO } 2, x_{53}, -, P \rightarrow, = \underline{\underline{d_{53}}}, x \geq y, z \rightarrow \text{DMS}, = \underline{\underline{v_{53}}} \\ \text{RCL } 1, y_{105}, -, \text{RCL } 2, x_{105}, -, P \rightarrow, = \underline{\underline{d_{105}}}, x \geq y, z \rightarrow \text{DMS}, = \underline{\underline{v_{105}}} \end{aligned} \quad (\text{a})$$

Za ostale točke računa se po istom programu kao i za drugu točku 105.

#### Napomena:

Ako se poslije utipkavanja  $x \leq y$  dobije negativni broj, onda valja dalje utipkavati ovako:  $360, +, z \rightarrow \text{DMS} = \underline{\underline{v}}$

Definitivni smjerni kutevi  $v$  upisat će se u trig. form. br. 5 na datim točkama i novoodređenoj točki, pa će se na uobičajeni način odrediti pogreške orijentiranih vanjskih pravaca i nakon orijentacije pogreške unutarnjih pravaca. Razumljivo je da pogreške ne smiju preći dopuštenu granicu.

<sup>2</sup> Ako se računa bez 5. presjeka onda se dobiju iste definitivne koordinate.

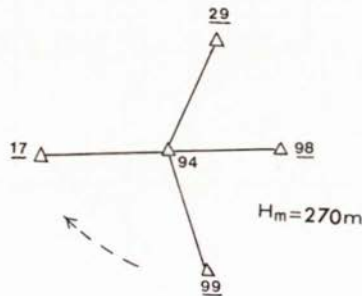
## IZJEDNAČENJE LUČNOG PRESJEKA

Od datih točaka 99, 17, 29 i 98 (slika 2) koje se nalaze na terenu sa srednjom visinom  $H_m = 270$  m izmjerene su elektromagnetskim daljinomjerom do tražene točke 94. Treba odrediti koordinate ove točke.

Red računanja:

U tablici br. 6 upisat će se u 2. i 3. stupcu koordinate datih točaka, a u 5. stupcu mjerene dužine reducirane na horizont  $d_{mj}$ .

Izjednačenje lučnog presjeka



Skica 2

Tablica br.6

| Točka<br>n | Koordinate    |               | Dužine      |                           |                 | Smjer<br>$t_n$<br>o | Izjedn.<br>dužina<br>$d_n$<br>m | Pogreška<br>$v_d =$<br>$d_n - d_{red}$<br>cm |
|------------|---------------|---------------|-------------|---------------------------|-----------------|---------------------|---------------------------------|--|
|            | y<br>m        | x<br>m        | d red.<br>m | = d mj. + $\Delta d$<br>m | $\Delta d$<br>m |                     |                                 |  |
| 1          | 2             | 3             | 4           | 5                         | 6               | 7                   | 8                               | 9  |
| 99         | 41   6 942,00 | 80   1 625,80 | 936,85      | 936,90                    | -0,05           | 340                 | 936,86                          | + 1  |
| 17         | 41   5 557,36 | 80   2 339,08 | 1 074,22    | 1 074,28                  | -0,06           | 81                  | 1 074,24                        | + 2  |
| 29         | 41   6 894,06 | 80   3 305,37 | 846,31      | 846,36                    | -0,05           | 199                 | 846,31                          | 0  |
| 98         | 41   7 373,74 | 80   2 500,11 | 755,06      | 755,10                    | -0,04           | 270                 | 755,07                          | + 1  |
| 94         | 41   6 618,69 | 80   2 505,11 |             |                           |                 |                     |                                 |  |

$$\text{Srednja pogreška dužine: } m = \pm \sqrt{\frac{[v_d v_d]}{4-2}} = \pm 1,7 \text{ cm}$$

Sr. 417 km

$$y_m = \frac{-500}{-83} \text{ km} \quad w_1 = -42 \quad w_2 = -15 \quad w_1 + w_2 = -57 \text{ mm} \quad \Delta d_m = -0,057 \text{ m} \times d_{mj, \text{km}}$$

Tablica br.7

| Br. | Presjek od točka |    | Kut presjeka<br>$\gamma = t_2 - t_1$ | Težina presjeka<br>$p = \sin^2 \gamma$ | Približne koordinate |           | $y - y'$<br>$= v_y$<br>cm | $x - x'$<br>$= v_x$<br>cm | $p v_y$<br>cm | $p v_x$<br>cm | Srednje pogreške koordinata  |
|-----|------------------|----|--------------------------------------|--|----------------------|-----------|---------------------------|---------------------------|---------------|---------------|--|
|     | 1                | 2  |                                      |  | $y'$<br>m            | $x'$<br>m |                           |                           |               |               |  |
| 1   | 2                | 3  | 4                                    | 5                                      | 6                    | 7         | 8                         | 9                         | 10            | 11            |  |
| 1   | 99               | 17 | 101°                                 | 0,96                                   | 6 618,68             | 2 505,09  | +1                        | +1                        | +0,96         | +0,96         | $M_Y = \pm \sqrt{\frac{[p v_y v_y]}{(5-1) [p]}}$<br>$= \pm 0,8 \text{ cm}$<br><br>$M_X = \pm \sqrt{\frac{[p v_x v_x]}{(5-1) [p]}}$<br>$= \pm 0,6 \text{ cm}$ |
| 2   | 17               | 29 | 118                                  | 0,78                                   | ,67                  | ,12       | +2                        | -2                        | +1,56         | -1,56         |  |
| 3   | 29               | 98 | 71                                   | 0,89                                   | ,70                  | ,11       | -1                        | -1                        | -0,89         | -0,89         |  |
| 4   | 98               | 99 | 70                                   | 0,88                                   | ,70                  | ,10       | -1                        | 0                         | -0,88         | 0,00          |  |
| 5   | 29               | 99 | 141                                  | 0,40                                   | ,72                  | ,10       | -3                        | 0                         | -1,20         | 0,00          |  |
| 6   | 17               | 98 | 171                                  | -                                      | -                    | -         | -                         | -                         | -             | -             |  |
|     |                  |    | [p]                                  | 3,91                                   | 6 618,69             | 2 505,10  |                           | [pv]                      | -0,12         | -0,38         |  |
|     |                  |    |                                      |  | $y_{94}$             | $x_{94}$  |                           | [p]                       |               |               |  |

Tablica br.8

Popravak za svodjenje dužine na ravninu Gauss-Krügerove projekcije  $w_2$  u mm na km dužine za srednju ordinatu  $y_m$  u km

| $y_m$<br>km | $w_2$<br>mm | $\Delta$<br>mm za<br>1 km | $y_m$<br>km | $w_2$<br>mm | $\Delta$<br>mm za<br>1 km | $y_m$<br>km | $w_2$<br>mm | $\Delta$<br>mm za<br>1 km | $y_m$<br>km | $w_2$<br>mm | $\Delta$<br>mm za<br>1 km | $y_m$<br>km | $w_2$<br>mm | $\Delta$<br>mm za<br>1 km |
|-------------|-------------|---------------------------|-------------|-------------|---------------------------|-------------|-------------|---------------------------|-------------|-------------|---------------------------|-------------|-------------|---------------------------|
| 0           | -100        | 0,0                       | 30          | -89         | 0,8                       | 60          | -56         | 1,6                       | 90          | 0           | 2,2                       | 120         | +77         | 3,0                       |
| 5           | -100        | 0,2                       | 35          | -85         | 1,0                       | 65          | -48         | 1,6                       | 95          | +11         | 2,4                       | 125         | +92         | 3,2                       |
| 10          | -99         | 0,4                       | 40          | -80         | 1,0                       | 70          | -40         | 1,8                       | 100         | +23         | 2,6                       | 130         | +108        | 3,2                       |
| 15          | -97         | 0,4                       | 45          | -75         | 1,2                       | 75          | -31         | 2,0                       | 105         | +36         | 2,6                       | 135         | +124        | 3,4                       |
| 20          | -95         | 0,6                       | 50          | -69         | 1,2                       | 80          | -21         | 2,0                       | 110         | +49         | 2,8                       | 140         | +141        | 3,6                       |
| 25          | -92         | 0,6                       | 55          | -63         | 1,4                       | 85          | -11         | 2,2                       | 115         | +63         | 2,8                       | 145         | +159        | 3,6                       |
| 30          | -89         |                           | 60          | -56         |                           | 90          | 0           |                           | 120         | +77         |                           | 150         | +177        |                           |



Mjerenim dužinama valja dodati dva popravka, jedan za svođenje dužina na nultu niveau površinu i drugi za svođenje dužina na ravninu Gauss-Krügerove projekcije.

Prvi popravak  $W_1$  izračunat će se za srednju visinu  $H_m$  u m po formuli:

$$W_1 = -\frac{H_m}{6,377} = -\frac{270}{6,377} = -42 \text{ mm na 1 km dužine}$$

Drugi popravak  $W_2 = -15$  mm na 1 km dužine uzet će se iz tablice br. 8 za srednju ordinatu  $Y_m = -83$  km.<sup>3</sup>

Ukupni popravak na 1 km dužine  $W_1 + W_2 = -43 - 15 = -57$  mm pomnožit će se s pojedinom dužinom  $d_{mj}$  u km i dobiveni produkt upisat će se kao redukcija mjerene dužine  $\Delta_d$  u 5. stupac.

Zbrajanjem  $d_{mj}$  s  $\Delta_d$  odredit će se reducirana dužina  $d_{red}$ , koja će se upisati u 4. stupac.

U tablici br. 7. upisat će se u 1. stupac redni broj presjeka (ima ih šest), a u 2. stupac brojevi datih točaka od kojih se presjek uzima, pri čemu odredit će se koja je od tih točaka 1. točka, a koja je 2. točka na isti način kao i u prethodnom primjeru.

Isto tako kao i ranije, prvo će se upisati presjeci od 1 do 4 koji su raspoređeni po horizontu, a zatim ostala dva presjeka 5. i 6.

Računat će se elektronskim računalom najprije lučni presjeci od 1 do 4 na pr. po programu prikazanom u tablici br. 2.

U 31. programskom retku ovog programa dobit će se smjer  $t_1$  od 1. date točke na traženu točku. (Ako se dobije negativni smjer onda dodavanjem u računalu broja 360 pretvorit ćemo ga u pozitivni). Ovaj smjer je potreban za određivanje kuta presjeka, pa će se zato upisati zaokružen na cijele stupnjeve u 7. stupac tablice br. 6.

U 35. i 36. programskim recima dobit će se tražene približne koordinate  $x$  i  $y$ , koje se upisuju u 5. i 6. stupac tablice br. 7.

Nakon što su dobiveni smjerovi  $t_n$  sa svih  $n$  datih točaka na traženu, odredit će se u 3. stupcu tablice br. 7 kut svakog presjeka  $\gamma$  kao razlika smjerova od 2. i od 1. date točke.

Kao i u prethodnom primjeru u obzir će se uzeti samo oni presjeci za koje je  $30^\circ < \gamma < 150^\circ$ .

Za 6. presjek (17,98) dobio se  $\gamma = 171^\circ$ , pa se ovaj presjek može izostaviti. Dakle približne koordinate valja izračunati još samo za 5. presjek (29,99) i upisati ih u 5. i 6. stupac tablice br. 7.

U 4. stupcu iste tablice odredit će se težina presjeka.

Kod mjerenja dužina elektromagnetskim daljinomjerom obično se smatra da su sva mjerenja iste točnosti i prema tome težina presjeka odredit će se po formuli:

$$p = \sin^2 \gamma$$

<sup>3</sup> Valja napomenuti da se računanje vrši s koordinatama pomnoženim konstantnim linearnim modulom.

Ako mjerenja nisu iste točnosti onda će se težina presjeka odrediti po formuli:

$$p = \frac{\sin^2 \gamma}{\frac{1}{p_1} + \frac{1}{p_2}}$$

gdje su  $p_1$  i  $p_2$  težine mjerenih dužina  $d_1$  i  $d_2$ .

U tablici br. 7 na isti način kao i u prethodnom primjeru računat će se po formuli opće aritmetičke sredine definitivne koordinate, isto tako odredit će se pogreške  $v_y$  i  $v_x$  i produkti  $p v_y$  i  $p v_x$ , a kontrola će se izvršiti po formuli  $[pv]/[p]$ . Na kraju izračunat će se srednje pogreške  $M_y$  i  $M_x$ .

U tablici br. 6 upisat će se u 2. i 3. stupcu definitivne koordinate točke 94, a u 8. stupac izjednačene dužine  $d_n$ . Ove dužine odredit će se iz koordinata datih točaka i tražene točke elektronskim računalom po programu (a) prethodnog primjera izostavivši pri tome računanje smjernih kuteva.

U 9. stupcu odredit će se pogreške dužina  $v_d$  i na kraju izračunat će se srednja pogreška dužine po formuli  $m = \pm \sqrt{\frac{[v_d v_d]}{n-2}}$  (gdje je  $n$  broj datih točaka).

#### Literatura

- [1] Gajdajev, P. A.: Vičislenije geodezičeskikh setej 3. i 4. klassov, Moskva 1972.
- [2] Grossmann, W.: Vermessungskunde II, Berlin 1975.
- [3] Mihailović, K.: Geodezija II, Beograd 1974.
- [4] Wolf, H.: Ausgleichsrechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate, Bonn 1968.

#### SAŽETAK

U članku se tretira izjednačenje točke određene metodama presjeka pravca, kao i lučnog presjeka na osnovi opće aritmetičke sredine. Autor je za ove slučajeve razradio programe računanja koristeći džepno elektroničko računalo Hewlett Packard. U članku su dati primjeri za izjednačenje kombiniranim presjekom kao i lučnim presjekom.

#### ZUSAMMENFASSUNG

Im Aufsatz ist die Ausgleichung bei der Punktbestimmung durch Vor- und kombiniertes Einschneiden sowie aus dem Bogenschnitt auf Grund allgemeinen arithmetischen Mittel beschrieben. Die Programme und die Beispiele für die Taschenrechner Hewlett Packard sind gegeben.