

Grey Scale #13



DANES-PICTA.com

A 1 2 3 4 5 6 M 8 9 10 11 12 13 14 15 B 17 18 19



**AKADEMIA  
SZTABU GENERALNEGO**  
IM. GENERAŁA BRONI  
KAROLA ŚWIERCZEWSKIEGO

~~Dokument~~  
służbowego

**POUFNE**

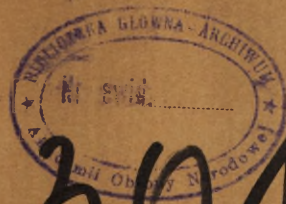
Egz. Nr.....



Ppłk dr Julian SKRZYP

**MOŻLIWOŚCI  
USPRAWNIENIA TOPOGEODEZYJNEGO  
PRZYGOTOWANIA STARTÓW RAKIET  
I STRZELANIA ARTYLERII  
W OPERACJACH ARMIJNYCH**

Aneks do rozprawy habilitacyjnej



12301

WARSZAWA 1984





# AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO

IM. GENERAŁA BRONI  
KAROLA ŚWIERCZEWSKIEGO

~~Do użytku  
służbowego~~

~~POUFNE~~

Egz. Nr.....

Pptk dr Julian SKRZYP

MOŻLIWOŚCI  
USPRAWNIENIA TOPOGEODEZYJNEGO  
PRZYGOTOWANIA STARTÓW RAKIET  
I STRZELANIA ARTYLERII  
W OPERACJACH ARMIJNYCH

Aneks do rozprawy habilitacyjnej



12301

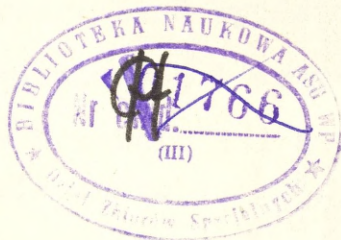
*Przeł. Prot. 779/21.08.81 (JD)*

~~Dokument  
slużbowy~~

~~POUFNE~~

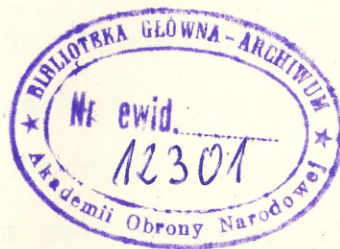
Egz. nr 2

Ppłk dr Julian SKRZYPI



MOŻLIWOŚCI USPRAWNIENIA TOPOGEODEZYJNEGO PRZYGOTOWANIA  
STARTÓW RAKIET I STRZELANIA ARTYLERII  
W OPERACJACH ARMIJNYCH

Aneks do rozprawy habilitacyjnej



1. W treści rozprawy autor zamieścił kilkanaście tabel, w których dane liczbowe zestawiono w oparciu o literaturę źródłową oraz własną analizę i pomiary. Dla jednoznacznego ustalenia autorstwa wspomnianych tabel wyjaśnia się, że ich treść opracowana została na podstawie następujących materiałów:

Tabela 4 /s. 35/ oraz Tabela 22 /s. 38/. Średni błąd wyjściowych danych geodezyjnych dla potrzeb wojsk raketowych i artylerii autor obliczył w oparciu o dane zawarte w tabeli 1 i 6 opracowania pt. "Topogeodeziczieskoje obiespieczenie woisk", cz. II /Wyd. Wojenno-Topograficzieskoje Uprawlenije Generalnogo Sztaba, Moskwa 1973 r./.

Średni błąd dowiązania topogeodezyjnego podany w wyżej wymienionych tabelach składa się z dwóch elementów, to jest średniego błędu wyjściowych danych geodezyjnych  $m_{wdg}$  i średniego błędu prac polowych  $m_{pp}$ , związanych z dowiązaniem stanowisk startowych /ogniowych/. Między wymienionymi błędami zachodzi zależność:

$$m_{dtg}^2 = m_{wdg}^2 + m_{pp}^2$$

Wyjściowe dane geodezyjne, stanowiące podstawę do wykonywania prac polowych, powinny charakteryzować się większą dokładnością niż wielkości mierzone podczas dowiązania. Oznacza to, że po prawej stronie równania powinna zachodzić zależność:

$$m_{wdg} \leq m_{pp}$$

Z rachunku prawdopodobieństwa wiadomo natomiast, że jeżeli między składnikami  $m_1$  i  $m_2$  błędu  $m$  zachodzi nierówność:

$$m_1 \leq 0,3 + 0,5/m_2$$

to udział składnika  $m_1$  w ogólnej wartości błędu  $m$  wyniesie w granicach  $4 \pm 11\%$ . Przyjmując więc na tej podstawie warunek, że:

$$m_1 \leq 0,4m_2, \text{ czyli } m_{wdg} \leq 0,4m_{pp}$$

możemy oczekiwać, iż udział średniego błędu wyjściowych danych geodezyjnych  $/m_{wdg}/$  w ogólnym błędzie dowiązania topogeodezyjnego  $/m_{dtg}/$  nie przekroczy 10%.

Przy takim założeniu zestawiono w tabelach 4 i 22 wartości średniego błędu wyjściowych danych geodezyjnych dla posiadanych obecnie przez wojska raketowe i artylerię środków ogniowych.

Tabela 5 /s. 40/. Średni błąd współrzędnych punktów konturowych określonych graficznie z map topograficznych autor zestawiał w oparciu o średni błąd położenia punktu na mapie oraz średni błąd prac graficznych, popełniany przez użytkownika mapy.

Średni błąd położenia punktu na mapie, zgodnie z opracowaniem pt. "Zabezpieczenie topogeodezyjne działań bojowych wojsk" /sygn. Szt.Gen. 495/70/, wynosi  $0,2 \pm 0,72$  mm w skali mapy. Do obliczeń autor przyjął wartość błędu równą 0,6 mm, uznając iż przyjmowanie jego wartości krańcowych jest nieuzasadnione.

Natomiast wartość średniego błędu prac graficznych autor przyjął równą 0,6 mm w skali mapy, a więc większą od osiąganą w warunkach kameralnych. Przyjęcie tej wartości jest uzasadnione tym, że użytkownik mapy prace graficzne, związane z określaniem współrzędnych, często wykonuje w pośpiechu, w skomplikowanych warunkach atmosferycznych i przy ograniczonej widoczności.

Wartość średniego błędu położenia punktu konturowego mapy obliczono na podstawie wzoru:

$$m_p = \sqrt{m_1^2 + m_2^2}$$

w którym:  $m_1$  - średni błąd położenia punktu, powstający w pro-

- cesie wykonywania mapy;
- $m_2$  - średni błąd położenia punktu, wynikający z prac graficznych użytkownika mapy.

Po podstawieniu do wzoru wartości liczbowych otrzyma się:

$$m_p = \pm \sqrt{0,6^2 + 0,6^2} = \pm 0,6 \sqrt{2} \text{ mm w skali mapy.}$$

Wobec powyższego średni błąd współrzędnych  $m_x = m_y = \frac{m_p}{\sqrt{2}} = \pm 0,6$  mm w skali mapy. Przyjmując za podstawę do obliczeń powyższą wartość, autor zestawik w tabeli 5 wartości średniego błędu współrzędnych dla map w skali od 1:10 000 do 1:100 000.

Tabela 7 /s. 41/. Średni błąd współrzędnych stanowiska startowego, wyznaczanego na podstawie mapy przy użyciu autotopografu, obliczono w oparciu o wartości średniego błędu jego pracy, podane w tabeli 39 /s. 154/ opracowania pt. "Topogiediezičeskoje obiespiečenie woisk" cz. II /Wyd. Wojenno-Topograficzeskoje Uprawienie Generalnogo Sztaba, Moskwa 1973 r./, uwzględniając przy tym średni błąd współrzędnych punktu nawiązania, podany w tabeli 5 rozprawy. Obliczenia wykonano według wzoru:

$$m_x = m_y = \pm \sqrt{m_{x_1}^2 + m_{x_2}^2}$$

w którym:  $m_{x_1}$  - średni błąd współrzędnych wynikający z pracy aparatury nawigacyjnej autotopografu;

$m_{x_2}$  - średni błąd współrzędnych punktu nawiązania, określonych graficznie z mapy topograficznej.

Tabela 10 /s. 49/. Średni błąd współrzędnych stanowiska startowego wyznaczonych autotopografem od dwóch punktów niedostępnych obliczono w oparciu o średni błąd pracy autotopografu, zawarty w tabeli 39 /s. 154/ opracowania pt. "Topogiediezičeskoje obiespiečenie woisk", cz. II /Wyd. Wojenno-Topograficzeskoje

Uprawlenije Generalnogo Sztaba, Moskwa 1973 r./ oraz w oparciu o średni błąd współrzędnych punktów nawiazania, podanych w tabeli 9 /s. 48/ rozprawy.

Obliczenia wykonano na podstawie wzoru:

$$m_x = m_y = \pm \sqrt{m_{x_A}^2 + m_{x_B}^2 + m_{x_{aut.}}^2}$$

w którym:  $m_{x_A}$ ,  $m_{x_B}$  - średni błąd współrzędnych punktu początkowego i końcowego ciągu /punktów nawiazania/;  
 $m_{x_{aut.}}$  - średni błąd współrzędnych wynikający z pracy aparatury nawigacyjnej autotopografu.

Tabela 11 /s. 52/. Średni błąd położenia stanowiska startowego, dowiązanego liniowym wcięciem w przód na podstawie dwóch punktów sieci geodezyjnej, obliczone na podstawie znanego w geodezji

wzoru:

$$m_N = \frac{m_d \cdot \sqrt{2}}{\sin \delta} \quad \begin{array}{l} \text{/na s. 51 rozprawy wzór ten,} \\ \text{z powodu przeoczenia autora,} \\ \text{ma postać:} \end{array} \quad m_N = \frac{m_d}{\sin \delta}$$

Obliczenia wykonano dla kątów wcięcia w przedziale od  $30^\circ$  do  $150^\circ$  i dla średniego błędu pomiaru odległości od 5 m do 40 m. Z tabeli tej wynika, że w przypadku pomiaru odległości ze średnim błędem  $m_d = \pm 10$  m wymaganą dokładność położenia stanowiska startowego można uzyskać w przedziale kąta wcięcia od  $30^\circ$  do  $150^\circ$ . Natomiast dla kątów wcięcia w przedziale od  $60^\circ$  do  $120^\circ$  średni błąd położenia dowiązywanego punktu waha się w granicach  $\pm 14 \div 16$  m. Jest on więc mniejszy od średniego błędu położenia punktu określonego graficznie z mapy w skali 1:25 000. Oznacza to, że punkty, których współrzędne wyznaczone zostaną metodą liniowego wcięcia w przód przy wykorzystaniu dalmierza laserowego o dokładności pomiaru  $\pm 10$  m, mogą być wykorzystywane do nawiazywania ciągów wykonywanych przy

użyciu autotopografów. Oczywiście, należy dążyć do uzyskiwania większej dokładności. Optymalnym rozwiązaniem byłoby posiadanie dalmierza o dokładności pomiaru  $\pm 5$  m. Wtedy średni błąd położenia dowiązywanego punktu wyniesie  $7 \pm 8$  m.

Tabela 12 /s. 53/. Obliczenie współrzędnych stanowisk startowych sposobem liniowego wcięcia w przód na podstawie dwóch punktów sieci geodezyjnej obliczono w oparciu o wzory i przykład podane przez W. A. Polewoja w pracy pt. "Matematičeskaja obrabotka riezultatow radiogeodeziczieskich izmierienij" /Wyd. "Nedra", Moskwa 1971 r./.

W praktyce geodezyjnej znanych jest kilka sposobów rozwiązania liniowego wcięcia w przód. Pododdziały wojsk rakietowych i artylerii natomiast, ze względu na brak odpowiedniego dalmierza, w swej praktyce nie stosują wspomnianego wcięcia. Jednak w przypadku wyposażenia tych pododdziałów w nowoczesne dalmierze będą mogły bez przeszkód stosować ten dogodny sposób wyznaczania współrzędnych.

W treści rozprawy dotyczącej omawianego wcięcia znalazły się błędy korektorskie. Na stronie 51 jest:

$$x_N = x_B + p \cdot \cos T_{BA} + h \cdot \sin T_{BA} \quad \text{/wiersz 11 od góry/;}$$

$$y_N = y_B + p \cdot \sin T_{BA} - h \cdot \cos T_{BA} \quad \text{/wiersz 12 od góry/;}$$

$$h = \frac{d_{AN}^2 - p^2}{2p} = \frac{d_{BN}^2 - p^2}{2p} \quad \text{/wiersz 14 od góry /;}$$

$$m_N = \frac{m_d}{\sin \delta} .$$

Poprawne wzory powinny mieć postać:

$$x_N = x_B - q \cdot \cos T_{AB} + h \cdot \sin T_{AB};$$

$$y_N = y_B - q \cdot \sin T_{AB} - h \cdot \cos T_{AB};$$

$$h = \sqrt{\frac{d_{AN}^2 - p^2}{2}} = \sqrt{\frac{d_{BN}^2 - q^2}{2}} \quad \text{oraz} \quad m_N = \frac{m_d \sqrt{2}}{\sin \delta} .$$

Na stronie 53 /w tabeli 12/ jest sin i cos /wiersz 5 od góry/ oraz  $d_{AN} = \sqrt{x_N - x_A / 2 + y_N - y_A / 2}$  /wiersz ostatni/. Poprawny zapis powinien mieć postać:

$$\sin T_{AB} \text{ i } \cos T_{AB} \text{ oraz } d_{AN} = \sqrt{x_N - x_A / 2 + y_N - y_A / 2}.$$

Tabela 24 /s. 103/. Średni błąd położenia punktu wyznaczono-go wcięciem liniowym i wcięciem azymutalnym autor obliczył na podstawie znanych w geodezji wzorów, a mianowicie:

$$\begin{aligned} \text{- dla wcięcia liniowego} & \quad m_N = \frac{m_d \sqrt{2}}{\sin \gamma}; \\ \text{- dla wcięcia azymutalnego} & \quad m_N = \frac{m_T/a + b/2}{2 \cdot \rho \cdot \sin \frac{\gamma}{2}}, \end{aligned}$$

w których:  $m_d$  - średni błąd pomiaru odległości;  
 $m_T$  - średni błąd pomiaru azymutu;  
 $\gamma$  - kąt wcięcia.

Tabela 25 /s. 106/. Średnią wartość dewiacji osi głównej giroskopu GAK, wyznaczoną na podstawie 10 przejazdów, autor zestawiał na podstawie zapisów zawartych w formularzach autotopografów 3BROT. Podstawę do obliczeń stanowiły wyniki okresowych spraw-  
dzeń, wykonywanych w latach 1970-76 przez etatowe obsługi. Są to więc nie teoretyczne, ale rzeczywiste wskazania przyrządów aparatury nawigacyjnej, charakteryzujące dokładność ich pracy.

Z tabeli 25 wyraźnie wynika, że dewiacja osi giroskopu nie jest wprost proporcjonalna do czasu pracy aparatury. Nieproporcjonalność ta jest następstwem m.in. przypadkowego kierunku jazdy autotopografem. Z tabeli wynika także, iż średni błąd dewiacji mieści się w granicach wartości podanej przez instrukcję techniczną, która wynosi 17 tysięcznych w ciągu 1 godziny pracy aparatury.

Tabela 30 /s. 128/. Średni błąd współrzędnych w terenie gó-

Arzytym, wyznaczonych autotopografem od punktu konturowego mapy, zestawiono w oparciu o średni błąd pracy autotopografu, podany w tabeli 39 opracowania pt. "Topogeodezyzyczne obiespiczenie woisk", cz. II /Wyd. Wojenno-Topograficzne Uprawienie Generalnego Sztaba, Moskwa 1973 r./ oraz w oparciu o średni błąd współrzędnych punktu konturowego mapy podany w tabeli 5.

Obliczenia wykonano według wzoru:

$$m_x = m_y = \pm \sqrt{m_1^2 + m_2^2},$$

w którym:  $m_1$  - średni błąd współrzędnych wynikający z pracy aparatury nawigacyjnej autotopografu;  
 $m_2$  - średni błąd współrzędnych punktu konturowego mapy.

Z tabeli 30 wynika, że udział błędu punktu nawiazania /punktu konturowego mapy/ w ogólnym błędzie współrzędnych wyznaczonych autotopografem w terenie górzystym jest nieznaczący.

2. Przedstawiając w rozprawie rozważania uzasadniające konieczność wyposażenia pododdziałów topogeodezyzycznych woisk raketowych i artylerii w dalmierze laserowe autor nie sprecyzował ich typów, a ograniczył się jedynie do stwierdzenia, że mogą to być przyrządy o dokładności pomiaru  $\pm 10$  m.

Obecnie znanych jest wiele typów dalmierzy laserowych, ale możliwości wyposażenia w nie pododdziałów topogeodezyzycznych są z różnych przyczyn ograniczone. Do stosowanych już w pododdziałach rozpoznania artyleryjskiego dalmierzy laserowych należą przyrządy typu RRP-3 oraz 1D8. Zasięg tych dalmierzy przekracza 7 km, średni błąd pomiaru odległości wynosi  $\pm 10$  m, a czas przygotowania do pracy około 2 minut.

Biorąc pod uwagę powyższe autor widzi możliwość wykorzystania

tych dalmierzy do topogeodezyjnego dowiązania stanowisk startowych /ogniowych/. Pododdziały topogeodezyjne dysponując tego typu dalmierzami będą mogły szerzej niż dotychczas nawiązywać ciągi poligonowe od punktów oddalonych od miejsca obserwacji oraz od punktów niedostępnych. W rozprawie nie dano jednak pełnej odpowiedzi na pytanie, czy dokładność wyznaczonych przez ich użycie współrzędnych punktów pomocniczych /P i K, rys. 4, s. 47 rozprawy/ jest wystarczająca dla zapewnienia wymaganej dokładności topogeodezyjnego dowiązania stanowisk startowych.

Wychodząc ze wzorów na średni błąd współrzędnych stanowiska startowego otrzymamy:

$$m_{x_{SS}} = \pm \sqrt{m_{x_A}^2 + m_{x_B}^2 + m_{x_{aut.}}^2}; \quad m_{y_{SS}} = \pm \sqrt{m_{y_A}^2 + m_{y_B}^2 + m_{y_{aut.}}^2}$$

w których:  $m_{x_A}, m_{y_A}, m_{x_B}, m_{y_B}$  - średni błąd współrzędnych punktów pomocniczych A i B;

$m_{x_{aut.}}, m_{y_{aut.}}$  - średni błąd współrzędnych punktów wyznaczonych autotopografem /tabela 6, s. 41/.

Średni błąd współrzędnych  $m_{x_{SS}}, m_{y_{SS}}$  przyjmie wartość minimalną, jeżeli w wyrażeniu podpierwiastkowym spełniona będzie zależność:

$$m_{x_A} = m_{x_B} \leq 0,5 m_{x_{aut.}}; \quad m_{y_A} = m_{y_B} \leq 0,5 m_{y_{aut.}}$$

Na podstawie powyższej zależności, korzystając z danych zawartych w tabeli 6 /s. 41 rozprawy/, można ustalić wartości  $m_x, m_y$  punktów A i B. Na przykład dla ciągu o długości 3 km wykonywanego w terenie równinnym  $m_{x_{aut.}} = m_{y_{aut.}} = 15$  m, a  $m_{x_A} = m_{y_A} = m_{x_B} = m_{y_B} = 7,5$  m, natomiast dla ciągu o długości 5 km wykonanego w tymże terenie błędy te wyniosą:  $m_{x_{aut.}} = m_{y_{aut.}} = 22$  m;

$m_{x_A} = m_{y_A} = m_{x_B} = m_{y_B} \cong 11$  m. W terenie falistym i górzystym, ze względu na mniejszą dokładność pracy autotopografu, błędy te będą jeszcze większe.

Znając dopuszczalną wartość średniego błędu punktów pomocniczych A i B sprawdzimy, czy proponowany dalmierz zapewni uzyskanie tej dokładności. W tym celu skorzystajmy ze znanego wzoru na średni błąd położenia punktu:

$$m_p = \pm \sqrt{m_d^2 + \left(\frac{d}{\rho}\right)^2 \cdot m_T^2}.$$

We wzorze tym jeden ze składników wyrażenia podpierwiastkowego, a mianowicie średni błąd pomiaru odległości jest wartością stałą  $m_d = \pm 10$  m/. Drugi składnik natomiast zależy od dokładności wyznaczenia azymutu z pomocniczego punktu P lub K na punkt sieci geodezyjnej A lub B oraz od odległości między punktem dowiązywanym a punktem nawiązania. Należy więc dążyć do tego aby jego wpływ na średni błąd położenia punktu był minimalny. W związku z tym można przyjąć warunek, że:

$$\left(\frac{d}{\rho}\right) \cdot m_T \leq 0,5 m_d, \text{ czyli } \frac{d}{\rho} m_T \leq \pm 5 \text{ m.}$$

Wobec powyższego średni błąd położenia punktu wyniesie:

$$m_p = \pm \sqrt{10^2 + 5^2} \cong \pm 11 \text{ m,}$$

a średni błąd współrzędnych będzie równy:

$$m_x = m_y = \frac{m_p}{\sqrt{2}} \cong \pm 8 \text{ m.}$$

Z przeprowadzonych wyżej rozważań wynika, że proponowanymi dalmierzami można będzie uzyskać wymaganą dokładność współrzędnych punktów pomocniczych, wykorzystywanych jako punkty nawiązania ciągów wykonywanych przy użyciu autotopografów.

Ustalmy jeszcze wymaganą dokładność azymutu topograficznego,

wyznaczanego z punktu pomocniczego P lub K na punkt sieci geodezyjnej A lub B.

Wychodząc z założenia, że  $\frac{d}{\rho} \cdot m_T \leq 0,5 m_d$  otrzyma się:

$$\frac{d}{\rho} \cdot m_T'' \leq 5, m, \text{ czyli } m_T'' \leq \frac{5 \cdot \rho}{d}''.$$

Dla odległości  $d = 7$  km /zasięg dalmierza/ średni błąd azymutu wyniesie około  $\pm 2,4'$ . Oznacza to, że azymut ten można wyznaczać girokomпасem na podstawie dwóch punktów nawrotu, tj. w czasie około 10 minut.

Podczas rozważań nad możliwością wykorzystania przez pododdziały topogeodezyjne wojsk raketowych dalmierzy mikrofalowych autor wyszedł z założenia, że brygada rakiet z powodu zmieniającej się sytuacji operacyjno-taktycznej nie będzie mogła zająć planowego rejonu, w którym to prace topogeodezyjne, związane z przygotowaniem startów rakiet, wykonują pododdziały służby topograficznej /sotg/. Wówczas, w ramach wykonywanego rozpoznania nowego rejonu, topograf brygady, dysponując dwoma zestawami dalmierzy mikrofalowych /z plutonów topogeodezyjnych/, mógłby przystąpić do prac pomiarowych, związanych z wyznaczeniem współrzędnych stanowisk startowych lub innych punktów pomocniczych /jako punktów wyjściowych do dowiązania stanowisk startowych/.

W rozprawie /s. 51/ użyto sformułowania, że dalmierze mikrofalowe "zapewnią możliwość jednoczesnego pomiaru odległości przez obydwie dywizjony". Takie sformułowanie zagadnienia sugeruje, że wszystkie odcinki  $d_{A-N_1}$ ,  $d_{B-N_1}$ ,  $d_{A-N_2}$  i  $d_{B-N_2}$  na rysunku 5, s. 50/ mierzone są jednocześnie. Ze względów technicznych jest to niemożliwe. W przypadku pomiaru odcinka  $d_{A-N_1}$  wykluczony jest pomiar odcinków  $d_{A-N_2}$  i  $d_{B-N_1}$ . Możliwy jest natomiast pomiar odcinka  $d_{B-N_2}$ .

W sytuacji rozpatrywanej na rysunku 5 /s. 50/ przyjęto, że stacjami nadawczymi będą stacje znajdujące się na punktach sieci geodezyjnej, tj. tam, gdzie będzie przebywał topograf brygady. Stacje odzewowe natomiast będą na punktach  $N_1$  i  $N_2$ , tzn. na stanowiskach startowych SS-1 i SS-2.

Topograf brygady, będąc na punkcie sieci geodezyjnej A, zorganizowałby pomiar odcinka  $d_{A-N_1}$  a następnie odcinka  $d_{A-N_2}$ , tj. odległości do stanowisk startowych obydwóch dywizjonów. Następnie po udaniu się na drugi punkt sieci geodezyjnej /B/, zorganizowałby pomiar odległości  $d_{B-N_1}$  i  $d_{B-N_2}$ . Program tych prac obejmowałby więc pomiar odległości przez obydwa dywizjony, przy czym nie jednocześnie lecz kolejno poszczególnymi dywizjonami.

Pomiary dalmierzami mikrofalowymi mogą być utrudnione zarówno przez zakłócenia radioelektroniczne nieprzyjaciela, jak i przez niekorzystne warunki atmosferyczne. Zakłócenia te dotyczą w równym stopniu pododdziałów wojsk raketowych oraz pododdziałów topogeodezyjnych służby topograficznej. Biorąc jednak pod uwagę, że pododdziały topogeodezyjne wojsk raketowych z zasady biorą udział w rekonesansie rejonów stanowisk startowych wydaje się celowym wyposażenie ich we wspomniane dalmierze.

Analizując potrzeby w zakresie dokładności pomiaru odległości proponowanym dalmierzem należy przyjąć założenie, że powinien on zapewnić wyznaczenie współrzędnych /x,y/ punktów z dokładnością minimum  $\pm 10$  m. Wynika to z faktu, że punkty terenowe wcięte przy użyciu tych dalmierzy mogą być wykorzystane przez pododdziały raket, jako punkty nawiazania ciągów, wykonywanych przy użyciu autotopografów. W oparciu o powyższe wymagania, korzystając zę wzoru na średni błąd położenia punktu wyznaczonego wcięciem

- 14 -

liniowym, można ustalić wymaganą dokładność pomiaru odległości omawianymi dalmierzami. W zależności od kąta wcięcia waha się ona w granicach  $\pm 5 \div 10$  m.

Rozpatrując jednak problem pod kątem częstotliwości wykorzystania dalmierzy mikrofalowych przez pododdziały topogeodezyjne wojsk raketowych należy zauważyć, że będzie ona niewielka. Wynika to z faktu, że dla pododdziałów rakiet przewiduje się zapasowe rejony stanowisk startowych, które mogą być zawczasu przygotowane pod względem topogeodezyjnym.

3. W treści rozprawy /p. 3.2.1 na stronach 43 + 46/ stwierdzono, że współrzędne punktów wyznaczonych autotopografem obciążone są m.in. błędem dewiacji osi giroskopu. W wyniku tej dewiacji prostoliniowy odcinek drogi zostanie przedstawiony w postaci krzywej pokazanej na rys. 2 rozprawy /s. 44/. Z rysunku wynika, że zmiana współrzędnych nie ma charakteru liniowego. W propozycji wyrównania ciągu natomiast autor podał wzory poprawek dla liniowej zmiany współrzędnych bez uzasadnienia możliwości przyjęcia takiego rozwiązania. W związku z powyższym niżej przedstawiona zostanie słuszność przyjętego w rozprawie rozwiązania.

Główna oś giroskopu odchyła się od położenia pierwotnego z prędkością  $\omega \cdot \sin B / B$  - szerokość geodezyjna miejsca pracy autotopografu,  $\omega$  - prędkość ruchu obrotowego Ziemi/. Moment  $M$ , potrzebny do skorygowania tej deklinacji ustala się potencjometrem w zależności od szerokości geodezyjnej miejsca pracy autotopografu, po czym wykonuje się ocenę dokładności pracy aparatury nawigacyjnej.

\* Ocenę dokładności pracy aparatury nawigacyjnej wykonuje się na podstawie 10 pomiarów kontrolnych /na postoju pojazdu oraz podczas jego jazdy/. Na ich podstawie oblicza się średnią wartość godzinnej dewiacji osi giroskopu. Jeżeli godzinna dewiacja nie przekracza 17 tysięcznych to autotopograf dopuszcza się do pracy związanej z topogeodezyjnym dowiązaniem elementów ugrupowania bojowego wojsk raketowych i artylerii.

Wychodząc z powyższych ograniczeń można ustalić maksymalną odchyłkę poprzeczną ciągu wykonanego autotopografem. Przyjmując, że odległość między punktami A i B wynosi 10 km, prędkość jazdy około 30 km/h to czas przejazdu tego odcinka wyniesie około 20 minut, a dewiacja osi giroskopu około 6 tysięcznych. Stąd maksymalna odchyłka poprzeczna ciągu w punkcie B /rys. 1/ wyniesie:

$$f_x = \frac{d_{AB} \cdot \delta_T \text{ tys.}}{\rho \text{ tys.}} = \frac{10\,000 \cdot 6}{1000} = 60 \text{ m.}$$

Natomiast w środku ciągu odchyłka ta wyniesie:

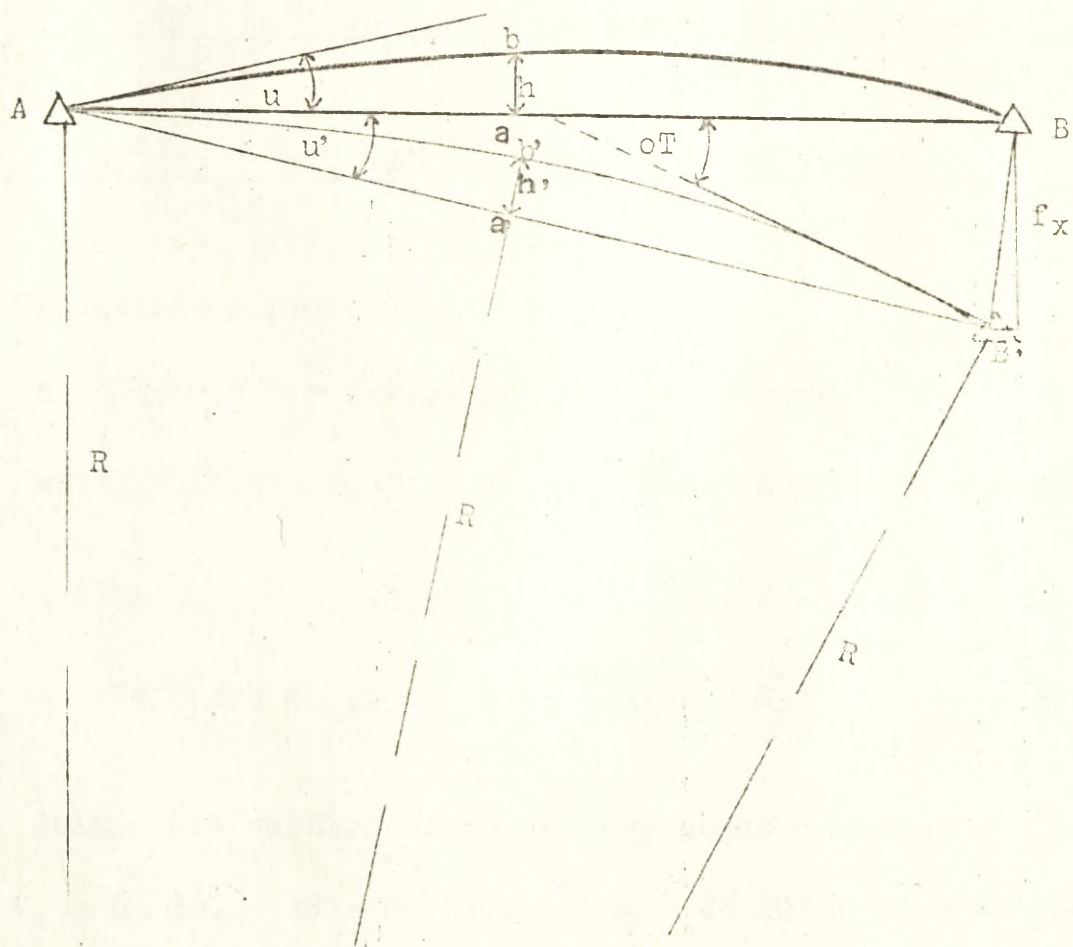
$$f_x = \frac{d_{AB} \cdot \delta_T \text{ tys.}}{2 \rho \text{ tys.}} = \frac{5000 \cdot 6}{1000} = 30 \text{ m.}$$

W wyniku wprowadzenia do uzyskanych współrzędnych poprawek  $v_x$  i  $v_y$ , obliczonych z zależności w trójkącie  $ABB'$ , cięciwa  $AaB'$  wraz z łukiem  $AbB'$  zostaną skrócone o kąt  $u$ . W wyniku tego skrótu usunięte zostaną odchyłki ciągu na punkcie końcowym B. Natomiast pozostałe punkty łuku  $AbB'$  znajdą się na łuku  $AbB$ . Oznacza to, że największa odchyłka poprzeczna, po wyrównaniu metodą przybliżoną, wystąpi w środku ciągu. Odchyłkę tą, czyli strzałkę  $h$ , można obliczyć na podstawie znanego w matematyce wzoru:

$$h = \frac{d_{AB}}{2} \cdot \operatorname{tg} \frac{\delta T}{4},$$

w którym:  $d_{AB}$  - długość ciągu wykonanego autotopografem;  
 $\delta T$  - dewiacja osi giroskopu za czas przejazdu autotopografem z punktu A do punktu B.

Po podstawieniu do powyższego wzoru wielkości liczbowych podanych na stronie 15 otrzyma się maksymalną odchyłkę poprzeczną w środku ciągu. Wynosi ona 7,5 m. Wielkość ta jest mała w porównaniu z błędem pomiaru odległości i może być pominięta bez obawy obniżenia dokładności wyznaczenia współrzędnych stanowisk startowych.



Rys. 1. Przybliżone wyrównanie ciągu wykonanego autotopografem.

Poprawki do współrzędnych wyznaczonych autotopografem można także obliczyć metodą kąto- liniową. Utożsamiając ciąg wykonany autotopografem z ciągiem poligonowym można obliczyć odchyłkę liniową  $\Delta d$  i odchyłkę kątową  $u$  ciągu, a następnie poprawki  $v_x, v_y$  do wyznaczonych współrzędnych<sup>x/</sup>.

Przedstawiony w rozprawie przykład wyrównania współrzędnych /tabela 23/, ze względu na pomyłkową zmianę znaków we wzorach, zawiera błędne wyniki. Poprawne rozwiązanie tego przykładu /wg danych zawartych w tabeli 23/ powinno mieć postać:

1. Obliczenie odchyłki kątowej  $u$  i liniowej  $\Delta d$ :

$$u'' = \frac{f_x \cdot \Delta y_{AB} - f_y \cdot \Delta x_{AB}}{d_{AB}^2} \cdot \rho'' = \frac{-45/2740 - 54/-1842}{3305^2} \cdot 200\ 000 = -3,5$$

$$\Delta d = - \frac{f_y \cdot \Delta y_{AB} - f_x \cdot \Delta x_{AB}}{d_{AB}} = - \frac{54 \cdot 2740 + (-45)/(-1842)}{3305} = - 70 \text{ m.}$$

2. Obliczenie poprawek  $v_x$  i  $v_y$ :

$$v_{x_1} = 1402/-0,556 - /-0,557// + \frac{-70/1402}{3305} /-0,556/ = + 18 \text{ m;}$$

$$v_{y_1} = 1402/0,830 - 0,831/ + \frac{-70/1402}{3305} \cdot 0,830 = - 26 \text{ m;}$$

$$v_{x_2} = 2199/-0,556 - /-0,557// + \frac{-70/2199}{3305} /-0,556/ = + 26 \text{ m;}$$

$$v_{y_2} = 2199/0,830 - 0,831/ + \frac{-70/2199}{3305} \cdot 0,831 = - 37 \text{ m.}$$

3. Obliczenie współrzędnych dowiązywanych punktów:

$$x_1 = 64\ 860 + 18 = 64\ 878, \quad x_2 = 64\ 201 + 28 = 64\ 229,$$

$$y_1 = 50\ 110 - 26 = 50\ 084, \quad y_2 = 50\ 730 - 37 = 50\ 693.$$

---

x/ Tadeusz Lazarini. Wykłady Geodezji II /s. 288, Wyd. PWN/ oraz Zygmunt Zapaśnik. Wzory i skróty w zakresie geodezji /Wyd. PPWF

Biorąc pod uwagę fakt, że, bez względu na sposób wyznaczania współrzędnych autotopografem, dewiacja osi giroskopu ma istotny wpływ na dokładność dowiązania topogeodezyjnego w rozprawie autor zwrócił uwagę na potrzebę nie tylko okresowych sprawdzeń aparatury, ale także sprawdzeń po zmianie miejsca pracy autotopografu. Dotyczy to szczególnie autotopografów wykorzystywanych w operacjach armijnych prowadzonych w kierunku północ-południe, gdyż w tym przypadku zmiana ich miejsca pracy może wynosić ponad 300 km /3° szerokości geograficznej/, a deklinacja przekraczać 17 tys./h.

Prowadzone przez autora wieloletnie obserwacje wykorzystywanej przez wojska rakietowe i artylerię aparatury nawigacyjnej, a także badania tej aparatury prowadzone w Wojskowym Instytucie Techniki Pancernej i Samochodowej, upoważniają go do stwierdzenia, że określanie poprawek autotopografów i girokompasów powinno być jednym z najważniejszych zadań topogeodezyjnego przygotowania startów rakiet i strzelania artylerii.

4. Na stronach 59 + 69 autor przedstawił rozważania dotyczące wyrównania azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych, przygotowywanych dla baterii startowych w celu wycelowania rakiet. Pominął jednak czynniki warunkujące zastosowanie proponowanych metod. W następstwie tego u czytelnika mogą powstać wątpliwości, co do celowości stosowania przedstawionych tam rozwiązań. W związku z powyższym, na przykładzie dywizjonu rakiet, rozpatrzmy różne uwarunkowania narzucające określony sposób postępowania.

Jak stwierdzono w rozprawie, termin topogeodezyjnego dowiązania stanowisk startowych zdeterminowany jest konkretną sytuacją operacyjno-taktyczną oraz czasem niezbędnym na doprowadzenie

rakiet z położenia marszowego do położenia bojowego<sup>x/</sup>.

Na współczesnym polu walki, w sytuacjach podanych na stronach 18 + 21 rozprawy, może zajść potrzeba wykonania uderzeń rakietowych z nieprzygotowanych rejonów stanowisk startowych. W tych przypadkach topogeodezyjne dowiązanie stanowisk startowych może trwać do momentu zakończenia przez plutony startowe sprawdzeń generalnych rakiet, czyli około 14 minut.

Biorąc pod uwagę powyższe wymagania oraz uwzględniając dotychczasowe możliwości dywizjonów rakiet w zakresie topogeodezyjnego dowiązania stanowisk startowych i kontroli tego dowiązania zachodzi potrzeba dokonania pewnych zmian organizacyjno-modernizacyjnych przedstawionych w rozprawie na stronach 70+73.

Biorąc pod uwagę trudności mogące wystąpić w zrealizowaniu przedstawionych w rozprawie propozycji należy rozpatrzyć następujące warianty rozwiązań:

- wyrzutnie rakiet zostaną wyposażone w girokompasy typu 1G17 jednak bez dokonywania zmiany struktury organizacyjnej pododdziałów topogeodezyjnych;

- wyrzutnie rakiet zostaną wyposażone w girokompasy 1G17 z jednoczesną zmianą struktury organizacyjnej pododdziałów topogeodezyjnych;

- zmianie ulegnie struktura organizacyjna pododdziałów topogeodezyjnych jednak bez zmiany sprzętu.

---

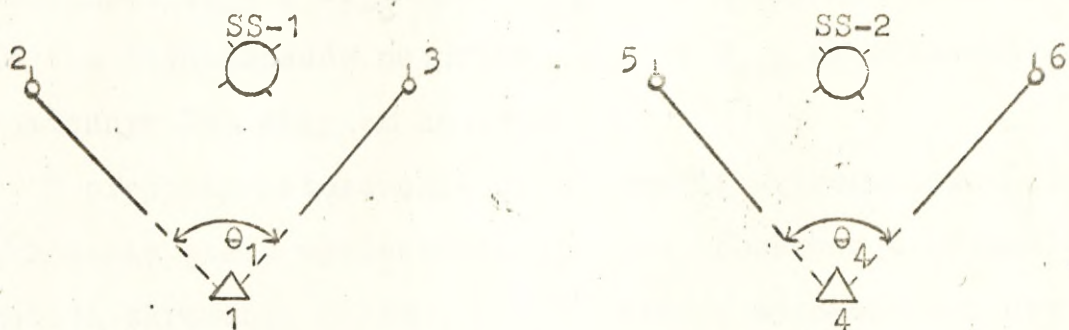
x/ Do rozważań autor przyjął założenie, że pododdziały rakiet znajdują się w gotowości nr 3, tj. na dowiązanych stanowiskach startowych a nie w gotowości nr 4, na nieprzygotowanych stanowiskach startowych. Założenie takie uzasadnione jest tym, że pododdziały rakiet przybywające na dowiązane stanowiska startowe, ze względu na przypadkowe poruszenie znaków ustawienia przyrządów celowniczych, niejednokrotnie muszą ponownie wykonywać topogeodezyjne dowiązanie stanowiska. W tej sytuacji topografowie dysponują krótszym czasem niż podczas wykonywania zadania z marszu.

W pierwszym przypadku azymut topograficzny każdego z czterech kierunków będzie mógł być wyznaczany oddzielnym przyrządem. Przy zachowaniu równoległości pracy na punktach 2 i 3 oraz 5 i 6 /rys. 2 azymuty topograficzne kierunków  $T_{2-1}$  i  $T_{3-1}$  oraz  $T_{5-4}$  i  $T_{6-4}$  wyznaczone zostaną w wymaganym terminie /14 minut/ i z wystarczającą dokładnością<sup>x/</sup>. W opisywanym przypadku nie ma potrzeby wyrównywania azymutów bowiem dostateczną kontrolą poprawnego ich wyznaczenia będzie spełnienie warunku:

$$T_{1-3} - T_{1-2} = \theta_{1\text{obl.}} = \theta_{1\text{zmierz.}}$$

$$T_{4-6} - T_{4-5} = \theta_{4\text{obl.}} = \theta_{4\text{zmierz.}}$$

Z tego względu rozpatrywane rozwiązanie jest bardzo korzystne. Ma ono jednak zasadniczą wadę, a mianowicie dowódca dywizjonu, tak jak dotychczas, pozostaje bez środków topogeodezyjnych, które mógłby wykorzystać do kontroli dowiązania topogeodezyjnego stanowisk startowych poszczególnych baterii.



Rys. 2. Stanowisko startowe o dwóch punktach startu

W drugim przypadku, gdy wraz z wyposażeniem plutonów startowych w girokompasy 1G17 dokonana zostanie zmiana struktury organizacyjnej pododdziałów topogeodezyjnych dowódca dywizjonu będzie dyspo-

x/ W rozpatrywanej sytuacji wyznaczone azymuty kierunków  $T_{2-1}$  i  $T_{3-1}$  oraz  $T_{5-4}$  i  $T_{6-4}$  zmienia się na przeciwne.

nował pododdziałem /plutonem/ topogeodezyjnym, którego może wykorzystać do różnych zadań /rekonasans RSS, wzmocnienie baterii startowych, kontrola topogeodezyjnego dowiązania stanowisk startowych, topogeodezyjne dowiązanie stacji meteorologicznych, współudział w przygotowaniu przez sotg bazy do sprawdzenia aparatury nawigacyjnej i girokompasów dywizjonu itp./.

W rozpatrywanej sytuacji każda bateria startowa dysponując trzema girokompasami musi wyznaczyć azymuty topograficzne czterech kierunków orientacyjnych. Z tej przyczyny ulegnie zmianie dotychczasowa technologia topogeodezyjnego dowiązania stanowisk startowych, bowiem azymut jednego z kierunków trzeba będzie wyznaczyć orientowaniem astronomicznym lub ciągiem kątowym, natomiast współrzędne obydwóch punktów startu wyznaczyć jednym autotopografem.

W omawianym przypadku azymuty topograficzne kierunków orientacyjnych  $T_{1-2}$  i  $T_{1-3}$  oraz  $T_{4-6}$  będą mogły być wyznaczone przy użyciu girokompasów natomiast azymut  $T_{4-5}$  orientowaniem astronomicznym lub ciągiem kątowym.

W przypadku stosowania orientowania astronomicznego, dla skrócenia czasu wyznaczenia azymutu, obserwacje wykonuje się metodą skróconą. Z tego powodu pewność wyznaczonego azymutu  $T_{4-5}$  jest mniejsza od pewności wyznaczenia pozostałych azymutów. Zwiększyć ją można poprzez "powiązanie" azymutu wyznaczonego astronomicznie z azymutem wyznaczonym giroskopowo. Jednak dla zachowania pewnej niezależności między azymutami  $T_{4-5}$  i  $T_{4-6}$  na punkcie startu nr 2/SS-2/ celowym jest "powiązać" omawiany azymut  $T_{4-5}$  z azymutem  $T_{1-2}$  lub  $T_{1-3}$  pierwszego punktu startu /SS-1/. Można to uzyskać poprzez wyznaczenie azymutów  $T_{1-4}$  i  $T_{4-1}$  oraz ich wyrównanie.

W przedstawionym w rozprawie przykładzie takiego wyrównania /tabela 14, s. 61/ przyjęto średni błąd wyznaczenia azymutu z obserwacji astronomicznych równy  $\pm 1,5'$ . Faktyczna jego wielkość jest mniejsza i wynosi około 1 minuty<sup>x/</sup>. Stosunek błędu orientowania astronomicznego do błędu orientowania giroskopowego jest korzystniejszy niż przedstawiono we wspomnianym przykładzie, bowiem stosunek wag tych błędów wynosi 4 : 1, a nie 9 : 1. Należy tu zaznaczyć, że zespoły pomiarowe wykonujące obserwacje astronomiczne powinny mieć sprawdzone według sygnałów radiowych wskazania zegarków i określony ich chód. W przeciwnym przypadku średni błąd azymutu wyznaczonego powyższą metodą może być większy od wielkości podanej wyżej. Wtedy wyrównywanie azymutów mija się z celem ponieważ w jego wyniku obniży się dokładność azymutu wyznaczonego girokompasem.

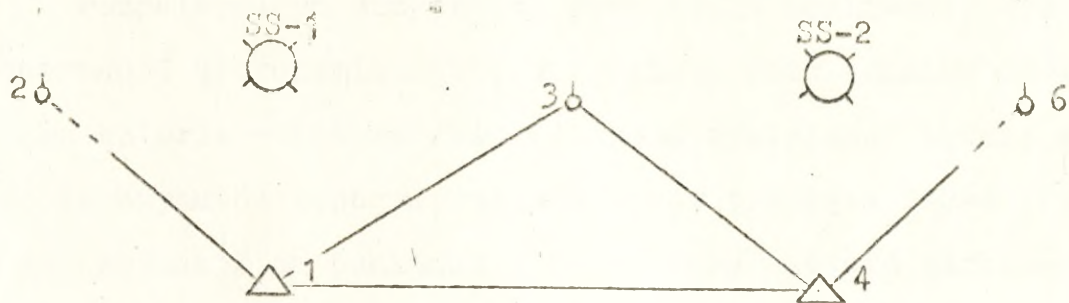
Orientowanie astronomiczne, oprócz wielu zalet, ma tą wadę, że jest uzależnione od warunków atmosferycznych. Dlatego w niekorzystnych warunkach atmosferycznych i przy braku wzajemnej widoczności między punktami startu zajdzie potrzeba wyznaczenia azymutu  $T_{4-5}$  metodą ciągu kątownego. Kierunkiem nawiązania tego ciągu może być jeden z kierunków orientacyjnych pierwszego punktu startu, np. azymut kierunku  $T_{1-3}$ <sup>x/</sup>. Przykład rozwiązania tego zadania podano w tabeli 15 /s. 63/.

Rozpatrzmy jeszcze sytuację gdy między punktami startu jest wzajemna widoczność jednak nie ma możliwości wyznaczenia azymutu z obserwacji astronomicznych.

---

x/ Zespół pomiarowy dysponuje tylko 14 minutami na wykonanie powyższego ciągu. W związku z powyższym może wykonać ciąg o długości kilkuset metrów. W tej sytuacji kierunkiem nawiązania tego ciągu może być azymut jednego z kierunków orientacyjnych pierwszego punktu startu, a nie azymut boku sieci geodezyjnej.

W powyższej sytuacji, jak podkreślono w rozprawie, optymalnym rozwiązaniem jest ustawienie girokompasów "w trójkącie" /rys. 3/.



Rys. 3. Ustawienie przyrządów w trójkącie 1,3,4.

Przy takim ustawieniu przyrządów na każdym punkcie należy wyznaczyć następujące azymuty<sup>x/</sup>:

- na punkcie 1 -  $T_{1-2}$ ,  $T_{1-3}$  i  $T_{1-4}$ ;
- na punkcie 3 -  $T_{3-1}$ ,  $T_{3-4}$ ;
- na punkcie 4 -  $T_{4-1}$ ,  $T_{4-3}$  i  $T_{4-6}$ .

W rozpatrywanym przypadku kierunkami zasadniczymi będą azymuty boków trójkąta /1-3 i 4-3/. Dzięki wyrównaniu azymutów w trójkącie 1-3-4 zwiększona zostanie dokładność kierunków orientacyjnych  $T_{1-3}$  i  $T_{4-3}$  a także pewność ich wyznaczenia.<sup>xx/</sup> Przykład rozwiązania tego zadania przedstawiono w tabeli 16 /s. 65/.

W trzecim przypadku, gdy zmianie ulegnie struktura organizacyjna pododdziałów topogeodezyjnych ale bez wyposażania ich w nowszy sprzęt, każdy dywizjon rakiet będzie dysponował dwoma girokompasami typu 1G9 lub 1G17 /w plutonie topogeodezyjnym/ natomiast każda bateria startowa trzema girokompasami, o różnej dokładności

x/ Azymuty wymienionych kierunków wyznacza się w jednej serii pomiarów, tj. przy jednym uruchomieniu girokompasu. Odczyty koła poziomego, odpowiadające poszczególnym kierunkom, wykonuje się podczas oczekiwania na kolejny punkt nawrotu czujnika girokompasu. Dzięki temu czas pracy na danym stanowisku nie ulega wydłużeniu.

xx/ Kierunkami kontrolnymi w tym przypadku będą  $T_{1-2}$  i  $T_{4-6}$ . Azymuty tych kierunków nie podlegałyby wyrównaniu.

2 girokompasy typu 1G5 w plutonach startowych oraz 1 girokompas typu 1G9 lub 1G17 w drużynie zmechanizowanego dowiązania/.

W rozpatrywanym przypadku, przy braku możliwości wykonania obserwacji astronomicznych, optymalnym rozwiązaniem zadania przez baterie startowe /bez wsparcia dywizjonu/ będzie wyznaczenie azymutów topograficznych boków trójkąta 1-3-4 /rys. 3/. W tej sytuacji na punktach 1 i 4 należy ustawić girokompasy typu 1G5 natomiast na punkcie 3 girokompas 1G9 /1G17/.

Azymuty topograficzne kierunków orientacyjnych w omawianym zadaniu zostaną wyznaczone z różną dokładnością. Dzięki wyrównaniu tych niejednakowo dokładnych obserwacji uzyskuje się nie tylko większą dokładność azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych  $T_{1-3}$  i  $T_{4-3}$  ale także większą pewność ich wyznaczenia. Przykład tego zadania przedstawiono w tabeli 17 /s. 67/.

Przedstawiony natomiast w tabeli 18 /s. 69/ sposób przygotowania stanowisk startowych do strzelania określonego wyniku z małej pojemności baterii akumulatorów zasilających girokompasy. Może on mieć miejsce w przypadku gdy dowódca dywizjonu organizuje rekonesans rejonów stanowisk startowych, w ramach którego pododdział topogeodezyjny otrzyma zadanie topogeodezyjnego dowiązania stanowisk startowych dywizjonu.

Do wykonania powyższego zadania pluton topogeodezyjny dywizjonu, dysponując dwoma girokompasami, będzie zmuszony wyznaczyć azymuty 16 kierunków. Biorąc pod uwagę, że bez doładowywania źródeł zasilania girokompasem można wyznaczyć azymuty 4 kierunków, celowym będzie konstruować taką figurę geometryczną, która umożliwi zmniejszenie ilości wyznaczanych azymutów. Figurą tą może być czworobok przedstawiony na rys. 9 /s. 68/. Dzięki niemu ilość wyznaczanych azymutów może być ograniczona do ośmiu, np.:

$T_{1-2}$ ,  $T_{2-3}$ ,  $T_{3-4}$ ,  $T_{4-1}$  lub  $T_{1-4}$ ,  $T_{4-3}$ ,  $T_{3-2}$ ,  $T_{2-1}$ .

Po wyrównaniu czworoboku 1-2-3-4-1 można, metodą domiaru kątów, wyznaczyć azymuty wszystkich kierunków orientacyjnych, tj.  $T_{1-5}$ ,  $T_{1-6}$  i  $T_{2-5}$ ,  $T_{2-6}$  oraz  $T_{4-7}$ ,  $T_{4-8}$  i  $T_{3-7}$ ,  $T_{3-8}$ . Należy tu zaznaczyć, że pododdział topogeodezyjny uczestniczący w rekonesansie rejonu stanowisk startowych z zasady dysponuje kilkoma godzinami czasu na wykonanie postawionego mu zadania.

Jak wynika z powyższych rozważań w rozprawie /s. 59 + 69/ rozpatrzono możliwe do zastosowania sposoby wyznaczenia azymutu w warunkach krańcowo niekorzystnych, tzn. gdy zaistnieje konieczność wykonania startów rakiet z nieprzygotowanych stanowisk startowych, w warunkach ograniczonej widoczności. W każdej innej sytuacji pododdziały topogeodezyjne będą dysponowały dłuższym czasem niż 14 minut i wówczas mogą wykonać dowiązanie stanowisk startowych według dotychczasowych zasad.

5. Na stronie 145 pod pozycją 1 nie podano nazwisko autora. Poprawny zapis podany jest pod pozycją 43.

6. Pozostałe pomyłki i błędy maszynowe, wykazane w opiniach Dowództwa Wojsk Rakietowych i Artylerii WP oraz Zarządu Topograficznego Sztabu Generalnego, poprawiono bezpośrednio w rozprawie.

Wydrukowano w 10. egz.

Egz. nr 1-10 Bibl. Nauk. DZS

Wyk. ppłk Skrzyp

Druk. ASG WP nr Pf-26/WW

