

Grey Scale #13



DANES PICTA .COM

A

1

2

3

4

5

6

M

8

9

10

11

12

13

14

15

B

17

18

19



425

# AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO

IM. GENERAŁA BRONI  
KAROLA ŚWIERCZEWSKIEGO

~~CAWNE~~  
POUFNE  
Egz. Nr ..... 2

Kpt. mgr inż. Julian SKRZYP

WŁAŚCIWOŚCI PRZYGOTOWANIA  
TOPOGEODEZYJNEGO W BRYGADZIE RAKIET  
OPERACYJNO-TAKTYCZNYCH PODCZAS  
DZIAŁANIA W TERENIE GÓRSKIM

Rozprawa doktorska



11834





425

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

~~JAWNE~~  
~~POUFNE~~

Egz. Nr ..... 2

Kpt. mgr inż. Julian SKRZYP

**WŁAŚCIWOŚCI PRZYGOTOWANIA  
TOPOGEODEZYJNEGO W BRYGADZIE RAKIET  
OPERACYJNO-TAKTYCZNYCH PODCZAS  
DZIAŁANIA W TERENIE GÓRSKIM**

Rozprawa doktorska



11834

**JAWNE**

Inekl. Prot. 320/21.03.95 *JK*

Egz. nr 2

Kpt. mgr inż. Julian Skrzyp



WŁAŚCIWOŚCI PRZYGOTOWANIA TOPOGEODEZYJNEGO  
W BRYGADZIE RAKIET OPERACYJNO TAKTYCZNYCH  
PODCZAS DZIAŁANIA W TERENIE GÓRSKIM

Rozprawa doktorska



Opracowana pod  
kierownictwem naukowym  
gen. bryg. dr. hab. Czesława Degi

## TREŚĆ

W S T Ę P . . . . .	8
I. PRZEDSIĘWZIĘCIA PRZYGOTOWANIA TOPOGEODEZYJNEGO OPERACJI ARMIJNEJ /ZACZEPNEJ, OBRONNEJ/ REALIZOWANE DLA POTRZEB BRYGADY RAKIET OPERACYJNO TAKTYCZNYCH . . . . .	17
1. <u>Przedsięwzięcia przygotowania topogeodezyjnego reali- zowane przez wydział topograficzny sztabu armii . . . . .</u>	17
1.1. Wymagania brygady rakiet dotyczące gęstości sieci geodezyjnej . . . . .	20
1.2. Wymagania brygady rakiet dotyczące dokładności dowiązania topogeodezyjnego stanowisk startowych . . . . .	26
1.2.1. Wymagania dotyczące dokładności specjalnej sieci geodezyjnej . . . . .	28
1.2.2. Wymagania dotyczące dokładności punktów konturowych na mapie. . . . .	30
1.2.3. Wymagania dotyczące dokładności wysokości warstwicy na mapach . . . . .	33
1.3. Wymagania w zakresie zaopatrzenia brygady rakiet w mapy topograficzne i specjalne oraz zdjęcia z naniesioną siatką współrzędnych . . . . .	34
1.3.1. Określenie wielkości obszaru pokrycia mapami . . . . .	37
1.3.2. Zaopatrywanie brygady rakiet w wydawnictwa służby topograficznej . . . . .	41
2. <u>Przedsięwzięcia przygotowania topogeodezyjnego reali- zowane przez brygadę rakiet . . . . .</u>	45
3. <u>Współdziałanie samodzielnego oddziału topogeodezyjnego z pododdziałami brygady rakiet . . . . .</u>	47
II. ANALIZA TOPOGRAFICZNO-KLIMATYCZNA TERENU NA OBSZARZE DREZDENSKO DRAKPURSKIEGO KIERUNKU OPERACYJNEGO . . . . .	50

1.	<u>Charakterystyka topograficzna krain geograficznych</u>	53
1.1.	Wzniesienia Łużyckie	53
1.2.	Sudety i Rudawy	54
1.3.	Wzniesienia Saskie i Kotlina Saska	55
1.4.	Średniogórze Turyńsko Frankońskie	56
1.5.	Niecki Turynii	57
1.6.	Pogórze Frankońskie i Pogórze Heskie	57
1.7.	Spessart i Odenwald	59
1.8.	Dolina Córnońska i Dolnego Menu	60
1.9.	Teunus i Westerwald	60
1.10.	Munsteruck i Haardt	61
1.11.	Wzniesienia Saarskie i Górnego Palatynatu oraz Eifel	62
1.12.	Wniepski	62
2.	<u>Charakterystyka klimatyczna obszaru Drezdeńsko Trasy Kłurkiego Kierunku Operacyjnego</u>	65
3.	<u>Wniepski</u>	69
III. WŁAŚCIWOŚCI PRZYKŁADOWE PRZYGOTOWANIA TOPOGEODEZYJNEGO W TERENIE GÓRSKIM		
1.	<u>Wpływ ukształtowania terenu na prace topogeodezyjne</u>	72
1.1.	Wpływ ukształtowania terenu na określanie współrzędnych przy użyciu przyrządów tachimetrycznych i dalmierycznych	72
1.2.	Wpływ ukształtowania terenu na określanie współrzędnych przy użyciu autotopografu	77
1.3.	Wpływ terenów górskich na czas i dokładność określenia azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych	84

1.3.1. Określanie azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych sposobem geodezyjnym . . . . .	84
1.3.2. Określanie azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych sposobem giroskopowym i astro- nomicznym . . . . .	86
2. <u>Wpływ warunków atmosferycznych na prace topogeode- zyjne</u> . . . . .	87
2.1. Wpływ warunków atmosferycznych na określanie współrzędnych przy użyciu przyrządów kątomier- czych i dalmierczych . . . . .	87
2.2. Wpływ warunków atmosferycznych na określanie współrzędnych przy użyciu autotopografu . . . . .	89
2.3. Wpływ warunków atmosferycznych na określanie azymutów topograficznych kierunków orientacyj- nych . . . . .	91
3. <u>Wpływ pokrycia terenu oraz warunków geologicznych na prace topogeodezyjne</u> . . . . .	92
3.1. Wpływ pokrycia terenu . . . . .	92
3.2. Wpływ warunków geologicznych . . . . .	93
3.3. Wpływ anomalii magnetycznych . . . . .	94
4. <u>Właściwości rekonesansu rejonów stanowisk startowych i dróg marszu brygady</u> . . . . .	98
4.1. Rozpoznanie dróg marszu. . . . .	99
4.2. Rozpoznanie lasów . . . . .	100
4.3. Rozpoznanie rzeźby terenu . . . . .	101
5. <u>Wnioski</u> . . . . .	101
IV. <u>PROPONOWANE SPOSOBY DOWIĄZANIA STANOWISK STARTOWYCH</u> . . . . .	104
1. <u>Dowiązanie topogeodezyjne stanowisk startowych</u> . . . . .	104

1.1. Dowiązanie topogeodezyjne stanowisk startowych w planowym rejonie . . . . .	106
1.2. Dowiązanie topogeodezyjne stanowisk startowych : podczas rozwinięcia dywizjonu /baterii/ rakiet z marszu . . . . .	107
2. <u>Określanie współrzędnych i wysokości stanowisk startowych</u> . . . . .	109
2.1. Określanie współrzędnych przy użyciu autotopografu . . . . .	109
2.2. Określanie współrzędnych przy użyciu przyrządów optycznych . . . . .	113
2.3. Określanie wysokości . . . . .	118
3. <u>Określanie azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych</u> . . . . .	119
3.1. Określanie azymutów topograficznych sposobem giroskopowym . . . . .	119
3.2. Określanie azymutów topograficznych sposobem astronomicznym . . . . .	122
4. <u>Rekonosans rejonów stanowisk startowych</u> . . . . .	128
5. Wnioski końcowe . . . . .	132
ZAKOŃCZENIE . . . . .	134
BIBLIOGRAFIA . . . . .	137
ZALĄCZNIKI . . . . .	140
Nr 1 - Wyznaczanie współrzędnych autotopografem metodą ciągu wiszącego od punktu wyjściowego A oraz B . . . . .	140
Nr 2 - Błąd współrzędnych punktu wyznaczonych autotopografem zorientowanym magnetycznie w rejonie anomalii magnetycznej . . . . .	141
Nr 3 - Schemat i czas dowiązania stanowiska startowego . . . . .	

	podczas doprowadzania rakiety z gotowości nr 4 do gotowości nr 1 . . . . .	142
Nr 4 -	Schemat i czas dowiązania stanowiska startowego podczas doprowadzania rakiety z gotowości nr 3 do gotowości nr 1 . . . . .	143
Nr 5 -	Tabela poprawek do wyrównania współrzędnych wyznaczonych autotopografem . . . . .	144
Nr 6 -	Rachunkowe wyrównanie współrzędnych punktów wyznaczonych autotopografem . . . . .	145
Nr 7 -	Wyznaczenie współrzędnych punktu wcięciem linio- wym wykonanym dalmierzem laserowym z wykorzysta- niem śmigłowca . . . . .	148
Nr.8 -	Wyznaczenie współrzędnych punktu N wcięciem azy- mutalnym wykonanym przy użyciu girokompasu 1G9 z wykorzystaniem śmigłowca . . . . .	149
Nr 9 -	Wyznaczenie współrzędnych sposobem kombinowanym	150
Nr 10-	Określenie azymutu girokompasem 1G9 na podstawie dwóch punktów nawrotu z uwzględnieniem poprawki na trzeci punkt nawrotu . . . . .	151
Nr 11-	Tabele azymutów geograficznych ciała niebieskiego w zależności od szerokości miejsca obserwacji, deklinacji i kąta godzinowego . . . . .	152
Nr 12-	Tabele interpolacyjne do tabel azymutów ciała niebieskiego . . . . .	153
Nr 13-	Wykres azymutów Gwiazdy Polarnej . . . . .	155
Nr 14	Przykłady obliczenia azymutu z obserwacji astro- nomicznych przy użyciu tabel azymutów ciała nie- bieskiego oraz wykresu azymutów Gwiazdy Polarnej	156

## W S T Ę P

Współczesne działania bojowe mogą toczyć się w każdych warunkach terenowych, geograficzno-klimatycznych i atmosferycznych - bez względu na porę roku. Do przeszłości należą czasy, w których noc stanowiła przerwę w walce wykorzystywaną z reguły na wypoczynek, uzupełnienie wszelkiego rodzaju zaopatrzenia itp. Druga wojna światowa dostarczyła wiele dowodów na to, że działania bojowe mogą być prowadzone w różnych warunkach atmosferycznych, na różnych szerokościach geograficznych, w tym w górach osiągających wysokość do 1000 m n.p.m.<sup>1</sup> Działania takie na szerokim froncie i na dużą głębokość, prowadzone były między innymi w Karpatach, na Kaukazie i w Ardenach. Podczas natarcia w Karpatach czołgi radzieckie osiągały wzgórza o wysokości do 995 m n.p.m.<sup>2</sup> co stanowiło kompletne zaskoczenie dla nieprzyjaciela.<sup>3</sup>

Współczesny sprzęt, a między innymi wyrzutnie rakiet operacyjno-taktycznych również umożliwiają działanie w terenie górskim, przy czym stanowiska startowe dla startu rakiet mogą być wybierane na wysokości do 1500 m n.p.m.<sup>3</sup> Z analizy terenów Centralnego Kierunku Strategicznego wynika, że na obszarze Drezdeńsko Frankfurckiego Kierunku Operacyjnego nie występują góry powyżej tej wysokości i wojska rakietowe w razie potrzeby będą mogły być wykorzystane na całym obszarze wspomnianego kierunku operacyjnego. Z historii pierwszej i drugiej wojny światowej wiadomo, że wzdłuż Centralnego Kierunku Strategicznego, a w tym i Drezdeńsko Frankfurckiego Kierunku Operacyjnego koncentrowały

---

1. A.A. Greczko "Bitwa o Kaukaz" oraz "Przez Karpaty" .
2. A.A. Greczko "Przez Karpaty" s. 169.
3. Ubytek wojsk rakietowych i artylerii w walce i operacji Art.612/77 s.15.

się główne uderzenia wojsk, tak od strony wschodniej jak i zachodniej. Również po drugiej wojnie światowej znaczenia tego kierunku nie zmalało. Należy tu podkreślić, że spośród dywizji NATO stacjonujących na ŚETDW większość rozlokowana jest na Centralnym Kierunku Strategicznym<sup>1</sup>, w tym również na Drezdeńsko Frankfurckim Kierunku Operacyjnym. Z tych względów działania bojowe na wspomnianym kierunku operacyjnym należy uważać za realne. Jednak teren na obszarze tego kierunku jest tylko w 15% równinny, a w pozostałych 85% jest terenem podgórskim i górskim<sup>2</sup>, w większości pokryty lasami. Teren taki może utrudnić działania bojowe wojsk, a w szczególności może utrudnić prace topogeodezyjne bowiem ogranicza widoczność oraz możliwości wykorzystania środków zmechanizowanego dowiązania. Skalę trudności związanych z dowiązaniem topogeodezyjnym elementów ugrupowania bojowego BROT uwidoczniło ćwiczenie doświadczalne przeprowadzone przez Szefostwo Wojsk Rakietowych i Artylerii Śląskiego Okręgu Wojskowego na temat: "Działanie BROT /drot/ w terenie lesisto-górzystym" na terenie Gór Sudetów i Kotliny Kłodzkiej<sup>3</sup> oraz ćwiczenie pod kryptonimem "Pantera 77" na temat: "Działanie BROT w operacji zaczepnej armii ze szczególnym uwzględnieniem przygotowania i wykonania pierwszego uderzenia jądrowego i kolejnych grupowych i pojedynczych uderzeń raketowych z nieprzygotowanych rejonów stanowisk startowych w trudnych warunkach atmosferycznych oraz w terenie lesisto górzystym". Na podstawie powyższych ćwiczeń stwierdzono, że czas rekonesansu i dowiązania topo-

- 1/ Płk mgr Józef Sławiński - Warunki wojskowo-geograficzne prowadzenia działań na Centralnym Kierunku Strategicznym
- 2/ Opis wojskowo-topograficzny Drezdeńsko Frankfurckiego Kierunku Operacyjnego.
- 3/ Wnioski ze szkolenia wojsk raketowych i artylerii SOW w terenie górskim - 02875 z dnia 5 11 1977 r./SOW/.

geodezyjnego elementów ugrupowania bojowego BROT jest 2 - 3 razy dłuższy od obecnie obowiązujących norm. Stwierdzono również występowanie lokalnych anomalii magnetycznych<sup>1</sup> obniżających dokładność orientowania autotopografów na punkcie początkowym sposobem magnetycznym i zmuszających do stosowania orientowania giroskopowego i astronomicznego.

Rozwój technicznych środków prowadzenia działań bojowych, umożliwiających ich wykorzystanie w dowolnych warunkach terenowych, postawił przed pododdziałami topogeodezyjnymi nowe, bardzo skomplikowane zadania, narzucając jednocześnie konieczność szybkiego dostarczenia danych do wojsk. Ważnym zagadnieniem w przygotowaniu topogeodezyjnym stała się konieczność stworzenia takich warunków do dowiązania topogeodezyjnego, które umożliwią określenie współrzędnych i azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych w czasie krótszym od czasu technicznie niezbędnego na przygotowanie środków walki do otwarcia ognia. W przypadku brygady rakiet czas ten nie powinien przekraczać 14 minut, tj. czasu technicznie niezbędnego na doprowadzenie rakiety z gotowości nr 3 do gotowości nr 1.

Niezależnie od wymagań stojących przed przygotowaniem topogeodezyjnym wzrosły wymagania w stosunku do rozpoznania<sup>2</sup>. Rozpoznanie dla potrzeb BROT obejmujące między innymi rekonesans stanowisk startowych oraz dróg marszu powinno dostarczyć takich informacji o terenie, jego rzeźbie i pokryciu, których nie można uzyskać na podstawie materiałów kartograficznych.

-----  
1/ Istnienie lokalnych anomalii magnetycznych w terenie górskim w rejonie Lwówka Śląskiego stwierdził autor rozprawy podczas wykonywania pomiarów doświadczalnych w ramach pracy magisterskiej opracowanej pod kierownictwem naukowym ppłk. mer. inż. Eugeniusza Pocięchy w WAT. Cwiczenia SOW potwierdziły ich istnienie.

2. Gen. bryg. dr hab. Czesła Dęga - Zwalczanie taktycznych i operacyjno-taktycznych środków napadu jądrowego w armijnej operacji zaczepnej ASG nr bibl. 022622.

Ma to szczególne znaczenie w terenie górsko-lesistym, którego rozpoznanie na podstawie tych materiałów jest utrudnione. Wykazały to ćwiczenia prowadzone przez Śląski Okręg Wojskowy, a w szczególności ćwiczenie "Pantera 77". Teren, w którym planowano rejony stanowisk startowych na podstawie mapy był z reguły niedostępny; zachodziła konieczność zmiany rejonów stanowisk startowych co wydłużało czas pracy grupy<sup>1</sup>. Uwidoczniła się konieczność, szerszego niż dotychczas, stosowania śmigłowców, tak do rozpoznania terenu jak również do usprawniania łączności, bowiem czas obiegu informacji był wydłużony dwukrotnie, a do końcowego adresata docierały informacje niepełne i często zniekształcone<sup>2</sup>. Okazało się, że zasady działania grupy rekonesansowej oraz topografów wypracowane w terenie równinnym dają ograniczone rezultaty, a czas ich wykonywania jest stosunkowo długi co jest w sprzeczności z potrzebami współczesnych - dynamicznych działań.

Autor zapoznał się z literaturą w tym zakresie i z przykrością stwierdza, że przedstawia się ona bardzo skromnie. Brak jest szczegółowych opracowań dotyczących specyfiki prac topogeodezyjnych w terenie górskim oraz zakrytym. Do literatury zawierającej pewne fragmentaryczne informacje o pracach topogeodezyjnych można zaliczyć:

1. Użycie wojsk raketowych i artylerii w armijnej operacji zaczepnej prowadzonej w terenie górzysto-lesistym. Biuletyn Informacyjny Sztabu Generalnego 1/96/ 1970 r;

2. Ppłk mgr inż. Marian Żmuda: Dokładność dowiązania artylerii. Przegląd Wojsk Lądowych nr 2 1977 r.

1/ Omówienie ćwiczenia pod kryptonimem "Pantera 77" 0186/4/SOW.  
2/ Tamże.

3. Płk mgr inż. Jan Węgrzyn: Orientowanie astronomiczne  
Przegląd Wojsk Lądowych nr 8-1966 r. s. 135;

4. Ppłk mgr inż. Eugeniusz Pocięcha i kpt mgr inż. Wojciech  
Michalski: Możliwości zwiększenia dokładności współrzędnych  
wyznaczonych autotopografem. Przegląd Wojsk Lądowych nr 5  
1979 r.

5. Płk A. P. Graczev: Primenienie rakietych czastiei  
i artillerii w lesjeto-bołotistoi miestnosti. Nr bibl. 010630;

6. Doc. kandydat nauk wojskowych W. N. Nikiforow: Artyle-  
ria w górach. Nr bibl. 88643;

7. Płk A. Kowalenko: Z topopriwiaszczikiem w gorach. Wojen  
nyj Wiestnik nr 5-1976 r. s. 73;

8. Płk dypl. mgr K. Grzeszczak i mjr T. Babiak: Zastosowa-  
nie orientacji astronomicznej do ukierunkowania dział, wyrzu-  
tni rakietych i przyrządów optyczno-mierniczych dywizji  
w walce sposobem zawczasu obliczonych azymutów topograficz-  
nych ciała niebieskiego.

Spośród wymienionych materiałów teoretycznych na najwięk-  
szą uwagę zasłużyła publikacje płk. mgr. inż. Jana Węgrzyna  
dotyczące dokładności orientowania astronomicznego, ppłk. mgr.  
inż. Mariana Śmudy omawiające dokładność dowiązania topogeode-  
zyjnego artylerii oraz ppłk. mgr. inż. Eugeniusza Pocięchy  
i kpt. mgr. inż. Wojciecha Michalskiego dotyczące zwiększenia  
dokładności współrzędnych wyznaczonych autotopografem. Opraco-  
wania te rozwiązują wiele problemów związanych z dowiązaniem  
topogeodezyjnym elementów ugrupowania bojowego wojsk rakiety-  
wych i artylerii; są jednak opracowaniami wycinkowymi, obej-  
mującymi tylko niektóre zagadnienia przygotowania topogeode-  
zyjnego. Nie rozwiązują więc problemów dowiązania topogeode-  
zyjnego w sposób kompleksowy.

W dotychczasowej literaturze pomijany jest problem zaopatrzenia brygady rakiet w materiały kartograficzne. Nie ma jasności w jakim stopniu specjalna sieć geodezyjna, zakładana dla potrzeb BROT z gęstością 1 punkt na 20 km<sup>2</sup>, spełni swoją rolę w terenie górskim oraz w jaki sposób wykonywać dowiązanie topogeodezyjne stanowisk startowych pododdziałów rozwiniętych z marszu. Badania problemu przygotowania topogeodezyjnego dla potrzeb brygady rakiet działającej w terenie górskim doprowadziły autora do wniosku, że jest to problem bardzo trudny i nadal otwarty.

W państwach NATO poświęca się wiele uwagi dowiązaniu topogeodezyjnemu. Według specjalistów zachodnich dowiązanie topogeodezyjne powinno być procesem ciągłym, umożliwiającym natychmiastowe otwarcie ognia. Takiemu dowiązaniu topogeodezyjnemu powinny podlegać stanowiska ogniowe artylerii polowej punkty obserwacyjne, stanowiska startowe oraz cele<sup>1</sup>. Problem ten mają rozwiązać inercyjne /bezwładnościowe/ przyrządy autonomiczne, których praca nie będzie związana z warunkami terenowymi, widocznością ani punktami orientacyjnymi w terenie. Zgodnie z opinią specjalistów amerykańskich przyrządy takie powinny prowadzić ciągłe /również okresowe/ określanie współrzędnych z błędem średnim nie przekraczającym  $\pm 30$  m, wysokości  $\pm 15$  m i azymutu  $\pm 1,5$  minuty. Opracowany w Stanach Zjednoczonych w 1975 r. system I.P.S. /Inertial Positioning System/ umożliwia określanie współrzędnych z błędem średnim  $\pm 2,5$  m, a wysokości  $\pm 3,5$  m<sup>2</sup>.

Angielski system P.A.D.S. /Position and Azimuth Determining System/ pozwala określić współrzędne z błędem średnim 0,15% przebytej drogi /system instalowany jest na śmigłowcu/.

1/Wojennaja Myśl nr 2, 1977 r.  
2/ Tamże.

We francuskich siłach zbrojnych zastosowano aparaturę MRB201, w komplecie której wchodzi trzy przyrządy; dwa z nich umieszcza się w terenie o znanych współrzędnych, a jeden na śmigłowcu, który zawisa nad punktem podlegającym dowiązaniu. Zasięg aparatury wynosi 50 km, a dokładność określenia współrzędnych  $\pm 1$  m.

W świetle wyżej wymienionych charakterystyk dane techniczno-taktyczne sprzętu topogeodezyjnego znajdującego się w BROT przedstawiają się bardzo skromnie. Dowiązanie topogeodezyjne stanowisk startowych często musi być wykonywane sposobami geodezyjnymi /wciągami, ciągami poligonowymi/ pochłaniającymi dużo czasu co jest w sprzeczności z dynamiką współczesnych działań bojowych. Ponadto wprowadzana obecnie w BROT nowa technologia doprowadzania rakiet z gotowości nr 4 do gotowości wyższej stawia przed przygotowaniem topogeodezyjnym dodatkowe problemy, tj. konieczność skrócenia czasu dowiązywania stanowisk startowych, a szczególnie dowiązanie stanowisk startowych w nieplanowym rejonie. Dlatego praca niniejsza ma na celu wykazanie, że obecnie stosowane sposoby i metody dowiązania topogeodezyjnego elementów ugrupowania bojowego brygad rakiet, które muszą być przygotowane do działań w terenie górskim, nie odpowiadają potrzebom współczesnych - dynamicznych działań bojowych oraz wypracowanie nowych, a także usprawnienie dotychczas stosowanych sposobów dowiązania topogeodezyjnego.

Dla zrealizowania założonego celu autor postawił przed sobą następujące zadania badawcze:

1. Dokonać analizy wymagań BROT w zakresie gęstości specjalnej sieci geodezyjnej, dokładności punktów konturowych mapy,

oraz zaopatrzenia jej w materiały kartograficzne.

2. Przeprowadzić analizę terenów górskich pod kątem warunków dowiązania topogeodezyjnego /w oparciu o obszar Drezdeńsko Frankfurckiego Kierunku Operacyjnego/ i określić właściwości prac topogeodezyjnych w terenie o zróżnicowanej rzeźbie i pokryciu.

3. Opracować sposoby określania współrzędnych umożliwiające dowiązanie stanowisk startowych w terenie zakrytym oraz górskim w czasie krótszym od obecnie stosowanych sposobów.

4. Usprawnić określanie współrzędnych przy użyciu autotopografu oraz określanie azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych sposobem giroskopowym i astronomicznym.

Zadania te zostaną zrealizowane drogą następujących metod badawczych:

- analizy literatury fachowej i materiałów źródłowych na temat dowiązania topogeodezyjnego i jego zależności od warunków fizyczno-geograficznych terenu;

- analizy rachunkowej oraz analizy statystycznej wyników dowiązania topogeodezyjnego wykonywanego w terenie o urozmaiconej rzeźbie terenu /w rejonie Iwówka Śląskiego/;

- metody porównawczej;

- obserwacji własnej.

W pracy autor zawarł osobiste przemyślenia, badania i doświadczenia zdobyte w ciągu dwudziestoletniej działalności jako topograf, jako dowódca plutonu topograficznego i jako pomocnik szefa sztabu brygady rakiet d/s topogeodezji. Ponadto autor korzystał z publikacji w tym zakresie oraz doświadczeń i cennych wskazówek oficerów zajmujących się problemami

topogeodezji. Zamieram autora było ująć w pewną zamkniętą całość specyfiki prac topogeodezyjnych wykonywanych dla potrzeb brygady rakiet tak przez służbę topograficzną sztabu armii jak również przez pododdziały topogeodezyjne brygady. Główny nacisk autor położył na przedsięwzięcia realizowane przez pododdziały topogeodezyjne brygady, natomiast w mniejszym na przedsięwzięcia realizowane przez sztab armii, bowiem te problemy wykraczają poza zakres tematu. Autor zdaje sobie sprawę z tego, że praca nie rozwiązuje w pełni wszystkich problemów związanych z przygotowaniem topogeodezyjnym brygady. Problemy te wymagają dalszych badań, a szczególnie pod kątem automatyzacji dowiązania topogeodezyjnego. Biorąc jednak pod uwagę istniejący aktualnie sprzęt rakietowy i artyleryjski autor ma nadzieję, że praca niniejsza może być użyteczna nie tylko dla pododdziałów i oddziałów brygady rakiet operacyjno taktycznych ale również dla pozostałych oddziałów i pododdziałów wojsk rakietowych i artylerii.

I. PRZEDSIĘWZIĘCIA PRZYGOTOWANIA TOPOGEODEZYJNEGO OPERACJI  
ARMIJNEJ /ZACZEPNEJ, OBRONNEJ/ REALIZOWANE DLA POTRZEB  
BRYGADY RAKIET OPERACYJNO TAKTYCZNYCH

1. Przedsięwzięcia przygotowania topogeodezyjnego realizowa-  
ne przez wydział topograficzny sztabu armii

Zabezpieczenie topogeodezyjne<sup>1</sup> jest jednym z rodzajów za-  
bezpieczenia bojowego i polega na całokształcie przedsięwzięć  
wykonywanych zawczasu, w czasie pokoju lub podczas wojny. Tre-  
ścią tych przedsięwzięć, realizowanych przez wydział topogra-  
ficzny sztabu armii, jest wykonanie i doprowadzenie do wojsk  
map topograficznych, map specjalnych, wyjściowych danych geo-  
dezyjnych oraz innych bojowych dokumentów graficznych zawie-  
rających dane o nieprzyjacielu i terenie, niezbędne dowódcom  
i sztabom przy rozwiązywaniu zadań bojowych<sup>2</sup>.

Działalność bojowa wojsk w przyszłej wojnie będzie się  
charakteryzowała, między innymi, dużą manewrowością i rozród-  
kowaniem. Ruchliwość wojsk i dynamika walki, tak z użyciem  
broni jądrowej jak i bez jej użycia, wymagają pokrycia mapami  
o różnej skali dużych obszarów po stronie własnej i stronie  
nieprzyjaciela. Wymagają one również dobrej znajomości terenu  
tj. wiadomości o jego taktycznych właściwościach w rejonie  
działań bojowych. Rozpoznanie terenu przez wgląd osobisty  
dowódcy we współczesnych i w przyszłych działaniach bojowych  
będzie trudne do zrealizowania. Realizowane jest więc obecnie  
i będzie realizowane w przyszłości na podstawie materiałów  
kartograficznych. Można z całą pewnością stwierdzić, że mapa

1/ Zabezpieczenie topogeodezyjne - termin używany w dotychczas  
sowej literaturze autor zastąpił terminem przygotowanie  
topogeodezyjne jako bardziej adekwatnym.

2/ Zabezpieczenie topogeodezyjne działań bojowych wojsk. Szt.  
Gen. 495/70 s. 9.

/zdjęcie lotnicze/ będzie podstawowym źródłem informacji o terenie. Rola mapy jako nośnika informacji o terenie ciągle wzrasta o czym świadczą dane zawarte w tabeli 1.

Tabela 1

Mapy wykorzystywane podczas wojen

Skala mapy	rosyj - sko fran- cuskiej	rosyj - sko tu- reckiej	rosyj - sko ja- pońskiej	I wojna świato- wa	II wojna świato- wa	Współ- cześnie
	1811 1812	1877 1878	1904 1905	1914 1918	1939 1945	
1: 10 000						x
1: 25 000					x	x
1: 42 000			x	x		
1: 50 000					x	x
1: 84 000			x	x		
1:100 000					x	x
1:126 000				x		
1:168 000			x			
1:200 000					x	x
1:210 000		x		x		
1:262 500	x					
1:420 000		x	x	x		
1:500 000					x	x
1:525 000	x					
1:840 000	x	x	x			
1:1 000 000					x	x
1:2 000 000						x
1:4 000 000						x

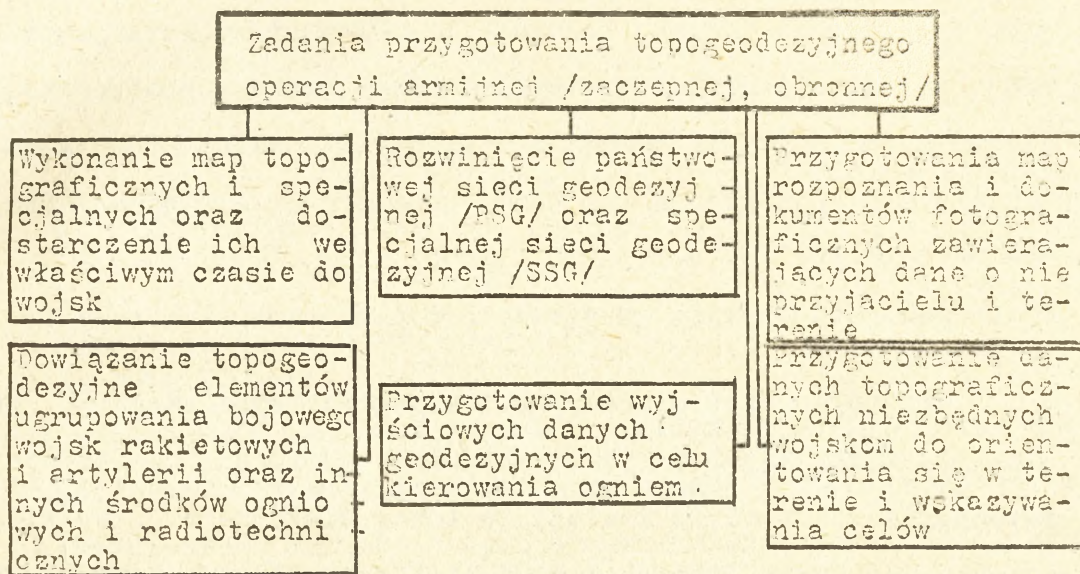
Niezależnie od ilości gódek przedstawionych wyżej<sup>1</sup> rośnie ilość arkuszy map wykorzystywanych w działaniach bojowych. O ile w drugiej wojnie światowej I Armia WP zużyła 1 500 000 arkuszy map i planów miast to przewidywane potrzeby współczesnej armii tylko na jedną operację wynoszą około 2 000 000<sup>2</sup>

1/ Topograficzno-techniczne zabezpieczenie bojowych działań wojsk - Moskwa 1960.

2/ Problemy zabezpieczenia topograficznego działań bojowych wojsk - Biuletyn Informacyjny Sztabu Gen. nr 4/99/ 1970r.s.175

arkuszy map i planów różnych skal. Rosnące potrzeby w zakresie przygotowania topogeodezyjnego zwiększają zakres zadań dla wydziału topograficznego sztabu armii /tabela 2/.

Tabela 2



Część zadań przedstawionych w tabeli 2 wykonywana jest w okresie pokojowym przez służbę topograficzną Wojska Polskiego, a część w czasie działań bojowych przez służbę topograficzną frontu, armii oraz pododdziały topogeodezyjne wojsk raketowych i artylerii.

Podstawowym zadaniem realizowanym dla potrzeb BROT jest przygotowanie danych wyjściowych do dowiązania topogeodezyjnego stanowisk startowych. Obejmuje ono:

- zagęszczenie państwowej sieci geodezyjnej /PSG/, czyli rozwinięcie specjalnej sieci geodezyjnej /SSG/;
- zaopatrzenie BROT w katalogi współrzędnych, mapy topograficzne i specjalne oraz zdjęcia lotnicze z naniesioną siatką współrzędnych.

Zadania powyższe realizuje wydział topograficzny sztabu

armii za pośrednictwem samodzielnego oddziału topogeodezyjnego oraz polowej składnicy i drukarni map. Oddział topogeodezyjny rozwija specjalną sieć geodezyjną w rejonach stanowisk startowych z gęstością 1 punkt na 20 km<sup>2</sup> oraz wzdłuż dróg marszu brygady z gęstością 1 punkt co 5 - 7 km. Prócz tego przygotowuje mapy specjalne z nadrukiem współrzędnych punktów konturowych. Polowa składnica i drukarnia map gromadzi i zaopatruje związki taktyczne i oddziały, w tym BROT, w materiały kartograficzne.

#### 1.1. Wymagania brygady dotyczące gęstości sieci geodezyjnej

Brygady rakiet operacyjno-taktycznych wyposażone w zestaw rakietowy R-300 i wyrzutnie 9P117, które nie posiadają autonomicznych środków dowiązania topogeodezyjnego punktów startu, dysponują etatowymi drużynami wykonującymi dowiązanie przy użyciu przyrządów kątomierzowych i dalmierzowych oraz girokompasów i autotopografów. Aby drużyny te mogły wykonać dowiązanie topogeodezyjne muszą dysponować danymi wyjściowymi, w postaci współrzędnych punktów konturowych lub punktów specjalnej sieci geodezyjnej /SSG/.

Specjalna sieć geodezyjna zakładana w rejonie rozwinięcia brygady musi spełniać pewne, dość rygorystyczne, wymagania tak pod względem dokładnościowym jak również pod względem gęstości.

Wymagania dokładnościowe spełnia sieć SSG-15, tj. sieć geodezyjna, w której średni błąd azymutu wynosi 15" /pkt 1.2./.

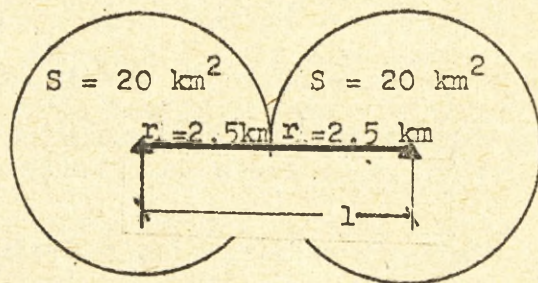
Pod względem gęstości SSG-15 powinna umożliwiać:

- jednoczesne rozpoczęcie prac topogeodezyjnych związanych z dowiązaniem stanowisk startowych brygady przez wszystkie drużyny topogeodezyjne;

- stworzenie najdogodniejszych warunków do wykorzystania autotopografów;
- zakończenie prac we właściwym czasie;
- wykonanie dowiązania topogeodezyjnego bez względu na warunki obserwacji i porę roku;
- wykonanie dowiązania topogeodezyjnego w ściśle określonym czasie podczas rozwinięcia brygady /dywizjonu, baterii/ z marszu.

Rozpatrzmy w jakim stopniu specjalna sieć geodezyjna zakładana z gęstością 1 punkt na  $20 \text{ km}^2$  spełnia te wymagania w terenie górskim.

1. Jednoczesne rozpoczęcie prac związanych z dowiązaniem topogeodezyjnym stanowisk startowych wymaga równoczesnego oraz bezkolizyjnego udziału w tych pracach wszystkich pododdziałów topogeodezyjnych BROT. Dla spełnienia tego warunku w rejonie stanowisk startowych każdego dywizjonu powinno znajdować się co najmniej 3-4 punkty sieci geodezyjnej /zależnie od struktury organizacyjnej dywizjonu/. Przy gęstości sieci  $Q = \frac{1}{\pi r^2} = \frac{1}{20}$ , odległość  $l$  między punktami wynosi około 5 km /rys. 1/



Rys. 1. Odległość między punktami sieci geodezyjnej

Aby określić współrzędne  $x$  i  $y$  stanowiska startowego na podstawie geodezyjnej, w terenie zakrytym lub w warunkach ograniczonej widoczności, drużyna topogeodezyjna musi wykonać ciąg

poligonowy o długości powyżej 5 km. Wykonanie takiego ciągu przy wykorzystaniu zestawu dalmierczego DDI lub teodolitu i taśmy mierniczej wymaga czasu  $t^1$ , który można obliczyć według wzoru:

$$t = \frac{l}{N}$$

w którym:  $N$  - prędkość dowiązywania równa 50 minut na 1 km ciągu;

$l$  - odległość między punktami sieci geodezyjnej -  
- długość ciągu.

Podstawiając wartość  $l = 5$  km oraz wartość  $N = \frac{1 \text{ km}}{50 \text{ min}}$  do powyższego wzoru, otrzymamy czas określenia współrzędnych stanowiska startowego. Wyniesie on:

$$t = \frac{5 \frac{\text{km}}{1 \text{ km}}}{50 \frac{\text{min}}{\text{min}}} = 250 \text{ minut, czyli około 4 godz.}$$

W terenie górskim, ze względu na konieczność pomiaru kątów pionowych i redukowania zmierzonych odcinków do poziomu, czas ten będzie jeszcze dłuższy /rozdział III punkt 1.1./.

W celu wykonania kontroli dowiązania należy wykonać drugi ciąg poligonowy<sup>2</sup>. Doliczając jeszcze czas na określenie azymutów topograficznych oraz czas rozpoznania i wyboru punktów wyjściowych /2 - 3 godziny/ ogólny czas dowiązania stanowiska startowego wyniesie około 10 godzin. Czas ten jest więc bardzo długi i może odbić się ujemnie na efektywności działania BROT.

2. Najbardziej efektywne wykorzystanie środków zmechanizowanego dowiązania uzyskuje się wówczas, gdy punkty sieci geodezyjnej są dostępne dla autotopografów i gdy długość trasy marszu nie przekracza określonej długości. Długość ta zależy

1/ Instrukcja topogeodezyjna wojsk raketowych i artylerii - Art. 549/74 tabela 5 s. 18.

2/ Tamże - punkt 10 s. 9.

od dokładności autotopografu. Dla uzyskania wymaganej dokładności współrzędnych stanowiska startowego /40 m - tabela 3/ długość ciągu wykonanego autotopografem /według tabeli 19/ nie powinna przekraczać:

- w terenie równinnym 7 km;
- w terenie falistym 5 km;
- w terenie górskim 2 km.

Wniosek: Specjalna sieć geodezyjna /SSG-15/ zakładana dla potrzeb BROT z gęstością 1 punkt na 20 km<sup>2</sup> nie zapewnia optymalnych warunków wykorzystania autotopografów. Dla spełnienia tych warunków należałoby zakładać sieć geodezyjną z gęstością 1 punkt na 4 km<sup>2</sup>.

Prędkość dowiązywania przy użyciu autotopografu uzależniona jest od prędkości jazdy samochodu. W terenie górskim przy średniej prędkości jazdy wynoszącej około 15 km/godz<sup>1</sup> czas dowiązania stanowiska startowego ciągiem o długości 5km wyniesie:

$$t = \frac{5 \text{ km}}{15 \text{ km/godz}} = 0,33 \text{ godz} = 20 \text{ minut.}$$

Doliczając czas na uruchomienie aparatury i wprowadzenie nastaw początkowych /15 minut/ oraz czas powrotu z punktu końcowego ciągu do punktu dowiązywanego /10 minut/ otrzymany czas dowiązywania stanowiska startowego, który w tym wypadku wyniesie 45 min. W porównaniu z dowiązaniem na terenie geodezyjnej jest on bardzo krótki.

3. Aby we właściwym czasie zakończyć prace topogeodezyjne punkty specjalnej sieci geodezyjnej zakłada się w pobliżu prawdopodobnych stanowisk startowych. Warunek ten może być

-----  
1/ Biuletyn Informacyjny Sztabu Generalnego 1/96/ 1970 r.

spełniony wówczas, gdy zespół topogeodezyjny zostanie podporządkowany brygadzie. W przypadku, gdy zespół topogeodezyjny /grupa topogeodezyjna/ rozwija specjalną sieć geodezyjną zawczasu, tj. w czasie przygotowania topogeodezyjnego operacji armijnej /zaczepnej, obronnej/, warunek ten nie zawsze jest spełniony, bowiem szef wydziału topograficznego armii, znając jedynie rejon rozwinięcia brygady, rozwija tą sieć w całym rejonie, zamiast w rejonach poszczególnych dywizjonów. Zalecenie, by na szczeblu armii planować rejony stanowisk startowych poszczególnych dywizjonów BROT w praktyce nie zawsze jest przestrzegane, o czym świadczy ćwiczenie przeprowadzone z 3WBA pod kryptonimem "Kangur 71"<sup>1</sup>.

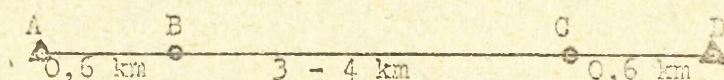
4. W celu umożliwienia pododdziałom topogeodezyjnym brygady wykonania dowiązania topogeodezyjnego stanowisk startowych w warunkach ograniczonej widoczności, grupa /zespół/ topogeodezyjna określa na punktach specjalnej sieci geodezyjnej azymuty topograficzne na punkty kierunkowe. Azymuty te określa m.in. sposobem giroskopowym. Stanowią one podstawę do nawiązania ciągów poligonowych /kątowych/ wykonywanych przez drużyny topogeodezyjne brygady. Biorąc jednak pod uwagę, że każda drużyna topogeodezyjna brygady posiada girokompas o dość dużej dokładności i ma możliwość określenia azymutu topograficznego kierunku w dowolnym miejscu i o dowolnej porze dnia, celowość określania azymutów przez grupę topogeodezyjną staje pod znakiem zapytania.

W N I O S E K: Wyposażenie drużyn topogeodezyjnych w girokom-pasy 1G17 podważyło celowość określania azymutów na punktach

1/ Specjalna sieć geodezyjna założona w przewidywanym rejonie stanowisk startowych 2-go drot nie została wykorzystana, ponieważ rejon dywizjonu zaplanowany przez brygadę nie pokrywał się z rejonem, w którym założono sieć geodezyjną.

sieci geodezyjnej, a wyposażenie wyrzutni w te girokompassy /w miejsce girokompassów 105/ całkowicie niezależni brygady w zakresie orientowania, od warunków widoczności, pory dnia i roku oraz od warunków terenowych.

5. Dla stworzenia warunków dowiązania topogeodezyjnego pod oddziałów rakiet rozwiniętych z marszu specjalna sieć geodezyjna powinna być założona wzdłuż dróg z taką gęstością, aby umożliwiała określenie współrzędnych i azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych w czasie około 14 minut od momentu podania przez dowódcę baterii startowej komendy "do boju" /schemat zależności na rysunku 6/. W ciągu tego czasu obsługa teodolitu może zmierzyć 2-3 kąty, co przy średniej długości boków równej 200 m oznacza przeniesienie azymutu na odległość do 600 m /rys. 2/.



Rys. 2. Maksymalna odległość między punktami specjalnej sieci geodezyjnej zakładanej wzdłuż drogi marszu

Aby bateria startowa mogła wykonać zadanie bojowe w czasie 40 minut<sup>1</sup>, czas jej marszu od momentu otrzymania komendy na rozwinięcie /punkt C/ do stanowiska startowego /punkt D/ oraz czas wyboru i zajęcia tego stanowiska nie powinien przekraczać 15 minut /tj. różnicy między czasem przewidzianym na wykonanie zadania z marszu, a czasem niezbędnym na doprowadzenie rakiety z gotowości nr 3 do startu/. Bateria startowa maszerująca w terenie górskim z prędkością 12 - 15 km/godz.

1/ Użycie wojsk raketowych i artylerii w walce i operacji - Art. 612/77 Tabela 3 o.19.

w nocy a 15 - 20 km/godz. w dzień<sup>1</sup>, w ciągu 15 minut pokona odcinek 3 - 4 km. Doliczając do tego długość ciągu wynoszącą około 0,6 km /ciąg o takiej długości mogą wykonać topografowie podczas przygotowywania rakiety do startu/ odległość między punktami specjalnej sieci geodezyjnej wyniesie 4 - 5 km.

Reasumując należy stwierdzić, że specjalna sieć geodezyjna zakładana dla potrzeb BROT z gęstością 1 punkt na 20 km<sup>2</sup> w terenie górskim nie stwarza optymalnych warunków wykonania dowiązania topogeodezyjnego tak na podstawie geodezyjnej jak i przy użyciu autotopografów. Ponadto sieć ta nie stwarza optymalnych warunków wykonania dowiązania topogeodezyjnego stanowisk startowych pododdziałów rakiet rozwiniętych z marszu. Zwiększenie gęstości punktów specjalnej sieci geodezyjnej spowoduje zwiększenie ilości prac topograficznych do tego stopnia, że grupa topogeodezyjna może mieć trudności z terminowym zakończeniem prac.

#### 1.2. Wymagania brygady rakiet dotyczące dokładności dowiązania topogeodezyjnego stanowisk startowych

Dokładność prac topogeodezyjnych musi gwarantować minimalny wpływ błędów pomiarów na ostateczny wynik uderzeń rakietowych. Błędy przygotowania topogeodezyjnego  $m_{pg}$  stanowią część ogólnego błędu przygotowania danych do strzelania  $m_p$ . Aby błędy przygotowania topogeodezyjnego  $m_{pg}$  nie wywierały wpływu na dokładność uderzeń rakietowych musi być spełniony warunek:

- 1/ Użycie wojsk rakietowych i artylerii w armijnej operacji zaczepnej prowadzonej w terenie górzysto-lesistym. Biuletyn Informacyjny Sztabu Generalnego 1/96/ 1970 r.

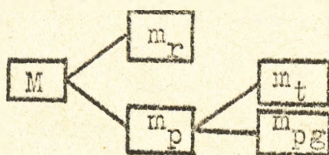
$$m_{pg} \leq 0,3 = 0,5/m_p \leq 0,3 = 0,5/m^1$$

gdzie:  $m_p$  - błąd przygotowania danych do strzelania;

$M$  - dokładność trafienia rakietą w cel;

$m_t$  - błędy meteorologicznego, balistycznego i technicznego przygotowania startu rakiety;

$m_r$  - błąd spowodowany rozrzutem rakiet.



Rys.3. Błędy przygotowania startu rakiet

Wartość liczbowa błędu przygotowania topogeodezyjnego<sup>2</sup> oblicza się według wzoru:

$$m_{pg} = \sqrt{m_{x_s, y_s}^2 + m_{x_c, y_c}^2 + \frac{m_T^2 \cdot D^2}{\rho^2}}$$

w którym:  $m_{x_s, y_s}$  - błąd średni określenia współrzędnych stanowiska startowego;

$m_{x_c, y_c}$  - błąd średni określenia współrzędnych celu;

$m_T$  - błąd średni określenia azymutu topograficznego kierunku zasadniczego startu rakiety;

$D$  - Odległość strzelania.

Wartość błędów poszczególnych czynników wyżej podanego wzoru zależy od wybranego sposobu określenia współrzędnych stanowisk startowych oraz od sposobu określenia azymutu topo-

1/ Topogeodezyjczeskoe obezpieczenie wojsk - Czast I s.49-54.  
 2/ Wyprowadzenie wzoru zawiera podręcznik - jak wyżej oraz publikacja ppkk. mgr. inż. Mariana Śmudy na temat: "Dokładność dowiązania artylerii". Przegląd Wojsk Lądowych nr 2 1978 r.

graficznego kierunku orientacyjnego do wycelowania rakiety. Wartości liczbowe tych błędów zawiera tabela 3<sup>1</sup>.

Tabela 3

Dopuszczalne błędy średnie przygotowania topogeodezyjnego  
raket operacyjno-taktycznych

Błędy średnie	Odległość strzelania	
	100 km	300 km
Współrzędnych stanowiska startowego $m_{x_s}, m_{y_s}$	$\pm 40$ m	$\pm 65$ m
Współrzędnych celu $m_{x_c}, m_{y_c}$	$\pm 20$ m	$\pm 130$ m
Azymutu topograficznego kierunku orientacyjnego $m_{\pi}$	$\pm 1,5'$	$\pm 0,6'$
Wysokości stanowiska startowego $m_{H_s}$	$\pm 20$ m	$\pm 24$ m

#### 1.2.1. Wymagania dotyczące dokładności specjalnej sieci geodezyjnej

W celu uzyskania współrzędnych stanowisk startowych oraz azymutów/topograficznych kierunków orientacyjnych z dokładnością podaną w tabeli 3 brygada rakiet musi otrzymać wyjściowe dane geodezyjne w postaci współrzędnych punktów sieci geodezyjnej /katalogi lub wykazy współrzędnych/ oraz mapy topograficzne i specjalne. Aby błędy współrzędnych punktów sieci geodezyjnej oraz błędy azymutów boków sieci /azymutów na punkty kierunkowe/ nie obniżały dokładności dowiązania topo-

<sup>1/</sup> Topogeodezyjne zabezpieczenie wojsk. Część I s.53 oraz s. 61.

geodezyjnego muszą być spełnione warunki:

$$m_{x_{SSG}, y_{SSG}} \leq 0,3 m_{x_s, y_s}, \text{ czyli } m_{x_{SSG}, y_{SSG}} \leq /13\text{m} - 22\text{m}/$$

oraz

$$m_{T_{SSG}} \leq 0,3 m_{T_{kz}}, \text{ czyli } m_{T_{SSG}} \leq /30'' - 16''/.$$

gdzie:  $m_{x_{SSG}, y_{SSG}}$  - błąd średni współrzędnych punktów sieci geodezyjnej;

$m_{T_{SSG}}$  - błąd średni azymutu boku sieci lub azymutu na punkt kierunkowy.

Wymagania dotyczące dokładności współrzędnych spełniają wszystkie specjalne sieci geodezyjne /SSG-15, SSG-30, SSG-60 bowiem błąd położenia punktu w żadnej z nich nie przekracza dopuszczalnej wartości.

Wymagania dotyczące dokładności azymutów topograficznych spełniają sieci SSG-15 i SSG-30. Chcąc określić azymut topograficzny kierunku orientacyjnego na podstawie powyższych sieci z dokładnością podaną w tabeli 3 /0,8' - 1,5'/ należy stosować takie sposoby i przyrządy, aby błąd średni prac pomiarowych nie przekroczył wartości:

$$m_{sd} = \sqrt{m_{T_{kz}}^2 - m_{T_{SSG}}^2}$$

gdzie:  $m_{sd}$  - błąd średni prac pomiarowych wybranego sposobu dowiązania /określenia azymutu/.

W zależności od specjalnej sieci geodezyjnej wyniesie on:

- dla SSG-15  $m_{sd} = \sqrt{48^2 - 15^2} = \pm 45'';$

- dla SSG-30  $m_{sd} = \sqrt{48^2 - 30^2} = \pm 37''.$

czyli  $m_{sd} \leq /45'' - 37''/.$

### 1.2.2. Wymagania dotyczące dokładności położenia punktów konturowych na mapie

Współrzędne punktów konturowych mapy mogą stanowić podstawę do dowiązania dopogeodezyjnego stanowisk startowych, gdy ich błąd średni nie przekracza wartości 13 - 22 m /punkt 1.2.1./. W celu określenia możliwości wykorzystania punktów konturowych mapy do dowiązania topogeodezyjnego stanowisk startowych należy określić wielkość błędu średniego tych punktów w zależności od skali mapy:

Dokładność położenia punktu konturowego na mapie zależy od wielu czynników, do których należy zaliczyć:

- błąd naniesienia punktu na mapę /błąd danych źródłowych i prac graficznych/<sup>1</sup>  $m_s = \pm 0,7 \text{ mm};$
- błąd deformacji papieru  $m_d = \pm 0,2 \text{ mm};$
- błąd pasowania kolorów  $m_k = \pm 0,3 \text{ mm};$
- błąd zniszczenia mapy  $m_z = \pm 0,2 \text{ mm};$
- błąd prac graficznych /błąd zdejmowania współrzędnych z mapy/<sup>2</sup>  $m_g = \pm 0,5 \text{ mm}.$

Błąd średni położenia punktu konturowego na mapie wyniesie

$$m_p = \pm \sqrt{m_s^2 + m_d^2 + m_k^2 + m_z^2 + m_g^2},$$

czyli:

$$m_p = \pm \sqrt{0,7^2 + 0,2^2 + 0,3^2 + 0,2^2 + 0,5^2} = \pm 0,9 \text{ mm}.$$

Wartości liczbowe błędów średnich /położenia i współrzędnych/ punktów konturowych w zależności od skali mapy przedstawia tabela 4.

- 
- 1/ Wartość błędów średnich:  $m_s$ ,  $m_d$ ,  $m_k$  oraz  $m_z$  autor uzyskał podczas konsultacji w Zarządzie Topograficznym Satabu Gen
  - 2/ Dokładność uzyskiwana w dowolnych warunkach polowych.

Tabela 4

Błąd średni współrzędnych punktu konturowego  
określonych graficznie z mapy

Skala mapy	B ł ą d   ś r e d n i	
	Pokożenia punktu $m_p$ /m/	Współrzędnych $m_x, m_y$ /m/
1 : 25 000	22	16
1 : 50 000	45	32
1 : 100 000	90	63
1 : 100 000 /mapa specjalna z nadrukiem współrzędnych punktów konturowych	22	16

Podczas określania współrzędnych stanowiska startowego od jednego punktu konturowego mapy, błąd tego punktu w całości wejdzie w skład błędu współrzędnych stanowiska. Biorąc pod uwagę zależności podane w punkcie 1.2.1 należy stwierdzić, że spośród map wymienionych w tabeli 4. tylko mapa topograficzna w skali 1:25 000 oraz mapa specjalna w skali 1:100 000 spełniają wymagania dokładnościowe i mogą stanowić podstawę do dowiązania topogeodezyjnego stanowisk startowych bez obawy obniżenia dokładności dowiązania.

Podczas określania współrzędnych stanowiska startowego od dwóch punktów konturowych, błędy współrzędnych obydwu punktów wpływają na położenie dowiązywanego stanowiska. Wpływ ten w wypadku gdy obydwa punkty konturowe obciążone są błędem jednakowej wielkości, wynosi  $0,7 m_{x_w, y_w}^1$ .

Wartość błędu średniego wybranego sposobu określania współrzędnych od jednego punktu wyjściowego można obliczyć według wzoru:

1/ Geodezja Gospodarcza, tom IV. PFWK - Praca zbiorowa

$$m_{x_{sd}, y_{sd}} = \pm \sqrt{m_{x_s, y_s}^2 - m_{x_w, y_w}^2}$$

a podczas wykonywania dowiązania na podstawie dwóch punktów według wzoru:

$$m_{x_{sd}, y_{sd}} = \pm \sqrt{m_{x_s, y_s}^2 - m_{x_w, y_w}^2}$$

w których:  $m_{x_{sd}, y_{sd}}$  - błąd średni współrzędnych danego sposobu dowiązania;

$m_{x_s, y_s}$  - dopuszczalny błąd średni /wymagana dokładność/ współrzędnych stanowiska startowego;

$m_{x_w, y_w}$  - błąd średni punktu wyjściowego /punktu konturowego mapy/.

Wartości błędów średnich  $m_{x_{sd}}$  i  $m_{y_{sd}}$  dla odległości strzelania 100 i 300 km w zależności od przyjętej skali mapy zawiera tabela 5.

Tabela 5

Dopuszczalna wartość błędów średnich współrzędnych dowolnego sposobu dowiązania

Skala mapy	Wymagana dokładność dowiązania $m_{x_s, y_s}$ /m/	Błąd średni punktu wyjściowego $m_{x_w, y_w}$ /m/	D o w i ą z a n i e			
			Od jednego punktu konturowego mapy		Od dwóch punktów konturowych mapy	
			$m_{x_{sd}, y_{sd}}$ /m/		$m_{x_{sd}, y_{sd}}$ /m/	
			100 km	300 km	100 km	300 km
1:25 000		16	36	63	38	64
1:50 000	40 - 65	32	24	56	29	59
1:100 000		16	36	63	38	64
/mapa spec. z nadrukami współrzędnych p.kont/						

### 1.2.3. Wymagania dotyczące dokładności wysokości warstwic na mapach

Dokładność określenia wysokości stanowiska startowego wynosi 20 - 24 m. Podczas określania tej wysokości na podstawie mapy przez interpolację na oko w stosunku do najbliższych warstwic, należy przyjąć założenie, że błąd określenia wysokości warstwic  $m_{h_w} \leq 0,5/20 - 24/m$ , czyli  $m_{h_w} \leq 10 - 12/m$ . W terenie równinnym i pagórkowatym, w którym błąd średni wysokości warstwic jest mały /tabela 6/, wymaganie powyższe jest spełnione. W terenie górskim natomiast /kął spadu terenu powyżej 6°/ błędy średnie określenia wysokości warstwic są 2 - 4 razy większe w porównaniu z terenem równinnym<sup>1</sup>. Zakładając, że w terenach górskich, w których mogą być wybierane stanowiska startowe /do 1500 m n.p.m./ są one tylko 3 razy większe, wymagania dokładnościowe podane wyżej spełnia tylko mapa w skali 1:25 000 /tabela 6/.

Tabela 6

Błąd średni określenia wysokości warstwic  
na mapach

Skala mapy	Wymagana dokładność /m/	Błąd średni wysokości warstwic w metrach dla terenu:	
		równinnego	górskiego
1 : 25 000		3	9
1 : 50 000	10 - 12	6	18
1 : 100 000 /mapa specjalna z nadrukiem wsp współrzędnych punktów kontur.		9	27

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

Wniosek: Mapa w skali 1:25 000 może stanowić podstawę do określenia wysokości stanowisk startowych, tak podczas dowiązania pobieżnego, jak również podczas dowiązania na osnowie geodezyjnej. Natomiast mapa w skali 1:50 000, ze względu na uogólniony obraz rzeźby terenów górskich, może być wykorzystywana w ograniczonym zakresie. Podczas określenia wysokości stanowisk startowych na podstawie mapy specjalnej w skali 1:100 000 danymi wyjściowymi mogą być wysokości punktów konturowych, tj. wysokości określone z mapy w skali 1:25 000.

### 1.3. Wymagania w zakresie zaopatrzenia brygady rakiet w mapy topograficzne i specjalne oraz zdjęcia z naniesioną siatką współrzędnych

Aby brygada rakiet mogła wykonywać swoje zadania musi być zaopatrzona w mapy topograficzne i specjalne o różnych skalach. Wymagania dotyczące dokładności dowiązania topogeodezyjnego stanowisk startowych, omówione w punkcie poprzednim /tabela 3, 4 i 6/, narzucają konieczność zaopatrzenia każdego dowódcy autotopografu w dwa komplety map, tj. w komplet map topograficznych w skali 1:25 000, do określenia wysokości stanowisk startowych, oraz komplet map specjalnych w skali 1:100 000 z nadrukiem współrzędnych punktów konturowych do wykorzystania jej w autotopografie. Niezależnie od tego każdy dowódca plutonu dowodzenia /topograficznego/ powinien posiadać komplet map w skali 1:50 000 oraz komplet map specjalnych w skali 1:100 000.

1/ Tracograf autotopografu UAZ-452T umożliwia wykorzystanie map w skali 1:50 000, 1:100 000 i 1:200 000. Wykorzystywanie mapy specjalnej w skali 1:100 000 znacznie usprawnia pracę operatora autotopografu.

Niezależnie od osób wymienionych wyżej w mapy topograficzne w skali 1:50 000, zdaniem autora, powinni być zapotrzeni: członkowie grup rekonesansowych, dowódcy pododdziałów, dowódcy plutonów startowych oraz dowódcy radiostacji i ważniejszych pojazdów specjalnych. Ogólna ich ilość wyniesie około 100 arkuszy każdego godła<sup>1</sup>/tabela 7/.

W mapy topograficzne w skali 1:100 000 powinni być zapotrzeni dowódcy pododdziałów /niezależnie od map w skali 1:50 000/ oraz dowódcy pojazdów nie wymienieni wyżej. Ilość tych map wyniesie około 50 arkuszy każdego godła.

Do kierowania uderzeniami rakiet brygada powinna posiadać mapy w skali 1:200 000. Przyjmując zasadę, że mapy te prowadzą sztaby, szefowie służb oraz dowódcy pododdziałów, należy przewidzieć około 25 arkuszy map każdego godła.

Wychodząc z założeń podanych wyżej dla brygady rakiet działającej w terenie górskim należy przewidzieć mapy topograficzne i specjalne w ilości podanej w tabeli 7.

Tabela 7

Przewidywana ilość map topograficznych i specjalnych dla brygady rakiet działającej w terenie górskim

Rodzaj i skala mapy	Dywizjony		Pododdziały brygadowe	Sztab bryg.	Razem
	1	2			
Mapa topograficzna w skali:					
- 1: 25 000	3	3	2	2	10
- 1: 50 000	30	30	20	20	100
- 1:100 000	10	10	20	10	50
- 1:200 000	5	5	4	11	25
- 1:500 000	1	1	--	8	10
Mapa specjalna w skali:					
- 1:100 000	7	7	1	--	15

1/ W tymczasowym zbiorze norm przewiduje się 80 arkuszy map w skali 1:50 000 i 60 arkuszy map w skali 1:100 000.

Niezależnie od map wymienionych w tabeli 7, zdaniem autora należałoby zaopatrzyć brygadę w mapę ochronnych i maskujących właściwości terenu /po 3 arkusze/, mapę przejezdności terenu /po 3 arkusze/ oraz mapę drożni /1 arkusz/.

Uwzględniając możliwość dezaktualizacji map<sup>1</sup> wynikającej z działalności naturalnych warunków atmosferycznych oraz działalności ogniowej nieprzyjaciela i wojsk własnych<sup>2</sup>, która może doprowadzić do dużych zmian terenowych /według specjalistów radzieckich podczas działań bojowych z użyciem broni jądrowej 25 - 40% porażonego terenu ulega radykalnej zmianie/ należy przewidywać zaopatrzenie brygady w mapy zniszczeń oraz w mapy prognozowania zniszczeń, a także w zdjęcia lotnicze z naniesioną siatką współrzędnych oraz fotoszkice drogi marszu i rejonów stanowisk startowych.

#### W n i o s k i:

1. Dla zaopatrzenia brygady rakiet w mapy topograficzne i specjalne potrzeba niewielkich ilości arkuszy poszczególnych gość a w związku z tym należy dążyć do zaopatrzenia jej w taki sposób, aby ograniczyć konieczność uzupełniania zapasów map.
2. Brygada rakiet dysponująca śmigłowcami oraz topografami może sporządzać mapy zniszczeń i uniezależnić się w tym względzie od służby topograficznej armii. Wymaga to jednak specjalnego szkolenia topografów brygady w sporządzaniu map zniszczeń i ujęcia tej problematyki w programach szkolenia.

1/ Płk mgr inż. Józef Stępnik - Działanie bojowe wojsk, a problem aktualizacji map topograficznych /materiały przedstawione na Konferencji Naukowej zorganizowanej przez Katedrę Geodezji i Fotogrametrii w WAT na temat "Topogeodezyjne zabezpieczenie i rozpoznanie powietrzne działań bojowych".  
2/ Płk mgr Z. Tomaszewski - Udział służby topograficznej w rozpoznaniu skutków uderzeń jądrowych. Myśl Wojskowa nr 3 1977 r. s. 169-172.

### 1.3.1. Określenie wielkości obszaru pokrycia mapami

Brygada rakiet jest bardzo operatywnym związkiem taktycznym wojsk rakiетowych i dysponuje skutecznymi środkami rażenia nieprzyjaciela. Dlatego zaopatrzenie jej w mapy topograficzne i specjalne powinno gwarantować możliwość wykonania dowiązania topogeodezyjnego stanowisk startowych w każdej istniejącej sytuacji. Z drugiej strony jest ona jednostką armijną i o wielkości obszaru zaopatrzenia jej w mapy decyduje głębokość i szerokość operacji armijnej /zaczepnej, obronnej/. Biorąc pod uwagę konieczność usamodzielnienia brygady działającej w terenie górskim oraz uwzględniając zasadę rozsądkowania zapasów map w składnicy armijnej należałoby, zdaniem autora, zaopatrzyć brygadę w 100% map w całym pasie działania armii. Zaopatrzenie to może być realizowane w czasie przygotowania operacji oraz w czasie jej trwania. Należałoby więc dążyć do maksymalnego zaopatrzenia brygady w pierwszym etapie tj. w czasie przygotowania operacji. Wychodząc z powyższych założeń zaopatrzenie brygady rakiet w mapy podczas przygotowania operacji zaczepnej armii powinno wynosić:

#### 1. W mapy w skali 1:25 000:

- a/ rejonu stanowisk startowych na głębokość zadania bliższego armii /do 150 km/;
- b/ drogi marszu do rejonów stanowisk startowych na głębokość jak wyżej.

#### 2. W mapy w skali 1:50 000 i 1:100 000:

- a/ w stronę przeciwnika - na głębokość operacji armijnej /do 350 km/;
- b/ w stronę wojsk własnych - na głębokość operacyjnego ugrupowania armii /100 - 120 km/;
- c/ szerokość - szerokość operacji armijnej oraz dodatkowo

na szerokość dwóch arkuszy w pasie działania armii sąsiednich.

3. W mapy w skali 1:200 000 i 1:500 000:

a/ w stronę przeciwnika - na głębokość operacji frontu /do 700 km/,

b/ w stronę wojsk własnych - na głębokość strefy tyłów frontu /minimum na głębokość przednich frontowych baz techniczno-rakietowych, tj. do 400 km/,

c/ szerokość - szerokość operacji zaczepnej frontu.

Biorąc pod uwagę, że brygada rakiet potrzebuje małe ilości map poszczególnych godła zaopatrzenie jej w 100% nie nadwyręży zapasów armijnych zgromadzonych w ilości 50% normy /rys. 4/. Przy powyższym sposobie zaopatrzenia zaistnieje potrzeba uzupełnienia map w skali 1:25 000 w drugim dniu operacji w ilości 15 arkuszy każdego godła i może być zrealizowane za pośrednictwem poczty polowej oraz uzupełnienia map w skali 1:50 000 i 1:100 000 w czwartym lub najpóźniej w piątym dniu operacji.

Zaopatrzenie brygady w mapy topograficzne w czasie operacji obronnej powinno umożliwiać wykonanie dowiązania topogeometrycznego również w wypadku przejścia armii do operacji zaczepnej. Powinno ono wynosić:

1. W mapy w skali 1:25 000:

a/ rejony stanowisk startowych:

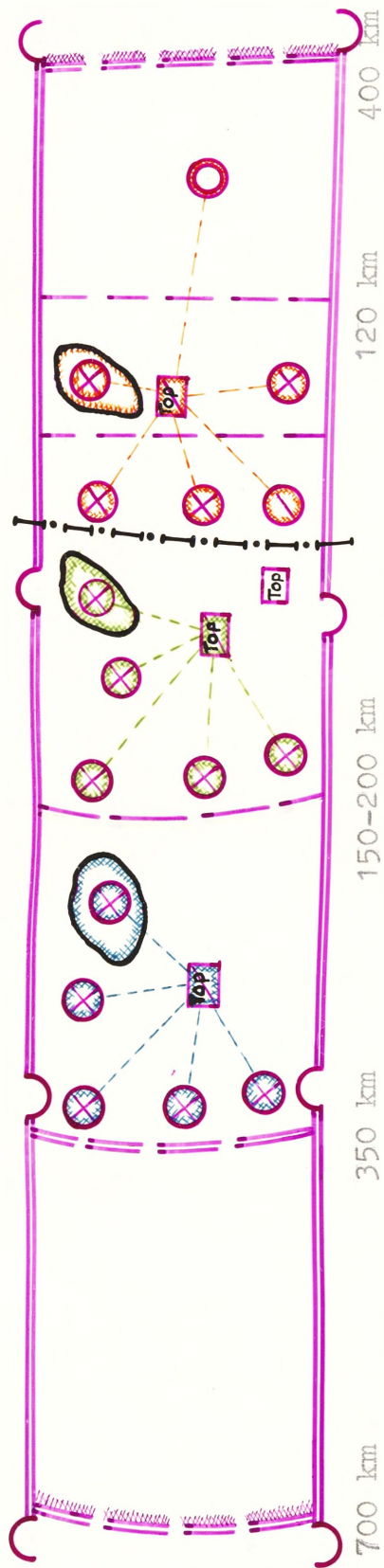
- w stronę przeciwnika - na głębokość zadania bliższego armii;

- w stronę wojsk własnych - na głębokość operacyjnego ugrupowania armii.

b/ drogi marszu do rejonów stanowisk startowych na głębokość jak wyżej.

2. W mapy w skali 1:50 000 i 1:100 000:

a/ w stronę przeciwnika - na głębokość zadania bliższego armii,



- 1: 25 000
- 1: 50 000
- 1: 100 000
- 1: 200 000
- 1: 500 000



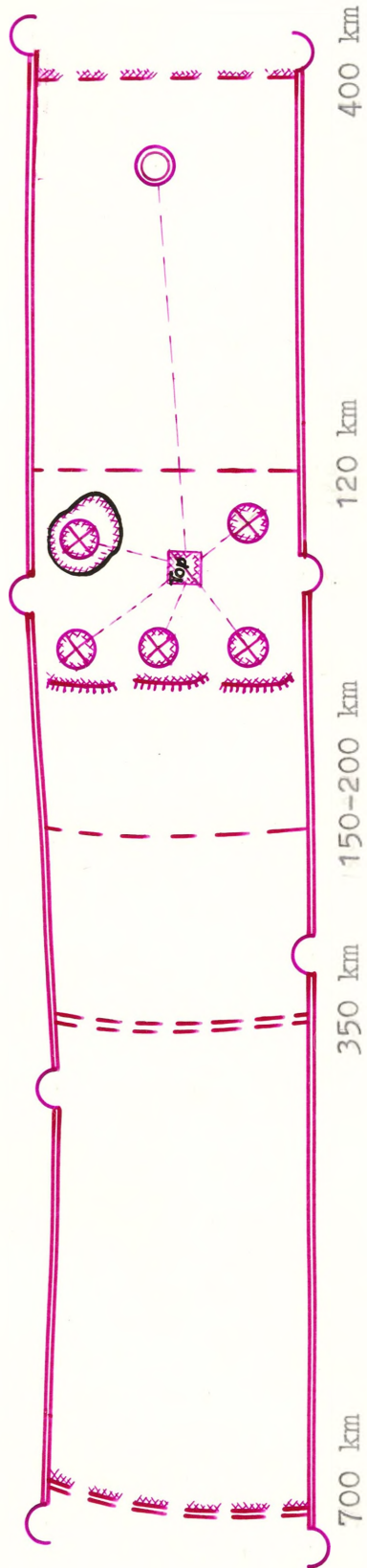
Głębokość i normy gromadzenia map w składnicy armijnej

- 1: 25 000
- 1: 50 000
- 1: 100 000
- 1: 200 000
- 1: 500 000

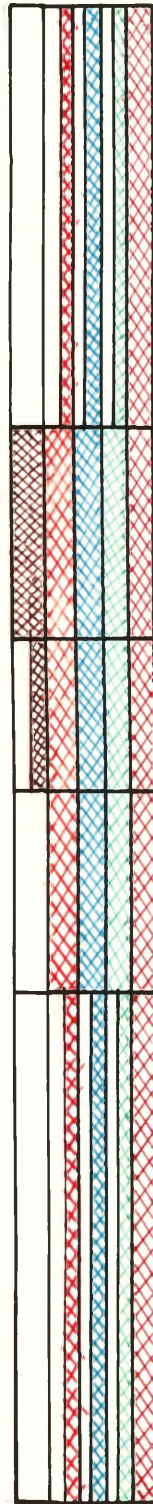


Głębokość i normy gromadzenia map w magazynie brygady rakiet

Rys. 4. Głębokość i normy gromadzenia map podczas operacji zaczepnej armii /variant/



1: 25 000  
 1: 50 000  
 1: 100 000  
 1: 200 000  
 1: 500 000



Głębokość i normy gromadzenia map w składnicy armijnej

1: 25 000  
 1: 50 000  
 1: 100 000  
 1: 200 000  
 1: 500 000



Głębokość i normy gromadzenia map w magazynie brygady rakiet

Rys. 5. Głębokość i normy gromadzenia map podczas operacji obronnej armii /wariant/

b/ w stronę wojsk własnych - na głębokość 200 - 250 km,

c/ szerokość - jak w operacji zaczepnej.

3. W mapy w skali 1:200 000 i 1:500 000 - jak w operacji zaczepnej.

Ustalone w wyżej podany sposób pasy zaopatrzenia brygady w mapy obejmują w przybliżeniu jednakową ilość godek i arkuszy, tak w operacji zaczepnej, jak i w operacji obronnej armii /tabela 8/.

Tabela 8

Ilość godek i arkuszy map topograficznych potrzebnych do zaopatrzenia brygady rakiet podczas armijnej operacji zaczepnej /obronnej/

Skala mapy	Norma danego godła	Pierwsze wydanie		Pierwsze uzupełn		Razem
		I l o ś ć		I l o ś ć		
		godek	arkuszy	godek	arkuszy	
1: 25 000	10	150	1500	150	1500	3000
1: 50 000	100	250	25000	150	15000	40000
1:100 000	50	70	3500	50	2500	6000
1:200 000	25	100	2500	-	-	2500
1:500 000	10	20	200	-	-	200

Niezależnie od map wymienionych w tabeli 8 brygada rakiet powinna otrzymać dodatkowo, na poszczególne rejony stanowisk startowych, materiały fotograficzne wymienione w punkcie 1.3. Ilość ich i rodzaj będą uzależnione od konkretnej sytuacji wynikającej z warunków terenowych.

### 1.3.2. Zaopatrzenie BROT w wydawnictwa służby topograficznej

Konteneryzacja map topograficznych w znacznym stopniu usprawniła proces zaopatrzenia na szczeblu operacyjnym. Na szczeblu taktycznym zaopatrzenie realizowane jest jednak tradycyjnym sposobem, przy czym wychodzi się z założenia, że brygada rakiet otrzyma mapy najpóźniej z chwilą otrzymania zadania bojowego, tj. 1 - 2 dni przed rozpoczęciem operacji. W czasie tym pomocnik szefa sztabu brygady d/s topogeodezji i rozpoznania, który zajmuje się zaopatrzeniem oddziałów pododdziałów i sztabu brygady w mapy, musi je doprowadzić do dywizjonów i poszczególnych osób funkcyjnych z takim wyprzedzeniem, aby pozostawić wykonawcom zadań związanych z użyciem brygady niezbędną ilość czasu na ich sklejenie oraz naniesie postawionych zadań. Ponieważ brygada nie dysponuje etatowym ruchomym magazynem map, wobec tego sposób dostarczenia materiałów kartograficznych ze składnicy armijnej do brygady powinien ułatwiać ich dalszą dystrybucję. Dostarczanie map topograficznych w workach, jak to ma miejsce obecnie, utrudnia ich rozdział dla poszczególnych dywizjonów. Celowym byłoby dostarczanie ich do brygady w małych zasobnikach, np. w workach celofanowych o zawartości 25 arkuszy. Taki sposób dostarczania map do brygady usprawniłby proces przyjmowania ich przez brygadę i przekazywania do dywizjonów.

Wyposażenie brygady rakiet w ruchomy magazyn map dodatkowo usprawniłoby proces wydawania map użytkownikom.

Bardzo ważnym problemem w procesie zaopatrzenia brygady w mapy topograficzne i specjalne jest ich ewidencja. O ile ewidencja w relacji armia - brygada, zdaniem autora, jest

obecnie bardzo dobrze zorganizowana, o tyle ewidencja w relacji magazyn - wykonawcy jest pracochłonna. Zaewidencjonowanie jednego kompletu map składającego się z 20 arkuszy według dotychczasowych zasad zajmuje średnio 3 minuty /numeracja arkuszy, wpisanie ich do rejestru wydanych dokumentów i pokwitowanie przez wykonawcę/. Ponieważ dla pełnego zaopatrzenia użytkowników map w brygadzie /nie licząc dywizjonów/ potrzeba wydać około 100 kompletów map czas ich wydawania zajmuje 5 godzin nieprzerwanej pracy. Biorąc pod uwagę dynamikę działań bojowych należy stwierdzić, że czas ten jest stosunkowo długi.

## 2. Przedsięwzięcia przygotowania topogeodezyjnego realizowane przez brygadę rakiet operacyjno taktycznych

Przygotowanie działań bojowych BROT obejmuje m.in. przygotowanie rejonu stanowisk startowych, które polega na jego rekonesansie, dowiązaniu topogeodezyjnym elementów ugrupowania bojowego, urządzeniu pod względem inżynieryjnym i maskowaniu<sup>1</sup>.

Rekonesans i dowiązanie topogeodezyjne elementów ugrupowania bojowego, a przede wszystkim stanowisk startowych, jest zasadniczym przedsięwzięciem przygotowania topogeodezyjnego BROT, w którym biorą bezpośredni udział topografowie wszystkich pododdziałów startowych. Do zadań topografów wykonujących zadania związane z rekonesansem i dowiązaniem stanowisk startowych należy:

- studiowanie terenu i rozpoznanie punktów sieci geodezyjnej wzdłuż drogi marszu brygady /dywizjonu/ i w rejonie stanowisk

1/ Regulamin walki wojsk rakietowych cz. I pkt 47.

startowych;

- wybór stanowisk startowych i rozpoznanie dróg manewru w rejonie stanowisk startowych;

- określenie współrzędnych  $/x, y, Z/$  stanowisk startowych oraz azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych niezbędnych do wycelowania rakiet.

Zadania powyższe i specyfika prac topogeodezyjnych wykonywanych przez topografów w terenie górskim zostaną omówione w rozdziale III oraz w IV.

Dowiązanie topogeodezyjne stanowisk startowych, tj. określenie współrzędnych  $/x, y, Z/$  punktów startu rakiet oraz określenie azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych  $/T_z, T_k/$  może być wykonane na podstawie geodezyjnej lub na podstawie mapy /zdjęcia lotniczego/.

Dowiązanie na podstawie geodezyjnej polega na określeniu współrzędnych i azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych za pomocą przyrządów optycznych w stosunku do punktów i kierunków sieci geodezyjnej<sup>1</sup>. W tym rodzaju dowiązania azymuty topograficzne kierunków orientacyjnych mogą być określone sposobem astronomicznym i giroskopowym.

Dowiązanie na podstawie mapy /zdjęcia lotniczego/ polega na określeniu współrzędnych w stosunku do punktów konturowych mapy w skali nie mniejszej niż 1:100 000 przy użyciu przyrządów optycznych lub autotopografu<sup>2</sup>. Azymuty topograficzne kierunków orientacyjnych w tym wypadku określa się sposobem giroskopowym, astronomicznym i geodezyjnym.

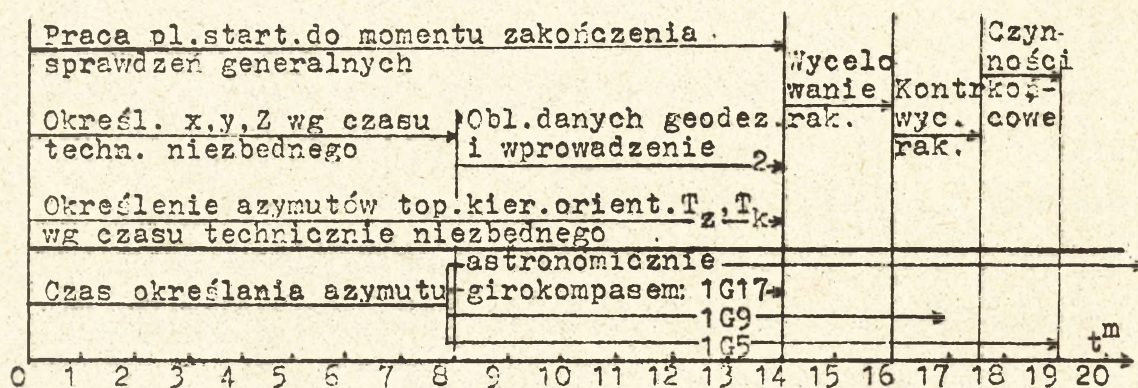
1/ Instrukcja topogeodezyjna wojsk raketowych i artylerii Art. 549/74 s. 5 pkt 6.

2/ W terenie górskim mapa w skali 1:100 000 nie spełnia wymagań dokładnościowych - zob. punkt 1.2.2.

W tak zdefiniowanych obecnie rodzajach dowiązania topogeodezyjnego stanowisk startowych azymuty topograficzne, kierunków orientacyjnych oraz wysokości stanowisk określane są tymi samymi sposobami. Jedyna różnica między rodzajami dowiązania uwidacznia się w określaniu współrzędnych  $x$  i  $y$  stanowisk startowych, przy czym powinny one być określone tak w jednym, jak w drugim wypadku, z dokładnością 40 - 65 m.

W związku z tym nasuwa się pytanie, czy w wysocy manewrowym charakterze współczesnych i przyszłych działań bojowych muszą być stosowane obydwa rodzaje dowiązania. Zdaniem autora, dowiązanie topogeodezyjne stanowisk startowych może być wykonywane dwustopniowo, tj. pobieżnie a następnie udokładniane, jednak nie koniecznie na podstawie geodezyjnej. Rolę sieci geodezyjnej mogą spełnić punkty konturowe mapy topograficznej w skali 1:25 000 lub mapy specjalnej z nadrukiem współrzędnych punktów konturowych /punkt 1.2.2./. Spełniają one wymagania dokładnościowe, zaś gęstość tych punktów na obszarze Europy Zachodniej jest stosunkowo duża co ma istotny wpływ na czas wykonywania dowiązania. Należy bowiem pamiętać, że czynnik czasu we współczesnych - dynamicznych działaniach bojowych wysuwa się na czołowe miejsce. Świadczą o tym ćwiczenia prowadzone z brygadami rakiet, m.in. ćwiczenie "Kangur 71" i "Pantera 77". Wykazały one, że jednym z zasadniczych czynników wpływających na skuteczność uderzeń rakietowych wykonywanych z nieplanowych stanowisk startowych jest czynnik czasu. Z tego względu, zdaniem autora, czas pobieżnego dowiązania topogeodezyjnego stanowiska startowego nie powinien przekraczać czasu technicznie niezbędnego na doprowadzenie

rakiety z gotowości nr 3 do gotowości nr 1 /rys. 6/ i zapewnić terminowe wykonanie zadań przez pluton startowy w dowolnym miejscu rozwinięcia baterii startowej. Zgodnie z rysunkiem 6 czas dowiązania topogeodezyjnego nie powinien przekraczać 14 minut, przy czym czas określenia współrzędnych  $x$  i  $y$  nie powinien przekraczać 8 minut.



Rys. 6. Doprowadzenie rakiety z gotowości nr 3 do gotowości nr 1

Drugi etap prac topogeodezyjnych związany z udokładnianiem dowiązania nie powinien przekraczać czasu technicznie niezbędnego na doprowadzenie rakiety z gotowości nr 4 do gotowości nr 3, tj. około 1 godziny. Podczas udokładniania dowiązania, zdaniem autora, należy stosować te same sposoby określania współrzędnych i azymutów topograficznych co przy dowiązaniu pobieżnym, jednak z większą dokładnością. Azymuty topograficzne kierunków orientacyjnych określać na podstawie obserwacji astronomicznych z trzech pełnych serii /podczas dowiązania pobieżnego z jednej serii z trzema celowaniami na ciało niebieskie/, oraz przy pomocy girokompasu na podstawie trzech punktów nawrotu z kontrolą na czwarty<sup>1</sup> /podczas dowią-

1/ Azymuty oblicza się z 1, 2 i 3 punktu nawrotu oraz dla kontroli z 2, 3 i 4./zob. załącznik /.

zania pobieżnego na podstawie dwóch punktów nawrotu z kontrola na trzeci/. Współrzędne stanowisk startowych określać autoteopografem stosując odpowiednie wyrównanie obserwacji /rozdział IV punkt 2.1./ oraz przy użyciu przyrządów optycznych /rozdział IV punkt 2.2./. Omówione wyżej sposoby określania azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych oraz współrzędnych stanowisk startowych powinny mieć zastosowanie nie tylko podczas udokładniania dowiązania ale również podczas wykonywania dowiązania w planowym rejonie stanowisk startowych oraz w wypadkach, gdy topografowie dysponują czasem powyżej jednej godz. na prace topogeodezyjne /nie licząc czasu rozpoznania i wyboru stanowiska startowego/.

### 3. Współdziałanie samodzielnego pododdziału topogeodezyjnego z pododdziałami brygady rakiet!

Podstawowym zadaniem realizowanym przez grupę topogeodezyjną oddziału topogeodezyjnego dla potrzeb brygady rakiet jest obecnie założenie specjalnej sieci geodezyjnej SSG-15. Zadanie to może być realizowane pod bezpośrednim kierownictwem szefa wydziału topograficznego armii, bądź dowódcy brygady, któremu zostanie przydzielona grupa.

Dowiązanie stanowisk startowych wykonywane jest przez pododdziały organiczne brygady, tj. przez drużyny topogeodezyjne baterii startowych pod nadzorem oficera odpowiedzialnego za przygotowanie topogeodezyjne brygady /dywizjonu/. Wykonywane jest ono w oparciu o specjalną sieć geodezyjną zakładaną przez grupę topogeodezyjną. Stąd wykłania się konieczność zorganizowa

nia współdziałania, które powinno polegać na uzgodnieniu rejonów stanowisk startowych dywizjonów i baterii startowych przewidywanych do zajęcia przed rozpoczęciem oraz w toku operacji /walki/, a także kierunków i dróg przesunięcia. Gdy grupa topogeodezyjna jest podporządkowana brygadzie to współdziałanie jest realizowane w wyniku wykonywania postawionych przez dowódcę brygady zadań grupie topogeodezyjnej oraz oddziałom /dywizjonom/ i grupie rekonesansowej brygady /dywizjonu/. Jednak w wypadku, gdy grupa topogeodezyjna zakłada sieć geodezyjną dla potrzeb brygady na zasadzie wsparcia, zadania stawia jej szef wydziału topograficznego armii, który uzyskuje z oddziału operacyjnego lub szefostwa wojsk raketowych armii dane o rejonach stanowisk startowych brygady, a nie o rejonach stanowisk startowych dywizjonów /baterii/. Dlatego dowódca grupy topogeodezyjnej, po otrzymaniu zadania od szefa wydziału topograficznego armii, powinien nawiązać łączność z dowódcą brygady w celu uzyskania informacji o planowanych rejonach stanowisk startowych dywizjonów /baterii/. Uzyskanie takiej informacji pozwoli zmniejszyć zakres prac topogeodezyjnych związanych z założeniem specjalnej sieci geodezyjnej oraz z dowiązaniem topogeodezyjnym stanowisk startowych.

Istnieją różne poglądy na temat wykorzystania grupy topogeodezyjnej przydzielonej brygadzie rakiet. Panuje pogląd, że należy przydzielić brygadam rakiet zespoły pomiarowe<sup>1</sup> /szczególnie podczas przechodzenia wojsk do operacji zaczepnej/, które wspólnie z topografami baterii startowych wykonywałyby dowiązanie stanowisk startowych. Podobny pogląd reprezentowa-

1/ Biuletyn Informacyjny Sztabu Generalnego nr 1/69/.

ny przez wielu dowódców dywizjonów rakiet operacyjno-taktycznych, którzy wykorzystywali by zespoły topogeodezyjne do kontroli dowiązania topogeodezyjnego oraz jako wzmocnienie grup rekonesansowych.

Odmienne poglądy reprezentowany jest przez uczestników ćwiczenia "Pantera 77" na temat: "Działanie BROT w operacji za-czepnej armii ze szczególnym uwzględnieniem przygotowania i wykonania pierwszego uderzenia jądrowego i kolejnych grupowych i pojedynczych uderzeń rakietowych z nieprzygotowanych rejonów stanowisk startowych w trudnych warunkach atmosferycznych oraz w terenie lesisto-górskim". Według uczestników tego ćwiczenia<sup>1</sup> wykorzystywanie zespołów pomiarowych do dowiązania topogeodezyjnego stanowisk startowych jest nie wskazane, a należy je wykorzystywać tylko do zakładania specjalnej sieci geodezyjnej.

Reasumując, należałoby przyznać rację uczestnikom ćwiczenia "Pantera 77". Uwzględniając fakt, że ćwiczenie było prowadzone na obszarze Drezdeńsko Frankfurckiego Kierunku Operacyjnego wnioski z tego ćwiczenia, zdaniem autora, należy uznać za bardzo cenne. Mając również na uwadze dużą dynamikę współczesnych działań bojowych oraz zwiększoną ilość prac topogeodezyjnych związanych z założeniem specjalnej sieci geodezyjnej w terenie górskim, angażowanie grupy do dowiązania i kontroli dowiązania topogeodezyjnego należy uważać za mało realne. Pozostaje zatem jedynie do rozpatrzenia problem podporządkowania grupy. Ze względów podanych w punkcie 1.1 należałoby ją przydzielić brygadzie /dywizjonowi/ bowiem dowódcą

-----  
1/ Omówienie ćwiczenia "Pantera 77" - 0186/SOW/77.

brygady /dywizjonu/ planując działanie bojowe trafniej sprecyzuje dla niej zadania. Zakres pracy grupy w tym wypadku będzie mniejszy, a obieg informacji ułatwiony. Jednak takie rozwiązanie uszczupla siły i środki szefa wydziału topograficznego armii, który w okresie przygotowania operacji może wykonywać pewne zadania dla potrzeb frontu. W związku z tym wydaje się, że w czasie przygotowania operacji grupa topogeodezyjna powinna wykonywać swoje zadania na zasadzie wsparcia pod bezpośrednim kierownictwem szefa wydziału topograficznego armii, przy czym uzgodnieniu z dowódcą brygady powinny podlegać nie tylko rejonu stanowisk startowych brygady ale rejonu stanowisk startowych dywizjonów i baterii.

W czasie operacji /walki/ grupę topogeodezyjną korzystniej jest przydzielić brygadzie. Przemawiają za tym:

- ułatwione dowodzenie grupą;
- przyspieszony obieg informacji /dostarczanie danych o założonej sieci specjalnej i o terenie/;
- ułatwione korzystanie z zaopatrzenia brygady;

W wypadku przydzielenia brygadzie grupy topogeodezyjnej jej dowódca powinien znajdować się na SD brygady i współpracować z oficerem odpowiedzialnym za przygotowanie topogeodezyjne w brygadzie.

Warto teraz zastanowić się nad celowością zakładania sieci geodezyjnej w postaci dotychczas stosowanej. Sieć ta spełniała swoją rolę wtedy, gdy pododdziały rakiet miały ograniczone możliwości określania azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych. Obecnie pododdziały te dysponują girokompasami o dość dużej dokładności, przy pomocy których mogą określać azymuty topograficzne kierunków orientacyjnych w dowolnych

warunkach atmosferycznych i terenowych bez konieczności korzystania z punktów sieci geodezyjnej. Uwzględniając fakt, że punkty konturowe mapy topograficznej w skali 1:25 000 oraz mapy specjalnej z nadrukiem współrzędnych punktów konturowych w skali 1:100 000 umożliwiają określenie współrzędnych stanowisk startowych z wymaganą dokładnością, celowość zakładania specjalnej sieci geodezyjnej według dotychczasowych zasad, zdaniem autora, jest nie uzasadniona /punkt 1.2.4 zagadnienia powyższe zostaną omówione w rozdziale IV.

#### 4. Wnioski

1. Dynamika działań bojowych, rozśrodkowanie oraz możliwość prowadzenia działań bojowych w każdych warunkach terenowych i atmosferycznych, a w terenie górskim w szczególności, zwiększają ilość prac topograficznych realizowanych, tak przez wydział topograficzny armii, jak również przez pododdziały topogeodezyjne brygady rakiet.

2. Specjalna sieć geodezyjna o gęstości 1 punkt na 20 km<sup>2</sup> w terenie górskim w minimalnym stopniu zapewnia możliwości dowiązania topogeodezyjnego stanowisk startowych na podstawie geodezyjnej przy użyciu obecnie używanego sprzętu i nie stwarza optymalnych warunków do dowiązania topogeodezyjnego podczas rozwinięcia brygady /dywizjonu/ z marszu. Zwiększenie gęstości punktów specjalnej sieci geodezyjnej zwiększy ilość prac topogeodezyjnych ponad możliwości oddziału topogeodezyjnego armii.

3. Mapy topograficzne w skali 1:100 000 w terenie górskim

nie zapewniają wymaganej dokładności określenia wysokości oraz współrzędnych stanowisk startowych, natomiast mapy topograficzne w skali 1:50 000 zapewniają ją tylko w minimalnym stopniu. Mapy topograficzne w skali 1:25 000 spełniają wszystkie wymagania dotyczące dokładności określenia współrzędnych i wysokości stanowisk startowych, a mapy specjalne w skali 1:100 000 z nadrukiem współrzędnych punktów konturowych tylko wymagania dotyczące określania współrzędnych. W celu stworzenia warunków do dowiązania topogeodezyjnego stanowisk startowych brygady działającej w terenie górskim należy zaopatrzyć ją w mapy topograficzne w skali 1:25 000 lub mapy specjalne w skali 1:100 000 z nadrukiem współrzędnych punktów konturowych.

4. Konieczność zaopatrzenia brygady w mapy topograficzne o dużej skali, wynikająca z potrzeby dokładności określenia współrzędnych i wysokości stanowisk startowych, zwiększa ilość arkuszy map na pokrycie danego obszaru, tj. ilość map gromadzonych w brygadzie. Brygada, nieposiadająca ruchomego magazynu map, nie jest w pełni przygotowana do ich gromadzenia i dalszej, sprawnej dystrybucji.

## II. ANALIZA TOPOGRAFICZNO-KLIMATYCZNA TERENU NA OBSZARZE DREZDENSKO FRANKFURCKIEGO KIERUNKU OPERACYJNEGO

### 1. Charakterystyka topograficzna krain geograficznych

Rzeźba terenu i jego pokrycie mogą ułatwić lub utrudnić organizację i prowadzenie prac topogeodezyjnych. Aby ustalić skalę trudności występujących podczas wykonywania prac w terenie górskim autor dokona analizy obszaru poszczególnych krain geograficznych na Drezdeńsko Frankfurckim Kierunku Operacyjnym z punktu widzenia możliwości wykorzystania autotopografów oraz możliwości stosowania geodezyjnych sposobów dowiązania stanowisk startowych.

#### 1.1. Wzniesienia Łużyckie

Wzniesienia Łużyckie w zdecydowanej większości mają charakter falisty, miejscami pagórkowaty, pocięty dużą ilością rzek i strumieni. Cały obszar jest silnie zalesiony i stanowi teren zakryty. W południowej części Wzniesień znajduje się duża ilość jezior. Ciągnął się one w pasie o szerokości 20 km w kierunku równoleżnikowym na północ od linii Görlitz, Bautzen i Kamenz. Jeziora zasilane są wodą z licznych rzek i strumieni górskich wypływających z Sudetów.

Prace topogeodezyjne na całym obszarze Wzniesień Łużyckich mogą być utrudnione z powodu ograniczenia widoczności. Silne zalesienie terenu uniemożliwi wykonanie dowiązania topogeodezyjnego sposobem wcięć. Podstawowym sposobem dowiąza-

nia topogeodezyjnego mogą być ciągi poligonowe, których długość, ze względu na dużą ilość jezior, rzek i strumyków, będzie duża. Wykorzystanie autotopografów na całym obszarze Wzniesień nie będzie utrudnione, z wyjątkiem dolin rzecznych w części południowej.

## 1.2. Sudety i Rudawy

Obszar Drezdeńsko Frankfurckiego Kierunku Operacyjnego obejmuje północno-zachodnią część Sudetów oraz północną część Rudaw. Sudety charakteryzują się łagodnymi zboczami. Wysokość szczytów wynosi do 600 m n.p.m. w części zachodniej i do 700 m n.p.m. w części południowej omawianego obszaru. W części północnej Sudetów sieć dróg jest dobrze rozwinięta co sprzyja wykorzystaniu autotopografów. Jednak ze względu na znaczne różnice wysokości dokładność dowiązania autotopografem będzie obniżona. Trudności w dowiązaniu przy użyciu autotopografów wystąpią podczas poruszania się po drogach polnych i bezdrożach, bowiem teren ten jest pocięty licznymi strumykami górskimi. W południowej części Sudetów dowiązanie za pomocą autotopografów, z wyjątkiem nielicznych dróg, będzie bardzo utrudnione.

Rudawy na obszarze omawianego kierunku są silnie zalesione i pocięte gęstą siecią głęboko wciętych dolin rzecznych. Średnia ich wysokość dochodzi do 800 m n.p.m. Wschodnią część Rudaw przecina rzeka Łaba z licznymi dopływami, które tworzą jary wcięte na głębokość 80 - 160 m. Większość rzek górskich płynie w kierunku północnym, a układ dróg jest zgodny z kie -

runkiem biegu rzek. Urozmaicona rzeźba terenu i duże różnice wysokości uniemożliwiają jazdę samochodem po bezdrożach oraz drogach polnych, a tym samym uniemożliwiają dowiązanie za pomocą autotopografów. Wykorzystanie autotopografów do dowiązania stanowisk startowych będzie możliwe jedynie na drogach ulepszonych, jednak jego dokładność będzie obniżona.

Dowiązanie na podstawie geodezyjnej przy pomocy przyrządów optycznych, tak na obszarze Sudetów jak i na obszarze Rudaw, w większości wypadków będzie wykonywane ciągami poligonowymi.

### 1.3. Wzniesienia Saskie i Kotlina Saska

Ukształtowanie Wzniesień Saskich jest podobne do Zachodnich Sudetów; teren wznosi się z północy na południe i południowy zachód. Cały obszar jest silnie pocięty spływającymi z Rudaw lewymi dopływami Łaby o stromych zboczach i silnym prądzie. Północna część Wzniesień jest porośnięta nielicznymi lasami, natomiast południowa i zachodnia jest silniej zalesiona. Teren wznosi się do wysokości 400 m n.p.m. w części południowej i do 600 m n.p.m. w części południowo-wschodniej. Różnice wysokości dochodzą do 200 m. Z tych względów wykorzystanie autotopografów na obszarze Wzniesień Saskich jest utrudnione a dokładność dowiązania obniżona. Ze względu na zalesienie terenu stosowanie wcięć będzie ograniczone. Podstawowym sposobem dowiązania na podstawie geodezyjnej mogą być ciągi poligonowe.

Teren Kotliny Saskiej ma charakter lekko falisty, prawie bezleśny. Pojedyncze pagórki wznoszą się na wysokość do 130 m

npm. Część wschodnia Kotliny - nizinna, poprzecinana jest wieloma dopływami Czarnej Elstery i Łaby oraz licznymi kanałami. Część ta jest w znacznym stopniu zalesiona. Część zachodnia natomiast jest bezleśna co umożliwia wykonywanie dowiązania topogeodezyjnego sposobem wcięć.

#### 1.4. Średniogórze Turyńsko Frankońskie

Średniogórze Turyńsko Frankońskie rozciąga się w kierunku północno-zachodnim na długości około 180 km i szerokości 15-25 km.

Część środkowa Średniogórze zajmuje trudno dostępne pasmo górskie zwane Lasem Turyńskim. Wysokość wierzchołków w tej części Średniogórze dochodzi do 1000 m npm. Zbocza gór są strome o nachyleniu 35 - 60°, a 90% ich powierzchni porośnięte jest lasem. Ze względu na urozmaiconą rzeźbę terenu oraz intensywne zalesienie cały obszar jest trudno dostępny.

Część północno-zachodnią również zajmują góry zwane Lasem Turyńskim. Góry te, o spłaszczonych i zaokrąglonych grzbie- tach, pocięte są głębokimi i wąskimi dolinami. Zbocza dolin są strome /o nachyleniu 20 - 35°/ i podobne do wąwozów. Wysokości wagiędne dochodzą do 400 m. Wysokości poszczęólnych grzbieców górskich wahają się w granicach 500 - 900 m npm. Cały obszar tej części Średniogórze jest silnie zalesiony.

Drogi na całym obszarze Średniogórze są dobrze rozwinięte i w większości biegną wzdłuż dolin rzecznych; są więc bardzo kręte. Poruszanie się samochodami po tych drogach wymagać będzie dużej uwagi, natomiast poruszanie się po drogach pol-

nych i bezdrożach należy uważać za niemożliwe.

Podstawowym sposobem dźwiązania topogeodezyjnego na opanowie geodezyjnej może być ciąg poligonowy, który ze względu na krętość dróg i przeszkody terenowe, będzie bardzo długi.

#### 1.5. Niecki Turynгии

Niecki Turynгии tworzą zamkniętą kotlinę, otoczoną pasmami niewysokich gór, które oddzielają je od pozostałych regionów naturalnych. Teren Niecek jest słabo zalesiony i ma charakter falisty i pagórkowaty. Wysokość wzniesień wynosi 200 - 250 m n.p.m., a pojedynczych pasm górskich dochodzi do 500 m n.p.m. Na południe od Weimaru góry, wznoszące się na wysokość 400 - 500 m n.p.m., są porośnięte lasami. Góry te zbudowane są z wapienia muszlowego i poprzecinane głęboko wciętymi dolinami rzecznyymi o stromych zboczach /do 35°/. W tej części obszaru Niecki Turynгии stanowią teren trudny do prac topogeodezyjnych. Pozostały obszar umożliwia stosowanie wszystkich znanych sposobów określania współrzędnych punktów terenowych /stanowisk startowych/.

#### 1.6. Pogórze Frankońskie i Pogórze Heskie

Pogórze Frankońskie stanowią: Niecki Środkowo-Frankońskie Region Würzburgski i Grabfeld.

Region Würzburgski to teren falisto-pagórkowaty z pojedynczymi pasmami wyżyn i wzgórz osięgających wysokość 400 m n.p.m. Teren poprzecinany jest rzeką Men i jego licznymi dopływami. W północnej części Regionu teren wznosi się i wznastają też

różnice wysokości, a wzgórza poprzecinane są głębokimi dolinami rzecznyymi. Sieć dróg jest słabo rozwinięta co w połączeniu z urozmaiconym ukształtowaniem terenu stwarza trudne warunki dowiązania topogeodezyjnego.

Grabfeld obejmuje obszar niewysokich gór, których wysokość wynosi około 500 m n.p.m. Cały obszar poprzecinany jest licznymi dopływami Menu i Werry oraz zalesiony w około 50%.

Pasma Pogórza Heskiego osiągają 400 - 550, a niektóre nawet 900 m n.p.m. Na całym obszarze występują liczne doliny rzeczne wcięte w otaczający teren na głębokość 150 - 200 m. Rzeźba terenu jest bardzo urozmaicona i silnie pocięta. Teren Pogórza jest bardzo silnie zalesiony co w połączeniu z urozmaiconą rzeźbą i dużym nachyleniem zboczy /10 - 25° a miejscami 25-45°/ w poważnym stopniu utrudnia prace topogeodezyjne.

Południowa część Pogórza Heskiego jest terenem pagórkowatym i górzystym z masywami gór średnich sięgającymi 950 m n.p.m. Są to Góry Rhön i Vogelsberg oraz liczne stożki bazaltowe.

Vogelsberg ma kształt stożka pociętego promieniście rozchodzącymi się dolinami rzecznyymi, które wcinają się w teren na głębokość 80 - 120 m.

Góry Vordere Rhön i Hohe Rhön posiadają bardzo urozmaiconą rzeźbę terenu. Poprzecinane są licznymi dopływami Werry, Fuldy i Menu. Obszar tej części Pogórza jest w większości silnie zalesiony. Na całym obszarze Pogórza przeważają lasy mieszane - wysokopienne drzewostany sosnowe i bukowe.

Obszar Pogórza Heskiego charakteryzuje się trudnymi warunkami przejezdności i obserwacji. Prace topogeodezyjne w tym terenie będą bardzo utrudnione. Terenem najtrudniejszym do prac topogeodezyjnych jest obszar wschodni Pogórza. Duże róż-

nice wysokości uniemożliwią wykorzystanie autotopografów na drogach polnych i bezdrożach. Wykorzystanie ich będzie możliwe tylko wzdłuż dróg ulepszonych jednak dokładność dowiadczenia będzie obniżona. Urozmaicona rzeźba tego terenu i duże zalesienie ograniczają obserwację i tym samym uniemożliwiają określanie współrzędnych za pomocą wcięć. Podstawowym sposobem określenia współrzędnych stanowisk startowych mogą być ciągi poligonowe, które ze względu na urozmaiconą rzeźbę terenu będą bardzo pracochłonne.

#### 1.7. Spessart i Odenwald

Spessart jest krainą intensywnie zalesioną, łagodnie opadającą ku wschodowi, a dosyć stromo w pozostałych kierunkach. Cały obszar pocięty jest wąskimi dolinami rzecznyymi o zróżnicowanych zboczach /spadzistych i stromych/ i jest trudno dostępny. Góry Spessart są rozczłonkowane głębokimi dolinami o stokach nachylonych pod kątem  $10 - 20^{\circ}$ . Wierzchołki wzgórz osiągają średnio wysokość 400 - 500 m n.p.m. Liczne dopływy Menu przecinają góry w kierunku południowo-wschodnim. Drogi biegną wzdłuż dolin rzecznych i są bardzo kręte.

Góry Odenwald wznoszą się w kierunku południowo-wschodnim osiągając wysokość około 600 m n.p.m. Większość obszaru ma wysokość 400 - 500 m n.p.m. i jest silnie pocięta licznymi, głębokimi dolinami rzecznyymi. Głębokość dolin wynosi od 150 m do 300 m, a szerokość od 100 do 300 m. Liczne dopływy Menu i Neckaru mają układ południkowy. Drogi, podobnie jak w górach Spessart, biegną dolinami rzek i są bardzo kręte.

Cały obszar jest intensywnie zalesiony i trudno dostępny. Obserwacja w tym terenie jest utrudniona a możliwości stosowania wcięć bardzo ograniczone. Podstawowym sposobem określania współrzędnych stanowisk startowych może być ciąg poligonowy.

#### 1.8. Dolina Górnoreńska i Dolnego Menu

Teren Doliny jest falisty o wzniesieniach około 300 m n.p.m. Dolina Renu jest mocno pocięta kanałami i dopływami Renu natomiast Dolina Menu pocięta jest dopływami Niddy i Menu. Obszar Doliny Górnoreńskiej i Dolnego Menu jest słabo zalesiony. Większe zalesienie występuje jedynie w północno-wschodniej części obszaru oraz na południe od Menu. Warunki do dowiązania topogeodezyjnego, tak na podstawie geodezyjnej jak też na podstawie mapy z użyciem autotopografu są dobre.

#### 1.9. Taunus i Westerwald

Góry Taunus wznoszą się średnio na wysokość 500 - 600 m n.p.m. /najwyższy szczyt Feldberg - 879 m n.p.m./. Na zachodzie opadają stromo ku dolinie Renu i w tej części są pocięte licznymi wąskimi dolinami rzecznyymi o stromych zboczach. Góry zbudowane są ze skał bardzo odpornych i opadają stromą krawędzią ku południowi w kierunku Niziny Górnoreńskiej. Na północy poprzecinane są dopływami rzeki Lahn, a na południu dopływami Menu. Cały obszar jest silnie zalesiony - występuje wysokopienny las jodłowy. Poruszanie się samochodami po drogach polnych i bezdrożach, jest bardzo utrudnione.

Góry Westerwaldu wznoszą się na wysokość do 400 m n.p.m. i są silnie pocięte dopływami rzeki Lahn. Zbocza gór są nachylone pod kątem około  $10^{\circ}$ , a miejscami nawet do  $25^{\circ}$ . Strone zbocza występują w dolinie Renu i są poprzecinane dopływami Renu, wciętymi na dużą głębokość. Cały obszar Westerwaldu jest intensywnie zalesiony i stanowi teren zakryty i pocięty.

Na całym obszarze Taunusu i Westerwaldu przejezdność oraz obserwacja są utrudnione. Ponadto dość duże nachylenie sboczy i ich pocięcie utrudniają prace topogeodezyjne bowiem ograniczą stosowanie wcięć oraz wykorzystanie autotopografów i zmuszą do wykonywania pracochłonnych ciągów poligonowych.

#### 1.10. Hunnsrück i Haardt

Hunnsrück obejmuje pasma gór położonych między rzekami: Saarą, Mozela, Nahe i Renem. Góry te wznoszą się na wysokość 500 - 700 m n.p.m. i są pocięte licznymi dopływami Nahe, Renu i Mozeli, które wrzynają się na dużą głębokość. Cały obszar porośnięty jest lasem mieszanym i stanowi teren zakryty i pocięty, a tym samym trudnodostępny, w którym prace topogeodezyjne są utrudnione.

Góry Haardt wznoszą się średnio 400 - 500 m n.p.m. i posiadają bardzo urozmaiconą formę. Pocięte są licznymi rzekami i strumieniami głęboko wciętymi w teren. Cały obszar porośnięty jest lasem i stanowi teren zakryty i pocięty. Sieć dróg jest słabo rozwinięta, i cały obszar gór stanowi teren trudno dostępny, w którym prace topogeodezyjne są bardzo utrudnione.

### 1.11. Wzniesienia Saarskie i Reńskiego Palatynatu oraz Eifel

Wzniesienia posiadają urozmaiconą rzeźbę terenu. Teren jest falisty i pagórkowaty o wzniesieniach wynoszących około 300 - 500 m n.p.m. - najwyższe przekraczają 600 m n.p.m. Cały obszar jest silnie pocięty głęboko wciętymi dopływami Mozeli i Nahe. Lasy mieszane, z nielicznymi wyjątkami, występują na całym obszarze Wzniesień.

Góry Eifel wznoszą się stopniowo ze wschodu na zachód do wysokości 400 - 500 m n.p.m., a najwyższy szczyt na obszarze kierunku drezdeńskiego osiąga wysokość ponad 600 m n.p.m. Cały obszar jest pocięty dolinami rzek, głęboko wciętymi w otaczający teren. Silne zalesienie terenu, urozmaiconą rzeźba oraz głębokie doliny rzeczne ograniczają widoczność i utrudniają przejezdność. Teren ten, podobnie jak cały obszar Wzniesień Saarskich i Górnego Palatynatu, jest terenem pociętym i trudno dostępnym, w którym warunki dowiązania topogeodezyjnego będą utrudnione.

### 1.12. Wnioski

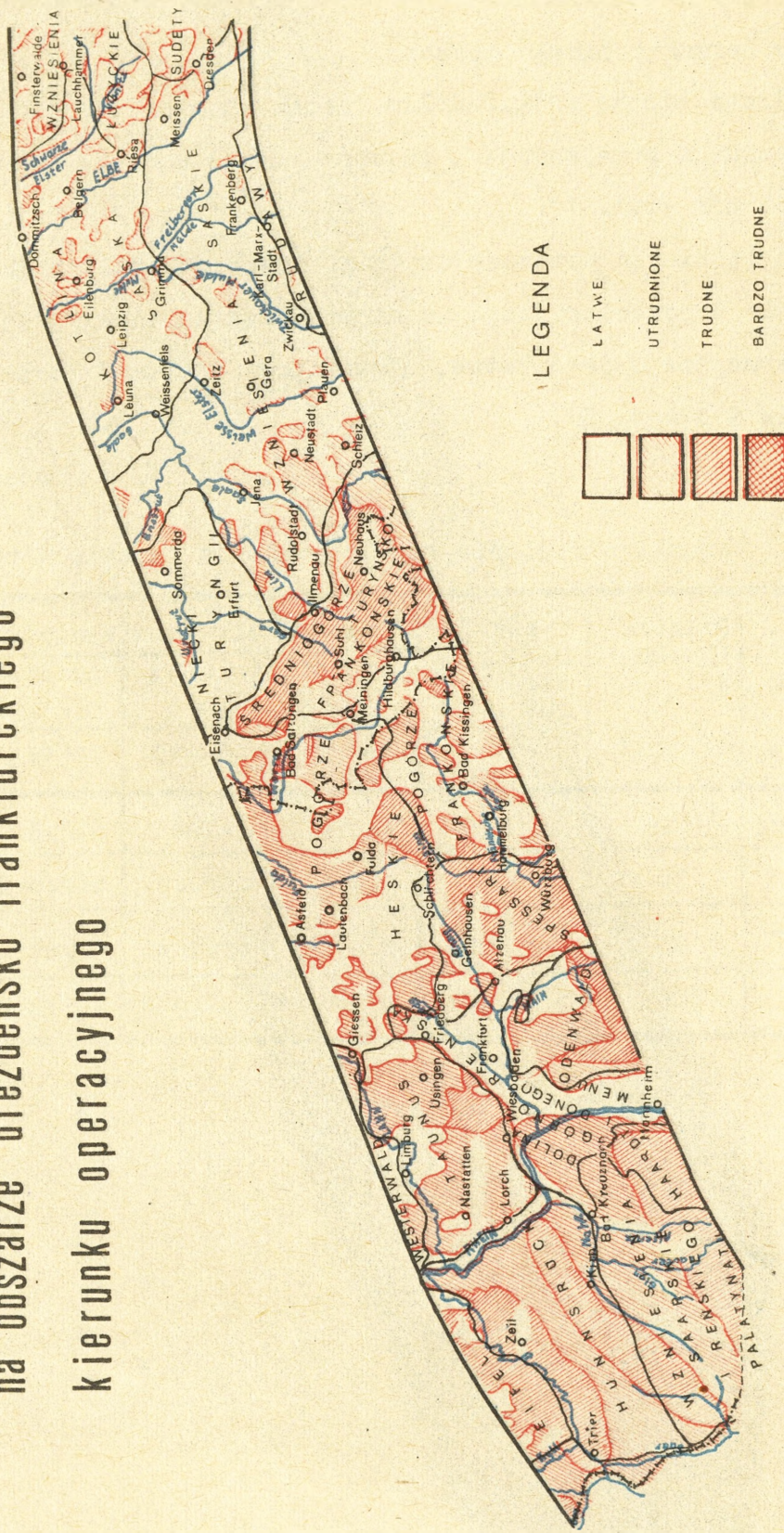
Ukształtowanie terenu w poszczególnych krainach geograficznych mimo, że jest bardzo zróżnicowane /tabela 9/, posiada wiele cech wspólnych na całym obszarze a mianowicie:

- zbocza gór poprzecinane są głęboko wciętymi dolinami rzecznyymi i dolinami strumyków górskich;

- Wszystkie tereny górskie są pokryte lasami, przy czym zalesienie zboczy gór jest silne /60 - 80% powierzchni danego obszaru/, a w niektórych rejonach bardzo silne /powyżej

# KRAINY FIZJO-GEOGRAFICZNE

na obszarze drezdeńsko frankfurckiego  
kierunku operacyjnego



## LEGENDA

- LATWE
- UTRUDNIONE
- TRUDNE
- BARDZO TRUDNE

Rys. 7. WARUNKI PRZEJEZDNOŚCI TERENU

80% powierzchni danego obszaru.

- drogi biegną wzdłuż dolin rzecznych i są bardzo kręte;
- warunki przejezdności pogarszają się w miarę wzrostu wysokości gór /rys. 7/.

Uwzględniając powyższe czynniki, można określić warunki do-  
wiązania topogeodezyjnego na całym obszarze omawianego kierun-  
ku operacyjnego jako: łatwe, utrudnione, trudne i bardzo trudne  
/tabela 9 i rys. 8/.

Tabela 9

Warunki określania współrzędnych w terenie górskim

Rodzaj terenu	Różnica wysoko- ści  /m/1 km/	Wysokość nad po- ziom mo- rza  /m/	Warunki określania współrzędnych			
			Autotopografem w terenie		geodezyjnie w terenie	
			zakryt.	otwart.	zakryt.	otwart.
Równinny	20	do 200	łatwe	łatwe	utrudn.	łatwe
Falisty	50	300	utrudn.	utrudn.	utrudn.	łatwe
Pagór - kowaty	100	500	trudne	trudne	trudne	utrudn.
Górski	200	2000	b.trudne	b.trudne	b.trudne	trudne



Tabela 10

Charakterystyka topograficzna krain geograficznych  
na obszarze Drezdeńsko Frankfurckiego Kierunku Operacyjnego

Nazwa krainy	Średnia wysokość gór /m npm./	Nachylenie z boczny /°/	Najwyższy szczyt /m npm./	Przejezdność w % danej powierzchni		Zalesienie w % danej powierzchni	
				dobra	utrudn. trudna		
Wzniesienia Inżyckie	200	0-10	307	10	70	20	powyżej 80
Sudety	600-700	10-35	793	60	20	20	60-80
Rudawy	800-900	10-35	909	50	25	25	powyżej 80
Wzniesienia Saskie	400-600	10-25	610	70	25	5	poniżej 40
Kotlina Saska	160-180	0-10	230	70	30	-	poniżej 40
Średniogórze Tu-ryńsko Frankońskie	600-900	25-60	982	-	20	80	powyżej 80
Niecki Turynгии	400-500	10-25	547	75	20	5	poniżej 40
Pogórze Frankońskie	500	10-25	679	50	40	10	60-80
Pogórze Heskje	600-900	10-45	950	30	50	20	powyżej 80
Spessart	400-500	10-20	586	10	10	80	powyżej 80
Odenwald	400-600	10-25	626	-	40	60	powyżej 80
Dolina Górnoreńska i Dolnego Memu	300	0-10	326	60	40	-	poniżej 40
Taunus	500-600	10-25	879	10	80	10	powyżej 80
Westerwald	300-400	10-25	498	30	70	-	60-80
Góry Haardt	400-600	10-25	673	-	-	100	powyżej 80
Wzniesienia Saarskie i Górnego Palatynatu	300-500	10-25	686	-	90	10	40-60
Hunsrück	500-700	10-25	817	-	50	50	powyżej 80

## 2. Charakterystyka klimatyczna obszaru Drezdeńsko Frankfurckiego Kierunku Operacyjnego

Obszar Drezdeńsko Frankfurckiego Kierunku Operacyjnego leży w strefie klimatu umiarkowanego. Mimo to w poszczególnych krajinach geograficznych występują różne ilości opadów atmosferycznych, dni z przymroskami i mrozami oraz różny czas trwania pokrywy śnieżnej.

Średnia temperatura w styczniu waha się w granicach  $+1 - -4^{\circ}\text{C}$  /tabela 10/ przy czym najwyższa dochodzi do  $+11^{\circ}\text{C}$  natomiast najniższa do  $-14^{\circ}\text{C}$  /tabela 11/. Najwyższe temperatury występują w lipcu i wynoszą średnio  $14 - 19^{\circ}\text{C}$ , przy czym najwyższa dochodzi do  $32^{\circ}\text{C}$ , zaś najniższa do  $8^{\circ}\text{C}$ .

Średnia ilość dni mroźnych i z przymrozkami jest dosyć zróżnicowana i waha się w granicach od 70 do 160 dni w roku. Pierwsze przymrozki pojawiają się pod koniec października i trwają do drugiej połowy kwietnia, a największa ich ilość występuje w górnych partiach gór Średniogórza Turyńsko Frankońskiego, Niecek Turyngii, Pogórza Frankońskiego, Spessartu i Odenwaldu.

Ilość opadów również jest zróżnicowana i w miesiącu styczniu waha się od 40 do 120 dni w roku, natomiast w lipcu od 60 do 70. Różnice te są szczególnie widoczne pomiędzy terenami położonymi na różnej wysokości. Najbardziej obfite opady występują w górnej części gór Średniogórza Turyńsko Frankońskiego, Niecek Turyngii, Pogórza Frankońskiego, Pogórza Heskiego, Spessartu i Odenwaldu, a także Sudetów i Rudaw.

Pokrywa śnieżna pojawia się w drugiej połowie listopada i trwa do połowy kwietnia. Stosunkowo duża ilość opadów atmosferycznych na obszarze omawianego kierunku operacyjnego może spo -

Tabela 11

Charakterystyka klimatyczna krain geograficznych  
na obszarze Drezdeńsko Frankfurckiego Kierunku Operacyjnego

Nazwa krajny	Średnia temperatura w miesiącu:		Średnia ilość dni w roku		Średnia ilość opadów w mm w miesiącu:	
	styczniu	lipcu	mroźnych i z przy- mrozkami	zamglo- nych	styczniu	lipcu
Wzniesienia Ruzyckie	0 - -1	17-18	80-104	20-40	50-80	70-120
Sudety	0 - -4	14-18	73-138	20-100	30-80	70-170
Rudawy	0 - -4	14-18	73-138	20-100	30-80	70-170
Wzniesienia Saskie	-2 - -3	12-16	147	60-100	60-100	70-170
Kotlina Saska	0 - -1	17-18	80-104	20-40	30-50	50-80
Średniogórze Turyńsko Frankońskie	0 - -3	14-18	99-157	40-100	60-120	90-120
Niecki Turyńskie	0 - -3	12-18	98-160	30-100	40-120	60-120
Pogórze Frankońskie	0 - -3	14-18	99-157	40-100	40-120	70-120
Pogórze Heskie	0 - -3	13-17	80-140	40-50	30-120	60-120
Spessart	0 - -3	13-17	99-157	40-100	60-120	90-120
Odenwald	0 - -3	14-18	99-157	40-100	60-120	90-120
Dolina Górno- reńska i Dol- nego Menu	+1 - -2	14-19	70-125	50-100	40-70	70-100
Taunus	+1 - -2	14-19	70-125	50-100	40-70	70-100
Westerwald	+1 - -1	14-19	70-125	50-100	40-70	70-100
Góry Haardt	+1 - -1	14-19	70-125	50-100	40-70	70-100
Wzniesienia Saarskie i Górnego Palatynatu	+1 - -2	14-19	70-125	50-100	40-70	70-100
Hunertick	+1 - -2	14-19	70-125	50-100	40-70	70-100
Eifel	+1 - -2	14-19	70-125	50-100	40-70	70-100

Uwaga: Wartości minimalne dotyczą terenów położonych niżej,  
natomiast maksymalne - terenów położonych wyżej.

wodować nagły przypływ wód w rzekach górskich /tabela 12/.

Opady atmosferyczne, tak zimą jak i latem, mogą w poważnym stopniu utrudnić prace topogeodezyjne. Nachylenie terenu oraz opady deszczu lub śniegu utrudnią, a niekiedy uniemożliwią wykorzystanie autotopografów, utrudnią topografom poruszanie się oraz wykonanie pomiarów.

Tabela 12

Warunki klimatyczne  
na obszarze Drezdeńsko Frankfurckiego Kierunku Operacyjnego

Miejscowość obserwacji	Średnia miesięczna temperatura powie- trza w °C				Czas trwania mrozu		Czas trwania śniegu	
	styczeń		lipiec		Średnie pojawie- nia się	daty: zniknię- cia	Średnie daty	
	max.	min.	max.	min.			pojawie- nia się	znik- nięcia
Ratyzbona	7,5	-13,9	31,5	8,2	23 10	18 04	15 11	12 04
Norymbergia	8,7	-13,6	31,7	7,7	18 10	22 04	10 11	17 04
Würzburg	9,7	-12,0	31,5	8,2	26 10	17 04	19 11	8 04
Frankfurt nad Menem	9,7	- 9,6	32,0	9,4	5 11	10 04	19 11	5 04
Wiesbaden	9,5	- 9,2	31,0	8,7	1 11	6 04	23 11	4 04
Mannheim	10,4	- 9,9	32,1	9,9	1 11	10 04	23 11	1 04
Heidelberg	10,4	- 9,1	31,8	9,4	2 11	7 04	21 11	10 04
Heilbronn	10,3	-11,9	31,4	8,0	5 11	3 04	24 11	6 04
Karlsruhe	10,7	-10,5	26,5	8,9	25 10	20 04	19 11	31 03
Stuttgart	10,8	-10,2	32,2	9,8	27 10	16 04	18 11	12 04

Niezależnie od opadów atmosferycznych na obszarze omawiane-  
go kierunku operacyjnego występują mgły i zamglenia. Średnia ich  
ilość w ciągu roku wynosi od 40 do 100 dni; najczęściej -  
występują w listopadzie.

Mgły i zamglenia występujące w terenie ograniczają widocz-  
ność i utrudniają orientowanie się. Ponadto mgły, nawet o nie-

1/ A.A. Greczko "Bitwa o Kaukaz" s. 334 oraz "Przez Karpaty" s.44  
2/ Biuletyn Informacyjny Sztabu Generalnego nr 1/96/ 1970.

wielkim natężeniu uniemożliwiają określanie współrzędnych stanowisk startowych sposobem wcięć i zmuszają do określania ich bardzo parocohnnymi ciągami poligonowymi.

Tabela 13

Stan wód rzek górskich w 1974 r

Nazwa rzeki	Nazwa wodowskazu	Data pomiaru	Stan wody /cm/
Wisłok	Krosno	15 05	152
		23 07	445
		8 08	170
	Tryńcza	26 04	102
		15 06	576
		15 07	443
9 10		259	
Wisłoka	Brzeźnica	9 05	74
		12 06	330
		28 08	56
	Mielec	20 04	60
		24 07	450
		28 08	90
San	Przemysł	15 05	148
		18 10	400
	Jarosław	25 06	175
		26 07	407
		21 08	105
		8 10	188
	18 10	360	

Uwaga: Autor nie dysponował danymi o stanie wód w rzekach górskich na obszarze Drezdeńsko Frankfurckiego Kierunku Operacyjnego i dla z ilustrowania zmienności stanu wód rzek górskich wykorzystał dane zawarte w "Wynikach pomiarów hydrometrycznych z 1974 r" opracowanych przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej.

### 3. Wnioski

1. Średnia wysokość gór na obszarze Drezdeńsko Frankfurckiego Kierunku Operacyjnego waha się w granicach 500 - 700 m n.p.m., a najwyższe szczyty osiągają 1000 m n.p.m. W terenie o takich wysokościach bezwzględnych mogą być wykonywane starty rakiet operacyjno-taktycznych znajdujących się na wyposażeniu krygów artylerii. Średnie nachylenie zboczy gór wynosi 10 - 25°, a w niektórych rejonach 45 - 60°. Takie nachylenie terenu zmniejszy tempo prac topogeodezyjnych, a ponadto ograniczy możliwości wykorzystania autotopografów do określania współrzędnych stanowisk startowych. W terenie o nachyleniu powyżej 25° użycie autotopografów będzie możliwe jedynie na pewnych obszarach o mniejszym kącie spadku zboczy, np. na płaskowyżach i tarasach.

2. Teren górski o wysokościach bezwzględnych jak wyżej jest z zasady terenem lesistym ograniczającym obserwacje, utrudniającym określanie współrzędnych sposobem wcięć i zmuszającym do stosowania pracochłonnych ciągów poligonowych i niwelacyjnych. Niezależnie od tego teren górski poprzecinany jest głęboko wciętymi dolinami rzek i strumyków górskich, a drogi w tym terenie w większości wypadków biegną wzdłuż dolin rzecznych i są bardzo kręte. Ze względu na to, że w terenie górskim drogi determinują wybór stanowisk startowych, stanowiska te będą wybierane w dolinach rzecznych, które w wypadku nagłego przypływu wód mogą być zalane.

3. Stosunkowo duża ilość dni pochmurnych i zamglonych oraz intensywne zalesienie utrudnią orientowanie się w terenie, wybór stanowisk startowych a także określanie azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych z obserwacji astronomicznych.

### III. WŁAŚCIWOŚCI PRZYGOTOWANIA TOPOGEODEZYJNEGO W TERENIE GÓRSKIM

#### 1. Wpływ ukształtowania terenu na prace topogeodezyjne

Prace topogeodezyjne związane z dowiązaniem stanowiska startowego wykonywane są bezpośrednio w terenie i dlatego dokładność pomiarów oraz czas ich wykonywania w dużym stopniu zależy od jego rzeźby. O wpływie rzeźby terenu na topogeodezyjne prace pomiarowe decydują jej formy, wahania wysokości bezwzględnych i względnych, stromość zboczy oraz rozczłonkowanie form. Stąd rzeźba terenu jest jednym z najważniejszych elementów treści mapy. Ponad 80% obiektów rzeźby terenu ma wpływ na warunki przejezdności, orientacji, obserwacji, maskowania i ochrony<sup>1</sup>. Teren górski ogranicza prędkość poruszania się autotopografów, utrudnia lub uniemożliwia jazdę po bezdrożach. Widoczność w terenie górskim pokrytym lasami jest ograniczona i stosowanie wcięć do określania współrzędnych stanowisk startowych w poważnym stopniu utrudnione.

#### 1.1. Wpływ ukształtowania terenu na określanie współrzędnych przy użyciu przyrządów kątomierzowych i dalmierzowych

Podczas dowiązania na podstawie geodezyjnej współrzędne stanowisk startowych określa się przy użyciu przyrządów kątomierzowych /teodolitu, kątomierza-busoli/ i przyrządów dalmierzowych /zestawu dalmierczego DDI, taśmy mierniczej/. Tych samych przyrządów używa się podczas dowiązania pobieżnego, tj. od punktów konturowych mapy, bowiem tak w jednym jak w dru-

1/ Zabezpieczenie topogeodezyjne Szt. Gen. 495/70.

gim wypadku, stosuje się te same sposoby określania współrzędnych, tj. zadanie zwykłe, ciąg poligonowy oraz wcięcia katowe /azymutalne/ w przód i wstecz.

Podczas określania współrzędnych sposobem wcięć wykonuje się pomiar kątów poziomych lub azymutów topograficznych, których dokładność w zasadzie nie zależy od ukształtowania terenu. Zaletą tego sposobu określania współrzędnych jest mała ilość prac pomiarowych wykonywanych w terenie. Wadą natomiast jest to, że musi istnieć wzajemna widoczność między punktem dowiązywanym a punktami wyjściowymi. W terenie górskim, który w zdecydowanej większości jest terenem silnie zalesionym, nie można będzie uzyskać tej widoczności. Dla stworzenia warunków wykonywania dowiązania stanowisk startowych sposobem wcięć punkty specjalnej sieci geodezyjnej powinny być rozmieszczone na dominujących wzniesieniach i zabudowywane specjalnymi sygnałami lub wieżami triangulacyjnymi. Założenie takiej sieci w czasie trwania operacji armijnej wykracza poza możliwości grupy topogeodezyjnej. Gdyby nawet udało się ją założyć w tym czasie to w warunkach ograniczonej widoczności będzie ona bezużyteczna, bowiem w tych warunkach podstawowym sposobem określania współrzędnych może być ciąg poligonowy. Dlatego punkty specjalnej sieci geodezyjnej powinny być, zdaniem autora, zakładane na drogach lub w ich pobliżu. Ułatwi to wykonywanie ciągów poligonowych, które w terenie górskim, bez względu na warunki obserwacji, będą podstawowym sposobem dowiązania.

Określenie współrzędnych sposobem ciągu poligonowego wymaga pomiaru kątów poziomych i pionowych oraz odległości. Kąty pionowe wykorzystuje się w tym wypadku do redukcji zmierzonych odległości do poziomu odniesienia oraz do określania wysokości

stanowisk startowych. Tak więc ciągi poligonowe wykonywane w terenie górskim, w odróżnieniu od ciągów wykonywanych w terenie równinnym, wymagają pomiaru podwójnej ilości kątów.

Pomiary liniowe wykonywane w terenie górskim posiadają wiele cech specyficznych, do których należy zaliczyć:

- obliczanie i wprowadzanie poprawek ze względu na nachylenie mierzonej linii w stosunku do poziomu;
- konieczność omijania naturalnych przeszkód terenowych, np. jarów, rynien, strumyków, rzek, urwisk, itp.;
- trudności w poruszaniu się, a szczególnie w warunkach nocnych oraz w niekorzystnych warunkach atmosferycznych.

Pomiar odległości wykonywany jest przy pomocy stalowej taśmy mierniczej oraz dalmierza DDI /nasadki dalmierczej zakładanej na teodolit TT-3/.

Pomiar odległości przy użyciu taśmy mierniczej jest jednym z dokładniejszych sposobów pomiaru. Wymaga jednak przygotowania danego odcinka do pomiaru, tj. trasowania, niwelacji, stabilizacji punktów, itp. czego, ze względu na wymagania czasowe drużyny topogeodezyjne nie wykonują. Pomiar wykonywany jest przez odkładanie taśmy bezpośrednio na powierzchni ziemi. W związku z tym na dokładność pomiaru wywierają wpływ następujące czynniki:

- nachylenie i falistość terenu /małe, lokalne nierówności/
- przeszkody terenowe w postaci jarów, rynien, strumyków i rzek oraz ich dolin głęboko wciętych w otaczający teren;
- układanie taśmy nie w linii spowodowane nierównościami terenu;
- inne /związanie taśmy, wbijanie szpilek, odczyt, itp./.

Wpływ poszczególnych czynników na końcowy wynik pomiaru jest różny i zależy od charakteru terenu, tj. od kąta nachylenia zboczy, ilości przeszkód terenowych, a także od pory dnia i warunków atmosferycznych. Większość z wyżej wymienionych czynników ma charakter przypadkowy; jedynie nachylenie zboczy jest czynnikiem o charakterze systematycznym. Wpływ jego na dokładność pomiaru odległości taśmą można zmniejszyć poprzez wprowadzenie odpowiedniej poprawki /tabela 14/ obliczonej na podstawie wzoru:

$$m_d = 2 \cdot d \cdot \sin^2 \frac{\alpha}{2}$$

w którym: d - długość zmierzonego odcinka;

$\alpha$  - kąt spadu terenu wzdłuż zmierzonego odcinka.

Tabela 14

Tabela poprawek na nachylenie linii celowej podczas pomiaru dalmierzem DDI z kąta w położeniu poziomym oraz podczas pomiaru taśmą mierniczą

$\alpha^\circ$ \ d /m/	50	100	200	300	400	500	1000
	Poprawka w metrach						
10	1	2	3	4	6	8	15
15	2	3	7	10	14	17	34
20	3	6	12	18	24	30	60
25	5	9	19	28	37	47	94
30	7	13	27	40	54	67	134
35	9	18	36	45	72	90	180

Z tabeli 14 wynika, że podczas wykonywania pomiaru odległości w terenie górskim o nachyleniu zboczy wynoszącym  $10^\circ$  błąd wynikający z nieuwzględnienia nachylenia, wynosi 15 m na odcinku 1 km, co stanowi powyżej 1/3 dopuszczalnego błędu średniego dowiązania stanowiska startowego /dopuszczalna wartość 40 m/.

Zachodzi więc konieczność wprowadzania poprawek na każdym punkcie ciągu co wydłuża czas jego wykonania. Niezależnie od tego nachylenie terenu utrudnia taśmowym poruszanie się i zmniejsza tempo ich pracy. Przeszkody terenowe, np. jary wąwozy, strumyki itp. utrudniają pomiar, a czasem uniemożliwiają go, zmuszają do szukania obejść. W wyniku tego zwiększa się długość ciągu a tym samym wydłuża się czas pracy i w porównaniu z czasem pracy w terenie równinnym jest on 2 - 3 razy dłuższy<sup>1</sup>. Z tych względów pomiar odległości przy użyciu taśmy mierniczej zdaniem autora, należy uznać za niewskazany.

Pomiar odległości dalmierzem DDI może być wykonywany, tak w dzień jak również w nocy, w przedziale 50 - 800 m. Zaletą tego sposobu pomiaru odległości jest możliwość zmierzenia odcinka w sposób pośredni przez przeszkody naturalne pod warunkiem, że z punktu początkowego widoczny jest punkt końcowy, na którym ustawia się łatę pomiarową. Wadą natomiast jest długi czas pomiaru. Podczas wykonywania ciągu poligonowego przy użyciu tego dalmierza czas pomiaru na każdym punkcie wyniesie<sup>2</sup>:

- przygotowanie przyrządu do pracy	4 - 5 minut;
- pomiar kąta poziomego	3 - 5 -"-
- pomiar kąta pionowego	3 - 4 -"-
- pomiar odległości /kąta paralaktycznego/	2 - 6 -"-
Razem	12 - 20 minut.

Biorąc pod uwagę, że czas określenia współrzędnych stanowiska startowego nie powinien przekraczać 9 minut, dalmierz ten nie może mieć zastosowania do pomiaru odległości podczas wykonywania dowiązania pobieżnego.

1/ Omówienie ćwiczenia "Pantera 77" 0186/4/SOW.

2/ Czas pracy autor zestawiał w oparciu o zbiór norm Art.617/78.

## 1.2. Wpływ terenów górskich na określanie współrzędnych przy użyciu autotopografu

Określanie współrzędnych przy użyciu autotopografu polega na rozwiązaniu zadania geodezyjnego zwykłego /zadanie geodezyjne w prost/ na podstawie wprowadzonych do przelicznika współrzędnych danych o przebytej nim drodze i azymucie topograficznym kierunku jazdy /azymucie topograficznym podłużnej osi pojazdu/. Zadanie to rozwiązywane jest, w sposób mechaniczny, w układzie współrzędnych prostokątnych płaskich, a jazda odbywa się po fizycznej powierzchni Ziemi. Dlatego dokładność określanych współrzędnych w decydującej mierze zależy od dokładności pomiaru drogi i dokładności wyznaczenia azymutu osi podłużnej autotopografu.

Droga, po której jedzie autotopograf z mechanicznym przekładnikiem drogi, mierzona jest za pomocą kół przednich samochodu; jest więc funkcją promienia kół. Promień ten może z różnych względów ulec zmianie w wyniku czego zmierzona droga będzie obciążona pewnym błędem. Niezależnie od tego zmierzona droga obciążona jest błędem wynikającym z nachylenia terenu oraz nierówności, po których toczą się koła pojazdu. W terenie górskim, w którym nachylenie zboczy jest różnorodne /rozdział II/ błąd pomiaru drogi może być znaczny. W celu zmniejszenia tego błędu zastosowano w autotopografach urządzenie korekcyjne. Wprowadzenie poprawki do mierzonej odległości odbywa się w sposób mechaniczny po nastawieniu na skali urządzenia korekcyjnego odpowiedniej wartości współczynnika korekcji  $K$ . Wartość tego współczynnika, zależna od kąta spadu terenu a także od

nawierzchni drogi, po której odbywa się jazda, określana jest zawczasu w terenie gdzie będzie wykonywane dowiązywanie lub w terenie o podobnych właściwościach. Podczas określania współrzędnych stanowisk startowych zajmowanych z marszu wartość współczynnika korekcji określa się na podstawie kąta spadu terenu ocenianego na oko lub na podstawie mapy. Kąt ten określany jest z dokładnością około  $2^{\circ}$  w terenie o kącie spadu do  $10^{\circ}$  i około  $3 - 4^{\circ}$  w terenie o kącie spadu  $15 - 20^{\circ}$ . Dlatego, mimo wprowadzenia współczynnika korekcji drogi do urządzenia korekcyjnego, zmierzona droga obciążona jest dość dużym błędem wynikającym z błędnej oceny kąta spadu terenu. Wartość teoretyczną tego błędu<sup>2</sup> przedstawia tabela 15.

Tabela 15

Błąd pomiaru drogi autotopografem

Kąt spadu terenu /o/	Błąd oceny kąta spadu terenu /o/	Długość drogi marszu w km			
		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

Wartość błędu podana wyżej nie obejmuje wartości błędów wynikających z lokalnych nierówności, zmiany promienia kół, rodzaju nawierzchni drogi itp. Faktyczna wartość błędu pomiaru drogi autotopografem jest więc większa /tabela 19/.

1/ Praca magisterska autora rozprawy wykonana w WAT pod kierownictwem naukowym ppłk. mgr. inż. Eugeniusza Pocięchy.  
2/ Tamże.

Dokładność wyznaczenia azymutu podłużnej osi autotopografu zależy od dokładności zorientowania autotopografu na punkcie początkowym /tabela 16/ oraz od wielkości dewiacji osi głównej giroskopu /odejścia osi giroskopu od położenia wyjściowego/.

Tabela 16

Błąd średni zorientowania autotopografu

Sposób określenia azymutu topograficznego na punkt orientacyjny lub na kątomierz autotopografu.	Błąd średni określenia azymutu /tys./	Błąd średni kątomierza /tys./	Błąd średni zorientowania autotopografu /tys./
Sposobem geodezyjnym /ciągami o czterech kątach/:			
- za pomocą teodolitu	0,2		2,0
- za pomocą kątomierza-busoli	0,9		2,2
Za pomocą girokompasu:			
- 1G9 na podstawie 2 punktów nawrotu	0,1		2,0
- 1G17 - jak wyżej	0,1		2,0
Z obserwacji astronomicznych:			
- za pomocą teodolitu	0,4		2,0
- za pomocą kątomierza-busoli	1,5	2,0	2,5
Ustaleniem na ciało niebieskie:			
- za pomocą teodolitu	0,6		2,1
- za pomocą kątomierza-busoli	3,0		3,6
Sposobem magnetycznym przy użyciu kątomierza-busoli	6,0		6,4

Wielkość dewiacji w poszczególnych autotopografach jest różna /tabela 17/ i zależy od wielu czynników, a m.in. od dokładności wyregulowania aparatury<sup>1</sup>. Średnia jej wartość według danych konstrukcyjnych<sup>2</sup> wynosi około  $\pm 0-17$  w ciągu jednej godziny pracy aparatury, tj  $\pm 0-01$  w czasie czterech minut. W terenie górskim,

1/ Ppkk mgr inż. E. Pocięcha, kpt mgr inż. W. Michalski. Możliwości zwiększenia dokładności współrzędnych punktów wyznaczonych autotopografem. Przegląd Wojsk Lądowych nr 5, 1979 r.  
2/ Artyleryjski giroskop kierunku GAK - opis techniczny.

ze względu na ograniczoną prędkość jazdy, wydłuża się czas do-  
 wiązywania a tym samym wzrasta wielkość dewiacji. Przyjmując  
 średnią prędkość marszu autotopografu /znajdującego się w ko-  
 lumnie pododdziału/ 15 km/godz. czas przejazdu odległości mię-  
 dzy sąsiednimi punktami specjalnej sieci geodezyjnej /5 - 7 km/  
 wyniesie około 0,5 godz. a dewiacja  $\pm 0-08$ . Aby błędu azymutu  
 spowodowanego dewiacją nie zwiększać błędem orientowania auto-  
 topografu na punkcie początkowym należy stosować takie sposoby  
 orientowania, w których błąd  $\ll 0,3/\pm 0-08/$ , czyli  $\pm 0-02,4$ . Zgod-  
 nie z tabelą 16 warunku tego nie spełnia orientowanie magnetycz-  
 ne, przy użyciu kątomierza-busoli.

Tabela 17

Dewiacja osi giroskopu wyznaczona z 10 przejazdów  
 /czas każdego przejazdu 30 minut/

Nr autoto- pografu	7206 0090	7206 0060	1005 029S	7209 010S	7206 025S	Wartość średnia
Wartość dewia- cji						
Wartość średnia z 10 przejazdów	9,0	3,8	2,3	3,5	0,7	5,0

Niezależnie od obłądów pomiaru drogi i wyznaczania azymutu  
 osi podłużnej autotopografu omówionych wyżej określanie współ-  
 rzędnych w terenie górskim ma wiele cech specyficznych do któ-  
 rych można zaliczyć:

- konieczność ciągłego określania kąta spadku terenu /drogi  
 marszu/ i wprowadzania poprawek do współczynnika korekcji  
 /tabela 16/;
- niska prędkość jazdy autotopografem wynikająca z konieczności  
 zachowania ostrożności, szczególnie na drogach polnych;
- ograniczona ilość dróg, ich krętość oraz ograniczone możli-

wości poruszenia się poza drogami ulepszonymi, utrudniające wybór optymalnej trasy marszu.

Tabela 18

Tabela poprawek do współczynnika korekcji drogi

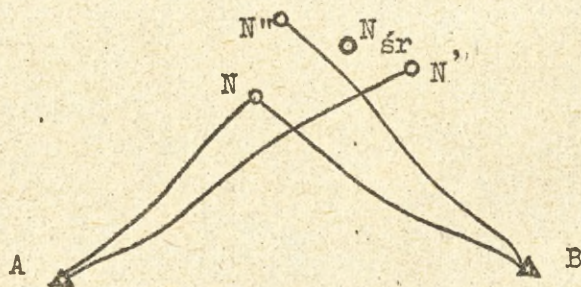
Kąt spadku terenu w stopniach	5	7	10	12	15	20	25
Poprawka współczynnika korekcji w %	0,13	0,5	1,2	1,9	3,1	5,7	9,1

Konieczność wprowadzania poprawek do współczynnika korekcji drogi wynika z tabeli 14, bowiem nieuwzględnienie kąta spadku terenu wynoszącego, np.  $20^{\circ}$  spowoduje błąd 60 m na odcinku 1 km. Jednak określanie kąta spadku terenu wzdłuż całej trasy marszu jest bardzo pracochłonne<sup>1</sup> i jeżeli nie jest wykonane wcześniej to spowoduje znaczne wydłużenie czasu pracy obsługi autotopografa.

Ograniczona ilość dróg w terenie górskim, ich układ i krętość ograniczają możliwość dowiązania stanowiska startowego sposobem wzięcia poligonowego<sup>2</sup> i zwiększenia w ten sposób dokładności wyznaczenia współrzędnych. Zachodzi konieczność dowiązania stanowiska startowego od punktów wyjściowych położonych dowolnie względem punktu dowiązywanego i w związku z tym wymagania instrukcji startowej<sup>3</sup> dotyczące wyboru punktów wyjściowych i sposobu dowiązania nie zawsze mogą być spełnione.

- 1/ Czas określenia kąta spadku terenu /na podstawie mapy/ na odcinku drogi przechodzącej przez 3 - 4 działki wodne oraz kąta spadku najbardziej stromego zbocza wynosi 3 - 8 minut - Zbiór norm szkolenia bojowego wojsk rakietowych Art.604.
- 2/ Ppłk mgr inż. Robert Gałazyn. Zwiększenie dokładności określenia współrzędnych punktu za pomocą autotopografa - Przegląd Wojsk Lądowych nr 12 1973 r. s. 140.
- 3/ Instrukcja startowa - Praca baterii startowej i plutonu obsługi technicznej - Zestaw 9K72. Aryt.567/75 s. 38.

Ma to szczególne znaczenie podczas dowiązania stanowisk startowych pododdziałków rozwiniętych z marszu, bowiem czas wykonania startu rakiet wymaga natychmiastowego dostarczenia współrzędnych i nie ma możliwości zastosowania dokładnych sposobów dowiązania. Dowiązanie stanowisk startowych w tym wypadku należy wykonywać dwoma autotopografami<sup>1</sup> i zwiększyć w ten sposób dokładność wyznaczanych współrzędnych /uśredniając wyniki otrzymane z dwóch autotopografów/. Ten sposób udokładniania współrzędnych, niestety, nie eliminuje błędów systematycznych wynikających z dewiacji osi głównej giroskopu oraz błędów pomiaru drogi /rys. 9/.



Rys. 9. Błąd systematyczny współrzędnych punktu N

W wyniku błędu pomiaru drogi i błędu dewiacji punkt dowiązany ciągiem AN znajdzie się w punkcie N' natomiast dowiązany ciągiem BN w punkcie N''. Wartość średnia współrzędnych punktów N' i N'' nie pokrywa się z wartością współrzędnych punktu N /załącznik 1/2.

- 
- 1/ Instrukcja startowa Art. 567/75 s.39.
  - 2/ Dokładność współrzędnych punktu N wyznaczonych autotopografem wynoszącą około  $\pm 10$  m uzyskał autor rozprawy podczas wykonywania pomiarów doświadczalnych w terenie podgórnym /w rejonie Iwówka Śląskiego/ w ramach pracy magisterskiej opracowanej pod kierownictwem naukowym ppłk.inż. inż. Eugeniusza Pocięchy w Katedrze Geodezji i Fotogrametrii WAT. Wynik ten uzyskano na podstawie 10 przejazdów i po wyrównaniu obserwacji. Dlatego sposoby dowiązania tam podane, nie mogą być stosowane do dowiązania stan.start.

Uogólniając właściwości dowiązania stanowisk startowych przy użyciu autotopografów należy stwierdzić, że dokładność wyznaczenia współrzędnych na podstawie jednego przejazdu w terenie górskim jest bardzo niska /tabela 19/!

Tabela 19

Błędy średnie określenia współrzędnych autotopografem

Długość ciągu w km	Błąd średni w metrach		
	W terenie równinnym	W terenie falistym	W terenie górskim /kąt spadku terenu 10 - 13°/
do 3	±15	± 22	± 100
do 5	± 22	± 30	± 230
do 7	± 30	± 45	± 370

Wniosek: W terenie górskim o kącie spadku terenu powyżej 10° i długości ciągu do 3 km błąd średni współrzędnych wyznaczonych autotopografem jest sześciokrotnie większy od błędu średniego współrzędnych wyznaczonych w terenie równinnym, natomiast w ciągu o długości około 7 km aż dwunastokrotnie.

Ze względu na bardzo duży błąd współrzędnych wyznaczanych autotopografem nie ma potrzeby zakładania specjalnej sieci geodezyjnej stanowiącej dane wyjściowe do pracy autotopografów. Danymi wyjściowymi mogą być współrzędne punktów konturowych mapy w skali 1:25 000, bowiem spełniają one wymagania dokładnościowe i nie obniżą dokładności dowiązania.

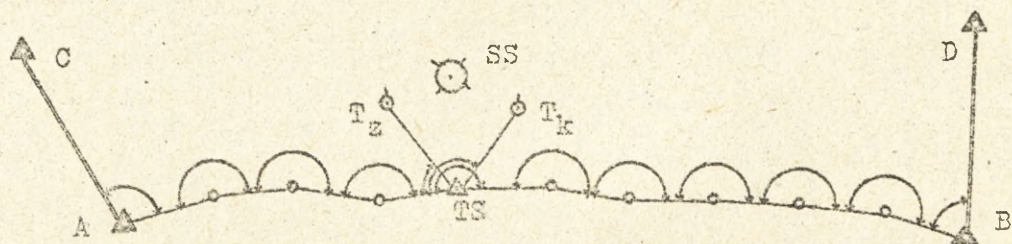
1/ Topogeodezyjczeskoe obespliczenie boja i operacii czesć II strona 155.

### 1.3. Wpływ terenów górskich na czas i dokładność określenia azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych

Azymuty topograficzne kierunków orientacyjnych do wycelowania rakiety w cel powinny być określone z dokładnością  $0,8' - 1,5'$  /tabela 3/. Dokładność tą w terenie równinnym uzyskuje się stosując orientowanie geodezyjne, giroskopowe oraz astronomiczne. W terenie górskim, ze względu na odchylenie pionu oraz nachylenie linii celowania, dokładność pomiaru kątów<sup>1</sup>, a tym samym dokładność określenia azymutów jest mniejsza. Zastanówmy się wobec tego w jakim stopniu teren górski obniży dokładność określenia azymutu każdym z wyżej wymienionych sposobów orientowania.

#### 1.3.1. Określanie azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych sposobem geodezyjnym

Podstawową metodą geodezyjnego sposobu określania azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych w terenie górskim jest ciąg kątowy pokazany na rysunku 10. Długość tego ciągu w rejonie stanowisk startowych, w którym istnieje specjalna sieć geodezyjna o gęstości 1 punkt na  $20 \text{ km}^2$  wynosi powyżej 5 km. Ze względu na urozmaiconą rzeźbę terenów górskich oraz



Rys. 10. Ciąg kątowy

1/ Topogeodezja w wojskach raketowych i artylerii cz. II  
Art. 614/77 s. 149.

krętość dróg poszczególne boki ciągu są krótkie, a w związku z tym duża ilość mierzonych kątów. W ciągu o długości, np. 6 km i średniej długości boków 300 m zajdzie konieczność zmierzenia 21 kątów. Tak duża ilość kątów obniży dokładność określonego azymutu. Największy błąd /po wyrównaniu ciągu/ występuje w punkcie środkowym ciągu. Oblicza się go według wzoru:

$$m_{\alpha} = \pm m \sqrt{\frac{i/n - i/2}{n}}$$

w którym:  $m$  - błąd średni pomiaru kąta w terenie górskim /dla teodolitu TT-3 wynosi on 26"/,

$n$  - ilość punktów ciągu /w tym wypadku  $n = 21$ /,

$i$  - liczba porządkowa azymutu /dla azymutu w środkowej części ciągu  $i = 10 - 11$ /.

Po podstawieniu wartości podanych wyżej do wzoru na błąd średni azymutu otrzymamy:

$$m_{\alpha} = \pm 26'' \sqrt{\frac{10/21 - 10/21}{21}} = \pm 1''.$$

Wynika z tego, że mimo dużej ilości kątów oraz mniejszej dokładności pomiaru kątów orientowanie sposobem geodezyjnym, czyli ciągiem kątowym, zapewnia wymaganą dokładność określenia azymutu topograficznego kierunku orientacyjnego do wycelowania rakiety w cel.

Czas wykonania powyższego ciągu wyniesie:

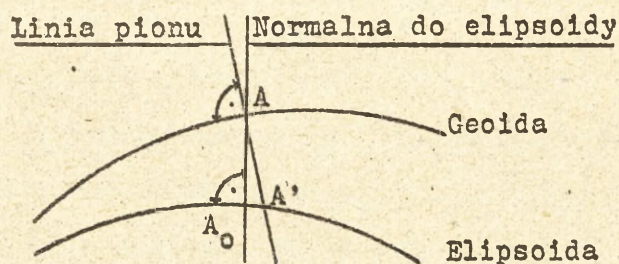
- pomiar kątów /21 kątów x /7 - 10/minut /zob. p.1.1/, tj około 3,5 godziny;

- przejście z punktu A do B i powrót na stanowisko startowe /około 9 km/ oraz czas rozpoznania punktów sieci geodezyjnej 2 godziny;

Ogólny czas określenia azymutu topograficznego kierunku orientacyjnego wynosi więc ponad 5 godzin. Z tego względu ciąg kątowny, jako jeden z podstawowych sposobów określania azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych, we współczesnych działaniach bojowych nie może być stosowany.

### 1.3.2. Określanie azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych sposobem giroskopowym i astronomicznym

Pomiary topogeodezyjne wykonywane są na fizycznej powierzchni Ziemi, która różni się od elipsoidy obrotowej stanowiącej podstawę obliczeń geodezyjnych. Kierunek pionu związany z lokalnym ugrupowaniem mas Ziemi ma przebieg nieregularny, natomiast kierunek normalnych do powierzchni elipsoidy obrotowej mają przebieg regularny i wobec tego kierunki te nie pokrywają się /rys. 11/, tworząc kąt zwany odchyleniem pionu.



Rys. 11. Odchylenie pionu

Przyrządy optyczne /teodolit, giroskopas/ podczas przygotowania do pracy ustawiane są w położeniu pionowym, przy pomocy libeli zgodnie z linią pionu, tj. linią A'A zamiast AA<sub>0</sub>. Inaczej mówiąc przyrząd /teodolit, giroskopas/, którym określa się azymut topograficzny kierunku orientacyjnego jest ustawiony z błędem równym odchyleniu pionu /nie licząc błędu libeli/.

Niezależnie od tego na dokładność orientowania sposobem giroskopowym i astronomicznym wywiera wpływ wzniesienie stanowiska startowego nad powierzchnię odniesienia /nad poziom morza/. Biorąc pod uwagę, że starty rakiet /zestawu rakietyowego R-200/ mogą być wykonywane ze stanowisk startowych znajdujących się na wysokości do 1500 m n.p.m. i wartość błędu spowodowana wzniesieniem stanowiska nie przekracza 1" wpływ jego na dokładność orientowania giroskopowego i astronomicznego można pominąć. Również wpływ odchylenia pionu /poprawkę Laplace'a/ na dokładność orientowania tymi sposobami można pominąć, bowiem jej wartość jest mniejsza od dokładności libeli, tak teodolitu TT-3 jak i girokompasów 1G9 i 1G17. Można wobec tego przyjąć, że dokładność i czas orientowania giroskopowego oraz astronomicznego nie zależą od ukształtowania terenu, czyli od jego rzeźby. Również obydwa sposoby orientowania nie są zależne od sieci geodezyjnej i umożliwiają określenie azymutu dowolnego kierunku w każdym punkcie powierzchni ziemi /sposobem giroskopowym w szerokościach geograficznych  $\pm 70^\circ$ , tak w dzień jak również w nocy. Z tych względów obydwa sposoby orientowania powinny, zdaniem autora, stanowić podstawowy sposób określenia azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych.

## 2. Wpływ warunków atmosferycznych na prace topogeodezyjne

### 2.1. Wpływ warunków atmosferycznych na określanie współrzędnych przy użyciu przyrządów kątomierzowych i dalmierzowych

Topogeodezyjne prace pomiarowe wykonywane przy użyciu przyrządów optycznych wymagają dobrych warunków obserwacji.

Czynnikami, które utrudniają obserwacje i pomiary przyrządami optycznymi są: mgły i zachmurzenia, opady oraz wiatry.

Mgły i zachmurzenia są typowym zjawiskiem w górach. Ze szczególną intensywnością występują w jesieni i w zimie, a w przebiegu dobowym - od drugiej połowy nocy do godzin przedpołudniowych<sup>1</sup>. Ilość dni zamglonych na omawianym kierunku dochodzi do 100 w ciągu roku /tabela 11/. Ich występowanie może w poważnym stopniu utrudnić dowiązanie topogeodezyjne, bowiem uniemożliwia określenie współrzędnych sposobem wcięć, tj. sposobem najbardziej efektywnym, i zmusza do stosowania ciągów poligonowych o bardzo krótkich bokach /o długości 50 - 100 m/. Czasokreślenia współrzędnych stanowiska startowego ciągiem o długości, np. 6 km wyniesie:

- |   |                |
|---|----------------|
| - pomiar kątów /60 kątów x/12 - 20 minut/     | 12 - 20 godz.; |
| - rozpoznanie punktów wyjściowych i przemarsz | 2 godz.        |
| Razem   | 14 - 22 godz.  |

Niezależnie od mgieł prace pomiarowe utrudniają również zachmurzenia. Nisko zalegające chmury w górach zasłaniają wierzchołki wzgórz, na których mogą być punkty sieci geodezyjnej i w ten sposób uniemożliwiają określanie współrzędnych stanowisk startowych sposobem wcięć.

Opady w terenach górskich są obfite i wynoszą przeciętnie 70 - 120, a nawet 70 - 170 cm w ciągu roku /tabela 11/. Ich maksimum przypada w miesiącu lipcu i styczniu. Opady utrudniają obserwacje oraz poruszanie się po bezdrożach i drogach pol-

---

1/ Płk mgr Józef Sławiński Wpływ warunków klimatycznych na możliwości działania wojsk na zachodnim TDW nr bibl.Pf 338  
2/ Czas pomiaru kątów i odległości na każdym punkcie ciągu przy użyciu zestawu dalmierczego DDI wynosi 12 - 20 minut. Czas ten autor zestawil w oparciu o zbiór norm Art.617/78.

nych. Biorąc pod uwagę, że pomiar odległości często wykonuje się na przełaj, opady atmosferyczne tak latem, jak i zimą mogą w poważnym stopniu utrudnić prace topogeodezyjne oraz obniżyć ich tempo.

Opady deszczu powodują nagły przybór wód w strumykach oraz rzekach górskich<sup>1</sup> /tabela 13/. Utrudni to przejście na przełaj, zmusi do wykonywania obejść i tym samym zwiększy ilość pomiarów topogeodezyjnych.

Wiatry są częstym zjawiskiem w górach. Silne i porywiste wiatry wiejące z prędkością powyżej 15 m/sek utrudniają pomiar kątów i odległości przy użyciu przyrządów optycznych.

Ogólnie rzecz biorąc, niekorzystne warunki atmosferyczne w terenie górskim mogą nie tylko utrudnić określenie współrzędnych stanowisk startowych przy użyciu przyrządów optycznych ale mogą je również uniemożliwić.

## 2.2. Wpływ warunków atmosferycznych na określanie współrzędnych przy użyciu autotopografu

Do czynników atmosferycznych wywierających wpływ na czas oraz dokładność określenia współrzędnych stanowisk startowych przy użyciu autotopografu należą opady deszczu i śniegu.<sup>2</sup>

W okresie długotrwałych deszczów drogi polne są rozmiękłe, co powoduje ślizganie się kół samochodu. Wymaga to włączenia napędu przedniego, a tym samym wyłączenia drogomierza.<sup>3</sup> Podobna

1/ A.A. Greczko - Przez Karpaty s. 44 - 45 oraz 241.

2/ Płk A.P. Graczev - Primenienie rakietych czestiei i artillerii w lesisto-bołotistoi i gornoi miestnosti. Wojennaja Artilleriiskaja Akadamijs. Leningrad 1963.

3/ Praca magisterska autora rozprawy oraz instrukcja Usbr1414/73

sytuacja występuje zimą na drogach oblodzonych i zaśnieżonych. Biorąc pod uwagę, że czas trwania pokrywy śnieżnej na omawianym kierunku wynosi około 140 dni w roku /tabela 12 / należy stwierdzić, że w okresie zimowym mogą wystąpić poważne trudności w poruszaniu się po drogach polnych i bezdrożach, a tym samym w określaniu współrzędnych stanowisk startowych. Jazda autotopografem będzie mogła odbywać się tylko po drogach odśnieżonych, natomiast na nieodśnieżonych przy grubości pokrywy śnieżnej powyżej 35 cm, ruch będzie niemożliwy<sup>1</sup>. Potwierdziły to między innymi ćwiczenia prowadzone z 32 i 18 brygadą artylerii oraz pomiary doświadczalne wykonywane w rejonie Lwówka Śląskiego przez autora rozprawy<sup>2</sup>.

Wpływ pozostałych czynników atmosferycznych /mgieł, zachmurzenia, temperatury, itp./ na określenie współrzędnych autotopografem jest znikomy. Również warunki obserwacji /noc, mgły / poza ograniczeniem prędkości jazdy, nie wywierają większego wpływu na wykonanie dowiązania taopogeodezyjnego. Z punktu widzenia potrzeb brygady artylerii w zakresie dowiązania stanowisk startowych ma to bardzo duże znaczenie, bowiem uniezależnia działanie pododdziałów rakiet od niekorzystnych warunków atmosferycznych.

---

1/ Terenoznawstwo Szt. Gen. 356/65 s. 348.

2/ W ćwiczeniach prowadzonych w okresie zimowym z 32 i 18 brygadą artylerii, ze względu na dużą pokrywę śnieżną, zachodziła konieczność holowania autotopografów za wyrzutnią:

Podczas wykonywania pomiarów doświadczalnych w ramach przygotowywania materiałów do pracy magisterskiej zarysowały się trudności w przejeździe przez drogi polne. W większości wypadków były one zawiane śniegiem, co zmuszało do szukania obejść na przełaj i stwarzało niebezpieczeństwo przewrócenia pojazdu.

### 2.3. Wpływ warunków atmosferycznych na określanie azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych

Określanie azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych, podobnie jak określanie współrzędnych stanowisk startowych przy użyciu przyrządów optycznych, uzależnione jest od takich czynników jak: opady, mgły i zachmurzenia oraz wiatry.

Największy wpływ wywierają wyżej wymienione czynniki na orientowanie sposobem geodezyjnym, tj. sposobem ciągu kątowego. Ze względu na ograniczoną widoczność boki ciągu są bardzo krótkie i wynoszą średnio 50 - 100 m. Określenie azymutu topograficznego kierunku orientacyjnego ciągiem kątowym pokazanym na rysunku 10 /o długości około 6 km/ wymagać będzie pomiaru 60 kątów /przyjmując średnią długość boków równą 100 m/; zajmie to około 10 godzin, nie licząc czasu przemarszu z punktu początkowego A do końcowego B i powrotu na stanowisko startowe. Z tego względu orientowanie sposobem geodezyjnym w niekorzystnych warunkach atmosferycznych, zdaniem autora, należy uznać za nie realne.

Mgły i zachmurzenia uniemożliwiają określanie azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych sposobem astronomicznym. Przy częściowym zachmurzeniu określenie azymutu z obserwacji astronomicznych może być wykonywane, jednak czas pracy wydłuża się ze względu na konieczność oczekiwania momentu wyjścia Słońca /gwiazdy/ z za chmur.

Warunki atmosferyczne nie wywierają większego wpływu na możliwości określenia azymutów przy użyciu girokompasów. Przyrządy te umożliwiają określanie azymutów podczas opadów deszczu i śniegu, w czasie mgieł, podczas wiatru wiejącego z prz-

dkością do 15 m/sek., w temperaturze od - 40 do + 50 °C oraz w warunkach ograniczonej widoczności. Z punktu widzenia potrzeb brygady, w zakresie określania azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych, jest to największą zaletą orientowania giroskopowego, bowiem umożliwia wycelowanie rakiety w cel w dowolnych warunkach obserwacji.

### 3. Wpływ pokrycia terenu oraz warunków geologicznych na prace topogeodezyjne

Niezależnie od ukształtowania terenu i warunków atmosferycznych, omówionych w punktach 1 i 2, na prace topogeodezyjne mogą wywierać wpływ takie czynniki jak: pokrycie terenu, warunki geologiczne i związane z nimi anomalie magnetyczne.

#### 3.1. Wpływ pokrycia terenu

Teren górski pokryty lasami utrudnia obserwację i orientowanie się a tym samym topogeodezyjne prace pomiarowe. W terenie takim utrudnione jest określanie współrzędnych stanowisk startowych przy pomocy wcięć i zachodzi konieczność wykonywania ciągów poligonowych o krótkich bokach /zob. punkt 1.3.1/. Niezależnie od tego teren lesisty ogranicza widoczność; świt następuje później, a zmierzch wcześniej niż w terenie otwartym. Na prace pomiarowe pozostaje więc mniej czasu dziennego. Będą musiały być wykonywane przy użyciu oświetlenia co dodatkowo wydłuży czas pracy na każdym stanowisku ciągu poligonowego /kątownego/.

Pokrycie terenu, w odróżnieniu od ukształtowania, nie wywie-

ra ujemnego wpływu na określanie współrzędnych przy użyciu autotopografów. Z tego względu autotopografy, tam gdzie jest to możliwe, zdaniami autora, powinny stanowić podstawowy środek określania współrzędnych stanowisk startowych.

### 3.2. Wpływ warunków geologicznych

Budowa geologiczna gór jest z zasady bardzo urozmaicona. Skały oraz grunty występujące w górach mogą utrudnić przygotowanie stanowisk startowych oraz stabilizację punktów pod przyrządy optyczne.

Rozróżnia się trzy typy skał: magmowe, osadowe i metamorficzne /przeobrażeniowe/<sup>1</sup>. Na obszarze zachodniego TDW występują wszystkie z wyżej wymienionych skał<sup>2</sup>. Do często spotykanych skał magmowych należą bazalty i porfiry, skał osadowych - piaskowce, a skał metamorficznych - łupki. Do najczęściej spotykanych gruntów należą grunty gliniaste, gliniasto-piaszczyste oraz piaszczysto-gliniaste<sup>3</sup>. Grunty te nie stanowią przeszkody w poruszaniu się po bezdrożach, ponieważ przy charakterystycznym dla tego obszaru falistym i pociętym terenie, nie są zbyt narażone na podsiąkanie wód gruntowych. Rozmakanie tych gruntów następuje dopiero przy intensywnych opadach atmosferycznych, powodując trudności w poruszaniu się po bezdrożach.

---

1/ Malina Radlicz-Rutłowa - Geologia w zarysie P.Z.W.S.

2/ Opis wojskowo-geograficzny Centralnego Kierunku Strategicznego.

3/ Notatki o terenie zawarte na mapach topograficznych w skali 1 : 200 000.

W odróżnieniu od gruntów, skały występujące na obszarze omawianego kierunku mogą utrudnić pomiar odległości, poruszanie się w terenie, stabilizację punktów ciągu poligonowego /kątownego/ oraz stabilizację punktów pod przyrządy wycelowania rakiety. Ponadto skały mogą wywierać wpływ na pomiary magnetyczne<sup>1</sup>/zob. punkt 3.3./.

### 3.3. Wpływ anomalii magnetycznych

Pod wpływem zjawisk, jakie zachodzą w przestrzeni kosmicznej oraz przemian wewnętrznych, dokonujących się wewnątrz Ziemi, wszystkie elementy pola magnetycznego Ziemi ulegają nieustannym zmianom w zależności od miejsca i czasu obserwacji. Najważniejszymi są zmiany, wynikające ze struktury geologicznej Ziemi, zwane anomaliami.

Anomalie magnetyczne są to lokalne zaburzenia wywołujące mniej więcej stałe dla danego miejsca zniekształcenia elementów pola magnetycznego Ziemi<sup>1</sup>. Występowanie anomalii magnetycznych jest rezultatem nagromadzenia się skał krystalicznych /wybuchowych/ o charakterze zasadowym, przy czym składnikiem wywołującym efekt magnetyczny jest megnetyt. Do skał zasadowych należą te skały magmowe, które w swym składzie posiadają mniej niż 60% krzemionki, a więcej pierwiastków metalicznych. Skały te są ciemniejsze i cięższe. Spośród skał zasadowych na obszarze kraju występują: bazalty /na Dolnym Śląsku/, gabro /w okolicach Nowej Rudy i masywie

---

1/ D.S. Parasnis - Magnetyzmy - Bibl. Wiedzy Współcz. 1970 r.  
2/ Mapa geologiczna Polski w skali 1 : 1 000 000.

Sobótki/, diabazy /w Górach Świętokrzyskich i Niedźwiedziej Górze/ oraz melafiry /w okolicach Wałbrzycha, Regulicach i Alwerni/.

Na obszarze Republiki Federalnej Niemiec skały powyższe występują na Pogórzu Turyńsko-Frankońskim, Pogórzu Frankońskim oraz Pogórzu Heskim<sup>1</sup>.

Niezależnie od zmian elementów pola magnetycznego Ziemi spowodowanych występowaniem skał krystalicznych, mogą występować zmiany okresowe /dobowe, roczne i wiekowe/, chwilowe /o charakterze burz magnetycznych/ oraz sztuczne<sup>2</sup>.

Dla pomiarów busolowych szczególnie niebezpieczne są zmiany o charakterze burz magnetycznych, których amplituda w ciągu bardzo krótkiego czasu osiąga wartość kilkadziesiąt minut, oraz w niewielkim stopniu zmiany okresowe /dobowe/ o amplitudach do 5' w miesiącach zimowych i do 15' w miesiącach letnich. Ujemny wpływ zmian dobowych można usunąć /częściowo/ za pomocą odpowiednich poprawek<sup>3</sup>, a zmiany wiekowe nie mają znaczenia.

Zmiany chwilowe /burze magnetyczne/ zachodzą przede wszystkim w okresach, kiedy na Słońcu pojawiają się tzw. plamy słoneczne, połączające działanie wypromieniowanej energii. Amplitudy zmian deklinacji w ciągu bardzo krótkiego czasu dochodzą do kilkadziesiąt minut; można je ustalić na podstawie wykresów zmian elementów pola magnetycznego zarejestrowanych w obserwatoriach magnetycznych, natomiast nie można ich przewidzieć. Zmiany chwilowe występują na całej Ziemi

1/ Mapy topograficzne w skali 1:200 000 na obszar RFN oraz Geologische Übersichtskarte von Hessen 1:300 000.

2/ Walka geofizyczna i meteorologiczna wg poglądów zachodnich nr bibl. S/132 s.13.

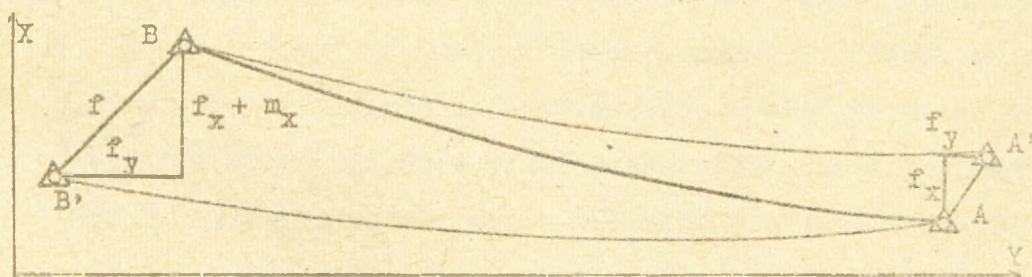
3/ Ppżk mgr inż. M. Żmuda Podwyższenie dokładności dowiązania

i ze względu na swój charakter oraz częstotliwość / kilka dni w miesiącu/ mogą spowodować obniżenie dokładności pomiarów busolowych przy użyciu kątomierza-busoli. Są one jednym z czynników powodujących ryzyko stosowania pomiarów busolowych do orientowania autotopografów oraz dział i przyrządów w pododdziałach artylerii. Drugim czynnikiem potęgującym to ryzyko, a szczególnie podczas pracy w terenie górskim, jest występowanie lokalnych anomalii magnetycznych spowodowanych istnieniem skał zasadowych. Anomalie te, ze względu na występowanie na małych obszarach, nie są uwidocznione na mapie deklinacji magnetycznej opracowanej w skali 1 : 1 000 000. Przykładem tego może być anomalia lokalna występująca wokół wzgórza Świątek /w rejonie Lwówka Śląskiego/.

Niezależnie od zmian okresowych i chwilowych omówionych wyżej mogą wystąpić zmiany wywołane sztucznie przez nieprzyjaciela<sup>1</sup>. Wywołanie sztucznego pola magnetycznego /elektromagnetycznego/, oprócz zakłócenia pracy środków łączności, może wywierać wpływ na pracę urządzeń nawigacyjnych, tj. autotopografów i girokompasów. Współczesne girokompasy zabezpieczone są przed oddziaływaniem zewnętrznego pola magnetycznego o natężeniu do 3 Oe /erstedów/, a mimo to istnieje pewne oddziaływanie pola elektromagnetycznego, np. linii wysokiego napięcia oraz elektrowni polowej. Z tych względów obowiązuje zakaz pracy girokompasami w pobliżu tych urządzeń. Biorąc jednak pod uwagę istniejące możliwości stosowania ekranów osłonowych, autor wyraża przekonanie, że sztuczne pole elektromagnetyczne nie będzie stanowiło przeszkody w wykorzystywaniu girokompasów do

1/ Walka geofizyczna i meteorologiczna /według poglądów zachodnich/ nr bibl. S/132 s. 13.

określania azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych. Będzie ono stanowiło przeszkodę w wykorzystywaniu kątomierza-busoli do określania azymutów magnetycznych wykorzystywanych podczas orientowania autotopografów na punkcie początkowym oraz podczas orientowania dział i przyrządów w kierunku zasadniczym /w pododdziałach artylerii/. O wpływie lokalnych anomalii magnetycznych na wskazania kątomierza-busoli świadczą wyniki pomiarów przedstawione w załączniku 2, wykonanych obok wzgórza Świątek. Z załącznika wynika, że błąd średni określenia współrzędnych punktu końcowego obliczony na podstawie pięciu przejazdów w kierunku "tam" jest o 20 m większy od błędu uzyskanego z przejazdów "powrót". Przyczyną błędu  $m_x$  z przejazdów "tam" /po wykluczeniu błędów autotopografu/ mógł być tylko błąd zorientowania na punkcie początkowym A. Szukając przyczyn błędnego zorientowania autotopografu autor stwierdził istnienie lokalnej anomalii magnetycznej spowodowanej budową geologiczną wzgórza /wzgórze zbudowane jest ze skały drobnokrystalicznej o zabarwieniu ciemnym, typowym dla gabbro i bazaltów/.



Rys. 11. Błąd  $m_x$  spowodowany lokalną anomalią magnetyczną

Właściwością obserwacji przedstawionych w załączniku 2 jest to, że uśrednienie wyników z przejazdu "tam" i przejazdu

"powrót" nie eliminuje błędów spowodowanych anomalią /rys.11/. Podobne oddziaływanie na igłę kątomierza -busoli może wywierać sztuczne pole magnetyczne.

Aby uniknąć błędów orientowania magnetycznego, spowodowanych anomaliami magnetycznymi w postaci burz magnetycznych, lokalnych anomali magnetycznych oraz sztucznych pól elektromagnetycznych pododdziały musiałyby posiadać przyrządy rejestrujące zmiany natężenia pola magnetycznego. Ponieważ z różnych względów jest to problem trudny do rozwiązania należałoby zrezygnować z pomiarów busolowych na korzyść orientowania astronomicznego i giroskopowego.

#### 4. Właściwości rekonesansu rejonu stanowisk startowych i dróg marszu brygady

Zakres zadań grupy rekonesansowej brygady /dywizjonu/ przedstawiony w rozdziale I /punkt 2/ jest stosunkowo duży. W terenie górskim zakres tych zadań wzrasta, bowiem niedostateczne rozpoznanie przedmiotów terenowych /dróg, mostów, osuwisk, zawałów, itp./ może wpłynąć na obniżenia tempa marszu brygady, lub całkowite zatrzymanie kolumny, która w takich wypadkach stanie się dogodnym celem dla przeciwnika. Niezależnie od tego ilość przedmiotów terenowych /naturalnych i sztucznych/ wymagających rozpoznania w terenie górskim jest większa niż w terenie równinnym. Konieczność szczegółowszego rozpoznawania przedmiotów terenowych /obiektów/ wynika również z działalności niszczącej wód. Zbocza dolin rzecznych

i strumieni, w wyniku niszczącej działalności wód obrywają się i stwarzają niebezpieczeństwo zniszczenia budowli wodnych i drogowych. Obliczenia wykazują, że przy szybkości prądu 0,9 m/s woda przenosi żwir wielkości grochu, a przy szybkości 1,7 m/s - otoczaki o wadze do 1,5 kg<sup>1</sup>. Informacji o niebezpieczeństwie zniszczenia budowli wodnych i drogowych trudno uzyskać z materiałów kartograficznych. Również innych informacji, np. możliwości przejazdu w zależności od warunków atmosferycznych, możliwości obrywów i osuwisk, zawałów skalnych i lawin śnieżnych nie można uzyskać z tych materiałów. Zachodzi konieczność bezpośredniego wglądu w teren celem rozpoznania dróg marszu i rejonów stanowisk startowych, które obejmuje z zasady rozpoznanie lasów, rzeźby terenu i dróg marszu.

#### 4.1. Rozpoznanie dróg marszu

Do najczęściej spotykanych dróg w terenie górskim należą drogi dolinowe i stokowe<sup>2</sup>.

Drogi dolinowe przebiegają w dolinach rzecznych i posiadają znaczną ilość obiektów mostowych na dolinach bocznych dopływów. Ponieważ drogi dolinowe przecinają wszystkie doliny boczne w najszerszym miejscu, bo przy włączeniu się potoków do rzeki, obiekty mostowe w takich przypadkach są duże. Natomiast drogi stokowe przebiegają na stokach i łączą wododział z doliną, omijają naturalne przeszkody i w związku z tym pną się serpentynami /zwłaszcza w przełęczach/.

1/ M. Klimaszewski Geomorfologia ogólna P.W.N. 1963.

2/ E. Buszma, J. Domaradzki, S. Rolla - Budowa i utrzymanie dróg oraz mapy topograficzne obszaru R.F.N. w skali 1:200000

Rozpoznanie dróg przez grupę rekonesansową ma na celu ustalenie ich charakterystyki, tj. szerokości, nawierzchni, poboczy, skrzyżowań, nachylenia zjazdów i podjazdów oraz naturalnych przeszkód i możliwości ich przekroczenia. W terenie górskim szczególnej wagi nabiera ustalenie charakterystyki i stanu wiaduktów i mostów /szczególnie wzdłuż dróg dolinowych/, zjazdów z drogi i objazdów odcinków uszkodzonych. Ze względu na częste zmiany warunków atmosferycznych dodatkowym zadaniem grupy rekonesansowej będzie: ustalenie: zmian dotyczących przejazdu w zależności od pogody, przejezdności dróg w okresie opadów, obrywów i osuwisk skalnych oraz lawin śnieżnych.

#### 4.2. Rozpoznanie lasów

Rozpoznanie lasów w terenie górskim w zasadzie nie różni się od rozpoznania w terenie równinnym. Winno ono dostarczyć takich informacji jak: gęstość lasu i jego dostępność dla pododdziałów brygady, występowanie dróg i możliwości ich wykorzystania do manewru w rejonie stanowisk startowych, występowanie przesiek i polan nadających się do urządzenia stanowisk startowych oraz warunki przejezdności i możliwość szybkiego wyprowadzenia wojsk w wypadku pożaru. Ponadto grupa rekonesansowa powinna ustalić warunki maskowania oraz zakres prac inżynierskich związanych z przygotowaniem stanowisk startowych oraz dróg manewru.

Wykonywanie powyższych zadań przez grupę rekonesansową jest utrudnione ze względu na ukształtowanie terenu i ograniczoną prędkość poruszania się.

### 4.3. Rozpoznanie rzeźby terenu

Urozmaicona rzeźba terenów górskich, duża ilość głęboko wciętych dolin rzecznych /rozdział II/, które stanowią naturalne przeszkody terenowe utrudniające manewr, stwarzają konieczność szczegółowego rozpoznania rejonów stanowisk startowych. Na mapach topograficznych rzeźbę terenów górskich przedstawia się w formie uogólnionej. Trudno więc na ich podstawie dokładnie ocenić rzeźbę terenu w tym szerokość i głębokość wąwozów, dolin, wypłuczysk, jarów, itp. Z tych względów do zadań grupy rekonesansowej, oprócz ogólnej charakterystyki terenu, należy określić stromość zboczy, możliwości budowy dróg manewru, możliwości wykorzystania tarasów do urządzenia stanowisk startowych, budowę geologiczną i występowanie anomalii magnetycznych oraz istnienie dolin, wąwozów, jarów, parowów i rynien które mogą być wykorzystane jako naturalne ukrycie siły żywej i środków technicznych brygady oraz jako miejsca startu rakiet.

### 5. Wnioski

1. Czas określenia współrzędnych stanowisk startowych przy użyciu zestawu dalmierczego DDI jest praktycznie trzy razy dłuższy od czasu normatywnego. Używane obecnie przez brygadę przyrządy kątomiercze i dalmiercze są mało efektywne a pomiary wykonywane nimi uzależnione są od warunków obserwacji. Z punktu widzenia potrzeb współczesnych operacji nie zapewniają warunków szybkiego określenia współrzędnych stanowisk

startowych w dowolnych warunkach atmosferycznych oraz w warunkach ograniczonej widoczności.

2. Współrzędne określone autotopografem w terenie górskim o kącie spadu  $10 + 13^{\circ}$  /tabela 19/ obarczone są błędem kilkudziesiąt razy większym od błędu danych wyjściowych, którymi są współrzędne punktów specjalnej sieci geodezyjnej. Dlatego nie ma uzasadnionej potrzeby zakładania specjalnej sieci geodezyjnej dla stwarzania warunków dowiązania przy użyciu autotopografów. Danymi wyjściowymi mogą być punkty konturowe mapy w skali 1:25 000 oraz mapy specjalnej w skali 1:100 000 z nadrukiem współrzędnych punktów konturowych. Dla zwiększenia dokładności współrzędnych wyznaczanych autotopografami należy stosować krótkie ciągi oraz odpowiednie sposoby wyrównywania obserwacji. Ze względu na to, że podczas rozwinięcia pododziały z marszu nie ma możliwości wyrównania obserwacji uzyskanych z kilku przejazdów istnieje konieczność wyrównania ich na podstawie jednego przejazdu w oparciu o współrzędne punktu początkowego i końcowego ciągu. Istnieje też uzasadniona potrzeba zwiększenia dokładności pomiaru drogi co w dotychczas używanych autotopografach można uzyskać przez zastosowanie urządzenia do określania kąta spadu terenu.

3. Wysokość stanowisk startowych w granicach do 1500 m n.p.m. nie obniża dokładności określenia azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych metodą giroskopową, astronomiczną i geodezyjną. Ze względu na niezależność orientowania giroskopowego od rzeźby terenu i jego pokrycia oraz od warunków atmosferycznych i widoczności a także niezależność jego od punktów sieci geodezyjnej, ten sposób orientowania może być

powszechnie stosowany do określania obydwóch azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych, tj. zasadniczego i kontrolnego kierunku orientacyjnego.

Orientowanie astronomiczne, jako zależne od warunków atmosferycznych /od zachmurzenia/ a niezależne od innych czynników /rzeźby terenu, pokrycia, punktów sieci geodezyjnej, itp/ może stanowić pomocniczy sposób orientowania i być stosowany wspólnie z orientowaniem giroskopowym.

Orientowanie geodezyjne /ciągłem kątowym/, uzależnione od warunków terenowych, pokrycia, warunków atmosferycznych oraz pory dnia może być stosowane tylko w szczególnych wypadkach, tj. gdy stanowisko startowe zostało wybrane w bezpośredniej bliskości punktu sieci geodezyjnej.

4. Z wniosków zawartych wyżej oraz wniosków podanych w rozdziale I /punkt 4 podpunkt 2 i 3/ wynika, że dla wykonania dowiązania topogeodezyjnego stanowisk startowych w terenie górskim nie zachodzi konieczność zakładania specjalnej sieci geodezyjnej z gęstością 1 punkt na  $20 \text{ km}^2$ . Istnieje natomiast konieczność założenia kierunków wzorcowych do określenia poprawek girokompasów oraz punktów geodezyjnych do określenia poprawek autotopografów i oceny dokładności ich pracy.

#### IV. PROPONOWANE SPOSOBY DOWIAZANIA STANOWISK STARTOWYCH

##### 1. Dowiązanie topogeodezyjne stanowisk startowych

Zestaw raketowy R-300 charakteryzuje się tym, że nie posiada autonomicznego sposobu orientowania. Wycelowanie rakiety odbywa się na podstawie azymutów topograficznych dwóch kierunków orientacyjnych określonych sposobem giroskopowym, astronomicznym lub geodezyjnym. W niekorzystnych warunkach atmosferycznych określanie azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych sposobem astronomicznym i geodezyjnym jest utrudnione, a czasem wręcz niemożliwe. Aby więc zachować ciągłą zdolność baterii startowych do wykonania zadań bojowych, każda z nich powinna posiadać przy wyrzutni /przez cały okres działań bojowych/ dwa środki do określania azymutów. W dotychczasowej praktyce zasada ta jest często naruszana w wyniku wysyłania topografów z grupą rekonesansową w nowy rejon stanowisk startowych. W takich wypadkach baterie startowe dysponują tylko jednym środkiem do określania azymutu, tj. girokompasem 1G5 i pozbawione są możliwości jednoczesnego określenia azymutu topograficznego dwóch kierunków orientacyjnych. Ponadto dokładność azymutu wyznaczonego tym girokompasem na podstawie dwóch punktów nawrotu jest niższa od wymaganej dokładności /wymagana dokładność wynosi 0,8 - 1,5' a uzyskiwana na podstawie dwóch punktów nawrotu 2,2'/. Uwzględniając jeszcze dużą dynamikę współczesnych działań, oraz możliwość zmiany trasy marszu brygady i rejonów stanowisk startowych /w terenie górskim istnieją dogodne warunki blokady dróg w wyniku czego zajdzie konieczność nie tylko zmiany dróg marszu ale nawet zmiany rejonu stanowisk startowych/ autor dochodzi do wniosku, że wysyłanie

topografów baterii startowych z grupą rekonesansową jest niecelowe. Topografowie, podobnie jak celowniczo-  
wie, powinni stanowić nieodłączną część składową baterii startowych i określać ich współrzędne w sposób ciągły od momentu pobrania rakiet na punkcie obsługi technicznej do momentu zajęcia stanowisk startowych, natomiast azymuty topograficzne kierunków orientacyjnych i wysokości w sposób okresowy, tj. na każdym punkcie postoju pododdziałów. Czas określenia tych azymutów nie powinien przekraczać 14 minut, a czas wyznaczenia współrzędnych 8 minut /rys. 6/. Tak krótki czas dowiązania stanowisk startowych wymaga wykorzystania, w większym stopniu niż obecnie, zmechanizowanych środków dowiązania, tj. autotopografów i girokompasów. Współczesne autotopografy nie zapewniają jednak wymaganej dokładności określenia współrzędnych w terenie górskim /tabela 19/. Istnieje więc potrzeba zwiększenia dokładności pracy autotopografów poprzez dokonanie zmian konstrukcyjnych lub poprzez zastosowanie odpowiednich sposobów wyznaczania i wyrównania współrzędnych /punkt 2.1/.

Dokładność azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych zapewniają girokompasy 1G9 i 1G17, przy czym czas określenia azymutu girokompasem 1G9 jest nieco za długi i należy go skrócić przez zastosowanie odpowiednich metod pracy /punkt 3.2/.

Niezależnie od środków zmechanizowanego dowiązania każda drużyna topogeodezyjna [zdanie autora, powinna] posiadać środki do wykonywania dowiązania sposobami klasycznymi w celu wyeliminowania ryzyka nie wykonania zadania przez pododdział w przypadkach szczególnych /awaria aparatury nawigacyjnej autotopografu, dowiązanie punktu niedostępnego dla autotopografu, awaria girokompasu itp./. Przynrzędy te powinny umożliwiać wykonywanie ob-

serwacji astronomicznych /punkt 3/ oraz wciąg i ciągów /punkt 2.2/

#### 1.1. Dowiązanie topogeodezyjne stanowisk startowych w planowym rejonie

Baterie startowe brygady znajdujące się w planowym rejonie stanowisk startowych mogą być w gotowości nr 4 lub nr 3. Gdy są w gotowości nr 4 to topografowie dysponują odpowiednio dłuższym czasem na dowiązanie stanowisk startowych. Przyjmując, że doprowadzanie rakiet z gotowości nr 4 do gotowości nr 3 wykonywane jest bezpośrednio na stanowiskach startowych i doliczając czas doprowadzenia rakiet z gotowości nr 3 do gotowości nr 1, czas jakim dysponują topografowie /będący ciągle przy baterii startowej/ na dowiązanie stanowisk startowych wynosi około 1 godziny. W tym czasie każda z drużyn zmechanizowanego dowiązania /autotopograf i girokompas wraz z obsługą/ jest w stanie wykonać dowiązanie topogeodezyjne stosując następujące sposoby prac:

- wyznaczanie współrzędnych autotopografem z kilku przejazdów z wyrównaniem obserwacji /punkt 2.1/;
- określanie azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych girokompasem z trzech punktów nawrotu i kontrolą na czwarty lub astronomicznie na podstawie trzech pełnych serii obserwacji.

Sposób wykonania dowiązania topogeodezyjnego w sytuacji opisanej wyżej przedstawia załącznik nr 3 /variant A i B/. Dowiązanie to może być wykonane w dowolnych warunkach widoczności, dowolnej porze dnia i roku oraz nie wymaga zakładania specjalnej sieci geodezyjnej. Punktami wyjściowymi są punkty konturowe mapy specjalnej w skali 1:100 000 z nadrukiem współrzędnych punk-

tów konturowych. Czas tego dowiązania nie przekracza 1 godziny, co zapewnia terminowe wykonanie startu raket przez pododdziały.

W przypadku, gdy pododdziały są w gotowości nr 3 a starty rakiet muszą być wykonane natychmiast po przybyciu na wybrane ale nie dowiązane stanowiska startowe, dowiązanie topogeodezyjne nie-  
czyz nie będzie się różnić od dowiązania stanowisk startowych zajętych z marszu.

#### 1.2. Dowiązanie topogeodezyjne stanowisk startowych podczas rozwinięcia dywizjonu /baterii/ rakiet z marszu

W czasie doprowadzania rakiety z gotowości nr 3 do startu na nie przygotowanym stanowisku startowym wykonuje się następujące prace:

- wybiera i zajmuje stanowisko startowe;
- dowiązuje stanowisko startowe;
- ustawia raketę w położeniu pionowym i przeprowadza sprawdzenia przedstartowe;
- określa dane obliczeniowe do startu i wycelowuje raketę;
- wprowadza nastawy startowe, napełnia raketę powietrzem oraz wykonuje czynności końcowe /przygotowuje SPO do startu, odkręca śruby, zdejmuje przyrządy wycelowania; itp/.

Łączny czas wykonania powyższych czynności nie powinien przekraczać 40 minut<sup>1</sup>. Ponieważ czas doprowadzania rakiety z gotowości nr 3 do startu wynosi około 25 minut /rys. 6/ to dowódca baterii startowej dysponuje czasem 15 minut na rozkodowanie komendy, wybór i zajęcie stanowiska startowego. W terenie górskim wyбір stanowiska startowego z marszu w tym czasie, a szczególnie

1/ Użycie wojsk raketowych w walce i operacji Art.612/77 s. 19.

stanowiska startowego o dwóch punktach startu, jest zadaniem bardzo trudnym i bez wcześniejszego uzyskania informacji o nim od grupy rekonesansowej dywizjonu, prawie niemożliwym do zrealizowania. Z tego względu sztab dywizjonu powinien, zdaniem autora, otrzymać /drogą radiową/ współrzędne punktów startu znajdujących się wzdłuż drogi marszu. Współrzędne te powinna określić grupa rekonesansowa dywizjonu /punkt 4/. Punkty startu, odpowiednio ponumerowane i naniesione na mapy robocze poszczególnych dowódców, mogłyby być sprawnie zajmowane przez baterie startowe /sztab dywizjonu podając komendę do rozwinięcia powinien jednocześnie wskazać punkt startu/. W tak zorganizowanym zajmowaniu stanowisk startowych w nie planowym rejonie, czas rozwinięcia dywizjonu może ulec znacznemu skróceniu /będzie on zależał jedynie od czasu przemarszu od punktu, w którym pododdział otrzymał komendę [na rozwinięcie do punktu, wskazanego przez sztab dywizjonu /do stanowiska startowego/

Czas dowiązania stanowiska startowego omówionego wyżej nie powinien przekraczać czasu technicznie niezbędnego na doprowadzenie rakiety z gotowości nr 3 do gotowości nr 1 /do startu/ zmniejszonego o czas trwania czynności końcowych /zob. rys. 6/.

W tym czasie każda z drużyn zmechanizowanego dowiązania może wykonać dowiązanie stosując następujące sposoby prac:

- wyznaczenie współrzędnych autotopografem z jednego przejazdu z wyrównaniem obserwacji /punkt 2.1/;
- określenie azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych girokomпасem na podstawie dwóch punktów nawrotu z kontrolą na trzeci lub astronomicznie jedną serią z trzykrotnym celowaniem na ciało niebieskie /punkt 3/.

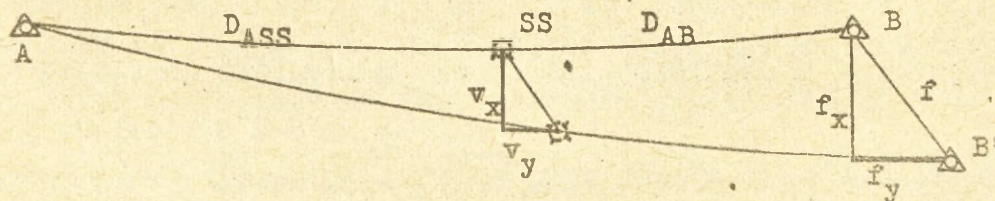
Sposób wykonania dowiązania w sytuacji przedstawione wyżej

przedstawia załącznik nr 4 /wariant A i B/. Czas dowiązania stanowiska startowego w tym wypadku nie przekracza 14 minut. Aby to uzyskać należy dokonać pewnych zmian organizacyjnych, wyposażyć drużyny topogeodezyjne w nowe środki pracy oraz stosować inne metody pracy /punkty 2, 3 i 4/.

## 2. Określanie współrzędnych i wysokości stanowisk startowych

### 2.1. Określanie współrzędnych przy użyciu autotopografu

Autotopograf jako podstawowy przyrząd do określania współrzędnych stanowisk startowych powinien umożliwiać ich wyznaczenie z wymaganą dokładnością w czasie 8 minut od momentu przybycia pododdziału na stanowisko. Aby można było wykonać zadanie w tym czasie autotopograf, jadący w kolumnie pododdziału, musi mieć uruchomioną aparaturę nawigacyjną i określać współrzędne w sposób ciągły, tj. od punktu początkowego A /rys. 12/ do punktu końcowego B, przy czym czas przemarszu ze stanowiska startowego /punkt SS/ do punktu końcowego B oraz wyrównania współrzędnych i ich przekazania dowódcy pododdziału nie powinien przekraczać 8 minut.



Rys. 12. Ciąg nawiązany dwustronnie, wykonany autotopografem

Po wykonaniu ciągu AB, w wyniku błędów pomiaru drogi i azymutu, punkt końcowy B będzie przesunięty o wartość  $f_x$  i  $f_y$

/punkt B'/. Również stanowisko startowe obciążone będzie pewnymi błędami i zamiast w punkcie SS znajdzie się w punkcie SS'. Obsługa autotopografu znając odchyłki  $f_x$  i  $f_y$  może obliczyć poprawki  $v_x$  i  $v_y$  do współrzędnych dowiązywanego stanowiska i zwiększyć w ten sposób ich dokładność. Odchyłki  $f_x$  i  $f_y$  można obliczyć według wzorów:

$$f_x = x_B - x_{B'} ; \quad f_y = y_B - y_{B'}$$

w których:  $x_B, y_B$  - współrzędne punktu końcowego ciągu, którym jest punkt konturowy mapy;

$x_{B'}, y_{B'}$  - współrzędne punktu końcowego ciągu wyznaczone autotopografem.

Przyjmując, że odchyłki  $f_x$  i  $f_y$  są proporcjonalne do długości ciągu AB poprawki  $v_x$  i  $v_y$  można obliczyć na podstawie proporcji:

$$v_x : D_{AB} = f_x : D_{ASS} ; \quad v_y : D_{AB} = f_y : D_{ASS}$$

w których:  $v_x, v_y$  - poprawki do współrzędnych  $x, y$ , stanowiska startowego;

$D_{AB}$  - długość ciągu odczytana z sumatora drogi;

$D_{ASS}$  - odległość od punktu A do stanowiska startowego odczytana z sumatora drogi.

Po przekształceniu proporcji otrzymamy:

$$v_x = \frac{f_x \cdot D_{ASS}}{D_{AB}} ; \quad v_y = \frac{f_y \cdot D_{ASS}}{D_{AB}}$$

Obliczone w ten sposób poprawki  $v_x$  i  $v_y$  należy dodać do współrzędnych dowiązwanego punktu odczytanych z przelicznika współrzędnych, czyli:

$$x_{SS} = x_{SS'} + v_x ; \quad y_{SS} = y_{SS'} + v_y$$

Przykład wyznaczenia współrzędnych tym sposobem opracowany na podstawie pomiarów wykonanych w terenie podgórskim<sup>1</sup> przedstawia załącznik nr 5.

W przypadku gdy topografowie dysponują dłuższym czasem, np. w sytuacji gdy rakiety są w gotowości nr 4, mogą wykonać kilka przejazdów po tej samej trasie i na podstawie obserwacji nadliczbowych wyrównać współrzędne metodą ścisłą /w oparciu o rachunek wyrównawczy/. Przykład wyrównania współrzędnych stanowiska startowego wyznaczonych z dwóch oraz z czterech przejazdów przedstawi załącznik nr 6.

Niezależnie od wyżej wymienionych sposobów podwyższenia dokładności współrzędnych wyznaczonych autotopografem można stosować inne sposoby<sup>2</sup>.

-----

1/ Pomiary wykonano w rejonie Lwówka Śląskiego. Wzniesienia w tym rejonie dochodzą do 500 m n.p.m.

2/ A. Ppłk mgr inż. Robert Gałazyn. Zwiększenie dokładności określenia współrzędnych punktu za pomocą autotopografu. Przegład Wojsk Lądowych nr 12, 1973 r. s.110.

Metoda powyższa polega na rozwiązaniu wcięcia poligonowego, w którym azymuty topograficzne z punktów wyjściowych na punkt dowiązywany uzyskuje się z przyrostów współrzędnych wyznaczonych autotopografem. Do tak obliczonych azymutów wprowadza się poprawki ze względu na błąd orientacji autotopografu na punkcie początkowym oraz ze względu na błąd systematyczny azymutu spowodowany swoistymi cechami pracy aparatury danego autotopografu. /określony drogą eksperymentalną/. Ta metoda podwyższania dokładności współrzędnych wymaga prostoliniowej trasy marszu co w terenie górskim będzie trudne do zrealizowania.

B. Ppłk mgr inż. Eugeniusz Pocięcha i kpt mgr inż. Wojciech Michalski. Możliwości zwiększenia dokładności współrzędnych punktów wyznaczonych autotopografem. Przegład Wojsk Lądowych nr 5 i nr 6, 1979 r.

Metoda zaproponowana przez wyżej wymienionych autorów polega na wyeliminowaniu błędów systematycznych wynikających z właściwości pracy danego autotopografu a następnie obliczeniu poprawek do wyznaczonych współrzędnych.

C. A. Kowalenko. Z topopriwiaszczikiem w gorach, Wojskowy Wiestnik nr 5, 1976 r.

Autor proponuje określać współrzędne punktów /wzdłuż drogi marszu co 2 km/.

Zwiększanie dokładności współrzędnych wyznaczanych autotopografami poprzez stosowanie wyżej wymienionych sposobów, we współczesnych - dynamicznych działaniach bojowych, zdaniem autora, nie rozwiązuje problemu dowiązania w terenie górskim, ponieważ nie uniezależnia dokładności dowiązania od rzeźby terenu, i rodzaju nawierzchni drogi, po której porusza się autotopograf. Problem ten może być rozwiązany przez zastosowanie w autotopografach automatycznej korekcji drogi. Wymaga to stabilizacji osi głównej giroskopu w dwóch płaszczyznach, tj. w płaszczyźnie południka oraz w płaszczyźnie horyzontu. W autotopografach typu TMG i UAZ jest to niemożliwe do zrealizowania, bowiem stabilizacja osi giroskopu w płaszczyźnie horyzontu wynosi  $\pm 3^{\circ}$  /w giroskopie typu GAK/.

Autotopografy następnej generacji zdaniem autora, powinny posiadać bezwładnościowy przekaźnik drogi, umożliwiający pomiar odległości w płaszczyźnie poziomej. Korekcja drogi w takich autotopografach będzie się odbywać w sposób automatyczny, bez ingerencji operatora.

W autotopografach znajdujących się obecnie w brygadach artylerii dokładność pomiaru drogi można zwiększyć poprzez zastosowanie urządzenia do pomiaru kąta spadu drogi /terenu/, po której wykonywana jest jazda. Rolę takiego urządzenia może spełnić libela murkowa zamontowana na podwoziu autotopografu, równoległa do osi podłużnej pojazdu. Libela o małym promieniu krzywizny umożliwi pomiar kąta spadu terenu natychmiast po zatrzymaniu pojazdu /kąt spadu terenu będzie równy różnicy odczytu określonego w danym momencie i odczytu miejsca zera określonego zawczasu/. Operator autotopografu, mając możliwość pomiaru kąta spadu terenu w dowolnych warunkach widoczności, będzie mógł wprowadzać

odpowiednią poprawkę do współczynnika korekcji drogi /tabela 18/  
 Przyjmując, że wspomniana libela umożliwi pomiar kąta spadu terenu z dokładnością  $\pm 1^\circ$  błąd pomiaru drogi, obliczony według wzoru  $m_d = m \cdot d \cdot \sin \alpha$ , przyjmie wartości podane w tabeli 20.

Tabela 20  
 Błąd pomiaru drogi autotopografem w metrach

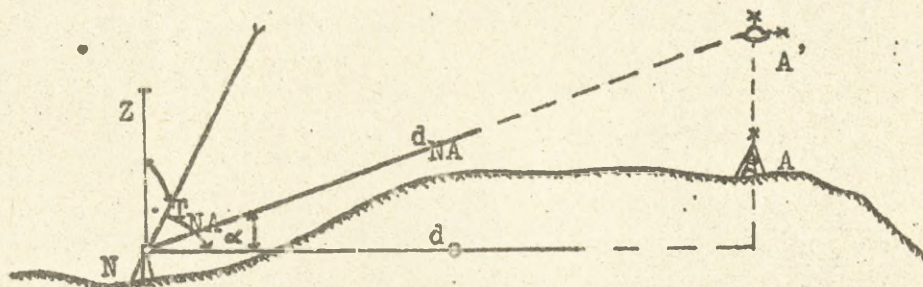
Długość ciągu w km Kąt spadku terenu w stopniach	1	3	5	7
10	3	9	15	21
15	5	14	23	32
20	6	18	30	44
25	8	22	37	52

W porównaniu z wartością błędu podanego w tabeli 15 jest on kilkakrotnie mniejszy.

## 2.2. Określanie współrzędnych stanowisk startowych przy użyciu przyrządów optycznych oraz śmigłowca

Z właściwości prac topogeodezyjnych wykonywanych w terenie górskim, omówionych w rozdziale III wiadomo, że uzyskanie wzajemnej widoczności między punktem początkowym a punktem dowiązywanym należeć będzie do rzadkości. W tej sytuacji, w korzystnych warunkach atmosferycznych, można użyć śmigłowca jako punktu orientacyjnego, zawieszono go nad punktem wyjściowym A /rys13/, którym może być punkt konturowy lub punkt państwowej sieci geodezyjnej. Wykorzystując śmigłowca jako punkt obserwacji /cel /, można zmierzyć dalmierzem laserowym odległość  $d_{NA}$ , teodolitem - kąt  $\alpha$  a girokompasem określić azymut  $T_{NA}$ . Ogólny czas pomiaru odległości, kąta oraz określenia azymutu przez dwu osobową zało-

gę /nie licząc załogi śmigłowca/ wyniesie około 20 minut, przy czym czas zawieszenia śmigłowca nad punktem A musi wynosić około 5 minut.



Rys. 13. Określenie współrzędnych stanowiska startowego zadaniem zwykłym z wykorzystaniem śmigłowca

Współrzędne  $x, y$  punktu N można obliczyć według wzorów:

$$x_N = x_A + d \cdot \cos \alpha \cdot \cos T_{NA}; \quad y_N = y_A + d \cdot \cos \alpha \cdot \sin T_{NA}$$

w których:

- $x_A, y_A$  - współrzędne punktu wyjściowego, nad którym zawieszony jest śmigłowiec;
- $d$  - odległość zmierzona dalmierzem z punktu dowiązywanego N do śmigłowca;
- $\alpha$  - kąt nachylenia celowej;
- $T_{NA}$  - azymut topograficzny kierunku z punktu N na punkt A zmieniony na odwrotny.

Dokładność określenia współrzędnych proponowanym sposobem uzależniona będzie od dokładności pomiaru odległości  $d$ , dokładności pomiaru kąta  $\alpha$ , dokładności określenia azymutu topograficznego  $T_{NA}$  oraz od dokładności zawieszenia śmigłowca nad punktem A. Błąd średni współrzędnych punktu N można obliczyć wychodząc z wzoru na błąd średni dowolnej funkcji typu  $y = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$ , gdzie  $x_1, x_2, \dots, x_n$  - wielkości mierzone z błędami średnimi  $m_{x_1}, m_{x_2}, \dots, m_{x_n}$ .

w rozpatrywanym przypadku będzie:

$$x = f/d, \cos \alpha, \cos T/ \quad \text{ i } \quad y = f/d, \cos \alpha, \sin T/.$$

Po zróżniczkowaniu powyższych wyrażeń względem zmiennych  $\hat{d}$ ,  $\alpha$ ,  $T$  i przejściu do błędów średnich, otrzyma się wzory do obliczenia błędów średnich współrzędnych. Podstawiając je do wzoru na błąd położenia punktu, otrzyma się wzór roboczy do oceny dokładności określenia współrzędnych stanowiska startowego. Wzór ten przyjmie postać:

$$m_p = \pm \sqrt{m_d^2 \cdot \cos^2 \alpha + \frac{d^2 \cdot \sin^2 \alpha \cdot m_\alpha^2}{\rho^2} + \frac{d^2 \cdot \cos^2 \alpha \cdot m_T^2}{\rho^2}}$$

- w którym:  $m_d$  - błąd pomiaru odległości dalmierzem laserowym /  $\pm 10$  m/;  
 $\alpha$  - kąt nachylenia celowej;  
 $m$  - błąd pomiaru kąta nachylenia celowej;  
 $m_T$  - błąd azymutu topograficznego kierunku z punktu dowiązywanego na punkt wyjściowy /śmigłowiec/.

Podstawiając do powyższego wzoru wartość średnią błędów:  $m_d = \pm 10$  m,  $m_\alpha = \pm 30''$  i  $m_T = \pm 30''$  otrzyma się wartość średnią błędu położenia punktu. Wynosi ona około  $\pm 10$  m bez względu na długość odcinka  $d$  /w ramach zasięgu dalmierza, tj. do 15 km/. Wartość tego błędu zwiększy się po uwzględnieniu błędów danych wyjściowych, tj. błędu średniego położenia punktu konturowego oraz błędu zawieszenia śmigłowca nad tym punktem. Przyjmując, że śmigłowiec zostanie ustawiony nad punktem konturowym z dokładnością  $\pm 20$  m błąd średni położenia punktu dowiązywanego, w przypadku korzystania z mapy w skali 1:25 000 wyniesie:

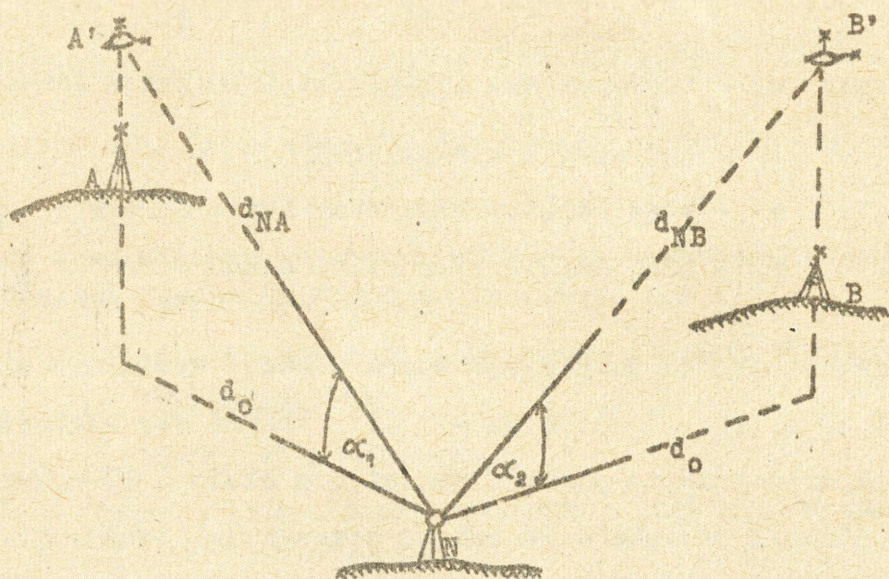
$$m_p = \pm \sqrt{10^2 + 20^2 + 22^2} = \pm 31 \text{ m}$$

Błąd średni współrzędnych  $m_x = m_y = 31 : 2 = \pm 22$  m. Jest on

prawie dwukrotnie mniejszy od dopuszczalnego / zob. tabela 3/.

Współrzędne stanowiska startowego można również określić innymi sposobami, np. wcięciem liniowym lub azymutalnym.

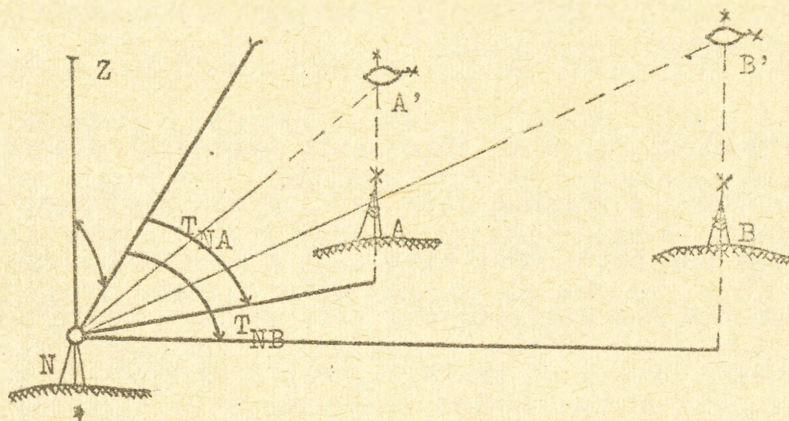
Podczas określania współrzędnych punktu N /rys. 14/ wcięciem liniowym należy zmierzyć odległości  $d_{NA}$  i  $d_{NB}$  oraz kąty  $\alpha_1$  i  $\alpha_2$ . W tym przypadku śmigłowiec musi być zawieszany kolejno nad dwoma punktami wyjściowymi. Przykład określania współrzędnych tym sposobem oraz ocenę ich dokładności przedstawia załącznik 7.



Rys. 14. Określenie współrzędnych wcięciem liniowym

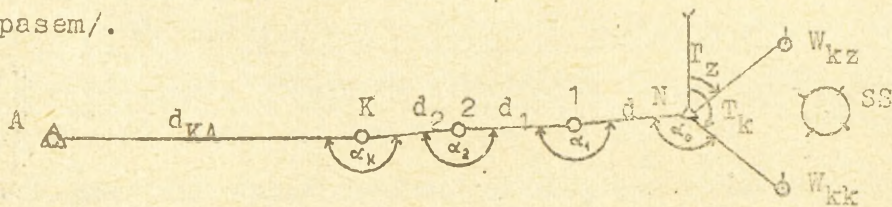
Podczas określania współrzędnych punktu N /rys. 15/ wcięciem azymutalnym, należy określić azymuty topograficzne dwóch kierunków, tj. azymuty  $T_{NA}$  i  $T_{NB}$ . Azymuty te można określić girokompasem 1G9 lub 1G17. W tym sposobie określania współrzędnych, podobnie jak przy wcięciu liniowym, śmigłowiec musi być zawieszany kolejno nad dwoma punktami wyjściowymi A i B. Przy-

kład określania współrzędnych tym sposobem oraz ocenę ich dokładności zawiera załącznik nr 8.



Rys. 15. Określanie współrzędnych wcięciem azymutalnym

Omówione wyżej sposoby określania współrzędnych mogą być stosowane w terenie, w którym śmigłowiec zawieszony nad punktem wyjściowym /punktem konturowym/ będzie widoczny z punktu dowiązywanego. W terenie zakrytym nie zawsze on będzie widoczny z punktu dowiązywanego. W celu uzyskania widoczności może zajść konieczność wykonania pomiaru z punktu K /rys. 16/ zamiast z punktu N. W tej sytuacji współrzędne punktu K można określić jednym z wyżej omówionych sposobów, natomiast współrzędne punktu N, tj. stanowiska startowego, ciągiem poligonowym nawiązanym liniowo w punkcie K, natomiast kątowno w punkcie K oraz w punkcie N /od azymutów topograficznych określonych girokompasem/.



Rys. 16. Określanie współrzędnych sposobem kombinowanym

Przykład określenia współrzędnych stanowiska startowego tym sposobem przedstawia załącznik nr 9.

### 2.3. Określanie wysokości

Optymalnym sposobem określania wysokości stanowisk startowych w terenie górskim może być jedynie niwelacja automatyczna. Umożliwi ona określenie wysokości w dowolnym miejscu, czasie i warunkach atmosferycznych. Rolę tą mogą spełnić niwelatory taksometry<sup>1</sup> podające wynik w postaci cyfrowej i eliminujące pracochłonne pomiary niwelacyjne.

Sposobem mniej efektywnym, ale możliwym do zastosowania w obecnych warunkach, jest niwelacja barometryczna<sup>2</sup>. Umożliwia on określenie wysokości stanowisk startowych w ciągu 2 - 3 minut z błędem średnim nie przekraczającym 9 m /błąd środkowy nie przekracza 5 - 6 m/. Przyrządami umożliwiającymi określanie wysokości tym sposobem dysponuje bateria meteorologiczna brygady. Wyposażenie w te przyrządy baterii startowych w znacznym stopniu, zdaniem autora, usprawni określanie wysokości stanowisk startowych.

Do zalet niwelacji barometrycznej należy zaliczyć krótki czas określania wysokości stanowisk startowych, niezależność jej wykonania od warunków atmosferycznych, obserwacji i rzeźby terenu. Uwzględniając fakt, że spełnia ona wymagania dokładnościowe podane w tabeli 3, zdaniem autora, należy ją przyjąć za podstawowy sposób określania wysokości stanowisk startowych.

1/ P. J. Szyłow - Geodezja

2/ Przygotowanie topogeodezyjne w wojskach rakietowych i artylerii cz. I. Art. 601/76.

### 3. Określanie azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych

Właściwości określania azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych, omówione w rozdziale III, skłaniają do wniosków że dla zapewnienia możliwości wycelowania rakiety w cel należy stosować różne sposoby orientacji. Spośród trzech sposobów stosowanych obecnie najmniej efektywnym jest sposób geodezyjny /punkt 1.3.1 rozdział III/. Efektywność jego można zwiększyć, w niewielkim stopniu, poprzez zastosowanie do pomiaru kątów teodolitów samopoziomujących. Zastosowanie takich teodolitów do pomiarów topogeodezyjnych skróci czas przygotowania przyrządu do pracy o 2 - 3 minuty na każdym stanowisku. Ponieważ nie zapewni to określenia azymutu topograficznego kierunku orientacyjnego ciągiem kątowym, o długości, np. 1 km w czasie 15 minut, ten sposób orientacji w dalszej części rozprawy nie będzie rozpatrywany.

Orientowanie sposobem giroskopowym i astronomicznym ma dużo zalet /punkt 1.3.2 rozdziału III/, które można jeszcze zwiększyć poprzez wprowadzenie pewnych usprawnień omówionych w podpunktach 3.1 i 3.2.

#### 3.1. Określanie azymutów topograficznych sposobem giroskopowym

W wyrzutni zestawu raketowego R-300 znajduje się girokompas 1G5, natomiast w zestawie autotopografu girokompas 1G9 lub 1G17. Ważniejsze dane taktyczno-techniczne tych girokompasów zawiera tabela 21. Z tabeli tej wynika, że girokompas 1G5 nie spełnia wymagań ani pod względem dokładności określenia azymutu, ani pod względem czasu /porównaj z rysunkiem 6/. Wymagania

te spełnia tylko girokompas 1G17. Girokompas 1G9 spełnia wymagania dokładnościowe podczas określania azymutu na podstawie trzech punktów nawrotu, jednak czas określania tego azymutu jest za długi.

Tabela 21

Ważniejsze dane taktyczno-techniczne girokompasów

Sposób określenia azymutu	Typ girokompasu		
	1G5	1G9	1G17
Na podstawie:			
- dwóch punktów nawrotu	$\frac{20}{2,2}$	$\frac{16}{1,0}$	$\frac{12}{0,5}$
- trzech punktów nawrotu	-	$\frac{20}{0,5}$	-
- czterech punktów nawrotu	$\frac{30}{1,5}$	-	-

Uwaga: W liczniku podano czas określenia azymutu w minutach, natomiast w mianowniku dokładność w minutach kątowych.

Aby skrócić czas określania azymutu girokomпасem 1G9, nie naruszając przy tym jego dokładności, można go określać na podstawie dwóch punktów i wprowadzać poprawkę za trzeci punkt nawrotu. Słuszność tej zasady uzasadnię w sposób rachunkowy poniżej.

Punkt równowagi czujnika, czyli  $N_{\text{śr}}$  oblicza się według wzoru:

$$N_{\text{śr}} = \frac{\frac{N_1 + N_2}{2} + \frac{N_2 + N_3}{2}}{2}$$

w którym  $N$  - odczyty w punktach nawrotu czujnika girokompasu.

Wzór powyższy po przekształceniu przyjmie postać:

$$N_{\text{śr}} = \frac{N_1 + 2N_2 + N_3}{2}$$

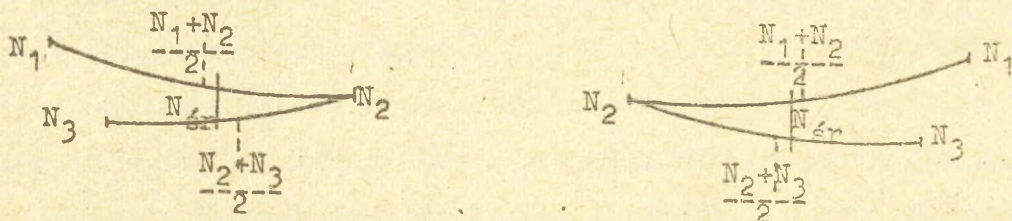
Wartość wyrażenia po prawej stronie nie zmieni się, gdy dodamy, a następnie odejmiemy jakąś wartość, np.  $N_1$ . Wtedy będzie:

$$N_{\text{śr}} = \frac{N_1 + 2N_2 + N_3 + N_1 - N_1}{4} = \frac{2N_1 + 2N_2 + N_3 - N_1}{4}$$

Po rozdzieleniu czynników i uproszczeniu otrzymamy:

$$N_{\text{śr}} = \frac{N_1 + N_2}{2} + \frac{N_3 - N_1}{4}$$

Interpretację graficzną obliczenia  $N_{\text{śr}}$  według powyższego wzoru przedstawia rysunek nr 17.



Rys. 17. Obliczenie  $N_{\text{śr}}$  na podstawie dwóch punktów nawrotu z wprowadzeniem poprawki

Przekształcenie wzoru na obliczenie  $N_{\text{śr}}$  umożliwia obliczenie azymutu topograficznego kierunku orientacyjnego na podstawie dwóch punktów nawrotu /pierwszy czynnik wzoru, tj.  $\frac{N_1 + N_2}{2}$ / w czasie oczekiwania na trzeci punkt nawrotu czujnika, tzn. między odczytem  $N_2$ , a odczytem  $N_3$ . Do tak obliczonego azymutu należy dodać poprawkę /drugi czynnik wzoru, tj.  $\frac{N_3 - N_1}{4}$ /, obliczoną zawczasu lub po określeniu odczytu  $N_3$ . Czas obliczenia tej poprawki zajmie kilka sekund i praktycznie nie wydłuża czasu określenia azymutu, który w tym wypadku nie przekracza 16 minut. Przykłady liczbowe określenia azymutu proponowanym sposobem zawiera załącznik nr 10 /załącznik nr 10 A, gdy  $N_1$  znajduje się z lewej strony punktu równowagi, B - gdy  $N_1$  znajduje się z prawej strony.

### 3.2. Określanie azymutów topograficznych sposobem astronomicznym

Orientowanie sposobem astronomicznym uzależnione jest od warunków atmosferycznych, a ściślej mówiąc od stanu zachmurzenia sfery niebieskiej. Zależność tego sposobu orientowania od stanu zachmurzenia obniża jego wartość jako środka uzyskiwania azymutu topograficznego kierunku orientacyjnego. Biorąc jednak pod uwagę że na ETDW ilość dni o całkowitym zachmurzeniu sfery niebieskiej wynosi około 100 dni w roku, przy czym większość z nich przypada na miesiące jesienno-zimowe, orientowanie astronomiczne może być obok orientowania giroskopowego, podstawowym sposobem określania azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych. Posiada ono wiele zalet, do których można zaliczyć:

- niezależność od punktów sieci geodezyjnej;
- możliwość określania azymutu tak w dzień jak i w nocy w ciągu całego roku;
- niezależność od warunków terenowych, tj. rzeźby i pokrycia;
- niezmienny zakres prac bez względu na dynamikę działań oraz rozśrodkowanie wojsk.

Zalety orientowania astronomicznego doceniają dowódcy i specjaliści odpowiedzialni za orientowanie przyrządów, dział i rakiet. Świadczy o tym duża ilość publikacji w czasopismach i wydawnictwach wojskowych<sup>1</sup>.

- 
- 1/ Ppłk mgr inż. J. Węgrzyn Orientowanie astronomiczne, Przegląd Wojsk Lądowych nr 8, 1966.
  - 2/ A. Mołczanow - Opredielenie azimuta Polarnoi, Wojennyj Wiestnik nr 10, 1973.
  - 3/ N. Uriupin, W. Lwow, E. Woronoi - K astronomicheskim nabliudieniam, Wojennyj Wiestnik nr 10, 1975.
  - 4/ Płk dypl. K. Grzeszczak, mjr T. Babiak - Zastosowanie orientacji astronomicznej do ukierunkowania dział, wyrzutni rakietowych i przyrządów optyczno-mierniczych artylerii dywizji sposobem zawczasu obliczonych azymutów. Myśl Wojskowa 3/1977.

Czas określenia azymutu sposobem astronomicznym jest jednak za długi w stosunku do potrzeb /porównaj rys. 6 z danymi w tabeli 22/.

Tabela 22

Określenie azymutu z obserwacji astronomicznych

Treść zadań	Normy czasu na ocenę		
	bdb	db	dst
Obliczenie azymutu topograficznego kierunku orientacyjnego z jednej serii pomiarów metodą kąta godz.	8 <sup>m</sup> 20 <sup>s</sup>	9 <sup>m</sup>	11 <sup>m</sup>
Określenie azymutu topograficznego kierunku orientacyjnego metodą kąta godzinowego z obserwacji teodolitem - trzema seriami	$\frac{48^m}{54^m}$	$\frac{52^m}{58^m}$	$\frac{60^m}{70^m}$
	$\frac{18^m}{20^m}$	$\frac{20^m}{22^m}$	$\frac{24^m}{26^m}$
- jedną półserią z trzema wycelowaniami na ciało niebieskie			

Uwaga: W liczniku podano czas określenia azymutu przez żołnierzy pierwszego roku służby, a w mianowniku przez żołnierzy drugiego roku służby.

Z porównania wyników przedstawionych w tabeli 22 oraz potrzeb przedstawionych na rysunku 6 wynika, że topografowie powinni określać azymut topograficzny w czasie krótszym o 4 minuty od czasu przewidzianego na ocenę bardzo dobrą. W praktyce jest to trudne do zrealizowania, a szczególnie w okresie zimowym. Problem ten można rozwiązać różnymi sposobami. Jednym z nich jest określenie zawczasu azymutów ciała niebieskiego na określone momenty czasu i dla wybranych punktów w rejonie rozwinięcia oddziałów i pododdziałów wojsk rakietowych i artylerii<sup>1</sup>. Azymuty topograficzne kierunków orientacyjnych w innych punktach tego rejonu mogą być określane przez wprowadzenie odpowiednich

1/ Płk dypl. mgr K. Grzeszczak i mjr T. Babiak - Zastosowanie orientacji astronomicznej do ukierunkowania dział, wyrzutni rakietowych i przyrządów optyczno-mierniczych sposobem zawczasu obliczonych azymutów ciała niebieskiego M.W. nr.3/77.

poprawek wynikających ze zmiany miejsca obserwacji.

W tej metodzie określania azymutu usprawnia się prace obliczeniowe natomiast zwiększa zakres prac przygotowawczych związanych z organizacją obserwacji. Ponadto ta metoda orientacji umożliwia bezkolizyjne określenie azymutu w całym rejonie stanowisk startowych tylko w przypadku istnienia pogody bezchmurnej. Częściowe zachmurzenie natomiast może uniemożliwić określenie azymutu w niektórych częściach rejonu stanowisk startowych. Uwzględniając jeszcze możliwość zakłócania łączności przez przeciwnika oraz utrudnioną łączność podczas działania w terenie górskim /ekranizujące działanie gór/ autor wyraża przekonanie, że omówiony wyżej sposób usprawnienia określania azymutu z obserwacji astronomicznych, a szczególnie w dynamice działań bojowych, nie spełnia wymagań stawianych przez współczesne środki ogniowe /rakiety, działa samobieżne itp/.

Innym sposobem usprawnienia orientowania astronomicznego może być obliczenie za pomocą EMC azymutów ciała niebieskiego dla rejonów rozwinięcia brygady. Azymuty te, zestawione w postaci tabel lub tabulogramów i dostarczane do brygady wraz z materiałami kartograficznymi, umożliwią określanie azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych w znacznie krótszym czasie niż sposobami stosowanymi obecnie. Biorąc jednak pod uwagę dużą manewrowość brygady i częstotliwość zmiany rejonów stanowisk startowych, a w związku z tym dużą częstotliwość sporządzania tabel, zdaniem autora, ten sposób usprawnienia orientowania astronomicznego nie stanowi optymalnego rozwiązania. Uwzględniając jeszcze, że nie stwarza on możliwości określania azymutu podczas rozwinięcia pododdziałów brygady z marszu /a wtedy właśnie zachodzi konieczność szybkiego określenia azymutu/, należy uznać

go za mało efektywny. Za optymalne rozwiązanie należy uznać takie usprawnienie, które uniezależni brygadę, dywizjon oraz baterie startowe od dopływu informacji /w postaci tabulogramów azymutów ciała niebieskiego w poszczególnych punktach lub na dany obszar/, skróci czas określenia azymutu topograficznego kierunku orientacyjnego poniżej czasu technicznie niezbędnego na doprowadzenie rakiety z gotowości nr 3 do momentu rozpoczęcia wycelowania, tj. około 14 minut /zob. schemat na rys. 6/, uniezależni orientowanie od środków łączności oraz od dynamiki działań. Rozwiązanie takie można uzyskać sporządzając tabele azymutów dowolnego ciała niebieskiego na cały pas działania armii, a nawet frontu, niezależnie od daty obserwacji, tj. tabele zachowujące ciągłą ważność w określonym pasie działania /załącznik 11/.

Tabele przedstawione w załączniku 11 zawierają wartości azymutów geograficznych  $G_{cn}$  dowolnego ciała niebieskiego dla następujących wartości /argumentów/:

- szerokość geograficzna  $48^{\circ} - 50^{\circ}$ ;
- deklinacja ciała niebieskiego  $0^{\circ} - \pm 24^{\circ}$ ;
- kąt godzinny  $0^{\circ} - 360^{\circ} /0^h - 24^h/$ .

Umożliwiają one określenie azymutu z dowolnego ciała niebieskiego, którego deklinacja nie przekracza  $\pm 24^{\circ}$  /tabela 23/, w ciągu całej doby i w dowolnym miejscu pasa o szerokości ponad 200 km.

Zalety przedstawionych tabel są następujące:

- umożliwiają określenie azymutu geograficznego w czasie około 2 minut od momentu podania danych z obserwacji;
- uniezależniają pododdziały brygady i brygadę od dopływu informacji /dopływu tabulogramów azymutów na poszczególne rejony/;
- zachowują ważność /są wieczne/ w pasie, na który zostały

sporządzone;

- umożliwiając określenie azymutu tak w dzień jak i w nocy /w dzień według Słońca, w nocy według Księżyca, planet i gwiazd przedstawionych w tabeli 23, i rys. 18/;

- eliminują najtrudniejsze obliczenia /rozwiązanie trójkąta sferycznego i przejście od czwartaka do azymutu/.

Określenie azymutu według proponowanych tabel polega na odczycaniu jego wartości dla stopni i pełnych dziesiątek minut argumentów  $B$ ,  $\delta$  i  $t$  oraz poprawek  $\Delta_B$ ,  $\Delta_\delta$  i  $\Delta_t$  ze względu na minuty argumentów. Azymut geograficzny ciała niebieskiego jest więc równy sumie odczytanych wartości, czyli

$$G_{\text{cn}} = G_0 + \Delta G_B + \Delta G_\delta + \Delta G_t.$$

Czas określenia azymutu topograficznego kierunku orientacyjnego przy użyciu powyższych tabel będzie zależał jedynie od czasu wykonania obserwacji i określenia danych wyjściowych. Biorąc pod uwagę, że czas pomiaru kąta wynosi 7 - 10 minut /punkt 1.1 rozdział III/, a czas odczytania azymutu i poprawek z tabel około 2 minut, ogólny czas określenia azymutu topograficznego kierunku orientacyjnego nie powinien przekroczyć 12 minut.

Tabela 23

Gwiazdy i planety o deklinacji poniżej  $24^\circ$

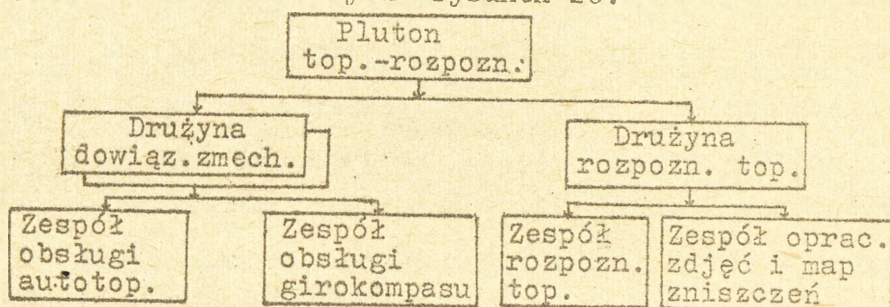
Nazwa gwiazdozbioru i gwiazdy	Przybliżona deklinacji	Nazwa planety	Przybliżona wartość deklinacji
Pegaz	N 16	Wenus	2 - 22
Orion /Betelgeza/	N 7	Mars	3 - 24
Maly Pies /Procjon/	N 5	Jowisz	6 - 17
Lew /Regulus/	N 12	Saturn	21 - 23
Wolarz	N 19	Księżyc	N20 - S20
Orzeł /Altair/	N 8		



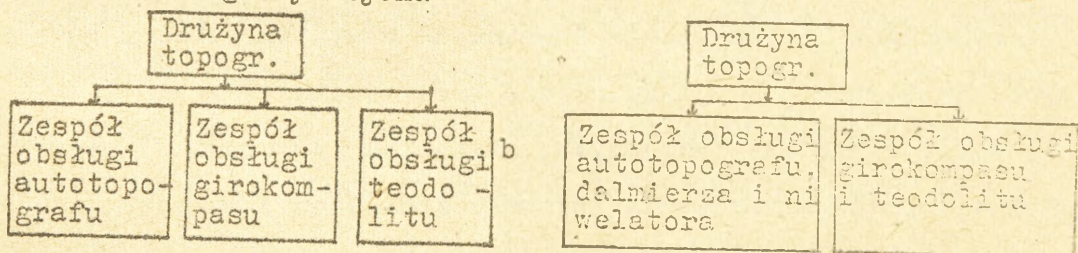
#### 4. Rekonesans rejonów stanowisk startowych

Z właściwości rekonesansu rejonów stanowisk startowych w terenie górskim, omówionych w rozdziale III /punkt 5/ wynika, że zakres zadań grupy rekonesansowej /brygady, dywizjonu/ jest bardzo duży. Grupa rekonesansowa napotyka różnego rodzaju trudności w wyborze stanowisk startowych i dróg manewru. Ograniczona ilość dróg nadających się do przemarszu pododdziałów rakiet a także miejsc nadających się do urządzenia stanowisk startowych, wymagają szczegółowego rozpoznania rejonu. Rzeźba terenu, jego pokrycie i pocięcie utrudniają nie tylko prędkość poruszania się ale również orientację. W miarę pogarszania się warunków atmosferycznych skala wyżej wymienionych trudności rośnie a w związku z tym wydłuża się czas pracy grupy. Potwierdziło to ćwiczenie "Pantera 77" oraz ćwiczenia doświadczalne prowadzone przez Śląski Okręg Wojskowy w terenach górskich<sup>1</sup>. Powstaje tu szerszy problem, a mianowicie czy utrzymanie rekonesansu i zasad jego realizacji wypracowanych w oparciu o doświadczenia uzyskane w terenach równinnych jest słuszne w terenie górskim. Powstaje tu pytanie, jakie wprowadzić rozwiązanie aby usprawnić rekonesans rejonów stanowisk startowych i dróg marszu brygady oraz kto ma realizować te zadania, skoro topografowie powinni stanowić nieodłączny element baterii startowej. Analizując dotychczasową strukturę organizacyjną pododdziałów topogeodezyjnych oraz biorąc pod uwagę, że po zastąpieniu girokompasu 1G5 girokompasem 1G9 lub 1G17 i wprowadzeniu zmian proponowanych w punktach 1 - 3 baterie startowe będą miały możliwość wykonania dowiązania stanowisk startowych siłami i środkami drużyn zmechanizowanych, autor dochodzi do przeko-

nania, że utrzymywanie drużyn w dotychczasowym składzie nie ma uzasadnienia. Istnieje natomiast potrzeba posiadania na szczeblu dywizjonu pododdziału specjalistycznego przeznaczonego do rekonesansu rejonów stanowisk startowych i dróg marszu brygady, do kontroli dowiązania topogeodezyjnego wykonywanego przez drużyny zmechanizowanego dowiązania baterii startowych, sporządzania map zniszczeń w wyniku uderzeń jądrowych nieprzyjaciela i innych zadań związanych z przygotowaniem topogeodezyjnym dywizjonu. Pododdział taki, jako pluton dowodzenia dywizjonu /pluton rozpoznawczo-topograficzny/ dowodzony przez topografa dywizjonu /topograf dywizjonu- dowódca plutonu/ mógłby powstać na bazie topografów baterii startowych nie wchodzących w skład drużyn zmechanizowanego dowiązania oraz drużyny rozpoznania z baterii dowodzenia dywizjonu. Skład organizacyjny takiego plutonu przedstawia rysunek 19, natomiast skład drużyn topogeodezyjnych baterii startowych rysunek 20.



Rys. 19. Organizacja plutonu rozpoznawczo-topograficznego dywizjonu



Rys. 20. Organizacja drużyn topogeodezyjnych baterii startowych /a - dotychczasowa, b - proponowana/

Pluton rozpoznawczo-topograficzny przedstawiony na rysunku 19 posiadając drużynę zmechanizowanego dowiązania będzie mógł w ramach rekonesansu drogi marszu, określić współrzędne stanowisk startowych na wypadek rozwinięcia pododdziałów brygady z marszu. Drużyna rozpoznawcza tego plutonu, przewodząca rozpoznanie rejonów stanowisk startowych ze śmigłowca i wykonująca mapy zniszczeń, mogłaby być wykorzystywana do wyboru stanowisk startowych i rozpoznania dróg manewru. Wymaga to przerzutu jej do nowego rejonu stanowisk startowych wraz ze środkiem transportu /samochodem terenowo-osobowym/.

W dotychczasowej praktyce śmigłowce były wykorzystywane do wstępnego rozpoznania drogi marszu i rejonów stanowisk startowych /z reguły przez dowódcę grupy rekonesansowej/. Efektywność wykorzystania śmigłowców według tych zasad jest sprawą dyskusyjną. W terenie górskim, który w większości jest terenem leśnym efektywność takiego rozpoznania będzie bardzo mała i zdaniem autora może ono dostarczyć jedynie ogólnych informacji o drogach marszu i rejonach stanowisk startowych. Z tych względów, zdaniem autora, należałoby wykorzystywać śmigłowce do wstępnego rekonesansu i jednocześnie do przerzutu części grupy rekonesansowej w nowy rejon stanowisk startowych. Zadaniem tej części grupy powinno być:

- ocena sytuacji skażeń promieniotwórczych i chemicznych;
- wykonanie map zniszczeń powstałych w wyniku działań bojowych /szczególnie w wyniku użycia broni jądrowej/;
- wybór stanowisk startowych, stanowisk dowodzenia i pozostałych elementów ugrupowania bojowego dywizjonu /brygady/;
- rozpoznanie dróg manewru;
- rozpoznanie inżynieryjne i określenie zadań dla pododdziału

maszyn inżynierskich.

Stosownie do wyżej wymienionych zadań w skład grupy rekonesansowej dywizjonu przewożonej śmigłowcem powinni wchodzić:

- oficer rozpoznawczy dywizjonu /dowódca grupy rekonesansowej/
- oficer z pododdziału maszyn inżynierskich;
- zwiadowcy: topografowie /wykonujący mapy zniszczeń/, chemik /wykonujący ocenę sytuacji skażeń/.

Po wykonaniu wstępnego rozpoznania /ocenie sytuacji skażeń i wykonaniu map zniszczeń/ grupa ta powinna wykonać pozostałe zadania, wykorzystując w tym celu samochód terenowo-osobowy.

Pozostała część grupy rekonesansowej dywizjonu, maszerująca transportem kołowym i posiadająca w swym składzie jeden autotopograf /z plutonu topograficznego dywizjonu/ powinna rozpoznać drogi marszu, wybrać i określić współrzędne stanowisk startowych na wypadek rozwinięcia pododdziałów dywizjonu z marszu. W składzie tej części grupy powinni się znajdować:

- topograf dywizjonu /dowódca plutonu topograficznego/, jako zastępca dowódcy grupy rekonesansowej dywizjonu;
- dowódca radiostacji do utrzymywania łączności z dowódcą dywizjonu;
- dowódca stacji meteorologicznej;
- dowódca plutonu z kompanii maszyn inżynierskich.

Podstawowym zadaniem tej części grupy, oprócz wyboru i określania współrzędnych stanowisk startowych, powinno być przygotowanie drogi marszu i zorganizowanie regulacji ruchu, a po przybyciu na punkt spotkania z częścią grupy rozpoznającej rejon stanowisk startowych i uzyskaniu od niej wytycznych, przygotowanie stanowisk startowych i dróg manewru.

## 5. Wnioski końcowe

Skuteczność topogeodezyjnych prac pomiarowych wykonywanych przez pododdziały brygady można zwiększyć poprzez:

- wprowadzenie poprawek konstrukcyjnych do autotopografów uniezależniających dokładność wyznaczania współrzędnych od rzeźby terenu;
- stosowanie wyrównania obserwacji wykonanych autotopografami
- zastosowanie dalmierzy laserowych umożliwiających bezpośredni pomiar odległości do punktów niedostępnych, a poprzez wykorzystanie śmigłowca - do punktów niewidocznych;
- zastosowanie niwelatorów barometrycznych do określania wysokości stanowisk startowych uniezależniających prace pomiarowe od rzeźby terenu, warunków obserwacji oraz pory roku i dnia;
- zastosowanie do obserwacji astronomicznych tabel azymutów ciała niebieskiego skracających czas określenia azymutu oraz wyposażenie drużyn topogeodezyjnych w zegarki elektroniczne zwiększające dokładność pomiaru czasu a tym samym dokładność azymutów;
- wyposażenie wyrzutni w girokompas 1G17 w miejsce 1G5;
- zakładanie przez pododdziały służby topograficznej armii kierunków wzorcowych do określania poprawek przyrządów znajdujących się w pododdziałach brygady;
- terminowe zaopatrywanie pododdziałów brygady w mapy specjalne z nadrukiem współrzędnych punktów konturowych lub zdjęcia lotnicze zapewniające uzyskanie współrzędnych punktów wyjściowych /konturowych/ z dokładnością równą dokładności map topograficznych w skali 1 : 25 000;

- wyposażenie brygady w ruchomy magazyn map.

2. Efektywność pracy grupy rekonesansowej organizowanej na szczeblu dywizjonu można zwiększyć poprzez:

- wykonywanie map zniszczeń przez topografów dywizjonów /brygady/ podczas rekonesansu rejonów, na które nieprzyjaciel wykonał uderzenia jądrowe i natychmiastowe dostarczanie ich do sztabów i pododdziałów;

- utworzeniu na szczeblu dywizjonu plutonu rozpoznawczo-topograficznego w składzie conajmniej drużyny zmechanizowanego dowiązania i drużyny rozpoznawczo-topograficznej, wykorzystywanych do wykonywania map zniszczeń, wyboru i określania współrzędnych stanowisk startowych wzdłuż dróg marszu pododdziałów dywizjonu;

- prowadzenie rekonesansu rejonów stanowisk startowych przez część grupy przerzucanej w rejon pracy wraz ze środkiem transportu /samochodem terenowo-osobowym/ przy użyciu śmigłowca, natomiast drogi marszu przez pozostaną część grupy według dotychczasowych zasad;

- wybór i określanie współrzędnych stanowisk startowych wzdłuż drogi marszu dywizjonu na wypadek rozwinięcia pododdziałów z marszu.

## ZAKOŃCZENIE

Duża manewrowość współczesnych środków rażenia w tym zestawie rakietowego R-300 stawia przed samodzielnym oddziałem topogeodezyjnym armii oraz pododdziałami topogeodezyjnymi brygady trudne zadania, bowiem zmusza je do wykonywania prac topogeodezyjnych na znacznych obszarach i w bardzo ograniczonym czasie. W terenie górskim prace te są dodatkowo utrudnione przez takie czynniki jak: rzeźba, pokrycie i warunki atmosferyczne.

Środki, którymi obecnie dysponują pododdziały rakiet są, niestety, w dużym stopniu uzależnione od warunków zewnętrznych i nie zawsze umożliwiają wykonanie dowiązania topogeodezyjnego w odpowiednim czasie i z wymaganą dokładnością. Dotyczy to szczególnie autotopografów oraz zestawów dalmierczych DDI. Uwidoczniła się dysproporcja między czasem technicznie niezbędnym na doprowadzenie rakiet z gotowości nr 3 do gotowości nr 1, a czasem potrzebnym na dowiązanie topogeodezyjne stanowisk startowych. Uwidoczniła się to szczególnie podczas wykonywania uderzeń rakietowych w terenie górskim ze stanowisk startowych zajętych z marszu. Biorąc to pod uwagę autor dokonał analizy potrzeb w tym zakresie i stwierdził, że specjalna sieć geodezyjna zakładana w terenie górskim z gęstością 1 punkt na 20 km<sup>2</sup> nie zapewnia warunków wykonania dowiązania stanowisk startowych w wymaganym czasie. Nie stwarza ona też warunków do optymalnego wykorzystania autotopografów. Warunki te mogłaby spełnić sieć geodezyjna z gęstością 1 punkt na 4 km<sup>2</sup>. Założenie takiej sieci dla potrzeb brygady rakiet wykracza poza możliwości oddziału topogeodezyjnego.

Autor, biorąc pod uwagę powyższe oraz to, że punkty konturowe mapy topograficznej w skali 1 : 25 000 spełniają wymagania dokładnościowe stawiane punktom wyjściowym do dowiązania stanowisk startowych, uzasadnił niecelowość zakładania specjalnej sieci geodezyjnej i wskazał na potrzebę przygotowywania bazy do stworzenia warunków określania poprawek przyrządów topogeodezyjnych znajdujących się w pododdziałach brygady. Zastanawiając się nad sposobem uniezależnienia prac topogeodezyjnych od takich czynników jak: rzeźba terenu, pokrycie, pora roku i dnia oraz warunki widoczności autor doszedł do wniosku, że wymogi stawiane przez współczesne środki rażenia oraz przez współczesne - dynamiczne działania bojowe, mogą spełnić autotopografy z bezwładnościowym przekaźnikiem drogi oraz girokompasy typu 1G17. Uwzględniając fakt, że w brygadach rakiet znajdują się obecnie autotopografy z mechanicznym przekaźnikiem drogi autor opracował zasady podwyższania dokładności współrzędnych wyznaczanych tymi autotopografami. Ponadto opracował zasady określania współrzędnych stanowisk startowych przy użyciu dalmierza laserowego z wykorzystaniem śmigłowca.

Analizując sposoby określania azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych autor doszedł do wniosku, że optymalnymi sposobami są orientowanie giroskopowe i orientowanie astronomiczne. Autor uzasadnił, że wymagania dotyczące dokładności i czasu określenia azymutu spełnia jedynie girokompas typu 1G17, natomiast girokompas typu 1G9 spełnia jedynie wymagania dokładnościowe. W celu skrócenia czasu określania azymutu autor opracował tabele azymutów ciała niebieskiego oraz nomogram azymutów Gwiazdy Biegunowej. Ponadto określił zasady określania azymutu przy użyciu girokompasu 1G9 na podstawie dwóch punktów nawrotu z uwzględnie-

nieniem poprawki na trzeci punkt nawrotu.

Spśród wymienionych rozwiązań za najbardziej wartościowe, zdaniem autora, należy uznać wykonywanie dowiązania stanowisk startowych zajętych z marszu w tym określanie azymutów topograficznych kierunków orientacyjnych girokomпасem 1G9 i astro-nomicznie.

W pracy autor napotkał wiele trudności wynikających z braku literatury dotyczącej specyfiki prac topogeodezyjnych w terenie górskim. Zmusiło to autora do opierania się na danych ogólnych, będących wynikiem ćwiczeń doświadczalnych prowadzonych przez Śląski Okręg Wojskowy. Ze względu na małą ilość tych ćwiczeń wnioski wyciągnięte z nich mogą być niepełne co obniża wartość niniejszej pracy.

Propozycje uniezależnienia prac topogeodezyjnych wykonywanych przez pododdziały brygady od specjalnej sieci geodezyjnej oraz od warunków terenowych, tj. rzeźby i pokrycia oraz od warunków atmosferycznych są wynikiem nie tylko analizy przedstawionej w rozprawie ale są one również wynikiem przemyśleń autora i badań prowadzonych przez niego od momentu powstania wojsk rakietowych w naszych Siłach Zbrojnych.

Autor zdaje sobie sprawę, że niektórzy jego rozważania mogą mieć charakter kontrowersyjny. Odczuje jednak satysfakcję gdy praca ta, mająca charakter użytkowy, przyczyni się chociaż w części do uniezależnienia prac topogeodezyjnych od warunków terenowych, atmosferycznych oraz pory roku i dnia. Jednocześnie pragnie on wyrazić serdeczną wdzięczność wszystkim oficerom Inspekcji Sił Zbrojnych, Szefostwa Wojsk Rakietowych i Artylerii WP i ŚOW, Zarządu Topograficznego SG oraz pracownikom naukowym WAT i ASC, którzy służyli mu swą radą i życzliwą krytyką.

## B I B L I O G R A F I A

1. Autotopograf UAZ-452T, podręcznik, Uzbr..1414/73.
2. E. Buszma, J. Domaradzki, S. Rolla, Budowa i utrzymanie dróg, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, 1964 r.
3. Charakter armijnej operacji zaczepnej w terenie górzystym i górzysto-lesistym, Biuletyn Informacyjny nr 7, 1952 r.
4. Gen. bryg. dr hab. Czesław Dęga, Zwalczanie taktycznych i operacyjno-taktycznych środków napadu jądrowego w armijnej operacji zaczepnej, Wydawnictwo ASG, 1974 r.
5. Płk mgr inż. Maciej Daniec, Dalmierze laserowe, Wojskowy Przegląd techniczny nr 2, 1974 r.
6. A. P. Graczev, Primienienie raketnych czastiej i artillerii w lesjsto-bokotistoi i gornoj miestnosti, Moskwa, 1964r.
7. Płk dypl. mgr K. Grzeszczak, mjr T. Babiak, Zastosowanie orientacji astronomicznej do ukierunkowania dział, wyrzutni raketowych i przyrządów optyczno-mierniczych artylerii dywizji do ukierunkowania      zawczasu obliczonych azymutów topograficznych ciała niebieskiego, Myśl Wojskowa nr 3, 1977 r.
8. A. Greczko, Przez Karpaty, Wydawnictwo MON, Warszawa 1971
9. Instrukcja topogeodezyjna wojsk raketowych i artylerii Art. 549/74.
10. Instrukcja kierowania uderzeniami raketowymi, Art.548/76
11. Instrukcja startowa - Praca baterii startowej i plutonu obsługi technicznej, Art. 567/75.
12. Informator meteorologiczny - stosunki klimatyczne Europy zachodniej, Wydawnictwa Biura Wojskowego PIHM, 1963.
13. Płk A. Jemielanienko, Podgotowka k dieistwiam w gornopustynnoi miestnosti, Wojennyj Wiestnik nr 9, 1973.
14. M. Klimaszewski, Geomorfologia ogólna, Państwowe Wydawnictwo naukowe 1963.
15. A. Kowalenko, Z topopriwiaszczikiem w gorach, Wojennyj Wiestnik nr 5, 1976.
16. K. A. Kozłow, Fizjiko-geograficzeskii faktor w wojennom iskuctwie, Wojennaja Myśl nr 7, 1977.
17. Konferencja naukowa - topogeodezyjne zabezpieczenie i rozpoznanie powietrzne działań bojowych wyjsk, WAT wewn. 743/78, nr bibl. 019028.

18. A. Mołczanow, W. Semienido, Opriedielenie azimuta Polarnoi, Wojennyj Wiestnik nr 10, 1973.
19. N. N. Nikiforow, Artilleria w gorach, Moskwa 1944.
20. Ppłk mgr M. Nowak, Teren jako przedmiot rozpoznania wojskowego, Wydawnictwo ASG, 1974.
21. D. S. Parasnis, Magnetyzm - od magnezu naturalnego do wędrówki biegunów, Biblioteka Wiedzy Współczesnej, Warszawa 1970.
22. Ppłk mgr inż. E. Pocięcha, Kpt mgr inż. W. Michalski, Możliwości zwiększenia dokładności współrzędnych punktów wyznaczonych autotopografem, Przegląd Wojsk Lądowych nr 5, 1979.
23. Problemy zabezpieczenia topograficznego działań bojowych wojsk, Wydawnictwo MON, Biuletyn Informacyjny nr 4/99/ 1970.
24. Przygotowanie i wykonanie uderzeń raketowych, Art. 266/66.
25. Ppłk mgr inż. R. Gałażyn, Zwiększenie dokładności określenia współrzędnych punktu za pomocą autotopografu, Przegląd Wojsk Lądowych nr 12, 1973.
26. Organizacja zbierania i opracowywania danych z rozpoznania w szefostwach i sztabach wojsk raketowych i artylerii, Art. 618/78.
27. Ogólna ocena operacyjno-geograficzna średniogórza zachodniego TDW, Wydawnictwo MON, Biuletyn Informacyjny nr 1/96/70.
28. Z. Parucki, Zarys geografii wojennej, Wydawnictwo MON.
29. W. A. Polewoi, Matematyczeskaja obrabotka rezultatów radiogeodezycznych izmierienii, Wydawnictwo Nedra, Moskwa 1971.
30. Regulamin walki wojsk raketowych i artylerii cz. I i II Art. 254/65 i 255/65.
31. H. Radlicz-Rühlowa, Geologia w zarysie, PZWS, Warszawa.
32. Zasady organizacji i prowadzenia armijnej operacji za - czejnej w terenie górzysto-lesistym, Wydawnictwo MON, Biuletyn Informacyjny nr 1/96/, 1970.
33. Płk mgr J. Sławiński, Warunki wojskowo-geograficzne prowadzenia działań na Centralnym Kierunku Strategicznym, Wydawnictwo ASG, 1974.
34. W. Szpunar, Geodezja wyższa i astronomia geodezyjna t.II Państwowe Wdyawnictwo Naukowe, 1964.
35. Kpt mgr inż. J. Skrzyp, Wymagania konstrukcyjne stawiane girokompasom, Wojskowy Przegląd Techniczny nr 1, 1976.

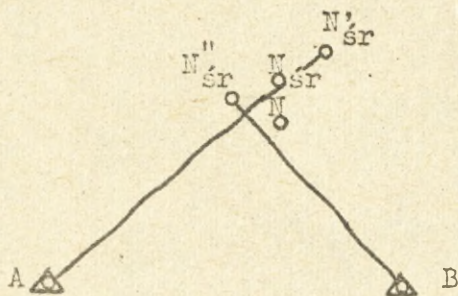
36. Kpt mgr inż. J. Skrzyp, Dowiązanie stanowiska startowego o dwóch punktach startu, Przegląd Wojsk Lądowych nr 1, 1979.
37. Terenoznawstwo, Wydawnictwo MON, Szt. Gen. 356/65.
38. Topogeodezja w wojskach raketowych i artylerii cz. I Dowiązanie elementów ugrupowania bojowego, Art. 601/76.
39. Topogeodezja w wojskach raketowych i artylerii cz. II Pomiary i obliczenia podstawowych zadań geodezyjnych, Art. 614/77
40. Topogeodezja w wojskach raketowych i artylerii, cz. III Zastosowanie sprzętu topogeodezyjnego, Art. 630/78.
41. Topograficzskoje obespieczenie bojowych diejstwii woisk Moskwa 1960.
42. Topogeodezjczeskaja podgotowka, Leningrad 1969.
43. Topogeodezjczeskaja priwiaska startowych pozycji opera -  
twno-taktyczeskich raket, Moskwa 1968.
44. Topogeodezjczeskoje obespieczenie woisk cz. I - Sposoby topogeodezjczeskowo obespieczenia woisk, Moskwa 1971.
45. Topogeodezjczeskoje obespieczenie woisk cz. II - Topogeo-  
dezjczeskoje obespieczenie boja i operacji., Moskwa 1973.
46. Użycie woisk raketowych i artylerii w armijnej operacji  
zaczeplnej prowadzonej w terenie górzysto-lesistym, Wydawnictwo  
MON, Biuletyn Informacyjny nr 1/96/, 1970.
47. Użycie woisk raketowych w walce i operacji, Art. 612/77.
48. N. Uriupin, W. Lwow, E. Woronoi, K astronomiczskim na -  
bliudieniam, Wojennyj Wiestnik nr 10, 1975.
49. Walka geofizyczna i meteorologiczna, Wydawnictwo ASG  
nr wewn. 3358/78.
50. Płk mgr inż. J. Węgrzyn, Orientowanie astronomiczne,  
Przegląd Wojsk Lądowych nr 8, 1976.
51. Płk mgr inż. J. Węgrzyn, Przydatność zestawu dalmierczego  
DDI-3, Przegląd Wojsk Lądowych nr 5, 1969.
52. Właściwości przygotowania technicznego raket pododdzia-  
łów BROT w toku osiągnięcia gotowości do wykonania pierwszego  
uderzenia jądrowego, Wydawnictwo MON, Biuletyn Informacyjny  
nr 3/126/, 1977.
53. N. N. Woronkow, N. M. Aszimow, Giroskopiczskoje orien-  
tirowanie, Wydawnictwo "Nedra" Moskwa 1973.
54. Ppłk mgr inż. M. Żmuda, Dokładność dowiązania artylerii  
Przegląd Wojsk Lądowych nr 2, 1977.

Wyznaczenie współrzędnych autotopografem  
metodą ciągu wiszącego od punktu wyjściowego A oraz B

- Warunki obserwacji:
1. Autotopograf orientowany przy użyciu girokompasu 1G9.
  2. Kąt spadku terenu około  $10^{\circ}$ ; określane teodolitem i uwzględniany przez wprowadzenie poprawki do współczynnika korekcji drogi.
  3. Długość ciągu AN = 4247 m, ciągu BN = 3415 m.
  4. Współrzędne punktów/wyjściowych i dowiązywanego:
 

A/ x = 62 096; y = 44 461; B/ x = 63 470; y = 51 739; N/ x = 65 312; y = 49 048.

Nr obserw.	$x_N$ $y_N$	$x_{N'}^{\text{śr}}$ $y_{N'}^{\text{śr}}$	$x_{N''}$ $y_{N''}$	$x_{N''}^{\text{śr}}$ $y_{N''}^{\text{śr}}$	$x_{N'}^{\text{śr}}$ $y_{N'}^{\text{śr}}$
1	65 328	65 324 49 032	65 347	65 354 49 070	65 339 49 051
	49 031		49 077		
2	65 319		65 364		
	49 033		49 067		
3	65 325		65 356		
	49 034		49 067		
4	65 325		65 349		
	49 036		49 072		
5	65 323		65 354		
	49 030		49 068		



$$m_x = x_{N'}^{\text{śr}} - x_N$$

$$m_y = y_{N'}^{\text{śr}} - y_N$$

$$m_x = 65\ 339 - 65\ 312 = 27$$

$$m_y = 49\ 051 - 49\ 048 = 3$$

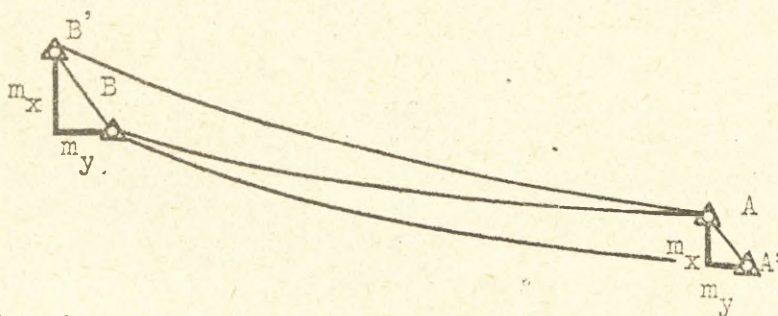
Wniosek: Współrzędne punktu N wyznaczone metodą ciągu wiszącego jednym autotopografem obciążone są błędem systematycznym aparatury nawigacyjnej. Można go zmniejszyć poprzez wprowadzenie odpowiednich poprawek /załączniki 5 i 6 oraz przez wybór punktów początkowych A i B po przeciwnej stronie punktu dowiązywanego N.

Błąd współrzędnych punktu wyznaczonych autotopografem zorientowanym magnetycznie w rejonie anomalii magnetycznej

Warunki obserwacji:

1. Autotopograf zorientowany magnetycznie przy użyciu kątomierza busoli z określoną poprawką w punkcie B.
2. Kąt spadku terenu około  $10^\circ$ ; określony teodolitem i uwzględniany podczas dowiązywania poprzez wprowadzanie poprawki do współczynnika korekcji drogi.
3. Długość ciągu AB = 6350 m.
4. Współrzędne punktów: A/  $x = 63\ 470$  ;  $y = 51\ 789$  ; B/  $x = 66\ 032$  ;  $y = 46\ 625$

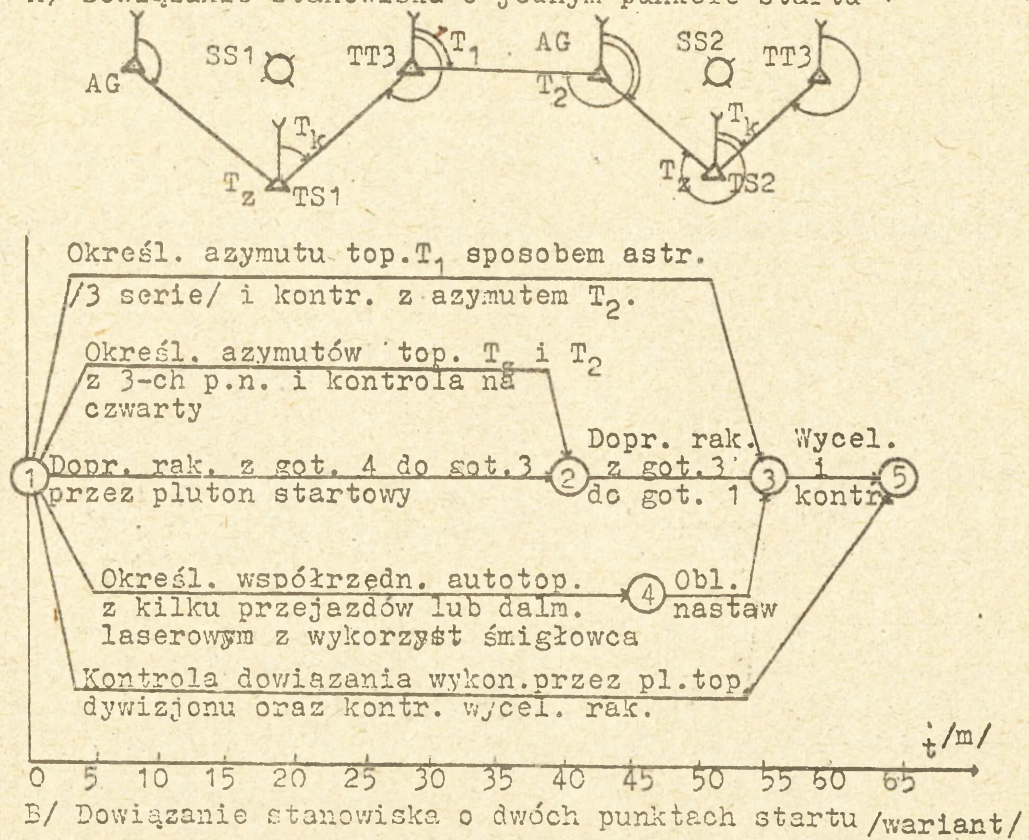
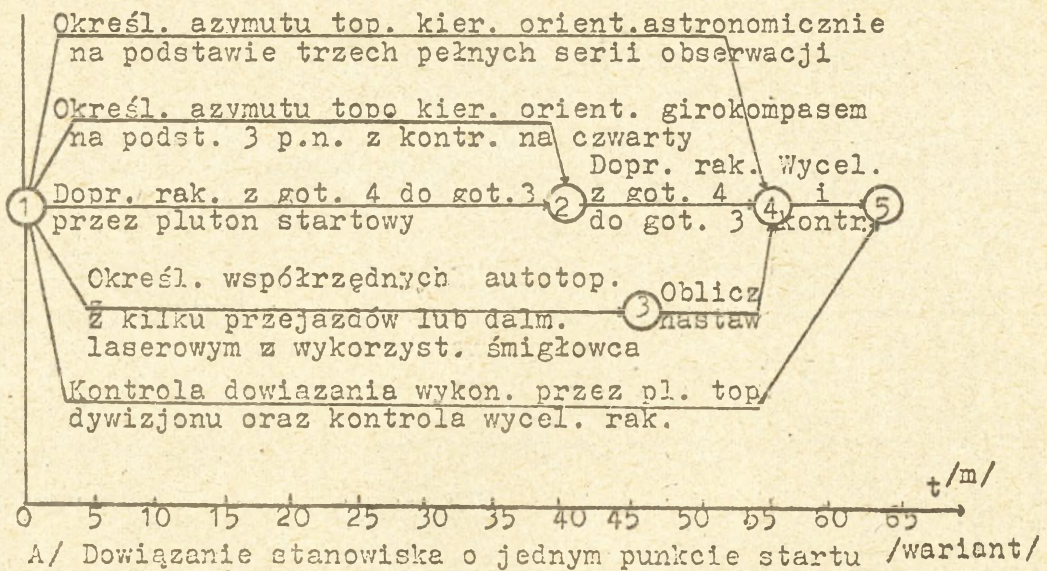
Nr	$x_A'$ $y_A'$	$x_{A, sr}'$ $y_{A, sr}'$	$m_{x_A}$ $m_{y_A}$	$x_B'$ $y_B'$	$x_{B, sr}'$ $y_{B, sr}'$	$m_{x_B}$ $m_{y_B}$	
1	63 497	63 501 51 813	31 24	65 982	65 984 46 604	48 21	
	51 808			46 600			
2	63 501			65 987			
	51 822			46 604			
3	63 509			65 987			65 984
	51 820			46 602			46 604
4	63 496			65 979			
	51 807			46 603			
5	63 500			65 976			
	51 809			46 610			



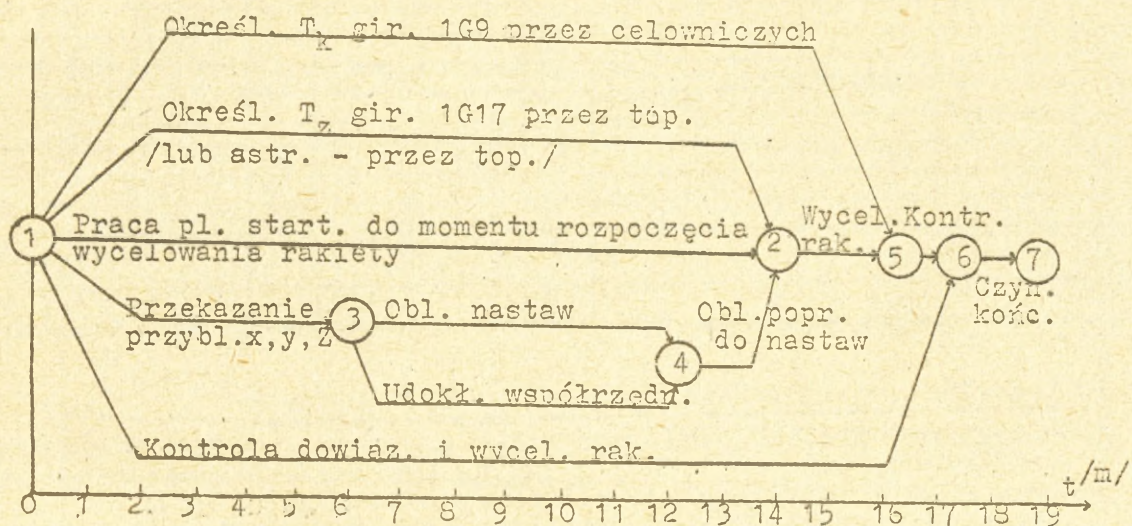
Wniosek:

W wyniku błędu orientacji autotopografu spowodowanego lokalną anomalią magnetyczną w punkcie A dokładność wyznaczenia współrzędnych punktu B jest niższa od dokładności wyznaczenia współrzędnych punktu A, tj. podczas jazdy powrotnej /autotopograf zorientowano magnetycznie na punkcie A oraz na punkcie B/.

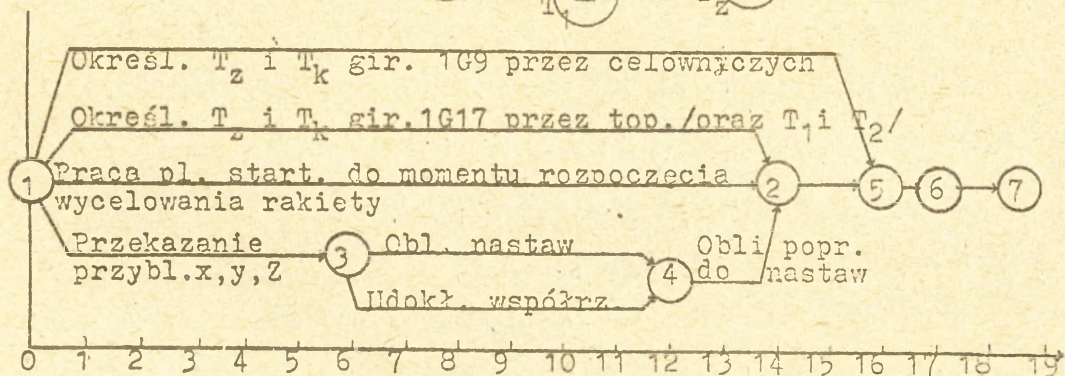
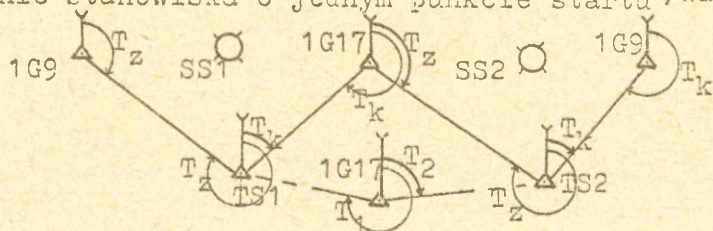
Schemat i czas dowiązania stanowiska startowego podczas doprowadzania rakiety z gotowości nr 4 do gotowości nr 3



Schemat i czas dowiązania stanowiska startowego podczas doprowadzania rakiety z gotowości nr 3 do gotowości nr 1



A/ Dowiązanie stanowiska o jednym punkcie startu /wariant/



B/ Dowiązanie stanowiska o dwóch punktach startu /wariant/

A/

Tabela poprawek  
do wyrównania współrzędnych wyznaczonych autotopografem

Załącznik nr 5

fx fy	Długość ciągu w km															
	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0
30	12	13	14	15	17	18	19	20	22	23	24	25	27	28	29	30
40	16	17	19	21	22	24	25	27	29	30	32	33	35	37	38	40
50	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50
60	24	26	29	31	33	36	38	40	43	46	48	50	53	56	58	60
70	28	30	33	36	39	42	45	48	51	54	56	59	62	65	68	70
80	32	35	38	42	45	48	52	55	58	61	64	67	70	73	76	80
90	36	40	43	47	50	54	58	61	65	69	72	75	79	82	86	90
100	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80	84	88	92	96	100
110	44	48	53	57	61	66	70	75	79	84	88	92	97	101	105	110
120	48	53	58	62	67	72	77	82	87	91	96	101	106	110	115	120
130	52	57	62	67	72	78	83	88	93	98	104	110	115	120	125	130
140	56	61	66	72	78	84	90	95	100	106	112	117	122	128	134	140
150	60	66	72	78	84	90	96	102	108	114	120	126	132	138	144	150

B/ Przykład przybliżonego wyrównania współrzędnych

Wykonano przejazd autotopografem z punktu A do B i wyznaczono współrzędne punktów 1, 2 i 3/jak na rysunku/. Długość ciągu wynosi 4800 m, odległość  $A_1 = 2000$  m,  $A_2 = 2700$  m,  $A_3 = 4000$  m. Obliczyć poprawki  $v_x$  i  $v_y$  współrzędnych punktów 1, 2 i 3 rachunkowo i za pomocą  $t_x$  powyżej podanej tabeli, jeżeli odchyłki  $fx$  i  $fy$  na punkcie końcowym B wynosiły:  $fx = -80$  m,  $fy = 130$  m.

Rozwiązanie1. Sposób rachunkowy.

$$v_x = -\frac{f_x \cdot d_i}{d_{AB}}; v_{x_1} = \frac{-80 \cdot 2000}{4800} = -33; v_{x_2} = \frac{-80 \cdot 2700}{4800} = -43 \text{ m; itd}$$

$$v_y = -\frac{f_y \cdot d_i}{d_{AB}}; v_{y_1} = \frac{130 \cdot 2000}{4800} = 54 \text{ m; } v_{y_2} = \frac{130 \cdot 2700}{4800} = 73 \text{ m; itd.}$$

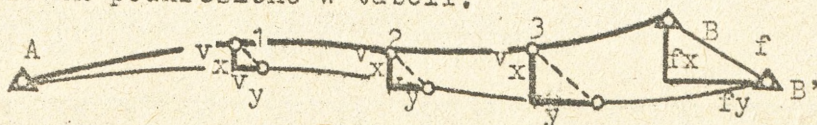
Współrzędne poprawione będą:

$$x_1 = 45\ 350 + 33 = 45\ 383; x_2 = 45\ 420 + 43 = 45\ 463; \text{ itd.}$$

$$y_1 = 30\ 320 - 54 = 30\ 266; y_2 = 31\ 310 - 73 = 31\ 237; \text{ itd.}$$

2. Sposób uproszczony za pomocą tabel

Na podstawie długości ciągu  $d_{AB} = 4800$  m i odchyłki  $fx = -80$  m odczytuje się poprawki dla poszczególnych odległości  $d_{A_1}$ ,  $d_{A_2}$ ,  $d_{A_3}$ , itd. Podobnie określa się poprawki  $v_y$ . Wartości tych poprawek podkreślono w tabeli.



Rachunkowe wyrównanie współrzędnych punktów wyznaczonych autotopografem

A. Udokładnienie współrzędnych wyznaczonych autotopografem na podstawie przejazdu "tam" i "powrót".

Współrzędne punktów wyjściowych A i B	Przybliżone współrzędne wyznaczone autotopografem				Cdechyłki $\frac{f_x}{f_y}$
	$x_A$ $y_A$	$x_1$ $y_1$	$x_2$ $y_2$	$x_B$ $y_B$	
$x_A = 65\ 312$ $y_A = 49\ 049$		64 860 50 110	64 201 50 730	63 420 51 850	-50 61
$x_B = 63\ 470$ $y_B = 51\ 789$	65 350 48 990	64 910 50 040	64 240 50 670		38 -59
Odległość	$d_{A1} = 1400$	$d_{A2} = 2220$	$d_{AB} = 3420$		

1. Obliczenie poprawek  $v_x$  i  $v_y$ :  $v_{x_i} = \frac{f_x \cdot d_{Ai}}{d_{AB}}$ ,  $v_{y_i} = \frac{f_y \cdot d_{Ai}}{d_{AB}}$ .

Ciąg AB:

$$v_{x_1} = \frac{-50 \cdot 1400}{3420} = -20 \text{ m}, \quad v_{x_2} = \frac{-50 \cdot 2220}{3420} = -33 \text{ m},$$

$$v_{y_1} = \frac{61 \cdot 1400}{3420} = +25 \text{ m}, \quad v_{y_2} = \frac{61 \cdot 2220}{3420} = +40 \text{ m}.$$

Ciąg BA:

$$v_{x_1} = \frac{38 \cdot 2020}{3420} = +23 \text{ m}, \quad v_{x_2} = \frac{38 \cdot 1200}{3420} = +13 \text{ m},$$

$$v_{y_1} = \frac{-59 \cdot 2020}{3420} = -35 \text{ m}, \quad v_{y_2} = \frac{-59 \cdot 1200}{3420} = -20 \text{ m}.$$

2. Obliczenie współrzędnych i ocena dokładności

$x_1 + v_{x_1}$ $y_1 + v_{y_1}$ Z ciągu AB	$x_1 + v_{x_1}$ $y_1 + v_{y_1}$ Z ciągu BA	Wartość średnia $x_1$ $y_1$	$x_2 + v_{x_2}$ $y_2 + v_{y_2}$ Z ciągu AB	$x_2 + v_{x_2}$ $y_2 + v_{y_2}$ Z ciągu BA	Wartość średnia $x_2$ $y_2$
64 880 50 085	64 827 50 075	64 883 50 080	64 234 50 690	64 227 50 690	64 230 50 690
Współrzędne wzorcowe punktu 1		64 875 50 087	Współrzędne wzorcowe punktu 2		64 231 50 690
Błędy rzeczywiste		8 10			1 0

B. Udokładnienie współrzędnych wyznaczonych autotopografem na podstawie dwóch przejazdów "tam" i "z powrotem"

Współrzędne punktów wyjściowych A i B	Przybliżone współrzędne wyznaczone autotopografem				Odchyłki $f_x$ $f_y$
	$x_A$ $y_A$	$x_1$ $y_1$	$x_2$ $y_2$	$x_B$ $y_B$	
$x_A = 65\ 312$ $y_A = 49\ 049$		64 860 50 110	64 201 50 730	63 420 51 850	-50 61
$x_B = 63\ 470$ $y_B = 51\ 789$	65 350 48 990	64 910 50 040	64 240 50 670		38 -59
		64 850 50 116	64 215 50 720	63 410 51 840	-60 51
	65 356 49 002	64 902 50 034	64 250 50 676		54 -47

1. Obliczenie odchyłki katowej i liniowej ciągu:

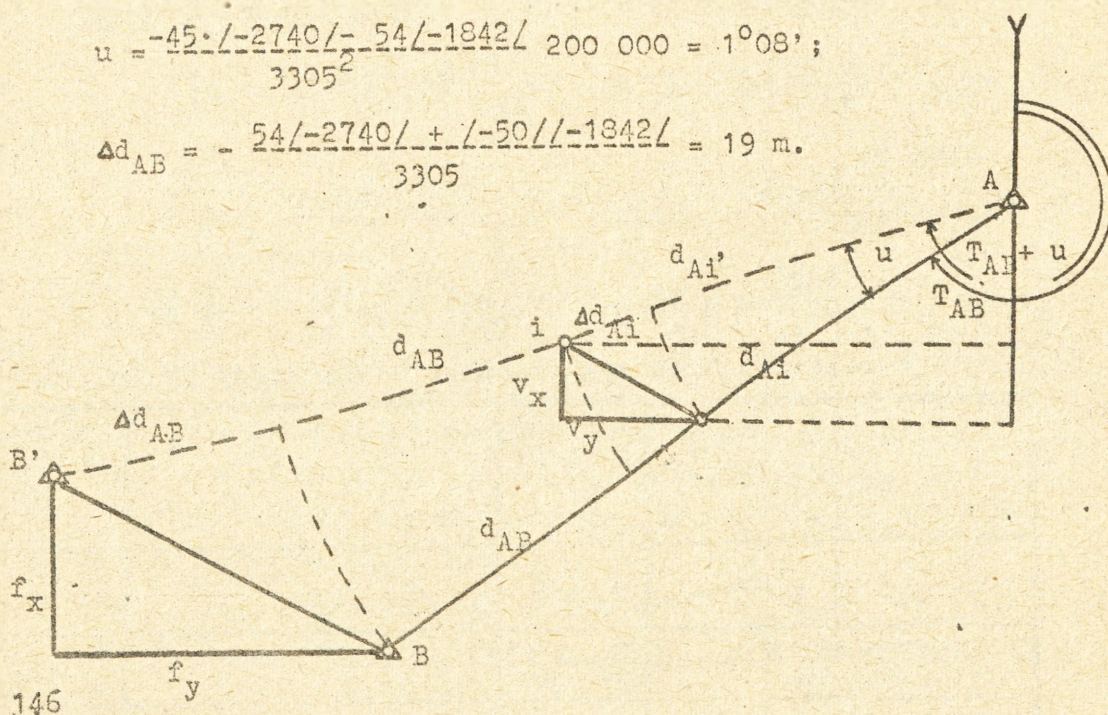
$$u = \frac{f_x \cdot y - f_y \cdot x}{d_{AB}^2}; \quad \Delta d_{AB} = - \frac{f_y \cdot y + f_x \cdot x}{d_{AB}}$$

$$f_x = \frac{-50 - 38 - 60 - 54}{4} = -45; \quad f_y = \frac{61 + 59 + 51 + 47}{4} = 54$$

$$x_{AB} = -1842, \quad y_{AB} = -2740, \quad d_{AB} = 3305, \quad T_{AB} = 236^{\circ}15'$$

$$u = \frac{-45 \cdot (-2740) - 54 \cdot (-1842)}{3305^2} = 1^{\circ}08'$$

$$\Delta d_{AB} = - \frac{54 \cdot (-2740) + (-50) \cdot (-1842)}{3305} = 19 \text{ m.}$$



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

$$v_{x_1} = d_{A1} / \cos T_{AB} - / \cos T_{AB} + u // - \Delta d_{A1} \cdot \cos T_{AB};$$

$$v_{y_1} = d_{A1} // \sin T_{AB} + u / - \sin T_{AB} / + \Delta d_{A1} \cdot \sin T_{AB};$$

$$\text{gdzie: } \Delta d_{A1} = \frac{\Delta d_{AB} \cdot d_{A1}}{d_{AB}}$$

$$v_{x_1} = 1400 / -0,556 + 0,539 / + \frac{19 \cdot 1400}{3305} \cdot 0,556 = - 18 \text{ m,}$$

$$v_{y_1} = 1400 / -0,842 + 0,831 / - \frac{19 \cdot 1400}{3305} \cdot 0,831 = - 21 \text{ m,}$$

$$v_{x_2} = 2220 / -0,556 + 0,539 / + \frac{19 \cdot 2220}{3305} \cdot 0,556 = - 28 \text{ m,}$$

$$v_{y_2} = 2220 / -0,842 + 0,831 / - \frac{19 \cdot 2220}{3305} \cdot 0,831 = - 34 \text{ m.}$$

3. Obliczenie współrzędnych punktów 1 i 2:

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

$$y_1 = 50\ 110 - 21 = 50\ 089 \quad y_2 = 50\ 730 - 34 = 50\ 696$$

4. Obliczenie błędów współrzędnych:

- współrzędne wzorcowe

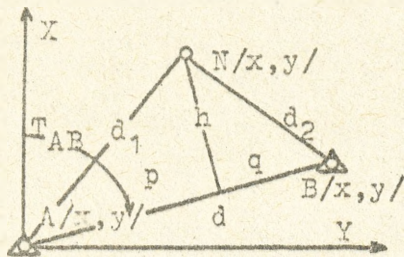
- błędy rzeczywiste

$$x_1 = 64\ 875 \quad x_2 = 64\ 231 \quad m_{x_1} = 3 \text{ m} \quad m_{x_2} = 2 \text{ m}$$

$$y_1 = 50\ 087 \quad y_2 = 50\ 690 \quad m_{y_1} = 2 \text{ m} \quad m_{y_2} = 6 \text{ m.}$$

Uwaga: Obliczenie współrzędnych można wykonać na podstawie dowolnego przejazdu "tam" lub "powrót". W powyższym przykładzie obliczono je na podstawie pierwszego przejazdu w kierunku "tam". O znaku poprawki decyduje znak odchyłki  $f_x$  i  $f_y$ .

Wyznaczenie współrzędnych punktu wcięciem liniowym wykonanym dalmierzem laserowym z wykorzystaniem śmigłowca



Wzory robocze: gdy  $d_1 < d_2$

$$x_N - x_A = p \cdot \cos T_{AB} + h \cdot \sin T_{AB}$$

$$y_N - y_A = p \cdot \sin T_{AB} - h \cdot \cos T_{AB}$$

gdy  $d_1 > d_2$

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

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

w których:

$$p = \frac{1}{2} \cdot \frac{d_1^2 - d_2^2 + d^2}{d}; \quad q = \frac{1}{2} \cdot \frac{-d_1^2 + d_2^2 + d^2}{d}; \quad h = \sqrt{d_1^2 - p^2}$$

Przykład liczbowy

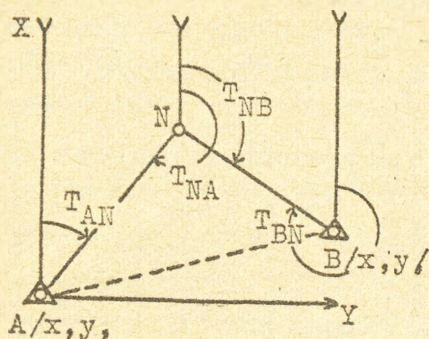
Wzory i oznaczenia	Obliczenie z punktu A	Wzory i obliczenia	Obliczenie z punktu B
$d = AB$	7980	$T_{AB}$	$59^{\circ}23,6'$
$d_1$	8020	$d_2$	7050
$p$	4905	$q$	3074
$\cos T$	0,56051	$\sin T$	0,50892
$h'$	6345	$h''$	6345
$x_A$	57 327	$x_B$	64 194
$x_N - x_A$	7 454	$x_N - x_B$	583
$y_A$	46 631	$y_B$	50 693
$y_N - y_A$	2 960	$y_N - y_B$	7 022
$x_N$	64 777	$x_N$	64 777
$y_N$	43 671	$y_N$	43 671

Dokładność wyznaczenia współrzędnych punktu N w zależności od kąta

Wartość kąta wcięcia	Błąd średni $m_x, m_y$
30°	20
40	16
50	13
60	12
70	11
80	10
90	10
100	10
110	11
120	12
130	13
140	16
150	20

Wniosek: Wcięcia liniowe wykonane dalmierzem laserowym zapewniają wymaganą dokładność wyznaczenia współrzędnych stanowiska startowego, bowiem po uwzględnieniu błędów współrzędnych punktów wyjściowych A i B  $\pm 16$  m/ oraz błędów zawieszenia śmigłowca nad tymi punktami  $\pm 20$  m/, błąd współrzędnych punktu N wynosi około 50 m.

Wyznaczenie współrzędnych punktu N wcięciem azymutalnym wykonanym przy użyciu girokompasu 1G9 z wykorzystaniem śmigłowca



Wzory robocze:

$$x_N - x_A = - \frac{h \cdot \cos T_{AN}}{\sin T_{AN} - \sin T_{BN}}$$

$$y_N - y_A = - \frac{h \cdot \sin T_{AN}}{\sin T_{AN} - \sin T_{BN}}$$

$$h = \frac{x_B - x_A}{\sin T_{BN} - \sin T_{AN}} = \frac{y_B - y_A}{\cos T_{BN} - \cos T_{AN}}$$

Przykład obliczania współrzędnych

Ocena dokładności

Wzory i oznaczenia	Wartości liczbowe	Wzory i oznaczenia	Wartości liczbowe
$x_A$	93 769	$y_A$	54 171
$x_B$	80 614	$y_B$	75 792
$x_B - x_A$	-13 155	$y_B - y_A$	+21 621
$T_{AN} = T_{NA} \pm 180^\circ$	$80^\circ 40' 0''$	$T_{BN} = T_{NB} \pm 180^\circ$	$319^\circ 23,5''$
$\sin T_{AN}$	+0,98677	$\sin T_{BN}$	-0,65086
$\cos T_{AN}$	+0,16210	$\cos T_{BN}$	+0,75919
$h$	-7855	$\frac{\sin T_{AN} - \sin T_{BN}}{1}$	0,85466
$x_N - x_A$	+1490	$y_N - y_B$	+9070
$x_N$	95 269	$y_N$	63 241

Wzór roboczy na błąd położenia punktu

$$M_p = d \frac{m''}{\rho''} \cdot \frac{\sin^2 \alpha + \sin^2 \beta}{\sin^2 \alpha + \sin^2 \beta}$$

Kąty	$M_p$	$m_x, m_y$
30	12	9
120	12	9
148	13	9
50	14	10
100	14	10
60	15	10
90	15	10

Uwaga: Przy obliczaniu błędów położenia punktu przyjęto, że odległość  $d$  między punktami wyjściowymi A i B wynosi 20 km, błąd średni określenia azymutu girokomпасem  $m_T \approx \pm 30''$ .

Wniosek: Wcięcie azymutalne wykonane przy użyciu girokomпасu 1G9 zapewnia wymaganą dokładność wyznaczenia współrzędnych punktu N bowiem po uwzględnieniu błędów danych wyjściowych /błędów współrzędnych punktów A i B oraz niedokładności zawieszenia śmigłowca nad nimi/ wynosi około 40 m.

Wyznaczenie współrzędnych sposobem kombinowanym

Dane z pomiarów

1. Odległość z punktu 3 do śmigłowca zawieszego nad punktem A zmierzona dalmierzem laserowym i zredukowana do poziomu wynosi 4180 m.

2. Azymut topograficzny określony girokompasem na punkcie 3 wynosi  $T_{3A} = 326^{\circ}12,8'$ .

3. Długości boków:  $d_0 = 25$  m,  $d_1 = 134$  m,  $d_2 = 121$  m,  $d_3 = 156$  /zredukowane do poziomu/.

4. Kąty:  $\alpha_0 = 142^{\circ}10,0'$ ,  $\alpha_1 = 193^{\circ}05,0'$ ,  $\alpha_2 = 145^{\circ}32,5'$ ,  
 $\alpha_3 = 132^{\circ}34,0'$ ,  $\delta = 30^{\circ}30,0'$ .

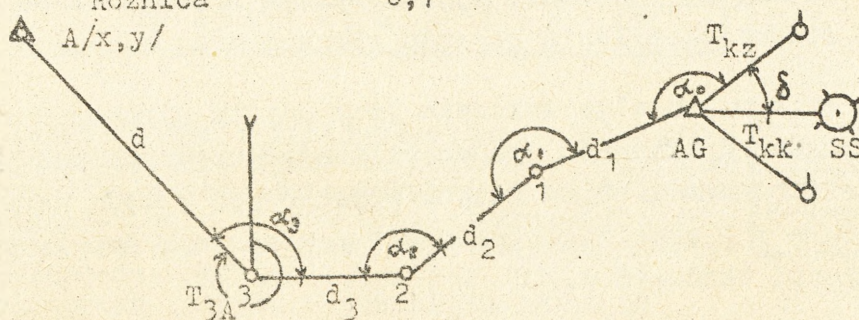
Azymuty topograficzne kierunków orientacyjnych:  $T_z = 39^{\circ}33,0'$ ,  
 $T_k = 88^{\circ}46,6'$ ; współrzędne punktu A:  $x = 56\ 234$ ,  $y = 45\ 567$ .

Obliczenie współrzędnych

Numery p-któw	Kąty zmierzone	Azymuty topograficzne T	Azymuty T sprowadzone do pierwszej ćw.	Długości boków	Przyrosty współrzędnych	Współrzędne x,y
		$326^{\circ}12,8$			3473	59 707
		$156^{\circ}12,8$	$23^{\circ}47,2$	4180	-2324	43 243
3	$132^{\circ}34,0$	$98^{\circ}46,8$	$81^{\circ}13,2$	156	24	59 731
					154	43 397
2	$145^{\circ}32,5$	$64^{\circ}19,3$	$64^{\circ}19,3$	210	91	59 822
					189	43 586
1	$193^{\circ}05,0$	$77^{\circ}24,3$	$77^{\circ}24,3$	202	44	59 866
					197	43 783
AG	$142^{\circ}10,0$	$39^{\circ}34,3$	$70^{\circ}04,3$	25	8	59 894
	$30^{\circ}30,0$	$70^{\circ}04,3$			23	43 806

Azymut kontrolny  $T_z = 39^{\circ}33,0$ Azymut obliczony  $T_o = 39^{\circ}34,3$ 

Różnica 0,7



Określenie azymutu girokompassem 109  
na podstawie dwóch punktów nawrotu z uwzględnieniem poprawki  
na trzeci punkt nawrotu

Przykład 1 - gdy  $N_1 < N_2$ 

$N_i$	Odczyty i obliczenia	Czas	Oznaczenia	Obliczenia	Schemat	
$N_3$	39°30'25"	8 14	MP	284°27'36"		
$N_1$	39 28 40	8 06	ML	104 27 20		
$N_2$	43 17 18	8 10	$M_{sr}$	104 27 28		
$N_1 + N_2$	82 45 58		$0,5/N_1 + N_2/$	41 22 59		
Obliczenie poprawki				$G_E$		63 04 29
$N_3 - N_1$ + 1 45				+ $\delta_E$		+0 38
$\frac{N_3 - N_1}{-2-4-1}$ 0 26				G		63 05 07
$\frac{N_3 - N_1}{-2-4-1}$ 0 26				- $\delta$		+6 18
$v_1$ $v_2$ $v_3$				$T^x$		62 58 49
23,5 23,5 23,5				- $\Delta$		+0 26
				T	62 58 23	

Przykład 2 - gdy  $N_1 > N_2$ 

$N_i$	Odczyty i obliczenia	Czas	Oznaczenia	Obliczenia	Schemat	
$N_3$	45°17'22"	9 28	MP	275°15'10'		
$N_1$	45 19 04	9 20	ML	95 15 26		
$N_2$	37 26 12	9 24	$M_{sr}$	95 15 18		
$N_1 + N_2$	82 45 16		$0,5/N_1 + N_2/$	41 22 38		
Obliczenie poprawki				$G_E$		53 52 40
$N_3 - N_1$ -1 42				+ $\delta_E$		+0 38
$\frac{N_3 - N_1}{-2-4-1}$ -0 25				G		53 53 18
$\frac{N_3 - N_1}{-2-4-1}$ -0 25				- $\delta$		+6 18
$v_1$ $v_2$ $v_3$				$T^x$		53 47 00
26,5 26,5 26,5				- $\Delta$		-0 25
				T	53 47 25	

Tabele azymutów geograficznych ciała niebieskiego  
w zależności od szerokości miejsca obserwacji, doklinacji  
i kąta godzinnego

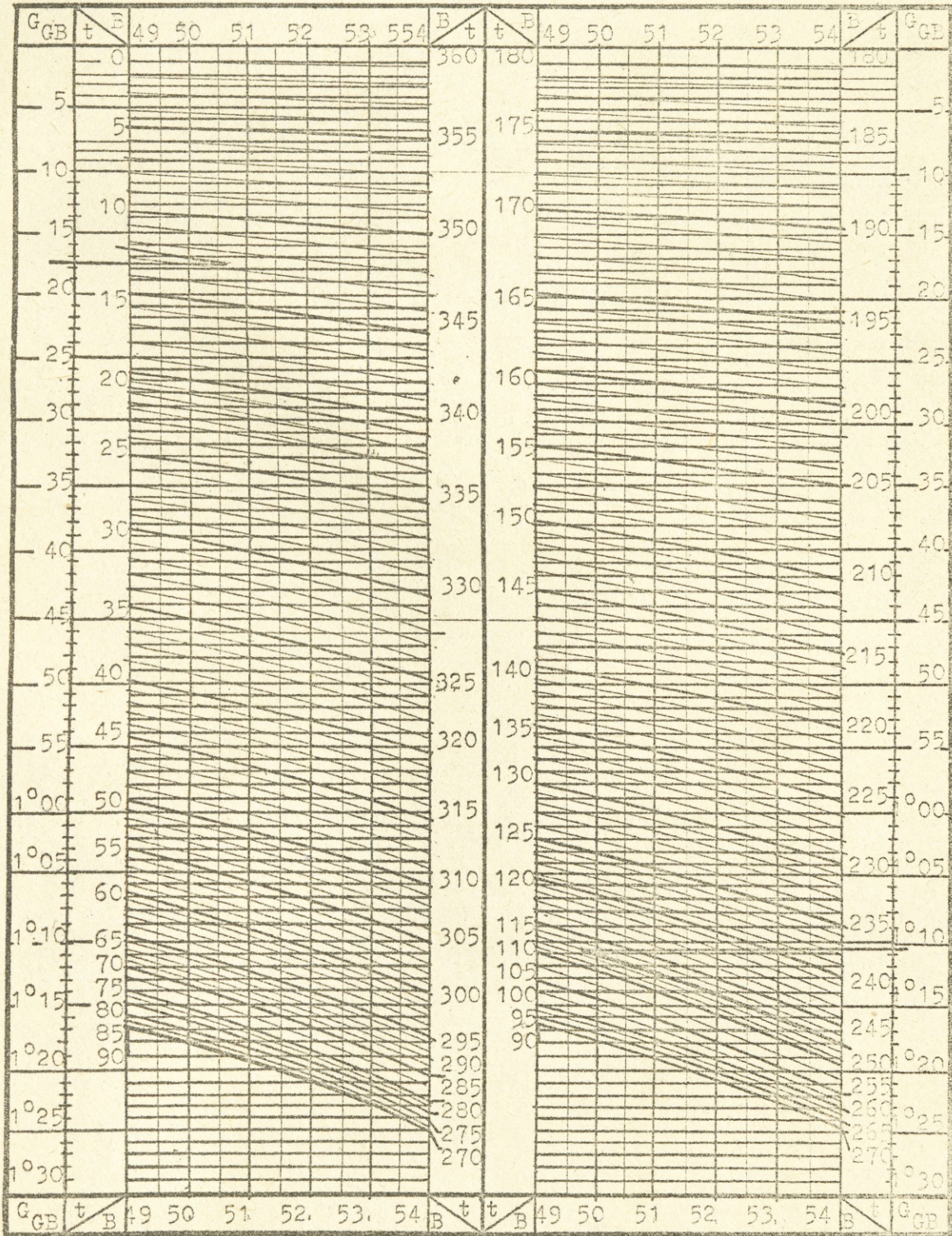
Kąt go- dzin- ny t /o/ /o/ /o/	Wartość azymutu geograficznego ciała niebieskiego dla deklinacji ciała niebieskiego $\delta = +23^{\circ}$ szerokości geograficznej miejsca obserwacji:										Kąt go- dzin- ny t /o/ /o/ /o/
	B = 48°00'		B = 48°30'		B = 49°00'		B = 49°30'		B = 50°00'		
	$G_0$	$\Delta t$ $\Delta B$ $\Delta \delta$	$G_0$	$\Delta t$ $\Delta B$ $\Delta \delta$	$G_0$	$\Delta t$ $\Delta B$ $\Delta \delta$	$G_0$	$\Delta t$ $\Delta B$ $\Delta \delta$	$G_0$	$\Delta t$ $\Delta B$ $\Delta \delta$	
0	180	0,0	180	0,0	180	0,0	180	0,0	180	0,0	0
0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
0	181	+65,3	181	+64,2	181	+63,0	181	+61,9	181	+60,8	0
30	05	-1,2	04	-1,1	02	-1,1	01	-1,1	00	-----	30
30	20	+0,9	05	+1,0	59	+1,1	54	+0,9	49	+0,9	30
1	182	+65,3	182	+64,1	182	+63,0	182	+61,9	182	+60,8	1
00	10	-2,4	08	-2,3	05	-2,2	03	-2,2	01	-----	00
00	38	+2,0	13	+1,8	57	+1,8	47	+1,7	37	+1,7	00
1	183	+65,3	183	+64,1	183	+62,9	183	+61,8	183	+60,8	1
30	15	-3,5	12	-3,4	08	-3,3	05	-3,2	02	-----	30
30	54	+3,0	17	+2,9	52	+2,7	37	+2,6	23	+2,6	30
2	184	+65,2	184	+64,1	184	+62,9	184	+61,8	184	+60,7	2
00	21	-4,8	16	-4,6	11	-4,4	07	-4,3	03	-----	00
00	04	+4,0	16	+3,9	43	+3,7	19	+3,5	05	+3,4	00
2	185	+65,1	185	+63,9	185	+62,8	185	+61,7	185	+60,6	2
30	26	-6,0	20	-5,7	14	-5,5	09	-5,3	03	-----	30
30	08	+5,0	08	+4,8	28	+4,6	00	+4,3	41	+4,2	30
3	186	+65,0	186	+63,8	186	+62,7	186	+61,6	186	+60,5	3
00	31	-7,1	23	-6,8	17	-6,6	10	-6,3	04	-----	00
00	03	+6,0	55	+5,7	05	+5,5	30	+5,2	12	+5,0	00
3	187	+64,8	187	+63,6	187	+62,5	187	+61,5	187	+60,4	3
30	35	-8,2	27	-7,8	19	-7,6	12	-7,4	04	-----	30
30	57	+7,0	35	+6,7	40	+6,4	00	+6,1	35	+5,8	30
4	188	+64,6	188	+63,5	188	+62,4	188	+61,3	188	+60,3	4
00	40	-9,4	30	-9,1	21	-8,7	13	-8,4	04	-----	00
00	22	+8,0	58	+7,6	54	+7,3	08	+6,9	49	+6,7	00
4	189	+64,4	189	+63,3	189	+62,2	189	+61,1	189	+60,1	4
30	44	-10,6	34	-10,1	24	-9,8	14	-9,4	05	-----	30
30	52	+9,0	26	+8,5	20	+8,1	30	+7,7	00	+7,5	30
5	190	+64,2	190	+63,1	190	+62,0	190	+60,9	190	+60,0	5
00	48	-11,7	37	-11,1	25	-10,7	15	-10,4	04	-----	00
00	49	+9,9	03	+9,4	57	+9,0	12	+8,5	47	+8,3	00
5	191	+63,9	191	+62,8	191	+61,8	191	+60,8	191	+59,8	5
00	52	-12,9	39	-12,1	27	-11,8	15	-11,3	04	-----	30
00	40	+10,8	46	+10,1	38	+9,8	50	+9,2	29	+9,0	00
6	192	+63,7	192	+62,5	192	+61,6	192	+60,6	192	+59,6	6
00	56	-13,9	42	-13,2	29	-12,7	16	-12,4	03	-----	00
00	13	+11,8	18	+11,3	04	+10,8	20	+10,3	57	+9,8	00

Tabele interpolacyjne do tabel azymutów ciała niebieskiego

t, B, δ'	Wartości poprawek $\Delta G_t, \Delta G_B$ i $\Delta G_\delta$ dla argumentów t, B, δ									
	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3
2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6
3	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
4	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1,0	1,2	1,2
5	0,2	0,3	0,5	0,7	0,8	1,0	1,1	1,3	1,5	1,6
6	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,3	1,5	1,8	1,9
7	0,3	0,5	0,7	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,1	2,2
8	0,3	0,5	0,8	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,4	2,6
9	0,3	0,6	0,9	1,3	1,5	1,8	2,0	2,3	2,7	2,9
10	0,4	0,6	1,0	1,4	1,7	2,0	2,3	2,6	3,0	3,3
11	0,4	0,7	1,1	1,5	1,8	2,2	2,5	2,9	3,3	3,6
12	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0
13	0,5	0,8	1,3	1,7	2,2	2,6	3,1	3,5	3,9	4,3
14	0,5	0,9	1,4	1,8	2,4	2,8	3,3	3,8	4,2	4,6
15	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
16	0,5	1,0	1,6	2,1	2,6	3,2	3,7	4,3	4,8	5,3
17	0,5	1,1	1,7	2,2	2,8	3,4	3,9	4,5	5,1	5,6
18	0,6	1,2	1,8	2,3	3,0	3,6	4,2	4,8	5,4	6,0
19	0,6	1,3	1,9	2,5	3,1	3,8	4,5	5,0	5,7	6,3
20	0,6	1,3	2,0	2,6	3,3	4,0	4,7	5,3	6,0	6,6
21	0,7	1,4	2,1	2,8	3,4	4,2	5,0	5,5	6,3	6,9
22	0,7	1,5	2,2	2,9	3,6	4,4	5,2	5,8	6,6	7,3
23	0,7	1,5	2,3	3,0	3,8	4,6	5,4	6,0	6,9	7,7
24	0,8	1,6	2,4	3,1	4,0	4,8	5,6	6,3	7,2	8,0
25	0,8	1,7	2,5	3,2	4,2	5,0	5,9	6,6	7,5	8,3
26	0,9	1,7	2,6	3,4	4,3	5,2	6,2	6,9	7,8	8,6
27	0,9	1,8	2,7	3,5	4,5	5,4	6,4	7,2	8,1	9,0
28	0,9	1,8	2,8	3,7	4,7	5,6	6,6	7,5	8,4	9,3
29	1,0	1,9	2,9	3,8	4,8	5,8	6,8	7,8	8,7	9,7
30	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0

t', B', δ'	Wartości poprawek $\Delta G_t, \Delta G_B$ i $\Delta G_0$ dla argumentów t, B i δ							
	60,0	61,0	62,0	63,0	64,0	65,0	66,0	67,0
1	2,0	2,0	2,1	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2
2	4,0	4,0	4,1	4,2	4,3	4,3	4,4	4,4
3	6,0	6,1	6,2	6,3	6,4	6,5	6,6	6,7
4	8,0	8,1	8,2	8,4	8,5	8,6	8,8	8,9
5	10,0	10,1	10,3	10,5	10,6	10,8	11,0	11,1
6	12,0	12,2	12,3	12,6	12,7	12,9	13,2	13,3
7	14,0	14,2	14,4	14,7	14,9	15,2	15,4	15,5
8	16,0	16,2	16,4	16,8	17,0	17,3	17,6	17,7
9	18,0	18,3	18,5	18,9	19,1	19,4	19,8	20,0
10	20,0	20,3	20,6	21,0	21,3	21,6	22,0	22,3
11	22,0	22,4	22,7	23,1	23,4	23,7	24,2	24,5
12	24,0	24,4	24,7	25,2	25,6	25,9	26,4	26,8
13	26,0	26,5	26,8	27,4	27,7	28,1	28,6	29,0
14	28,0	28,5	28,9	29,4	29,8	30,3	30,8	31,2
15	30,0	30,5	31,0	31,5	32,0	32,5	33,0	33,5
16	32,0	32,6	33,1	33,6	34,1	34,7	35,2	35,7
17	34,0	34,6	35,1	35,7	36,2	36,9	37,4	38,0
18	36,0	36,6	37,2	37,8	38,4	39,1	39,6	40,2
19	38,0	38,6	39,2	39,9	40,5	41,2	41,8	42,5
20	40,0	40,6	41,3	42,0	42,6	43,3	44,0	44,7
21	42,0	42,7	43,3	44,1	44,7	45,4	46,2	47,0
22	44,0	44,7	45,4	46,2	46,9	47,6	48,4	49,2
23	46,0	46,7	47,4	48,3	49,0	49,8	50,6	51,4
24	48,0	48,8	49,5	50,4	51,1	51,9	52,8	53,6
25	50,0	50,8	51,6	52,5	53,3	54,1	55,0	55,8
26	52,0	52,8	53,7	54,6	55,4	56,2	57,2	58,0
27	54,0	54,9	55,8	56,7	57,5	58,4	59,4	1°00,2
28	56,0	56,9	57,9	58,8	59,7	1°00,6	1°01,6	1°02,5
29	58,0	59,0	1°00,0	1°00,9	1°01,8	1°02,8	1°03,8	1°04,8
30	1°00,0	1°01,0	1°02,0	1°03,0	1°04,0	1°05,0	1°06,0	1°07,0

Wykres azymutów Gwiazdy Polarnej



Przykłady obliczenia azymutu z obserwacji astronomicznych przy użyciu tabel azymutów ciała niebieskiego oraz wykresu azymutów Gwiazdy Polarnej

1. Obliczenie azymutu geograficznego przy użyciu tabel /załączniki nr 11 i 12/.

Wartości azymutów  $G_0$  obliczono według wzoru:  $\operatorname{ctg} \alpha = \frac{\cos B \sin B}{\operatorname{tg} \delta \cos t}$  1

$$\operatorname{ctg} \alpha = \frac{\sin B \cos t - \cos B \operatorname{tg} \delta}{\sin t}$$

dla argumentów  $t$ ,  $B$  i  $\delta$  w odstępach co 30' /załącznik 11/.

W tabelach interpolacyjnych /załącznik 12/ zestawiono wartości poprawek  $G_t$ ,  $G_B$  i  $G_\delta$  obliczone dla minut argumentów /do 30' /.

Przykłady obliczenia azymutu: Obliczyć azymut geograficzny Słońca oraz Saturna dla danych:

	Słońca	Saturna
Kąt godzinny $t$	2 <sup>o</sup> 13,7	4 <sup>o</sup> 44,2
Szerokość geogr. $B$	48 42,5	49 17,5
Deklinacja $\delta$	23 17,1	23 07,0

Rozwiązanie:

- na podstawie argumentów  $t$ ,  $B$  i  $\delta$  odczytać z tabeli /załącznik nr 11/ wartość  $G_0$  oraz różnice azymutów przypadające na 0,5<sup>o</sup> każdego argumentu /dla Słońca  $G_0 = 184^{\circ} 16' 16''$ , dla Saturna  $G_0 = 189^{\circ} 24'$ ;

- na podstawie różnic azymutów oraz wartości minut argumentów /w zakresie 30 minut/ odczytać z tabel interpolacyjnych poprawki  $\Delta G_t$ ,  $\Delta G_B$  i  $\Delta G_\delta$ .

Dla	Słońce	Saturn	dla
$t = 2^{\circ} 00'$	$G_0 = 184^{\circ} 16,3$	$G_0 = 189^{\circ} 24,3$	$t = 4^{\circ} 30'$
$B = 48^{\circ} 30'$			$B = 49^{\circ} 00'$
$\delta = 23^{\circ} 00'$			$\delta = 23^{\circ} 00'$
$t' = 13,7'$	$\Delta G_t = + 29,2'$	$\Delta G_t = + 29,3'$	$t' = 14,2''$
$B' = 12,5'$	$\Delta G_B = - 1,8'$	$\Delta G_B = - 5,8'$	$B' = 17,5''$
$\delta' = 17,1'$	$\Delta G_\delta = + 2,1'$	$\Delta G_\delta = + 1,6'$	$\delta' = 7,0''$
	$G = 184^{\circ} 45,8'$	$G = 189^{\circ} 49,6'$	

2. Ocena dokładności określenia azymutu przy użyciu tabel

Obliczenie azymutu metodą rachunkową:

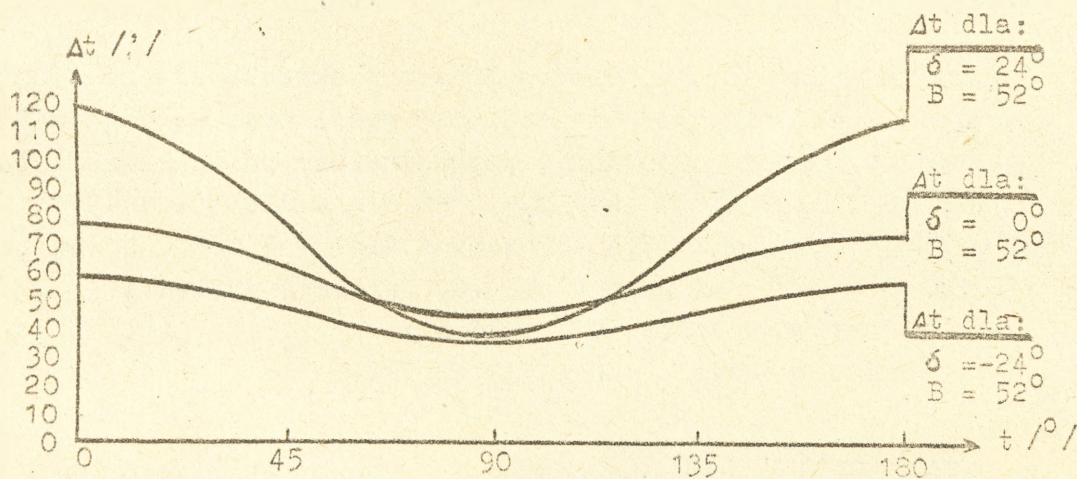
Słońce		Saturn	
0,75136	0,65989	0,75804	0,65221
$\text{ctg}\alpha = \frac{0,43035}{0,03887}$	$\frac{0,99924}{0,03887}$	$\text{ctg}\alpha = \frac{0,42688}{0,08257}$	$\frac{0,99658}{0,08257}$

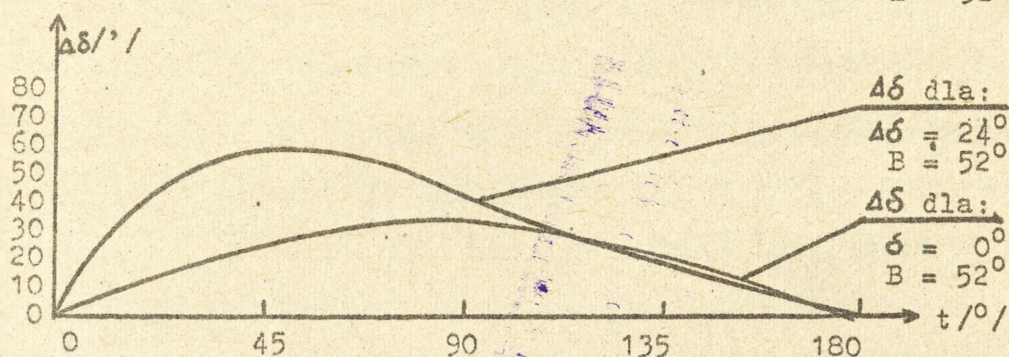
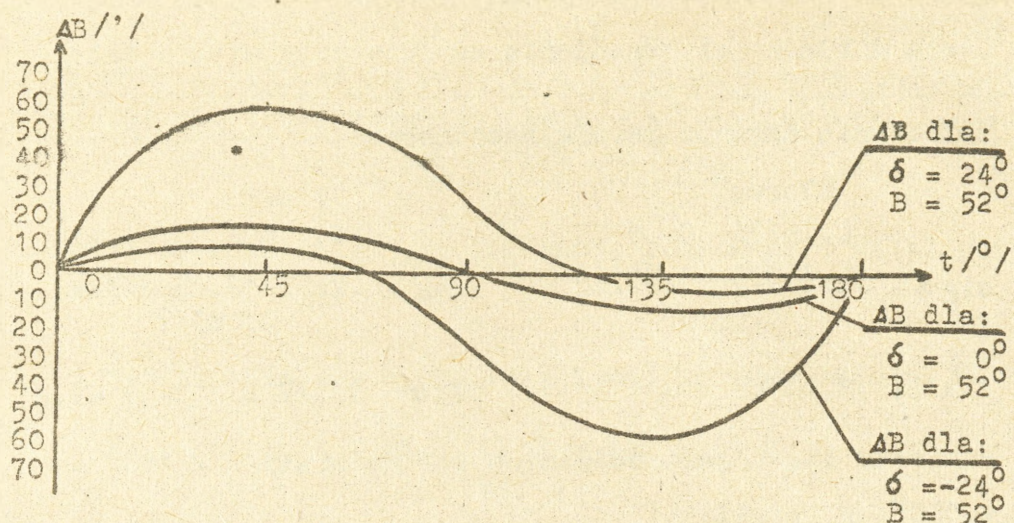
$\text{ctg}\alpha = 12,00700 = 4^{\circ}45,7'$      $\text{ctg}\alpha = 5,77728 = 9^{\circ}49,2'$

Ponieważ  $\text{ctg}\alpha$  jest dodatni a kąt godzinny  $t < 180^{\circ}$  to  $G_{\text{cn}} = 180^{\circ} + \alpha$ , czyli

$G_{\text{Sl}} = 184^{\circ}45,7'$ ,    a     $G_{\text{Sat}} = 189^{\circ}49,2'$

Różnice między azymutem obliczonym rachunkowo, a określonym przy użyciu tabel wynoszą odpowiednio 0,1' i 0,4'. Biorąc pod uwagę, że wycinek tabel zestawiono dla argumentów, w których zmiana azymutu ciała niebieskiego przyjmuje wartości maksymalne, /zmianę azymutu dla poszczególnych argumentów przedstawiają wykresy zamieszczone niżej/ otrzymane wyniki należy uznać za zadowalające.





3. Określanie azymutu geograficznego Gwiazdy Polarnej przy użyciu wykresu /załącznik nr 13/.

Azymut geograficzny Gwiazdy Polarnej określa się na podstawie szerokości geograficznej miejsca obserwacji oraz kąta godzinnego tej gwiazdy. Sposób odczytania przedstawiono na wykresie. Dla  $t = 247^\circ 25'$  i  $B = 49^\circ 47'$  kąt  $\alpha = 1^\circ 10,6'$ , a dla  $t = 12^\circ 35'$  i  $B = 50^\circ 37'$  kąt  $\alpha = 17,7'$ . Ponieważ dla  $t > 180^\circ$   $G = \alpha$ , a dla  $t < 180^\circ$   $G = 360^\circ - \alpha$  azymut Gwiazdy Polarnej wyniesie:

- w pierwszym wypadku  $G = 1^\circ 10,6'$ ;
- w drugim wypadku  $G = 359^\circ 42,3'$ .

Wydrukowano w 15 egz.  
Egz. nr 1-15 Bibl. Nauk. OZS  
Wyk. kpt Skrzyp  
Druk ASG WP nr pf-1866/WW

