

Grey Scale #13



A

1

2

3

4

5

6

M

8

9

10

11

12

13

14

15

B

17

18

19



# AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO

IM. GENERAŁA BRONI  
KAROLA ŚWIERCZEWSKIEGO

~~Do użytku  
sztabowego~~

~~TAJNE~~

Egz. nr.....1



Kpt. mgr inż. Mieczysław MULKOWSKI

OPTYMALIZACJA  
PROCESU KIEROWANIA OBRONA  
PRZECIWLOTNICZĄ WOJSK  
OPERACYJNYCH PODCZAS  
ODPIERANIA NALOTÓW  
NIEPRZYJACIELA POWIETRZNEGO

Załączniki do rozprawy doktorskiej

12233



WARSZAWA 1985





**AKADEMIA  
SZTABU GENERALNEGO**

IM. GENERAŁA BRONI  
KAROLA ŚWIERCZEWSKIEGO

~~Do użytku  
sztabowego~~

~~TAJNE~~

Egz. nr.....1

Kpt. mgr inż. Mieczysław MULKOWSKI

**OPTYMALIZACJA  
PROCESU KIEROWANIA OBRONA  
PRZECIWLOTNICZĄ WOJSK  
OPERACYJNYCH PODCZAS  
ODPIERANIA NALOTÓW  
NIEPRZYJACIELA POWIETRZNEGO**

Załączniki do rozprawy doktorskiej

12233

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP  
im. gen. broni Karola Świerczewskiego

WOJSKOWY INSTYTUT INFORMATYKI  
Filia Nr 1

~~Do użytku  
służbowego~~

~~T A J N E~~

Egz. nr .... 1

Przekł. Prot. 449/21.08.95



Kpt. mgr inż. Mieczysław MULKOWSKI

Optymalizacja procesu kierowania obroną przeciwlotniczą  
wojsk operacyjnych podczas odpierania nalotów nieprzyja-  
ciela powietrznego

Załączniki do rozprawy doktorskiej



KIEROWNICTWO NAUKOWE

płk doc.dr Tadeusz MIROWSKI

Warszawa 1985

## WYKAZ ZAŁĄCZNIKÓW

	Strona
1. Kierowanie a dowodzenie w wojskach OPL - wypisy z literatury przedmiotu .....	5
2. Definicje stosowane przy określaniu pojęć związanych z oceną efektywności w systemie obrony przeciwlotniczej ..	11
3. Warunki doboru ilościowych miar /wskaźników/ efektywności bojowej .....	14
4. Model działania nieprzyjaciela powietrznego .....	20
1. Podział wysiłku nieprzyjaciela powietrznego na zadania bojowe .....	20
2. Wybór obiektów do zwalczania oraz określenie składu grup ŚNP .....	22
3. Określanie rozkładu po wysokości oraz losowanie wysokości lotu podgrupy .....	25
4. Równanie ruchu podgrupy ŚNP .....	30
5. Śmigłowce bojowe nieprzyjaciela .....	34
5. Uproszczony analityczny model oceny skuteczności systemu OPL podczas odpierania nalotów nieprzyjaciela powietrznego .....	38
1. Naziemne środki ogniowe systemu OPL .....	38
2. Lotnictwo myśliwskie wydzielone do realizacji zadań obrony przeciwlotniczej .....	46
6. Modelowanie procesu wykrywania i śledzenia celów powietrznych .....	47
7. Określanie wpływu zakłóceń radioelektronicznych stosowanych przez nieprzyjaciela na możliwości wykrywania celów przez RLS .....	59
8. Model działania lotnictwa myśliwskiego wydzielonego do realizacji zadań OPL .....	68
1. Przechwytywanie celów ze stref dyżurowania .....	68
2. Przechwytywanie celów z położenia dyżurowania na lotniskach .....	69
3. Modelowanie walki powietrznej .....	70
9. Modelowanie funkcjonowania podsystemu dowodzenia .....	72
1. Uzyskiwanie informacji o celach powietrznych przez ogniwa decyzyjne .....	72

	Strona
2. Proces decyzyjny .....	75
10. Legenda do planu obrony przeciwlotniczej wojsk FP w operacji zaczepnej /wyciąg/ .....	86
11. Istota obrony przeciwlotniczej wojsk Frontu Północnego w czasie wprowadzenia do bitwy pierwszego rzutu operacyjnego .....	94
12. Dowodzenie WOPL i LM w systemie obrony przeciwlotniczej frontu /w czasie wprowadzenia 6 i 7 A do bitwy/ .....	95
13. Podejstem rozpoznania nieprzyjaciela powietrznego .....	96
14. Powiadomianie i uprzedzenie o sytuacji powietrznej Frontu Północnego w operacji zaczepnej do zadania bliższego .....	97
15. Model nalotu oraz ugrupowanie wojsk OPL uwzględniane w badaniach .....	98
16. Analiza powiązań informacyjnych ogniw decyzyjnych w systemie planszetofofonicznym .....	99
17. Zestawienie wartości opóźnień czasowych w systemie planszetofofonicznym .....	103
18. Koncepcja Polowego Zautomatyzowanego Systemu Dowodzenia /PZSD/ wojskami OPL .....	117
19. Schemat obiegu informacji w PZSD .....	127
20. Zestawienie wartości opóźnień czasowych w PZSD .....	128
21. Wartości wskaźników $S^{STRZ}$ , $S^T$ , $S^R$ dla wariantów rozwiązań systemowych 1-5 wyznaczone w poszczególnych grupach pododdziałów ogniowych / $u = 1,16$ / w przypadkach A, B, C .....	138
22. Wartości wskaźników $S^{STRZ}$ , $S^T$ , $S^R$ wyznaczone w poszczególnych grupach pododdziałów ogniowych / $u = 1,16$ / dla: wariantów rozwiązań 6 i 7 w przypadkach A i B oraz dla wariantów rozwiązań 1-4 w przypadkach $A^{0,5}$ , $A^{0,6}$ .....	146
23. Wartości wskaźników szczegółowo charakteryzujących przebieg zjawisk i procesów podczas odpierania nalotów, w poszczególnych grupach pododdziałów ogniowych, wyznaczone w przypadku A .....	152
24. Wartości wskaźników szczegółowo charakteryzujących przebieg zjawisk i procesów podczas odpierania nalotów, w poszczególnych grupach pododdziałów ogniowych, wyznaczone w przypadku B .....	160

25. Wartości wskaźników szczegółowo charakteryzujących przebieg zjawisk i procesów podczas odpierania nalotów, w poszczególnych grupach pododdziałów ogniowych, wyznaczone w przypadku C ..... 166
26. Wartości wskaźników szczegółowo charakteryzujących przebieg zjawisk i procesów podczas odpierania nalotów, w poszczególnych grupach pododdziałów ogniowych, wyznaczone w przypadku A<sup>0,5</sup> ..... 172
27. Wartości wskaźników szczegółowo charakteryzujących przebieg zjawisk i procesów podczas odpierania nalotów w poszczególnych grupach pododdziałów ogniowych, wyznaczone w przypadku A<sup>0,6</sup> ..... 178

KIEROWANIE A DOWODZENIE W WOJSKACH OPL  
- wypisy z literatury przedmiotu

1.1. "Kierowanie ogniem i dowodzenie wojskami OPL podczas odpię-  
rania nalotu nieprzyjaciela obejmują tę samą dziedzinę i okres /fa-  
zę/ działalności organów dowodzenia, dotyczą jednak różnych ukła-  
dów kierujących i przedmiotów kierowania, a także relacji i zwią-  
zków zachodzących pomiędzy nimi.

Kierowanie ogniem rozpoczyna się z chwilą wykrycia przez środki  
rozpoznania celów powietrznych /otrzymania pierwszych danych o sy-  
tuacji powietrznej/ lub zarządzenia przez nadrzędny punkt dowodze-  
nia gotowości bojowej nr 1. Pomimo iż obejmuje ono ściśle określo-  
ny przedział czasu /prowadzenie walki/ poprzedzone jest przygotowa-  
niem oddziału /pododdziału/ wojsk OPL do działań bojowych, natomiast  
w toku ich prowadzenia realizowane jest równoległe z innymi czynnoś-  
ciami dowódcy i sztabu składającymi się na treść dowodzenia /wypra-  
cowanie kolejnych decyzji, planowanie, organizacja działań bojowych  
itp./. Czynności wchodzące w zakres kierowania ogniem w sensie ogóln-  
nym i metodologicznym są w zasadzie podobne do tych, które występują  
w dowodzeniu siłami i środkami OPL podczas odpięrania nalotów nie-  
przyjaciela /.../. Inny jest jednak stopień szczegółowości i kon-  
kretności informacji sytuacyjnych i decyzyjnych, krótszy czas obie-  
gu tych informacji, znacznie większa wiarygodność zawartych w nich  
danych oraz możliwość bezpośredniego wpływania organów kierowania  
na przebieg i rezultaty walki. /.../ kierowanie ogniem jest wyrazem  
tzw. "płaskiej" struktury organizacyjnej, której cechą charaktery-  
styczną jest większa operatywność dowodzenia i bezpośredni kontakt  
z wykonawcami. Nie może ono jednak być oderwane od ogólnego - sys-  
temowego kierowania walką, ponieważ stanowi jego część składową,  
podporządkowaną głównemu celowi obrony przeciwlotniczej. Z drugiej  
zaś strony kierowanie ogniem zawiera elementy współdziałania wewnę-  
trznego /pomiędzy układami - przedmiotami kierowania/ oraz uwarunko-  
wania zewnętrzne /systemowe/. Te ostatnie uzależnione są od decyzji  
/informacji/ wyższych organów kierowania, tj. punktów dowodzenia  
przełożonego, które stosownie do zakresu kompetencji, cel walki z  
ŚNP nieprzyjaciela realizują w drodze kompleksowego wykorzystania

wszystkich posiadanych sił i środków OPL, w tym również lotnictwa myśliwskiego. Stąd współdziałanie jest głównym czynnikiem, który kierowanie ogniem czyni podrzędnym wobec dowodzenia siłami i środkami OPL podczas odpierania nalotów nieprzyjaciela, ponieważ zakres tego ostatniego sprowadza się do kierowania systemowego i kompleksowego<sup>1/</sup>.

1.2. "/.../ Dowodzenie siłami i środkami OPL wyraża się w dokładnej i przemyślanej organizacji, wszechstronnym zabezpieczeniu działań bojowych oddziałów i pododdziałów OPL, w ukierunkowaniu ich wysiłków na pomyślne wykonanie postawionych zadań osłony wojsk i innych obiektów od uderzeń nieprzyjaciela powietrznego /.../. Dowodzenie środkami OPL stanowi złożony i nieprzerwany proces który umownie można podzielić na dwie części.

Do pierwszej części można odnieść przedsięwzięcia w zakresie planowania i wszechstronnego zabezpieczenia działań bojowych środków OPL, a do drugiej części przedsięwzięcia w zakresie bezpośredniego kierowania OPL podczas odpierania nalotów nieprzyjaciela powietrznego.

Pierwsza część przedsięwzięć, aczkolwiek posiada szereg właściwości charakterystycznych dla środków OPL, to ogólnie rzecz biorąc opiera się na ogólnych zasadach dowodzenia wojskami lądowymi.

Druga część przedsięwzięć posiada zasadnicze właściwości i cechuje się szczególną ostrością z uwagi na to, że walka w powietrzu przebiega w trzech wymiarach /.../<sup>2/</sup>.

1.3. "Kierowanie obroną przeciwlotniczą dywizji /pułku/ polega na stałym dowodzeniu specjalistycznymi oddziałami i pododdziałami przez dowódcę dywizji /pułku/ i szefa obrony przeciwlotniczej, organizowaniu działań bojowych sił i środków oraz na zespalaniu ich wysiłków z przedsięwzięciami powietrznej OPL w celu wykonania zadań bojowych /.../. W pracy szefa OPL dywizji /pułku/ można więc umownie wydzielić dwa zasadnicze elementy kierowania obroną przeciwlotniczą: dowodzenie taktyczne i kierowanie ogniem /.../.

1/ T. Mirowski "Dowodzenie wojskami OPL podczas odpierania nalotów nieprzyjaciela powietrznego. /Materiał do studiowania/". ASG WP, 1982, s. 18-19, sygn. ASG WP wewn. 3658/82.

2/ "Przeciwozoduszna obrona suchoputnych wojsk" pod red. gen. Andersena, wyd. Ministerstwa Obrony ZSRR, Moskwa 1979, podane za 1.

### 3. Kierowanie OPL w czasie prowadzenia walki

Zakres czynności związanych z kierowaniem ogniem przez szefa OPL w toku walki jest znacznie szerszy niż na etapie przygotowawczym i obejmuje trzy podstawowe fazy "Pierwsza z nich to zbieranie informacji o całokształcie sytuacji powietrznej i aktualnym stanie środków OPL, ich uogólnienie i podjęcie odpowiednich decyzji. Druga to przekazywanie wykonawcom informacji, zadań, zarządzeń i wytycznych. Trzecia wreszcie sprowadza się do analizy i uogólnienia danych o działalności lotnictwa nieprzyjaciela oraz o działaniach środków OPL dywizji /pułku/ i meldowanie ich szefowi wojsk OPL armii /szefowi OPL dywizji<sup>3/</sup>".

#### 1.4. "Istota oraz wymagania wobec dowodzenia"

Dowodzenie obroną przeciwlotniczą polega na: stałym kierowaniu przez dowódcę podległymi siłami i środkami walki z nieprzyjacielem powietrznym; organizacji działań bojowych; ukierunkowaniu ich wysiłku do wykonania postawionych zadań. /.../ ważną częścią składową dowodzenia są przedsięwzięcia związane z kierowaniem siłami i środkami obrony przeciwlotniczej podczas odpierania nalotów nieprzyjaciela powietrznego: wykrywanie i rozpoznanie celów powietrznych, ocena sytuacji powietrznej, ocena możliwości bojowych podległych sił i środków OPL, podjęcie decyzji do odparcia nalotu, postawienie zadań podwładnym do zwalczania nieprzyjaciela powietrznego i kontrola ich wykonania.

/.../ Dowodzenie siłami i środkami OPL w czasie odpierania uderzeń nieprzyjaciela powietrznego rozpoczyna się od momentu napływu pierwszych danych o celach powietrznych lub wprowadzenia przez nadrzędny punkt dowodzenia gotowości nr 1.

Obejmuje ono: przejście wszystkich środków obrony przeciwlotniczej w gotowości nr 1 do odparcia nalotu; dowodzenie środkami rozpoznania; analizę zadania otrzymanego z nadrzędnego punktu dowodzenia OPL; ocenę sytuacji powietrznej /liczba celów powietrznych, ich skład, miejsce znajdowania się w danym momencie, wysokości i kursy lotów w stosunku do osłanianych wojsk i obiektów oraz stref ognia podległych środków, taktyczne znaczenie każdego z tych celów/; ocenę położenia i możliwości bojowych podległych i współdziałających środków; podjęcie decyzji do odparcia nalotu; postawienie zadań podległym środ-

3/ "Obrona przeciwlotnicza wojsk - podręcznik" cz. II /dywizja, pułk/.  
Wyd. MON /SWOPL/ 1975, sygn. WOPL 95/73.

kom OPL; kontrolę ich wykonania; regulowanie zużycia rakiet /amunicji/ i kierowanie ich uzupełnieniem; kierowanie wszystkimi rodzajami zabezpieczenia działań bojowych"<sup>4/</sup>.

1.5. "/.../ Dowodzenie siłami i środkami OPL polega na stałym kierowaniu procesem przygotowania /organizacji/ i prowadzenia przez nie działalności bojowej w celu zapewnienia najbardziej efektywnego wykorzystania możliwości bojowych sił i środków i pomyślnego wykonania przez nie zadań obrony przeciwlotniczej /.../. Różne funkcje dowodzenia siłami i środkami OPL w operacji można połączyć w dwie grupy: funkcje dowodzenia /kierowania/ działalnością bojową podczas /w toku/ odpierania uderzeń z powietrza i wszystkie inne /pozostałe/ funkcje dowodzenia /.../"<sup>5/</sup>.

#### 1.6. "Dowodzenie, kierowanie wojskami

/.../ Całokształt działalności dowódcy i sztabów realizowanej w ramach określonego systemu kierowania, zapewniającej wysoką gotowość bojową i właściwe przygotowanie wojsk do jak najlepszego osiągnięcia celów walki, bitwy lub operacji, sprawne wypracowanie decyzji, we właściwym czasie postawienie zadań bojowych, organizowanie i utrzymywanie współdziałania oraz bojowego lub operacyjnego zabezpieczenia działań, a także kontrola wykonania.

Dowodzenie jest szczególnym rodzajem kierowania ze względu na strukturę organizacyjną sił zbrojnych i specyfikę realizowanych przez nie zadań, zwłaszcza w warunkach działań wojennych ...

#### Hasło - OGIEŃ

/.../ Zespół czynności mających na celu zorganizowane wykorzystanie przez dowódcę będących w jego dyspozycji środków nosi nazwę kierowanie ogniem m.in. i takie czynności jak: zajęcie stanowisk ogniowych, rozpoznanie i wybór celów, określanie rodzaju i liczby środków ogniowych niezbędnych do wykonania poszczególnych zadań ogniowych, przygotowania danych do strzelania, określenie sposobu prowadzenia ognia, obserwacji jego skuteczności i korygowania, utrzymania jego reżimu oraz wykonywania manewru ogniem i sprzętem /.../"<sup>6/</sup>.

4/ "Zasady obrony przeciwlotniczej wojsk - podręcznik", wyd. MON /SWOPL, 1979, sygn. WOPL 139/78.

5/ "Protiwowozdusznaja oborona /podręcznik/", wyd. ASG sił zbrojnych ZSRR im. K. E. Woroszyłowa, Moskwa 1977.

6/ "Leksykon wiedzy wojskowej", wyd. MON 1979, wyd. I.

1.7. " /.../ Dowodzenie wojskami /siłami/ - działalność dowódców /szefów/, sztabów, aparatu politycznego, służb i innych organów dowodzenia w zakresie utrzymywania gotowości i zdolności bojowej wojsk /sił/, przygotowania operacji i działań bojowych oraz kierowania nimi podczas wykonywania postawionych zadań /.../.

Kierowanie ogniem - przedsięwzięcia i działalność realizowana przez dowódców i sztaby w celu terminowego zastosowania ognia wykonania zadań ogniowych /.../.

Kierowanie ogniem rakiet i artylerii przeciwlotniczej organizuje się w baterii /plutonie/ i wyżej /.../. Kierowanie ogniem rozpoczyna się z momentem wykrycia nieprzyjaciela powietrznego i obejmuje: ocenę sytuacji powietrznej i radioelektronicznej, możliwości podległych środków OPL i warunków meteorologicznych; powzięcie decyzji do odparcia nalotu nieprzyjaciela /prowadzenia ognia/; postawienie zadań środkom rozpoznania, oddziałom i pododdziałom rakiet i artylerii przeciwlotniczej; realizację współdziałania z lotnictwem myśliwskim; kontrolę działalności bojowej oddziałów i pododdziałów i ocenę rezultatów ognia /.../ <sup>7/</sup>.

1.8. " /.../ Kierowanie ogniem jest częścią składową dowodzenia pułkiem rakiet przeciwlotniczych i stanowi zespół przedsięwzięć wykonywanych w celu najbardziej pełnego wykorzystania możliwości ogniowych baterii rakiet przeciwlotniczych dla zadania nieprzyjacielowi powietrznemu maksymalnych strat /.../.

Kierowanie ogniem pułku rakiet przeciwlotniczych zaczyna się w momencie wykrycia celu powietrznego przez radiolokacyjną stację wstępnego poszukiwania lub w chwili otrzymania przez stanowisko dowodzenia pułku danych o nieprzyjacielu powietrznym w sieci powiadamiania. Kierowanie ogniem pułku rakiet przeciwlotniczych obejmuje:

- przejście pododdziałów pułku w stan gotowości odpowiadającej zaistniałej sytuacji /powietrznej, naziemnej/;
- analizę zadania ogniowego postawionego przez szefa wojsk OPL oraz ocenę sytuacji powietrznej;
- podjęcie decyzji odparcia nalotu, postawienie zadań ogniowych bateriom;

7/ "Sowietskaja Wojennaja Enciklopedija", wyd. Ministerstwa Obrony ZSRR, 1980, wg 1/.

- realizację współdziałania z lotnictwem myśliwskim i innymi środkami OPL;
- regulowanie zużycia rakiet w pododdziałach i kierowanie ich uzupełnieniem;
- kontrolę wykonania zadań ogniowych;
- ocenę wyników walki z nieprzyjacielem powietrznym i meldowanie o niej przełożonemu /.../"8/.

1.9. "/.../ Kierowanie ogniem /artylerii i rakiet przeciwlotniczych związku taktycznego - przyp. aut./ odbywa się dwoma sposobami:

- pierwszy, zasadniczy, polega na bezpośrednim stawianiu zadań ogniowych, kontroli ich wykonania i ingerencji w czasie wykonywania zadań.
- drugi polega na wcześniejszym opracowaniu wytycznych do prowadzenia ognia i przekazaniu ich pododdziałom i sprawdzeniu znajomości. Stosuje się go przy zdecentralizowanym systemie dowodzenia środkami OPL oraz w pododdziałach ogólnowojskowych z którymi nie organizuje się łączności, np. plutony PKM; broń pokładowa kompanii czołgów itp. /.../"9/.

8/ "Instrukcja wojsk OPL. Kierowanie ogniem pułku rakiet przeciwlotniczych "KUB", wyd. MON/SWOPL 1975/eygn. WOPL 100/74.

9/ "Materiały do szkolenia operacyjno-taktycznego /problematyka wojsk OPL/", wyd. MON/Sztab Gen. WP 1976/, eygn. Sztab Gen. wewn. 20/1/76/.

DEFINICJE STOSOWANE PRZY OKREŚLANIU POJĘĆ ZWIĄZANYCH Z OCENĄ  
EFEKTYWNOŚCI W SYSTEMIE OBRONY PRZECIWLOTNICZEJ

1. Podstawowymi walorami praktycznymi prakseologicznie pojmowanej sprawności działania są: skuteczność, ekonomiczność i korzyść. Pojęcia te w prakseologii definiowane są następująco /wg źródła /17//.

"SKUTECZNOŚĆ - jedna z postaci sprawności działania ocenianego pod kątem zbliżenia się do celu jaki został zamierzony i stanowi podstawę tej oceny. Działanie jest skuteczne jeśli podmiot osiągnął cel w pełni lub w jakimś stopniu, albo choć umożliwił sobie lub ułatwił jego osiągnięcie w przyszłości. W przypadku, gdy podmiot nie przybliżył się do celu, działanie jest nieskuteczne, a gdy osiągnięcie celu utrudnił lub wykluczył, przeciwnie, jest nieskuteczne. W pewnych wypadkach cel można osiągnąć tylko w całości, wtedy skuteczność jest niestopniowalna /.../, stopniuje się przeciwnie, skuteczność /.../ stopniowaniu nie podlega nieskuteczność ...".

"EKONOMICZNOŚĆ - jedna z postaci sprawności działania dotycząca stosunku uzyskanego efektu do poniesionego nakładu lub ogólnie - nabytków do ubytków. Mianem nabytków określa się to, co w danym działaniu zostało zamierzone i przyjęte jako jego cele, natomiast mianem ubytków, co zostało na realizację tych celów przeznaczone jako zużycie zasobów lub pewne braki i straty. Im większy od jedności jest stosunek nabytków do ubytków, tym działanie staje się ekonomiczniejsze, im mniejszy tym bardziej nieekonomiczne. Odmianami ekonomiczności są wydajność i oszczędność. To działanie jest wydajniejsze, które przynosi więcej nabytków przy tego samego rodzaju i miary ubytkach, oszczędniejsze zaś to, które tego samego rodzaju i miary nabytki opłaca mniejszą miarą ubytków".

"KORZYSTNOŚĆ - jedna z postaci sprawności działania dotycząca cenności poniesionych kosztów. Wynikami użytecznymi są wszelkie skutki działania oceniane pozytywnie, zarówno zamierzone jak i nie zamierzone. Kosztami natomiast, wszelkie skutki negatywne przewidywane i nie przewidywane. Miarą wszystkich skutków jest ich cenność dla podmiotu działania. Działanie jest więc dla tego podmiotu korzystne, jeśli przynosi nadwyżkę cenności wyników użytecznych nad

nością kosztów; niekorzystne jeżeli cenność wyników użytecznych jest mniejsza od cenności kosztów; obojętne, jeżeli cenność wyników użytecznych jest równa cenności kosztów. Korzystność i niekorzystność są stopniowalne”.

2. W definiowaniu pojęcia efektywność dość często znajduje wyraz podejście ekonomiczne. Pojęcie "efektywność" jest wtedy zbliżone do prakseologicznie pojmowanej "ekonomiczności". Oto przykłady:

- "Efektywnością działania systemu obrony powietrznej /OP/ będziemy nazywali stosunek wartości wskaźnika skuteczności działania systemu OP do kosztów uzyskania tej wartości wskaźnika" /wg /38//;

- "Efektywność działania - 1/ przez efektywność działania ex post rozumie się określoną relację między uzyskanymi wynikami i nakładami potrzebnymi do uzyskania tych wyników; 2/ przez efektywność działania ex ante /.../ rozumie się określoną relację między celem działania a przewidywanymi środkami potrzebnymi do zrealizowania celu /.../ Efektywność działań bojowych - ilościowy wskaźnik jakości działań bojowych /.../. Efektywność działań bojowych wyraża się określoną relacją zysków i strat ..." /wg /48//;

- "Efektywność działań bojowych /operacyjnych/, rezultat walki, bitwy lub operacji określony przez stosunek uzyskanego efektu działań do włożonych przez wojska wysiłków i nakładów materialowych. Efekt: /wynik/ działań bojowych określa się na podstawie stopnia realizacji zaplanowanego celu i zamiaru prowadzonej walki /bitwy, operacji/, natomiast nakłady i wysiłki działań - na podstawie ilości zaangażowanych w nich sił i środków oraz wielkości poniesionych strat ..." wg /45/.

3. W literaturze przedmiotu można także znaleźć przykłady definiowania efektywności jako pojęcia szerokiego, zbliżonego znaczeniem do prakseologicznie pojmowanej sprawności działania.

Oto niektóre z nich:

- "Efektywność to uogólniony, integralny wskaźnik jakości systemu. Jest on określony wewnętrznymi własnościami systemu /wartością wskaźników technicznych, niezawodności i charakterystyk eksploatacyjnych/, jak i zewnętrznymi, w których system funkcjonuje. Dlatego mówiąc nie o efektywności funkcjonowania w ogóle, a o efektywności systemu przy wykonywaniu określonych zadań, w określonych warunkach, można funkcjonalnie połączyć cząstkowe wskaźniki jakości

/a tym samym i wskaźniki niezawodności systemu/ w ogólny integralny wskaźnik efektywności" wg /22/;

- "Przez efektywność układu lub działania rozumie się stopień przystosowania tego układu czy działania do wykonania określonego działania" wg /42/;

- "... efektywność operacyjna może być traktowana jako ta właściwość wojskowych systemów działania, które w sposób syntetyczny /ale i konkretny/ charakteryzują zdolność do sprawnego działania /.../. Związek efektywności operacyjnej ze skutecznością działań wyraża się zaś tym, że każde działanie operacyjne efektywne, jest działaniem skutecznym" wg /46/.

4. Przykłady definiowania pojęcia "skuteczność" z innych niż prakseologiczny punktów widzenia:

- "... skutecznością działań nazywa się stopień osiągnięcia wyznaczanego celu, a wskaźnikiem skuteczności - miarę ilościową wyrażającą ten stopień" wg /76/;

- "... pod pojęciem skuteczność działania systemu OP będziemy rozumieli zdolność systemu do wykonywania zadania osłony obiektów naziemnych przed niszczącym oddziaływaniem ŚNP" wg /38/;

- "... skuteczność to własność systemu określająca zdolność osiągania stanów ocenianych pozytywnie z punktu widzenia osiągnięcia celu globalnego /nadrzędnego systemu/" wg /72/.

WARUNKI DOBORU ILOŚCIOWYCH MIAR /WSKAŹNIKÓW/ EFEKTYWNOŚCI  
BOJOWEJ

Aktualnie nieznaną są sformalizowane metody doboru ilościowego wskaźników oceny efektywności bojowej. Zadanie doboru odpowiedniego kryterium rozwiązywane jest przez ekspertów. W literaturze /np. w /22/, /70/, /10/ / można znaleźć jedynie ogólne warunki, które powinno spełniać dobrze dobrane kryterium - ilościowy wskaźnik efektywności bojowej. Wśród tych wymagań najczęściej wymieniane są następujące:

- a/ warunek reprezentatywności;
- b/ warunek wrażliwości na zmianę istotnych parametrów systemu;
- c/ warunek prostoty wyznaczania i jasności interpretacji;
- d/ warunek wieloaspektowości;
- e/ warunek zgodności ze wskaźnikami efektywności bojowej /skuteczności/ systemów nadrzędnych;
- f/ warunek prawidłowego ujęcia losowości badanych procesów.

Rozwinięcie powyższych skrótowych sformułowań oraz ich interpretację w odniesieniu do ilościowych wskaźników oceny efektywności bojowej systemu obrony przeciwlotniczej wojsk operacyjnych można przedstawić następująco:

ad. a/ ilościowy wskaźnik efektywności bojowej powinien spełniać warunek reprezentatywności - oznacza to, że wskaźnik ilościowy powinien pozwalać na ocenę realizowalności głównego celu działania systemu. Cel działania powinien znaleźć proste i jednoznaczne odzwierciedlenie w kryterium. Wskaźnik efektywności bojowej powinien określać ilościowo stopień wykonania podstawowego zadania bojowego. Przyjmując zgodnie z wcześniejszymi założeniami, że podstawowym celem działania systemu OPL podczas odpierania nalotu ŚNP nieprzyjaciela jest osłona wojsk /takie przeciwstawianie się nieprzyjacielowi, aby nie dopuścić do zbyt znacznego oddziaływania z powietrza na wojska operacyjne/, należy zauważyć, że wskaźniki określające tylko bezpośrednie skutki działania systemu OPL /np. ilość zniszczonych ŚNP/, zastosowane do globalnej oceny efektywności bojowej nie spełniają podstawowego warunku dobrego kryterium jakim jest reprezentatywność. W historii działań wojennych można znaleźć szereg przykładów świadczących o tym jak bardzo może być myląca ocena skuteczności systemu

OPL wystawiona w oparciu o kryterium nie związane bezpośrednio z głównym celem działania systemu OPL. Oto niektóre z nich.

#### Przykład 3.1.

W dniu 10.8.1944 r. w celu zniszczenia przeprawy przez Wisłę na przyczółku Warecko-Magnuszewskim samoloty hitlerowskie wykonały 91 lotów bojowych. Środki OPL nie zniszczyły żadnego samolotu, ale most pozostał nieuszkodzony. Wg /81/.

#### Przykład 3.2.

Podczas walk na łuku kurskim w nalocie na kurski węzeł kolejowy z pierwszej fali 287 bombowców i samolotów osłony zniszczono lub uszkodzono aż 145 samolotów, ale ok. 50% z ogólnej liczby ŚNP w nalocie przerwało się i obezwładniło kurski węzeł kolejowy. Wg /81/.

#### Przykład 3.3.

W czasie II wojny światowej podczas pierwszych 6 miesięcy nalotów na Moskwę lotnictwo niemieckie wykonało 7146 wylotów, strącenia uzyskano w 13,3%, ale uderzenie na obiekty wykonało jedynie 3,3% samolotów, czyli wielokrotnie mniej niż można by się było spodziewać z kalkulacji:

$$100\% - 13,3\% = 86,7\%$$

Przykłady powyższe, a także szereg innych nie wymienionych m.in. z wojen lokalnych świadczą o tym, że określone zgrupowania OPL wykonywały swoje zadanie osłony wojsk i obiektów mimo, iż nie mogły się pochwalić znaczną liczbą zniszczonych ŚNP. Nierzadko zaś mimo zestrzelenia większej ilości ŚNP obrona przeciwlotnicza nie zdołała zapobiec zniszczeniu lub poważnemu osłabieniu osłanianych wojsk i obiektów.

Niezgodność wskaźnika skuteczności z podstawowym celem działania może prowadzić do podjęcia błędnych decyzji. Sytuację taką ilustruje szeroko znany i wielokrotnie cytowany, klasyczny już przykład:

#### Przykład 3.4.

Podczas II wojny światowej w Wielkiej Brytanii zaczęto uzbrajać statki handlowe w artylerię przeciwlotniczą w celu obrony ich przed oddziaływaniem ŚNP nieprzyjaciela. Podczas badań skuteczności uzbrojenia statków jako wskaźnik przyjęto procent zniszczonych ŚNP wśród atakujących statki. Okazało się, że artyleria przeciwlotnicza zainstalowana na statkach zniszczyła 4% spośród atakujących samolotów. Wyniki badań uznano za niezadowolające, gdyż straty nieprzyja-

ciela były niższe niż koszty uzbrojenia statków handlowych. Powstał problem celowości dalszego uzbrajania statków. Według przyjętego wskaźnika uzbrajanie statków było niecelowe. Zauważono jednak, że przyjęty wskaźnik skuteczności uzbrajania statków handlowych nie był zgodny z celem przedsięwzięcia. Celem uzbrajania statków nie było przecież zadawanie strat przeciwnikowi, lecz obrona własnych statków, zmniejszenie strat zadawanych statkom przez nieprzyjaciela. W drugim etapie oceny celowości uzbrojenia statków za wskaźnik skuteczności przyjęto procent statków zatopianych przez ŚNP przeciwnika. Okazało się, że po uzbrojeniu statków straty zmalały z 25% do 10%. Analiza ekonomiczna wykazała, że koszty uzbrajania statków są znacznie mniejsze od różnicy wartości strat statków bez uzbrojenia i po uzbrojeniu. Decyzję o instalowaniu artylerii przeciwlotniczej podtrzymano.

Błąd analogiczny do opisanego wyżej popełniano w okresie powojennym w niektórych armiach, demontując przeciwlotnicze karabiny maszynowe zainstalowane na czołgach.

ad. b/ Ilościowy wskaźnik efektywności bojowej powinien być wrażliwy na zmiany wartości istotnych parametrów systemu. Odrębnym problemem staje się w tym wypadku określenie, które parametry poszczególnych podsystemów są z punktu widzenia wykonywanych zadań szczególnie istotne. Badania nierzadko prowadzone są przecież w celu określenia wpływu różnych parametrów na funkcjonowanie systemu. Aktualnie nieznaną są sformalizowane metody pozwalające na wydzielenie zbioru parametrów istotnych. Jedynym narzędziem jest analiza ekspertów oparta o przewidywania teoretyczne oraz wnioski z doświadczeń praktycznych np. wojen lokalnych.

ad. c/ Warunek prostoty wyznaczania i jasności interpretacji - oznacza, że ilościowy wskaźnik efektywności bojowej powinien być wyznaczony w sposób maksymalnie prosty i interpretacja tego wskaźnika nie powinna nastroić trudności. Nie jest to łatwe, gdyż jak wiadomo, w kryterium powinny być uwzględnione wszystkie, istotne ze względu na cel działania systemu OPL, parametry jego podsystemów. Z kolei uwzględnianie parametrów nieistotnych, przy jednoczesnej wielkiej trudności /a czasem wręcz niemożliwości/ dokładnego ich oszacowania, może /oprócz znacznego skomplikowania i utrudnienia obliczeń/ pogarszać zamiast polepszać ocenę związku między efektywnością bojową systemu OPL a jego parametrami /parametrami podsys-

temów/. Niebezpieczeństwa związane z nadmiernym komplikowaniem kryterium trafnie wyraża przysłowie "zza drzew nie widać lasu".

ad. d/ Wymaganie wieloaspektowości wobec ilościowego wskaźnika efektywności bojowej oznacza konieczność jednakowego uwzględnienia w syntetycznym wskaźniku różnorodnych właściwości i możliwych aspektów działania /użycia/ systemu OPL. Oczywiście pożądane jest posiadanie także pewnych wskaźników cząstkowych umożliwiających ocenę poszczególnych właściwości różnych podsystemów takich jak np. trwałość, czas reakcji, niezawodność, mobilność itp. Znaczne postępy w zakresie polioptymalizacji /przykłady w pracach /39/, /1// umożliwiają tzw. optymalizację wielokryterialną /traktując kryteria cząstkowe jako współrzędne wektora można mówić o wektorowych wskaźnikach efektywności bojowej/, jednakże ze względu na wymaganą prostotę oraz jednoznaczność interpretacji wyników oceny przy podejmowaniu decyzji, należy dążyć do tego aby cel działania systemu wyrazić przy pomocy jednego /skalarnego, a nie wektorowego/ wskaźnika. Równoległe wyznaczenie wskaźników cząstkowych ułatwia określanie wpływu /istotności i gradientu/ poszczególnych parametrów na efektywność bojową systemu OPL. Istotę powyższego problemu można zilustrować przykładem:

#### Przykład 3.5.

Podczas II wojny światowej badano w USA skuteczność niszczenia krążowników przeciwnika za pomocą różnych rodzajów broni: pocisków artyleryjskich, bomb, min, oraz torped. Do oceny skuteczności ich działania stosowano trzy wskaźniki:

- liczba zatopionych krążowników;
- liczba uszkodzonych krążowników;
- liczba krążowników wyłączonych z walki.

Ocena skuteczności działania poszczególnych środków rażenia prowadziła do różnych wniosków dla każdego z wymienionych wskaźników. Niezgodność wniosków nastroczała trudności w przyjęciu decyzji o sposobie niszczenia krążowników nieprzyjaciela. Wobec niejednoznaczności wyników badań, powyższe trzy wskaźniki zastąpiono jednym - stratami przeciwnika wyrażonymi w krążowniko-miesiącach, ilością miesięcy, na które krążownik został wyeliminowany z działań bojowych. W przypadku zatopienia krążownika przyjmowano, że zadane straty wnoszą 36 krążowniko-miesiący, gdyż tyle czasu trwała budowa nowego krążownika. Według tego kryterium najskuteczniejsze oka-

zały się torpedy, a w następnej kolejności bomby. Wyniki badań zostały zastosowane nie tylko do ustalania sposobów niszczenia krążowników nieprzyjaciela, lecz także do określenia kierunków doskonalenia konstrukcji własnych krążowników. Wg /38/.

ad. e/ Warunek zgodności ze wskaźnikami efektywności bojowej systemów nadrzędnych oznacza, że ilościowe wskaźniki zastosowane do oceny efektywności bojowej na dowolnym poziomie hierarchicznym /w podsystemie funkcjonalnym/, powinny być zgodne ze wskaźnikami efektywności bojowej systemów nadrzędnych /systemu globalnego/. Zgodność ilościowych wskaźników efektywności bojowej zastosowanych na różnych poziomach hierarchicznych oznacza m.in., że powinny mieć taką samą monotoniczność - czyli zmiany wprowadzane do systemu powinny wywoływać gradient przyrostu z takim samym znakiem /wzrost lub zmniejszanie się/ dla poszczególnych kryteriów. W szczególności wskaźniki użyte w różnych podsystemach /podsystemach hierarchicznych lub podsystemach funkcjonalnych/ powinny osiągać ekstremalne wartości dla tych samych lub zbliżonych rozwiązań /wartości parametrów/. Oczywiście kryteria zastosowane w poszczególnych podsystemach /hierarchicznych lub funkcjonalnych/ czyli tzw. kryteria - wskaźniki cząstkowe mimo spełnienia powyższego warunku nie muszą być bynajmniej identycznie ani nawet podobnie wyznaczane. Zdarzyć się może nawet, że dla wybranego zakresu warunków działania /określona sytuacja bojowa i jednostka organizacyjna/, jako kryterium cząstkowe może być wybrany wskaźnik uznany wcześniej za bardzo nie właściwy dla globalnej oceny efektywności bojowej. Takim przykładem może być szczególny przypadek zaczepnej formy działań bojowych systemu OPL jakim jest użycie pododdziału przeciwlotniczego /głównie rakiet przeciwlotniczych/ do działań w zasadce - ta forma działań bojowych często była stosowana podczas walki z lotnictwem amerykańskim atakującym obiekty na terytorium DRW. Bardzo dobrym cząstkowym ilościowym wskaźnikiem efektywności bojowej w takim przypadku jest ilość zniszczonych i uszkodzonych samolotów. Maksymalizacja tak przyjętego wskaźnika w odniesieniu do pododdziału prowadzić powinna do maksymalizacji efektywności bojowej całego systemu OPL.

ad. f/ Warunek prawidłowego ujęcia w ilościowym wskaźniku efektywności bojowej losowości badanych procesów wynika z faktu, że w przypadku gdy w systemie mamy do czynienia z procesami losowymi, wskaźnik skuteczności także staje się wielkością losową. Prawidłowo-

we uwzględnienie losowości zjawiska staje się wtedy problemem o dużym znaczeniu.

Przy procesach o charakterze stochastycznym najczęściej wykorzystuje się wartość oczekiwaną kryterium -  $M /k/$ . W przypadku, gdy przy zmianie badanego parametru systemu znacznej zmianie ulega odchylenie standardowe wskaźnika -  $\sigma /k/$ , to bardziej prawidłowe może się okazać zastosowanie jako kryterium wielkości:

$$k_r = M /k/ + \alpha \cdot \sigma /k/$$

gdzie:

$\alpha$  - współczynnik zależny od prawdopodobieństwa tego, że wartość kryterium nie przekroczy  $K_r$ .

Jeśli system badany jest w pewnym zakresie warunków /obrona, atak, desant itp./, to nie zawsze celowe jest stosowanie wartości oczekiwanej kryterium tzn. średniej jego wartości. Można bowiem wtedy przeoczyć interesujące warianty zastosowania dwóch lub większej ilości rodzajów działania, z których każdy jest efektywny w określonych warunkach. Świadczyć może o tym następujący przykład:

Przykład 3.6.

Podczas II wojny światowej w Wielkiej Brytanii badano skuteczność magnetycznego i radiolokacyjnego wykrywacza łodzi podwodnych. Przy wykorzystaniu wartości oczekiwanej w szerokiej gamie warunków okazało się, że magnetyczny wykrywacz jest o wiele gorszy /np. szybkość przeszukiwania miał gorszą o dwa rzędy wielkości/, ale w specyficznych warunkach np. przy blokadzie Cieśniny Gibraltarskiej zastosowanie tego wykrywacza okazało się bardziej skuteczne. Wg /10/.

## MODEL DZIAŁANIA NIEPRZYJACIELA POWIETRZNEGO

1. Podział wysiłku nieprzyjaciela powietrznego na zadania bojowe

Podział wysiłku nieprzyjaciela powietrznego na poszczególne zadania bojowe, czyli wektor wskaźników podziału wysiłku:

$$W = /w^1, w^2, w^3, w^4/$$

gdzie:

$w^1$  - współczynnik udziału środków napadu powietrznego realizujących zadanie 1-te, w ogólnej liczbie środków napadu powietrznego działających w nalocie;

określa się na podstawie wektora wskaźników skuteczności poszczególnych podsystemów w systemie obrony powietrznej:

$$E = /E^1, E^2, E^3/$$

gdzie:

$E^1$  - skuteczność podsystemu rażenia mierzona procentem zniszczonych środków napadu powietrznego;

$E^2$  - skuteczność lotnictwa myśliwskiego wydzielonego do realizacji zadań obrony przeciwlotniczej mierzona procentem zniszczonych środków napadu powietrznego;

$E^3$  - skuteczność rozpoznania i kierowania określona na podstawie następującego wzoru:

$$E^3 = \frac{E^1}{E^1_{100\%}} + \frac{E^2}{E^2_{100\%}}$$

gdzie:

$E^1_{100\%}, E^2_{100\%}$  - oznaczają odpowiednio skuteczność podsystemu rażenia oraz skuteczność lotnictwa myśliwskiego przy 100% sprawności rozpoznania i kierowania tzn. wówczas, gdy wszystkie cele są wykrywane i wskazywane do zwalczania przed przekroczeniem rubieży ostatecznego postawienia zadania.

Reguła określania wartości współrzędnych wektora W jest następująca:

a/ Na podstawie danych z rozpoznania, w oparciu o prognozę działań na przyszłym polu walki określa się wartości danych w tabeli TA29.

Poniżej przedstawiono strukturę oraz zawartość tabeli przyjętą podczas badań:

Tabela 4.1.

		$X_j/E^1/$	$W_j^1/X_j/$	$X_j/E^2/$	$W_j^2/X_j/$	$X_j/E^3/$	$W_j^3/X_j/$
j=1	$E^1 \leq X_1$	4	0,10	2	0,10	0,15	0,04
j=2	$X_1 < E^1 \leq X_2$	8	0,15	4	0,15	0,30	0,08
j=3	$X_2 < E^1 \leq X_3$	12	0,20	6	0,20	0,45	0,12
j=4	$X_3 < E^1 \leq X_4$	16	0,25	8	0,25	0,60	0,16
j=5	$X_4 < E^1$	16	0,30	8	0,30	0,60	0,20

b/ Biorąc pod uwagę zawartość tabeli oraz dane o wartościach współrzędnych wektora skuteczności E określa się wartości współrzędnych wektora podziału wysiłku zgodnie z zasadą:

$$W^1 = \begin{cases} W_1^1 & \text{gdy } E^1 \leq X_1 \\ W_2^1 & \text{gdy } X_1 < E^1 \leq X_2 \\ W_3^1 & \text{gdy } X_2 < E^1 \leq X_3 \\ W_4^1 & \text{gdy } X_3 < E^1 \leq X_4 \\ W_5^1 & \text{gdy } X_4 < E^1 \end{cases}$$

Reguła ta obowiązuje dla  $i \in \{1, 2, 3\}$ , natomiast  $W^4$  wyznacza się wg wzoru:

$$W^4 = 1 - \sum_{i=1}^3 W^i$$

przykład:

godnie z przedstawioną zawartością TA29 przykładowe relacje między

Wartościami współrzędnych wektora E i W mogą mieć następującą postać:

$$\begin{aligned} E^1 &= 7 & W^1 &= 0,15 \\ E^2 &= 2 & W^2 &= 0,10 & W^4 &= 1 - /0,15+0,10+0,12/ = 0,63 \\ E^3 &= 0,33 & W^3 &= 0,12 \end{aligned}$$

Do oceny wartości współrzędnych wektora E wykorzystuje się rezultaty wcześniejszych przebiegów symulacyjnych. W przypadku gdy dla określonego wariantu danych wykonuje się pierwszy przebieg, wartości współrzędnych wektora E wyznacza się na podstawie uproszczonego modelu analitycznego przedstawionego w załączniku 5.

Wartości współrzędnych wektora W są podstawą do określenia ilości środków napadu powietrznego realizujących poszczególne zadania bojowe. Ilość środków napadu powietrznego wydzielonych do realizacji i-tego zadania bojowego  $N^i$ , wyznacza się ze wzoru:

$$N^i = W^i \cdot N \quad , i = \overline{1,4}$$

gdzie:

N - ogólna ilość środków napadu powietrznego wydzielonych do działania w nalocie.

## 2. Wybór obiektów do zwalczania oraz określenie składu grup środków napadu powietrznego

Dla każdego zadania bojowego realizowanego przez nieprzyjaciela powietrznego /z wyjątkiem zadania 2 - osłona grupy uderzeniowej przed lotnictwem myśliwskim/ ustalona jest lista potencjalnych obiektów ataku<sup>x/</sup>:

$$\{O_1^i, O_2^i, \dots, O_k^i, \dots, O_{k_i}^i\} \quad , i \in \{1,3,4\}$$

Dla każdego obiektowi z listy przyporządkowana jest tzw. waga operacyjna opisująca ważność obiektu -  $w_k^i$  :

$$0 \leq w_k^i \leq 9 \quad , i \in \{1,3,4\} \quad , k = \overline{1,K}$$

Są to odpowiednio:

- dla  $i=1$  - stacje radiolokacyjne;
- dla  $i=3$  - pododdziały ogniowe;
- dla  $i=4$  - oddziały, pododdziały i inne obiekty w osłanianym zgrupowaniu wojsk.

Według równomiernego rozkładu prawdopodobieństwa losuje się liczbę z zadanego przedziału:

$$L \in \left( 0, \sum_{k=1}^{K_i} W_k^i \right), \quad i \in \{1, 3, 4\}$$

Jeżeli wylosowany przyjmuje się ten obiekt -  $k^*$ , dla którego spełniony jest warunek:

$$\sum_{k=1}^{K^*-1} W_k^i < L \leq \sum_{k=1}^{K^*} W_k^i, \quad i = \{1, 3, 4\}$$

Po wylosowaniu obiektu następuje określenie liczności i składu grupy środków napadu powietrznego, wydzielonych do atakowania tego obiektu.

Liczność i skład grupy dobiera się tak, aby spełniony był warunek:

$$\sum_{j=1}^J n_j^s \cdot PB_{j,o} \geq PB^{\min}$$

gdzie:

- $n_j^s$  - ilość środków napadu powietrznego  $j$ -tego typu w grupie o numerze -  $s$ ;
- $PB_{j,o}$  - potencjał bojowy jakim dysponuje pojedynczy środek napadu powietrznego  $j$ -tego typu, przy atakowaniu obiektów  $o$ -tego rodzaju;
- $o$  - numer rodzaju wylosowanego obiektu;

$$PB^{\min} = \begin{cases} PBO_o & \text{jeśli } W_k^1 < 8 \\ PBZ_o & \text{jeśli } W_k^1 \geq 8 \end{cases}$$

- $PBO_o$  - minimalny potencjał bojowy jakim muszą dysponować środki napadu powietrznego aby obezwładnić pojedynczy obiekt  $o$ -tego rodzaju;
- $PBZ_o$  - minimalny potencjał bojowy jakim muszą dysponować środki napadu powietrznego aby zniszczyć pojedynczy obiekt  $o$ -tego rodzaju.

Do składu grupy włącza się przede wszystkim środki napadu powietrznego tego typu -  $j^*$ , który ma największe potencjalne możliwości bojowe przy zwalczaniu obiektów danego rodzaju, zgodnie z zasadą:

$$j^* : 1 \leq j^* \leq J \quad \wedge \quad PB_{j^*,o} = \max_{\substack{1 \leq j \leq J \\ I_j^s > 0}} PB_{j,o}$$

gdzie:

$I_j^S$  - ilość środków napadu powietrznego  $j$ -tego typu biorących udział w nalocie /niewydzielonych wcześniej do zwalczania innych obiektów/.

Jeśli ilość środków napadu powietrznego typu  $j^*$  okazuje się niewystarczająca, to w skład grupy włącza się dodatkowo środki napadu powietrznego kolejnego typu, dla którego spełniony jest powyższy warunek /po wprowadzeniu  $I_{j^*}^S = 0$ /. Ostateczny skład i liczebność grupy opisuje wektor:

$$\{ n_1^s, n_2^s, \dots, n_j^s, \dots, n_j^s \}$$

Zakłada się przy tym, że w jednej grupie działać mogą co najwyżej dwa różne typy środków napadu powietrznego:

$$\left( \bigvee_{1 \leq j_1 \leq J} : n_{j_1}^s > 0 \right) \wedge \left( \bigvee_{1 \leq j_2 \leq J} : j_2 \neq j_1, n_{j_2}^s > 0 \right) \Rightarrow \bigwedge_{1 \leq i \leq J} (j \neq j_1, j \neq j_2 \Rightarrow n_j^s = 0)$$

Losowanie obiektów z listy odpowiadającej  $i$ -temu zadaniu bojowemu kontynuowane jest do spełnienia warunku:

$$\sum_{s=1}^{S_i} \sum_{j=1}^J n_j^s = N^i, \quad i \in \{1, 3, 4\}$$

gdzie:

$S_i$  - ilość wylosowanych obiektów z listy obiektów odpowiadających  $i$ -temu zadaniu bojowemu;

$N^i$  - ilość środków napadu powietrznego wydzielonych w nalocie do realizacji  $i$ -tego zadania bojowego.

Liczebność i skład grup realizujących zadanie bojowe osłony przed ogniem myśliwskim / $i=2$ / określa się następująco:

- liczebność grupy ustala się na poziomie 4;
- w skład grupy włącza się przede wszystkim te typy samolotów które dysponują największym potencjałem bojowym w walce powietrznej;
- wybór grup środków napadu powietrznego z grupy uderzeniowej / $i=4$ / następuje w drodze losowania. Prawdopodobieństwo wyboru grupy jest proporcjonalne do wagi atakowanego obiektu. Losowanie odbywa się zgodnie z regułą przedstawioną przy losowaniu obiektów-cele w ataku.

### 3. Określanie rozkładu po wysokości oraz losowanie wysokości

#### lotu podgrupy

Wysokość lotu podgrupy losuje się na podstawie dystrybuanty następującego dyskretnego rozkładu prawdopodobieństwa:

$$P / H_{h-1} < H_{s,g} \leq H_h / = PG / h /$$

gdzie:

$h$  - numer przedziału wysokości<sup>x/</sup>;

$H_{h-1}, H_h$  - granice przedziału wysokości o numerze  $h$ ;

$H_{s,g}$  - wysokość losu podgrupy / $g$ -ta podgrupa z  $s$ -tej grupy/;

$PG / h /$  - funkcja rozkładu prawdopodobieństwa, czyli prawdopodobieństwo, że wysokość lotu podgrupy zawiera się w  $h$ -tym przedziale wysokości.

Funkcję opisującą rozkład po wysokości określa się na podstawie ogólnego założenia, że najbardziej prawdopodobne jest działanie nieprzyjaciela w tych przedziałach wysokości, w których spodziewa się najmniejszych strat. Natomiast w tych przedziałach wysokości, w których skuteczność systemu obrony przeciwlotniczej jest

x/ W modelu przyjmuje się następujący podział na przedziały wysokości:

$h=1$	$0 < H_{s,g}$	$\infty$	100 m
$h=2$	100 m $< H_{s,g}$	$\infty$	200 m
$h=3$	200 m $< H_{s,g}$	$\infty$	300 m
$h=4$	300 m $< H_{s,g}$	$\infty$	400 m
$h=5$	400 m $< H_{s,g}$	$\infty$	600 m
$h=6$	600 m $< H_{s,g}$	$\infty$	800 m
$h=7$	800 m $< H_{s,g}$	$\infty$	1000 m
$h=8$	1000 m $< H_{s,g}$	$\infty$	1250 m
$h=9$	1250 m $< H_{s,g}$	$\infty$	1500 m
$h=10$	1500 m $< H_{s,g}$	$\infty$	2000 m
$h=11$	2000 m $< H_{s,g}$	$\infty$	2600 m
$h=12$	2600 m $< H_{s,g}$	$\infty$	3500 m
$h=13$	3500 m $< H_{s,g}$	$\infty$	5500 m
$h=14$	5500 m $< H_{s,g}$	$\infty$	10000 m
$h=15$	10000 m $< H_{s,g}$	$\infty$	16000 m
$h=16$	16000 m $< H_{s,g}$		

nejwyższa, działanie ŚNP jest mało prawdopodobne. W celu określenia  $ES/h/$  określa się skuteczność systemu obrony przeciwlotniczej w poszczególnych przedziałach wysokości -  $ES/h/ \cdot ES/h/$  wyznacza się ze wzoru:

$$ES(h) = \frac{W^1(h) + W^2(h)}{N}, \quad h = \overline{1,16}$$

gdzie:

$W^1/h/, W^2/h/$  - to straty zadane środkom napadu powietrznego działającym w  $h$ -tym przedziale wysokości odpowiednio przez pododdziały ogniowe i lotnictwo myśliwskie  
 $N$  - ilość środków napadu powietrznego w nalocie.

Wielkości  $W^1/h/, W^2/h/$  określa się na podstawie wcześniejszych przebiegów symulacyjnych. Natomiast w przypadku, kiedy wykonuje się pierwszy przebieg symulacyjny dla określonego wariantu danych, to skuteczność systemu obrony przeciwlotniczej a w szczególności  $W^1/h/, W^2/h/$  określa się na podstawie uproszczonego modelu analitycznego /patrz załącznik 5/. W takim przypadku zakłada się, że cały nalot realizowany jest kolejno we wszystkich przedziałach wysokości  $h = \overline{1,16}$ . Dla każdego przedziału wysokości określa się kolejno skuteczność naziemnych środków obrony przeciwlotniczej jako punkt funkcji dyskretnej -  $W^1/h/$ .

Na podstawie metody uproszczonej /patrz załącznik 5/ określa się następnie skuteczność lotnictwa myśliwskiego w poszczególnych przedziałach wysokości -  $W^2/h/$ . Ponieważ  $W^1/h/$  wyznacza się przy założeniu, że cały nalot jest realizowany kolejno w pojedynczych przedziałach wysokości a  $W^2/h/$  w warunkach, gdy przyjmuje się rozkład po wysokości, to  $ES/h/$  wyznacza się w takim przypadku ze wzoru:

$$ES(h) = \frac{W^1(h)}{N} \cdot \frac{N - W^1(h)}{\sum_{h=1}^{16} (N - W^1(h))} + \frac{W^2(h)}{N}, \quad h = \overline{1,16}$$

gdzie wyrażenie:

$$\frac{N - W^1(h)}{\sum_{h=1}^{16} (N - W^1(h))} = \frac{1 - \frac{W^1(h)}{N}}{\sum_{h=1}^{16} \left(1 - \frac{W^1(h)}{N}\right)}$$

jest zgrubnym oszacowaniem nieznanego rozkładu po wysokości  $PG/h/$ .

Znając wartości wyrażenia  $ES/h/$  dla  $h=\overline{1,16}$  określa się tzw. funkcję lustrzaną -  $\overline{ES}/h/$ :

$$\overline{ES}(h) = (ES(h^*) - \gamma) - ES(h) \quad , h=\overline{1,16}$$

gdzie:

$h^*$  - numer przedziału wysokości, w którym  $ES/h/$  jest największe:

$$h^* : ES/h^* / = \max ES/h/;$$

$$1 \leq h \leq 16$$

$\gamma$  - pewna stała mała wartość oznaczająca bliskie zera, ale większe od zera, prawdopodobieństwo działania nieprzyjaciela w "najgorszym" dla niego przedziale wysokości.

Przykład /teoretyczny/ wyznaczanie na podstawie  $ES/h/$  wartości  $ES/h/$  i  $PG/h/$  zaznaczono schematycznie na rys. 4.1.

Wartości  $\overline{ES}/h/$  są podstawowymi czynnikami determinującymi wartości  $PG/h/$ . Jednakże z uwagi na fakt, że część lotów nieprzyjaciela musi być realizowana na z góry określonych wysokościach, wynikających z konieczności realizacji konkretnych zadań, przyjmuje się, że rozkładowi określonemu przez funkcję lustrzaną  $\overline{ES}/h/$ , podlega jedynie pewna część z ogólnej liczby środków napadu powietrznego /w modelu przyjmuje się, że jest to 2/3 czyli ok. 67%/. Pozostała część środków napadu powietrznego /1/3 czyli ok. 33% podlega rozkładowi zdeterminowanemu.

Oczekiwana liczba środków napadu powietrznego w  $h$ -tym przedziale wysokości, wynikająca z funkcji  $\overline{ES}/h/$  będzie:

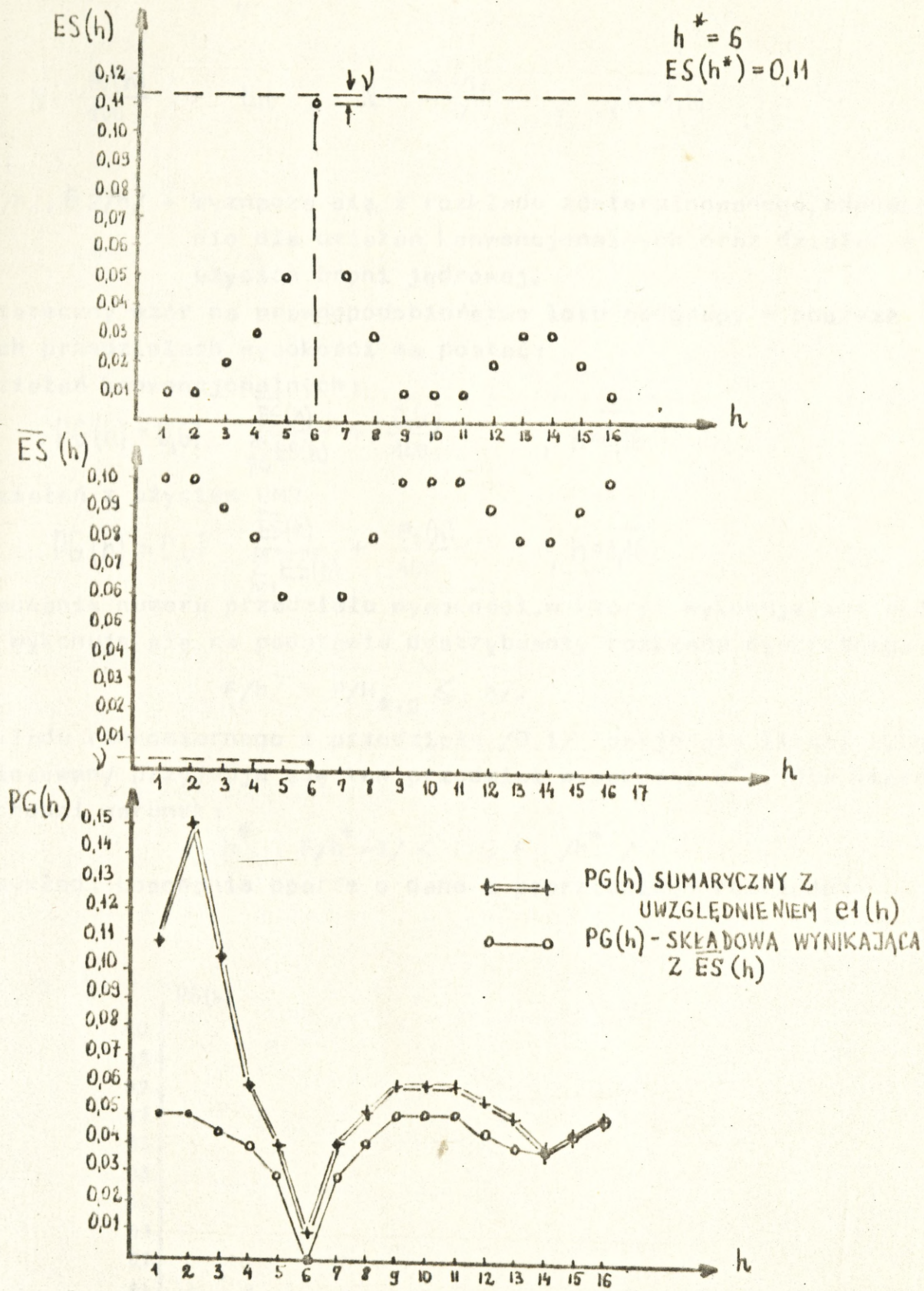
$$N \cdot 0,07 \cdot \frac{\overline{ES}(h)}{\sum_{h=1}^{16} \overline{ES}(h)} \quad , h=\overline{1,16}$$

Natomiast liczba samolotów w  $h$ -tym przedziale wysokości wynikająca z założonego rozkładu zdeterminowanego<sup>x/</sup> będzie:

<sup>x/</sup> Rozkład zdeterminowany opisuje następująca tabela:

Tabela 4.2.

	$h=1$	$h=2$	$h=3$	$h=4$	$h=5$	$h=6$	$h=7$	$h=8$	$h=9$	$h=10$	$h=11$	$h=12$	$h=13$	$h=14$	$h=15$	$h=16$
$E1/h/$	6	10	6	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
$E2/h/$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	5	5	5	5	3
$ELM/h/$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	30	30	20	0



Rys. 4.1.

$$N \cdot \frac{e_1(h)}{100} \quad \text{lub} \quad N \cdot \frac{e_2(h)}{100}, \quad h = \overline{1,16}$$

gdzie:

$e_1/h/$ ,  $e_2/h/$  - wyznacza się z rozkładu zdeterminowanego, odpowiednio dla działań konwencjonalnych oraz działań z użyciem broni jądrowej.

Ostateczny wzór na prawdopodobieństwo lotu podgrupy w poszczególnych przedziałach wysokości ma postać:

dla działań konwencjonalnych:

$$PG(h) = 0,67 \cdot \frac{ES(h)}{\sum_{h=1}^{16} ES(h)} + \frac{e_1(h)}{100}, \quad h = \overline{1,16}$$

dla działań z użyciem BMR

$$PG(h) = 0,67 \cdot \frac{ES(h)}{\sum_{h=1}^{16} ES(h)} + \frac{e_2(h)}{100}, \quad h = \overline{1,16}$$

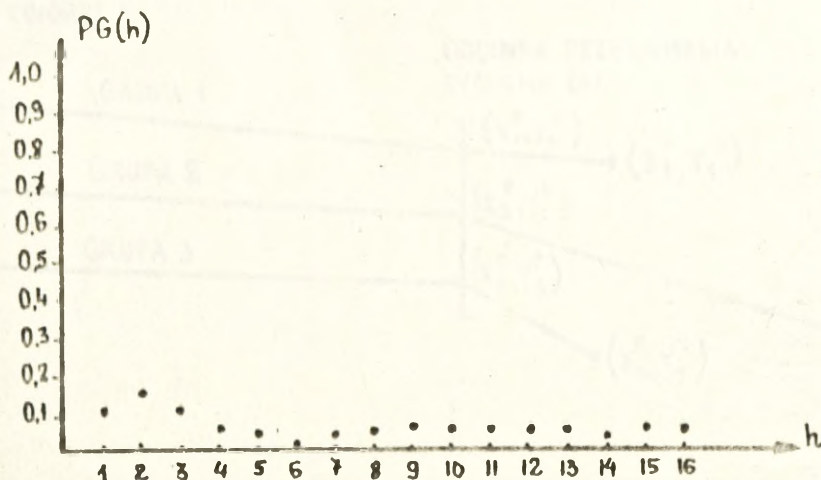
Losowanie numeru przedziału wysokości, w którym wykonuje lot podgrupa wykonuje się na podstawie dystrybuanty rozkładu dyskretnego:

$$F/h/ = P/H_{e,g} \leq h/.$$

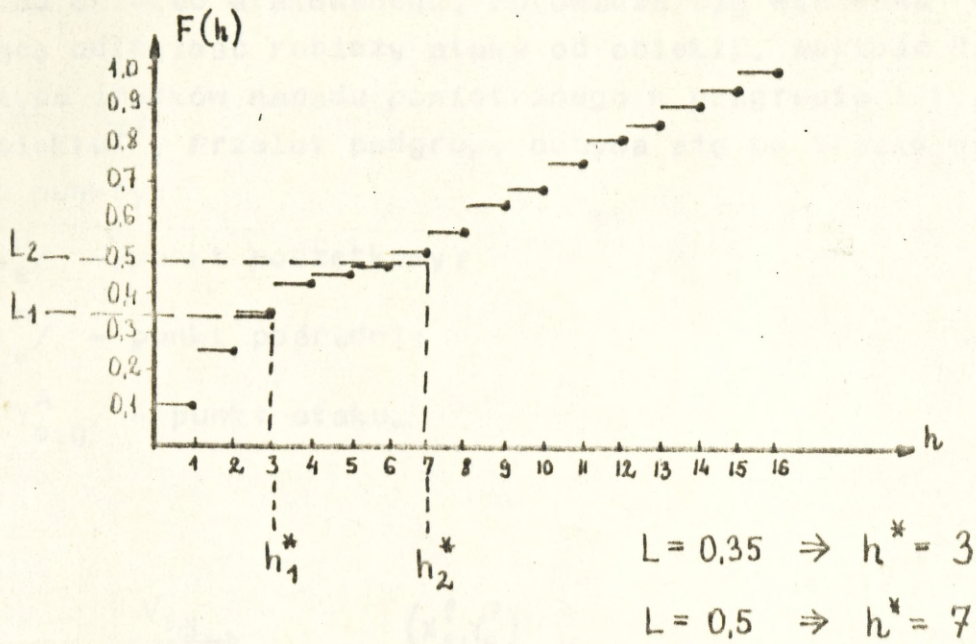
z rozkładu równomiernego z przedziału  $/0,1/$  losuje się liczbę  $L$ . Jeżeli wylosowany przyjmuje się ten przedział wysokości  $h^*$ , dla którego zachodzi warunek:

$$h^* : F/h^* - 1/ < L \leq F/h^* /$$

Przykład: Losowanie oparte o dane z poprzedniego rozkładu:



Rys. 4.2.8.

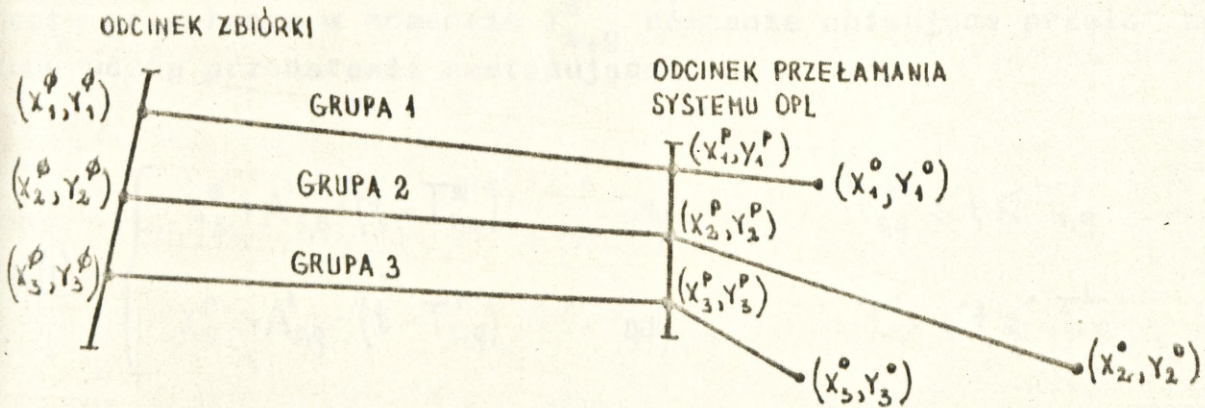


Rys. 4.2.b.

4. Równania ruchu podgrupy środków napadu powietrznego

Trasa, po której wykonują lot podgrupy środków napadu powietrznego związana jest z trzema punktami:

- $/x_{\theta}^{\phi}, y_{\theta}^{\phi}/$  - punkt początkowy;
- $/x_{\theta}^p, y_{\theta}^p/$  - punkt pośredni;
- $/x_{\theta}^o, y_{\theta}^o/$  - obiekt ataku



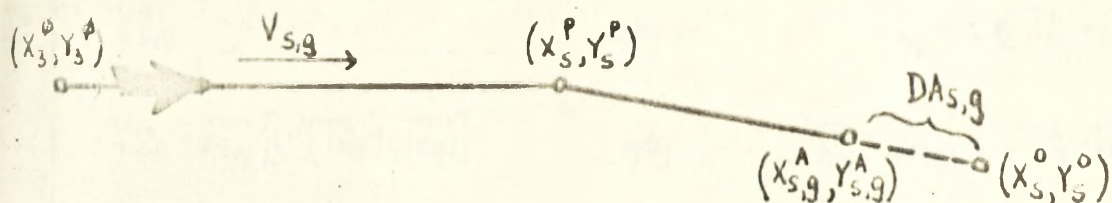
Rys. 4.3.

Ponieważ środki napadu powietrznego wykonują atak w pewnej odległości od obiektu atakowanego, wprowadza się wielkość  $DA_{s,g}$  - oznaczającą odległość rubieży ataku od obiektu. Wartość  $DA_{s,g}$  zależy od typu środków napadu powietrznego w podgrupie i typu atakowanego obiektu<sup>x/</sup>. Przelot podgrupy odbywa się po trasie wyznaczonej przez punkty:

$(X_s^0, Y_s^0)$  - punkt początkowy;

$(X_s^P, Y_s^P)$  - punkt pośredni;

$(X_{s,g}^A, Y_{s,g}^A)$  - punkt ataku.



Rys. 4.4.

Przyjmuje się, że dołot do obiektu i powrót z rejonu ataku na lotnisko, podgrupy wykonują po tych samych trasach, z ustalonymi: prędkością -  $V_{s,g}$  oraz wysokością -  $H_{s,g}$ . Podczas wykonywania ataku podgrupa przez czas  $\Delta T_{s,g}^A$  nie zmienia współrzędnych położenia, manewrując z ustaloną prędkością  $V_{s,g}$ , na określonej wysokości  $H_{s,g}$ . Przyjmując, że punkt początkowy  $(X_s^0, Y_s^0)$  g-ta podgrupa na s-tej trasie przekracza w momencie  $T_{s,g}^W$  równania opisujące przelot podgrupy można przedstawić następująco:

$$X(t) = \begin{cases} X_s^0 + A_{s,g}^1 \cdot (t - T_{s,g}^W) & \text{gdy } T_{s,g}^W \leq t \leq T_{s,g}^P \\ X_s^P + A_{s,g}^2 \cdot (t - T_{s,g}^P) & \text{gdy } T_{s,g}^P \leq t \leq T_{s,g}^A \end{cases}$$

x/ Typ obiektu, który jest atakowany określa wariant uzbrojenia środków napadu powietrznego oraz taktykę wykonywania ataku.

$$X(t) = \begin{cases} X_{s,g}^A & \text{gdym } T_{s,g}^A \leq t \leq T_{s,g}^A + \Delta T_{s,g}^A \\ X_{s,g}^A - A_{s,g}^I [t - (T_{s,g}^A + \Delta T_{s,g}^A)] & \text{gdym } T_{s,g}^A + \Delta T_{s,g}^A \leq t \leq T_{s,g}^A + \Delta T_{s,g}^A + (T_{s,g}^A - T_{s,g}^P) \\ X_{s,g}^P - A_{s,g}^I \{t - [T_{s,g}^A + \Delta T_{s,g}^A + (T_{s,g}^A - T_{s,g}^P)]\} & \text{gdym } T_{s,g}^A + \Delta T_{s,g}^A + (T_{s,g}^A - T_{s,g}^P) \leq t \leq T_{s,g}^A + \Delta T_{s,g}^A + (T_{s,g}^A - T_{s,g}^W) \end{cases}$$

$$Y(t) = \begin{cases} Y_{s,g}^P + B_{s,g}^I \cdot (t - T_{s,g}^W) & \text{gdym } T_{s,g}^W < t \leq T_{s,g}^P \\ Y_{s,g}^P + B_{s,g}^I \cdot (t - T_{s,g}^P) & \text{gdym } T_{s,g}^P < t \leq T_{s,g}^A \\ Y_{s,g}^A & \text{gdym } T_{s,g}^A < t \leq T_{s,g}^A + \Delta T_{s,g}^A \\ Y_{s,g}^A - B_{s,g}^{II} [t - (T_{s,g}^A + \Delta T_{s,g}^A)] & \text{gdym } T_{s,g}^A + \Delta T_{s,g}^A < t \leq T_{s,g}^A + \Delta T_{s,g}^A + (T_{s,g}^A - T_{s,g}^P) \\ Y_{s,g}^A - B_{s,g}^I \{t - [T_{s,g}^A + \Delta T_{s,g}^A + (T_{s,g}^A - T_{s,g}^P)]\} & \text{gdym } T_{s,g}^A + \Delta T_{s,g}^A + (T_{s,g}^A - T_{s,g}^P) \leq t \leq T_{s,g}^A + \Delta T_{s,g}^A + (T_{s,g}^A - T_{s,g}^W) \end{cases}$$

$$H/t/ = H_{e,g} - \text{const}$$

gdzie:

$A_{s,g}^I$  - składowa prędkości wzdłuż osi OX na pierwszym odcinku:

$$A_{s,g}^I = V_{s,g} \frac{X_s^P - X_s^O}{\sqrt{(X_s^P - X_s^O)^2 + (Y_s^P - Y_s^O)^2}}$$

$B_{s,g}^I$  - składowa prędkości wzdłuż osi OY na pierwszym odcinku:

$$B_{s,g}^I = V_{s,g} \frac{Y_s^P - Y_s^O}{\sqrt{(X_s^P - X_s^O)^2 + (Y_s^P - Y_s^O)^2}}$$

$A_{s,g}^{II}$  - składowa prędkości wzdłuż osi OX na drugim odcinku:

$$A_{s,g}^{II} = V_{s,g} \cdot \frac{X_s^O - X_s^P}{\sqrt{(X_s^O - X_s^P)^2 + (Y_s^O - Y_s^P)^2}}$$

$B_{s,g}^{II}$  - składowa prędkości wzdłuż osi OY na drugim odcinku:

$$B_{s,g}^{II} = V_{s,g} \cdot \frac{Y_s^O - Y_s^P}{\sqrt{(X_s^O - X_s^P)^2 + (Y_s^O - Y_s^P)^2}}$$

$T_{s,g}^P$  - moment przekroczenia punktu pośredniego przez podgrupę:

$$T_{s,g}^P = \begin{cases} T_{s,g}^W + \frac{X_s^P - X_s^O}{A_{s,g}^I} & \text{gdy } A_{s,g}^I \neq 0 \\ T_{s,g}^W + \frac{Y_s^P - Y_s^O}{B_{s,g}^I} & \text{gdy } A_{s,g}^I = 0 \end{cases}$$

$T_{s,g}^A$  - moment wyjścia na rubież ataku przez podgrupę:

$$T_{s,g}^A = \begin{cases} T_{s,g}^P + \frac{X_s^O - X_s^P}{A_{s,g}^A} - \frac{DA_{s,g}}{V_{s,g}} & \text{gdy } A_{s,g}^A \neq 0 \\ T_{s,g}^P + \frac{Y_s^O - Y_s^P}{B_{s,g}^A} - \frac{DA_{s,g}}{V_{s,g}} & \text{gdy } A_{s,g}^A = 0 \end{cases}$$

$/X_{s,g}^A, Y_{s,g}^A/$  - współrzędne punktu na rubieży ataku dla podgrupy:

$$X_{s,g}^A = X_s^P + A_{s,g}^A \cdot (T_{s,g}^A - T_{s,g}^P)$$

$$Y_{s,g}^A = Y_s^P + B_{s,g}^A \cdot (T_{s,g}^A - T_{s,g}^P)$$

la podgrup realizujących zadanie osłony przed lotnictwem myśliwskim przyjmuje się:

$$X_{s,g}^A = X_{s,g}^O ;$$

$$Y_{s,g}^A = Y_{s,g}^O .$$

Położenie podgrupy na trasie przelotu  $/X, Y, H/$  w dowolnym momencie  $- T$ , wyznacza się z przedstawionych równań wstawiając  $t = T$ .

$$/X, Y, H/ \leftarrow /X/T/, Y/T/, H/T//$$

Przyjmuje się, że środki napadu powietrznego, które nie zostały zniszczone, niezależnie od wartości posiadanego aktualnie potencjału bojowego, kontynuują lot po zadanej trasie. Wyjątek stanowią podgrupy wydzielone do osłony przed lotnictwem myśliwskim. Przyjmuje się, że samoloty z tych podgrup wracają po stoczeniu walki powietrznej. W takim przypadku równania opisujące ruch podgrupy ulegają modyfikacji. Modyfikacja polega na wstawieniu w miejsce współrzędnych  $/X_s^O, Y_s^O/$  współrzędnych podgrupy w momencie  $T_{s,g}^{WP}$ :

$$X_s^O \leftarrow X /T_{s,g}^{WP}/ ;$$

$$Y_s^O \leftarrow Y /T_{s,g}^{WP}/ .$$

## 5. Śmigłowce bojowe nieprzyjaciela

Śmigłowce bojowe działają w grupach o składzie i liczności do-  
teranych w zależności od rodzaju obiektu ataku, zgodnie z regula-  
i przedstawionymi w pkt. 2. Przyjmuje się, że wszystkie śmigłowce  
działają w grupie uderzeniowej tzn. wykonują zadanie IV - uderze-  
cia na wojska i obiekty. W zależności od rodzaju obiektów, które  
są celami ataku, oraz ze względu na różne sposoby wykonywania ataku,  
śmigłowce podzielono na:

- śmigłowce przeciwpancerne;
- śmigłowce szturmowe.

### 1. Śmigłowce przeciwpancerne

Śmigłowce przeciwpancerne wykonują atak sprzed linii styczności.  
Celami ataku są tylko takie obiekty, których odległość od linii sty-  
czności "D", spełnia warunek:

$$D^0 \leq D^0_{\max}$$

Stanowiska ogniowe, z których wykonują atak śmigłowce przeciw-  
pancerne, wybierane są w drodze losowania z obszaru dopuszczalnych  
położeń stanowisk ogniowych. Obszar ten, to zbiór punktów odpowia-  
dających potencjalnym stanowiskom ogniowym, dla których spełnione są  
warunki:

a/ stanowisko ogniowe położone jest naprzeciwko tego odcinka  
styczności, który jest najbliższy obiektowi;

b/ odległość stanowiska ogniowego od obiektu -  $D^{SO}$ , mieści się  
w granicach:  $[D^0 + D^{SO}_{\min}; D^0 + D^{SO}_{\max}]$ , czyli

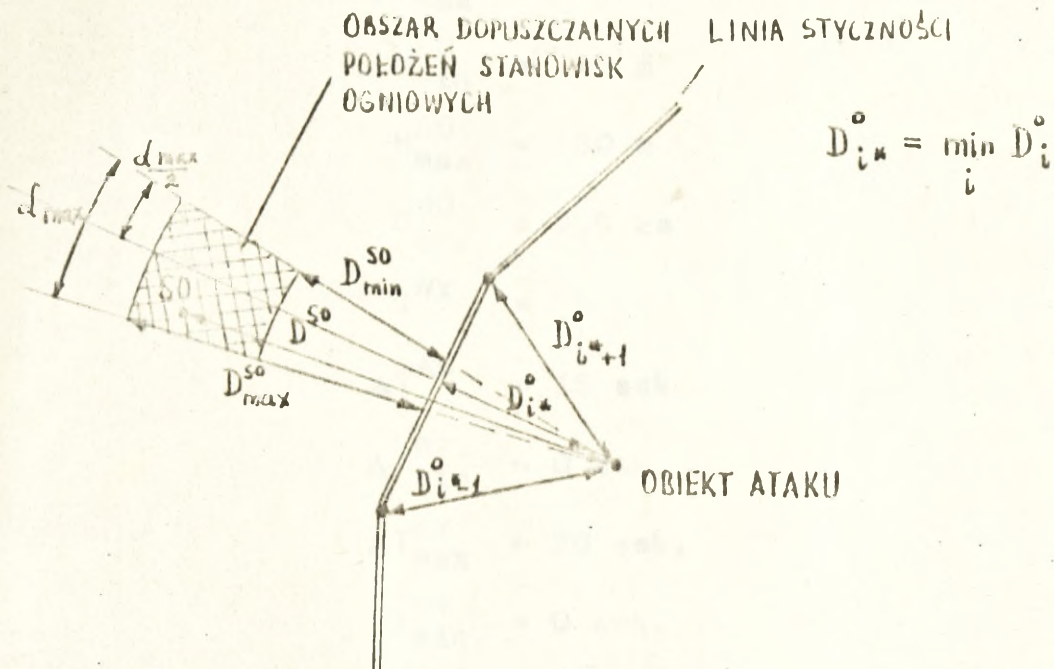
$$D^0 + D^{SO}_{\min} \leq D^{SO} \leq D^0 + D^{SO}_{\max}$$

c/ kąt  $\alpha$  zawarty między normalną do linii styczności a linią  
strzału /linią łączącą stanowisko ogniowe z obiektem ataku/ nie  
przekracza wartości granicznej  $\frac{\alpha_{\max}}{2}$

$$0 \leq \alpha \leq \frac{\alpha_{\max}}{2}$$

Warunki a/ i c/ wynikają z dążenia do maksymalnego skrócenia od-  
ległości między stanowiskiem ogniowym a atakowanym obiektem. Ogra-  
niczenia podane w b/ wynikają z dwóch przeciwstawnych wymagań. Z  
jednej strony dąży się do tego, aby stanowisko ogniowe było odsunię-

te od linii styczności, po to aby uniknąć rażenia ze strony środków obrony przeciwlotniczej, z drugiej zaś strony odległość między stanowiskiem ogniowym a obiektem nie powinna być, ze względu na wymaganą skuteczność ataku, zbyt duża. Obszar dopuszczalnych położań stanowisk ogniowych zaznaczono na schemacie:



Rys. 4.5.

wysokość grupy śmigłowców podczas wykonywania ataku ze stanowiska ogniowego losuje się z przedziału  $/H_{min}^{SO}, H_{max}^{SO}/$  zgodnie z regułą:

$$H^{SO} = \frac{D^{SO}}{D_{\text{śr}}^{SO}} \cdot L \cdot /H_{max}^{SO} - H_{min}^{SO}/ + H_{min}^{SO}$$

gdzie:  $L$  - liczba losowana wg rozkładu równomiernego z przedziału  $/0,1/$ .

Przyjmuje się, że atak wykonywany jest podczas  $I^{WY}$  wyjść do ataku. Każde wyjście trwa -  $\Delta T^{AS}$ , odstęp czasu między poszczególnymi wyjściami -  $\Delta T^{WY}$  losuje się według rozkładu równomiernego z przedziału  $/\Delta T_{min}^{WY}, \Delta T_{max}^{WY}/$ . Moment pierwszego wyjścia  $T^{WY}$  losuje się według rozkładu równomiernego z przedziału  $/T_{min}^{WY}, T_{max}^{WY}/$ .

Podczas badań przyjmuje się następujące wartości wymienionych wyżej parametrów:

$$D_{max}^O = 2 \text{ km}$$

$D_{\min}^{\text{SO}}$	=	1 km
$D_{\max}^{\text{SO}}$	=	3 km
$\alpha_{\max}$	=	40°
$H_{\min}^{\text{SO}}$	=	15 m
$H_{\max}^{\text{SO}}$	=	50 m
$D_{\text{śr.}}^{\text{SO}}$	=	2,5 km
$I^{\text{WY}}$	=	6
$\Delta T^{\text{AS}}$	=	15 sek.
$\Delta T_{\min}^{\text{WY}}$	=	0 sek.
$\Delta T_{\max}^{\text{WY}}$	=	30 sek.
$T_{\min}^{\text{WY}}$	=	0 sek.
$T_{\max}^{\text{WY}}$	=	240 sek.

## 5.2. Śmigłowce szturmowe

Śmigłowce szturmowe przekraczają linię styczności i działają w głębi ugrupowania. Trasa lotu śmigłowców podczas dolotu do obiektów ataku jest, tak samo jak w przypadku innych rodzajów środków napadu powietrznego, opisana przez trzy punkty. Pierwszy punkt trasy wybierany jest z obszaru przedstawionego w pkt. 5.1. jako obszar dopuszczalnych położzeń stanowisk ogniowych. Drugi punkt położony jest na odcinku przełamania, trzeci punkt leży na odcinku łączącym drugi punkt z obiektem ataku. Przyjmuje się, że przelot po trasie odbywa się ze stałą prędkością  $V^{\text{SM}}$ , na stałej wysokości -  $H^{\text{SM}}$ . Wysokość lotu śmigłowców szturmowych określa się w drodze losowania według rozkładu równomiernego z przedziału  $/H_{\min}^{\text{SM}}, H_{\max}^{\text{SM}}/$ . Moment wyjścia grupy śmigłowców na trasę  $T^{\text{WY}}$  określa się wychodząc z założenia, że atak wszystkich śmigłowców odbywa się równocześnie, w momencie czasu wylosowanym z przedziału  $/T_{\min}^{\text{WY}}, T_{\max}^{\text{WY}}/$ .

Podczas badań przyjmuje się następujące wartości przedstawionych wyżej parametrów:

$$V^{SM} = 240 \text{ km/h}$$

$$H_{min}^{SM} = 15 \text{ m}$$

$$H_{max}^{SM} = 50 \text{ m}$$

$$T_{min}^{WY} = 0 \text{ s}$$

$$T_{max}^{WY} = 240 \text{ s}$$

Pozostałe parametry przyjmują takie same wartości jak w pkt. 5.1.

UPROSZCZONY ANALITYCZNY MODEL OCENY SKUTECZNOŚCI SYSTEMU OBRONY  
PRZECIWLOTNICZEJ PODCZAS ODPIERANIA NALOTÓW NIEPRZYJACIELA PO-  
WIETRZNEGO

Uproszczony analityczny model oceny skuteczności systemu obrony przeciwlotniczej podczas odpiierania nalotów nieprzyjaciela powietrznego powstał w oparciu o metodę zastosowaną w zadaniu obliczeniowym WEKTOR-2 /WE2R/ eksploatowanym w PSPI, a po zweryfikowaniu w zadaniu RP03 w systemie GROT-PL<sup>x</sup>. Model przeznaczony jest do wstępnego oszacowania rezultatów walki w przypadku, gdy dla badanego wariantu danych nie wykonywano jeszcze eksperymentów symulacyjnych. Zakłada się wykorzystywanie modelu w ten sposób, że dla oceny porównania skuteczności systemu obrony przeciwlotniczej w poszczególnych przedziałach wysokości przyjmuje się, że cały nalot realizowany jest kolejno całością sił w poszczególnych przedziałach wysokości.

. Naziemne środki ogniowe systemu obrony przeciwlotniczej

Wstępną ocenę skuteczności systemu wykonuje się przy założeniu, że poszczególne pododdziały ogniowe działają niezależnie. Dla i-tego typu środków ogniowych wstępną ocenę skuteczności  $QO_1$  określa się ze wzoru:

$$QO_1 = \min \{ EO1_1 \cdot P_1 ; EO2_1 \cdot P_1 ; EO3_1 \cdot P_1 \}$$

gdzie:

$EO1_1$  - wartość oczekiwana ilości celów, które mogą być ostrzelane przez pododdziały ogniowe przy uwzględnieniu założenia, że ostrzeliwuje się te cele, które wchodzą w strefę ognia i są wykrywane, pod warunkiem, że pododdziały ogniowe są sprawne;

-----  
/ Dokładniejsze objaśnienia zawarto w opracowaniach:

- "Polowy system przetwarzania informacji - GROT. Podsystem OPL /GROT-PL/. Projekt koncepcyjno-wstępny", bibl. F1 WII pf 3131
- "Dokumentacja programowa podsystemu GROT-PL", bibl. F1 WII 03373.

$EO2_1$  - wartość oczekiwana ilości celów, które mogą być ostrzelane przez pododdziały ogniowe przy uwzględnieniu założenia, że podczas każdego strzelania pododdziały ogniowe są zajęte przez czas cyklu strzelania  $TC_1$ ;

$EO3_1$  - wartość oczekiwana ilości celów, które mogą być ostrzelane przez pododdziały ogniowe po uwzględnieniu założenia, że do celu wystrzeliwuje się średnio  $RAS_1$  rakiet /amunicji/, a podczas odpierania jednego nalotu pojedynczy kanał celowania może zużyć co najwyżej taką ilość rakiet /amunicji/, jaka znajduje się przy sprzęcie -  $RA_1$ ;

$P_1$  - średnie prawdopodobieństwo zniszczenia celu w jednym cyklu strzelania.

Poszczególne wielkości  $EO1_1$ ,  $EO2_1$ ,  $EO3_1$  określa się na podstawie następujących wzorów:

$$EO1_i = \frac{N}{3} \cdot B_i \cdot \frac{4,57 \cdot PG_i}{F} \cdot ZN_i \cdot ZRW_i \cdot ZU_i \cdot ZG_i \cdot ZV_i \cdot ZNH$$

$$EO2_i = \left( \frac{TF_i}{TC_i} + 1 \right) \cdot B_i \cdot \frac{DF + 4,57 \cdot PG_i}{F} \cdot ZN_i \cdot ZU_i$$

$$EO3_i = B_i \cdot \frac{RA_i}{RAS_i} \cdot \frac{DF + 4,57 \cdot PG_i}{F} \cdot ZN_i \cdot ZU_i$$

gdzie:

$N$  - ilość środków napadu powietrznego biorących udział w nalocie. Przyjmując, że działają one w grupach w składzie 2-4 samolotów /średnio 3/, ilość celów grupowych wynosi  $\frac{N}{3}$ ;

$B_i$  - ilość pododdziałów ogniowych i-tego typu;

$PG_i$  - parametr graniczny i-tego typu pododdziału ogniowego /km/;

$ZN_i$  - średni współczynnik niezawodności systemu wykrywania i dowodzenia w kanałach celowania i-tego typu, z uwzględnieniem niezawodności sprzętu, bez uwzględnienia wpływu zakłóceń;

$ZRW_i$  - współczynnik uwzględniający wpływ zakłóceń na możliwości wykrycia i śledzenia celu przez kanały celowania i-tego typu;

$ZU_i$  - współczynnik udziału pododdziałów ogniowych i-tego typu /wyłącza z obliczeń te środki, które znajdują się w niższych stopniach gotowości bojowej i nie zdążą przejść do gotowości bojowej numer 1 w czasie umożliwiającym im włączenie się do walki z danym nalotem/;

- ZG<sub>1</sub> - współczynnik głębokości wnikania środków napadu powietrznego w ugrupowanie pododdziałów ogniowych i-tego typu;
- ZP<sub>1</sub> - współczynnik uwzględniający wpływ warunków pogodowych na możliwości prowadzenia ognia przez pododdziały ogniowe i-tego typu /dla środków działających niezależnie od tych warunków ZP<sub>1</sub> = 1/;
- ZV<sub>1</sub> - współczynnik określający jaką część celów w nalocie będzie leciała z prędkością umożliwiającą ich zwalczanie przez pododdziały ogniowe i-tego typu;
- ZNH - współczynnik obniżenia efektywności systemu rozpoznania radiolokacyjnego dla małych wysokości;
- F - szerokość ugrupowania bojowego wojsk frontu /armii/ /km/;
- TF<sub>1</sub> - czas przebywania celów w zasięgu zwalczania przez pododdziały ogniowe i-tego typu /sek./;
- TC<sub>1</sub> - czas cyklu strzelania i-tego typu pododdziału ogniowego /sek./;
- DF - średnia szerokość frontu nalotu /km/;
- RA<sub>1</sub> - ilość rakiet na wyrzutniach, ilość amunicji przy sprzęcie lub ilość amunicji, która może być wystrzelona bez konieczności wymiany /chłodzenia/ lufy, dla i-tego typu pododdziałów ogniowych;
- RAS<sub>1</sub> - średnia ilość rakiet /amunicji/ wystrzeliwana do jednego celu w jednym cyklu strzelania przez pojedynczy kanał celowania i-tego typu;

Wartość średniego prawdopodobieństwa zniszczenia celu w jednym cyklu strzelania określa się na podstawie wzoru:

$$PA_1 = 1 - /1 - P_1 \cdot ZR_1 \cdot ZM_1/ RAS_1$$

gdzie:

- P<sub>1</sub> - prawdopodobieństwo trafienia celu jedną raketą /jednym pociskiem/ przez pododdział ogniowy i-tego typu;
- ZR<sub>1</sub> - współczynnik określający wpływ zakłóceń stosowanych przez nieprzyjaciela na ostrzeliwanie celu przez pododdziały ogniowe i-tego typu. Odpowiednio są to współczynniki:
- zakłóceń stacji naprowadzania rakiet w środkach WOLCHOW, NEWA, KUB, OSA;
  - zakłóceń termicznych oraz niejednorodnego tła dla środków: S-1, S-2;

- zakłóceń stacji śledzenia celu w środkach: S-60 i ZSU-23-4;

$ZM_1$  - współczynnik określający wpływ manewru celu na skuteczność prowadzenia ognia przez pododdziały ogniowe 1-tego typu.

Wykorzystując wstępną ocenę efektywności środków ogniowych 1-tego typu -  $QO_1$ , wyznacza się efektywność wypadkową, uwzględniając przy tym fakt pokrywania się stref ognia różnych typów środków ogniowych. Oznaczając:

$P_1 = \frac{QO_1}{N}$  - prawdopodobieństwo zniszczenia pojedynczego celu przez środki ogniowe 1-tego typu;

$P_j = \frac{QO_j}{N}$  - prawdopodobieństwo zniszczenia pojedynczego celu przez środki ogniowe j-tego typu.

Biorąc pod uwagę, że w skali operacyjnej położenie strefy ognia pojedynczego środka na obszarze frontu /armii/ można traktować jako przypadkowe i niezależne od położenia innych środków, otrzymuje się:

$$P_{1j} = P_1 \cdot P_j$$

Oznaczając  $ZS_j$  - współczynnik skuteczności środka j prowadzącego ogień do celu wspólnie z innymi środkami:

$$ZS_j = \frac{P_1}{\sum_{i=1}^I P_i}$$

raz  $Q_{1j}$  - ilość celów zniszczonych wspólnie przez środki 1-tego j-tego typu:

$$Q_{1j} = N \cdot P_{1j}$$

Można przedstawić na  $\Delta Q_i$  - sumę celów zestrzelonych przez środki typu i wspólnie z innymi środkami - następującą zależność:

$$\Delta Q_i = \sum_{j=1}^J Q_{ij} \cdot ZS_j$$

po uwzględnieniu wcześniejszych wzorów:

$$\Delta Q_i = N \cdot \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^J P_{ij} \cdot \frac{P_i}{\sum_{k=1}^K P_k}$$

Wartość  $\Delta Q_1$  należy odjąć od wstępnej oceny skuteczności  $QO_1$ .  
 Stąd poprawiona wartość skuteczności -  $Q_1$ :

$$Q_1 = QO_1 - \Delta Q_1$$

Pamiętając o tym, że ocenę skuteczności prowadzi się kolejno w pojedynczych przedziałach wysokości w celu określenia wypadkowej skuteczności systemu OPL w każdym z przedziałów, otrzymuje się dla wypadkowej skuteczności w  $h$ -tym przedziale wysokości -  $Q /h/$  następującą zależność:

$$Q /h/ = \sum_{i=1}^I P_i$$

Względną wypadkową skuteczność naziemnych środków OPL w  $h$ -tym przedziale wysokości określa się na podstawie wzoru:

$$w^1 /h/ = \frac{Q /h/}{N}$$

Podczas badań przyjmuje się następujące wartości wyżej przedstawionych parametrów<sup>x/</sup>:

Numer przedziału w wysokości <sup>xx/</sup> - h	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ZNH /h/	0,3	0,6	0,8	0,9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

x/ Wartości te przyjęto za opracowaniem /80/.

xx/ Podział na przedziały wysokości przedstawiony jest w załączniku 4 pkt 3.

	PG <sub>i</sub>	ZN <sub>i</sub>	ZRW <sub>i</sub>	ZR <sub>i</sub>	ZM <sub>i</sub>	ZU <sub>i</sub>	ZG <sub>i</sub>	TF <sub>i</sub>	TC <sub>i</sub>	RA <sub>i</sub>	RAS <sub>i</sub>	ZP <sub>i</sub>	ZV <sub>i</sub>
1	WOŁCHOW - dywizjon	40	0,8	0,4	0,25	0,45	0,7	240	90	6	2	1	1
2	NEWA - dywizjon	20	0,8	0,4	0,25	0,55	0,8	210	60	16	2	1	1
3	KRUG - bateria	30	0,8	0,55	0,55	0,50	0,9	240	90	6	2	1	1
4	KUB - bateria	13	0,8	0,55	0,60	0,55	0,9	180	60	12	2	1	1
5	OSA - wóz bojowy	6	0,8	0,55	0,50	0,6	0,9	150	40	6	2	1	1
6	S-1 - wóz bojowy	3	0,75	1	0,45	1	0,9	160	30	4	2	1/	0,7
7	S-2 - 2 strzelców	2	0,75	1	0,35	1	0,9	160	30	4	2	1/	0,5
8	S-60 - bateria	5	0,8	0,57	2/	1	0,7	160	60	300	180	1/	0,7
9	ZSU-23-4 - działo	2	0,5	0,57	2/	1	0,9	160	30	4000	650	1/	1
10	ZU-23-2 - 2 działa	1,5	0,25	1	2/	1	0,9	160	30	2400	240	1/	0,6
11	PKM-2 - 2 działa	1,5	0,25	1	2/	1	0,9	160	30	4800	140	1/	0,6
12	WKM - 10 dział	1	0,25	1	2/	1	0,3	160	30	20000	300	1/	0,5

1/ Wartości ZP<sub>i</sub> różne od 1 określa się wg odrębnej tabeli.

2/ Wartość ZR<sub>i</sub> jest uwzględniona dla środków artyleryjskich w wartości P<sub>i</sub>.

Wartości współczynnika ZP określa się na podstawie następującej tabeli:

Tabela 5.2.

ZACHMURZENIE /‰/	Podstawa chmur					
	≤ 500	≤ 1000	≤ 1500	≤ 2000	≤ 3000	> 3000
0	1	1	1	1	1	1
≤ 20	0,8	0,88	0,92	0,96	0,98	1
≤ 40	0,6	0,76	0,84	0,92	0,96	1
≤ 60	0,4	0,64	0,76	0,88	0,94	1
≤ 80	0,2	0,52	0,68	0,84	0,92	1
≤ 100	0	0,4	0,6	0,8	0,9	1

DF = { Przyjmuje się:  
70 - dla frontu;  
30 - dla armii.

Tabela 5.3.

Wartości  $P_1$  w funkcji wysokości określa się z tabeli:

	h-1	h-2	h-3	h-4	h-5	h-6	h-7	h-8	h-9	h-10	h-11	h-12	h-13	h-14	h-15	h-16
WOŁCHOW	0	0	0,3	0,45	0,55	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,55
NEWA	0	0,3	0,35	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
KRUG	0	0,2	0,45	0,55	0,65	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,65
KUB	0,15	0,45	0,55	0,65	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,65	0	0
OSA	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0	0	0
S-1	0,1	0,15	0,22	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,12	0	0	0	0
S-2	0,08	0,1	0,20	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,2	0,12	0	0	0	0	0
S-60	0	8 $\times 10^{-5}$	15 $\times 10^{-5}$	25 $\times 10^{-5}$	30 $\times 10^{-5}$	35 $\times 10^{-5}$	35 $\times 10^{-5}$	35 $\times 10^{-5}$	35 $\times 10^{-5}$	35 $\times 10^{-5}$	35 $\times 10^{-5}$	30 $\times 10^{-5}$	25 $\times 10^{-5}$	0	0	0
ZSU-23-41	2 $\times 10^{-5}$	7 $\times 10^{-5}$	12 $\times 10^{-5}$	15 $\times 10^{-5}$	15 $\times 10^{-5}$	15 $\times 10^{-5}$	15 $\times 10^{-5}$	15 $\times 10^{-5}$	12 $\times 10^{-5}$	4 $\times 10^{-5}$	0	0	0	0	0	0
ZU-23-2	1 $\times 10^{-5}$	5 $\times 10^{-5}$	8 $\times 10^{-5}$	10 $\times 10^{-5}$	10 $\times 10^{-5}$	10 $\times 10^{-5}$	10 $\times 10^{-5}$	10 $\times 10^{-5}$	8 $\times 10^{-5}$	0	0	0	0	0	0	0
PKM-2	1 $\times 10^{-5}$	3 $\times 10^{-5}$	6 $\times 10^{-5}$	8 $\times 10^{-5}$	8 $\times 10^{-5}$	8 $\times 10^{-5}$	8 $\times 10^{-5}$	8 $\times 10^{-5}$	7 $\times 10^{-5}$	0	0	0	0	0	0	0
HKM	1 $\times 10^{-5}$	2 $\times 10^{-5}$	4 $\times 10^{-5}$	5 $\times 10^{-5}$	5 $\times 10^{-5}$	5 $\times 10^{-5}$	5 $\times 10^{-5}$	4 $\times 10^{-5}$	0	0	0	0	0	0	0	0

## 2. Lotnictwo myśliwskie wydzielone do realizacji zadań obrony przeciwlotniczej

W metodzie uproszczonej skuteczność lotnictwa myśliwskiego wydzielonego do realizacji zadań OPL określa się na podstawie następującego wzoru:

$$W^2 = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^I NW_i \cdot PW \cdot PS_i$$

gdzie:

- $NW_i$  - ilość samolotów myśliwskich  $i$ -tego typu;
- $PW$  - średnie prawdopodobieństwo wykrycia nieprzyjaciela, naprowadzenia i nawiązania walki powietrznej przez samoloty myśliwskie;
- $PS_i$  - średnie prawdopodobieństwo zniszczenia samolotu nieprzyjaciela przez samolot myśliwski  $i$ -tego typu, wyznaczone na podstawie relacji:

$$\frac{\text{potencjał bojowy samolotu myśliwskiego}}{\text{potencjał bojowy samolotu nieprzyjaciela}}$$

Przyjmując stały rozkład działania lotnictwa myśliwskiego w poszczególnych przedziałach wysokości  $ELM/h/x/$  otrzymuje się następujący wzór dla określenia względnej skuteczności lotnictwa myśliwskiego w  $h$ -tym przedziale wysokości.

$$W^2/h/ = ELM/h/ \cdot \frac{1}{N} \sum_{i=1}^I NW_i \cdot PW \cdot PS_i$$

/ Rozkład  $ELM/h/$  podano w załączniku 4 pkt 3.

## MODELOWANIE PROCESU WYKRYWANIA I ŚLEDZENIA CELÓW POWIETRZNYCH

Podstawowymi obiektami przeznaczonymi do wykrywania i śledzenia celów powietrznych są stacje radiolokacyjne. Przyjmuje się, że strefa wykrywania RLS to koło o środku  $/X^{RLS}, Y^{RLS}/$  i promieniu DM zależnym od typu RLS  $/R/$ , wysokości lotu celu  $/H/$ , skutecznej powierzchni odbicia celu  $/\delta/$ .

$$DM = f /R, H, \delta /$$

W literaturze<sup>x/</sup> podano wzory, na podstawie których można wyznaczyć wartość DM. Dla celów obliczeniowych wartości DM dla poszczególnych typów RLS zostały stabilizowane. W literaturze podano wzory określające funkcyjną postać dystrybuanty rozkładu prawdopodobieństwa wykrywania ŚNP przez RLS. W przypadku, gdy cel wykonuje lot w strefie wykrywania, ze stałą prędkością, po torze prostoliniowym, wzór ten ma postać:

$$P/x_1/ = 1 - \exp \left( - \int_{x_{max}}^{x_1} \frac{DM - \sqrt{H^2 + Z^2 + x^2}}{(a)^2} dx \right) \quad /6.1/$$

gdzie:

DM - promień strefy wykrywania RLS;

X - długość odcinka łączącego prostokątny rzut celu na prostą równoległą do kursu celu i przechodzącą przez RLS;

$x_{max}, x_1$  - wartości X odpowiadające: położeniu celu w momencie wejścia w strefę wykrywania i w punkcie w którym wyznacza się wartość P /X/;

a - współczynnik "zasięgowy" zależny od typu RLS i prędkości ŚNP.

W ogólnej postaci:

$$a = \chi \cdot v_c \cdot (1 - \exp(-T_c))$$

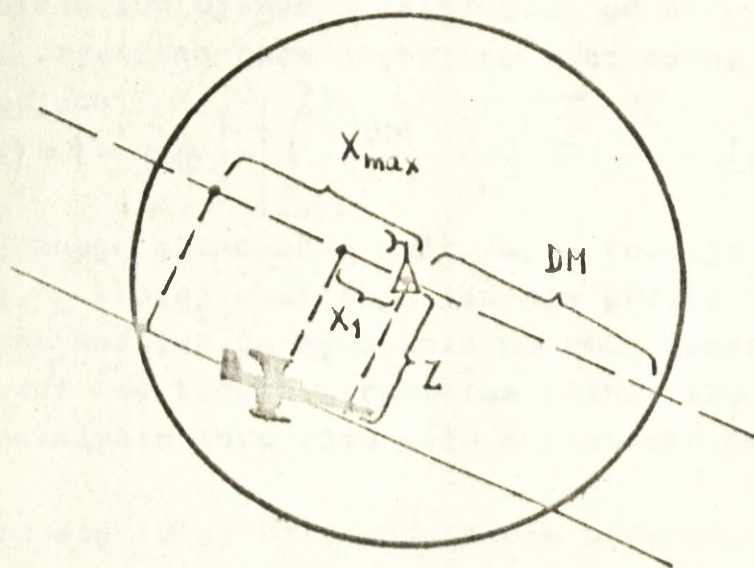
$\chi$  - stała określona doświadczalnie ;

$v_c$  - prędkość celu ;

$T_c$  - śr. czasu cyklu przezzukiwania .

<sup>x/</sup> Np. w pracy Czujew, Mielnikow, Pietuchow, Stiepanow, Szor "Osnovy issliedowanija operacji w wojennoj tiechnike" Sowiet-skoje Radio, Moskwa 1965 r.

Znaczenie poszczególnych symboli wyjaśnia następujący schemat:



Rys. 6.1.

Przedstawiona tutaj zależność na  $P/x_1$  słuszna jest jedynie w przypadku, gdy cel podczas lotu zbliża się do RLS /jest to tzw. lot "do parametru"/.

W innych sytuacjach, w szczególności wówczas gdy lot wykonywany jest "od parametru" lub gdy cel "zawraca"<sup>x/</sup> w strefie wykrywania, wzór powyższy należy zmodyfikować. Ogólna postać wzoru opisującego funkcję  $P/x$  jest następująca:

$$P(x) = 1 - \exp(-\psi(x)) \quad /6.2/$$

gdzie:

$$\psi(x) = \left| \int_{x_A}^{x_B} f(x) dx \right| \quad /6.3/$$

$$f(x) = \frac{DM \cdot \sqrt{H^2 + Z^2 + x^2}}{(a)^2} \quad /6.3.a/$$

Granice całkowania  $x_A$ ,  $x_B$  we wzorze /6.3/ przyjmują różne wartości w zależności od położenia trasy lotu celu względem strefy wykrywania RLS. W opisywanym wyżej przypadku lotu "do parametru"

$$x_A = x_{max} \quad x_B = x_A$$

Funkcję  $f/x$  interpretować można jako miarę znaczeniowo zbliżoną do gęstości rozkładu prawdopodobieństwa wykrywania celu przez RLS. Występująca we wzorze /6.3/ wartość bezwzględna wynika z faktu,

/ W opracowaniu zwrot cel "zawraca" w strefie wykrywania używany jest wówczas, gdy punkt, z którego ŚNP wykonują atak na obiekt, znajduje się wewnątrz strefy wykrywania RLS.

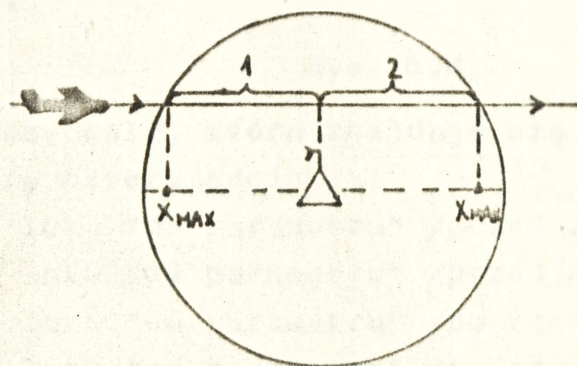
te wielkości uzyskiwane w trakcie całkowania mogą przyjmować wartości dodatnie lub ujemne, w zależności od przyjętego kierunku całkowania. W częściowo rozwiniętej postaci można regułę /6.2/ zapisać następująco

$$P(x) = 1 - \exp \left[ - \left| \int_{x_A}^{x_B} \frac{DM - \sqrt{H^2 + Z^2 + X^2}}{a^2} dx \right| \right] \quad /6.4./$$

Dla praktycznego stosowania wzór /6.4/ rozwija się i przekształca do postaci, w której występują jedynie proste działania i funkcje matematyczne, możliwe do wykonania na EMC. Sposób przekształcania oraz wartości niektórych parametrów różnią się między sobą, w zależności od położenia toru lotu celu w stosunku do strefy wykrywania LS.

Wyróżnia się tutaj trzy podstawowe przypadki.

A/ Całkowite przejście celu przez strefę wykrywania



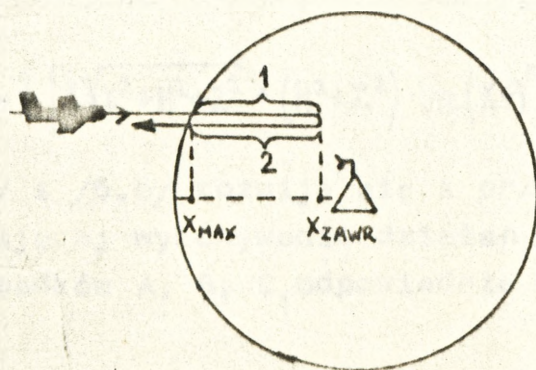
Rys. 6.2.

części trasy celu, która znajduje się wewnątrz strefy wykrywania różnią się dwa odcinki

1 - odcinek lotu "do parametru";

2 - odcinek lotu "od parametru".

B/ Cel "zawraca" w strefie wykrywania, przy czym punkt zawracania znajduje się przed parametrem.



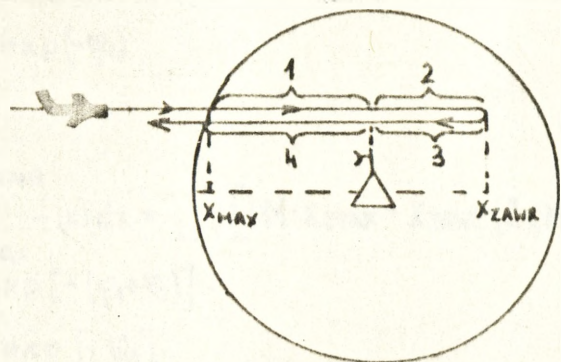
Rys. 6.3.

W części trasy celu, która znajduje się wewnątrz strefy wykrywania wyróżnia się dwa odcinki:

1 - odcinek lotu "do parametru";

2 - odcinek lotu "od parametru" /po zawróceniu/.

C/ Cel "zawraca" w strefie wykrywania, przy czym punkt zawracania znajduje się za parametrem.



Rys. 6.4.

W części trasy celu, która znajduje się wewnątrz strefy wykrywania wyróżnia się cztery odcinki:

1 - odcinek lotu "do parametru" /przed zawróceniem/;

2 - odcinek lotu "od parametru" /przed zawróceniem/;

3 - odcinek lotu "do parametru" /po zawróceniu/;

4 - odcinek lotu "od parametru" /po zawróceniu/.

Wartość prawdopodobieństwa wykrycia celu wyznacza się z zależności:

$$PW = 1 - \exp \left( - \sum_i (\psi_i) \right) \quad /6.5/$$

gdzie:

$\psi_i$  - wartość funkcji  $\psi(x)$  na  $i$ -tym wyróżnionym odcinku

$$\psi_i = \left| \int_{x_A}^{x_B} f(x) dx \right| = \left| \int_{x_A}^{x_B} \frac{DM \cdot \sqrt{x^2 + H^2 + Z^2}}{a^2} dx \right| = \quad /6.6/$$

$$\frac{1}{a^2} \left\{ \left[ [DM \cdot x]_{x=x_A}^{x=x_B} - \frac{1}{2} \left[ x \sqrt{x^2 + H^2 + Z^2} + (H^2 + Z^2) \cdot \ln \left( x + \sqrt{x^2 + H^2 + Z^2} \right) \right]_{x=x_A}^{x=x_B} \right] \right\}$$

Wzory /6.5/ i /6.6/ rozwija się i przekształca w celu uzyskania reguły ułatwiającej wykonywanie działań numerycznych. Dla wyróżnionych już przypadków A, B, C, odpowiednie wzory przyjmują następującą

postać  $x/$  :

d A/

$$\varphi_1 = \varphi_2 = - \int_{x_{\max}}^0 f(x) dx = \frac{1}{2a^2} \cdot [DM \cdot x_{\max} + Z^2 \cdot \ln \left( \frac{Z}{x_{\max} + DM} \right)] \quad /6.7/$$

$$PW = 1 - \exp [-(\varphi_1 + \varphi_2)] \quad /6.8/$$

$$PW1 = 1 - \exp(-\varphi_1) \quad /6.8a/$$

d B/

$$\varphi_1 = \varphi_2 = - \int_{x_{\max}}^{x_{ZAWR}} f(x) dx = \frac{1}{2a^2} \cdot [DM \cdot x_{\max} - x_{ZAWR} \cdot (2 \cdot DM - \sqrt{x_{ZAWR}^2 + Z^2}) + Z^2 \cdot \ln \left( \frac{x_{ZAWR} + \sqrt{x_{ZAWR}^2 + Z^2}}{x_{\max} + DM} \right) /6.9/]$$

$$PW = 1 - \exp [-(\varphi_1 + \varphi_2)] \quad /6.10/$$

$$PW1 = 1 - \exp [-\varphi_1] \quad /6.10a/$$

d C/  $\varphi_1 = \varphi_4 = - \int_{x_{\max}}^0 f(x) dx = \frac{1}{2a^2} \cdot [DM \cdot x_{\max} + Z^2 \cdot \ln \left( \frac{Z}{x_{\max} + DM} \right)] \quad /6.11/$

$$\varphi_2 = \varphi_3 = \int_0^{x_{ZAWR}} f(x) dx = \frac{1}{2a^2} \cdot [2 \cdot DM \cdot x_{ZAWR} - x_{ZAWR} \cdot \sqrt{x_{ZAWR}^2 + Z^2} + Z^2 \cdot \ln \left( \frac{Z}{x_{ZAWR} + \sqrt{x_{ZAWR}^2 + Z^2}} \right)] \quad /6.12/$$

$$PW = 1 - \exp [-(\varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 + \varphi_4)] \quad /6.13/$$

$$PW1 = 1 - \exp(-\varphi_1) \quad /6.13a/$$

$$PW2 = 1 - \exp [-(\varphi_1 + \varphi_2)] \quad /6.13b/$$

$$PW3 = 1 - \exp [-(\varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3)] \quad /6.13c/$$

Moment /miejsce/ wykrycia losuje się zgodnie z ogólną zasadą stosowaną w metodach typu Monte-Carlo. Wykorzystuje się tutaj znajomość postaci dystrybucyjności rozkładu prawdopodobieństwa  $P /x/$ .

Określenie momentu wykrycia następuje przez wykonanie następujących działań:

- wylosowanie liczby LOS z przedziału  $/0 + 1/$  wg rozkładu równo-  
-ernego;

Przy opracowaniu tych wzorów oraz dalszej części załącznika wykorzystano zmodyfikowaną postać funkcji  $f /x/$ . Wynika to z faktu, że dla obliczeń praktycznych, wartości DM dla poszczególnych typów RLS zostały stabilizowane jako funkcja wysokości  $DM = DM /H/$ . Dlatego też wykonano przejście z przestrzeni trójwymiarowej do działań na płaszczyźnie na wysokości H. Stąd zapis  $f /x/ =$

$$= \frac{DM - \sqrt{x^2 + H^2 + Z^2}}{a^2} \quad \text{przekształcono do prostszej formy:}$$

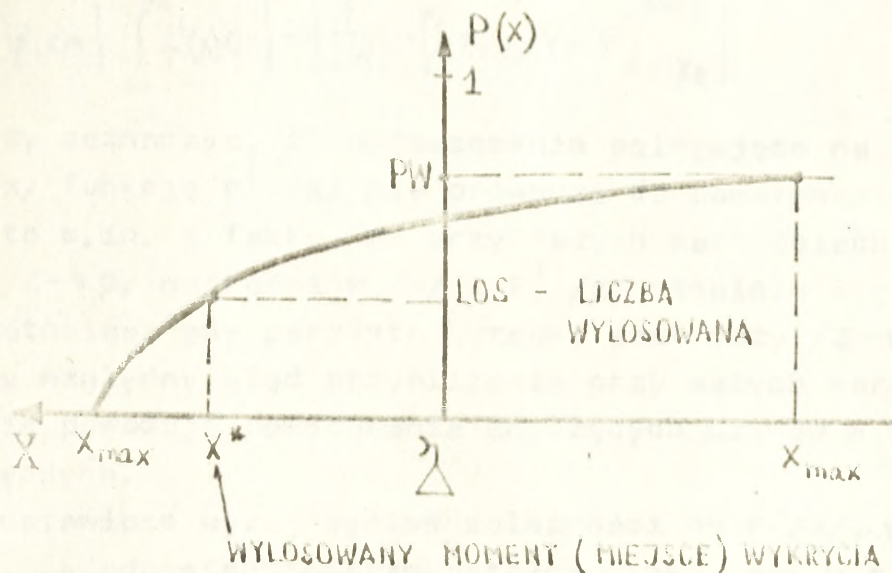
$$f(x, H) = \frac{DM(H) - \sqrt{x^2 + Z^2}}{a^2}$$

- w oparciu o znajomość postaci dystrybuanty  $P(x)$  określenie takiego  $x^*$ , dla którego zachodzi:

$$P(x^*) = LOS \quad \text{wg. rys. 6.5}$$

- tak określoną wartość  $x^*$  przyjmuje się jako moment /miejsce/ wykrycia

$$x_{\text{WYKR}} = x^*$$



Rys. 6.5.

Należy zauważyć, że liczba LOS wcześniej wykorzystywana jest do oceny faktu wykrycia celu zgodnie z regułą

$$\text{cel wykryty przez RLS} \iff LOS \leq PW$$

Stąd wiadomo, że przy określaniu miejsca /momentu wykrycia/ spełniony jest warunek  $LOS \leq PW$ .

Wzory opisujące dystrybuantę  $P(x)$  są w przypadku ogólnym bardzo złożone i niezwykle trudno byłoby na ich podstawie wyznaczać wartości  $x$  spełniające warunek  $P(x) = LOS$ . Dlatego przy określaniu miejsca /momentu/ wykrycia wykonuje się zabieg upraszczający. Polega on na tym, że funkcję  $P(x)$  zastępuje się funkcją  $P'(x)$ , opisującą dystrybuantę rozkładu prawdopodobieństwa wykrycia celu /na tym samym odcinku lotu/, przez hipotetyczną RLS leżącą na kursie celu /parametr kursowy celu względem tej RLS równa się zero/. Parametry hipotetycznej RLS są takie, że podstawowe parametry takie jak  $PW$ ,  $x_{\text{max}}$  są takie same jak dla rzeczywistej RLS - osiąga się to przez odpowiedniej wartości współczynnika  $a = a'$  we wzorach /6.2/.

3/, /6.3a/.

Wzory opisujące wykrywanie celu w przypadku, gdy  $Z = \beta$  są proste i umożliwiają bezpośrednio wyznaczanie wartości  $X$  z warunku  $P /x/ = \text{LOS}$ . Mają one następującą postać:

$$f'(x) = \frac{X_{\max} - X}{(a')^2} \quad /6.14/$$

$$\psi'(x) = \left| \int_{X_A}^{X_B} f'(x) dx \right| = \left| \frac{1}{2(a')^2} \cdot [2 \cdot X_{\max} \cdot X - X^2]_{X=X_A}^{X=X_B} \right| \quad /6.15/$$

Należy zaznaczyć, że uproszczenie polegające na zastąpieniu funkcji  $P /x/$  funkcją  $P' /x/$  nie prowadzi do powstawania dużych błędów. Wynika to m.in. z faktu, że przy małych wartościach parametru kursowego  $/Z \rightarrow \beta/$  wartości  $P /x/$  i  $P' /x/$  niewiele się różnią między sobą, natomiast gdy parametr kursowy jest duży  $/Z \rightarrow Z_{\max}/$ , to nawet duży względny błąd przybliżenia przy małych wartościach  $X_{\max}$ ,  $X_{\text{WYKR}}$  nie powoduje powstawania znaczących błędów w wartościach bezwzględnych.

Przedstawione wyżej ogólne zależności na  $P' /x/$ ,  $\psi' /x/$ ,  $f' /x/$  rozwija się odpowiednio przekształca tak, aby w poszczególnych, wyróżnionych wariantach A, B, C umożliwić bezpośrednio wyznaczanie miejsca /momentu/ wykrycia. Ostateczne postaci wzorów są następujące:

ad  $\surd$  Odcinek toru lotu, na którym cel został wykryty określa się wg reguły

$\text{LOS} \leq \text{PW1} \iff$  cel wykryty na odcinku 1

$\text{LOS} > \text{PW1} \iff$  cel wykryty na odcinku 2

Wartości współczynnika  $a'$  w równaniu  $P' /x/$  hipotetycznej RLS wyznacza się uwzględniając warunki  $X'_{\max} = X_{\max}$ ,  $\text{PW}' = \text{PW}$ .

Stąd:

- na odcinku 1

$$\text{PW1} = 1 - \exp\left[\frac{-X_{\max}^2}{2(a')^2}\right] \implies (a')^2 = \frac{-X_{\max}^2}{2 \cdot \ln(1 - \text{PW1})} \quad /6.16/$$

- na odcinku 2

$$\text{PW2} = \text{PW} - \text{PW1} = 1 - \exp\left[\frac{-X_{\max}^2}{2(a')^2}\right] \implies (a')^2 = \frac{-X_{\max}^2}{2 \cdot \ln(1 - (\text{PW} - \text{PW1}))} \quad /6.17/$$

Odpowiednie wzory na  $P' /x/$  oraz  $X_{\text{WYKR}} = X_{\text{WYKR}} / \text{LOS} /$  mają następującą postać:

- na odcinku 1

$$\varphi^1(x) = \left| \int_{X_{\max}}^x f(x) dx \right| \quad ; \quad X_{\max} \geq x > 0 \quad /6.18/$$

$$P^1(x) = 1 - \exp \left[ \frac{-(X_{\max} - x)^2}{2 \cdot (a^1)^2} \right] \quad /6.19/$$

Podstawiając  $LOS = P^1/x/$  i wykorzystując wzór /6.16/ uzyskuje się

$$X_{WYKR} = X_{\max} \cdot \left( 1 - \sqrt{\frac{\ln(1 - LOS)}{\ln(1 - PW1)}} \right) \quad /6.20/$$

- na odcinku 2

$$\varphi^1(x) = \left| \int_0^x f^1(x) dx \right| \quad X_{\max} \geq x \geq 0 \quad /6.21/$$

$$P^1(x) = 1 - \exp \left[ \frac{-x \cdot (2 \cdot X_{\max} - x)}{2 \cdot (a^1)^2} \right] \quad /6.22/$$

Podstawiając  $P/x/ = LOS - PW1$  i wykorzystując wzór /6.17/ uzyskuje się:

$$X_{WYKR} = X_{\max} \cdot \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{\ln[1 - (LOS - PW1)]}{\ln(1 - PW2)}} \right] \quad /6.23/$$

ad B/ Odcinek toru lotu, na którym cel został wykryty wyznacza się z reguły

$LOS \leq PW1 \Leftrightarrow$  cel wykryty na odcinku 1

$LOS > PW1 \Leftrightarrow$  cel wykryty na odcinku 2

Wartości współczynnika  $/a^1/$  w równaniu  $P^1/x/$  hipotetycznej RLS znać się uwzględniając warunki:

$$PW^1 = PW \quad X_{\max}^1 = X_{\max} \quad X_{ZAWR}^1 = X_{ZAWR} \quad , \quad \text{stąd}$$

- na odcinku 1

$$PW1 = 1 - \exp \left[ \frac{-(X_{\max} - X_{ZAWR})^2}{2 \cdot (a^1)^2} \right] \Rightarrow (a^1)^2 = \frac{-(X_{\max} - X_{ZAWR})^2}{2 \cdot \ln[1 - PW1]} \quad /6.24/$$

- na odcinku 2

$$PW2 = PW - PW1 = 1 - \exp \left[ \frac{-(X_{\max} - X_{ZAWR})^2}{2 \cdot (a^1)^2} \right] \Rightarrow (a^1)^2 = \frac{-(X_{\max} - X_{ZAWR})^2}{2 \cdot \ln[1 - (PW - PW1)]} \quad /6.25/$$

powiednie wzory na  $P^1/x/$  oraz  $X_{WYKR} = X_{WYKR} /LOS/$  mają w tych przypadkach następującą postać:

- na odcinku 1

$$\varphi^1(x) = \left| \int_{x_{\max}}^x f^1(x) dx \right| \quad x_{\max} \geq x \geq x_{ZAWR} \quad /6.26/$$

$$P^1(x) = 1 - \exp \left[ \frac{-(x_{\max} - x)^2}{2 \cdot (\alpha')^2} \right] \quad /6.27/$$

Podstawiając  $P^1/x/ = LOS$  i wykorzystując wzór /6.24/ uzyskuje się:

$$x_{WYKR} = x_{\max} \cdot \left[ 1 - (1-B) \cdot \sqrt{\frac{\ln(1-LOS)}{\ln(1-PW1)}} \right] \quad \text{gdzie: } B = \frac{x_{ZAWR}}{x_{\max}} \quad /6.28/$$

- na odcinku 2

$$\varphi^1(x) = \left| \int_{x_{ZAWR}}^x f^1(x) dx \right| \quad x_{\max} \geq x \geq x_{ZAWR} \quad /6.29/$$

$$P^1(x) = 1 - \exp \left[ \frac{-(x - x_{ZAWR}) \cdot (2 \cdot x_{\max} - x - x_{ZAWR})}{2 \cdot (\alpha')^2} \right] \quad /6.30/$$

Podstawiając  $P^1/x/ = LOS - PW1$  i wykorzystując wzór /6.25/ uzyskuje się:

$$x_{WYKR} = x_{\max} \left[ 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot B + B^2 - (1-B)^2 \frac{\ln[1 - (LOS - PW1)]}{\ln(1 - PW2)}} \right] \quad /6.31/$$

gdzie:  $B = \frac{x_{ZAWR}}{x_{\max}}$

a) C/ Odcinek toru lotu, na którym cel został wykryty wyznacza się z reguły:

- $LOS \leq PW1 \Leftrightarrow$  cel wykryty na odcinku 1
- $PW1 < LOS \leq PW2 \Leftrightarrow$  cel wykryty na odcinku 2
- $PW2 < LOS \leq PW3 \Leftrightarrow$  cel wykryty na odcinku 3
- $PW3 < LOS \Leftrightarrow$  cel wykryty na odcinku 4

Wartości współczynnika  $\alpha'$  w równaniu hipotetycznej RLS wyznacza się uwzględniając warunki  $PW^1 = PW$ :  $x_{\max}^1 = x_{\max}$ ;  $x_{ZAWR}^1 = x_{ZAWR}$ ; stąd:

- na odcinku 1:

$$PW1 = 1 - \exp \left( \frac{-x_{\max}^2}{2 \cdot (\alpha')^2} \right) \Rightarrow (\alpha')^2 = \frac{-x_{\max}^2}{2 \cdot \ln(1 - PW1)} \quad /6.32/$$

- na odcinku 2:

$$PW2 - PW1 = 1 - \exp \left[ \frac{-x_{ZAWR} \cdot (2 \cdot x_{\max} - x_{ZAWR})}{2 \cdot (\alpha')^2} \right] \Rightarrow (\alpha')^2 = \frac{x_{ZAWR} \cdot (x_{ZAWR} - 2 \cdot x_{\max})}{2 \cdot \ln[1 - (PW3 - PW2)]} \quad /6.33/$$

- na odcinku 3

$$PW3 - PW2 = 1 - \exp\left[\frac{-X_{ZAWR} \cdot (2 \cdot X_{max} - X_{ZAWR})}{2 \cdot (\alpha')^2}\right] \Rightarrow (\alpha')^2 = \frac{X_{ZAWR} \cdot (X_{ZAWR} - 2 \cdot X_{max})}{2 \cdot \ln[1 - (PW3 - PW2)]} \quad /6.34/$$

- na odcinku 4

$$PW - PW3 = 1 - \exp\left(\frac{-X_{max}^2}{2 \cdot (\alpha')^2}\right) \Rightarrow (\alpha')^2 = \frac{-X_{max}^2}{2 \cdot \ln[1 - (PW - PW3)]} \quad /6.35/$$

Odpowiednie wzory na  $P^1/x/$  oraz  $X_{WYKR} = X_{WYKR}/LOS/$  mają w tych przypadkach następującą postać:

- na odcinku 1

$$\psi^1(x) = \left| \int_{X_{max}}^x f(x) dx \right| \quad X_{max} > x \geq 0 \quad /6.36/$$

$$P^1(x) = 1 - \exp\left[\frac{-(X_{max} - x)^2}{2 \cdot (\alpha')^2}\right] \quad /6.37/$$

Podstawiając  $P^1/x/ = LOS$  i wykorzystując wzór /6.32/ uzyskuje się:

$$X_{WYKR} = X_{max} \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{\ln(1 - LOS)}{\ln(1 - PW1)}}\right) \quad /6.38/$$

- na odcinku 2

$$\psi^1(x) = \left| \int_0^x f^1(x) dx \right| \quad X_{ZAWR} > x > 0 \quad /6.39/$$

$$P^1(x) = 1 - \exp\left[\frac{-X_{ZAWR} \cdot (2 \cdot X_{max} - X_{ZAWR})}{2 \cdot (\alpha')^2}\right] \quad /6.40/$$

Podstawiając  $P^1/x/ = LOS - PW1$  i wykorzystując wzór /6.33/ uzyskuje się:

$$X_{WYKR} = X_{max} \cdot \left(1 - \sqrt{1 + B \cdot (B - 2) \cdot \frac{\ln[1 - (LOS - PW1)]}{\ln[1 - (PW2 - PW1)]}}\right) \quad /6.41/$$

- na odcinku 3

$$\psi^1(x) = \left| \int_{X_{ZAWR}}^x f^1(x) dx \right| \quad X_{ZAWR} > x \geq 0 \quad /6.42/$$

$$P^1(x) = 1 - \exp\left[\frac{(x - X_{ZAWR}) \cdot (2 \cdot X_{max} - x - X_{ZAWR})}{2 \cdot (\alpha')^2}\right] \quad /6.43/$$

Podstawiając  $P^1/x/ = LOS - PW2$  i wykorzystując wzór /6.34/ uzyskuje się:

$$X_{WYKR} = X_{max} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 + B^2 - 2 \cdot B - B \cdot (B-2) \cdot \frac{\ln[1 - (LOS - PW2)]}{\ln[1 - (PW3 - PW2)]}} \right) \quad /6.44/$$

gdzie:  $B = \frac{X_{WYKR}}{X_{max}}$

- na odcinku 4 -

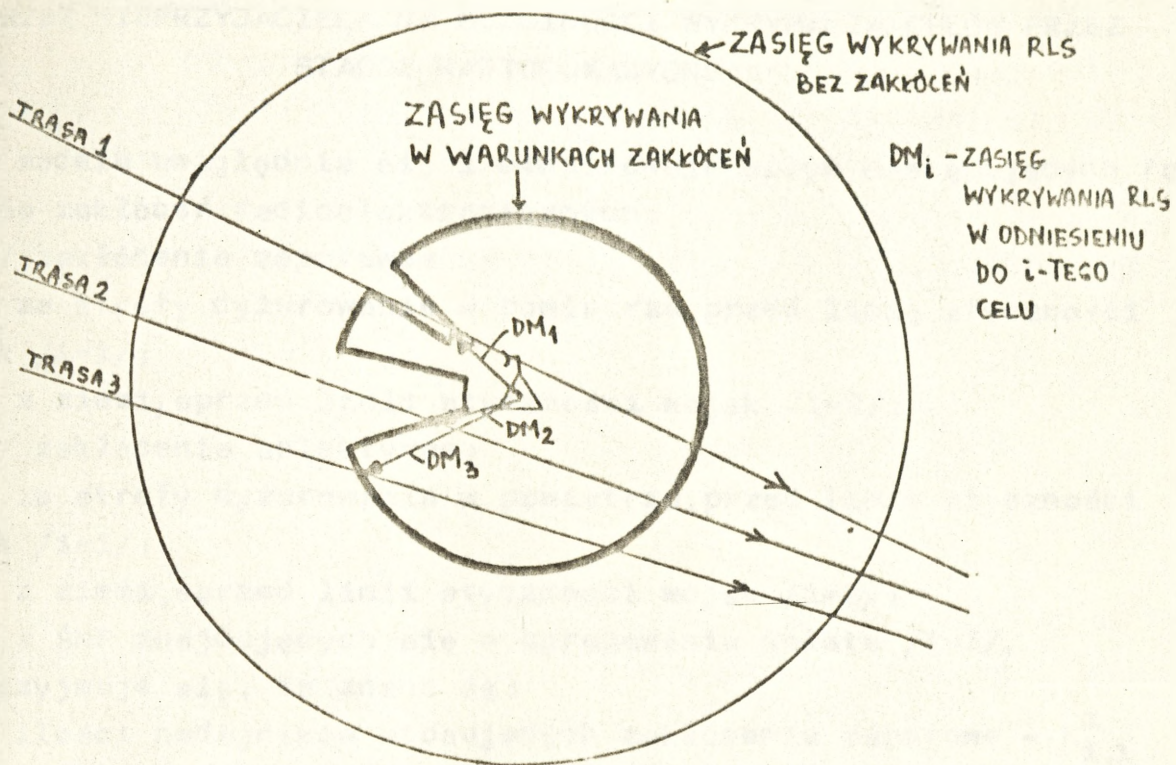
$$\varphi^1(x) = \left| \int_0^x f^1(x) dx \right| \quad X_{max} \geq x > 0 \quad /6.45/$$

$$P^1(x) = 1 - \exp \left[ \frac{-x \cdot (2 \cdot X_{max} - x)}{2 \cdot (a^1)^2} \right] \quad /6.46/$$

Podstawiając  $P^1/x/ = LOS - PW3$  i wykorzystując wzór /6.35/ uzyskuje się:

$$X_{WYKR} = X_{max} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{\ln[1 - (LOS - PW3)]}{\ln[1 - (PW - PW3)]}} \right) \quad /6.47/$$

Przyjmuje się, że cel wykryty przez RLS jest śledzony w sposób ciągły, do momentu wyjścia ze strefy wykrywania. Wpływ zakłóceń radioelektronicznych na wykrywanie i śledzenie celów uwzględnia się, wyznaczając realną strefę wykrywania RLS, w której cel jest widzialny na tle zakłóceń. Strefę tę opisuje się przy pomocy okręgu z podziałem sektorów, w których cel nie jest widoczny na tle zakłóceń (zakłócenia przez listek główny/. Wpływ zakłóceń poza sektorami (zakłócenia przez listki boczne/ opisuje się przez współczynnik kompresji strefy wykrywania. Przyjmuje się, że w odniesieniu do tych ŚNP, których trasy przechodzą przez opisane wyżej sektory zmniejsza się zasięg wykrywania RLS. Ilustruje to rysunek 6.6.



Rys. 6.6.

Sposób określania wpływu zakłóceń na kształt strefy wykrywania przedstawiono w załączniku nr 7.

OKREŚLANIE WPŁYWU ZAKŁÓCEŃ RADIOELEKTRONICZNYCH STOSOWANYCH  
PRZEZ NIEPRZYJACIELA NA MOŻLIWOŚCI WYKRYWANIA CELÓW PRZEZ  
STACJE RADIOLOKACYJNE

W modelu uwzględnia się i odwzorowuje wpływ następujących rodzajów zakłóceń radioelektronicznych:

a/ zakłócenia zaporowe:

- ze strefy dyżurowania w powietrzu, przed linią styczności wojsk /i=1/;

- z ziemi, sprzed linii styczności wojsk /i=2/;

b/ zakłócenia selektywne:

- ze strefy dyżurowania w powietrzu, przed linią styczności wojsk /i=1/;

- z ziemi, sprzed linii styczności wojsk /i=2/;

- z ŚNP znajdujących się w ugrupowaniu nalotu /i=3/.

Przyjmuje się, że znane są:

- ilości nadajników stosujących zakłócenia zaporowe -  $K_{i,\lambda}^Z$  w poszczególnych grupach /i=1, i=2/ z uwzględnieniem podziału na pasma częstotliwości /zakresy długości fal/ -  $\lambda$ ;

- ilości nadajników stosujących zakłócenia selektywne  $K_{i,\lambda}^S$  w poszczególnych grupach /i=1, i=2, i=3/ z uwzględnieniem podziału na pasma częstotliwości /zakresy długości fal/ -  $\lambda$ ;

W odniesieniu do zakłóceń zaporowych przyjmuje się, że stosowane są na kierunku o azymucie  $-\beta_i^{SZ}$  w sektorze  $(\beta_i^{SZ} - \Delta\beta_i^{SZ}, \beta_i^{SZ} + \Delta\beta_i^{SZ})$ .

RLS, które znajdują się w sektorze zakłóceń zaporowych od poszczególnych nadajników, są przez nie zakłócanie zaporowo.

Zakłócenia selektywne poszczególnych RLS występują z prawdopodobieństwem -  $P^{ZAKL}$ . W odniesieniu do każdego rodzaju zakłóceń  $P^{ZAKL}$  wyznacza się ze wzoru:

$$P^{ZAKL} = \min \left\{ \frac{K_{i,\lambda}^S}{N_{\lambda}^{RLS}}, 1 \right\}$$

gdzie:

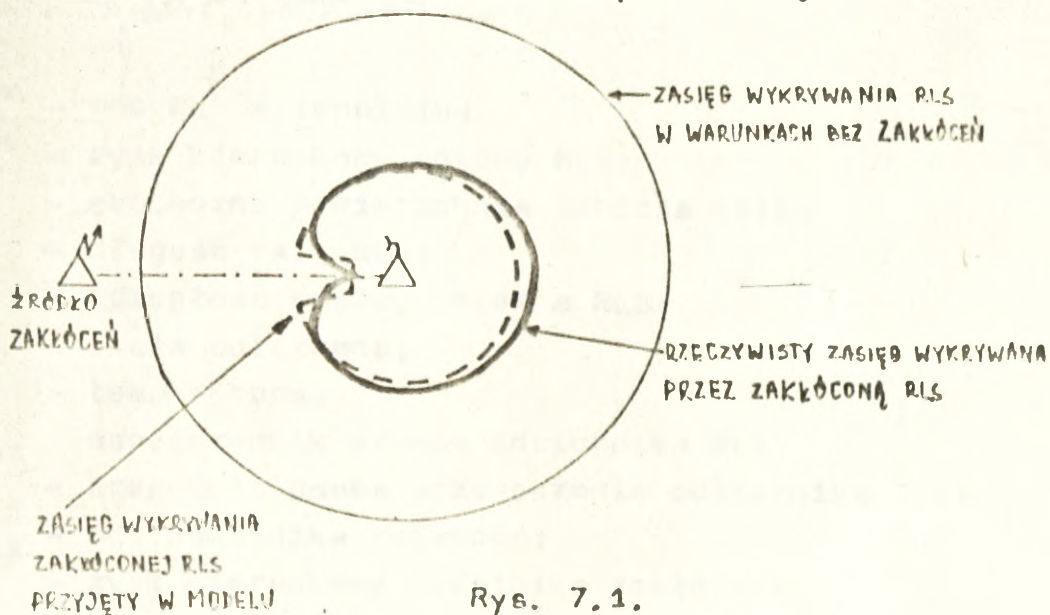
$N_{\lambda}^{RLS}$  - ilość RLS w paśmie  $\lambda$  zadeklarowanych na kierunku.

W modelu uwzględnia się odwzorowuje dwojaki mechanizm wpływu zakłóceń radioelektronicznych na wykrywanie i śledzenie celów przez

RLS. Sygnały zakłócające wchodzące do odbiornika RLS docierają: przez tzw. listek główny charakterystyki kierunkowej anteny RLS, bądź przez tzw. listki boczne.

Zakłócenia docierające przez listek główny powodują powstawanie sektora, w którym cel nie jest dostrzegany na tle zakłóceń. Sektor ten zorientowany jest w kierunku na źródło zakłóceń.

Zakłócenia docierające przez listki boczne powodują dookoła tzw. kompresję pola wykrywania, czyli zmniejszenie rzeczywistego zasięgu wykrywania i śledzenia celów przez RLS.



Rys. 7.1.

Podstawową zależnością, wykorzystywaną do oceny wpływu zakłóceń warunkowych na możliwości wykrywania i śledzenia celów, jest relacja między sygnałami zakłócającymi a sygnałem użytkowym.

$$\frac{\sum_i P_z + P_{sz}}{P_s} \quad /7.1/$$

gdzie:

- $i$  - numer kolejny źródła zakłóceń;
- $P_z$  - moc sygnału zakłócającego;
- $P_{sz}$  - moc szumu gaussowskiego;
- $P_s$  - moc sygnału użytecznego.

Aby cel był widoczny na tle zakłóceń, trzeba aby wielkość przedstawiona wzorem /7.1/ nie przekraczała wielkości granicznej  $C^{KN}$  - zw. współczynnika widzialności charakterystycznego dla konkretnego typu RLS

$$\frac{\sum_i P_z + P_{sz}}{P_s} \leq C^{KN} \quad /7.2/$$

wielkości  $P_s$ ,  $P_{sz}$ ,  $P_z$  występujące we wzorze /7.2/ wyznaczają się z następujących zależności.

$$P_s = \frac{C^\pi \cdot (C^G)^2 \cdot \delta \cdot \lambda^2}{(4\pi)^3 \cdot D^4} \quad /7.3/$$

$$P_{sz} = k \cdot T \cdot N_{sz} \cdot \Delta f \quad /7.4/$$

$$P_z = \frac{P_{iz} \cdot G_z \cdot C^G \cdot \lambda^2 \cdot \Delta f \cdot G(\beta, \epsilon) \cdot k_d \cdot \xi}{(4\pi)^2 \cdot (R^{ZA})^2 \cdot \Delta F} \quad /7.5/$$

gdzie:

- $C^\pi$  - moc RLS w impulsie;
- $C^G$  - zysk kierunkowy anteny RLS;
- $\delta$  - skuteczna powierzchnia odbicia celu;
- $\lambda$  - długość fali RLS;
- $D$  - odległość między celem a RLS;
- $k$  - stała Boltzmana;
- $T$  - temperatura;
- $N_{sz}$  - współczynnik szumów odbiornika RLS;
- $\Delta f$  - szerokość pasma przenoszenia odbiornika RLS;
- $P_{iz}$  - moc nadajnika zakłóceń;
- $G_z$  - zysk kierunkowy nadajnika zakłóceń;
- $G(\beta, \epsilon)$  - zysk kierunkowy anteny zakłócającej RLS w kierunku źródła zakłóceń odniesiony do zysku maksymalnego;
- $k_d$  - współczynnik jakości szumu generowanego przez źródło zakłóceń. Dla białego szumu gausowskiego  $k_d = 1$ , dla dowolnego szumu różniącego się od gausowskiego  $k_d < 1$ ;
- $\xi$  - współczynnik uwzględniający zgodność polaryzacji sygnału zakłócającego i użytecznego /odbitego od celu/;
- $R^{ZA}$  - odległość między RLS a nadajnikiem zakłóceń;
- $\Delta F$  - szerokość pasma częstotliwości nadajnika zakłóceń.

Podstawowym parametrem charakteryzującym wpływ zakłóceń na ograniczenie zasięgu wykrywania i śledzenia celów jest tzw. współczynnik kompresji

$$K_c = \frac{D_z}{D} \quad /7.6/$$

- gdzie:
- $D_z$  - zasięg widzialności celu przez RLS w warunkach zakłóceń;
  - $D$  - zasięg widzialności celu przez RLS bez zakłóceń.

Wielkości  $D$  i  $D_z$  wyznacza się przyjmując równość we wzorze /7.2/ odpowiednio w warunkach bez zakłóceń / $\sum_i P_z = 0$ / oraz z zakłóceniami / $\sum_i P_z > 0$ /.

Odpowiednie wzory i przekształcenia wyglądają następująco:  
a/ bez zakłóceń ze strony nieprzyjaciela

$$\frac{P_{sz}}{P_s} = C^{KN} \quad /7.7/$$

czyli

$$\frac{k \cdot T \cdot N_{sz} \cdot \Delta f}{\frac{C^{\pi} \cdot (C^G)^2 \cdot \delta \cdot \lambda^2}{(4\pi)^3 \cdot D^4}} = C^{KN} \quad /7.8/$$

stąd

$$D^4 = \frac{C^{\pi} \cdot (C^G)^2 \cdot \delta \cdot \lambda^2 \cdot C^{KN}}{(4\pi)^3 \cdot k \cdot T \cdot N_{sz} \cdot \Delta f} \quad /7.9/$$

b/ w warunkach zakłóceń

$$\frac{\sum_i P_z + P_{sz}}{P_s} = C^{KN} \quad /7.10/$$

czyli

$$\frac{\frac{C^G \cdot \lambda^2 \cdot \Delta f \cdot k_d \cdot \xi}{(4\pi)^2} \cdot \sum_i \left( \frac{P_{iz} \cdot G_z \cdot G(\beta, \epsilon)}{\Delta F \cdot (R^{ZA})^2} \right) + k \cdot T \cdot N_{sz} \cdot \Delta f}{\frac{C^{\pi} \cdot (C^G)^2 \cdot \delta \cdot \lambda^2}{(4\pi)^3 \cdot D_z^4}} = C^{KN} \quad /7.11/$$

przyjmując

$$\frac{P_{iz} \cdot G_z}{\Delta F} = Q \quad \text{gęstość spektralna mocy sygnалу zakłócającego} \quad /7.12/$$

o odpowiednich przekształceniach dostaje się:

$$D_z^4 = \frac{C^{\pi} \cdot C^{KN} \cdot (C^G)^2 \cdot \delta \cdot \lambda^2}{\Delta f \cdot (4\pi)^3 \left( \frac{C^G \cdot \lambda^2 \cdot k_d \cdot \xi}{(4\pi)^2} \cdot \sum_i \left( \frac{Q \cdot G(\beta, \epsilon)}{(R^{ZA})^2} \right) + k \cdot T \cdot N_{sz} \right)} \quad /7.13/$$

stawiając /7.9/ i /7.13/ do /7.6/ dostaje się

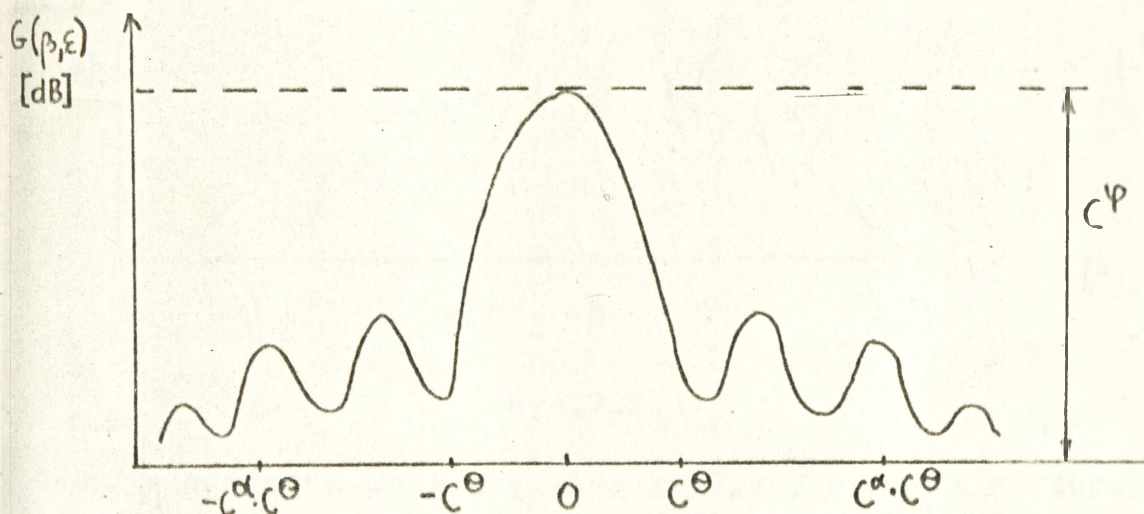
$$[C^{KN}]^4 = \frac{1}{1 + \frac{C^{\theta} \cdot \lambda^2 \cdot k_d \cdot \xi}{(4\pi)^2 \cdot k \cdot T \cdot N_{sz}} \cdot \sum_i \frac{Q \cdot G(\beta, \varepsilon)}{(R^{2A})^2}} \quad /7.14/$$

Ponieważ w wzorze /7.14/ występuje wielkość  $G(\beta, \varepsilon)$  posiadająca wyraźną charakterystykę kierunkową, to  $C^{KN}$  także ma charakterystykę ściśle uzależnioną od kierunku.

Wielkość  $G(\beta, \varepsilon)$  jest najczęściej wyrażana w decybelach

$$G(\beta, \varepsilon) [\text{dB}] = 10 \cdot \log_{10} G(\beta, \varepsilon) \quad /7.15/$$

Typową charakterystykę  $G(\beta, \varepsilon)$  przedstawia poniższy wykres:



Rys. 7.2.

Wprowadzając wielkość  $C^{\psi}$  na oznaczenie różnicy między ekstremalnymi wartościami  $G(\beta, \varepsilon)$  funkcję  $G(\beta, \varepsilon) [\text{dB}]$  można przedstawić w postaci normowanej:

$$G_{\text{NOR}}(\beta, \varepsilon) = \frac{G(\beta, \varepsilon) [\text{dB}]}{C^{\psi} [\text{dB}]} \quad /7.16/$$

Z wielu względów wygodne jest zastąpienie funkcji  $G_{\text{NOR}}(\beta, \varepsilon)$  jej dopełnieniem do jedności:

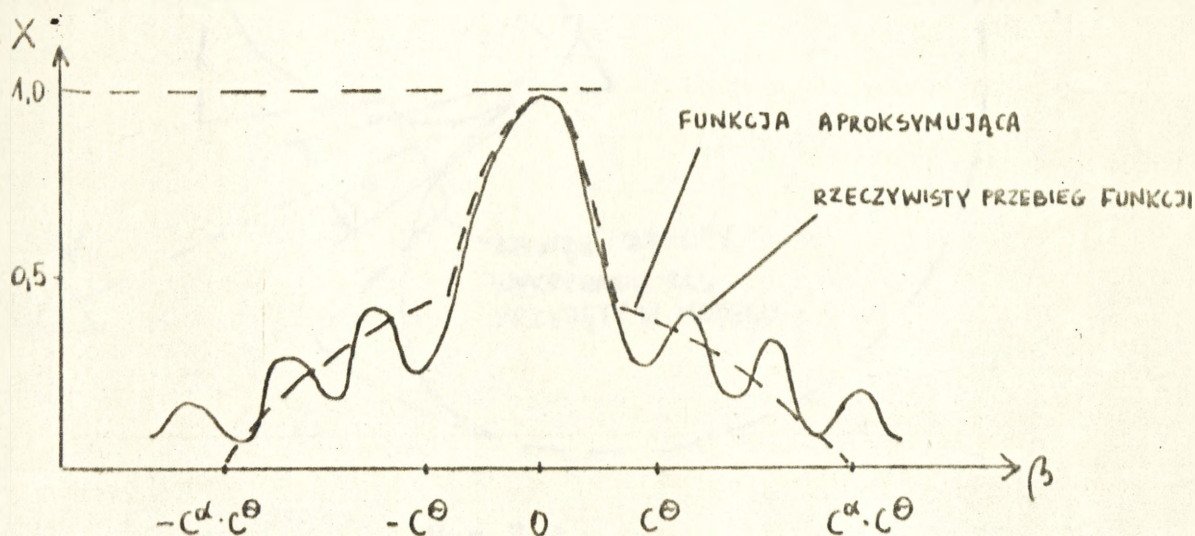
$$X = 1 - \left| \frac{G(\beta, \varepsilon) [\text{dB}]}{C^{\psi} [\text{dB}]} \right| \quad /7.17/$$

Dla potrzeb obliczeniowych rzeczywisty przebieg funkcji  $X$  aprok-

symuluje się przy pomocy funkcji trygonometrycznych

$$X = \begin{cases} \cos\left(\frac{90^\circ}{C^\theta} \cdot \beta\right) & \text{dla } -C^\theta < \beta < C^\theta \\ \frac{1}{2} \cdot \cos\left(\frac{90^\circ}{C^\alpha \cdot C^\theta} \cdot \beta\right) & \text{dla } -C^\alpha \cdot C^\theta \leq \beta \leq -C^\theta \text{ lub } C^\theta \leq \beta \leq C^\alpha \cdot C^\theta \end{cases} \quad /7.18/$$

gdzie:  
 $C^\theta$  - szerokość charakterystyki antenowej w płaszczyźnie poziomej, na poziomie 0,5 mocy promieniowanej;  
 $C^\alpha$  - współczynnik aproksymacji charakterystyki kierunkowej RLS.

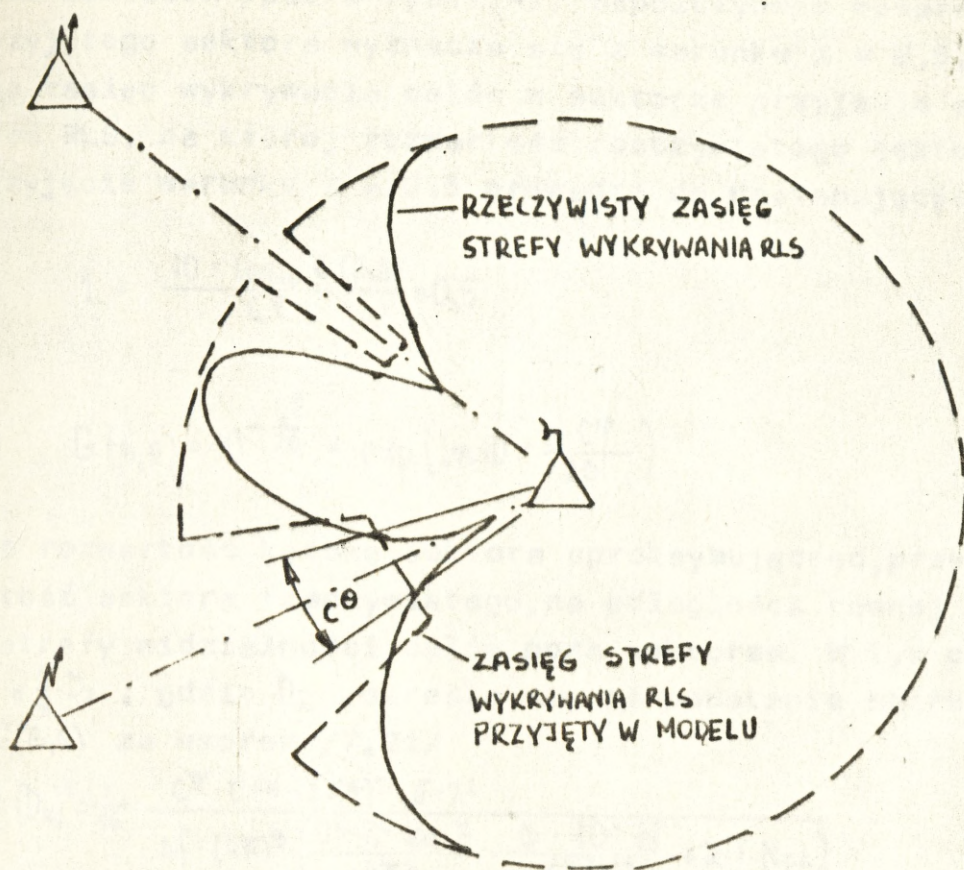


Rys. 7.3.

Funkcja odwrotna do  $X$  uzyskana z /7.18/ wygląda następująco:

$$\beta = \begin{cases} 0 & \text{gdy } x \geq 1 \\ \frac{C^\theta}{30} \cdot \arccos(x) & \text{gdy } 1 > x \geq 0,5 \\ C^\alpha \cdot \frac{C^\theta}{15} \cdot \arccos(2 \cdot x) & \text{gdy } 0,5 > x > 0 \\ 360 & 0 > x \end{cases} \quad /7.19/$$

Analiza przebiegu funkcji  $G(\beta, \epsilon)$  oraz jej wpływu na przebieg funkcji  $C^{KN}$  określonej wzorem /7.14/, umożliwia wnioskowanie dotyczące przebiegu granicy strefy widzialności celów przez RLS w warunkach zakłóceń. Schematycznie zaznaczono to na schemacie w początkowej części niniejszego załącznika. Dokładniej przedstawia to poniższy rysunek:



Rys. 7.4.

Dla wyznaczenia współczynnika kompresji strefy wykrywania  $S-C^{KN}$ , poza sektorem zakłóceń /tj. od sygnałów zakłócających do-  
 erających przez listki boczne/ wartość  $G / \beta, \epsilon /$  potrzebną do  
 oru /7.14/ wyznacza się z warunku  $X = 0$ , czyli

$$1 + \frac{10 \cdot \log_{10} G(\beta, \epsilon)}{C\psi} = 0 \quad /7.20/$$

$$G(\beta, \epsilon) = 10^{\frac{-C\psi}{10}} = \exp(\ln 10 \cdot \frac{-C\psi}{10}) \quad /7.21/$$

Ponieważ rzeczywisty zarys sektora, w którym cel nie jest widzial-  
 na tle zakłóceń nie jest prostą figurą geometryczną, to dla po-  
 zeb modelowania symulacyjnego aproksymuje się go wycinkiem koła  
 ciętym na odległości przyjętej jako zasięg widzialności celów w

sektorze zakłóceń /patrz rys.7.4/. Współczynnik kompresji wewnątrz tak przyjętego sektora wyznacza się z warunku  $X = 0,5$ , co oznacza, że jako zasięg wykrywania celów w sektorze przyjmuje się taką odległość od RLS, na której rozwartość rzeczywistego sektora równa jest  $\theta$ . Przyjęcie warunku  $X = 0,5$  prowadzi do następujących zależności

$$1 + \frac{10 \cdot \log_{10} G(\beta, \epsilon)}{C\psi} = 0,5 \quad /7.22/$$

gdzie

$$G(\beta, \epsilon) = 10^{-\frac{C\psi}{20}} = \exp\left(\ln 10 \cdot \frac{-C\psi}{20}\right) \quad /7.23/$$

Jako rozwartość kątową sektora aproksymującego, przyjmuje się rozwartość sektora rzeczywistego, na odległości równej połowie zasięgu strefy widzialności celów poza sektorem. W tym celu wyznacza się  $D_{\frac{1}{2}} = \frac{1}{2} \cdot D_z$ , gdzie  $D_z$  określa się na podstawie wzoru /7.13/ przyjmując  $G(\beta, \epsilon)$  za wzorem /7.21/

$$\left(D_{\frac{1}{2}}\right)^4 = \frac{1}{16} (D_z)^4 = \frac{1}{16} \frac{C\pi \cdot C_{KN} \cdot (C\epsilon)^2 \cdot \delta \cdot \lambda^2}{\Delta f \cdot (4\pi)^3 \cdot \left(\frac{C\epsilon \cdot \lambda^2 \cdot k_d \cdot \xi \cdot Q}{4\pi^2} \cdot \frac{Q \cdot 10^{-\frac{C\psi}{20}}}{(R^{ZA})^2} + k \cdot T \cdot N_{sz}\right)} \quad /7.24/$$

Zakładając, że we wzorach /7.24/ i /7.13/ część sumy w mianowniku, charakteryzująca zakłócenia od szumu gaussowskiego, jest pomijalnie mała w stosunku do drugiego składnika sumy i wstawiając  $(D_{\frac{1}{2}})^4$  do wzoru /7.14/, uzyskuje się warunek na  $G(\beta, \epsilon)$  wewnątrz sektora:

$$\frac{C\pi \cdot C_{KN} \cdot (C\epsilon)^2 \cdot \delta \cdot \lambda^2}{\Delta f \cdot 4\pi \cdot \frac{C\epsilon \cdot \lambda^2 \cdot k_d \cdot \xi \cdot Q}{(R^{ZA})^2}} \cdot 10^{-\frac{C\psi}{10}} = \frac{C\pi \cdot C_{KN} \cdot (C\epsilon)^2 \cdot \delta \cdot \lambda^2}{\Delta f \cdot 4\pi \cdot \frac{C\epsilon \cdot \lambda^2 \cdot k_d \cdot \xi \cdot Q}{(R^{ZA})^2}} \cdot G(\beta, \epsilon) \quad /7.25/$$

gdzie

$$G(\beta, \epsilon) = 16 \cdot 10^{-\frac{C\psi}{10}} \quad /7.26/$$

Wstawiając /7.26/ do /7.17/ dostaje się

$$X = 1 + \frac{10 \cdot \log_{10} 16 \cdot 10^{-\frac{C\psi}{10}}}{C\psi} \quad /7.27/$$

Wzrost po przekształceniach

$$X = \frac{10 \cdot \log_{10} 16}{C\psi} = \frac{12,04}{C\psi} \quad /7.28/$$

Wstawiając /7.28/ do /7.19/ uzyskuje się rozwartość kątową sektora aproksymującego rzeczywisty sektor niewidzialności celu na tle zakłóceń.

Jeśli RLS jest jednocześnie zakłócana z kilku różnych źródeł, to dla potrzeb dalszych obliczeń sektory cząstkowe przekształca się w wypadkowy sektor zakłóceń.

MODEL DZIAŁANIA LOTNICTWA MYŚLIWSKIEGO WYDZIELONEGO DO REALIZACJI ZADAŃ OBRONY PRZECIWLOTNICZEJ

Lotnictwo myśliwskie wydzielone do realizacji zadań OPL działa ze stref dyżurowania w powietrzu oraz z dyżurowania na lotniskach w 1 i 2 stopniu gotowości bojowej. Atakowane są cele lecące powyżej 3000 m przed dolotem do rubieży ataku, tj. przed wykonaniem zadania bojowego.

0.1. Przechwytywanie celów ze stref dyżurowania

Samoloty myśliwskie mogą przechwycić tylko te cele które znajdują się w okręgu o środku  $/X^S, Y^S/$  i promieniu  $r = v^{PM} \cdot t$  gdzie:

$X^S, Y^S$  - współrzędne środka strefy dyżurowania;

$v^{PM}$  - prędkość samolotu myśliwskiego podczas lotu na przechwycenie;

$t$  - czas lotu na przechwycenie.

Równanie takiego okręgu ma postać

$$\sqrt{(X - X^S)^2} + \sqrt{(Y - Y^S)^2} = v^{PM} \cdot t \quad /1/$$

Zapisując równania ruchu celu  $X^I$  w postaci

$$\begin{cases} X = X^I + v^X \cdot t \\ Y = Y^I + v^Y \cdot t \end{cases}$$

gdzie:

$X, Y$  - współrzędne celu w momencie odległym o  $t$  od rozpoczęcia lotu na przechwycenie;

$X^I, Y^I$  - współrzędne celu w momencie rozpoczęcia lotu na przechwycenie;

$v^X, v^Y$  - składowe prędkości lotu celu,

Wstawiając je do równania okręgu uzyskuje się po przekształceniach równanie:

$$t^2 \cdot [(v^X)^2 + (v^Y)^2 - (v^{PM})^2] + t \cdot \{2 \cdot [v^X \cdot (X^I - X^S) + v^Y \cdot (Y^I - Y^S)]\} + [(X^I - X^S)^2 + (Y^I - Y^S)^2] = 0$$

-----  
Patrz załącznik nr 4 pkt 4.

ównanie to należy rozwiązać względem  $t$  w zakresie liczb rzeczywistych. Spośród pierwiastków większy od zera wybiera się minimalny  $t^*$ . Następnie sprawdza się, czy samoloty myśliwskie dysponują wystarczającym resem lotu. W tym celu sprawdza się spełnienie nierówności:

$$\sqrt{(X^I + V_X \cdot t^* - X^L)^2 + (Y^I + V_Y \cdot t^* - Y^L)^2} + \sqrt{(X^I + V_X \cdot t^* - X^S)^2 + (Y^I + V_Y \cdot t^* - Y^S)^2} \leq R^{LM} - t^d \cdot V^{OM} - D^{LS}$$

gdzie:

- $X^L, Y^L$  - współrzędne lotnictwa macierzystego samolotu myśliwskiego;
- $R^{LM}$  - resem zasięgu lotu samolotu myśliwskiego;
- $t^d$  - czas dyżurowania w strefie do momentu rozpoczęcia lotu na przechwycenie;
- $V^{OM}$  - prędkość lotu myśliwca podczas dyżurowania w strefie;
- $D^{LS}$  - odległość między lotniskiem a strefą dyżurowania.

Nierówność powyższą można zapisać w dokładniejszej postaci:

$$\alpha_1 \cdot \left( t^d + \frac{\sqrt{(X^I + V_X \cdot t^* - X^L)^2 + (Y^I + V_Y \cdot t^* - Y^L)^2}}{V^{OM}} \right) + \alpha_2 \cdot t^* < Z$$

gdzie:

- $Z$  - pojemność zbiorników paliwa samolotu myśliwskiego;
- $\alpha_1$  - zużycie paliwa na jednostkę czasu, przy prędkościach optymalnych;
- $\alpha_2$  - zużycie paliwa na jednostkę czasu, podczas lotu na przechwycenie.

## 2. Przechwytywanie celów z położenia dyżurowania na lotniskach

Lotnictwo myśliwskie dyżurujące na lotniskach może przechwytywać te cele, które znajdują się w okręgu o środku  $(X^L, Y^L)$  i promieniu  $r = V^{PM} \cdot t - \Delta T^{LSTA}$ .

gdzie:

- $\Delta T^{LSTA}$  - czas startu samolotów myśliwskich dyżurujących na lotnisku. Czas ten zależy od stopnia gotowości bojowej, typu i ilości startujących samolotów.

Przekształcając analogicznie jak w ppkt. 8.1. uzyskuje się równanie:

$$\left[ (V_X)^2 + (V_Y)^2 - (V^{PM})^2 \right] t^2 + \left\{ 2 \left[ V_X (X^I - X^L) + V_Y (Y^I - Y^L) + (V^{PM})^2 \cdot \Delta T^{LSTA} \right] \right\} t + \left[ (X^I - X^L)^2 + (Y^I - Y^L)^2 - (V^{PM} \cdot \Delta T^{LSTA})^2 \right] = 0$$

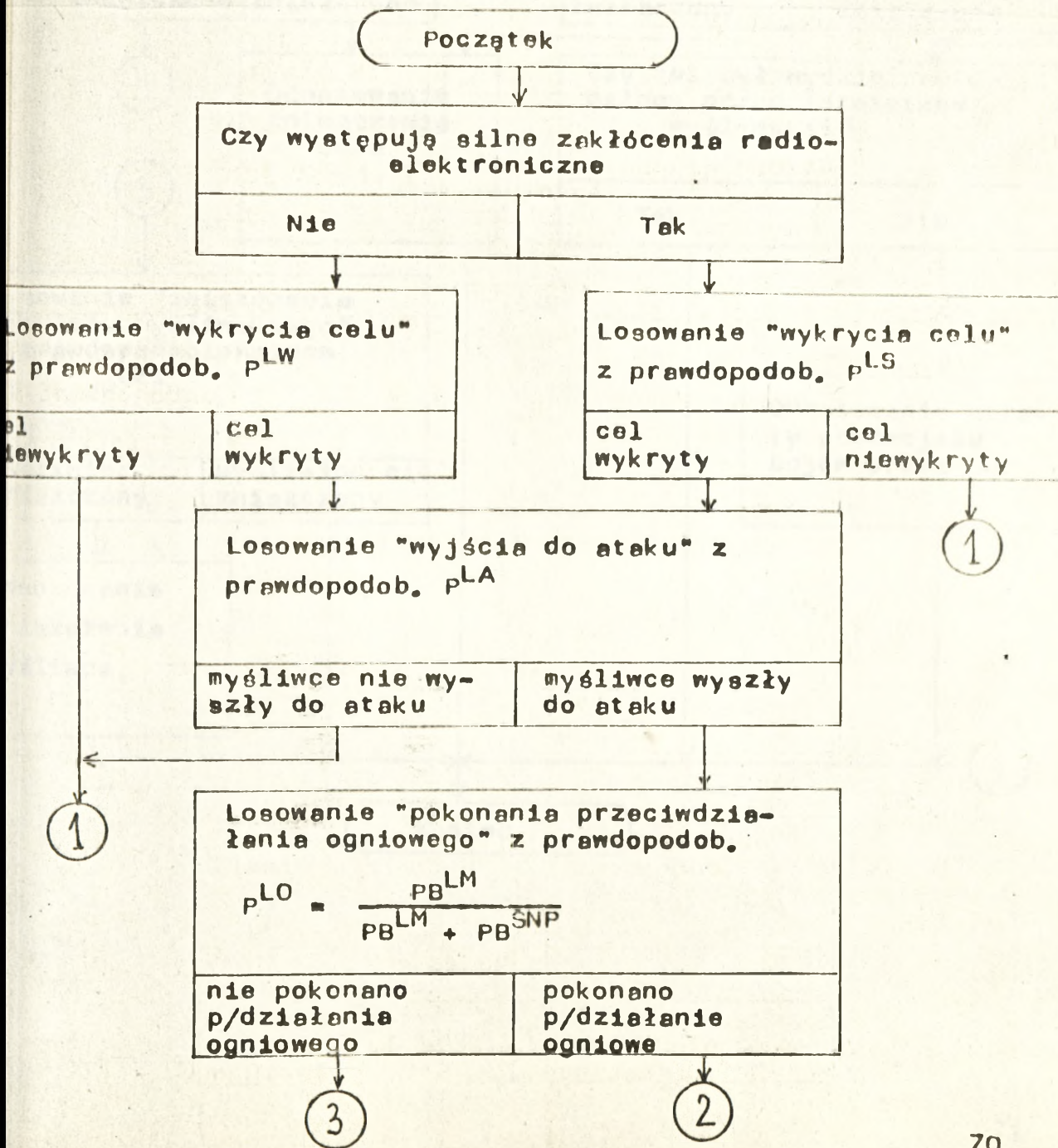
ównanie to rozwiązuje się względem  $t$ , w zakresie liczb rzeczywistych. Spośród pierwiastków większych od zera wybiera się minimalny  $t^*$ . Następnie sprawdza się, czy samoloty myśliwskie mają wystarczający rezerwę lotu tzn. czy spełniona jest nierówność:

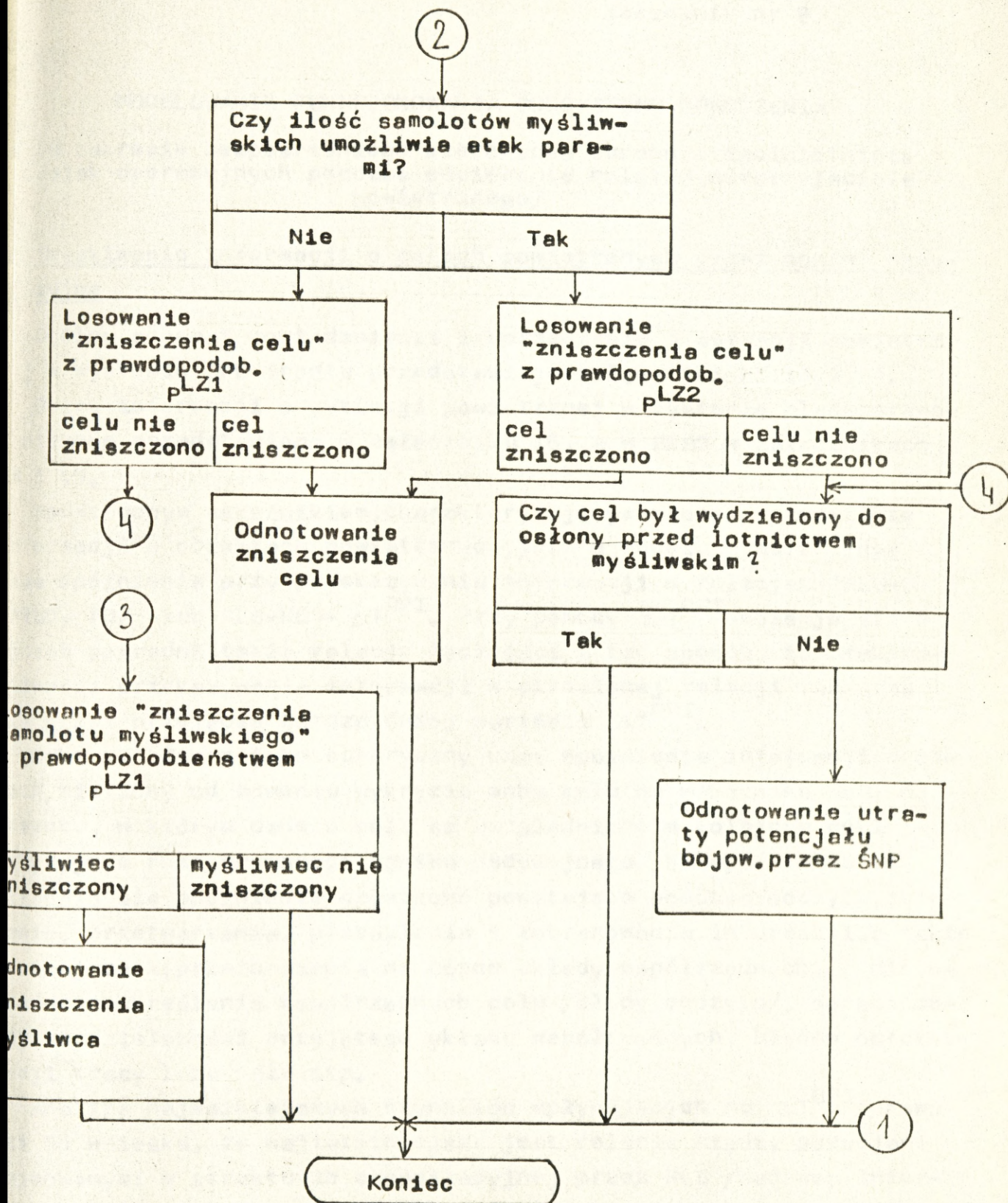
$$t^* < \frac{R^{LM}}{2 \cdot v^{PM}}$$

### 3. Modelowanie walki powietrznej

Modelowanie walki powietrznej odbywa się zgodnie z następującym algorytmem ogólnym:

SCHEMAT MODELU WALKI POWIETRZNEJ





## MODELOWANIE FUNKCJONOWANIA PODSYSTEMU DOWODZENIA

/w zakresie bezpośredniego kierowania obroną przeciwlotniczą  
wojsk operacyjnych podczas odpiernania nalotów nieprzyjaciela  
powietrznego/

1. Uzyskiwanie informacji o celach powietrznych przez ogniwa decyzyjne

Ogólny schemat powiadamiania i uprzedzenia o sytuacji powietrznej w systemie OPL frontu przedstawiają załączniki nr 13 i 14.

Obieg informacji o sytuacji powietrznej w systemie planszotowo-fonicznym przedstawiono w załączniku 16, a w PZSD w załącznikach 18 i 19.

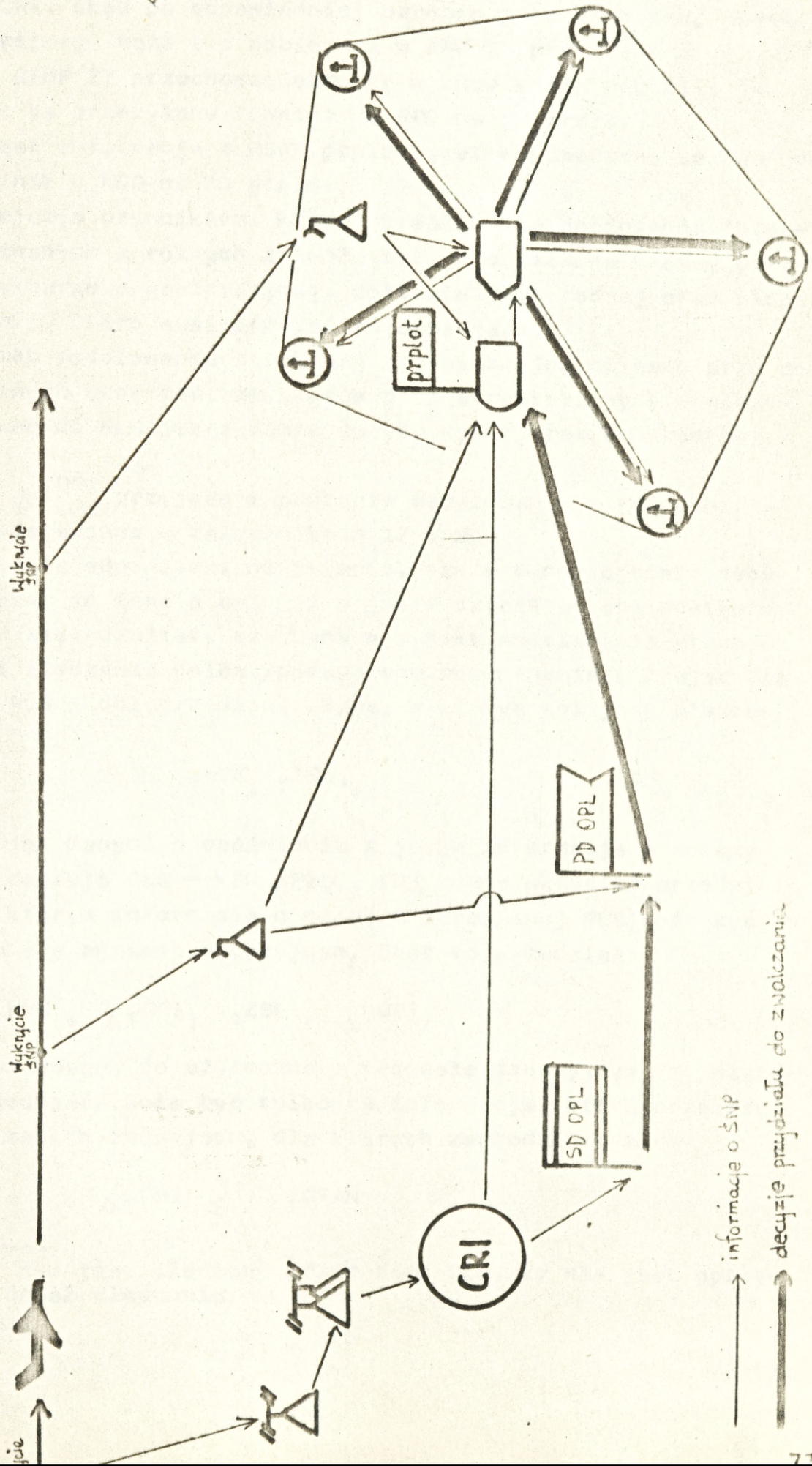
Podstawowym wskaźnikiem, charakteryzującym proces przesyłania informacji o obiektach powietrznych, jest w modelu symulacyjnym czas opóźnienia przy przekazywaniu informacji w relacjach: RLS-SD, PLSO, PD/ lub RLS-KC -  $\Delta T^{OPI}$ . Przy pomocy  $\Delta T^{OPI}$  opisało się w sposób pośredni także relacje łączności w ten sposób, że brak możliwości przekazywania informacji w określonej relacji zaznacza się przez przyjęcie bardzo dużej wartości  $\Delta T^{OPI}$ .

Jako  $\Delta T^{OPI}$  przyjęto sumaryczny czas opóźnienia informacji o celach, mierzony od momentu wykrycia echa celu na wskaźniku RLS, do momentu, w którym dane o celu są uwzględnione w kolejnym cyklu decyzyjnym rozpatrywanego ogniwa decyzyjnego. Na opóźnienie to składają się opóźnienia cząstkowe powstające podczas: odczytu, zbierania, przetwarzania, przesyłania i zobrazowania informacji, a także wynikające z: przechodzenia na różne układy współrzędnych, niedokładnego określania współrzędnych celu /błędy odczytu/, ograniczonej rozdzielczości przyjętego układu współrzędnych, błędów oprojekcji trasy lotu celu itp.

Analiza najważniejszych czynników wpływających na  $\Delta T^{OPI}$  prowadzi do wniosku, że najistotniejsza jest relacja między pozycjami zajmowanymi w strukturze organizacyjnej przez RLS /nadawcę informacji/ i ogniwo decyzyjne /odbiorcę informacji/. I tak np. analizując przepływ informacji z różnych RLS wykrywających i śledzących cel do KDB na SD prplot ZT /patrz rys.9.1/ widać, że:

- informacja z RLS w RPW A musi przejść drogę z RLS do PRT, na-

OBIEG INFORMACJI O SYTUACJI POWIETRZNEJ ORAZ SPOSOB PRZEKAZYWANIA DECYZJI (przykład)



Rys. 9.1.

stępnie do CRI, skąd po odpowiedniej obróbce, jako dane tzw. powiadomienia armijnego, może być odbierana w RPD SD prplot;

- dane z RSWP ZT przechodzą obróbkę w kdown szefa OPL ZT i dopiero po tym są przesyłane również do RPD na SD prplot;

- natomiast informacja z RSWP prplot jest wprowadzana bezpośrednio na wskaźnik w KDB na SD prplot.

Najważniejszym czynnikiem, który określa czas opóźnienia informacji uzyskiwanych z różnych źródeł, jest więc relacja między pozycjami w strukturze organizacyjnej, determinująca rodzaj oraz ilość etapów obróbki, które musi przejść informacja.

Dla potrzeb modelowania strukturę organizacyjną opisano przy pomocy specjalnych oznaczeń tzw. kodów grup strukturalnych, dowiązywanych zarówno do RLS, jak i ogniw decyzyjnych oraz do środków ogniowych.

Wartości  $\Delta T^{OPI}$  przyjęte w procesie modelowania, w różnych relacjach, przedstawiono w załącznikach 17 i 20.

Dla uzyskania odpowiedzi na pytanie, czy w danym ogniwie decyzyjnym dostępne są dane o celu i w jakim czasie są one dostępne, wykorzystuje się rezultaty uzyskane w wyniku modelowania procesów wykrywania i śledzenia celów /podsystemu rozpoznania/. Znając dla każdej pary RLS - cel, przedział czasu, w którym cel jest śledzony,

$$/T^{WYK}, T^{ZSL}/,$$

raz dysponując danymi o opóźnieniu z jakim informacja przekazywana jest w relacji RLS  $\rightarrow$  SD /PiSD, PD/, można określić przedział czasowy, w którym informacja o celu (z określonej RLS) może być wykorzystywana w ogniwie decyzyjnym. Jest to przedział:

$$/T^{WYK} + \Delta T^{OPI}; T^{ZSL} + \Delta T^{OPI}/$$

Biorąc pod uwagę, że użyteczna w procesie decyzyjnym /ze względu na wiarygodność/ może być tylko ta informacja, która przekazywana jest w takich relacjach, dla których zachodzi warunek

$$\Delta T^{OPI} \leq T^{GRAN}$$

-----  
Jeśli cel nie jest śledzony przez daną RLS, to nie jest opisywany przedział śledzenia.

można wyznaczyć najwcześniejszy moment -  $T^{ISD}$ , w którym informacja o celu może być wykorzystana w kolejnym cyklu decyzyjnym danego SD /PłSD, PD/:

$$T_k^{ISD} = \left\{ \min_{i=1, I} (T_i^{WYK} + \Delta T_{ik}^{OPI}) : \Delta T_i^{OPI} \leq T^{GRAN} \right\}$$

gdzie:

k - indeks numerujący SD /PłSD, PD/ OPL;

i - indeks numerujący RLS;

$\Delta T_{i,k}^{OPI}$  -  $\Delta T^{OPI}$  w relacji i-ta RLS, k-te SD /PłSD, PD/;

$\Delta T_k^{GRAN}$  - graniczny czas "życia" informacji dla danego "użytkownika" informacji.

Dane o celach docierają do ogniw decyzyjnych nie tylko jako rezultaty powiadomienia/meldowania/, ale także jako wskazania celów do zwalczania od przełożonych /jest to tzw. informacja z "nałożoną" decyzją/. Aby informacje takie można było uwzględniać w kolejnych cyklach decyzyjnych, konieczny jest pewien czas potrzebny na przyjęcie wskazania celu -  $\Delta T^{OPD}$ , zależny przede wszystkim od rodzaju SD. Znacząc  $T_p^{DEC}$  moment stawiania zadania /wskazywania celu do zwalczania/ - moment, począwszy od którego informacja może być uwzględniona w kolejnym cyklu decyzyjnym podwładnego -  $T^{ISD}$ , określa się reguły:

$$T^{ISD} = T_p^{DEC} + \Delta T^{OPD}$$

Uzyskanie danych o celu warunkuje zainicjowanie procesu decyzyjnego, w którym analizuje się możliwość stawiania zadań podwładnym wskazania danego celu do zwalczania/ oraz podejmuje decyzje określające sposób zwalczania celu.

### Proces decyzyjny

Podstawową czynnością warunkującą rozpoczęcie cyklu decyzyjnego jest:

#### 1. Analiza możliwości wskazywania celu do zwalczania podwładnym

Ocenę realnych możliwości stawiania zadań podwładnym /w odniesieniu do wybranego celu/ prowadzi się zgodnie z następującym ogólnym algorytmem:

SCHEMAT OCENY MOŻLIWOŚCI STAWIANIA ZADAŃ PODWŁADNYM

POCZĄTEK

3

Czy wśród podwładnych (nie tylko bezpośrednio) są środki ogniowe, które mogłyby zwalczać cel (trasa celu przechodzi przez strefę ognia KC)?

SĄ

NIE MA

KONIEC

Wybierz kolejny środek ogniowy, który mógłby zwalczać cel i określ sumaryczny czas opóźnienia przy przekazywaniu wskazania celu do danego środka ogniowego -  $\Delta T^{SUM}$

$$\Delta T^{SUM} = \Delta T^{DEC} + \sum_{i=1}^I (\Delta T_i^{DEC} + \Delta T^{OPP})$$

gdzie:  $i = 1, I$  numery ogniw decyzyjnych "pośredniczących" w przekazywaniu wskazania celu do zwalczania

Czy spełniony jest warunek

$$T_{ISD} \leq T_{WESO} - \Delta T_D^{PZAD} - \Delta T^{SUM}$$

gdzie:  $\Delta T_D^{PZAD}$  - odległość czasowa (tj. mierzona czasem lotu celu) rubieży ostatecznego postawienia zadania dla KC, od dalszej granicy strefy startu?

TAK

NIE

1

2

2

Czy dany KC jest podległy bezpośrednio ?

tak	nie
-----	-----

Czy zachodzi warunek:  
 $T^{ISD} \leq T^{WESO} - \Delta T_B^{PZAD} - \Delta T^{SUM}$   
 gdzie:  $\Delta T_B^{PZAD}$  - odległość czasowa (t.j. mierzona czasem lotu celu) rubieży ostatecznego postawienia zadania, w przypadku gdy ogień ma być otwierany na bliższej granicy strefy startu ?

tak	nie
-----	-----

1

Czy dany SD jest bezpośrednim przełożonym ?

tak	nie
-----	-----

Czy przewidywany czas zajętości KC ostrzeżeniem danego ("nowego" - N) celu  
 $(T_N^{WESO}, T_N^{WYSO} + \Delta T^{GOT})$  nie koliduje z czasem zwalczania innego, przydzielonego wcześniej do zwalczania ("starego" - S) celu  
 $(T_S^{WESO}, T_S^{WESO} + \Delta T^{GOT})$  ?

tak	nie
-----	-----

5

4

3

5

Czy "nowy" cel ma wyższy priorytet niż "stary" cel ?

tak

nie

Czy dostępny resurs czasu wystarcza aby decyzja dotarła do KC przed momentem  $T_S^{WESO}$  ?

nie

tak

Anulowanie poprzedniego przydziału, dla "starego" celu

4

Zaznacz, że możliwe jest wskazywanie celu do zwalczania. Określ

$$T^{MIN} = \min_{k=1, K} (T^{WESO} - \Delta T^{PZAD} - \Delta T^{SUM})$$

gdzie:  $K = 1, K$  - numery KC, które mogą przyjąć wskazanie celu.

Czy zachodzi :  
 $(\frac{T_M^{WESO} + T_M^{WISO}}{2}) + \Delta T^{GOT} < T_S^{WESO}$   
t.j. czy przy założ., że "nowy" cel ostrzeliwany będzie tylko na odcinku lotu "do parametru", możliwe będzie ostrzeliwanie "starego" celu ?

tak

nie

3

Przy analizowaniu możliwości wskazywanie celu do zwalczania określa się moment, w którym powinien być zakończony w danym ogniwie cykl decyzyjny -  $T^{DEC}$ .

Przy wyznaczaniu  $T^{DEC}$  pod uwagę bierze się przede wszystkim konieczność spełniania dwóch niewspółbieżnych wymagań:

a/ cel powinien być wskazywany do zwalczania maksymalnie wcześnie, po to aby zdążyć z przekazywaniem<sup>x/</sup> decyzji do bezpośredniego wykonawcy tj. kanału celowania / $T^{DEC} \rightarrow \max$ /;

b/ między momentem podjęcia decyzji / $T^{DEC}$ / a momentem rozpoczęcia zwalczania celu przez kanał celowania / $T^{WESO}$ /, powinien być mały odstęp czasowy, aby zminimalizować prawdopodobieństwo błędnej estymacji trasy lotu celu, a więc błędnego wskazania celu do zwalczania / $T^{DEC} \rightarrow \min$ /;

Wiadomo, że nie można podjąć decyzji później niż w chwili  $T^{MIN}$  warunek a/, jednocześnie niecelowe jest wcześniejsze podejmowanie decyzji /warunek b/. W związku z tym przyjmuje się:

$$T^{DEC} = T^{MIN}$$

Kolejnym etapem procesu decyzyjnego jest :

## 2. Wybór celów do zwalczania

Na etapie analizy możliwości wskazywania celu do zwalczania podlega ocenie możliwość oddziaływania na cel, przez środki rażenia podległe danemu ogniwu decyzyjnemu. Cele, których parametry lotu uniemożliwiają wskazanie ich do zwalczania, nie są uwzględniane w kolejnych etapach cyklu decyzyjnego. Dlatego też wybierając cele, które winny być zwalczane, ocenia się głównie ich ważność i wynikające z tego wymagania na intensywność zwalczania.

Ważność celu zadaje się przy pomocy priorytetów ten sposób, że wyższy priorytet mają cele wskazywane do zwalczania przez przełożonego, a następnie te, które stanowią największe zagrożenie dla planowanego zgrupowania wojsk. Każde ogniwo decyzyjne w zależności od poziomu hierarchicznego, na którym się znajduje, ma wydzielony zakres wartości priorytetów jakie może nadawać celom. Dla poszczególnych rodzajów ogniw decyzyjnych jest on następujący:

W istocie rzeczy w każdym ogniwie "pośrednim" wykonywany jest pełny cykl decyzyjny. Wskazanie celu do zwalczania dla ogniwa decyzyjnego nie określa bowiem bezpośrednio wykonawcy tj. kanału celowania - mimo, iż przy podejmowaniu decyzji analizowano możliwości rażenia pododdziałów ogniowych.

PłSD WL 1 OPL F	/1÷9/	x	10 000 000
PłSD WL 1 OPL A	/1+9/	x	1 000 000
PD OPL ZT	/1+9/	x	100 000
SD BRPlot	/1+9/	x	1 000 000
SD do BRPlot	/1+9/	x	100 000
SD prplot F	/1+9/	x	1 000 000
SD prplot A	/1+9/	x	100 000
SD prplot D	/1+9/	x	10 000
SD paplot F	/1+9/	x	100 000
SD paplot A	/1+9/	x	10 000
SD paplot D	/1+9/	x	1000

Przydzielanie priorytetów w kolejnych ogniwach decyzyjnych ciągu hierarchicznego /np. PłSDWL1OPL F, PłSDLiOPL A, SD OPL prplot A/, odbywa się drogą dopisywania przez poszczególne ogniwa własnego priorytetu do priorytetu nadanego przez przełożonego /np. priorytety z powyższego ciągu mogą mieć wartości: 70 000 000; 76 000 000; 76 900 000/.

Do zwalczania przydziela się najpierw te cele, które mają najwyższy priorytet, natomiast jeśli kilka celów ma takie same priorytety, do zwalczania wybiera się cele tak, aby ostrzelać maksymalną ich ilość.

Z wyborem celów do zwalczania bezpośrednio związany jest:

### 3. Wybór podwładnych którym przydziela się cele do zwalczania

Cele przydziela się do zwalczania przede wszystkim /tam gdzie to jest możliwe/ bezpośrednim podwładnym. Tendencja do przydzielania celów bezpośrednim podwładnym nie oznacza, że w każdych okolicznościach rozdział celów należy wykonywać w ten właśnie sposób. Jeśli przez przydział celu innym podwładnym możliwe jest osiągnięcie zwiększonej efektywności przydziału, to wariant taki przyjmuje się w realizacji.

Proces wyboru podwładnych przebiega zgodnie z przedstawionym ogólnym schematem /patrz str. 81+84/.

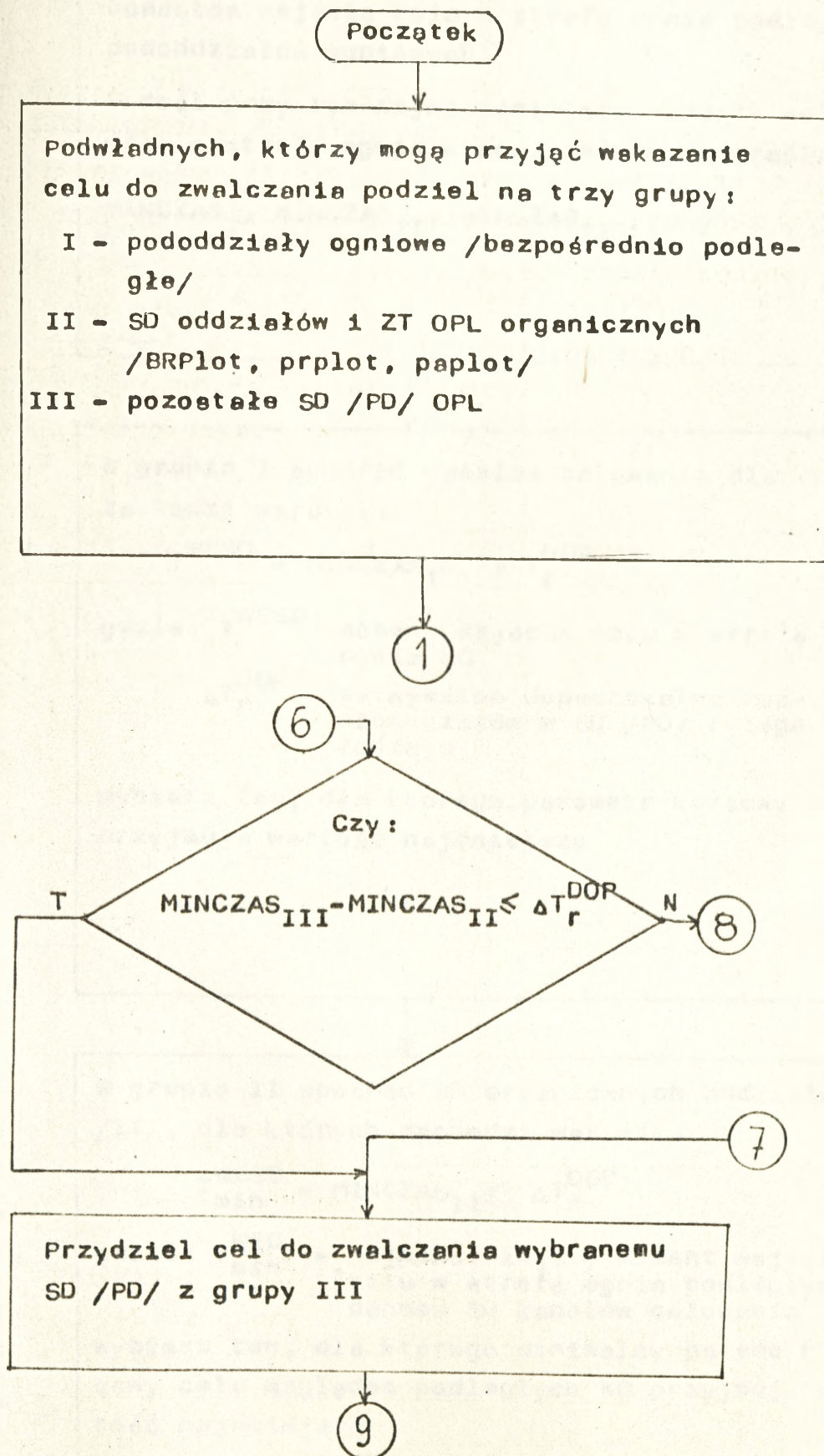
Po wyborze podwładnych, którym przydziela się cele do zwalczania następuje etap:

### 4. Określenie zadań i przekazanie ich podwładnym

Na etapie tym określa się wymagania dotyczące intensywności zwalczania celu, zadając je przy pomocy priorytetu, oraz przekazuje się decyzje podwładnym.

W procesie doprowadzania informacji decyzyjnej do podwładnych

# SCHEMAT WYBORU PODWŁADNYCH, KTÓRYM PRZYDZIELA SIĘ CELE DO ZWALCZANIA



1

W każdej z grup /I, II, III/, podwładnych ustaw w kolejności odpowiadającej najwcześniejszym momentom wejścia celu w strefę ognia podległych pododdziałów ogniowych.

Określ przy tym najwcześniejsze momenty wejścia celu w strefę ognia w poszczególnych grupach:

$MINCZAS_I$ ,  $MINCZAS_{II}$ ,  $MINCZAS_{III}$ .

W grupie I spośród kanałów celowania, dla których zachodzi warunek:

$$T^{WESO} - MINCZAS_I \leq \Delta T_r^{DOP}$$

gdzie:  $T^{WESO}$  moment wejścia celu w strefę ognia KC

$\Delta T_r^{DOP}$  maksymalna dopuszczalna różnica czasów w SD /PD/ r-tego rodzaju

wybierz ten, dla którego parametr kursowy celu przyjmuje wartość najmniejszą

W grupie II spośród SD organicznych oddziałów /ZT/, dla których zachodzi warunek:

$$T_{min}^{WEO} - MINCZAS_{II} \leq \Delta T_r^{DOP}$$

gdzie:  $T_{min}^{WEO}$  - najwcześniejszy moment wejścia celu w strefę ognia podległych danemu SD kanałów celowania

wybierz ten, dla którego minimalny parametr kursowy celu względem podległych KC przyjmuje wartość najmniejszą.

2

2

W grupie III spośród SD /PD/, dla których zachodzi warunek

$$T_{\min}^{\text{WESO}} - \text{MINCZAS} \leq T_r^{\text{DOP}}$$

wybierz taki, w którym największa ilość pododdziałów ogniowych może zwalczać cel.

Jeśli warunek ten nie pozwoli na jednoznaczny wybór SD, to spośród spełniających warunek wybierz taki, dla którego  $T_{\min}^{\text{WESO}}$  przyjmuje wartość najmniejszą.

Jeśli i ten warunek nie będzie dostatecznie selektywny, to wybierz takie SD /PD/ spośród wyselekcjonowanych dotychczas, dla którego minimalny parametr kureowy celu względem podległych pododdziałów ogniowych przyjmuje wartość minimalną.

Czy spełniony jest warunek:

$$\text{MINCZAS}_I - \text{MINCZAS}_{II} \leq \Delta T_r^{\text{DOP}}$$

N → 4

Czy zachodzi:

$$\text{MINCZAS}_I - \text{MINCZAS}_{II} \leq \Delta T_r^{\text{DOP}}$$

N → 6

3

Przydziel cel wybranemu pododdziałowi  
ogniowemu z grupy I:  
zaznacz :  $ILO\check{S}C\check{S}NP = ILO\check{S}C\check{S}NP - 1$

Czy :  
 $ILO\check{S}C\check{S}NP \geq 1$

Zaznacz, że dany pod-  
oddział ogniowy przy-  
dzielono już do zwal-  
czania celu

1

4

Czy :  
 $MINCZAS_{II} - MINCZAS_{III} \leq \frac{DOP}{K_{T_r}}$

7

8

Przydziel cel wybranemu SD z  
grupy II

9

Zaznacz :  
 $ILO\check{S}C\check{S}NP = ILO\check{S}C\check{S}NP - ILKC$   
gdzie : ILKC-ilość kanałów celowania  
podległych SD/PD/, które mogą  
przyjąć wskazanie zwalcz.  
celu

Czy :  
 $ILO\check{S}C\check{S}NP \geq 1$

Zaznacz, że danemu  
SD /PD/ przydzielono  
już cel do zwalczania

1

Koniec

Analizowane jest przede wszystkim zjawisko opóźnienia czasowego. Przyjęto, że reakcja ognia decyzyjnego na zmiany sytuacji powietrznej, możliwa jest jedynie przed rozpoczęciem cyklu decyzyjnego. W trakcie podejmowania decyzji, oraz po jej podjęciu, ale przed postawieniem zadań bojowych podwładnym, informacja o zmianach sytuacji powietrznej nie jest uwzględniana. Dlatego też w modelu wykorzystuje się jedynie łączny czas potrzebny na wypracowanie decyzji oraz przygotowanie i przekazanie odpowiednich dyspozycji do podwładnych -  $\Delta T^{DEC}$ .

Na jakość procesu kierowania znaczny wpływ ma sposób, w jaki realizowane jest:

#### 2.5. Przekazywanie informacji w relacji podwładny - przełożony

Podstawowym parametrem charakteryzującym przepływ informacji o stanie gotowości i działalności bojowej podwładnych do przełożonych jest czas, po którym dane o zmianach stanu i działaniach podwładnych dostępne są przełożonemu -  $\Delta T^{OIZ}$ .

Założono, że ponieważ w prplot, paplot i BRPlot czas ten jest odniesieniu do czasu trwania cyklu decyzyjnego pomijalny, to w tych oddziałach  $\Delta T^{OIZ} \approx 0$ .

W pozostałych relacjach, w systemie planeszetowo-fonicznym  $\Delta T^{OIZ}$  ówny jest czasowi trwania pojedynczej fali nalotu zmasowanego. Oznacza to, że dane o zmianach stanu gotowości oraz działalności bojowej podwładnych, w procesie decyzyjnym, poza oddziałami rakiet i artylerii przeciwlotniczej, praktycznie nie są uwzględniane. W ZSD przyjęto, że  $\Delta T^{OIZ} \approx \Delta T^{DEC}$ .

LEGENDA DO PLANU OBRONY PLOT WOJSK FP W OPERACJI ZACZEPNEJ  
/WYCIĄG/

Npl powietrzny do trzeciego dnia wojny przeprowadził operację powietrzną w ramach której wykonał trzy zmasowane naloty w tym dwa na terytorium PRL. Siłami ok. 6500 samolotów i 180 startów samolotów skrzydlatych "CRUISE" uzyskał panowanie w powietrzu nad terytorium NRD i w póln.-zach. części PRL, obezwładnił w ok. 50% system OPK i OPL NRD; w ok. 30% systemy OPK PRL, opóźnił mobilizację i przegrupowanie części ZT FP; zniszczył większość mostów i przepraw na rz. Odra, Nysa Łużycka, Wisła /70 z 180/.

W przerwach między zmasowanym nalotem wykonywał uderzenia zorientowane na pierwszorzutowe ZT FP siłami do skrzydła LT. Działania swoich wojsk wspierał atakami MTGL i śmigł. ppanc, szczególnie ZT 4 KA /NAL/.

W dotychczasowych działaniach npl powietrzny poniósł 20% strat 50 samolotów/.

Na 4.00 19.5 w skład zgrupowania lotniczego npla na kierunku działania FP i ZFB wchodzi:

- PTSP CB i BZ /234/0 samoloty/, wzmocnione 198/54 samolotami lotnictwa taktycznego USA oraz 76/40 samolotami lotnictwa pokładowego. Razem 274/94/510/95/;

- część sił 2 PTSP /260/54 samolotów - 46%/, wzmocnione 270/95 samolotami lotnictwa USA /560/180/;

- lotnictwo sił lądowych JKA /ok. 21 śmigłowców ppanc/ i część SBSP ppanc /A/ do 42 śmigłowców - 30%, sił lądowych /WB/ 22 śmigłowców /85/;

- eskadra naziemnego bazowania RS "CRUISE".

W sumie siły te stanowią:

- samolotów 1070/275;

- śmigłowców ppanc 85;

- wyrzutni RS 4.

W związku z tym do działań na wojska i obiekty w pasie FP i na przegrupowujących się ZT na obszarze kraju npl może wydzielić w sumie do 810 samolotów, w tym:

- do 175 NBJ;
  - do 70 samolotów A-10 A,
  - ok. 70 śmigłowców ppanc;
  - 4 wyrzutnie naziemnego bazowania RS "CRUISE" /16 pocisków/.
- W tym npl może wykorzystać na kierunku FP do 30 samolotów B-52 baz w USA.

Nieprzyjaciel powietrzny prawdopodobnie zamierza:

- utrzymać i rozszerzać panowanie w powietrzu;
- zapewnić własnym wojskom dalsze prowadzenie działań zaczepnych;
- uniemożliwić dalsze przegrupowanie ZT i odwodów FP do rejonów jściowych na terytorium NRD;
- wykonać uderzenia na pierwszorzutowe ZT, zgrupowania WRiA i F w celu zadania im maksymalnych strat oraz opóźnienia ich przegrupowania i rozwijania, a przez to uniemożliwienia wprowadzenia do twy z planowanych rubieży.

Prawdopodobny zamiar nieprzyjaciel może realizować w następujący sposób:

#### A. Kierunki działania

a/ główny - zachodni, na którym nieprzyjaciel może zaangażować 60% sił /480 z 810 samolotów/ do uderzeń, głównie na wojska 7 A 42 A /AR/, zgrupowania WRiA, obiekty tyłów operacyjnych oraz lotniska FP i przeprawy na górnej ODRZE;

b/ drugi - północno-zachodni, na którym nieprzyjaciel może zaangażować ok. 40% sił /320 z 810 samolotów/ do uderzeń, głównie na wojska 6 A, odwody specjalne frontu, lotniska, przeprawy na dolnej ODRZE i przegrupowujące się ZT 9 A.

#### B. Podział wysiłku na zadania:

a/ na utrzymanie panowania w powietrzu, w ramach którego będzie:

- niszczył samoloty na lotniskach i w powietrzu, środki OPL, system dowodzenia LM i WOPL;
- na głębokość do 250 km;
- prawdopodobnie wydzielili do tego celu około 130 samolotów 0-25% sił/;

b/ na bezpośrednie wsparcie wojsk, w ramach którego będzie:

- niszczył lotnictwem taktycznym i lotnictwem sił lądowych pierwszorzutowe ZT, zgrupowania rakiet i artylerii oraz odwody;
- na głębokość do 50-60 km;
- może wydzielić do tego celu ok. 220 samolotów /40% sił/;

- c/ na izolację rejonu działań, w ramach którego będzie:
  - wykonywał uderzenia na podchodzące odwody operacyjne, węzły komunikacyjne, mosty, przeprawy oraz WR1A;
  - na głębokość do rubieży rzeki WISŁA 600-800 km;
  - może wydzielić do tego celu ok. 140 samolotów /25% sił/;
- d/ na rozpoznanie powietrzne, w ramach którego będzie:
  - wykrywał zgrupowania wojsk, stanowiska startowe i ogniowe WR1A oraz WOPL, SD i lotniska;
  - szczególnie intensywnie do rubieży rzeki WISŁA;
  - do wykonania tego zadania nieprzyjaciel może wydzielić do 10% sił /ok. 50 samolotów/.

C. Wykorzystanie RS, AWACS, zakłóceń i śmigłowców ppanc

Rakiety skrzydlate "CRUISE" naziemnego bazowania /16/ prawdopodobnie użyli do niszczenia przepraw i węzłów komunikacyjnych oraz systemu OP NRD i PRL, wykonując uderzenia przede wszystkim z kierunku północno-zachodniego.

Samoloty B-52 /30 szt./ mogą być użyte w działaniach z bronią konwencjonalną do wykonywania zmasowanych dywanowych bombardowań bez bezpośredniego wsparcia wojsk w okresie wprowadzania do bitwy wojsk FP w ilości 15-20. Pozostałą część /10-15/ do zdalnego bombardowania mostów i przepraw za pomocą RS "CRUISE" oraz bomb ślizgowych GBU.

Naloty zmasowane i ześrodkowane wykonywał będzie przy udziale samolotów wczesnego wykrywania i wskazywania R-3A systemu "AWACS" w liczbie do 6/.

Zakłócenia radioelektroniczne stawiał będzie głównie samolotami F-4B /4/ i F-4G "WILD WEASEL" /24/ oraz EF-111 w ścisłym współdziałaniu z naziemnymi środkami WRE i przy użyciu nadajników jednorazowego użycia.

Na kierunkach działania wojsk pancernych nieprzyjaciel stosować będzie:

- na podejściach do rubieży ich wprowadzania do walki, powietrzne niszczenie, system "ASSAULT BREAKER";
- w strefie taktycznej i bezpośredniej styczności - 8-10 MTGL w tych sektorach odpowiedzialności - jak mapa.

Powyższe zadania nieprzyjaciel może realizować następująco:

- A. W dniu dzisiejszym /19.5/ - główny wysiłek skoncentruje na:
- utrzymaniu i rozszerzaniu panowania w powietrzu;

- opóźnieniu przegrupowania ZT drugiego rzutu FP;
- niszczeniu i obezwładnianiu zgrupowania uderzeniowego FP, zwłaszcza ZT pierwszego rzutu operacyjnego w czasie jego wychodzenia z rejonu wyjściowego, rozwijania i wprowadzania do bitwy.

W tym celu prawdopodobnie wykona dwa zmasowane naloty z dwu kierunków /jak mapa/, każdy w trzech rzutach.

Pierwszy w sile - 630/130/540 - w godzinach rannych.

Drugi w sile - 570/120/490 - w drugiej połowie dnia.

Pierwszy rzut obezwładniania OPL w sile do 160 samolotów /z kierunku zachodniego 90, płn.-zach. 70/ wykonywał będzie uderzenia pod osłoną silnych zakłóceń radioelektronicznych i z użyciem rakiet przeciwradiolokacyjnych typu "Standard ARM i HARM", w ścisłym współdziałaniu z naziemnymi środkami WRE i grupami demonstracyjnymi, na środki OPL, SD, samoloty na lotniskach i punkty dowodzenia

Przewidywane odcinki przełamania OPL: \_\_\_\_\_

- na kierunku zachodnim: SCHWERINKALBE /szerokość 100 km/;
- na kierunku płn.-zach.: wybrzeże morskie ROSTOCK /szerokość 100 km/.

Drugi rzut uderzeniowy /zasadniczy/ w sile do 330 samolotów /z kierunku zachodniego - 190, płn.-zach. - 140/ wykonywał będzie uderzenia na WRiA, SD związków operacyjnych i związków taktycznych, osłona pierwszego rzutu operacyjnego frontu w czasie ich rozwijania i wprowadzania do bitwy, a także częścią sił na związki operacyjne drugiego rzutu frontu.

Ataki wykonywane będą pod osłoną zakłóceń radioelektronicznych samolotów ze składu grup uderzeniowych, przy użyciu pocisków kierowanych typu MAVERICK i BULLPUP, bomb kierowanych WALLEYE I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII, XIII, XIV, XV.

Trzeci rzut rozpoznania i dodatkowego niszczenia celów w sile do 50 samolotów /z kierunku zachodniego - 30, płn.-zach. - 20/ wykonywał będzie uderzenia na nowo wykryte lub niedostatecznie obezwładnione cele.

/.../

#### OCENA WOJSK WŁASNYCH I SĄSIADÓW

Wojska OPL FP po osiągnięciu pełnej gotowości w rejonach alarmowych od 18.00 17.5 we współdziałaniu z WOPK i ZFB:

- brały udział w OPP oraz

- osłaniały przegrupowanie sił głównych do rejonu wyjściowego, zwłaszcza w rejonach przepraw na rz. ODRA i NYSA ŁUŻYCKA na odcinku: SZCZECIN, ZGORZELEC.

Dotychczas wojska OPL FP:

- zniszczyły 208 samolotów npla /ok. 25%/, zużywając 600 rakiet średnio 3 rakiety na samolot/;
- poniosły średnio 8% strat /w tym: 66 BRPlot-4 %, 10 BRT - 3 %; 17 A - 10%; 9 i 42 A - 5 %, 4 KA - ok. 14 %, które nie naruszyły ich zdolności bojowej.

Od 4.00 19.5 większością sił znajdują się w rejonie wyjściowym wspólnie z podporządkowanymi oddziałami i ZT OPL 42 A /R/ i 4 KA /RD/ oraz 9 i 20 DLM tworzą jednolity system OPL FP i są w gotowości do odparcia uderzeń ŚNP npla.

We współdziałaniu z 6 DOP /NRD/, 7 K OPK /PRL/ i wojskami OPL APanc /FC/ oraz 3 Flotą osłaniają:

- pierwszy rzut operacyjny /6,7 A i 4 KA/ na terytorium NRD

- drugi rzut: 41 A /R/ i 9 A na obszarze kraju.

Główny wysiłek skupiają na osłonie pierwszego rzutu operacyjnego FP.

Położenie wojsk OPL FP na 4.00 19.5 i realizowane przez nich zadania, jak mapa i pkt 6.

ZT wojsk OPL i LM FP wykonują zadania:

- 66 BRPlot w składzie trzech dywizjonów ze SS w rejonie: zach. BRANDENBURG, płd. MALCHIN, płn. MIROW osłania: 8 FBROT, 9 i 13 i 15 i 25 DPanc, SD FP, 9 DLM;
- 9 DLM w składzie trzech plm, bazująca na lotniskach: GRIMMEN, OSTRELITZ, GRASSE we współdziałaniu z 6 DOP /NRD/ i LM FC osłania pierwszy rzut FP z dyżurowania w powietrzu i na lotniskach;
- 20 DLM /R/ w składzie dwóch plm, bazująca na lotniskach: SESIN, zach. GARTZ we współdziałaniu z 7 KOPK osłania wojska A/R/ i 9 A w czasie ich przegrupowania, zwłaszcza na rubieży ODRA oraz w rejonach ześrodkowania;
- 10 BRT rozwinęła PłSD WL i WOPLFP w rejonie WAREN oraz drugą grupę RPW: MARLEW, DARGUN, NEUSTRELITZ, NEURUPIN siłami czterech . Pozostałe siły są w odwodzie w rejonie 15 km płn.-zach.

ZLIN;

- wojska OPL 6 A w składzie trzech prplot "KUB" i dwóch prplot

"OSA" osłaniają siły główne armii w rejonie wyjściowym oraz przegrupowujące się ZT /21 i 25 DPanc/ do tego rejonu;

- wojska OPL 7 A w składzie trzech prplot "KUB", jednego prplot "OSA" i dwóch paplot "S-60" osłaniają siły główne armii w rejonie wyjściowym oraz przegrupowujące się ZT /7 DZ, 15 i 16 DPanc/ do tego rejonu;

- wojska OPL 9 A w składzie jednego prplot "KUB" i trzech paplot "S-60" osłaniają ABROT i przegrupowujące się ZT armii do rejonu wyjściowego;

- wojska OPL 42 A /R/ w składzie jednej BRPlot, trzech prplot "KUB" i jednego prplot "OSA" osłaniają siły główne armii w rejonie środkowym: pld. STARGARD SZCZ., pln. KRZYŻ i zach. PIŁA;

- wojska OPL 4 KA/NRD/ w składzie jednego prplot "KRUG", trzech prplot "KUB" i jednego prplot "OSA" osłaniają siły główne korpusu obrony w strefie przygranicznej. /.../

## II. ZAMIAR OBRONY PRZECIWLOTNICZEJ

Wojska OPL FP zgrupowaniami rakietowo-artyleryjskimi F 1 A oraz lotnictwem myśliwskim biorą udział w operacji powietrznej w celu walczenia przewagi i panowania w powietrzu. We współdziałaniu z działaniami WRE FP, 6 DOP NRD, wojskami OPL 12 A, siłami OPL 3 Floty i 7 KOPK:

- rozbijają zgrupowanie lotnictwa wykonujące zmasowane naloty z kierunku zachodniego i pln.-zach.;

- obozradniają ich działanie i zadają środkom napadu powietrznego maksymalne straty;

- wzbraniają nieprzyjacielowi prowadzenie rozpoznania z powietrza oraz niedopuszczają do wykonania uderzeń w celu zachowania potencjału bojowego i swobody manewru naszych wojsk oraz zdolności negocjowania przez nie działań w toku operacji zaczepnej FP.

Główny wysiłek wojska OPL 1 LM FP skupiają na kierunku zachodnim 2/3 sił, natomiast na kierunku północno-zachodnim 1/3 sił.

W toku operacji zaczepnej wojska OPL 1 LM koncentrują się na kierunku:

- w zadaniu bliższym:

- pierwszego rzutu operacyjnego w rejonie wyjściowym oraz w czasie wychodzenia z tego rejonu i przegrupowania do rubieży wprowadzenia do bitwy; /.../

## ROZPOZNANIE NIEPRZYJACIELA POWIETRZNEGO I POWIADAMIANIE

Rozpoznanie nieprzyjaciela powietrznego organizuje się siłami BRT, brt armii we współdziałaniu z 4 KA NAL NRD, 6 DOP, 3 FB i wojskami OPL FC /12 A/.

W rejonie wyjściowym do operacji wojska OPL Frontu Północnego rozwijają skryte posterunki radiolokacyjne - po dwa RPW siłami każdej armii i trzy RPW siłami 10 BRT.

Włączenie RPW do pracy bojowej - na rozkaz z SD wojsk OPL Frontu Północnego.

Podczas operacji zaczepnej tworzy się ciągle pole rozpoznania radiolokacyjnego od wysokości 500 m, a na kierunku głównego wysiłku 6 i 7 A od wysokości 300 m.

Rozpoznanie celów niskolegących prowadzi się przy pomocy autonomicznych RLS ZT i oddziałów wojsk OPL w sektorach odpowiedzialności. Główny wysiłek rozpoznania skupia się na kierunku zachodnim i północno-zachodnim.

Organizacja rozpoznania:

- do rubieży zadania bliższego frontu rozwija się i ciągle utrzymuje dwie linie RPW, a podczas wykonywania zadania dalszego trzy linie;

- armie pierwszego rzutu rozwijają pierwszą linię RPW;

- 10 BRT rozwija drugą linię RPW, a w toku operacji trzecią;

..../ Powiadomienie wojsk Frontu Północnego o sytuacji powietrznej rozpoczęcia operacji zaczepnej prowadzone jest z PłSD WL i WOPL KA NAL NRD i 6 DOP NAL NRD w sieciach radiowych /.../.

Po rozwinięciu systemu OPL FP i w toku operacji zaczepnej powiadomienia prowadzą: CRI PłSD WL i WOPL FP w sieciach radiowych /.../

CRI PłSD L i OPL armii w swoich sieciach radiowych powiadomienia.

Uprzedzanie o przelotach własnego lotnictwa prowadzą ZU PłSD WL i WOPL. /.../

## DOWODZENIE I WSPÓLDZIAŁANIE

Dowodzenie wojskami OPL i LM oraz współdziałanie z WLF do rozpoczęcia operacji zaczepnej i w czasie wprowadzania 6 i 7 A do bitwy będzie realizowane z PłSD WL i WOPL FP.

Dowodzenie oddziałami OP NRD rozmieszczonymi w pasie FP /30 i par OPK, 60 i 61 plm, dr WEGA/ realizowane będzie na zasadzie operacyjnego podporządkowania z PłSD WL i WOPL F za pośrednictwem grupy operacyjnej z 6 DOP.

Współdziałanie z lotnictwem będzie organizowane

- w 6 i 7 A z rozwiniętych PłSD L i OPL;
- w 66 BRPlot, 60 i 74 prplot z PNWC;
- w pierwszorzutowych ZT /9,13 i 17 DZ, 10 DPanc/ z rozwiniętych SD GDB.

Dowodzenie obroną przeciwlotniczą na szczeblu ZT i oddziałów realizowane będzie z:

- PD OPL ZT i pz /pcz/;
- SD ZT i oddziałów OPL.

.. / współdziałanie z LM F zostanie zorganizowane zgodnie z rozkazem ND ZSZ nr PF 11 na zasadzie działania we wspólnych i oddzielnych reffach, wg podziału wysokości i sektorów odpowiedzialności:

- w wysuniętych strefach przed rubieżami ognia rakiet plot LM prowadzi samodzielne zwalczanie celów powietrznych /nad obszarem la/;

- nad rejonem ugrupowania pierwszego rzutu operacyjnego i 42 A/R/ 3000 m wojska OPL zwalczają cele samodzielnie, a powyżej 3000 m wspólnie z LM z zachowaniem prawa pierwszeństwa;

- nad rejonami ugrupowania drugiego rzutu operacyjnego /9 A/ i tylowej strefie frontowej, wojska OPL i LM działają we wspólnej reffie z zachowaniem prawa pierwszeństwa dla LM podczas zwalczania celów na wysokościach większych od 3000.

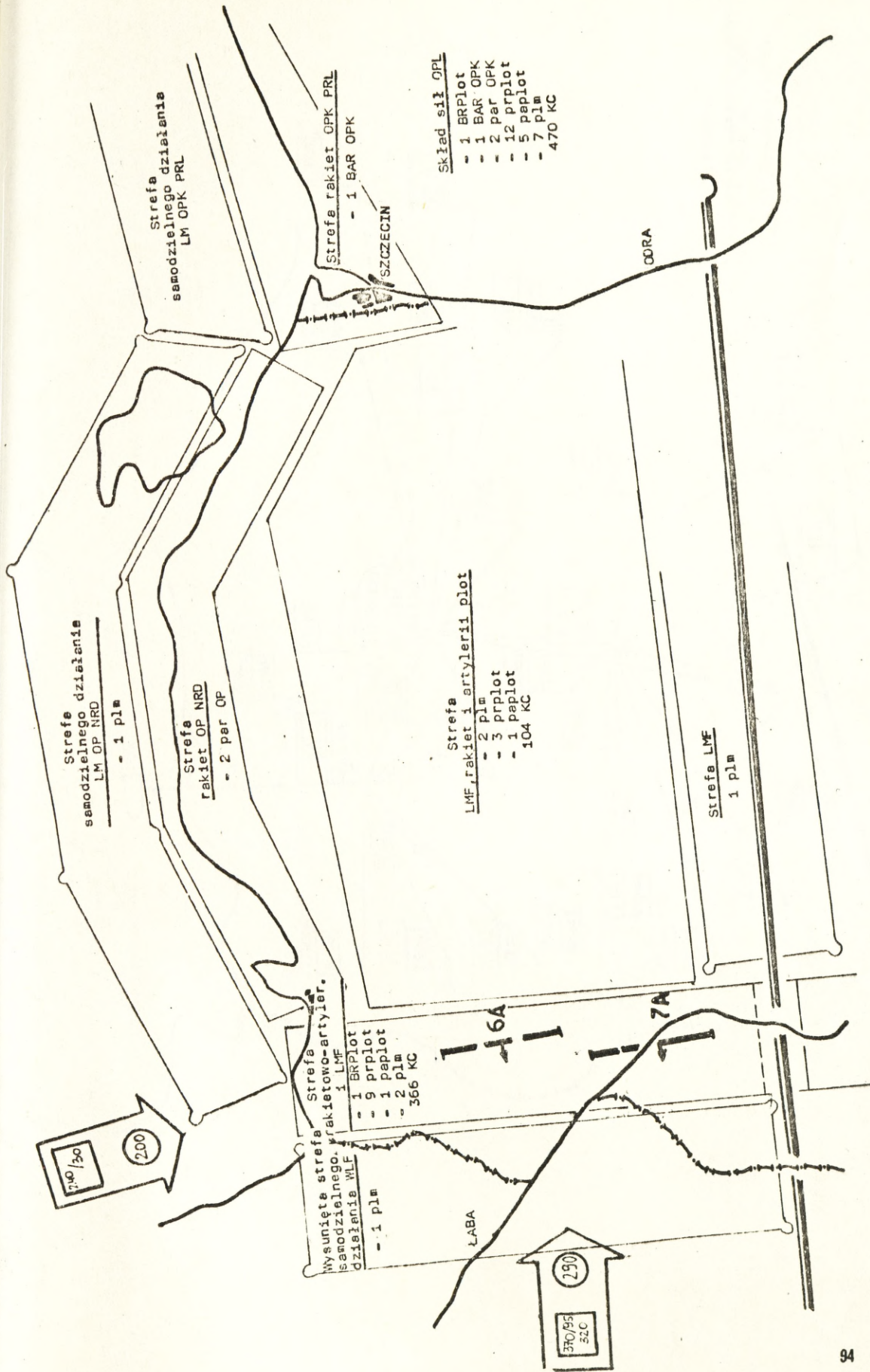
Schemat dowodzenia i współdziałania - załącznik nr 12 .

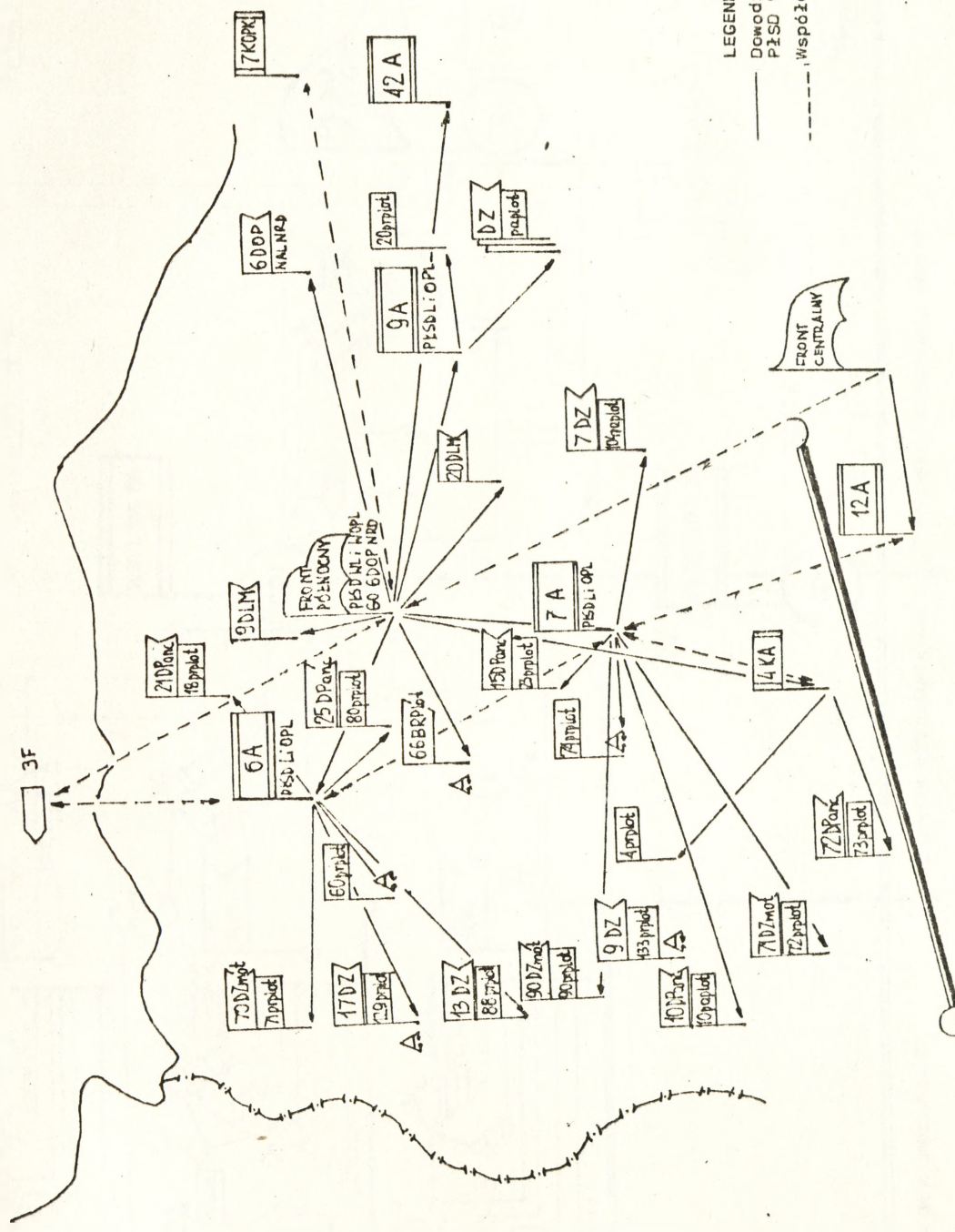
#### ZABEZPIECZENIE W RAKIETY I AMUNICJĘ

Dowóz rakiet KRUG, KUB i OSA realizują:

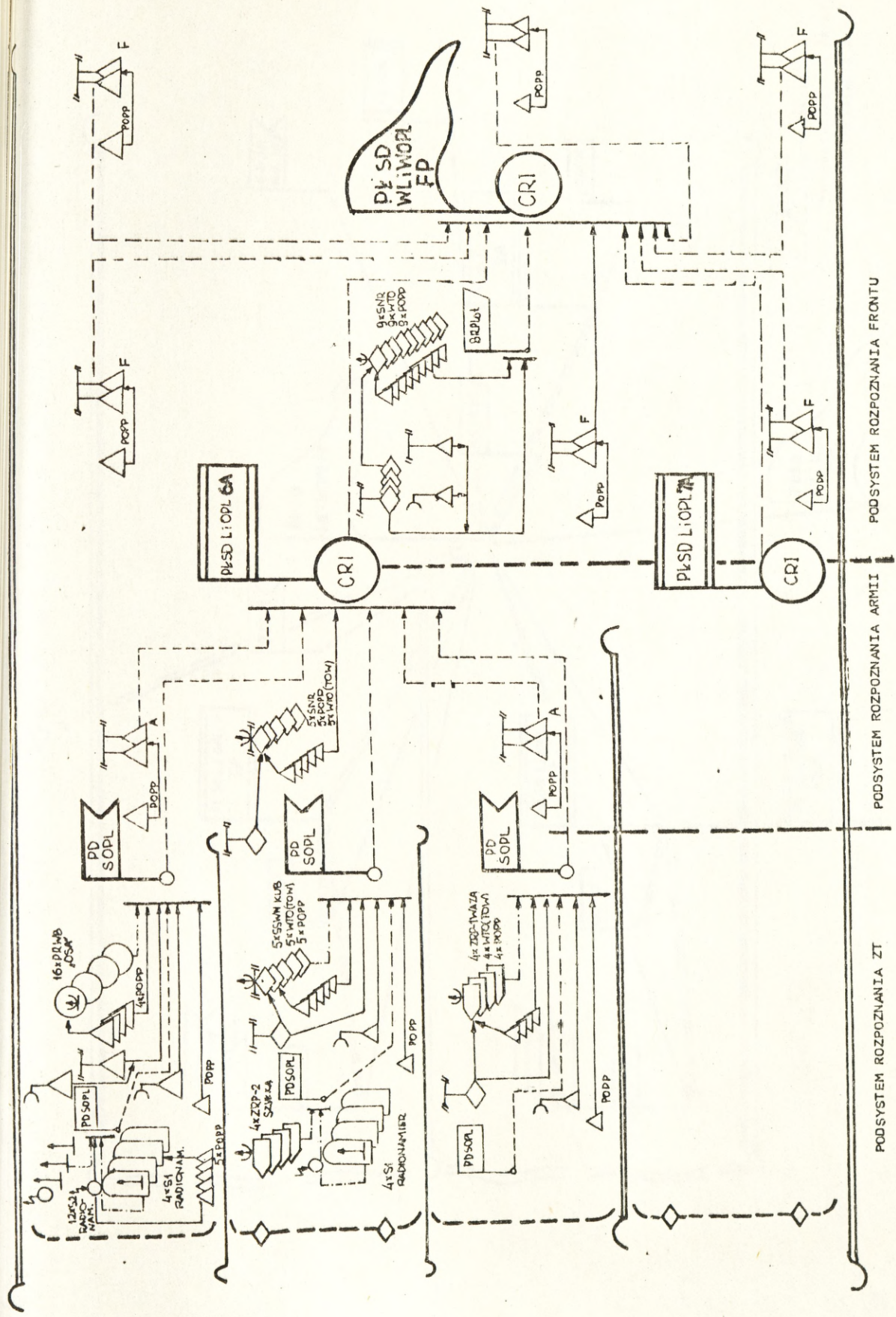
- 6 APTBRPlot - dla oddziałów WOPL 6 A;
- 7 APTBRPlot - dla oddziałów WOPL 7 i 9 A oraz 66 BRPlot.

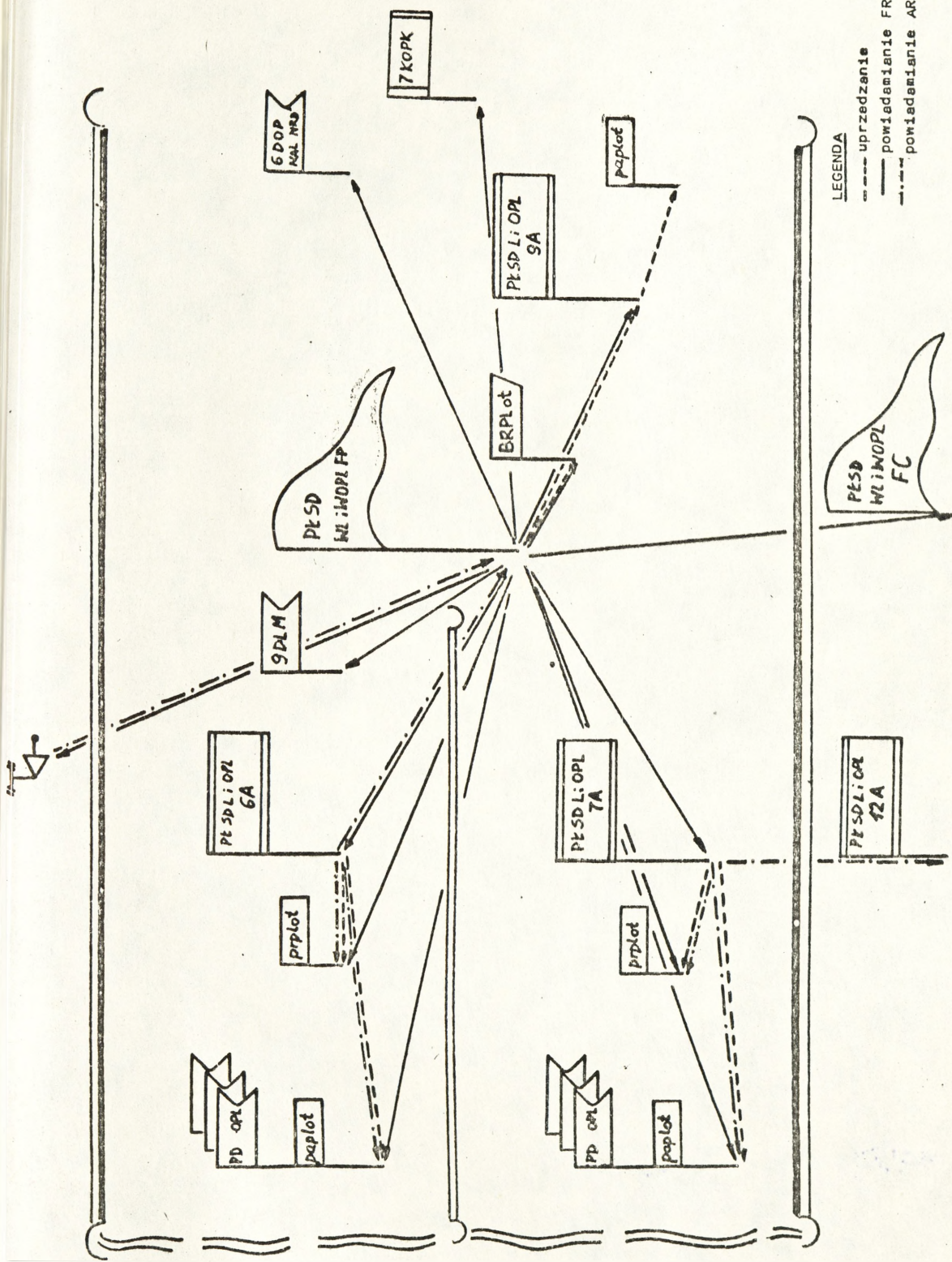
.. / Zaopatrywanie 4 KA /NRD/ i 42 A /R/ realizowane będzie w ramach ich narodowych systemów zaopatrywania.





LEGENDA:  
 — Dowodzenie w systemie  
 - - - - - PISD WL I WOPL  
 - - - - - Współdziałanie



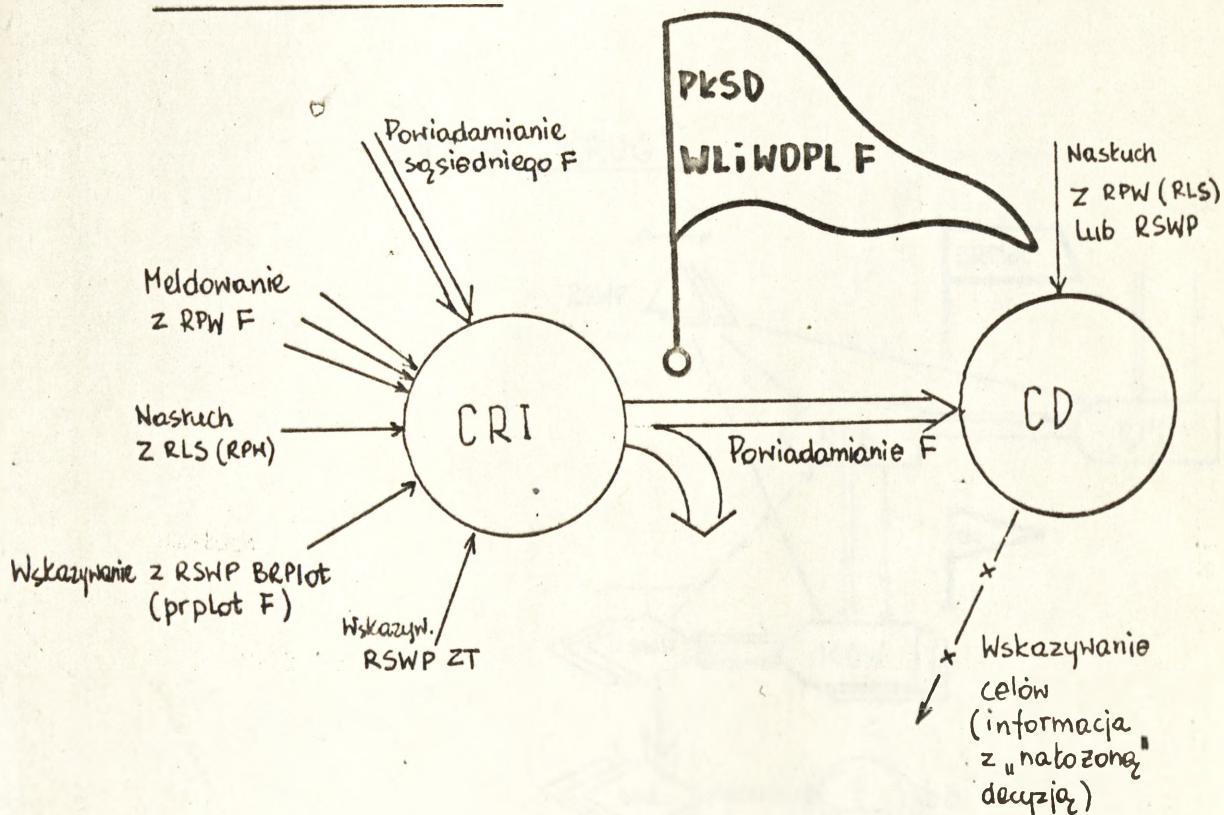


MODEL NALOTU ORAZ UGRUPOWANIE WOJSK OPL UWZGLĘDNIANE W BADANIACH

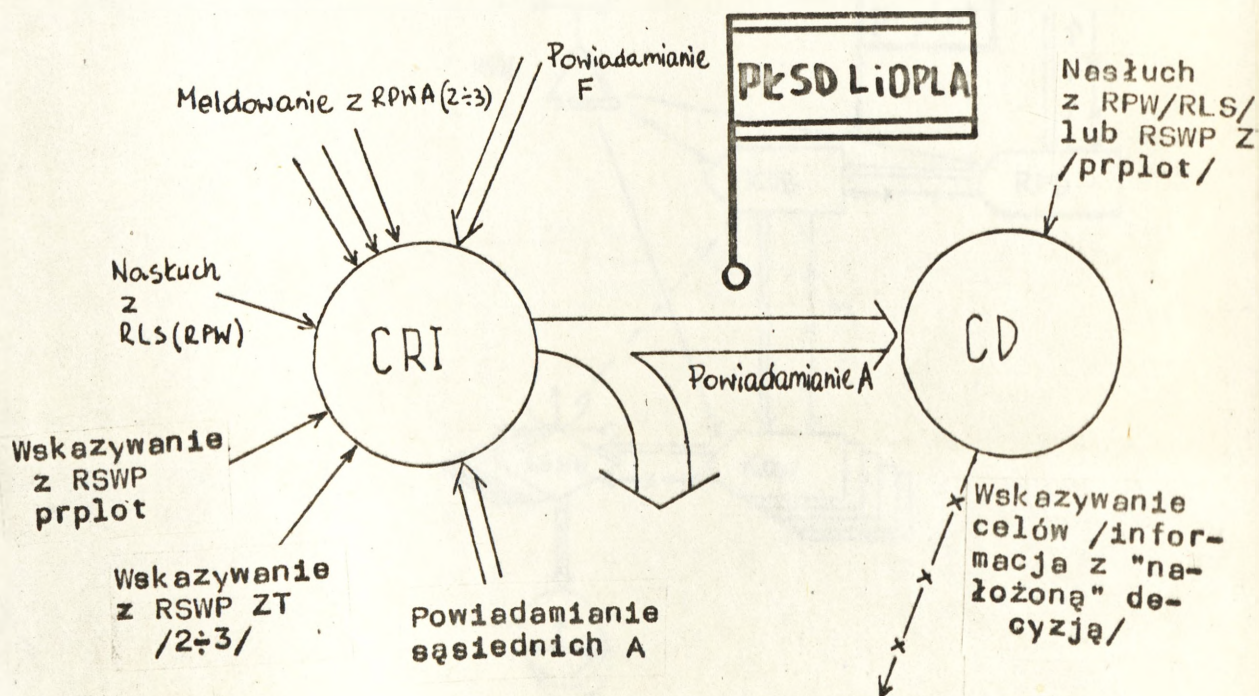


ANALIZA POWIĄZAŃ INFORMACYJNYCH OGNIW DECYZYJNYCH  
W SYSTEMIE PLANSZETOWO-FONICZNYM

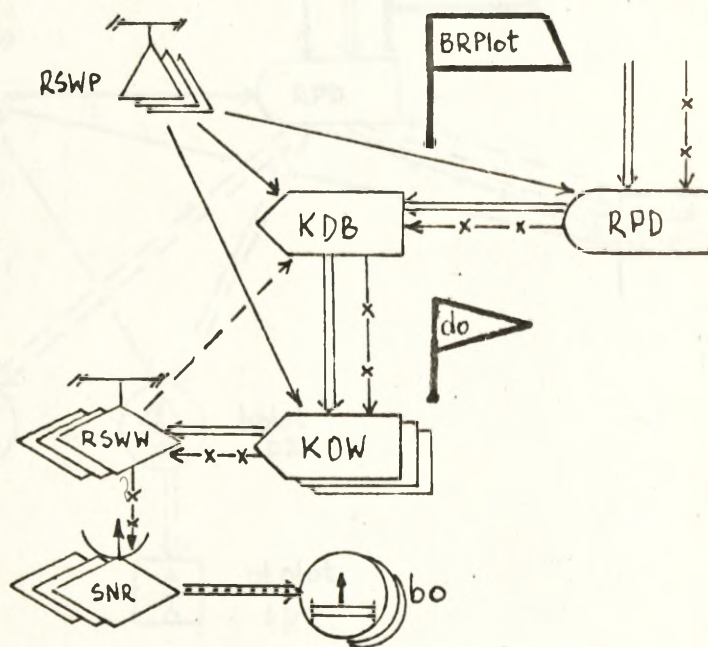
PKSD WLiWOPL F



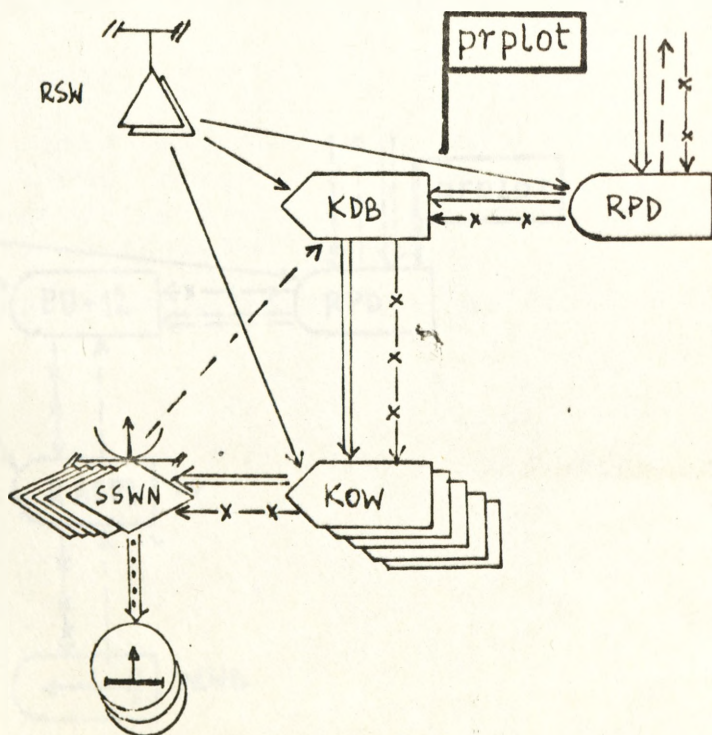
PKSD LiDPL A



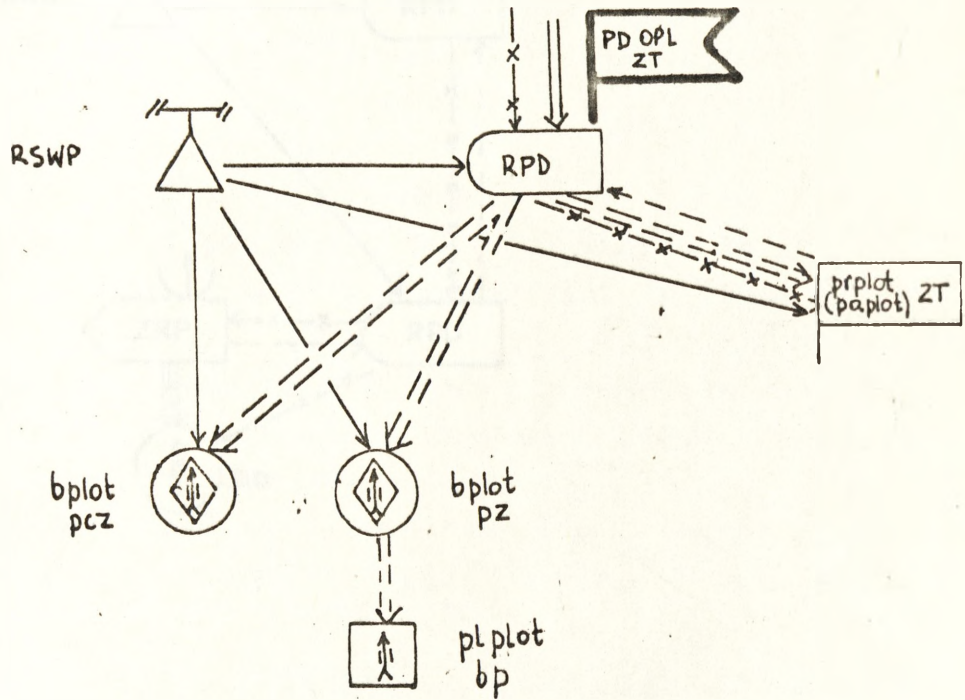
BRplot "KRUG"



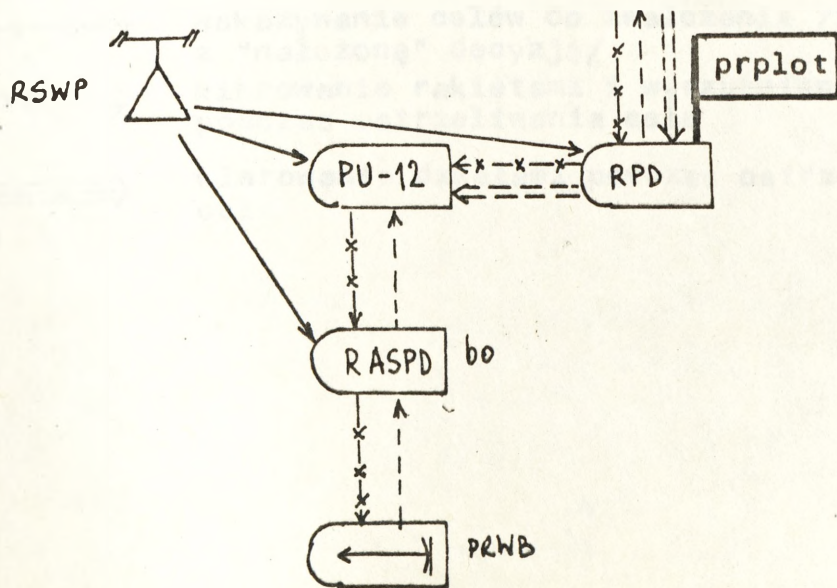
Prplot "KUB"



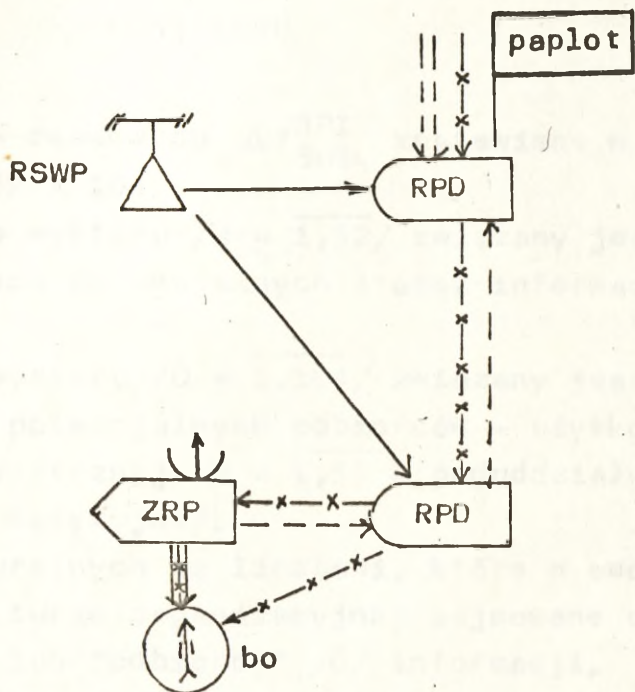
PD OPL ZT



Prplot "OSA"



## Paplot



### LEGENDA:

- meldowanie o celach /RPW A i F/ i wskazywanie celów /RSWP/
- meldowanie o celach samodzielnie wykrytych przez podwładnego /borplot, baplot/
- =====> powiadamianie o sytuacji powietrznej /A i F/
- ===> ostrzeżenie wojsk /ZT/
- x-x-x→ wskazywanie celów do zwalczania /informacja z "nałożoną" decyzją/
- .....→ kierowanie rakietami i wyrzutniami rakiet podczas ostrzeliwania celu
- ==x-x-x→ kierowanie działami podczas ostrzeliwania celu

## ZESTAWIENIE WARTOŚCI OPÓŹNIEŃ CZASOWYCH W SYSTEMIE PLANSZETOWO-FONICZNYM

Wartości opóźnień czasowych  $\Delta T_{9,102}^{OPI}$  zestawiono w tablicy dwuwymiarowej /CZRE<sub>N,0</sub>/ 52 x 104.

Indeks pierwszego wymiaru /N = 1,52/ związany jest z tzw. kodami grup strukturalnych potencjalnych źródeł informacji o sytuacji powietrznej /RLS/.

Indeks drugiego wymiaru /O = 1,104/ związany jest z tzw. kodami grup strukturalnych potencjalnych odbiorców - użytkowników informacji o sytuacji powietrznej /O = 1,52 - pododdziały ogniowe; = 53,104 - ogniwa decyzyjne/.

Kody grup strukturalnych są liczbami, które w umowny sposób opisują pozycje w strukturze organizacyjnej zajmowane odpowiednio przez "nadawcę" /N/ lub "odbiorcę" /O/ informacji.

Ogólny sposób kodowania grup strukturalnych oraz konkretne znaczenia wybranych wartości tych kodów przyjęte podczas badań, wyglądają następująco:

A/ Kody grup strukturalnych "nadawców" - źródeł informacji o sytuacji powietrznej /RLS/:

Kod	Znaczenie ogólne	Znaczenie w badaniach
1	-	-
2	-	-
3	-	-
4	RPW frontu	RPW FP
5	RSWP 1 BWOPL	RSWP 66 BRPlot
6	RSWP 1 do 1 BWOPL	RSWW 1 do 66 BRPlot
7	RSWP 2 do 1 BWOPL	RSWW 2 do 66 BRPlot
8	RSWP 3 do 1 BWOPL	RSWW 3 do 66 BRPlot
9	RSWP 2 BWOPL	-
10	RSWP 1 do 2 BWOPL	-
11	RSWP 2 do 2 BWOPL	-
12	RSWP 3 do 2 BWOPL	-
13	RSWP prplot frontu	-
14/140/	RSWP 1 ZT frontu /140-	-
	RSWP prplot w ZT/	-
15/150	RSWP 2 ZT frontu /150-	-
	RSWP prplot w ZT/	-
16/160/	RSWP 3 ZT frontu	-
17/170/	RSWP 4 ZT frontu	-
18	RSWP 1 paplot frontu	-
19	RSWP 2 paplot frontu	-

20	RPW 1 A	RPW 6 A
21	RSWP 1 prplot 1 A	RSWP 60 prplot
22	RSWP 2 prplot 1 A	-
23/230/	RSWP 1 ZT 1 A /230-RSWP prplot w ZT/	RSWP 13 DZ /230 - RSWP 88 prplot/
24/240/	RSWP 2 ZT 1 A	RSWP 17 DZ /240-RSWP 129 prplot/
25/250/	RSWP 3 ZT 1 A	RSWP 25 DPanc /250 - RSWP 80 prplot/
26/260/	RSWP 4 ZT 1 A	-
27/270/	RSWP 5 ZT 1 A	RSWP 70 DZmot /270 - RSWP 71 prplot/
28/280/	RSWP 6 ZT 1 A	-
29	RPW 2 A	RPW 7 A
30	RSWP 1 prplot 2 A	RSWP 74 prplot
31	RSWP 2 prplot 2 A	-
32/320/	RSWP 1 ZT 2 A /320 - RSWP prplot w ZT/	RSWP 9 DZ /320 - RSWP 133 prplot/
33/330/	RSWP 2 ZT 2 A	RSWP 10 DPanc /330 - RSWP 10 prplot/
34/340/	RSWP 3 ZT 2 A	-
35/350/	RSWP 4 ZT 2 A	/350 - RSWP 71 prplot/16/
36/360/	RSWP 5 ZT 2 A	RSWP 71 DZmot /360 - RSWP 72 prplot/
37/370/	RSWP 6 ZT 2 A	RSWP 90 DZmot /370 - RSWP 90 prplot/
38	RPW 3 A	RPW 4 KA /NAL/
39	RSWP 1 prplot 3 A	RSWP 4 prplot /RSWW do/
40	RSWP 2 prplot 3 A	-
41/410/	RSWP 1 ZT 3 A /410 - RSWP prplot w ZT/	-
42/420/	RSWP 2 ZT 3 A	-
43/430/	RSWP 3 ZT 3 A	-
44/440/	RSWP 4 ZT 3 A	-
45/450/	RSWP 5 ZT 3 A	-
46	RPW 4 A	-
47	RSWP prplot 4 A	-
48/480/	RSWP 1 ZT 4 A /480 - RSWP prplot w ZT/	-
49/490/	RSWP 2 ZT 4 A	-
50/500/	RSWP 3 ZT 4 A	-
51/510/	RSWP 4 ZT 4 A	-
52/520/	RSWP 5 ZT 4 A	-

B/ Kody grup strukturalnych "odbiorców" - użytkowników informacji o sytuacji powietrznej

Pododdziały ogniowe oraz lotnictwo myśliwskie

Kod	Znaczenie ogólne	Znaczenie w badaniach
	LM w strefie dyżurowania	LM w strefach dyżurowania
	LM na lotnisku	LM na lotniskach
	dywizjony ogniowe OPK	-

4	-	-
5	-	-
6	1 do 1 BWOPL F	1 do 60 BRPlot
7	2 do 1 BWOPL F	2 do 60 BRPlot
8	3 do 1 BWOPL F	3 do 60 BRPlot
9	-	-
10	1 do 2 BWOPL F	-
11	2 do 2 BWOPL F	-
12	3 do 2 BWOPL F	-
13	prplot F	-
14/140/	1 ZT F /140-prplot w ZT/	-
15/150/	2 ZT F	-
16/160/	3 ZT F	-
17/170/	4 ZT F	-
18	1 paplot F	-
19	2 paplot F	-
20	-	-
21	1 prplot 1 A	60 prplot
22	2 prplot 1 A	-
23/230/	1 ZT 1 A /230-prplot w ZT/	13 DZ /230-88 prplot/
24/240/	2 ZT 1 A	17 DZ /240-129 prplot/
25/250/	3 ZT 1 A	25 DPanc/250-80 prplot/
26/260/	4 ZT 1 A	-
27/270/	5 ZT 1 A	70 DZmot /270-71 prplot/
28/280/	6 ZT 1 A	-
29	-	-
30	-	-
31	1 prplot 2 A	74 prplot
32	2 prplot 2 A	-
33/320/	1 ZT 2 A /320-prplot w ZT/	9 DZ /320-133 prplot/
34/330/	2 ZT 2 A	10 DPanc /330-10 paplot/
35/340/	3 ZT 2 A	-
36/350/	4 ZT 2 A	/350-71 prplot/16/
37/360/	5 ZT 2 A	71 DZmot/360-72 prplot/
38/370/	6 ZT 2 A	90 DZmot/370-90 prplot/
39	-	-
40	-	-
41	1 prplot 3 A	4 prplot /NAL/
42	2 prplot 3 A	-
43/410/	1 ZT 3 A /410-prplot w ZT/	-
44/420/	2 ZT 3 A	-
45/430/	3 ZT 3 A	-
46/440/	4 ZT 3 A	-
47/450/	5 ZT 3 A	-
48	-	-
49	-	-
50	1 prplot 4 A	-
51/480/	1 ZT 4 A /480-prplot w ZT/	-
52/490/	2 ZT 4 A	-
53/500/	3 ZT 4 A	-
54/510/	4 ZT 4 A	-
55/520/	5 ZT 4 A	-

## Ogniwa decyzyjne

Kod	Znaczenie ogólne	Znaczenie w badaniach
1 53	GDB LM	GDB LM
2 54	GDB LM	GDB LM
3 55	SD OPK	SD OPK
4 56	PłSD WL 1 WOPL F	PłSD WL 1 WOPL FP
5 57	SD 1 BWOPL	SD 60 BRPlot
6 58	SD 1 do 1 BWOPL	SD 1 do 60 BRPlot
7 59	SD 2 do 1 BWOPL	SD 2 do 60 BRPlot
8 60	SD 3 do 1 BWOPL	SD 3 do 60 BRPlot
9 61	SD 2 BWOPL	-
0 62	SD 1 do 2 BWOPL	-
1 63	SD 2 do 2 BWOPL	-
2 64	SD 3 do 2 BWOPL	-
3 65	SD prplot F	-
4 66/660/	PD OPL 1 ZT F /660-SD prplot w ZT/	-
5 67/670/	PD OPL 2 ZT F	-
6 68/680/	PD OPL 3 ZT F	-
7 69/690/	PD OPL 4 ZT F	-
8 70	SD 1 paplot F	-
9 71	SD 2 paplot F	-
0 72	PłSD L 1 OPL 1 A	PłSD L 1 OPL 6 A
1 73	SD 1 prplot 1 A	SD 60 prplot
2 74	SD 2 prplot 1 A	-
3 75/750/	PD OPL 1 ZT 1 A /750 - SD prplot w ZT/	PD OPL 13 DZ /750 - SD 88 prplot/
4 76/760/	PD OPL 2 ZT 1 A	PD OPL 17 DZ /760 - SD 129 prplot/
5 77/770/	PD OPL 3 ZT 1 A	PD OPL 25 DPanc /770 - SD 80 prplot/
6 78/780/	PD OPL 4 ZT 1 A	-
7 79/790/	PD OPL 5 ZT 1 A	PD OPL 70 DZmot /790 - SD 71 prplot/
8 80/800/	PD OPL 6 ZT 1 A	-
9 81	PłSD L 1 OPL 2 A	PłSD L 1 OPL 7 A
0 82	SD 1 prplot 2 A	SD 74 prplot
1 83	SD 2 prplot 2 A	-
2 84/840/	PD OPL 1 ZT 2 A /840-SD prplot w ZT/	PD OPL 9 DZ /840 - SD 133 prplot/
3 85/850/	PD OPL 2 ZT 2 A	PD OPL 10 DPanc /850 - SD 10 paplot/
4 86/860/	PD OPL 3 ZT 2 A	-
5 87/870/	PD OPL 4 ZT 2 A	/870-SD 71 prplot/16
6 88/880/	PD OPL 5 ZT 2 A	PD OPL 71 DZmot /880-SD 72 prplot/
7 89/890/	PD OPL 6 ZT 2 A	PD OPL 90 DZmot /890 - SD 90 prplot/
8 90	PłSD L 1 OPL 3 A	PłSD L 1 OPL 4 KA/NAL/
9 91	SD 1 prplot 3 A	SD 4 prplot /NAL/
0 92	SD 2 prplot 3 A	-

41	93/930/	PD OPL 1 ZT 3 A	-
		/930-SD prplot w ZT/	
42	94/940/	PD OPL 2 ZT 3 A	-
43	95/950/	PD OPL 3 ZT 3 A	-
44	96/960/	PD OPL 4 ZT 3 A	-
45	97/970/	PD OPL 5 ZT 3 A	-
46	98	PłSD WL 1 OPL 4 A	-
47	99	SD prplot 4 A	-
48	100/1000/	PD OPL 1 ZT 4 A	-
		/1000-SD prplot w ZT/	
49	101/1010/	PD OPL 2 ZT 4 A	-
50	102/1020/	PD OPL 3 ZT 4 A	-
51	103/1030/	PD OPL 4 ZT 4 A	-
52	104/1040/	PD OPL 5 ZT 4 A	-

W odniesieniu do tych nadawców /N/ i odbiorców /O/, którym przy-  
 esano rozwinięte kody grup strukturalnych /np. 240 zamiast 24,  
 0 - zamiast 37 itp./ przyjęto następującą regułę wyznaczania

$\Delta T_{N,O}^{OPI}$

a/ w relacji RLS  $\rightarrow$  pododdział ogniowy /LM/

$$\Delta T_{N,O}^{OPI} = \begin{cases} CZRE_{N,O} - 10 & \text{jeśli } N = 0 \text{ oraz oba: } N \text{ i } O \text{ rozwin.} \\ CZRE_{N,O} + 10 & \text{jeśli } N \neq 0 \text{ jedno: } N \text{ lub } O \text{ rozwin.} \end{cases}$$

b/ w relacji RLS  $\rightarrow$  ogniwo decyzyjne

$$\Delta T_{N,O}^{OPI} = \begin{cases} 46 & \text{jeśli } N = 0 \text{ oraz oba: } N \text{ i } O - \text{rozwin.} \\ 76 & \text{jeśli } N = 0 \text{ oraz tylko jedno: } N \text{ lub } O - \text{rozwin.} \\ CZRE_{N,O} + 46 & \text{jeśli } N \neq 0 \text{ oraz przynajmniej jedno: } N \\ & \text{lub } O - \text{rozwin.} \end{cases}$$



















ORGANIZACJA POLOWEGO ZAUTOMATYZOWANEGO SYSTEMU DOWODZENIA  
OBRONĄ PRZECIWLOTNICZĄ WOJSK OPERACYJNYCH<sup>x/</sup>

Organizacja techniczna struktury systemu

/.../ Dowództwo Wojsk OPL planuje dokonać całkowitej wymiany technicznej struktury planszeto-fonicznego systemu dowodzenia wojskami PL na system zautomatyzowany.

Automatyzację dowodzenia planuje się wprowadzać kompleksowo na trzech poziomach organizacyjnych:

- na poziomie frontu;
- na poziomie armii ogólnowojskowej;
- na poziomie ogólnowojskowego ZT.

Na poziomie frontu i armii wykorzystuje się obiekty:

P-10 dla krt;

P-20 dla CRI PłSD WL i OPL A/F/ oraz dla brt brygady r/techn.;

P-40 dla CD PłSD WL i OPL A/F/;

P-10R dla SD brygady KRUG, prplot KUB.

Wymienione rodzaje obiektów są zestawione z dwóch typów sprzęto-zunifikowanych kabin: kabiny obróbki informacji radiolokacyjnej oraz kabiny zobrazowania. Obiekty DP-10 i DP-10R są budowane w oparciu o kabinę obróbki, obiekty DP-20 i DP-40 w oparciu o kabinę zobrazowania.

W ogólnowojskowym ZT, na poziomie stanowiska dowodzenia dywizji będą wykorzystywane wozy dowodzenia typu PASUW:

- MP-22 dla szefa OPL ZT;
- MP-25 jako wóz współpracy z RSWP ZT.

W dywizyjnych oddziałach rakiet przeciwlotniczych będą wykorzystywane: wspomniany już obiekt DP-10R jako SD pułku oraz obiekt ZWD-10 jako wóz dowódcy baterii OSA. Wspomniane ZWD-10 będą ponadto wykorzystane w pułkach ogólnowojskowych jako wozy dowodzenia szefów PL pz /pcz/.

W dywizjach ogólnowojskowych, w których powstaną pułki artylerii

Przygotowano na podstawie materiałów "Organizacja oraz plan wdrażania Polowego Zautomatyzowanego Systemu Dowodzenia obroną przeciwlotniczą wojsk operacyjnych".

plot nie przewiduje się wprowadzenia MP-22 i MP-25. Jako PłPD szefa PŁ ZT oraz dowódcy paplot będzie wykorzystany jeden DP-10R współpracujący z ZWD-10 w pułkach ogólnowojskowych. Integralną częścią składową tak zestawionego systemu dowodzenia będą stacje radiolokacyjne typu NUR-21 wyposażone w wykonany w technice mikroprocesorowej zestaw przelicznikowy do automatyzacji śledzenia tras obiektów powietrznych oraz automatyzacji transmisji. Związanie zautomatyzowanego systemu dowodzenia z SSWN KUB i SNR KRUG będzie realizowane z pominięciem systemu K-1. Zachowane zostanie bezpośrednie wejście i napędy anten stacji naprowadzania. W bateriach plot oddziałów ogólnowojskowych oraz bateriach OSA związanie z systemem dowodzenia poszczególnych wozów bojowych będzie realizowane poprzez zabudowywane w nich specjalne terminale nadawczo-odbiorcze. /.../ PZSD PŁ WO jest przygotowany do sprzężenia funkcjonalnego z PASUW.

Zadanie to zostało zrealizowane przez:

- przyjęcie odpowiedniej, jednolitej z PASUW, struktury depesz informacyjnych wymienianych pomiędzy obiektami;
- planowane na szczeblach operacyjnych oraz realizowane na szczeblu ZT wyposażenie obiektów i wozów dowodzenia PZSD w urządzenia transmisji danych typu S-23 z SA-017, 52 N, 53 N i BAZALT /lub równozędny/ i urządzenia T-219;
- planowane stopniowe /w miarę potrzeb/ przechodzenie na środki łączności stosowane w PASUW z równoczesnym dokonywaniem niezbędnych zmian w oprogramowaniu użytkowym PZSD /.../

## 2. Skład i przeznaczenie poszczególnych obiektów.

Zestaw sprzętu, obsadę bojową oraz powiązania informacyjne poszczególnych obiektów przedstawiono na schemacie/załącznik nr 19/.

Poniżej umieszczono w związku z tym jedynie dane o przeznaczeniu obiektów.

### 2.1. DP-10 dla krt typu lekkiego

Obiekt DP-10 zabezpiecza potrzeby stanowiska dowodzenia krt typu lekkiego oraz odpowiada wymogom kabiny obróbki informacji radiolokacyjnej.

Obiekt DP-10 zapewnia:

- odbiór i zobrazowanie analogowej informacji radiolokacyjnej o sytuacji powietrznej z dwóch odległościomierzy oraz dwóch wysokościomierzy równocześnie;
- automatyzację zdejmowania, przetwarzania i zobrazowania danych

dotyczących tras wybranych obiektów powietrznych /w tym i pelengów zakłóceń/;

- odbiór drogą radiową informacji radiolokacyjnej z dwóch zewnętrznych źródeł rozpoznania oraz uogólnianie tej informacji z informacją z własnych RLS;

- automatyzację śledzenia tras uogólnionych;

- automatyzację "wystawiania" wysokościomierzy do pomiaru wysokości śledzonych obiektów powietrznych;

- automatyzację przesyłania do nadrzędnego szczebla dowodzenia uogólnionych danych o 32 trasach śledzonych obiektów powietrznych tempem aktualizacji danych po każdej korekcie współrzędnych lub charakterystyk;

- automatyczne nadawanie obiektom własnym numerów maszynowych;

- automatyzację odbioru /z DP-20/ i zobrazowania danych dotyczących obiektów powietrznych wskazanych do śledzenia w danym DP-10 oraz decyzji na przerwanie śledzenia;

- automatyzację przyjmowania z góry sformalizowanych komend oraz sygnałów dowodzenia z możliwością ich zobrazowania wg wyboru;

- automatyzację przesyłania sformalizowanych meldunków o położeniu, stanie i działalności bojowej RPW;

- zobrazowanie pokrycia polem radiolokacyjnym obszaru wokół RPW na różnych wysokościach z uwzględnieniem kątów zakrycia RLS.

## 2.2. DP-20 dla SD batalionu ze składu prt /Brt/

Obiekt zabezpiecza potrzeby stanowiska dowodzenia batalionu /ze składu pułku radiotechnicznego/. Obiekt DP-20 dla SD batalionu ze składu prt /Brt/ zapewnia:

- odbiór w kabinie zobrazowania danych dotyczących minimum 196 tras uogólnionych z 10 źródeł informacji wtórnej /ZIW/ w tym i danej kabiny DP-10;

- uogólnianie informacji z ZIW oraz śledzenie i zobrazowanie tras uogólnionych;

- półautomatyczne śledzenie 4-6 nośników zakłóceń aktywnych typu umowego w oparciu o dane z ZIW;

- automatyczne przekazywanie do CRI danych dotyczących tras uogólnionych z dyskretnością zależną od długości kolejki celów do przekazania;

- automatyczne nadawanie obiektom własnych numerów maszynowych;

- automatyzację odbioru z CRI i zobrazowanie danych dotyczących

obiektów powietrznych wskazanych do śledzenia w danym DP-20 oraz decyzji na przerwanie śledzenia;

- automatyzację przyjmowania z góry sformalizowanych komend oraz sygnałów dowodzenia z możliwością ich zobrazowanie wg wyboru;
- automatyzację przesyłania sformalizowanych meldunków o położeniu, stanie i działalności bojowej RPW;
- zobrazowanie pokrycia polem radiolokacyjnym obszaru odpowiedzialności danego batalionu dla różnych wysokości z uwzględnieniem efektów zakrycia RLS;
- możliwość automatycznego formowania na ekranie wskaźnika meldunków o sytuacji powietrznej w kodzie siatki OP-61 dla potrzeb przekazywania danych kluczem lub fonem;
- automatycznego przyjmowania, zobrazowania i przekazywania do DP-10 danych dotyczących planowanych lotów samolotów własnych.

2.3. DP-20 dla centrum rozpoznawczo-informacyjnego /CRI/ PłSD WL 1 OPL F /A/

Obiekt zabezpiecza potrzeby stanowiska dowodzenia brt lub prt BRT/ oraz centrum rozpoznawczo-informacyjnego PłSD WL 1 OPL F /A/.

Obiekt zapewnia możliwość realizacji wszystkich funkcji jak kabinę zobrazowania informacji radiolokacyjnej oprogramowaną jako kabinę DP-20 pkt. 2.2, a ponadto zabezpiecza:

- automatyczne wydawanie informacji o realizowanych lotach samolotów własnych w kanałach powiadamiania;
- utajnianie informacji przekazywanej w kanałach powiadamiania;
- przesyłanie drogą przewodową do CD /DP-40/ pełnej informacji powiadamiania oraz danych dotyczących zobrazowania pokrycia polem radiolokacyjnym obszaru odpowiedzialności armii /frontu/, a także danych dotyczących uprzedzenia;
- przesyłanie awaryjne do CD informacji o sytuacji powietrznej jednego wybranego RPW;
- możliwość zgrywania podsystemu rozpoznania armii /frontu/;
- możliwość obiektywnej kontroli dokładności orientowania RLS służących dla potrzeb systemowego rozpoznania;
- możliwość prowadzenia kompleksowego treningu pracy bojowej podsystemu rozpoznania armii /frontu/ oraz udziału w treningu podsystemu dowodzenia organizowanego przez CD.

2.4. DP-40 dla centrum dowodzenia /CD/ OPL PłSD WL 1 OPL A /F/

Obiekt przeznaczony jest do automatyzacji funkcji CD OPL PłSD WL 1 OPL frontu /armii/.

Obiekt DP-40 zapewnia:

- automatyzację odbioru z CRI danych dotyczących 64 tras obiektów powietrznych oraz selektywne ich zobrazowanie na monitorach i wskaźnikach wg wyboru;
- automatyzację wypracowania propozycji decyzji na zwalczanie celów powietrznych, a w tym:
  - rozdział celów na LM i OPL;
  - rozdział celów wydzielonych dla OPL na poszczególne podległe grupowania środków ogniowych wojsk OPL;
  - rozdział celów przydzielonych dla LM do zwalczania przez samoloty będące w poszczególnych strefach dyżurowania w powietrzu i na lotniskach, przydział PNWC;
- automatyzację przesyłania decyzji na zwalczanie celów powietrznych do realizacji po akceptacji jej przez nieinterwencję lub po dyktatywnej zmianie;
- automatyzację zbioru meldunków o położeniu, stanie działalności bojowej i gotowości bojowej podległych wojsk OPL oraz opracowywanie meldunków zbiorczych;
- automatyzację dwustronnej wymiany informacji z zautomatyzowanym podsystemem dowodzenia armią lotniczą;
- automatyzację przesyłania w dół oraz przyjmowania z góry sformalizowanych rozkazów, komend oraz sygnałów dowodzenia;
- możliwość prowadzenia autonomicznego treningu pracy bojowej załogi CD oraz treningu kompleksowego podsystemów rozpoznania i dowodzenia frontu /armii/;
- dokumentowanie wybranej informacji wprowadzanej w obiekcie lub przesyłanej kanałami transmisji danych.

2.5. DP-10R dla oddziałów i ZT rakiet plot oraz dla PłPD szefa L ZT, dowódcy prplot i dowódcy PNWC

Obiekt zabezpiecza potrzeby stanowiska dowodzenia brygady /pułku/ rakiet plot KRUG, KUB i OSA, a także umożliwia pracę bojową w wariancie, w którym w ogólnowojskowych ZT utworzony zostanie PłPD szefa L ZT, dowódcy prplot i dowódcy PNWC.

Obiekt DP-10R zapewnia:

- odbiór i zobrazowanie analogowej informacji radiolokacyjnej o sytuacji powietrznej z jednego odległościomierza oraz jednego wysokościomierza równocześnie;

- automatyzację zdejmowania, przetwarzania i zobrazowania danych dotyczących tras wybranych obiektów powietrznych;
- automatyzację "wystawiania" wysokościomierza do pomiaru wysokości;
- automatyzację przesyłania do nadrzędnego CRI danych dotyczących tras obiektów powietrznych śledzonych przez własne RLS z tem-  
wem aktualizacji danych po każdej korekcie współrzędnych lub cha-  
rakterystyki;
- odbiór drogą radiową informacji radiolokacyjnej z dwóch do-  
datkowych źródeł;
- odbiór z nadrzędnego szczebla dowodzenia informacji o sytuacji  
powietrznej oraz decyzji na zwalczanie celów;
- uogólnianie informacji radiolokacyjnej z różnych źródeł oraz  
śledzenie tras uogólnionych;
- zobrazowanie 32 tras uogólnionych;
- zobrazowanie elementów ugrupowania brygady /pułku/, linii roz-  
graniczenia i linii styczności wojsk, danych dotyczących uprzedza-  
nia o planowanych lotach samolotów własnych itp;
- automatyzację wypracowania propozycji decyzji na zwalczanie  
celów powietrznych przez podległe dywizjony /baterie/ ogniowe /do  
-9 adresatów/;
- automatyzację przesyłania do realizacji decyzji na zwalczanie  
celów, po akceptacji jej przez nieinterwencję lub po dyrektywnej  
mianie;
- automatyzację zbioru meldunków o położeniu, stanie, działal-  
ności bojowej i gotowości bojowej podległych pododdziałów;
- automatyzację przesyłania w dół oraz przyjmowania z góry sformu-  
lizowanych rozkazów, komend oraz sygnałów dowodzenia;
- automatyzację formowania oraz przesyłania w górę meldunków  
piorczych o położeniu, stanie i działalności bojowej oddziału  
ZT/;
- automatyzację zobrazowania danych dla dowódcy PNWC niezbęd-  
nych dla zabezpieczenia przelotów własnego lotnictwa przez strefy  
ognia rakiet plot oraz dla wspólnego zwalczania celów powietrznych;
- możliwość prowadzenia autonomicznego oraz kompleksowego tre-  
ningu pracy bojowej;
- możliwość dokumentowania wybranych informacji.

## 2.6. Wóz dowodzenia MP-22

Wóz jest zintegrowany w górę z systemem dowodzenia wojskami OPL (szczebli operacyjnych opartym o obiekty typu DP-40 oraz w dół z wozami dowodzenia DP-10R i ZWD-10 /w pułkach ogólnowojskowych/. Wóz łącznie z radiostacją zewnętrzną typu R-137 zabezpiecza potrzeby szefa OPL dywizji ogólnowojskowej.

Szef OPL ZT oraz pozostała część obsady bojowej realizują w MP-22 zadania dowodzenia taktyczno-ogniowego oraz kierowania ogniem.

Zadania dowodzenia taktyczno-ogniowego nie są automatyzowane. Ich rozwiązywanie jest jedynie wspomagane dostępem do dywizyjnej bazy danych dotyczących stanu, położenia i działalności bojowej nieprzyjaciela oraz wojsk własnych. Wypracowane decyzje oraz meldunki są wymieniane pomiędzy obiektami systemu z wykorzystaniem układowych środków radiowych i transmisji danych.

W zakresie kierowania ogniem w MP-22 realizuje się:

- odbiór informacji o sytuacji powietrznej z DP-40 i MP-25 oraz obrazowanie tej informacji na wskaźniku obserwacji okrężnej łącznie lub wg wyboru /bez uogólniania danych/;
- odbiór z CD OPL armii decyzji na zwalczanie celów powietrznych;
- kierowanie wykryciem i śledzeniem obiektów powietrznych oraz informowanie podległego oddziału i pododdziałów OPL o sytuacji powietrznej;
- utrzymanie niezbędnej liczby środków ogniowych w odpowiednich stanach gotowości bojowej;
- wspomaganie procesu decyzyjnego poprzez wypracowanie i przedstawienie szefowi OPL propozycji decyzji na zwalczanie celów powietrznych. Wspomaganie jest realizowane bez automatycznego sprzężenia zwrotnego dotyczącego działalności pododdziałów ogniowych o wskazanego celu;
- podejmowanie decyzji i stawianie zadań ogniowych;
- informowanie GDB o sytuacji powietrznej oraz o działalności o celu środków ogniowych wojsk OPL;
- odbiór z GDB informacji uprzedzania o planowanych lotach samolotów własnych;
- informowanie podległych SD i PD o planowanych i realizowanych lotach samolotów własnych;
- informowanie o celach powietrznych zwalczanych przez LM i inne środki OPL;

- przyjmowanie, wprowadzenie i przekazywanie zakazów i ograniczeń prowadzenia ognia;
- przyjmowanie z góry oraz przekazywanie w dół rozkazów, komend i sygnałów dowodzenia oraz innych danych niezbędnych w procesie podejmowania decyzji;
- odbiór meldunków o położeniu, stanie, gotowości bojowej i działalności bojowej oddziału i pododdziałów wojsk OPL oraz formowanie meldunków zbiorczych. Proces ten w przeciwieństwie do obiektów DP-40, DP-10R i ZWD-10 jest automatyzowany;
- analiza aktualnego zagrożenia z powietrza i ostrzeganie wojsk;
- prowadzenie magnetofonowej dokumentacji działań bojowych;
- prowadzenie treningów pracy bojowej w oparciu o imitowaną sytuację powietrzną;
- dowodzenie awaryjne w oparciu o informację o sytuacji powietrznej przekazywaną w kanałach fonicznych.

#### 2.7. Wóz dowodzenia MP-25

Wóz realizuje funkcje kabiny obróbki informacji radiolokacyjnej dla potrzeb PD OPL ZT.

Wóz MP-25 zapewnia:

- odbiór i zobrazowanie pierwotnej informacji o sytuacji powietrznej z jednego odległościomierza radiolokacyjnego;
- odbiór danych dotyczących pomiaru wysokości z jednego wysokościomierza radiolokacyjnego;
- odbiór /drogą radiową/ i zobrazowanie informacji o sytuacji powietrznej z jednego dowolnie wybranego dodatkowego źródła zewnętrznego w tym również w układzie odniesienia armii;
- śledzenie automatyczne 30 wybranych tras obiektów powietrznych;
- automatyczne i ręczne numerowanie tras;
- śledzenie półautomatyczne z ekstrapolacją trasy;
- śledzenie tras odbieranych ze źródła zewnętrznego;
- śledzenie ręczne 10 tras;
- rozsiewcze wydawania informacji o trasach śledzonych w układzie odniesienia ZT;
- przyjmowanie i wydawanie komend cyfrowych;
- imitację sytuacji powietrznej dla potrzeb kontroli funkcjonowania obiektu.

2.8. ZWD-10 dla szefów OPL pz /pcz/, dowódców baterii pz /pcz/,  
dowódców baterii rakiet plot OSA

Wóz zabezpiecza potrzeby punktu dowodzenia szefa OPL pz /pcz/  
oraz punktu dowódczo-obszewacyjnego dowódcy baterii plot oraz  
dowódcy baterii rakiet plot OSA.

ZWD-10 zapewnia:

- odbiór informacji o sytuacji powietrznej z nanięsięną decyzją  
na zwalczanie celów z nadrzędnego szczebla dowodzenia;
- odbiór drogę radiową informacji o sytuacji powietrznej z dwóch  
wolnie wybranych źródeł typu: DP-10, MP-25, NUR-21 i DP-10R;
- uogólnienie informacji radiolokacyjnej z różnych źródeł oraz  
ledzenie tras uogólnionych;
- zobrazowanie do 20 tras uogólnionych;
- zobrazowanie elementów ugrupowania podległych pododdziałów  
wozów bojowych/, a także linii rozgraniczenia, linii styczności  
ojek, danych dotyczących uprzedzenia o planowanych lotach samo-  
otów własnych itp.;
- automatyzację wypracowania propozycji decyzji na zwalczanie  
elów powietrznych przez podległe pododdziały /wozy bojowe/ - do  
adresatów;
- automatyczne przesyłanie do realizacji decyzji na zwalczanie  
elów powietrznych, po akceptacji jej przez nieinterwencję lub po  
rektywnej zmianie;
- przyjmowanie z góry sformalizowanych komend oraz sygnałów do-  
dzenia;
- przesyłanie w górę meldunków o położeniu, stanie i działal-  
ści bojowej wojsk;
- możliwość uczestniczenia w kompleksowych treningach pracy  
jowej;
- możliwość dokumentowania wybranych informacji.

## 2.9. Terminal nadawczo-odbiorczy

Terminal ma budowę uniwersalną tzn. może służyć do zwięzania in-  
formacyjnego ZWD-10 z wozami bojowymi środków ogniowych różnego ty-  
. Zestaw terminala jest zminiaturyzowany, bryzgo i pyłoszczelny,  
pełnia 15 grupę wymagań określonych dla specjalnych urządzeń te-  
niki wojskowej.

W skład terminala wchodzi:

- radiostacja R-123;
- blok modemów i zasilania;
- blok mikroprocesora z klawiaturą oraz zespołem zobrazowania.

Terminal umożliwia:

a/ równoczesny odbiór i zobrazowanie danych dotyczących dwóch obiektów powietrznych z tempem ich aktualizacji: z przesłania - co 10 s, oraz z ekstrapolacji lokalnej co 1 s. Dane te zawierają:

- nr obiektu powietrznego;
- przynależność;
- współrzędne biegunowe przeliczone na miejsce stania środka ogniowego;
- wysokość;
- kolejność lub zakaz zwalczania;
- czas dolotu do strefy startu;

b/ odbiór informacji nakazującej przełączenie radiostacji na ton;

c/ redagowanie i przesyłanie do ZWD-10 meldunków dotyczących działalności bojowej do wskazanego celu, a także danych o celach wykrytych i zwalczanych przez środek ogniowy.

Jeden ZWD-10 może współpracować w jednej sieci radiowej z 6 terminalami. Wersja terminala opracowywana dla SSWN KUB umożliwi wejście ze wskazaniami bezpośrednio w napędy anten stacji śledzenia celu.

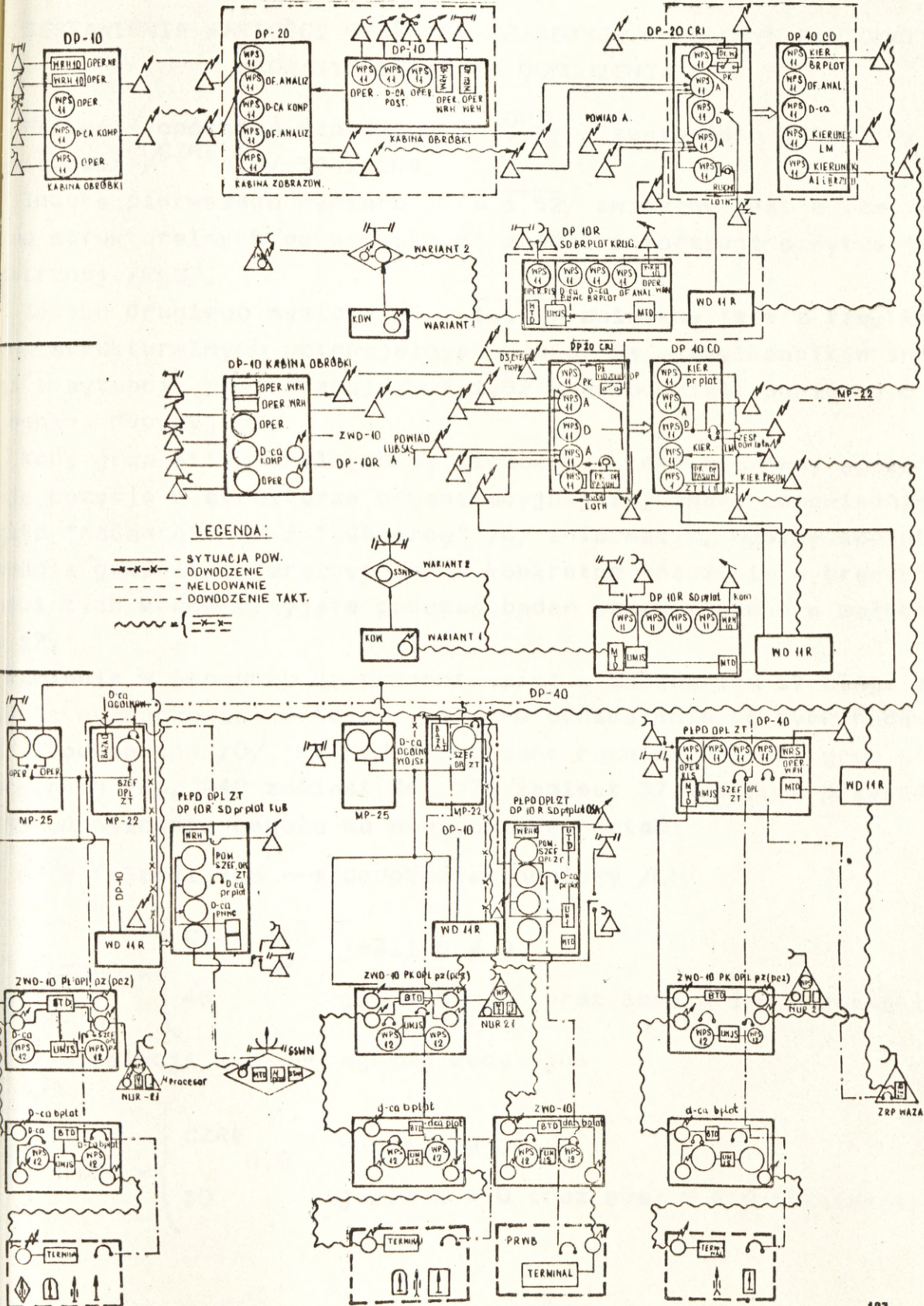
### 3. Praca systemu w warunkach awaryjnych

Dla zapewnienia niezawodnej pracy systemu wszystkie obiekty typu DP wyposażono w dwie pokładowe EMC, z których jedna może przejąć całość lub część funkcji drugiej. Niezawodność systemu zwiększa ponadto daleko posunięta unifikacja rozwiązań technicznych co umożliwia przejmowanie przez jeden obiekt funkcji drugiego, po zmianie kasety z oprogramowaniem użytkowym. Całkowita zamienność istnieje między:

- DP-20 i DP-40;
- DP-10 i DP-10R;
- ZWD-10 dla baterii OSA i ZWD-10 dla szefa OPL pz /pcz/.

Dodatkowo wszystkie obiekty i wozy dowodzenia wyposażone są w lanszet do pracy w systemie awaryjnym. Telekodowy obieg informacji o sytuacji powietrznej jest dublowany obiegiem fonicznym, w którym meldunki są kodowane wg siatki OP-61.

SCHEMAT OBIEGU INFORMACJI W PZSD



## ZESTAWIENIE WARTOŚCI OPÓŹNIEŃ CZASOWYCH W POŁOWYM ZAUTOMATYZOWANYM SYSTEMIE DOWODZENIA

Wartości opóźnień czasowych  $\Delta T_{9,92}^{OPI}$  zestawiono w tablicy dwuwymiarowej /CZRE<sub>N,0</sub>/ 52 x 104.

Indeks pierwszego wymiaru /N = 1,52/ związany jest z tzw. kodami grup strukturalnych potencjalnych źródeł informacji o sytuacji powietrznej /RLS/.

Indeks drugiego wymiaru /O = 1,104/ związany jest z tzw. kodami grup strukturalnych potencjalnych odbiorców - użytkowników informacji o sytuacji powietrznej /O = 1,52 - pododdziały ogniowe; O = 53,104 ogniwa decyzyjne/.

Kody grup strukturalnych są liczbami, które w umowny sposób opisują pozycje w strukturze organizacyjnej zajmowane odpowiednio przez "nadawcę" /N/ i "odbiorcę" /O/ informacji. Ogólny sposób kodowania grup strukturalnych oraz konkretne znaczenia wybranych wartości tych kodów przyjęte podczas badań przedstawiono w załączniku 17.

Zmianie w stosunku do prezentowanej w załączniku 17 ulega tylko reguła wyznaczania wartości  $\Delta T_{N,0}^{OPI}$  w odniesieniu do tych nadawców /i odbiorców /O/, którym przypisano rozwinięte kody grup strukturalnych /np. 240 zamiast 24, 370 zamiast 37 itp./.. W przypadku SD odpowiednia reguła ma następującą postać:

a/ w relacji RLS  $\rightarrow$  pododdział ogniowy /LM/

$$TOPO = \begin{cases} CZRE_{N,0} & \text{jeśli } N \neq 0 \\ 45 & \text{jeśli } N = 0 \text{ oraz oba: } N \text{ i } O - \text{rozwinęte} \end{cases}$$

b/ w relacji RLS  $\rightarrow$  ogniwo decyzyjne

$$TOPO = \begin{cases} CZRE_{N,0} & \text{jeśli } N \neq 0 \\ 30 & \text{jeśli } N = 0 \text{ oraz oba: } N \text{ i } O \text{ rozwinięte} \end{cases}$$

PODANYCZY REKORD SKŁADA SIĘ Z 52 LICZB, ZAMIERA WARTOŚCI CZYRE DOTYCZĄCE PRZEPLYWU  
 INFORMACJI MIĘDZY RÓŻNYMI NADAJCAMI / N=1,52/ A OKREŚLONYM ODBIORCĄ WSKAZANYM PRZEZ  
 NUMER REKORDU 0/0 = 1,104/

	M=1	M=2	M=3	M=4	M=5	M=6	M=7	M=8	M=9	M=10
D=1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
D=2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
D=3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
D=4	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
D=5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
D=6	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
D=7	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
D=8	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
D=9	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

WPIŚCZYNIAJĄCE POLECENIA  
 WPIŚCZYNIAJĄCE TABELI  
 ZAWARTOŚĆ TABELI: CZYRE

















WARTOŚCI WSKAŹNIKÓW  $S^{STRZ}$ ,  $S^T$ ,  $S^R$  DLA WARIANTÓW ROZWIĄZAŃ SYSTEMOWYCH 1-5 WYZNACZONE W POSZCZEGÓLNYCH GRUPACH PODODZIAŁÓW OGNIOWYCH / $u = 1,16$ / W PRZYPADKACH A, B, C

Wartości wskaźników przedstawiono w formie graficznej na schematach. Wzdłuż osi OY opisano skale wartości poszczególnych wskaźników, zapisując jednocześnie przy tej osi symbol wskaźnika, którego wartości zobrazowane są na diagramie<sup>x/</sup>. Wzdłuż osi OX rozwinięto wyniki rezultatów w ten sposób, że w jednej grupie prezentowane są wartości wskaźnika uzyskane w kolejnych eksperymentach dotyczących tego samego wariantu rozwiązania. Numery wariantów rozwiązań zaznaczono na osi OX /1,2,3,4,5,6 i 7<sup>xx/</sup> - patrz opis w podrozdziale IV.4/. Poszczególne schematy zawierają rezultaty uzyskane w procesie symulacji, zróżnicowane zarówno ze względu na wyróżnione przydatki sytuacji bojowych /A, B, C, A<sup>0,5</sup>, A<sup>0,6xxx/</sup> - patrz opis w podrozdziale IV.4/, jak i grupy pododdziałów ogniowych / $u=1,16$ /, w któ-

- x/  $S^{STRZ}$  - ilość strzelań wykonanych do ŚNP nieprzyjaciela;  
 $S^T$  - wartość oczekiwana ilości zniszczonych ŚNP wyznaczona jako suma prawdopodobieństw zniszczenia podczas wszystkich strzelań;  
 $S^R$  - ilość zniszczonych ŚNP;

Szczegółowe opisy sposobu definiowania i pomiaru tych wskaźników umieszczono w podrozdziale IV.4.

xx/ W podrozdziale IV.4 zamieszczono pełny opis badanych wariantów rozwiązań. Dla ułatwienia przy analizie schematów warto przytoczyć ich skrótowy, mnemotechniczny zapis:

- |   |                                 |
|---|---------------------------------|
| 1 - decentralizacja                           | } system planszeto-<br>foniczny |
| 2 - max. centralizacja                        |                                 |
| 3 - decentralizacja                           | } system<br>zautomatyzowany     |
| 4 - max. centralizacja                        |                                 |
| 5 - kierow. co najwyżej ze szczebla SD ZT OPL |                                 |
| 6 - decentralizacja                           |                                 |
| 7 - max. centralizacja                        | } opóźnień czasowych            |

xx/ Pełny opis tych przypadków podano w podrozdziale IV.4. Dla łatwiejszej analizy schematów warto przytoczyć ich skrótowy, mnemotechniczny zapis

- |  |  |
|--|--|
| A - średni wpływ zakłóceń na możliw. bojowe KC                                   | } prawdopodobieństwo zaistnienia oddziaływania zakłócającego 0,9 |
| B - silny wpływ zakłóceń na możliw. bojowe KC                                    |  |
| C - przypadek pośredni między A i B  |  |
| A <sup>0,5</sup> - prawdopodob. zaistnienia oddziaływ. zakłócającego na KC - 0,5 | } średni wpływ zakłóć. na możliw. boj. KC /jak w przyp. A/       |
| A <sup>0,6</sup> - prawdopodob. zaistnienia oddziaływ. zakłócającego na KC - 0,6 |  |

ch były wyznaczone. Jak wiadomo wyróżniono 16 następujących grup pododdziałów ogniowych /patrz podrozdział IV.4/:

- 1 pododdziały KRUG w 66 BRPlot /frontowa BRPlot/;
- 2 pododdziały KRUG w 4 prplot /korpuśny prplot 4 KA/NAL//;
- 3 pododdziały KUB w 60 prplot /armijny prplot 6 A/;
- 4 pododdziały KUB w 80 prplot /dywizyjny prplot 25 DPanc 6A/;
- 5 pododdziały KUB w 74 prplot /armijny prplot 7 A/;
- 6 pododdziały OSA w 71,88 i 129 prplot /dywizyjne prplot 6 A/;
- 7 pododdziały OSA w 72,90,133 prplot /dywizyjne prplot 7 A/;
- 8 pododdziały S-60 w 10 paplot /dywizyjny paplot 10 DPanc 7 A/;
- 9 pododdziały S-1 w 6 A;
- 10 pododdziały S-1 w 7 A;
- 11 pododdziały S-2 w 6 A;
- 12 pododdziały S-2 w 7 A;
- 13 pododdziały ZSU-23-4 w 6 A;
- 14 pododdziały ZSU-23-4 w 7 A;
- 15 pododdziały ZU-23-2 w 6 A;
- 16 pododdziały ZU-23-2 w 7 A.

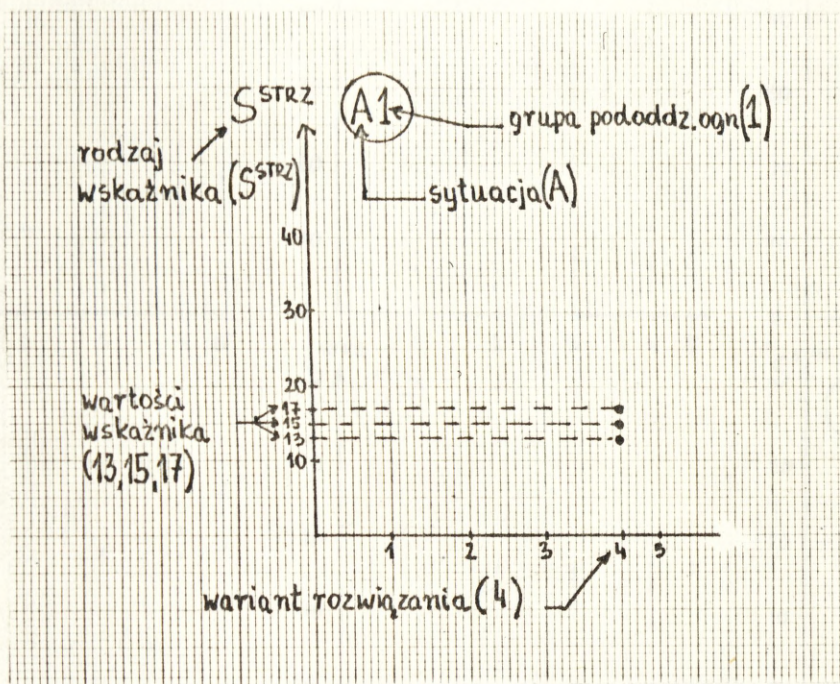
Poszczególne schematy opisano specjalnymi oznaczeniami typu LC, gdzie:

- L - symbol wyróżnianego przypadku sytuacji bojowej, z którym związane są prezentowane na schemacie rezultaty /L = A, B, C,  $A^{0,5}$  lub  $A^{0,6}$ /;
- C - cyfra oznaczająca numer grupy pododdziałów ogniowych, w której uzyskano wartości wskaźników prezentowane na schemacie /c = 1, 2, ..., 16/;

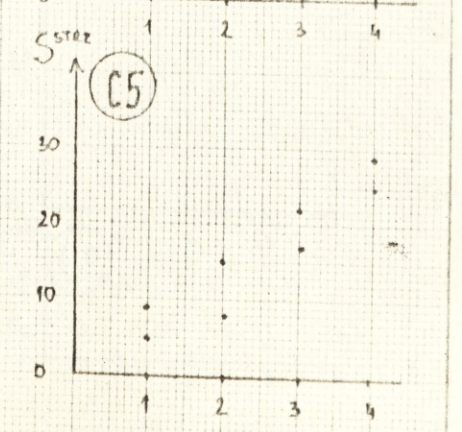
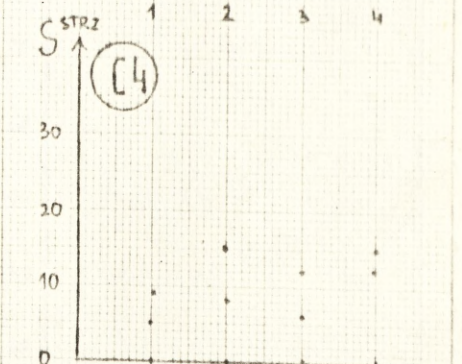
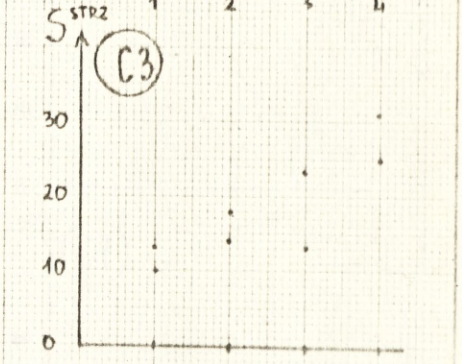
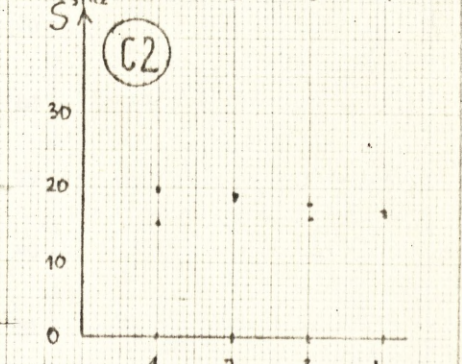
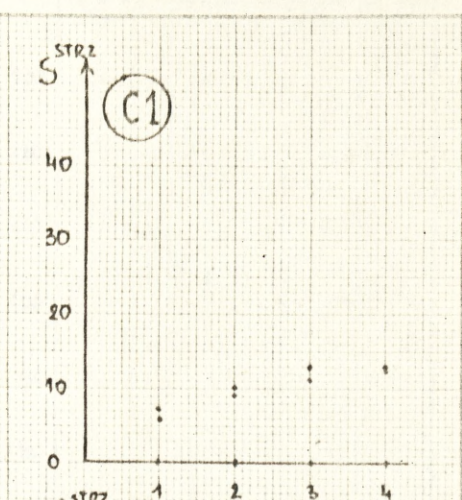
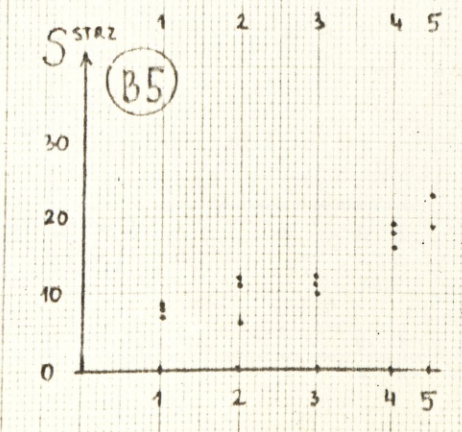
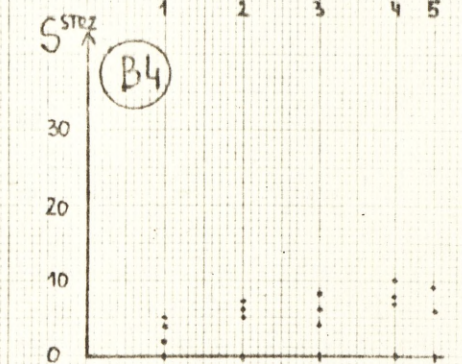
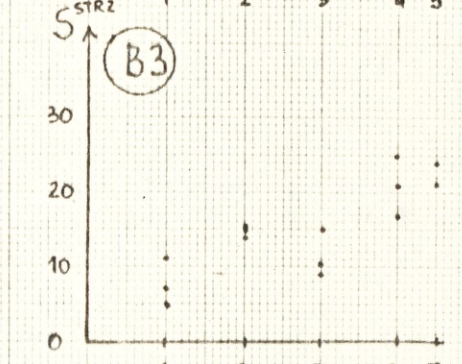
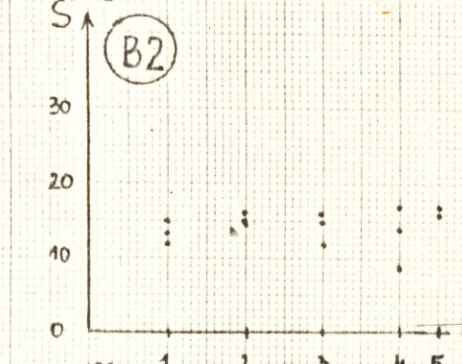
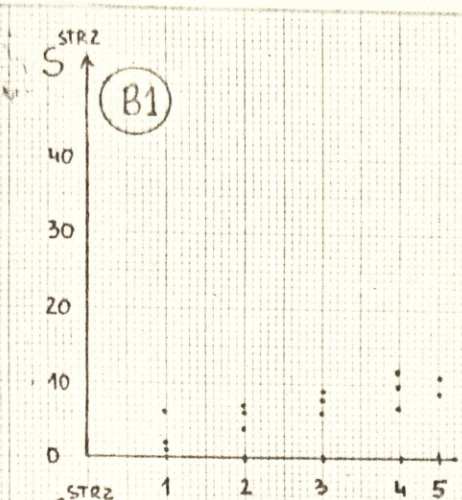
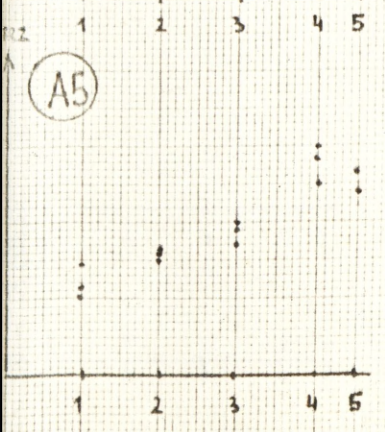
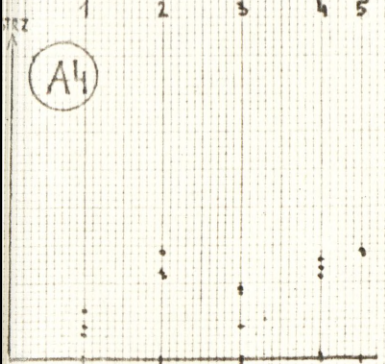
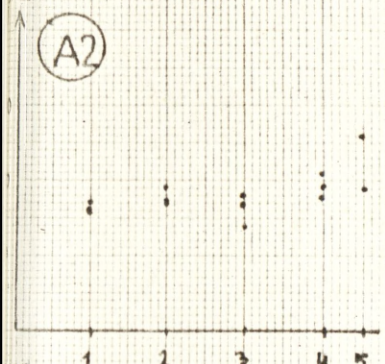
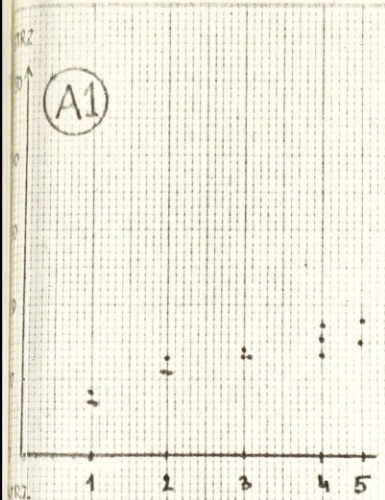
Przykładowo:

- 1 - oznacza, że na danym schemacie umieszczono wyniki dotyczące grupy u=1 /tj. pododdziałów KRUG w 66 BRPlot/ w przypadku sytuacji bojowej oznaczonej symbolem A.
- 7 - oznacza, że na danym schemacie umieszczono wartości wskaźnika dotyczące grupy u=7 /tj. pododdziałów OSA w 72,90 i 133 prplot/ w przypadku sytuacji bojowej oznaczonej symbolem C.

Na poniższym schemacie w postaci kropek prezentowane są trzy 13, 15, 17/, uzyskane w kolejnych eksperymentach wartości wskaźnika STRZ. Wartości te dotyczą 1-szej grupy pododdziałów ogniowych, w przypadku gdy zastosowano wariant rozwiązania nr 4 w sytuacji A.



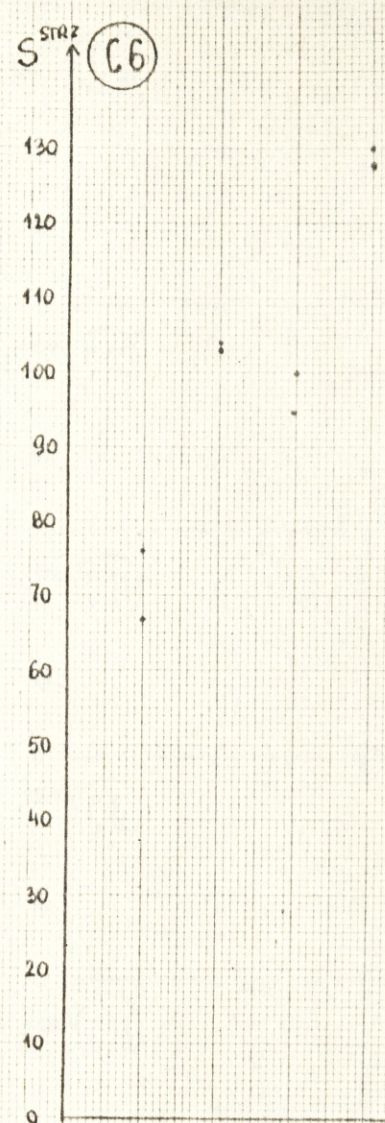
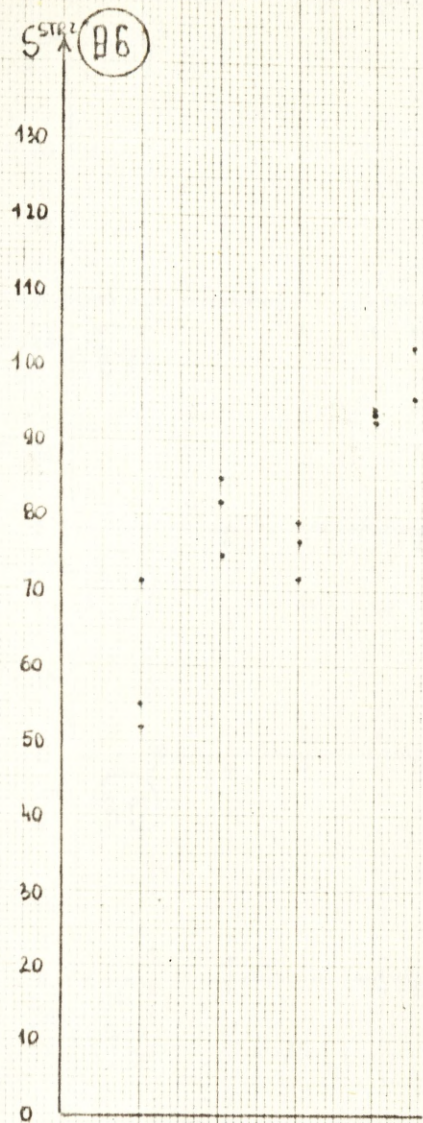
Rys. 21.1.



A6

B6

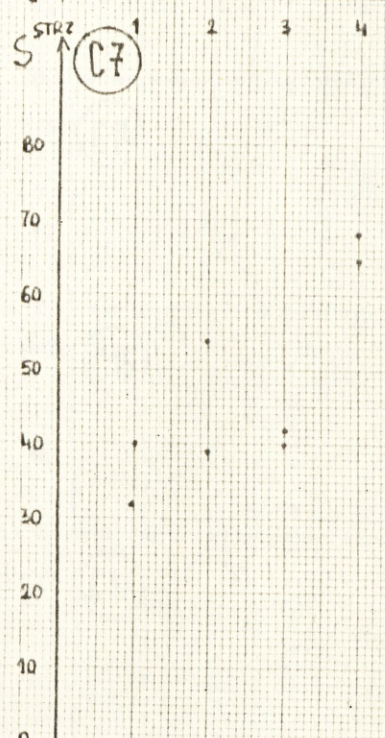
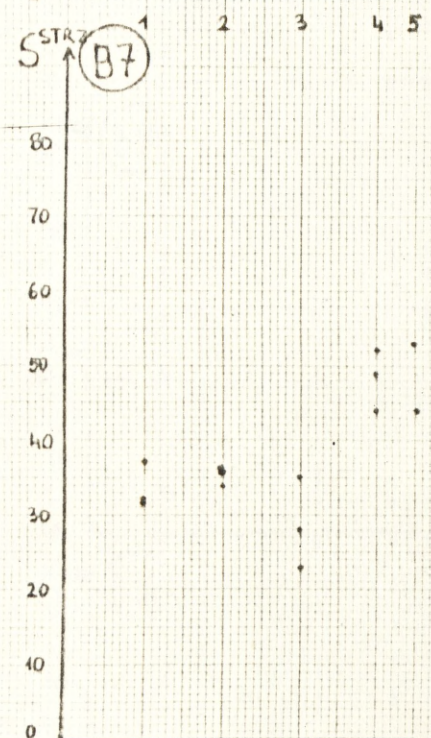
C6



A7

B7

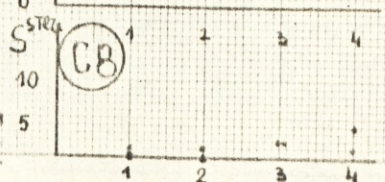
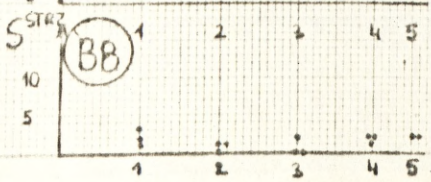
C7



B

B8

C8



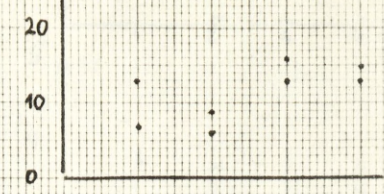
A9



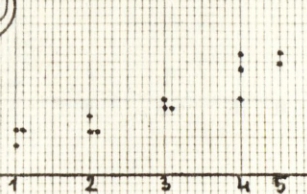
B9



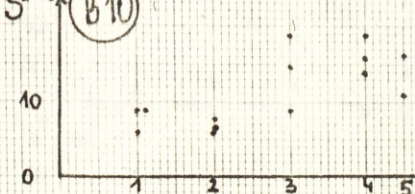
C9



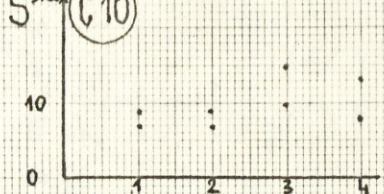
A10



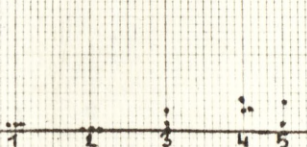
B10



C10



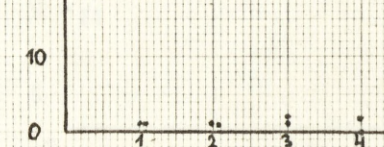
A11



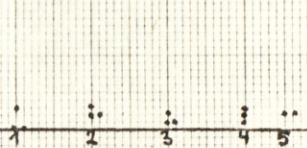
B11



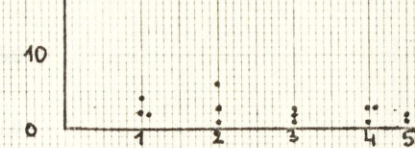
C11



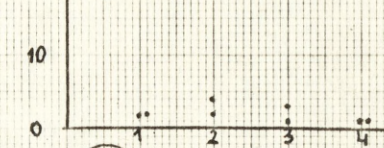
A12



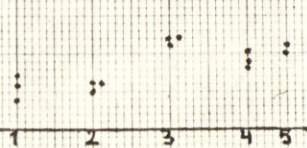
B12



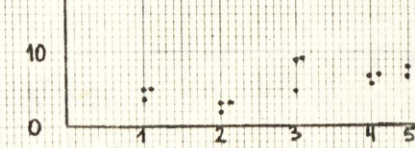
C12



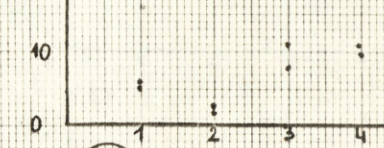
A13



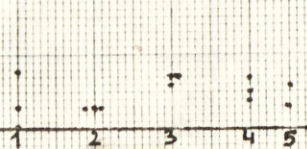
B13



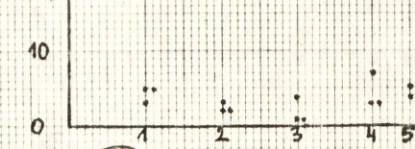
C13



A14



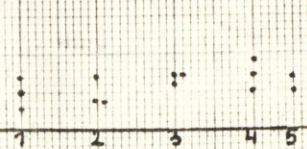
B14



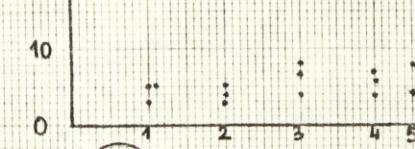
C14



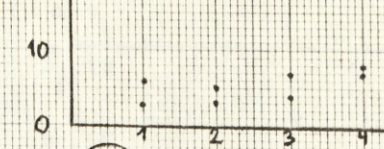
A15



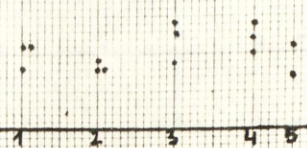
B15



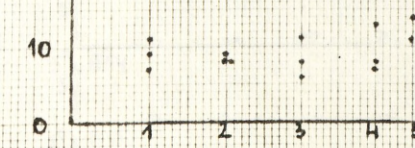
C15



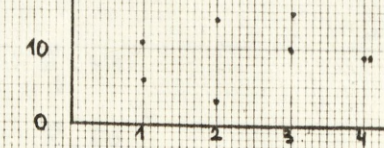
A16

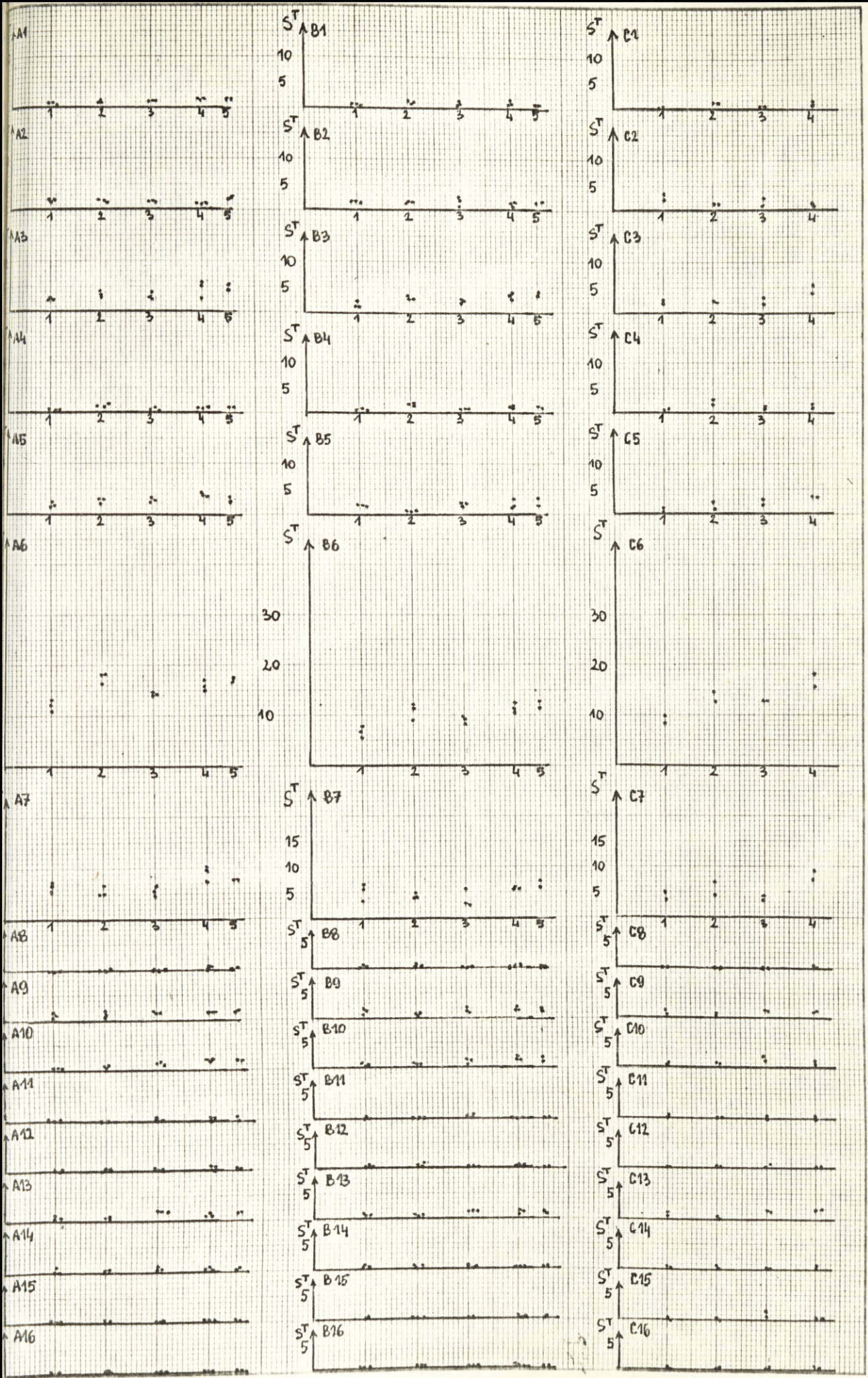


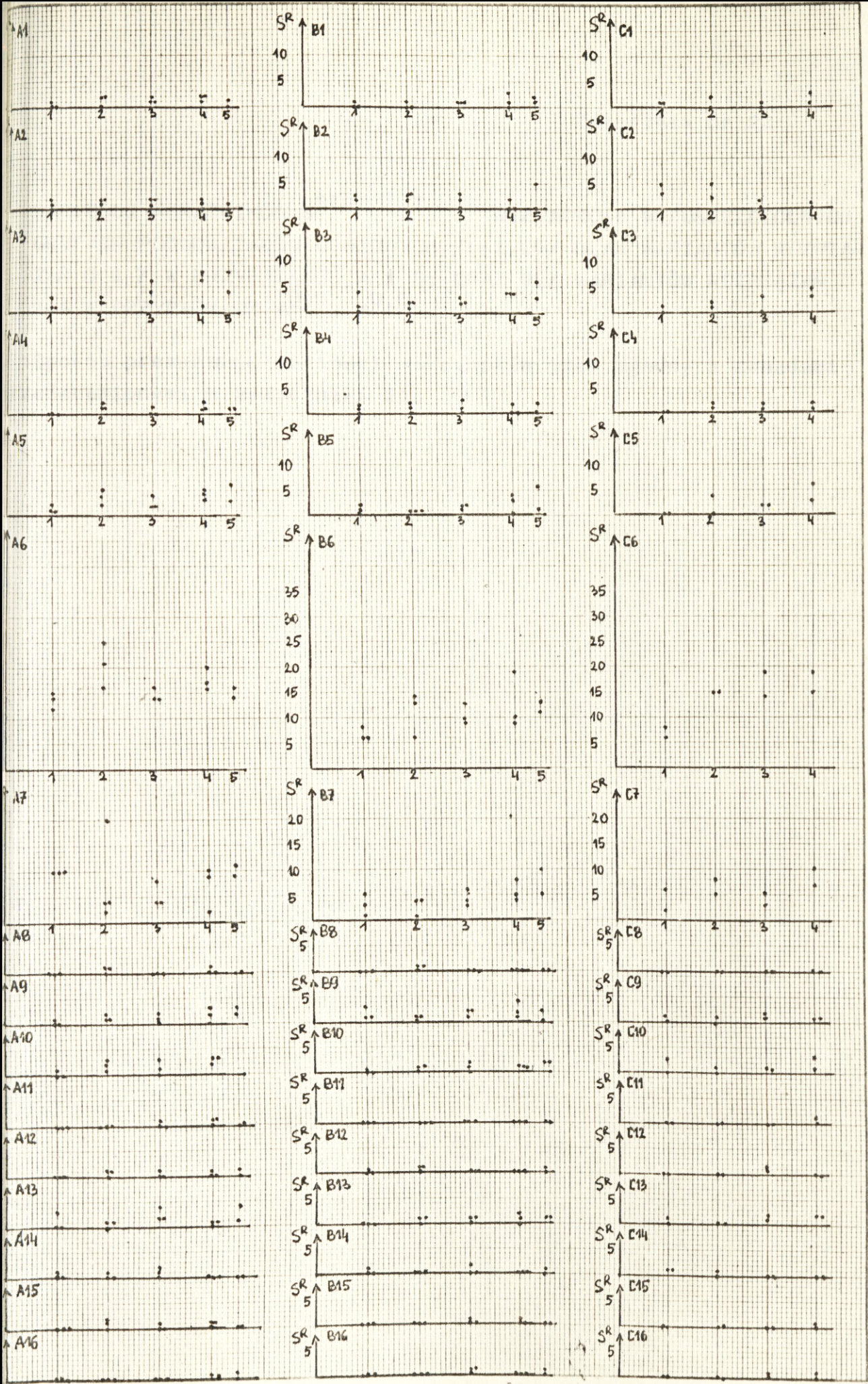
B16



C16

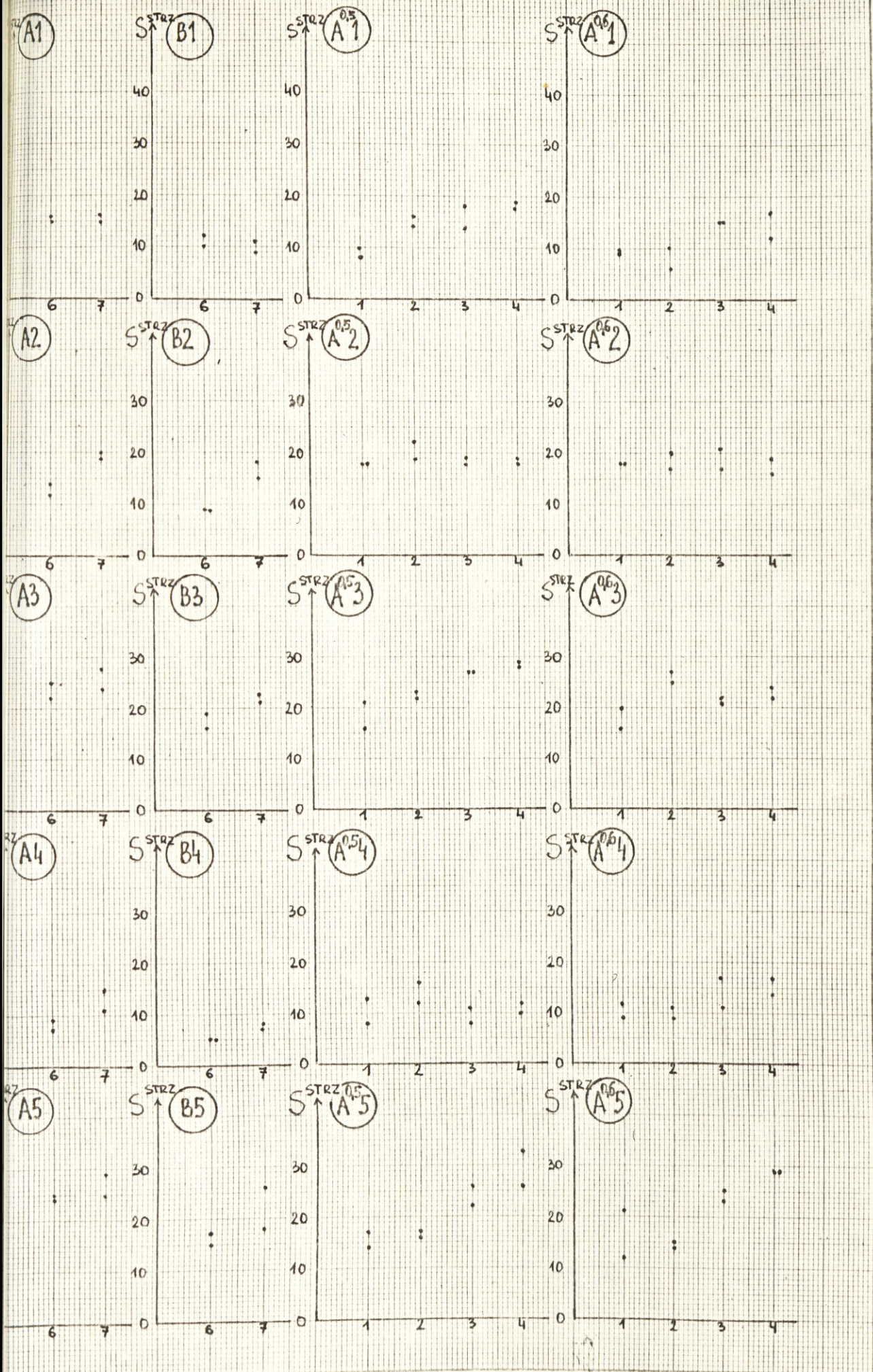


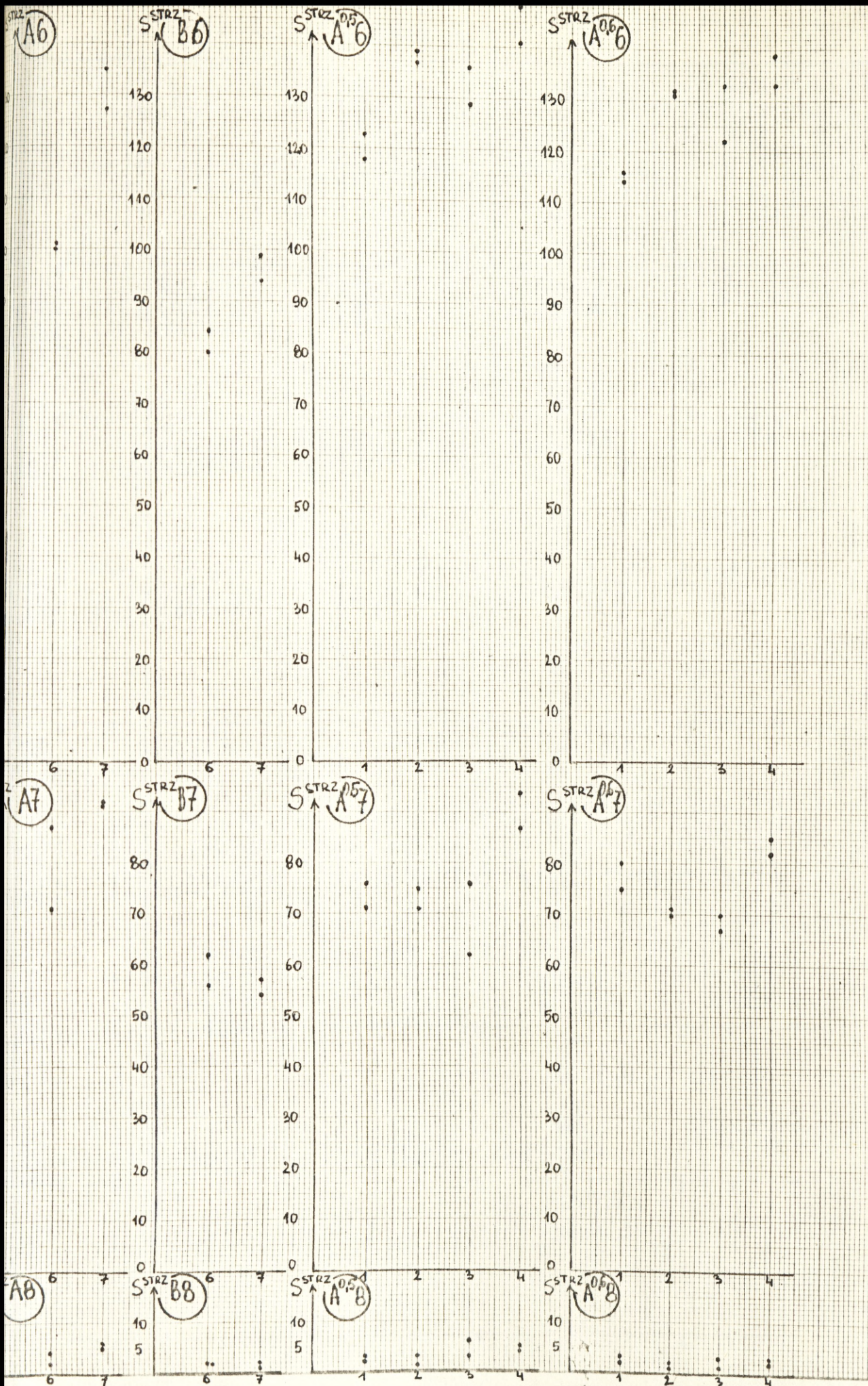


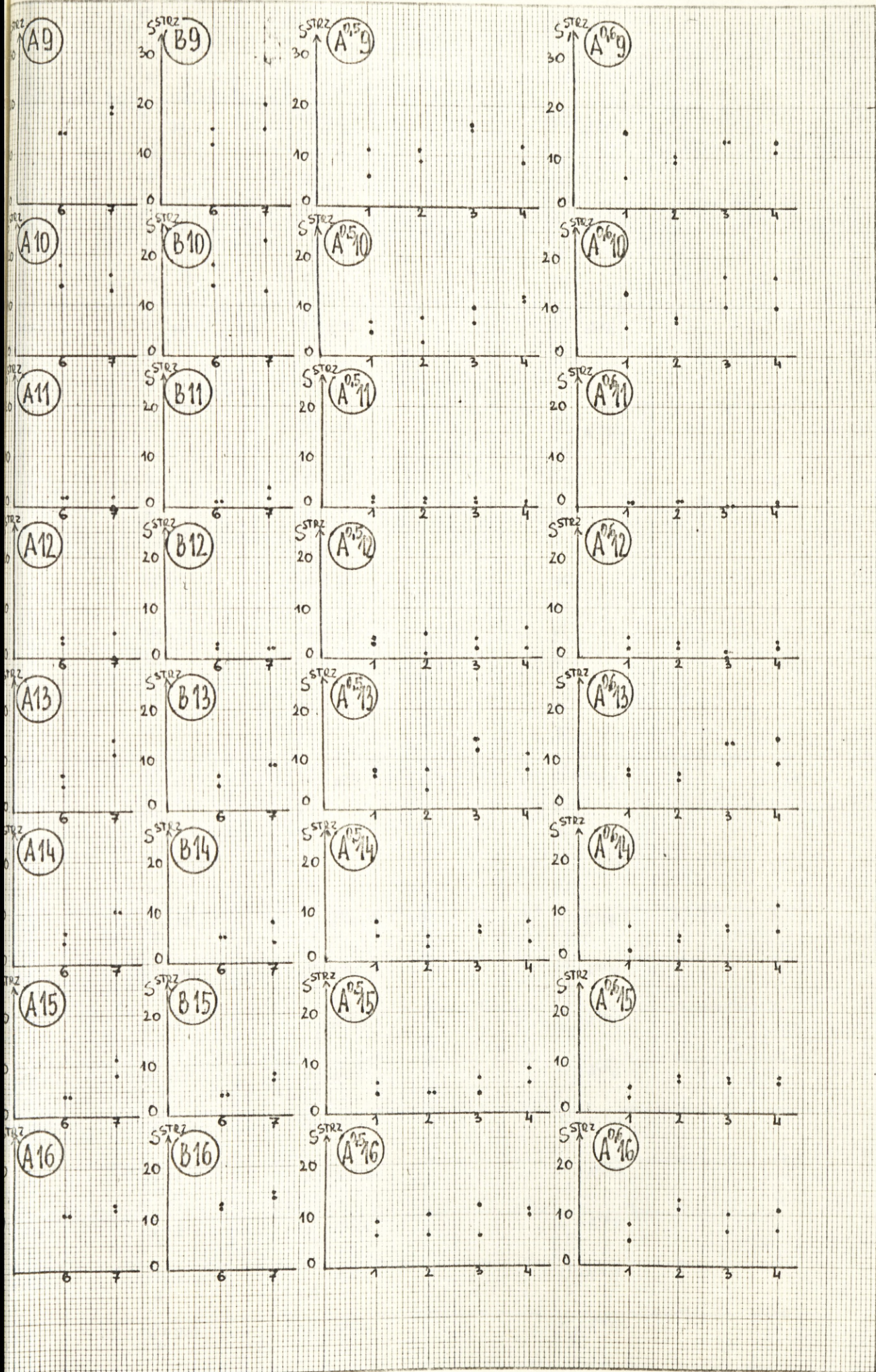


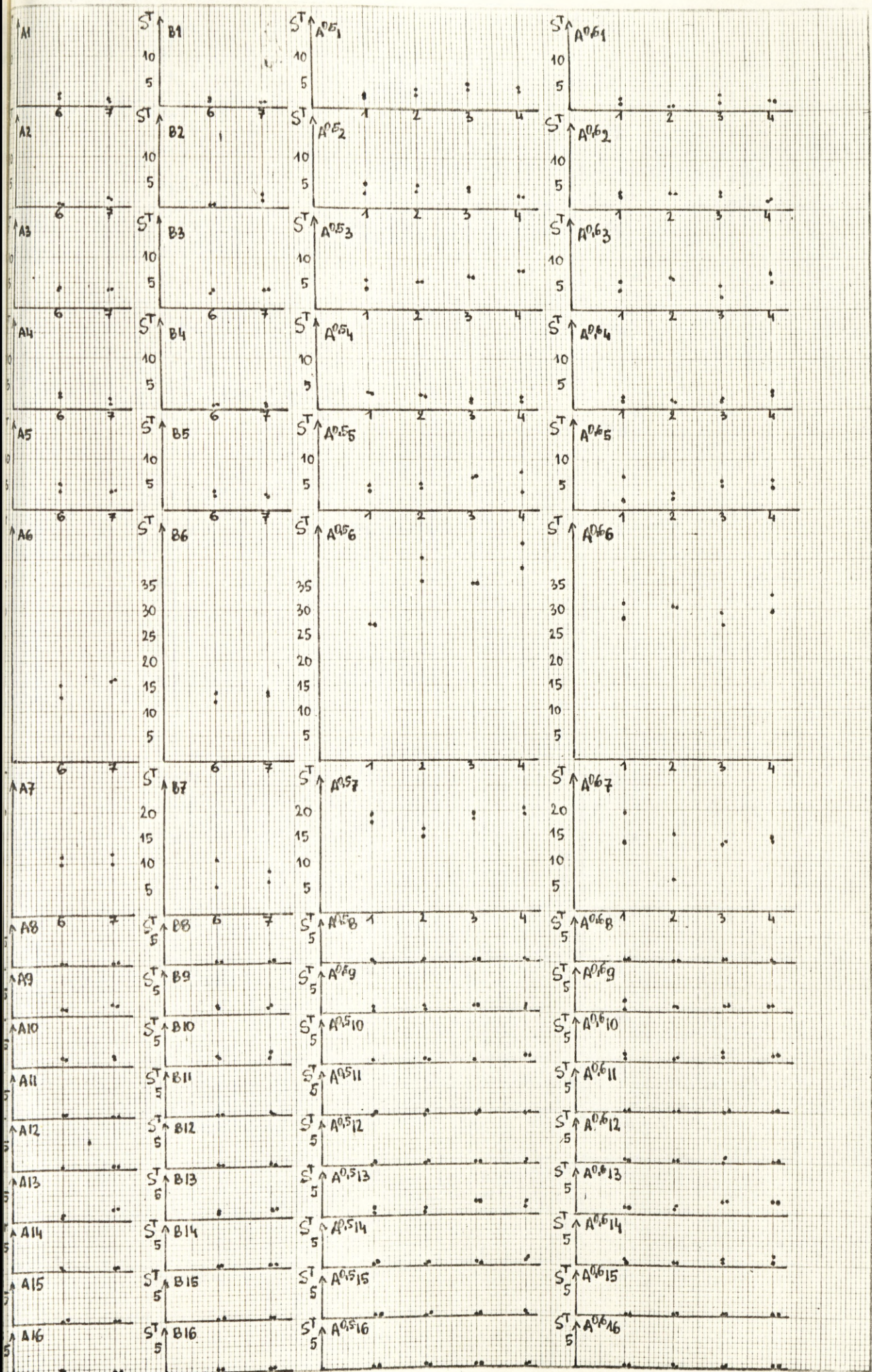
WARTOŚCI WSKAŹNIKÓW  $S^{STRZ}$ ,  $S^T$ ,  $S^R$  WYZNACZONE W POSZCZEGÓLNYCH GRUPACH PODODZIAŁÓW OGNIOWYCH / $u=1,16$ / DLA: WARIANTÓW ROZWIĄZAŃ 5 i 7 W PRZYPADKACH A i B; ORAZ DLA WARIANTÓW ROZWIĄZAŃ 1-4 W PRZYPADKACH  $A^{0,5}$ ,  $A^{0,6}$

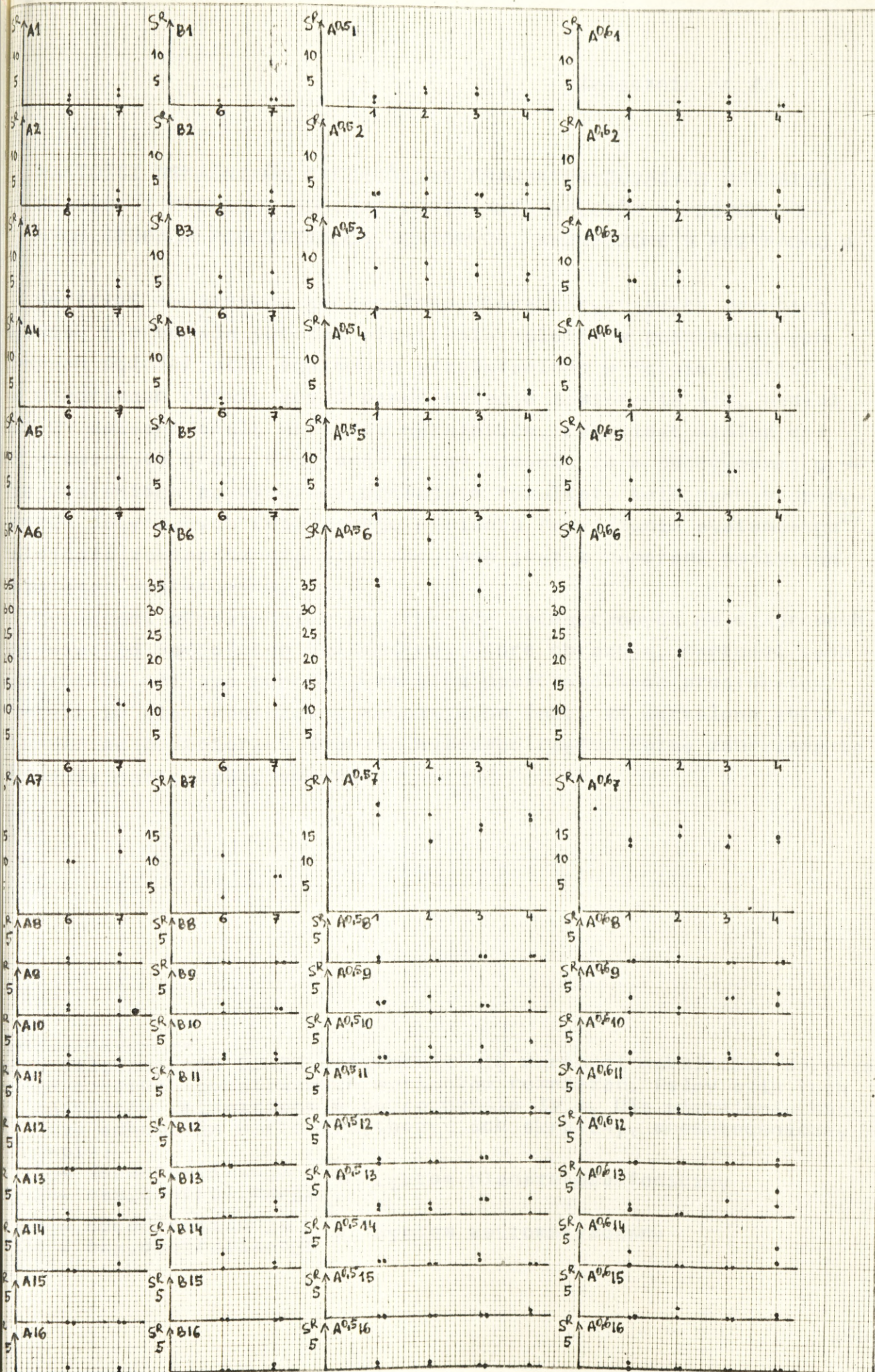
Sposób prezentacji wartości wskaźników jest zgodny z zasadami przedstawionymi w załączniku 21.











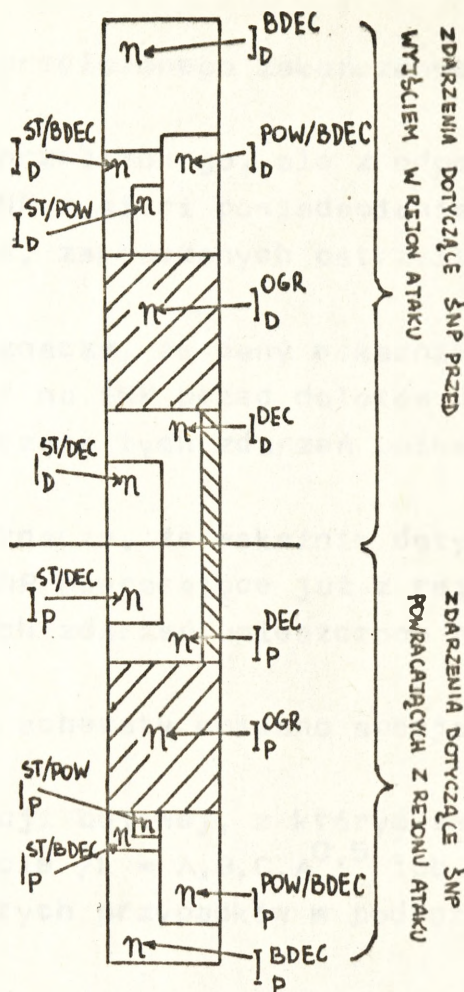
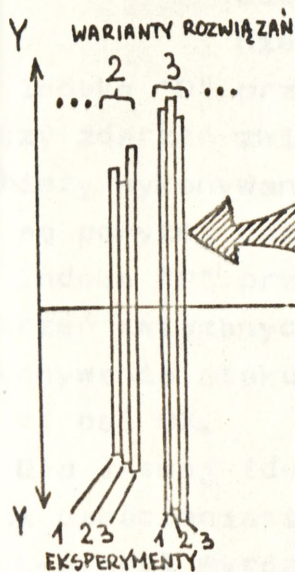
WARTOŚCI WSKAŹNIKÓW SZCZEGÓŁOWO CHARAKTERYZUJĄCYCH PRZEBIEG ZJAWISK I PROCESÓW PODCZAS ODPIERANIA NALOTÓW W POSZCZEGÓLNYCH GRUPACH PODODDZIAŁÓW OGNIOWYCH, WYZNACZONE W PRZYPADKU A

Wartości wskaźników szczegółowo charakteryzujących przebieg zjawisk i procesów podczas odpiierania nalotów w poszczególnych grupach pododdziałów ogniowych przedstawiono w formie graficznej, na diagramach obrazujących pewne relacje zawierania się. Wzdłuż osi OY opisano skalę wartości wskaźników, natomiast wzdłuż osi OX rozwinięto grupy diagramów w ten sposób, że w pojedynczej grupie zestawione są diagramy opisujące rezultaty kolejnych eksperymentów dotyczących tego samego wariantu rozwiązania systemowego<sup>x/</sup>. Kolejność zamieszczania grup związana jest z numerami wariantów rozwiązań systemowych.

Wysokości odpowiednich prostokątów umieszczonych na diagramach odpowiadają wartościom wskaźników, które obrazują. Wartości tych wskaźników wpisano ponadto wewnątrz poszczególnych prostokątów. Zawieranie się prostokątów wskazuje na fakt, że określone zbiory zdarzeń są podzbiorami zdarzeń wyższego rzędu. Formę zobrazowania objaśnia następujący schemat:

-----  
 / W załącznikach 23-27 prezentuje się wartości wskaźników dotyczące czterech podstawowych wariantów rozwiązań. Pełny opis tych wariantów umieszczono w podrozdziale IV.4. Dla ułatwienia analizy schematów warto przytoczyć ich skrótowy, mnemotechniczny zapis:

- |                        |   |                           |
|------------------------|---|---------------------------|
| 1 - decentralizacja    | } | system planszeto-foniczny |
| 2 - max. centralizacja |   |                           |
| 3 - decentralizacja    | } | system zautomatyzowany    |
| 4 - max. centralizacja |   |                           |



Symbole używane na schemacie opisano w podrozdziale IV.4.

W tym miejscu dla ułatwienia interpretacji prezentowanych schematów warto przytoczyć ich zapis w skróconej, mnemotechnicznej postaci:

- $I_{DEC}^{DEC}$  - ilość zdarzeń<sup>x</sup>/ z decyzją przydziału danego celu od przełożonego;
- $I_{ST/DEC}^{ST/DEC}$  - ilość zdarzeń z decyzją przydziału od przełożonego zakończonych ostrzeliwaniem ŚNP;
- $I_{OGR}^{OGR}$  - ilość zdarzeń, w których zwalczanie celu nie było możliwe ze względu na kolizję z koniecznością zwalczania innego celu przydzielonego przez przełożonego;
- $I_{BDEC}^{BDEC}$  - ilość zdarzeń bez decyzji przełożonego dotyczącej danego celu;
- $I_{POW/BDEC}^{POW/BDEC}$  - ilość zdarzeń bez decyzji przełożonego, w których dane o celu z sieci powiadamiania, ostrzeżenia lub wskazywania dostępne były przed rubieżą ostatecznego postawienia zadania;

<sup>x</sup> Mowa o zdarzeniach elementarnych typu "wejście ŚNP w strefę ognia pododdziału ogniowego".

- I<sup>ST</sup>/BDEC - ilość zdarzeń bez decyzji przełożonego zakończonych ostrzeliwaniem ŚNP;
- I<sup>ST</sup>/POW - ilość zdarzeń bez decyzji przełożonego, ale z odpowiednią wczesną informacją o ŚNP z sieci powiadamiania, ostrzegania lub wskazywania, zakończonych ostrzeliwaniem ŚNP.

Indeks "D" przy odpowiednim symbolu oznacza, że dany wskaźnik dotyczy zdarzeń związanych z oddziaływaniem na ŚNP przed dolotem do rubieży wykonywania ataku. Diagramy dotyczące tych zdarzeń umieszczone są powyżej osi OX.

Indeks "P" przy odpowiednim symbolu oznacza, że wskaźnik dotyczy zdarzeń związanych z oddziaływaniem na ŚNP powracające już z rejonu wykonywania ataku. Diagramy dotyczące tych zdarzeń umieszczono poniżej osi OX.

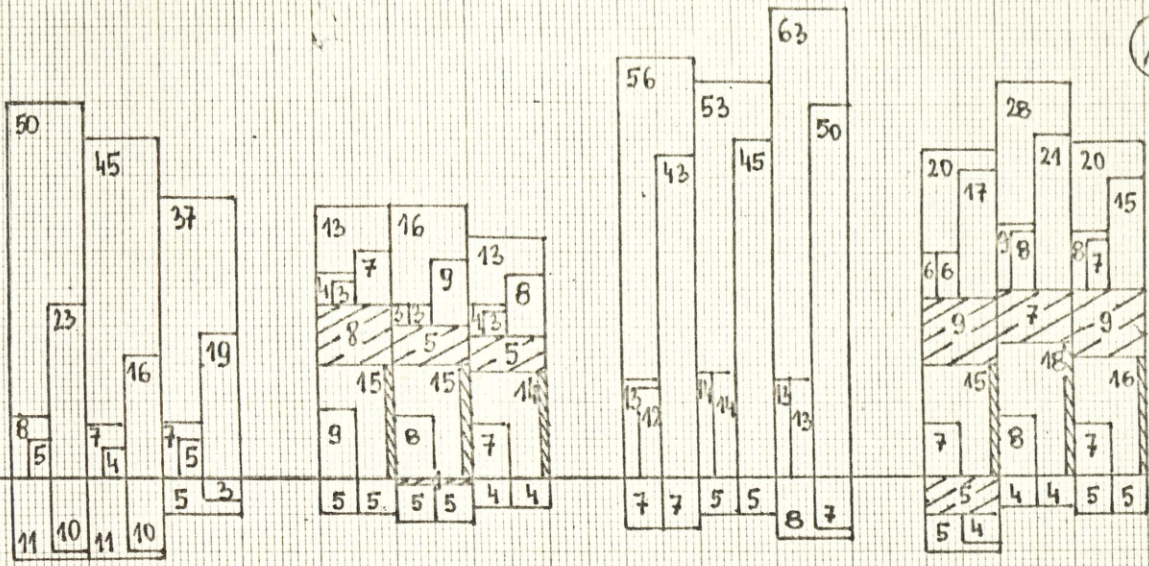
Dla łatwej identyfikacji poszczególne schematy opisano specjalnymi oznaczeniami typu: „LC”, gdzie

L-symbol wyróżnionego przypadku sytuacji bojowej, z którym związane są dane prezentowane na schemacie /L = A, B, C, A<sup>0,5</sup> lub A<sup>0,6</sup>; interpretacja symboli i opis tych przypadków w podrozdziale IV.4/;

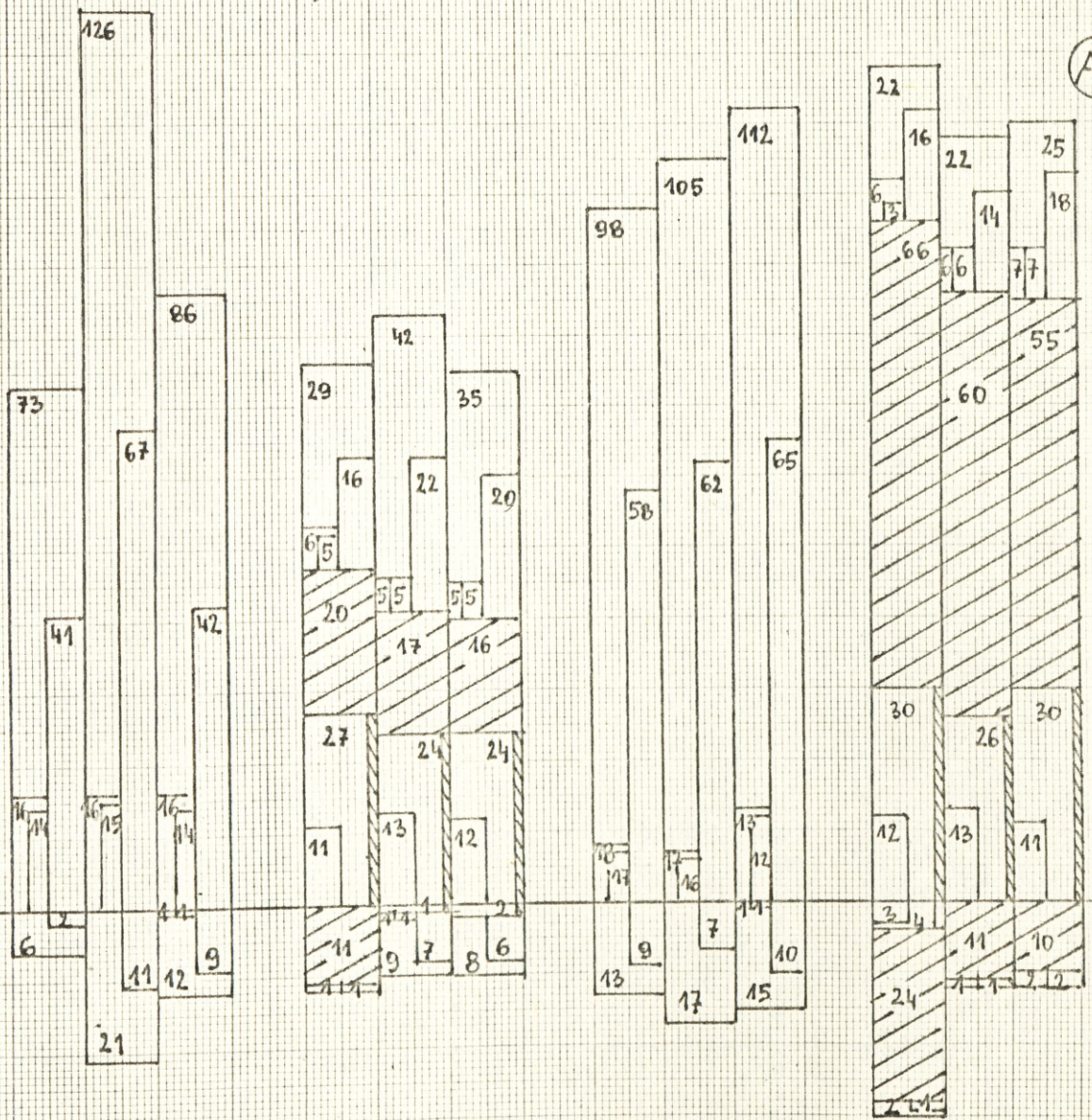
C-cyfra oznaczająca numer grupy pododdziałów ogniowych, której dotyczą dane prezentowane na schemacie. Wyróżniono jak wiadomo /patrz podrozdział IV.4/ 16 następujących grup pododdziałów ogniowych:

- 1 - pododdziały KRUG w 66 BRPlot /frontowa BRPlot/;
- 2 - pododdziały KRUG w 4 prplot /korpuśny prplot 4 KA /NAL//;
- 3 - pododdziały KUB w 60 prplot /armijny prplot 6 A/;
- 4 - pododdziały KUB w 80 prplot /dywizyjny prplot 25 DPanc 6 A/;
- 5 - pododdziały KUB w 74 prplot /armijny prplot 7 A/;
- 6 - pododdziały OSA w 71,88,129 prplot /dywizyjne prplot 6 A/;
- 7 - pododdziały OSA w 72,90,133 prplot /dywizyjne prplot 7 A/;
- 8 - pododdziały S-60 w 10 paplot /dywizyjny paplot 10 DPanc 7 A/;
- 9 - pododdziały S-1 w 6 A;
- 0 - pododdziały S-1 w 7 A;
- 1 - pododdziały S-2 w 6 A;
- 2 - pododdziały S-2 w 7 A;
- 3 - pododdziały ZSU-23-4 w 6 A;
- 4 - pododdziały ZSU-23-4 w 7 A;
- 5 - pododdziały ZU-23-2 w 6 A;
- 6 - pododdziały ZU-23-2 w 7 A.

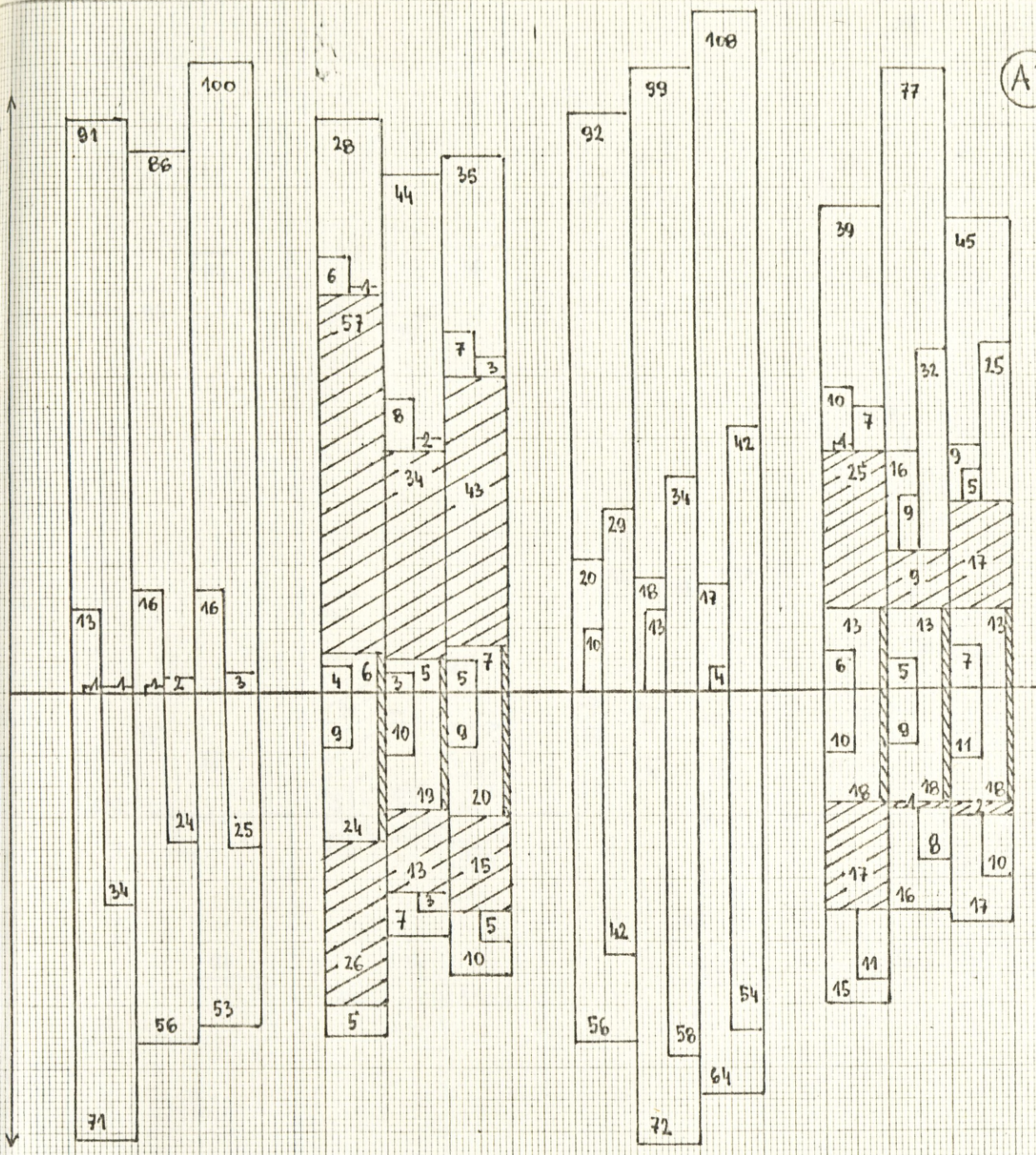
(A1)



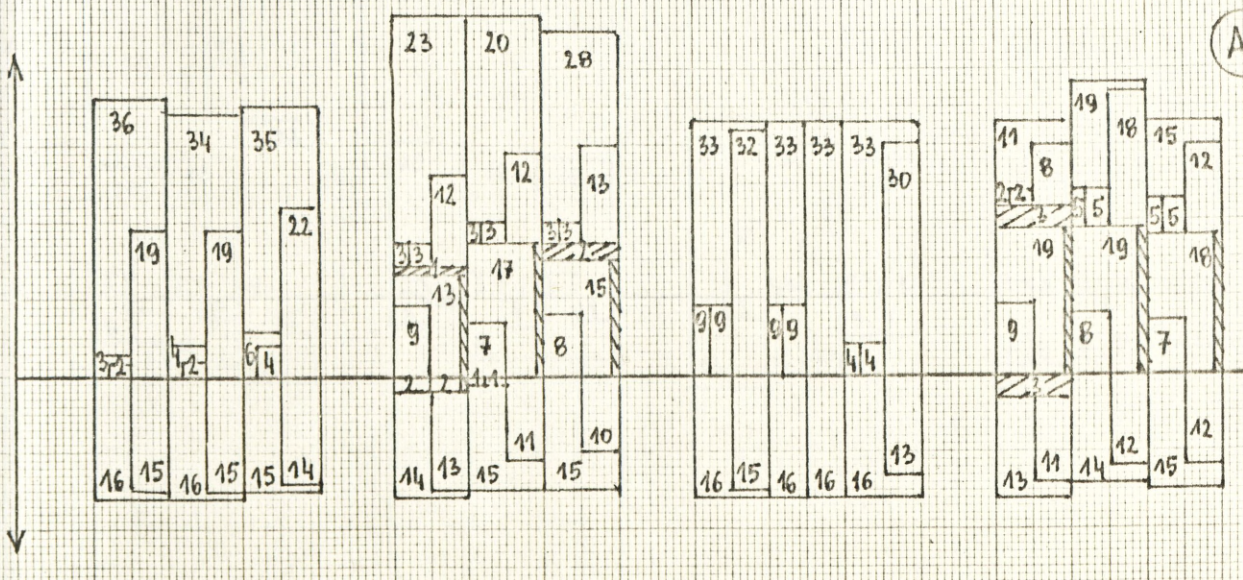
(A2)



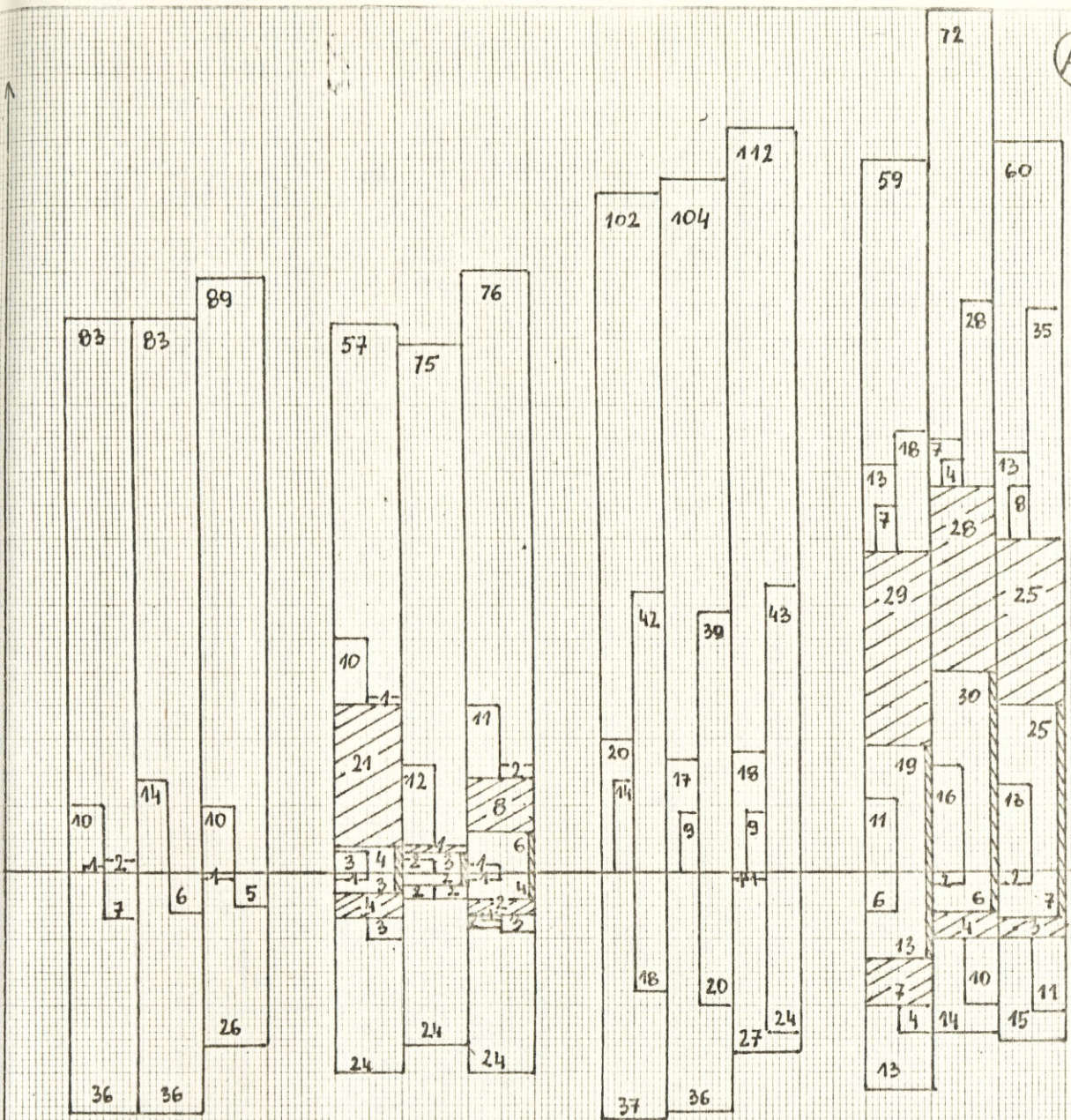
(A3)



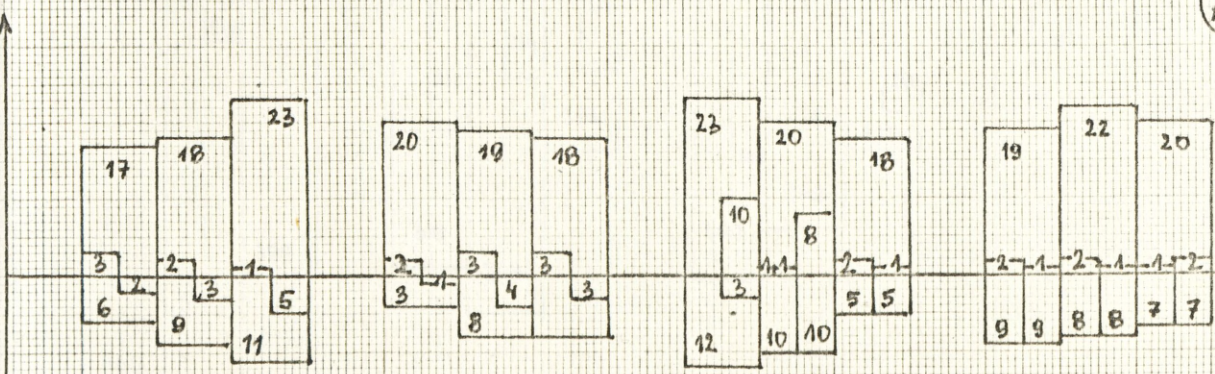
(A4)



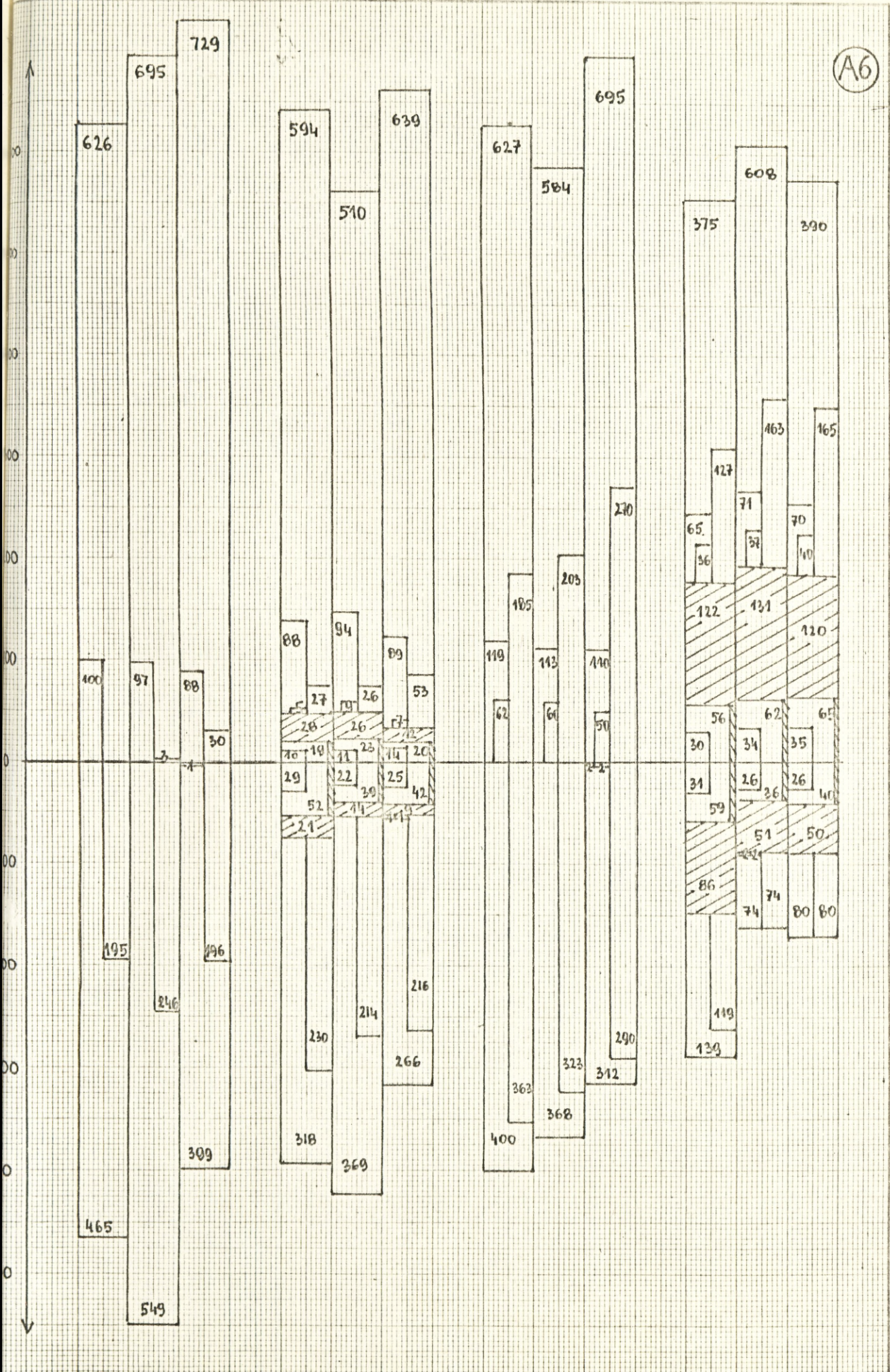
(A5)



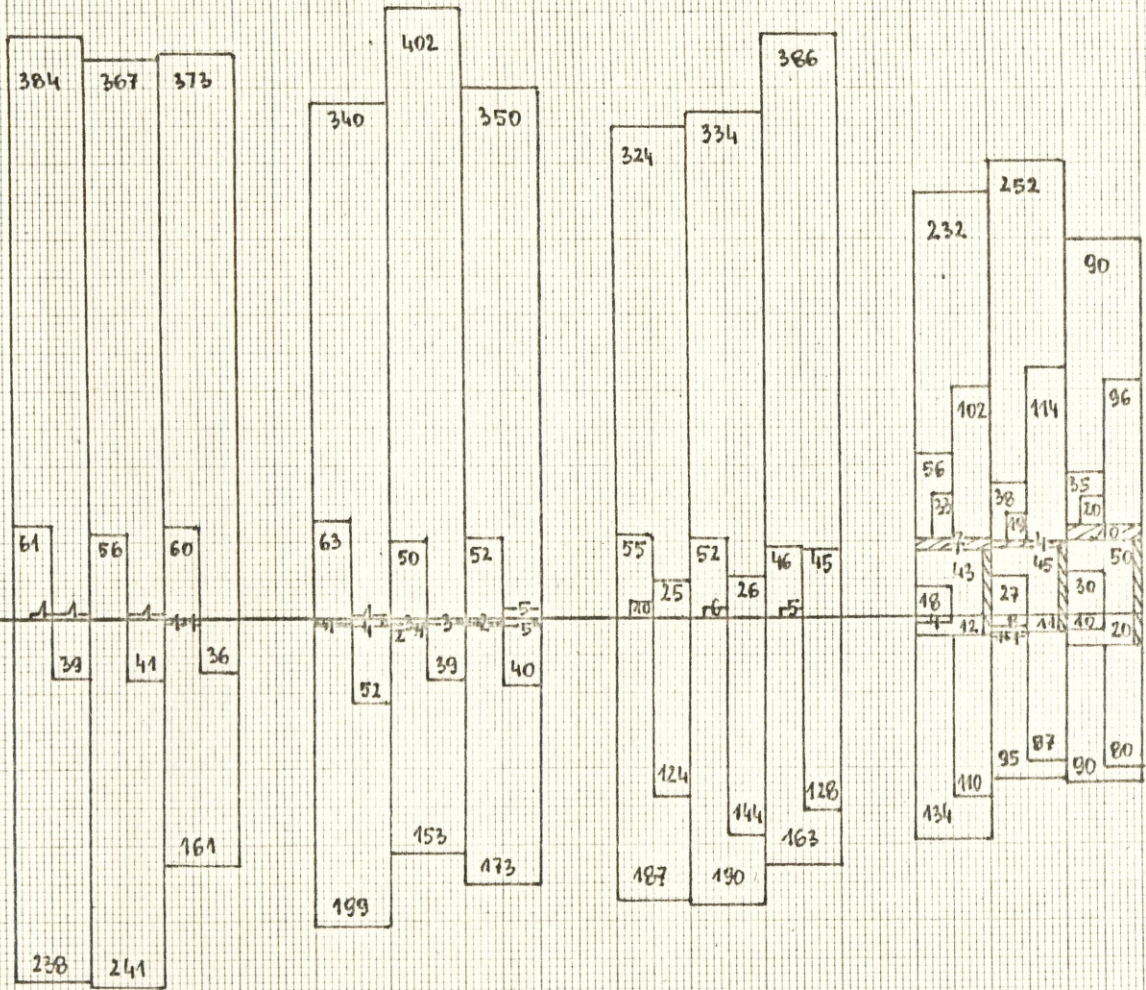
(A8)



A6

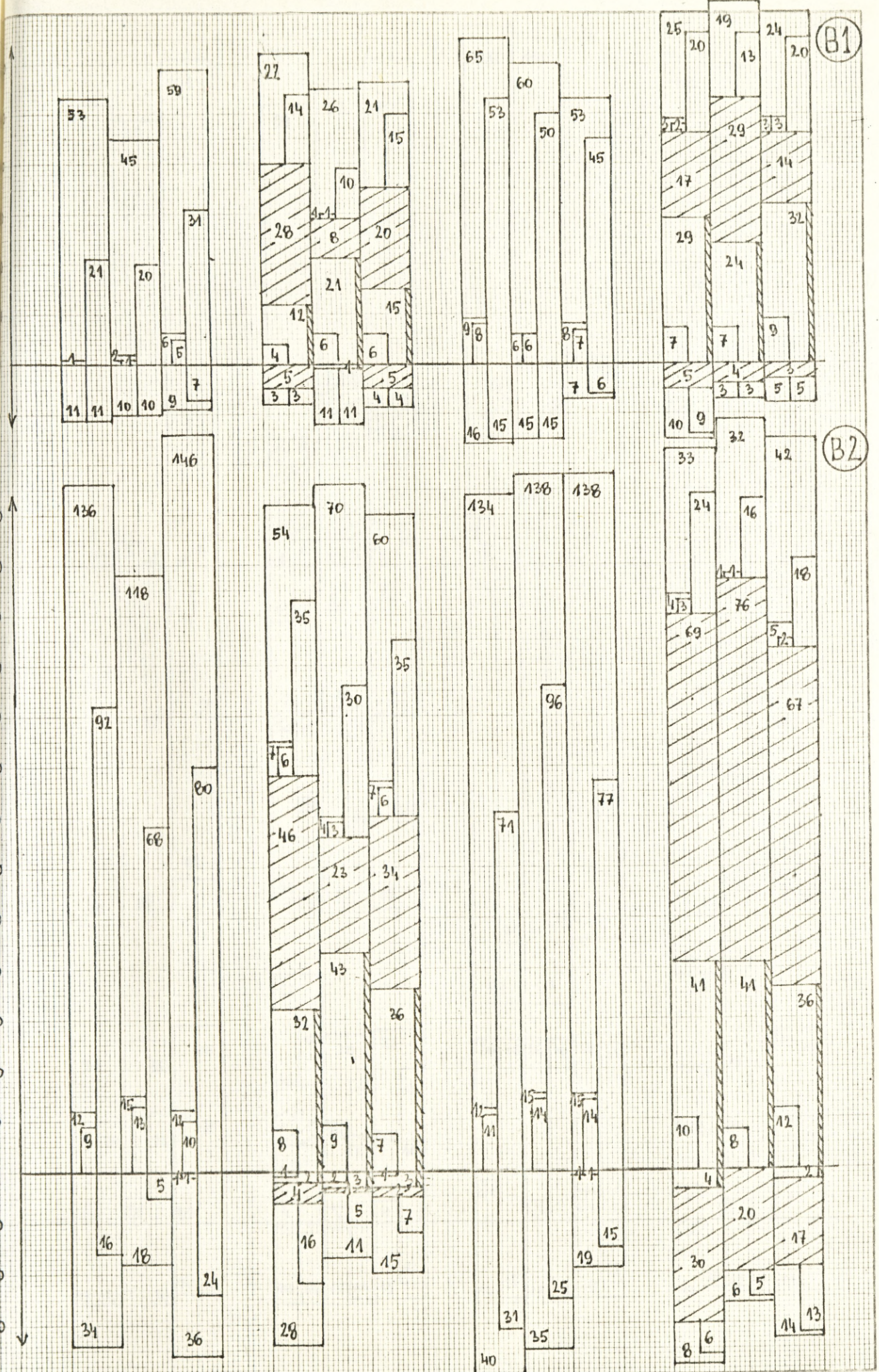


(A7)



WARTOŚCI WSKAŹNIKÓW SZCZEGÓŁOWO CHARAKTERYZUJĄCYCH PRZEBIEG ZJAWISK I PROCESÓW PODCZAS ODPIERANIA NALOTÓW W POSZCZEGÓLNYCH GRUPACH PODODZIAŁÓW OGNIOWYCH, WYZNACZONE W PRZYPADKU B.

Sposób prezentacji wartości wskaźników jest zgodny z zasadami przedstawionymi w załączniku 23.



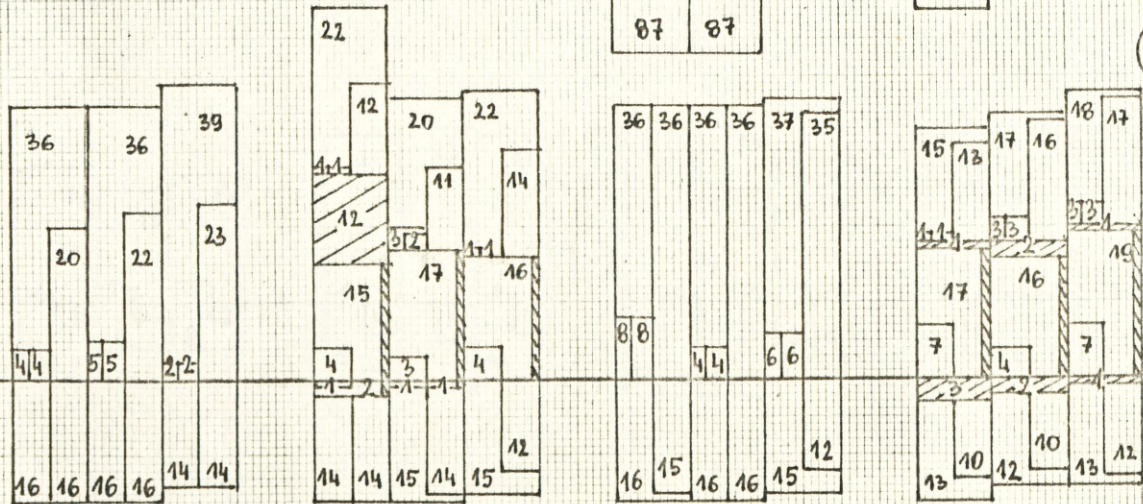
(B1)

(B2)

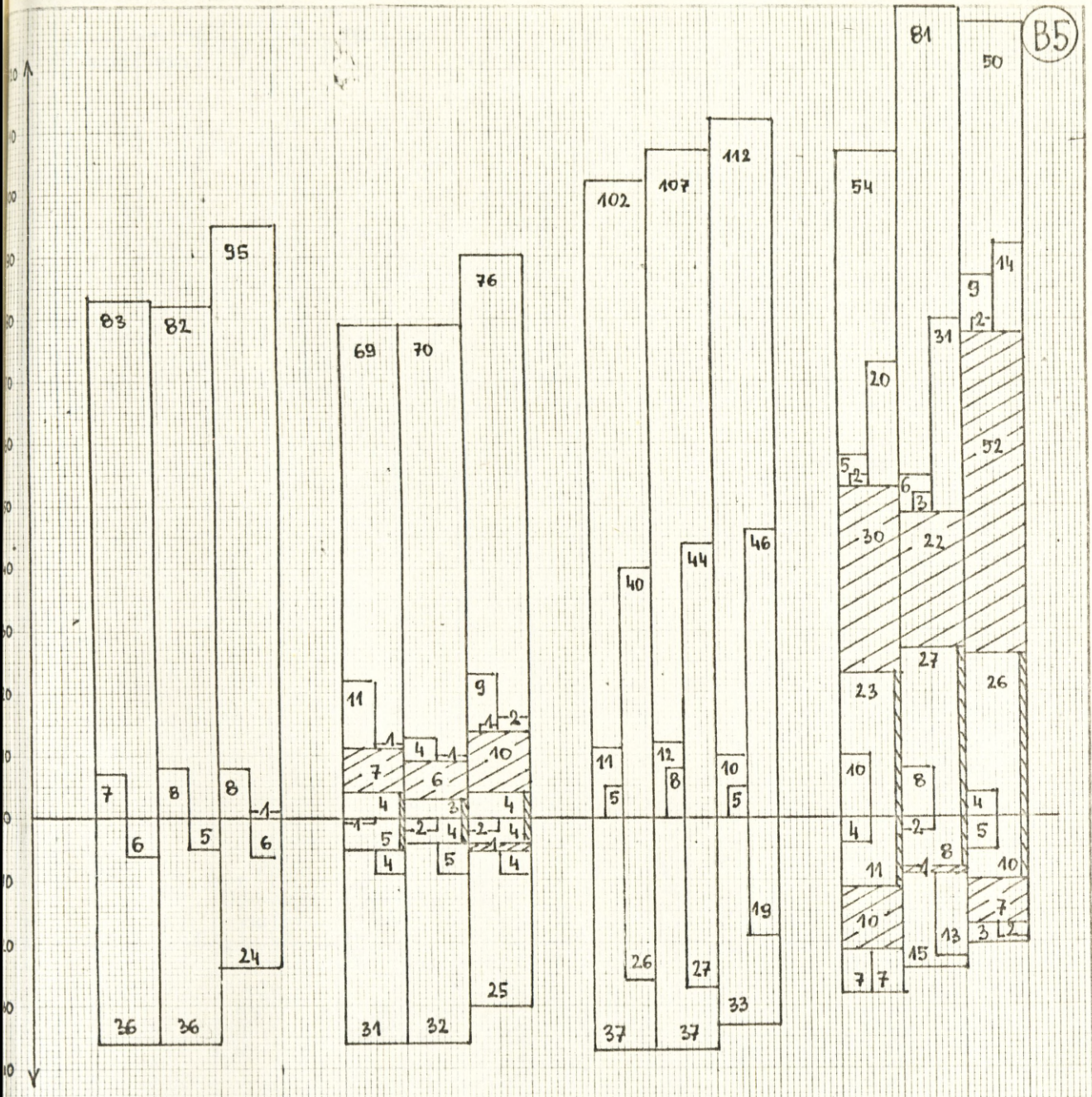
B3



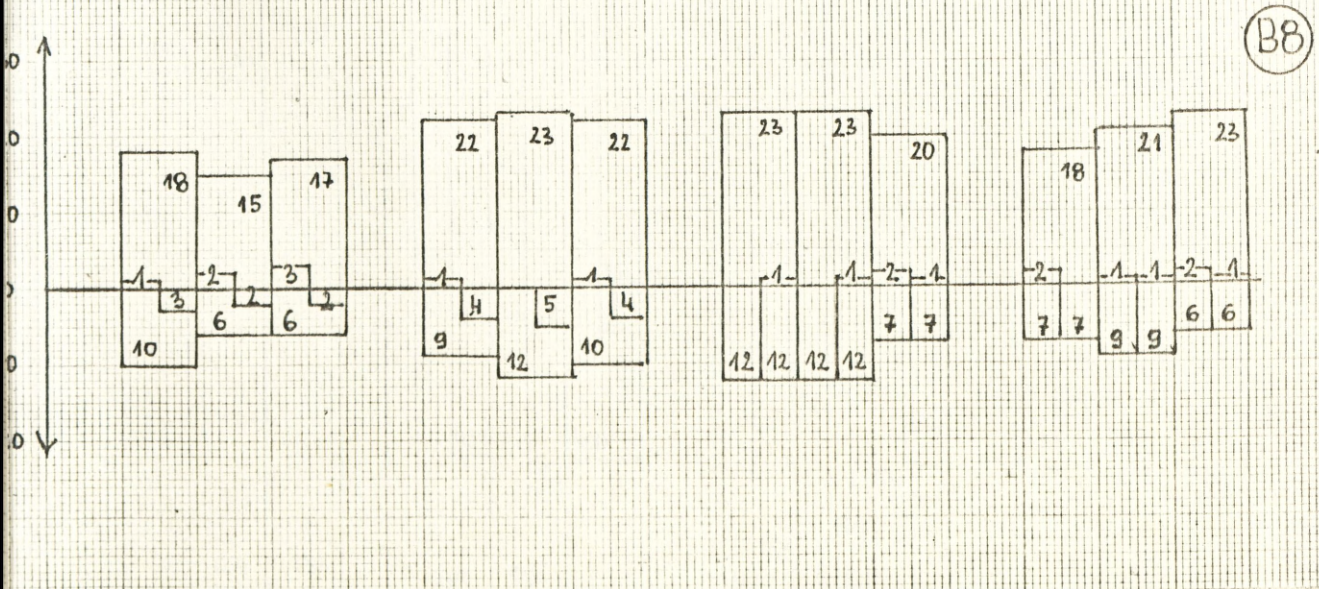
B4

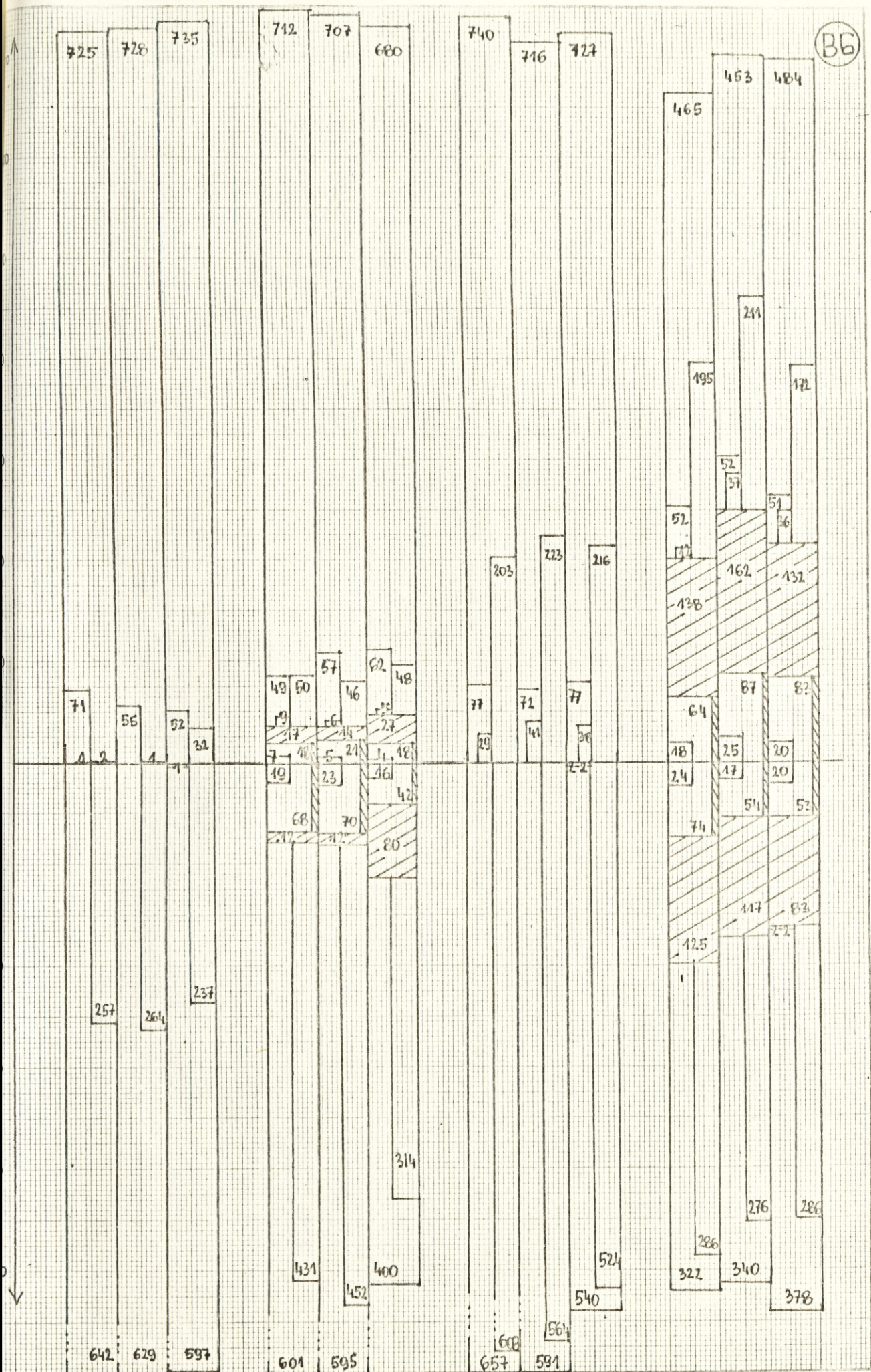


B5



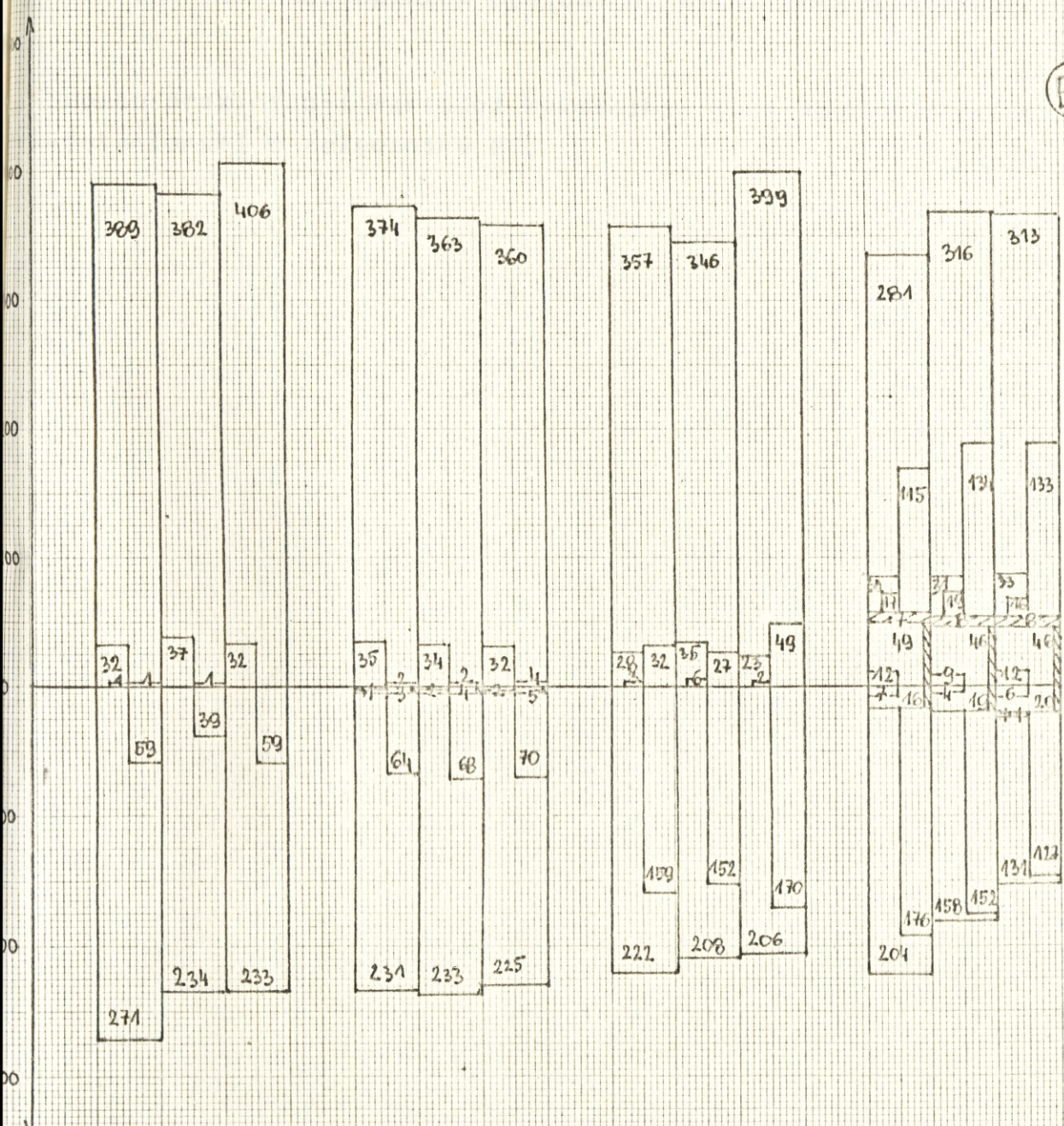
B8





86

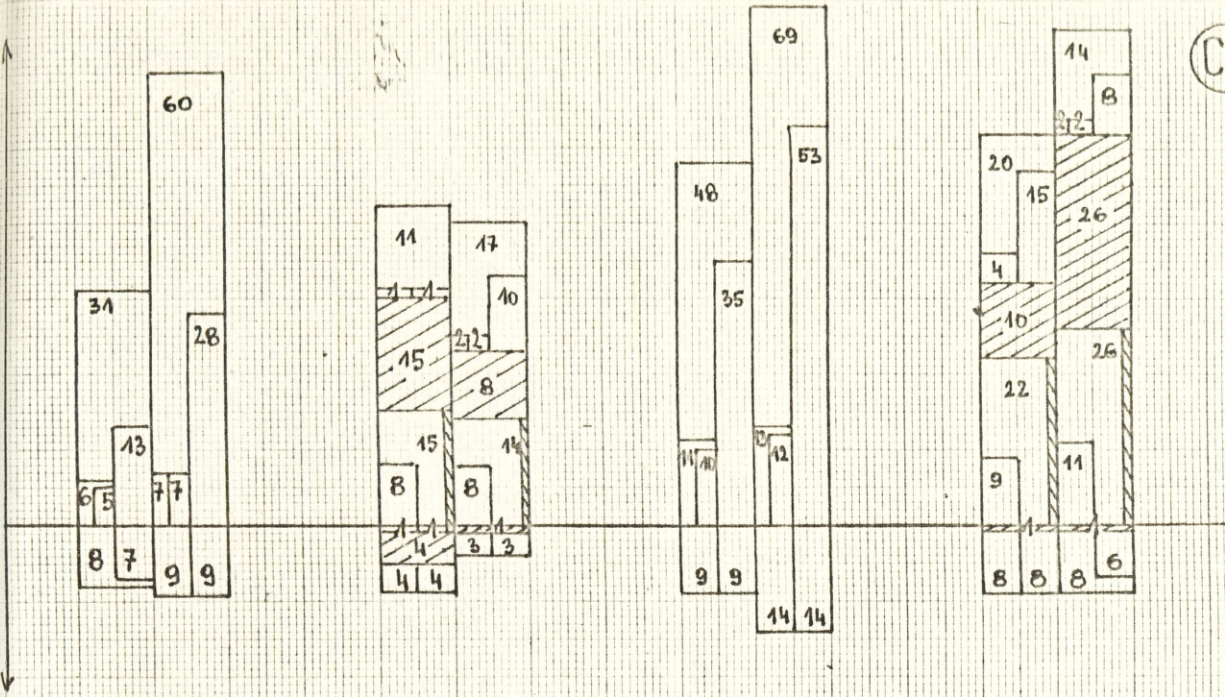
(B7)



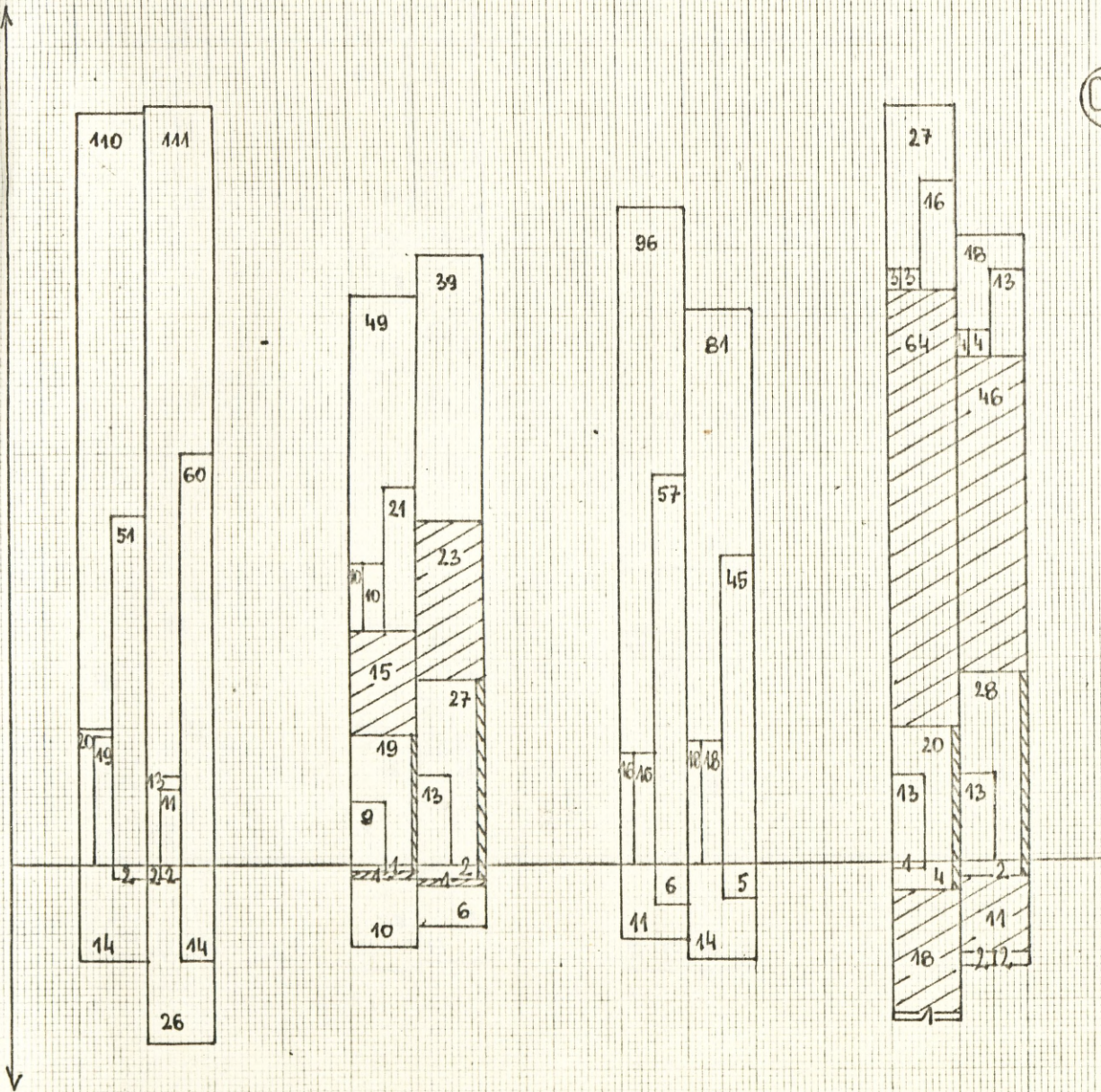
WARTOŚCI WSKAŹNIKÓW SZCZEGÓŁOWO CHARAKTERYZUJĄCYCH PRZEBIEG ZJAWISK I PROCESÓW PODCZAS ODPIERANIA NALOTÓW W POSZCZEGÓLNYCH GRUPACH PODODDZIAŁÓW OGNIOWYCH, WYZNACZONE W PRZYPADKU C.

Sposób prezentacji wartości wskaźników jest zgodny z zasadami przedstawionymi w załączniku 23.

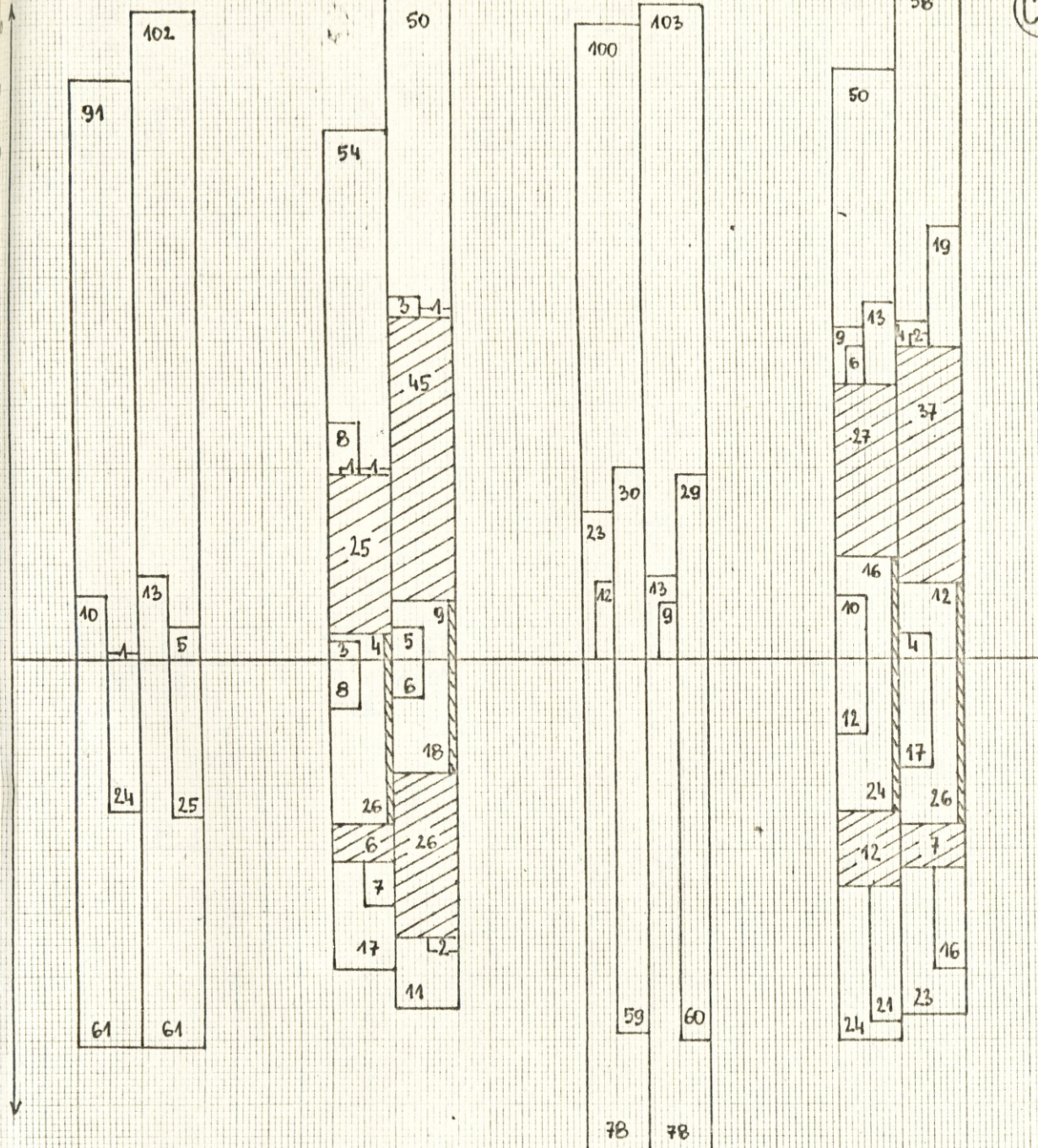
C1



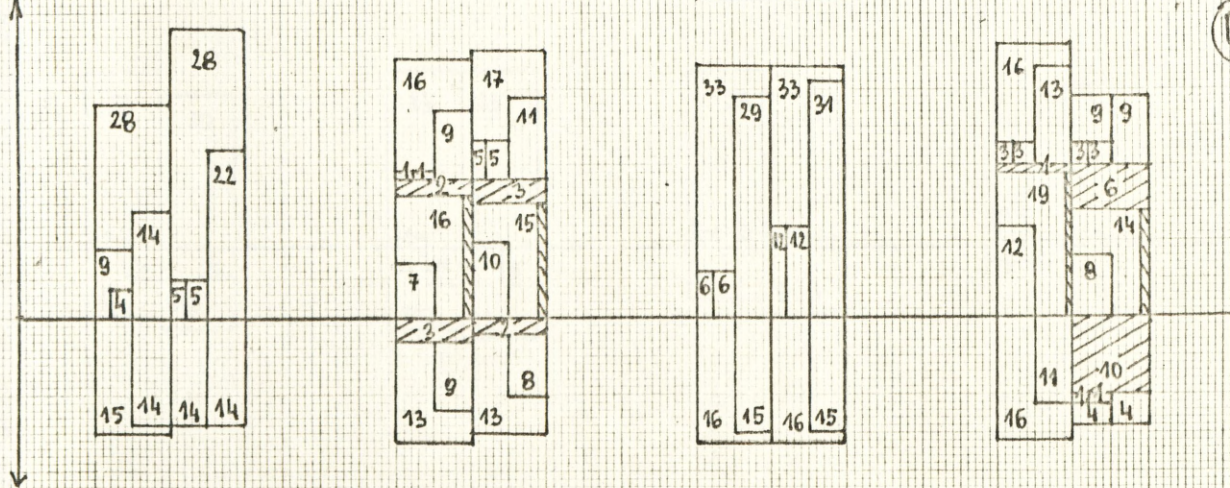
C2



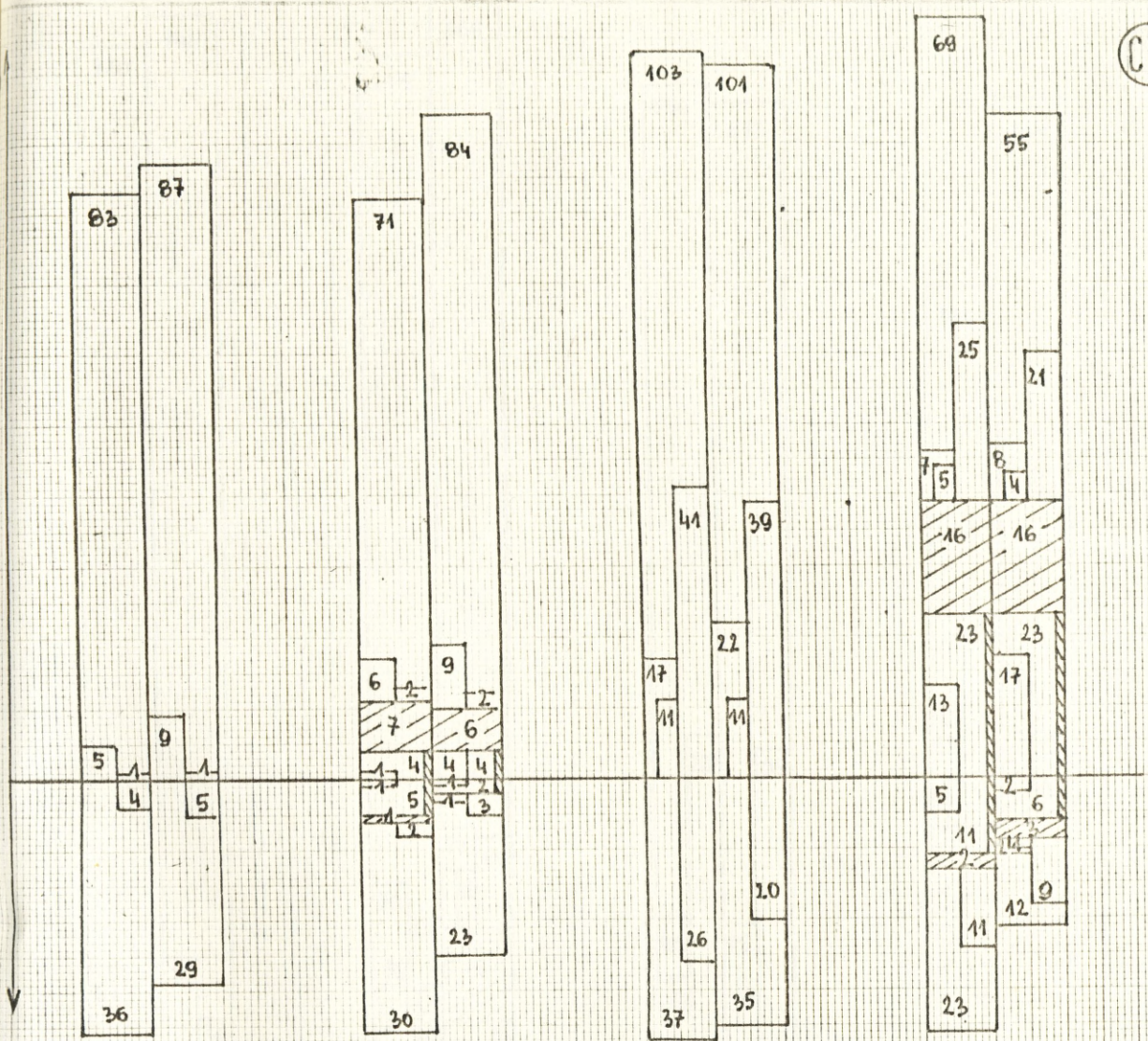
C3



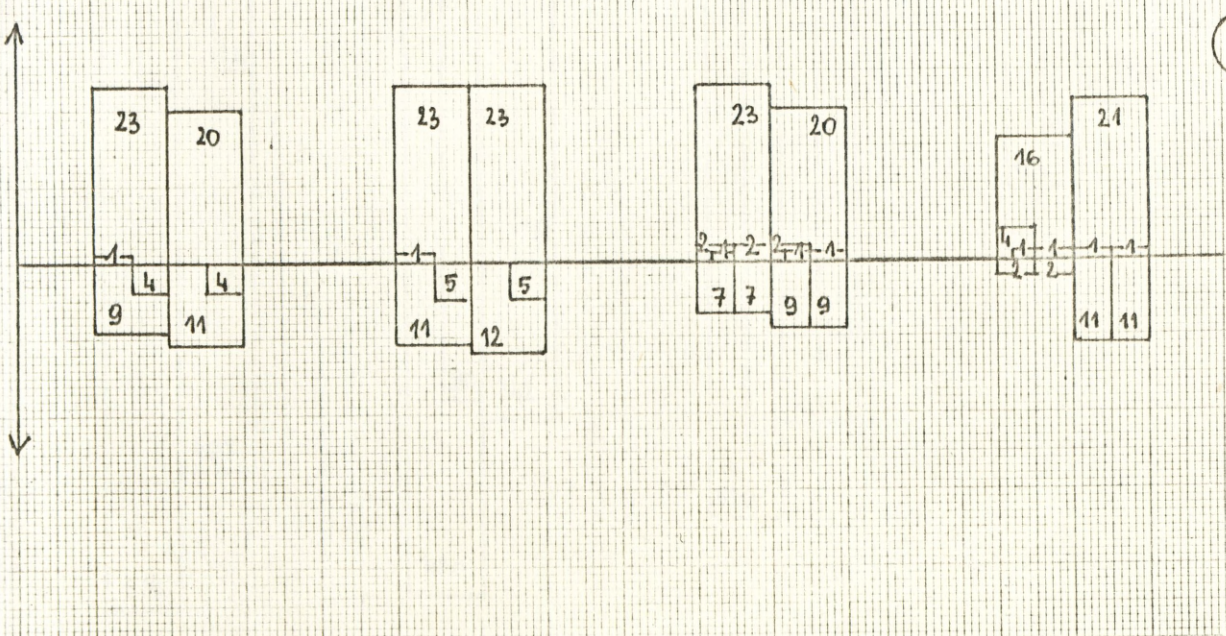
C4



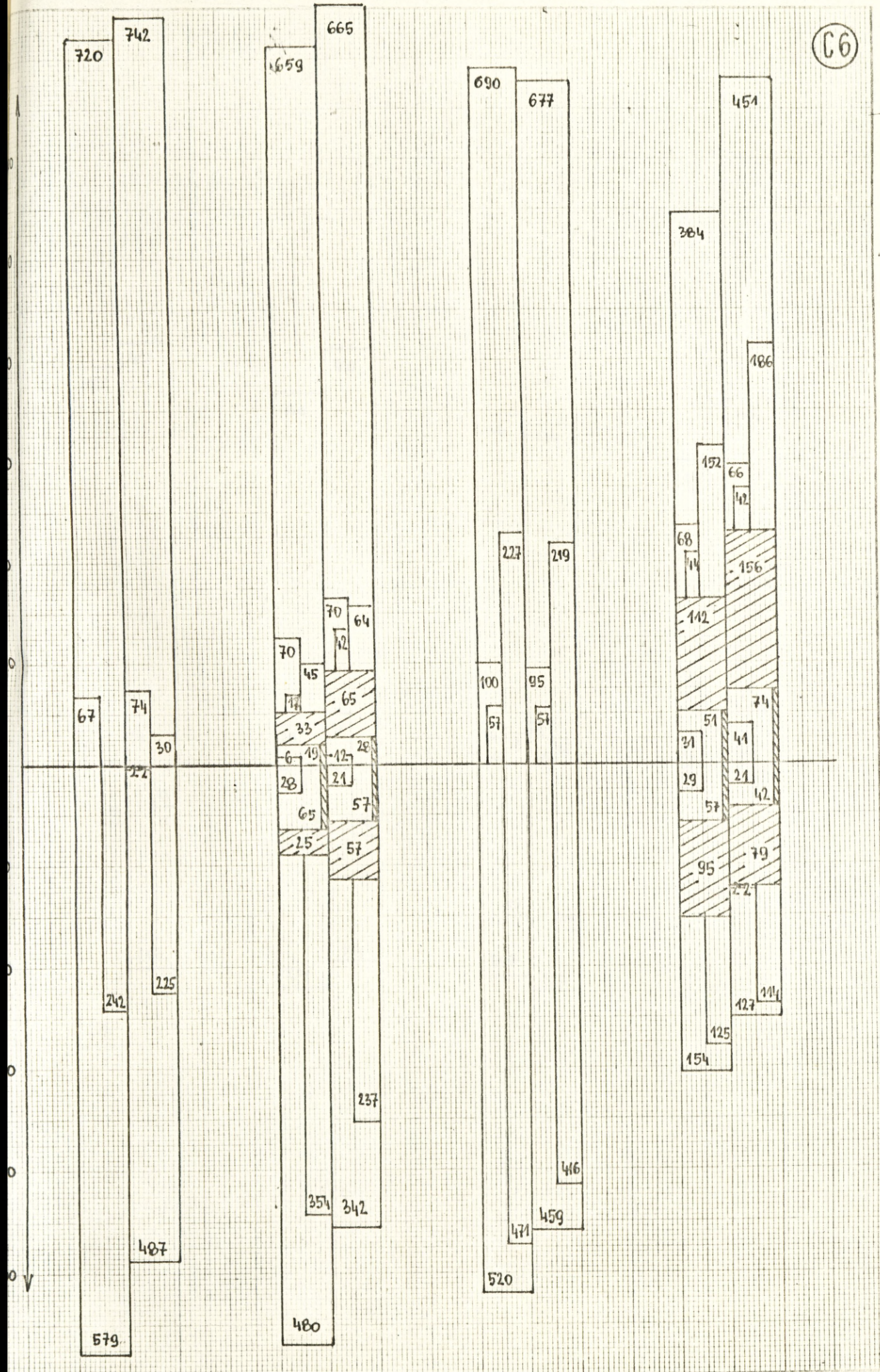
(C5)



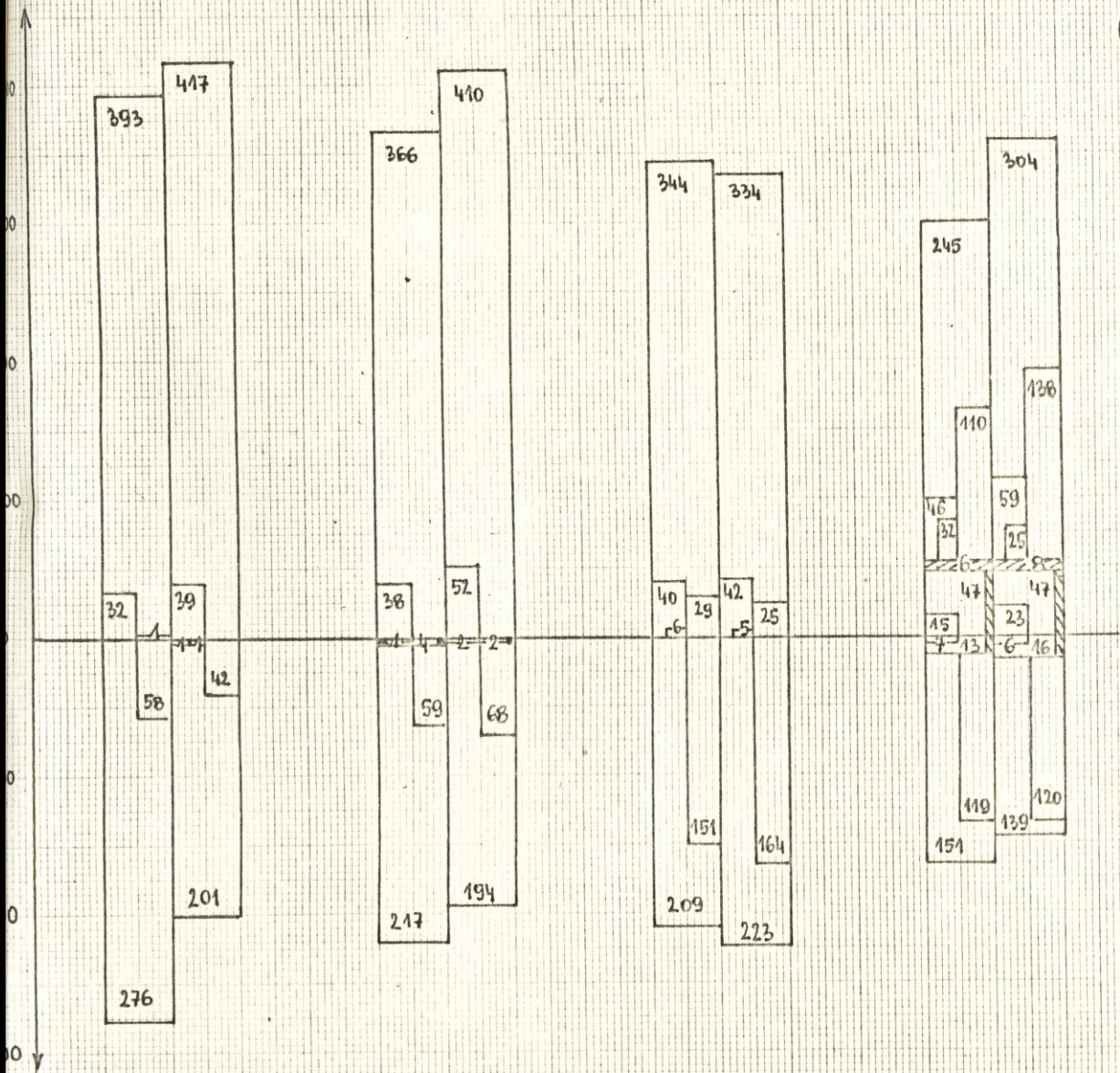
(C8)



(66)

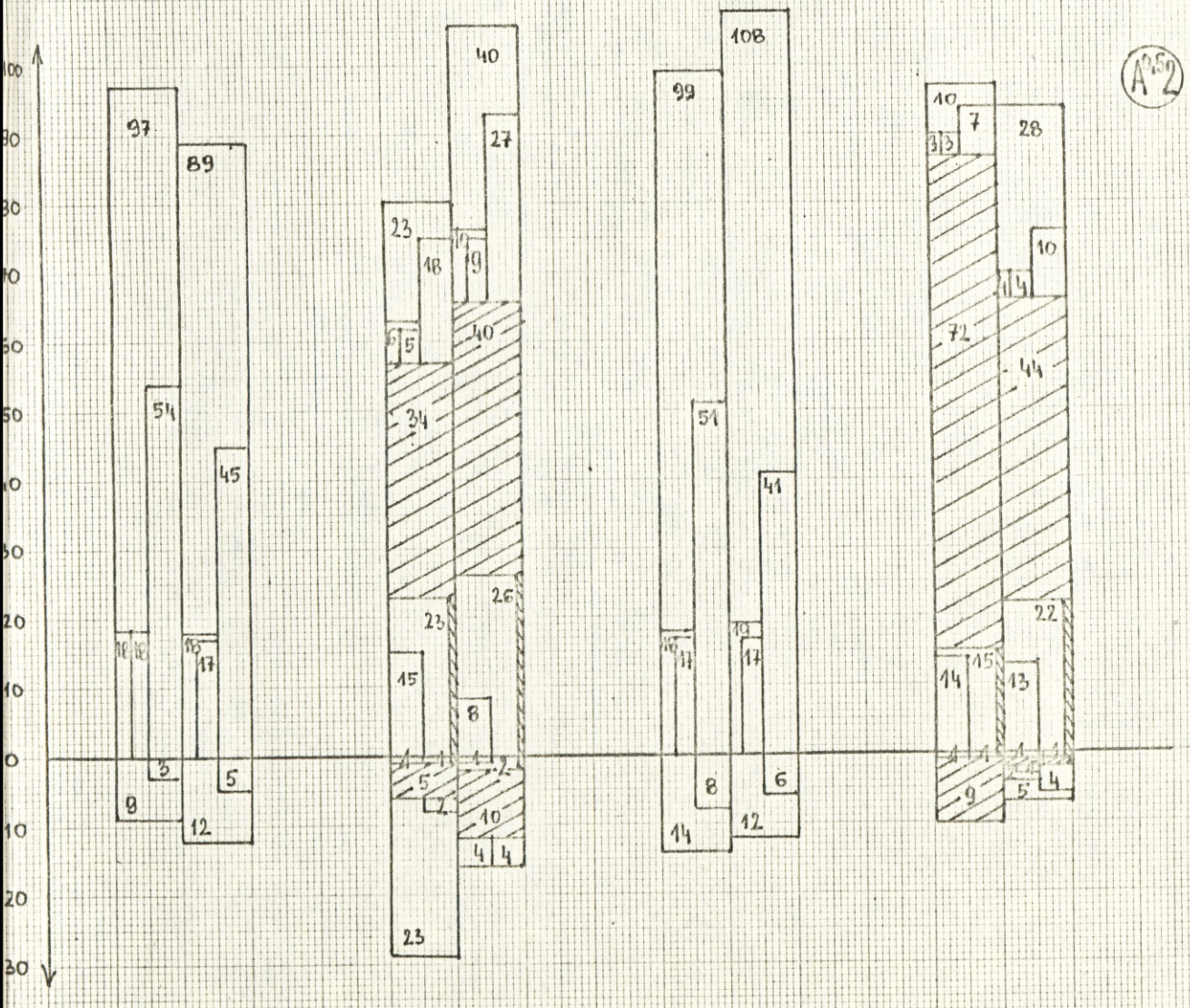
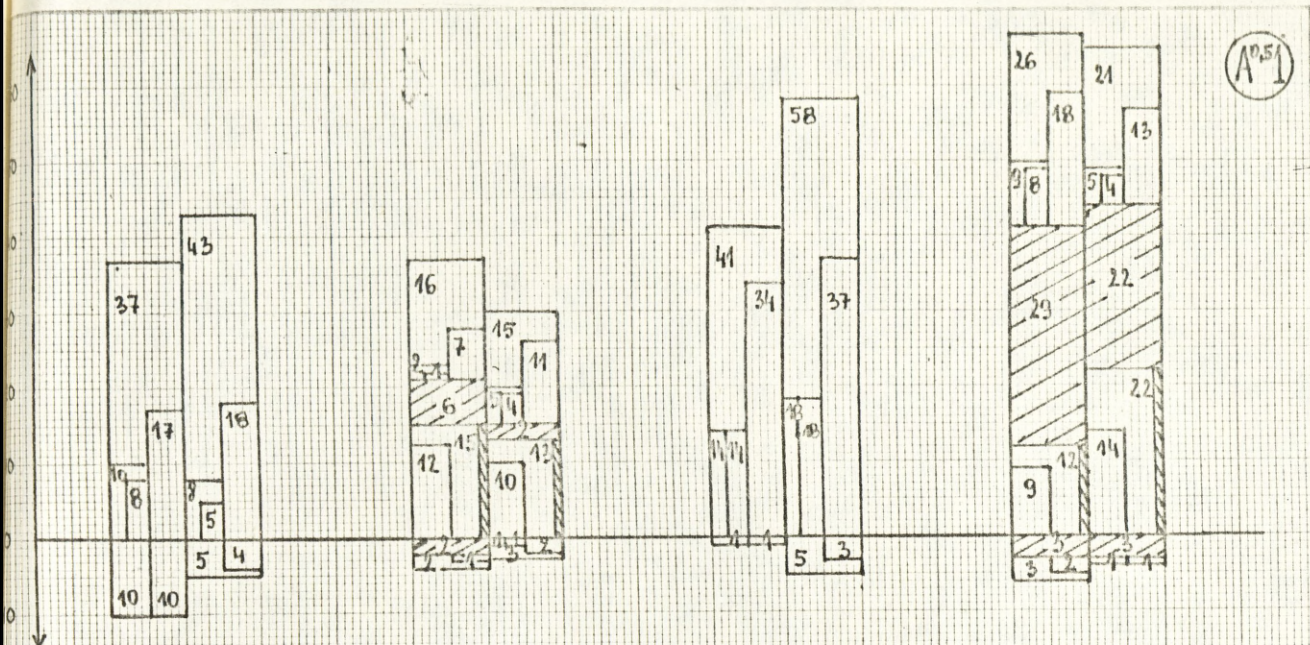


(C7)

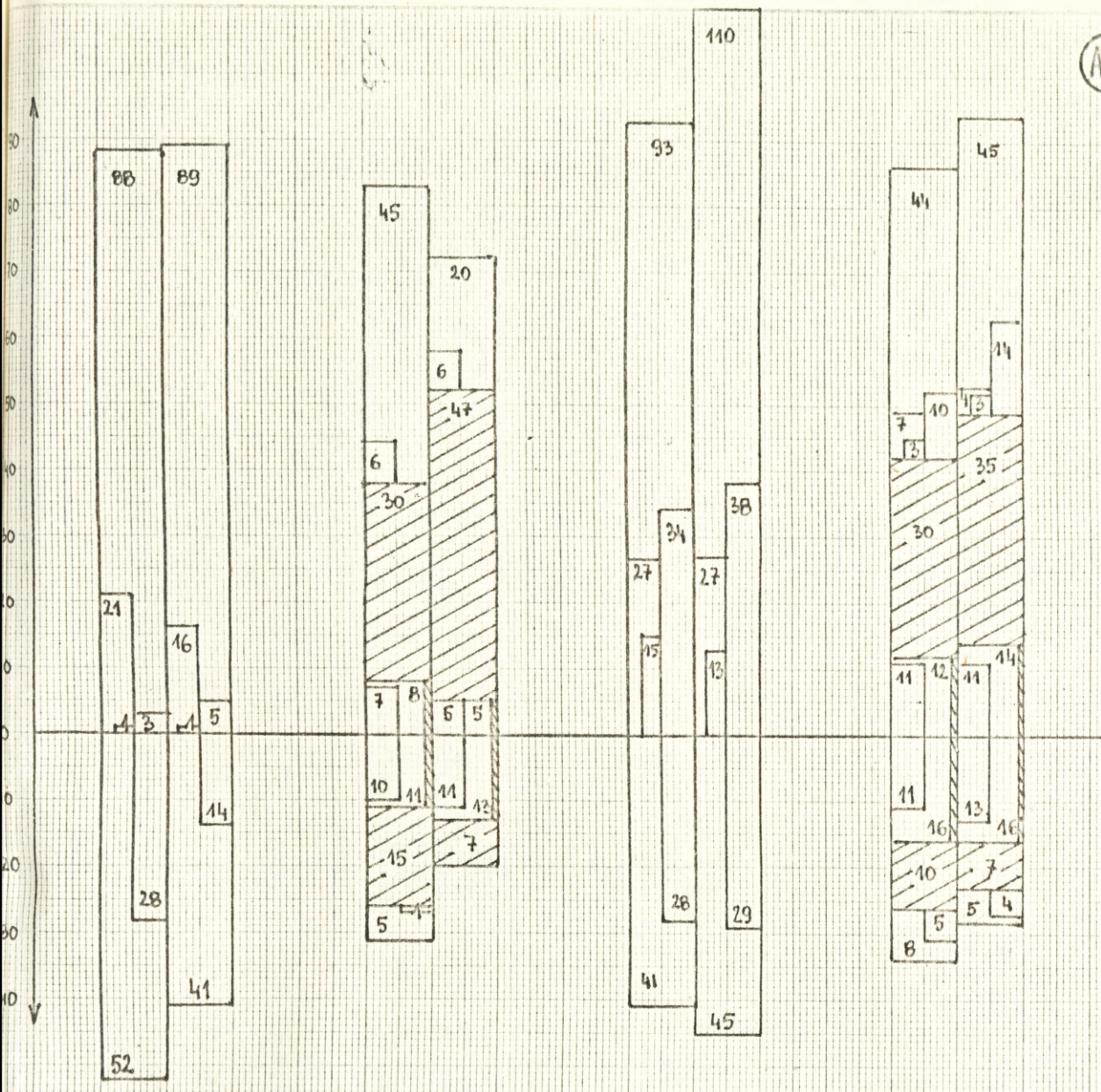


WARTOŚCI WSKAŹNIKÓW SZCZEGÓŁOWO CHARAKTERYZUJĄCYCH PRZEBIEG  
ZJAWISK I PROCESÓW PODCZAS ODPIERANIA NALOTÓW W POSZCZEGÓL-  
NYCH GRUPACH PODODZIAŁÓW OGNIOWYCH, WYZNACZONE W PRZYPADKU A<sup>0,5</sup>

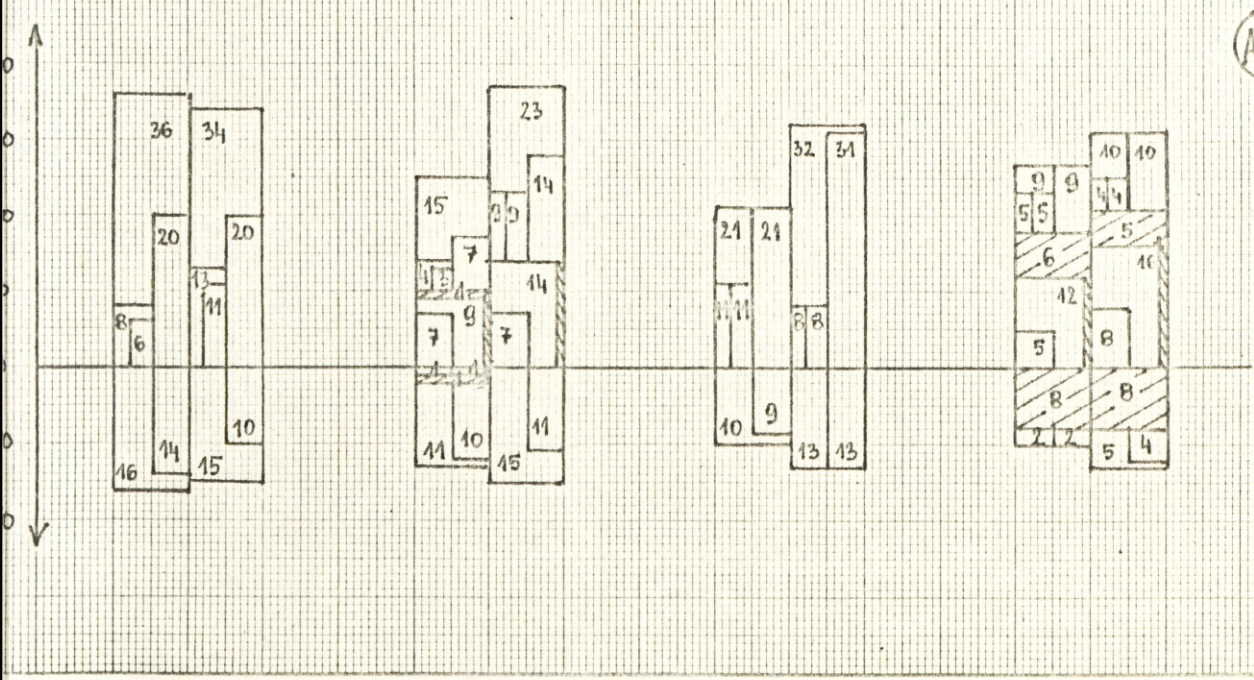
Sposób prezentacji wartości wskaźników jest zgodny z zasadami  
przedstawionymi w załączniku 23.

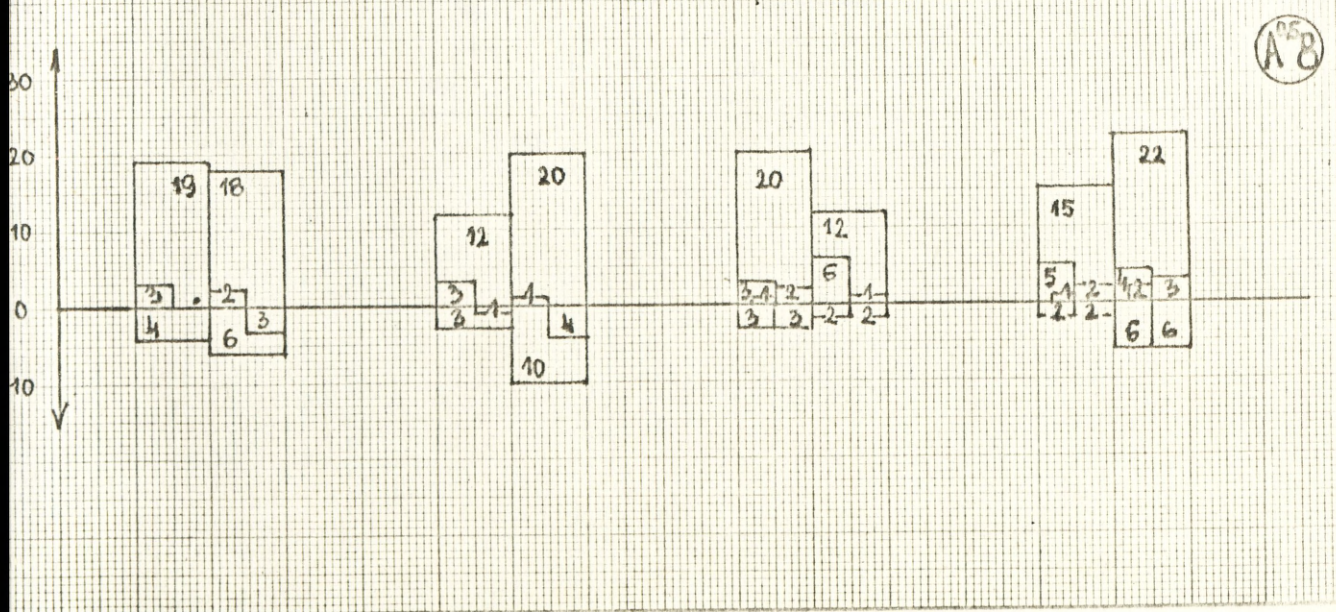
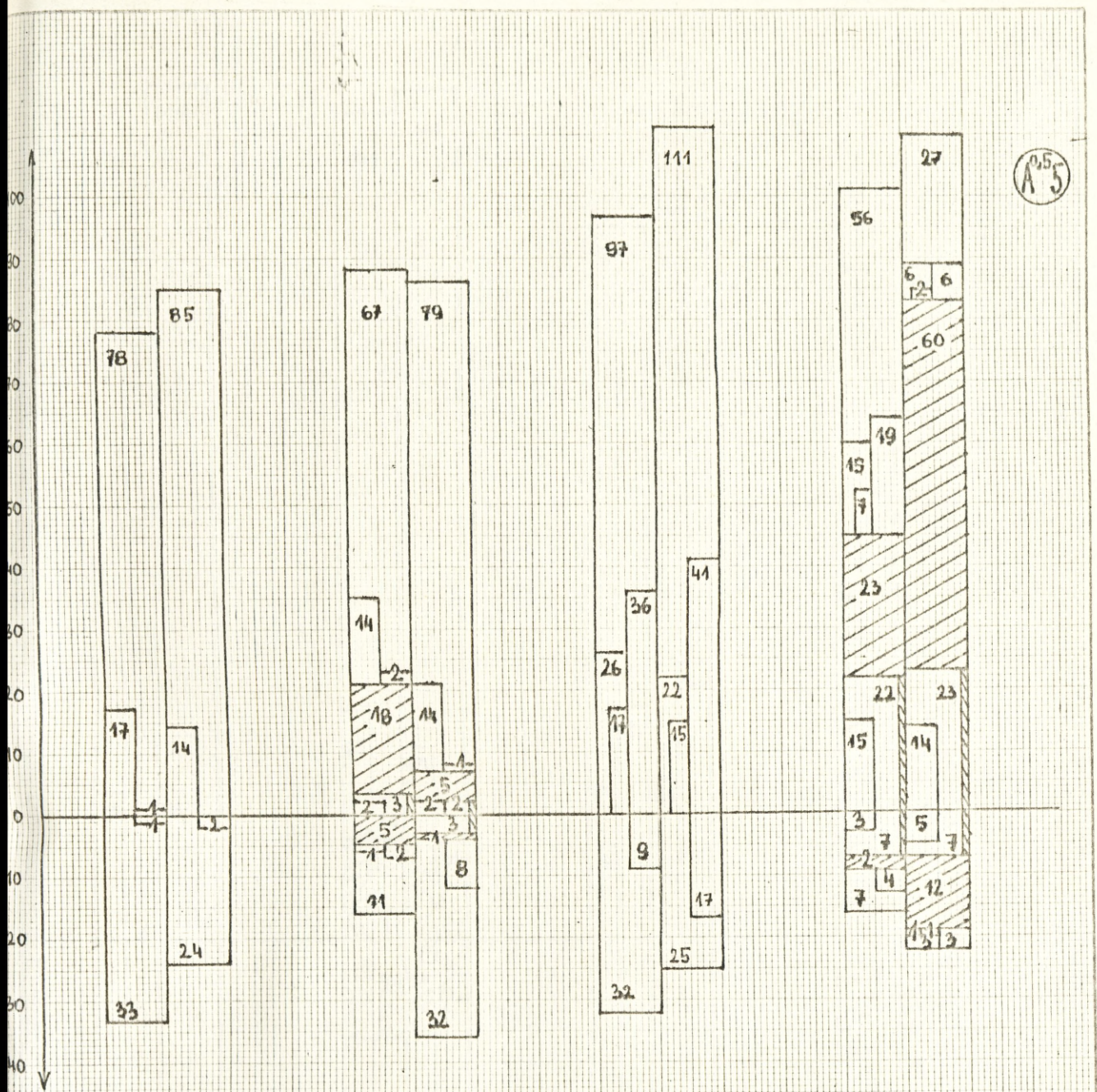


A<sup>1053</sup>

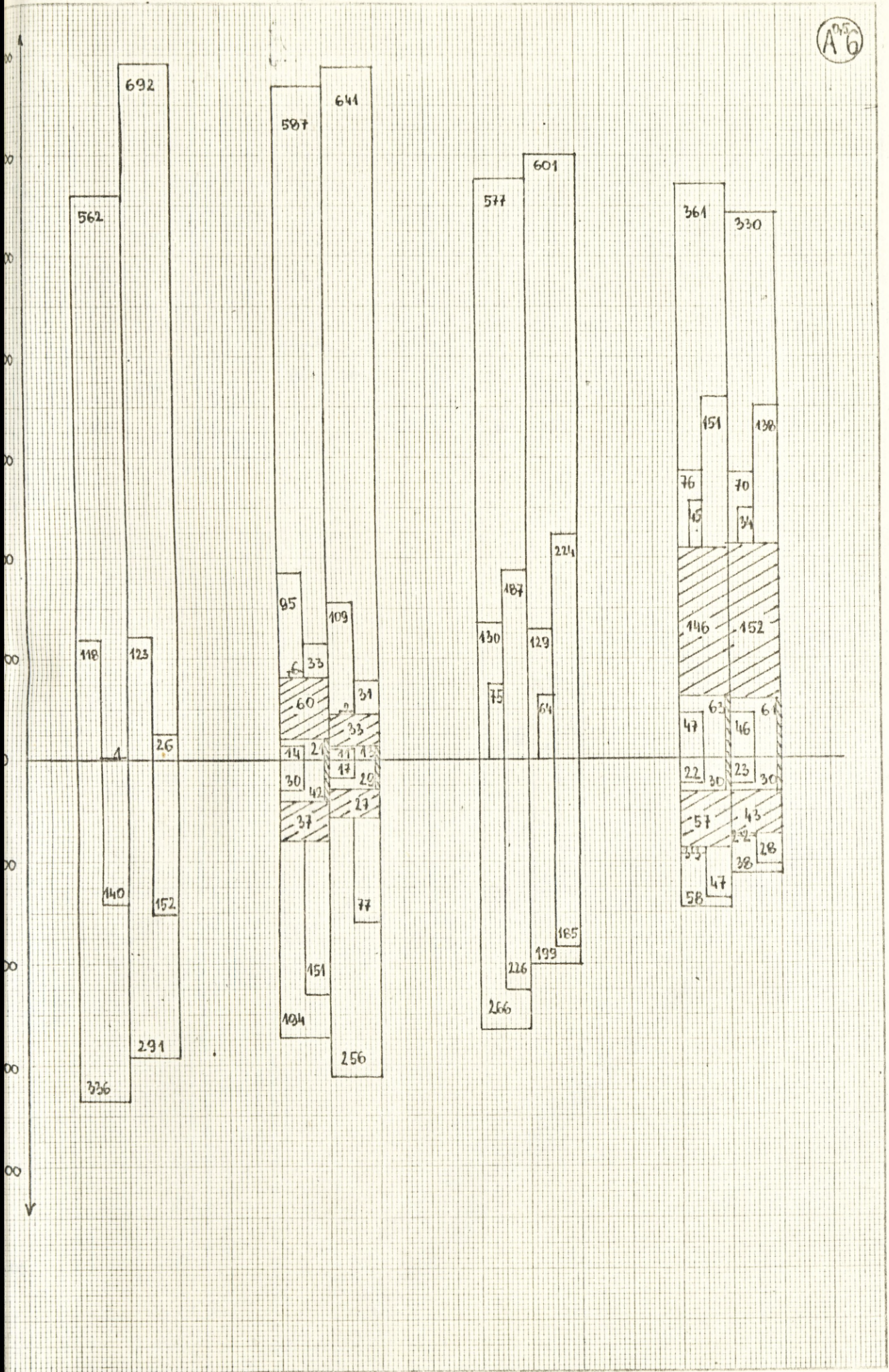


A<sup>1054</sup>

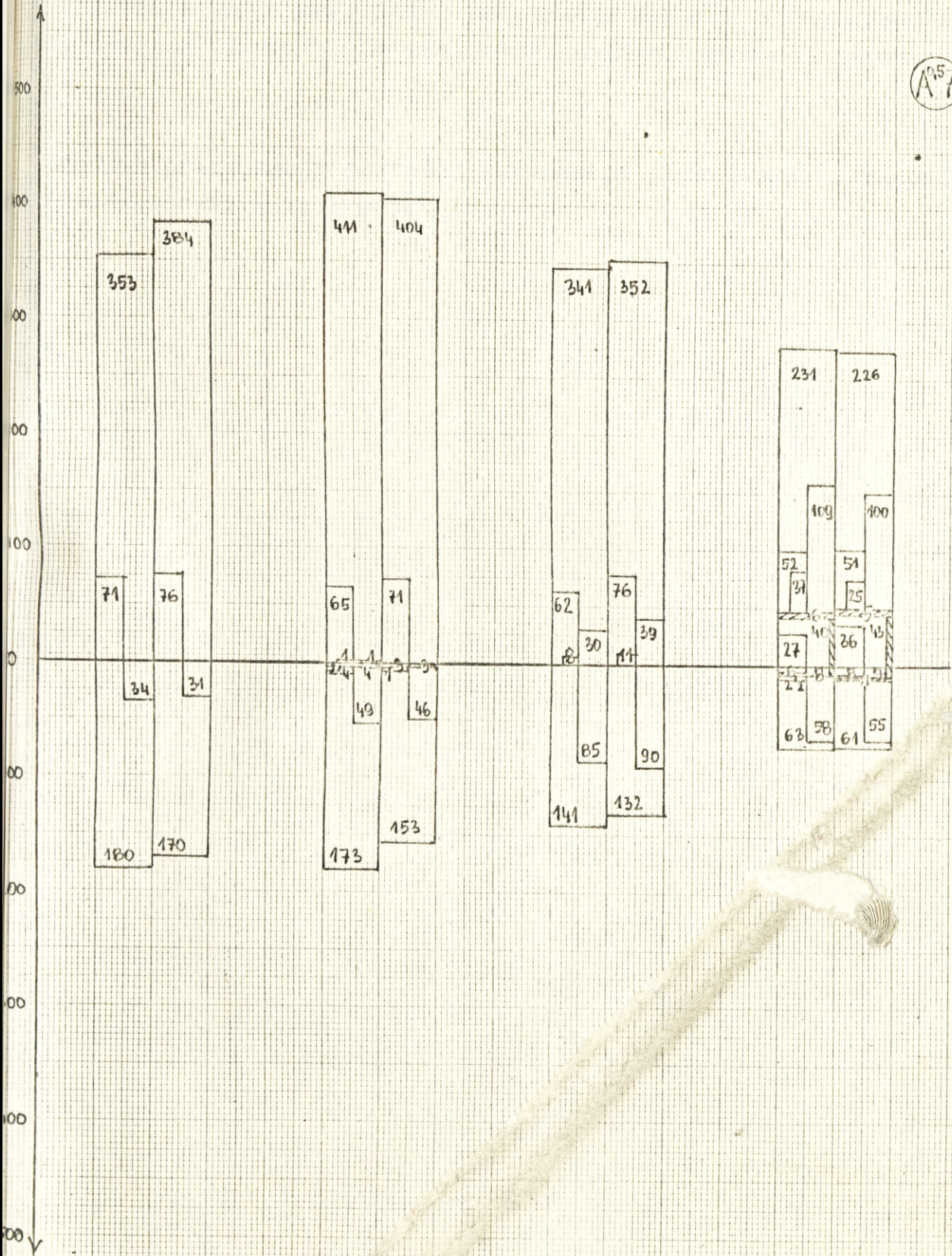




195  
A6

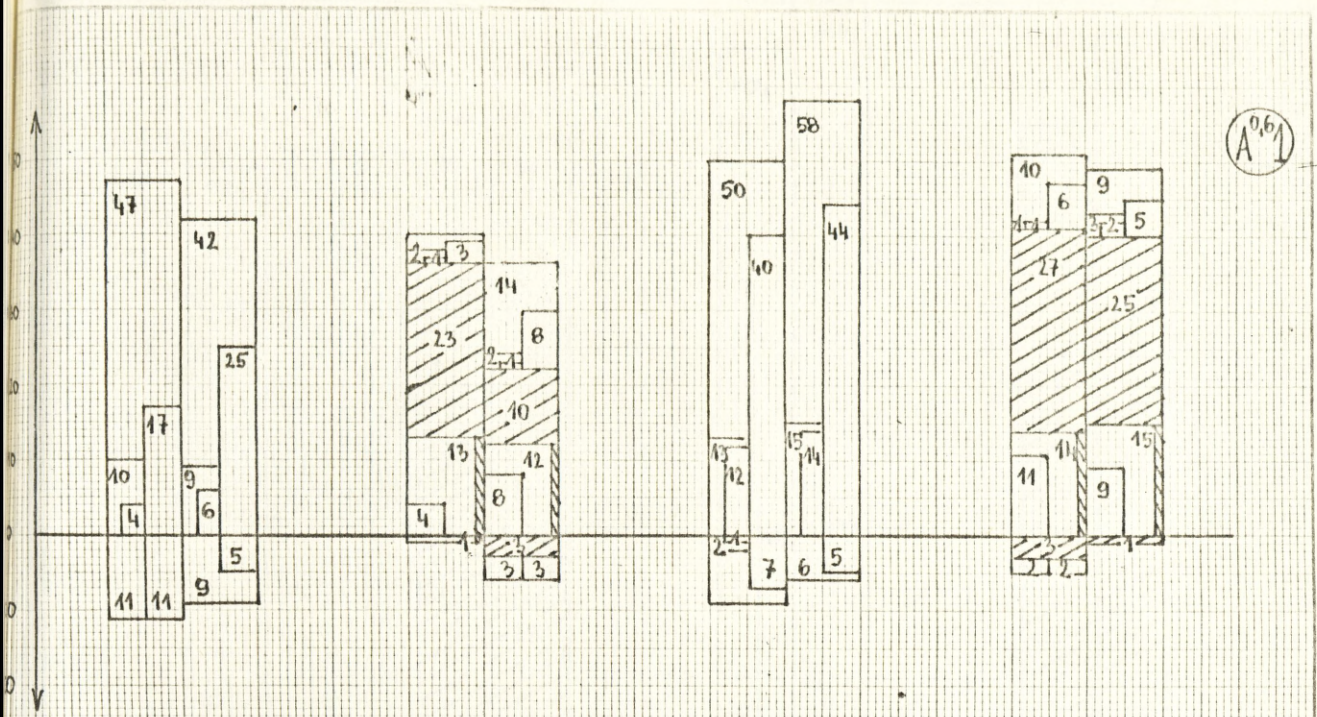


A<sup>157</sup>

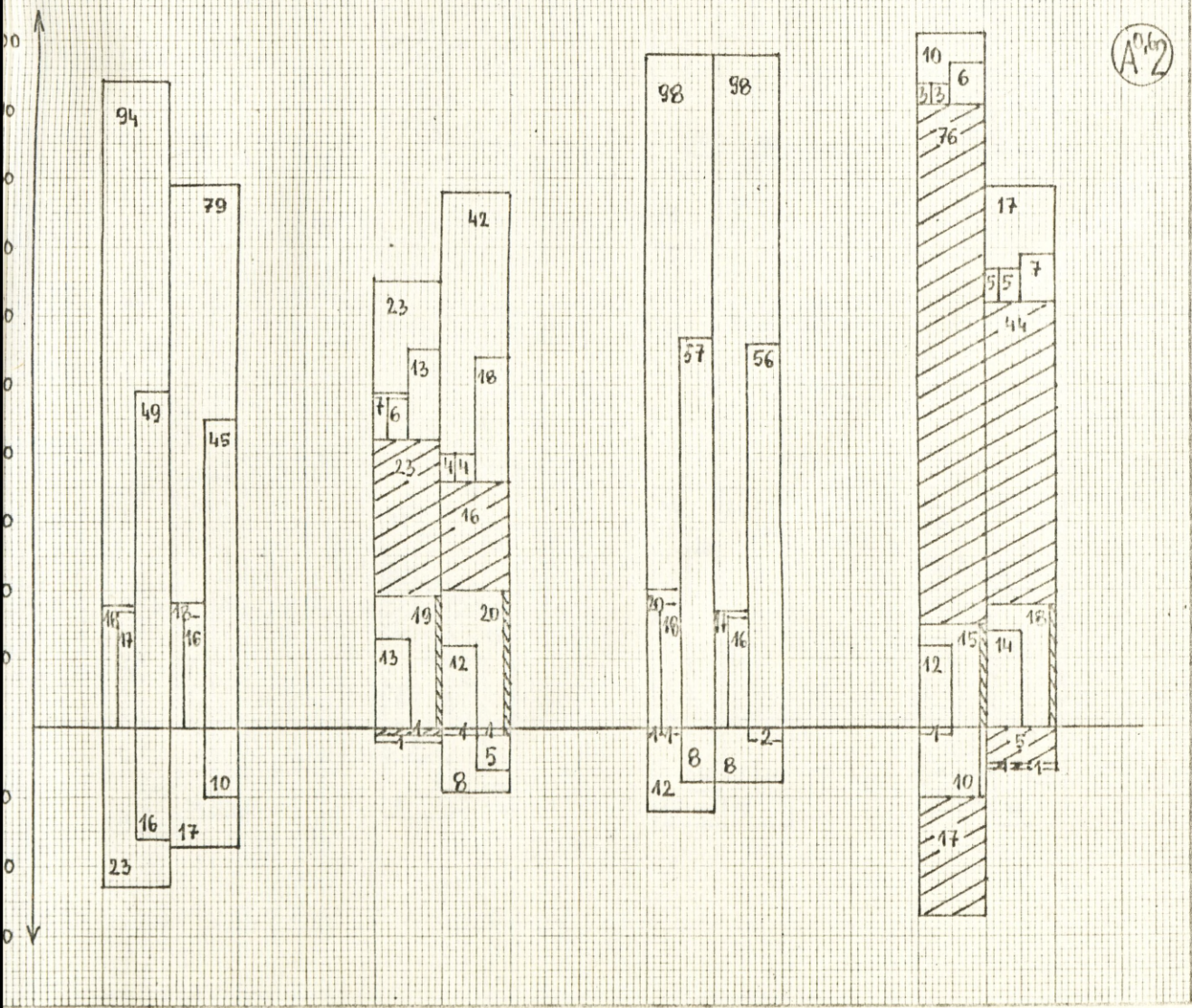


WARTOŚCI WSKAŹNIKÓW SZCZEGÓŁOWO CHARAKTERYZUJĄCYCH PRZEBIEG  
ZJAWISK I PROCESÓW PODCZAS ODPIERANIA NALOTÓW W POSZCZEGÓL-  
NYCH GRUPACH PODODDZIAŁÓW OGNIOWYCH, WYZNACZONE W PRZYPADKU A<sup>0,6</sup>

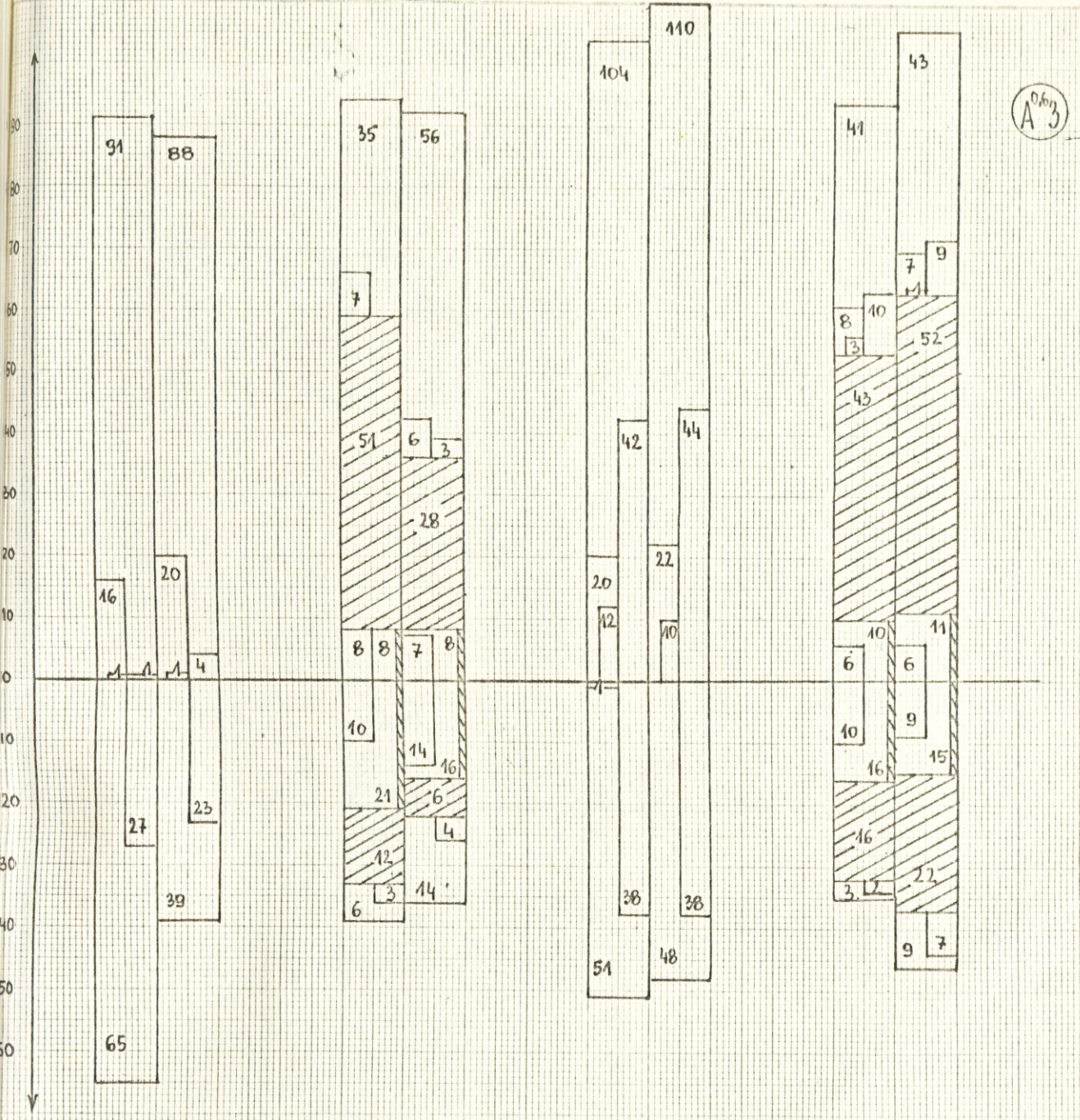
Sposób prezentacji wartości wskaźników jest zgodny z zasadami  
przedstawionymi w załączniku 23.



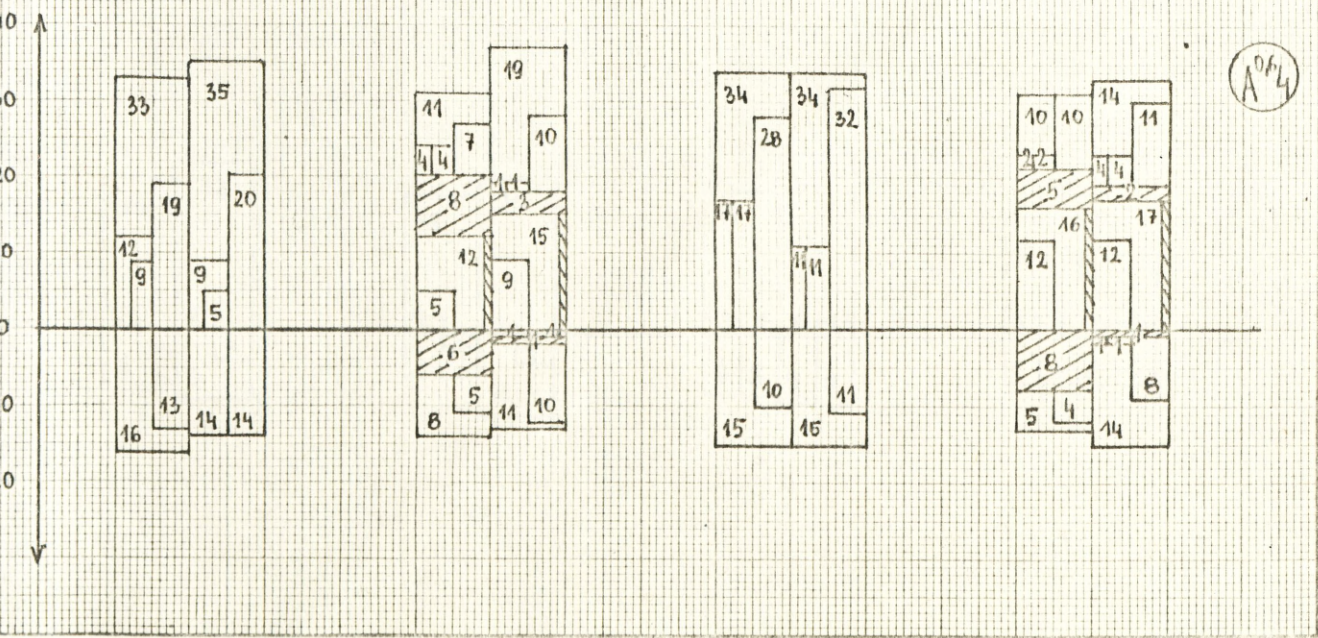
A<sup>061</sup>



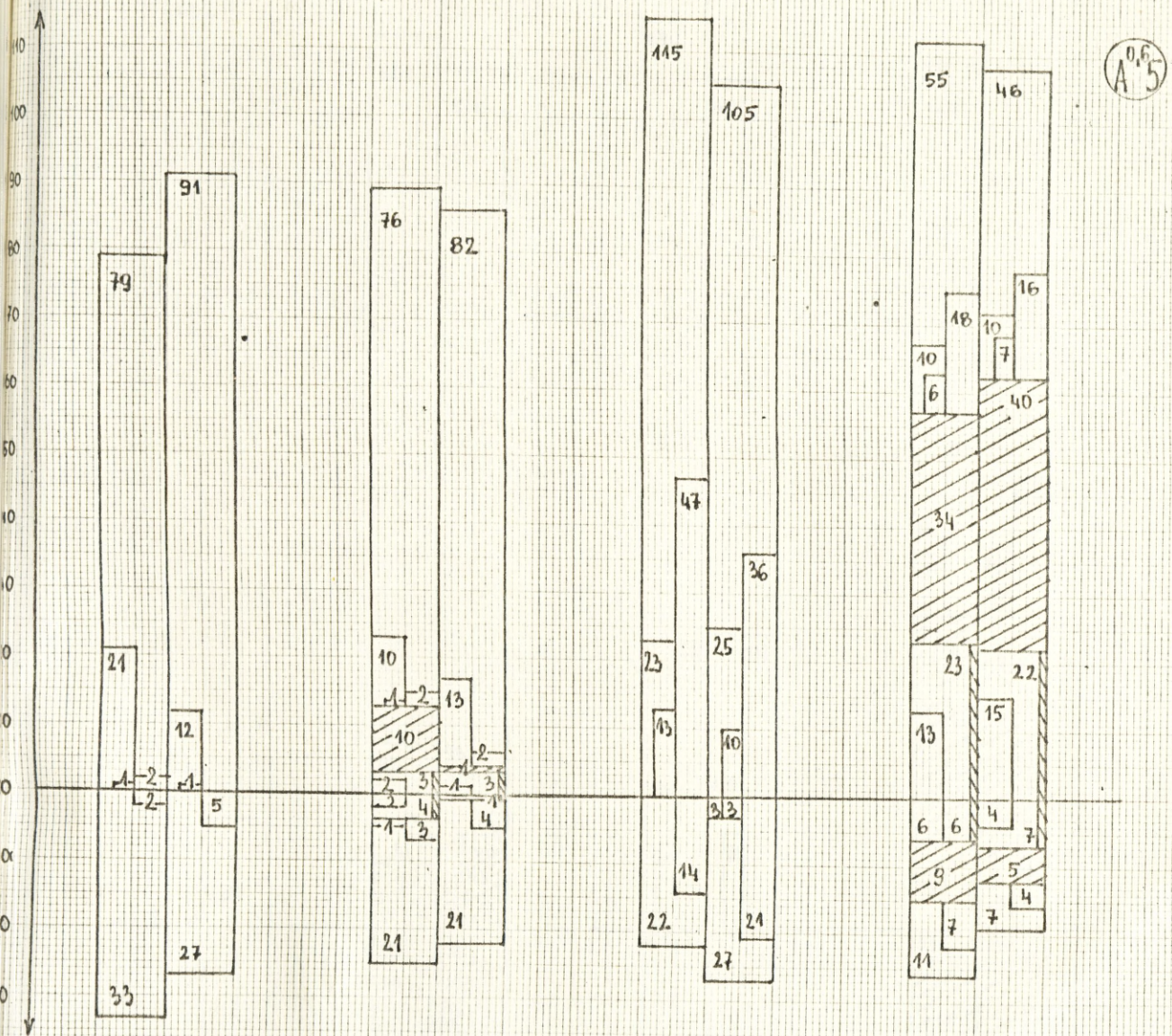
A<sup>062</sup>



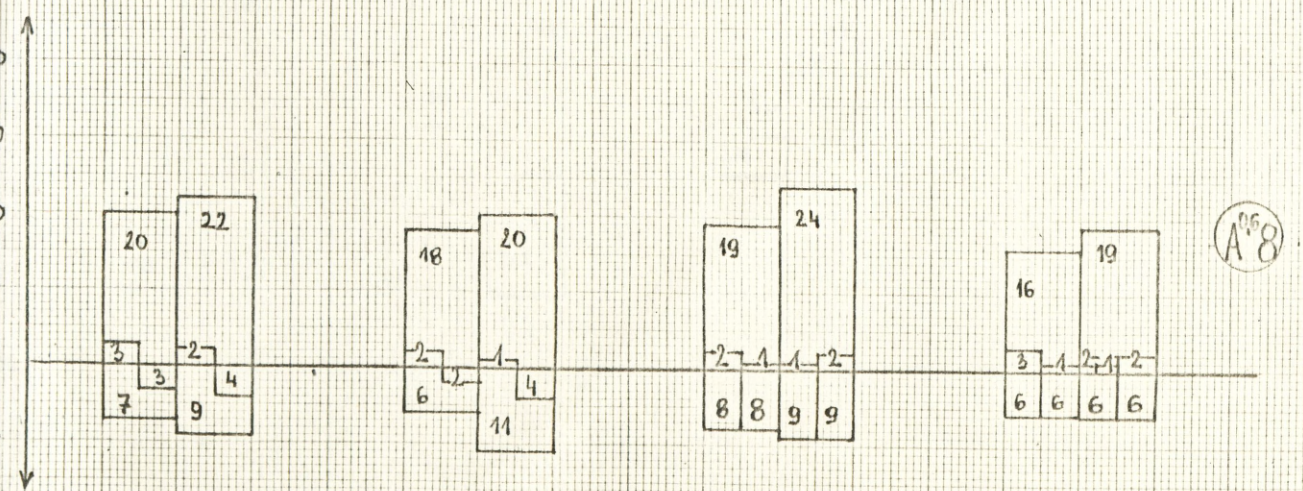
A 063



A 064



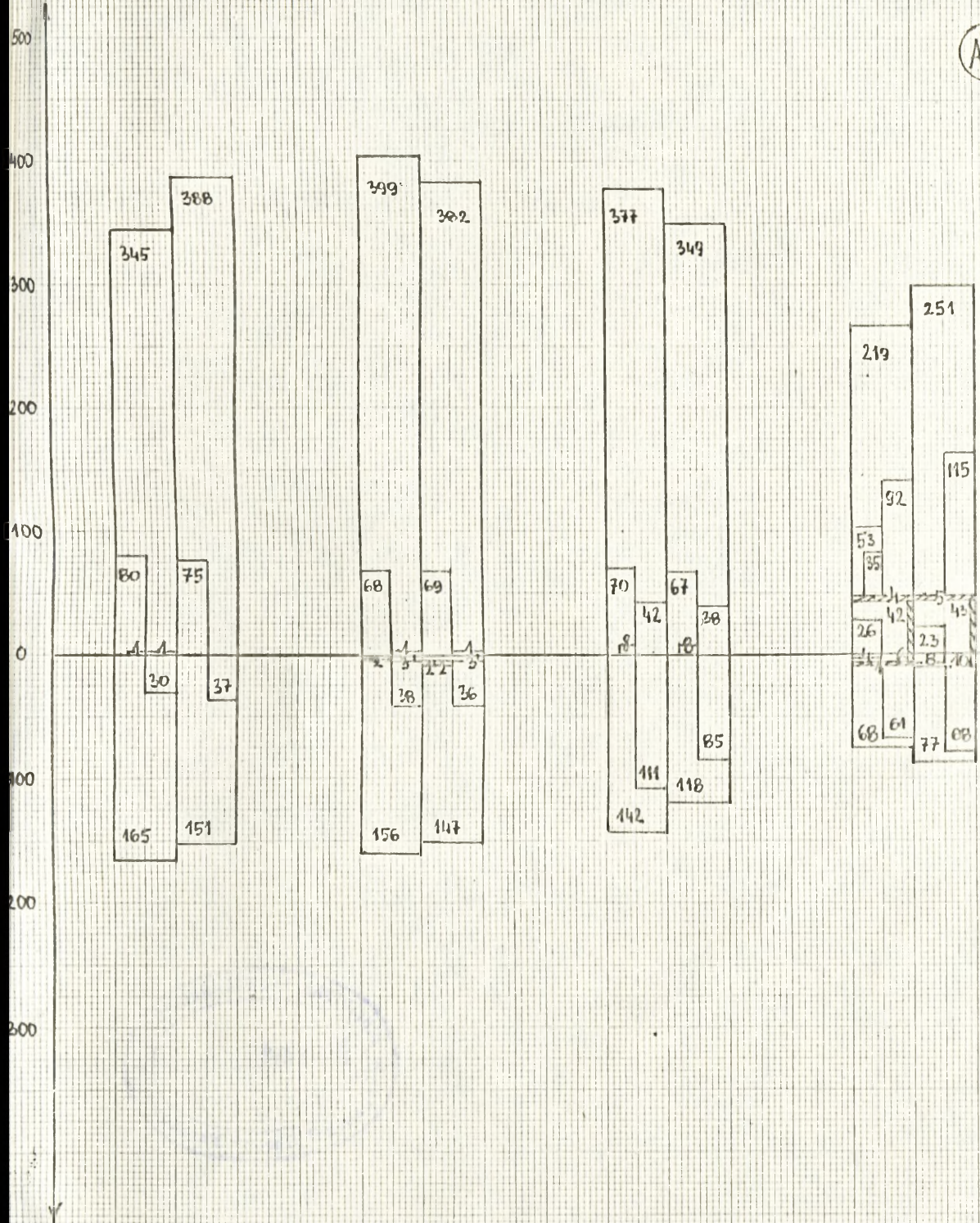
A<sup>0,6</sup><sub>5</sub>



A<sup>0,6</sup><sub>8</sub>



067  
A7



Wydrukowano w 5 egz.  
Egz. nr 1-5 Bibl. Nauk. DZS  
Wyk.: kpt. M. Mulkowski  
Druk: KP, dn. 15.11.85 r.  
Druk ASG WP 0485/01911/WW.

