

DANES-PICTA.COM

Grey Scale #13

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

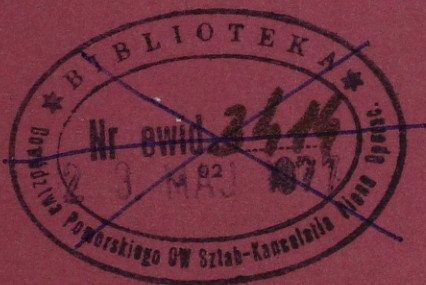


AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO

IM. GENERAŁA BRONI
KAROLA ŚWIERCZEWSKIEGO

5

Do użytku służbowego



Pptk mgr inż. Emil KILAR

MODELOWANIE BOJU
SPOTKANIOWEGO ODDZIAŁU

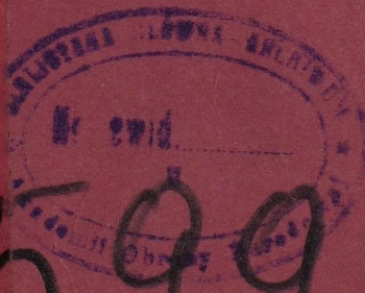
Rozprawa doktorska

Biblioteka Główna
Akademii Obrony Narodowej
S/33



05-000894-015-0

12599



WARSZAWA MAJ 1976



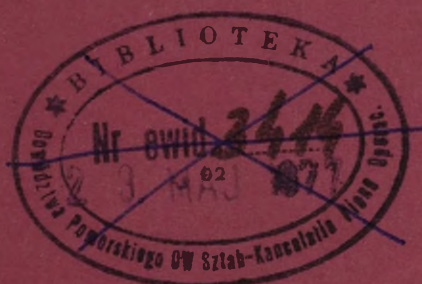
DANES-PICTA.COM



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

5

~~Do użytku służbowego~~

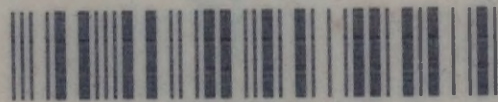


Pptk mgr inż. Emil KILAR

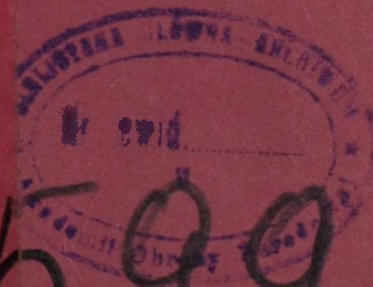
**MODELOWANIE BOJU
SPOTKANIOWEGO ODDZIAŁU**

Rozprawa doktorska

Biblioteka Główna
Akademii Obrony Narodowej
S/33



05-000894-015-0



12599

WARSZAWA MAJ 1976

Zal.

Do pisma

4315/32/5

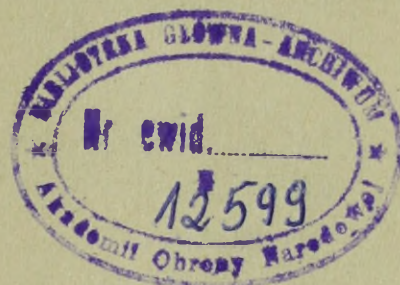
Nr 1

28 Marz 1977

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP
im.gen.broni K.Swierczewskiego

5

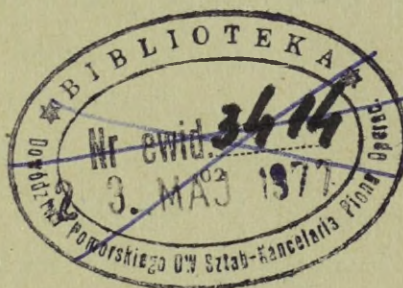
~~Do użytku służbowego~~



ppłk mgr inż. Emil KILAR

MODELOWANIE BOJU SPOTKANIOWEGO ODDZIAŁU

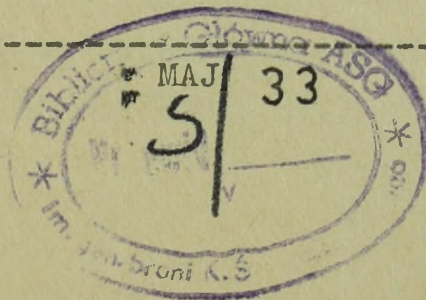
Rozprawa doktorska



Praca wykonana
pod kierownictwem naukowym

płk. doc.dr.Mieczysława CIECHANOWICZA

WARSZAWA



1976 r.

SPIS TRESCI

W S T Ę P	5
Rozdział I. PROBLEM MODELOWANIA WALKI	7
1. Wybór i określenie zagadnień badawczych	7
2. Bój spotkaniowy oddziału	8
3. Metoda modelowania walki	11
Rozdział II. MODEL BOJU SPOTKANIOWEGO ODDZIAŁU	14
1. Strona walcząca	14
2. Charakterystyka strony walczącej	16
2.1. Stan bojowy strony walczącej	16
2.2. Stan amunicji strony walczącej	17
2.3. Intensywność rozwinięcia strony walczącej	18
3. Charakterystyka środków walki	20
3.1. Intensywność strzelania	20
3.2. Odległość środków walki od linii styczności wojsk	21
3.3. Jednostkowa intensywność zwalczania	21
3.4. Waga środków walki	23
4. Położenie strony walczącej	23
5. Charakterystyka walki	26
5.1. Decyzja strony walczącej	27
5.2. Macierz oddziaływań	28
5.3. Podział środków walki	29
5.4. Macierz walki	31
5.5. Stan bojowy efektywny	33
5.6. Aktualna macierz walki	36
6. Przykład opisu stron walczących	37
7. Model walki	44
8. Wskaźniki efektywności walki	50
8.1. Potencjał strony walczącej	50
8.2. Wskaźnik strat strony walczącej	51
8.3. Stosunek sił stron walczących	51
8.4. Wskaźnik strat względnych stron walczących	52

Rozdział III. ROZWIĄZANIE MODELU BOJU SPOTKANIOWEGO ODDZIAŁU	53
1. Metoda rozwiązania modelu	53
2. Optymalny wariant walki	55
3. Kryteria wyboru decyzji	60
3.1. Kryterium podejmowania decyzji w warunkach pewności	63
3.2. Kryterium podejmowania decyzji w warunkach ryzyka	63
3.3. Kryterium podejmowania decyzji w warunkach niepewności	64
4. Dyskusja rozwiązania modelu	64
5. Ocena możliwości stron walczących	67
Rozdział IV. SPRAWDZENIE MODELU BOJU SPOTKANIOWEGO ODDZIAŁU	71
1. Sposób sprawdzenia modelu	71
2. Opis boju spotkaniowego pod Niesky	71
3. Sformalizowany opis boju spotkaniowego pod Niesky	76
4. Charakterystyki walki uzyskane w wyniku rozwiązania modelu i ich analiza	83
ZAKONCZENIE	87
LITERATURA	91
Załącznik nr 1. ALGORYTM ROZWIĄZANIA MODELU BOJU SPOTKANIOWEGO ODDZIAŁU	94
Załącznik nr 2. DOKUMENTY WYNIKOWE OTRZYMANE W WYNIKU ROZWIĄZANIA MODELU BOJU SPOTKANIOWEGO ODDZIAŁU NA EMC ODRA 1304	108
Załącznik nr 3. WYNIKI WALKI, ROZPATRYWANEJ W PRZYKŁADZIE /II.6/, W ZALEŻNOSCI OD DECYZJI STRON WALCZĄCYCH	120

Problemy kierowania złożonymi systemami coraz częściej rozwiązywane są przy zastosowaniu metod naukowych. Przydatne w tym celu metody znajdujemy w teorii badań operacyjnych^{1/} - dyscyplinie naukowej, która rozwinęła się w okresie drugiej wojny światowej podczas rozwiązywania problemów kierowania działaniami zbrojnymi koalicji antyfaszystowskiej. Po wojnie nastąpił wzrost zastosowań gospodarczych teorii badań operacyjnych, zapoczątkowanych pracami Kantorowicza /1939 r./.

Niektóre działy teorii badań operacyjnych powstały w okresie przedwojennym. Są nimi: programowanie liniowe - opracowane przez von Neumana i Kantorowicza, oraz teoria gier - zapoczątkowana pracami Steinhausa [40] , von Neumana [30] i innych matematyków.

Badania operacyjne w wojsku najczęściej stosuje się do rozwiązywania zagadnień planowania użycia środków walki i zaopatrywania wojsk.

Celowym jest intensywniejsze niż dotychczas korzystanie z metod badań operacyjnych w procesie podejmowania decyzji, w walce ogólnowojskowej. Tej problematyce poświęcona jest niniejsza praca.

Celem rozprawy jest opracowanie modelu boju spotkaniowego oddziału, pozwalającego wypracować informacje potrzebne do wyboru optymalnej decyzji w oparciu o ustalone kryteria, odpowiednie dla rozpatrywanej formy walki.

Próby zastosowania metod matematycznych do modelowania walki podejmowane są od dawna. Największe uznanie zyskał model zaproponowany przez Lanchestera^{2/} w 1916 r. Zaletą tego modelu jest prostota. Wadą natomiast to, że jest on modelem jednowymiarowym. Przyjmuje się w nim, że każda ze stron jest zbiorem środków walki jednego rodzaju. Jest to uproszczenie ograniczające zastosowanie modelu.

1/ Teoria badań operacyjnych jest kompleksem metod naukowych przeznaczonych do rozwiązywania zadań kierowania. Tą definicję teorii badań operacyjnych podał Lerner w przedmowie do rosyjskiego wydania pracy " Introduction to operations research" [7].

2/ F.W.Lanchester, Aircraft in Modern Warfare, the Dawn of the Fourth Arm, Constable and Co, London, 1916.

Istnieje potrzeba zbudowania wielowymiarowego modelu walki, uwzględniającego różne rodzaje środków walki, występujące we współczesnych armiach, oraz charakterystyki decydujące o przebiegu walki. Te cechy posiada przedstawiony w pracy model boju spotkaniowego oddziału.

Opracowany model dotyczy najtrudniejszej formy walki. Występują w niej elementy natarcia i obrony, co z kolei pozwala rozszerzyć zastosowanie modelu na inne formy walki. Opisuje on walkę oddziału bez użycia broni jądrowej. Założenie to przyjęto dlatego, że dowódca oddziału bezpośrednio nie decyduje o użyciu tego środka rażenia, a ponadto znacznie zwiększyłaby się złożoność problemu.

Przedstawiony model stanowi jednak otwartą konstrukcję, którą zdaniem autora, można - w dalszych pracach - rozszerzyć i przystosować do opisu walki na wyższych szczeblach w tym i z uwzględnieniem użycia broni jądrowej,

Rozdział I pracy poświęcony jest opisowi przedmiotu badań i metody rozwiązania ustalonych zagadnień badawczych.

W rozdziale II przedstawione są podstawowe charakterystyki oraz model boju spotkaniowego oddziału. Rozdział ten zawiera również wskaźniki efektywności stosowane do oceny przebiegu walki.

Rozwiązanie modelu, kryteria wyboru decyzji oraz ocena możliwości stron w boju spotkaniowym podane są w rozdziale III.

W rozdziale IV dokonane jest sprawdzanie funkcjonowania modelu metodą porównania rzeczywistych wyników walki - zgrupowania uderzeniowego 1 KPanc WP w boju spotkaniowym pod Niesky w kwietniu 1945 r. - z odpowiednimi wynikami uzyskanymi przy zastosowaniu modelu.

W zakończeniu podsumowane są wyniki pracy oraz omówione kierunki dalszych badań.

W końcu pracy zamieszczone są trzy załączniki, które zawierają informacje uzupełniające rozważania przedstawione w zasadniczej części pracy.

Autor pragnie podziękować tym wszystkim, których uwagi i komentarze znalazły odzwierciedlenie w pracy. Szczególnie serdecznie dziękuję promotorowi płk. doc. dr. Mieczysławowi CIECHANOWICZOWI za kierownictwo naukowe pracą oraz mgr. inż. Zdzisławowi OKRZEI za napisanie programów stosowanych podczas sprawdzania modelu.

Rozdział I

PROBLEM MODELOWANIA WALKI

1. Wybór i określenie zagadnień badawczych

Dziedzina badań sztuki wojennej - podstawowej dyscypliny nauki wojennej, obejmuje wiele problemów badawczych [5]. Wybór spośród nich aktualnie ważnych, szczegółowych, problemów nastrocza trudności podobne jak w innych naukach. Wobec braku ogólnie przyjętych zasad, określających ważność problemów, zwrócenie uwagi na dany problem w dużym stopniu zależy od badacza. Uwaga ta skłania do krótkiego uzasadnienia wyboru tematu pracy.

We współczesnej walce, ze względu na wzrost możliwości manewrowych i ogniowych wojsk, dowódca i sztab będą mieć do czynienia z bardziej złożonymi sytuacjami niż w wojnach poprzednich. W szczególności zastosowanie nowego środka walki: broni rakietowo-jądrowej, wpłynie na złożoność i ilość możliwych decyzji, podejmowanych przez dowódców wszystkich szczebli.

Decyzja dowódcy zależy od wielu czynników charakteryzujących aktualną sytuację bojową. Poszukiwanie charakterystyk dokładnie opisujących sytuację bojową jest sprawą bardzo istotną. Jedną z takich charakterystyk, od której w dużym stopniu zależy decyzja dowódcy, jest stosunek sił stron walczących. Doświadczenia wojenne i współczesne badania wskazują na to, że zwycięża ten kto właściwie i w odpowiednim czasie oceni możliwości własne i przeciwnika oraz uprzedzi go w wykonaniu decydującego uderzenia. Istnieje więc potrzeba opracowania metody obliczania stosunku sił stron walczących właściwie odzwierciedlającego możliwości przeciwników. Zagadnienie to nie zostało dotychczas rozwiązane w sposób całkowicie zadowalający.

Ważnym zagadnieniem jest też opracowanie metod wyboru sposobu walki /decyzji/, zapewniającego osiągnięcie jak największych efektów bojowych przy uwzględnieniu realnych możliwości wojsk własnych i nieprzyjaciela oraz przewidywanego przebiegu walki. Jest to szczególnie ważne w skali taktycznej, gdzie dynamika zmian sytuacji jest duża, więc propozycje decyzji do walki muszą być określane szczególnie dokładnie i w krótkim czasie.

Dostarczenie dowódcy uzasadnionych danych do podjęcia decyzji może być dokonane, w krótkim czasie, w oparciu o model

walki, przy zastosowaniu współczesnych metod przetwarzania informacji. Stąd potrzeba prac zmierzających do określenia istotnych charakterystyk walki, budowy modelu walki wiążącego wybrane charakterystyki, oraz opracowania kryteriów wyboru decyzji do walki.

Spośród wszystkich form walki bój spotkaniowy jest jej formą najtrudniejszą. Przewiduję się, że we współczesnej wojnie boje spotkaniowe występować będą równie często jak w wojnach poprzednich. Dlatego badanie boju spotkaniowego jest jednym z aktualnych zadań taktyki [20].

Powyższe uwagi wskazują na potrzebę prowadzenia prac, których celem jest opracowanie metod ułatwiających i usprawniających przygotowanie wiarogodnych danych - potrzebnych do podjęcia decyzji do boju spotkaniowego. Przedstawiona praca "Modelowanie boju spotkaniowego oddziału" obejmuje poruszone zagadnienia.

Główne kierunki badań, zawarte w pracy, sprowadzają się do rozwiązania następujących zagadnień:

1/ Zbudowanie i rozwiązanie modelu boju spotkaniowego oddziału - opisującego przebieg walki w zależności od stanu bojowego, położenia, decyzji stron walczących, itp;

2/ Opracowanie kryterium wyboru decyzji do walki w warunkach pewności, ryzyka i niepewności.

3/ Ocena możliwości stron walczących.

4/ Sprawdzenie funkcjonowania zbudowanego modelu boju spotkaniowego oddziału.

2. Bój spotkaniowy oddziału

W praktyce wojennej boje spotkaniowe występowały na długo przed powstaniem ich teorii, której pierwsze opracowania pojawiły się w końcu dziewiętnastego wieku. Poglądy na temat boju spotkaniowego ulegały licznym przeobrażeniom i dopiero po drugiej wojnie światowej trwale się ukształtowały.

Obecnie powszechnie uważa się, że bój spotkaniowy jest walką oddziałów lub związków taktycznych wynikłą podczas natarcia na nieprzyjaciela, który również dąży do wykonania zadań w sposób zaczepny, przy czym zadania przeciwników sięgają poza rubież ich bezpośredniego starcia [27].

Takie określenie boju spotkaniowego nie zawsze obowiązywało. Jeszcze w okresie drugiej wojny światowej w wielu regulaminach

walki bój spotkaniowy traktowano jako starcie przeciwników podczas marszu. Ten wariant, występujący często w początkowym okresie wojny, nie jest jedyny, gdyż bój spotkaniowy może wynikać również przy zetknięciu się nacierających wojsk z kontratakującymi odwodami nieprzyjaciela będącego w obronie.

Bój spotkaniowy znacznie różni się od innych form walki. Na przykład od natarcia na broniącego się nieprzyjaciela różni się on krótszym czasem przeznaczonym na przygotowanie działań, dużą szybkością zmian sytuacji, niepełną jasnością sytuacji, itp.

Szczegółowe omówienie teorii i praktyki boju spotkaniowego zawierają prace [20], [16], [26]. Tutaj podajemy wybrane cechy charakterystyczne boju spotkaniowego traktując je jako punkt wyjścia /założenia/ do budowy modelu boju spotkaniowego oddziału.

W boju spotkaniowym oddział otrzymuje zadanie bliższe i kierunek dalszego natarcia. Dla realizacji tego zadania oddział zazwyczaj przyjmuje ugrupowanie składające się z jednego rzutu wydzielając niewielki odwód.

Do boju spotkaniowego dochodzi wtedy, gdy siły stron walczących są w przybliżeniu równe i istnieją warunki do dynamicznego przebiegu działań.

W boju spotkaniowym oddziału występują dwa etapy działań:

1/ walka awangardy, rozwijanie i wejście do walki sił głównych,

2/ walka wszystkich sił oddziału.

Przebieg walki awangardy zależy od siły napotkanego przeciwnika oraz od warunków terenowych. W przypadku napotkania małych grup przeciwnika awangarda zwalcza je i kontynuuje marsz /manewr/. Po napotkaniu przeciwnika silniejszego rozwija się, zajmuje w miarę możliwości dogodny teren i wiąże nieprzyjaciela walką w obronie. Jeżeli natomiast siły awangardy i napotkanego nieprzyjaciela są w przybliżeniu równe, to zadaniem awangardy jest wyparcie go atakiem z terenu korzystnego do działań i stworzenie warunków sprzyjających do wykonania decydującego uderzenia przez siły główne.

Walka o przejęcie inicjatywy, na ogół, nie kończy się w pierwszym etapie działań. Jest ona kontynuowana w drugim etapie. Etap ten może jednak nie wystąpić wtedy, gdy jedna ze stron przegrała walkę awangard i znalazła się w terenie niedogodnym do

prowadzenia boju spotkaniowego.

Sprecyzowanie decyzji do boju spotkaniowego powinno nastąpić w okresie nawiązania walki awangard i w takim czasie by nie opóźnić rozwinięcia sił głównych. Siły główne powinny otrzymać zadanie najpóźniej w chwili rozpoczęcia rozwijania w ugrupowanie bojowe.

Pododdziały sił głównych wchodzą do walki kolejno z chwilą osiągnięcia styczności z nieprzyjacielem /tak przyjęto w modelu/ lub jednocześnie po rozwinięciu się wszystkich pododdziałów.

W celu uniknięcia uderzeń jądrowych rubież wejścia do walki pododdziałów sił głównych jest wyznaczana jak najbliżej nieprzyjaciela. Powinna ona zapewnić możliwość dogodnego podejścia i rozwijania wojsk.

Działania wojsk w boju spotkaniowym odbywają się na szerokim froncie z zachowaniem przewagi na kierunku głównego uderzenia. Między poszczególnymi pododdziałami występują przerwy w celu zabezpieczenia ich przed równoczesnym rażeniem bronią jądrową i ułatwiający im wykonanie manewru. Sytuacja ta powoduje występowanie otwartych skrzydeł, co obustronnie ułatwia stosowanie oskrzydlenia.

Z tego co powiedziano wynika, że w boju spotkaniowym pododdziały mogą prowadzić walkę obronną - szczególnie awangarda, wykonywać uderzenia czołowe i oskrzydlenie. W walce tej zawsze przeważająca ilość sił działa zaczepnie.

Bój spotkaniowy kończy się rozbitciem jednej ze stron lub przejściem jej do obrony albo odwrotu.

Powodzenie w boju spotkaniowym zależy od wielu czynników, z których najważniejsze to:

- utrzymanie wojsk w gotowości do podjęcia boju spotkaniowego;
- systematyczne prowadzenie rozpoznania nieprzyjaciela;
- operatywne wypracowanie trafnych decyzji i szybkie doprowadzenie ich do wojsk;
- dobre wyszkolenie wojsk, umożliwiające uprzedzenie nieprzyjaciela w rozwinięciu sił o wykonaniu decydującego uderzenia;
- umiejętne dowodzenie w czasie boju spotkaniowego /szybkie stawianie zadań wynikłych z aktualnej sytuacji, utrzymywanie współdziałania/.

3. Metoda modelowania walki

Walką nazywamy zorganizowane starcie zbrojne stron przeciwnych, z których każda dąży do zniszczenia nieprzyjaciela, wszystkimi dostępnymi jej środkami [27]. Walka nie jest aktem jednorazowym, lecz procesem wyznaczonym przez stany stron walczących. Stany te, obrazujące ilości sił i środków oraz położenie stron, zmieniają się w czasie walki. Ich zmiany są wynikiem wzajemnego oddziaływania stron oraz zasileń organizowanych przez każdą stronę. Walka jest procesem złożonym ze względu na skomplikowaną strukturę stron walczących oraz różnorodność oddziaływań między nimi.

Metodą ogólnopoznawczą, bardzo pomocną w badaniu złożonych procesów, której zastosowanie w pracy dominuje, jest modelowanie. Stosowane są także inne metody np. metoda analizy i syntezy [44]. Analizę stosowano przede wszystkim w celu wyodrębnienia istotnych charakterystyk walki, natomiast syntezę - w celu uzyskania modelu boju spotkaniowego oddziaływań na drodze powiązania tych charakterystyk.

Do rozwiązania poszczególnych zagadnień badawczych wykorzystano w pracy metody wyspecjalizowanych teorii takich jak: teoria podejmowania decyzji [38], teoria gier [25], [19], teoria równań różniczkowych [9], [11] i inne.

Omówimy nieco szerzej podstawową metodę, którą jest modelowanie. Istota modelowania zawiera się w poszukiwaniu abstrakcyjnego odpowiednika /odbicia/ rzeczywistości, zwanego modelem, który będąc prostszy od oryginału zachowuje interesujące nas jego własności.

W modelowaniu wykorzystuje się izomorfizm zachodzący między modelem a oryginałem /lub jego częścią/. Izomorfizm ten pozwala na określenie zachowania się oryginału na podstawie obserwacji zachowań modelu. Jest to z zasady wygodniejsze niż bezpośrednie badanie rzeczywistości.

W przypadku badania złożonego procesu świadomie poszukujemy względnie prostego modelu uwzględniającego tylko te cechy rzeczywistości, które są dla nas interesujące. Konieczny jest tutaj pewien kompromis, polegający na tym, że z jednej strony model winien dokładnie odzwierciedlać funkcjonowanie oryginału - co prowadzi do jego złożoności, a z drugiej strony winien być

prosty aby łatwo można go było rozwiązać. W związku z tym istnieją dwie drogi postępowania. Pierwsza polega na budowie, początkowo, modelu prostego, który daje się łatwo rozwiązać, lecz opisuje badaną rzeczywistość w sposób mało dokładny. Następnie, w drodze kolejnych udoskonaleń, dochodzi się do modelu, który daje się rozwiązać w zadowalający sposób i wystarczająco dokładnie opisuje badaną rzeczywistość. Tą drogą postępowania uzyskano model boju spotkaniowego oddziały - przedstawiony w pracy. Druga droga postępowania jest odwrotna do pierwszej.

W praktyce stosuje się wiele różnych rodzajów modelu. Dotychczas brak jest ogólnie przyjętej klasyfikacji modeli. Najbardziej rozpowszechnioną jest klasyfikacja, która wyróżnia następujące rodzaje modeli:

- modele graficzne;
- modele fizyczne;
- modele matematyczne.

Modele graficzne obrazują interesujące nas cechy badanej rzeczywistości z zachowaniem podobieństwa między modelem a obiektem rzeczywistym. Model od obiektu rzeczywistego różni się zwykle skalą zapewniającą uzyskanie zmniejszonego lub powiększonego obrazu obiektu. Przykładami modeli graficznych są: mapa samochodowa, zdjęcia lotnicze terenu, plany budynków, itp. Jako modele graficzne traktuje się również schematy obrazujące np. obróbkę materiałów, przetwarzanie informacji, itd.

Model fizyczny odtwarza badaną rzeczywistość z zachowaniem jej fizycznej istoty. Model ten pozwala na prowadzenie badań w warunkach zbliżonych do rzeczywistych. Przykładem modelowania fizycznego jest badanie modelu samolotu w tunelu aerodynamicznym.

Model matematyczny jest sformalizowanym opisem badanego obiektu /procesu/, wyrażonym w języku matematyki. Najczęściej model matematyczny jest zbiorem równości /nierówności, warunków itp./ wiążących: zmienne opisujące stan procesu, parametry procesu i czas. Jego stosowanie pozwala na wykorzystanie metod matematyki do analizy badanego procesu. Analiza ta odbywa się w sposób pośredni. W oparciu o zbudowany model matematyczny uzyskuje się najpierw wnioski matematyczne, dla których następnie znajduje się interpretację fizyczną. Oczywiście, nie wszystkim wnioskom matematycznym, uzyskanym przy pomocy modelu, można na-

dać interpretację. Istnieją jednak kryteria, na ogół intuicyjne, pozwalające badaczowi wybrać te wnioski matematyczne, które mają sens z punktu widzenia badanego procesu [32] .

Spośród omówionych trzech rodzajów modeli najprostsze są modele graficzne, zaś najbardziej abstrakcyjne - modele matematyczne. Stąd budowa modelu matematycznego jest zwykle zadaniem trudniejszym niż budowa odpowiedniego modelu graficznego, bądź fizycznego i wymaga większego nakładu pracy dla jego skonstruowania. Jednak zastosowanie modelu matematycznego pozwala na łatwiejsze przeprowadzanie eksperymentów /niż w przypadku pozostałych modeli/ i to zdecydowanie przemawia za jego stosowaniem. Efektywność stosowania modeli matematycznych wzrosła wraz z powszechnym stosowaniem elektronicznych maszyn cyfrowych, ułatwiających rozwiązywanie dużej liczby dostatecznie złożonych modeli. Ma to istotne znaczenie przy matematycznym modelowaniu walki. Uzyskujemy bowiem możliwość wielokrotnego rozgrywania różnych wariantów walki, co jest trudne do uzyskania w przypadku innych rodzajów modelowania.

Ze względu na omówione zalety, w pracy zastosowano modelowanie matematyczne. Kierujemy się przy tym procedurą postępowania wypracowaną przez teorię badań operacyjnych [7] , [1] .

Rozważania są prowadzone zgodnie z następującymi etapami badań operacyjnych:

- 1/ sformułowanie problemu;
- 2/ budowa modelu matematycznego;
- 3/ znalezienie rozwiązania przy pomocy modelu;
- 4/ sprawdzenie modelu i otrzymanego przy jego pomocy rozwiązania.

Zwykle oprócz wymienionych, podaje się jeszcze dalsze etapy badawcze, a mianowicie:

- 5/ budowa procedury korekcji rozwiązania /w przypadku zmiany założeń według których model został zbudowany/;
- 6/ wdrożenie rozwiązania.

Etapy te nie występują w dalszych rozważaniach, gdyż zagadnienia, które one obejmują, nie są przedmiotem pracy.

MODEL BOJU SPOTKANIOWEGO ODDZIAŁU

1. Strona walcząca

Budując model matematyczny boju spotkaniowego należy opisać w języku matematyki takie pojęcia jak: strona walcząca, stan bojowy i położenie strony walczącej, decyzja strony walczącej, intensywność rozwinięcia strony walczącej, intensywność zwalczania itd. Dopiero po opisanym symbolicznym wszystkich pojęć charakteryzujących bój spotkaniowy, można sformułować jego model matematyczny - wiążący te pojęcia.

Przystąpimy zatem do opisu pojęć charakteryzujących bój spotkaniowy oddziału.

Znając potencjalnych przeciwników możemy dokonać specyfikacji wszystkich rodzajów środków walki stosowanych w boju spotkaniowym na szczeblu oddziału. W celu ustalenia uwagi przyjmujemy, że model boju spotkaniowego oddziału będzie zbudowany dla ustalonej ilości r rodzajów środków walki decydujących o jej przebiegu. Inaczej mówiąc, w czasie walki łącznie u obydwu przeciwników może wystąpić co najwyżej r rodzajów środków walki.

Pododdziałem nazwiemy zbiór środków walki wraz z ich obsługą. Stroną walczącą będziemy nazywać zbiór pododdziałów współdziałających w realizacji wspólnego dla nich celu walki. Zgodnie z tym określeniem pododdziały wsparcia będziemy włączać odpowiednio do strony walczącej^{1/}.

Zastosujemy następujące oznaczenia stron walczących:

- strony walczącej I

$$E = \begin{bmatrix} E_1 \\ E_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ E_k \end{bmatrix}$$

1/ Podział strony walczącej na pododdziały nie musi ściśle odpowiadać jej strukturze organizacyjnej, gdyż to nie ma istotnego znaczenia dla modelowania.

- strony walczącej II

$$E' = \begin{bmatrix} E_{k+1} \\ E_{k+2} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ E_n \end{bmatrix}$$

gdzie: E_i / $i = 1, 2, \dots, k, k+1, \dots, n$ / - oznacza pododdziały.

Stronę walczącą będziemy więc przedstawiać w formie wektora kolumnowego, którego składowe oznaczają pododdziały. Przyjmiemy we wszystkich dalszych rozważaniach, że strona I składa się z k pododdziałów, a strona II z $n-k$ pododdziałów i zachowamy numerację pododdziałów taką jak wyżej podana.

W dalszej części rozdziału określone zostaną następujące pojęcia:

- $b; b'$ ^{1/} - stan bojowy strony walczącej;
- $Z; Z'$ - stan amunicji strony walczącej;
- $\Gamma; \Gamma'$ - intensywność rozwinięcia strony walczącej;
- γ - intensywność strzelania;
- $P; P'$ - położenie strony walczącej;
- $D; D'$ - decyzja strony walczącej;
- $B; B'$ - efektywny stan bojowy strony walczącej
- Λ - intensywność zwalczania;
- Δl - odległość rozwijania środków walki od linii styczności wojsk;
- g - waga środków walki;
- τ - charakterystyka terenu walki;
- η - wskaźnik skuteczności zwalczania;
- $s; s'$ - macierz oddziaływań;
- $\bar{\Pi}; \bar{\Pi}'$ - podział środków walki;
- $S; S'$ - macierz walki;
- $\bar{S}; \bar{S}'$ - aktualna macierz walki;
- $R; R'$ - efektywna intensywność rozwinięcia;
- t_1 - początek rozwijania środków walki;

1/ Oznaczenie wymienione na pierwszym miejscu dotyczy wojsk własnych, na drugim nieprzyjaciela.

- t_2 - koniec rozwijania środków walki;
- W - współczynnik rozwinięcia;
- G - współczynnik gotowości;
- Q - współczynnik zapasu amunicji.

2. Charakterystyka strony walczącej

Istotną grupę cech w modelu walki stanowią cechy opisujące stronę walczącą. Najważniejsze z tych cech to:

- stan bojowy strony walczącej - wskazujący ilość środków walki /z uwzględnieniem ich rodzajów/ znajdujących się w posiadaniu strony walczącej;
- stan amunicji strony walczącej, określający zapas amunicji dla każdego rodzaju środka walki w rozpatrywanej chwili czasu;
- intensywność rozwinięcia strony walczącej;
- położenie strony walczącej;
- decyzja strony walczącej i inne cechy nazwane i zdefiniowane w dalszej części pracy.

Budując model matematyczny boju spotkaniowego oddziału - wymienione cechy przedstawimy w języku matematyki. Będziemy przy tym określać cechy równocześnie dla strony walczącej I i przeciwnej jej - strony walczącej II.

2.1. Stan bojowy strony walczącej

Ilość środków walki poszczególnych rodzajów, wraz z obsługą, znajdujących się w poszczególnych pododdziałach, tworzy stan bojowy danej strony walczącej.

Stan bojowy strony walczącej I przedstawimy w postaci macierzy

$$b = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1r} \\ b_{21} & b_{22} & \dots & b_{2r} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_{k1} & b_{k2} & \dots & b_{kr} \end{bmatrix}$$

natomiast stan bojowy strony walczącej II w postaci macierzy

$$b' = \begin{bmatrix} b_{k+1,1} & b_{k+1,2} & \dots & b_{k+1,r} \\ b_{k+2,1} & b_{k+2,2} & \dots & b_{k+2,r} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_{n1} & b_{n2} & \dots & b_{nr} \end{bmatrix}$$

Element b_{ij} / $i = 1, 2, \dots, k, k+1, \dots, n$; $j = 1, 2, \dots, r$ / oznacza ilość srodków walki j -tego rodzaju znajdujących się w pododdziale E_i .

Z powyższych określeń wynika, że i -ty wiersz $b_i = (b_{i1}, b_{i2}, \dots, b_{ir})$, $i = 1, 2, \dots, k, k+1, \dots, n$, macierzy b/b' podaje ilość srodków walki poszczególnych rodzajów znajdujących się w pododdziale E_i . Jeżeli $b_{ip} = 0$, $p \in \{1, 2, \dots, r\}$, to znaczy, że w pododdziale E_i nie występuje srodek walki p -tego rodzaju.

Kolumna macierzy b/b' podaje ilość srodków walki danego rodzaju znajdujących się w poszczególnych pododdziałach strony walczącej I /II/.

Na przykład kolumna

$$\begin{bmatrix} b_{1q} \\ b_{2q} \\ \dots \\ \dots \\ b_{kq} \end{bmatrix}$$

określa ilości srodków walki q -tego rodzaju znajdujących się odpowiednio w pododdziałach E_1, E_2, \dots, E_k strony walczącej I.

2.2. Stan amunicji strony walczącej

Stan amunicji strony walczącej opiszemy w zupełnie podobny sposób jak stan bojowy.

Stan amunicji strony walczącej I przedstawimy w postaci macierzy

$$Z = \begin{bmatrix} Z_{11} & Z_{12} & \dots & Z_{1r} \\ Z_{21} & Z_{22} & \dots & Z_{2r} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ Z_{k1} & Z_{k2} & \dots & Z_{kr} \end{bmatrix}$$

natomiast stan amunicji strony walczącej II w postaci macierzy

$$Z' = \begin{bmatrix} Z_{k+1,1} & Z_{k+1,2} & \dots & Z_{k+1,r} \\ Z_{k+2,1} & Z_{k+2,2} & \dots & Z_{k+2,r} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ Z_{n1} & Z_{n2} & \dots & Z_{nr} \end{bmatrix}$$

Wielkość Z_{ij} , $i = 1, 2, \dots, k, k+1, \dots, n$; $j = 1, 2, \dots, r$, oznacza ilość amunicji /w szt./ dla środka walki j -tego rodzaju znajdującą się w pododdziale E_i .

2.3. Intensywność rozwinięcia strony walczącej

Podobnie jak w przypadku poprzednich pojęć, określimy intensywność rozwinięcia strony walczącej opisującą szybkość wchodzenia do walki poszczególnych rodzajów środków walki.

W każdej stronie walczącej występuje wiele pododdziałów, a każdy z nich może się składać z kilku rodzajów środków walki. W związku z tym intensywności rozwinięcia poszczególnych rodzajów środków walki - rozpatrywane łącznie dla danej strony walczącej - tworzą macierz.

Intensywność rozwinięcia strony walczącej I przedstawimy w postaci macierzy

$$\Gamma = \begin{bmatrix} \Gamma_{11} & \Gamma_{12} & \dots & \Gamma_{1r} \\ \Gamma_{21} & \Gamma_{22} & \dots & \Gamma_{2r} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \Gamma_{k1} & \Gamma_{k2} & \dots & \Gamma_{kr} \end{bmatrix}$$

Natomiast intensywność rozwinięcia strony walczącej II w postaci macierzy

$$\Gamma' = \begin{bmatrix} \Gamma_{k+1,1} & \Gamma_{k+1,2} & \dots & \Gamma_{k+1,r} \\ \Gamma_{k+2,1} & \Gamma_{k+2,2} & \dots & \Gamma_{k+2,r} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \Gamma_{n1} & \Gamma_{n2} & \dots & \Gamma_{nr} \end{bmatrix}$$

gdzie: Γ_{ij} / $i=1,2,\dots,k+1,\dots,n$; $j=1,2,\dots,r$ / jest intensywnością rozwijania się - w dogodnych warunkach terenowych - środka walki j-tego rodzaju należącego do pododdziału E_i . Fizycznie, Γ_{ij} oznacza ilość środków walki j-tego rodzaju pododdziału E_i jaka wchodzi do walki w jednostce czasu^{1/} /np. w ciągu minuty/.

Nasuwa się pytanie: Czy celowe jest założenie, że intensywności rozwinięcia środków walki danego rodzaju, w jednakowych warunkach terenowych, mogą być różne w różnych pododdziałach? Wydaje się, że odpowiedź twierdząca jest uzasadniona, gdyż intensywność rozwinięcia jest zróżnicowana ze względu na dane taktyczno-techniczne poszczególnych rodzajów środków walki, a ponadto zależy od warunków /terenu/ działania oraz od wyszkolenia pododdziałów. Fakt ten tłumaczy definicję intensywności rozwinięcia strony walczącej, w której przyjęto, że możliwym jest wystąpienie różnej intensywności rozwinięcia środków walki w różnych pododdziałach. Postanowienie to zapewnia uwzględnienie w modelu wpływu wyszkolenia, w omówionym zakresie, na przebieg walki.

W celu uwzględnienia w modelu wpływu terenu działania na szybkość rozwinięcia środków walki, a pośrednio na przebieg walki, wprowadzimy pojęcie efektywnej intensywności rozwinięcia.

Efektywną intensywność rozwinięcia strony walczącej I przedstawimy w postaci macierzy

$$R = \begin{bmatrix} \tau_1 \Gamma_{11} & \tau_1 \Gamma_{12} & \dots & \tau_1 \Gamma_{1r} \\ \tau_2 \Gamma_{21} & \tau_2 \Gamma_{22} & \dots & \tau_2 \Gamma_{2r} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tau_k \Gamma_{k1} & \tau_k \Gamma_{k2} & \dots & \tau_k \Gamma_{kr} \end{bmatrix}$$

1/ W przypadku, gdy celowym jest mówić o intensywności rozwinięcia nie pojedynczego środka walki, ale o intensywności rozwinięcia pododdziału /np. baterii armat panc/ przyjmujemy, że intensywność rozwinięcia środków walki znajdujących się w rozważanym pododdziale będzie określana ilorazem:

$$\frac{\text{ilość środków walki /rozważanego rodzaju/ w pododdziale}}{\text{czas na rozwinięcie pododdziału}}$$

natomiast efektywną intensywność rozwinięcia strony walczącej II w postaci macierzy

$$R' = \begin{bmatrix} \tau_{k+1} \Gamma_{k+1,1} & \tau_{k+1} \Gamma_{k+1,2} & \dots & \tau_{k+1} \Gamma_{k+1,r} \\ \tau_{k+2} \Gamma_{k+2,1} & \tau_{k+2} \Gamma_{k+2,2} & \dots & \tau_{k+2} \Gamma_{k+2,r} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tau_n \Gamma_{n1} & \tau_n \Gamma_{n2} & \dots & \tau_n \Gamma_{nr} \end{bmatrix}$$

gdzie: Γ_{ij} - jak w poprzedniej definicji, natomiast τ_i , $/i=1,2,\dots,k,k+1,\dots,n/$ - wskaźnik przydatności terenu, w którym działa pododdział E_i , do rozwinięcia środków walki - z uwzględnieniem rodzaju działań pododdziału E_i . Wskaźnik ten zmienia się w granicach $0 \leq \tau_i \leq 1$; $\tau_i = 0$ wtedy, gdy w danym terenie nie jest możliwe rozwinięcie wojsk do działań, natomiast $\tau_i = 1$ jeżeli teren jest dogodny do rozwinięcia wojsk. W pośrednich przypadkach teren oceniamy wskaźnikiem $0 < \tau_i < 1$. Fizycznie $\tau_i \Gamma_{ij}$ oznacza ilość środków walki j-tego rodzaju należących do pododdziału E_i jaka może rozwinąć się w jednostce czasu, w terenie działania tego pododdziału^{1/}.

3. Charakterystyka środków walki

3.1. Intensywność strzelania

Charakterystyczną cechą środków walki jest intensywność /reżim/ strzelania. W budowanym modelu, przyjmiemy, że intensywność strzelania środków walki będzie opisywać macierz

$$V = \begin{bmatrix} v_{11} & v_{12} & \dots & v_{1r} \\ v_{21} & v_{22} & \dots & v_{2r} \\ v_{31} & v_{32} & \dots & v_{3r} \end{bmatrix}$$

Wielkość v_{1i} $/i=1,2,\dots,r/$, oznacza średnią ilość pocisków wystrzelanych przez środek walki i-tego rodzaju

^{1/} Dodatkowe omówienie wskaźnika przydatności terenu zawarte jest w punkcie czwartym.

w jednostce czasu /np. w ciągu jednej minuty/. Zakładamy, że zależy ona wyłącznie od rodzaju środka walki - jest konstrukcyjnie uwarunkowana, a zatem jest jednakowa dla danego rodzaju środka walki niezależnie od tego w którym pododdziale on się znajduje.

Wielkość V_{2i} / $i=1,2,\dots,r$ /, oznacza średnią długość odcinka czasu w którym środek walki i -tego rodzaju prowadzi ogień ciągły - wynikającą z charakteru /sposobu/ użycia środka walki w boju spotkaniowym.

Wielkość V_{3i} / $i=1,2,\dots,r$ /, oznacza średnią długość odcinka czasu przerwy w prowadzeniu ognia przez środek walki i -tego rodzaju - wynikającą ze sposobu jego użycia w boju spotkaniowym.

W modelu przyjmujemy, że odcinki czasu V_{2i} , V_{3i} / $i=1,2,\dots,r$ / podczas walki występują naprzemian, cyklicznie.

3.2. Odległość środków walki od linii styczności wojsk

Druga charakterystyka środków walki określa ich odległość od linii styczności wojsk podczas walki.

Charakterystyka ta ma postać

$$\Delta l = \begin{bmatrix} \Delta l_{11} & \Delta l_{12} & \dots & \Delta l_{1r} \\ \Delta l_{21} & \Delta l_{22} & \dots & \Delta l_{2r} \end{bmatrix}$$

Wielkość Δl_{1i} / $i=1,2,\dots,r$ / oznacza odległość od linii styczności wojsk w jakiej rozwija się środek walki i -tego rodzaju w przypadku gdy pododdział do którego należy wykonuje uderzenie czołowe lub broni się.

Wielkość Δl_{2i} / $i=1,2,\dots,r$ / oznacza odległość od linii styczności wojsk w jakiej rozwija się środek walki i -tego rodzaju w przypadku gdy pododdział do którego należy wykonuje oskrzydlenie.

3.3. Jednostkowa intensywność zwalczania

Możliwości poszczególnych środków walki, w zakresie niszczenia innych środków, opiszemy przy pomocy macierzy jednostkowych intensywności zwalczania - określonej następująco

$$\lambda = \begin{bmatrix} \lambda_{11} & \lambda_{12} & \dots & \lambda_{1r} \\ \lambda_{21} & \lambda_{22} & \dots & \lambda_{2r} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \lambda_{r1} & \lambda_{r2} & \dots & \lambda_{rr} \end{bmatrix}$$

Wielkość λ_{ij} / $i, j = 1, 2, \dots, r$ /, oznacza zmianę stanu środka walki i -tego rodzaju w jednostce czasu w wyniku działania na niego jednego środka walki j -tego rodzaju /środek j -tego rodzaju niszczy środek i -tego rodzaju/ - przy założeniu, że inne środki walki na środek i -tego rodzaju nie oddziałują w rozpatrywanej chwili czasu^{1/}.

Dla wyznaczenia macierzy λ konieczna jest znajomość macierzy N , zwanej nacierzą normatywów, oraz intensywności strzelania ν . Intensywność strzelania ν została już wcześniej zdefiniowana, natomiast macierz normatywów ma postać

$$N = \begin{bmatrix} N_{11} & N_{12} & \dots & N_{1r} \\ N_{21} & N_{22} & \dots & N_{2r} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ N_{r1} & N_{r2} & \dots & N_{rr} \end{bmatrix}$$

gdzie: N_{ij} / $i, j = 1, 2, \dots, r$ /, oznacza średnią ilość pocisków jaką musi wystrzelić środek walki j -tego rodzaju dla zwalczania jednego środka walki i -tego rodzaju. Wielkość ta jest ustalana najczęściej na drodze badań statystycznych.

Na podstawie znajomości ν i N intensywność zwalczania λ określimy następująco

$$\lambda_{ij} = -\frac{\nu_j}{N_{ij}}, \quad i, j = 1, 2, \dots, r$$

1/ Elementy macierzy λ są wielkościami nie większymi od zera / $\lambda_{ij} \leq 0, i, j = 1, 2, \dots, r$ /.

3.4. Waga środków walki

Kolejną charakterystyką, stosowaną w modelu, jest waga środków walki - określająca ważność poszczególnych rodzajów środków walki z punktu widzenia zastosowań ich w boju spotkaniowym - przedstawiona w formie wektora.

$$g = (g_1, g_2, \dots, g_r)$$

gdzie: g_j - waga środka walki j -tego rodzaju.

Ustalenie wag środków walki jest oddzielnym zagadnieniem. Jednym z możliwych sposobów jest ustalenie wag w oparciu o macierz jednostkowych intensywności zwalczania. Sposób ten niżej przedstawiamy.

Zauważymy, że w macierzy λ każdy środek walki jest w pewien sposób porównywany ze wszystkimi środkami biorącymi udział w boju spotkaniowym. Pozwala to na drodze zwykłego zsumowania jednostkowych intensywności zwalczania, charakteryzujących rozważany środek walki, uzyskać wielkość /liczbę/, która określa ważność tego środka walki. Zgodnie z tym rozumowaniem, wykonując ponadto operację normowania, wagę g_j środka walki j -tego rodzaju wyznaczymy z zależności

$$g_j = \frac{\sum_{i=1}^r \lambda_{ij}}{\sum_{p=1}^r \sum_{i=1}^r \lambda_{ip}}$$

gdzie: λ_{ij} - jednostkowa intensywność zwalczania środka walki i -tego rodzaju przez środek walki j -tego rodzaju; r - ilość środków walki biorących udział w boju spotkaniowym. Wartości wag środków walki, wyliczone wg powyższej zależności, mieszczą się w granicach $0 \leq g_j \leq 1$ / $j=1,2,\dots,r$ /.

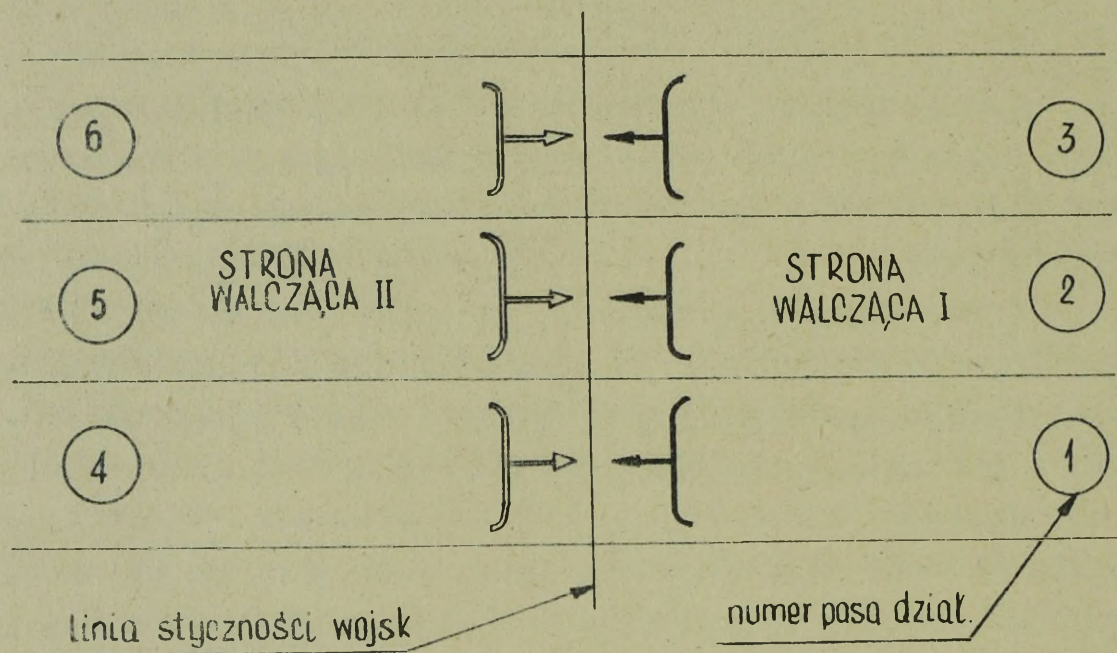
4. Położenie strony walczącej

Przyjmujemy, że działania stron w czasie boju spotkaniowego oddziału, w tym i w marszu, będą przebiegać co najwyżej w trzech pasach^{1/}. Założenie to na szczeblu oddziału jest w

1/ Pasy działania są pojęciem umownym; mogą one odpowiadać odcinkom /kierunkom/ działania pododdziałów. Można też przyjąć większą od trzech liczbę pasów działania dla strony walczącej.

pełni uzasadnione, gdyż marsz oddziału odbywa się na ogół po jednej lub dwóch marszrutach, natomiast podczas walki oddziału również wystarcza operowanie trzema pasami /kierunkami/ działania.

Pasy działania będziemy numerować oddzielnie dla każdej strony walczącej, począwszy od linii styczności wojsk - tak jak na rys.1. Numery pasów działania będą wykorzystane do określenia



Rys.1. Numeracja pasów działania

położenia pododdziałów, wskazywania celów /pododdziałów nieprzyjaciela/, oraz do opisu przydatności terenu do działań.

Położenie strony walczącej opisuje szereg wielkości, które tworzą macierz. I tak, położenie strony walczącej I przedstawia macierz

$$P = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} \\ P_{12} & P_{22} \\ \dots & \dots \\ P_{k1} & P_{k2} \end{bmatrix}$$

natomiast położenie strony walczącej II macierz

$$P' = \begin{bmatrix} P_{k+1,1} & P_{k+1,2} \\ P_{k+2,1} & P_{k+2,2} \\ \dots & \dots \\ P_{n1} & P_{n2} \end{bmatrix}$$

Wiersz $(P_{i1} P_{i2})$, $i=1,2,\dots,k,k+1,\dots,n$, macierzy P/P' opisuje położenie pododdziału E_i , a jego składowe oznaczają:

P_{i1} - numer pasa w którym pododdział E_i znajduje się w chwili rozpoczęcia boju spotkaniowego;

P_{i2} - odległość czoła kolumny pododdziału E_i od linii styczności wojsk w chwili rozpoczęcia boju spotkaniowego.

Przydatność terenu do działań określają charakterystyki zebrane w następującą macierz charakterystyk terenu walki

$$\tau = \begin{bmatrix} \tau_{11} & \tau_{12} & \dots & \tau_{15} \\ \tau_{21} & \tau_{22} & \dots & \tau_{25} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tau_{61} & \tau_{62} & \dots & \tau_{65} \end{bmatrix}$$

Wiersz macierzy $(\tau_{i1}, \tau_{i2}, \dots, \tau_{i5})$ zawiera charakterystyki i -tego pasa działania, $i=1,2,\dots,6$. Poszczególne składowe oznaczają:

τ_{i1} - wskaźnik przydatności terenu i -tego pasa do rozwinięcia wojsk celem prowadzenia działań obronnych,

τ_{i2} - wskaźnik przydatności terenu i -tego pasa do rozwinięcia wojsk celem wykonania uderzenia,

τ_{i3} - wskaźnik przydatności terenu i -tego pasa do rozwinięcia wojsk celem wykonania oskrzydlenia,

τ_{i4} - wskaźnik przydatności terenu i -tego pasa do przebywania wojsk w odwodzie,

τ_{i5} - średnia szybkość marszu w i -tym pasie.

Fizyczna interpretacja wskaźników $\tau_{i1}, \dots, \tau_{i4}$ podana jest w punkcie 2.3.

5. Charakterystyka walki

Przebieg walki zależy w istotny sposób zarówno od umiejętności jej prowadzenia, jak też od ilości i rodzaju środków stosowanych w walce. Ponadto decydują o jej przebiegu takie czynniki jak: stan moralno-polityczny i wyszkolenie stanu osobowego, zabezpieczenie materiałowo-techniczne, warunki terenowe, itp.

Wiele z wymienionych czynników, a w szczególności ilość środków walki i stan zapasów amunicji, w czasie walki zmienia się. Inne, np. stan moralno-polityczny są trudne do ilościowego opisu. W związku z tym, w modelu walki trudno jest uwzględnić z jednakową szczegółowością wszystkie wyżej omawiane charakterystyki, bez zbytej jego komplikacji.

W konstruowanym modelu badamy - w sposób bezpośredni - przebieg walki w zależności od:

- rodzaju działań pododdziałów;
- położenia pododdziałów;
- ilości użytych środków walki;
- charakterystyk środków walki.

Pośrednio uwzględniamy także wpływ na przebieg walki takich czynników jak wyszkolenie stanu osobowego oraz teren działań - w sposób wcześniej omówiony. Przypominamy, że w modelu uwzględniamy wpływ terenu na szybkość poruszania się i rozwijania środków walki.

Wpływ stanu moralno-politycznego wojsk na przebieg walki nie jest badany w pracy. Wiąże się to z tym, że ilościowa charakterystyka stanu moralno-politycznego i jego wpływu na przebieg walki jest zagadnieniem złożonym, wymagającym oddzielnych badań.

Przeprowadzona w rozdziale IV analiza funkcjonowania modelu metodą opisu przebiegu walki z okresu drugiej wojny światowej, z odpowiednimi wynikami uzyskanymi przy pomocy modelu, wskazuje na zadawalającą adekwatność modelu do badanej rzeczywistości i możliwość jego praktycznego zastosowania w procesie wypracowania decyzji do walki.

Przystąpimy teraz do określenia dalszych charakterystyk walki, wpływających na jej przebieg i uwzględnianych w modelu.

5.1. Decyzja strony walczącej

Wyjściową charakterystyką walki, od której istotnie zależy jej przebieg jest decyzja. W modelu przyjmiemy, że zawiera ona dane o rodzaju działania pododdziałów i miejscu ich wejścia do walki oraz o zwalczanych przez nie pododdziałach nieprzyjaciela. Określimy najpierw decyzję dla pododdziału, a następnie decyzję strony walczącej.

Decyzję do walki pododdziału E_i przedstawimy w postaci wektora

$$D_i = (D_{i1}, D_{i2}, D_{i3}, D_{i4}, D_{i5}), \quad i=1,2,\dots,k,k+1,\dots,n$$

gdzie: D_{ij} - numery pasów $/j=1,2,3/$, w których znajdują się zwalczane przez pododdział E_i pododdziały nieprzyjaciela, przy czym $D_{i2} /D_{i3}/$ jest różne od zera jeżeli E_i zwalcza nieprzyjaciela w co najmniej dwóch /trzech/ pasach,

D_{i4} - rodzaj działania pododdziału E_i ,

D_{i5} - miejsce /pas/ wejścia do walki pododdziału E_i .

Wyróżnimy następujące rodzaje działań: odwód, obrona, uderzenie czołowe, oskrzydlenie, oraz przyjmiemy oznaczenia

$$D_{i4} = \begin{cases} 0, & \text{jeżeli pododdział } E_i \text{ znajduje się w odwodzie,} \\ 1, & \text{jeżeli pododdział } E_i \text{ walczy w obronie,} \\ 2, & \text{jeżeli pododdział } E_i \text{ wykonuje uderzenie czołowe,} \\ 3, & \text{jeżeli pododdział } E_i \text{ wykonuje oskrzydlenie} \end{cases}$$

Uwzględniając powyższe ustalenia, decyzję strony walczącej I możemy przedstawić w postaci macierzy

$$D = \begin{bmatrix} D_{11} & D_{12} & D_{13} & D_{14} & D_{15} \\ D_{21} & D_{22} & D_{23} & D_{24} & D_{25} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ D_{k1} & D_{k2} & D_{k3} & D_{k4} & D_{k5} \end{bmatrix}$$

natomiast decyzję strony walczącej II w postaci macierzy

$$D = \begin{bmatrix} D_{k+1,1} & D_{k+1,2} & D_{k+1,3} & D_{k+1,4} & D_{k+1,5} \\ D_{k+2,1} & D_{k+2,2} & D_{k+2,3} & D_{k+2,4} & D_{k+2,5} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ D_{n1} & D_{n2} & D_{n3} & D_{n4} & D_{n5} \end{bmatrix}$$

5.2. Macierz oddziaływań

W oparciu o dotychczasowe definicje wprowadzimy dwie charakterystyki potrzebne do określania macierzy walki: macierz oddziaływań i macierz podziału środków walki.

Oddziaływanie strony walczącej I na stronę walczącą II opisuje macierz oddziaływań

$$s = \begin{bmatrix} s_{k+1,1} & s_{k+1,2} & \dots & s_{k+1,k} \\ s_{k+2,1} & s_{k+2,2} & \dots & s_{k+2,k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ s_{n1} & s_{n2} & \dots & s_{nk} \end{bmatrix}$$

natomiast oddziaływanie strony walczącej II na stronę walczącą I opisuje macierz oddziaływań s' następującej postaci

$$s' = \begin{bmatrix} s_{1,k+1} & s_{1,k+2} & \dots & s_{1n} \\ s_{2,k+1} & s_{2,k+2} & \dots & s_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ s_{k,k+1} & s_{k,k+2} & \dots & s_{kn} \end{bmatrix}$$

Elementy macierzy s i s' przyjmują wartość 0 lub 1 zgodnie z poniższą zasadą

$$s_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{jeżeli } E_j \models E_i \vee E_i \models E_j \\ 0 & \text{w przeciwnym przypadku} \end{cases}$$

$$/i, j = 1, 2, \dots, k, k+1, \dots, n /$$

$E_j \models E_i$ - oznacza, że pododdział E_j oddziałuje na pododdział E_i , inaczej mówiąc pododdział E_j walczy z pododdziałem E_i .

Relacja oddziaływania $/E_j \models E_i /$ zachodzi wtedy gdy pododdział E_i znajduje się w pasie będącym miejscem /celem/ działania pododdziału E_j . Zapis symboliczny relacji oddziaływania między pododdziałami E_i i E_j należącymi do różnych stron walczących jest następujący:

$$E_j \models E_i \stackrel{df}{\equiv} \bigvee_{p \in \{1, 2, 3\}} D_{jp} = D_{i5}$$

5.3. Podział środków walki

Wskaźniki ilości środków walki danego pododdziału E_j , wydzielonych do zwalczania pododdziałów E_i strony przeciwnej, zawarte są w macierzy podziału środków walki. Macierz obrazująca podział środków walki strony walczącej I ma postać:

$$\bar{\Pi} = \begin{bmatrix} \bar{\Pi}_{k+1,1} & \bar{\Pi}_{k+1,2} & \dots & \bar{\Pi}_{k+1,k} \\ \bar{\Pi}_{k+2,1} & \bar{\Pi}_{k+2,2} & \dots & \bar{\Pi}_{k+2,k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \bar{\Pi}_{n1} & \bar{\Pi}_{n2} & \dots & \bar{\Pi}_{nk} \end{bmatrix}$$

natomiast macierz podziału środków walki strony walczącej II ma następującą postać

$$\bar{\Pi}' = \begin{bmatrix} \bar{\Pi}_{1,k+1} & \bar{\Pi}_{1,k+2} & \dots & \bar{\Pi}_{1n} \\ \bar{\Pi}_{2,k+1} & \bar{\Pi}_{2,k+2} & \dots & \bar{\Pi}_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \bar{\Pi}_{k,k+1} & \bar{\Pi}_{k,k+2} & \dots & \bar{\Pi}_{kn} \end{bmatrix}$$

gdzie: π_{ij} - jest to wskaźnik określający jaka część środków walki pododdziału E_j jest przeznaczona do zwalczania pododdziału E_i .

W przypadku, gdy w pasie działania pododdziału E_j należącego do strony walczącej I nie znajdzie się żaden pododdział strony walczącej II to elementy macierzy $\pi_{ij} = 0$, dla $i=k+1, k+2, \dots, n$, $\pi_{ij} \in \pi$.

Jeżeli znajdzie się tam jeden pododdział E_q , $q \in \{k+1, k+2, \dots, n\}$ to $\pi_{ij} = 1$ dla $i=q$ oraz $\pi_{ij} = 0$ dla pozostałych $i \neq q$ należących do zbioru $\{k+1, k+2, \dots, n\}$. Natomiast w przypadku gdy w pasie działania E_j znajdują się co najmniej dwa pododdziały E_i i $i \in I$, I - zbiór pododdziałów znajdujących się w pasie działania pododdziału E_j , to $0 < \pi_{ij} < 1$ dla $i \in I$. Należy wtedy określić jaka część środków walki pododdziału E_j będzie zwalczać poszczególne pododdziały E_i . Możliwe są przy tym różne sposoby podziału środków walki pododdziału E_j na zwalczane przez niego pododdziały. Przeprowadzone rozważania odnoszą się również do elementów macierzy π' .

Podamy dwa sposoby obliczania elementów macierzy π i π' . Pierwszy - to podział środków walki pododdziału zwalczającego proporcjonalny do potencjału zwalczanych pododdziałów i drugi - podział środków walki pododdziału zwalczającego na tyle jednakowych części ile pododdziałów on zwalcza - zwany podziałem równomiernym.

Oprócz wymienionych, mogą być stosowane inne sposoby podziału środków walki - w szczególności podział arbitralny - nie ma to ujemnego wpływu na funkcjonowanie modelu.

Obliczenie podziału środków walki strony walczącej I, w przypadku podziału proporcjonalnego do potencjałów zwalczanych pododdziałów, dokonamy według zależności

$$\pi_{ij} = \begin{cases} \frac{\sum_{q=1}^r g(q) \cdot b(i, q)}{\sum_{p \in A'_j} \sum_{q=1}^r g(q) \cdot b(p, q)} & , \text{ jeżeli } s(i, j) = 1 \\ 0 & , \text{ jeżeli } s(i, j) = 0 \end{cases}$$

gdzie: $i=k+1, k+2, \dots, n$; $j = 1, 2, \dots, k$,

A'_j - zbiór numerów pododdziałów strony walczącej II zwalczanych przez pododdział E_j , $A'_j \subset \{k+1, k+2, \dots, n\}$; natomiast

obliczenie podziału środków walki strony walczącej II dokonamy według zależności

$$\pi_{ij} = \begin{cases} \frac{\sum_{q=1}^v g(q) \cdot b(i, q)}{\sum_{p \in A_j} \sum_{q=1}^v g(q) \cdot b(p, q)} & , \text{ jeżeli } s'(i, j) = 1 \\ 0 & , \text{ jeżeli } s'(i, j) = 0 \end{cases}$$

gdzie: $i=1, 2, \dots, k$; $j=k+1, k+2, \dots, n$,

A_j - zbiór numerów pododdziałów strony walczącej I zwalczanych przez pododdział E_j , $A_j \subset \{1, 2, \dots, k\}$.

W przypadku obliczania podziału środków walki strony walczącej I, stosując podział równomierny - wykorzystujemy zależność

$$\pi_{ij} = \begin{cases} \frac{1}{\bar{A}_j} & , \text{ jeżeli } s(i, j) = 1 \\ 0 & , \text{ jeżeli } s(i, j) = 0 \end{cases}$$

gdzie: $i=k+1, k+2, \dots, n$, $j=1, 2, \dots, k$; natomiast dla podziału środków walki strony walczącej II - zależność

$$\pi_{ij} = \begin{cases} \frac{1}{\bar{A}_j} & , \text{ jeżeli } s'(i, j) = 1 \\ 0 & , \text{ jeżeli } s'(i, j) = 0 \end{cases}$$

gdzie: $i=1, 2, \dots, k$, $j=k+1, k+2, \dots, n$;

\bar{A} - oznacza moc /ilość elementów/ zbioru A.

5.4. Macierz walki

Macierz oddziaływań s i s' podają wyłącznie istnienie lub brak oddziaływań między pododdziałami stron walczących. Dokładniejsza charakterystyka tych oddziaływań jest podana w macierzach walki S i S' , które ponadto uwzględniają rodzaj działań pododdziałów stron walczących oraz ilość środków wydzielonych przez dany pododdział do zwalczania poszczególnych pododdziałów nieprzyjaciela.

Macierz walki, określająca oddziaływania strony walczącej I na stronę walczącą II, ma postać

$$S = \begin{bmatrix} S_{k+1,1} & S_{k+1,2} & \dots & S_{k+1,k} \\ S_{k+2,1} & S_{k+2,2} & \dots & S_{k+2,k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ S_{n1} & S_{n2} & \dots & S_{nk} \end{bmatrix}$$

natomiast macierz walki określająca oddziaływanie strony walczącej II na stronę walczącą I ma postać

$$S' = \begin{bmatrix} S_{1,k+1} & S_{1,k+2} & \dots & S_{1n} \\ S_{2,k+1} & S_{2,k+2} & \dots & S_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ S_{k,k+1} & S_{k,k+2} & \dots & S_{kn} \end{bmatrix}$$

Elementy macierzy S i S' obliczamy według zależności

$$S(i,j) = \pi(i,j) \cdot \eta [D'(i,4), D(j,4)] \cdot s(i,j), \quad i = k+1, k+2, \dots, n, \quad j = 1, 2, \dots, k$$

$$S'(i,j) = \pi'(i,j) \cdot \eta [D(i,4), D'(j,4)] \cdot s'(i,j), \quad i = 1, 2, \dots, k, \quad j = k+1, k+2, \dots, n$$

gdzie: η jest macierzą określającą współczynnik skuteczności zwalczania pododdziału E_i przez pododdział E_j w zależności od rodzaju działań tych pododdziałów. Macierz skuteczności zwalczania jest postaci

$$\eta = \begin{bmatrix} \eta_{11} & \eta_{12} & \eta_{13} & \eta_{14} \\ \eta_{21} & \eta_{22} & \eta_{23} & \eta_{24} \\ \eta_{31} & \eta_{32} & \eta_{33} & \eta_{34} \\ \eta_{41} & \eta_{42} & \eta_{43} & \eta_{44} \end{bmatrix}$$

η_{ij} - oznacza wskaźnik skuteczności zwalczania w przypadku, gdy pododdział zwalczający prowadzi działanie j-tego rodzaju natomiast pododdział zwalczany prowadzi działanie i-tego rodzaju, $i, j = 1, 2, 3, 4$. Dla poszczególnych rodzajów walki przyjęto oznaczenia:

- 1 - obrona,
- 2 - uderzenie czołowe,
- 3 - oskrzydlenie,
- 4 - odwód^{1/}

Wskaźnik skuteczności zwalczania zapewnia w modelu zróżnicowanie oddziaływań między pododdziałami stron walczących zależne od rodzaju działań tych pododdziałów. Dokonane jest to umownie w ten sposób, że wskaźnik skuteczności zwalczania określa jaka część pododdziału zwalczającego działa efektywnie /jest włączona do walki/. W przypadku, gdy rodzaj działania j_1 jest korzystniejszy niż rodzaj działania j_2 to $\eta_{ij_1} > \eta_{ij_2}$. Przykładowe wartości wskaźników skuteczności zwalczania podane są w punkcie 6.

5.5. Stan bojowy efektywny

Pododdział E_i / $i=1, 2, \dots, k, k+1, \dots, n$ / może prowadzić walkę wtedy, gdy jego środki walki są rozwinięte, znajdują się w stanie gotowości do strzelania i posiadają amunicję^{2/}. Ilość środków walki spełniających te warunki określa stan bojowy efektywny pododdziału E_i - przedstawiony w formie wektora.

$$B_i = (B_{i1}, B_{i2}, \dots, B_{ir})$$

gdzie: składowa B_{ij} $i = 1, 2, \dots, k, k+1, \dots, n$, $j = 1, 2, \dots, r$ oznacza ilość środków walki j-tego rodzaju znajdujących się w pododdziale E_i - rozwiniętych, będących w gotowości do strzelania i posiadających amunicję. Wielkości B_{ij} obliczamy z zależności

$$B_{ij} = W_{ij} \cdot G_{ij} \cdot Q_{ij} \cdot b_{ij}$$

-
- 1/ Odwód oznaczany jest liczbą 4 tylko w macierzy skuteczności zwalczania. Poza tym odwód, jako rodzaj działania pododdziału, oznaczany jest liczbą 0.
 - 2/ Przyjeliśmy, że pododdział E_i ma siły zdolne do obsługi posiadanych środków walki.

gdzie:

W_{ij} - współczynnik rozwinięcia środka walki j-tego rodzaju należącego do pododdziału E_i ,

G_{ij} - współczynnik gotowości do strzelania środka walki j-tego rodzaju należącego do pododdziału E_i ,

Q_{ij} - współczynnik zapasu amunicji dla środka walki j-tego rodzaju należącego do pododdziału E_i .

Znajomość stanów bojowych efektywnych B_i dla wszystkich pododdziałów E_i biorących udział w walce wyznacza stany bojowe efektywne B i B' stron walczących I i II.

Stan bojowy efektywny strony walczącej I opisuje macierz

$$B = \begin{bmatrix} B_{11} & B_{12} & \dots & B_{1r} \\ B_{21} & B_{22} & \dots & B_{2r} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ B_{k1} & B_{k2} & \dots & B_{kr} \end{bmatrix}$$

natomiast stan bojowy efektywny strony walczącej macierz

$$B' = \begin{bmatrix} B_{k+1,1} & B_{k+1,2} & \dots & B_{k+1,r} \\ B_{k+2,1} & B_{k+2,2} & \dots & B_{k+2,r} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ B_{n1} & B_{n2} & \dots & B_{nr} \end{bmatrix}$$

Współczynniki określające stan bojowy efektywny stron walczących I i II wyznaczymy według poniższych zależności^{1/}.

1/ Przytoczone zależności są ogólnego charakteru. Dokładny sposób obliczenia współczynników W_{ij} , G_{ij} i Q_{ij} podany jest w załączniku nr 1.

Współczynnik rozwinięcia

$$W_{ij} = \begin{cases} 0 & , \text{ jeżeli } t \leq t_2(i,j) \vee B(i,j) = 0 \\ 1 & , \text{ jeżeli } t > t_2(i,j) \wedge B(i,j) > 0 \end{cases}$$

$$i = 1, 2, \dots, k, k+1, \dots, n, \quad j = 1, 2, \dots, r$$

gdzie:

t - czas bieżący /rozpatrywany moment walki/,

$t_2(i,j)$ - czas zakończenia rozwijania środka walki j -tego rodzaju należącego do pododdziału E_i ,

$B(i,j)$ - stan bojowy efektywny środka walki j -tego rodzaju należącego do pododdziału E_i .

Współczynnik gotowości do strzelania

$$G_{ij} = \begin{cases} 1 & , \text{ jeżeli } 0 \leq (t - t_m) \bmod (V(2,j) + V(3,j)) < V(2,j) \\ 0 & , \text{ w przeciwnym przypadku} \end{cases}$$

$$i = 1, 2, \dots, k, k+1, \dots, n, \quad j = 1, 2, \dots, r$$

gdzie:

$t \bmod V$ - oznacza resztę z dzielenia t przez V

t_m - moment rozpoczęcia strzelania przez j -ty środek walki pododdziału E_i .

Współczynnik zapasu amunicji

$$Q_{ij} = \begin{cases} 1 & , \text{ jeżeli } Z_{ij} > b_{ij} \\ 0 & , \text{ jeżeli } Z_{ij} = 0 \end{cases}$$

$$i = 1, 2, \dots, k, k+1, \dots, n, \quad j = 1, 2, \dots, r$$

gdzie:

b_{ij} - stan środków walki j -tego rodzaju należących do pododdziału E_i ,

Z_{ij} - zapas amunicji do środka walki j -tego rodzaju - znajdującej się w pododdziale E_i .

5.6. Aktualna macierz walki

Aktualna macierz walki opisuje w modelu rzeczywiście istniejące oddziaływania między stronami walczącymi, a nie tylko oddziaływania potencjalne - jak to ma miejsce w przypadku macierzy walki. Uwzględnia ona fakt zwalczania nieprzyjaciela dopiero wtedy, gdy jego pododdziały znajdują się w odpowiedniej odległości od linii styczności wojsk. Umownie przyjmuje się, że następuje to od momentu gdy rozwinął się przynajmniej jeden środek walki nieprzyjaciela.

Aktualna macierz walki powstaje w wyniku przemnożenia odpowiednio elementów macierzy walki przez współczynniki przyjmujące dla danego pododdziału wartość jeden - jeżeli rozwinął się przynajmniej jeden środek walki należący do zwalczanego pododdziału nieprzyjaciela oraz zero - w przeciwnym przypadku. Pokazują to poniższe zależności określające aktualną macierz walki wojsk własnych S oraz aktualną macierz walki nieprzyjaciela S' .

Aktualna macierz walki wojsk własnych

$$\bar{S} = \bar{S}(i, j), \quad i=k+1, k+2, \dots, n, \quad j=1, 2, \dots, k$$

gdzie:

$$\bar{S}(i, j) = \mathcal{S}(i) \cdot S(i, j)$$

$$\mathcal{S}(i) = \begin{cases} 1 & , \text{ jeżeli istnieje } q \in \{1, 2, \dots, r\} \text{ takie, że} \\ & W(i, q) = 1 \\ 0 & , \text{ w przeciwnym przypadku} \end{cases}$$

Aktualna macierz walki nieprzyjaciela

$$\bar{S}' = \bar{S}'(i, j), \quad i=1, 2, \dots, k, \quad j = k+1, k+2, \dots, n$$

gdzie:

$$\bar{S}'(i, j) = \mathcal{S}'(i) \cdot S'(i, j)$$

$$\mathcal{S}'(i) = \begin{cases} 1 & , \text{ jeżeli istnieje } q \in \{1, 2, \dots, r\} \text{ takie, że} \\ & W(i, q) = 1 \\ 0 & , \text{ w przeciwnym przypadku} \end{cases}$$

6. Przykład opisu stron walczących

Znaczenie i sposób konstrukcji niektórych charakterystyk dodatkowo zilustrujemy poniższym przykładem.

Rozpatrzmy bój spotkaniowy pułku zmechanizowanego /wojska własne/ i awangardy brygady zmechanizowanej /nieprzyjaciel/, których kolumny marszowe przedstawia rys.2. Na rys.3 przedstawiona jest sytuacja w chwili rozpoczęcia walki. Podstawowe informacje o stronach walczących zawiera tabela 1. W przykładzie stosuje się dane fikcyjne o wojskach własnych i nieprzyjaciela. Dla wyraźniejszego zobrazowania decyzji stron przedstawiono je graficznie na rys.4.

Z tabeli 1, w zupełnie naturalny sposób, otrzymujemy - stosowane w modelu - charakterystyki stron walczących. W charakterystykach tych jest zachowana kolejność pododdziałów oraz środków walki przyjęta w tabeli 1.

Stan bojowy strony walczącej I:

$$b = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 3 & 0 & 3 & 3 \\ 46 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 6 & 6 & 6 & 0 & 3 & 6 \\ 0 & 0 & 0 & 2 & 3 & 0 & 3 & 0 \end{bmatrix}$$

Stan bojowy strony walczącej II:

$$b' = \begin{bmatrix} 0 & 4 & 0 & 0 & 0 & 3 & 4 & 0 \\ 34 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 17 & 0 & 0 & 0 & 8 & 3 & 4 & 0 \end{bmatrix}$$

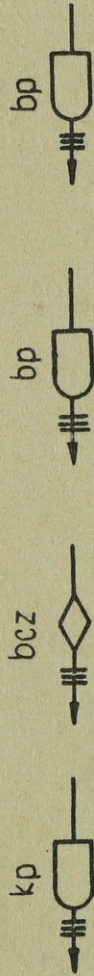
Stan amunicji strony walczącej I:

$$Z = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 36 & 0 & 180 & 300 \\ 3000 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 380 & 540 & 72 & 0 & 210 & 600 \\ 0 & 0 & 0 & 180 & 36 & 0 & 210 & 0 \end{bmatrix}$$

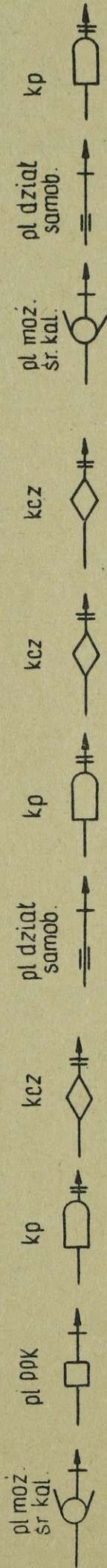
Stan amunicji strony walczącej II:

$$Z' = \begin{bmatrix} 0 & 300 & 0 & 0 & 0 & 90 & 260 & 0 \\ 3000 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1500 & 0 & 0 & 0 & 80 & 90 & 260 & 0 \end{bmatrix}$$

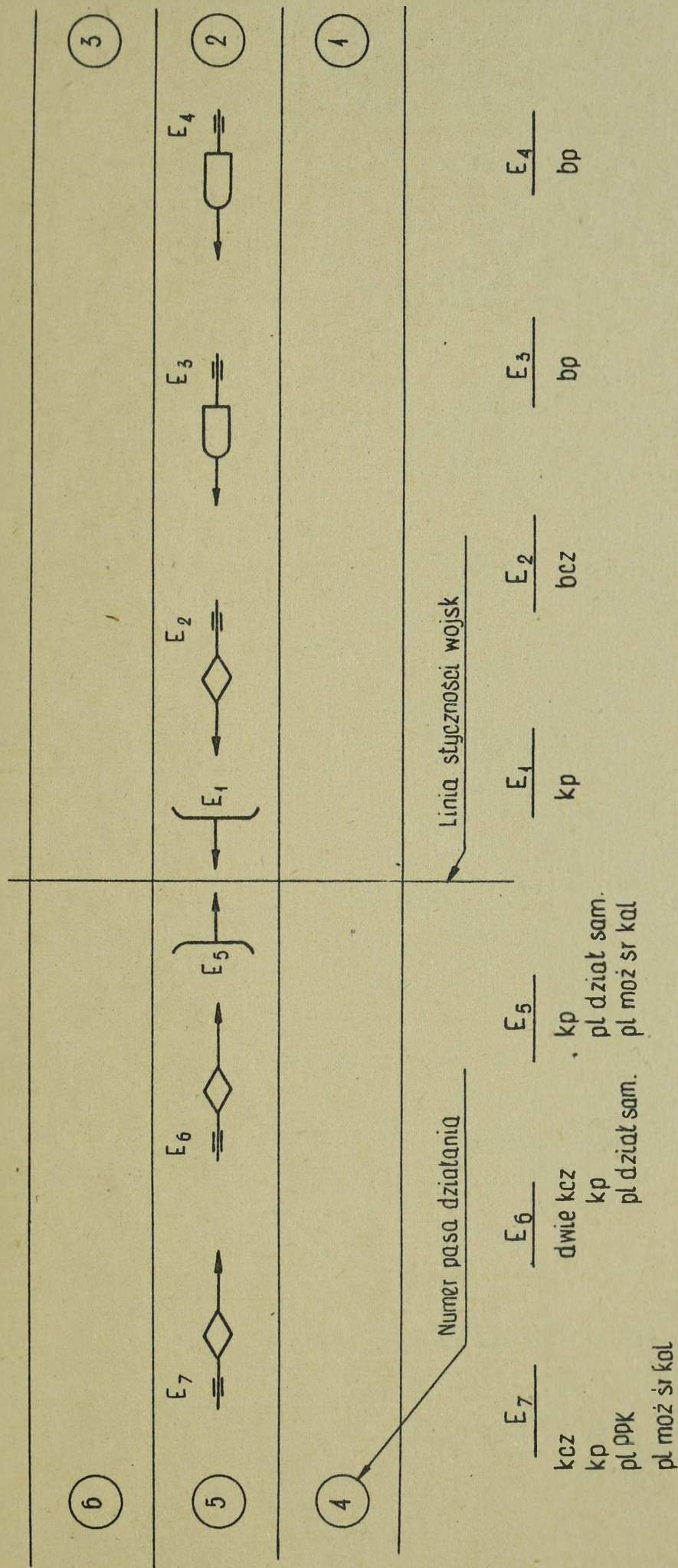
PULK ZMECHANIZOWANY



AWANGARDA BRYGADY ZMECHANIZOWANEJ



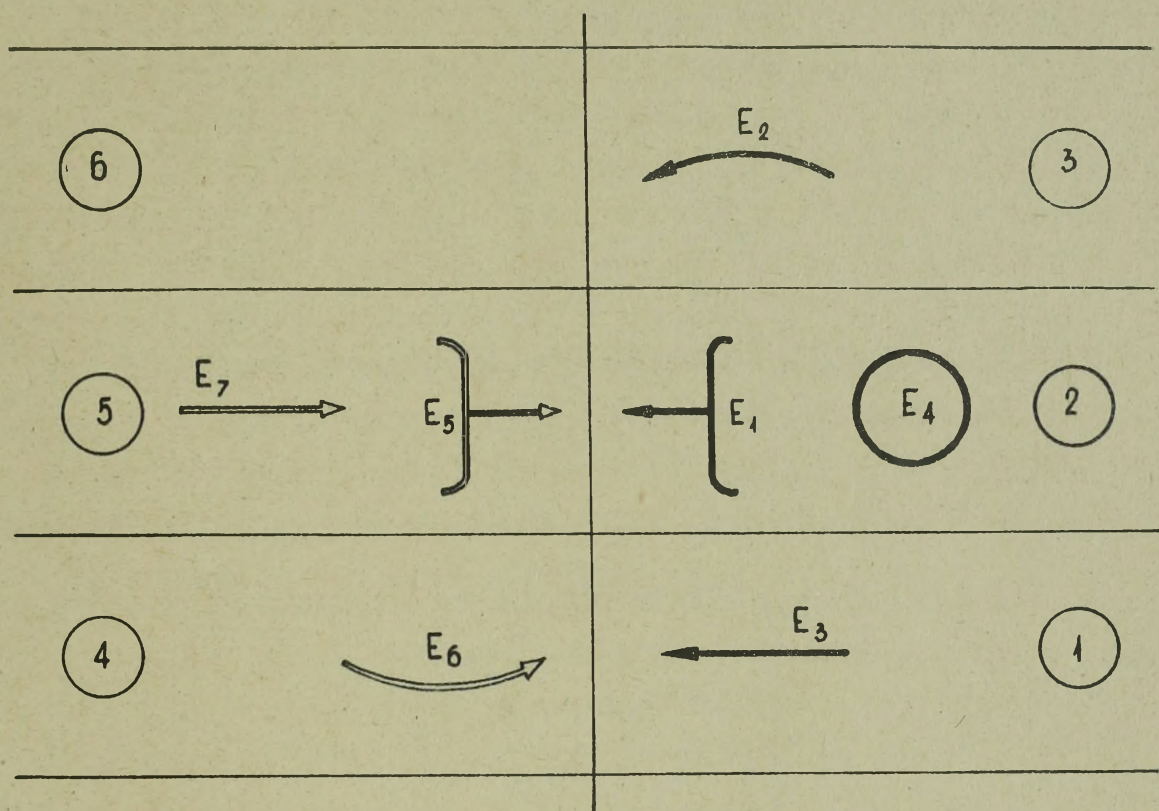
RYS. 2 KOLUMNY MARSZOWE



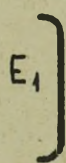
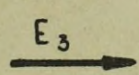
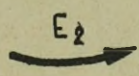
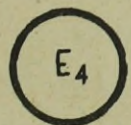
RYS. 3 POŁOŻENIE WOJSK W CHWILI ROZPOCZĘCIA WALKI

TABELA 1. CHARAKTERYSTYKA STRON WALZACZĄCICH

Ip	Nazwa podod- działu	Położenie		Czołg śr		Działo sam.		Haubica		Appanc		W.PPK		Działo BO		Moździerz sr. Kal.		Moździerz małg. kal.		Cel		Decyzja							
		Numer pasa	Odie- głość od linii stycz- ności wojsk	Stan	Zap.	Int.	Stan	Zap.	Int.	Stan	Zap.	Int.	Stan	Zap.	Int.	Stan	Zap.	Int.	Stan	Zap.	Int.	Ro- dzaj dzia- rania /nr pasa/ pasa/	Miejs- ce/pas- wejs- cia do walki						
WOJSKA WŁASNE																													
E ₁	Komp. piechoty	2	0	0	0	14	0	0	0	0,5	0	0	1	3	36	1	0	0	0	3	180	1	3	300	1,5	5	2	2	
E ₂	Batalion czoł- gów	2	6,5	46	3000	14	0	0	0	0,5	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	5	3	3	
E ₃	Batalion pie- choty	2	22,5	0	0	14	0	0	6	380	0,5	6	540	1	6	72	1	0	0	3	210	1	6	600	1,5	4	2	1	
E ₄	Batalion pie- choty	2	36,5	0	0	14	0	0	0	0,5	2	180	1	3	36	1	0	0	0	3	210	1	0	0	1,5	0	0	0	
NIEPRZYJACIEL																													
E ₅	Kompania pie- choty	5	0	0	0	15	4	300	1	0	0	0	0	0	0	1	3	90	1	4	260	1	0	0	0	2	2	5	5
E ₆	Batalion czoł- gów	5	7,5	34	3000	15	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	3	4	4
E ₇	Kompania czoł- gów	5	18	17	1500	15	0	0	1	0	0	0	0	8	80	1	3	90	1	4	260	1	0	0	0	2;3	2	5	5



LEGENDA :

- 
OBRONA
- 
UDERZENIE CZÓŁOWE
- 
OSKRZYDLENIE
- 
ODWÓD

RYS. 4 SCHEMAT DECYZJI STRON WALCZĄCYCH

W rozważanym przykładzie przyjęto, że pododdziały każdej ze stron walczących są jednakowo wyszkolone i dlatego intensywności rozwinięcia środków walki w poszczególnych pododdziałach są jednakowe. Fakt ten przedstawiają poniższe intensywności rozwinięcia stron walczących.

Intensywność rozwinięcia strony walczącej I:

$$\Gamma = \begin{bmatrix} 14 & 0 & 0,5 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1,5 \\ 14 & 0 & 0,5 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1,5 \\ 14 & 0 & 0,5 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1,5 \\ 14 & 0 & 0,5 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1,5 \end{bmatrix}$$

Intensywność rozwinięcia strony walczącej II:

$$\Gamma' = \begin{bmatrix} 15 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 15 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 15 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

Dalsze charakterystyki stron walczących, w zapisie formalnym, przedstawiają się jak niżej:

Położenie strony walczącej I:

$$P = \begin{bmatrix} 2 & 0 \\ 2 & 6,5 \\ 2 & 22,5 \\ 2 & 36,5 \end{bmatrix}$$

Położenie strony walczącej II:

$$P' = \begin{bmatrix} 5 & 0 \\ 5 & 7,5 \\ 5 & 18 \end{bmatrix}$$

W podobny sposób, na podstawie tabeli 1, tworzymy macierz opisującą decyzje stron walczących, z tą tylko uwagą, że w macierzach tych na zapis celu /pasa/ działania dla każdego pododdziału przewidziano trzy miejsca. Dlatego w przypadku, gdy celem działania danego pododdziału jest jeden /dwa/ pas działania, to w odpowiednich miejscach wpisujemy zera /jak w poniższych przykładach/.

Decyzja strony walczącej I:

$$D = \begin{bmatrix} 5 & 0 & 0 & 2 & 2 \\ 5 & 0 & 0 & 3 & 3 \\ 4 & 0 & 0 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Decyzja strony walczącej II

$$D' = \begin{bmatrix} 2 & 0 & 0 & 2 & 5 \\ 1 & 0 & 0 & 3 & 4 \\ 2 & 3 & 0 & 2 & 5 \end{bmatrix}$$

Pozostałe charakterystyki stron /dla rozpatrywanego przykładu/ - stosowane później do obliczeń dotyczących wariantów walki rozważanych w rozdziale III - są następujące:

Intensywność strzelania

$$V = \begin{bmatrix} 2 & 2 & 2 & 2,5 & 2 & 2 & 1,5 & 2 \\ 2 & 5 & 10 & 2 & 1 & 3 & 10 & 10 \\ 30 & 60 & 60 & 60 & 10 & 60 & 60 & 60 \end{bmatrix}$$

Odległość środków walki od linii styczności wojsk

$$\Delta l = \begin{bmatrix} 3 & 1 & 3 & 1 & 1 & 0,8 & 1,5 & 0,5 \\ 0 & 1,5 & 2 & 0,5 & 0,5 & 0,3 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

Macierz normatywów

$$N = \begin{bmatrix} 30 & 50 & 50 & 30 & 30 & 30 & 30 & 30 \\ 30 & 40 & 40 & 30 & 30 & 30 & 30 & 30 \\ 30 & 40 & 40 & 30 & 30 & 30 & 30 & 30 \\ 32 & 50 & 35 & 32 & 32 & 32 & 32 & 32 \\ 30 & 60 & 40 & 35 & 35 & 35 & 35 & 35 \\ 30 & 60 & 40 & 35 & 35 & 35 & 35 & 35 \\ 60 & 70 & 50 & 30 & 30 & 30 & 30 & 30 \\ 65 & 75 & 60 & 32 & 32 & 32 & 32 & 32 \end{bmatrix}$$

Macierz charakterystyk terenu^{1/}

$$\tau = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 20 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 20 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 20 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 20 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 20 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 20 \end{bmatrix}$$

1/ Przyjęto jednakowe warunki terenowe we wszystkich pasach działania obydwu stron walczących.

Macierz skuteczności zwalczania

$$\eta = \begin{bmatrix} 0,75 & 0,6 & 0,7 & 0,5 \\ 0,9 & 0,75 & 0,8 & 0,6 \\ 0,8 & 0,7 & 0,75 & 0,55 \\ 1,0 & 0,9 & 0,95 & 0,75 \end{bmatrix}$$

Podane charakterystyki umożliwiają wyznaczenie, w omówiony sposób, pozostałych charakterystyk występujących w modelu boju spotkaniowego oddziału.

7. Model walki

Sformułujemy model walki w postaci równań, określających dla każdej strony walczącej zmiany jej stanu bojowego w wyniku oddziaływania strony przeciwnej. Wprowadzone dotychczas pojęcia pozwalają na sformułowanie modelu walki. W przeprowadzonej dyskusji tych pojęć ustalone zostały między innymi następujące fakty, które wykorzystamy w czasie formułowania równań walki:

1/ Stan bojowy strony walczącej opisuje ilość środków walki znajdujących się w pododdziałach rozważanej strony walczącej.

2/ Stan bojowy efektywny strony walczącej opisuje tę ilość środków walki, która jest w stanie zwalczać środki walki nieprzyjaciela.

3/ Intensywność zwalczania określa możliwości poszczególnych środków walki w zakresie zwalczania innych środków walki^{1/}.

4/ Aktualna macierz walki opisuje oddziaływanie istniejące między pododdziałami stron walczących w rozpatrywanej chwili czasu.

1/ Definicja intensywności zwalczania stosowana w tym punkcie, podana jest na stronie 48.

Charakterystyki o dużym stopniu agregacji informacji, wymienione wyżej w punktach 2,3,4, zawierają pozostałe charakterystyki stron walczących. Sposób w jaki te charakterystyki zależą od charakterystyk mniej zagregowanych pokazują poniższe zależności funkcyjne $f_1 - f_3$.

$$\begin{aligned} B &= f_1 (b, Q, G, W) \\ B' &= f_1' (b', Q, G, W) \\ \bar{S} &= f_2 (W, S) \\ \bar{S}' &= f_2' (W, S) \\ \Lambda &= f_3 (v, N, b, b') \end{aligned}$$

Z kolei, jak charakterystyki wymienione w drugiej kolejności zależą od danych wejściowych pokazują zależności funkcyjne $f_4 - f_{10}$.

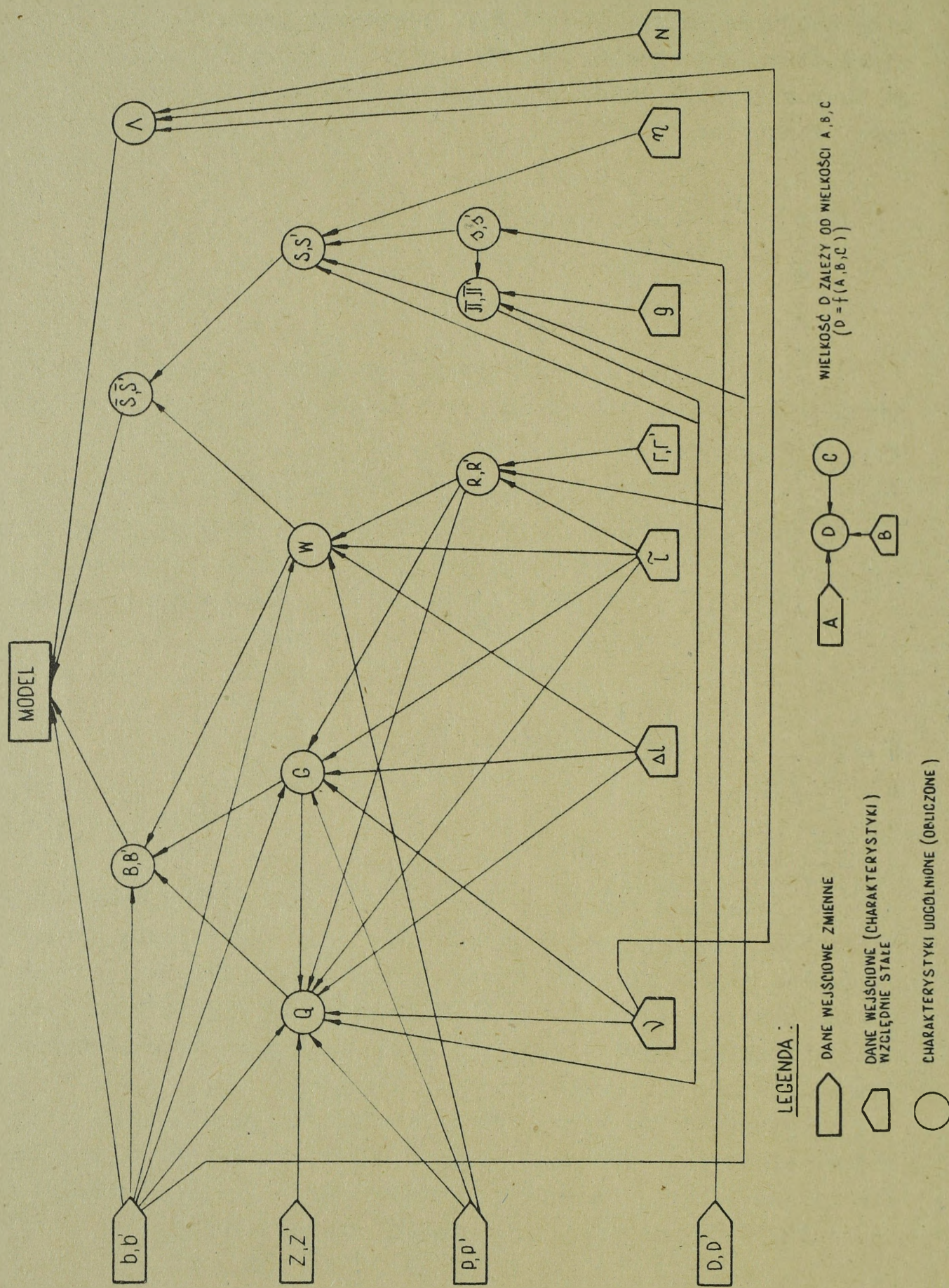
$$\begin{aligned} Q &= f_4 (b, b', Z, Z', P, P', \pi, \pi', v, \Delta l, \tau, R, R', G) \\ G &= f_5 (b, b', P, P', v, \Delta l, \tau, R, R') \\ W &= f_6 (b, b', P, P', \Delta l, \tau, R, R') \\ S &= f_7 (D, D', \pi, s, \eta) \\ S' &= f_7' (D, D', \pi, s', \eta) \\ R &= f_8 (D, \tau, \Gamma) \\ R' &= f_8' (D', \tau, \Gamma') \\ \pi &= f_9 (b', g', s) \\ \pi' &= f_9' (b, g, s') \\ s &= f_{10} (D, D') \\ s' &= f_{10}' (D, D') \end{aligned}$$

Powiązania rozważanych wielkości przy pomocy wymienionych zależności funkcyjnych, w sposób obrazowy, przedstawia struktura ogólna modelu /rys.5/. Postać jawna zależności funkcyjnych podana jest w załączniku nr 1. Ze względu na wygodę programowania, charakterystyki $v, \Delta l, g, N, Q, G, W$ i Λ przedstawiono tam oddzielnie dla każdej strony walczącej.

Wyprowadzimy teraz równania wiążące: stan bojowy, stan bojowy efektywny, aktualną macierz walki, intensywność zwalczania i czas walki. Równania te stanowią model boju spotkaniowego oddziały, który ma postać zależności funkcyjnych f

$$/1/ \quad \text{MODEL} \quad \frac{df}{dt} = f (b, b', B, B', \bar{S}, \bar{S}', \Lambda, t)$$

Rozpatrzmy zmianę Δb stanu bojowego strony walczącej I w czasie Δt , zaistniałą w wyniku oddziaływania strony walczą-



WIELKOŚĆ D ZALEŻY OD WIELKOŚCI A, B, C
($D = f(A, B, C)$)

RYS. 5. STRUKTURA MODELI

cej II. Zmianę tą oznaczymy następująco

$$/2/ \quad \Delta b = \begin{bmatrix} \Delta b_1 \\ \Delta b_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \Delta b_k \end{bmatrix}$$

gdzie: $\Delta b_i = (\Delta b_{i1}, \Delta b_{i2}, \dots, \Delta b_{ir})$

Na pododdział E_i strony walczącej I oddziałują środki walki znajdujące się w pododdziałach $E_{k+1}, E_{k+2}, \dots, E_n$ strony walczącej II. Ilość tych środków walki podaje wektor

$$/3/ \quad \left(\sum_{p=k+1}^n \bar{s}_{ip} B_{p1}, \sum_{p=k+1}^n \bar{s}_{ip} B_{p2}, \dots, \sum_{p=k+1}^n \bar{s}_{ip} B_{pr} \right)$$

Pierwsza składowa wektora /3/ oznacza ilość środków walki 1-go rodzaju oddziałujących na E_i . Druga składowa oznacza ilość środków walki 2-go rodzaju oddziałujących na E_i , itd.

Wyznamy wielkość Δb_{ij} , będącą zmianą w czasie Δt stanu środków walki j -tego rodzaju, należących do E_i / $i=1,2,\dots,k$; $j=1,2,\dots,r$ /, w wyniku działania strony walczącej II.

Wielkość tą otrzymamy mnożąc skalarnie wektor /3/ przez wektor intensywności zwalczania postaci

$$(\Lambda_{j1}, \Lambda_{j2}, \dots, \Lambda_{jr})$$

Uzyskujemy wtedy

$$\Delta b_{ij} = \left(\sum_{q=1}^r \sum_{p=k+1}^n \bar{s}_{ip} B_{pq} \Lambda_{jq} \right) \Delta t$$

Rozważania dla strony walczącej II można przeprowadzić w zupełnie podobny sposób. W konsekwencji, z rozważań tych wynika, że zmiany stanów bojowych stron walczących Δb i $\Delta b'$ w czasie Δt określają zależności

$$/4/ \quad \frac{-\Delta b}{\Delta t} = \bar{S}' B' \Lambda^T$$

$$/5/ \quad \frac{-\Delta b'}{\Delta t} = \bar{S} B \Lambda^T$$

gdzie:

$\bar{S} B$ - oznacza iloczyn macierzy \bar{S} i B ,

$\Delta b, / \Delta b' /$ - zmiana stanu bojowego strony walczącej I, /II/ w wyniku oddziaływania na nią strony walczącej II, I, w czasie Δt ,

$\bar{S}, / \bar{S}' /$ - aktualna macierz walki strony walczącej I /II/,

$B, / B' /$ - stan bojowy efektywny strony walczącej I, /II/ ,

Λ^T - transponowana macierz intensywności zwalczania

W tym punkcie i dalej, zamiast macierzy jednostkowych intensywności zwalczania λ stosujemy macierz intensywności zwalczania Λ postaci

$$\Lambda = \begin{bmatrix} \Lambda_{11} & \Lambda_{12} & \dots & \Lambda_{1r} \\ \Lambda_{21} & \Lambda_{22} & \dots & \Lambda_{2r} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \Lambda_{r1} & \Lambda_{r2} & & \Lambda_{rr} \end{bmatrix}$$

gdzie:

$$\Lambda_{ij} = \frac{\lambda_{ij}}{\mathcal{K}}$$

\mathcal{K} - średnia liczba rodzajów środków walki zwalczanych przez każdy środek walki; przyjmujemy, że równa się ona średniej liczbie rodzajów środków walki znajdujących się w pododdziałach stron walczących.

Dla uproszczenia przyjmujemy współczynnik \mathcal{K} stały dla obydwu stron walczących. Dla zwiększenia dokładności można go zróżnicować nie tylko dla stron walczących ale i poszczególnych pododdziałów.

Potrzeba wprowadzenia współczynnika \mathcal{K} wynika stąd, że dany środek walki może w określonej chwili czasu zwalczać nie więcej niż jeden rodzaj środków walki. Stąd możliwości rozpatrywanego środka walki trzeba niejako podzielić na wszystkie zwalczane przez niego środki walki. Współczynnik \mathcal{K} zmienia się w granicach $1 \ll \mathcal{K} \ll r$.

W formie jawnej zależności /4/ i /5/ mają postać

$$\begin{bmatrix} \frac{\Delta b_1}{\Delta t} \\ \frac{\Delta b_2}{\Delta t} \\ \vdots \\ \frac{\Delta b_k}{\Delta t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \bar{S}_{1,k+1} & \bar{S}_{1,k+2} & \dots & \bar{S}_{1n} \\ \bar{S}_{2,k+1} & \bar{S}_{2,k+2} & \dots & \bar{S}_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \bar{S}_{k,k+1} & \bar{S}_{k,k+2} & \dots & \bar{S}_{kn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} B_{k+1,1} & B_{k+1,2} & \dots & B_{k+1,r} \\ B_{k+2,1} & B_{k+2,2} & \dots & B_{k+2,r} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ B_{n1} & B_{n2} & \dots & B_{nr} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Lambda_{11} & \Lambda_{21} & \dots & \Lambda_{r1} \\ \Lambda_{12} & \Lambda_{22} & \dots & \Lambda_{r2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \Lambda_{1r} & \Lambda_{2r} & \dots & \Lambda_{rr} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \frac{\Delta b_{k+1}}{\Delta t} \\ \frac{\Delta b_{k+2}}{\Delta t} \\ \vdots \\ \frac{\Delta b_n}{\Delta t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \bar{S}_{k+1,1} & \bar{S}_{k+1,2} & \dots & \bar{S}_{k+1,k} \\ \bar{S}_{k+2,1} & \bar{S}_{k+2,2} & \dots & \bar{S}_{k+2,k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \bar{S}_{n1} & \bar{S}_{n2} & \dots & \bar{S}_{nk} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} B_{11} & B_{12} & \dots & B_{1r} \\ B_{21} & B_{22} & \dots & B_{2r} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ B_{k1} & B_{k2} & \dots & B_{kr} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Lambda_{11} & \Lambda_{21} & \dots & \Lambda_{r1} \\ \Lambda_{12} & \Lambda_{22} & \dots & \Lambda_{r2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \Lambda_{1r} & \Lambda_{2r} & \dots & \Lambda_{rr} \end{bmatrix}$$

gdzie $\frac{\Delta b_i}{\Delta t} = \left(\frac{\Delta b_{i1}}{\Delta t} \quad \frac{\Delta b_{i2}}{\Delta t} \quad \dots \quad \frac{\Delta b_{ir}}{\Delta t} \right)$, $i = 1, 2, \dots, k, k+1, \dots, n$

W postaci różniczkowej model walki /4/ i /5/ zapiszemy następująco:

$$/4/ \quad \frac{db}{dt} = \bar{S}' B' \Lambda^T$$

$$/5/ \quad \frac{db'}{dt} = \bar{S} B \Lambda^T$$

$$/6/ \quad b \Big|_{t=0} = b_0$$

$$/7/ \quad b' \Big|_{t=0} = b'_0$$

gdzie: warunki /6/ i /7/ określają stany bojowe stron walczących w chwili rozpoczęcia boju spotkaniowego $/t = 0/$.

8. Wskaźniki efektywności walki

W czasie walki charakterystyki stron walczących ulegają zmianie. Są to wielkości wielowymiarowe, więc trudno jest w oparciu o nie ocenić przebieg i efekty uzyskane podczas walki. Wprowadzimy zatem następujące wskaźniki ułatwiające ocenę efektywności walki:

- potencjał strony walczącej;
- wskaźnik strat strony walczącej;
- stosunek sił stron walczących;
- wskaźnik strat względnych stron walczących.

8.1. Potencjał strony walczącej

Potencjał strony walczącej, charakteryzujący jej stan bojowy, określamy jako liczbę będącą sumą ważoną ilości środków walki znajdujących w posiadaniu danej strony walczącej.

Potencjałem strony walczącej I /II/ - oznaczenie odpowiednio $\| b \|$, $\| b' \|$ - nazywamy wielkość

$$\| b \| = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^r g_j b_{ij}$$

$$\| b' \| = \sum_{i=k+1}^n \sum_{j=1}^r g_j b_{ij}$$

gdzie: g_j - waga środka walki j-tego rodzaju;

b_{ij} - ilość środków walki j-tego rodzaju należących do pododdziału E_i .

Jeśli potencjał strony walczącej I przedstawić w postaci

$$\| b \| = \sum_{j=1}^r g_j \bar{b}_j$$

gdzie: $\bar{b}_j = \sum_{i=1}^k b_{ij}$ - oznacza ilość środków walki j-tego

rodzaju strony walczącej I, to widocznym jest, że $\| b \|$ oznacza

łączną /ważoną/ ilość środków walki strony walczącej I. Podobnie jest dla strony walczącej II.

Przyjęcie potencjałów stron walczących w postaci powyższych zależności pozwala na wykonywanie na nich działań matematycznych, co jest wykorzystane w dalszej części pracy. Wydaje się ponadto, że taki wskaźnik dobrze oddaje ilościowy aspekt tego co nazywa się zwykle potencjałem bojowym strony walczącej,

8.2. Wskaźnik strat strony walczącej

Wykorzystując potencjał strony walczącej możemy określić wskaźnik strat strony walczącej I, /II/ jak następuje:

$$\frac{\|b_0\| - \|b_t\|}{\|b'_0\| - \|b'_t\|}$$

gdzie:

$b_0, /b'_0/$ - stan bojowy strony walczącej I, /II/ w chwili rozpoczęcia walki.

$b_t, /b'_t/$ - stan bojowy strony walczącej I, /II/ po upływie czasu t od chwili rozpoczęcia walki.

Wskaźnik strat strony walczącej możemy określić w dowolnym momencie czasu - w szczególności w momencie zakończenia walki^{1/}.

8.3. Stosunek sił stron walczących

Stosunek sił stron walczących określa zależność

$$\frac{\|b_t\|}{\|b'_t\|}$$

1/ Przyjmujemy, że bój spotkaniowy kończy się wtedy gdy jedna ze stron utraci inicjatywę i przejdzie do obrony lub zacznie się wycofywać. Fakt ten można w modelu odwzorować stosując wprowadzone pojęcia. Dokonujemy to przyjmując założenie, że czas zakończenia boju spotkaniowego zależy od stanu bojowego stron walczących. Mówiąc dokładniej przyjmiemy, że czas zakończenia walki T równa się czasowi jaki upływa od chwili rozpoczęcia walki do chwili gdy potencjał jednej ze stron zmniejszy się do określonej wielkości. W niektórych pracach przyjmuje się, że strona walcząca traci inicjatywę wtedy gdy jej stan bojowy zmniejsza się o połowę w stosunku do stanu w chwili rozpoczęcia walki.

Zatem, stosunek sił stron walczących jest to iloraz potencjałów stron walczących w rozpatrywanej chwili czasu t . Z zależności tej można obliczyć stosunek sił w dowolnym momencie walki w szczególności w chwili jej rozpoczęcia $[t = 0]$ i chwili jej zakończenia $[t = T]$.

Stany bojowe stron walczących b_t i b'_t - potrzebne do tych obliczeń - można uzyskać w wyniku rozwiązania równań /4/ i /5/ uzupełnionych warunkami początkowymi /6/ i /7/.

Zaproponowany sposób obliczenia stosunku sił stron walczących uwzględnia ilościowe i jakościowe ich charakterystyki oraz, co należy mocno podkreślić, uwzględnia przewidywane straty stron walczących, wyliczone w oparciu o model /równania/ walki. Zatem tak obliczony stosunek sił pełniej - niż obliczamy wg dotychczas stosowanych w praktyce metod opartych głównie o charakterystyki ilościowe - charakteryzuje możliwości stron walczących. Zastosowanie proponowanej metody obliczania stosunku sił stron walczących może wpłynąć na zwiększenie realności podejmowanych decyzji.

8.4. Wskaźnik strat względnych stron walczących

W dalszych rozważaniach stosować będziemy przede wszystkim wskaźnik strat względem stron walczących, który określimy następująco

$$\mathcal{V} = \|b_0\| - \|b'_0\| + \|b'_t\| - \|b_t\|$$

Wskaźnik strat względnych jest różnicą wskaźników strat stron walczących I i II, co jest wyraźnie widoczne jeżeli przedstawić go w postaci równoważnej

$$\mathcal{V} = \|b_0\| - \|b_t\| - (\|b'_0\| - \|b'_t\|)$$

Z powyższego wzoru wynika, że celem strony walczącej I będzie poszukiwanie decyzji zapewniającej uzyskanie minimalnej wartości \mathcal{V} , natomiast strony walczącej II poszukiwanie decyzji zapewniającej uzyskanie maksymalnej wartości \mathcal{V} .

ROZWIĄZANIE MODELU BOJU SPOTKANIOWEGO ODDZIAŁU

1. Metoda rozwiązania modelu

Z matematycznego punktu widzenia opracowany model boju spotkaniowego oddziału jest układem równań różniczkowych postaci /8/, /9/ z warunkami początkowymi /10/, /11/

$$/8/ \quad \frac{dx}{dt} = Ay$$

$$/9/ \quad \frac{dy}{dt} = Bx$$

$$/10/ \quad x|_{t=0} = x_0$$

$$/11/ \quad y|_{t=0} = y_0$$

gdzie:

$x \in X$ jest elementem $k \times r$ wymiarowej przestrzeni X stanowiącej zbiór możliwych stanów bojowych strony walczącej I,

$y \in Y$ jest elementem $m \times r_1$ wymiarowej przestrzeni Y stanowiącej zbiór stanów bojowych strony walczącej II,

k - ilość pododdziałów strony walczącej I,

m - ilość pododdziałów strony walczącej II,

r - ilość środków walki strony walczącej I,

r_1 - ilość środków walki strony walczącej II,

t - czas

A i B są operatorami określonymi na przestrzeniach stanów X i Y :

$$\begin{array}{l} A \quad : \quad Y \longrightarrow X \\ B \quad : \quad X \longrightarrow Y \end{array}$$

Szczegółowa postać powyższych operatorów jest podana w punkcie II. 7 i załączniku nr 1. Tutaj dla uproszczenia rozważań operatory te charakteryzujemy w sposób ogólny.

Rozwiązaniem równań /8/, /9/ z warunkami początkowymi

/10/, /11/ są funkcje wektorowe czasu: $X(t)$, $Y(t)$.

Dla przedstawienia rozwiązania układu równań /8/-/11/ w postaci analitycznej celowo jest sprowadzić go do postaci:

$$\frac{dz}{dt} = Cz$$

$$Z|_{t=0} = Z_0$$

gdzie: $Z = (x, y)$ jest elementem przestrzeni Z będącej sumą prostą /oznaczenie \oplus / przestrzeni X i Y ; $z \in Z = X \oplus Y$, natomiast C jest macierzą operatorową

$$C = \begin{pmatrix} 0, & A \\ B, & 0 \end{pmatrix}$$

Rozwiązaniem powyższego układu jest funkcja wektorowa /12/ $Z(t) = C^{Ct} \cdot Z_0$

gdzie : $Z_0 = (x_0, y_0)$

$$C^{Ct} = \sum_{p=0}^{\infty} \frac{C^p t^p}{p!}$$

$/C^p$ - oznacza potęgowanie macierzy, przy zachowaniu obowiązujących zasad mnożenia macierzy/

Stosowanie wzoru /12/ do praktycznych obliczeń jest utrudnione - ze względu na duży wymiar przestrzeni X i Y a co za tym idzie i przestrzeni C .

W celu praktycznego wykorzystania zbudowanego modelu celowym, a nawet koniecznym, jest zastosowanie numerycznych metod rozwiązania modelu - przy równoczesnym zastosowaniu elektronicznej maszyny cyfrowej. Tą metodę rozwiązania modelu przyjęto w pracy.

W oparciu o algorytm rozwiązania modelu boju spotkaniowego /zamieszczony w załączniku nr 1/ został napisany program na EMC ODRA 1304, zapewniający uzyskanie rozwiązania modelu. W programie tym do numerycznego rozwiązania równań różniczkowych wykorzystano standardowy podprogram F4RUNK, oparty na metodzie Rungego-Kutty [14].

Zastosowanie powyższej metody wymagało przedstawienia

modelu w postaci układu $N = k \cdot r + m \cdot r_1$, równań różniczkowych o ilości zmiennych $N+1$ / N - ilość zmiennych opisujących stany bojowe stron walczących oraz jedna zmienna - czas/. Przekształcenie modelu do wymaganej postaci jest dokonana w punktach 27 i 28 załącznika nr 1.

W wyniku rozwiązania modelu możemy uzyskać dla każdego momentu walki:

- stany bojowe stron walczących,
- straty środków walki,
- zużycie amunicji,
- potencjały pododdziałów,
- stosunek sił stron walczących.

Ponadto możliwym jest uzyskanie innych wielkości jak np.

- prognozowany czas zakończenia walki,
- czasy wejścia do walki poszczególnych pododdziałów stron walczących, itp.

Program realizujący rozwiązanie modelu zapewnia uzyskanie przykładowych wydruków podających stany bojowe, zużycie amunicji i stosunek sił stron walczących w zadanym czasie walki /po upływie 90 minut walki/ i w momencie prognozowanego czasu zakończenia walki. Istnieje też możliwość podania takich danych w dowolnym momencie walki. Ponadto wydruki zawierają zmiany potencjałów pododdziałów stron walczących w zadanych okresach czasu walki /co 10 minut - krok symulacji/. Przykłady omówionych wydruków podane są w załączniku nr 2.

Schemat blokowy programu rozwiązania modelu boju spotkaniowego oddziału przedstawiony jest na rys.6.

2. Optymalny wariant walki

W rozważanym modelu na decyzję strony walczącej składają się decyzje dotyczące poszczególnych pododdziałów. Decyzja określa dla każdego pododdziału:

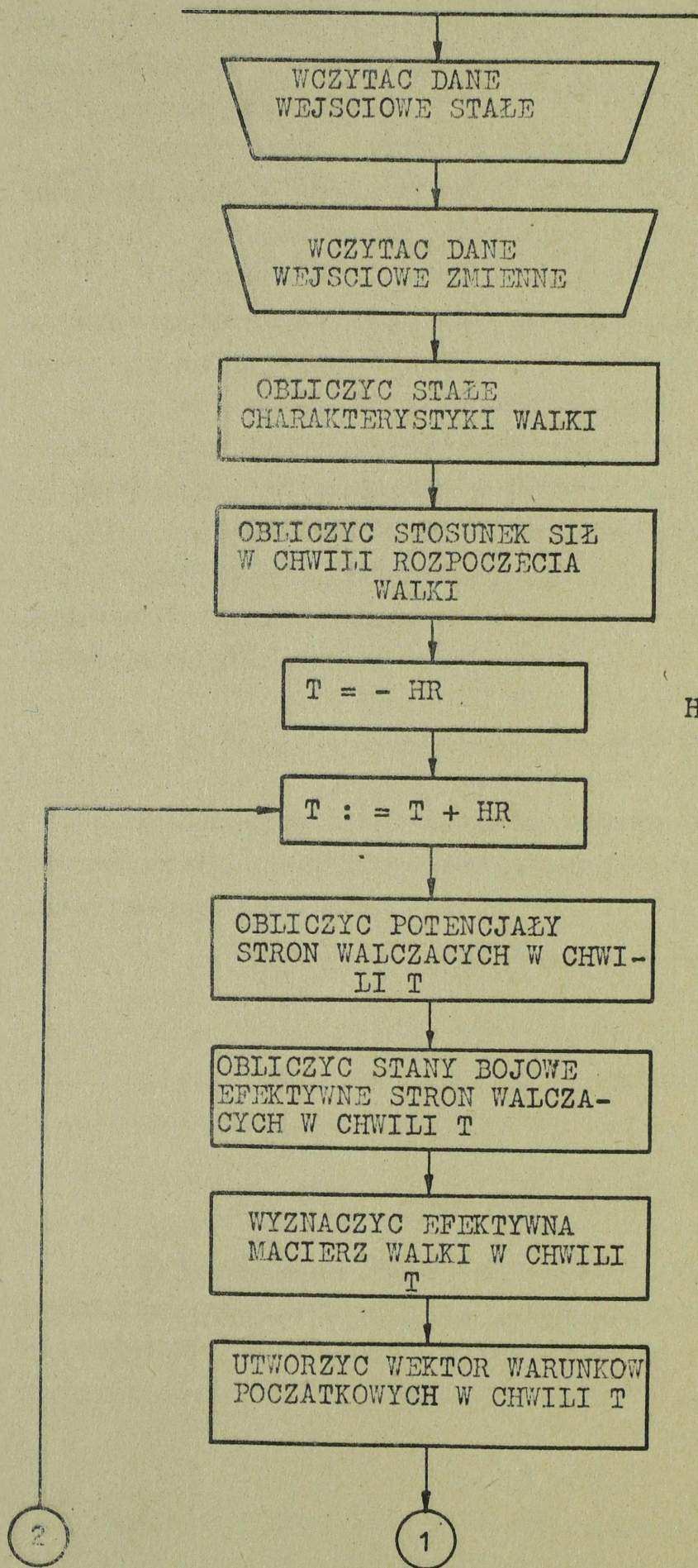
- cel działania /pasy w których pododdziałów ma zwalczać nieprzyjaciela,

- rodzaj działania,

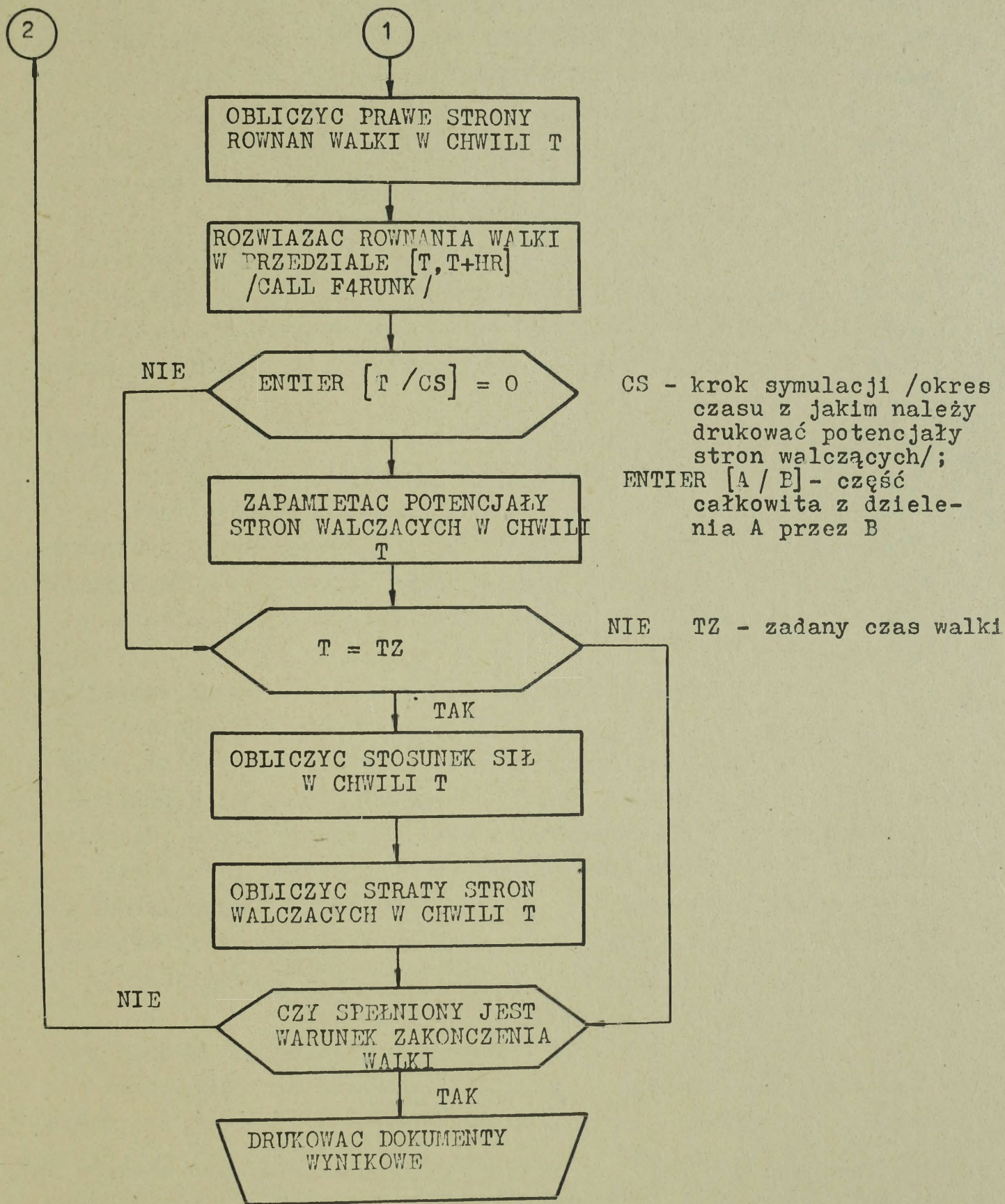
- miejsce /pas/ wejścia do walki.

Zauważymy, że po każdej stronie walczącej występuje po kilka pododdziałów. Każdy z nich może wejść do walki w jednym

PROGRAM ROZWIĄZANIA MODELU
BOJU SPOTKANIOWEGO ODDZIAŁU



T - czas walki
HR - krok całkowania
równań walki
/układu równań /4/,/5//



Rys.6 Schemat blokowy programu rozwiązania modelu boju spotkaniowego oddziału

z trzech pasów działania, może zwalczać nieprzyjaciela w jednym, dwóch lub trzech pasach działania, oraz może wykonywać jeden z czterech rodzajów działania.

To wszystko czyni złożonym problem poszukiwania optymalnego wariantu walki /decyzji optymalnej/ ze względu na dużą ilość możliwych decyzji obydwu stron walczących. W celu ograniczenia złożoności tego problemu wprowadzamy tak zwany wzorzec decyzji.

Wzorzec decyzji określa dla danej strony walczącej sposób użycia w walce poszczególnych pododdziałów.

Przykładowo trzy wzorce decyzji dla wojsk własnych i odpowiadające im wzorce decyzji nieprzyjaciela^{1/} - dla przypadku gdy strona walcząca posiada trzy pododdziały - podane są niżej /rys.7/. Wzorce te częściowo nawiązują do przykładu rozpatrywanego w rozdziale II.

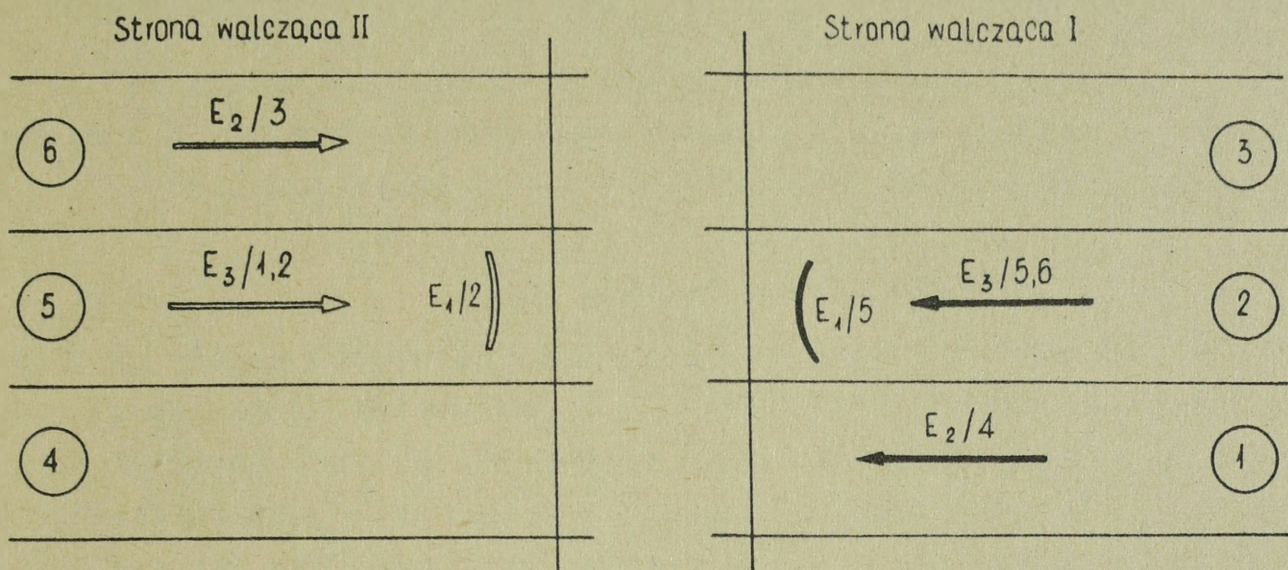
W przypadku praktycznego stosowania modelu, w procesie wypracowania projektu decyzji dla potrzeb szkolenia lub dowodzenia, konieczne jest opracowanie zestawu wzorców decyzji. Ustalenie decyzji według danego wzorca wymaga tylko przypisania odpowiednich numerów porządkowych pododdziałom wchodzącym w skład oddziału, a następnie odczytanie dla nich elementów składowych decyzji.

W walce strony walczące nie ujawniają swoich decyzji. Zatem każda z nich musi być przygotowana do podjęcia decyzji w warunkach nie pełnej znajomości poczynąń przeciwnika. Oczywiście, może zaistnieć, rzadki co prawda, przypadek podejmowania decyzji w warunkach pewności, wtedy gdy przed podjęciem decyzji dana strona walcząca miała możliwość zapoznać się z decyzją nieprzyjaciela lub teren ogranicza do jednej ilość możliwych decyzji nieprzyjaciela. Oprócz tego może mieć miejsce podejmowania decyzji przy znajomości zasad, jakimi kieruje się przeciwnik podejmując decyzje.

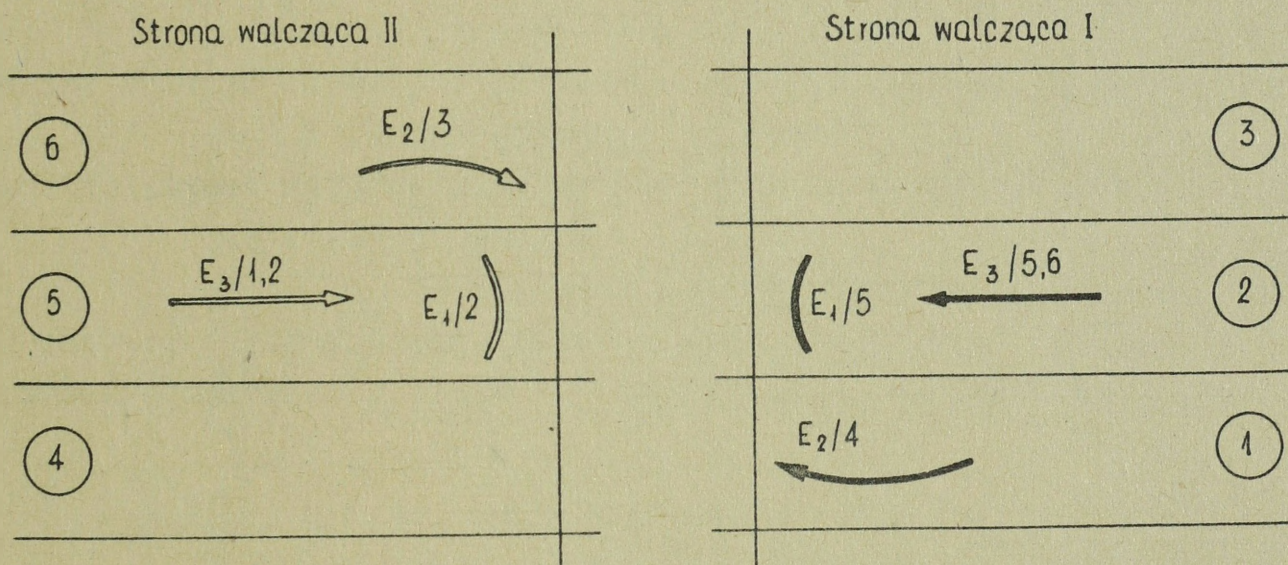
Określając wskaźnik /funkcję/ przypisujący każdej parze decyzji - z których jedna jest decyzją do walki wojsk własnych, a druga nieprzyjaciela - wartość liczbową adekwatną

1/ Istnieje możliwość /i potrzeba/ opracowania tylu wzorców decyzji ile jest różnych wariantów decyzji wojsk własnych i nieprzyjaciela rozpatrywanych przez dowódcę.

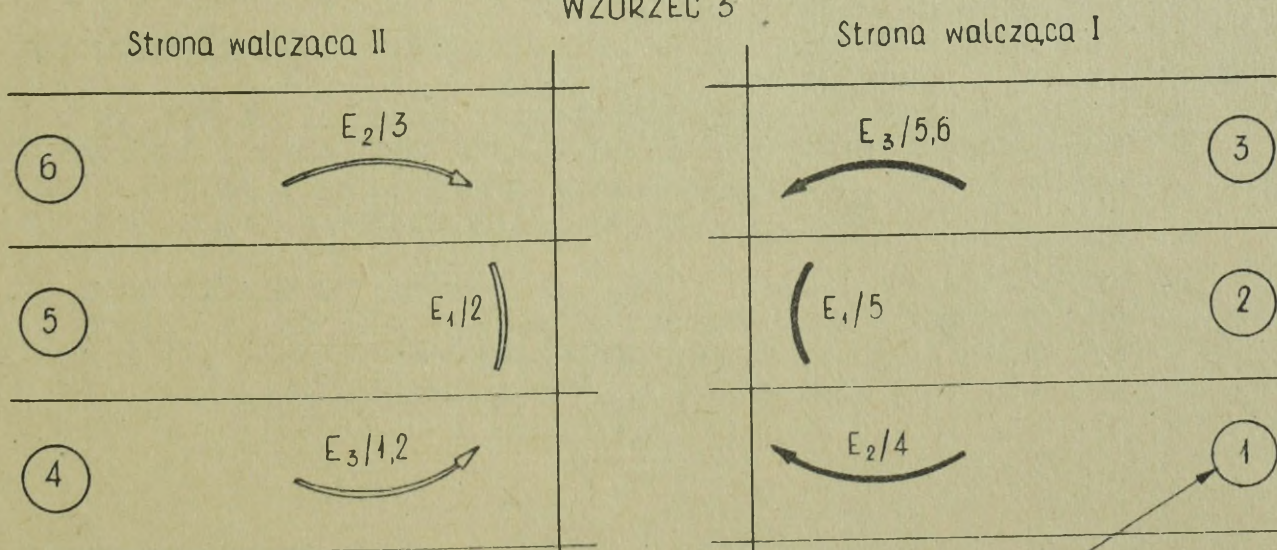
WZORZEC 1



WZORZEC 2



WZORZEC 3



Linia styczności wojsk

numer pasa działania

LEGENDA :

- | OBRONA
- UDERZENIE
- ↘ OSKRZYDLENIE

$E_{3/5,6}$ PODODDZIAŁ E_3 ZWALCZA NIEPRZYJACIELA W PASACH DZIAŁANIA NR 5 I 6 59

RYS. 7 WZORCE (SCHEMATY) DECYZJI

do wyniku walki, możemy problem wyboru decyzji optymalnej sprowadzić do poszukiwania decyzji, które ten wskaźnik minimalizuje /maksymalizuje/.

Sposób poszukiwania decyzji optymalnej zależy od tego czy poszukujemy ją w warunkach pewności, ryzyka czy też niepewności^{1/}. Zagadnienie to omawiamy w następnym punkcie.

3. Kryteria wyboru decyzji

Przebieg i wynik walki w istotny sposób zależy od decyzji stron walczących. Stąd duża waga problemu podejmowania decyzji. Problem ten rozpatrzmy przy założeniu, że dane są zbiory możliwych decyzji stron walczących - wyznaczone przy zastosowaniu wzorców decyzji lub w inny sposób, oraz wskaźnik jakości /użyteczności/ decyzji.

Dane są zatem:

$$D = \{D_1, D_2, \dots, D_p\} \quad - \text{zbiór możliwych decyzji strony walczącej I,}$$
$$D' = \{D'_1, D'_2, \dots, D'_q\} \quad - \text{zbiór możliwych decyzji strony walczącej II,}$$

K - wskaźnik jakości decyzji

Dane te w sposób zwarty możemy przedstawić w postaci tabeli ułatwiającej rozpatrzenie problemu podejmowania decyzji:

-
- 1/ Przyjęta klasyfikacja dziedziny podejmowania decyzji pochodzi od Luce i Raiffa [25] ;
Podejmujemy decyzję w warunkach:
- a/ pewności - jeżeli każde działanie prowadzi niezmiennie do określonego wyniku,
 - b/ ryzyka - jeżeli każde działanie prowadzi do wyniku z pewnego określonego zbioru możliwych wyników, z których każdy ma znane prawdopodobieństwo pojawienia się; Zakłada się, że prawdopodobieństwa te są znane podejmującemu decyzję.
 - c/ niepewności - jeżeli jedno lub obydwa działania mają jako wynik zbiór określonych możliwych wyników, w którym jednak prawdopodobieństwa tych wyników są zupełnie nieznanymi, lub nie ma sensu mówić o prawdopodobieństwach.

Decyzje	D'_1	D'_2	...	D'_q
D_1	K_{11}	K_{12}	...	K_{1q}
D_2	K_{21}	K_{22}	...	K_{2q}
...
D_p	K_{p1}	K_{p2}	...	K_{pq}

Wydaje się, że decyzję do boju spotkaniowego celowo jest podejmować stosując jeden z poniższych wskaźników jakości decyzji; Należy przy tym poszukiwać takiej decyzji, która minimalizuje wybrany wskaźnik.

K1/ Straty względne stron walczących,

K2/ Stosunek sił stron walczących /Potencjał nieprzyjaciela/ Potencjał wojsk własnych/ w zadanym czasie^{1/}.

K3/ Czas zakończenia walki /przy korzystnym stosunku sił w chwili jej zakończenia/,

$$K4 / \sqrt{(\|b_0\| - \|b_T\|)^2 + T^2} \quad ; T - \text{czas zakończenia walki};$$

$$\|b_0\| - \|b_T\| \quad - \text{wskaźnik strat wojsk własnych.}$$

Poszczególne wskaźniki jakości decyzji są dostosowane do różnych celów jakie przyświecają dowódcy podejmującemu decyzję.

W przypadku gdy dążeniem dowódcy jest zwycięskie rozstrzygnięcie boju spotkaniowego w jak najkrótszym czasie należy stosować wskaźnik K3.

Zastosowanie wskaźnika K2 umożliwia wybór decyzji zapewniającej uzyskanie maksymalnie możliwej przewagi nad nieprzyjacielem w zadanym czasie, np. w momencie zakończenia walki.

Wskaźnik K1 pozwala wybrać decyzję, która zapewnia "ekonomiczny" przebieg walki wojsk własnych wyrażający się w

1/ Bierzemy odwrotność stosunku sił w celu zapewnienia jednako-
wego sposobu postępowania w przypadku stosowania każdego z
wymienionych wskaźników - co upraszcza opis metod podejmo-
wania decyzji.

zadaniu możliwie największych strat nieprzyjacielowi w określonym czasie.

W końcu, wskaźnik K_4 umożliwia wybór decyzji zapewniającej przebieg walki przy niskich stratach wojsk własnych i w krótkim czasie jej zakończenia.

W dalszych rozważaniach dla danej pary decyzji wojsk własnych i decyzji nieprzyjaciela przyjmujemy wskaźnik jakości decyzji K w jednej z poniższych postaci:

$$/13/ \quad K = \|b_0\| - \|b_0'\| + \|b_t'\| - \|b_t\|$$

$$/14/ \quad K = -\frac{\|b_t'\|}{\|b_t\|}$$

$$/15/ \quad K = \begin{cases} T, & \text{jeżeli } \frac{\|b_T\|}{\|b_T'\|} > \frac{\|b_0\|}{\|b_0'\|} \\ \infty, & \text{w przeciwnym przypadku} \end{cases}$$

$$/16/ \quad K = \sqrt{(\|b_0\| - \|b_T\|)^2 + T^2}$$

gdzie:

$\|b\|$ - potencjał strony walczącej I,

$\|b'\|$ - potencjał strony walczącej II,

t - zadany czas walki

T - czas zakończenia walki - będący minimalnym czasem walki dla którego zachodzi co najmniej jedna z nierówności: $\|b_T\| \leq \alpha \|b_0\|$, $\|b_T'\| \leq \alpha \|b_0'\|$;

α - zadany wskaźnik strat, przy którym następuje zakończenie boju spotkaniowego / $0 < \alpha < 1$ /.

Taka postać wskaźnika K jest odpowiednia w przypadku gdy dokonujemy optymalizacji decyzji strony walczącej I. Optymalizując decyzję strony walczącej II należy stosować następujące wskaźniki jakości - odpowiadające wskaźnikom /13 / ÷ /16 /:

$$/13'/ \quad K = \|b_0'\| - \|b_0\| + \|b_t\| - \|b_t'\|$$

$$/14'/ \quad K = \frac{\|b_t\|}{\|b_t'\|}$$

$$/15'/ \quad K = \begin{cases} T, & \text{jeżeli } \frac{\|b'_T\|}{\|b_T\|} > \frac{\|b'_0\|}{\|b_0\|} \\ \infty, & \text{w przeciwnym przypadku} \end{cases}$$

$$/16'/ \quad K = \sqrt{(\|b'_0\| - \|b'_T\|)^2 + T^2}$$

Obliczenie wskaźników jakości decyzji K jest możliwe w oparciu o dane uzyskane w wyniku rozwiązania modelu boju spotkaniowego - stąd stosowanie modelu w procesie wypracowania projektu decyzji w sposób ilościowy uzasadniony jest konieczne.

3.1. Kryterium podejmowania decyzji w warunkach pewności

Podejmowanie decyzji, przez stronę walczącą I , w warunkach pewności ma miejsce wtedy gdy wiadomo jaką decyzję $D'_j \in D'$, $/j=1,2,\dots,q/$ podjął przeciwnik. Wybór decyzji optymalnej sprowadza się wtedy do minimalizacji wskaźnika jakości decyzji K , czyli do znalezienia wielkości

$$\bar{K} = \min_{D_i \in D} K(D_i, D'_j), \quad /i=1,2,\dots,p/$$

Decyzja $D_i \in D$, $/i=1,2,\dots,p/$ dla której wskaźnik $K = \bar{K}$ jest decyzją optymalną strony walczącej I .

3.2. Kryterium podejmowania decyzji w warunkach ryzyka

Podejmowanie decyzji, przez stronę walczącą I , w warunkach ryzyka wiąże się z sytuacją gdy nie wiemy jaką decyzję $D'_j \in D'$, $/j=1,2,\dots,q/$ wybierze przeciwnik, ale znamy prawdopodobieństwo p_j wyboru decyzji D'_j . Decyzją optymalną strony walczącej I jest wtedy taka decyzja $D_i \in D$, $/i=1,2,\dots,p/$, dla której wartość oczekiwana wskaźnika jakości decyzji K osiąga wartość minimalną \bar{K}

$$\bar{K} = \min_{D_i \in D} \sum_{j=1}^q p_j K(D_i, D'_j)$$

3.3. Kryterium podejmowania decyzji w warunkach niepewności

O podejmowaniu decyzji w warunkach niepewności mówimy wtedy gdy nie możemy przypisać prawdopodobieństw wyborom decyzji przez przeciwnika.

Jest wiele sposobów poszukiwania decyzji optymalnych w tym przypadku, opartych o kryteria związane z nazwiskami: Bayesa-Laplace'a, Hurwicza, Savage'a i innych. Kryteria te nie są doskonałe - co podkreślano w wielu pracach [1], [25]. Wydaje się jednak, że w celu optymalizacji decyzji do walki celowo jest stosować kryterium Hurwicza postaci:

$$\bar{K} = \min_{D_i \in D} \left[\alpha \min_{D'_j \in D'} K(D_i, D'_j) + (1-\alpha) \max_{D_j \in D''} K(D_i, D_j) \right],$$

$$/i = 1, 2, \dots, p; \quad j = 1, 2, \dots, q/$$

α - wielkość ustalona przez decydenta zwana w teorii gier wskaźnikiem optymizmu - spełniająca warunek $0 \leq \alpha \leq 1$.

Decyzją optymalną strony walczącej I, w warunkach niepewności, jest taka decyzja $D_i \in D$, dla której powyższe wyrażenie osiąga wartość minimalną \bar{K} .

4. Dyskusja rozwiązania modelu

Funkcjonowanie modelu zilustrujemy przykładem. Rozpatrzmy 9 wariantów walki rozegranych na EMC przy zastosowaniu zbudowanego modelu. Warianty te tworzą kombinacje trzech decyzji wojsk własnych D_A, D_B, D_C oraz trzech decyzji nieprzyjaciela D'_A, D'_B, D'_C podejmowanych według schematów decyzji A, B, C. Postacie szczegółowe wymienionych decyzji podane są w załączniku nr 3. Pozostałe charakterystyki, w rozważanych wariantach walki, przyjęto takie jak w przykładzie 1.

Wobec tego, że w przykładzie 1 przyjęto jednakowe warunki terenowe dla obydwu stron walczących, a także jednakowe wyszkolenie pododdziałów stron walczących - wynik walki zależy głównie od podjętych decyzji.

Wyniki obliczeń zestawione są w załączniku nr 3 i zawierają: schemat decyzji stron walczących, wykres zmian potencjału stron walczących w czasie walki oraz stosunek sił stron walczą-

cych w chwili rozpoczęcia boju spotkaniowego, po upływie 90 minut walki i w chwili jej zakończenia. Przyjmowano przy tym, że walka kończy się wtedy gdy straty jednej ze stron przekroczą 30% jej potencjału początkowego.

Dyskusję otrzymanych wyników przeprowadzimy przy zastosowaniu kryterium wyboru decyzji K_1 . Dane potrzebne do zastosowania tego kryterium zestawione są w tabeli 2.

TABELA 2. Zestawienie wyników walki

Nr wariantu	Decyzja		Potencjał w chwili zakończenia walki		Straty		Straty względne $K(D, D')$
	Wojsk własnych	Nieprzyjaciela	Wojsk własnych	Nieprzyjaciela	Wojsk własnych	Nieprzyjaciela	
1	D_A	D'_A	10,8	11,5	4,6	5,1	-0,5
2	D_B	D'_A	10,8	11,6	4,6	5,0	-0,4
3	D_C	D'_A	11,2	11,5	4,2	5,1	-0,9
4	D_A	D'_B	10,8	11,9	4,6	4,7	-0,1
5	D_B	D'_B	10,8	11,6	4,6	5,0	-0,4
6	D_C	D'_B	11,0	11,5	4,4	5,1	-0,7
7	D_A	D'_C	10,7	12,3	4,7	4,3	0,4
8	D_B	D'_C	10,8	12,1	4,6	4,5	0,1
9	D_C	D'_C	11,0	11,6	4,4	5,0	-0,6
Potencjał wojsk własnych w chwili rozpoczęcia walki wynosi 15,4							
Potencjał nieprzyjaciela w chwili rozpoczęcia walki wynosi 16,6							

Bezpośrednio wykorzystamy dane zawarte w tabeli 3, która w teorii gier nosi nazwę macierzy użyteczności

TABELA 3. Zestawienie strat względnych

K(D, D')		Decyzja nieprzyjaciela		
		D'_A	D'_B	D'_C
DECYZJA WOJSK WŁASNYCH	D_A	-0,5	-0,1	0,4
	D_B	-0,4	-0,4	0,1
	D_C	-0,9	-0,7	-0,6

W przypadku gdy wiemy, że nieprzyjaciel. podejmie określo-
ną decyzję - np. D'_B - ma miejsce podejmowanie decyzji w warun-
kach pewności. Dla tego przypadku optymalną decyzję wojsk wła-
snych jest decyzja D_C gdyż dla niej wskaźnik K(D, D') osiąga
wartość minimalną $K(D_C, D'_B) = -0,7$.

W przypadku gdy znamy prawdopodobieństwo podjęcia posz-
czególnych decyzji przez nieprzyjaciela,
np. $P[D'_A] = 0,1$, $P[D'_B] = 0,6$, $P[D'_C] = 0,3$ - ma
miejsce podejmowanie decyzji w warunkach niepewności.

Dla powyższego przykładu decyzją optymalną jest decyzja D_C
dlatego, że dla niej wskaźnik K(D, D') osiąga wartość mini-
malną, $K(D_C, D') = -0,69$.

Mamy bowiem:

$$K(D_A, D') = \sum_{j=A,B,C} P[D'_j] \cdot K(D_A, D'_j) = 0,01$$

$$K(D_B, D') = \sum_{j=A,B,C} P[D'_j] \cdot K(D_B, D'_j) = -0,25$$

$$K(D_C, D') = \sum_{j=A,B,C} P[D'_j] \cdot K(D_C, D'_j) = -0,69$$

W przypadku podejmowania decyzji w warunkach ryzyka -
stosując kryterium Hurwicza - należy ustalić wskaźnik opty-
mizmu α . Wskaźnik ten przyjmuje wartość $0 \leq \alpha \leq 1$ i oznacza
prawdopodobieństwo tego, że nieprzyjaciel. przyjmie korzystną
dla nas decyzję. Praktycznie wskaźnik ten może w sposób arbi-

tralny ustalić dowódca na podstawie znajomości danych o stanie moralno-bojowym wojsk własnych i nieprzyjaciela oraz innych czynników.

Przykładowe obliczenia dla wskaźników optymizmu $\alpha = 0; 0,4; 0,5; 0,8; 1$ zestawione są w tabeli 4.

TABELA 4. Ocena decyzji wg kryterium Hurwicza

Decyzja wojsk własnych	Wskaźnik optymizmu				
	0	0,4	0,5	0,8	1
D_A	0,4	0,04	-0,05	-0,32	-0,5
D_B	0,1	-0,1	-0,15	-0,3	-0,4
D_C	-0,6	-0,72	-0,75	-0,84	-0,9

Z tabeli 4 widać, że w każdym przypadku optymalną decyzją jest również decyzja D_C .

Jeżeli założyć, że z pewnych względów decyzja D_C nie może być podjęta, to powyższa tabela daje odpowiedź jakie decyzje należy podejmować dysponując tylko dwiema możliwościami, a mianowicie D_A i D_B . Wtedy zależnie od wskaźnika optymizmu decyzją optymalną będzie dla $\alpha = 0; \alpha = 0,4$ i $\alpha = 0,5$ decyzja D_B , natomiast dla pozostałych $\alpha = 0,8$ i $\alpha = 1$ decyzja D_A .

5. Ocena możliwości stron walczących

Zasadniczym celem w boju spotkaniowym jest opanowanie wskazanej rubieży oraz zadanie nieprzyjacielowi strat /przy jak najmniejszym zaangażowaniu sił własnych/ - w wyniku czego zaprzestaje on działań zaczepnych i przechodzi do obrony. Istnieje więc zagadnienie określenia możliwości pokonania nieprzyjaciela. Rozwińmy je przy pomocy modelu.

Z przyjętych w modelu założeń na temat boju spotkaniowego oddziału wynika, że strona walcząca, która przechodzi do obrony ma w chwili zakończenia walki stosunek sił mniej ko-

rzystny od początkowego^{1/}. Uzasadnia to przyjęcie za miarę możliwości stron różnicy stosunków sił w chwili rozpoczęcia walki, oraz - obliczonego na podstawie modelu - stosunku sił w chwili jej zakończenia.

Mówimy, że strona walcząca ma możliwość pokonania nieprzyjaciela - przy danych decyzjach stron walczących - jeżeli uzyska w chwili zakończenia walki stosunek sił korzystniejszy od stosunku sił w chwili rozpoczęcia walki.

Przyjęta definicja określa miarę, którą można nazwać globalną możliwością stron walczących, gdyż tutaj strony walczące traktujemy jako całości, bez wnikania w możliwości ich poszczególnych środków walki. Stosowanie tej miary ma praktyczne znaczenie wtedy, gdy w chwili rozpoczęcia boju spotkaniowego stosunek sił stron walczących jest bliski 1. Jak wiadomo, warunek ten w boju spotkaniowym na ogół jest spełniony.

Dla rozważanych w poprzednim punkcie wariantów walki, używamy wyniki - dotyczące możliwości stron walczących - przedstawione w tabeli 5.

1/ Udowodnimy tą uwagę, której pełne sformułowanie jest następujące:

Niech A_t, B_t , oznaczają odpowiednio potencjały strony walczącej I, II w chwili t , natomiast α współczynnik zakończenia boju spotkaniowego.

W boju spotkaniowym mogą - według rozpatrywanego modelu - zaistnieć trzy przypadki:

/1/ Jeżeli $\frac{A_T}{B_T} < \frac{A_0}{B_0}$, to strona walcząca I przechodzi do obrony.

$A_T \ll \alpha A_0$ i $B_T \gg \alpha B_0$, gdzie $t = 0$ - czas rozpoczęcia walki,
 $t = T$ - czas zakończenia walki,

/2/ Jeżeli $\frac{A_T}{B_T} > \frac{A_0}{B_0}$, to strona walcząca II przechodzi do obrony

$A_T \gg \alpha A_0$ i $B_T \ll \alpha B_0$,

/3/ Jeżeli $\frac{A_T}{B_T} = \frac{A_0}{B_0}$, to obie strony walczące przechodzą do

obrony $A_T = \alpha A_0$ i $B_T = \alpha B_0$.

Udowodnimy, przypadek 1/. Rozważania dla przypadków /2/ i /3/ są podobne.

Przypuśćmy, że zachodzi warunek /a/ $\frac{A_T}{B_T} < \frac{A_0}{B_0}$ natomiast nie zachodzi:

$A_T \ll \alpha A_0$ i $B_T \gg \alpha B_0$; czyli jest /b/ $A_T \gg \alpha A_0$ i /c/ $B_T \ll \alpha B_0$.

Warunek /b/ oznacza, że istnieje /d/ $\beta > \alpha$ takie że /e/ $A_T = \beta A_0$.

Wstawiając zależność /c/ i /e/ do /a/ otrzymujemy $\frac{\beta A_0}{\alpha B_0} < \frac{A_0}{B_0}$, czyli

$\beta < \alpha$. Uzyskana sprzeczność warunku /f/ z /d/ kończy dowód /przypadku /1// rozważanej uwagi, na temat zakończenia boju spotkaniowego.

TABELA 5. Wyniki oceny możliwości stron walczących

Nr wariantu	Decyzja		Stosunek sił	Potencjał wojsk wł. Potencjał nieprzyj.	Możliwość pokonania nieprzyjaciela
	Wojsk własnych	Nieprzyjaciela	W chwili rozpoczęcia walki	W chwili zakończenia walki	
1	D_A	D'_A	0,93	0,93	Równowaga sił /obustronne zaprzestanie działań zaczepnych/
4	D_A	D'_B	0,93	0,91	nie istnieje
7	D_A	D'_C	0,93	0,88	nie istnieje
2	D_B	D'_A	0,93	0,94	istnieje
5	D_B	D'_B	0,93	0,93	Równowaga sił /obustronne zaprzestanie działań zaczepnych/
8	D_B	D'_C	0,93	0,89	nie istnieje
3	D_C	D'_A	0,93	0,97	istnieje
6	D_C	D'_B	0,93	0,96	istnieje
9	D_C	D'_C	0,93	0,96	istnieje

Na podstawie danych zawartych w przytoczonej tabeli możemy stwierdzić, że istnieje możliwość pokonania nieprzyjaciela wtedy gdy wojska własne przyjmują decyzję D_C , lub wtedy gdy działają wg decyzji D_B natomiast nieprzyjaciel wg decyzji D'_A . W pozostałych przypadkach bądź możliwości stron są jednakowe, bądź wojska własne nie są w stanie pokonać nieprzyjaciela.

W celu zwiększenia możliwości pokonania nieprzyjaciela wojska własne mogą wprowadzić do walki pododdział E_4 /batalion piechoty/ będący w odwodzie. Przykładowo, wprowadzając do walki pododdział E_4 , jak w wariantcie nr 10 podanym w załączniku nr 3 uzyskujemy stosunek sił w chwili zakończenia walki rów-

ny 1 wobec początkowego stosunku sił 0,93. Wariant 10 jest zmodyfikowanym wariantem nr 3, różniącym się od wariantu 3 wprowadzeniem do walki pododdziału E_4 .

Rozdział IV

SPRAWDZENIE MODELU BOJU SPOTKANIOWEGO ODDZIAŁU

1. Sposób sprawdzania modelu

Sprawdzenie zbudowanego modelu boju spotkaniowego i jego rozwiązania dokonamy na drodze konfrontacji charakterystyk rzeczywistej walki z charakterystykami tej walki uzyskanymi na podstawie modelu.

Istnieją trudności w znalezieniu przykładu boju spotkaniowego z wojny współczesnej, w pełni opisanego - jaki jest potrzebny do sprawdzenia modelu. Po licznych poszukiwaniach w tym kierunku zdecydowano się rozpatrzyć przykład boju spotkaniowego jaki wywiązał się w dniu 19.04.1945 r. pod Niesky między oddziałami 1 KPanc WP i oddziałami niemieckiej 20 DPanc.

Wykorzystanie dla potrzeb sprawdzenia modelu boju spotkaniowego oddziału walki zgrupowań większych od oddziału nie ma ujemnego znaczenia. Rozważany model może być zastosowany do oceny przebiegu walki na wyższym szczeblu niż oddział w przypadku, gdy do jej opisu wystarczą stosowane w modelu pojęcia. W odniesieniu do wybranego przykładu walki warunek ten jest spełniony.

Kolejność sprawdzania modelu jest następująca:

- 1/ Zestawienie w oparciu o materiały archiwalne charakterystyk boju spotkaniowego pod Niesky.
- 2/ Przedstawienie zebranych charakterystyk w języku przyjętym w modelu.
- 3/ Uzyskanie, dla rozpatrywanego boju spotkaniowego, charakterystyk walki w wyniku rozwiązania modelu.
- 4/ Analiza /porównanie/ wyników uzyskanych przy stosowaniu modelu z danymi archiwalnymi.

2. Opis boju spotkaniowego pod Niesky

Konieczność wykonania przeciwuderzenia przez 1 KPanc WP przeciw 20 DPanc, w kwietniu 1945 r. powstała w związku z planem nieprzyjaciela, zamierzającego przeciąć ugrupowanie 2 A WP oraz zlikwidować wyłom utworzony przez 2 A WP i zgrupowanie uderzeniowe 52 armii radzieckiej. Po przecięciu przez oddziały nie-

mieckie całego pasa natarcia 52 A, wytworzyła się groźna sytuacja dla 2A WP. Oddziały niemieckiej 20 DPanc podeszły do miejscowości Ödernitz, a więc do lewej linii rozgraniczenia 2 Armii WP [37]. Oddziałom tym, dowódca 2 armii WP przeciwstawił 1 KPanc wsparty AGA i odwodem przeciwpancernym.

Oddziały 1 KPanc wyznaczone do wykonania przeciwuderzenia musiały przerwać pościg, następnie oderwać się od nieprzyjaciela, uzupełnić zapasy paliwa i amunicji oraz, po wykonaniu zwrotu o 180°, przegrupować się do rejonu Niesky. Ze względu na obiektywne trudności zgrupowanie uderzeniowe nie osiągnęło planowanej siły. Szczegółowej analizy zaistniałej sytuacji przeprowadzać nie będziemy - zostało to zrobione w wielu opracowaniach np. [21], [37].

W rozważaniach uwzględnimy tylko te oddziały, które faktycznie w dniu 19.04.1945 r. brały udział w boju spotkaniowym pod Niesky.

Po stronie polskiej, w przeciwuderzeniu brały udział:

- 1 BPZmot,
- 4 BPanc,
- 2/2 BPanc,
- 24 papanc,

pozostałe oddziały korpusu walczyły w innym rejonie, bądź stanowiły odwód dowódcy korpusu jak np. 25 papanc i 1 dar, bądź nie prowadziły ognia jak np. 26 paplot.

Po stronie nieprzyjaciela, na odcinku przeciwuderzenia, wykonywanego przez 1 KPanc WP, walczyły:

- 21 pcz,
- 112 pgpnc
- 2/1 psz 4 APanc

1 KPanc WP w dniu 18.04.1945 r. otrzymał zadanie, z którego wynikało, że winien on skoncentrować się w rejonie Niesky dnia 19.04.1945 r. o godzinie 13.00 i uderzyć w kierunku Kodersdorff celem zniszczenia nacierającego nieprzyjaciela.

Realizując to zadanie dowódca korpusu postanowił utworzyć zgrupowanie uderzeniowe, w którym na prawym skrzydle znajdował się 2/2 BPanc, w centrum 4 BPanc wraz z 24 papanc, natomiast na lewym skrzydle 1 BPZmot^{1/}.

1/ CAW III - 23/10

Nieprzyjaciel zamierzał w dniu 19.04.1945 r. zająć Ödernitz, następnie Niesky i nacierać dalej w kierunku północno-wschodnim w celu odcięcia od tyłów wojsk wprowadzonych w wyłom i zmuszenia ich do walki w terenie lesisto-błotnistym - niedogodnym dla wojsk pancernych^{1/}.

Przed frontem zgrupowania uderzeniowego 1 KPanc znajdowały się następujące oddziały nieprzyjaciela: w centrum i na prawym skrzydle 112 pgpnc i 21 pcz 20 DPanc, oraz na lewym skrzydle 2 batalion 1 pułku szturmowego 4 APanc^{2/}.

Stany bojowe wojsk obu stron podane są w tabeli nr 6. W przypadku wojsk własnych ustalono je na podstawie meldunków i sprawozdań o stanie bojowym jednostek 1 KPanc, oraz danych zawartych w pracy [37]. Stan wojsk nieprzyjaciela ustalono na podstawie meldunku zwiadowczego Sztabu 8DP WP, która w dniu 19.04.1945 r. broniła się na kierunku planowanego przeciwuderzenia korpusu, oraz danych zawartych w pracy [21]. Położenie wojsk i decyzje stron przedstawione są na rys. nr 8.

Dane o stanie wojsk, znajdujące się w dostępnych w kraju materiałach archiwalnych, nie są pełne nie tylko w przypadku nieprzyjaciela ale i w odniesieniu do wojsk własnych. Dlatego w przypadku braku danych, np. danych dotyczących zapasów amunicji^{3/}, przyjęto dane najbardziej prawdopodobne.

O godzinie 16.00 dnia 19.04.1945 r. 4BPanc wraz z 24papanc i 2/2BPanc rozpoczęły atak na Ullersdorf i zajęły go^{4/}.

2/2BPanc kontynuując uderzenie na Kodersdorf natknął się na zasadzkę złożoną z okopanych czołgów niemieckich i został zniszczony.

1/ CAW III - 234/5

2/ CAW III - 5/105

3/ Na temat zapasu amunicji wojsk własnych w meldunku bojowym sztabu 1 KPanc WP /CAW III - 5/381/ jest stwierdzenie, że oddziały są zabezpieczone średnio - zabezpieczenie w amunicję w większości oddziałów wynosi - 1 jo.

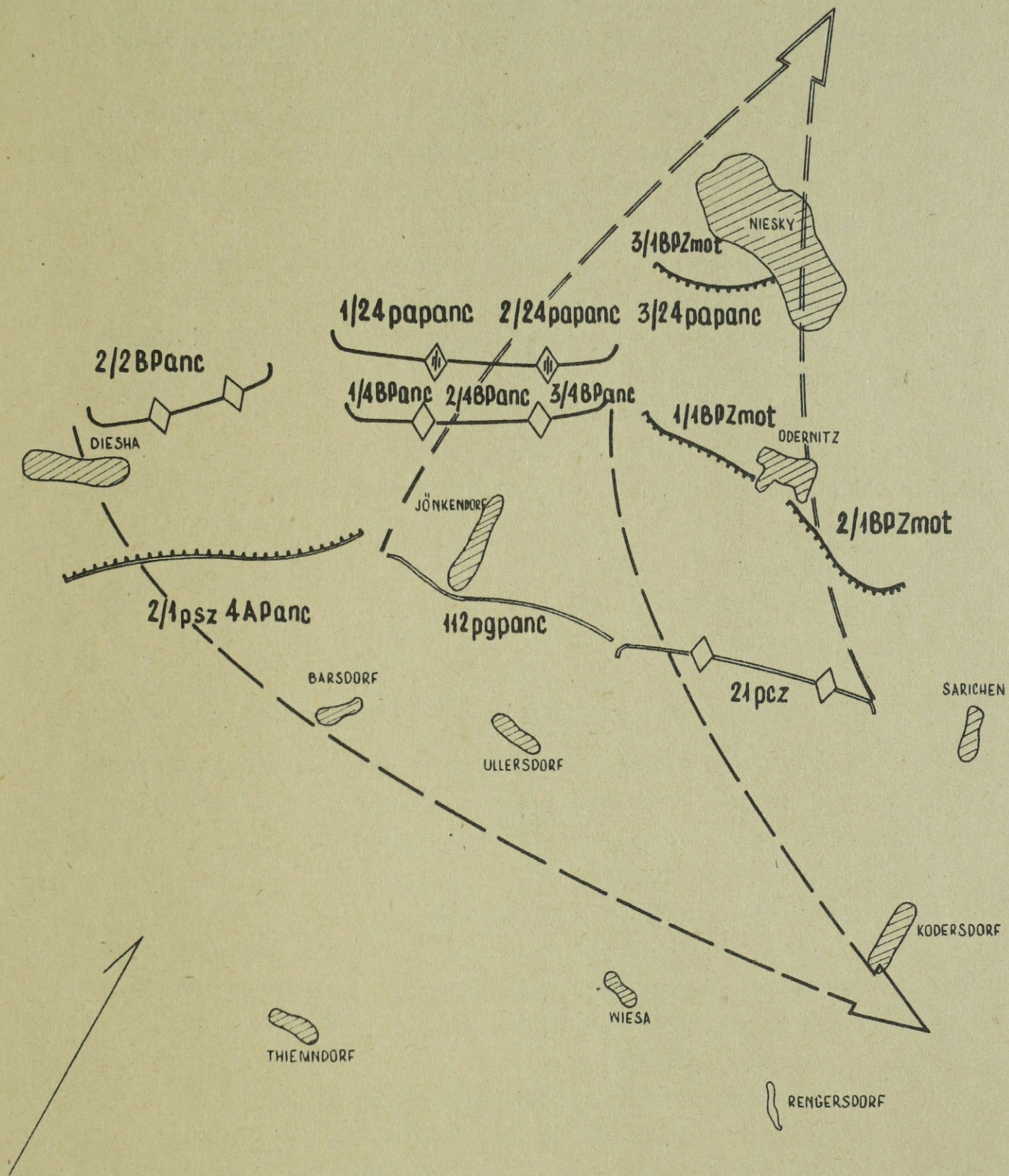
4/ Według niektórych źródeł /III - 237/27/, czas rozpoczęcia walki określa się na godz. 15.20.

TABELA 6. CHARAKTERYSTYKA STRON WALCZĄCYCH POD NIESKY

Nr oddz.	Nazwa oddziału	Czołg śr.		Działo Panc		Arm. 76		Działo 57		Arm. 45		Moźdz. 120		Moźdz. 82		ppanc					
		Stan	Zap.	Int.	Stan	Zap.	Int.	Stan	Zap.	Int.	Stan	Zap.	Int.	Stan	Zap.		Int.				
E1	4 BPanc	59	3300	15	0	1	0	0	4	459	1	0	0	1	0	0	700	1,5	18	450	2
E2	24 papanc	0	0	15	800	15	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1,5	0	0	2
E3	1 BPZmot	0	0	15	0	15	12	1200	1	0	1	8	900	1	6	450	1	1,5	73	1825	2
E4	2/2 BPanc	21	1200	15	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1,5	0	0	2

Nr Oddz.	Nazwa oddziału	Czołg śr.		Działo panc		Działo 105		Działo 20		Moźdz. 81		Moźdz. 82		ppanc	pancerzown.						
		Stan	Zap.	Int.	Stan	Zap.	Int.	Stan	Zap.	Int.	Stan	Zap.	Int.			Stan	Zap.	Int.			
E1	21 pcz	60	3500	15	20	1000	15	0	0	0,5	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	2
E2	112 pspanc	0	0	15	0	8	600	0,5	8	900	1	24	2500	1,5	0	0	0	2	108	324	2
E3	2/1 psz 4APanc	0	0	15	0	15	0	0,5	0	0	1	0	12	1,5	12	12	0	2	20	60	2

UWAGA: Z materiałów archiwalnych wzięto stany bojowe, pozostałe dane tj. zapasy amunicji i intensywność rozwinięcia są danymi szacunkowymi, gdyż jest ich brak w dostępnych materiałach



RYS 8 POŁOŻENIE I DECYZJE STRON DO BOJU SPOTKANIOWEGO POD NIESKY DN 19 04 45r
(Mapa 1 : 50 000)

4 BPanc w godzinach wieczornych odpierała silne uderzenie nieprzyjaciela, odparła je, lecz również poniosła duże straty.

1BPZmot prowadziła w dniu 19.04.1945 r. ciężkie walki obronne - odparła pięć ataków na przedni skraj obrony brygady. W końcu dnia - w wyniku kontrataków - 1/1 BPZmot zajęła Wilheminenthal.

Zasadnicze walki trwały do godziny 20.00 dnia 19.04.45 r. O godzinie 23.00 oddziały korpusu przeszły do obrony^{1/}.

W czasie walk pod Niesky w dniu 19.04.1945 r. korpus poniósł następujące straty^{2/}:

- czołgów 24 szt.,
- dział pancernych 1 szt.,

natomiast nieprzyjaciel według nie w pełni sprawdzonych danych stracił:

- czołgów 11 szt.,
- dział ppanc 12 szt.,
- pancernic 27 szt.

3. Sformalizowany opis boju spotkaniowego pod Niesky

Formalizacja opisu rozpatrywanego boju spotkaniowego sprowadza się do przedstawienia w języku modelu charakterystyk podanych w sposób opisowy w poprzednim punkcie.

Charakterystykami tymi są:

- położenie stron walczących,
- stan bojowy wojsk własnych i nieprzyjaciela,
- zapasy amunicji wojsk własnych i nieprzyjaciela,
- charakterystyka przydatności terenu do walki,
- decyzje stron,
- intensywność rozwijania środków walki.

Przyjmując podział terenu działania na pasy działania jak na rys. nr 9, oraz uwzględniając dane z poprzedniego punktu otrzymujemy sformalizowane charakterystyki boju spotkaniowego w poniższej postaci:

1/ CAW III - 237/27
2/ CAW III - 233/10

3.1. Położenie wojsk własnych i nieprzyjaciela

$$POL = \begin{bmatrix} 2 & 1 \\ 2 & 2 \\ 1 & 1 \\ 3 & 1 \end{bmatrix}$$

$$POL1 = \begin{bmatrix} 4 & 0,5 \\ 5 & 1 \\ 6 & 0,5 \end{bmatrix}$$

3.2. Stan bojowy wojsk własnych i nieprzyjaciela

$$B = \begin{bmatrix} 59 & 0 & 0 & 4 & 0 & 0 & 6 & 18 \\ 0 & 16 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 12 & 0 & 8 & 6 & 24 & 73 \\ 21 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

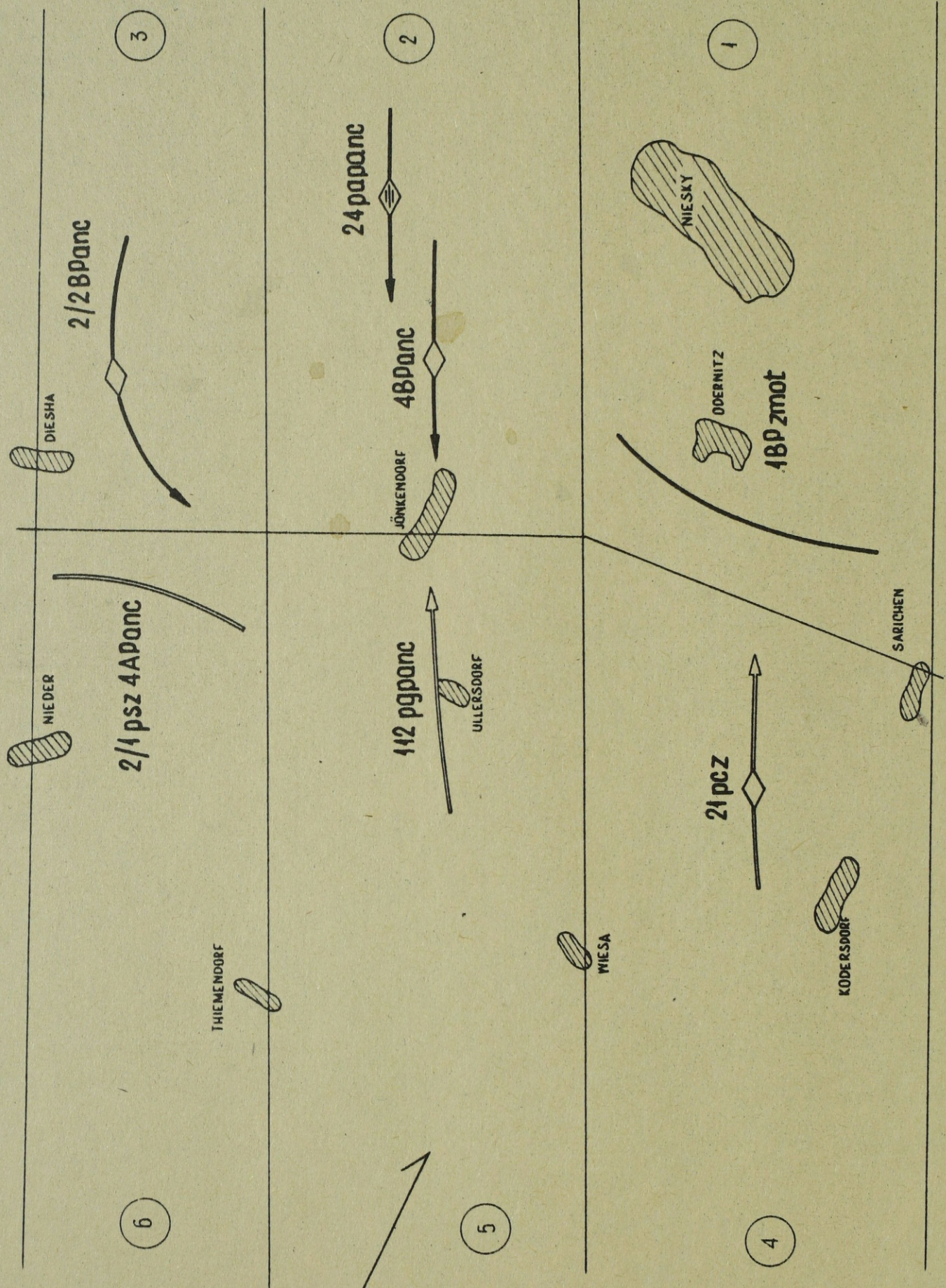
$$B1 = \begin{bmatrix} 60 & 20 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 8 & 8 & 24 & 0 & 108 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 12 & 20 \end{bmatrix}$$

3.3. Zapasy amunicji wojsk własnych i nieprzyjaciela

$$Z = \begin{bmatrix} 3300 & 0 & 0 & 450 & 0 & 0 & 700 & 450 \\ 0 & 800 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1200 & 0 & 900 & 450 & 2500 & 1825 \\ 1200 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$Z1 = \begin{bmatrix} 3500 & 1000 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 600 & 900 & 2500 & 0 & 324 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 12 & 60 \end{bmatrix}$$

3.4. Charakterystyka przydatności terenu do walki



RYS.9 SCHEMAT DECYZJI STRON WALCZĄCYCH W BOJU SPOTKANIOWYCH POD NIESKY DNIA 19.04.1945r.

$$TER = \begin{bmatrix} 0,9 & 0,8 & 0,9 & 1,0 & 20 \\ 1,0 & 0,7 & 0,8 & 1,0 & 15 \\ 0,8 & 0,7 & 0,5 & 0,9 & 10 \\ 0,9 & 0,9 & 1,0 & 0,8 & 20 \\ 0,9 & 0,9 & 0,5 & 0,9 & 15 \\ 0,9 & 0,7 & 0,5 & 0,9 & 15 \end{bmatrix}$$

3.5. Decyzje stron

$$D = \begin{bmatrix} 5 & 6 & 0 & 2 & 2 \\ 5 & 6 & 0 & 2 & 2 \\ 4 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 4 & 5 & 6 & 3 & 3 \end{bmatrix}$$

$$D1 = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 0 & 2 & 4 \\ 2 & 0 & 0 & 2 & 5 \\ 3 & 0 & 0 & 1 & 6 \end{bmatrix}$$

3.6. Intensywność rozwijania środków walki

$$RO = \begin{bmatrix} 15 & 15 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1,5 & 2 \\ 15 & 15 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1,5 & 2 \\ 15 & 15 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1,5 & 2 \\ 15 & 15 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1,5 & 2 \end{bmatrix}$$

$$RO1 = \begin{bmatrix} 15 & 15 & 0,5 & 1 & 1,5 & 2 & 2 \\ 15 & 15 & 0,5 & 1 & 1,5 & 2 & 2 \\ 15 & 15 & 0,5 & 1 & 1,5 & 2 & 2 \end{bmatrix}$$

Spośród wyszczególnionych charakterystyk Z, Z1, RO, RO1 i TER zostały ustalone szacunkowo. Pozostałe charakterystyki wynikając z danych zawartych w materiałach archiwalnych.

Oprócz wymienionych charakterystyk do rozwiązania modelu potrzebne są jeszcze:

- odległość rozwijania środków walki od linii styczności wojsk,

- intensywność strzelania środków walki,

- intensywność zwalczania środków walki,

- waga środków walki,

- skuteczność zwalczania.

Wyznaczenie tych charakterystyk jest oddzielnym zagadnieniem. Dla rozpatrywanego przykładu przyjęto arbitralnie odległość rozwijania środków walki od linii styczności wojsk, intensywność strzelania i skuteczność walki, natomiast na podstawie intensywności strzelania i przyjętej macierzy normatywów wyznaczono - w niżej podany sposób /w końcu punktu 3./ - intensywność zwalczania środków walki i wagi środków walki.

3.7. Odległość rozwijania środków walki od linii styczności wojsk

$$DL = \begin{bmatrix} 3 & 3 & 1 & 1 & 0,5 & 2 & 0,5 & 0,2 \\ 0 & 0,5 & 0,5 & 0,5 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$DL1 = \begin{bmatrix} 3 & 3 & 1 & 0,5 & 0,5 & 0,2 & 0,2 \\ 0 & 0,5 & 0,5 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Omawiane charakterystyki mają niżej podaną postać:

3.8. Intensywność strzelania

$$NS = \begin{bmatrix} 2 & 2 & 2 & 2 & 2,5 & 1,5 & 2 & 2 \\ 3 & 5 & 3 & 3 & 3 & 10 & 10 & 1 \\ 20 & 60 & 60 & 60 & 60 & 60 & 60 & 10 \end{bmatrix}$$

$$NS1 = \begin{bmatrix} 2 & 2 & 2 & 2,5 & 2 & 2 & 2 \\ 3 & 5 & 10 & 3 & 10 & 1 & 1 \\ 20 & 60 & 60 & 60 & 60 & 10 & 10 \end{bmatrix}$$

3.9. Intensywność zwalczania środków walki

$$L = \begin{bmatrix} 0,016 & 0,010 & 0,010 & 0,016 & 0,016 & 0,033 & 0,033 \\ 0,016 & 0,010 & 0,012 & 0,016 & 0,016 & 0,033 & 0,033 \\ 0,015 & 0,010 & 0,010 & 0,015 & 0,015 & 0,033 & 0,033 \\ 0,014 & 0,008 & 0,008 & 0,014 & 0,014 & 0,025 & 0,025 \\ 0,015 & 0,008 & 0,008 & 0,015 & 0,015 & 0,025 & 0,025 \\ 0,006 & 0,005 & 0,005 & 0,012 & 0,012 & 0,025 & 0,025 \\ 0,007 & 0,006 & 0,006 & 0,015 & 0,015 & 0,025 & 0,025 \\ 0,010 & 0,005 & 0,005 & 0,006 & 0,006 & 0,006 & 0,006 \end{bmatrix}$$

$$L1 = \begin{bmatrix} 0,016 & 0,010 & 0,016 & 0,016 & 0,016 & 0,016 & 0,016 & 0,033 \\ 0,016 & 0,010 & 0,016 & 0,016 & 0,016 & 0,016 & 0,016 & 0,033 \\ 0,016 & 0,016 & 0,020 & 0,020 & 0,020 & 0,020 & 0,020 & 0,033 \\ 0,013 & 0,008 & 0,008 & 0,010 & 0,013 & 0,013 & 0,015 & 0,025 \\ 0,007 & 0,007 & 0,015 & 0,015 & 0,015 & 0,015 & 0,015 & 0,025 \\ 0,083 & 0,005 & 0,005 & 0,005 & 0,005 & 0,005 & 0,005 & 0,005 \\ 0,100 & 0,005 & 0,005 & 0,005 & 0,005 & 0,005 & 0,005 & 0,005 \end{bmatrix}$$

3.10. Waga środków walki

$$G = [0,16 \quad 0,16 \quad 0,15 \quad 0,13 \quad 0,13 \quad 0,10 \quad 0,12 \quad 0,05]$$

$$G1 = [0,15 \quad 0,15 \quad 0,18 \quad 0,12 \quad 0,12 \quad 0,13 \quad 0,15]$$

3.11. Skuteczność walki

$$ETA = \begin{bmatrix} 0,75 & 0,6 & 0,7 & 0,5 \\ 0,9 & 0,75 & 0,8 & 0,6 \\ 0,8 & 0,7 & 0,75 & 0,55 \\ 1,0 & 0,9 & 0,95 & 0,75 \end{bmatrix}$$

Jak wyżej wspomniano, dla obliczania intensywności zwalczania środków walki i wag środków walki przyjęto następujące macierze normatywów NOR /R,R1/ i NOR1 /R1,R/:

NOR=	30	50	50	30	30	15	15
	30	50	40	30	30	15	15
	32	50	50	32	32	15	15
	35	60	60	35	35	20	20
	40	70	70	40	40	25	25
	60	70	70	30	30	15	15
	65	75	75	32	32	20	20
	50	100	100	80	80	80	80

NOR1=	30	50	30	30	30	30	30	15
	30	50	30	30	30	30	30	15
	30	30	25	25	25	25	25	15
	45	75	70	60	45	45	40	25
	65	70	32	32	32	32	32	20
	6	100	100	100	100	100	100	100
	5	100	100	100	100	100	100	100

gdzie: element NOR /I,J/ oznacza ilość pocisków środka walki I-tego rodzaju jaką należy wystrzelić w celu zniszczenia środka walki nieprzyjaciela. J-tego rodzaju - stosując środek walki zgodnie z zasadami jego użycia w walce; inaczej wielkość $NOR_{I,J}^1$ oznacza prawdopodobieństwo zniszczenia środka walki nieprzyjaciela J-tego rodzaju jednym pociskiem środka walki I-tego rodzaju.

Charakterystyki L i L1 zostały wyliczone przy stosowaniu następujących zależności^{1/}:

1/ Macierze L i L1 są transponowanymi podmacierzami $\Lambda_{II I}$ i

$$\Lambda_{II I} / L = \Lambda_{II I}^T, L1 = \Lambda_{II I}^T / \text{macierzy intensywności } \Lambda \text{ postaci: } \Lambda = \begin{bmatrix} \Lambda_{II} & \Lambda_{I0} \\ \Lambda_{0I} & \Lambda_{00} \end{bmatrix}$$

gdzie Λ_{xy} - jest podmacierzą opisującą intensywność zwalczania środków strony walczącej x przez środki strony walczącej y.

$$L(I, J) = \frac{NS(I, I)}{NOR(I, J) \cdot WSK}, \quad I = 1, 2, \dots, R; \quad J = 1, 2, \dots, R_1$$

$$L_1(I, J) = \frac{NS_1(I, I)}{NOR_1(I, J) \cdot WSK}, \quad I = 1, 2, \dots, R_1; \quad J = 1, 2, \dots, R$$

gdzie: WSK jest współczynnikiem określającym przeciętną ilość środków walki w walczących pododdziałach. W obliczeniach przyjęto $WSK=4$.

Wagi środków walki $G(R)$ i $G_1(R_1)$ obliczono stosując zależności

$$G(I) = \frac{\sum_{J=1}^{R_1} L(I, J)}{\sum_{P=1}^R \sum_{J=1}^{R_1} L(P, J)},$$

$$G_1(I) = \frac{\sum_{J=1}^R L_1(I, J)}{\sum_{P=1}^{R_1} \sum_{J=1}^R L_1(P, J)},$$

Rozwiązując model przyjęto, że bój spotkaniowy kończy się wtedy, gdy potencjał bojowy jednej ze stron zmniejszy się o 40% w stosunku do potencjału w chwili rozpoczęcia walki.

4. Charakterystyki walki uzyskane w wyniku rozwiązania modelu i ich analiza

W wyniku rozwiązania modelu boju spotkaniowego otrzymujemy: prognozowany czas zakończenia walki, przebieg zmian stanu bojowego i zapasów amunicji, straty środków walki, obraz zmian potencjału poszczególnych pododdziałów, oraz stosunek sił stron walczących. Charakterystyki te dla boju spotkaniowego pod Niesky przedstawione są w załączniku nr 2.

W oparciu o model, listę tych charakterystyk można rozszerzyć, np. możliwym jest podanie charakterystyki określającej czasy rozpoczęcia walki przez poszczególne pododdziały. Jednak dla celu sprawdzenia modelu nie jest to konieczne, bowiem nie wszystkie z charakterystyk podanych w załączniku nr 2 można wykorzystać do porównań z danymi archiwalnymi, gdyż tych ostatnich jest niewiele.

Do sprawdzenia modelu boju spotkaniowego i jego rozwiązania wykorzystamy charakterystyki wyszczególnione w tabeli 7.

TABELA 7. Zestawienie charakterystyk walki

Lp	Nazwa charakterystyki	Wartość charakterystyki wg danych archiwalnych	Wartość charakterystyki wg modelu
1	Czas zakończenia walki	4 godz.	3,6 godz.
2	Straty czołgów wojsk własnych	24	20
3	Straty dział pancernych wojsk własnych	1	2
4	Straty czołgów nieprzyjaciela	11	23
5	Straty dział pancernych nieprzyjaciela ^{1/}	12	15
6	Straty pancernic nieprzyjaciela	27	33

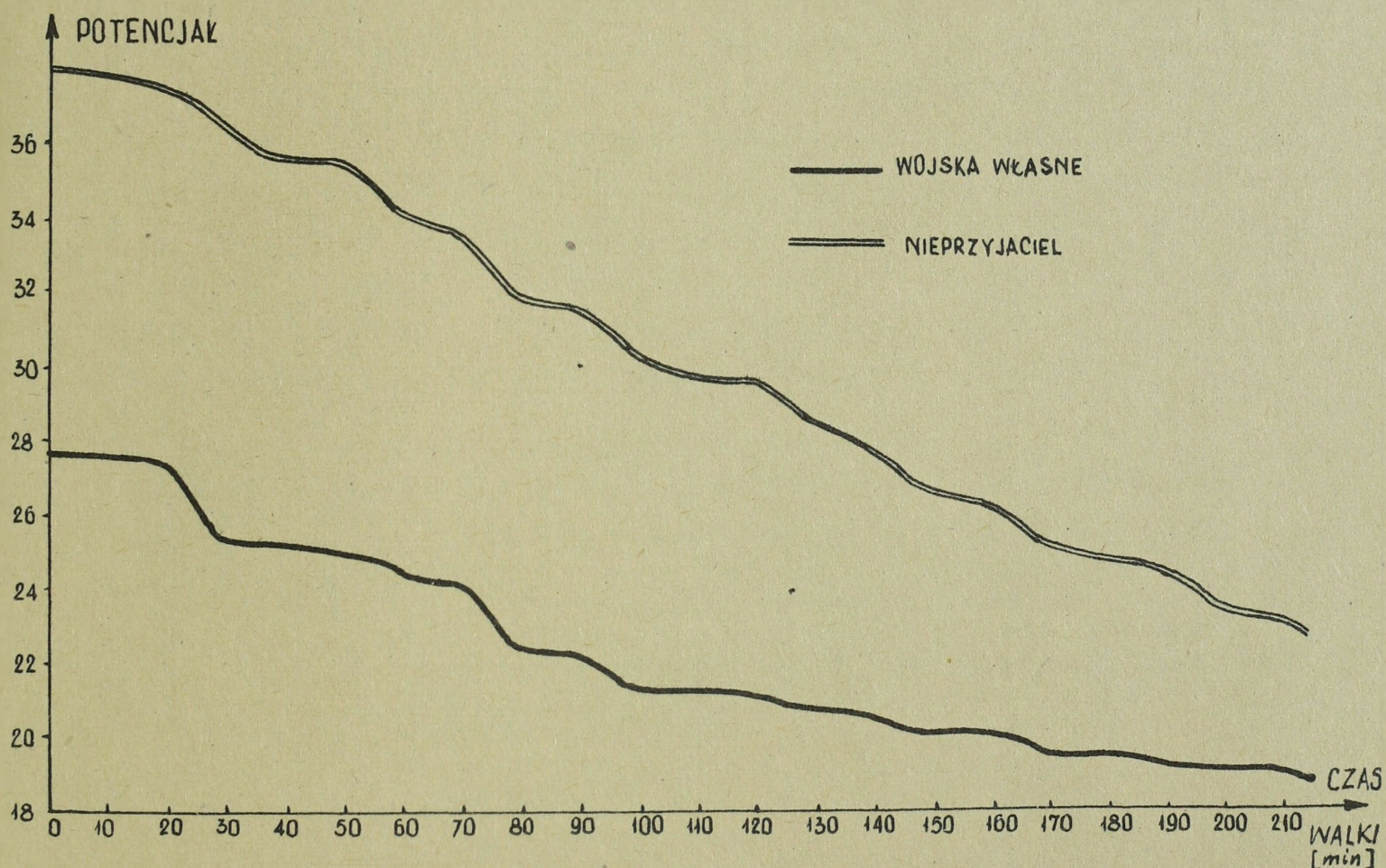
Dane archiwalne zawarte w tabeli zostały wzięte z Dziennika działań bojowych 1 KPanc /CAW, III-233/10/, natomiast odpowiednie dane, uzyskane przy pomocy modelu, zostały wybrane z dokumentów przedstawionych w załączniku nr 2. Z porównania tych danych wynika, że model odzwierciedla w przybliżeniu charakter walki. Różnice występujące w przypadku czołgów można wyjaśnić.

1/ W materiałach archiwalnych /CAW III-233/10/ mówi się o działach panc. Należy sądzić, że jest to pomyłka, bowiem nieprzyjaciel nie miał takiej ilości dział ppanc. Przyjęto, że chodzi tu o działa pancerne.

Wobec braku dostatecznego rozpoznania nieprzyjaciela czołgi zgrupowania uderzeniowego 1 KPanc - a zwłaszcza 2/2BPanc - wpadły w zasadzkę złożoną z okopanych czołgów nieprzyjaciela i piechoty uzbrojonej w pancernice^{1/}. W związku z tym rzeczywiste straty czołgów 1 KPanc są większe niż uzyskane w modelu, w którym nie rozpatrywano sytuacji tego typu.

Równocześnie powyższe fakty : zaskoczenie wojsk 1KPanc WP, dodatkowa ochrona niemieckich wozów bojowych przez okopanie ich w ziemi, tłumaczą mniejsze w rzeczywistości straty czołgów i pancernic nieprzyjaciela niż uzyskane przy pomocy modelu.

Przebieg boju spotkaniowego pod Niesky obrazuje wykres przedstawiony na rys. 10, na którym pokazane są zmiany potencjałów stron walczących



Rys.10. Wykres zmian potencjałów bojowych stron walczących

1/ CAW III-233/10

Z tego wykresu widać, że nieprzyjaciel cały czas miał przewagę nad wojskami 1 KPanc.

Zgrupowanie uderzeniowe 1 KPanc nie osiągnęło planowanej mocy dlatego, że 1 i 3 batalionowi 2 BPanc nie dostarczono we właściwym czasie rozkazu przerwania działań w kierunku zachodnim i powrotu pod Niesky celem wzięcia udziału w przeciwuderzeniu. Bataliony te nie wzięły udziału w boju spotkaniowym pod Niesky, co istotnie osłabiło zgrupowanie uderzeniowe 1 KPanc.

Chociaż 1 KPanc zadał duże straty nieprzyjacielowi, to jednak nie mógł go pokonać ze względu na niekorzystny stosunek sił, który w chwili rozpoczęcia boju spotkaniowego wynosił 0,72. W chwili zakończenia boju spotkaniowego stosunek sił wynosił 0,82. Zatem w czasie walki korpus polepszył stosunek sił, lecz ze względu na dużą, w dalszym ciągu, przewagę nieprzyjaciela musiał przejść do obrony.

ZAKONCZENIE

W zakończeniu oprócz podsumowania wyników pracy, podamy kilka uwag dotyczących modelowania walki, a szczególnie kierunków dalszych prac.

Problemy badawcze sformułowane w rozdziale I zostały rozwiązane.

Zaproponowany w rozdziale II model boju spotkaniowego oddziału stanowi narzędzie umożliwiające wszechstronne badanie rozpatrywanej formy walki, włącznie z wypracowaniem optymalnej decyzji do walki, oraz oceną możliwości stron walczących - w sposób omówiony w rozdziale III.

Opracowany model jest układem równań różniczkowych /4/, /5/, z warunkami początkowymi /6/, /7/ - określonych w dwóch wielowymiarowych przestrzeniach stanów. Przestrzenie te są zbiorami wektorów /macierzy/ opisujących stany bojowe stron walczących. Wymiar każdej z tych przestrzeni jest iloczynem ilości pododdziałów danej strony walczącej i ilości rodzajów środków walki, uwzględnianych w modelu. Wprowadzenie wielowymiarowych przestrzeni stanów pozwala opisać strony walczące dokładniej niż w znanym modelu Lanchestera^{1/}, w którym przestrzenie te są jednowymiarowe^{2/}. Ponadto, w opracowanym modelu - w porównaniu z modelem Lanchestera - zastosowano prostszy i bardziej adekwatny do rzeczywistości opis procesu zwalczania, oraz uwzględniono wiele

1/ Model walki podany w pracy: F.W.Lanchester, Aircraft in Modern Warfare, the Dawn of the Fourth Arm, Constable and Co, London, 1916.

2/ Można wykazać, że model Lanchestera jest szczególnym przypadkiem modelu podanego w niniejszej rozprawie. Uzyskuje się go z równań /4/ - /7/ przy odpowiedniej interpretacji macierzy intensywności zwalczania, oraz założeniu że: a/ ilość pododdziałów i rodzajów środków walki każdej strony walczącej wynosi 1, b/ stan bojowy strony walczącej równa się zawsze jej stanowi bojowemu efektywnemu.

charakterystyk walki istotnie wpływających na jej przebieg, nie występujących w porównywanym modelu.

Do opisu procesu zwalczania wykorzystano macierz jednostkowych intensywności zwalczania, której elementy /współczynniki efektu cząstkowego/ oznaczają zmianę, w jednostce czasu, stanu zwalczanego środka walki - spowodowaną jednym pociskiem wystrzelonym ze zwalczającego środka walki. Współczynniki te zależne są od intensywności strzelania zwalczającego środka walki, oraz od ustalonej praktycznie ilości pocisków jaką należy wystrzelić w celu zniszczenia zwalczanego środka walki. Podejście tego typu stosowane jest w cybernetyce do opisu oddziaływań między dwoma układami^{1/}.

Rozwiązanie modelu - przedstawione w rozdziale III - zostało uzyskane przy zastosowaniu metod numerycznych. Na podstawie algorytmu rozwiązania modelu, został napisany program, umożliwiający rozgrywanie różnych wariantów walki na EMC ODRA-1304. Program ten służy, między innymi, do chronologicznego wygenerowania historii stanów modelu, którą traktujemy jako historię rzeczywistej walki. Ten sposób uzyskiwania rozwiązania modelu jest zwany symulacją na maszynie cyfrowej, albo symulacją komputerową. Dokładniej można powiedzieć, że w pracy rozwiązanie zostało uzyskane metodą symulacji komputerowej o stałym kroku^{2/} [15] .

Czas symulacji winien być znacznie krótszy od rzeczywistego czasu trwania walki. W pracy, czas symulacji wynosił - dla poszczególnych wariantów walki - od 15 do 35 min i był 6-10 razy krótszy od rzeczywistego czasu trwania walki. W przypadku praktycznego stosowania modelu, podobnego jak rozpatrywany w pracy, konieczne będzie stosowanie komputerów szybszych od EMC ODRA-1304, co najmniej dziesięciokrotnie. Warunek ten spełniają np. komputery ODRA-1305 oraz R-30.

-
- 1/ Metodę tą stosuje O. Lange w pracy: "Rozwój i całość w świetle cybernetyki" PWN, Warszawa 1962.
 - 2/ Alternatywną jest symulacja metodą kolejnych zdarzeń. Krok symulacji, ustalony przez prowadzącego badania, określa momenty czasu w których interesują nas charakterystyki stron walczących. W pracy przyjmujemy, że może on być wielkością z przedziału $[1, T]$, gdzie T - czas zakończenia walki w min.

Dokonane w rozdziale IV sprawdzenie modelu metodą porównania wielkości uzyskanych w modelu z wielkościami, które charakteryzują rzeczywistą walkę, wskazuje na przydatność modelu do badania rzeczywistości.

Zaproponowany model może stanowić podstawę do opracowania odpowiedniego modułu zautomatyzowanego systemu dowodzenia. Oprócz tego istnieje możliwość wykorzystania go, w aktualnej postaci, w pracy dydaktycznej oraz podczas ćwiczeń.

Model boju spotkaniowego oddziału stanowi konstrukcję, którą można zastosować do modelowania walki /bitwy/ na wyższych szczeblach z ewentualnym uwzględnieniem działań nie tylko wojsk lądowych. Zdaniem autora, osiągnąć to można w wyniku wyodrębnienia w walce /bitwie/ etapów wyznaczonych istotnymi zdarzeniami i zbudowanie następnie dla każdego etapu odpowiedniego modelu - wzorowanego na zaproponowanym modelu^{1/}. Modele dotyczące poszczególnych etapów winny zapewnić opis przejścia modelowanej walki od stanu wyznaczonego zdarzeniem rozpoczynającym etap do stanu odpowiadającego zdarzeniu następnemu^{2/}. Przykładowo, jeżeli pierwszym etapem bitwy spotkaniowej będzie uderzenie jądrowe na podchodzącego przeciwnika, to należy skonstruować model, który zapewni odwzorowanie przejścia stron walczących od stanów w chwili rozpoczęcia bitwy do ich stanów po wykonaniu uderzeń jądrowych. Dalej, poczynając od otrzymanych stanów przebieg walki może być opisany przy zastosowaniu opracowanego modelu.

Modele opisujące niektóre etapy walki /bitwy/ mogą być prostsze niż model wyjściowy. Na przykład w modelu opisującym uderzenie jądrowe jako zwalczane obiekty nieprzyjaciela wystarczy przyjąć całe pododdziały /oddziały/ - bez potrzeby wyszczególnienia ich środków walki. Daje to prostszy opis stron walczących niż ich opis w modelu podanym w pracy.

1/ Jest to pewnego rodzaju symulacja mieszana posiadająca cechy symulacji metodą kolejnych zdarzeń oraz symulacji o stałym kroku.

2/ Stany stron mogą zmieniać się w dwu kierunkach. W walce na ogół zmniejszają się, a w wyniku dowozu zwiększają. Model dotyczący etapu zaopatrywania wojsk daje się łatwo skonstruować przy zastosowaniu rozwiązań podanych w proponowanym modelu boju spotkaniowego oddziału.

Docelowo zautomatyzowane systemy dowodzenia winny zawierać modele umożliwiające rozgrywanie różnych wariantów walki. W systemach tych informacje o wojskach własnych, nieprzyjacielu, terenie, itp., potrzebne do funkcjonowania modelu, winny być gromadzone w odpowiednich bankach danych. Wyniki uzyskane przy pomocy modelu winny trafiać, w ustalony sposób, do osób funkcyjnych. Można np. przyjąć zasadę, że uzyskane warianty walki należy natychmiast po ich wypracowaniu przedstawić dowódcy /sztabowi/ natomiast pozostałe informacje przechowywać, określony, okres czasu, w banku danych i wydawać je na żądanie zainteresowanego osobom funkcyjnym.

Wydrukowano w 21 egz.
Egz. Nr 1-21 Bibl. Gł. OZO
Wyk ppłk KILAR
Nr 1351/WW
Druk ASG-OXV-7281
Zas 460 dn 24.05.76r

LITERATURA

- [1] Russel L. Ackoff, Decyzje optymalne w badaniach stosowanych PWN, Warszawa 1969.
- [2] I.I. Anuriejew, A.E. Tatarczienko, Primienienije matematycznych metodow w wojennom dziele, Wojennoje Izdatielstwo Ministierstwa Oborony SSSR, Moskwa 1967.
- [3] B.Bidziński, Istota współczesnego dowodzenia wojskami, Myśl Wojskowa nr 6, 1973.
- [4] H.Burlaga, M.Chudy, O metodzie obliczania stosunku sił, Myśl Wojskowa nr 3, 1970.
- [5] B.Chocha i inni, Nauka wojenna a system obronny państwa, ASG, Warszawa 1975.
- [6] B.Chocha, O bitwie i boju spotkaniowym, Myśl Wojskowa nr 8, 1957.
- [7] W.Churchman, R. Ackoff, L.Arnoff, W wiedienije w issliedowanije operacji, Izdatielstwo Nauka, Moskwa 1968.
- [8] M.Ciechanowicz, Naukowe podstawy wypracowania decyzji, Myśl Wojskowa nr 10-11, 1970.
- [9] J.L. Daleckij, M.G. Krejn, Ustoicziwost rieszzenij diffierencjalnych urawnienij w banachowom prostranstwie, Izdatielstwo Nauka, Moskwa 1970.
- [10] S.J.Deitchman, A. Lanchester model of guerrilla warfare, Operations Research 1962, volume 10, number 6.
- [11] B.P.Demidowicz, I.A. Maron, E.J.Szuwałowa, Metody numeryczne część II, PWN, Warszawa 1965.
- [12] Dziennik działań bojowych 1 BPZmot, CAW III-234/5.
- [13] Dziennik działań bojowych 1 KPanc WP, CAW III-233/10.
- [14] Elektroniczna maszyna cyfrowa ODRA 1304, Biblioteka podprogramów 13044/2, Wrocław 1971.
- [15] G.W. Evans, II, G.F. Wallace, G.L. Sutherland, Symulacja na maszynach cyfrowych, WNT, Warszawa 1973.
- [16] S.W. Griszin, S.I.Kitoszwil, Marsz i bój spotkaniowy, MON, Warszawa 1969.
- [17] A.D.Hall, Podstawy techniki systemów, PWN, Warszawa 1968.
- [18] Historia 4 BPanc, CAW III-237/27.
- [19] R.Isaacs, Diffierencjalnyje igry, Mir, Moskwa 1967.
- [20] A.Jamanow, Bój spotkaniowy, MON, Warszawa 1962.
- [21] K.Kaczmarek, W bojach przez Łużyce, MON, Warszawa 1965.

- [22] E.Kilar, Podejmowanie decyzji w sytuacjach konfliktowych, Materiały Konferencji, "Metody cybernetyczne w zarządzaniu", Warszawa 1974.
- [23] J.Kowacz, O warunkach rozwiązania i sposobach prowadzenia bitwy spotkaniowej na atomowym polu walki, Myśl Wojskowa nr 7, 1970; Tłumaczenie art.z czasopisma: Wojenna Myśl nr 3, 1970.
- [24] S.G. Krejn i inni, Analiza funkcjonalna, PWN, Warszawa 1967.
- [25] R.D. Luce, H.Raiffa, Gry i decyzje, PWN, Warszawa 1964.
- [26] D.F. Łoza, Marsz i wstriechny boj, Wojennoje Izdatielstwo Ministierstwa Oborony SSSR, Moskwa 1968.
- [27] Mała encyklopedia wojskowa, MON, Warszawa 1971.
- [28] Meldunek bojowy nr 16 Sztabu 1 KPanc, WP, CAW III-5/381.
- [29] Meldunki zwiadowcze z podległych jednostek 2 Armii WP, CAW III-5/105.
- [30] J.von Neuman, Zur Theorie der Gesellschaftsspiele, Mathematische Annalen 100, 1928.
- [31] S.Paszkowski, Problemy automatyzacji kompleksowej wielkich systemów gospodarczych i wojskowych, Nauka Polska nr 1, 1969.
- [32] Z.Pawlak, Matematyczne aspekty procesu produkcyjnego, PWE, Warszawa 1969.
- [33] S. Piasecki, A.Chojnacki, Planowanie operacji wojennych, WAT, Warszawa 1973.
- [34] S.Piasecki, Badania operacyjne a automatyzacja dowodzenia, Myśl Wojskowa nr 9, 1970.
- [35] J.Pieter, Ogólna metodologia pracy naukowej, PAN, Wrocław - Warszawa - Kraków, 1967.
- [36] P.Przyłucki, Bój spotkaniowy taktycznego związku pancernego, Myśl Wojskowa nr 9, 1957.
- [37] Z.Raźnikiewicz, Formowanie i przygotowanie do działań bojowych oraz udział wojsk pancerno-zmotoryzowanych 2 Armii w operacji Łużyckiej /Rozprawa doktorska/, ASG, Warszawa 1970.
- [38] W.Sadowski, Teoria podejmowania decyzji, PWE, Warszawa 1964.
- [39] J.Skibiński, K.Nożko, Starcia spotkaniowe w początkowym okresie wojny, Myśl Wojskowa nr 5, 1960.
- [40] H.Steinhaus, Definicje potrzebne do teorii gry i pościgu, Myśl Akademicka, Lwów 1925.
- [41] P.N.Tkaczienko i drugie, Matematyckieskie modeli boje-
wych dziejstwij, Sowietkoje Radio, Moskwa 1969.

- [42] E.S. Wentel, Wwiedienije w issledowanije operacij,
Sowietskoje Radio, Moskwa 1964.
- [43] E.Wiśniewski, Boje i bitwy spotkaniowe, Myśl Wojskowa nr 9,
1957.
- [44] E.B. Wilson, Wstęp do badań naukowych, PWN, Warszawa 1964.

ALGORYTM ROZWIAZANIA MODELU BOJU SPOTKANIOWEGO ODDZIAŁU

1. Wykaz oznaczeń^{1/}

K	- ilość pododdziałów wojsk własnych
M	- ilość pododdziałów nieprzyjaciela
N	- ilość wszystkich walczących pododdziałów
R	- ilość typów środków walki wojsk własnych
R1	- ilość typów środków walki nieprzyjaciela
D/K,5/2	- decyzja do walki wojsk własnych
D1/M,5/	- decyzja do walki nieprzyjaciela
B/K,R/	- stan bojowy wojsk własnych w chwili rozpoczęcia walki
B1/M,R1/	- stan bojowy nieprzyjaciela w chwili rozpoczęcia walki
BT/K,R/	- stan bojowy wojsk własnych w chwili T
B1T/M,R1/	- stan bojowy nieprzyjaciela w chwili T
BE/K,R/	- efektywny stan bojowy wojsk własnych w chwili T
BE1/M,R1/	- efektywny stan bojowy nieprzyjaciela w chwili T
Z/K,R/	- stan zapasów amunicji wojsk własnych
Z1/M,R1/	- stan zapasów amunicji nieprzyjaciela
ZT/K,R/	- stan zapasów amunicji wojsk własnych w chwili T
Z1T/M,R1/	- stan zapasów amunicji nieprzyjaciela w chwili T
POL/K,2/	- położenie wojsk własnych
POL1/M,2/	- położenie nieprzyjaciela
NS/3,R/	- intensywność strzelania wojsk własnych
NS1/3,R1/	- intensywność strzelania nieprzyjaciela
DL/2,R/	- odległość środków walki wojsk własnych od linii styczności wojsk
DL1/2,R1/	- odległość środków walki nieprzyjaciela od linii styczności wojsk
G/R/	- waga środków walki wojsk własnych
G1/R1/	- waga środków walki nieprzyjaciela
L/R,R1/	- intensywność zwalczania środków walki nieprzyjaciela przez własne środki walki

1/ Zastosowanie oznaczeń innych niż w rozdziale II wynika z ograniczonej ilości symboli możliwych do realizacji na EMC ODRA-1304 przy zastosowaniu której model walki jest rozwiązany.

2/ Wielkości w nawiasach oznaczają wymiar macierzy

- L1/R1,R/ - intensywność zwalczania środków walki naszych wojsk przez nieprzyjaciela
- POD/M,k/ - podział środków walki wojsk własnych
- POD1/K,M/ - podział środków walki nieprzyjaciela
- RO/K,R/ - intensywność rozwijania się środków walki wojsk własnych
- RO1/M,R1/ - intensywność rozwijania się środków walki nieprzyjaciela
- ROZ/K,R/ - efektywna intensywność rozwijania się wojsk własnych
- ROZ1/M,R1/ - efektywna intensywność rozwijania się nieprzyjaciela
- TER/6,5/ - charakterystyka przydatności terenu do walki
- ETA/4,4/ - skuteczność walki
- WR/K,R/ - współczynnik rozwinięcia wojsk własnych
- WR1/M,R1/ - współczynnik rozwinięcia nieprzyjaciela
- WZ/K,R/ - współczynnik zapasu amunicji wojsk własnych
- WZ1/M,R1/ - współczynnik zapasu amunicji nieprzyjaciela
- WG/K,R/ - współczynnik gotowości do strzelania środków walki wojsk własnych
- WG1/M,R1/ - współczynnik gotowości do strzelania środków walki nieprzyjaciela
- SM/M,K/ - macierz oddziaływań wojsk własnych
- SM1/K,M/ - macierz oddziaływań nieprzyjaciela
- S/M,K/ - macierz walki wojsk własnych
- S1/K,M/ - macierz walki nieprzyjaciela
- SF/M,K/ - efektywna macierz walki wojsk własnych
- SF1/K,M/ - efektywna macierz walki nieprzyjaciela
- T - czas walki
- T1/K,R/ - początek rozwinięcia środków walki wojsk własnych
- TN1/M,R1/ - początek rozwinięcia środków walki nieprzyjaciela
- T2/K,R/ - koniec rozwijania środków walki wojsk własnych
- TN2/M,R1/ - koniec rozwijania środków walki nieprzyjaciela
- TD/K,R/ - czas nieprzerwanego strzelania środków walki wojsk własnych do chwili wyczerpania zapasu amunicji
- TD1/M,R1/ - czas nieprzerwanego strzelania środków walki nieprzyjaciela do chwili wyczerpania zapasu amunicji
- NZJ/K,M/ - numery zwalczanych pododdziałów przez wojska własne
- NZJ1/M,K/ - numery zwalczanych pododdziałów przez nieprzyjaciela

- LZJ/K/ - liczba zwalczanych pododdziałów nieprzyjaciela przez pododdziały wojsk własnych
- LZJ1/M/ - liczba zwalczanych pododdziałów wojsk własnych przez pododdziały nieprzyjaciela
- TPM/K,M/ - uporządkowane czasy rozpoczęcia strzelania do zwalczanych pododdziałów nieprzyjaciela
- TPM1/M,K/ - uporządkowane czasy rozpoczęcia strzelania przez nieprzyjaciela do zwalczanych pododdziałów wojsk własnych
- TMX/K,R/ - czas rozpoczęcia walki przez środki walki wojsk własnych
- TMX1/M,R1/ - czas rozpoczęcia walki przez środki walki nieprzyjaciela
- TZ - zadany czas prognozowania walki
- TK - prognozowany czas zakończenia walki
- HR - krok całkowania równań walki
- CS - okres czasu z jakim należy drukować potencjały stron walczących
- I,J,P,Q,V - zmienne robocze /indeksy/

2. Ogólny algorytm rozwiązania modelu boju spotkaniowego

1. Wczytanie danych stałych: NS (3,R) , DL (2,R) , G(R) , L(R,R1) ,
NS1(3,R1) , DL1(2,R1) , G1(R1) ,
L1(R1,R) , ETA (4,4)

2. Wczytanie danych zmiennych: B(K,R) , Z(K,R) , POL(K,2) , RO(K,R) ,
B1(M,R1) , Z1(M,R1) , POL1 (M,2) ,
RO1(M,R1) , TER (6,5)

3. Wczytanie wariantu decyzji: D(K,5) , D1(M,5)

4. Wyznaczenie macierzy oddziaływań SM (M,K)

$$SM(I,J) = \begin{cases} 1, & \text{jeżeli } (D1(I,5) \neq 0 \wedge D1(I,5) = D(J,1) \vee D1(I,5) = D(J,2) \vee \\ & \vee D1(I,5) = D(J,3)) \vee (D(J,5) \neq 0 \wedge D(J,5) = D1(I,1) \vee \\ & \vee D(J,5) = D1(I,2) \vee D(J,5) = D1(I,3)) \\ 0, & \text{w przeciwnym przypadku} \end{cases}$$

5. Wyznaczenie macierzy oddziaływań SM1(K,M)

$$SM1(I,J) = \begin{cases} 1, & \text{jeżeli } (D(I,5) \neq 0 \wedge D(I,5) = D1(J,1) \vee D(I,5) = D1(J,2) \vee D(I,5) = \\ & = D1(J,3)) \vee (D1(J,5) \neq 0 \wedge D1(J,5) = D(I,1) \vee D1(J,5) = \\ & = D(I,2) \vee D1(J,5) = D(I,3)) \\ 0, & \text{w przeciwnym przypadku} \end{cases}$$

6. Obliczanie macierzy podziału środków walki w przypadku stosowania równomiernego podziału środków na zwalczane pododdziały

6.1. Obliczenie macierzy podziału środków walki POD (M,K)

$$POD(I,J) = \begin{cases} \frac{1}{LZJ(J)} , & \text{jeżeli } SM(I,J) = 1 \\ 0 , & \text{jeżeli } SM(I,J) = 0 \end{cases}$$

6.2. Obliczenie macierzy podziału środków walki POD1(K,M)

$$POD1(I,J) = \begin{cases} \frac{1}{LZJ1(J)} , & \text{jeżeli } SM1(I,J) = 1 \\ 0 , & \text{jeżeli } SM1(I,J) = 0 \end{cases}$$

7. Obliczenie macierzy podziału środków walki w przypadku stosowania podziału proporcjonalnego do potencjału zwalczanych pododdziałów

7.1. Obliczenie macierzy podziału środków walki POD (M,K)

$$POD(I,J) = \begin{cases} \frac{\sum_{Q=1}^{R1} G1(Q) \cdot B1(I,Q)}{\sum_{P=1}^{L2J(J)} \sum_{Q=1}^{R1} G1(Q) \cdot B1(NZJ(J,P),Q)} & , \text{ jeżeli } SM(I,J)=1 \\ 0 & , \text{ jeżeli } SM(I,J)=0 \end{cases}$$

7.2. Obliczenie macierzy podziału środków walki POD1 (K,M)

$$POD1(I,J) = \begin{cases} \frac{\sum_{Q=1}^R G(Q) \cdot B(I,Q)}{\sum_{P=1}^{L2J(J)} \sum_{Q=1}^R G(Q) \cdot B(NZJ1(J,P),Q)} & , \text{ jeżeli } SM1(I,J)=1 \\ 0 & , \text{ jeżeli } SM1(I,J)=0 \end{cases}$$

8. Obliczenie macierzy walki S (M,K)

$$S(I,J) = POD(I,J) \cdot ETA(P,Q) \cdot SM(I,J)$$

gdzie:

$$P = \begin{cases} D1(I,4) & , \text{ jeżeli } D1(I,4) \neq 0 \\ 4 & , \text{ jeżeli } D1(I,4) = 0 \end{cases}$$

$$Q = \begin{cases} D(J,4) & , \text{ jeżeli } D(J,4) \neq 0 \\ 4 & , \text{ jeżeli } D(J,4) = 0 \end{cases}$$

9. Obliczenie macierzy walki S1 (K,M)

$$S1(I,J) = POD1(I,J) \cdot ETA(P,Q) \cdot SM1(I,J)$$

gdzie:

$$P = \begin{cases} D(I,4) & , \text{ jeżeli } D(I,4) \neq 0 \\ 4 & , \text{ jeżeli } D(I,4) = 0 \end{cases}$$

$$Q = \begin{cases} D1(J,4) & , \text{ jeżeli } D1(J,4) \neq 0 \\ 4 & , \text{ jeżeli } D1(J,4) = 0 \end{cases}$$

10. Obliczenie efektywnej intensywności rozwinięcia wojsk własnych ROZ (K,R)

$$ROZ(I,J) = V(I) \cdot RO(I,J)$$

gdzie:

$$V(I) = \begin{cases} TER(D(I,5), D(I,4)) & , \text{ jeżeli } D(I,4) \neq 3 \\ \frac{1}{P} \sum_{Q \in \{1 \leq Q \leq 3 \mid D(I,Q) \neq 0\}} TER(D(I,Q), 3) & , \text{ jeżeli } D(I,4) = 3 \wedge P \neq 0 \\ \frac{1}{3} \sum_{Q=1}^3 TER(Q,3) & , \text{ jeżeli } D(I,4) = 3 \wedge P = 0 \end{cases}$$

P - ilość różnych od zera elementów spośród

$$D(I,1), D(I,2), D(I,3), \quad 0 \leq P \leq 3$$

/ilość pasów w których pododdział EI zwalcza nieprzyjaciela/

11. Obliczenie efektywnej intensywności rozwinięcia nieprzyjaciela ROZ1 (M,R1)

$$ROZ1(I,J) = V1(I) \cdot RO1(I,J)$$

gdzie:

$$V1(I) = \begin{cases} TER(D1(I,5), D1(I,4)) & , \text{ jeżeli } D1(I,4) \neq 3 \\ \frac{1}{P} \sum_{Q \in \{1 \leq Q \leq 3 \mid D1(I,Q) \neq 0\}} TER(D1(I,Q), 3) & , \text{ jeżeli } D1(I,4) = 3 \wedge P \neq 0 \\ \frac{1}{3} \sum_{Q=1}^3 TER(Q,3) & , \text{ jeżeli } D1(I,4) = 3 \wedge P = 0 \end{cases}$$

P - ilość różnych od zera elementów spośród

$$D1(I,1), D1(I,2), D1(I,3), \quad 0 \leq P \leq 3$$

12. Obliczenie czasu rozpoczęcia rozwijania środków walki wojsk własnych T1 (K,R)

$$T_1(I, J) = \begin{cases} \frac{POL(I, 2) - DL(1, J)}{TER(POL(I, 1), 5)} & , \text{ jeżeli } POL(I, 2) > DL(1, J) \wedge D(I, 4) \neq 3 \wedge \\ & \wedge D(I, 4) \neq 0 \wedge TER(POL(I, 1), 5) \neq 0 \\ \frac{POL(I, 2) - DL(2, J)}{TER(POL(I, 1), 5)} & , \text{ jeżeli } POL(I, 2) > DL(2, J) \wedge D(I, 4) = 3 \wedge \\ & \wedge TER(POL(I, 1), 5) \neq 0 \\ \infty & , \text{ jeżeli } (POL(I, 2) > DL(1, J) \wedge D(I, 4) \neq 0 \\ & \wedge TER(POL(I, 1), 5) = 0) \vee (POL(I, 2) > DL(2, J) \wedge \\ & \wedge D(I, 4) = 3 \wedge TER(POL(I, 1), 5) = 0) \vee D(I, 4) = 0 \\ 0 & , \text{ jeżeli } (POL(I, 2) \leq DL(1, J) \wedge D(I, 4) \neq 3 \wedge \\ & D(I, 4) \neq 0) \vee (POL(I, 2) \leq DL(2, J) \wedge D(I, 4) = 3) \end{cases}$$

Uwaga: $TER(POL(I, 1), 5)$ należy podstawiać do wzoru w km/min.

13. Obliczenie czasu rozpoczęcia rozwijania środków walki nieprzyjaciela $TN_1(M, R_1)$

$$TN_1(I, J) = \begin{cases} \frac{POL_1(I, 2) - DL_1(1, J)}{TER(POL_1(I, 1), 5)} & , \text{ jeżeli } POL_1(I, 2) > DL_1(1, J) \wedge D_1(I, 4) \neq 3 \wedge \\ & \wedge D_1(I, 4) \neq 0 \wedge TER(POL_1(I, 1), 5) \neq 0 \\ \frac{POL_1(I, 2) - DL_1(2, J)}{TER(POL_1(I, 1), 5)} & , \text{ jeżeli } POL_1(I, 2) > DL_1(2, J) \wedge D_1(I, 4) = 3 \wedge \\ & \wedge TER(POL_1(I, 1), 5) \neq 0 \\ \infty & , \text{ jeżeli } (POL_1(I, 2) > DL_1(1, J) \wedge D_1(I, 4) \neq 3 \wedge \\ & \wedge D_1(I, 4) \neq 0 \wedge TER(POL_1(I, 1), 5) = 0) \vee \\ & \vee (POL_1(I, 2) > DL_1(2, J) \wedge D_1(I, 4) = 3 \wedge \\ & \wedge TER(POL_1(I, 1), 5) = 0) \vee D_1(I, 4) = 0 \\ 0 & , \text{ jeżeli } (POL_1(I, 2) \leq DL_1(1, J) \wedge \\ & \wedge D_1(I, 4) \neq 3 \wedge D_1(I, 4) \neq 0) \vee \\ & \vee (POL_1(I, 2) \leq DL_1(2, J) \wedge \\ & \wedge D_1(I, 4) = 3) \end{cases}$$

Uwaga: $TER(POL_1(I, 1), 5)$ należy podstawiać do wzoru w km/min.

14. Obliczenie czasu zakończenia rozwijania środków walki wojsk własnych $T_2 (K, R)$

$$T_2(I, J) = \begin{cases} T_1(I, J) + \frac{B(I, J)}{ROZ(I, J)} & , \text{ jeżeli } B(I, J) \neq 0 \wedge ROZ(I, J) \neq 0 \\ \infty & , \text{ jeżeli } B(I, J) = 0 \vee ROZ(I, J) = 0 \end{cases}$$

15. Obliczenie czasu zakończenia rozwijania środków walki nieprzyjaciela $T_{N2} (M, R_1)$

$$T_{N2}(I, J) = \begin{cases} T_{N1}(I, J) + \frac{B_1(I, J)}{ROZ_1(I, J)} & , \text{ jeżeli } B_1(I, J) \neq 0 \wedge ROZ_1(I, J) \neq 0 \\ \infty & , \text{ jeżeli } B_1(I, J) = 0 \vee ROZ_1(I, J) = 0 \end{cases}$$

16. Obliczenie od punktu 17 do 29.1, wykonywać w każdym kroku całkowania równań walki

17. Obliczenie macierzy współczynników rozwinięcia środków walki wojsk własnych $WR (K, R)$

$$WR(I, J) = \begin{cases} 0 & , \text{ jeżeli } T \leq T_2(I, J) \vee BT(I, J) = 0 \\ 1 & , \text{ jeżeli } T > T_2(I, J) \wedge BT(I, J) > 0 \end{cases}$$

18. Obliczenie macierzy współczynników rozwinięcia środków walki nieprzyjaciela $WR_1 (M, R_1)$

$$WR_1(I, J) = \begin{cases} 0 & , \text{ jeżeli } T \leq T_{N2}(I, J) \vee B_1T(I, J) = 0 \\ 1 & , \text{ jeżeli } T > T_{N2}(I, J) \wedge B_1T(I, J) > 0 \end{cases}$$

19. Obliczenie macierzy współczynników gotowości do strzelania środków walki własnych $WG(K,R)$

$$WG(I,J) = \begin{cases} 1, & \text{jeżeli } 0 \leq T - TMX - LIC \cdot (NS(2,J) + NS(3,J)) < NS(2,J) \\ 0, & \text{jeżeli } (NS(2,J) \leq T - TMX - LIC \cdot (NS(2,J) + NS(3,J)) < \\ & < NS(2,J) + NS(3,J)) \vee (T - TMX - LIC \cdot (NS(2,J) + NS(3,J)) < \\ & < 0) \end{cases}$$

gdzie:

$$TMX = \max(T2(I,J), T2M(I,1))$$

$$LIC = \begin{cases} \text{ENTIER} \left(\frac{T - TMX}{NS(2,J) + NS(3,J)} \right), & \text{jeżeli } T - TMX \geq 0 \\ 0, & \text{jeżeli } T - TMX < 0 \end{cases}$$

20. Obliczenie macierzy współczynników gotowości do strzelania środków walki nieprzyjaciela $WG1(M,R1)$

$$WG1(I,J) = \begin{cases} 1, & \text{jeżeli } 0 \leq T - TMX1 - LIC(NS1(2,J) + NS1(3,J)) < NS1(2,J) \\ 0, & \text{jeżeli } (NS1(2,J) \leq T - TMX1 - LIC(NS1(2,J) + NS1(3,J)) < \\ & < NS1(2,J) + NS1(3,J)) \vee (T - TMX1 - LIC(NS1(2,J) + \\ & + NS1(3,J)) < 0) \end{cases}$$

gdzie:

$$TMX1 = \max(TN2(I,J), T2M1(I,1))$$

$$LIC1 = \begin{cases} \text{ENTIER} \left(\frac{T - TMX1}{NS1(2,J) + NS1(3,J)} \right), & \text{jeżeli } T - TMX1 \geq 0 \\ 0, & \text{jeżeli } T - TMX1 < 0 \end{cases}$$

21. Obliczenie macierzy współczynników zapasu amunicji wojsk własnych $WZ(K,R)$

$$WZ(I,J) = \begin{cases} 1, & \text{jeżeli } ZT(I,J) > BT(I,J) \\ 0, & \text{jeżeli } ZT(I,J) \leq BT(I,J) \end{cases}$$

gdzie:

$$ZT(I,J) = ZTH(I,J) - \sum_{Q=1}^{LZJ(I)} BT(I,J) \cdot \text{POD}(NZJ(I,Q),I) \cdot NS(I,J) \cdot T5Q(Q)$$

$$ZT(I,J) = Z(I,J) \quad \text{dla } T=0$$

$$TH = T - HR$$

$$T5Q(Q) = \begin{cases} WG(I,J), & \text{jeżeli } T - TMX(I,J) > 0 \wedge T - T2M(I,Q) > 0 \\ 0, & \text{jeżeli } T - TMX(I,J) \leq 0 \vee T - T2M(I,Q) \leq 0 \end{cases}$$

22. Obliczenie macierzy współczynników zapasu amunicji nieprzyjaciela $WZ1(M, R1)$

$$WZ1(I,J) = \begin{cases} 1, & \text{jeżeli } Z1T(I,J) > B1T(I,J) \\ 0, & \text{jeżeli } Z1T(I,J) \leq B1T(I,J) \end{cases}$$

gdzie:

$$Z1T(I,J) = Z1TH(I,J) - \sum_{Q=1}^{LZJ1(I)} B1T(I,J) \cdot NS1(I,J) \cdot \text{POD1}(NZJ1(I,Q),I) \cdot T5Q1(Q)$$

$$Z1T(I,J) = Z1(I,J) \quad \text{dla } T=0$$

$$TH = T - HR$$

$$T5Q1(Q) = \begin{cases} WG1(I,J), & \text{jeżeli } T - TMX1(I,J) > 0 \wedge T - T2M1(I,Q) > 0 \\ 0, & \text{jeżeli } T - TMX1(I,J) \leq 0 \vee T - T2M1(I,Q) \leq 0 \end{cases}$$

23. Obliczenie efektywnego stanu bojowego wojsk własnych
 $BE (K,R)$

$$BE(I,J) = WR(I,J) \cdot WZ(I,J) \cdot WG(I,J) \cdot BT(I,J)$$

24. Obliczenie efektywnego stanu bojowego nieprzyjaciela
 $BE1 (M,R1)$

$$BE1(I,J) = WR1(I,J) \cdot WZ1(I,J) \cdot WG1(I,J) \cdot BT1(I,J)$$

25. Wyznaczenie efektywnej macierzy walki wojsk własnych
 $SF (M,K)$

$$SF(I,J) = ROK(I) \cdot S(I,J)$$

gdzie:

$$ROK(I) = \begin{cases} 1, & \text{jeżeli istnieje } Q \text{ takie że } WR1(I,Q) = 1 \\ & (Q \in \{1,2,\dots,R1\}) \\ 0, & \text{w przeciwnym przypadku} \end{cases}$$

26. Wyznaczenie efektywnej macierzy walki nieprzyjaciela
 $SF1 (K,M)$

$$SF1(I,J) = ROK1(I) \cdot S1(I,J)$$

gdzie:

$$ROK1(I) = \begin{cases} 1, & \text{jeżeli istnieje } Q \text{ takie że } WR(I,Q) = 1, \\ & (Q \in \{1,2,\dots,R\}) \\ 0, & \text{w przeciwnym przypadku} \end{cases}$$

27. Obliczenie wektora prawych stron równań walki $DY (MR)$
 - dostosowane do rozwiązania równań walki metodą Rungego -
 Kutty na EMC ODRA-1304; $MR = R \cdot K + R1 \cdot M + 1$ - wymiar wektora
 DY

$$DY(1) = 1$$

$$DY(2) = - PRAW(1,1)$$

$$DY(3) = - PRAW(2,1)$$

.....

$$\begin{aligned}
DY (K+1) &= - PRAW (K, 1) \\
DY (K+2) &= - PRAW (1, 2) \\
&\dots\dots\dots \\
DY (2K+1) &= - PRAW (K, 2) \\
&\dots\dots\dots \\
&\dots\dots\dots \\
DY ((R-1) \cdot K + 2) &= - PRAW (1, R) \\
&\dots\dots\dots \\
DY (R \cdot K+1) &= - PRAW (K, R) \\
DY (R \cdot K+2) &= - PRAW1 (1, 1) \\
DY (R \cdot K+3) &= - PRAW1 (2, 1) \\
&\dots\dots\dots \\
DY (R \cdot K+M+1) &= - PRAW1 (M, 1) \\
DY (R \cdot K+M+2) &= - PRAW1 (1, 2) \\
&\dots\dots\dots \\
DY (R \cdot K+2M+1) &= - PRAW1 (M, 2) \\
&\dots\dots\dots \\
&\dots\dots\dots \\
DY (R \cdot K + (R1-1) M+2) &= - PRAW1 (1, R1) \\
&\dots\dots\dots \\
DY (R \cdot K + R1 \cdot M + 1) &= - PRAW1 (M, R1)
\end{aligned}$$

gdzie:

$PRAW (I, J)$ jest elementem nacierzy $PRAW (K, R)$
 $PRAW (K, R) = SF1 (K, M) \times BE1 (M, R1) \times L1 (R1, R)$,
 natomiast $PRAW1 (I, J)$ jest elementem macierzy $PRAW1 (M, R1)$
 $PRAW1 (M, R1) = SF (M, K) \times BE (K, R) \times L (R, R1)$;
 /Znak "x" oznacza mnożenie macierzy/.

28. Utworzenie wektora wielkości początkowych równań walki

$$Y (MR) ; \quad MR = R \cdot K + R1 \cdot M + 1$$

$$\begin{aligned}
Y (1) &= T \\
Y (2) &= BT (1, 1) \\
Y (3) &= BT (2, 1) \\
&\dots\dots\dots \\
Y (K+1) &= BT (K, 1) \\
Y (K+2) &= BT (1, 2) \\
&\dots\dots\dots
\end{aligned}$$

$$Y(2K+1) = BT(K, 2)$$

.....

.....

$$Y((R-1)K+2) = BT(1, R)$$

.....

$$Y(R \cdot K+1) = BT(K, R)$$

$$Y(R \cdot K+2) = B1T(1, 1)$$

$$Y(R \cdot K+3) = B1T(2, 1)$$

.....

$$Y(R \cdot K+M+1) = B1T(M, 1)$$

$$Y(R \cdot K+M+2) = B1T(1, 2)$$

.....

$$Y(R \cdot K+2M+1) = B1T(M, 2)$$

.....

.....

$$Y(R \cdot K + (R1-1)M+2) = B1T(1, R1)$$

.....

$$Y(R \cdot K + R1 \cdot M+1) = B1T(M, R1)$$

gdzie: $T = 0$ - czas rozpoczęcia walki

29. Rozwiązanie równań walki metodą Rungego-Kutty przy zastosowaniu podprogramu EMC ODRA 1304 F4RUNK:

29.1. Obliczenie stanów bojowych stron walczących B i BT w momentach czasu $T = I \cdot HR$, $I = 0, 1, 2, \dots$ - należących do przedziału czasu $[0, \max(TZ, TK)]$, gdzie

TZ - zadany czas,

TK - prognozowany czas zakończenia walki, za który należy przyjąć taki najmniejszy czas walki, dla którego spełniony jest jeden z poniższych warunków

$$\min_T \left| \frac{\sum_{I=1}^K \sum_{J=1}^R G(I) \cdot BT(I, J)}{\sum_{I=1}^K \sum_{J=1}^R G(J) \cdot B(I, J)} - 0,6 \right|$$

$$\min_T \left| \frac{\sum_{I=1}^M \sum_{J=1}^{R1} G1(J) \cdot B1T(I, J)}{\sum_{I=1}^M \sum_{J=1}^{R1} G1(J) \cdot B1(I, J)} - 0,6 \right|$$

29.2. Obliczenie potencjałów pododdziałów stron walczących $POT(K)$, $POT1(M)$ w momentach czasu $T = I \cdot CS$,

$I = 0, 1, 2, \dots$, należących do przedziału czasu $[0, \max(TZ, TK)]$, według zależności:

$$POT(I) = \sum_{J=1}^R G(J) \cdot BT(I, J)$$

$$POT1(I) = \sum_{J=1}^{R1} G1(J) \cdot B1T(I, J)$$

29.3. Obliczenie stosunku sił stron walczących STOS w momentach czasu $T = 0, TZ, TK$, według zależności:

$$STOS = \frac{\sum_{I=1}^M \sum_{J=1}^R G(J) \cdot BT(I, J)}{\sum_{I=1}^M \sum_{J=1}^{R1} G1(J) \cdot B1T(I, J)}$$

29.4. Obliczenie strat stron walczących $STRAT(K, R)$, $STRAT 1(M, R1)$ w momentach czasu $T = 0, TZ, TK$, według zależności:

$$STRAT(I, J) = B(I, J) - BT(I, J)$$

$$STRAT1(I, J) = B1(I, J) - B1T(I, J)$$

30. Drukowanie dokumentów wynikowych / wzory dokumentów wynikowych pokazane są w załączniku nr 2/.

- 30.1. Stan bojowy wojsk własnych
- 30.2. Stan bojowy nieprzyjaciela
- 30.3. Wykaz strat wojsk własnych
- 30.4. Wykaz strat nieprzyjaciela
- 30.5. Stan zapasów wojsk własnych
- 30.6. Stan zapasów nieprzyjaciela
- 30.7. Potencjał bojowy wojsk własnych
- 30.8. Potencjał bojowy nieprzyjaciela
- 30.9. Stosunek sił stron walczących

DOKUMENTY WYNIKOWE OTRZYMANE W WYNIKU ROZWIĄZANIA
MODELU BOJU SPOTKANIOWEGO ODDZIAŁU NA EMC ODRA-1304

CZAS ZAKONCZENIA WALKI T21 = 215

STAN DOJOWY WOJSK WLASNYCH

LP	HAZWA	CZAS WALKI	CZ.SR.	ILOSC DZ.PAN	ILOSC ILOSC ILOSC ILOSC ILOSC ILOSC ILOSC ILOSC ILOSC	ILOSC ILOSC ILOSC ILOSC ILOSC ILOSC ILOSC ILOSC	ILOSC ILOSC ILOSC ILOSC ILOSC ILOSC ILOSC ILOSC										
					ARM.76	DZ.57	ARM.45	M.120	M.82								
1	4 BPANC	0	59	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18
1		90	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
1		215	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	24 PAPANC	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1		90	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1		215	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1 BPZMOT	0	0	0	0	12	8	6	24	0	0	0	0	0	0	0	73
1		90	0	0	10	0	6	4	22	0	0	0	0	0	0	0	69
1		215	0	0	7	0	3	1	19	0	0	0	0	0	0	0	63
4	2/2 BPANC	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1		90	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1		215	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

MODEL BOJU SPOTKANIONEGO STR. NR 5

STAN ZAPASOW WOJSK ULASHYCH

LP	NAZWA	I	CZAS	I	ST. AM.	I	ST. AM.	I	ST. AM.	I	ST. AM.	I	ST. AM.	I	ST. AM.	I	ST. AM.	I	ST. AM.	
	I	PODODDZIAŁU	I	WALKI	I	DZ. SR.	I	DZ. PAN	I	ST. AM.	I	DZ. 57	I	ARM. 45	I	M. 120	I	M. 82	I	RPPANC
1	1	4	BPANC	0	0	3300	0	0	0	0	0	450	0	0	0	0	0	700	0	450
				90	0	2269	0	0	0	0	443	0	0	0	0	0	0	697	0	316
				215	0	660	0	0	0	0	443	0	0	0	0	0	0	697	0	286
2	1	24	PAPANC	0	0	0	800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				90	0	0	606	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				215	0	0	318	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1	1	BPZMOT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				90	0	0	0	0	0	1200	0	0	0	900	0	450	0	2500	0	1825
				215	0	0	0	0	0	1064	0	0	0	812	0	300	0	1990	0	1267
										943	0	0	750	0	273	0	1224	0	0	0
4	1	2/2	BPANC	0	0	1200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				90	0	814	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				215	0	265	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

POTENCJAL BOJOWY WOJSK WLASNYCH

LP	NAZWA	PODODDZIAŁU	CZAS WALKI	POT. BOJOWY
1	4 BPANC		0	11.6
			10	11.6
			20	11.5
			30	9.9
			40	9.9
			50	9.3
			60	9.5
			70	9.4
			80	8.2
			90	8.1
			100	7.6
			110	7.6
			120	7.5
			130	7.4
			140	7.4
			150	7.2
			160	7.2
			170	7.0
			180	7.0
			190	6.9
			200	6.9
			210	6.9
			215	6.8

2	24 PAPANC		0	2.6
			10	2.5
			20	2.5
			30	2.5
			40	2.5
			50	2.5
			60	2.4
			70	2.4
			80	2.4
			90	2.4
			100	2.4
			110	2.4
			120	2.4
			130	2.3
			140	2.3
			150	2.3
			160	2.3
			170	2.3
			180	2.3
			190	2.3
			200	2.3
			210	2.3
			215	2.3

POTENCJAL BOJOWY WOJSK WLASNYCH

LP	NAZWA	CZAS	POT.
	PODODDZIAŁU	WALKI	BOJOWY
3	1 BPZDOT	0	10.0
		10	10.0
		20	10.0
		30	9.6
		40	9.6
		50	9.5
		60	9.3
		70	9.1
		80	8.8
		90	8.8
		100	8.4
		110	8.4
		120	8.3
		130	8.2
		140	8.0
		150	7.8
		160	7.8
		170	7.5
		180	7.5
		190	7.3
		200	7.2
		210	7.2
		215	7.0
4	2/2 BPANC	0	3.4
		10	3.4
		20	3.4
		30	3.2
		40	3.2
		50	3.2
		60	3.2
		70	3.2
		80	2.9
		90	2.9
		100	2.8
		110	2.8
		120	2.8
		130	2.8
		140	2.8
		150	2.8
		160	2.8
		170	2.7
		180	2.7
		190	2.7
		200	2.7
		210	2.7
		215	2.6

POTENCJAL BOJOWY WOJSK NIEPRZYJACIELA

LP	NAZWA	PODODDZIAŁU	CZAS	POT.
			WALKI	BOJOWY
1	21	PCZ	0	12.9
			10	11.3
			20	11.5
			30	11.1
			40	10.9
			50	10.9
			60	10.6
			70	10.4
			80	9.8
			90	9.6
			100	9.0
			110	8.8
			120	8.7
			130	8.5
			140	8.2
			150	7.8
			160	7.6
			170	7.1
			180	6.9
			190	6.7
			200	6.5
			210	6.4
			215	6.3
2	112	PGPANC	0	21.5
			10	21.5
			20	21.4
			30	20.9
			40	20.3
			50	20.3
			60	19.2
			70	19.0
			80	17.9
			90	17.9
			100	17.3
			110	17.0
			120	17.0
			130	16.2
			140	15.9
			150	15.2
			160	15.2
			170	14.6
			180	14.5
			190	14.4
			200	13.6
			210	13.6
			215	13.2

POTENCJAL BOJOWY WOJSK NIEPRZYJACIELA

LP	NAZWA	PODODDZIAŁ	CZAS WALKI	POT. BOJOWY
3	271 PSZ 4A		0	4.6
			10	4.5
			20	4.5
			30	4.4
			40	4.3
			50	4.3
			60	4.2
			70	4.1
			80	4.0
			90	4.0
			100	3.9
			110	3.9
			120	3.9
			130	3.7
			140	3.7
			150	3.5
			160	3.5
			170	3.4
			180	3.4
			190	3.4
			200	3.3
			210	3.2
			215	3.2

STOSUNEK SIL STRON WALCZACYCH

=====							
I	CZAS	I	POT. BOJ.	I	POT. POJ.	I	ST. SIL
I	WALKI	I	WOJ. WL.	I	WOJ. NP	I	UL./NP
=====							
I	0	I	27.5	I	38.0	I	0.72
I	90	I	22.2	I	31.5	I	0.79
I	245	I	18.7	I	22.7	I	0.82
=====							

WYNIKI WALKI, ROZPATRYWANEJ W PRZYKŁADZIE /II.6/, W ZALEŻNOSCI OD DECYZJI STRON WALCZĄCYCH

Załącznik zawiera opis 9 wariantów walki, rozegranych dla decyzji D_A , D_B , D_C oraz D'_A , D'_B , D'_C , podejmowanych przez strony walczące według wzorców A, B, C - podanych w punkcie 2 rozdziału III.

W opisie, dla każdego wariantu, podano:

- schematy decyzji stron walczących,
- wykres zmian potencjałów stron walczących podczas walki,
- stosunek sił stron walczących w chwili rozpoczęcia walki, po upływie 90 minut walki, oraz w chwili zakończenia walki.

Numerory rozpatrywanych wariantów walki podane są w poniższej tabeli^{1/}:

Decyzja		Nieprzyjaciela		
		D'_A	D'_B	D'_C
WOJSK WŁASNYCH	D_A	Wariant 1	Wariant 4	Wariant 7
	D_B	Wariant 2	Wariant 5	Wariant 8
	D_C	Wariant 3	Wariant 6	Wariant 9

Postać szczegółowa /zapis sformalizowany/ decyzji stron walczących jest następująca:

1/ Ponadto podano w załączniku wariant 10 /zmodyfikowany wariant 3/, który obrazuje walkę w przypadku gdy nieprzyjaciel podjął decyzję D'_A natomiast wojska własne decyzję D_C zmodyfikowaną wprowadzeniem do walki, będącego w odwodzie, pododdziału E_1 .

$$D_A = \begin{bmatrix} 5 & 0 & 0 & 1 & 2 \\ 4 & 0 & 0 & 2 & 1 \\ 5 & 6 & 0 & 2 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$D_B = \begin{bmatrix} 5 & 0 & 0 & 1 & 2 \\ 4 & 0 & 0 & 3 & 1 \\ 5 & 6 & 0 & 2 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$D_C = \begin{bmatrix} 5 & 0 & 0 & 1 & 2 \\ 4 & 0 & 0 & 3 & 1 \\ 5 & 6 & 0 & 3 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Decyzje strony walczącej II:

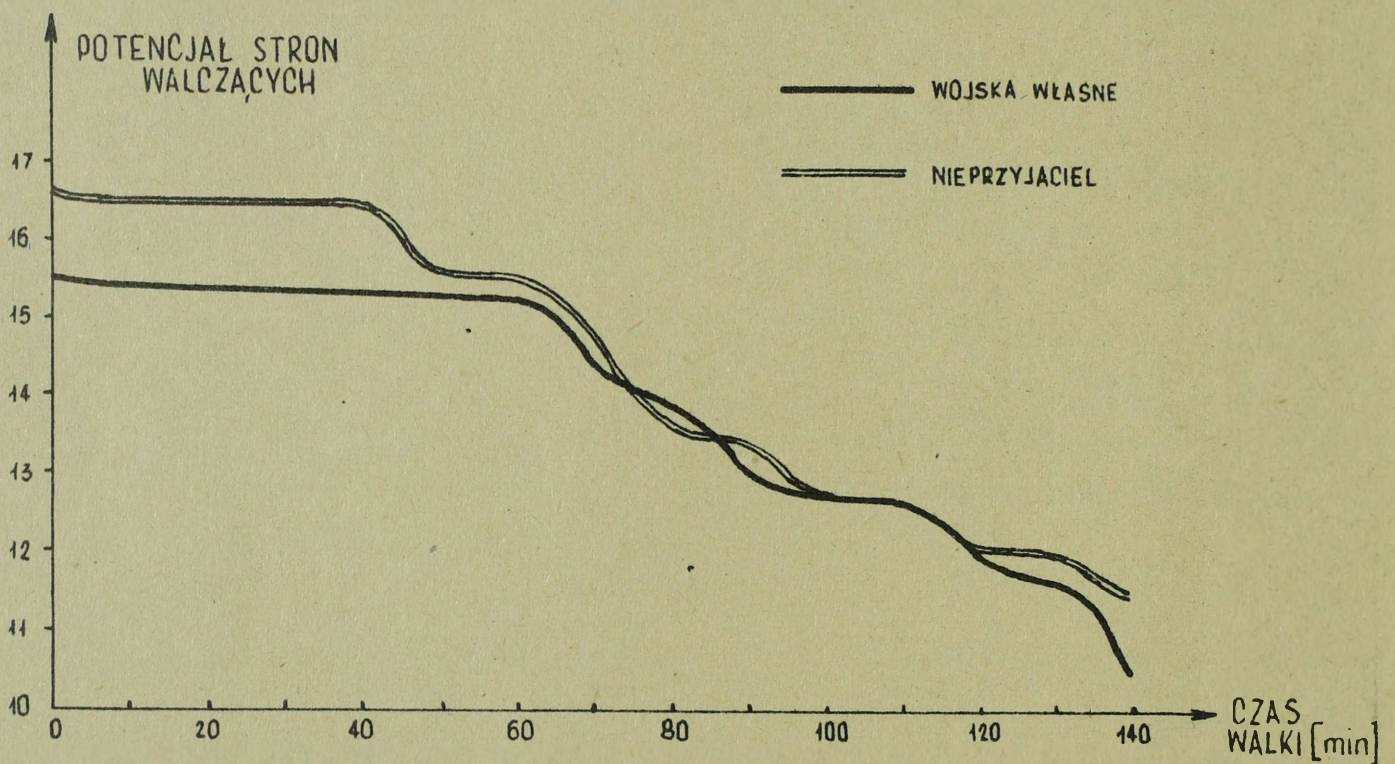
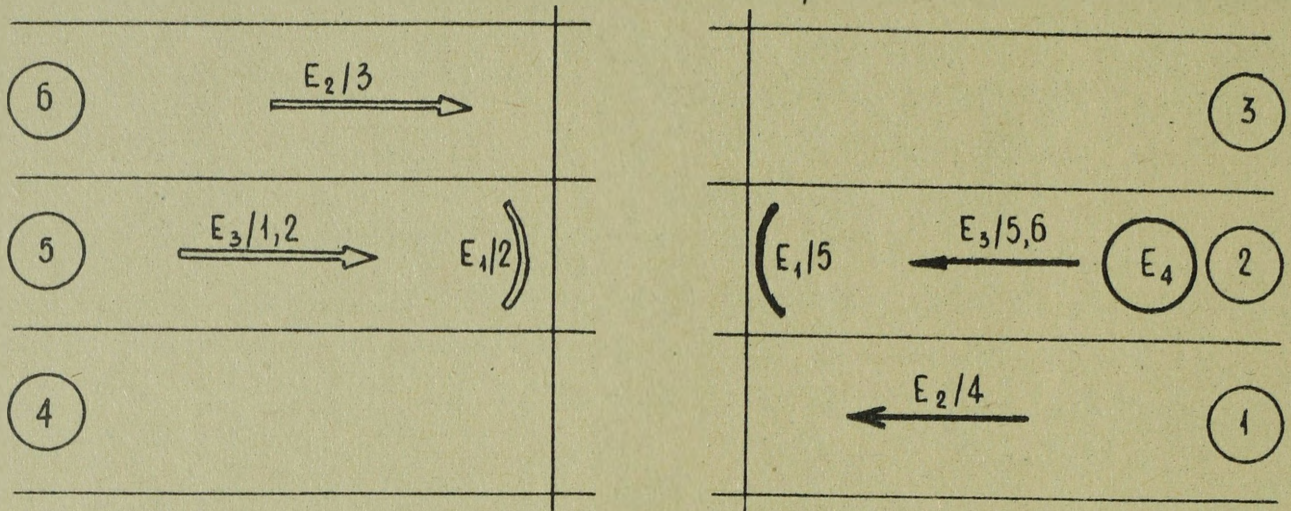
$$D'_A = \begin{bmatrix} 2 & 0 & 0 & 1 & 5 \\ 3 & 0 & 0 & 2 & 6 \\ 1 & 2 & 0 & 2 & 5 \end{bmatrix}$$

$$D'_B = \begin{bmatrix} 2 & 0 & 0 & 1 & 5 \\ 3 & 0 & 0 & 3 & 6 \\ 1 & 2 & 0 & 2 & 5 \end{bmatrix}$$

$$D'_C = \begin{bmatrix} 2 & 0 & 0 & 1 & 5 \\ 3 & 0 & 0 & 3 & 6 \\ 1 & 2 & 0 & 3 & 4 \end{bmatrix}$$

WARIANT 1

DECYZJE STRON WALCZĄCYCH

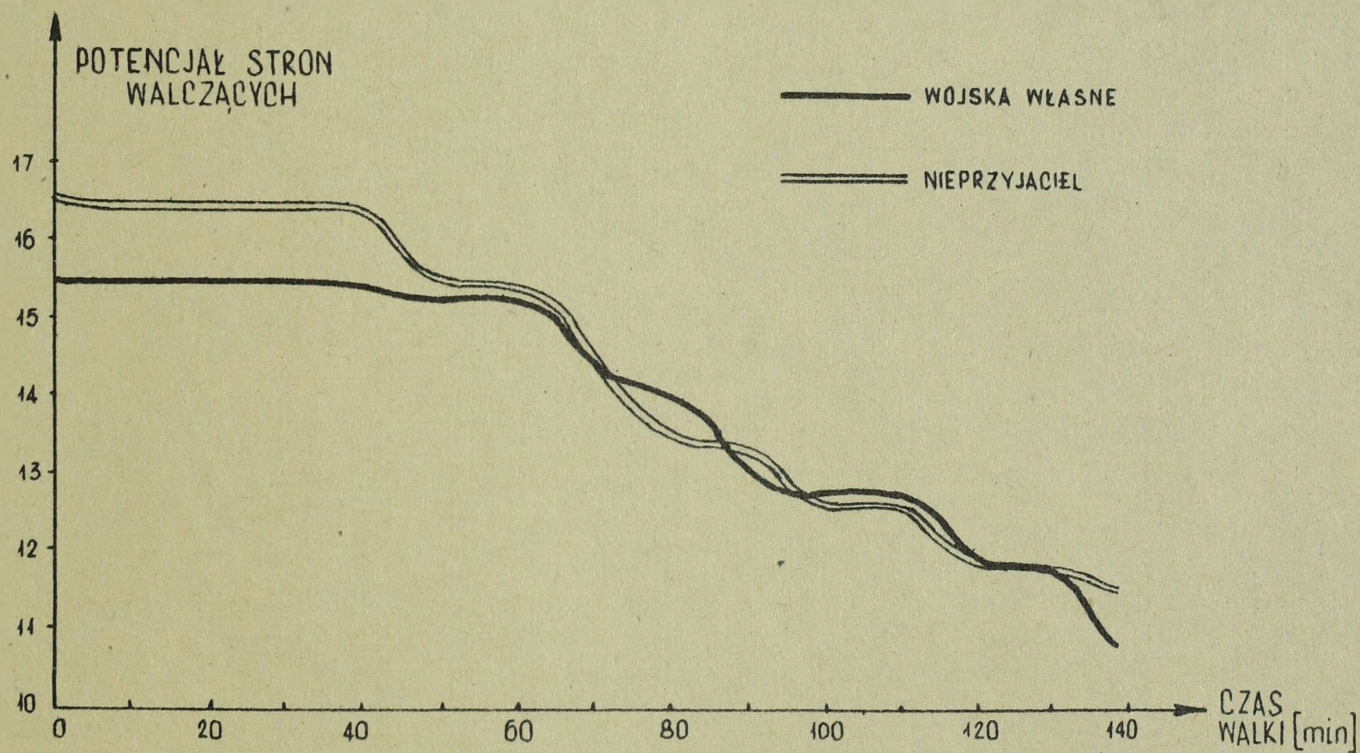
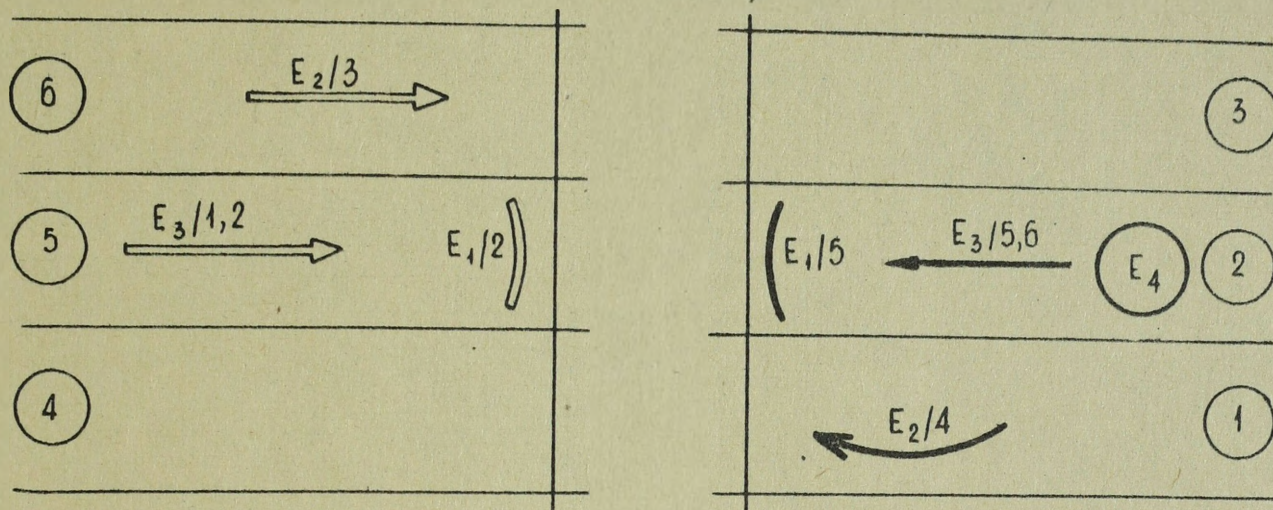


STOSUNEK SIŁ STRON WALCZĄCYCH

CZAS WALKI	POT. BOJ. WOJ. WŁ.	POT. BOJ. WOJ. NP	ST. SIŁ WŁ./NP	ST. SIŁ NP/WŁ.
0	15.4	16.6	0.93	1.08
90	13.0	13.5	0.96	1.04
140	10.8	11.5	0.93	1.07

WARIANT 2

DECYZJE STRON WALCZĄCYCH

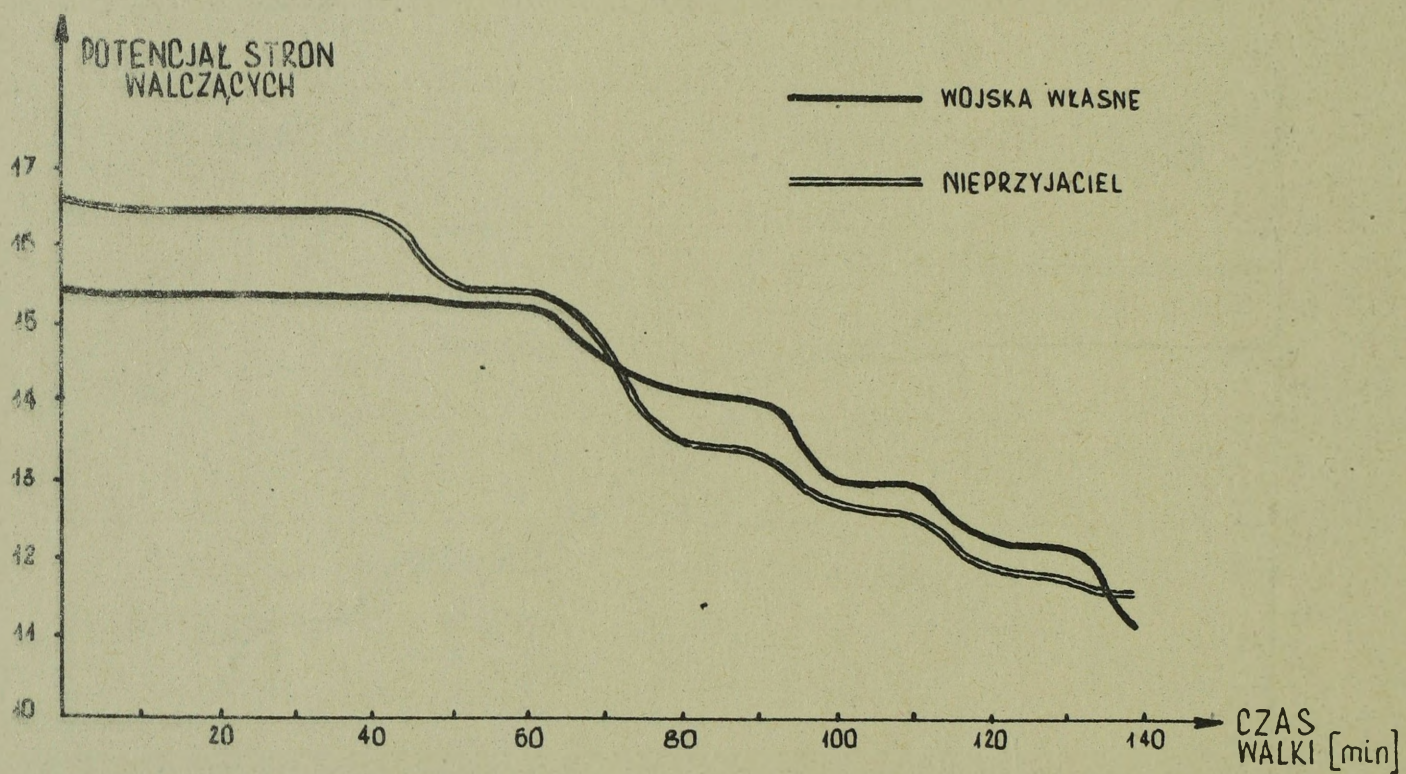
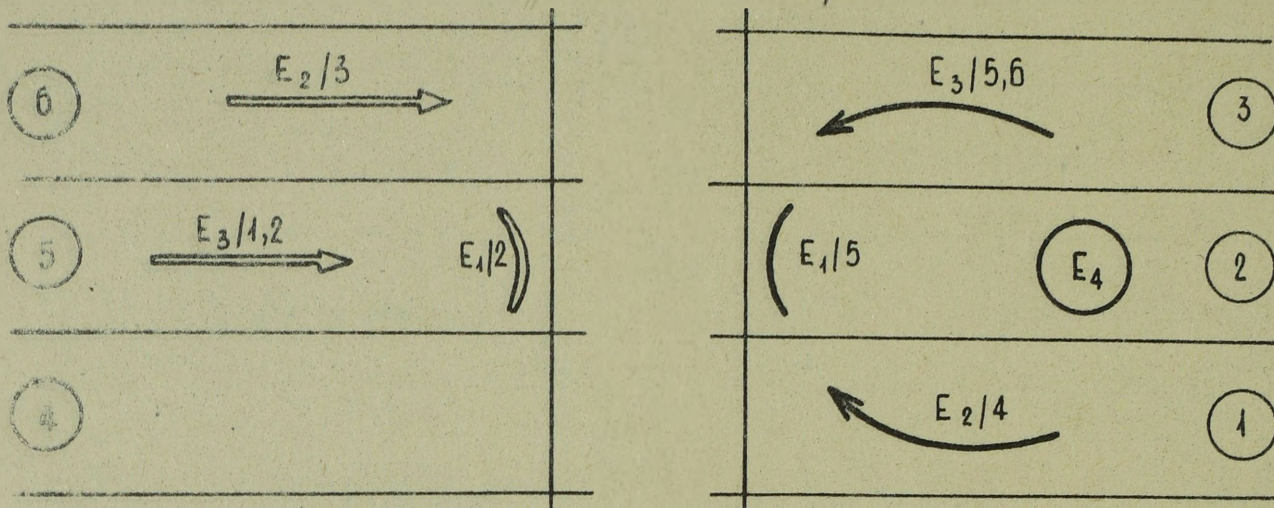


STOSUNEK SIŁ STRON WALCZĄCYCH

CZAS WALKI	POT. BOJ. WOJ. WŁ.	POT. BOJ. WOJ. NP	ST. SIŁ WŁ. / NP	ST. SIŁ NP / WŁ.
0	15.4	16.6	0.93	1.08
90	13.0	13.4	0.97	1.03
139	10.8	11.6	0.94	1.07

WARIANT 3

DECYZJE STRON WALCZĄCYCH

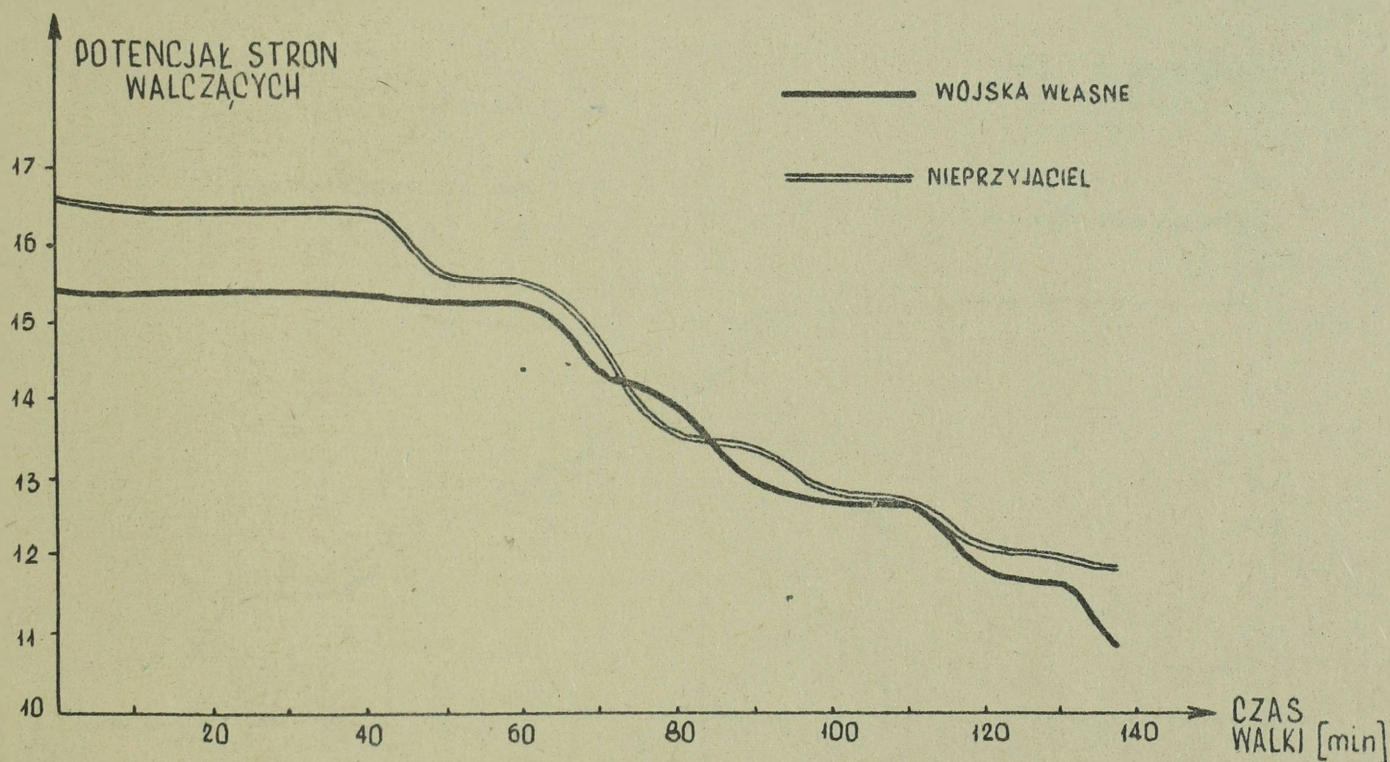
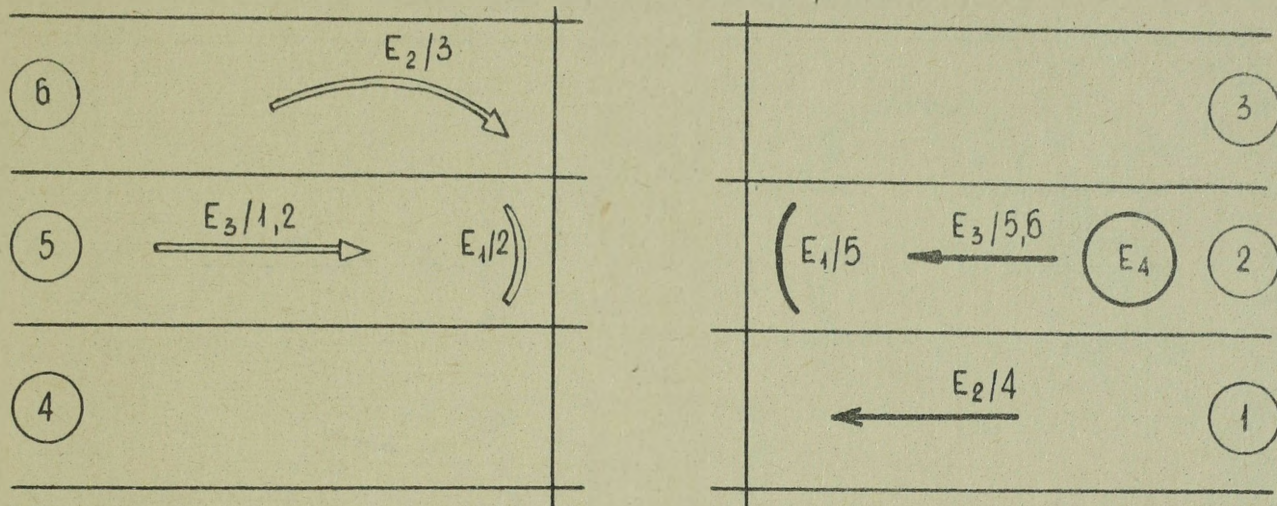


STOSUNEK SIŁ STRON WALCZĄCYCH

CZAS WALKI	POT. BOJ. WOJ. WŁ.	POT. BOJ. WOJ. NP	ST. SIŁ WŁ./NP	ST. SIŁ NP/WŁ.
0	15.4	16.6	0.93	1.08
90	14.0	13.4	1.05	0.95
139	11.2	11.5	0.97	1.03

WARIANT 4

DECYZJE STRON WALCZĄCYCH

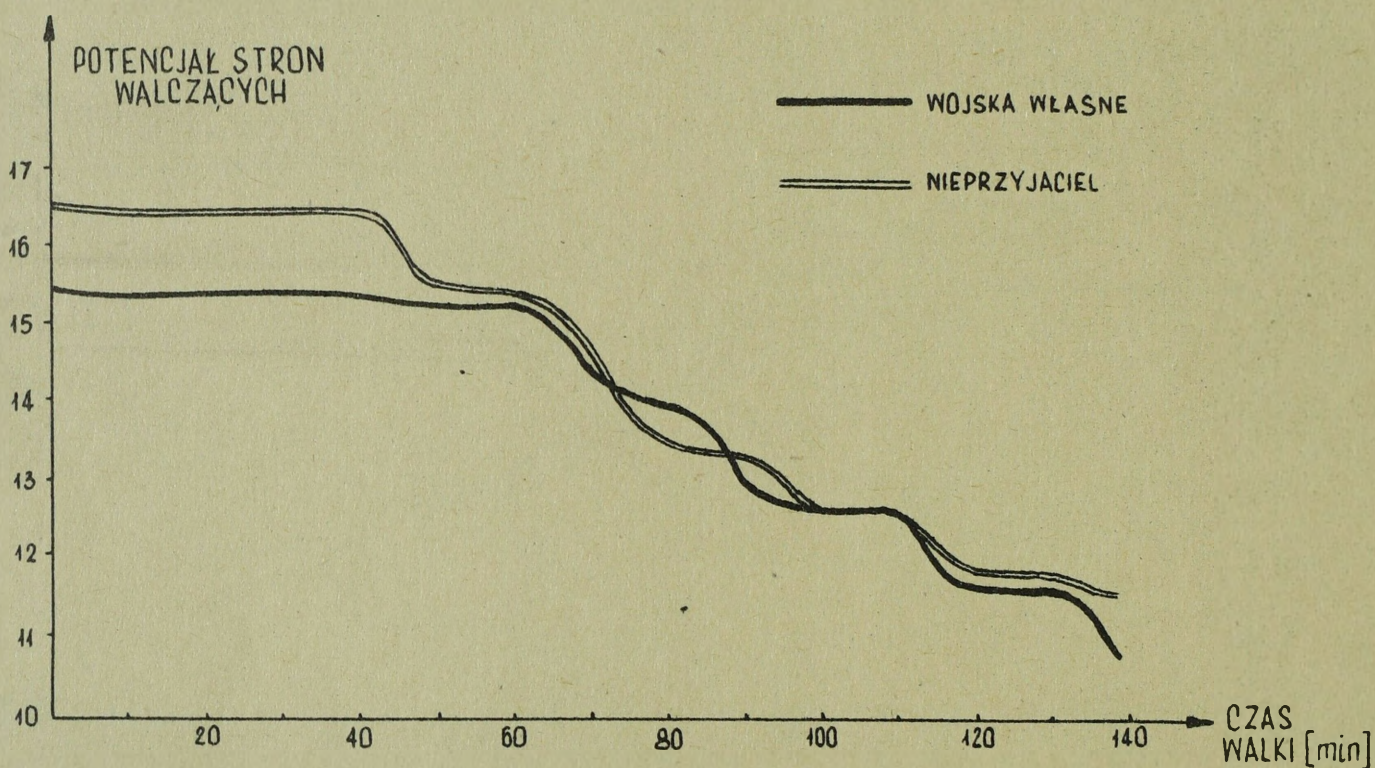
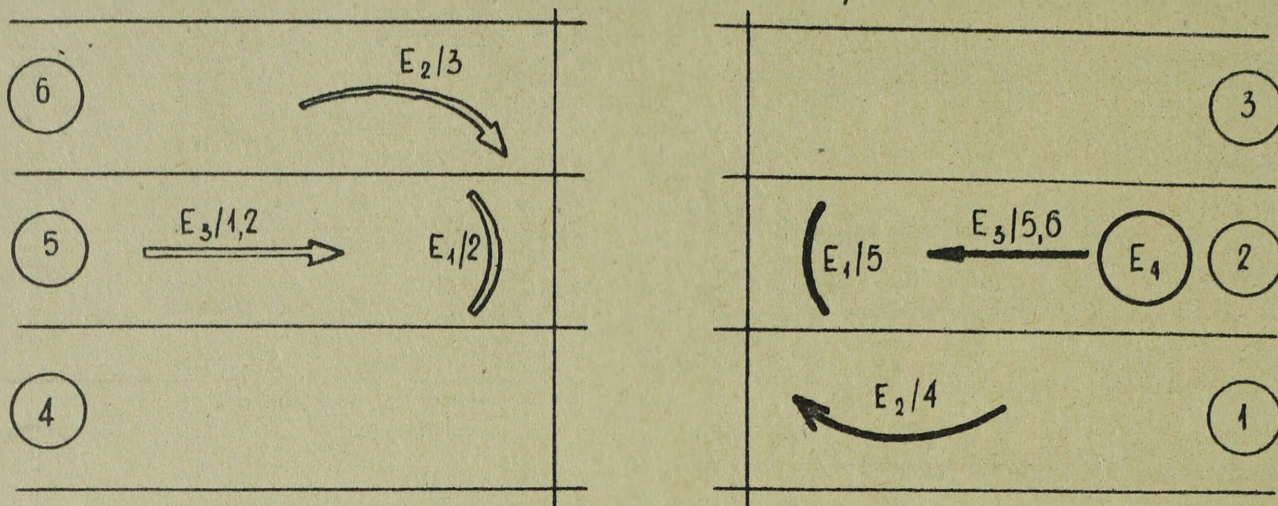


STOSUNEK SIŁ STRON WALCZĄCYCH

CZAS WALKI	POT. BOJ. WOJ. WŁ.	POT. BOJ. WOJ. NP	ST. SIŁ WŁ. / NP	ST. SIŁ NP / WŁ.
0	15.4	16.6	0.93	1.08
90	12.9	13.5	0.95	1.05
138	10.8	11.9	0.91	1.10

WARIANT 5

DECYZJE STRON WALCZĄCYCH

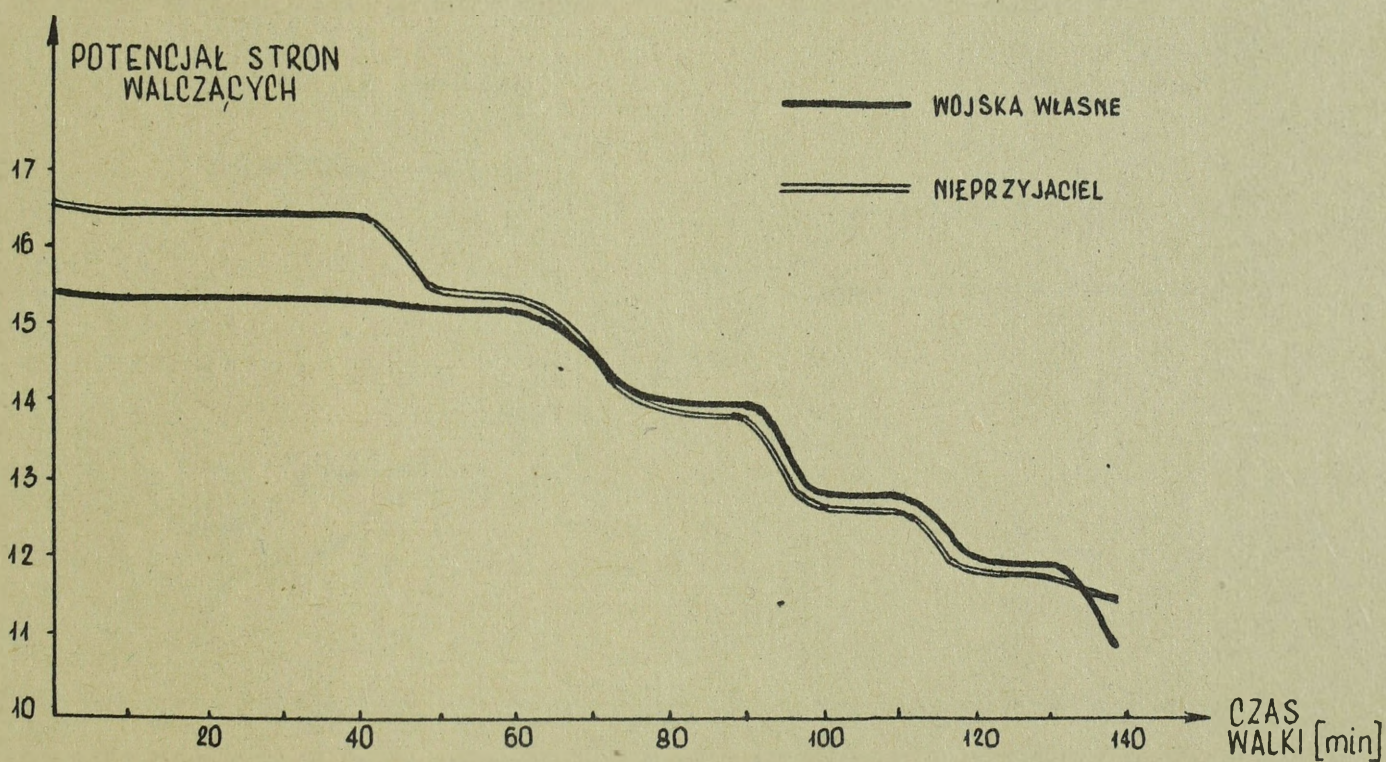
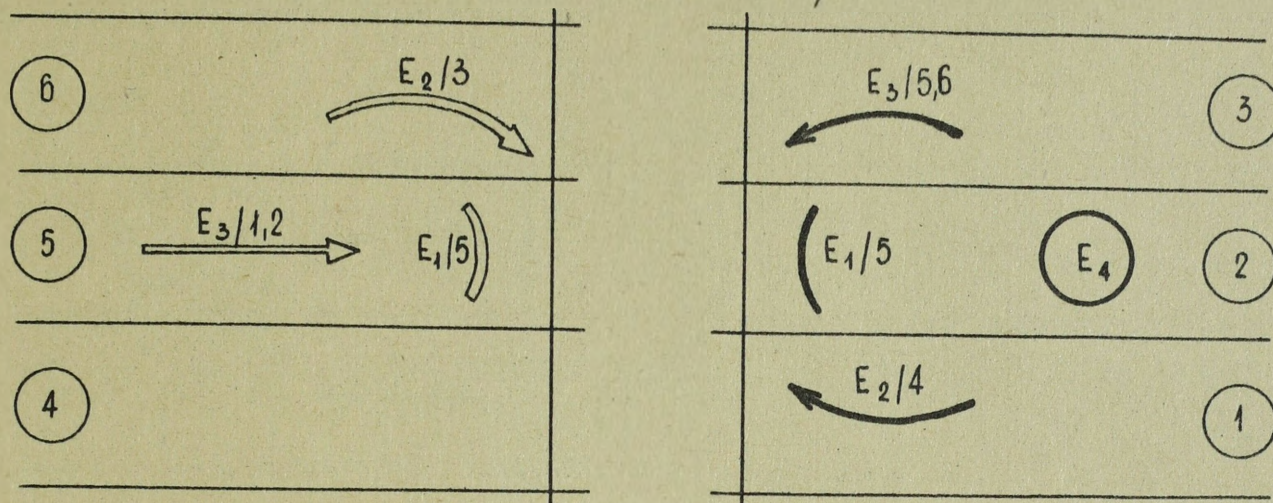


STOSUNEK SIŁ STRON WALCZĄCYCH

CZAS WALKI	POT. BOJ. WOJ. WŁ.	POT. BOJ. WOJ. NP	ST. SIŁ WŁ. / NP	ST. SIŁ NP / WŁ.
0	15.4	16.6	0.93	1.08
90	12.9	13.4	0.96	1.04
139	10.8	11.6	0.93	1.08

WARIANT 6

DECYZJE STRON WALCZĄCYCH

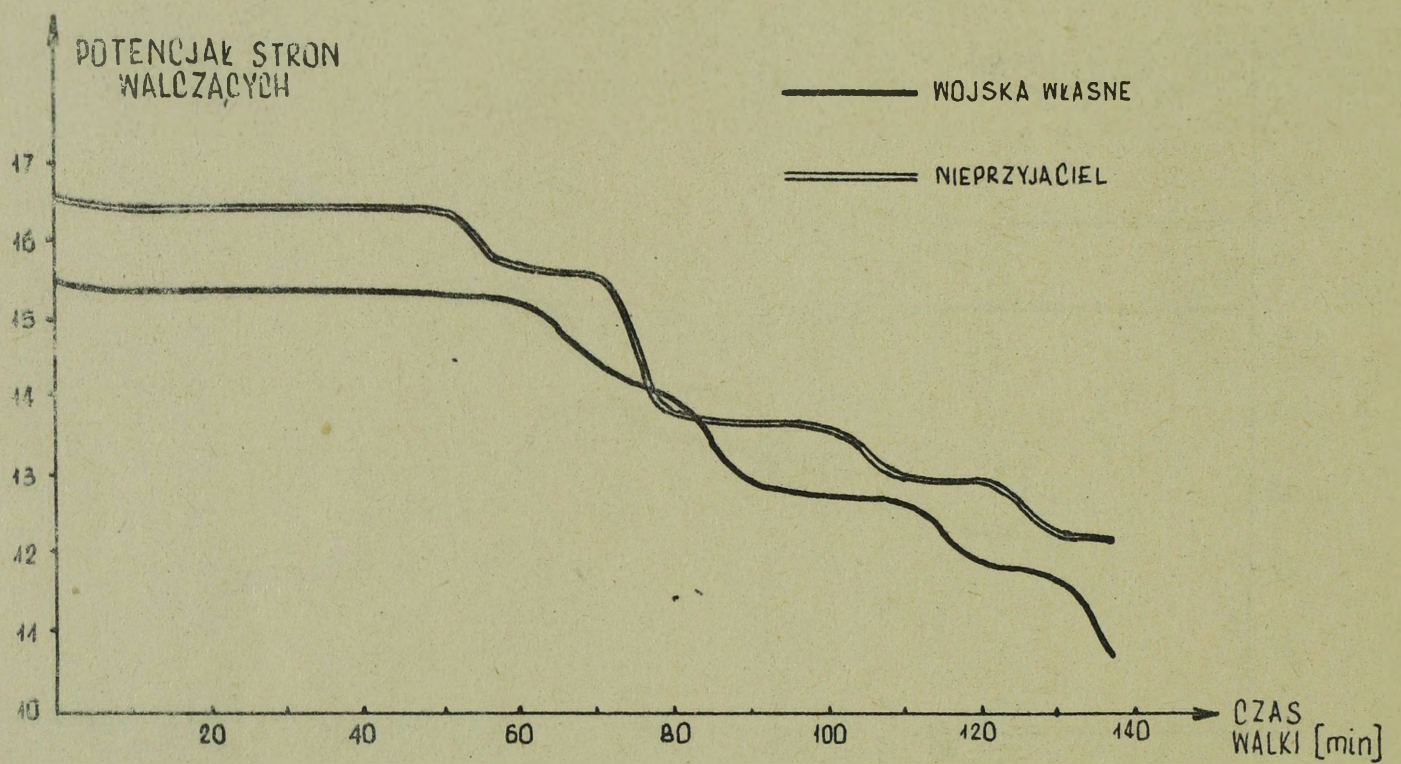
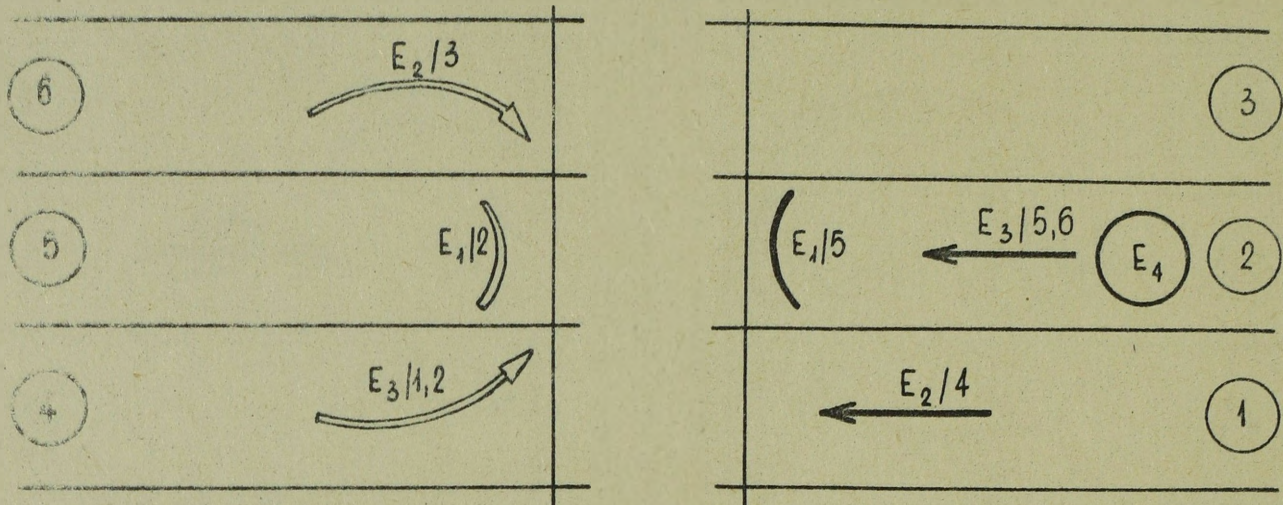


STOSUNEK SIŁ STRON WALCZĄCYCH

CZAS WALKI	POT. BOJ. WOJ. WŁ.	POT. BOJ. WOJ. NP	ST. SIŁ WŁ./NP	ST. SIŁ NP WŁ.
0	15.4	16.6	0.93	1.08
90	14.0	13.4	1.04	0.96
139	11.0	11.5	0.96	1.05

WARIANT 7

DECYZJE STRON WALCZĄCYCH

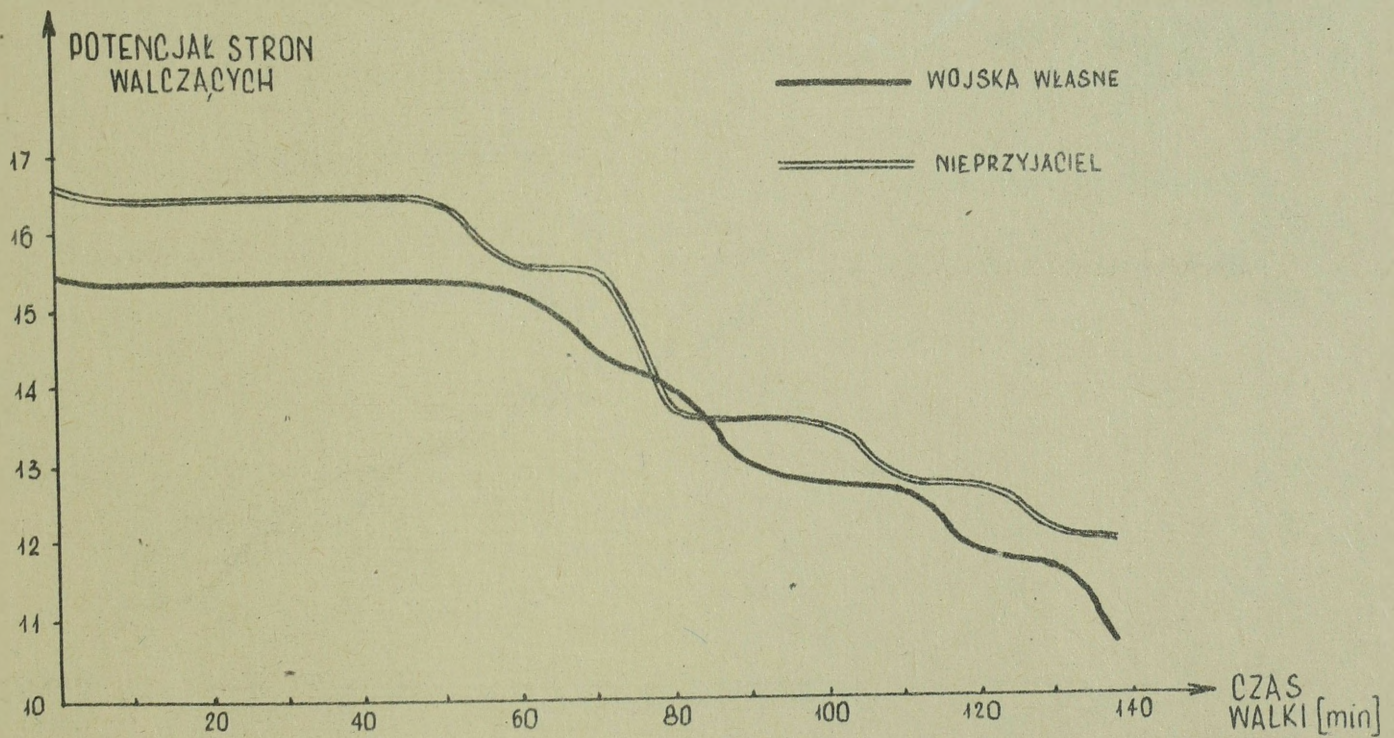
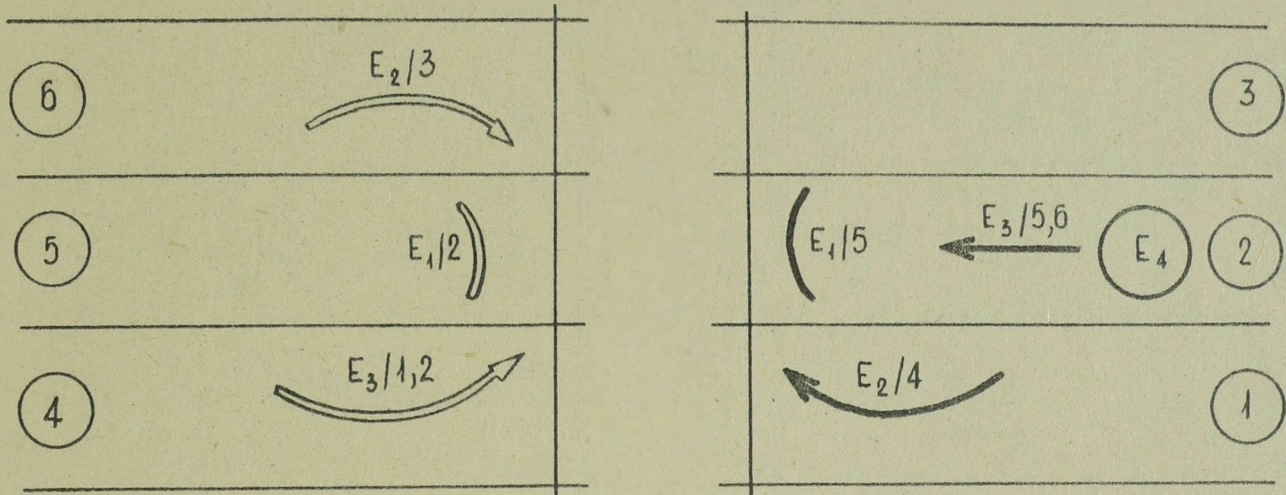


STOSUNEK SIŁ STRON WALCZĄCYCH

CZAS WALKI	POT. BOJ. WOJ. WŁ.	POT. BOJ. WOJ. NP	ST. SIŁ WŁ./NP	ST. SIŁ NP/WŁ.
0	15.4	16.6	0.93	1.08
90	12.9	13.7	0.94	1.06
137	10.7	12.3	0.88	1.14

WARIANT 8

DECYZJE STRON WALCZĄCYCH

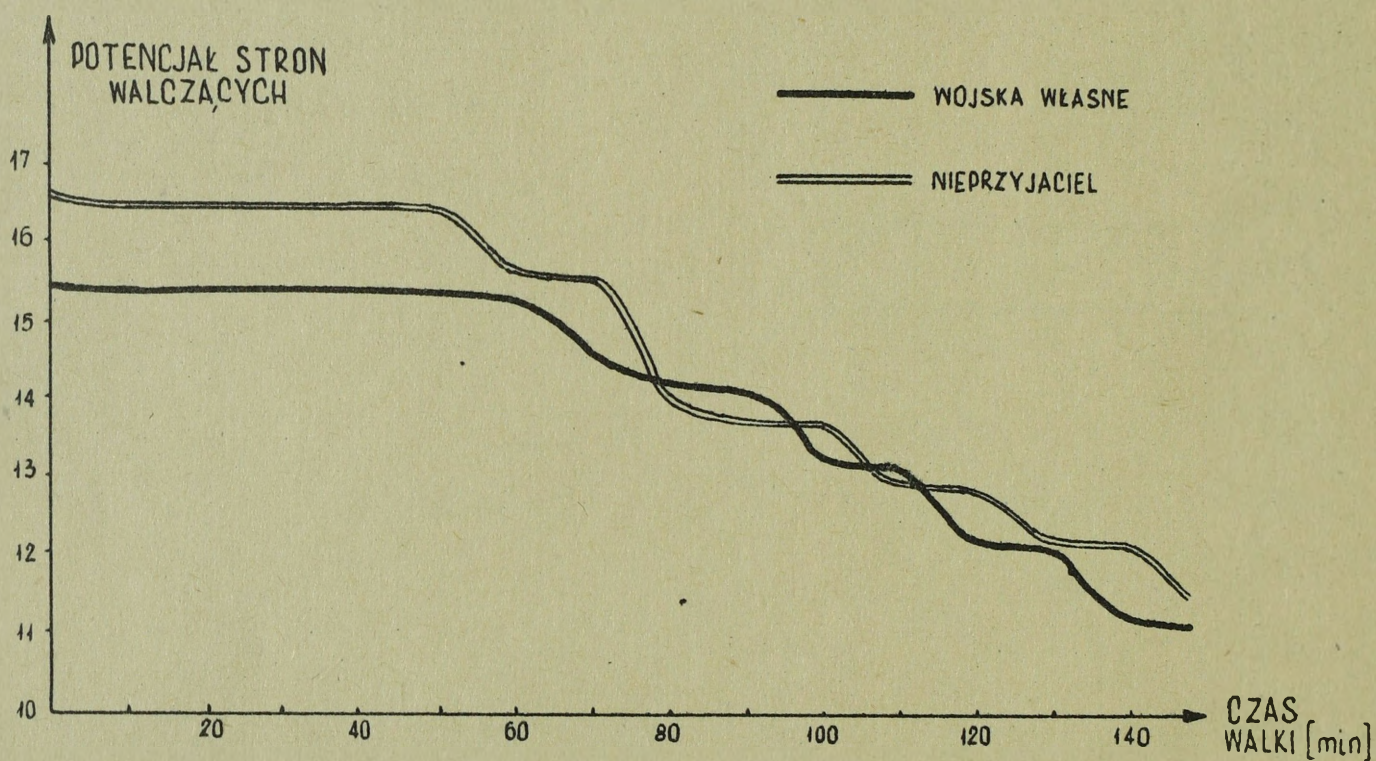
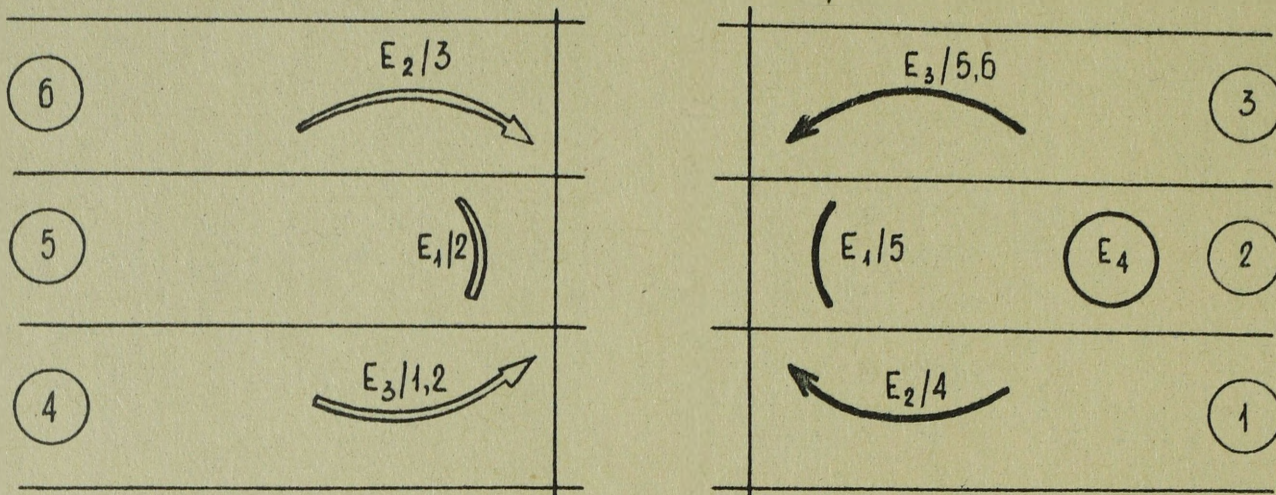


STOSUNEK SIŁ WALCZĄCYCH

CZAS WALKI	POT. BOJ. WOJ. WŁ.	POT. BOJ. WOJ. NP	ST. SIŁ WŁ. / NP	ST. SIŁ NP / WŁ.
0	15.4	16.6	0.93	1.08
90	12.9	13.6	0.95	1.05
138	10.8	12.1	0.89	1.12

WARIANT 9

DECYZJE STRON WALCZĄCYCH

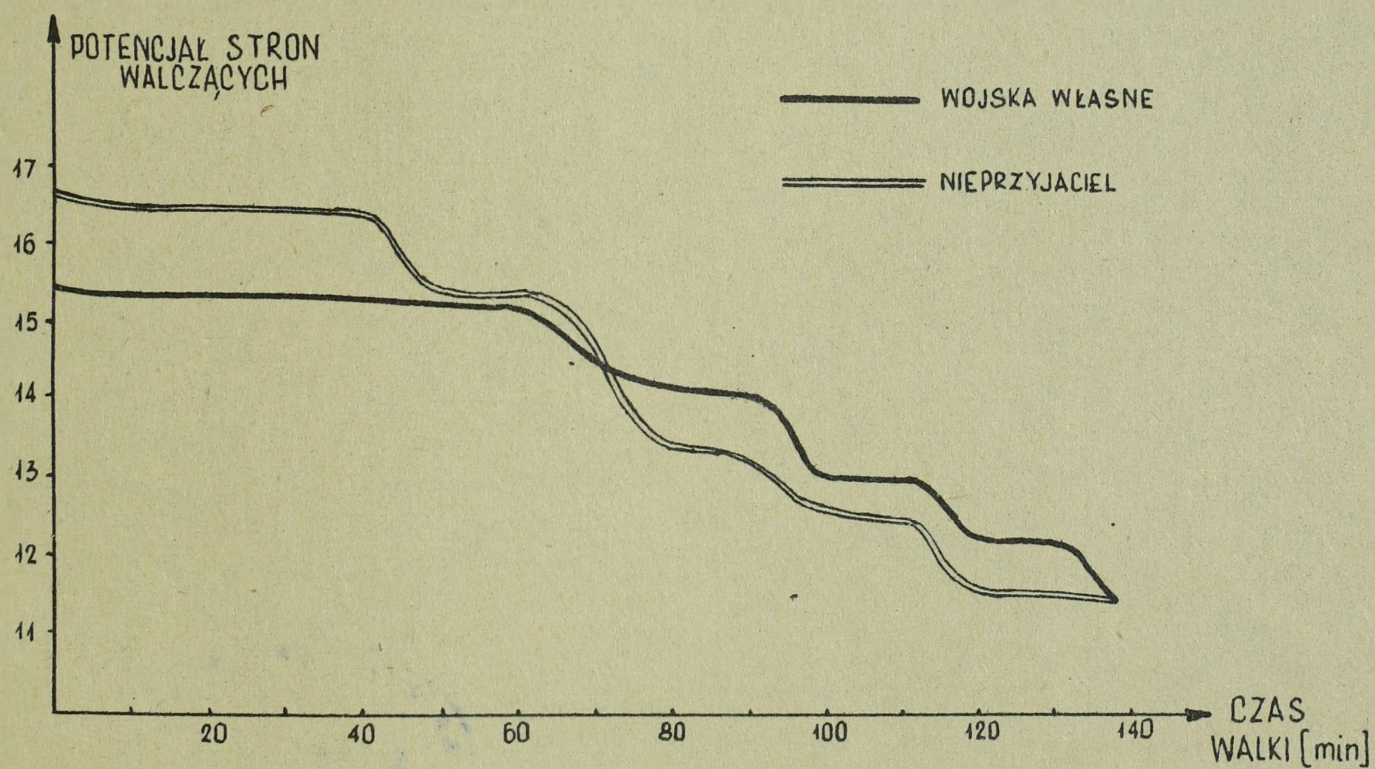
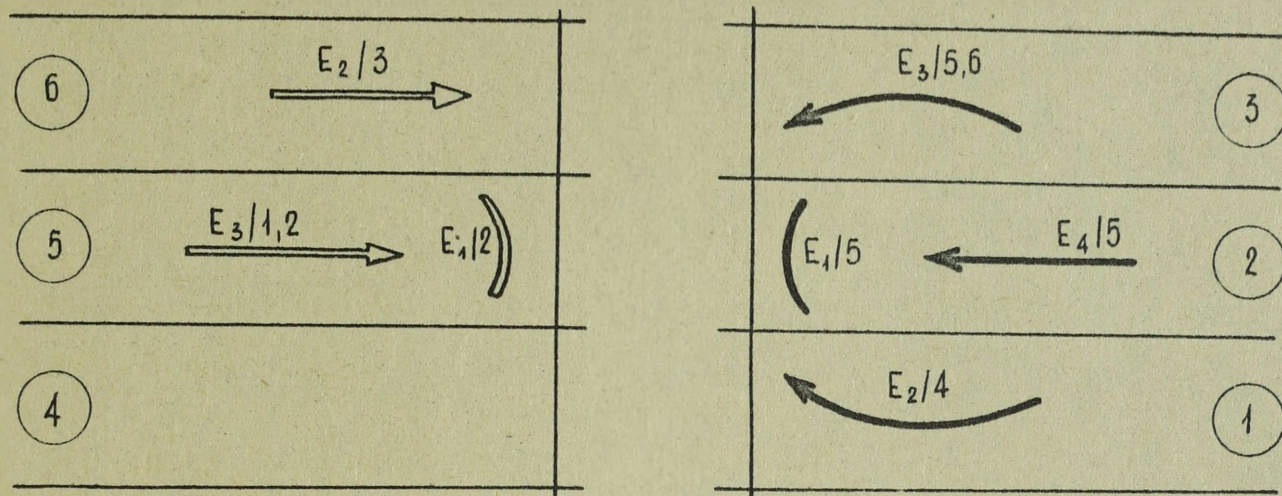


STOSUNEK SIŁ STRON WALCZĄCYCH

CZAS WALKI	POT. BOJ. WOJ. WŁ.	POT. BOJ. WOJ. NP	ST. SIŁ WŁ. / NP	ST. SIŁ NP / WŁ.
0	15.4	16.6	0.93	1.08
90	14.0	13.7	1.02	0.98
148	11.0	11.6	0.96	1.05

WARIANT 10

DECYZJE STRON WALCZĄCYCH



STOSUNEK SIŁ STRON WALCZĄCYCH

CZAS WALKI	POT. BOJ. WOJ. WŁ.	POT. BOJ. WOJ. NP	ST. SIŁ WŁ./NP	ST. SIŁ NP/WŁ.
0	15.4	16.6	0.93	1.08
90	14.2	13.4	1.06	0.95
138	11.6	11.6	1.00	1.00

