

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

*GÓRA*

~~Dokumentacja~~  
~~historiograficzna~~  
**POLENE**  
Egz. nr.....**2**



Mjr dr Julian SKRZYP

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

Rozprawa habilitacyjna

**12300**

WARSZAWA 1983



GORA



# AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO

IM. GENERAŁA BRONI  
KAROLA ŚWIERCZEWSKIEGO

~~Dokumenty~~  
~~sztabu generalnego~~  
~~POLENE~~  
Egz. nr..... 2



Mjr dr Julian SKRZYP

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

Rozprawa habilitacyjna

12300

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO

~~Do użytku  
szluzowego~~  
~~POURNE~~

Egz. nr 2

Inzekt. Prot. 449/21.08.95 PK

Mjr dr Julian Skrzyp



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

Rozprawa habilitacyjna

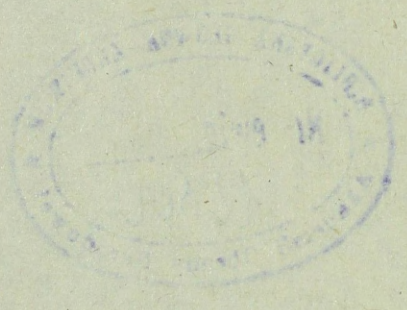
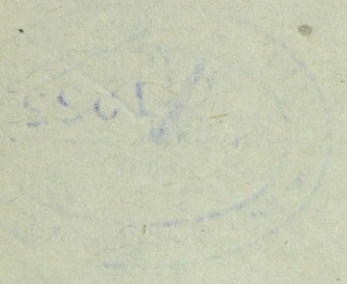


Warszawa

1983 r.

Handwritten red scribbles or marks.

Faint embossed text, possibly a watermark or blind-stamped header.



SPIS TREŚCI

WSTĘP . . . . .	7
Rozdział 1. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA TOPOGEODEZYJNEGO PRZYGOTOWANIA OGNIĄ WOJSK RAKIETOWYCH I ARTYLERII . . . . .	10
1.1. Zarys rozwoju topogeodezyjnego przygotowania startów rakiet i strzelania artylerii . . . . .	10
1.2. Czynniki wpływające na topogeodezyjne przygotowanie startów rakiet i strzelania artylerii . . . . .	18
1.3. Rodzaje i metody topogeodezyjnego dowiązania elementów ugrupowania bojowego wojsk raketowych i artylerii . . . . .	21
Rozdział 2. STAN BADAŃ NAD PROBLEMEM TOPOGEODEZYJNEGO PRZYGOTOWANIA STARTÓW RAKIET I STRZELANIA ARTYLERII . . . . .	24
2.1. Opracowania polskie . . . . .	24
2.2. Opracowania zagraniczne . . . . .	32
Rozdział 3. MOŻLIWOŚCI USPRAWNIENIA TOPOGEODEZYJNEGO PRZYGOTOWANIA STARTÓW RAKIET W OPERACJACH ARMIJNYCH . . . . .	35
3.1. Analiza potrzeb i możliwości wojsk raketowych w zakresie topogeodezyjnego przygotowania startów rakiet . . . . .	35
3.2. Sposoby wyznaczania współrzędnych stanowisk startowych . . . . .	38
3.2.1. Wyznaczanie współrzędnych stanowisk startowych na podstawie punktów konturowych mapy przy użyciu autotopografu . . . . .	39
3.2.2. Wyznaczanie współrzędnych sposobem kombinowanym . . . . .	46

3.2.3.	Wyznaczanie współrzędnych stanowisk startowych przy użyciu radiodalmierzy . . . . .	49
3.3.	Wyznaczanie azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych . . . . .	54
3.3.1.	Metody zwiększania dokładności azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych	59
3.3.1.1.	Wyrównanie azymutów przeciwnych /odwrotnych/ . . . . .	60
3.3.1.2.	Wyrównanie azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych wyznaczonych girokomпасem i teodolitem	62
3.3.1.3.	Wyrównanie azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych wyznaczonych trzema girokomпасami . . . . .	64
3.3.1.4.	Wyrównanie azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych wyznaczonych na stanowisku startowym przygotowanym do strzelania okrężnego	67
3.4.	Struktura organizacyjna pododdziałów topogeodezyjnych wojsk raketowych . . . . .	70
3.5.	Przygotowanie bazy do sprawdzenia girokomпасów i autotopografów . . . . .	74
3.6.	Zaopatrzenie oddziałów /pododdziałów/ wojsk raketowych w materiały topograficzne . . . . .	78
3.6.1.	Analiza potrzeb . . . . .	78
3.6.2.	Możliwości usprawnienia procesu zaopatrzenia wojsk raketowych w materiały topograficzne	82
3.7.	Wnioski . . . . .	83
Rozdział 4.	MOŻLIWOŚCI USPRAWNIENIA TOPOGEODEZYJNEGO PRZYGOTOWANIA OGNIА ARTYLERII W OPERACJACH ARMIJNYCH . . . . .	86
4.1.	Analiza potrzeb i możliwości artylerii w zakresie topogeodezyjnego przygotowania strzelań . . . . .	86
4.2.	Sposoby wyznaczania współrzędnych elementów ugrupowania bojowego artylerii . . . . .	95
4.2.1.	Wyznaczanie współrzędnych elementów ugrupowania bojowego artylerii przy użyciu autotopografów . . . . .	95

4.2.2. Geodezyjne sposoby wyznaczania współrzędnych elementów ugrupowania bojowego artylerii . . . . .	100
4.3. Wyznaczanie azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych do wycelowania dział /wyrzutni/ i przyrządów optycznych w kierunku zasadniczym	104
4.4. Przygotowanie bazy do sprawdzeń przyrządów aparatury nawigacyjnej i girokompasów pododdziałów artylerii . . . . .	108
4.5. Struktura organizacyjna pododdziałów topogeodezyjnych artylerii . . . . .	113
4.6. Zaopatrzenie oddziałów /pododdziałów/ artylerii w materiały topograficzne . . . . .	116
4.6.1. Analiza potrzeb . . . . .	116
4.6.2. Możliwości usprawnienia zaopatrzenia oddziałów /pododdziałów/ artylerii w materiały topograficzne . . . . .	118
4.7. Wnioski . . . . .	120
Rozdział 5. SPECYFIKA TOPOGEODEZYJNEGO PRZYGOTOWANIA STARTÓW RAKIET I STRZELANIA ARTYLERII W TERENIE GÓRZYSTYM . . . . .	123
5.1. Specyfika działań wojsk raketowych i artylerii w terenie górzystym . . . . .	123
5.2. Specyfika topogeodezyjnego przygotowania startów raket i strzelania artylerii w terenie górzystym	124
5.2.1. Wpływ ukształtowania terenu i jego pokrycia na prace topogeodezyjne . . . . .	124
5.2.2. Wpływ warunków atmosferycznych na prace topogeodezyjne . . . . .	130
5.2.3. Wpływ warunków geologicznych na prace topogeodezyjne . . . . .	131
5.3. Topogeodezyjne przygotowanie startów raket i strzelania artylerii w terenie górzystym	132
5.4. Specyfika zaopatrzenia wojsk raketowych i artylerii armii w mapy topograficzne i specjalne	136
5.5. Wnioski . . . . .	139
ZAKOŃCZENIE . . . . .	141
BIBLIOGRAFIA . . . . .	145
ZAŁĄCZNIKI . . . . .	151

Ważniejsze oznaczenia i skróty użyte w rozprawie

- SS/SO/ - stanowisko startowe /stanowisko ogniowe/.
- SDO - stanowisko dowódczo-obszernacyjne.
- x,y - współrzędne prostokątne płaskie.
- $T_{kz}/T_{kk}$  - azymut topograficzny zasadniczego /kontrolnego/ kierunku orientacyjnego.
- D - odległość obliczona na podstawie współrzędnych.
- d - odległość przebyta autotopografem lub zmierzona w terenie dalmierzem.
- $m_r$  - średni błąd rozrzutu rakiet /pocisków/.
- $m_p$  - średni błąd przygotowania danych do startów rakiet /strzelania artylerii/.
- $m_{pt}$  - średni błąd przygotowania technicznego.
- $m_{ptg}$  - średni błąd przygotowania topogeodezyjnego.
- $m_{x,y_C}$  - średni błąd współrzędnych celu.
- $m_{x,y_{SS}}$  - średni błąd współrzędnych stanowiska startowego /ogniowego/.
- $m_d$  - średni błąd pomiaru odległości.
- $m_T$  - średni błąd azymutu.
- $m_z$  - średni błąd wysokości warstwicy /punktu/.
- $m_{dtg}$  - średni błąd dowiązania topogeodezyjnego.
- $m_{wdg}$  - średni błąd wyjściowych danych geodezyjnych.
- $f_x, f_y$  - różnica między odczytanymi z katalogu /mapy/ współrzędnymi dowiązywanego punktu a wyznaczonymi autotopografem.
- u - odchyłka kątowa ciągu.
- $\Delta d$  - odchyłka liniowa ciągu.
- $\delta T$  - dewiacja osi głównej giroskopu.
- K - współczynnik korelacji /korekcji/.
- SSG - specjalna sieć geodezyjna.
- ABROT - armijna brygada rakiet operacyjno-taktycznych.
- drot - dywizjon rakiet operacyjno-taktycznych.
- drt - dywizjon rakiet taktycznych.
- ABAA - armijna brygada artylerii armat.
- sotg - samodzielny oddział topogeodezyjny.
- AGA - armijna grupa artylerii.
- DGA - dywizyjna grupa artylerii.
- PGA - pułkowa grupa artylerii.

## W S T U P

Topogeodezyjne przygotowanie startów rakiet i strzelania artylerii jest tą częścią zabezpieczenia działań bojowych wojsk, od której zależy nie tylko terminowość otwarcia ognia, ale także jego dokładność. Szybki rozwój środków walki i sztuki wojennej, a przede wszystkim zwiększenie rozmachu operacji i możliwości manewrowych, zarówno wojsk własnych, jak i nieprzyjaciela oraz skrócenie czasu przygotowywania środków walki do otwarcia ognia, doprowadziły do tego, że zakres prac topograficznych znacznie się rozszerzył, przy jednoczesnym zmniejszeniu ilości czasu, jaką się dysponuje na ich wykonanie. W związku z tym przemianom ulega także przygotowanie topogeodezyjne. Momentem przełomowym w tych przemianach było praktyczne zastosowanie girokompasów do określania azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych, autotopografów do mechanicznego wyznaczania współrzędnych oraz dalmierzy laserowych do pomiaru odległości.

Zastosowanie wspomnianych przyrządów w pracach topogeodezyjnych radykalnie zmienia sposoby dowiązania elementów ugrupowania bojowego wojsk. Klasyczne - geodezyjne sposoby wyznaczania współrzędnych /wcięcia, ciągi i inne/ zastępowane są sposobami zmechanizowanymi. Zwiększa się nasycenie wojsk nowoczesnymi przyrządami topogeodezyjnymi, a tym samym powstają przesłanki do skrócenia czasu dowiązywania elementów ugrupowania bojowego wojsk.

Współcześnie środki zmechanizowanego dowiązania wykorzystuje się do pobieżnego dowiązania elementów ugrupowania bojowego wojsk raketowych i artylerii oraz do pobieżnej kontroli dowiązania wykonanego na podstawie geodezyjnej. To nieracjonalne wykorzystywanie środków zmechanizowanego dowiązania jest następstwem braku odpowiedzi na pytanie: czy współczesne autotopografy i girokompasy mogą zapewnić optymalną dokładność i terminowość topogeodezyjnego dowiązania elementów ugrupowania bojowego wojsk raketowych i artylerii?

Wykorzystywane obecnie przez pododdziały wojsk raketowych i artylerii autotopografy i girokompassy zapewnią optymalną dokładność topogeodezyjnego dowiązania ich elementów ugrupowania bojowego, jeżeli, w wyniku zastosowania odpowiednich metod rachunkowych, podwyższone zostaną wyniki pomiarów polowych. Dlatego celem niniejszej rozprawy jest wypracowanie sposobów usprawnienia topogeodezyjnego przygotowania startów raket i strzelania artylerii.

Badaniom poddano działanie aparatury nawigacyjnej i girokompassów znajdujących się w wyposażeniu wojsk raketowych i artylerii oraz stosowane dotychczas sposoby topogeodezyjnego dowiązania środków ogniowych i środków rozpoznania tych wojsk.

Dla zrealizowania wyżej wymienionego celu przeprowadzono następujące zadania badawcze:

1. Analizę literatury specjalistycznej.
2. Analizę możliwości wykorzystania dotychczas stosowanych sposobów wyznaczania współrzędnych i azymutów.
3. Próbę zweryfikowania przydatności dotychczas zakładanych dla potrzeb wojsk raketowych i artylerii specjalnych sieci geodezyjnych.
4. Próbę adaptacji dla potrzeb wojsk raketowych i artylerii geodezyjnych sposobów podwyższania dokładności wyników pomiarów wykonywanych przy użyciu autotopografów i girokompassów.

Powyższe zadania badawcze zrealizowane zostały przede wszystkim metodą analizy opracowań teoretycznych oraz porównywania wyników badań empirycznych w postaci pomiarów uzyskanych podczas ćwiczeń z wojskami oraz pomiarów doświadczalnych wykonanych

autotopografami i girokompasami<sup>x/</sup>.

Podstawę do analiz, porównań i opracowania zaprezentowanych propozycji stanowiły:

1. Literatura przedmiotu.

2. Własne doświadczenia wyniesione z brygady artylerii armat /jako dowódcy plutonu topograficznego/ i z brygady rakiet operacyjno-taktycznych /jako pomocnika szefa sztabu do spraw topogeodezji/.

Rezultaty przeprowadzonych badań oraz wynikające z nich wnioski i propozycje ujęte zostały w pięciu rozdziałach niniejszej rozprawy.

W rozdziale pierwszym przedstawiono krótki zarys rozwoju topogeodezyjnego przygotowania wojsk rakietowych i artylerii oraz czynniki determinujące to przygotowanie.

Rozdział drugi stanowi próbę oceny stanu badań nad rozpatrywanymi problemami.

Rozdział trzeci i czwarty, jako zasadnicze, obejmują: analizę potrzeb i możliwości specjalistycznych pododdziałów wojsk rakietowych i artylerii w zakresie topogeodezyjnego przygotowania startów rakiet i strzelania artylerii oraz propozycje jego usprawnienia. W rozdziałach tych rozpatrzono także problematykę zaopatrzenia wojsk rakietowych i artylerii w mapy topograficzne i specjalne.

W rozdziale piątym zaprezentowano specyfikę topogeodezyjnego przygotowania startów rakiet i strzelania artylerii oddziałów /pododdziałów/ działających w warunkach szczególnie trudnych, a mianowicie w terenie górzystym.

W załącznikach zawarte zostały niektóre wyniki pomiarów doświadczalnych, wykonanych dla zweryfikowania zaproponowanych metod podwyższania dokładności współrzędnych i azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych wyznaczanych przy użyciu autotopografów i girokompasów.

x/ Pomiarów doświadczalnych autor wykonał na poligonie Biedrusko. Ponadto w niniejszej rozprawie wykorzystano wyniki pomiarów topogeodezyjnych wykonywanych w ramach ćwiczenia "Pantera 77" prowadzonego przez Śląski Okręg Wojskowy, a także wyniki pomiarów z ćwiczeń doświadczalnych, prowadzonych w terenie górzystym przez tenże Okręg.

## Rozdział 1. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA TOPOGEODEZYJNEGO PRZYGOTOWANIA OGNIA WOJSK RAKIETOWYCH I ARTYLERII

### 1.1. Zarys rozwoju topogeodezyjnego przygotowania startów raket i strzelania artylerii

Do topogeodezyjnego przygotowania działań bojowych wojsk przywiązywano wagę już od czasów najdawniejszych. Wyrazem tego są między innymi mapy dróg tzw. "itineraria picta" sporządzane podczas wypraw wojennych zarówno w Imperium Rzymskim, jak i w późniejszym okresie - w średniowieczu.

W Polsce o docenianiu znaczenia przygotowania topogeodezyjnego mogą świadczyć wydane w 1634 r. przez Władysława IV "artykuły"<sup>x/</sup>, w których, dla potrzeb artylerii, wyodrębniono korpus osobowy kartografów wojskowych. Artyleria bowiem była tym rodzajem wojsk, który najbardziej potrzebował map. Przykładem tego może być wykonanie planów miast i twierdz przez artylerzystę Sebastiana Adersa<sup>xx/</sup>, inżyniera i kartografa, a jednocześnie kapitana artylerii koronnej Wilhelma Beauplana<sup>xxx/</sup> oraz

x/ Artykuły puszkarskie, artyleryjskie, regulamin artylerii XV-XVII wieku. W Polsce artykuły artyleryjskie ogłosili: Zygmunt August w 1557 r., Władysław IV w 1634 r. i gen. art. kor. Alojzy Fryderyk Brühl w 1767 r. Źródło: M.E.W. Wyd. MON.

xx/ Sebastian Aders, artylerzysta. W roku 1645 z rozkazu hetmana Konięcpolskiego wysłany został na Czarnomorskie pobraże, gdzie w przebraniu kupca tatarskiego wykonywał plany miast i twierdz tatarskich. Źródło: Michał Wieliczko-Wielicki - Technika Artyleryjska w XVII wieku. Przegląd Artyleryjski 1931 r. z. 1.

xxx/ Wilhelm Beauplan, francuski inżynier i kartograf wojskowy. W 1630 r. przybył do Polski i pozostawał w niej przez 18 lat, jako kapitan artylerii. Z rozkazu hetmana Konięcpolskiego wykonywał prace fortyfikacyjne na Ukrainie. Zbudował kilka twierdz i zamków /Krzemieńczuk, Nowy Konięcpol, Nowogród/. Wykonał mapę Polski i trzy mapy Ukrainy. Źródło: Wiktor Grygorenko, Bogusław Krassowski, Jerzy Ostrowski: Rozwój kartografii polskiej od XV wieku do 1945 r. Referat wygłoszony na sesji naukowej w Uniwersytecie Jagiellońskim, Kraków 17-19.09. 1931 r.

przez cejgmistrza artylerii koronnej Fryderyka Getkanta<sup>x/</sup>. Mapy i plany przez nich wykonywane nie były jeszcze wykorzystywane to topogeodezyjnego przygotowania ognia; bowiem nie znano wtedy strzelań z zakrytych stanowisk ogniowych, a zasięg artylerii wynosił około 500 kroków<sup>xx/</sup>.

O roli topografii w dziejach polskiej artylerii mogą świadczyć także ogłoszone w 1767 r. artykuły Brühla<sup>xxx/</sup>. Nakładały one bowiem na każdego artylerzystę obowiązek kształcenia się w zakresie topografii, uznając iż "kanonier powinien znać pomiarkowanie jak do zamierzonego miejsca dostać wystrzałem"<sup>xxxx/</sup>.

Na przełomie XVII i XVIII wieku ukazało się wiele prac z zakresu artylerii i topografii, w których podane są m.in. zasady wykorzystania mapy, busoli i stolika mierniczego<sup>xxxxx/</sup>.

W armii Księstwa Warszawskiego przy sztabie korpusu artylerii powołano Biuro Topograficzne. Topografowie polscy sporządzali dla armii napoleońskiej opisy dróg i rzek, rysowali plany itp.

Wreszcie w Królestwie Polskim dojrzał zamiar opracowania szczegółowej i dokładnej mapy Polski, opartej na pomiarach triangulacyjnych.

- x/ Fryderyk Getkant, artylerzysta, inżynier i kartograf wojskowy. Około 1634 r. przybył do Polski z Nadrenii. Wysłany przez króla Władysława IV w przebraniu wykonywał plany fortyfikacji w Prusach. W 1646 r. był cejgmistrzem artylerii koronnej. Powszechnie uznawany jest za twórcę map wybrzeża. Źródło: Encyklopedia Powszechna. Wyd. PWN. 1974 r.
- xx/ Aleksander Kiersnowski - Historia rozwoju artylerii. Toruń 1925 r.
- xxx/ Alojzy Fryderyk Brühl, gen. artylerii koronnej. W 1776 r. założył szkołę artyleryjską. Źródło: Encyklopedia Powszechna. Wyd. PWN. 1974 r.
- xxxx/ Aleksander Kiersnowski - Historia rozwoju artylerii. Toruń 1925 r.
- xxxxx/ Elementarz służby wojskowej - tłumaczony przez gen. Franciszka Kinskyego /1739-1805/, Nauka Artylerii - wydana w 1781 r. przez Józefa Jakubowskiego, Podręcznik miernictwa i kartografii wojskowej opracowany przez Józefa Łęskiego /1760-1825/. Źródło: Tadeusz Gwardak - Polskie piśmiennictwo kartograficzne 1659 - 1939. Wyd. PWN. 1977 r.

Prace topograficzne w artylerii tego okresu ograniczają się do sporządzania szkiców umocnień i twierdz oraz szkiców ogniowych. Wyodrębnienie specjalistycznych prac topograficznych związanych z przygotowaniem ognia artylerii dokonano się w latach późniejszych, tj. podczas wojny francusko-niemieckiej w 1870 r.<sup>x/</sup> oraz w czasie pierwszej wojny światowej, a więc bez udziału Polski, bowiem jako państwo niepodległe nie istniała ona w tym okresie.

Wprowadzenie strzelań z zakrytych stanowisk ogniowych było momentem przełomowym w rozwoju topogeodezyjnego przygotowania ognia. Wtedy bowiem zaistniała potrzeba zastosowania geodezyjnych pomiarów w celu dokładnego wyznaczenia współrzędnych nie tylko stanowisk ogniowych, ale także punktów obserwacyjnych i celów oraz określania azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych do wycelowania dział i moździerzy. Zespół tych prac przyjęto nazywać dowiązaniem topogeodezyjnym.

Znaczna efektywność ognia artylerii przygotowanego metodami topograficznymi na froncie zachodnim<sup>xx/</sup> potwierdziła potrzebę dokładnego wyznaczania współrzędnych stanowisk ogniowych, punktów obserwacyjnych i celów oraz azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych.

x/ Wtedy po raz pierwszy ukryte stanowiska ogniowe zajęły baterie badenkie w czasie oblężenia Strasburga /1870 r/. Ich ogniem kierował obserwator usadowiony na wieży kościelnej w Kehl, utrzymujący stałą łączność z bateriami przy pomocy telegrafu. Baterie te zniszczyły niemal całkowicie artylerię cytadeli, nie będąc rozpoznane aż do dnia kapitulacji twierdzy francuskiej. Źródło: Michał Wieliczko-Wielicki - Wstrzeliwanie dawnej artylerii. Przegląd Artyleryjski 1939 r. z.7.

xx/Dowódcy baterii tak mieli przygotowane przedpole, że gdy zażądano skierowania ognia na jakikolwiek punkt w terenie, to otrzymywano pierwszy strzał niemal w celu. Źródło: Jerzy Kirchmayer - Trzy lata topografii na N-tym poligonie. Przegląd Artyleryjski 1924 r. z. 7-8-9.

Artyleria polska okresu międzywojennego na początku swego istnienia przyjęła francuskie metody strzelania, w tym także topogeodezyjne przygotowanie ognia. Miało to zasadniczy wpływ na określenie miejsca i roli topografii w naszej artylerii, bowiem artyleria francuska w tym czasie dysponowała planami sytuacyjnymi w skali 1:20 000 i 1:10 000, fotografią lotniczą, służbą wywiadowczą artylerii, a nawet stacjami meteorologicznymi<sup>x/</sup>.

Wielką rolę w popularyzacji topografii w artylerii polskiej okresu międzywojennego odegrali oficerowie francuscy, instruktorzy misji wojskowej. Pod ich bezpośrednim nadzorem w latach 1922-1924 wykonywano strzelania na podstawie przygotowania topogeodezyjnego. W wyniku doświadczeń zdobytych podczas tych strzelań dostrzeżono potrzebę: zaopatrzenia artylerii w plany w skali 1:20 000 lub mapy w skali 1:50 000, wyposażenia jednostek artylerii w przyrządy topograficzne oraz ustalenia, w jakiej sytuacji taktycznej prace topogeodezyjne powinny być wykonywane. Należy tu podkreślić, że Polska w tym okresie nie posiadała jeszcze mapy w skali 1:50 000 ani też jednolitej sieci geodezyjnej.

W roku 1926 ukazała się instrukcja strzelania artylerii dalekosiężnej, w myśl której oficerowie artylerii zobowiązani byli do obliczania kątów i odległości zamiast ich mierzenia graficznie, oraz do używania teodolitów we wszystkich pracach topogeodezyjnych związanych z przygotowaniem ognia. Ze sposobów wyznaczania współrzędnych i azymutów stosowane już były rachunkowe obliczenia wcięcia w przód i wstecz oraz orientowanie astronomiczne, a nawet triangulacja.<sup>xx/</sup>

x/ M. Fr. Andre - Doniosłość sprawności manewrowej artylerii. Przegląd Artyleryjski 1924 r. z.10-11-12.

xx/ Adrian Marchand i Józef Olszewski - Topograficzne przygotowanie ognia. Przegląd Artyleryjski 1932 r. z.9, oraz Włodzimierz Czerniakowski - Uwagi o organizowaniu prac topograficznych na szczeblu pułku. Przegląd Artyleryjski 1936 r. z. 2 i 6.

W latach trzydziestych wypracowano koncepcję wykorzystania dla potrzeb artylerii pododdziałów specjalistycznych Służby Geograficznej. Zgodnie z tą koncepcją pododdziały te zakładały dla oddziałów artylerii sieć geodezyjną w rejonach wskazanych przez dowódców. Niezależnie jednak od tego pododdziały topograficzne artylerii zobowiązane były do rozpoczęcia prac topograficznych związanych z założeniem sieci triangulacyjnej i kontynuowania ich do chwili przybycia pododdziałów Służby Geograficznej<sup>x/</sup>.

Druga wojna światowa potwierdziła wzrastającą rolę topografii w przygotowaniu ognia artylerii, a jednocześnie uwidoczniła potrzebę skrócenia czasu prac topograficznych. Było to naturalną konsekwencją zwiększenia zasięgu ognia artylerii, przy jednoczesnym zwiększeniu jej manewrowości, przez coraz szersze zastosowanie artylerii samobieżnej<sup>xx/</sup>.

Po drugiej wojnie światowej w sztuce wojennej nastąpiły dalsze zmiany - wzrosło tempo i manewrowość działań bojowych oraz rozmach operacji i ich dynamika. Wywarło to duży wpływ na wzrost znaczenia topogeodezyjnego przygotowania ognia w ogólnym systemie zabezpieczenia działań bojowych wojsk. Jednak w zasadniczy sposób na wzrost roli topogeodezyjnego przygotowania ognia wpłynęło powstanie wojsk raketowych. Wyposażenie tych wojsk w rakiety na wyrzutniach ruchomych /samobieżnych/ i o stosunkowo dużej donośności postawiło przed pododdziałami topogeodezyjnymi tych wojsk zadanie szybkiego i dokładnego dowiązania topogeodezyjnego stanowisk startowych. Tym zadaniom nie mogły sprostać trady-

x/ Włodzimierz Czerniakowski - Uwagi o organizowaniu prac topograficznych na szczeblu pułku. Przegląd Artyleryjski 1936 r. z. 2 i 6.

xx/ Dynamika działań w czasie drugiej wojny światowej i szybko zmieniające się sytuacje zmuszały dowódców pododdziałów artylerii samobieżnej do orientowania dział za pomocą busolek kieszonekowych. Źródło: E.P. - Wspomnienia z walk 1 pułku artylerii motorowej na polach Francji, Belgii, Holandii i Niemiec od 7 08 1944 do 6 05 1945 r. Przegląd Artyleryjski 1947 r. z.2.

cyjne przyrządy optyczne. Pojawiają się więc przyrządy do mechanicznego wyznaczania współrzędnych i kierunków, czyli autotopografy i girokompasy, a następnie dalmierze laserowe.

W wyniku zastosowania wyżej wymienionych przyrządów w topogeodezyjnym przygotowaniu startów rakiet nastąpił przełom, którego obecnie jesteśmy świadkami. Wprowadza się nowe sposoby wyznaczania współrzędnych i azymutów, dokonuje reorganizacji pododdziałów topogeodezyjnych.

W artylerii natomiast, obok przedsięwzięć modernizacyjnych, w których wyniku stała się ona bardzo ruchliwa, dokonano szeregu zmian mających na celu maksymalne skrócenie czasu przygotowania danych do strzelania. Osiągnięto to m.in. przez "usamobieżnienie" dział oraz wyposażenie pododdziałów artylerii w automatyczne systemy kierowania ogniem. Zmiany te spowodowały potrzebę dalszego skrócenia czasu topogeodezyjnego przygotowania ognia. Dlatego też obecnie wzrasta nasycenie tych wojsk aparaturą nawigacyjną i girokompasami. Wzorem wojsk raketowych w artylerii obok drużyn topograficznych utworzono drużyny zmechanizowanego dowiązania. Obecnie zasadniczym ich zadaniem jest kontrola topogeodezyjnego dowiązania wykonanego na podstawie geodezyjnej oraz dowiązywanie topogeodezyjne elementów ugrupowania bojowego artylerii w dynamice walki, tj. w okresie prowadzenia operacji.

Do chwili wyposażenia wojsk raketowych i artylerii w girokompasy zachodziła potrzeba przygotowywania dla tych wojsk tzw. orientacyjnej specjalnej sieci geodezyjnej /OSSG/, jako podstawy do nawiązania ciągów katowych w celu przeniesienia orientacji na stanowiska startowe, a także podstawowej specjalnej sieci

geodezyjnej /PSSG/, jako podstawy do topogeodezyjnego dowiązania elementów ugrupowania bojowego tych wojsk. Ponadto na całym obszarze naszego kraju w wybranych punktach sieci geodezyjnej założono tzw. punkty kierunkowe<sup>x/</sup>, aby w ten sposób stworzyć dogodne warunki do topogeodezyjnego dowiązania elementów ugrupowania bojowego wojsk.

Z chwilą wyposażenia wojsk raketowych i artylerii w aparaturę nawigacyjną i girokompasy zrezygnowano z zakładania dla tych wojsk orientacyjnej specjalnej sieci geodezyjnej /OSSG/. W coraz mniejszym stopniu są też wykorzystywane punkty kierunkowe, bowiem pododdziały topogeodezyjne, dysponując nowoczesnymi girokompasami, mają możliwości wyznaczania azymutu w dowolnych warunkach terenowych i atmosferycznych oraz niezależnie od warunków widoczności.

Reasumując, można stwierdzić, że topogeodezyjne przygotowanie ognia od początków jego istnienia polegało na przygotowaniu wyjściowych danych geodezyjnych i topogeodezyjnym dowiązaniu elementów ugrupowania bojowego wojsk. Jednak wraz z doskonaleniem uzbrojenia i sprzętu zmieniały się wymagania dotyczące terminowości wykonania zarówno wyjściowych danych geodezyjnych, jak i dowiązania topogeodezyjnego. W związku z tym zmieniały się także sposoby wykonywania pomiarów i obliczeń geodezyjnych; od wykreślonych do automatycznych.

-----  
x/ Punkty te /słupy/ rozmieszczone są w odległości około 1 km od punktu sieci geodezyjnej. W punkcie sieci geodezyjnej wyznaczony jest azymut topograficzny /kąt kierunkowy/ na wspomniane punkty kierunkowe. Punktem kierunkowym może być także inny punkt w terenie, widoczny z punktu sieci geodezyjnej /kościół, wieża wodna itp./.

Współcześnie również przez pojęcie topogeodezyjnego przygotowania ognia /startów rakiet i strzelania artylerii/ rozumie się przygotowanie wyjściowych danych geodezyjnych oraz topogeodezyjne dowiązanie elementów ugrupowania bojowego wojsk.

Wyjściowe dane geodezyjne w postaci specjalnej sieci geodezyjnej /SSG/, katalogów współrzędnych punktów geodezyjnych oraz map z danymi geodezyjnymi /map z nadrukiem współrzędnych punktów konturowych/ przygotowują oddziały specjalistyczne służby topograficznej armii /frontu/, natomiast topogeodezyjne dowiązanie elementów ugrupowania bojowego wojsk rakietowych i artylerii wykonują organiczne pododdziały specjalistyczne tych wojsk.

W dalszej części rozprawy zasadniczym przedmiotem rozważań będzie topogeodezyjne dowiązanie elementów ugrupowania bojowego wojsk rakietowych i artylerii. Przygotowanie wyjściowych danych geodezyjnych natomiast rozpatrywane będzie jedynie pod kątem potrzeb wojsk rakietowych i artylerii w aspekcie optymalizacji topogeodezyjnego dowiązania, wykonywanego przez pododdziały specjalistyczne tych wojsk. Nie będzie ono rozpatrywane w aspekcie możliwości służby topograficznej armii /frontu/, ponieważ wykracza to poza temat rozprawy.

## 1.2. Czynniki wpływające na topogeodezyjne przygotowanie startów rakiet i strzelania artylerii

Warunki wykonania topogeodezyjnego przygotowania startów rakiet i strzelania artylerii mogą być różne. Zależą one od wielu czynników, spośród których najważniejszy wpływ mają miejsce i rola armii w ugrupowaniu operacyjnym frontu.

W pierwszej operacji zaczepnej armii najbardziej dogodne warunki do wykonania topogeodezyjnego przygotowania startów rakiet i strzelania artylerii powstaną wówczas, gdy wojska raketowe i artyleria zdążą na czas zająć planowany rejon wyjściowy. Jednak wnioski z ćwiczeń wskazują, że w warunkach gwałtownego narastania napięcia polityczno-militarnego nieprzyjaciel może dążyć do wykonania decydującego uderzenia na wojska osłonowe jeszcze przed zajęciem przez wojska frontu rejonów wyjściowych<sup>x/</sup>.

W takiej sytuacji wojska armii mogą wchodzić do bitwy częściami, z marszu, w miarę przybywania do rejonów działań poszczególnych związków taktycznych. Wówczas topogeodezyjne przygotowanie startów rakiet i strzelania artylerii realizowane będzie podczas rozwijania pododdziałów z marszu, w których to warunkach terminowe, a jednocześnie dokładne przygotowanie topogeodezyjne okaże się trudne. W tej sytuacji bowiem pododdziały specjalistyczne służby topograficznej nie będą miały możliwości rozwinięcia specjalnej sieci geodezyjnej, a pododdziały topogeodezyjne wojsk raketowych i artylerii zmuszone

---

x/ Prowadzenie pierwszej operacji zaczepnej armii. Biuletyn Informacyjny nr 1/128. Wyd. MON. 1979 r.

będą działać w nie przygotowanych rejonach stanowisk startowych i stanowisk ogniowych oraz w ograniczonym czasie.

W bitwie spotkaniowej również wystąpią bardzo trudne warunki. Szybkość działania zgrupowań artylerii, manewr dywizjonami i pułkami ograniczają czas wykonania prac topogeodezyjnych związanych zarówno z przygotowaniem wyjściowych danych geodezyjnych, jak i dowiązaniem elementów ugrupowania bojowego wojsk rakietowych i artylerii.

W opisanych wyżej przypadkach z sytuacji operacyjno-taktycznej wynikać będzie konieczność poświęcenia na topogeodezyjne przygotowanie startów rakiet i strzelania artylerii tylko tyle czasu, ile trwać będzie przejście tych wojsk z położenia marszowego do do położenia bojowego. Dlatego też pododdziały topogeodezyjne wojsk rakietowych i artylerii powinny dysponować wyjściowymi danymi geodezyjnymi na cały pas działania armii oraz środkami umożliwiającymi wykonanie dowiązania w dowolnych warunkach terenowych i atmosferycznych, a także w ograniczonej widoczności.

Topogeodezyjne przygotowanie ognia może być znacznie utrudnione w przypadku prowadzenia natarcia wzdłuż wybrzeża morskiego oraz przejścia na kierunku nadmorskim do obrony. W tych warunkach może zająć potrzeba manewru zgrupowaniami wojsk rakietowych i artylerii na kierunek działania desantu morskiego. Wystąpi wówczas konieczność topogeodezyjnego przygotowania rejonów stanowisk startowych i stanowisk ogniowych z marszu, a więc w bardzo ograniczonym czasie.

Podobnie jest w operacji obronnej. Wojska rakietowe i artyleria armii przechodzącej do obrony w bezpośredniej styczności

z nieprzyjacielem będą musiały dokonywać przegrupowań. Ponadto w wyniku aktywnego oddziaływania naziemnych środków ogniowych nieprzyjaciela i uderzeń jego lotnictwa, niektóre oddziały /pododdziały/ mogą utracić zdolność bojową. Powstanie zatem potrzeba zwiększenia ruchliwości wojsk, w tym także zgrupowań wojsk raketowych i artylerii, co pociągnie za sobą konieczność wielokrotnego przygotowywania topogeodezyjnego ognia. Wojska raketowe i artyleria będą musiały bowiem zmieniać dotychczas zajmowane rejony, z czym wiąże się konieczność przygotowywania tymczasowych i zapasowych rejonów stanowisk startowych i stanowisk ogniowych, tworzenia nowych zgrupowań artyleryjskich, organizowania działań pododdziałów rajdowych itp.

Przygotowanie topogeodezyjne jeszcze bardziej się komplikuje w działaniach armii drugiego rzutu operacyjnego frontu oraz operacyjnych grup manewrowych.

Wojska raketowe i artyleria wchodzące w skład armii drugiego rzutu - po wykonaniu długiego marszu z rejonu ześrodkowania znacznie oddalonego od linii styczności wojsk, a przed wprowadzeniem do walki - będą musiały sprawdzić przyrządy giroskopowe i nawigacyjne oraz określić odpowiednie poprawki. Ponadto rozwijanie oddziałów drugiego rzutu na rubieży wprowadzenia do walki może następować w warunkach zmasowanych uderzeń jądrowych i silnego oddziaływania ogniowego nieprzyjaciela, w którego wyniku wojska mogą utracić zdolność bojową. Wówczas trzeba będzie zastępować je innymi, a niekiedy nawet zmieniać kierunek marszu nowych oddziałów na rubieży wprowadzenia do walki.

W podanej wyżej sytuacji topogeodezyjne przygotowanie ognia

wojsk raketowych i artylerii będzie utrudnione, ponieważ oddziały /pododdziały/ mogą być zmuszone zajmować rejony nieplanowane, w których służba topograficzna armii nie zdąży rozwinąć specjalnej sieci geodezyjnej.

Natomiast oddziały /pododdziały/ wojsk raketowych i artylerii wchodzące w skład operacyjnych grup manewrowych, które z samej istoty charakteryzują się manewrowym działaniem<sup>x/</sup>, mogą mieć bardzo utrudnione warunki terminowego przygotowania topogeodezyjnego ognia ze względu na to, że wiele zadań będą musiały wykonywać z marszu.

Podsumowując można stwierdzić, że rozwój sztuki wojennej i środków walki, a przede wszystkim zwiększenie rozmachu operacji i możliwości manewrowych, zarówno wojsk własnych, jak i nieprzyjaciela, oraz skrócenie czasu przygotowywania środków walki do otwarcia ognia, doprowadziły do tego, że zakres prac topograficznych znacznie się rozszerzył, przy jednoczesnym zmniejszeniu ilości czasu, jaką dysponuje się na ich wykonanie.

### 1.3. Rodzaje i metody topogeodezyjnego dowiązania elementów ugrupowania bojowego wojsk raketowych i artylerii

Rodzaje i metody topogeodezyjnego dowiązania elementów ugrupowania bojowego wojsk zdeteminowane są głównie sytuacją operacyjno-taktyczną na polu walki oraz warunkami fizycznogeograficznymi i środkami znajdującymi się w wyposażeniu pododdziałów topogeodezyjnych.---

x/ Biuletyn Informacyjny nr 3/141/. Wyd. MON. Warszawa 1982 r.

Zgodnie z obowiązującymi obecnie zasadami<sup>x/</sup> rozróżnia się dwa rodzaje dowiązania, tj. na podstawie geodezyjnej oraz na podstawie mapy.

Dowiązanie na podstawie geodezyjnej z zasady wykonuje się w okresie przygotowania operacji /zaczepnej, obronnej/. W tej sytuacji oddział topogeodezyjny armii /frontu/ dla potrzeb wojsk rakietowych i artylerii rozwija specjalną sieć geodezyjną przedstawioną w tabeli 1.

Tabela 1

Specjalna sieć geodezyjna rozwijana dla potrzeb wojsk rakietowych i artylerii

Rodzaj sieci	Przeznaczenie sieci	Gęstość punktów	Odległość między punktami [d]	Błędy średnie		Głębokość od przedniego skrajaju pola
				współrzędnych /m <sub>x</sub> , m <sub>y</sub> /	azymutów /m <sub>T</sub> /	
SSG-15	BROT	1p/20km <sup>2</sup>		1,5 m	15"	60-80 km
SSG-30	drt	1p/10km <sup>2</sup>	2-6 km	3,0 m	30"	10-15 km
SSG-60	artyleria	1p/4-7 km <sup>2</sup>		4,5 m	60"	do 8 km

Źródło: Topogeodezja w wojskach rakietowych i artylerii. Art. 601/77. Wyd. MON. Warszawa 1977 r.

Na podstawie przedstawionej w tabeli 1 specjalnej sieci geodezyjnej pododdziały specjalistyczne wojsk rakietowych i artylerii wykonują różnymi metodami dowiązanie elementów ugrupowania bojowego swoich wojsk. W zależności od warunków terenowych i widoczności wyznaczają one współrzędne punktów w terenie /SS, SO, SDO itp/ wcięciami w przód i wstecz lub ciągami poligonowymi. Azymuty topograficzne kierunków orientacyjnych natomiast przenoszą od boków sieci geodezyjnej metodą ciągu kąтового. Czas dowiązania

x/ Instrukcja topogeodezyjna wojsk rakietowych i artylerii. Art. 549/74. Wyd. MON. Warszawa 1974 r.

jednego punktu wspomnianymi metodami wynosi około 8-10 godzin<sup>x/</sup>.

Dowiązanie na podstawie mapy realizuje się z zasady w dynamice walki, gdy czas na wykonanie prac topogeodezyjnych jest znacznie ograniczony. W tej sytuacji współrzędne elementów ugrupowania bojowego wojsk określa się względem punktów konturowych mapy przy użyciu przyrządów optycznych lub przy użyciu autotopografów. Azymuty topograficzne kierunków orientacyjnych natomiast wyznacza się sposobami: astronomicznym /metodą kąta godzinnego/, giroskopowym /przy użyciu girokompasów 1G5, 1G9, 1G17 i 1G25/, magnetycznie /przy użyciu kątomierza-busoli PAB-2A/ itp. Czas dowiązania jednego punktu, w zależności od warunków terenowych i atmosferycznych oraz stanu widoczności, wynosi 0,5 - 3,0 godzin<sup>xx/</sup>.

Z powyższego wynika, że czas dowiązania jednego stanowiska startowego /ogniowego/ na podstawie geodezyjnej jest kilkakrotnie dłuższy od czasu dowiązania pobieżnego, na podstawie mapy. Jednak dokładność wyznaczenia współrzędnych dowiązywanych elementów na podstawie sieci geodezyjnej /5-10 m/ jest kilkakrotnie większa od dokładności wyznaczenia ich na podstawie mapy/1 mm w skali mapy/. Dokładność azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych natomiast w obydwóch rodzajach dowiązania może być jednakowa, ponieważ obowiązująca w tym względzie instrukcja<sup>xxx/</sup> dopuszcza możliwość wyznaczania azymutów sposobem astronomicznym i giroskopowym podczas dowiązywania wykonywanego na podstawie sieci geodezyjnej.

x/ Vademecum operacyjne wojsk raketowych i artylerii. Art.660/80. Wyd. MON. Warszawa 1980 r.

xx/ Tamże.

xxx/ Instrukcja topogeodezyjna wojsk raketowych i artylerii. Art. 549/74. Wyd. MON. Warszawa 1974 r.

## Rozdział 2. STAN BADAŃ NAD PROBLEMEM TOPOGEODEZYJNEGO PRZYGOTOWANIA STARTÓW RAKIET I STRZELANIA ARTYLERII

Problematyka topogeodezyjnego przygotowania startów rakiet i strzelania artylerii w ujęciu kompleksowym nie jest szeroko omawiana we współczesnej literaturze. Na przestrzeni ostatnich kilkunastu lat ukazało się tylko dwa wydawnictwa /instrukcja i podręcznik/, omawiające wszechstronnie topogeodezyjne przygotowanie wojsk raketowych i artylerii, oraz kilka opracowań dotyczących topograficznego zabezpieczenia działań bojowych wojsk, w ramach którego można wyróżnić także topogeodezyjne przygotowanie wojsk raketowych i artylerii.

Stosunkowo szeroko natomiast omawiane są na łamach różnych czasopism zagadnienia wycinkowe, dotyczące wybranych zadań topogeodezyjnych. Do prac wzbogacających wiedzę o omawianym problemie można zaliczyć publikacje ukazujące się na łamach takich czasopism jak: *Myśl Wojskowa*, *Wojskowy Przegląd Techniczny* i *Przegląd Wojsk Lądowych*. Proponowane w tych pracach rozwiązania odnoszą się jednak do wąskiego wycinka przygotowania topogeodezyjnego i z zasady nie wykraczają poza szczebel drużyny topograficznej.

Próba oceny stanu badań nad problemem topogeodezyjnego przygotowania startów rakiet i strzelania artylerii dokonana została w ujęciu problemowym, przy czym w pierwszej kolejności zostaną omówione opracowania krajowe, a następnie zagraniczne.

### 2.1. Opracowania polskie

Analizując literaturę związaną z topogeodezyjnym przygoto-

waniem wojsk raketowych i artylerii wyróżnić można opracowania ogólne oraz specjalistyczne.

Do opracowań ogólnych trzeba zaliczyć prace obejmujące szerszy zakres wiedzy, a wyróżniające topograficzne przygotowanie wojsk raketowych i artylerii jako jeden z jej elementów. Należą do nich m.in. Instrukcja o zabezpieczeniu topograficznym działań bojowych wojsk<sup>x/</sup> oraz podręcznik pt. "Zabezpieczenie topogeodezyjne działań bojowych wojsk"<sup>xx/</sup>, w których podane zostały konkretne wzory działania i oficjalne poglądy na sposoby topograficznego zabezpieczenia wojsk, w tym także wojsk raketowych i artylerii. Opracowania te, ze względu na długi okres czasu, jaki upłynął od momentu ich wydania, w pewnym stopniu się zdezaktualizowały.

Nowszymi opracowaniami są: Instrukcja strzelania artylerii oraz Instrukcja startowa artylerii<sup>xxx/</sup>. Zawierają one m.in. wzorce postępowania podczas topogeodezyjnego dowiązywania stanowisk startowych, stanowisk ogniowych oraz elementów rozpoznania artyleryjskiego.

Do opracowań ogólnych można także zaliczyć opracowany przez płka mgra inż. Jana Węgrzyna podręcznik pt. "Zabezpieczenie topogeodezyjne"<sup>xxxx/</sup>, w którym stosunkowo szeroko, w porównaniu do innych rodzajów wojsk, omówiona została problematyka topogeodezyjnego przygotowania wojsk raketowych i artylerii. Na uwagę zasługuje fakt, że mimo zmian organizacyjno-technicznych dokonanych w wojskach raketowych i artylerii duża część ustaleń

x/ Instrukcja o zabezpieczeniu topograficznym działań bojowych wojsk. Szt. Gen. 288/62.

xx/ Zabezpieczenie działań bojowych wojsk. Szt. Gen. 495/70.

xxx/ Instrukcja startowa. Praca baterii startowej i plutonu technicznego. Art. 648/80. Wyd. MON.

xxxx/ Jan Węgrzyn - Zabezpieczenie topogeodezyjne. Wyd. MON. 1968 r.

z zakresu przygotowania topogeodezyjnego zachowało nadal swą aktualność.

Do prac wzbogacających wiedzę o topograficznym przygotowaniu wojsk raketowych i artylerii należy także opracowana przez ppłka dra Zdzisława Tomaszewskiego rozprawa doktorska<sup>x/</sup>, w której rozpatrywane są problemy aktualizacji map topograficznych podczas działań bojowych. Wiąże się to z rozpoznaniem terenu, w którego ramach pododdziały topogeodezyjne wojsk raketowych i artylerii mogą zbierać informacje.

Do bardzo wartościowych materiałów ogólnych zaliczyć należy także Materiały na konferencję naukową WAT pt. "Topogeodezyjne zabezpieczenie i rozpoznanie powietrzne działań bojowych wojsk"<sup>xx/</sup>.

Spośród referatów wygłoszonych na wspomnianej konferencji na szczególną uwagę zasługuje opracowanie płka mgra inż. Stanisława Leśniaka: "Zaopatrzenie wojsk w mapy topograficzne". Stanowi ono jedyną w literaturze polskiej na przestrzeni ostatnich kilkunastu lat publikację dotyczącą tego problemu. W opracowaniu autor podjął próbę optymalizacji zaopatrzenia wojsk w mapy topograficzne i daleko wykroczył poza ramy obowiązujących jeszcze w tym względzie poglądów.

Na łamach czasopism wojskowych natomiast topograficzne zabezpieczenie działań bojowych wojsk omówione zostało m.in. w Biuletynie Informacyjnym<sup>xxx/</sup>. Materiał tam zawarty dotyczy wszechstronnego zabezpieczenia topograficznego wojsk. Jednak ze względu na długi okres czasu, jaki upłynął od jego opublikowania, podane zasady zdezaktualizowały się.

- x/ Zdzisław Tomaszewski - Aktualizacja map topograficznych podczas działań bojowych. Rozprawa doktorska. Wyd. ASG. 1979 r.
- xx/ Materiały na konferencję naukową WAT. Wyd. WAT. Wewn. 3522/80.
- xxx/ Biuletyn Informacyjny 4/99/. Wyd. MON. 1970 r.

Z najnowszych opracowań ogólnych można wymienić także artykuł autora niniejszej rozprawy pt.: "Wybrane problemy topograficznego zabezpieczenia operacji zaczepnej armii"<sup>x/</sup>, w którym zwraca się uwagę na potrzebę pewnych przewartościowań w dotychczasowych poglądach na problem topogeodezyjnego przygotowania startów rakiet i strzelania artylerii.

Przechodząc do opracowań szczegółowych wymienić należy: Instrukcję topogeodezyjną wojsk raketowych i artylerii<sup>xx/</sup> oraz trzyczęściowy podręcznik: "Topogeodezja w wojskach raketowych i artylerii"<sup>xxx/</sup>, który jest jedynym kompleksowym opracowaniem obejmującym problematykę organizacji prac topogeodezyjnych, pomiarów terenowych i obliczeń rachunkowych oraz użytkowania sprzętu topogeodezyjnego. W stosunku do poprzednich opracowań podaje on nowsze sposoby wyznaczania współrzędnych i azymutów kierunków orientacyjnych. W podręczniku tym nie rozpatruje się jednak szerzej problemu zwiększenia dokładności współrzędnych i azymutów podczas pobieżnego dowiązania elementów ugrupowania bojowego wojsk.

Rozpatrując treść literatury przedmiotu z punktu widzenia przydatności jej dla praktyki wojska, wyróżnić należy opracowania dotyczące przygotowania wyjściowych danych geodezyjnych oraz topogeodezyjnego dowiązania elementów ugrupowania bojowego wojsk.

- x/ Julian Skrzyp - Wybrane problemy topograficznego zabezpieczenia operacji zaczepnej armii. Zeszyty Naukowe ASG. z.2. 1982.
- xx/ Instrukcja topogeodezyjna wojsk raketowych i artylerii. Art. 549/74. Wyd. MON. 1974 r.
- xxx/ Topogeodezja w wojskach raketowych i artylerii. cz. I Art.601/76, cz. II Art./614/77, cz. III Art.630/78.

Problematyką przygotowania wyjściowych danych geodezyjnych dla zgrupowań artylerii zajmowano się w Polsce już w okresie międzywojennym. Z publikacji tego okresu wymienić należy prace Adriana Marchanda i Józefa Olszewskiego pt.: "Topograficzne przygotowanie ognia"<sup>x/</sup> oraz Włodzimierza Czerniakowskiego pt.: "Uwagi o organizowaniu prac topograficznych na szczeblu pułku"<sup>xx/</sup>. Opracowania te dotyczyły dokładności współrzędnych punktów sieci geodezyjnej dla potrzeb artylerii, która wynosiła wówczas 2-5 m /obesnie 1,5-4,5 m/.

W okresie powojennym ukazało się kilka publikacji wzmiankujących jedynie o zakładaniu sieci geodezyjnych podczas ćwiczeń z brygadami rakiet. Mają one charakter sprawozdawczy. Jedyną publikacją zawierającą analizę wspomnianej sieci pod kątem potrzeb wojsk raketowych i artylerii jest referat wygłoszony przez ppłka mgra inż. Andrzeja Gutkowskiego i mgra inż. Krzysztofa Baszkiewicza na konferencji naukowej w Wojskowej Akademii Technicznej<sup>xxx/</sup>. Pominęta jest jednak w nim problematyka związana z określaniem poprawek girokompasów. W sytuacji, gdy wojska raketowe i artyleria zostały nasycone dużą ilością tego sprzętu, przygotowanie sieci umożliwiającej topogeodezyjne dowiązanie oraz określenie poprawek girokompasów i autotopografów wydaje się być koniecznością.

Wyznaczanie współrzędnych środków ogniowych i środków rozpoznania artyleryjskiego było tematem wielu prac. Najwięcej z nich dotyczy wyznaczania współrzędnych stanowisk startowych, najmniej natomiast wyznaczania współrzędnych środków rozpoznania artyle-

- 
- x/ Adrian Marchand, Józef Olszewski - Topograficzne przygotowanie ognia. Przegląd Artyleryjski 1932 r. z.9.  
xx/ Włodzimierz Czerniakowski - Uwagi o organizacji prac topograficznych na szczeblu pułku. Przegląd Artyleryjski 1936r. z.2i6.  
xxx/ Materiały na konferencję WAT. Wyd. WAT. Wewn. 3522. 1980 r.

ryjskiego, szczególnie rozpoznania dźwiękowego. Tematem tych publikacji były zarówno sposoby wyznaczania współrzędnych, jak i możliwości zwiększenia ich dokładności. Na łamach Przeglądu Wojsk Lądowych, Wojskowego Przeglądu Technicznego i Myśli Wojskowej autorzy artykułów przedstawiali graficzne i rachunkowe metody wyznaczania współrzędnych. Były to różnego rodzaju ciągi i wcięcia, wykonywane przy użyciu kątomierzy- busoli, teodolitów, dalmierzy optycznych, łaty mierniczej i taśmy. Mało jest natomiast publikacji dotyczących wyznaczania współrzędnych przy użyciu nowoczesnego sprzętu, za jaki można uznać girokompasy, autotopografy, dalmierze laserowe i radiodalmierze.

O zwiększaniu dokładności współrzędnych wyznaczanych przy użyciu autotopografów ukazało się tylko kilka artykułów w Przeglądzie Wojsk Lądowych. Na szczególną uwagę zasługuje artykuł płka mgra inż. Eugeniusza Pocięchy i mjr. mgra inż. Wojciecha Michalskiego pt.: "Zwiększenie dokładności wyznaczonych współrzędnych przy użyciu autotopografu" x/. Przy zastosowaniu tego sposobu można z wystarczającą dokładnością wyznaczyć współrzędne elementów ugrupowania bojowego wojsk rakietowych i artylerii. Powinien on znaleźć szerokie zastosowanie w topogeodezyjnym dowiązaniu elementów ugrupowania bojowego wojsk w okresie przygotowania operacji.

Istota omawianego sposobu zwiększania dokładności współrzędnych polega na wyeliminowaniu błędów systematycznych, a następnie wyrównaniu wyników pomiarów.

---

x/ Eugeniusz Pocięcha, Wojciech Michalski - Eliminacja błędów systematycznych ze współrzędnych punktów wyznaczonych autotopografem. Przegląd Wojsk Lądowych. 1979 r. z. 5 oraz Wyrównywanie ciągów wykonanych autotopografem. Przegląd Wojsk Lądowych. 1979 r. z. 11.

Spośród pozostałych publikacji traktujących o omawianym problemie można także wymienić artykuł ppłka mgra inża Roberta Gałążyna<sup>x/</sup>, dotyczący zwiększenia dokładności współrzędnych metodą tzw. wcięcia poligonowego. Metoda ta, ze względu na długi czas wyznaczania współrzędnych /około dwie godziny/, podobnie, jak metoda Pocięchy-Michalskiego, może znaleźć zastosowanie jedynie w okresie przygotowania operacji.

Autorzy wszystkich publikacji pomijają problem wyznaczania współrzędnych w okresie prowadzenia operacji. Dotyczy to zarówno działania artylerii w pościgu, podczas działań w ramach operacyjnych grup manewrowych, a szczególnie podczas rozwijania pododdziałów z marszu.

Tematyka wyznaczania współrzędnych przy użyciu girokompasów /wcięciem azymutalnym/ oraz dalmierzem laserowym i radiodalmierzem /wcięciem liniowym/ również jest pomijana we współczesnej literaturze wojskowej. Uwzględniając fakt, że wojska rakietowe i artyleria już obecnie dysponują nowoczesnymi girokompasami, a w najbliższej przyszłości mogą dysponować nowoczesnymi dalmierzami, opracowanie i upowszechnienie wyżej wymienionych sposobów wyznaczania współrzędnych uznać należy za konieczne.

Inny problem, bardzo istotny dla wojsk rakietowych i artylerii, stanowi orientowanie rakiet, dział i przyrządów w kierunku zasadniczym. Problematyka ta jest dość szeroko omawiana na łamach czasopism wojskowych, przy czym najwięcej publikacji dotyczy orientowania astronomicznego i magnetycznego. Godzi się tu podkreślić, że wymienione wyżej sposoby orientowania dział i przyrządów optycznych stosowane były w pododdziałach artylerii już w okresie międzywojennym.

x/ Robert Gałążyn - Zwiększenie dokładności określenia współrzędnych punktu za pomocą autotopografu. Przegląd Wojsk Lądowych 1973 r. z.12.

Od początku zastosowania obserwacji astronomicznych do orientacji dział i przyrządów istniał problem skrócenia czasu wyznaczenia azymutu. Dlatego wszystkie publikacje na ten temat dotyczyły spraw organizacyjno-technicznych, mających na celu usprawnienie metod obserwacji i obliczeń.

Obecnie istnieją możliwości skrócenia czasu obliczania azymutu w ramach kompleksowej automatyzacji procesu kierowania ogniem, jednak odbędzie się to kosztem uzależnienia pododdziałów topogeodezyjnych od ośrodka przetwarzania informacji. Problem ten we współczesnej literaturze jest całkowicie pomijany.

W zakresie orientowania magnetycznego we wszystkich publikacjach dotyczących wyznaczenia azymutów pomijany jest fakt występowania lokalnych anomalii magnetycznych, obniżających dokładność orientowania dział i przyrządów w kierunku zasadniczym.

W dotychczasowej literaturze pomijany jest także najszybszy sposób orientowania dział i przyrządów pododdziałów rozwijanych z marszu, tj. "przewożenia" azymutu za pomocą giroskopowego wskaźnika kierunku, znajdującego się w autotopografie. Jediną publikacją w tym przedmiocie jest artykuł autora rozprawy<sup>x/</sup>.

Również nie są omawiane zagadnienia wyrównywania azymutów topograficznych wyznaczonych przy użyciu girokompasów. Zagadnienie to, bardzo istotne dla pododdziałów rakiet, sprowadzone zostało do arytmetycznego "uśredniania" wyników, co w przypadku wyznaczania azymutów girokompasem 1G5 i 1G9 /podczas rozwijania pododdziałów rakiet z marszu/ nie zapewnia wymaganej dokładności orientowania rakiet R-300.

-----

x/ Julian Skrzyp - Orientowanie dział i przyrządów optycznych. Przegląd Wojsk Lądowych. 1981 r. z. 6.

Podsumowując aktualny stan wiedzy o omawianym problemie podkreślić należy, że najskromniej przedstawia się literatura dotycząca organizacji i wykonywania prac topograficznych w warunkach szczególnie trudnych, za jakie można uznać dynamikę działań, a szczególnie dynamikę przy ograniczonej widoczności.

## 2.2. Opracowania zagraniczne

Z dostępnych autorowi opracowań zagranicznych do najwartościowszych zaliczyć należy podręcznik: "Topogiedezičeskoje obiespiečenieje wojsk"<sup>x/</sup>, w którym zostały szeroko omówione zasady topogeodezyjnego zabezpieczenia dywizji, armii i frontu wojsk własnych, a także niektórych państw NATO. Zawarte w tym opracowaniu przemyślenia stały się dla autora niniejszej rozprawy punktem wyjścia do rozważań nad możliwością usprawnienia przygotowania startów rakiet i strzelania artylerii.

Z publikacji czasopiśmienniczych na szczególną uwagę zasługują artykuły: "Sriedztwa topograficzeskoj priwiazki w armijach NATO"<sup>xx/</sup> oraz "Łaziernyje dalnomiery"<sup>xxx/</sup>, przedstawiające poglądy i kierunki rozwoju sprzętu topograficznego w siłach zbrojnych niektórych państw NATO. Zgodnie z tymi poglądami topogeodezyjne przygotowanie startów rakiet i strzelania artylerii polowej zapewnić mają autonomiczne przyrządy bezwładnościowe /inercyjne/, umożliwiające wyznaczanie współrzędnych i azymutów w dowolnych warunkach terenowych i atmosferycznych, w różnych

---

x/ Topogiedezičeskoje obiespiečenieje wojsk. Wyd. Wojenno Topograficzeskoje Uprawlenie Generalnogo Sztaba. Moskwa s971.  
xx/ Wojennaja Mysl. 1979 r. z. nr 2.  
xxx/ Zarubiežnoje Wojennoje Obozrienije. 1980 r. z. nr 10.

warunkach widoczności oraz niezależnie od sieci geodezyjnej.

Z radzieckich wydawnictw cywilnych do bardzo wartościowych zaliczyć należy: "Giroskopiczeskije orientirowanie"<sup>x/</sup> oraz "Matematiczeskaja obrabotka radiogiedezičeskich izmierienij"<sup>xx/</sup> W wymienionych publikacjach autorzy przedstawiają nowoczesne sposoby wyznaczania współrzędnych i azymutów oraz wyrażają pogląd, że pomiary giroskopowe i radiotechniczne staną się w przyszłości podstawą pomiarów geodezyjnych.

Z dostępnych autorowi publikacji zachodnich na uwagę zasługuje artykuł płka inż. Manfreda Hortkopfa: "Die Vermessung in der Raketenartillerie"<sup>xxx/</sup>, w którym omówione zostały organizacja i wyposażenie pododdziałów topograficznych artylerii rakietowej Bundeswehry oraz wyrzutni rakietowych "Lance". Autor artykułu wyraża pogląd, że pododdziały artylerii konwencjonalnej będą bardzo często prowadzić ogień ze stanowisk zajętych z marszu. Biorąc pod uwagę, że ich ogień może być korygowany przez obserwatorów, autor jest zdania, iż terminowość topogeodezyjnego dowiązania stanowisk ogniowych należy zapewnić nawet kosztem jego dokładności.

Kolejnymi publikacjami, zwracającymi uwagę na zmiany w sposobach topogeodezyjnego dowiązania są artykuły: E. Fürsta "Artillerieaufklärung und Feuerleitung"<sup>xxxx/</sup> oraz J.A. Kivetta "PLRS for the U.S. Army and Marine Corps"<sup>xxxxxx/</sup>. Autorzy przed-

- 
- x/ N.N. Woronkow, N.M. Aszymow - Giroskopiczeskije orientirowanie. Wyd. "Nedra". 1973 r.  
xx/ W.A. Polewoj - Matematiczeskaja obrabotka riezultatow radiogiedezičeskich izmierienij. Wyd. "Nedra". 1971 r.  
xxx/ Manfred Hortkopf - Die Vermessung in der Raketenartillerie. Soldat und Technik. 1979 r. z.12.  
xxxx/ E. Fürst - Artillerieaufklärung und Feuerleitung. Trupendienst 1980 r. z.3.  
xxxxx/ J.A. Kivett - PLRS for the U.S. Army and Marine Corps. Signal 1979 r. z.8.

przedstawiają nowoczesne sposoby wyznaczania współrzędnych. Podają charakterystykę systemów kierowania ogniem artylerii Wielkiej Brytanii, Francji i Republiki Federalnej Niemiec. Ponadto wyrażają pogląd, że indywidualny użytkownik opracowywanych systemów nawigacyjnych, poruszający się pieszo, pojazdem lub samolotem /śmigłowcem/ będzie mógł określać swoje położenie z dokładnością do 15 m.

x

Z analizy literatury przedmiotu wynika, że jak dotychczas, brak jest opracowań dotyczących zakładania dla potrzeb wojsk raketowych i artylerii specjalnych sieci geodezyjnych, ze szczególnym uwzględnieniem sprawdzania i rektyfikacji girokompasów i autotopografów. Chodzi bowiem o stworzenie dla pododdziałów topogeodezyjnych tych wojsk warunków do określania poprawek przyrządów nawigacyjnych i wyeliminowania błędów systematycznych z wyników pomiarów.

Nie ma też materiałów z zakresu zaopatrywania oddziałów /pododdziałów/ w mapy topograficzne i specjalne mogących zastąpić specjalną sieć geodezyjną. Przystudiowanie dostępnych opracowań przedmiotowych umożliwiło jednak autorowi ukierunkowanie badań i sprecyzowanie wielu wniosków.

### Rozdział 3. MOŻLIWOŚCI USPRAWNIENIA TOPOGEODEZYJNEGO PRZYGOTOWANIA STARTÓW RAKIET W OPERACJACH ARMIJNYCH

#### 3.1. Analiza potrzeb i możliwości wojsk raketowych w zakresie topogeodezyjnego przygotowania startów raket.

Na dokładność trafienia rakieta w cel wywierają wpływ: błąd rozrzutu  $m_r$  oraz błąd przygotowania danych do startów  $m_p$ , na który składają się błędy przygotowania technicznego  $m_{pt}$  i błędy przygotowania topogeodezyjnego  $m_{ptg}$ .

Przy rozpatrywaniu wpływu błędów przygotowania topogeodezyjnego na dokładność trafienia rakieta w cel uwzględniono właściwości konstrukcyjne sprzętu /donośność raket, ich rozrzut i inne/, przyjmując takie rozwiązania, w którym wpływ błędu będzie minimalny<sup>x/</sup>. Ustalono więc współczynniki korelacji prac topogeodezyjnych, wyrażające zależności między wielkościami poszczególnych błędów /tabela 2/.

Tabela 2

Wartość współczynników korelacji prac topogeodezyjnych wykonywanych dla potrzeb wojsk raketowych

Typ raket	$K = \frac{m_r}{m_p}$	$K_1 = \frac{m_t}{m_{ptg}}$	$K_2 = \frac{m_{x,yC}}{m_{x,ySS}}$	$K_3 = \frac{m_D \cdot \rho}{m_{T_{kz}} \cdot D}$	$K_4 = \frac{m_D}{m_{D_z}}$
R-300	2	2	2	2	3
R-70	1	2	3	3	3

Źródło: Topogeodieziczeskoje obiespieczenie wojsk, cz. I. Wyd. Wojenno-Topograficzeskoje Uprawlenie Generalnogo Sztaba. Moskwa 1971 r.

x/ Topogeodieziczeskoje obiespieczenie wojsk, cz. I. Wyd. Wojenno-Topograficzeskoje Uprawlenie Generalnogo Sztaba. Moskwa 1971

W oparciu o powyższe współczynniki obliczono dopuszczalną wartość średniego błędu topogeodezyjnego dowiązania stanowisk startowych /tabela 3/.

Tabela 3

Wymagana dokładność topogeodezyjnego dowiązania  
stanowisk startowych

Typ raket	Średni błąd wyznaczania		
	współrzędnych		azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych / $m_T$ /
	$m_{x,y}$	$m_z$	
R-300	40 - 65 m	20 m	0,8 - 1,5
R-70	40 - 45 m	10 m	5'

Źródło: Topogeodeziczkeskoje obiespieczeniye wojsk, cz. I Moskwa 1971 r.

Na podstawie podanych w tabeli 2 wartości średniego błędu topogeodezyjnego dowiązania stanowisk startowych / $m_{dtg}$ / można ustalić dopuszczalną wartość średniego błędu wyjściowych danych geodezyjnych / $m_{wdg}$ / . Przyjmując warunek, że:  $m_{wdg} \leq 0,4m_{dtg}$ , dopuszczalny średni błąd wyjściowych danych geodezyjnych przyjmie wartości podane w tabeli 4.

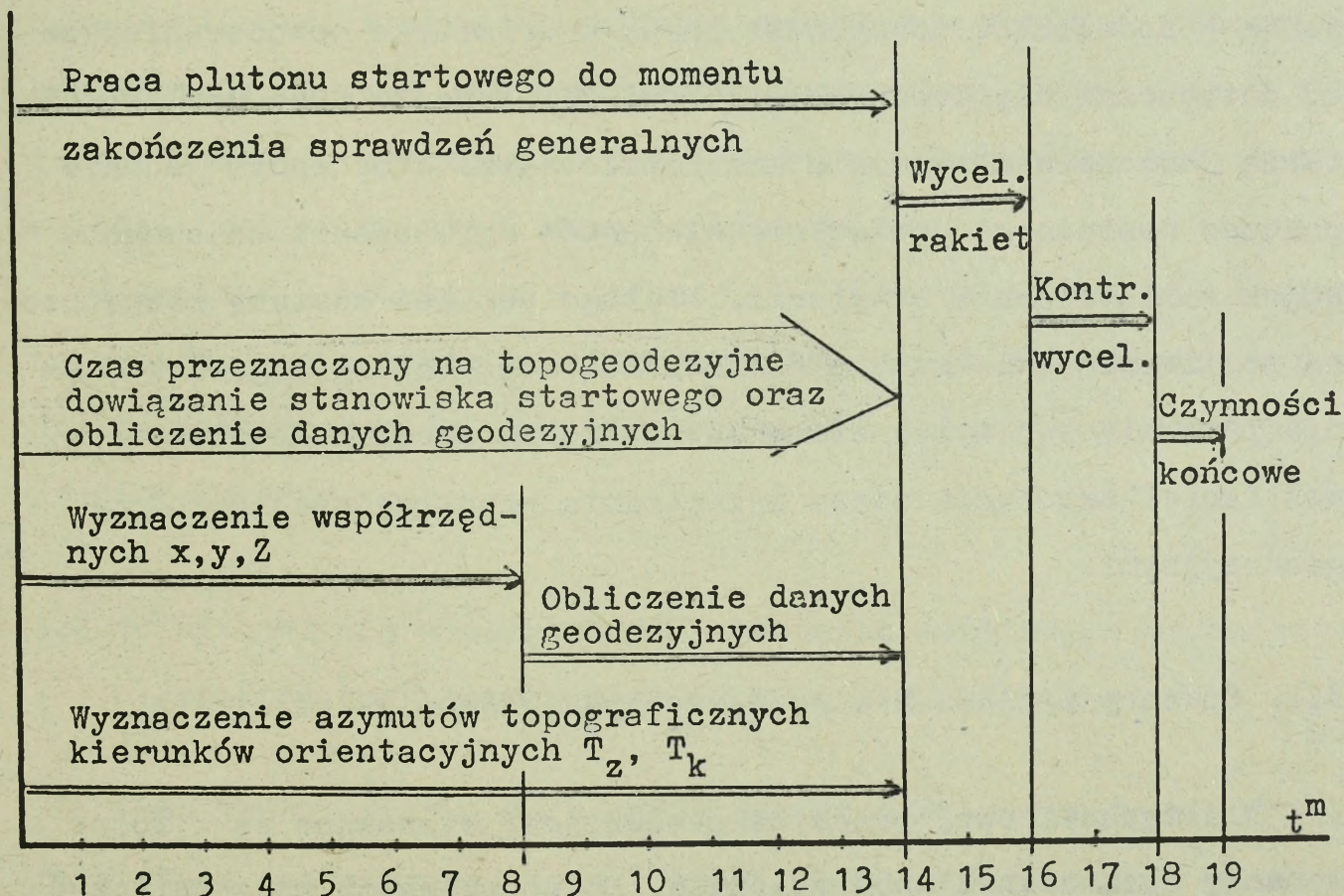
Tabela 4

Wymagana dokładność wyjściowych danych geodezyjnych  
dla wojsk raketowych

Typ raket	Wartość średniego błędu wyjściowych danych geodezyjnych		
	$m_{x,y_{wdg}}$ /m/	$m_{z_{wdg}}$ /m/	$m_{T_{wdg}}$ /min.kąt/
R-300	16 - 26	8	0,3 - 0,6
R-70	16 - 18	4	2

Źródło: Opracowanie własne.

Rozpatrzmy teraz potrzeby wojsk raketowych w zakresie terminowości dowiązania stanowisk startowych. Termin dowiązywania uwarunkowany jest zawsze sytuacją operacyjno-taktyczną oraz czasem niezbędnym na doprowadzenie rakiet z położenia marszowego do położenia bojowego /gotowości nr 1/. W sytuacjach skrajnych, np. gdy zajdzie potrzeba wykonania startu rakiety R-300 znajdującej się w gotowości nr 3, czas na dowiązanie stanowiska startowego wyniesie około 18 minut /rys. 1/. Odliczając jeszcze czas potrzebny na przygotowanie danych do startu, wynoszący średnio 4 minuty, na dowiązanie stanowiska startowego pozostaje zaledwie 14 minut.



Rys. 1. Czas doprowadzenia rakiety /R-300/ z gotowości nr 3 do gotowości nr 1.

Z analizy możliwości pododdziałów topogeodezyjnych brygady rakiet operacyjno-taktycznych i dywizjonu rakiet taktycznych wynika, że jedynie zmechanizowany sposób dowiązania może zapewnić terminowość wyznaczenia współrzędnych i azymutów. Sposoby geodezyjne natomiast zapewniają dużą dokładność dowiązania, jednak wykonywanie pomiarów zajmuje kilka godzin. Na przykład: tempo wykonywania ciągu poligonowego przy użyciu teodolitu wynosi 1 km w czasie 1 godziny. Ponadto pomiary terenowe uzależnione są od różnych czynników zewnętrznych, jak: pokrycie terenu i jego ukształtowanie, warunki obserwacji itp.

Czas dowiązania stanowisk startowych sposobami geodezyjnymi można jednak skrócić przez lepszą organizację pracy oraz wyposażenie pododdziałów topogeodezyjnych w dalmierze nowocześniejsze od dotychczas użytkowanych DDI /DDI-3/. Ponadto duże możliwości tkwią jeszcze w dowiązaniu zmechanizowanym, stosowanym jedynie podczas pobieżnego dowiązania elementów ugrupowania bojowego wojsk raketowych i artylerii. Dlatego poniżej zostaną rozpatrzone możliwości zwiększenia dokładności topogeodezyjnego dowiązania wspomnianych wyżej elementów sposobem zmechanizowanym oraz możliwości skrócenia czasu wyznaczania współrzędnych metodami geodezyjnymi.

### 3.2. Sposoby wyznaczania współrzędnych stanowisk startowych

W dotychczasowej praktyce geodezyjnej stosowane są różne sposoby wyznaczania współrzędnych. Do popularnych można zaliczyć wzięcia katowe i ciągi poligonowe oraz wspomniany wyżej sposób zmechanizowany, przy użyciu autotopografu.

Obecnie, gdy pododdziały topogeodezyjne wojsk rakietowych dysponują girokompasami o stosunkowo dużej dokładności, pomiary kątowe straciły nieco ze znaczenia na korzyść pomiarów azymutalnych. W związku z tym podstawowym sposobem wyznaczania współrzędnych na podstawie geodezyjnej powinny być wcięcia azymutalne, a nie kątowe. Podobnie jest z pomiarami liniowymi. W dotychczasowej praktyce pomiar odległości wykonywany jest taśmą mierniczą lub dalmierzem DDI /DDI-3/ z wykorzystaniem łaty; jest on bardzo czasochłonny. W związku z tym pododdziały topogeodezyjne wojsk rakietowych nie stosują w praktyce wcięć liniowych do wyznaczania współrzędnych stanowisk startowych. Jednak obecnie istnieją możliwości wyposażenia tych pododdziałów w dalmierze laserowe i radiodalmierze. Pomiar odległości przy użyciu tych przyrządów zostanie znacznie uproszczony, a czas pracy skrócony. Następstwem tego powinna być zmiana sposobów wyznaczania współrzędnych. Powszechnie zastosowanie znajdują: promieniowanie i wcięcie liniowe.

W związku z powyższym w dalszej części rozdziału omówione zostaną sposoby wyznaczania współrzędnych stanowisk startowych przy użyciu autotopografów oraz girokompasów i dalmierzy laserowych /radiodalmierzy/.

### 3.2.1. Wyznaczanie współrzędnych stanowisk startowych na podstawie punktów konturowych mapy przy użyciu autotopografu

Mapy topograficzne będą mogły spełniać dla wojsk rakietowych rolę sieci geodezyjnej, jeżeli średni błąd współrzędnych punktów konturowych nie przekroczy wartości podanej w tabeli 4. Obecnie wykonywane mapy charakteryzują się średnim błędem położenia punktu

konturowego 0,6 mm w skali mapy.<sup>x/</sup> Natomiast użytkownik mapy, podczas graficznego określania współrzędnych tego punktu, także popełnia błąd o wielkości 0,6 mm.<sup>xx/</sup> Sumaryczny błąd położenia punktu konturowego, określonego graficznie, wynosi więc około 0,85 mm w skali mapy. Wobec tego średni błąd współrzędnych  $m_x$  i  $m_y$  wyniesie:  $0,85 \text{ mm} : \sqrt{2} = 0,6 \text{ mm}$ . Jego wartość w zależności od skali mapy przedstawia tabela 5.

Tabela 5

Średni błąd współrzędnych punktów konturowych map topograficznych

Skala mapy	Wartość błędu w metrach	
	współrzędnych x i y	wysokości z
1: 10 000	6	3
1: 25 000	15	3
1: 50 000	30	6
1: 100 000	60	9

Źródło: Opracowanie własne /błąd wysokości warstwiczy przyjęto według instrukcji topogeodezyjnej wojsk rakietowych i artylerii - Art.549/74/.

Z tabeli 5 wynika, że wszystkie mapy w skalach od 1:10 000 do 1:50 000 mogą zapewnić wymaganą dla wojsk rakietowych dokładność określenia wysokości stanowisk startowych.

Rozpatrując natomiast możliwości wykorzystania map do wyznaczania współrzędnych stanowisk startowych przy użyciu autotopografu należy, niezależnie od błędów punktów konturowych, uwzględnić także błędy pracy aparatury nawigacyjnej podane w tabeli 6.

x/ Zabezpieczenie topogeodezyjne działań bojowych wojsk. Szt. Gen. 495/70.

xx/ Średni błąd prac graficznych jest mniejszy i wynosi około 0,3 mm w skali mapy. Do analizy przyjęto 0,6 mm ponieważ w warunkach polowych prace te wykonywane są w różnych sytuacjach; najczęściej w pośpiechu i ograniczonej widoczności.

Tabela 6

Średni błąd współrzędnych wyznaczonych autotopografem

Długość drogi marszu w km	R o d z a j t e r e n u		
	równinny /m/	falisty /m/	górzysty /kąt spadu 10-15°/ /m/
do 3	15	22	100
do 5	22	30	230
do 7	30	45	370

Źródło: Topografieodzieżiczeskoje obiespieczenie wojsk. Wyd. Wojenno-Topograficzeskoje Uprawlenie Generalnogo Sztaba. Moskwa 1971 r.

Przyjmując za podstawę do obliczeń wielkość błędów podaną w tabelach 5 i 6, można ustalić sumaryczną wartość błędu wyznaczenia współrzędnych stanowisk startowych w zależności od skali mapy, długości drogi marszu oraz rodzaju terenu /tabela 7/.

Tabela 7

Średni błąd współrzędnych stanowisk startowych wyznaczonych na podstawie punktu konturowego mapy przy użyciu autotopografu

Skala mapy i rodzaj terenu	D ł u g o ś ć c i a g u		
	do 3 km /m/	do 5 km /m/	do 7 km /m/
<u>1 : 10 000</u>			
- teren równinny	17	23	32
- teren falisty	23	31	45
<u>1 : 25 000</u>			
- teren równinny	21	27	33
- teren falisty	27	33	48
<u>1 : 50 000</u>			
- teren równinny	33	38	43
- teren falisty	38	43	54
<u>1 : 100 000</u>			
- teren równinny	62	64	68
- teren falisty	64	68	75

Źródło: Obracowanie własne.

Na podstawie wyników zawartych w tabeli 7 można stwierdzić, że w terenie równinnym i falistym współrzędne stanowisk startowych, wyznaczone autotopografem na podstawie punktów konturowych map w skalach od 1:10 000 do 1:50 000 spełniają wymagania dokładnościowe przedstawione w tabeli 3.

Na podstawie praktycznych ćwiczeń z wojskami oraz pomiarów doświadczalnych<sup>x/</sup> stwierdzono, że faktyczna dokładność współrzędnych wyznaczonych przy użyciu autotopografów jest jednak nieco mniejsza /tabela 8 i załączniki 1 + 6/. Z tego względu zachodzi potrzeba wprowadzania do uzyskanych wyników odpowiednich poprawek.

Rozpatrzmy teraz, w jakim stopniu autotopografy zapewniają terminowość wyznaczenia współrzędnych stanowisk startowych pododdziałów rakiet rozwijanych z marszu.

Czas niezbędny ze względów technicznych na przygotowanie rakiet R-300 i R-70 do startów wynosi około 14 minut /po uwzględnieniu czasu potrzebnego na przygotowanie danych do startów/. Aby w tak krótkim czasie można było wyznaczyć współrzędne stanowisk startowych zajmowanych z marszu, autotopografy jadące w kolumnach marszowych pododdziałów muszą mieć uruchomioną aparaturę nawigacyjną i bez przerwy określać współrzędne.

Po przybyciu na wybrane stanowisko startowe obsługa autotopografu może dysponować czasem 8 - 10 minut na dojazd do najbliższego punktu konturowego /punktu sieci geodezyjnej/ i powrót na stanowisko startowe. Przy prędkości jazdy 40 km/godz. i średniej odległości między punktami konturowymi mapy /punktami sieci

---

x/ Julian Skrzyp: Analiza dokładności wyznaczenia współrzędnych przy użyciu autotopografu. Praca magisterska. Wydawnictwo WAT 1976 r.

geodezyjnej/ 3-4 km<sup>x/</sup> czas przejazdu wyniesie około 6 minut. Na wyznaczenie poprawek do określanych współrzędnych pozostaje tylko 2 + 4 minuty. Można je określić jedynie w przybliżeniu.

W celu zwiększenia dokładności współrzędnych stanowisk startowych do ich wyznaczania, w myśl instrukcji startowej<sup>xx/</sup>, wykorzystuje się dwa autotopografy. W przypadku dysponowania tylko jednym autotopografem, współrzędne wyznacza się na podstawie dwóch przejazdów od różnych punktów wyjściowych.

Zgodnie ze wspomnianą instrukcją stanowiska startowe uważa się za dowiązane z dostateczną dokładnością, jeżeli różnica współrzędnych /x,y/ punktów startu, wyznaczonych dwoma autotopografami lub dwukrotnie jednym autotopografem, nie przekracza 150 m. Wtedy za ostateczne przyjmuje się współrzędne równe:

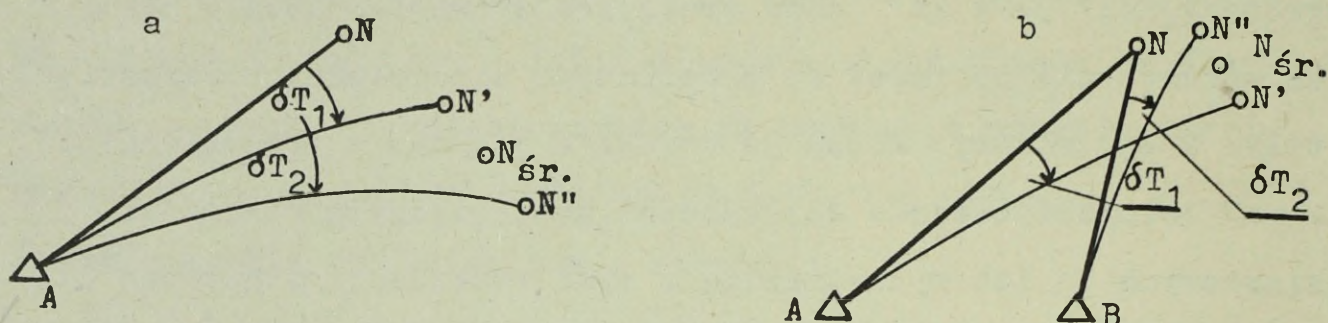
$$x_{\text{śr.}} = \frac{x_1 + x_2}{2}, \quad y_{\text{śr.}} = \frac{y_1 + y_2}{2}.$$

Taki sposób obliczania średniej wartości współrzędnych jest uzasadniony jedynie wówczas, gdy aparatura nawigacyjna nie jest obciążona błędem dewiacji /tzn. zejściem osi głównej giroskopu z ustalonego kierunku/. Jednak w sytuacji, gdy wykorzystywane do topogeodezyjnego dowiązania stanowisk startowych autotopografy posiadają jednakową pod względem znaku /kierunku/ dewiację osi giroskopu, ciągi nimi wykonane zostaną skrócone o kąty  $\delta T_1$  i  $\delta T_2$  /rys. 2/.

---

x/ Na ZTDW gęstość punktów sieci geodezyjnej waha się w granicach 1p/2km<sup>2</sup> do 1p/20km<sup>2</sup>, z których 70% można będzie zidentyfikować w terenie. Dokładność tych punktów wynosi od 1 do 10 m. Źródło: Topogeodezja w wojskach rakietowych i artylerii. Art. 601/76. Wyd. MON.

xx/ Instrukcja startowa - Praca baterii startowej i plutonu technicznego. Zestaw 9K72. Art. 648/80. Wyd. MON.



Rys. 2. Wpływ błędu dewiacji osi giroskopu na dokładność wyznaczenia współrzędnych:

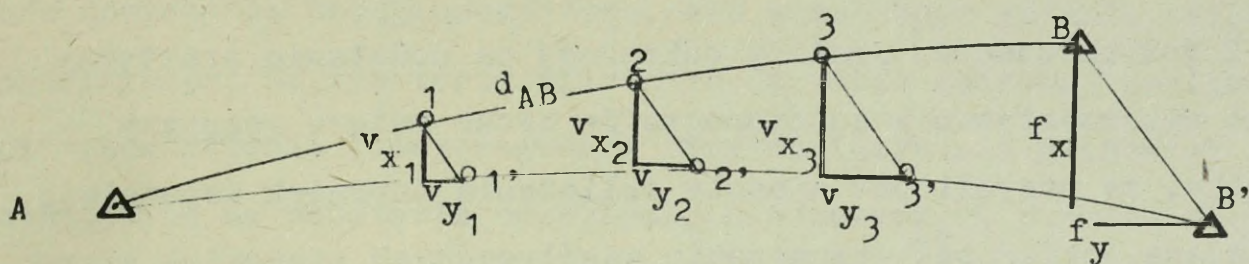
- a/ Współrzędne wyznaczone dwoma autotopografami na podstawie jednego punktu wyjściowego,
- b/ Współrzędne wyznaczone jednym autotopografem na podstawie dwóch punktów wyjściowych.

Wielkość dewiacji /a tym samym "skreću" ciągów/ uzależniona jest od wielu czynników, z których bardzo ważnym jest zmiana szerokości geograficznej miejsca pracy autotopografu. Przy zmianie tej szerokości powyżej dwóch stopni /222 km/ należy ustawić na pulpicie sterowniczym autotopografu właściwą jej wartość i sprawdzić aparaturę nawigacyjną /wykonać rektyfikację, określić poprawki i ocenić dokładność pracy/.

Niespełnienie powyższych wymagań odbije się ujemnie na dokładności wyznaczanych współrzędnych. Powstaje w tym miejscu pytanie: w jaki sposób zapewnić wymaganą dokładność współrzędnych stanowisk startowych /40-65 m/ wyznaczanych przy użyciu autotopografów we współczesnych, jakże dynamicznie przebiegających, operacjach armijnych.

Z analizy problemu wynika, że zwiększyć dokładność współrzędnych wyznaczanych za pomocą autotopografu można poprzez dokładną rektyfikację aparatury nawigacyjnej<sup>x/</sup> oraz przybliżone wyrównanie wyników pomiarów polowych. Sposób tego wyrównania przedstawia tabela 8 oraz załączniki 1+3.

x/ Sposób rektyfikacji podany jest w instrukcjach użytkownika autotopografów.



Rys. 3. Przybliżone wyrównanie współrzędnych wyznaczonych autotopografem.

Z rysunku 3 wynika, że poprawki  $v_x$  i  $v_y$  można obliczyć na podstawie wzorów:

$$v_{x_1} = \frac{f_x \cdot d_{A1}}{d_{AB}}, \quad v_{x_2} = \frac{f_x \cdot d_{A2}}{d_{AB}}, \quad v_{x_3} = \frac{f_x \cdot d_{A3}}{d_{AB}};$$

$$v_{y_1} = \frac{f_y \cdot d_{A1}}{d_{AB}}, \quad v_{y_2} = \frac{f_y \cdot d_{A2}}{d_{AB}}, \quad v_{y_3} = \frac{f_y \cdot d_{A3}}{d_{AB}},$$

- w których:  $f_x, f_y$  - różnica między współrzędnymi końcowego punktu ciągu odczytanymi z katalogu a wyznaczonymi autotopografem;
- $d_{Ai}$  - odległość przebyta autotopografem od punktu początkowego A do dowiązywanego i;
- $d_{AB}$  - odległość przebyta autotopografem od punktu początkowego A do końcowego B.

Przykład wyrównania współrzędnych według powyższych zasad przedstawia tabela 8.

Tabela 8

Przybliżone wyrównanie współrzędnych wyznaczonych autotopografem						
Nr pktu	Współrzędne punktów		Odległość przebyta autotopografem	Różnica $f_x, f_y$ na punkcie końc.	Poprawki	
	początkowego /końcowego/	dowiązywanych			$v_x$ /m/	$v_y$ /m/
A	65 312					
1	49 049	64 860	1400		- 19	64 879
		50 110			+ 23	50 087
2		64 201	2220		- 30	64 231
		50 730			+ 36	50 694
B	63 470	63 425	3305	- 45		
	51 789	51 843		+ 54		

Źródło: Opracowanie własne.

Z dotychczasowej analizy dokonanej na podstawie praktycznego wykorzystywania autotopografów przez autora rozprawy wynika, że przybliżone sposoby obliczania poprawek zapewniają wymaganą dokładność wyznaczania współrzędnych stanowisk startowych rakiet tyktycznych i operacyjno-taktycznych /załączniki 1 + 3/. Autotopografy mogą więc być z dużym powodzeniem wykorzystywane w terenie, którego mapy w skali 1:50 000 wojska raketowe posiadają.

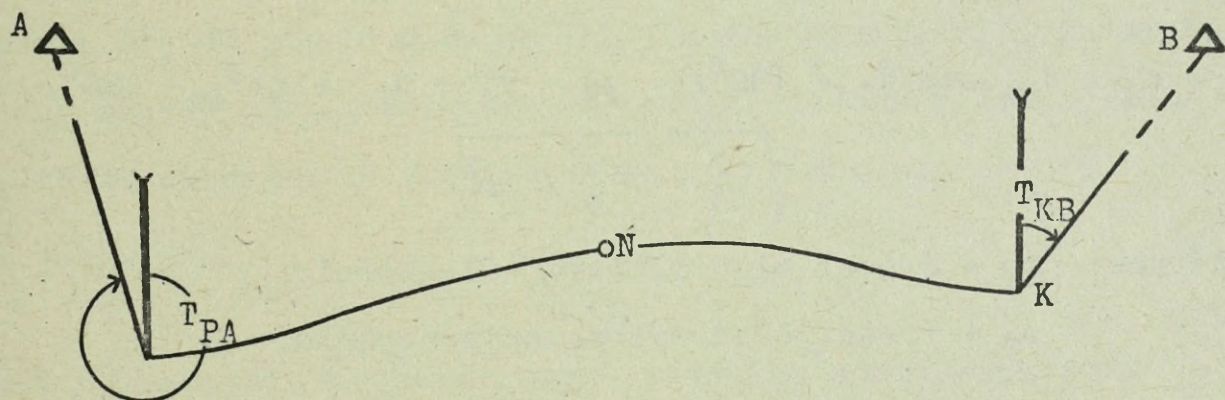
Dla ułatwienia wyznaczania współrzędnych przy użyciu autotopografów drużyny zmechanizowanego dowiązania powinny dysponować mapami specjalnym, tj. mapami danych geodezyjnych. Dzięki takiej mapie operator, śledząc wskazania liczników współrzędnych, będzie mógł na bieżąco w czasie marszu porównywać je ze współrzędnymi nadrukowanymi na mapę i wprowadzać odpowiednie poprawki. W tej sytuacji samodzielny oddział topogeodezyjny /sotg/ armii /frontu/ powinien więcej wysiłku skierować na przygotowanie map z danymi geodezyjnymi.

### 3.2.2. Wyznaczenie współrzędnych sposobem kombinowanym

Możliwości pododdziałów topogeodezyjnych w zakresie dowiązania stanowisk startowych można zwiększyć wyposażając je w dalmierze laserowe. Dalmierze te w połączeniu z posiadanymi przez pododdziały girokompasami, mogą stać się bardzo praktycznym zestawem przyrządów do dowiązania stanowisk startowych. Celowe jest więc wyposażenie w te przyrządy drużyn zmechanizowanego dowiązania. Co prawda, nie zmieni to w sposób radykalny sposo-

bów dowiązania topogeodezyjnego, ale w znacznym stopniu zwiększy operatywność drużyn topograficznych, a także zwiększy możliwości wykorzystania autotopografów przy dowiązywaniu stanowisk startowych na podstawie odległych, niedostępnych punktów sieci geodezyjnej.

Drużyna zmechanizowanego dowiązania dysponując dalmierzem laserowym będzie mogła wyznaczyć współrzędne stanowisk startowych przy użyciu autotopografu na podstawie dowolnego punktu P /rys. 4/, z którego będzie widoczny punkt sieci geodezyjnej /trygonometr, kościół, komin fabryczny itp./, mimo, że będzie on odległy /w granicach zasięgu dalmierza/ i niedostępny dla autotopografu.



Rys. 4. Wyznaczenie współrzędnych stanowiska startowego przy użyciu autotopografu na podstawie niedostępnych punktów sieci geodezyjnej.

Współrzędne punktu początkowego P oraz końcowego K można wyznaczyć tzw. promieniowaniem, wykonanym przy użyciu girokompassu i dalmierza laserowego, bez konieczności wykonywania pomiarów w punkcie sieci geodezyjnej A /B/. Pomiary w tym przypadku wykonuje się w punktach początkowym P i końcowym K. Czas wyznaczenia współrzędnych punktu P /K/ uzależniony jest od czasu wyz-

naczenia azymutu  $T_{PA} / T_{KB}$  girokompasem i odległości  $d_{PA} / d_{KB}$ .  
Ponieważ prace te mogą być wykonywane równolegle, czas pomiarów wykonywanych w punkcie P /K/ wyniesie 15 - 20 minut.

Współrzędne stanowisk startowych, które z zasady wybiera się w terenie zakrytym, wyznacza się autotopografem, wykonując w tym celu przejazd od punktu początkowego P, poprzez dowiązywane stanowisko startowego do punktu końcowego K.

Sprawdźmy, jakiej można oczekiwać dokładności współrzędnych stanowiska startowego wyznaczonych tym sposobem; na ich dokładność wywierają bowiem wpływ nie tylko błędy autotopografu, ale także błędy położenia punktów P i K.

Współrzędne x i y punktu P /K/ oraz średni błąd jego położenia można obliczyć na podstawie wzorów:

$$x_P = x_A + d_{PA} \cdot \cos / T_{PA} \pm 180^\circ /, \quad y_P = y_A + d_{PA} \cdot \sin / T_{PA} \pm 180^\circ /,$$

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

w których:  $m_d$  - średni błąd pomiaru odległości;  
 $m_T$  - średni błąd wyznaczenia azymutu.

Ponieważ dalmierz laserowy zapewnia dokładność pomiaru odległości w granicach  $\pm 10$  m, a girokompas /1G9 i 1G17/ - wyznaczenie azymutu z dokładnością  $\pm 30''$ , to średni błąd położenia punktu P /oraz jego współrzędnych/, przyjmie wartości podane w tabeli 9.

Tabela 9

Sposób orientacji i	Odległość $d_{PA} / d_{KB}$ w km				
	2	4	6	8	10
średni błąd: (Girokompasem 1G9 i 1G17)					
- położenia punktu	10	10,1	10,2	10,4	10,6
- współrzędnych $m_x, m_y$	7	7	7	7	7

Po uwzględnieniu średniego błędu pracy autotopografu /tabela 6/ średni błąd współrzędnych stanowiska startowego przyjmie wartości podane w tabeli 10.

Tabela 10

Średni błąd współrzędnych stanowiska startowego wyznaczonych autotopografem na podstawie dwóch punktów niedostępnych

Rodzaj terenu	Długość drogi marszu /ciągu/ w km		
	do 3	do 5	do 7
Równinny	21 m	26 m	36 m
Falisty	26 m	36 m	48 m

Źródło: Opracowanie własne.

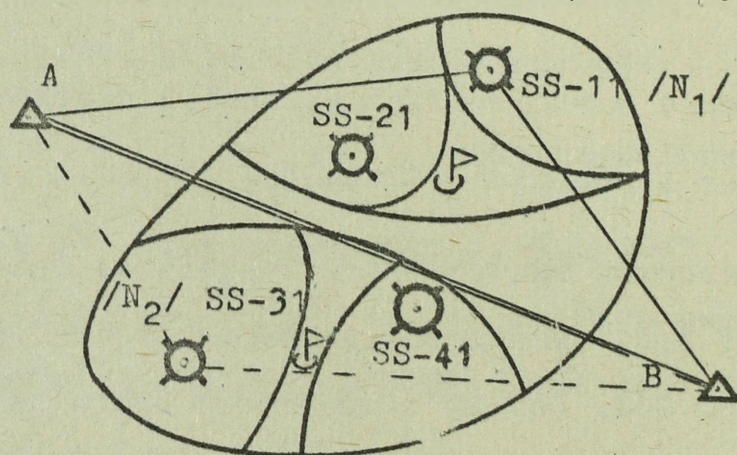
Porównując wartości błędów przedstawione w tabeli 10 z wartościami błędów podanymi w tabeli 7 można stwierdzić, że wyżej opisany sposób wyznaczania współrzędnych zapewnia ich dokładność równą dokładności uzyskanej na podstawie mapy w skali 1:25 000.

### 3.2.3. Wyznaczenie współrzędnych stanowisk startowych przy użyciu radiodalnierni.

W dotychczasowych rozważaniach zakładano, że oddziały i pododdziały rakiet będą dysponowały mapami topograficznymi w skali co najmniej 1:50 000. Jednak w przypadku braku takich map zajdzie potrzeba założenia specjalnej sieci geodezyjnej, jako podstawy do topogeodezyjnego dowiązania stanowisk startowych. Sieć tę powinien założyć oddział topogeodezyjny armii /sotg/ we współdziałaniu z szefostwem wojsk rakietowych i artylerii armii.

W przypadku zaistnienia konieczności nagłej zmiany planowanych rejonów stanowisk startowych /z czym na współczesnym polu walki należy się liczyć/, oddział topogeodezyjny armii, rozwijający sieć w planowanym rejonie, nie będzie mógł w terminie założyć takiej sieci w rejonie nieplanowanym, zajmowanym przez brygadę /dywizjon/. W tej sytuacji pododdziały topogeodezyjne brygady rakiet /dywizjonu/ będą musiały we własnym zakresie, bez zagęszczania sieci geodezyjnej, dowiązać stanowiska startowe.

Przy obecnym wyposażeniu pododdziałów topogeodezyjnych w sprzęt pomiarowy mają one ograniczone możliwości wykonania tego zadania. Problem dowiązania stanowisk startowych można jednak w znacznym stopniu rozwiązać wykorzystując do pomiarów liniowych dalmierzy mikrofalowych /radiodalmierzy/. Brygada rakiet, dysponując dwoma zestawami tych przyrządów /po jednym w dywizjonie/, będzie mogła dowiązać stanowiska startowe w terenie o rzadkiej sieci /1 punkt na 50 km<sup>2</sup>/ bez potrzeby jej zagęszczania.



Rys. 5. Wyznaczenie współrzędnych stanowisk startowych przy użyciu radiodalmierzy

Istotę dowiązania stanowisk startowych przy użyciu radiodalmierzy przedstawia rysunek 5. Stacje nadawcze radiodalmierzy

umieszczone /przy wykorzystaniu śmigłowców/ w punktach sieci geodezyjnej A i B oraz stacje odbiorcze znajdujące się na stanowiskach startowych poszczególnych dywizjonów zapewnią możliwość jednoczesnego pomiaru odległości przez obydwa dywizjony.

Na podstawie zmierzonych odległości  $d_{AN}$  i  $d_{BN}$  można obliczyć współrzędne punktu N /N'/ metodą wcięcia liniowego. Korzystając z wzorów podanych przez W.A. Polewoja<sup>x/</sup> otrzyma się:

$$\begin{aligned}x_N &= x_A + p \cdot \cos T_{AB} + h \cdot \sin T_{AB} \\ y_N &= y_A + p \cdot \sin T_{AB} - h \cdot \cos T_{AB}\end{aligned} \quad \text{gdy} \quad d_{AN} < d_{BN}$$

lub

$$\begin{aligned}x_N &= x_B + p \cdot \cos T_{BA} + h \cdot \sin T_{BA} \\ y_N &= y_B + p \cdot \sin T_{BA} - h \cdot \cos T_{BA}\end{aligned} \quad \text{gdy} \quad d_{AN} > d_{BN}$$

w których:

$$p = \frac{d_{AN}^2 - d_{BN}^2 + d_{AB}^2}{2d_{AB}}; \quad q = \frac{-d_{AN}^2 + d_{BN}^2 + d_{AB}^2}{2d_{AB}}; \quad h = \sqrt{d_{AN}^2 - p^2} = \sqrt{d_{BN}^2 - p^2}$$

Średni błąd położenia punktu N oblicza się według wzoru:

$$m_N = \frac{m_d^2}{\sin^2 \gamma}$$

w którym:  $m_d$  - średni błąd pomiaru odległości;

$\gamma$  - kąt wcięcia /kąt zawarty między kierunkami mierzonych odległości.

Stosując wielokrotnie wcięcie liniowe można wyznaczyć współrzędne wszystkich stanowisk startowych w obydwóch dywizjonach. Dokładność wyznaczonych tym sposobem współrzędnych będzie zależała nie tylko od dokładności pomiaru odległości, ale także od kształtu trójkąta utworzonego przez dwa punkty sieci geodezyjnej i punkt dowiązywany. Wartość tego błędu, w zależności od

x/ W.A. Polewoj - Matematическая обработка результатов радио-  
геодезических измерений. Wyd. "Nedra". Moskwa 1971 r.

dokładności pomiaru odległości i wielkości kąta wcięcia, przedstawia tabela 11, natomiast przykład rozwiązania zadania - tabela 12.

Tabela 11

Średni błąd położenia stanowiska startowego dowiązanego liniowym wcięciem w przód na podstawie dwóch punktów sieci geodezyjnej

Kąt wcięcia /o/	Średni błąd położenia stanowiska startowego /m/							
	5	10	15	20	25	30	35	40
30	14	28	42	57	71	86	98	112
40	11	22	33	44	55	66	77	88
50	9	18	27	37	46	55	64	73
60	8	16	24	32	41	48	55	64
70	7	15	23	30	38	45	52	60
80	7	14	22	29	36	43	50	57
90	7	14	21	28	35	42	49	56
100	7	14	22	29	36	43	50	57
110	7	14	22	29	38	45	52	60
120	8	16	24	32	41	48	55	64
130	9	18	27	37	46	55	64	73
140	11	22	33	44	55	66	77	88
150	14	28	42	57	71	86	98	112

Źródło: Opracowanie własne.

W przypadku braku czasu na wykonywanie wielokrotnych wcięć można się ograniczyć do wyznaczenia współrzędnych tylko jednego stanowiska startowego każdej baterii. W tej sytuacji współrzędne tego stanowiska mogłyby być wykorzystane do wyznaczenia współrzędnych pozostałych stanowisk startowych poszczególnych baterii. Prace z tym związane wykonywałyby drużyny dowiązania zmechanizowanego.

Zaletą wspomnianego sposobu wyznaczania współrzędnych jest jego niezależność od warunków terenowych i atmosferycznych

oraz od warunków widoczności; wadą natomiast jest zależność od zakłóceń radioelektronicznych.

Tabela 12

Obliczenie współrzędnych stanowiska startowego sposobem liniowego wcięcia w przód na podstawie dwóch punktów sieci geodezyjnej

Oznaczenia	Z punktu A	Oznaczenia	Z punktu B	Szkic	
$d_{AB}$	16 529	$T_{AB}$	$75^{\circ}21'50''$		
$d_{AN}$	15 497	$d_{BN}$	17 315		
p	6 460	q	10 069		
sin	0,98 755	cos	0,25269		
$h'$	14 086	$h''$	14 086		
$x_A$	52 655	$x_B$	56 831		
$x_N - x_A$	15 262	$x_N - x_B$	11 085		
$y_A$	48 466	$y_B$	64 459		Sprawdzenie
$y_N - y_A$	2 698	$y_N - y_B$	-13 302		$d_{AN} = \sqrt{(x_N - x_A)^2 + (y_N - y_A)^2}$
$x_N$	67 917	$x_N$	67 916		
$y_N$	51 164	$y_N$	51 157		

Źródło: Opracowanie własne.

Podsumowując rozważania dotyczące wyznaczania współrzędnych stanowisk startowych można stwierdzić, że szczególnie przydatny dla wojsk raketowych jest sposób zmechanizowany. Zapewnia on bowiem terminowe dowiązanie topogeodezyjne stanowisk startowych z wymaganą dokładnością. Wyposażenie wojsk raketowych w dalmierze laserowe oraz w radiodalmierze znacznie zwiększy ich możliwości w zakresie wyznaczania współrzędnych w trudnych warunkach terenowych i skomplikowanej sytuacji operacyjno-taktycznej.

### 3.3. Wyznaczanie azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych

Zestawy raketowe R-300 i R-70 charakteryzują się tym, że nie posiadają autonomicznego systemu orientowania. Wycelowanie rakiet i wyrzutni odbywa się na podstawie azymutów topograficznych dwóch kierunków orientacyjnych, określonych sposobem giroskopowym, astronomicznym lub geodezyjnym, a w niektórych sytuacjach magnetycznym.

Określanie azymutu topograficznego kierunku orientacyjnego sposobem geodezyjnym jest czasochłonne i we współczesnych, dynamicznych działaniach bojowych może być stosowane w bardzo ograniczonym zakresie. Pozostają zatem dwa sposoby wyznaczania azymutu, tj. giroskopowy i astronomiczny, bowiem sposób magnetyczny, jako nie spełniający wymagań dokładnościowych, nie będzie tu rozpatrywany.

Orientowanie giroskopowe ma wiele zalet. Do najważniejszych z nich można zaliczyć niezależność wyznaczenia azymutu od:

- sieci geodezyjnej;
- warunków terenowych i atmosferycznych;
- pory roku i doby /warunków widoczności/;
- zakłóceń radioelektrycznych;
- tempa działań bojowych.

Z tego względu orientowanie giroskopowe powinno stać się zasadniczym sposobem wyznaczania azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych. W dotychczasowej praktyce nie jest ono jeszcze zasadniczym sposobem orientowania. Wynika to z wymogów instrukcji topogeodezyjnej<sup>x/</sup>, zgodnie z którymi podczas dowiąza-

x/ Instrukcja topogeodezyjna wojsk raketowych i artylerii.  
Art. 549/74. Wyd. MON.

nia na podstawie geodezyjnej azymuty kierunków orientacyjnych wyznacza się od boków sieci geodezyjnej. Co prawda, wspomniana instrukcja dopuszcza możliwość stosowania orientowania giroskopowego podczas dowiązywania na podstawie geodezyjnej, ale jest to tylko zezwolenie, a nie nakaz. Takie ujęcie zagadnienia było słuszne wtedy, gdy pododdziały topogeodezyjne wojsk raketowych dysponowały girokompasami 1G5.

Obecnie jednak wojska raketowe armii dysponują girokompasami typu 1G9 i 1G17<sup>x/</sup>, które, w odróżnieniu od 1G5, charakteryzują się większą dokładnością pracy i krótszym czasem wyznaczania azymutu/tabela 13/. Z tego względu konieczna jest zmiana poglądów wielu specjalistów wojskowych na możliwości wykorzystania girokompasów dla potrzeb pododdziałów startowych oraz uniezależnienia się tych pododdziałów w zakresie orientowania od pododdziałów służby topograficznej armii /frontu/.

Tabela 13.

Ważniejsze dane taktyczno-techniczne girokompasów

Metoda	T y p      g i r o k o m p a s u						
	1G5	1G9	1G17	1G25	Gi-B1	Gi-B2	Gi-S2
wyznaczenia azymutu							
Na podstawie:							
- dwóch punktów nawrotu	20 <sup>m</sup> 2,2'	16 <sup>m</sup> 1,0'	12 <sup>m</sup> 0,5'	11 <sup>m</sup> 0-01	40-50 <sup>m</sup> 15-20"	40-50 <sup>m</sup> 10-15"	25 <sup>m</sup> 30"
- trzech punktów nawrotu		20 <sup>m</sup> 0,5'					
- czterech punktów nawrotu	30 <sup>m</sup> 1,5'						

Uwaga: W liczniku podano czas wyznaczania azymutu /w minutach/ w mianowniku natomiast - średni błąd wyznaczenia tego azymutu /1G5, 1G9 i 1G17 w minutach kątowych, 1G25 w tysięcznych, Gi-B1, Gi-B2 i Gi-S2 w sekundach/.

x/ Girokompassy 1G9 i 1G17 znajdują się w zestawie autotopografu UAZ-452T, natomiast girokompassy 1G5 - w zestawie wyrzutni.

Z analizy przeprowadzonej w punkcie 3.1. wiadomo, że azymuty topograficzne kierunków orientacyjnych do wycelowania rakiet powinny być wyznaczone w czasie około 14 minut. Z tabeli 13 wynika, że girokompasy 1G9 i 1G17 zapewniają terminowe wyznaczenie azymutu zarówno dla pododdziałów rakiet operacyjno-taktycznych, jak i rakiet taktycznych.

Girokompasy typu 1G5, które dotychczas znajdują się w zestawie raketowym R-300 oraz w zestawie autotopografów typu TMG, nie zapewniają wymaganej dokładności ani terminowości wyznaczenia azymutu.

Rozpatrzmy teraz orientowanie astronomiczne. Przy założeniu, że każdy pluton startowy będzie dysponował girokompasem typu 1G9 lub 1G17, orientowanie astronomiczne może być dodatkowym sposobem wyznaczania azymutów. Może ono odegrać dość istotną rolę w tzw. sytuacjach awaryjnych/na przykład w sytuacji awarii girokompasu/. Ponadto może być wykorzystywane do wyznaczania azymutu kierunku wzorcowego, gdy zajdzie potrzeba określenia poprawki kątomierza-busoli oraz girokompasu /na przykład po przewiezieniu go w pojeździe nieetatowym/.

Orientowanie astronomiczne ma wiele zalet, do których można zaliczyć jego niezależność od:

- oddziaływania radioelektronicznego nieprzyjaciela;
- punktów sieci geodezyjnej;
- rzeźby terenu i jego pokrycia;
- dynamiki działań i rozśrodkowania wojsk;
- pory roku i doby;
- anomalii i burz magnetycznych.

Prawdą natomiast jest, że orientowanie astronomiczne ma tylko jedną, ale bardzo istotną wadę. Jest nią zależność od warunków atmosferycznych, a ściślej mówiąc - od stanu zachmurzenia. Mimo to orientowanie astronomiczne jest obecnie, obok orientowania giroskopowego, zasadniczym sposobem wyznaczania azymutu do wycelowania rakiet /wyrzutni/. Przeważały tu bowiem jego różnorodne zalety.

Czas trwania wyznaczania azymutu sposobem astronomicznym, mimo trzykrotnego w stosunku do okresu sprzed lat dwudziestu, skrócenia czasu, jest jeszcze obecnie dłuższy od czasu technicznie niezbędnego na przygotowanie rakiet z gotowości nr 3 do gotowości nr 1 /rysunek 1/. Zasadniczym czynnikiem przyspieszającym wyznaczenie azymutu tym sposobem może być automatyzacja obserwacji i obliczeń, wykonywanych obecnie przez odpowiednich funkcyjnych.

Jednym ze sposobów skrócenia czasu orientowania astronomicznego, zalecanym w instrukcji topogeodezyjnej wojsk raketowych i artylerii,<sup>x/</sup> a nie realizowanym w praktyce, może być sporządzenie tabel azymutów dla planowanych rejonów stanowisk startowych. Tabele takie mógłby sporządzać ośrodek przetwarzania informacji sztabu armii w oparciu o dane przedstawione przez szefostwo wojsk raketowych i artylerii.

Wspomniane rozwiązanie może, zdaniem autora, znaleźć zastosowanie jedynie w okresie przygotowywania operacji /zaczepnej, obronnej/. W okresie jej prowadzenia, ze względu na ciągłą zmia-

x/ Instrukcja topogeodezyjna wojsk raketowych i artylerii  
Art. 549/74.

ną rejonów stanowisk startowych, zadanie to będzie trudne do zrealizowania. Dodając do tego jeszcze konieczność powielania wydruków maszynowych w celu zaopatrzenia w tabele każdej drużyny topogeodezyjnej wojsk raketowych, wydaje się wątpliwe, aby omawiany sposób usprawnienia wyznaczania azymutów z obserwacji astronomicznych był stosowany w praktyce.

Skrócenie czasu wyznaczania azymutów z obserwacji astronomicznych można uzyskać drogą kompleksowej automatyzacji procesu kierowania startami rakiet. Jednak niezależnie od tego pododdziały topogeodezyjne wojsk raketowych powinny posiadać inne niż automatyczne środki zapewniające im możliwość określenia azymutu w czasie około 10 minut. Wynika to z dwóch przyczyn:

1. Orientowanie astronomiczne może być wykorzystywane do wycelowania rakiet, i w tym wypadku konieczna jest wcześniejsza znajomość azymutu w celu dokonania wewnętrznej kontroli dowiązania stanowisk startowych.

2. Pododdziały topogeodezyjne mogą działać w oderwaniu od baterii startowych, a określane przez nie azymuty mogą być wykorzystywane do innych celów, np. do orientowania autotopografów i określania poprawki kątomierza-busoli. W tej sytuacji zachodzi potrzeba obliczania ich bezpośrednio na stanowisku pracy.

Uwzględniając wyżej wymienione problemy, autor uważa, że optymalnym rozwiązaniem będzie zestawienie tabel azymutów ciała niebieskiego na określone pasy równoleżnikowe /w kierunku wschód zachód/. Koncepcja takich tabel omówiona została w rozprawie doktorskiej autora<sup>x/</sup>. Zaopatrzenie pododdziałów topogeodezyjnych we wspomniane tabele uniezależni je w zakresie orientowania od zakłóceń radioelektronicznych, na które w czasie przekazywania informacji do automatycznego przetwarzania mogą one być narażone.

x/ Julian Skrzyp: Właściwości przygotowania topograficznego w brygadzie rakiet operacyjno-taktycznych podczas działania w terenie górzystym. Wyd. ASG. 1979 r.

### 3.3.1. Metody zwiększania dokładności azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych.

Zwiększyć dokładność azymutów można poprzez wykonanie dodatkowych pomiarów, np dwukrotne wyznaczenie azymutu danego kierunku i wyrównanie obserwacji.

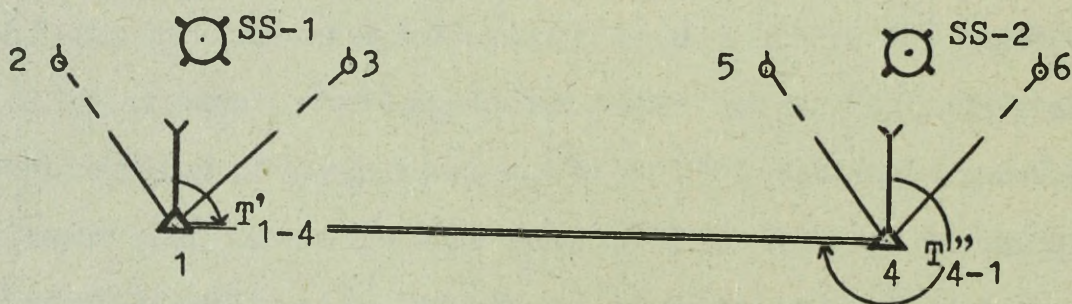
W dotychczasowej praktyce wyrównanie azymutów wykonuje się drogą uśredniania wyników pomiaru. Ten sposób zwiększania dokładności orientowania rakiet jest właściwy jedynie w przypadku wyznaczania azymutów przyrządami charakteryzującymi się jednakowymi błędami. Jednak baterie startowe obecnie dysponują girokompasami typu 1G5 /średni błąd wyznaczenia azymutu z czterech punktów nawrotu 1,2' natomiast z dwóch punktów nawrotu - 2,5'/ i girokompasami 1G9 lub 1G17 /średni błąd azymutu wyznaczonego z trzech punktów nawrotu 0,5'/, oraz teodolitami, przy użyciu których można wyznaczać azymuty sposobami geodezyjnym i astronomicznym. Dokładność tych azymutów też jest różna. Biorąc jeszcze pod uwagę, że optymalna dokładność azymutów kierunków orientacyjnych do wycelowania rakiet operacyjno-taktycznych wynosi 0,6' - 1,5', należy liczyć się z potrzebą wyrównywania azymutów wyznaczonych różnymi sposobami oraz przyrządami o różnej dokładności.

W związku z powyższym w dalszej części rozprawy zostaną omówione proponowane metody wyrównywania azymutów wyznaczonych różnymi sposobami, ze szczególnym uwzględnieniem orientowania giroskopowego.

### 3.3.1.1. Wyrównanie azymutów przeciwnych /odwrotnych/

W sytuacji przedstawionej na rysunku 6 azymuty dla poszczególnych rakiet wyznacza się niezależnie. W punkcie 1 wyznacza się azymut  $T_{1-2}$  i  $T_{1-3}$ , natomiast w punkcie 4 - azymuty  $T_{4-5}$  i  $T_{4-6}$ .

W celu uzyskania większej dokładności azymutów kierunków orientacyjnych korzystniej jest wyznaczyć dodatkowo azymuty kierunków  $T'_{1-4}$  i  $T''_{4-1}$ , a następnie przeprowadzić wyrównanie wszystkich kierunków orientacyjnych.



Rys. 6. Stanowisko startowe o dwóch punktach startu przy wzajemnej widoczności między nimi.

W przypadku wyznaczania azymutów girokompasami o jednakowej dokładności, poprawki do wyznaczonych azymutów oblicza się według znanych w geodezji wzorów:

$$V_1 = V_2 = - \frac{1}{2} / T'_{1-4} - / T''_{4-1} \pm 180^\circ //$$

Azymut wyrównany jest w tym przypadku równy średniej arytmetycznej azymutów odwrotnych.

Natomiast w przypadku wyznaczenia azymutów  $T'_{1-4}$  i  $T''_{4-1}$  girokompasami o niejednakowej dokładności lub różnymi sposobami wówczas zachodzi potrzeba zrównoważenia obserwacji. Na przykład gdy

azymut  $T'_{1-4}$  wyznaczono girokompasem 1G17 z błędem średnim  $m_g = 30''$ , a azymut  $T'_{4-1}$  orientowaniem astronomicznym z błędem średnim  $m_a = 1,5'$  to wagi obserwacji - zgodnie z rachunkiem wyrównania<sup>x/</sup> przyjmą wartości:

$$p_a = \frac{u^2}{m_a^2}; \quad p_g = \frac{u^2}{m_g^2}$$

Dla  $p_a = 1$   $u = m_a$  oraz  $p_g = \frac{m_a^2}{m_g^2} = \frac{90^2}{30^2} = 9$ .

Z powyższego wynika, że orientowanie giroskopowe ma większą wagę niż orientowanie astronomiczne, czyli do azymutu wyznaczonego girokompasem 1G17 można mieć większe zaufanie niż do azymutu wyznaczonego z obserwacji astronomicznych. Przykład wyrównania azymutu przedstawia tabela 14.

Tabela 14

Wyrównanie azymutu kierunku wyznaczonego orientowaniem astronomicznym i giroskopowym ( $m_a = 1,5'$ ,  $m_g = 30''$ )

Nr punktu	Azymuty wyznaczone w terenie	Wagi /p/	o b l i c z e n i a				
			t	p.t	$\delta$	p. $\delta$	p. $\delta\delta$
$T_{1-4}$	$106^{\circ}16'10''$	9	0	00	-10	90	900
$T_{4-1}$	286 17 45	1	95	95	-85	-85	7225
$T_o$	106 16 10	10	95	95		+ 5	8125

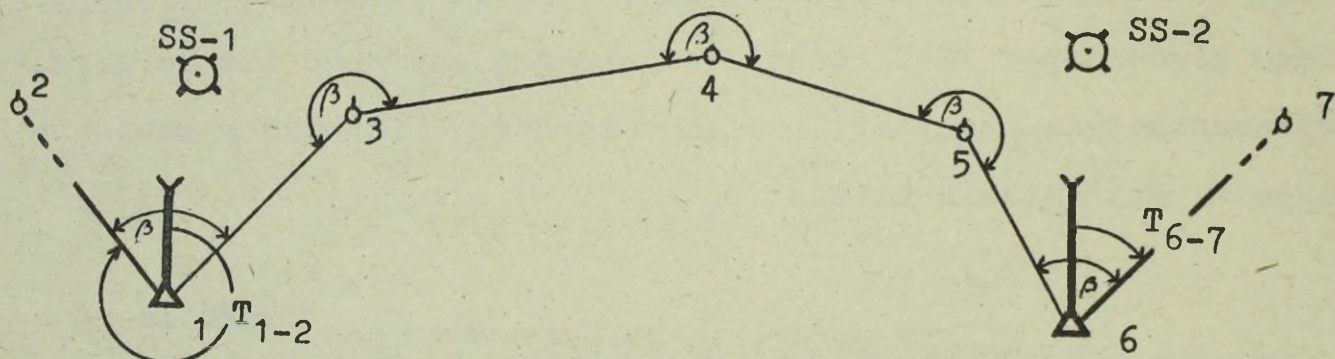
$$T'_{1-4}/\text{wyrów.} = T_o + \frac{p \cdot t}{p} = 106^{\circ}16'10'' + \frac{95''}{10} = 106^{\circ}16'20''.$$

$$M = \pm \sqrt{\frac{p\delta\delta}{p/n-17}} = \pm \sqrt{\frac{8125}{10}} = \pm 29''$$

x/ Michał Gałda, Jerzy Gaździcki, Aleksander Skórczyński: Ćwiczenia z obliczeń geodezyjnych i rachunku wyrównawczego. Wyd. Politechnika Warszawska.

3.3.1.2. Wyrównanie azymutów kierunków orientacyjnych  
wyznaczonych girokompasem i teodolitem

W sytuacji braku wzajemnej widoczności między punktami startu /rys. 7/ azymuty topograficzne kierunków orientacyjnych  $T_{1-2}$  i  $T_{6-7}$  wyznacza się girokompasem, natomiast  $T_{1-3}$  i  $T_{6-5}$  - ciągiem kątowym poprowadzonym z punktu 1 do 6 poprzez punkty 3, 4 i 5. W tym przypadku kierunkami nawiazania ciągu 1-3-4-5-6 są azymuty kierunków  $T_{1-2}$  i  $T_{6-7}$ .



Rys. 7. Wyznaczenie azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych girokompasem i teodolitem

W rozpatrywanej sytuacji równanie poprawek w przyjmie postać wzoru:

$$v_{T_{1-2}} = -v_{T_{6-7}} + n \cdot v_{\beta} + W = 0$$

w którym: wyraz wolny  $W$  można obliczyć z zależności:

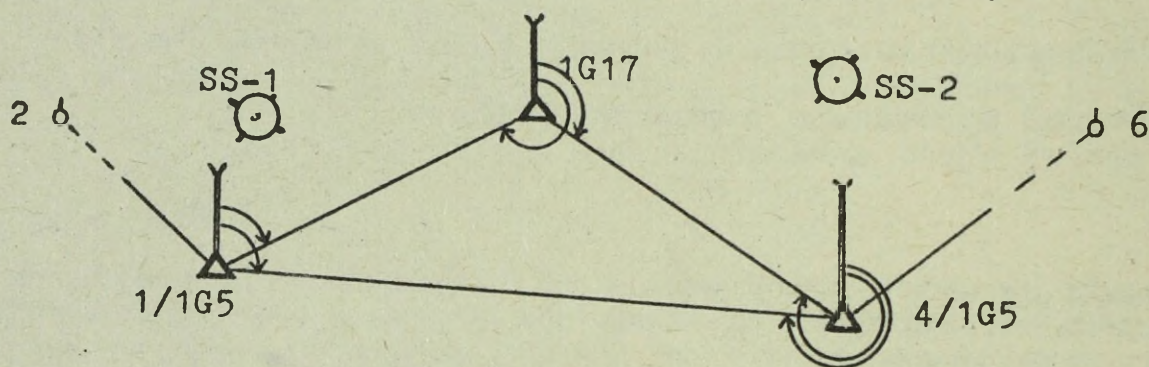
$$W = T_{1-2} - T_{6-7} + \sum_1^n \beta_i - (n + 1) \cdot 180^\circ.$$

Azymuty topograficzne  $T_{1-2}$  i  $T_{6-7}$  wyznaczone girokompasem 1G9 lub 1G17 obarczone są średnim błędem przyrządu  $m_g = 30''$ , natomiast kąty  $\beta$  średnim błędem  $m_{\beta}$ . W przypadku wykonywania



### 3.3.1.3. Wyrównanie azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych wyznaczonych trzema girokompasami

Podczas rozwijania pododdziałów raket z marszu na stanowisku startowym mogą być rozwinięte trzy girokomпасы /dwa z plutonów startowych i jeden z drużyny topogeodezyjnej/. W tej sytuacji optymalne jest rozmieszczenie ich w trójkącie /rys. 8/.



Rys. 8. Rozmieszczenie girokompasów w trójkącie

Po wyznaczeniu azymutów każdym girokompasem uzyska się dwie nadliczbowe obserwacje, na których podstawie zgodnie z wzorami podanymi przez N.N.Woronkova i N.M. Aszimowa<sup>x/</sup> można napisać równania warunkowe:

$$\begin{aligned}v_1 - v_2 + w_1 &= 0 \\v_2 - v_3 + w_2 &= 0.\end{aligned}$$

Przechodząc do równań normalnych korelat otrzyma się:

$$\begin{aligned}2k_1 - k_2 + w_1 &= 0 \\-k_1 + 2k_2 + w_2 &= 0.\end{aligned}$$

Korelaty wyniosą:

$$\begin{aligned}k_1 &= -\frac{1}{3}w_1 + \frac{1}{2}w_2 \\k_2 &= -\frac{1}{3}w_1 + 2w_2.\end{aligned}$$

---Poprawki do zaobserwowanych kierunków będą równe:

x/ N.N.Woronkow, N.M. Aszimow: Girokompasowe orientowanie. Wyd. "Nedra". Moskwa 1973 r.

Poprawki do zaobserwowanych kierunków wyniosą:

$$V_1 = k_1 = -\frac{1}{3}/2W_1 + W_2/$$

$$V_2 = -k_1 + k_2 = \frac{1}{3}/W_1 - W_2/$$

$$V_3 = -k_2 = \frac{1}{3}/W_1 + 2W_2/.$$

Wyrazy wolne  $W_1$  i  $W_2$  oblicza się po uprzednim doprowadzeniu do spełnienia warunku kątów w trójkącie, tzn. po obliczeniu kątów trójkąta /z różnicy nie wyrównanych jeszcze azymutów/ i wprowadzeniu ewentualnych poprawek w celu spełnienia warunku:

$\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 - 180^\circ = 0$ . Poprawkę oblicza się według wzoru:

$$V_\alpha = \frac{W}{6} \text{ /przykład w tabeli 16/.$$

Tabela 16

Wyrównanie azymutów topograficznych wyznaczonych trzema girokompasami

Azymut wyznaczony girokompasem	Kąt obliczony z różnicy azymutów	Poprawka kątów	Kierunki poprawione	Poprawka azymutów	Azymuty wyrównane
T <sub>1-2</sub> 61°23'25"	11°07'15"	- 3"	61°23'22"	- 23	61°23'00"
T <sub>1-3</sub> 72 30 40		+ 3	72 30 43	- 23	72 30 20
T <sub>2-1</sub> 241 24 05	21 12 05	+ 4	241 24 09	+ 8	241 24 17
T <sub>2-3</sub> 220 12 00		- 3	220 11 57	+ 8	220 12 11
T <sub>3-1</sub> 252 31 10	147 40 20	- 4	252 31 06	0	252 31 06
T <sub>3-2</sub> 40 11 30		+ 3	40 11 33	0	40 11 33

Obliczenia:  $\sum \alpha = 179 \ 59 \ 40$   
 $W = 20''$

$$V_1 = -\frac{1}{3}/2W_1 + W_2/ = -\frac{1}{3}/94 - 24/ = 23''$$

$$W_1 = T_{1-2} - /T_{2-1} \pm 180^\circ/ = -47''$$

$$V_2 = \frac{1}{3}/W_1 - W_2/ = \frac{1}{3}/47 + 24/ = -23''$$

$$W_2 = T_{2-3} - /T_{3-2} \pm 180^\circ/ = +24''$$

$$V_3 = \frac{1}{3}/W_1 + 2W_2/ = \frac{1}{3}/-47 + 48/ = 0$$

Błąd średni obserwacji oblicza się według wzoru:

$$M = \sqrt{\frac{1}{3}/W_1^2 + W_1W_2 + W_2^2/} = \sqrt{\frac{1}{3}/2209 + 1128 + 576/} = \pm 36''$$

W przypadku gdy azymuty topograficzne kierunków orientacyjnych zostaną wyznaczone girokompasami o różnej dokładności, np. girokompasem 1G5 i 1G17, to podczas wyrównywania azymutów należy układ równań warunkowych zrównoważyć. Taka sytuacja występuje obecnie w pododdziałach rakiet operacyjno-taktycznych rozwijanych z marszu, bowiem celowniczo plutonów startowych wyznaczają azymuty girokompasami 1G5 na podstawie dwóch punktów nawrotu ze średnim błędem  $\pm 2,5'$ , natomiast topografowie - girokompasami 1G17 ze średnim błędem  $0,5'$ .

W powyższej sytuacji zrównoważone równania warunkowe przyjmą postać:

$$2,5V_1 - 0,5V_2 + W_1 = 0$$

$$0,5V_2 - 2,5V_3 + W_2 = 0.$$

Natomiast równania normalne korelat będą równe:

$$3k_1 - 0,5k_2 + W_1 = 0$$

$$-0,5k_1 + 3k_3 + W_2 = 0.$$

Korelaty wyniosą:

$$k_1 = -\frac{1}{9}/3W_1 + 0,5W_2/ = -\frac{-42}{9} - \frac{45}{9} = 10$$

$$k_2 = -\frac{1}{9}/0,5W_1 + 3W_2/ = -\frac{-270}{9} - \frac{7}{9} = 31.$$

Natomiast poprawki do zaobserwowanych kierunków będą równe:

$$V_1 = 2,5k_1 = 25'';$$

$$V_2 = -0,5k_1 + 0,5k_2 = 10'';$$

$$V_3 = -2,5k_2 = -77''.$$

Przykład wyrównania azymutów wyznaczonych girokompasami o różnej dokładności przedstawia tabela 17. Wyniki pomiarów doświadczalnych przedstawiają załączniki 5 i 6.

Tabela 17

Wyrównanie azymutów wyznaczonych girokompasami o różnej dokładności /azymuty na punkcie 1 i 3 wyznaczone girokompasem 1G9 na podstawie dwóch punktów nawrotu natomiast w punkcie 2 - girokompasem 1G17 na podstawie trzech punktów nawrotu.

Azymut wyznaczony girokompasem	Kąt obliczony z różnicy azymutów	Poprawka kąta	Kierunki poprawione	Poprawka azymutu	Azymuty wyrównane
T <sub>1-3</sub> 71°42'16"	° 29'14"06"	-15"	71°42'01"	25"	71°42'26"
T <sub>1-2</sub> 42 28 10		14	42 28 24	25	42 28 49
T <sub>2-1</sub> 222 28 52	131 46 32	-14	222 28 38	10	222 28 48
T <sub>2-3</sub> 90 42 20		15	90 42 35	10	90 42 45
T <sub>3-2</sub> 270 44 20	19 00 50	-15	270 44 05	-77	270 42 48
T <sub>3-1</sub> 251 43 30		15	251 43 45	-77	251 42 28

Obliczenia:  $\sum d = 180 \ 01 \ 28$

$$W_1 = T_{1-2} - T_{2-1} \pm 180^\circ / = -14" \quad V_1 = 10 \cdot 2,5 = 25"$$

$$W_2 = T_{2-3} - T_{3-2} \pm 180^\circ / = -1'30" \quad V_2 = 10 / -0,5 / + 31 \cdot 0,5 = 10"$$

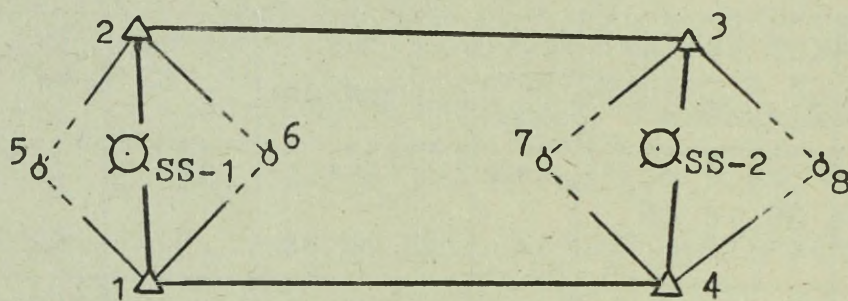
$$V_3 = 31 / -2,5 / = -77.$$

$$M = \sqrt{\frac{1}{9} W_1^2 + W_1 \cdot W_2 + W_2^2} = \sqrt{\frac{1}{9} / 196 + 1260 + 8100} = \pm 33"$$

### 3.3.1.4. Wyrównanie azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych wyznaczonych na stanowisku startowym przygotowanym do strzelania okrężnego

Podczas dowiązywania stanowiska startowego przygotowywanego do strzelania okrężnego zachodzi potrzeba wyznaczenia azymutów topograficznych dla powdójnej ilości kierunków orientacyjnych, tj. ośmiu. Stosując odpowiednią konstrukcję geometryczną liczbę wyznaczanych girokompasem kierunków można ograniczyć do czterech, zapewniając przy tym dużą ich dokładność. Ma to istotne znaczenie praktyczne ze względu na oszczędność źródeł zasilania.

Istota tego rozwiązania polega na wyznaczeniu girokompasem azymutów topograficznych boków czworoboku 1,2,3, i 4 /rys. 9/, którego wierzchołkami są punkty stania teodolitu specjalnego.



Rys. 9. Stanowisko startowe do strzelania okrężnego

Po wyrównaniu czworoboku można /metodą domiaru kątów/ wyznaczyć azymuty potrzebnych kierunków, tj.  $T_{1-5}$  i  $T_{1-6}$  i  $T_{2-5}$ ,  $T_{2-6}$  oraz  $T_{4-7}$ ,  $T_{4-8}$  i  $T_{3-7}$ ,  $T_{3-8}$ . Sprawdzeniem poprawności wyznaczenia azymutów będzie spełnienie warunku sumy kątów w trójkątach 1,2,5 i 1,2,6 oraz 3,4,7 i 3,4,8.

Poprawki do wyznaczonych girokompasem azymutów boków czworoboku oblicza się według wzorów podanych przez N.N. Woronkova i N.M. Aszimowa<sup>x/</sup>.

Wyrównanie czworoboku 1,2,3,4 rozpocząć należy od obliczenia sumy kątów  $\alpha$  /jako różnicy azymutów/ i poprawienia kierunków o wartość  $V_{\alpha} = -\frac{W}{8}$ , gdzie:  $W = |\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4| - 360^{\circ}$ .

Poprawki do wyznaczonych kierunków oblicza się według wzorów:

$$V_1 = -\frac{1}{4}/3W_1 + 2W_2 + W_3/$$

$$V_2 = \frac{1}{4}/W_1 - 2W_2 - W_3/$$

$$V_3 = \frac{1}{4}/W_1 + 2W_2 - W_3/$$

$$V_4 = \frac{1}{4}/W_1 + 2W_2 + 3W_3/$$

gdzie:

$$W_1 = T_{1-2} - T_{2-1}$$

$$W_2 = T_{2-3} - T_{3-2}$$

$$W_3 = T_{3-4} - T_{4-3}$$

x/ N.N.Woronokow, N.M.Aszimow: Girokopiczeskoje orientirowanie. Wyd. "Nedra". Moskwa 1973 r.

Średni błąd orientowania oblicza się według wzoru:

$$M = \sqrt{\frac{W_1 + W_3/2 + 2W_2 + W_3/2}{12}}$$

Tabela 18

Wyrównanie azymutów topograficznych czworoboku na stanowisku startowym przygotowanym do strzelania okrężnego

Azymuty wyznaczone girokompasem	Kąty obliczone z różnicy azymutów	Poprawka kąta	Kierunki	Poprawki azymutu	Azymuty wyrównane
T <sub>1-2</sub> 5°10'20"	91°18'00"	+ 7"	5°10'27"	- 28"	5°09'59"
T <sub>1-4</sub> 96 28 20		- 6	96 28 14	- 28	96 27 46
T <sub>2-3</sub> 92 30 42	92 39 38	+ 7	92 30 49	+ 13	92 31 02
T <sub>2-1</sub> 185 10 00		- 6	185 09 54	+ 13	185 10 07
T <sub>3-4</sub> 187 48 12	84 42 30	+ 7	187 48 19	+ 8	187 48 27
T <sub>3-2</sub> 272 31 00		- 6	272 30 54	+ 8	272 31 02
T <sub>4-1</sub> 276 27 50	91 20 45	+ 7	276 27 57	- 2	276 27 55
T <sub>4-3</sub> 7 48 35		- 6	7 48 29	- 2	7 48 27
Obliczenia: $360^{\circ}00'53''$ ; $W = -53''$ ; $V = 53/8 = 6,5''$					
$W_1 = T_{1-2} - T_{2-1} = 33''$ ; $V_1 = -\frac{1}{4}(3W_1 + 2W_2 + W_3) = -28''$ ;					
$W_2 = T_{2-3} - T_{3-2} = -5''$ ; $V_2 = \frac{1}{4}(W_1 - 2W_2 - W_3) = 13''$ ;					
$W_3 = T_{3-4} - T_{4-3} = -10''$ . $V_3 = \frac{1}{4}(W_1 + 2W_2 - W_3) = 8''$ ;					
$V_4 = \frac{1}{4}(W_1 + 2W_2 + 3W_3) = -2''$ .					

Średni błąd orientowania oblicza się według wzoru:

$$M = \sqrt{\frac{W_1 + W_3/2 + W_1 + W_2/2 + 2W_2 + W_3/2}{12}} = \sqrt{\frac{529 + 1568 + 450}{12}} = 15''$$

Wyniki pomiarów doświadczalnych przedstawiono w załączniku 7.

### 3.4. Struktura organizacyjna pododdziałów topogeodezyjnych wojsk raketowych

Analiza problematyki przygotowania topogeodezyjnego, a szczególnie wypracowanych dotychczas sposobów zwiększania dokładności współrzędnych wyznaczanych autotopografami, skłania do wniosków, że /mimo głosów krytycznych/ mogą one zapewnić nie tylko terminowość wyznaczenia współrzędnych, ale także wymaganą ich dokładność. Natomiast z analizy problematyki wyznaczania azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych i ich wyrównywania wynika, że optymalnym sposobem orientowania jest orientowanie giroskopowe.

W świetle powyższych faktów można stwierdzić, że podstawowym pododdziałem topogeodezyjnym, wykonującym dowiązanie stanowiska startowego, powinna być drużyna zmechanizowanego dowiązania, dysponująca, oprócz autotopografu i girokompasu, także dalmierzem laserowym /radiodalmierzem/ i teodolitem. Dalmierz laserowy w połączeniu z girokompasem umożliwi jej wyznaczenie współrzędnych stanowisk startowych na podstawie odległych a widocznych punktów sieci geodezyjnej, bez potrzeby udawania się do tego punktu. Teodolit natomiast byłby wykorzystywany do przenoszenia azymutów z jednego punktu startu do drugiego /w przypadku braku wzajemnej widoczności między nimi/ oraz do pomiaru kątów pionowych / w celu zredukowania zmierzonych odległości do poziomu/, a także do wykonywania obserwacji astronomicznych.

W związku z powyższym typowa drużyna baterii startowej powinna posiadać trzy zespoły:

- zespół autotopografu /operator i kierowca/;

- zespół girokompasu /dowódca drużyny i operator/;
- zespół teodolitu i dalmierza /jeden - dwóch topografów/.

Drużyna w powyższym składzie będzie zdolna do wykonywania prac topogeodezyjnych w trudnych warunkach terenowych i atmosferycznych.

Rozpatrzmy jeszcze orientacyjny czas wykonywania przez nią topogeodezyjnego dowiązania stanowiska startowego o dwóch punktach startu. W przypadku wyznaczania współrzędnych przy użyciu autotopografu czas wyznaczenia współrzędnych w stosunku do stanowiska o jednym punkcie startu praktycznie nie ulega zmianie /wydłuża się jedynie o czas przejazdu autotopografem odcinka o długości 70 - 100 m i czas odczytania współrzędnych/. Natomiast czas wyznaczania azymutów w sytuacji przedstawionej np. na rysunku 7 /w praktyce często spotykanej/ wyniesie około jednej godziny. Obejmie bowiem wyznaczenie girokomпасem azymutu kierunku zasadniczego  $T_{1-2}$  i azymutu kierunku kontrolnego  $T_{4-7}$ , wykonanie ciągu kątownego z punktu 1 do punktu 4 oraz wyrównanie wyników pomiaru.

Podczas rozwijania baterii startowych z marszu dowiązanie stanowiska startowego upraszcza się, ponieważ azymuty topograficzne kierunków orientacyjnych wyznaczane są jednocześnie trzema girokomпасami /rys. 8/. Czas ich wyznaczania w przypadku, gdy wyrzutnie rakiet zostaną wyposażone w girokomпасy 1G17, wyniesie około 15 minut.

Z powyższego wynika, że jedna drużyna topogeodezyjna jest w stanie terminowo dowiązać stanowisko startowe o dwóch punktach startu.

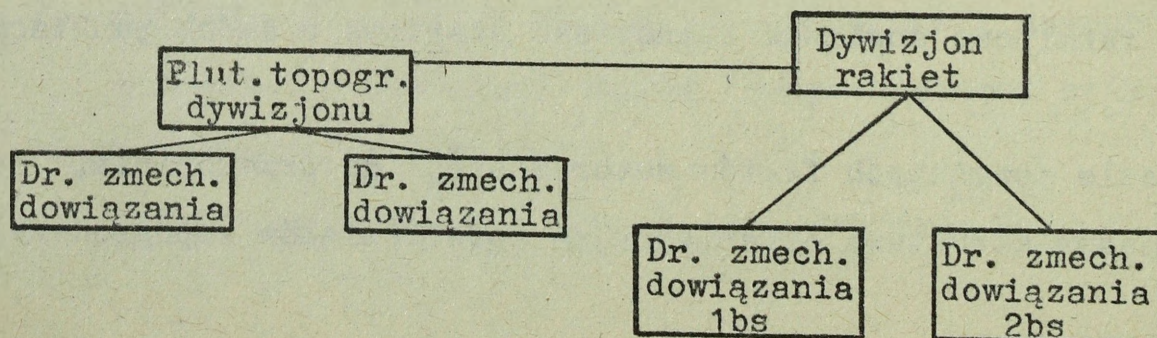
W świetle powyższych faktów autor doszedł do przekonania, że dotychczasowa struktura organizacyjna pododdziałów topogeodezyj-

nych nie w pełni odpowiada współczesnym wymaganiom. Uwzględniając jeszcze fakt, że w celu wykonania biernego sondowania atmosfery trzeba wykonać topogeodezyjne dowiązanie dwóch punktów obserwacyjnych baterii meteorologicznej, autor widzi potrzebę utworzenia na szczeblu dywizjonu rakiet specjalistycznego pododdziału topogeodezyjnego, na przykład plutonu /można go utworzyć na bazie dwóch drużyn topograficznych z baterii startowych/.

Pluton topograficzny dywizjonu, dowodzony przez oficera - topografa dywizjonu, byłby wykorzystywany do wykonywania następujących zadań:

- kontroli topogeodezyjnego dowiązania stanowisk startowych baterii;
- topogeodezyjnego dowiązania punktów obserwacyjnych baterii meteorologicznej w okresie przygotowania operacji /przy organizowaniu biernego sondowania/;
- rekonesansu rejonów stanowisk startowych dywizjonu;
- zagęszczania we współdziałaniu z oddziałem topogeodezyjnym armii sieci geodezyjnej;
- zaopatrywania dywizjonu w mapy, sporządzania dokumentów topograficznych na podstawie wyników rozpoznania terenu /w celu aktualizacji map topograficznych/ oraz wykonywania innych zadań, wynikających z aktualnych potrzeb.

W związku z szerokim zakresem zadań plutonu oprócz dalmierzy laserowych powinien posiadać on także radiodalmierz.



Rys. 10. Struktura organizacyjna pododdziałów topogeodezyjnych w dywizjonie rakiet /wariant/.

Pluton topograficzny przedstawiony na rysunku 10, posiadając dwie drużyny zmechanizowanego dowiązania wyposażone w dalmierz laserowy i radiodalmierz, będzie zdolny do wykonywania zadań topogeodezyjnych w różnych warunkach terenowych i atmosferycznych. Ponadto może on być swego rodzaju odwodem dowódcy dywizjonu, wykorzystywanym przez niego nie tylko do kontroli dowiązania, ale także do wzmocnienia poszczególnych baterii startowych.

Wymienione wyżej zmiany organizacyjne narzucają potrzebę zmiany procesu szkolenia topogeodetów oraz celowniczych. Zakres specjalizacji funkcyjnych przedstawia tabela 19.

Tabela 19

Ogólny zakres specjalizacji topogeodetów i celowniczych wojsk rakietowych /wariant/

Zakres specjalizacji funkcyjnych w ramach:			
Funkcyjni	pierwszej specjalności dla wszystkich topografów	drugiej specjalności dla topografów z:	
		plut. topogr.	z baterii start.
Obsługa autotopografu	Określanie współrzędnych graficznie na podstawie mapy	Rozpoznanie topograficzne i elementy zagęszczania sieci geodezyjnej	
	Wyznaczanie współrzędnych autotopografem i wyrównanie wyników pomiarów	Wyznaczanie współrzędnych przy użyciu dalmierza laserowego /radiodalmierza/ i girokompasu	
Obsługa girokompasu pododdziałów topogr.	Określanie współrzędnych graficznie na podstawie mapy	Rozpoznanie topograficzne i elementy zagęszczania sieci geodezyjnej	Wycelowanie rakiety w kierunku zasadniczym
	Wyznaczanie azymutów girokompasem i wyrównanie wyników obserwacji	Wyznaczanie współrzędnych przy użyciu dalmierza laserowego /radiodalmierza/ i girokompasu	
Obsługa girokompasu plut startowego	Wycelowanie rakiety w kierunku zasadn.	Określanie współrzędnych graficznie na podstawie mapy.	
	Wyznaczanie azymutu girokompasem.	Wyznaczanie azymutu z obserwacji astronomicznych.	
Obsługa teodolitu	Geodezyjne sposoby wyznaczania współrzędnych radiodalmierzem i dalmierzem laserowym.	Określanie azymutów topograficznych z obserwacji astronomicznych	
		Rozpoznanie topograficzne i elementy zagęszczania sieci geodez.	

### 3.5. Przygotowanie bazy do sprawdzania girokompasów i autotopografów

Pododdziały topogeodezyjne wojsk raketowych dysponują obecnie girokompasami typu 1G9 i 1G17 oraz autotopografami typu UAZ-452T. Plutony startowe natomiast dysponują girokompasami typu 1G5. Wyżej wymienione instrumenty są wrażliwe na uderzenia mechaniczne oraz wstrząsy. Dlatego pododdziały raket, chcąc utrzymać sprzęt w sprawności technicznej, zobowiązane są systematycznie sprawdzać dokładność jego działania oraz określać poprawki w celu wyeliminowania błędów systematycznych z wyników pomiarów polowych.

Dla określenia poprawki girokompasu konieczne jest wyznaczenie kierunku wzorcowego, którego azymut znany jest z dokładnością większą niż wynosi dokładność sprawdzanego przyrządu. Wymaganą dokładność azymutu kierunku wzorcowego można uzyskać z zależności:

$$m_{T_{\text{wzorc.}}} \leq 1/0,3 - 0,5/m_0$$

w której:  $m_0$  - średni błąd azymutu topograficznego kierunku wyznaczonego girokompasem w jednym cyklu.

Ponieważ średni błąd azymutu kierunku wyznaczonego girokompasem 1G9 i 1G17 wynosi 30", to średni błąd azymutu topograficznego kierunku wzorcowego wyniesie:

$$m_{T_{\text{wzorc.}}} \leq 1/0,3 - 0,5/30", \text{ czyli } m_{T_{\text{wzorc.}}} \leq 10" - 15".$$

Z powyższego wynika, że specjalne sieci geodezyjne SSG-69 i SSG-30 nie spełniają wymagań dokładnościowych dla określenia poprawek girokompasów znajdujących się w wyposażeniu wojsk raketowych. Wymagania te spełnia jedynie, i to w ograniczonym zakresie specjalna sieć geodezyjna SSG-15,

Niezależnie od kierunków wzorcowych, dla dywizjonów rakiet potrzebna jest tzw. baza do sprawdzania do sprawdzania dokładności pracy autotopografów oraz określania poprawek i regulacji aparatury nawigacyjnej. Bazę tę mogą stanowić dwa punkty w terenie, których współrzędne określono z dokładnością 3 - 5 m, a odległość między nimi wynosi 3 km<sup>x/</sup>. Mogą to więc być punkty specjalnej sieci geodezyjnej SSG-15, SSG-30 i SSG-60, bowiem dokładność współrzędnych punktów w tych sieciach spełnia wymagania dokładnościowe, a odległość między nimi waha się w granicach 2 - 6 km.

Biorąc pod uwagę potrzebę założenia wspomnianej bazy /punktów i kierunków wzorcowych/, należałoby rozważyć problem ich optymalnego rozmieszczenia w terenie.

Jednym z rejonów, w których należy przygotować punkty i kierunki wzorcowe powinien być rejon stałej dyslokacji wojsk rakietowych, szczególnie ich rejony alarmowe. Przygotowanie bazy we wspomnianych rejonach stworzy pododdziałom dogodne warunki do sprawdzenia przyrządów i określenia ich poprawek w ramach osiągnięcia wyższych stanów gotowości bojowej.

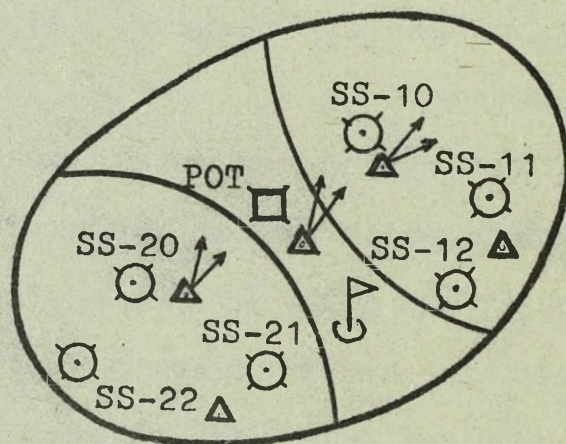
W sytuacji, gdy wojska rakietowe nie określają poprawek dla przyrządów w ramach osiągnięcia wyższych stanów gotowości bojowej w rejonach alarmowych, będą musiały tego dokonać w innym rejonie. Z analizy problemu wynika, że powinien nim być rejon wyjściowy.

Przygotowanie punktów i kierunków wzorcowych w rejonie wyjściowym jest korzystne z tego względu, że wojska rakietowe po wykonaniu długiego marszu będą miały możliwość sprawdzenia swoich przyrządów bezpośrednio przed wprowadzeniem ich do walki.

x/ Wymagania dotyczące określania poprawek przyrządów zawarte są w instrukcjach użytkownika danego sprzętu.

W świetle wyżej opisanych potrzeb wojsk raketowych w zakresie przygotowania bazy do sprawdzenia przyrządów topograficznych inaczej należy spojrzeć na dotychczas zakładaną dla tych wojsk specjalną sieć geodezyjną.

Zgodnie z dotychczasowymi ustaleniami<sup>x/</sup> punkty specjalnej sieci geodezyjnej zakłada się w rejonach stanowisk startowych rakiet, bez uwzględniania ewentualnej potrzeby określania poprawek girokompasów i autotopografów. Z analizy problemu wynika, że jeden z punktów sieci geodezyjnej powinien znajdować się w rejonie punktu obsługi technicznej /POT/ dywizjonu /rys. 11/.



Rys. 11. Rozmieszczenie punktów i kierunków wzorcowych w rejonie stanowisk startowych dywizjonu /drot i drt/.

Rozmieszczenie punktów i kierunków wzorcowych przedstawione na rysunku 11 umożliwia sprawdzanie przyrządów pododdziałów znajdujących się zarówno na stanowisku startowym, jak i w punkcie obsługi technicznej dywizjonu, na przykład w czasie sprawdzania rakiety. Ponadto ustalone punkty i kierunki wzorcowe znajdujące się w rejonie punktu obsługi technicznej mogą być wykorzystane jako wyjściowe dane geodezyjne do dowiązania stanowisk startowych. Do-  
x/ Regulamin walki wojsk raketowych Art.254/65 oraz Art.255/65.

tyczy to szczególnie pododdziałów, które po pobraniu rakiety udają się na nie przygotowane stanowisko startowe.

Tu nasuwa się pytanie: czy bazę do sprawdzeń przyrządów topograficznych przygotowywać we wszystkich rejonach stanowisk startowych?

W sytuacji, gdy wojska raketowe określiły poprawki girokompasów i autotopografów w rejonie alarmowym, może zajść potrzeba ponownego ich określenia w okresie prowadzenia operacji. Dotyczy to szczególnie tych oddziałów /pododdziałów/ rakiet, które wykonały długi marsz do rejonu wyjściowego /w granicach 500 - 600 km/. Natomiast w przypadku, gdy poprawki przyrządów zostały określone w rejonie alarmowym, w okresie prowadzenia operacji prawdopodobnie nie będzie potrzeba ich ponownie określać. Uzależnione to jednak będzie od wielu czynników, do których można zaliczyć:

- okres czasu, jaki upłynie od ostatniego sprawdzenia przyrządów do chwili wykonywania zadania bojowego przez wojska raketowe;
- sposób przetransportowania przyrządów nawigacyjnych;
- długość drogi przebytej z danym przyrządem.

Wyboru rejonu, w którym należy przygotować bazę do sprawdzania przyrządów topograficznych, powinien dokonywać oficer z szefostwa wojsk raketowych i artylerii armii, odpowiedzialny za topogeodezyjne przygotowanie startów rakiet.

### 3.6. Zaopatrzenie oddziałów /pododdziałów/ wojsk raketowych w materiały topograficzne

#### 3.6.1. Analiza potrzeb

Użycie wojsk raketowych w walce nie jest możliwe bez zaopatrzenia ich w materiały topograficzne. Na podstawie tych materiałów w wojskach raketowych nie tylko studiuje się teren i planuje ich działania bojowe, ale także wyznacza współrzędne stanowisk startowych. Od dokładności materiałów topograficznych zależy więc efektywność wykorzystania rakiet taktycznych i operacyjno-taktycznych.

W związku z powyższym oddziały /pododdziały/ rakiet powinny otrzymać takie materiały, które umożliwią im nie tylko planowanie działań bojowych, ale również zapewnią wymaganą dokładność przy wyznaczaniu współrzędnych stanowisk startowych.

Dla ustalenia potrzebnych wojskom raketowym materiałów topograficznych podzielmy je umownie, według sposobu wykorzystania, na cztery grupy.

Do pierwszej grupy można zaliczyć mapy wykorzystywane do topogeodezyjnego dowiązania stanowisk startowych. Będą to mapy wielkoskalowe /1:10 000 i 1:25 000/ oraz mapy średnioskalowe /1:50 000/.

Drugą grupę stanowią mapy wykorzystywane przez oficerów do kierowania startami rakiet. Są to mapy robocze w skalach 1:50 000 i 1:100 000 oraz mapy sztabowe 1:200 000.

Do trzeciej grupy zalicza się mapy niezbędne do orientowania się w terenie, szczególnie podczas marszów. Posługują się nimi

wszyscy dowódcy pojazdów mechanicznych.

Do czwartej grupy natomiast należą mapy specjalne i fotodokumenty wykorzystywane przez dowódców, niezależnie od map roboczych /sztabowych/, podczas wypracowywania decyzji.

Mapy wielkoskalowe zapewniają wymaganą dokładność topogeodezyjnego dowiązania stanowisk startowych. Jednak pojedynczy arkusz takiej mapy obejmuje mały obszar terenu. Dla pokrycia nimi obszaru, np. w pasie działania armii od rubieży styczności wojsk do rubieży zadania bliższego, potrzeba około 180 arkuszy w skali 1:25 000 i aż ponad 700 arkuszy w skali 1:10 000.

Niezależnie od tego mapy wielkoskalowe nie mogą być wykorzystywane na planszecie /stoliku, bębnie/ przelicznika współrzędnych autotopografów, ponieważ przeliczniki te przystosowane są do map średnioskalowych /od 1:50 000 do 1:200 000/.

Mając na uwadze powyższą niedogodność w posługiwaniu się mapami wielkoskalowymi podczas dowiązywania stanowisk startowych, oddziały /pododdziały/ rakiet należy zaopatrzyć w mapy z nadrukiem współrzędnych punktów konturowych /mapy danych geodezyjnych/ w skali 1:50 000<sup>x/</sup>. Mapy te będą mogły być wykorzystywane na planszecie przelicznika współrzędnych, co w znacznym stopniu uprości prace operatorów autotopografów podczas wyznaczania współrzędnych stanowisk startowych.

Mapy danych geodezyjnych powinni otrzymać dowódcy autotopografów /dowódcy drużyn topogeodezyjnych/, dowódcy plutonów topograficznych /dowodzenia/ i ich pomocnicy oraz te osoby, które w czasie działań bojowych mogą stanąć przed koniecznością wyznaczenia współrzędnych stanowisk startowych. Należą do nich dowódcy

x/ Według dotychczasowych zasad mapy z nadrukiem współrzędnych punktów konturowych opracowuje się na mapach w skali 1:100000.

cy baterii i ich zastępcy. Przy tak przyjętym założeniu dla każdego dywizjonu rakiet będzie potrzeba około 10 map danego godła.

Rozpatrując należności map średnioskalowych dla oddziałów /pododdziałów/, trzeba uwzględnić nie tylko liczbę osób funkcyjnych, ale także możliwość współpracy między sztabami /dowódcami/ różnych szczebli.

Jako generalną zasadę należy przyjąć, że każdy oficer będzie dysponował mapą topograficzną w skali 1:50 000 lub 1:100 000. Przy takim założeniu, po uwzględnieniu pewnej rezerwy /10 - 20%/ oraz konieczności posiadania przez niektórych dowódców map w obydwóch skalach, maksymalny współczynnik nasycenia nimi, czyli stosunek liczby map do liczby oficerów, nie przekroczy wielkości 2.

Mapa w skali 1:200 000 jest natomiast podstawową mapą sztabową, wykorzystywaną do planowania uderzeń rakietowych, manewru oraz planowania rejonów stanowisk startowych. Liczba map potrzebnych dla oddziału /pododdziału/ zależy od liczby osób /szefów służb/ zobowiązanych do jej prowadzenia. Przy ustalaniu potrzeb uwzględniać należy konieczność organizowania pracy sztabów w dwóch rzutach.

Mapy trzeciej grupy, wykorzystywane do ogólnej orientacji w terenie, potrzebne są wszystkim dowódcom pojazdów nie posiadających map topograficznych. Mogą to być mapy samochodowe, turystyczne oraz szkice dróg marszu sporządzone na podstawie map topograficznych.

Liczba map trzeciej grupy uzależniona jest od liczby posiadanych przez oddział /pododdział/ pojazdów mechanicznych.

oraz od liczby map topograficznych /drugiej grupy/ wydanych poszczególnym dowódcom. Normy map dla oddziałów /pododdziałów/ wojsk raketowych, obliczone według powyższych zasad, przedstawia tabela 20.

Tabela 20

Normy wydawnictw topograficznych dla oddziałów i pododdziałów rakiet taktycznych i operacyjno-taktycznych /wariant/

Oddz. /pododdz./	Przybliżona liczba		Mapy topograficzne				Inne wydawnictwa	
	oficerów	pojazdów	1:50 000	1:100 000	1:200 000	1:500 000	Mapy danych geodezyjnych	Mapy samochodowe
ABROT	110	260	60	160	40	10	25	150
drot	25	50	15	35	10	2	10	25
drt	20	25/40	20	20	3	2	10	10/20

Uwaga: Pozostałe wydawnictwa topograficzne mogą być wydawane według dotychczasowych zasad.

Rozpatrując z kolei potrzeby wojsk raketowych w zakresie pokrycia mapami obszaru ich działań nasuwa się wniosek, że w świetle wymagań współczesnych operacji zasięg tych map, szczególnie w skali 1:50 000 w kierunku przeciwnika jest zbyt mały. Świadczy o tym zakres i rodzaj zadań wykonywanych przez operacyjne grupy manewrowe, a tym samym przez dywizjony rakiet taktycznych. Zgodnie z wykonywanymi zadaniami dywizjony rakiet taktycznych powinny posiadać mapy na całą głębokość operacji armijnej. Obowiązująca w tym zakresie instrukcja topograficzna<sup>x/</sup> powinna więc zostać zaktualizowana.

x/ Instrukcja o zabezpieczeniu topograficznym działań bojowych wojsk. Szt. Gen. 288/62.

### 3.6.2. Możliwości usprawnienia procesu zaopatrzenia wojsk raketowych w materiały topograficzne

Do oddziałów /pododdziałów/ wojsk raketowych zaopatrywanych bezpośrednio przez armię należy brygada rakiet operacyjno-taktycznych. Za terminowe dostarczenie tych map do wyżej wymienionej brygady odpowiada szef wydziału topograficznego armii, natomiast za dalszą ich dystrybucję szef sztabu brygady lub wyznaczony przez niego oficer. Z zasady jest nim pomocnik szefa sztabu do spraw topogeodezji i rozpoznania. Do jego obowiązków między innymi należy zaopatrzenie w mapy dywizjonów oraz poszczególnych oficerów sztabu brygady i pododdziałów zabezpieczenia

Mapy muszą być dostarczone poszczególnym osobom funkcyjnym z takim wyprzedzeniem, aby dysponowały one ilością czasu niezbędną do sklejenia map oraz naniesienia na nie otrzymanych zadań i powziętych decyzji. Dlatego nie jest sprawą obojętną, w jaki sposób dostarczane brygadam materiały topograficzne będą skompletowane.

W dotychczasowej praktyce brygadzie dostarcza się mapy w workach, w których są one skompletowane według norm brygadowych. Utrudnia to ich rozdział dla poszczególnych dywizjonów, ponieważ zachodzi potrzeba liczenia należnych im map. W związku z tym czas ich wydawania jest stosunkowo długi, na przykład w brygadzie rakiet wynosi on około 6 godzin nieprzerwanej pracy<sup>x/</sup> /prace te w brygadzie rakiet wykonywane są przez

x/ Julian Skrzyp: Właściwości przygotowania topogeodezyjnego w brygadzie rakiet podczas działania w terenie górzystym. Rozprawa doktorska. Wyd. ASG. 1979 r.

nieetatowego magazyniera/. Trudności dystrybucji map pogłębia fakt, że brygada rakiet nie dysponuje etatowym ruchomym magazynem map.

Usprawnić proces zaopatrzenia brygady rakiet w mapy topograficzne można poprzez przygotowanie przez armijną składnicę /drukarnię/ map potrzebnych brygadam według norm dywizjonowych, a nie brygadowych, jak to ma miejsce dotychczas.

Dla usprawnienia rozdziału map celowe byłoby gromadzenie ich w specjalnych zasobnikach /minikontenerach/ w normach dywizjonowych i przechowywanie w sztabach tychże dywizjonów.

W przypadku braku warunków do przechowywania zapasów map w dywizjonach, mogą one być przechowywane w brygadach, jednak musi ulec uproszczeniu sposób przekazywania map dywizjonom. Ewidencja wydanych dywizjonom map /w relacji brygada - dywizjon/ powinna być ograniczona do pokwitowania odbioru zasobników, a nie poszczególnych arkuszy map. Natomiast ewidencja ilościowo-jakościowa wydanych dywizjonom map powinna znajdować się w zasobnikach dywizjonowych i brygadowym.

### 3.7. Wnioski

1. Przedstawione w niniejszym rozdziale przybliżone metody podwyższania dokładności topogeodezyjnego dowiązania elementów ugrupowania bojowego wojsk rakietowych mogą zapewnić bardziej dokładne i terminowe wyznaczenie współrzędnych stanowisk startowych i azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych zarówno w okresie przygotowania operacji, jak i w okresie jej prowadzenia.

2. Terminowe i dokładne topogeodezyjne dowiązanie stanowisk startowych pododdziałów rakiet taktycznych i operacyjno-taktycznych zapewnić mogą drużyny zmechanizowanego dowiązania. Drużyny te, składające się z trzech zespołów, oprócz posiadanych autotopografów typu UAZ-452T i girokompasów 1G17 /1G9/ powinny dodatkowo posiadać dalmierz laserowy oraz teodolit. Plutony startowe natomiast powinny dysponować girokompasami typu 1G17 <sup>w</sup> miejsce girokompasów 1G5.

Wyposażenie plutonów startowych w wyżej wymienione girokomпасы przyniesie konkretne korzyści zarówno wojskom rakietowym, jak i służbie topograficznej armii. Wojska rakietowe uniezależnią się bowiem w zakresie orientowania od takich czynników zewnętrznych, jak rzeźba terenu i jego pokrycie, warunki atmosferyczne, pora roku i dnia oraz sieć geodezyjna. Największą korzyścią dla wojsk rakietowych będzie to, że pododdziały rozwijane z marszu będą mogły skrócić czas wykonania uderzeń rakietowych do celów nieplanowanych z 34 minut do 27 t.j. o około 20%.

Służba topograficzna armii natomiast nie będzie musiała rozwijać specjalnej sieci geodezyjnej /SSG-15 i SSG-30/ we wszystkich rejonach stanowisk startowych oraz wzdłuż dróg marszu oddziałów rakiet. Oddział topogeodezyjny armii /setg/ będzie mógł skupić więcej wysiłku na aktualizacji map oraz opracowywaniu map z danymi geodezyjnymi.

3. Na szczeblu dywizjonu rakiet potrzebny jest specjalistyczny pododdział topogeodezyjny /pluton/ w składzie co najmniej dwóch drużyn zmechanizowanego dowiązania, z których jedna powinna dys-

ponować radiodalmierzem /niezależnie od posiadanego dalmierza laserowego/. Pluton ten, będący w dyspozycji dowódcy dywizjonu, byłby wykorzystywany do kontroli topogeodezyjnego dowiązania stanowisk startowych baterii, topogeodezyjnego dowiązania punktów obserwacyjnych baterii meteorologicznej /przy organizowaniu biernego sondowania atmosfery/, rekonesansu rejonów stanowisk startowych dywizjonu i wielu innych zadań, wynikających z aktualnych potrzeb.

4. Sprawdzenie aparatury nawigacyjnej i girokompasów oraz określenie ich poprawek powinno być jednym z zasadniczych elementów topogeodezyjnego przygotowania startów rakiet, realizowanym w okresie przygotowywania operacji.

5. Obowiązujące obecnie normy należności map topograficznych dla oddziałów /pododdziałów/ rakiet nie w pełni odpowiadają współczesnym potrzebom. Zachodzi potrzeba aktualizacji norm należności oraz instrukcji o zabezpieczeniu topograficznym wojsk. Ponadto zachodzi potrzeba wyposażenia brygady rakiet w ruchomy magazyn map.

Rozdział 4. MOŻLIWOŚCI USPRAWNIENIA TOPOGEODEZYJNEGO  
PRZYGOTOWANIA OGNIARTYLERII W OPERACJACH  
ARMIJNYCH

4.1. Analiza potrzeb i możliwości artylerii w zakresie  
topogeodezyjnego przygotowania strzelań.

Na dokładność strzelania artylerii, podobnie jak i startów  
raket, wywierają wpływ:

- błąd rozrzutu pocisków  $/m_r/$ ;
- błąd przygotowania danych do strzelania  $/m_p/$ , na który skła-  
dają się błędy przygotowania technicznego  $/m_{pt}/$  oraz błędy przy-  
gotowania topogeodezyjnego  $/m_{ptg}/$ . Na wielkość tego ostatniego  
wywierają wpływ: błąd topogeodezyjnego dowiązania stanowiska  
ogniowego oraz błąd wcięcia celu, który z kolei jest, między in-  
nymi, uzależniony od dokładności dowiązania punktu obserwacyjne-  
go /stanowiska dowódczo-obszernego/.

Rozpatrując wpływ wszystkich wyżej wymienionych błędów na  
dokładność strzelania, uwzględniono właściwości konstrukcyjne  
sprzętu, donośność pocisków itp., przyjmując takie rozwiązanie,  
w którym wpływ błędów przygotowania topogeodezyjnego będzie mini-  
malny<sup>x/</sup>. Warunek ten jest spełniony wówczas, gdy elementy ugru-  
powania bojowego artylerii zostaną dowiązane z dokładnością po-  
daną w tabeli 21.

Po spełnieniu wymagań przedstawionych w tabeli 21 pododdziały  
artylerii mogłyby otwierać ogień skuteczny /bez wstrzeliwania się/  
i tym samym uzyskać zaskoczenie przeciwnika. W związku z powyższym

x/ Topogeodeziczeskoje obiespieczeniye wojsk. Wyd. Wojenno-  
Topograficzeskoje Uprawleniye Generalnogo Sztaba. Część I.  
Moskwa 1971 r.

należy rozpatrzyć, w jakim stopniu współczesne wyposażenie pododdziałów topogeodezyjnych artylerii zapewnia im możliwość wykonania z wymaganą dokładnością zadań w ściśle ograniczonym czasie.

Tabela 21

Wymagana dokładność topogeodezyjnego dowiązania elementów ugrupowania bojowego artylerii

Dowiązane elementy	Dopuszczalne błędy średnie		
	współrzędnych $m_x, m_y$	$m_z$	kierunków /tys./ $m_T$
Stanowiska ogniowe	10 - 20	5	2
Cele	30 - 57	5	
Stanowiska dowódczo obserwacyjne	15 - 20	5	2
Punkty obserwacji dwubocznej	15 - 20	5	1,5
Placówki rozpoznania dźwiękowego	30	5	2
Punkty rozpoznania radiotechnicznego i stanowiska stacji radiolokacyjnych	4 - 6	5	1

Źródło: Topogeodezyczne obieszczenie wojsk. cz. I. Moskwa 1971 r.

W oparciu o wartość średniego błędu topogeodezyjnego dowiązania elementów ugrupowania bojowego artylerii można ustalić dopuszczalną wartość średniego błędu wyjściowych danych geodezyjnych, potrzebnych do określenia współrzędnych stanowisk ogniowych, stanowisk dowódczo-obserwacyjnych i innych środków rozpoznania artylerii /tabela 22/.

Przy porównywaniu wartości błędów przedstawionych w tabeli 22 z dokładnością współrzędnych punktów konturowych map /tabe-

la 5/ nasuwa się wniosek, że dla zrealizowania zasady: "trafienia celu pierwszym wystrzałem" pododdziały artylerii powinny dysponować mapami w skali 1:10 000. W przypadku braku map o tej skali, w rejonach rozwinięcia zgrupowania artylerii /PGA, DGA i AGA/ trzeba rozwinąć specjalną sieć geodezyjną /SSG-60/.

Tabela 22

Wymagana dokładność wyjściowych danych geodezyjnych dla dowiązania elementów ugrupowania bojowego artylerii

Dowiązywane elementy	Dopuszczalne błędy średnie			
	współrzędnych /m/		kierunków	
	$m_x, m_y$	$m_z$	$m_T/\text{tys.}/$	$m_T/\text{min.}/$
Stanowiska ogniowe	4 - 8	2	0,8	3
Cele	12 - 23			
Stanowiska dowódczo-obszernicze	6 - 8	2	0,8	3
Punkty dwubocznej obserwacji	6 - 8	2	0,6	2,2
Placówki rozpoznania dźwiękowego	12	2	0,8	3
Stanowiska stacji radiolokacyjnych i radiotechnicznych	1,6-2,4	2	0,4	1,5

Źródło: Opracowanie własne.

Pododdziały topogeodezyjne artylerii, dysponując mapami w skali 1:10 000 lub map danych geodezyjnych, mogą w ciągu kilku godzin tradycyjnymi sposobami dowiązać elementy ugrupowania bojowego swoich wojsk. Jednak tradycyjne sposoby dowiązania /ciągi, wcięcia/ nie mogą znaleźć zastosowania w takich sytuacjach, jak: pościg, bój spotkaniowy, wspieranie działań operacyjnych grup manewrowych oraz w innych sytuacjach, w których niezbędne jest natychmiastowe użycie artylerii z marszu. W takiej

sytuacji czas dowiązania stanowisk ogniowych i stanowisk dowódczo-obszernacyjnych nie powinien przekraczać czasu technicznie niezbędnego na przejście artylerii z ugrupowania marszowego do ugrupowania bojowego, czyli 2 - 10 minut.

Wyznaczanie współrzędnych stanowisk ogniowych i stanowisk dowódczo-obszernacyjnych nie może być w tych warunkach wykonywane tradycyjnymi sposobami. Terminowość dowiązania można zapewnić tylko sposobami zmechanizowanymi /za pomocą autotopografów/ i to pod warunkiem, że prace pomiarowe zarówno na stanowiskach ogniowych, jak i na stanowiskach dowódczo-obszernacyjnych będą wykonywane równolegle. Wynika stąd wniosek, że każdy dywizjon artylerii powinien posiadać dwa autotopografy. Problem ten szerzej będzie omówiony w punkcie 4.2.

Niezbędne jest również szersze rozpatrzenie problemu orientowania dział i przyrządów w kierunku zasadniczym.

Jedynym sposobem wyznaczania azymutu dla zorientowania dział i przyrządów optycznych w kierunku zasadniczym, nie biorąc pod uwagę dywizjonu artylerii samobieżnej /zestaw 1W12/, zapewniającym terminowe otwarcie ognia, jest orientowanie magnetyczne. Do orientowania dział i przyrządów optycznych jest ono stosowane od wielu dziesiątków lat i, mimo że jego rola w ostatnich latach nieco zmalała, pozostaje nadal jednym z ważniejszych sposobów wyznaczania azymutu dla potrzeb artylerii. Wynika to z jego dwóch zasadniczych zalet, a mianowicie:

- możliwości wyznaczania azymutu w każdych warunkach obserwacji /podczas opadów, w nocy, we mgle itp./;
- krótkiego czasu wyznaczania azymutu.

Oprócz wyżej wymienionych zalet ma ono, niestety, wiele wad,

do których można zaliczyć:

- małą dokładność wyznaczenia azymutu;
- zależność od anomalii i burz magnetycznych /między innymi od budowy geologicznej Ziemi/;
- zależność od miejsca pracy /zmiennosc poprawki busoli/;
- wrażliwość na działanie pola elektromagnetycznego / w tym sztuczne anomalie magnetyczne/.

Rozpatrzmy kolejno powyższe wady.

Dokładność orientowania magnetycznego w rejonach wolnych od anomalii magnetycznych wynosi 0-06 /średni błąd wyznaczenia azymutu/. Natomiast wymagana dokładność wyznaczenia azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych do wycelowania dział i przyrządów optycznych w kierunku zasadniczym podczas przygotowania danych do strzelania bez wstrzeliwania się wynosi 0-02<sup>x/</sup>. Nie spełnia więc ono wymagań dokładnościowych.

Zależność od zmian pola magnetycznego Ziemi /anomalii i burz magnetycznych/ jest największą wadą orientowania magnetycznego. Można tu wyróżnić trzy rodzaje pola magnetycznego Ziemi, tj.:

- stałe, spowodowane występowaniem skał krystalicznych /wybuchowych/ o charakterze zasadowym<sup>xx/</sup>;

x/ Topograficzeskoje obiespieczenije wojsk cz. I. Moskwa 1971 r.

xx/ Skały krystaliczne /wybuchowe/ o charakterze zasadowym, których składnikiem wywołującym efekt magnetyczny jest magnetyt, występują dość powszechnie zarówno na obszarze Polski, Jak i na obszarach innych krajów.

Spośród skał zasadowych na obszarze naszego kraju występują: bazalty, gabro, diabazy oraz malafiry. W rejonach ich występowania orientowanie magnetyczne jest utrudnione, a często wręcz niemożliwe. Szerzej problematyka ta będzie omówiona w rozdziale 5.

- okresowe /dobowe, roczne i wiekowe/x/ ;
- chwilowe /o charakterze burz magnetycznych/xx/.

Najbardziej niebezpieczne są zmiany chwilowe ponieważ występowanie ich ma charakter przypadkowy. Są one jednym z zasadniczych czynników powodujących ryzyko stosowania pomiarów busolowych do orientowania dział i przyrządów optycznych w kierunku zasadniczym, ponieważ błędów tego orientowania nie można wykryć przy użyciu innych kątomierzy-busoli.

Zależność orientowania magnetycznego od rejonu pracy wyraża się w zmianie /dezaktualizacji/ wielkości poprawki przyrządu wyznaczonej w określonym miejscu. Z tego powodu artyleria musi w ciągu dnia walki dwukrotnie określić poprawki kątomierzy-busoli, co podczas działań prowadzonych w warunkach ograniczonej widoczności jest zadaniem bardzo trudnym.

Wrażliwość igły magnetycznej kątomierza-busoli na pole elektromagnetyczne również obniża wartość orientowania magnetycznego. Obecnie istnieją bowiem możliwości wywoływania sztucznych burz

x/ Zmiany okresowe mogą być dobowe, roczne i wiekowe. Zmiany dobowe o amplitudach 0-02 w miesiącach zimowych i 0-05 w miesiącach letnich można częściowo wyeliminować za pomocą odpowiednich poprawek, podanych w instrukcji topogeodezyjnej wojsk rakietowych i artylerii /sygn. Art. 549/74/. Zmiany roczne uwzględnia się w ramach poprawki przyrządu, natomiast zmiany wiekowe nie odgrywają większego znaczenia.

xx/ Zmiany chwilowe, zwane burzami magnetycznymi, zachodzą przede wszystkim w okresach, kiedy na Słońcu pojawiają się tzw. plamy słoneczne, potęgujące działanie wypromieniowywanej energii. Amplitudy zmian deklinacji w ciągu bardzo krótkiego czasu dochodzą do kilkunastu tysięcznych. Można je ustalić na podstawie wykresu zmian elementów pola magnetycznego Ziemi zarejestrowanych w obserwatoriach magnetycznych, natomiast nie można ich przewidzieć. Występują na całej kuli ziemskiej i ze względu na swój charakter oraz częstotliwość /kilka dni w miesiącu/ mogą spowodować obniżenie dokładności pomiarów busolowych.

magnetycznych<sup>x/</sup> na określonych obszarach, które mogą zakłócić nie tylko pracę środków radiotechnicznych, ale również wywierać ujemny wpływ na dokładność wyznaczanego azymutu przy pomocy igły magnetycznej busoli<sup>xx/</sup>.

Reasumując, należy podkreślić, że orientowanie magnetyczne, stanowiące dotychczas zasadniczy sposób orientowania dział i przyrządów optycznych w kierunku zasadniczym, straciło wiele ze swego znaczenia, bowiem jest coraz mniej pewnym sposobem wyznaczenia azymutu. Możliwości pododdziałów topogeodezyjnych artylerii w zakresie określania azymutów zostały więc nieco ograniczone.

Dużą nadzieję na zwiększenie tych możliwości rokuje orientowanie giroskopowe. Wyposażenie dywizjonów artylerii w dwa giroskopy typu 1G17 w znacznym stopniu zwiększy możliwości pododdziałów w zakresie orientowania dział, a jednocześnie uniezależni wyznaczanie azymutów od anomalii i burz magnetycznych. Szerzej problem orientowania dział omówiony zostanie w punkcie 4.3.

Oddzielnie rozpatrzyć należy rozpoznanie dźwiękowe. Rozpatrując problem pod kątem terminowego rozpoczęcia rozpoznawania artylerii nieprzyjaciela nasuwa się wniosek, że placówki rozpoznania dźwiękowego powinny być dowiązane z chwilą rozmieszczenia ich w terenie. W przypadku rozwijania pododdziałów z marszu, warunek ten może być spełniony jedynie wówczas, gdy każda placówka będzie dysponowała autotopografem.

Współczesne pododdziały rozpoznania dźwiękowego dysponują zestawami PZK lub AZK. Zarówno w jednych, jak i w drugich znajdują się trzy autotopografy /jeden na podstawę pomiarową/, które umożliwiają wyznaczenie współrzędnych placówek dźwiękowych rów-

---

x/ Walka geofizyczna i meteorologiczna. Wyd. ASG, nr wewn. 3358.  
xx/Tamże.

noległe z ich rozwijaniem.

Takie rozwiązanie organizacyjno-techniczne zapewnia terminowe wyznaczanie współrzędnych placówek dźwiękowych nawet w skomplikowanych sytuacjach operacyjno-taktycznych, a szczególnie podczas rozwijania pododdziałów z marszu w warunkach ograniczonej widoczności. Rozpatrując natomiast dokładność wyznaczanych autotopografami współrzędnych placówek dźwiękowych, należy zauważyć, że będzie ona uzależniona zarówno od dokładności wyjściowych danych geodezyjnych oraz od rzeźby terenu i innych czynników /odległość dowiązywanego punktu od punktu wyjściowego, rodzaju drogi itp./. Wynika to z faktu, że autotopografy zestawu PZK i AZK, podobnie jak pozostałe autotopografy pododdziałów rakiet i artylerii, nie posiadają automatycznych systemów pomiaru drogi marszu. Pomiar drogi odbywa się w sposób mechaniczny, za pomocą kół pojazdu.

Wymagana dokładność współrzędnych placówek dźwiękowych  $m_{dtg}$ , zgodnie z tabelą 21, wynosi  $\pm 30$  m. W związku z tym średni błąd wyjściowych danych geodezyjnych  $m_{wdg}$  do topogeodezyjnego dowiązania placówek dźwiękowych może wynosić  $10 \pm 15$  m / zgodnie z wymaganiem, że  $m_{wdg} \leq 0,3 - 0,5 m_{dtg}$  /. Oznacza to, że współrzędne punktów konturowych map w skali 1:10 000 i 1:25 000 mogą stanowić podstawę do topogeodezyjnego dowiązania placówek dźwiękowych.

Porównując wymagania pododdziałów dźwiękowych w zakresie wyznaczania współrzędnych /tabela 21/ z możliwościami autotopografów /tabela 7/ można stwierdzić, że zapewniają one wymaganą dokładność jedynie w sytuacji, gdy długość ciągu nie przekracza:

w terenie równinnym 5 km, w terenie falistym 3 km. W przypadku wykonywania dowiązania topogeodezyjnego ciągami o większej długości, zajdzie potrzeba obliczania poprawek w celu zwiększenia dokładności wyznaczanych współrzędnych. W zależności od posiadanego czasu i sytuacji /długości ciągu, rzeźby terenu, rodzaju gruntów/ wspomniane poprawki można obliczyć metodą przybliżoną /rozdział 3, punkt 3.2.1/ lub kątowno-liniową /rozdział 4, punkt 4,2,1/.

Nieco inaczej niż pododdziałów rozpoznania dźwiękowego przedstawia się topogeodezyjne dowiązanie stacji rozpoznania radiolokacyjnego i radiotechnicznego. Dokładność współrzędnych wyznaczanych dla tych pododdziałów jest stosunkowo wysoka, bo wynosi 3 - 5 m, i nie mogą jej zapewnić współczesne autotopografy. Zachodzi więc potrzeba wyznaczania współrzędnych metodami geodezyjnymi, przez topogeodetów z armijnego dywizjonu rozpoznania artyleryjskiego.

Z analizy powyższego problemu wynika, że pododdziały topogeodezyjne wspomnianego dywizjonu przy obecnie posiadanych środkach mają bardzo ograniczone możliwości terminowego dowiązania topogeodezyjnego stacji radiolokacyjnych i radiotechnicznych. Szczególnie duże trudności wystąpić mogą podczas boju spotkaniowego oraz w innych sytuacjach operacyjno-taktycznych, w których pododdziały rozpoznania radiolokacyjnego i radiotechnicznego będą rozwijane z marszu. W powyższych sytuacjach terminowe dowiązanie topogeodezyjne zapewnić mogą środki zmechanizowane. Jednak autotopografy znajdujące się w baterii topograficznej dywizjonu rozpoznania artylerii nie zapewniają wyżej wspomnianej dokładności.

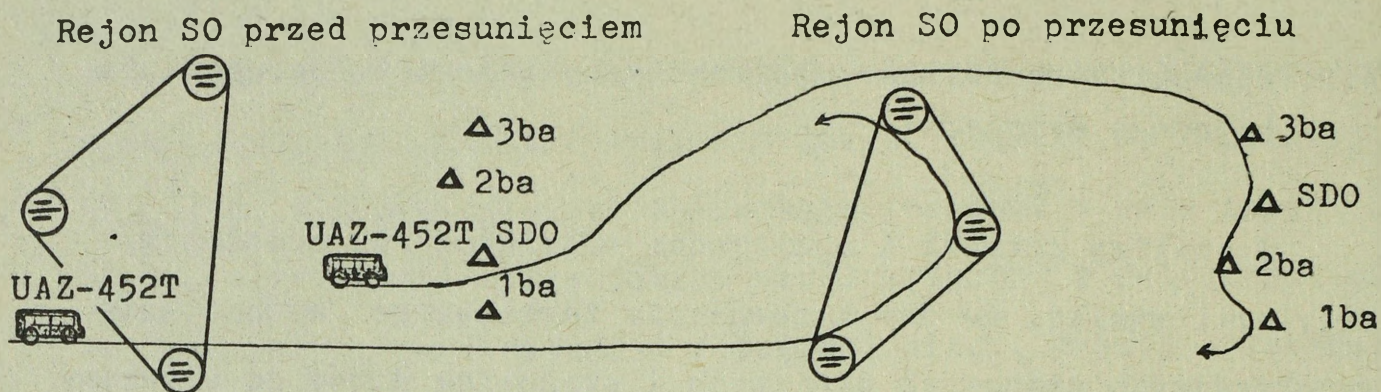
#### 4.2. Sposoby wyznaczania współrzędnych elementów ugrupowania bojowego artylerii

Z analizy potrzeb i możliwości oddziałów /pododdziałów/ artylerii wynika, że dla zapewnienia terminowego wyznaczenia współrzędnych stanowisk ogniowych i stanowisk dowódczo-obszaryjnych każdy dywizjon artylerii /ciągnionej/ powinien posiadać dwa autotopografy. Ponadto pododdziały topogeodezyjne tych dywizjonów oraz dywizjonu rozpoznania artylerii powinny posiadać nowocześniejsze od dotychczas posiadanych dalnierz.

Zakładając, że wyżej wymienione pododdziały zostaną wyposażone we wspomniany sprzęt, w dalszej części rozdziału zostaną rozpatrzone metody wyznaczenia współrzędnych przy jego użyciu.

##### 4.2.1. Wyznaczanie współrzędnych elementów ugrupowania bojowego artylerii przy użyciu autotopografów

Terminowość wyznaczenia współrzędnych stanowisk ogniowych i stanowisk dowódczo-obszaryjnych grup artylerii /AGA, DGA i PGA/ w okresie prowadzenia operacji można uzyskać wykonując równoległe prace topogeodezyjne na stanowiskach ogniowych i stanowiskach dowódczo-obszaryjnych. W związku z tym jeden z autotopografów dywizjonu powinien znajdować się w rejonie stanowisk ogniowych, drugi natomiast w rejonie punktów obserwacyjnych /rys. 12/. Autotopografy te, przygotowane do pracy w punktach wyjściowych, wykonując marsz w składzie pododdziałów ogniowych i pododdziałów rozpoznania, mogą nieprzerwanie wyznaczać współrzędne stanowisk ogniowych i stanowisk dowódczo-obszaryjnych.



Rys. 12. Wyznaczanie współrzędnych SO i SDO dwoma autotopografami

Z chwilą rozwinięcia pododdziałów artylerii, obsługi girokompasów przystępują do wyznaczania azymutów kierunków orientacyjnych, natomiast obsługi autotopografów, po nawiązaniu ciągów do punktu końcowego /punktu sieci geodezyjnej lub punktu konturowego mapy/, przystępują do wyrównania wyników pomiarów.

Wybór metody wyrównywania zależy będzie od posiadanego czasu. W sytuacji, gdy zachodzi potrzeba natychmiastowego otwarcia ognia, operatorzy autotopografów mogą obliczyć poprawki dla wyznaczonych współrzędnych metodą przybliżoną, podaną w rozdziale 3. Natomiast w przypadku dysponowania czasem powyżej 10 minut, zwiększyć dokładność współrzędnych można poprzez obliczenie poprawek metodą kątowno-liniową. Ten sposób obliczania poprawek przedstawia rysunek 13.

Z rysunku 13 wynika, że odchyłka kątowa ciągu, spowodowana błędem dewiacji osi głównej giroskopu, można obliczyć według wzoru:

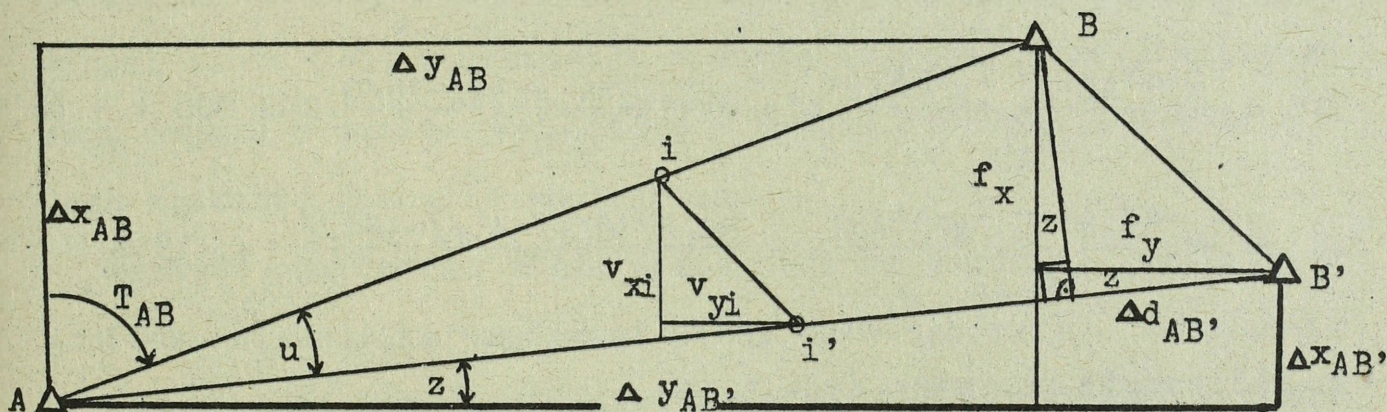
$$u'' = \frac{f_x \cdot \Delta y_{AB} - f_y \cdot \Delta x_{AB}}{d_{AB}^2} \cdot \rho''$$

natomiast odchyłkę liniową, spowodowaną błędem pomiaru drogi, można obliczyć według wzoru:

$$\Delta d_{AB} = \frac{f_y \cdot \Delta y_{AB'} + f_x \cdot \Delta x_{AB'}}{d_{AB'}}$$

We wzorach tych:

- $f_x$  i  $f_y$  - różnica między współrzędnymi x,y wyznaczonymi autotopografem a współrzędnymi tego samego punktu /punktu konturowego mapy, punktu sieci geodezyjnej/ odczytanymi z mapy /katalogu/;
- $\Delta x$  i  $\Delta y$  - różnica współrzędnych x,y punktu początkowego i końcowego ciągu;
- $d_{AB'}$  - odległość przebyta autotopografem od punktu początkowego do punktu końcowego.



Rys. 13. Obliczenie poprawek metodą kąto-liniową

Poprawki do wyznaczonych autotopografem współrzędnych oblicza się na podstawie wzorów:

$$v_{xi} = d_{Ai} / \cos T_{AB} - / \cos T_{AB} + u' // + \Delta d'_{Ai} \cdot \cos T_{AB};$$

$$v_{yi} = d_{Ai} // \sin T_{AB} + u' / - \sin T_{AB} / + \Delta d'_{Ai} \cdot \sin T_{AB};$$

gdzie:  $\Delta d'_{Ai} = \frac{d_{AB} \cdot d_{Ai}}{d_{AB}}$  ;  $u' = \frac{u \cdot t'}{t}$ .

Przykład obliczenia poprawek opisaną wyżej metodą przedstawia tabela 23. Wyniki pomiarów doświadczalnych przedstawiają załączniki 3 i 10.

Tabela 23

Wyrównywanie współrzędnych metodą kątowno-liniową

Współrzędne punktu wyjściowego A	Współrzędne punktów dowiązywanych autotopografem, ich odległość od punktu wyjściowego oraz czas przejazdu		Współrzędne punktu końcowego:		Różnice współrzędnych
	$x_1$ /m/	$x_2$ /m/	odczytane z przelicznika współrzędnych	odczytane z katalogu współrzędnych	
$x_A$ $y_A$	$y_1$ $d_{A1}$ $t_{A1}$	$y_2$ $d_{A2}$ $t_{A2}$	$x_{B'}$ $y_{B'}$ $t_{AB}$	$x_B$ $y_B$	$f_x$ $f_y$
65 312	64 860	64 201	63 425	63 470	- 45
49 049	50 110	50 730	51 843	51 789	54
1402	1402 3 <sup>m</sup>	2199 5 <sup>m</sup>	3305 8 <sup>m</sup>		

1. Obliczenie odchyłki katowej /u/ i liniowej /d/:

$$u'' = \frac{f_x \cdot \Delta y_{AB'} + f_y \cdot \Delta x_{AB'}}{d_{AB'}^2} \cdot \rho'' = \frac{-45 \cdot 2740 + 54 \cdot (-1840)}{3305^2} \cdot 200\ 000 = - 68'$$

$$\Delta d = \frac{f_y \cdot \Delta y_{AB'} - f_x \cdot \Delta x_{AB'}}{d_{AB'}} = \frac{54 \cdot 2740 - (-45) \cdot (-1842)}{3305} = 19 \text{ m.}$$

2. Obliczenie poprawek /v<sub>x</sub>, v<sub>y</sub>/:

$$v_{x_1} = 1402 / -0,556 + 0,563 / + \frac{19 \cdot 1402}{3305} \cdot 0,556 = + 15 \text{ m,}$$

$$v_{y_1} = 1402 / -0,839 + 0,831 / - \frac{19 \cdot 1402}{3305} \cdot 0,832 = - 18 \text{ m,}$$

$$v_{x_2} = 2199 / -0,556 + 0,566 / + \frac{19 \cdot 2199}{3305} \cdot 0,556 = + 29 \text{ m,}$$

$$v_{y_2} = 2199 / -0,845 + 0,831 / - \frac{19 \cdot 2199}{3305} \cdot 0,832 = - 36 \text{ m.}$$

3. Obliczenie współrzędnych punktów dowiązywanych /1 i 2/:

$$\begin{aligned} x_1 &= 64\ 860 + 15 = 64\ 875, & x_2 &= 64\ 201 + 29 = 64\ 230, \\ y_1 &= 50\ 110 - 18 = 50\ 092, & y_2 &= 50\ 730 - 36 = 50\ 694. \end{aligned}$$

Przedstawiony wyżej sposób obliczania poprawek umożliwia wyznaczenie współrzędnych w czasie około 15 minut od chwili zakończenia ciągu na punkcie końcowym. Biorąc pod uwagę, że wyznaczanie azymutów kierunków orientacyjnych przy użyciu girokompasu 1G17 wynosi również około 15 minut metoda kątowno-liniowa może znaleźć zastosowanie podczas dowiązywania elementów ugrupowania bojowego artylerii pododdziałów rozwijanych z marszu.

Równania poprawek w omówionej metodzie wyrównania współrzędnych mają charakter liniowy i nie eliminują wszystkich błędów, spowodowanych dewiacją osi głównej giroskopu.<sup>x/</sup> Wielkość tej dewiacji, na przykład podczas wykonywania ciągu o długości 5 km wynosi około 0-03 i spowoduje wychylenie poprzeczne dowiązywanego punktu o około 15 m, które w wyniku wyrównania współrzędnych zostanie znacznie zmniejszone.

Wartość powyższego błędu można jeszcze bardziej zmniejszyć poprzez zwiększenie prędkości jazdy autotopografem, skrócenie długości ciągu oraz wprowadzenie odpowiednich poprawek w punktach konturowych mapy. Zadanie to mogą ułatwić mapy danych geodezyjnych /mapy z nadrukiem współrzędnych punktów konturowych/, na których podstawie operatorzy autotopografów mogą aktualizować współrzędne punktów na wybranej trasie marszu.

W okresie przygotowywania operacji, gdy pododdziały topogeodezyjne dysponują dłuższym czasem na dowiązanie elementów ugru-

---

x/ W zrektyfikowanych autotopografach wartość dewiacji osi głównej giroskopu wynosi 0-17/godz. Prostoliniowy odcinek drogi w wyniku tej dewiacji przyjmuje kształt paraboli. Wartość wychylenia poprzecznego dowiązywanego punktu zależy więc od długości ciągu i czasu jazdy autotopografem, czyli jego prędkości.

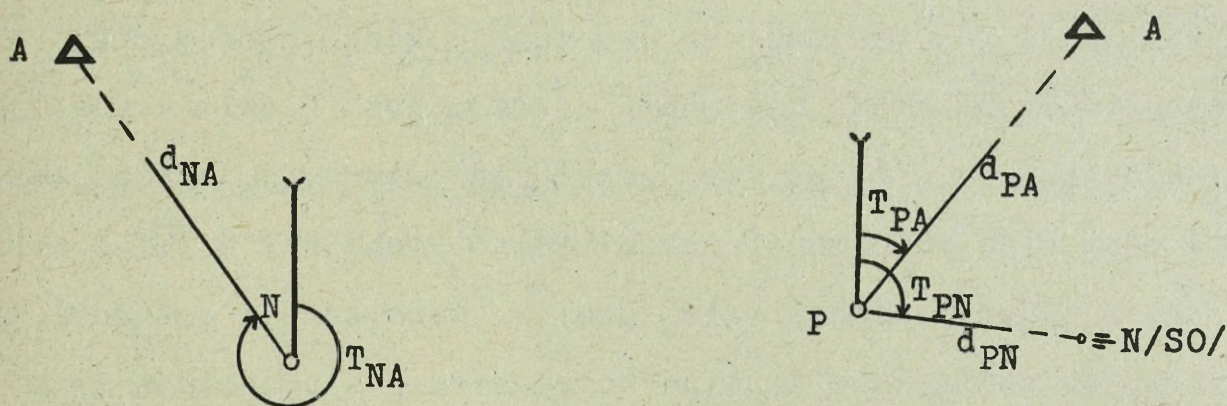
powania bojowego, operatorzy mogą wykonać większą liczbę pomiarów i wyrównać je metodą "eliminacji błędów systematycznych".

Reasumując można stwierdzić, że w sytuacji, gdy pododdziały artylerii dysponują mapami w skali 1:10 000 lub mapami danych geodezyjnych /wykonanymi na podstawie map w skali 1:10 000/, mogą one we własnym zakresie wykonać dowiązanie swoich elementów ugrupowania bojowego, bez potrzeby zakładania specjalnej sieci geodezyjnej. W tej sytuacji podstawowym sposobem wyznaczania współrzędnych stanowisk ogniowych, stanowisk dowódczo-obszernych i placówek rozpoznania dźwiękowego może być sposób zmechanizowany. W przypadku braku wspomnianych map, trzeba w rejonach rozwijania zgrupowania artylerii rozwinąć specjalną sieć geodezyjną /patrz punkt 4.4/.

#### 4.2.2. Geodezyjne sposoby wyznaczania współrzędnych elementów ugrupowania bojowego artylerii

Geodezyjne sposoby wyznaczania współrzędnych elementów ugrupowania bojowego artylerii, ze względu na dużą dynamikę współczesnych działań bojowych, straciły ze swego znaczenia na korzyść dowiązania zmechanizowanego. Niezależnie jednak od tego geodezyjne sposoby stosowane są nadal do dowiązania elementów ugrupowania bojowego artylerii /AGA, DGA i PGA/. Możliwości pododdziałów topogeodezyjnych w tym zakresie można zwiększyć poprzez wyposażenie ich w nowoczesne dalmierze laserowe. Przyrządy te, w połączeniu z girokompasami, stanowią bardzo praktyczny zestaw, który może być wykorzystywany nie tylko w okresie przygotowywania operacji, ale także w okresie jej prowadzenia.

W celu wyznaczenia współrzędnych, np stanowisk ogniowych dywizjonu, prace topogeodezyjne ograniczają się do wykonywania promieniowań w punkcie N /rys. 14 a/, z którego widoczny jest punkt początkowy /punkt o znanych współrzędnych/. Prace pomiarowe w tym przypadku mogą być wykonywane w punkcie dowiązywanym, bezpośrednio na stanowisku ogniowym i bez potrzeby pobytu na punkcie o znanych współrzędnych. Współrzędne punktu N oblicza się według wzorów podanych w punkcie 3.2.2.



Rys. 14. Wyznaczanie współrzędnych punktu N /SO, SDO itp/ promieniowaniem /zadaniem zwykłym/:

- a/ z punktu dowiązywanego N widoczny jest punkt sieci geodezyjnej A;
- b/ z punktu dowiązywanego N punkt sieci geodezyjnej A jest niewidoczny.

W sytuacji, gdy z punktu dowiązywanego N nie widać punktu sieci geodezyjnej A, zachodzi potrzeba wyboru pomocniczego punktu P /rys. 14 b/, z którego widoczny jest zarówno punkt sieci geodezyjnej A, jak i dowiązywany punkt N. W tym przypadku współrzędne punktu N oblicza się według wzorów:

$$x_N = x_A + d_{PA} \cdot \cos /T_{PA} \pm 180^\circ / + d_{PN} \cdot \cos T_{PN};$$

$$y_N = y_A + d_{PA} \cdot \sin /T_{PA} \pm 180^\circ / + d_{PN} \cdot \sin T_{PN};$$

w których:  $d_{PA}$ ,  $d_{PN}$  - zmierzona dalmierzem odległość z punktu P do A i do N;

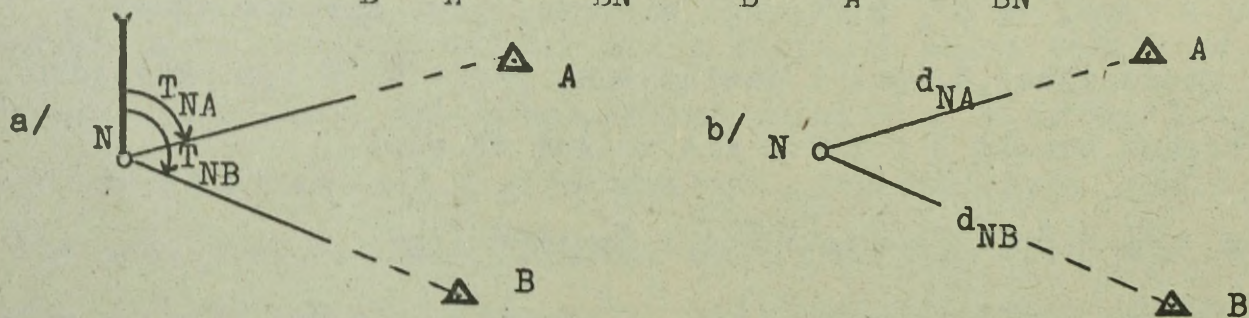
$T_{PA}$ ,  $T_{PN}$  - wyznaczony girokompasem azymut topograficzny z punktu P do punktu A i do punktu N.

Średni błąd położenia punktu N wyznaczonego tym sposobem wynosi  $m_P \cdot \sqrt{2} = 1,4$ , czyli około 15 m /patrz tabela 9/; czas wyznaczenia współrzędnych jednego stanowiska - okło 20 minut.

W sytuacji, gdy widoczne są dwa punkty sieci geodezyjnej a drużyna topogeodezyjna dysponuje girokompasem i dalmierzem, współrzędne punktu N należy wyznaczyć podwójnym promieniowaniem. Wtedy średni błąd położenia punktu będzie mniejszy o  $\sqrt{2}$  od wartości błędu pojedynczego promieniowania. Natomiast w sytuacji, gdy wykonując dowiązanie drużyna topogeodezyjna dysponuje tylko girokompasem, współrzędne punktu N można wyznaczyć wcięciem azymutalnym /rys. 15 a/. W tym celu należy girokompasem wyznaczyć azymuty topograficzne z punktu dowiązywanego do punktu sieci geodezyjnej  $/T_{NA}$  i  $T_{NB}/$  i zmienić je na przeciwne. Współrzędne punktu N oblicza się według wzorów:

$$x_N = x_A - \frac{h \cdot \cos T_{AN}}{\sin T_{AN} - T_{BN}}, \quad y_N = y_A - \frac{h \cdot \sin T_{AN}}{\sin T_{AN} - T_{BN}};$$

w których:  $h = /x_B - x_A / \sin T_{BN} - /y_B - y_A / \cos T_{BN}$ .



Rys. 15. Wyznaczenie współrzędnych sposobem wcięć:  
 a/ wcięcie azymutalne; b/ wcięcie liniowe.

Zaletą wcięcia azymutalnego jest to, że dokładność współrzędnych dowiązywanego punktu N nie jest zależna od kąta spadku terenu. Dokładność ich /tabela 24/ zależy jedynie od dokładności wyznaczenia azymutów  $T_{AN}$  i  $T_{BN}$  oraz od kąta wcięcia  $\gamma$ , czyli od kształtu trójkąta ABN.

Tabela 24

Średni błąd położenia punktu wyznaczonego wcięciem liniowym i wcięciem azymutalnym

Kąt wcięcia $\gamma$	Wcięcie liniowe wykonane dalmierzem laserowym /m <sub>d</sub> = ± 10 m/	Wcięcie azymutalne wykonane girokom- pasem /a=b=10 000m/. /m <sub>T</sub> = ± 0,5' /
30° i 150°	28 m	12 m
40    140	22	9
50    130	18	7
60    120	16	6
70    110	15	5
80    100	14	4
90	14	4

Źródło: Wykonanie własne.

Jeżeli drużyna zmechanizowanego dowiązania będzie dysponować tylko dalmierzem laserowym, to współrzędne punktu N można wyznaczyć wcięciem liniowym. Na przykład: w sytuacji, gdy zespół girokompasu wyznacza azymuty topograficzne kierunków orientacyjnych na stanowisku ogniowym /stanowisku dowódczo-obszernym/, z którego nie widać punktu sieci geodezyjnej, zespół autotopografu powinien wyznaczyć współrzędne punktu pomocniczego P /rys. 15/, a następnie, na podstawie tego punktu - współrzędne

stanowisk ogniowych /stanowisk dowódczo-obszernacyjnych/.

Podsumowując rozważania na temat geodezyjnych sposobów dowiązania elementów ugrupowania bojowego artylerii należy zauważyć, że wyposażenie pododdziałów topogeodezyjnych w dalmierze laserowe znacznie zwiększy ich możliwości w zakresie wyznaczania współrzędnych stanowisk ogniowych i stanowisk dowódczo-obszernacyjnych. Dalmierze te w połączeniu z girokompasami mogą stworzyć bardzo praktyczny zestaw pomiarowy, dzięki któremu drużyny topogeodezyjne uzyskają większą operatywność.

#### 4.3. Wyznaczanie azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych do wycelowania dział /wyrzutni/ i przyrządów optycznych w kierunku zasadniczym

Z analizy możliwości pododdziałów topogeodezyjnych artylerii w zakresie wyznaczania azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych przeprowadzonej w punkcie 4.1 wynika, że dysponują one przyrządami umożliwiającymi orientowanie dział i przyrządów w kierunku zasadniczym w czasie nieznacznie dłuższym od czasu technicznie niezbędnego na ich przygotowanie do strzelania.

We wszystkich pododdziałach artylerii, włącznie z dywizjonem artylerii samobieżnej, jedynym przyrządem zapewniającym terminowe otwarcie ognia może być giroskopowy wskaźnik kierunku GAK /TNA/, znajdujący się w autotopografach typu TMG-2 i UAZ-452T.

Stosując przenoszenie azymutu za pomocą giroskopowego kierunku typu GAK, można uzyskać azymut kierunku orientacyjnego w nowym rejonie w ciągu około 3 minut od momentu zatrzymania

autotopografu<sup>x/</sup>.

Dokładność azymutu określonego wyżej wymienionym sposobem zależy od wielu czynników, z których najważniejszymi są:

- dokładność zorientowania osi podłużnej pojazdu w punkcie początkowym;
- dokładność wyregulowania aparatury nawigacyjnej i kątomierza panoramicznego<sup>xx/</sup>;
- czas "przevożenia" azymutu, czyli długość drogi marszu i jego tempo;
- dokładność pomiarów kątowych wykonywanych podczas przenoszenia azymutu od podłużnej osi pojazdu na wybrany kierunek w nowym rejonie.

Wpływ wyżej wymienionych czynników na dokładność azymutu można zmniejszyć do minimum poprzez:

- orientowanie autotopografu w punkcie początkowym /w starym rejonie stanowisk ogniowych i stanowisk dowódczo-obszernych/ od azymutu wyznaczonego girokompasem;
- dokładną regulację aparatury nawigacyjnej, polegającą na zmniejszeniu do minimum dewiacji osi głównej giroskopu, zarówno na postoju, jak i podczas jazdy<sup>xxx</sup>, oraz na doprowadzeniu do równoległości osi optycznej kątomierza panoramicznego /przy nastawach zerowych/ z osią podłużną pojazdu;
- skrócenie czasu "przevożenia" azymutu m.in. poprzez wprowadzenie poprawek dewiacji powstałych podczas przerw w marszu.

- 
- x/ Julian Skrzyp: Orientowanie dział i przyrządów optycznych. Przegląd Wojsk Lądowych 1981 r. z. nr 6.
- xx/ Podczas sprawdzania aparatury nawigacyjnej TNA,3 w wozach dowodzenia MTLB w maju 1983 r. stwierdzono, że niedokładność zgrania osi optycznej kątomierza z podłużną osią pojazdu wynosiła 0-32 ÷ 0-54.
- xxx/ Julian Skrzyp: Kierunki rozwoju sprzętu topograficznego. Wojskowy Przegląd Techniczny 1980 r. z. nr 11-12.

Średnią wartość dewiacji osi głównej giroskopu kierunku typu GAK wyznaczoną z 10 przejazdów w czasie 10 i 30 minut przedstawia tabela 25.

Tabela 25

Średnia wartość dewiacji osi głównej giroskopu GAK  
wyznaczona na podstawie 10 przejazdów /w tysięcznych/

Czas trwania jazdy w min.	Średnia wartość dewiacji z 10 przejazdów autotopogr. nr:					Wartość średnia dla 5 gir.
	72060090	72060060	10050295	7209105	72060255	
10	0-02,0	0-01,8	0-01,5	0-02,0	0-01,5	0-01,7
30	0-08,0	0-03,8	0-02,3	0-03,5	0-00,7	0-05,7

Źródło: Opracowanie własne

Analizując wyniki przedstawione w tabeli 25 można wnioskować, że omawiany sposób wyznaczania azymutu nie zapewnia optymalnej dokładności orientowania dział i przyrządów optycznych w kierunku zasadniczym. Dokładność tego orientowania jest jednak większa od dokładności orientowania magnetycznego przy użyciu kątomierza busoli, które na dodatek jest niepewnym sposobem wyznaczania azymutu.

Do zalet wymienionego sposobu orientowania można zaliczyć:

- krótki czas wyznaczania azymutu;
- niezależność orientowania od punktów sieci geodezyjnej i od warunków terenowych;
- niezależność pomiarów od warunków obserwacji;
- niewrażliwość na zmiany elementów pola magnetycznego Ziemi, na burze magnetyczne i lokalne anomalie magnetyczne, zarówno naturalne, jak i sztuczne;
- niewrażliwość na zakłócenia radioelektroniczne.

Największą zaletą wyżej wymienionego orientowania jest to, że azymut "przewozi się" razem z maszerującymi pododdziałami, dzięki czemu może być przez nie wykorzystany w dowolnym czasie i dowolnym miejscu drogi marszu.

Mając na uwadze, że pododdziały artylerii składają się z dwóch rodzajów elementów /tj. elementów rozpoznania i elementów ogniowych/, którym trzeba wyznaczyć w terenie kierunki, należałoby wyposażyć każdy dywizjon artylerii w dwa autotopografy /potrzeba taka wynika także z konieczności jednoczesnego dowiązania stanowisk ogniowych i stanowisk dowódczo-obserwacyjnych/. Jeden z autotopografów byłby wykorzystywany na stanowiskach ogniowych, drugi natomiast na stanowiskach dowódczo-obserwacyjnych. Słuszność takiego rozwiązania potwierdzona została ostatnio w praktyce wprowadzeniem do wyposażenia dywizjonów artylerii samobieżnej zestawów 1W12, w których dwa wozy dowodzenia z aparaturą nawigacyjną znajdują się na szczeblu baterii.

Obecnie w dywizjonach artylerii /ABAA, pa, dah/ jest tylko jeden autotopograf, w związku z czym równoczesne "przewiezienie" azymutu do nowego rejonu stanowisk ogniowych i stanowisk dowódczo-obserwacyjnych można zrealizować jedynie w ramach współdziałania między dywizjonami wchodzącymi w skład grup artylerii.

Z innych sposobów wyznaczania azymutu w pododdziałach artylerii mogą być stosowane orientowanie giroskopowe i astronomiczne: ich wady i zalety przedstawione zostały w rozdziale 3.

Zasadniczą wadą wspomnianych sposobów orientowania jest długi czas wyznaczania azymutu. Waha się on od 12 minut /girokompasem 1G17/ do 30 minut /girokompasem 1G5/. Spośród obecnie wykorzystywanych giroskopów, poza giroskopem 1G25 w zesta-

wie 1W12 dywizjonu artylerii samobieżnej, jedynie 1G17 może zapewnić terminowe otwarcie ognia przez artylerię. Czas wyznaczenia azymutu tym girokompasem /na podstawie dwóch punktów nawrotu/ wynosi około 12 minut i jest w przybliżeniu równy czasowi przygotowania dział /ciągnionych/ do strzelania.

Orientowanie astronomiczne, którego czas wykonania wynosi około 20 minut, również nie zapewnia artylerii terminowego otwarcia ognia. Zakładając, że będzie ono w przyszłości dodatkowym sposobem wyznaczania azymutu, czas pomiarów i obliczeń nie powinien przekraczać 10 minut. Uzyskać to można w wyniku automatyzacji obliczeń lub sporządzenia tabel azymutów ciała niebieskiego omówionych w rozdziale 3.

Podsumowując rozważania na temat orientowania dział i przyrządów w kierunku zasadniczym można stwierdzić, że spośród różnych sposobów wyznaczania azymutu jedynie orientowanie giroskopowe zapewnić może dokładne i terminowe wycelowanie dział i przyrządów, niezależnie od warunków terenowych i atmosferycznych oraz bez względu na porę roku i dnia.

#### 4.4. Przygotowanie bazy do sprawdzeń przyrządów aparatury nawigacyjnej i girokompasów pododdziałów artylerii

Wyposażenie wszystkich pododdziałów artylerii armii w nowoczesne zestawy kierowania ogniem, np. zestawy 1W12, spowoduje, że na szczeblu dywizji zmechanizowanej /pancernej/ oraz brygady artylerii armat będzie około 40 pojazdów z aparaturą nawigacyjną oraz tyleż girokompasów.

W sytuacji, gdy we wspomniane zestawy wyposażone zostaną tylko dywizjony artylerii samobieżnej, a pozostałe dywizjony w dwa autotopografy, liczba tych urządzeń będzie mniejsza o około połowę.

Zarówno w jednym, jak i w drugim przypadku dużego znaczenia nabiera przygotowanie odpowiedniej bazy do sprawdzeń i określania poprawek autotopografów i girokompasów, bowiem spełnią one swoją rolę jedynie wówczas, gdy będą dokładnie wyregulowane i gdy znane będą ich błędy indywidualne.

W odróżnieniu od bazy zakładanej dla wojsk raketowych, baza zakładana dla potrzeb artylerii nie wymaga tak dokładnego wyznaczenia azymutów kierunków wzorcowych. Wynika to z mniejszej dokładności orientowania dział niż raket /tabela 3 i 21/. Kierunki te spełnią swoją rolę, gdy ich azymuty zostaną określone z dokładności 0-00,5, tj. około 2 minut. Natomiast współrzędne punktów wykorzystywanych do sprawdzania dokładności pracy autotopografów powinny być wyznaczone z dokładnością taką, jak dla wojsk raketowych, tj. 3 - 5 m.

Analizując różne warianty rozmieszczenia w terenie punktów bazy i kierunków wzorcowych, autor doszedł do przekonania, że wspomnianą bazę należy przygotować w rejonach stałej dyslokacji, w rejonach alarmowych oraz w rejonie wyjściowym oddziałów i pododdziałów artylerii.

Za koniecznością przygotowania bazy w rejonie wyjściowym przemawiają następujące fakty:

1. Oddziały i pododdziały artylerii po wykonaniu długiego marszu, znajdują się w zmienionych warunkach terenowych /zmiana szerokości geograficznej miejsca pracy powyżej 2° powoduje koniecz-

ność wprowadzania poprawek w aparaturze nawigacyjnej i określenia dokładności jej pracy/.

2. W rejonie wyjściowym oddziały i pododdziały topogeodezyjne artylerii mogą dysponować odpowiednim czasem na wykonanie sprawdzeń aparatury nawigacyjnej i girokompasów oraz określenie odpowiednich poprawek.

3. Oddziały i pododdziały artylerii, zajmując rejony stanowisk ogniowych i stanowisk dowódczo-obserwacyjnych, powinny mieć już sprawdzone przyrządy, ponieważ w okresie prowadzenia operacji będą musiały nimi wykonywać dowiązanie swoich elementów ugrupowania bojowego. W tym okresie działalności artylerii pododdziały topogeodezyjne nie będą miały warunków do wykonania sprawdzeń przyrządów.

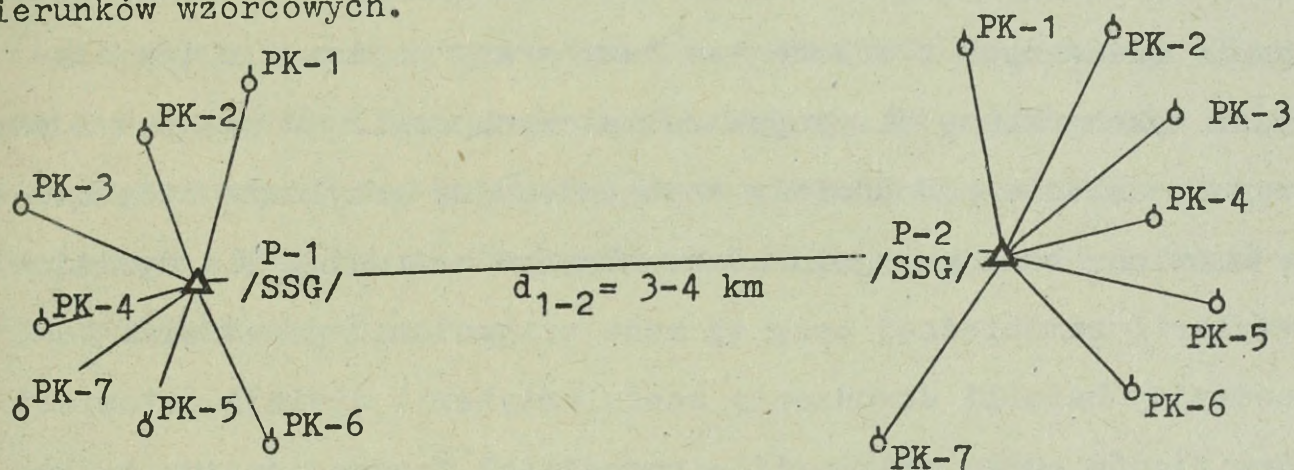
Bardzo istotną sprawą jest liczba punktów i kierunków wzorcowych w bazie, a także ich rozmieszczenie w terenie.

Z analizy powyższego problemu wynika, że dla stworzenia warunków do jednoczesnego sprawdzenia girokompasów dywizjonu artylerii samobieżnej /7 girokompasów/ potrzeba co najmniej jednego punktu, z którego znane będą azymuty na 7 punktów kierunkowych /rys. 16/. Girokompasy podlegające sprawdzeniu powinny być ustawiane w punktach kierunkowych od 1 do 7, a punktem wspólnym byłby punkt centralny A. W tej sytuacji azymuty z punktu A do punktów kierunkowych 1 - 7 należy zmienić na przeciwne.

Dla dokonania pomiarów związanych z oceną dokładności pracy aparatury nawigacyjnej potrzeba co najmniej dwóch punktów o znanych współrzędnych, oddalonych od siebie o 3 - 4 km.<sup>x/</sup>

x/ Autotopograf UAZ-452T-2. Uzbr. 2011/79. Wyd. MON, 1980 r.

W związku z powyższym baza do sprawdzeń girokompasów i aparatury nawigacyjnej dywizjonu artylerii samobieżnej powinna składać się z dwóch punktów, z których wyznaczone jest po 7 kierunków wzorcowych.



Rys. 16. Baza do sprawdzenia aparatury nawigacyjnej i girokom-  
pasów dywizjonu artylerii samobieżnej.

Dla dywizjonu artylerii nie posiadających zestawów 1W12, a wyposażonych w dwa autotopografy potrzebne są tylko dwa punkty kierunkowe. W tej sytuacji dla pułku artylerii składającego się z trzech dywizjonów można przygotować bazę, przedstawioną na rysunku 16 /pułk artylerii w tym przypadku będzie posiadał tyle girokompasów i pojazdów z aparaturą nawigacyjną, ile dywizjon artylerii samobieżnej wyposażony w zestaw 1W12/.

Dla brygady artylerii armat posiadającej w swym składzie pięć dywizjonów potrzeba założyć co najmniej dwie bazy.

Reasumując należy podkreślić, że omówioną wyżej bazę należy założyć dla wszystkich oddziałów /pododdziałów/ artylerii. Tu nasuwa się pytanie: kto i jakimi środkami będzie zakładał tę bazę? Chodzi szczególnie o założenie bazy w rejonie wyjściowym, tj. w sytuacji, gdy oddziały i pododdziały artylerii nie okreś-

liły poprawek dla swoich przyrządów w rejonach stałej dyslokacji lub w rejonach alarmowych.

Z analizy powyższego problemu wynika, że oddział topogeodezyjny szefa wydziału topograficznego sztabu armii nie ma możliwości wykonania związanych z założeniem bazy prac, ponieważ w tym czasie musi wykonać bazę dla wojsk rakietowych armii. W związku z powyższym organiczne pododdziały topogeodezyjne artylerii będą zmuszone omówioną bazę przygotować we własnym zakresie. Dla dywizjonu artylerii samobieżnej bazę tę może przygotować pododdział topogeodezyjny baterii dowodzenia szefa artylerii dywizji, natomiast dla dywizjonów pułku artylerii - pododdział topogeodezyjny z baterii dowodzenia tegoż pułku.

Dla pododdziałów brygady artylerii armat bazę może przygotować pododdział topogeodezyjny dywizjonu dowodzenia, we współdziałaniu z pododdziałem topogeodezyjnym dywizjonu rozpoznania artylerii.

Pododdziały topogeodezyjne artylerii obecnie nie są w pełni przygotowane do tego rodzaju prac. Nie posiadają one odpowiedniego sprzętu, zapewniającego im szybkie i dokładne wykonanie bazy, nie dysponują też odpowiednim sprzętem dla dokonania kontroli dowiązania stanowisk ogniowych i stanowisk dowódczo-obszernacyjnych.

Wprowadzane ostatnio zmiany organizacyjno-modernizacyjne w artylerii stawiają w nieco innej niż dotychczas roli plutony topogeodezyjne dywizjonu dowodzenia brygady artylerii armat, baterii dowodzenia szefa artylerii dywizji, baterii dowodzenia pułku oraz dywizjonu rozpoznania artylerii. Wzrasta ich rola w przygotowaniu, we współdziałaniu z oddziałem topogeodezyjnym armii, wyjściowych danych geodezyjnych dla potrzeb zgrupowań artylerii /AGA, DGA, PGA/ oraz kontrolowaniu dowiązania topogeodezyjnego tych zgrupowań.

Wyjściowe dane geodezyjne w postaci dotychczas zakładanej specjalnej sieci geodezyjnej /SSG-60/, niezależnie od omówionej bazy, trzeba będzie bowiem rozwijać w rejonach, na które nie będzie map z danymi geodezyjnymi.

W związku z powyższym wymienione wyżej plutony topograficzne powinny dysponować sprzętem umożliwiającym im wykonywanie zadań w szybkim tempie oraz w dowolnych warunkach terenowych i atmosferycznych. Wyłania się też potrzeba zmiany procesu szkolenia tych pododdziałów.

#### 4.5. Struktura organizacyjna pododdziałów topograficznych artylerii

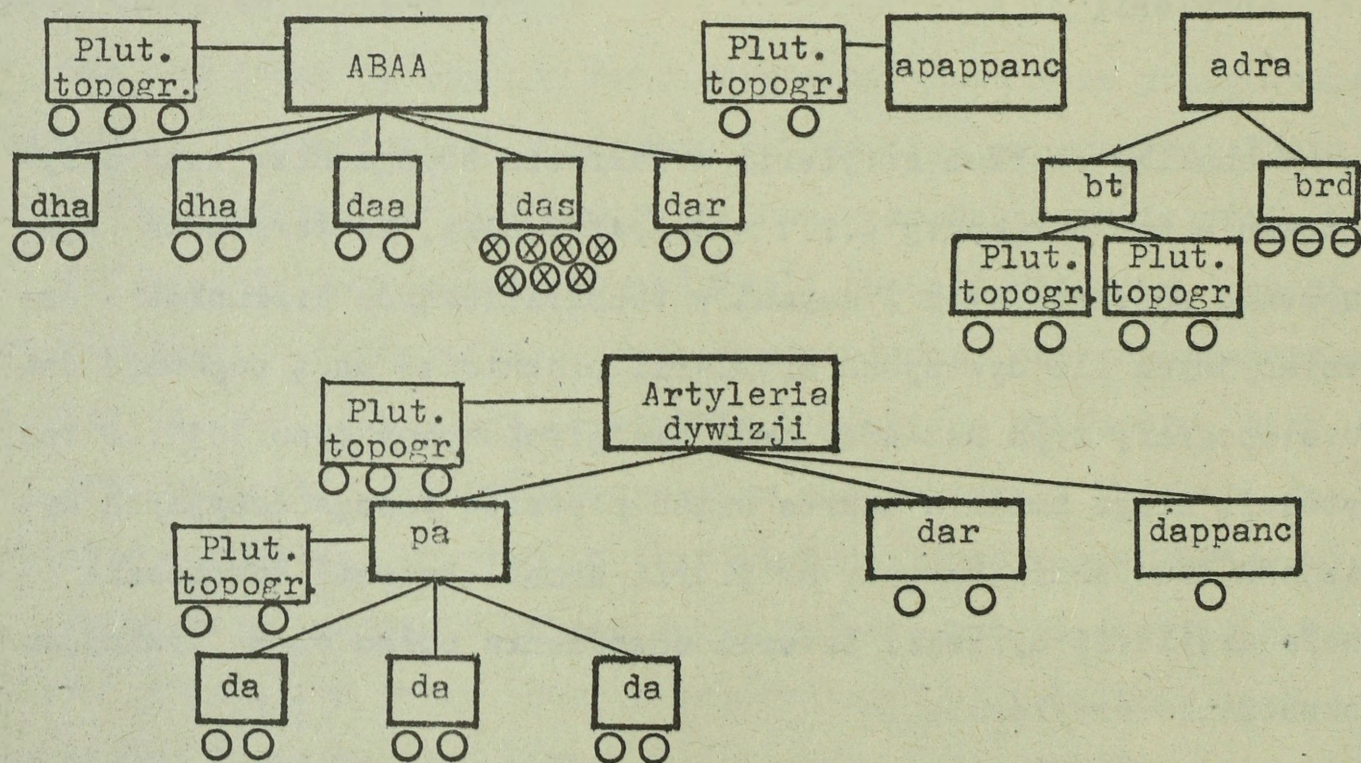
Z analizy potrzeb artylerii w zakresie topogeodezyjnego przygotowania ognia /punkty 4.2.1 - 4.2.4/ wynika, że terminowe wyznaczenie współrzędnych i azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych dla dywizjonu artylerii ciężkiej mogą zapewnić dwa autotopografy typu UAZ-452T oraz dwa girokompasy typu 1G17. W tej sytuacji ulega zmianie zakres zadań plutonów topogeodezyjnych dywizjonu dowodzenia brygady artylerii armat, baterii dowodzenia szefa artylerii dywizji, baterii dowodzenia pułku oraz dywizjonu rozpoznania artylerii.

Do zadań wyżej wymienionych plutonów powinno należeć:

- przygotowanie w terenie punktów i kierunków wzorcowych do sprawdzania aparatury nawigacyjnej i girokompasów znajdujących się w dywizjonach artylerii, w tym zestawów 1W12, PZK i AZK;
- wyznaczanie w terenie azymutów topograficznych kierunków "dyżurnych";

- kontrola dowiązania środków ogniowych i środków rozpoznania poszczególnych zgrupowań artylerii /PGA, DGA, AGA/;
- udział w zagęszczaniu podstawowej sieci geodezyjnej w rejonach rozwijania zgrupowań artylerii /w rejonach, na które nie ma map danych geodezyjnych/;
- pomoc w dowiązaniu środków ogniowych i środków rozpoznania podległych pododdziałów.

W związku z tak szerokim zakresem zadań zachodzi potrzeba dokonania modyfikacji struktury organizacyjnej pododdziałów topogeodezyjnych. Proponowaną strukturę organizacyjną pododdziałów topogeodezyjnych przedstawia rysunek 17.



Legenda:

- ⊗ - aparatura nawigacyjna i girokomoas znajdują się w zestawie 1W12;
- ⊖ - aparatura nawigacyjna znajduje się w zestawie PZK i AZK.
- - drużyna zmechanizowanego dowiązania

Rys. 17. Struktura organizacyjna pododdziałów topogeodezyjnych artylerii /wariant/.

Równolegle ze zmianą struktury organizacyjnej pododdziałów topogeodezyjnych powinien też ulec modyfikacji dotychczasowy program szkolenia tych pododdziałów. Ogólny zakres specjalizacji pododdziałów topogeodezyjnych przedstawia tabela 26.

Tabela 26

Ogólny zakres specjalizacji topogeodetów /wariant/

Funkcyjni	Zakres specjalizacji funkcyjnych w ramach pierwszej specjalności dla topogeodetów wszystkich oddziałów i pododdziałów artylerii	Zakres specjalizacji funkcyjnych w ramach drugiej specjalności dla topogeodetów z plutonów topogeodezyjnych i baterii art	
Zespół autotopografu	1. Określanie współrzędnych i wysokości punktów na podstawie mapy	1. Zasady zakładania bazy oraz zagęszczenia sieci geodezyjnej	1. Orientowanie wyrzutni, dział i przyrządów optycznych
	2. Wyznaczanie współrzędnych autotopografem z wyrównaniem wyników pomiaru	2. Wyznaczanie współrzędnych przy użyciu dalmierza laserowego i girokompasu sposobem promieniowania i wcięcia.	
Zespół girokompasu	1. Określanie współrzędnych i wysokości punktów na podstawie mapy	1. Zasady zakładania bazy oraz zagęszczenia sieci geodezyjnej	1. Orientowanie wyrzutni dział i przyrządów optycznych
	2. Wyznaczanie azymutu girokompasem i astronomicznie	2. Wyznaczanie współrzędnych przy użyciu dalmierza laserowego i girokompasu sposobem promieniowania i wcięcia	

Uwaga: Topogeodeci w ramach szkolenia powinni uzyskać praktyczne umiejętności nie tylko w zakresie dokonywania pomiarów i ich opracowywania, ale również w zakresie sprawdzania przyrządów, ich regulacji oraz określania poprawek.

#### 4.6. Zaopatrzenie oddziałów /pododdziałów/ artylerii w materiały topograficzne

##### 4.6.1. Analiza potrzeb

Użycie artylerii w walce, podobnie jak i innych rodzajów wojsk, nie jest możliwe bez zaopatrzenia jej w materiały topograficzne. Na podstawie tych materiałów w oddziałach /pododdziałach/ artylerii nie tylko studiuje się teren i planuje ogień, ale także przygotowuje dane topograficzne do jego prowadzenia. Dlatego od dokładności materiałów topograficznych zależy efektywność ognia artylerii. Wynika stąd konieczność zaopatrzenia oddziałów /pododdziałów/ artylerii w materiały zapewniające topogeodezyjne dowiązanie ich elementów ugrupowania bojowego z wymaganą dokładnością.

Dokonując podziału map według zasad podanych w rozdziale trzecim /punkt 3.6.1/ oraz uwzględniając wymaganą dokładność topogeodezyjnego dowiązania środków ogniowych i środków rozpoznania artylerii, można ustalić liczbę map potrzebną dla poszczególnych oddziałów i pododdziałów /tabela 27/.

Rozpatrując potrzeby artylerii w zakresie pokrycia mapami obszaru jej działania nasuwa się wniosek, że dotychczasowa instrukcja o zabezpieczeniu topograficznym<sup>x/</sup> nie odpowiada wymaganiom współczesnych operacji.

Zgodnie ze wspomnianą instrukcją mapy topograficzne w skali 1:50 000 w związkach taktycznych gromadzi się tylko na głębokość zadania bliższego armii. Natomiast dla zaopatrzenia od-

x/ Instrukcja o zabezpieczeniu topograficznym działań bojowych wojsk. Szt. Gen. 288/62.

działów i pododdziałów artylerii wspierających działania, np. operacyjnej grupy manewrowej, potrzebne są mapy na całą głębokość operacji armijnej. Zachodzi więc potrzeba uzupełniania zaopatrzenia tych oddziałów /pododdziałów/ w czasie prowadzonych przez nie działań bojowych.

Tabela 27

Normy map topograficznych dla oddziałów i pododdziałów artylerii /variant/

Oddział /pododdział/	Ilość /przybl./		Mapy topograficzne w skali:						
	ofic.	pojazdów	1 50 000	1 100 000	1 200 000	1 500 000	1 1 000 000	Inne mapy	Kata- logi
ABAA	155	320	60	160	160	20	10	170	8
apappanc	85	180	40	100	70	15	5	90	5
adra	35	45	15	35	35	5	2	10	5
adah	25	60	10	25	25	5	2	30	1
DZ/DPanc									
pa	80	150	40	80	80	15	5	70	5
dar	25	70/80	10	20	20	3	2	40/60	1
dappanc	25	40	10	25	15	3	2	15	1
pz/BWP - da	15	30	10	20	20	3	1	15	1
pz/SKOT- da	15	30	10	20	20	3	1	15	1

Źródło: Opracowanie własne.

Osobną grupę w materiałach topograficznych stanowią mapy specjalne. Są to mapy topograficzne z dodatkową treścią, potrzebną dowódcom i sztabom przy ocenie terenu, sytuacji i nieprzyjaciela.

Obecnie dla potrzeb wojsk, w tym także dla artylerii, sporządza się mapy specjalne o różnej tematyce i w różnej skali. Spośród tych map szczególne znaczenia dla oddziałów i pod-

oddziałów artylerii mają mapy danych geodezyjnych /mapy z nadrukiem współrzędnych punktów konturowych/, mapy warunków obserwacji oraz mapy punktów orientacyjnych.

Dla pododdziałów topogeodezyjnych artylerii największe znaczenie mają mapy danych geodezyjnych. Liczbę tych map, niezbędną dla pododdziałów podczas dowiązywania elementów ugrupowania bojowego, przedstawia tabela 27.

Mapy warunków obserwacji, jako źródło informacji o możliwościach prowadzenia obserwacji i ognia przez pododdziały artylerii, powinny, obok map topograficznych, być podstawowymi mapami sztabów dywizjonów, oficerów rozpoznania i dowódców baterii. Przy tak przyjętym założeniu, dla każdego dywizjonu artylerii potrzeba minimum 5 egzemplarzy map.

Mapy punktów orientacyjnych umożliwiają szybką i dokładną orientację w terenie, a także dokładne określanie położenia obiektów i wskazywania celów. Mogą znaleźć szerokie zastosowanie we wszystkich pododdziałach, a szczególnie pododdziałach artylerii samobieżnej. Dla każdego dywizjonu artylerii potrzeba także 5 egzemplarzy tych map. Pozostałe mapy specjalne mogą być wydawane według dotychczasowych zasad.

#### 4.6.2. Możliwości usprawnienia zaopatrzenia oddziałów /pododdziałów/ artylerii w materiały topograficzne

Oddziały /pododdziały/ artylerii armii, zgodnie z obowiązującymi zasadami<sup>x/</sup>, otrzymują mapy na całą szerokość operacji

x/ Instrukcja o zabezpieczeniu topograficznym działań bojowych wojsk. Szt. Gen. 288/62.

armijnej. Przy zaopatrzeniu ich w mapy na całą głębokość operacji armijnej oddziały /pododdziały/ otrzymają znaczną liczbę map. Szczególnie dużo map otrzyma brygada artylerii armat. Np. dla zaopatrzenia jej w mapy w skali 1:50 000 potrzeba będzie około 120 arkuszy /godek/. Przyjmując za podstawę normy podane w tabeli 27 /160 szt/ otrzyma się około 20 000 egzemplarzy map. Doliczając do tego mapy w innych skalach liczba ich wzrośnie do około 50 tysięcy sztuk.

Mimo tak dużej liczby map potrzebnych brygadzie obecnie nie dysponuje ona etatowym ruchomym magazynem map. Nie posiada też etatowego magazyniera map. Za dystrybucję odpowiedzialny jest wyznaczony przez szefa sztabu oficer. Jest nim z zasady starszy pomocnik szefa sztabu d/s rozpoznania.

W dotychczasowej praktyce do brygady dostarcza się mapy w workach, w których są one skompletowane według normy brygadowej. Utrudnia to ich dalszy rozdział dla poszczególnych dywizjonów, ponieważ zachodzi potrzeba liczenia należnych im egzemplarzy.

Usprawnić proces zaopatrzenia brygady artylerii armat / a także pozostałych pododdziałów artylerii/ w mapy topograficzne można dzięki przygotowaniu przez armijną składnicę /drukarnię/ map według norm dywizjonowych. Umożliwi to przekazywanie należnych dywizjonom map bez ich liczenia.

Bardzo istotną sprawą we współczesnych operacjach armijnych jest zachowanie ciągłości zaopatrywania wojsk w mapy. Można ją osiągnąć, między innymi, przez ich rozśrodkowanie. Z tego względu mapy topograficzne powinny być przechowywane nie w sztabach brygady /pułku/, a w sztabach dywizjonów. Skró-

ciłoby to drogę między składnicami a użytkownikami map. Ponadto zwiększyłoby się prawdopodobieństwo zachowania ciągłości zaopatrzenia oddziałów /pododdziałów/ w potrzebne materiały w okresie oddziaływania ogniowego nieprzyjaciela.

#### 4.7. Wnioski

1. Terminowe wyznaczenie współrzędnych elementów ugrupowania bojowego artylerii zapewnić mogą zmechanizowane sposoby dowiązania. Współczesne autotopografy nie zapewniają jednak optymalnej dokładności wyznaczenia współrzędnych, szczególnie w trudnych warunkach terenowych. Z tego powodu zachodzi potrzeba zwiększania dokładności wyznaczonych nimi współrzędnych drogą wyrównywania wyników pomiarów. Jednak, ze względu na krótki czas przeznaczony na wykonanie dowiązania podczas rozwijania pododdziałów z marszu, wyrównanie to może być wykonane metodą przybliżoną.

Przedstawiona w niniejszym rozdziale metoda kątowno-liniowa wyrównywania wyników pomiarów umożliwia zwiększenie dokładności wyznaczonych współrzędnych. Nie eliminuje ona jednak wszystkich błędów aparatury nawigacyjnej oraz błędów popełnianych przez operatora autotopografu podczas oceny kąta spadu terenu.

Autotopografy następnej generacji powinny posiadać urządzenie do automatycznej korekcji drogi oraz urządzenie umożliwiające wyznaczanie wysokości dowiązywanych punktów.

2. Wyposażenie każdego dywizjonu artylerii w dwa autotopografy, a drużyn zmechanizowanego dowiązania w dalmierze laserowe znacznie zwiększy jego możliwości w zakresie topogeodezyjnego

przygotowania ognia. Ponadto w dużym stopniu uniezależni prace topogeodezyjne od warunków terenowych i atmosferycznych, od pory roku i dnia, a także od warunków widoczności.

3. Artyleria armii w okresie prowadzenia operacji będzie mogła wykonać niezawodnie orientowanie dział i przyrządów w kierunku zasadniczym, jeżeli jej pododdziały topogeodezyjne zostaną wyposażone w środki umożliwiające wyznaczanie azymutu w dowolnych warunkach terenowych i atmosferycznych, bez względu na porę roku i dnia oraz niezależnie od warunków widoczności.

Spośród różnych sposobów orientowania stosowanych obecnie w artylerii jedynie orientowanie giroskopowe spełnia te warunki, bowiem nie zależy ono od takich czynników zewnętrznych, jak: opady, zachmurzenie i zamglenie, ukształtowanie terenu i jego pokrycie, warunki widoczności. Ponadto nie jest ono związane z istnieniem sieci geodezyjnej. W związku z powyższym należy przypuszczać, że orientowanie giroskopowe będzie w przyszłości zasadniczym sposobem wyznaczania azymutu dla potrzeb artylerii.

Wzorcowym rozwiązaniem problematyki orientowania dział jest zestaw 1W12 dywizjonu artylerii samobieżnej. Upowszechnienie takich rozwiązań organizacyjno-technicznych stworzy w artylerii jakościowo nową sytuację. Klasyczne sposoby dowiązania stracą na znaczeniu, a bardzo dużą rolę będzie odgrywać utrzymanie w sprawności technicznej precyzyjnych urządzeń giroskopowych.

4. Orientowania geodezyjne, stronomiczne i magnetyczne, jako zależne od wielu czynników zewnętrznych, mogą być tylko pomocniczymi sposobami wyznaczania azymutu, stosowanymi jedynie w przypadkach szczególnych.

5. W wyniku wprowadzanych obecnie zmian organizacyjno-moder-

nizacyjnych w oddziałach i pododdziałach artylerii radykalnie zwiększyła się liczba girokompasów i autotopografów. Wzrosła znacznie rola tego sprzętu w topogeodezyjnym przygotowaniu ognia. W związku z powyższym dużego znaczenia nabrało zagadnienie utrzymania sprawności technicznej środków zmachanizowanego dowiązania. Zaistniała także potrzeba przygotowywania dla oddziałów /pododdziałów/ artylerii odpowiedniej bazy do sprawdzeń girokompasów i autotopografów.

Wspomnianą bazę przygotować należy w rejonach stałej dyslokacji artylerii, w rejonach alarmowych, a w razie potrzeby w rejonie wyjściowym. Baza w rejonie wyjściowym potrzebna będzie szczególnie armii drugiego rzutu operacyjnego, której oddziały /pododdziały/ artylerii, po wykonaniu długiego marszu, będą musiały określić poprawki girokompasów i autotopografów.

6. Dla zapewnienia ciągłości zaopatrzenia oddziałów /pododdziałów/ artylerii w mapy topograficzne i specjalne należy zmodernizować system zaopatrzenia. Podstawową normą zaopatrzeniową powinna być norma dywizjonowa, a mapy należne dywizjonowi trzeba przechowywać w jego sztabie, zamiast w sztabie brygady.

Jednym z najważniejszych zadań oddziału topogeodezyjnego armii w zakresie topogeodezyjnego przygotowania ognia powinno być zaopatrzenie oddziałów i pododdziałów artylerii w mapy danych geodezyjnych. W rejonach rozwinięcia zgrupowań artylerii /PGA, DGA, AGA/, dla których nie ma map z danymi geodezyjnymi, trzeba zakładać specjalną sieć geodezyjną.

## Rozdział 5. SPECYFIKA TOPOGEODEZYJNEGO PRZYGOTOWANIA STARTÓW RAKIET I STRZELANIA ARTYLERII W TERENIE GÓRZYSTYM

### 5.1. Specyfika działań wojsk raketowych i artylerii armii w terenie górzystym

Współczesne działania bojowe mogą być prowadzone w każdych warunkach terenowych, klimatycznych i atmosferycznych - bez względu na porę roku. Druga wojna światowa dostarczyła wiele dowodów na to, że działania bojowe mogą być prowadzone na szeroka skalę nie tylko w terenie równinnym, ale także górzystym. Działania takie na szerokim froncie i na dużą głębokość prowadzone były między innymi w Karpatach, na Kaukazie i w Ardenach.

Współczesny sprzęt, a między innymi wyrzutnie raket i haubice samobieżne, również umożliwiają działanie w terenie górzystym. Stanowiska startowe raket, np. R-300 mogą być wybierane na wysokości do 1500 m n.p.m.<sup>x/</sup>

Teren górzysty wywiera jednak zasadniczy wpływ na sposób działania wojsk, w tym także wojsk raketowych i artylerii. Natarcie w górach prowadzone jest z zasady na szerokim froncie, na samodzielnych, izolowanych kierunkach. Wymaga to zwiększenia samodzielności ugrupowań bojowych wojsk. W tym celu, w przypadku artylerii, większą jej część wyznacza się do wzmocnienia pułków i batalionów pierwszego rzutu oraz oddziałów dokonujących obejścia.

Wojska raketowe i artyleria wspierające działania bojowe związków taktycznych i oddziałów /pododdziałów/ natrafiają na

---

x/ Użycie wojsk raketowych i artylerii w walce i operacji.  
Wyd. MON. Art. 612/77.

trudności w rozmieszczeniu swoich elementów, zarówno ze względu na małą pojemność rejonów spowodowaną ukształtowaniem terenu, jak i ze względu na ograniczoną liczbę dróg. Ponadto, ze względu na dużą liczbę pól niewidocznych - dolin i wąwozów - ograniczona jest obserwacja podejść i dróg marszu nieprzyjaciela. W tej sytuacji, dla zapewnienia obserwacji wyznaczonego odcinka, artyleria musi organizować dodatkowe punkty obserwacyjne /wysunięte, boczne/. Punkty te muszą jednak być dowiązane.

W terenie górzystym nieprzyjaciel może szeroko stosować oddziały rajdowe i małe grupy, które będą przenikały w głąb, wykorzystując zakryte odcinki terenu. Dlatego artyleria powinna być gotowa do manewru ogniem i pododdziałami w szerokim pasie. Manewr artylerii stawia przed pododdziałami topogeodezyjnymi zadanie terminowego dowiązania środków ogniowych i środków rozpoznania. Wykonanie dowiązania tych środków w terenie górzystym natrafia na wiele trudności. Są one spowodowane zarówno ukształtowaniem terenu, jak też specyficznymi warunkami klimatycznymi i geologicznymi.

## 5.2. Specyfika topogeodezyjnego przygotowania startów rakiet i strzelania artylerii w terenie górzystym

### 5.2.1. Wpływ ukształtowania terenu i jego pokrycia na prace topogeodezyjne

Prace topogeodezyjne związane z wyznaczeniem współrzędnych elementów ugrupowania bojowego wojsk raketowych i artylerii oraz wyznaczeniem azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych do wycelowania rakiet, wyrzutni, dział i przyrządów

optycznych w kierunku zasadniczym wykonywane są bezpośrednio w terenie i dlatego dokładność pomiarów, a także czas ich wykonania w decydującym stopniu zależą od jego ukształtowania.

O wpływie ukształtowania terenu na topogeodezyjne prace pomiarowe decydują jego formy /wahania wysokości względnych, stromość zboczy, rozczłonkowanie form/.

Skalę trudności związanych z topogeodezyjnym dowiązaniem elementów ugrupowania bojowego wojsk raketowych i artylerii uwidoczniły ćwiczenia doświadczalne przeprowadzone przez Śląski Okręg Wojskowy na terenie Gór Sudetów i Kotliny Kłodzkiej oraz na terenie Czechosłowacji<sup>x/</sup>.

Na podstawie powyższych ćwiczeń stwierdzono, że czas rekonesansu i topogeodezyjnego dowiązania elementów ugrupowania bojowego wojsk raketowych i artylerii w terenie górzystym jest 2 - 4 razy dłuższy od obecnie obowiązujących norm. To średnio trzykrotne wydłużenie czasu dowiązania topogeodezyjnego spowodowane jest wieloma czynnikami. Do najważniejszych z nich należą:

- konieczność pomiaru kątów poziomych w celu zredukowania mierzonych odcinków drogi do poziomu;
- konieczność omijania naturalnych przeszkód terenowych;
- trudności w orientowaniu się i poruszaniu zespołów pomiarowych.

W terenie górzystym szczególnie utrudnione są pomiary liniowe, wykonywane, zarówno przy użyciu taśmy mierniczej, jak i przy użyciu nasadki dalmierczej DDI /DDI-3/. Niezależnie od nachylenia terenu, które utrudnia zespołom pomiarowym poruszanie się i zmniejsza tempo pracy, przeszkody terenowe w postaci jarów,

x/ Wnioski ze szkolenia wojsk raketowych i artylerii Śląskiego Okręgu Wojskowego w terenie górzystym, nr 02875. Wyd. SOW/1977.

wąwozów, rynien, strumyków itp. utrudniają pomiary, a czasem je nawet uniemożliwiają, zmuszając do szukania obejść, w wyniku czego zwiększa się długość mierzonej drogi /ciągu poligonowego/ i czas wykonania zadania<sup>x/</sup>.

Z powyższego powodu pomiary liniowe wykonywane przy użyciu taśmy mierniczej oraz nasadki dalmierczej nie zapewniają terminowego wykonania dowiązania elementów ugrupowania bojowego wojsk raketowych i artylerii w terenie górzystym.

Terminowe dowiązanie topogeodezyjne środków ogniowych i środków rozpoznania zapewnić mogą takie przyrządy, których praca nie będzie uzależniona od poprzednio omówionych czynników zewnętrznych. Należą do nich girokompasy i autotopografy bezwładnościowe /inercyjne/.

Współcześnie wykorzystywane w pododdziałach rakiet i artylerii autotopografy nie posiadają jednak korekcji automatycznej, eliminującej wpływ ukształtowania terenu na dokładność mierzonej drogi, a tym samym na dokładność wyznaczanych współrzędnych. Zmniejszanie błędów pomiaru drogi odbywa się w nich poprzez ustawienie na skali przelicznika współrzędnych odpowiedniej wartości współczynnika korekcji, w zależności od nachylenia terenu i rodzaju nawierzchni.

Wartość współczynnika korekcji, zależna od kąta spadu terenu i rodzaju nawierzchni, określana jest zawczasu w terenie, w którym będzie wykonywane dowiązywanie lub w terenie o podobnych właściwościach. Podczas wykonywania dowiązania operator autoto-

---

x/ Julian Skrzyp: Właściwości przygotowania topogeodezyjnego w brygadzie rakiet operacyjno-taktycznych podczas działania w terenie górzystym. Rozprawa doktorska. Wyd. ASG. 1979 r.

pografu ocenia "na oko" kąt spadku terenu i rodzaj nawierzchni. W związku z tym wartość wprowadzanego do przelicznika współrzędnych współczynnika korekcji drogi jest tylko przybliżona, a wynik pomiaru drogi autotopografem obarczony dużym błędem /tabela 29/.

Tabela 29

Teoretyczny błąd pomiaru drogi autotopografem w zależności od kąta spadku terenu oraz błędu jego określenia "na oko"

Kąt spadku terenu /o/	Błąd oceny kąta spadku terenu /o/	Długość drogi marszu w kilometrach			
		1	3	5	7
		Błąd pomiaru drogi w metrach			
10	2	6	17	28	40
15	3	13	40	67	94
20	4	24	72	120	168
25	5	37	111	184	258

Źródło: Właściwości przygotowania topogeodezyjnego w brygadzie rakiet operacyjno-taktycznych podczas działania w terenie górzystym. Rozprawa doktorska. Wyd. ASG. 1979 r.

Wartość średniego błędu pomiaru drogi podana w powyższej tabeli nie obejmuje błędów wynikających z lokalnych nierówności, zmiany rodzaju nawierzchni, promienia kół itp. Faktyczna wartość tego błędu jest z zasady większa.

W terenie górzystym prędkość jazdy autotopografem jest mniejsza niż w terenie równinnym, a w związku z tym czas dowiązywania dłuższy. Skutkiem tego jest zmniejszenie dokładności orientacji ciągu wykonywanego autotopografem, spowodowane dewiacją osi głównej giroskopu kierunku.

Współrzędne punktów w terenie wyznaczane przy użyciu autotopografu są funkcją mierzonej przez niego drogi i azymutu. W związku z tym średni błąd współrzędnych wyznaczonych autotopografem

w terenie górzystym jest stosunkowo duży /tabela 30/ i przekracza znacznie wymaganą dokładność dowiązania środków ogniowych i środków rozpoznania wojsk raketowych i artylerii.

Tabela 30

Średni błąd współrzędnych wyznaczonych autotopografem od punktu konturowego mapy w skaliach od 1:10 000 do 1:100 000

Długość ciągu	S k a l a m a p y			
	1:10 000	1:25 000	1:50 000	1:100 000
do 3 km	100 m	101 m	105 m	117 m
do 5	230	231	232	238
do 7	370	370	371	375

Zródło: Opracowanie własne /tabele zestawiono dla terenu o kącie spadu 10 - 15°/.

Z porównania wyników podanych w tabeli 6 z wynikami zawartymi w tabeli 30 okazuje się, że w terenie górzystym zasadniczy wpływ na dokładność wyznaczenia współrzędnych przy użyciu autotopografu wywiera jego rzeźba. Natomiast wpływ błędów wyjściowych danych geodezyjnych jest minimalny /poza mapą w skali 1:100 000/. Nasuwa się więc wniosek, że przed przystąpieniem do topogeodezyjnego dowiązywania elementów ugrupowania bojowego wojsk raketowych i artylerii należy dokładnie wyznaczyć wartość współczynnika korekcji drogi. Brak urządzenia do automatycznej korekcji drogi we współczesnych autotopografach jest ich dużą wadą.

Teren górzysty, niezależnie od wyżej omówionych czynników utrudniających wykonanie dowiązania topogeodezyjnego, może jednocześnie ułatwić niektóre prace pomiarowe. Ma to miejsce

w terenie otwartym, w którym istnieje sieć geodezyjna. Punkty sieci, rozmieszczone na dominujących wzgórzach, będą widoczne z dużych odległości. W tej sytuacji pododdziały topogeodezyjne, dysponując girokompasami i dalmierzami laserowymi, będą mogły prostymi i szybkimi sposobami wyznaczyć współrzędne dowiązywanego punktu.

Prace pomiarowe związane z wyznaczaniem azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych w terenie górzystym poza orientowaniem geodezyjnym nie są uzależnione od jego rzeźby.

W przypadku wyznaczania azymutu sposobem geodezyjnym, np. ciągiem kątowym, czas wykonania pomiarów uzależniony jest nie tylko od rzeźby terenu, ale szczególnie od jego pokrycia. W terenie lesistym, w którym średnia długość boków ciągu wynosi około 100 m przeniesienie azymutu na odległość np. 3 km zajmie około 5 godzin.

Ukształtowanie terenu nie wywiera wpływu na czas wyznaczania azymutu sposobem giroskopowym i astronomicznym. Nie wpływa ono również na dokładność wyznaczanego azymutu. Błędy wynikające zarówno ze wzniesienia stanowiska nad poziom morza, jak i odchylenia pionu są tak małe w porównaniu z wymaganą dokładnością wyznaczanych azymutów, że mogą być pominięte<sup>x/</sup>.

Podsumowując, należy stwierdzić, że ukształtowanie terenu w zasadniczy sposób wpływa na dokładność wyznaczania współrzędnych przy użyciu autotopografu, nie wywiera natomiast wpływu na orientowanie sposobem giroskopowym i astronomicznym.

---

x/ Julian Skrzyp: Właściwości przygotowania topogeodezyjnego w brygadzie rakiet operacyjno-taktycznych podczas działania w terenie górzystym. Rozprawa doktorska. Wyd. ASG. 1979 r.

### 5.2.2. Wpływ warunków atmosferycznych na prace topogeodezyjne

Topogeodezyjne prace pomiarowe wykonywane przy użyciu przyrządów optycznych wymagają dobrych warunków obserwacji. Czynniki, które utrudniają obserwację i pomiary są: mgły i zachmurzenia oraz opady i wiatry.

Mgły i zachmurzenia to typowe zjawiska w górach. Ze szczególną intensywnością występują w jesieni i w zimie, a w przebiegu dobowym - od drugiej połowy nocy do godzin przedpołudniowych<sup>x/</sup>. Liczba dni zamglonych na Zachodnim Teatrze Działań Wojskowych dochodzi do 100 w ciągu roku<sup>xx/</sup>.

Podczas występowania mgieł pomiary przyrządami optycznymi są bardzo utrudnione ze względu na mały zasięg widoczności. Wtedy zachodzi potrzeba wykonywania ciągów poligonowych, stanowiących najbardziej pracochłonny i czasochłonny sposób dowiązania topogeodezyjnego. Czas wykonania ciągu np. o długości 6 km wynosi 14 - 22 godzin<sup>xxx/</sup>.

Oprócz mgieł również zachmurzenia utrudniają prace utrudniają prace pomiarowe. Nisko zalegające chmury w górach zasłaniają wierzchołki wzgórz, na których mogą być rozmieszczone punkty sieci geodezyjnej, i w ten sposób uniemożliwiają wyznaczenie współrzędnych punktów dowiązywanych sposobem wcięć, tj. sposobem najefektywniejszym.

Opady w terenach górzystych są obfite i wynoszą przeciętnie 70 - 120, a w niektórych rejonach 70 - 170 cm w ciągu roku

x/ Józef Sławiński: Warunki wojskogeograficzne prowadzenia działań bojowych na Centralnym Kierunku Strategicznym. Wyd. ASG. Warszawa 1974 r.

xx/ Tamże.

xxx/ Julian Skrzyp: Właściwości przygotowania topogeodezyjnego w brygadzie rakiet operacyjno-taktycznych podczas działania w terenie górzystym. Wyd. ASG. Warszawa 1979 r.

Ich maksimum przypada w miesiącu styczniu i lipcu. Utrudniają one obserwacje oraz poruszanie się po bezdrożach i drogach polnych. Ponadto powodują nagły przybór wód w strumykach oraz rzekach górskich. Utrudnia to przechodzenie na przełaj oraz zmusza do szukania obejść, a tym samym zwiększa liczbę pomiarów topogeodezyjnych.

W okresie zimowym, przy dużych opadach śniegu, mogą wystąpić trudności w poruszaniu się. Jazda autotopografem będzie mogła odbywać się tylko po drogach odśnieżonych, natomiast na nie odśnieżonych, przy grubości pokrywy śnieżnej powyżej 35 cm ruch będzie niemożliwy. Potwierdziły to między innymi ćwiczenia prowadzone z 32 i 18 brygadą artylerii<sup>x/</sup> oraz pomiary doświadczalne wykonywane w rejonie Lwówka Śląskiego przez autora rozprawy<sup>xx/</sup>.

Żaden z wyżej wymienionych czynników nie zwiększa ilości pracy podczas wyznaczania azymutu girokompasem. Nie zmniejsza też jego dokładności. Dlatego w trudnych warunkach atmosferycznych podstawowym sposobem wyznaczania azymutu może być orientowanie giroskopowe.

### 5.2.3. Wpływ warunków geologicznych na prace topogeodezyjne

Budowa geologiczna gór jest z zasady bardzo urozmaicona. Skały oraz grunty w górach mogą utrudnić przygotowanie stanowisk startowych i ogniowych oraz stanowisk dowódczo-obszernych.

x/ Wnioski ze szkolenia wojsk raketowych i artylerii SOW w terenie górzystym. 02875. Wyd. SOW. 1977 r.

xx/ Julian Skrzyp: Właściwości przygotowania topogeodezyjnego w brygadzie rakiet operacyjno-taktycznych podczas działania w terenie górzystym. Rozprawa doktorska. Wyd. ASG. 1979 r.

Zasadniczy jednak wpływ warunków geologicznych na prace topogeodezyjne może się uwidocznić w orientowaniu magnetycznym w związku z występowaniem lokalnych anomalii magnetycznych.

Występowanie lokalnych anomalii magnetycznych jest rezultatem nagromadzenia się skał krystalicznych /wybuchowych/ o charakterze zasadowym, przy czym składnikiem wywołującym efekt magnetyczny jest magnetyt.

Lokalne anomalie magnetyczne, które w terenie górzystym są zjawiskiem dość powszechnym, mogą zmniejszyć dokładność wyznaczanego azymutu przy użyciu kątomierza-busoli<sup>x/</sup>, a tym samym obniżyć dokładność wycelowania dział i przyrządów w kierunku zasadniczym. Wielkość błędu orientowania magnetycznego zależy od położenia kątomierza-busoli względem źródła magnetyzmu oraz od odległości między nimi. Na przykład: na Pogórzu Kaczawskim wielkość błędu orientowania magnetycznego w promieniu 1 km od wierzchołka Świątek /331 m n.p.m./ waha się w granicach od 0 do 0-30<sup>xx/</sup>.

W związku z powyższym, dla uniknięcia błędów orientowania magnetycznego, oddziały i pododdziały wojsk raketowych i artylerii powinny dysponować mapami specjalnymi z naniesionymi rejonami lokalnych anomalii magnetycznych.

### 5.3. Topogeodezyjne przygotowanie startów rakiet i strzelania artylerii w terenie górzystym

Wojska raketowe działające w terenie górzystym, ze względu na stosunkowo znaczny zasięg rakiet, mają dość duże możliwości

---

x/ Julian Skrzyp: Właściwości przygotowania topogeodezyjnego w brygadzie rakiet operacyjno-taktycznych podczas działania w terenie górzystym. Rozprawa doktorska. Wyd. ASG. 1979 r.  
xx/ Tamże.

wyboru odpowiednich rejonów stanowisk startowych. Mogą je usytuować w kotlinach, nieckach, na płaskowyżach i w terenie o innych formach, w którym różnica wysokości nie jest duża. Dzięki temu pododdziały topogeodezyjne tych wojsk mają duże możliwości dowiązania stanowisk startowych sposobem zmechanizowanym, stosując oczywiście odpowiednie wyrównanie współrzędnych /załączniki 8- 10/.

Artyleria, w odróżnieniu od wojsk rakietowych, ma mniej możliwości wyboru dogodnych rejonów stanowisk ogniowych. Spowodowane jest to dość ograniczoną liczbą rejonów, z których artyleria może prowadzić ogień, oraz dużą liczbą pododdziałów wchodzących w skład zgrupowań artylerii. W związku z tym rejony stanowisk ogniowych muszą być wybierane w terenie mniej dogodnym, o dość dużej różnicy wysokości, nie tylko dla poszczególnych baterii, ale nawet dla poszczególnych dział.

Punkty obserwacyjne natomiast wybierane są na dominujących wzgórzach, na które nie tylko dojazd, ale nawet dojście pieszych będzie utrudnione. Punkty te z zasady będą musiały być dowiązywane sposobami klasycznymi, tj. przy użyciu przyrządów optycznych. W tej sytuacji wyposażenie pododdziałów topogeodezyjnych w dalmierze laserowe wydaje się być koniecznością. Ma to tym większe znaczenie, że współczesne autotopografy mogą nie zapewnić wymaganej dokładności współrzędnych elementów ugrupowania bojowego /załączniki 8- 10/.

Pododdziały topogeodezyjne, dysponując dalmierzami laserowymi będą mogły wyznaczać współrzędne punktów w terenie górzystym takimi samymi sposobami, jak w terenie równinnym, tzn. wykonując:

- zadanie zwykłe /promieniowanie/;
- wcięcie azymutalne lub liniowe;
- zadanie kombinowane /zadanie zwykłe z wcięciem/.

Podczas wyznaczania współrzędnych wyżej wymienionymi sposobami /z wyjątkiem wcięcia azymutalnego/ w terenie górzystym, w odróżnieniu od terenu równinego, dodatkowo należy mierzyć kąt spadku terenu w celu zredukowania mierzonej odległości do poziomu. W związku z tym drużyny dowiązania zmechanizowanego, działając w terenie górzystym, będą musiały posiadać teodolit, ponieważ girokompasy typu 1G5, 1G9 i 1G17 nie mają koła pionowego wobec czego nie nadają się do pomiaru kątów pionowych.

Wyznaczanie współrzędnych elementów ugrupowania bojowego wojsk rakietowych i artylerii w terenie górzystym przy użyciu autotopografów wykonuje się według tych samych zasad co w terenie równinnym, tzn. stosując odpowiednie sposoby wyrównywania wyników pomiaru. Szczególną uwagę należy jednak zwrócić na dokładną ocenę kąta spadku terenu i dokładne wyznaczenie wartości współczynnika korekcji drogi, bowiem wywierają one decydujący wpływ na dokładność wyznaczanych współrzędnych.

Specyfiką pomiarów topogeodezyjnych wykonywanych w terenie górzystym jest konieczność wyznaczania wysokości /Z/ stanowisk ogniowych i stanowisk dowódczo-obszernacyjnych na podstawie punktów sieci geodezyjnej. Obecnie mogą być stosowane dwa sposoby wyznaczania wysokości, tj. niwelacja trygonometryczna i niwelacja barometryczna.

Niwelację trygonometryczną można stosować w przypadku dowiązywania punktów promieniowaniem lub wcięciem liniowym przy użyciu dalmierza laserowego. Wyznaczenie wysokości dowiązywanego

punktu w tym przypadku ograniczy się do pomiaru kąta spadku terenu i obliczenia różnicy wysokości między punktem sieci geodezyjnej a punktem dowiązywanym. Ten sposób wyznaczania wysokości może być stosowany jedynie w sytuacji, gdy z punktu dowiązywanego lub z punktu pomocniczego /rys. 14/ widoczny jest co najmniej jeden punkt sieci geodezyjnej.

W warunkach ograniczonej widoczności oraz w terenie zakrytym sposobem umożliwiającym terminowe wyznaczenie wysokości może być niwelacja barometryczna. W związku z powyższym istnieje potrzeba wyposażenia pododdziałów topogeodezyjnych w przyrządy do wyznaczania wysokości na podstawie pomiaru ciśnienia atmosferycznego /niwelatory barometryczne/. Ten sposób wyznaczania wysokości uniezależni prace pomiarowe od czynników zewnętrznych, a jednocześnie przyczyni się do zwiększenia operatywności pododdziałów topogeodezyjnych.

Podsumowując należy stwierdzić, że pododdziały topogeodezyjne działające w terenie górzystym natrafiają na wiele trudności. Wynikają one będą nie tylko ze skomplikowanych warunków terenowych, atmosferycznych i geologicznych, ale także z nietypowości zadań, do wykonywania których topogeodeci nie są przyzwyczajeni podczas zwykłego procesu szkolenia. Nasuwa się więc wniosek, że pododdziały topogeodezyjne przeznaczone do działań w terenie górzystym powinny być dodatkowo wyposażone w niwelatory barometryczne oraz mapy z nadrukiem kąta spadku terenu. Ponadto powinny one być dodatkowo szkolone w zakresie wykonywania prac topogeodezyjnych w trudnych warunkach terenowych i atmosferycznych.

#### 5.4. Specyfika zaopatrzenia wojsk raketowych i artylerii armii w mapy topograficzne i specjalne

W terenie górzystym, przy słabo rozwiniętej sieci drogowej i braku lotniska, zaopatrywanie oddziałów w mapy topograficzne i specjalne w okresie prowadzenia operacji /zaczepnej, obronnej/ będzie utrudnione. Z tego względu oddziały i pododdziały należałoby zaopatrzyć w materiały topograficzne już podczas przygotowywania operacji w liczbie 100% normy na całą głębokość operacji armijnej.

Szczególnie duże znaczenie dla wojsk raketowych i artylerii działających w terenie górzystym ma zaopatrzenie ich w mapy specjalne. Wpływa na to urozmaicona rzeźba terenu, specyficzny klimat oraz ograniczona liczba przejść.

Urozmaicona rzeźba terenu stwarza "martwe pola" i skryte podejścia, co utrudnia orientowanie się i obserwację. Zachodzi potrzeba zaopatrzenia oddziałów i pododdziałów w dokumenty przedstawiające pola niewidoczne i skryte podejścia. Mogą to być mapy przeszkód terenowych, mapy operacyjnej oceny terenu, mapy ochronnych i maskujących właściwości terenu oraz mapy punktów orientacyjnych.

Ze względu na występowanie obszarów trudno dostępnych, stanowiska startowe i ogniowe wybiera się w pobliżu dróg, a niekiedy nawet bezpośrednio na drogach i zdaleka od podnóży gór /ze względu na niebezpieczeństwo obrywów/. Drogi górskie charakteryzują się niewielką szerokością, dużą liczbą zakrętów i serpentyn, znacznymi spadkami i wzniesieniami. Niektóre ich odcinki przebiegają na zboczach i w tunelach; są więc łatwe do zniszczenia. Dlatego wojska raketowe i artyleria działają-

ce w omawianym terenie potrzebują dokumentów ze szczegółową charakterystyką dróg i możliwości obejścia ich odcinków zagrożonych zniszczeniem.

Specyficzny klimat /tj. różny rozkład temperatur i gwałtowne zmiany pogody/ jest cechą charakterystyczną terenu górzys-tego. Różny rozkład temperatur oraz gwałtowne zmiany pogody mogą spowodować lawiny śnieżne. Ponadto opady deszczu powodują natychmiastowy przybór wód w rzekach górskich i stwarzają niebezpieczeństwo zalania niektórych obszarów. W celu określenia obszarów dogodnych do rozwinięcia wojsk raketowych i artylerii w pobliżu dolin rzecznych potrzebne są więc dokumenty z charakterystyką stanów wody.

Mała liczba dogodnych przejść kanalizuje ruch. Ponadto drogi górskie, biegnące na zboczach, narażone są na zasypanie ich obrywami skalnymi i lawinami śnieżnymi nie tylko w wyniku celowej działalności ogniowej nieprzyjaciela, ale również w wyniku zmieniających się warunków atmosferycznych.

Dla określenia obszarów dogodnych do rozwinięcia wojsk raketowych i artylerii oraz określenia najdogodniejszych dróg manewru potrzebne są dokumenty ze szczegółową charakterystyką przejść górskich oraz niebezpiecznych odcinków terenu.

Niezależnie od wyżej omówionych map specjalnych zachodzi potrzeba zaopatrzenia pododdziałów raket i artylerii w mapy z nadrukiem kąta spadku terenu. Potrzeba taka wynika z upowszechnienia w wojskach raketowych i artylerii aparatury nawigacyjnej, w której pomiar odległości odbywa się za pośrednictwem kół /gąsienic/ pojazdu. Konieczna jest więc znajomość kąta spadku terenu /drogi marszu/ w celu wprowadzenia do przelicznika

współrzędnych autotopografu odpowiedniej wartości współczynnika korekcji drogi dla zredukowania zmierzonej linii do poziomu.

W dotychczasowej praktyce, ze względu na brak takich map, operatorzy autotopografu oceniają kąt spadku terenu "na oko", z dużym błędem /tabela 28, co obniża dokładność wyznaczanych współrzędnych /tabela 29/.

W terenie górzystym bardzo dużego znaczenia nabiera sposób przedstawiania na mapach rzeźby terenu. Dotychczas stosowany sposób warstwiczny nie uwidacznia na pierwszy rzut oka plastyki terenu. Skutkiem tego planowanie rejonów rozmieszczenia wojsk raketowych i artylerii /i nie tylko tych wojsk/ jest utrudnione. Stwierdzono to m.in. na ćwiczeniach przeprowadzonych przez Śląski Okręg Wojskowy w terenie Kotliny Kłodzkiej i w Czechosłowacji, a szczególnie na ćwiczeniach pod kryptonimem "Pantera 77". Teren, w którym planowano rejony stanowisk startowych na podstawie mapy był z reguły niedostępny; zachodziła konieczność zmiany zaplanowanych rejonów stanowisk startowych<sup>x/</sup>.

W związku z powyższym zachodzi potrzeba przygotowania dla wojsk map sztabowych przedstawiających z większą niż obecnie wyrazistością ukształtowanie terenu. Jednym ze sposobów poprawienia czytelności map topograficznych terenów górzystych może być zastosowanie dodatkowo cieniowania na współcześnie wydawanej mapie w skali 1:200 000.

---

x/ Omówienie ćwiczenia pod kryptonimem "Pantera 77". Wyd. SOW. Nr 0186/4/77, oraz Wnioski ze szkolenia wojsk raketowych i artylerii Śląskiego Okręgu Wojskowego w terenie górzystym. Wyd. SOW. Nr 02875/77.

## 5.5. Wnioski

1. Oddziały i pododdziały rakiet działające w terenie górzystym mogą z dużym powodzeniem wykorzystywać autotopografy do wyznaczenia współrzędnych stanowisk startowych. Pododdziały artylerii natomiast mogą być zmuszone do wyznaczenia współrzędnych metodami klasycznymi, przy użyciu przyrządów optycznych. W terenach o małej gęstości punktów konturowych zajdzie potrzeba rozwijania dla zgrupowań artylerii specjalnej sieci geodezyjnej.

2. Wojska rakietowe i artyleria działające w terenie górzystym będą mogły bez żadnych ograniczeń wykorzystywać girokompasy do wyznaczenia azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych. Ten fakt ma bardzo istotne znaczenie w topogeodezyjnym przygotowaniu startów rakiet i strzelania artylerii, bowiem pododdziały topogeodezyjne tych wojsk w zakresie orientowania mogą być niezależne od zmiennych warunków terenowych i atmosferycznych.

3. Niezależność pododdziałów rakiet i artylerii w zakresie orientowania od czynników zewnętrznych ma bardzo duże znaczenie operacyjne, zarówno dla wojsk rakietowych i artylerii, jak również dla służby topograficznej armii. Wojska rakietowe i artyleria będą mogły niezawodnie wykonać wycelowanie rakiet, dział i przyrządów optycznych w kierunku zasadniczym, oddział topogeodezyjny armii natomiast nie będzie musiał zakładać w terenie punktów kierunkowych. Dzięki temu zmniejszy się mu zakres prac polowych, a współrzędne punktów sieci geodezyjnej /punktów konturowych mapy/ będzie mógł wyznaczać metodami fotogrametrycznymi.

4. Wojska rakietowe i artyleria działając w terenie górzystym

powinny otrzymać mapy topograficzne w liczbie 100% należności na całą głębokość operacji armijnej. Ponadto będą potrzebowały, oprócz dotychczas wydawanych map specjalnych, mapy z nadrukiem kąta spadu terenu oraz mapy sztabowe z większą niż obecnie wyrazistością ukształtowania terenu.

5. Pododdziały topogeodezyjne wojsk raketowych działające w terenie górzystym natrafiają na wiele trudności. Wynikające one będą, zarówno ze skomplikowanych warunków terenowych, atmosferycznych i geologicznych, jak również z nietypowości zadań, do wykonania których topogeodeci nie są przyzwyczajani podczas zwykłego procesu szkolenia. Pododdziały te powinny otrzymać dodatkowe wyposażenie, a szczególnie niwelatory barometryczne do wyznaczania wysokości dowiązywanych stanowisk startowych i ogniowych, stanowisk dowódczo-obszernacyjnych i innych punktów terenowych. Ponadto powinny one być dodatkowo szkolone w zakresie wykonywania prac topogeodezyjnych w trudnych warunkach terenowych i atmosferycznych.

## ZAKOŃCZENIE

Zgodnie z założeniami przyjętymi na wstępie przebadano wybrane problemy topogeodezyjnego przygotowania startów rakiet i strzelania artylerii, a szczególnie:

- sposoby wyznaczania współrzędnych stanowisk startowych i ogniowych oraz stanowisk dowódczo-obszernych i pozostałych elementów rozpoznania artylerii;

- sposoby wyznaczania azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych do wycelowania rakiet, wyrzutni, dział i przyrządów optycznych w kierunku zasadniczym;

- potrzeby wojsk raketowych i artylerii w zakresie zaopatrzenia ich w wyjściowe dane geodezyjne /specjalną sieć geodezyjną, mapy danych geodezyjnych oraz mapy topograficzne/.

Rozpatrując wyżej wymienione problemy na tle współczesnych wymagań operacyjno-taktycznych, uzasadniono, że wiele można usprawnić w procesie topogeodezyjnego przygotowania startów rakiet i strzelania artylerii. Ogólnie można stwierdzić, że między zakresem prac w tej dziedzinie, a ilością czasu przeznaczanego na ich wykonanie spotęgowała się sprzeczność, bowiem wzrostowi ilości prac towarzyszy skracanie czasu przeznaczanego na ich realizację.

Zawarte w poszczególnych rozdziałach propozycje usprawnienia prac topogeodezyjnych łagodzą wspomniane wyżej sprzeczności. Propozycje te sprowadzają się do:

- zwiększenia dokładności współrzędnych i azymutów wyznaczanych środkami zmechanizowanymi poprzez adaptację geodezyjnych metod wyrównywania wyników pomiarów; stworzono tym samym warun-

ki do optymalniejszego wykorzystywania tych środków przez pododdziały topogeodezyjne.

2. Skrócenie czasu wykonywania topogeodezyjnego dowiązania elementów ugrupowania bojowego wojsk raketowych i artylerii przez szersze niż dotychczas wykorzystywanie środków zmechanizowanego dowiązania.
3. Modyfikacji specjalnej sieci geodezyjnej, a tam, gdzie to możliwe, zastąpienie jej mapą danych geodezyjnych.
4. Zmiany struktury organizacyjnej pododdziałów topogeodezyjnych wojsk raketowych i artylerii.
5. Odpowiedniej do wyżej wymienionych zmian modyfikacji procesu szkolenia topogeodetów.

W zaproponowanych rozwiązaniach przyjęto założenie, że topogeodezyjne dowiązanie elementów ugrupowania bojowego oddziałów /pododdziałów/ raket i zgrupowań artylerii nie opóźni momentu otwarcia przez nie ognia. Oznacza to, że czas wykonania dowiązania topogeodezyjnego powinien być krótszy od czasu technicznie niezbędnego na przejście pododdziałów raket i artylerii z położenia marszowego do położenia bojowego.

Generalnie rzecz biorąc, autorowi udało się osiągnąć ten cel. Wystąpiły natomiast trudności w zapewnieniu terminowego dowiązania elementów ugrupowania bojowego zgrupowań artylerii rozwijanych z marszu w terenie górzystym. Terminowość dowiązania można w tym terenie uzyskać kosztem dokładności współrzędnych stanowisk ogniowych i stanowisk dowódczo-obszernych. Wtedy jednak średni błąd współrzędnych wyżej wymienionych elementów przekroczy dwukrotnie optymalną dokładność. W związku z tym zgrupowania artylerii będą musiały dokonywać wstrzeliwania zamiast

otwierać ogień z zaskoczenia.

x

W ostatnich latach widoczny jest znaczny postęp techniczny w zakresie konstrukcji przyrządów do mechanicznego oraz automatycznego wyznaczania współrzędnych i azymutów kierunków orientacyjnych. Niezależnie od prac modernizacyjnych nad usprawnieniem obecnie używanych przyrządów opracowuje się nowe systemy nawigacji naziemnej.

Do ciekawszych rozwiązań technicznych w zakresie wyznaczania azymutów kierunków orientacyjnych zaliczyć można girokompasy z giroskopami: laserowym, wibracyjnym i atomowym. Natomiast jeżeli chodzi o wyznaczanie współrzędnych punktów w terenie do interesujących rozwiązań technicznych należą nawigacyjne urządzenia bezwładnościowe /inercyjne/.

Należy sądzić, że przyrządy tego typu, montowane na różnego rodzaju wozach bojowych, a szczególnie środkach ogniowych prowadzących ogień z zakrytych stanowisk ogniowych oraz na pojazdach specjalnych /śmigłowcach/ stanowiących ruchome punkty obserwacyjne /lądowe i powietrzne/, wywrą zasadniczy wpływ na sposób topogeodezyjnego przygotowania startów rakiet i strzelania artylerii.

Zwiastunem przyszłych rozwiązań technicznych w zakresie topogeodezyjnego dowiązania elementów ugrupowania bojowego wojsk może być, wprowadzany ostatnio w naszych siłach zbrojnych, radziecki zestaw 1W12, a w państwach NATO systemy nawigacyjne

PADS /Position and Azimuth Determining System/ i IPS /Inercing Position System/.

Dalszy rozwój przyrządów topogeodezyjnych zmierzać będzie zapewne w kierunku ich miniaturyzacji, zwiększenia dokładności pomiarów oraz automatyzacji pomiarów i obliczeń. Należy też przypuszczać, że nastąpi połączenie w jednolity uniwersalny przyrząd girokompasu laserowego z dalmierzem laserowym oraz miniaturową elektroniczną maszyną cyfrową.

Połączenie wyżej wymienionych przyrządów w jednolity układ, o małych rozmiarach, umożliwi automatyczne wyznaczanie współrzędnych będących w ruchu środków ogniowych, środków rozpoznania i celów. Podstawą określania współrzędnych za pomocą przyszłych urządzeń nawigacyjnych będzie szczegółowa mapa topograficzna lub zdjęcie lotnicze /satelitarne/ danego obszaru, a nie sieć geodezyjna.

Wraz z upowszechnieniem wspomnianych przyrządów zdezaktualizuje się pojęcie topogeodety w dotychczasowym jego znaczeniu. Rolę jego pełnić będzie jeden z członków załogi pojazdu bojowego.

## BIBLIOGRAFIA

1. N. M. Aszimow: Matematyčeskaja obrabotka riezultatow radiogeodeziczieskich izmierienij, Wyd. "Nedra" 1971 r.
2. M. Fr. Andre: Doniosłość sprawności manewrowej artylerii. Przegląd Artyleryjski, 1924 r, z. 10-11-12.
3. Autotopograf UAZ-452T-2, Opis i użytkowanie. Uzbr.2011/79. Wyd. MON. Warszawa 1980 r.
4. Artyleryjskie rozpoznanie wojsk. Art. 663/80. Wyd. MON, Warszawa 1981 r.
5. B. E. Byzow: Topografowie radzieccy w latach Wielkiej Wojny Narodowej. Przegląd Geodezyjny 1975 r. z. 11.
6. Włodzimierz Czerniakowski: Uwagi o organizowaniu prac topograficznych na szczeblu pułku. Przegląd Artyleryjski 1928 r. z. nr 2 i 6.
7. Maciej Daniec: Dalmierze laserowe. Wojskowy Przegląd Techniczny 1974 r. z. nr 2.
8. Czesław Dęga: Zwalczanie taktycznych i operacyjno-taktycznych środków napadu jądrowego w armijnej operacji zaczepnej. Wyd. ASG, 1974 r.
9. Dowiązanie topogeodezyjne ugrupowania bojowego baterii artylerii przez nieetatowe grupy. Art. 655/80. Wyd. MON. 1980 r.
10. Duhourcaul: Instrukcja strzelania artylerii dalekosiężnej. Przegląd Artyleryjski 1928 r. z. nr 2.
11. Działania zaczepne/według poglądów zachodnich/, Wojskowy Przegląd Zagraniczny 1980 r. z. nr 1/131/.
12. E. Fürst: Artillerieaufklärung und Feuerleitung. Trupendiast 1980 r. z. nr 3.
13. Michał Gałda, Jerzy Goździcki, Aleksander Skórczyński: Ćwiczenia z obliczeń geodezyjnych i rachunku wyrównawczego. Wyd. Politechnika Warszawska.
14. A. P. Graczew: Primienienie rakietych czastiej i artilerij w lesisto-bołotistoi i gornoi miestnostij. Moskwa 1964 r.

15. A. A. Greczko: Przez Karpaty. Wyd. MON. 1974 r.
16. Tadeusz Gwardak: Polskie piśmiennictwo kartograficzne 1659 - 1939. Wyd. PAN, 1977 r.
17. Wiktor Grygorenko, Bogusław Krassowski, Jerzy Ostrowski: Rozwój kartografii polskiej od XV w. do 1945 r. Referat wygłoszony w Uniwersytecie Jagiellońskim w Krakowie podczas sesji naukowej /17 - 19.09. 1981 r./.
18. K. Grzeszczak, T. Babiak: Zastosowanie orientacji astro-nomicznej do ukierunkowania dział, wyrzutni raketowych i przy-rządów optyczno-mierniczych artylerii dywizji na podstawie zawczasu obliczonych azymutów topograficznych ciała niebieskie-go. Myśl Wojskowa, 1977 r. Z. nr 3.
19. Instrukcja topogeodezyjna wojsk raketowych i artylerii. Art. 549/74. Wyd. MON.
20. Instrukcja kierowania uderzeniami raketowymi. Art. 548/76. Wyd. MON.
21. Instrukcja o zabezpieczeniu topograficznym działań bojo-nych wojsk. Wyd. MON. Szt. Gen. 288/62.
22. Instrukcja startowa. Praca baterii startowej i plutonu technicznego. Art. 648/80. Wyd. MON.
23. Instrukcja wykorzystania wozów dowodzenia artylerii samo-bieżnej. Zestaw 1W12. Art. 661/80. Wyd. MON, 1981 r.
24. Julian Kaczmarek: Uderzenie i ogień. Wyd. MON, 1973 r.
25. Aleksander Kiersnowski: Historia rozwoju artylerii. Toruń 1925 r.
26. Jerzy Kirchmayer: Trzy lata topografii na N-tym poligonie. Przegląd Artyleryjski 1924 r. z. nr 7-8-9.
27. J. A. Kivett: PLRS for the U.S. Army and Marine Corps, Signal 1979 r. z. 8.
28. Konferencja naukowa: Topogeodezyjne zabezpieczenie i roz-poznanie powietrzne działań bojowych wojsk. Wyd. WAT, nr wewn. 743/78.

29. A. Kowalenko: Z topopriwiaszczikiem w gorach. Wojennyj Wiestnik 1976 r. z. nr 5.
30. K. A. Kozłow: Fizjiko-geograficzeskii faktor w wojennom iskustwie. Wojennaja Myśl 1977 r. z. nr 7.
31. W. Kozak: Niektóre problemy rozwoju kartografii wojskowej i topograficznego zabezpieczenia wojsk. Myśl Wojskowa 1971 r. z. 2.
32. M. K. Kudriawcew: Topograficzeskoje obiespieczeniye wojsk w Bolszoi Otiecziestwiennoj Wojnie. Wojennyj Istorичесkij Żurnał 1970 r. z. nr 12.
33. Bogusław Krassowski: Polska kartografia wojskowa w latach 1918 - 1945. Wyd. Wojskowy Instytut Wydawniczy. Warszawa 1974 r.
34. Marchand Adrjan, Olszewski Józef: Topograficzne przygotowanie ognia. Przegląd Artyleryjski 1932 r. z. nr 9.
35. Mała Encyklopedia Wojskowa. Wyd. MON. 1967 r.
36. Mała Encyklopedia Powszechna. Wyd. PWN. 1970 r.
37. Kazimierz Nożko, Wacław Izydorek, Józef Sokołowski: Operacja zaczepna armii. Wyd. ASG, 3377/78.
38. Oddziały pomiarowe artylerii w czołgach /Artilleristische Rundschau - grudzień 1926/. Przegląd Artyleryjski 1927 r. z. nr 1.
39. Ogólne zasady organizacji i prowadzenia działań przez OGM frontu /armii/ w operacji zaczepnej. Biuletyn Informacyjny 1982r. Z. nr 3/141/.
40. Omówienie ćwiczenia pod kryptonimem "Pantera 77" 0186/SOW/77.
41. D. S. Parasnis: Magnetyzm - od magnetyzmu do wędrówki biegunów. Wyd. Biblioteka Wiedzy Współczesnej. Warszawa 1970 r.
42. Bohdan Pepłowski, Władysław Poliński: Uwagi o topograficznym przygotowaniu strzelań. Przegląd Artyleryjski, 1934 r. z. 7.
43. W. A. Polewoi: Matematičeskaja obrabotka rjezultatow radiogeodjeziczeskich izmierienij. Wyd. "Nedra". 1971 r.
44. E. Pociecha, W. Michalski: Możliwości zwiększenia dokładności współrzędnych punktów wyznaczonych autotopografem. Przegląd Wojsk Lądowych 1979 r. z. nr 5 i 11.

45. Polowy zautomatyzowany system dowodzenia i kierowania uderzeniami /ogniem/ wojsk raketowych i artylerii. Art.634/79. Wydawnictwo MON. Warszawa 1979.
46. E. Prichodko: Łaziernyje dalnomiery. Zarubieżnoje Wojennoje Obozrienija 1980 r. z. nr 10.
47. Problemy zabezpieczenia topograficznego działań bojowych wojsk. Biuletyn Informacyjny 1970 r. z. nr 4/99/. Wyd. MON.
48. Przygotowanie i prowadzenie operacji obronnej armii z uwzględnieniem kierunku nadmorskiego. ASG wewn. 3522/30.
49. Regulamin walki wojsk raketowych. Część I, Art. 254/65 oraz Część II, Art. 255/65. Wyd. MON.
50. Regulamin walki artylerii. Art. 320/68. Wyd. MON.
51. Rodzaje, sposób przygotowania i wykorzystania map topograficznych, specjalnych i innych wydawnictw WST. Biuletyn Informacyjny 1965 r. z. nr 5/73/.
52. J. H. Schmidt: Wpływ terenu na prowadzenie operacji wojsk lądowych. Przegląd Informacyjny ASG, 1970 r. z. nr 12.
53. Józef Sławiński: Warunki wojskogeograficzne prowadzenia działań na Centralnym Kierunku Strategicznym. Wyd. ASG. nr 0434.
54. Julian Skrzyp: Właściwości topogeodezyjnego przygotowania w brygadzie raket podczas działania w terenie górzystym. Rozprawa doktorska. Wyd. ASG, nr Pf 784.
55. Julian Skrzyp: Wybrane problemy topograficznego zabezpieczenia operacji zaczepnej armii. Zeszyty Naukowe ASG, 1982 r. z. nr 2.
56. Julian Skrzyp: Orientowanie dział i przyrządów optycznych. Przegląd Wojsk Lądowych, 1981 r. z. nr 6.
57. Julian Skrzyp: Kierunki rozwoju sprzętu topograficznego. Wojskowy Przegląd Techniczny, 1980 r. z. nr 11-12.
58. J. Stępniaak: Działania bojowe wojsk, a problem aktualizacji map topograficznych. Materiały na konferencję naukową WAT. Wyd. WAT nr 743/78.
60. Stefan Strohmenger: Pomiary artyleryjskie w walce ruchowej. Przegląd Artyleryjski 1938 r. z. nr 2.

61. A. E. Tatarenko: Niekotoryje woprosy dalniejszego rozwi-  
tia teorii uprawlenija wojskami. Wojennaja Mysl, 1980 r. z. 8.
62. Zdzisław Tomaszewski: Aktualizacja map topograficznych  
podczas działań bojowych. Rozprawa doktorska. Wyd. ASG. 1979 r.
63. Topogeodezja w wojskach raketowych i artylerii: cz. I,  
Art. 601/76, cz. II, Art. 614/77 i cz. III, Art. 630/78.
64. Topograficzskoje obiespieczenije bojowych dieistwij  
wojsk. Moskwa 1960 r.
65. Topogieodeziczeskaja priwiaska startowych pozycij opera-  
tiwno-takticzeskich raket. Moskwa 1968 r.
66. Topogieodeziczskoje obiespieczenije wojsk, cz. I. Wyd.  
Wojenno Topograficzskoje Uprawlenije Generalnogo Sztaba.  
Moskwa 1971 r.
67. Topogieodeziczskoje obiespieczenije wojsk, cz. II. Wyd.  
Wojenno Topograficzskoje Uprawlenije Generalnogo Sztaba.  
Moskwa 1973 r.
68. Użycie wojsk raketowych i artylerii w armijnej operacji  
zaczepej prowadzonej w terenie górzysto-lesistym. Biuletyn  
Informacyjny 1970 r. z. nr 1/96/.
69. Użycie wojsk raketowych i artylerii w walce i operacji.  
Art. 612/77.
70. Użycie dywizjonu artylerii samobieżnej. Art. 662/80.
71. Walka geofizyczna i meteorologiczna. Wyd. ASG nr wewn.  
3358/78.
72. R. Wąsowicz: Geografia powszechna, tom 1.
73. J. Węgrzyn: Zabezpieczenie topogeodezyjne. Wyd. MON. 1968r.
74. M. Wieliczko-Wielicki: Wstrzeliwanie dawnej artylerii.  
Przegląd Artyleryjski 1939 r. z. nr 7.
75. S. Wójcik: Zadania wojskowej służby topograficznej w za-  
kresie zabezpieczenia współczesnego pola walki. Wyd. ASG, 1972r.

76. Wnioski ze szkolenia wojsk raketowych i artylerii Śląskiego Okręgu Wojskowego w terenie górzystym. Nr 02875/SOW/77.
77. N. N. Woronkow, N. M. Aszimow: Giroskopiczeskoje orientirowanije. Wyd. "Nedra", Moskwa 1973 r.
78. Wspomnienia z walk 1 pułku artylerii motorowej na polach Francji, Belgii, Holandii i Niemiec od 7.08.1944 r. do 6.05.1945r. Przegląd Artyleryjski 1947 r. z. 2.
79. Zabezpieczenie topogeodezyjne działań bojowych wojsk. Szt. Gen. 495/70.
80. Zwiększenie dokładności określenia współrzędnych punktu za pomocą autotopografu. Przegląd Wojsk Lądowych 1973 r. z. 12.
81. J. Zydrón: Prognozowanie zniszczeń obiektów terenowych po uderzeniach jądrowych. Myśl Wojskowa /Tajna/ 1971 r. z. 4.
82. Manfred Hortkopf: Die Vermessung in der Raketenartillerie. Soldat und Technik. 1979 r. z. 12.
83. Prowadzenie pierwszej operacji zaczepnej armii. Biuletyn Informacyjny nr 1/128/. Wyd. MON. 1979 r.
84. Vademecum operacyjne wojsk raketowych i artylerii. Art. 660/80. Wyd. MON. Warszawa 1980 r.

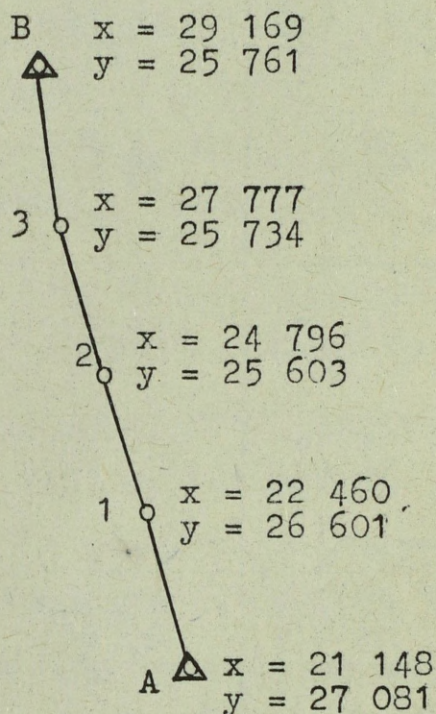
Załącznik 1

Współrzędne wyznaczone dwoma autotopografami na podstawie jednego pomiaru oraz jednym autotopografem na podstawie dwóch przejazdów

Nr prze- jazdu	Punkt po- czątkowy /końcowy/	Dowiązywane punkty			Punkt końcowy /początkowy/
		$x_1$ $y_1$ $d_1$ $t_1$	$x_2$ $y_2$ $d_2$ $t_2$	$x_3$ $y_3$ $d_3$ $t_3$	
1 tam	21 148 27 121	22 476 26 610 1885 8	24 847 25 600 4960 20	27 843 25 740 8130 32	29 241 25 768 9620 39
2 powrót	21 055 27 081 9520 40	22 376 26 570 7648 33	24 745 25 582 4630 18	27 763 25 730 1480 6	29 169 25 761
3 tam	21 148 27 121	22 461 26 619 1865 7	24 811 25 632 4900 18	27 804 25 790 8067 30	29 195 25 830 9600 39
4 powrót	21 123 27 031 9492 41	22 435 26 532 7648 32	24 786 25 568 4650 18	27 775 25 726 1475 5	29 169 25 761
5 tam	21 148 27 121	22 457 26 621 1860 8	24 796 25 645 4880 19	27 764 25 818 8020 31	29 160 25 861 9580 42
6 powrót	21 095 27 068 9572 43	22 420 26 552 7652 31	24 779 25 576 4642 17	27 768 25 721 1480 5	29 169 25 761
7 tam	21 148 27 121	22 468 26 609 1885 8	24 836 25 595 4975 19	27 839 25 733 8085 32	29 224 25 761 9645 40
8 powrót	21 088 27 134 9635 42	22 411 26 620 7700 31	24 766 25 616 4682 18	27 769 25 740 1480 6	29 169 25 761
9 tam	21 148 27 121	22 466 26 615 1910 6	24 816 25 621 4910 18	27 802 25 773 8065 30	29 193 25 818 9613 39
10 powrót	21 100 27 045 9674 40	22 425 26 547 7690 31	24 786 25 575 5661 17	27 776 25 716 1491 6	29 169 25 761

11	21 148 27 121	22 464 26 613	24 819 25 618	27 808 25 767	29 199 25 805
tam		1873 8	4914 19	8070 32	9650 41
12	21 095 27 056	22 431 26 561	24 779 25 571	27 784 25 734	29 169 25 761
powrót	9680 42	7682 32	4654 18	1467 5	

Sieć wzorcowa



a/ Obliczenie współrzędnych na podstawie jednego przejazdu dwoma autotopografami

Nr przejazdu	Punkty dowiązywane		
	1	2	3
1 i 7	22 472 26 610	24 841 25 598	27 841 25 738
3 9	22 464 26 617	24 813 25 601	27 803 25 781
5 11	22 460 26 617	24 807 25 631	27 786 25 792
2 8	22 490 26 595	24 740 25 600	27 766 25 735
4 10	22 430 26 540	24 786 25 572	27 775 25 731
6 12	22 435 26 556	24 779 25 573	27 776 25 728

b/ Różnice między współrzędnymi wzorcowymi, a obliczonymi w punkcie a.

1 i 7	12 9	45 - 5	64 4
3 9	4 16	17 - 2	26 47
5 11	0 16	11 28	9 58
2 8	30 - 6	-56 - 3	-11 1
4 10	-30 -61	-10 -31	- 2 - 3
6 12	-25 -45	-17 -30	- 1 - 6

Uwaga: Do obliczeń wykorzystano wyników pomiarów wykonanych dwoma autotopografami /pomiar od 1 do 6 wykonano jednym autotopografem natomiast od 7 do 12 drugim/.

c/ Obliczenie współrzędnych wyznaczonych jednym autotopografem na podstawie dwóch przejazdów wykonanych w kierunku:

"tam" lub "powrót"				"tam" i powrót"			
Nr przejazdu	dowiązane punkty			Nr przejazdu	dowiązane punkty		
	1	2	3		1	2	3
1 i 3	22 469	24 829	27 824	1 i 2	22 426	24 796	27 803
	26 615	25 616	25 765		26 590	25 589	25 735
3 5	22 459	24 802	27 782	3 4	22 448	24 798	27 790
	26 620	25 638	25 804		26 575	25 600	25 758
2 4	22 405	24 765	27 770	5 6	22 448	24 787	27 766
	26 551	25 575	25 728		26 587	25 610	25 770
4 6	22 438	24 782	27 771	7 8	22 440	24 786	27 804
	26 542	25 572	25 723		26 615	25 605	25 736
7 9	22 467	24 826	27 821	9 10	22 445	24 801	27 789
	26 583	25 600	25 753		26 581	25 598	25 745
9 11	22 465	24 817	27 805	11 12	22 448	24 799	27 796
	26 614	25 620	25 770		26 587	25 594	25 750
8 10	22 418	24 761	27 772				
	26 583	25 595	25 728				
10 12	22 428	24 783	27 780				
	26 554	25 573	25 725				

d/ Różnice między współrzędnymi wzorcowymi, a obliczonymi w tabeli c.

Nr przejazdu	dowiązane punkty			Nr przejazdu	dowiązane punkty		
	1	2	3		1	2	3
1 i 3	9	35	47	1 i 2	-34	0	26
	14	13	31		-11	-14	1
3 5	-1	6	5	3 4	-12	2	13
	17	35	70		-26	-3	24
2 4	-55	-31	-7	5 6	-12	-9	-11
	-46	-28	-6		-14	7	36
7 9	7	30	44	7 8	-20	-10	27
	-18	-3	19		14	2	2
9 11	5	21	28	9 10	-15	5	12
	13	17	36		-20	-5	11
4 6	-22	-14	-6	11 12	-12	6	19
	-59	-31	-11		-14	-9	16
8 10	-42	-35	-5				
	-18	-8	-6				
10 12	-32	-13	3				
	-47	-30	-9				

Załącznik 2

Przybliżone wyrównanie współrzędnych wyznaczonych autotopografem.

a/ Obliczenie poprawek przybliżonych

Prze- jazdy	Odchyłki $f_x$ $f_y$	P o p r a w k i /m/			Odchyłki $f_x$ $f_y$
		$v_{x_1}$ $v_{y_1}$	$v_{x_2}$ $v_{y_2}$	$v_{x_3}$ $v_{y_3}$	
tam		14 1	35 4	58 6	72 7
powrót	- 93 - 40	-73 -34	-45 -18	-15 - 6	
tam		5 13	13 34	21 56	26 69
powrót	- 25 - 90	-20 -71	-12 -44	- 4 -14	
tam		- 2 20	- 4 51	- 7 82	- 9 100
powrót	- 53 - 53	-43 -43	-27 -27	- 8 - 8	
tam		10 0	29 0	48 0	55 0
powrót	- 60 13	-46 9	-29 6	- 9 2	
tam		5 10	13 30	20 50	24 57
powrót	- 48 - 76	-39 -62	-23 -37	- 8 -12	
tam		5 8	14 25	24 36	30 44
powrót	- 55 - 66	-39 -54	-25 -32	- 8 -10	

Wzory na poprawki:

$$v_{x_1} = \frac{f_x \cdot d_{A1}}{d_{AB}}, \quad v_{x_2} = \frac{f_x \cdot d_{A2}}{d_{AB}}, \quad v_{x_3} = \frac{f_x \cdot d_{A3}}{d_{AB}}$$

$$v_{y_1} = \frac{f_y \cdot d_{A1}}{d_{AB}}, \quad v_{y_2} = \frac{f_y \cdot d_{A2}}{d_{AB}}, \quad v_{y_3} = \frac{f_y \cdot d_{A3}}{d_{AB}}$$

b/. Obliczenie współrzędnych

Prze- jazdy	Punkt początkowy /końcowy/ A	Punkty dowiązywane			Punkt końcowy /początkowy/ B
		x <sub>1</sub> y <sub>1</sub>	x <sub>2</sub> y <sub>2</sub>	x <sub>3</sub> y <sub>3</sub>	
tam		22 462 26 609	24 812 25 596	27 785 25 734	
powrót		22 449 26 604	24 790 25 600	27 788 25 736	
tam		22 455 26 606	24 798 25 598	27 783 25 734	
powrót		22 455 26 603	24 798 25 612	27 779 25 740	
tam		22 459 26 601	24 800 25 594	27 771 25 736	
powrót	21 148 27 121	22 483 26 595	24 806 25 603	27 776 25 729	29 169 25 761
tam		22 458 26 609	24 807 25 595	27 791 25 733	
powrót		22 457 26 611	24 785 25 610	27 778 25 728	
tam		22 461 26 605	24 803 25 591	27 782 25 723	
powrót		22 464 26 609	24 809 25 612	27 784 25 728	
tam		22 459 26 605	24 805 25 593	27 784 25 733	
powrót		22 470 26 615	24 804 25 603	27 792 25 744	

Obliczenia w kierunku "tam":

$$\begin{aligned}
 x_1 &= x_A + v_{x_1}, & x_2 &= x_A + v_{x_2}, & x_3 &= x_A + v_{x_3} \\
 y_1 &= y_A + v_{y_1}, & y_2 &= y_A + v_{y_2}, & y_3 &= y_A + v_{y_3}.
 \end{aligned}$$

Obliczenia w kierunku "powrót":

$$\begin{aligned}
 x_1 &= x_B + v_{x_1}, & x_2 &= x_B + v_{x_2}, & x_3 &= x_B + v_{x_3}, \\
 y_1 &= y_B + v_{y_1}, & y_2 &= y_B + v_{y_2}, & y_3 &= y_B + v_{y_3}.
 \end{aligned}$$

C/ Błędy współrzędnych wyrównanych metodą przybliżoną

Nr prze- jazdu	Bez uwzględniania błędów punktów nawiązania ciągu			Po uwzględnieniu błędów punktów nawiązania ciągu na podstawie mapy:								
				1:10 000			1:25 000			1:50 000		
	$m_{x_1}$ $m_{y_1}$	$m_{x_2}$ $m_{y_2}$	$m_{x_3}$ $m_{y_3}$	$m_{x_1}$ $m_{y_1}$	$m_{x_2}$ $m_{y_2}$	$m_{x_3}$ $m_{y_3}$	$m_{x_1}$ $m_{y_1}$	$m_{x_2}$ $m_{y_2}$	$m_{x_3}$ $m_{y_3}$	$m_{x_1}$ $m_{y_1}$	$m_{x_2}$ $m_{y_2}$	$m_{x_3}$ $m_{y_3}$
1	2	14	8	8	17	12	21	25	23	42	45	43
tam	8	7	0	12	11	8	23	22	21	43	43	42
2	15	16	11	17	20	14	26	26	24	45	45	44
powrót	3	3	2	9	9	8	21	21	21	42	42	42
3	9	2	6	13	8	11	23	21	22	43	42	43
tam	5	5	0	10	10	8	22	22	21	43	43	42
4	9	2	2	13	8	8	23	21	21	43	42	42
powrót	2	9	6	2	13	11	21	23	22	42	43	43
5	5	4	6	10	9	11	22	21	22	43	42	43
tam	0	9	2	8	13	8	21	23	21	42	43	42
6	19	10	1	21	14	8	29	24	21	47	44	42
powrót	6	0	5	11	8	10	22	21	22	43	42	43
7	6	11	14	11	14	16	22	24	25	43	44	45
tam	8	8	1	12	12	8	23	23	21	43	43	42
8	7	11	11	11	14	14	23	24	24	43	44	44
powrót	10	7	4	14	11	9	24	23	21	44	43	42
9	13	10	5	15	14	10	25	24	22	44	44	43
tam	4	12	11	9	15	14	21	25	24	42	44	44
10	10	13	7	14	15	11	24	25	24	44	44	43
powrót	8	9	6	12	13	11	23	23	22	43	43	43
11	5	9	17	10	13	19	22	23	28	42	43	46
tam	8	9	16	12	13	18	23	23	27	43	43	46
12	6	8	15	11	12	17	22	23	26	43	43	45
powrót	14	0	10	16	8	14	25	21	24	45	42	44

Uwaga: Stosunek przebytej autotopografem odległości między punktami /A i B/ do odległości obliczonej na podstawie współrzędnych nie przekracza 1,3.

Z tabeli C wynika, że w terenie równinnym przybliżona metoda wyrównywania współrzędnych /zamiast odległości obliczonej na podstawie współrzędnych przyjmuje się odległość zmierzoną autotopografem/ może zapewnić wymaganą dokładność wyznaczenia współrzędnych dla pododdziałów **artylerii** na podstawie mapy w skali 1:10 000 i 1:25 000, a dla pododdziałów **rakiet** na podstawie mapy w skali 1:50 000.

Wyrównanie współrzędnych metodą kąto-łiniową

A/. Poprawki obliczone metodą kąto-łiniową

Prze- jazdy	Odchyłki		P o p r a w k i /m/			Odchyłki	
	f <sub>x</sub>	f <sub>y</sub>	v <sub>x1</sub>	v <sub>x2</sub>	v <sub>x3</sub>	f <sub>x</sub>	f <sub>y</sub>
			v <sub>y1</sub>	v <sub>y2</sub>	v <sub>y3</sub>		
tam			-13 - 3	-33 -10	-53 -21	72 7	
powrót	-93 -40		+75 +47	+43 +21	+15 + 4		
tam			- 4 - 3	-11 -21	-22 +52	26 69	
powrót	-25 -90		+22 +74	+10 +26	+ 3 + 3		
tam			+ 4 - 8	+ 7 -38	+ 6 -75	- 9 100	
powrót	-53 -53		+43 +48	+20 +25	+ 8 + 3		
tam			-11 - 2	-30 - 3	-49 - 2	55 0	
powrót	-60 13		+50 - 9	+30 - 5	+ 9 - 1		
tam			- 4 - 2	-11 -18	-22 -42	24 57	
powrót	-48 -76		+39 +61	+21 +29	+ 6 + 4		
tam			- 6 - 3	-16 -14	-26 -34	30 44	
powrót	-55 -66		-46 -53	-24 -22	- 8 - 4		

Wzory na obliczenie poprawek:

$$u'' = \frac{f_x \cdot \Delta y_{AB} - f_y \cdot \Delta x_{AB}}{d_{AB}^2} \cdot \rho'' \quad d_{AB} = \frac{f_y \cdot \Delta y_{AB} + f_x \cdot \Delta x_{AB}}{d_{AB}}$$

$$v_{x_i} = d_{Ai} / \cos T_{AB} - \cos T_{AB} + u // - d_{Ai} \cdot \cos T_{AB},$$

$$v_{y_i} = d_{Ai} / \sin T_{AB} + u / - \sin T_{AB} / + d_{Ai} \cdot \sin T_{AB}.$$

B/. Współrzędne wyrównane metodą kąto-liniową

Prze- jazdy	Punkt początkowy /końcowy/ A	Punkty dowiązywane			Punkt końcowy /początkowy B
		$x_1$ $y_1$	$x_2$ $y_2$	$x_3$ $y_3$	
tam		22 463 26 607	24 804 25 590	27 790 25 719	
powrót		22 451 26 613	24 728 25 603	27 778 25 734	
tam		22 457 26 616	24 800 25 611	27 782 25 738	
powrót		22 457 26 606	24 796 25 594	27 778 25 729	
tam		22 461 26 613	24 803 25 607	27 770 27 743	
powrót	21 148 27 121	22 463 26 600	24 799 25 601	27 776 25 724	29 169 25 761
tam		22 457 26 607	24 806 25 592	27 790 25 731	
powrót		22 461 26 607	24 796 25 611	27 778 25 739	
tam		22 462 26 613	24 805 25 603	27 780 25 731	
powrót		22 464 26 608	24 807 25 594	27 782 25 720	
tam		22 458 26 610	24 803 25 604	27 782 25 733	
powrót		22 477 26 613	24 803 25 593	27 792 25 738	

Obliczenie współrzędnych w kierunku "tam":

$$x_1 = x_1' + v_{x_1}, \quad x_2 = x_2' + v_{x_2}, \quad x_3 = x_3' + v_{x_3},$$

$$y_1 = y_1' + v_{y_1}, \quad y_2 = y_2' + v_{y_2}, \quad y_3 = y_3' + v_{y_3}.$$

Obliczenie współrzędnych w kierunku "powrót":

$$x_1 = x_1' + v_{x_1}, \quad x_2 = x_2' + v_{x_2}, \quad x_3 = x_3' + v_{x_3},$$

$$y_1 = y_1' + v_{y_1}, \quad y_2 = y_2' + v_{y_2}, \quad y_3 = y_3' + v_{y_3}.$$

C/. Błędy współrzędnych wyrównanych metodą kątowno-liniową

Nr prze- jazdu	Bez uwzględnienia błędu wyjściowych danych geodezyjnych			Po uwzględnieniu błędu wyjściowych danych geodezyjnych mapy w skali:								
				1:10 000			1:25 000			1:50 000		
	$m_{x_1}$ $m_{y_1}$	$m_{x_2}$ $m_{y_2}$	$m_{x_3}$ $m_{y_3}$	$m_{x_1}$ $m_{y_1}$	$m_{x_2}$ $m_{y_2}$	$m_{x_3}$ $m_{y_3}$	$m_{x_1}$ $m_{y_1}$	$m_{x_2}$ $m_{y_2}$	$m_{x_3}$ $m_{y_3}$	$m_{x_1}$ $m_{y_1}$	$m_{x_2}$ $m_{y_2}$	$m_{x_3}$ $m_{y_3}$
1 tam	3	18	13	9	20	16	22	28	25	42	46	44
	6	13	15	11	16	17	22	25	26	42	44	45
2 powrót	9	8	9	13	12	11	23	23	23	43	43	43
	12	2	0	17	8	8	24	21	21	44	42	42
3 tam	3	4	5	9	9	10	22	22	22	42	42	42
	15	8	4	17	12	9	26	23	22	45	43	42
4 powrót	3	0	1	8	8	8	21	21	21	42	42	42
	5	9	5	10	12	10	22	23	22	42	43	42
5 tam	1	7	7	8	11	11	21	23	23	42	43	43
	12	4	9	17	9	13	25	22	23	45	42	43
6 powrót	3	3	1	9	9	8	21	21	21	42	42	42
	1	2	10	8	8	13	21	21	23	42	42	43
7 tam	3	10	13	9	13	14	21	23	25	42	44	44
	6	11	3	11	13	9	22	24	21	43	44	42
8 powrót	1	0	1	8	8	8	21	21	21	42	42	42
	6	8	5	11	12	10	22	23	22	43	43	42
9 tam	2	9	3	8	13	9	21	24	21	42	43	42
	12	0	3	14	8	9	24	21	21	44	42	42
10 powrót	4	11	5	9	14	10	22	24	22	42	44	42
	7	9	14	11	13	16	23	23	25	43	43	45
11 tam	2	7	5	8	11	10	21	23	22	42	43	43
	9	1	1	13	8	8	23	21	21	43	42	42
12 powrót	17	7	15	18	11	17	28	23	26	46	43	45
	12	10	4	14	13	9	24	24	22	44	44	42

Uwaga: Stosunek przbytej autotopografem odległości między punktami A i B do odległości obliczonej na podstawie współrzędnych nie przekracza 1,3.

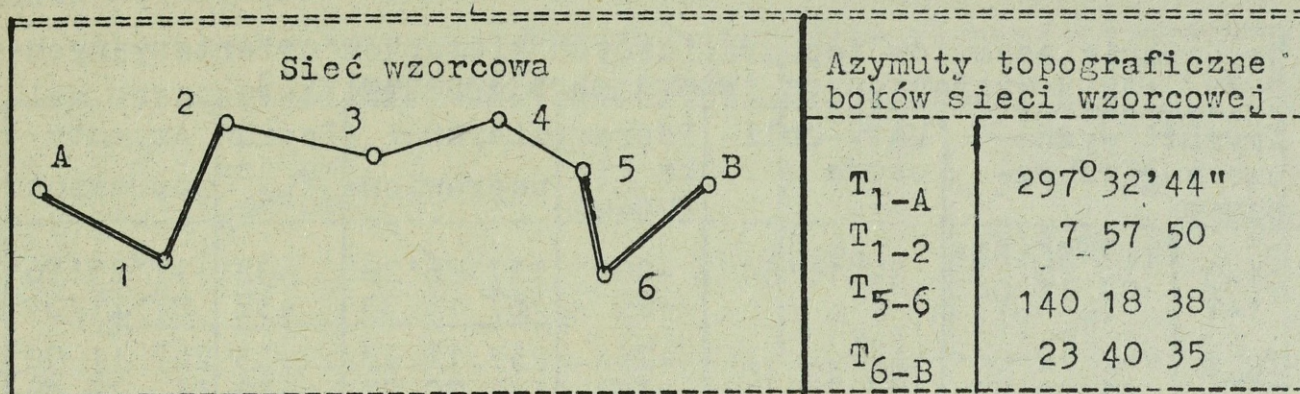
Z porównania wyników podanych w tabelach C /s. 159 i 156/ wynika, że kątowno-liniowa metoda wyrównywania ciągu wykonanego autotopografem zapewnia większą dokładność od metody przybliżonej. Widoczne jest to szczególnie podczas wykonania dowiązania na podstawie mapy w skali 1:10 000.

Załącznik 4

Wyrównanie azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych wyznaczonych girokompesem 1G9 i teodolitem TT-3

Nr pktu	Kąty zmierzone	Azymut początkowy	Poprawki	Kąty poprawione	Azymuty wyrównane
1	70°24'20"	297°34'15"	-67"	297°33'08"	297°33'08"
2	194 25 12		- 7	70°24'13"	7 57 21
3	230 01 26		- 7	194 25 05	22 22 26
4	166 05 41		- 7	230 01 19	72 23 45
5	261 48 53		- 7	166 05 34	58 29 19
6	63 22 58		- 7	261 48 46	140 18 05
		23 39 45	+67	63 22 51	23 40 56
				23 40 52	
1	70 25 02	297 33 05	-26	297 32 39	297 32 39
2	180 18 53		- 3	70 24 59	7 57 38
3	242 37 02		- 3	180 18 50	8 16 28
4	110 08 36		- 3	242 36 59	70 53 27
5	319 16 46		- 3	110 08 33	1 02 00
6	63 22 02		- 3	319 16 43	140 18 43
		23 40 15	+26	63 21 59	23 40 42
				23 40 41	
1	70 25 48	297 33 32	-48	297 32 44	297 32 44
2	241 26 30		- 5	70 25 43	7 58 27
3	252 03 10		- 5	241 26 25	69 24 52
4	97 43 42		- 5	252 03 05	141 27 57
5	261 07 50		- 5	97 43 37	59 11 34
6	63 21 48		- 5	261 07 45	140 19 19
		23 39 13	+48	63 21 43	23 40 02
				23 40 01	
1	70 24 06	297 32 28	+1 29	297 33 57	297 33 57
2	200 01 10		10	70 24 16	7 58 13
3	268 31 52		10	200 01 20	27 59 33
4	180 31 41		10	268 32 02	116 31 35
5	203 15 56		10	180 31 41	117 02 16
6	63 21 56		10	203 16 06	140 18 22
		23 42 01	-1 29	63 22 05	23 40 28
				23 40 32	
1	70 26 01	297 33 30	-44	297 32 46	297 32 46
2	202 46 20		- 5	70 25 56	7 58 42
3	243 12 33		- 5	202 46 15	30 44 57
4	180 16 16		- 5	243 12 28	93 57 25
5	226 06 00		- 5	180 16 11	94 13 36
6	63 21 05		- 5	226 05 55	140 19 31
		23 39 48	+44	63 21 00	23 40 31
				23 40 32	

Ocena dokładności wyznaczenia azymutów proponowaną metodą



Błędy średnie azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych wyrównanych:

a/ metodą tradycyjną

b/ metodą proponowaną

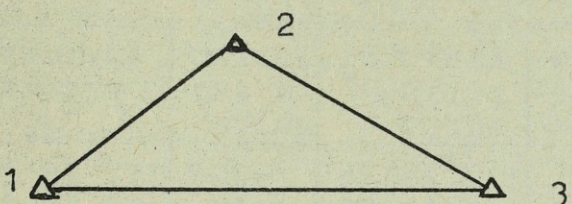
Azymut kierunku	Wartość azymutu	Błąd azymutu	Azymut kierunku	Wartość azymutu	Błąd azymutu
T <sub>1A</sub>	297° 33' 53"	1' 09"	T <sub>1A</sub>	297° 33' 08"	24"
T <sub>1-2</sub>	7 57 51	1	T <sub>1-2</sub>	7 57 21	29
T <sub>5-6</sub>	140 17 55	43	T <sub>5-6</sub>	140 18 05	33
T <sub>6B</sub>	23 39 07	1 28	T <sub>6B</sub>	23 40 56	21
T <sub>1-A</sub>	297 32 56	12	T <sub>1-A</sub>	297 32 39	5
T <sub>1-2</sub>	7 57 49	1	T <sub>1-2</sub>	7 57 38	12
T <sub>5-6</sub>	140 18 32	6	T <sub>5-6</sub>	140 18 43	5
T <sub>6-B</sub>	23 40 37	2	T <sub>6-B</sub>	23 40 42	7
T <sub>1-A</sub>	297 33 16	32	T <sub>1-A</sub>	297 32 44	0
T <sub>1-2</sub>	7 58 48	58	T <sub>1-2</sub>	7 58 27	37
T <sub>5-6</sub>	140 18 56	18	T <sub>5-6</sub>	140 19 19	41
T <sub>6-B</sub>	23 39 29	1 06	T <sub>6-B</sub>	23 40 02	33
T <sub>1-A</sub>	297 32 56	12	T <sub>1-A</sub>	297 33 57	13
T <sub>1-2</sub>	7 57 34	16	T <sub>1-2</sub>	7 58 13	23
T <sub>5-6</sub>	140 20 03	1 35	T <sub>5-6</sub>	140 18 22	16
T <sub>6-B</sub>	23 41 31	56	T <sub>6-B</sub>	23 40 28	7
T <sub>1-A</sub>	297 33 15	31	T <sub>1-A</sub>	297 32 46	2
T <sub>1-2</sub>	7 59 01	1 11	T <sub>1-2</sub>	7 58 42	52
T <sub>5-6</sub>	140 20 05	1 27	T <sub>5-6</sub>	140 19 31	53
T <sub>6-B</sub>	23 40 03	32	T <sub>6-B</sub>	23 40 31	4

Załącznik 5

Wyrównanie azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych  
wyznaczonych trzema girokompasami 1G9

Azymut wyznaczony girokom- pasem	Kąty obli- czone z r	Popraw ka kie runków	Kierunki poprawione	Popraw ka azy mutów	Azymuty poprawione	
T <sub>1-3</sub> T <sub>1-2</sub>	117° 26' 58" 87 11 04	30° 15' 54"	-30" +29	117° 26' 28" 87 11 33	-32' -32'	117° 25' 56" 87 11 01
T <sub>2-1</sub> T <sub>2-3</sub>	267 12 04 143 29 52	123 42 10	-29 +30	267 11 35 143 30 22	-33 -33	267 11 02 143 29 49
T <sub>3-2</sub> T <sub>3-1</sub>	323 29 14 297 24 21	26 04 53	-30 +29	323 28 44 297 24 50	+64 +64	323 29 48 297 25 54
T <sub>1-3</sub> T <sub>1-2</sub>	117 26 28 87 11 16	30 15 20	-29 +29	117 25 59 87 11 45	-41 -41	117 25 18 87 11 04
T <sub>2-1</sub> T <sub>2-3</sub>	267 12 26 143 29 45	123 42 41	-29 +30	267 11 57 143 30 15	-54 -54	267 11 03 143 29 21
T <sub>3-2</sub> T <sub>3-1</sub>	323 28 25 297 23 21	26 05 04	-29 +30	323 27 56 297 23 51	+1' 35" +1 35	323 29 31 297 25 26
T <sub>1-3</sub> T <sub>1-2</sub>	117 26 47 87 11 43	30 15 04	-32 +32	117 26 15 87 12 15	- 6 - 6	117 26 09 87 12 09
T <sub>2-1</sub> T <sub>2-3</sub>	267 12 12 143 29 32	123 42 40	-32 +32	267 11 40 143 30 04	+29 +29	267 12 09 143 30 33
T <sub>3-2</sub> T <sub>3-1</sub>	323 31 29 297 26 01	26 05 28	-32 +32	323 30 17 297 26 33	-24 -24	323 30 33 297 26 04
T <sub>1-3</sub> T <sub>1-2</sub>	117 27 02 87 12 02	30 15 00	-18 +19	117 26 44 87 12 21	-52 -52	117 25 52 87 11 29
T <sub>2-1</sub> T <sub>2-3</sub>	267 10 56 143 29 06	123 41 50	-18 +19	267 10 38 143 29 25	+51 +51	267 11 29 143 30 16
T <sub>3-2</sub> T <sub>3-1</sub>	323 30 33 297 25 31	26 05 02	-19 +19	323 30 14 297 25 50	+ 2 + 2	323 30 16 297 35 52
T <sub>1-3</sub> T <sub>1-2</sub>	117 26 26 87 12 14	30 14 12	+26 -26	117 26 52 87 11 48	-13 -13	117 26 39 87 11 35
T <sub>2-1</sub> T <sub>2-3</sub>	267 10 00 143 29 56	123 40 04	+26 -26	267 10 26 143 29 30	+61 +61	267 11 27 143 30 31
T <sub>3-2</sub> T <sub>3-1</sub>	323 30 45 297 27 38	26 03 07	+26 -26	323 31 11 297 27 12	-40 -40	323 30 31 297 26 32

Ocena dokładności wyznaczenia azymutów proponowaną metodą

Sieć wzorcowa do wykonania pomiarów		Azymuty topograficzne boków sieci wzorcowej	
		T <sub>1-2</sub>	87°11'32"
		T <sub>2-3</sub>	143°30'05"
		T <sub>3-1</sub>	117°25'50"

Błędy średnie azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych wyrównanych:

a/ metodą tradycyjną

b/ metodą proponowaną

Azymut kierunku	Wartość azymutu	Błąd azymutu
T <sub>1-2</sub>	87°11'34"	2"
T <sub>2-3</sub>	143 29 33	32
T <sub>3-1</sub>	117 25 40	10
T <sub>1-2</sub>	87 11 51	19
T <sub>2-3</sub>	143 29 05	1'00"
T <sub>3-1</sub>	117 24 55	55
T <sub>1-2</sub>	87 12 28	56
T <sub>2-3</sub>	143 30 30	25
T <sub>3-1</sub>	117 26 54	1'04"
T <sub>1-2</sub>	87 11 29	3
T <sub>2-3</sub>	143 29 50	15
T <sub>3-1</sub>	117 26 16	26
T <sub>1-2</sub>	87 11 07	25
T <sub>2-3</sub>	143 30 20	15
T <sub>3-1</sub>	117 27 02	1'12"

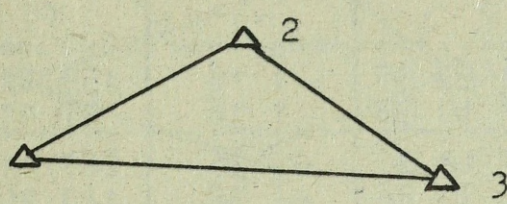
Azymut kierunku	Wartość azymutu	Błąd azymutu
T <sub>1-2</sub>	87°11'01"	31"
T <sub>2-3</sub>	143 29 48	17
T <sub>3-1</sub>	117 25 55	5
T <sub>1-2</sub>	87 11 02	30
T <sub>2-3</sub>	143 29 21	44
T <sub>3-1</sub>	117 25 41	9
T <sub>1-2</sub>	87 11 29	3
T <sub>2-3</sub>	143 30 33	28
T <sub>3-1</sub>	117 26 09	19
T <sub>1-2</sub>	87 11 29	3
T <sub>2-3</sub>	143 30 16	11
T <sub>3-1</sub>	117 25 52	2
T <sub>1-2</sub>	87 11 31	1
T <sub>2-3</sub>	143 30 31	26
T <sub>3-1</sub>	117 26 35	45

Załącznik 6

Wyrównanie azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych trzema girokompasami o różnej dokładności /1G5 i 1G9/

Azymut wyznaczony girokom-pasem	Kąt obliczony	Poprawka kierunków	Kierunki poprawione	Poprawka azymutów	Azymuty poprawione	
T <sub>1-3</sub> T <sub>1-2</sub>	117° 28' 21" 87 14 07	30° 14' 14"	15" -16	117° 28' 36" 87 13 51	-32" -32	117° 28' 02" 87 13 19
T <sub>2-1</sub> T <sub>2-3</sub>	267 12 04 143 29 52	123 42 10	15 -16	267 12 19 143 29 36	42 42	267 13 01 143 30 18
T <sub>3-2</sub> T <sub>3-1</sub>	323 34 26 297 32 23	26 02 03	15 -16	323 34 41 297 32 07	-4' 02" -4 02	323 30 39 297 28 05
T <sub>1-3</sub> T <sub>1-2</sub>	117 23 55 87 11 36	30 12 19	30 -30	117 24 25 87 11 06	1 30 1 30	117 25 55 117 12 36
T <sub>2-1</sub> T <sub>2-3</sub>	267 12 26 143 29 45	123 42 41	30 -30	267 12 56 143 29 15	-16 -16	267 12 44 143 28 59
T <sub>3-2</sub> T <sub>3-1</sub>	323 28 41 297 26 41	26 02 00	30 -30	323 29 11 297 26 11	-15 -15	323 28 56 297 25 56
T <sub>1-3</sub> T <sub>1-2</sub>	117 27 28 87 10 12	30 17 16	-44 44	117 26 44 87 10 56	1 30 1 30	117 28 14 87 12 26
T <sub>2-1</sub> T <sub>2-3</sub>	267 13 12 143 29 32	123 43 40	-44 44	267 12 28 143 30 16	4 4	267 12 32 143 30 20
T <sub>3-2</sub> T <sub>3-1</sub>	323 32 46 297 29 18	26 03 28	-44 44	323 32 02 297 30 02	-1 48 -1 48	323 30 14 297 28 14
T <sub>1-3</sub> T <sub>1-2</sub>	117 29 37 87 13 00	30 16 37	-62 62	117 28 35 87 14 02	-2 47 -2 47	117 25 48 87 11 15
T <sub>2-1</sub> T <sub>2-3</sub>	267 10 56 143 29 06	123 41 50	-62 62	267 09 54 143 30 08	1 03 1 03	267 10 57 143 31 11
T <sub>3-2</sub> T <sub>3-1</sub>	323 35 50 297 28 03	26 07 47	-62 62	323 34 48 297 29 05	-3 20 -3 20	323 31 28 297 25 45
T <sub>1-3</sub> T <sub>1-2</sub>	117 24 28 87 10 06	30 14 22	35 -35	117 25 03 87 09 31	1 05 1 05	117 26 08 87 10 36
T <sub>2-1</sub> T <sub>2-3</sub>	267 10 00 143 29 56	123 40 04	35 -35	267 10 35 143 29 21	1 1	267 10 36 143 29 22
T <sub>3-2</sub> T <sub>3-1</sub>	323 30 04 297 28 02	26 02 02	35 -35	323 30 39 297 27 27	-1 10 -1 10	323 29 29 297 26 17

Ocena dokładności wyznaczenia azymutów proponowaną metodą

Sieć wzorcowa do wykonania pomiarów		Azymuty topograficzne boków sieci wzorcowej	
		T <sub>1-2</sub>	87°11'32"
		T <sub>2-3</sub>	143°30'05"
		T <sub>1-3</sub>	117°25'50"

Błędy średnie azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych wyrównanych:

a/ metodą tradycyjną

Azymut kierunku	Wartość azymutu	Błąd azymutu
T <sub>1-2</sub>	87°13'05"	1'33"
T <sub>2-3</sub>	143 32 09	2 04
T <sub>1-3</sub>	117 30 22	4 32
T <sub>1-2</sub>	87 12 01	31
T <sub>2-3</sub>	143 29 13	52
T <sub>1-3</sub>	117 25 18	32
T <sub>1-2</sub>	87 11 42	10
T <sub>2-3</sub>	143 31 09	1 04
T <sub>1-3</sub>	117 28 23	2 33
T <sub>1-2</sub>	87 11 58	26
T <sub>2-3</sub>	143 32 28	2 23
T <sub>1-3</sub>	117 28 50	3 00
T <sub>1-2</sub>	87 10 03	1 29
T <sub>2-3</sub>	143 30 00	05
T <sub>1-3</sub>	117 26 15	25

b/ metodą proponowaną

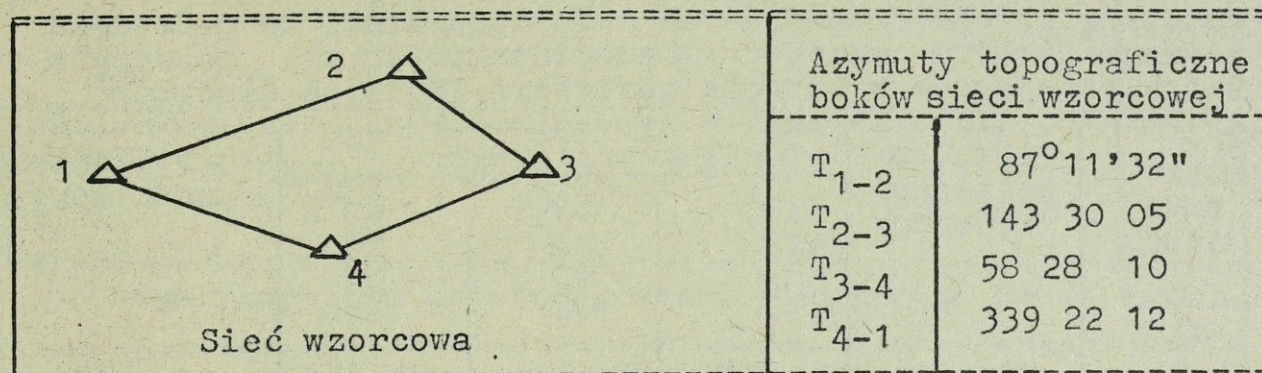
Azymut kierunku	Wartość azymutu	Błąd azymutu
T <sub>1-2</sub>	87°13'10"	1'38"
T <sub>2-3</sub>	143 30 29	24
T <sub>1-3</sub>	117 28 03	2 13
T <sub>1-2</sub>	87 12 40	1 08
T <sub>2-3</sub>	143 28 57	1 08
T <sub>1-3</sub>	117 25 55	5
T <sub>1-2</sub>	87 12 29	57
T <sub>2-3</sub>	143 30 17	12
T <sub>1-3</sub>	117 28 14	2 24
T <sub>1-2</sub>	87 11 07	25
T <sub>2-3</sub>	143 31 20	1 15
T <sub>1-3</sub>	117 25 46	4
T <sub>1-2</sub>	87 10 36	56
T <sub>2-3</sub>	143 29 26	39
T <sub>1-3</sub>	117 26 12	22

Załącznik 7

Wyrównanie azymutów wyznaczonych czterema girokompasami

Nr kie- runku	Azymuty wyznaczone o , "	Kąty obliczone o , "	Kierunki poprawione v o , "	Poprawki azymutów , "	Azymuty wyrównane o , "
T <sub>1-4</sub>	159 20 09	72 09 05	+26 159 20 35	1 16	159 21 51
T <sub>1-2</sub>	87 11 04		-26 87 10 38	1 16	87 11 54
T <sub>2-1</sub>	267 12 04	123 41 10	+26 267 12 30	- 36	267 11 54
T <sub>2-3</sub>	143 30 52		-26 143 30 26	- 36	143 29 50
T <sub>3-2</sub>	323 30 14	85 01 13	+26 323 30 40	- 50	323 29 50
T <sub>3-4</sub>	238 29 01		-26 238 28 35		238 27 45
T <sub>4-3</sub>	58 27 10	79 05 06	+26 58 27 36	9	58 27 45
	339 22 04		-26 339 21 38		339 21 47
		359 56 34			
T <sub>1-4</sub>	159 21 46	72 10 30	-24 159 21 22	- 20	159 21 02
T <sub>1-2</sub>	87 11 16		+24 87 11 40		87 11 20
T <sub>2-1</sub>	267 12 26	123 42 41	-24 267 12 02	- 42	267 11 20
T <sub>2-3</sub>	143 29 45		+24 143 30 09		143 29 27
T <sub>3-2</sub>	323 28 25	85 02 13	-24 323 28 01	+1 24	323 29 25
T <sub>3-4</sub>	238 26 12		+24 238 26 36		238 28 00
T <sub>4-3</sub>	58 28 51	79 07 41	-24 58 28 27	- 25	58 28 02
T <sub>4-1</sub>	339 21 10		+24 339 21 34		329 21 09
		360 03 05			
T <sub>1-4</sub>	159 22 52	72 11 09	-22 159 22 30	+ 25	159 22 55
T <sub>1-2</sub>	87 11 43		+22 87 12 05		87 12 30
T <sub>2-1</sub>	267 13 12	123 43 40	-22 267 12 50	- 20	267 12 30
T <sub>2-3</sub>	143 29 32		+22 143 29 54		143 29 34
T <sub>3-2</sub>	323 30 49	85 02 54	-22 323 30 27	- 53	323 29 34
T <sub>3-4</sub>	238 27 55		+22 238 28 17		238 27 24
T <sub>4-3</sub>	58 26 56	79 05 10	-22 58 26 34	50	58 27 24
T <sub>4-1</sub>	339 21 46		+22 339 22 08		339 22 58
		360 02 53			
T <sub>1-4</sub>	159 22 25	72 10 23	- 8 159 22 17	- 52	159 21 25
T <sub>1-2</sub>	87 12 02		+ 8 87 12 20		87 11 28
T <sub>2-1</sub>	267 10 56	123 41 50	- 8 267 10 48	40	267 11 28
T <sub>2-3</sub>	143 29 06		+ 8 143 29 14		143 29 54
T <sub>3-2</sub>	323 30 33	85 01 24	- 8 323 30 25	- 31	323 29 54
T <sub>3-4</sub>	238 29 09		+ 8 238 29 17		238 28 46
T <sub>4-3</sub>	58 28 10	79 07 28	- 8 58 28 02	44	58 28 46
T <sub>4-1</sub>	339 20 48		+ 8 339 20 56		339 21 40
		360 01 05			

Ocena dokładności wyznaczenia azymutów proponowaną metodą



Błędy średnie azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych wyrównanych:

a/ metodą tradycyjną

b/ metodą proponowaną

Azymut kierunku	Wartość azymutu	Błąd azymutu	Azymut kierunku	Wartość azymutu	Błąd azymutu
T <sub>1-2</sub>	87°11'34"	2"	T <sub>1-2</sub>	87°11'54"	22"
T <sub>2-3</sub>	143 30 33	28	T <sub>2-3</sub>	143 29 50	15
T <sub>3-4</sub>	58 28 06	4	T <sub>3-4</sub>	58 27 45	25
T <sub>4-1</sub>	339 21 06	1 06	T <sub>4-1</sub>	339 21 49	23
T <sub>1-2</sub>	87 11 51	19	T <sub>1-2</sub>	87 11 20	12
T <sub>2-3</sub>	143 29 05	1 00	T <sub>2-3</sub>	143 29 26	39
T <sub>3-4</sub>	58 27 38	32	T <sub>3-4</sub>	58 28 01	9
T <sub>4-1</sub>	339 21 28	44	T <sub>4-1</sub>	339 21 06	1 06
T <sub>1-2</sub>	87 12 28	56	T <sub>1-2</sub>	87 12 30	58
T <sub>2-3</sub>	143 30 10	5	T <sub>2-3</sub>	143 29 34	31
T <sub>3-4</sub>	58 27 25	45	T <sub>3-4</sub>	58 27 24	46
T <sub>4-1</sub>	339 22 19	7	T <sub>4-1</sub>	339 22 56	44
T <sub>1-2</sub>	87 11 29	3	T <sub>1-2</sub>	87 11 28	4
T <sub>2-3</sub>	143 29 50	15	T <sub>2-3</sub>	143 29 54	11
T <sub>3-4</sub>	58 28 40	30	T <sub>3-4</sub>	58 28 46	36
T <sub>4-1</sub>	339 21 36	36	T <sub>4-1</sub>	339 21 31	41

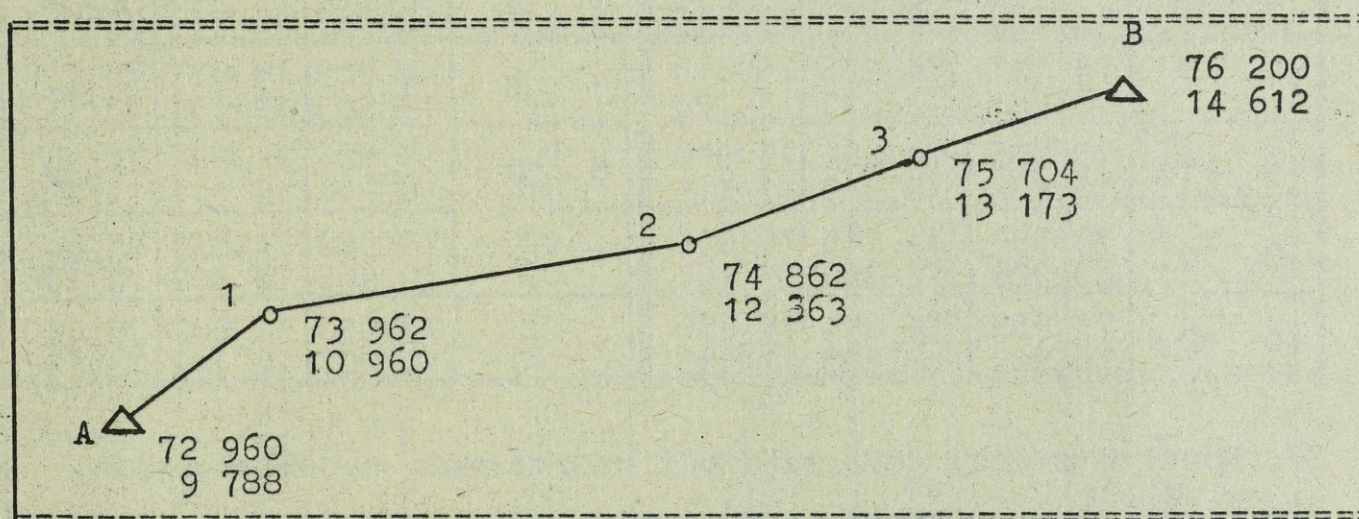
Współrzędne wyznaczone dwoma autotopografami na podstawie jednego pomiaru oraz jednym autotopografem na podstawie dwóch przejazdów w terenie górzystym /Kotlina Kłodzka/

Nr prze- jazdu	Punkt po- czątkowy /końcowy/	Dowiązane punkty			Punkt końcowy /początkowy/
		x <sub>1</sub> , y <sub>1</sub> , d <sub>1</sub> , t <sub>1</sub>	x <sub>2</sub> , y <sub>2</sub> , d <sub>2</sub> , t <sub>2</sub>	x <sub>3</sub> , y <sub>3</sub> , d <sub>3</sub> , t <sub>3</sub>	
1 tam	72 960 09 788	73 908 10 905 4010 15	74 781 12 304 6425 26	75 610 13 100 7830 32	76 095 14 522 9260 38
2 powrót	73 091 09 858 9220 38	74 030 11 010 5200 24	74 906 12 411 2850 14	75 737 13 209 1410 7	76 200 14 612
3 tam	72 960 09 788	73 960 10 912 4000 15	74 830 12 370 6376 25	75 676 13 200 7825 32	76150 14 581 9180 37
4 powrót	73 100 09 890 9202 38	74 036 11 036 5188 23	74 921 12 398 2832 13	75 724 13 226 1400 7	76 200 14 612
5 tam	72 960 09 788	73 927 10 976 4014 14	74 785 12 401 6438 24	75 602 13 221 7821 31	76 042 14 680 9199 38
6 powrót	73 077 09 878 9228 37	74 057 11 041 5210 23	74 903 12 404 2830 13	75 732 13 204 1403 6	76 200 14 612
7 tam	72 960 09 788	74 010 10 955 4005 14	74 930 12 284 6392 25	75 806 13 104 7890 31	76 317 14 520 9300 38
8 powrót	73 045 09 846 9212 36	74 008 10 942 5201 22	74 894 12 419 2844 13	75 705 13 207 1421 7	76 200 14 612
9 tam	72 960 09 788	74 024 10 912 4084 15	74 940 12 300 6350 24	75 823 13 104 7839 32	76 336 14 531 9255 38
10 powrót	73 010 09 804 9213 37	73 967 10 901 5218 23	74 806 12 393 2847 13	75 682 13 128 1450 6	76 200 14 612

11	72 960 09 788	73 946 10 963	74 830 12 298	75 785 13 126	76 304 14 558
tam		4040 15	6337 25	7888 31	9243 37
12	73 002 09 768 9198 38	73 951 10 910 5196 24	74 823 12 323 2831 13	75 671 13 144 1400 6	76 200 14 612

Uwaga: Przejazd autotopografiami wykonywano drogą asfaltową

Sieć wzorcowa do wykonania pomiarów



A/. Obliczenie współrzędnych na podstawie jednego przejazdu dwoma autotopografiami

Nr przejazdu	Punkty dowiązywane		
	1	2	3
1 i 7	73 959 10 895	74 855 12 294	75 708 13 102
3 9	73 992 10 912	74 885 12 335	75 750 13 157
5 11	73 936 10 970	74 807 12 300	75 693 13 173
2 8	74 019 10 976	74 865 12 415	75 721 13 208
4 10	74 001 10 968	74 863 12 345	75 703 13 177
6 12	74 001 10 975	74 866 12 395	75 758 13 174

B/. Obliczenie różnicy między współrzędnymi wzorcowymi, a obliczonymi w tabeli A

Nr przejazdu	Punkty dowiązywane		
	1	2	3
1 i 7	- 3 -65	- 7 -69	4 -71
3 9	30 -48	23 -28	46 -16
5 11	-26 10	-55 -63	-11 0
2 8	57 -16	3 52	17 31
4 10	39 8	1 -19	- 1 4
6 12	39 15	4 28	54 1

C/. Obliczenie współrzędnych wyznaczonych jednym autotopografem na podstawie dwóch przejazdów wykonanych w kierunku:

"tam" lub "powrót"				"tam" i "powrót"			
Nr prze- jazdu	Punkty dowiazywane			Nr prze- jazdu	Punkty dowiazywane		
	1	2	3		1	2	3
1 i 3	73 934 10 908	74 805 12 337	75 643 13 150	1 i 2	73 959 10 957	74 824 12 357	75 668 13 154
3 5	73 942 10 944	74 808 12 385	75 639 13 210	3 4	73 998 10 974	74 875 12 388	75 700 13 213
2 4	74 033 11 043	74 875 12 379	75 700 13 213	5 6	73 992 11 008	74 844 12 402	75 667 13 212
4 6	74 046 11 038	74 912 12 401	75 728 13 215	1 6	73 981 10 973	74 842 12 354	75 671 13 152
7 9	74 017 10 883	74 935 12 292	75 810 13 104	7 8	74 009 10 883	74 877 12 351	75 755 13 155
9 11	73 985 10 937	74 885 12 349	75 800 13 115	8 10	73 986 10 911	74 881 12 311	75 747 13 124
8 10	73 990 10 906	74 845 12 356	75 694 13 167	10 12	73 959 10 905	74 815 12 308	75 687 13 136
10 12	73 959 10 905	74 814 12 308	75 676 13 136	1 12	73 930 10 907	74 802 12 313	75 640 13 122

D/. Różnice między współrzędnymi wzorcowymi, a obliczonymi w tabeli C.

Nr prze- jazdu	Punkty dowiazywane			Nr prze- jazdu	Punkty dowiazywane		
	1	2	3		1	2	3
1 i 3	-28 -52	-57 -26	-61 -23	1 i 2	7 -3	-38 -6	-36 -19
3 5	-20 -16	-54 22	-63 37	3 4	32 14	13 25	4 40
2 4	-29 78	13 38	-4 42	5 6	30 48	-18 39	-37 41
4 6	84 -78	50 38	24 42	1 6	19 13	-20 -9	-37 -21
7 9	55 -77	73 -71	106 -70	7 8	47 -77	15 -12	51 -18
9 11	25 -23	23 -14	96 -58	9 10	24 -49	19 -54	43 -49
8 10	28 -54	-47 -7	-10 -6	10 12	-3 -55	-47 -55	-17 -37
10 12	-3 -55	-48 -55	-38 -37	1 12	-32 -53	-60 -50	-60 -51

Załącznik 9

Wyrównanie współrzędnych metodą przybliżoną

A/. Obliczenie poprawek przybliżonych

Prze- jazdy	Odchyłki		P o p r a w k i /m/			Odchyłki	
	$f_x$	$f_y$	$v_{x_1}$ $v_{y_1}$	$v_{x_2}$ $v_{y_2}$	$v_{x_3}$ $v_{y_3}$	$f_x$	$f_y$
tam	-	-	- 46 - 40	- 73 - 63	- 89 - 76	- 105 - 90	
powrót	131 70		73 39	39 21	20 10	- -	
tam	-	-	- 22 - 13	- 35 - 22	- 42 - 26	- 50 - 31	
powrót	140 102		78 57	42 30	21 15	- -	
tam	-	-	- 70 30	-110 47	-134 57	-158 68	
powrót	117 90		65 50	35 27	17 13	- -	
tam	-	-	51 - 41	81 - 64	100 - 78	117 - 92	
powrót	85 58		48 32	26 17	12 9	- -	
tam	-	-	60 - 36	95 - 57	116 - 69	136 - 81	
powrót	50 16		28 9	15 5	7 3	- -	
tam	-	-	46 - 27	73 - 38	88 - 48	104 - 54	
powrót	+42 -20		+ 22 - 11	+ 12 - 6	+ 6 - 3	- -	

Wzory na poprawki:

$$v_{x_1} = \frac{f_x \cdot d_{A1}}{d_{AB}}; \quad v_{x_2} = \frac{f_x \cdot d_{A2}}{d_{AB}}; \quad v_{x_3} = \frac{f_x \cdot d_{A3}}{d_{AB}}$$

$$v_{y_1} = \frac{f_y \cdot d_{A1}}{d_{AB}}; \quad v_{y_2} = \frac{f_y \cdot d_{A2}}{d_{AB}}; \quad v_{y_3} = \frac{f_y \cdot d_{A3}}{d_{AB}}$$

B/. Współrzędne wyrównane metodą przybliżoną

Prze- jazdy	Punkt początkowy /końcowy/ A	Punkty dowiązywane			Punkt końcowy /początkowy/ B
		$x_1'$ $y_1'$	$x_2'$ $y_2'$	$x_3'$ $y_3'$	
tam		73 954 10 945	74 854 12 367	75 699 13 176	
powrót		73 960 10 971	74 867 12 390	75 717 13 199	
tam		73 982 10 925	74 865 12 392	76 718 13 226	
powrót		73 968 10 979	74 879 12 368	75 703 13 211	
tam		73 997 10 950	74 895 12 359	75 736 13 170	
powrót	72 960 09 788	73 992 10 990	74 868 12 377	75 715 13 191	76 200 14 612
tam		73 959 10 896	74 849 12 368	75 706 13 182	
powrót		73 960 10 880	74 798 12 402	75 693 13 198	
tam		73 964 10 948	74 845 12 357	75 707 13 173	
powrót		73 995 10 910	74 791 12 288	75 677 13 125	
tam		73 900 10 948	74 757 10 356	75 697 13 075	
powrót		73 929 10 899	74 811 12 317	75 665 13 141	

Obliczenie współrzędnych w kierunku "tam":

$$\begin{aligned}
 x_1 &= x_1' + v_{x_1}; & x_2 &= x_2' + v_{x_2}; & x_3 &= x_3' + v_{x_3}; \\
 y_1 &= y_1' + v_{y_1}; & y_2 &= y_2' + v_{y_2}; & y_3 &= y_3' + v_{y_3}.
 \end{aligned}$$

Obliczenie współrzędnych w kierunku "powrót":

$$\begin{aligned}
 x_1 &= x_1' + v_{x_1}; & x_2 &= x_2' + v_{x_2}; & x_3 &= x_3' + v_{x_3}; \\
 y_1 &= y_1' + v_{y_1}; & y_2 &= y_2' + v_{y_2}; & y_3 &= y_3' + v_{y_3}.
 \end{aligned}$$

C/ Błędy współrzędnych wyrównanych metodą przybliżoną

Nr przejazdu	Bez uwzględnienia błędów punktów nawiązania ciągu			Po uwzględnieniu błędów punktów nawiązania ciągu na podstawie mapy:								
				1:10 000			1:25 000			1:50 000		
	$m_{x_1}$ $m_{y_1}$	$m_{x_2}$ $m_{y_2}$	$m_{x_3}$ $m_{y_3}$	$m_{x_1}$ $m_{y_1}$	$m_{x_2}$ $m_{y_2}$	$m_{x_3}$ $m_{y_3}$	$m_{x_1}$ $m_{y_1}$	$m_{x_2}$ $m_{y_2}$	$m_{x_3}$ $m_{y_3}$	$m_{x_1}$ $m_{y_1}$	$m_{x_2}$ $m_{y_2}$	$m_{x_3}$ $m_{y_3}$
1	- 8	- 8	- 5	12	12	9	23	23	22	43	43	42
tam	-15	4	3	16	9	9	25	21	21	45	42	42
2	- 2	- 5	13	8	9	16	21	22	25	42	42	44
powrót	11	27	26	13	27	27	24	35	37	44	50	50
3	20	3	14	22	9	16	29	21	24	48	42	44
tam	-35	29	53	36	30	53	41	36	57	55	51	68
4	6	17	- 1	11	19	8	22	26	21	43	46	42
powrót	19	5	48	21	9	48	28	22	52	46	43	64
5	35	33	32	36	34	33	41	39	38	55	54	53
tam	- 6	- 4	- 3	17	12	12	25	23	23	45	43	43
6	30	6	11	31	11	14	37	22	24	52	43	44
powrót	30	14	18	31	16	20	37	24	27	52	44	46
7	- 1	-13	12	8	15	14	21	25	25	42	44	44
tam	-64	5	9	64	10	13	65	22	23	76	43	43
8	- 2	- 4	-14	8	9	16	21	22	24	42	42	44
powrót	-50	39	25	50	39	26	54	44	33	66	58	49
9	2	-17	3	8	19	9	21	26	21	42	46	42
tam	-12	- 6	0	14	11	8	24	22	21	43	43	42
10	33	29	-27	34	30	28	39	36	35	54	51	50
powrót	-50	-75	-48	50	27	48	54	33	51	66	49	64
11	-62	- 5	- 7	62	9	11	65	22	23	75	43	43
tam	-26	-27	-11	28	29	8	34	35	21	50	50	42
12	-33	-51	-39	34	51	39	39	55	44	54	67	58
powrót	-39	-34	-26	39	35	27	44	40	37	58	55	50

Uwaga: Stosunek przebytej autotopografem odległości między punktami A i B do odległości obliczonej na podstawie współrzędnych przekracza 1,6.

Z powyższej tabeli wynika, że błędy współrzędnych wyznaczonych autotopografem w terenie górzystym /kąt spadku terenu w granicach  $5^{\circ} + 15^{\circ}$ / i wyrównanych metodą przybliżoną są stosunkowo duże. Mały udział w tych błędach mają wyjściowe dane geodezyjne. Przybliżona metoda wyrównania współrzędnych może być stosowana do zwiększania dokładności dowiązania stanowisk startowych rakiet taktycznych i rakiet operacyjno-taktycznych.

Wyrównanie współrzędnych metodą kątowno-liniową

A/. Poprawki obliczone metodą kątowno-liniową

Prze- jazdy	Odchyłki $f_x$ $f_y$	P o p r a w k i /m/			Odchyłki $f_x$ $f_y$
		$v_{x1}$ $v_{y1}$	$v_{x2}$ $v_{y2}$	$v_{x3}$ $v_{y3}$	
1 tam		21 24	46 48	84 61	-105 - 90
2 powrót	131 70	-22 -26	-41 -41	-78 -60	
3 tam		6 13	11 29	34 42	- 50 - 31
4 powrót	140 102	-26 -34	-49 -55	-87 -81	
5 tam		14 0	58 -21	100 -41	-158 68
6 powrót	117 90	-21 -29	-41 -47	-75 -71	
7 tam		-13 6	-38 26	-70 55	117 -92
8 powrót	85 58	-15 -19	-30 -31	-54 -50	
9 tam		-11 11	-40 37	-75 65	+136 -81
10 powrót	50 16	- 7 - 8	-15 -13	-30 -18	
11 tam		-12 4	-38 17	-63 31	104 -54
12 powrót	42 -20	- 2 0	-8 1	-28 8	

B/. Współrzędne wyrównane metodą kąto- liniową

Prze- jazdy	Punkt początkowy /końcowy/ A /A/	Punkty dowiązywane			Punkt końcowy /początkowy/ B /B/
		x <sub>1</sub> y <sub>1</sub>	x <sub>2</sub> y <sub>2</sub>	x <sub>3</sub> y <sub>3</sub>	
1 tam		73 929 10 929	74 827 12 352	75 684 13 161	
2 powrót		73 952 10 950	74 865 12 370	75 715 13 183	
3 tam		73 966 10 925	74 841 12 399	75 710 13 242	
4 powrót		73 949 10 955	74 872 12 343	75 698 13 190	
5 tam		73 941 10 935	74 843 12 380	75 702 13 221	
6 powrót	72 960 09 788	73 984 10 970	74 862 12 357	75 711 13 175	76 200 14 612
7 tam		73 997 10 861	74 892 12 310	75 736 13 159	
8 powrót		73 954 10 862	74 794 12 388	75 690 13 188	
9 tam		74 013 10 923	74 900 12 337	75 748 13 169	
10 powrót		73 937 10 883	74 791 12 280	75 675 13 120	
11 tam		73 936 10 967	74 792 10 415	75 718 13 157	
12 powrót		73 923 10 918	74 815 12 324	75 669 13 144	

Obliczenie współrzędnych w kierunku "tam":

$$\begin{aligned}
 x_1 &= x_1' + v_{x_1}, & x_2 &= x_2' + v_{x_2}, & x_3 &= x_3' + v_{x_3}, \\
 y_1 &= y_1' + v_{y_1}, & y_2 &= y_A + v_{y_2}, & y_3 &= y_A + v_{y_3}.
 \end{aligned}$$

Obliczenie współrzędnych w kierunku "powrót":

$$\begin{aligned}
 x_1 &= x_1' + v_{x_3}, & x_2 &= x_2' + v_{x_2}, & x_3 &= x_3' + v_{x_1}, \\
 y_1 &= y_3' + v_{y_1}, & y_2 &= y_2' + v_{y_2}, & y_3 &= y_3' + v_{y_1}.
 \end{aligned}$$

c/. Błędy współrzędnych wyrównanych metodą katowo-liniową

Nr prze- jazdu	Bez uwzględnienia błędów punktów nawiązania ciągu			Po uwzględnieniu błędów punktów nawiązania ciągu na podstawie mapy:								
				1:10 000			1:25 000			1:50 000		
	$m_{x_1}$ $m_{y_1}$	$m_{x_2}$ $m_{y_2}$	$m_{x_3}$ $m_{y_3}$	$m_{x_1}$ $m_{y_1}$	$m_{x_2}$ $m_{y_2}$	$m_{x_3}$ $m_{y_3}$	$m_{x_1}$ $m_{x_2}$	$m_{x_2}$ $m_{y_3}$	$m_{x_3}$ $m_{y_3}$	$m_{x_1}$ $m_{y_1}$	$m_{x_2}$ $m_{y_2}$	$m_{x_3}$ $m_{y_3}$
1 tam	33	35	20	34	35	22	40	42	30	54	56	46
	31	11	12	32	14	15	38	25	23	53	44	45
2 powrót	10	3	11	14	9	14	24	22	24	44	42	44
	10	7	10	14	11	14	24	23	24	44	43	44
3 tam	2	21	6	9	23	11	21	30	22	42	47	43
	35	36	69	36	37	69	42	43	73	55	56	80
4 powrót	13	10	6	15	13	11	25	24	23	45	44	43
	5	20	17	10	22	49	23	29	26	43	47	45
5 tam	21	21	2	23	23	9	30	30	9	48	47	42
	25	17	48	27	19	49	34	26	53	49	45	64
6 powrót	22	0	7	24	9	11	31	21	23	48	42	44
	10	6	2	13	11	9	24	22	21	44	43	42
7 tam	35	30	32	36	31	33	42	37	39	56	52	54
	101	53	14	101	54	18	102	57	25	110	68	44
8 powrót	8	68	14	13	68	18	23	71	25	43	30	45
	98	25	15	98	27	18	98	35	26	108	49	47
9 tam	51	38	44	52	40	45	55	44	49	67	57	60
	37	26	4	39	28	10	43	35	9	56	50	42
10 powrót	25	71	29	27	71	31	34	73	36	49	81	52
	77	83	53	77	83	54	78	83	57	88	93	68
11 tam	26	70	14	28	70	18	35	72	25	50	81	45
	7	42	16	12	43	20	23	48	26	44	60	45
12 powrót	39	47	35	41	48	37	44	52	41	58	64	56
	42	39	29	43	40	31	48	45	37	60	58	52

Uwaga: Stosunek przbytej autotopografem odległości między punktami A i B do odległości obliczonej na podstawie współrzędnych przekracza 1,6.

Z tabeli wynika, że średni błąd współrzędnych wyznaczonych autotopografem w terenie górzystym jest stosunkowo duży. Spowodowany jest on głównie błędną oceną kąta spadu terenowego wykonaną przez operatora autotopografu.

Wydrukowano w 20 egz.  
Egz. nr 1-20 - Bibl.Nauk.OZS  
Wyk. mjr Skrzyp  
Druk L.K.  
Druk ASG WP nr pf-1390/WW

