AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

Włodzimierz MISZALSKI

MODELOWANIE KONFLIKTOWYCH SYTUACJI DECYZYJNYCH

Przykłady zastosowań modeli konfliktowych sytuacji decyzyjnych w planowaniu eksploatacji techniki bojowej

Załączniki do rozprawy habilitacyjnej

WARSZAWA 1991

AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

Włodzimierz MISZALSKI

MODELOWANIE KONFLIKTOWYCH SYTUACJI DECYZYJNYCH

Przykłady zastosowań modeli konfliktowych sytuacji decyzyjnych w planowaniu eksploatacji techniki bojowej

Załączniki do rozprawy habilitacyjnej

WARSZAWA 1991

SPIS TREŚCI

1. O METODACH PLANOWANIA EKSPLOATACJI URZĄDZEŃ WOJSKOWYCH

Planowanie eksploatacji techniki wojskowej różni się pod wieloma względami od planowania eksploatacji w cywilnych resortach gospodarki narodowej. Najistotniejsze różnice wynikają ze specyfiki celów realizowanych przy wykorzystaniu urządzeń wojskowych. Eksploatacja techniki wojskowej zabezpiecza, przede wszystkim, działania związane z utrzymaniem gotowości bojowej wojsk, z wyszkoleniem bojowym /w tym głównie w zakresie umiejętności posługiwania się techniką/, z potrzebami bytowymi wojsk. W niewielkim stopniu eksploatacja techniki wojskowej służy np. realizacji zadań produkcyjnych. Trudno więc mówić w wojsku o bezpośrednich efektach ekonomicznych, mierzonych np. wielkością dochodu, czy zysku finansowego z eksploatacji urządzeń wojskowych, chociaż można dopatrywać się efektów pośrednich np. w wyniku dostarczania dla gospodarki narodowej wysokiej klasy specjalistów wyszkolonych w wojsku /przy wykorzystaniu urządzeń wojskowych/, w pracach wykonywanych przy użyciu sprzętu wojskowego na rzecz gospodarki narodowej, w likwidacji skutków klęsk żywiołowych it.p.

W aktualnej sytuacji pomiar owych pośrednich efektów ekonomicznych wydaje się niezwykle trudny ale przy posiadaniu odpowiednio szczegółowego modelu gospodarki narodowej nie jest to zadanie niemożliwe do wykonania. Problem planowania eksploatacji w wojsku jest o tyle skomplikowany, że nawet bezpośrednie efekty eksploatacji techniki, przejawiające się w uzyskaniu wysokiego poziomu gotowości bojowej, w poziomie wyszkole-

nia żołnierzy czy w zabezpieczeniu potrzeb bytowych wojska nie dają się łatwo mierzyć. Występuje więc problem konstruowania kryteriów optymalności planów eksploatacji techniki wojskowej, praktycznie do dziś nie rozwiązany. Tradycyjne metody oparte na wiedzy, intuicji i rutynie planistów okazują się zawodne, gdy wzrasta ilość i zmienia się jakość eksploatowanego sprzętu. Świadczą o tym coraz częściej pojawiające się rozbieżności między planem a realizacją procesu eksploatacji. Proponowane w nielicznych, jak dotąd, pracach z zakresu planowania eksploatacji urządzeń wojskowych kryteria optymalności nie przyjęły się głównie ze względu na trudności w uzyskaniu /bądź w zaakceptowaniu/ wartości liczbowych współczynników występujących w funkcjach kryterialnych i kontrowersji co do kształtu tych funkcji i stopnia reprezentowania przez nie idei "optymalnej eksploatacji techniki wojskowej". W tej sytuacji postuluje się wykorzystanie, w konstrukcji kryterium optymalizacyjnego, aktualnych, "prawdziwych" funkcji użyteczności decydentów systemów eksploatacji, uzyskanych od nich w sposób jawny lub ukryty na drodze eksperymentu, ankiety, testu. Zaproponowana w pracy [7] metoda określania użyteczności wariantów decyzyjnych opisanych w postaci wektorów wychodzi naprzeciw tym postulatom.

Planowanie eksploatacji w wojsku obejmuje:

- planowanie wykorzystywania - użytkowania techniki wojskowej [16],
- planowanie odtwarzania - obsługiwania techniki wojskowej [17].

Planowanie eksploatacji należy do obowiązków kierownictw wojskowych systemów eksploatacji na wszystkich poziomach hierarchii organizacyjnej:

- na poziomie podstawowym /oddziały i samodzielne pododdziały/,

- na poziomach pośrednich /związki taktyczne i związki operacyjne/,
- na poziomie centralnym.

Plany eksploatacji opracowywane na różnych poziomach różnią się:

- horyzontem planowania,
- stopniem konkretyzacji planowanych zamierzeń,
- stopniem obligatoryjności planowanych zamierzeń.

Przy opracowywaniu planów obowiązują pewne tradycyjne, ukształtowane historycznie metody, z których najpowszechniejszą jest tzw. "metoda planowania wahadłowego". Istota tej metody sprowadza się do cyklicznego /w cyklu rocznym z ewentualną prognozą wyprzedzającą na okres dwu lat/ oddalonego składania zapotrzebowań na liczbę jednostek pracy urządzeń i odgórnego przydzielania limitów /godzin pracy, kilometrów itp./.

Na poszczególnych poziomach hierarchii tworzone są zapotrzebowania zbiorcze - sumaryczne z rozbiciem na jednorodne grupy sprzętu. Rozdzielnictwo limitów odbywa się w odwrotnej kolejności, poczynając od szczebla centralnego i polega w zasadzie na "obcinaniu" - ujmowaniu /z zapotrzebowanej liczby jednostek pracy urządzeń/ jednym i dodawaniu innym w oparciu o dość arbitralne kryteria, przy zachowaniu ograniczeń, z których najistotniejsze polega na nieprzekraczaniu limitu globalnego, uwarunkowanego środkami finansowymi przydzielonymi na eksploatację na dany rok.

Omawiana metoda ma szerokie zastosowanie w wojsku przede wszystkim dlatego, że praktycznie nie zrealizowano, jak dotąd doskonalszych /niż poprzez zbieranie zapotrzebowań/ sposobów pomiaru rzeczywistych potrzeb użytkowników urządzeń.

O niedokładności stosowanego pomiaru potrzeb świadczyć mogą

m.in. pojawiające się już w połowie roku objętego planem /w niektórych grupach urządzeń/ przypadki t.zw. eksploatacji "na czerwono" czyli użytkowania urządzeń po przekroczeniu przydzielonego na dany rok limitu jednostek pracy urządzeń. Wymuszane są więc oddolnie liczne "korekty" i uzupełnienia planu - "dopasowujące" plan do rzeczywistości.

Próbę racjonalizacji kryteriów rozdzielnictwa limitów w ramach omawianej metody podjęto w pracy [22]. Autor tej pracy formułuje główny cel przydzielającego limit decydenta jako "zaspokojenie potrzeb użytkowników w możliwie dużym stopniu" i proponuje przyjęcie, jako kryterium optymalności planu, minimalizację maksymalnej /po typach jednorodnych urządzeń/różnicy między zgłoszonym zapotrzebowaniem a przydzielonym limitem, przy utrzymaniu dotychczas obowiązujących ograniczeń.

Wprowadzenie proponowanego kryterium może wprawdzie "zobiektywizować" rozdzielnictwo limitów ale nie likwiduje podstawowego mankamentu omawianej metody: niedokładnej znajomości rzeczywistych potrzeb w zakresie użytkowania urządzeń.

Interesujące jest, że w wielu przypadkach potrzeb tych nie zna dokładnie ani składający zapotrzebowanie ani przydzielający limit decydent t.zn. składający zapotrzebowanie może n.p. nie wiedzieć jakie dodatkowe nieprzewidziane okoliczności zmuszą go do intensywniejszego eksploatowania urządzeń w danym roku /problem rezerw w planowaniu eksploatacji/. Konsekwencją może być sytuacja konfliktowa opisana w pracach [8], [9] jako gra "zapotrzebowanie - przydział" w planowaniu eksploatacji urządzeń. Przyczyny powstania sytuacji konfliktowej to:

- nieznajomość przez decydenta przydzielającego limit, a często przez zgłaszających zapotrzebowania, rzeczywistych potrzeb w zakresie użytkowania urządzeń, stąd różnica zdań;

- niemożliwość, ze względu na ograniczenia odgórne /w systemie hierarchicznym przydzielający też jest limitowany przez wyższy szczebel/, pokrycia wszystkich zgłoszonych potrzeb.

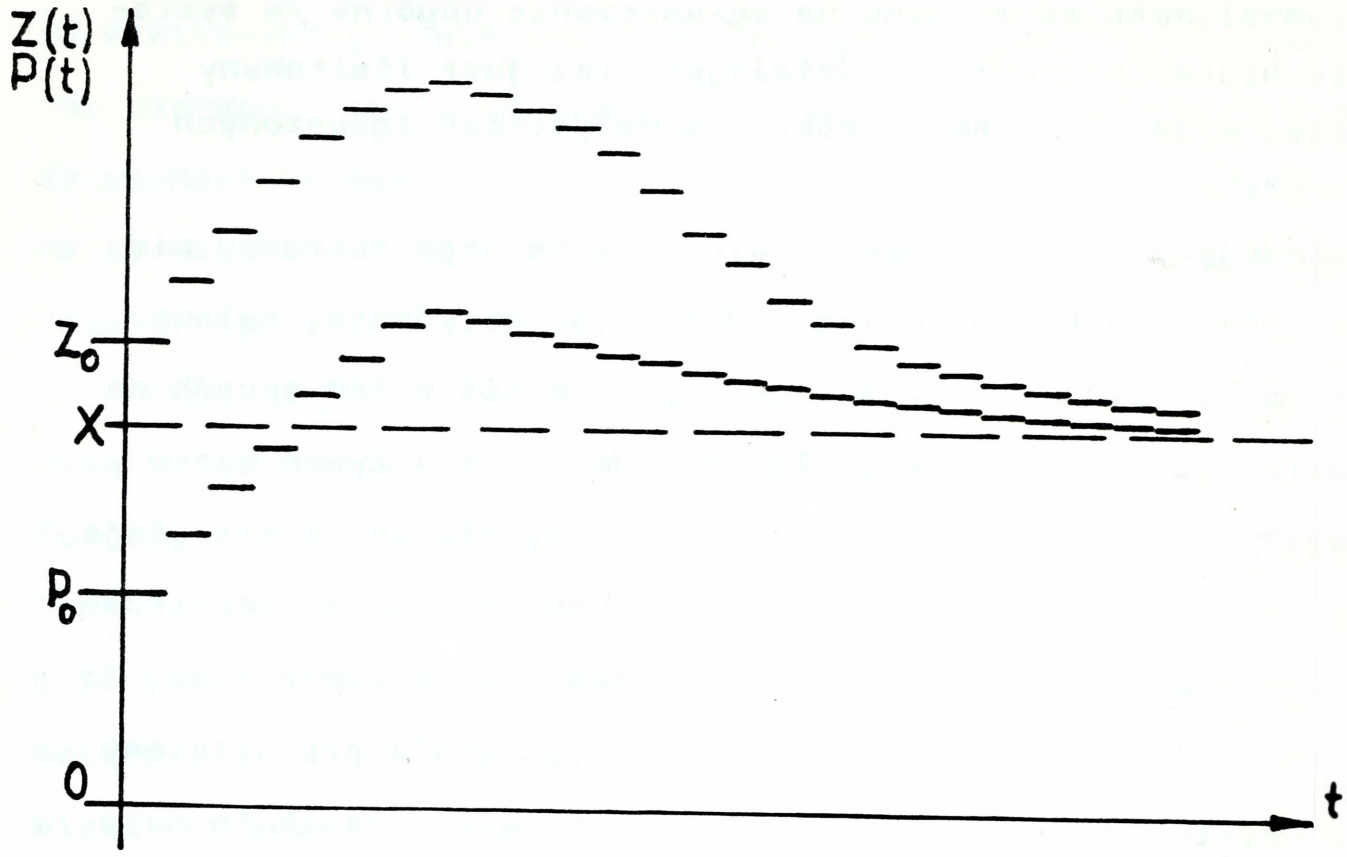
Składający zapotrzebowania wiedząc, że jego potrzeby nie są na ogół zaspokajane przez nadrzędnego decydenta, celowo podaje je znacznie zawyżone, pragnąc wymusić w ten sposób na przydzielającym zwiększenie limitu. Jeżeli z upływem czasu /w kolejnych cyklach planistycznych/ przydzielany limit staje się coraz bliższy rzeczywistym potrzebom, tendencja zapotrzebowującego do zawyżania potrzeb słabnie. Można powiedzieć, że jeżeli w ciągu kilku kolejnych cykli planowania przydzielany limit będzie zaspokajał rzeczywiste potrzeby - zaniknie motywacja prowadząca do zawyżania zgłaszanych potrzeb /rys.1.1/. Po pewnym czasie różnica zdań co do rozmiarów rzeczywistych potrzeb zanika: zgłaszane potrzeby oraz przydzielane limity ustabilizują się na poziomie równym w przybliżeniu rzeczywistym potrzebom. Jeżeli jednak /ze względu na ograniczone możliwości przydziału/, przydzielany limit w kolejnych cyklach planowania nie będzie wzrastał lub będzie wzrastał zbyt wolno, zbieżność taka może nie wystąpić.

Wyróżnić można dwie strony uczestniczące w sytuacji konfliktowej:

I - decydent D_z, podrzędny zgłaszający zapotrzebowanie,

II - decydent D_p, nadrzędny przydzielający limit.

W chwili $t = 0$, D_z i D_p znają rzeczywiste potrzeby z pewnym przybliżeniem. Na ogół bliższy rzeczywistości jest D_z. Długości odcinków XZ_o i XP_o w chwili $t = 0$ /rys.1/ są odwrotnie proporcjonalne do prawdopodobieństw, z jakimi D_z i D_p znają rzeczywiste potrzeby.



Rys.1.1. Wielkości zapotrzebowań i przydziałów w kolejnych cyklach planowania: Z_o - wielkość początkowa zgłoszonych potrzeb, P_o - wielkość początkowa przydzielonego limitu, X - rzeczywista wielkość potrzeb nieznana dokładnie ani przydzielającemu ani zapotrzebowującemu /na rys.stała, w rzeczywistości zmieniająca się wolno w czasie/.

Prawdopodobieństwa te rosną w miarę postępowania procesu "uczenia się", który prowadzi do ustabilizowania się wielkości zapotrzebowań i przydziałów na poziomie rzeczywistych potrzeb. Cel ten osiąga się jednak kosztem czasu /kilku, czy kilkunastu cykli planowania/, co w wojsku jest szczególnie istotne. Często przed ustabilizowaniem się wielkości zapotrzebowań i przydzielonych limitów następuje wymiana generacji sprzętu i opisany proces "uczenia się" rozpoczyna się na nowo. Przedstawioną tu pokrótce sytuację konfliktową w planowaniu eksploatacji urządzeń wojskowych scharakteryzowano szerzej w pracy[9].

Oprócz omówionej metody "planowania wahadłowego" wykorzystuje się w planowaniu eksploatacji techniki wojskowej tzw. "metodę planowania w oparciu o normy". Metoda ta stosowana jest w armiach państw zachodnich /najwcześniej zastosowano ją w armii USA/. Najistotniejsza różnica, w porównaniu z poprzednią metodą, polega na tym, że nie występuje tu proces oddolnego zgłaszania zapotrzebowań na liczbę jednostek pracy urządzeń, tworzenia zbiorczych - sumarycznych zapotrzebowań dla jednorodnych grup urządzeń na poszczególnych szczeblach hierarchii wojska i kolejnego przekazywania ich aż do szczebla centralnego. Przebiegi urządzeń określane są w oparciu o jednolity /obowiązujący w całej armii/, hierarchiczny system norm eksploatacyjnych. Normy określają liczby jednostek pracy określonych urządzeń /grup urządzeń/ zużywanych przy realizacji ustalonych typowych przedsięwzięć, typowych zadań /operacyjnych,szkoleniowych,gospodarczych/. Zaplanowanie dla danej jednostki organizacyjnej pewnej liczby typowych zadań, pociąga za sobą automatycznie przydzielenie jej normatywnego przebiegu urządzeń. Opracowany i szeroko wykorzystywany system norm - zamienników umożliwia elastyczne planowanie eksploatacji w przypadkach przedsięwzięć nietypowych. W tej metodzie cały ciężar pomiaru rzeczywistych potrzeb w zakresie użytkowania urządzeń spoczywa oczywiście na systemie normowania eksploatacji. Istnienie takiego systemu jest warunkiem powodzenia w stosowaniu omawianej metody.

Do zadań systemu normowania eksploatacji należy m.in.: tworzenie norm eksploatacyjnych, zapewnianie spójności norm, permanentna aktualizacja norm w oparciu o pomiar potrzeb,opracowywanie tabel norm - zamienników.

W metodzie "planowania w oparciu o normy" kryterium optymalizacji planu nie występuje w sposób jawny. Ukryte jest w kryteriach optymalizacji norm. Można powiedzieć, że plan jest na tyle optymalny na ile optymalne są normy. Wspomniany na wstępie problem konstruowania kryteriów optymalizacji planowania eksploatacji jest więc nadal otwarty - w omawianej metodzie rozpatrywany jest tylko wcześniej - na etapie określania - przygotowywania norm wykorzystywanych w planie.

Omawiana metoda ma również pewne wady, z których najistotniejsza wynika z faktu, że nie wszystko daje się unormować - występuje więc stały problem dopuszczalności odstępstw od norm /stopnia obligatoryjności poszczególnych norm/ oraz problem stopnia szczegółowości norm wykorzystywanych w planowaniu eksploatacji.

Często, na przykład, przedmiotem normowania jest czas eksploatacji urządzenia - norma określa łączny czas T eksploatacji danego typu urządzenia przy realizacji określonego zadania. Na czas ten składa się sumaryczny czas użytkowania urządzenia $t_{uż}$ i sumaryczny czas trwania wszystkich niezbędnych dla utrzymania urządzenia w stanie zdatności obsług t_{ob}.

Kryteria podziału całkowitego czasu eksploatacji T na $t_{uż}$ i t_{ob} często nie są jednoznacznie sprecyzowane.

Pion operacyjny wykorzystujący urządzenia do realizacji zadań jest zainteresowany w zwiększaniu $t_{uż}$ /nie zawsze uświadamiając sobie konieczność wykonania minimum niezbędnych obsług dla utrzymania urządzeń w stanie zdatności czyli pewnego niezbędnego t_{ob}/. Pion techniczny natomiast, odpowiedzialny za stan techniczny urządzeń, jest zainteresowany w zwiększaniu t_{ob}.

Jeżeli oprócz normy ustalającej wielkość T istnieje bardziej szczegółowa norma określająca wielkość t_{ob} w ten sposób, że np.:

$$\frac{t_{ob}}{T} = c \qquad \text{bądź} \qquad \frac{t_{ob}}{T} \geqslant c ,$$

to problem podziału czasu eksploatacji nie występuje.

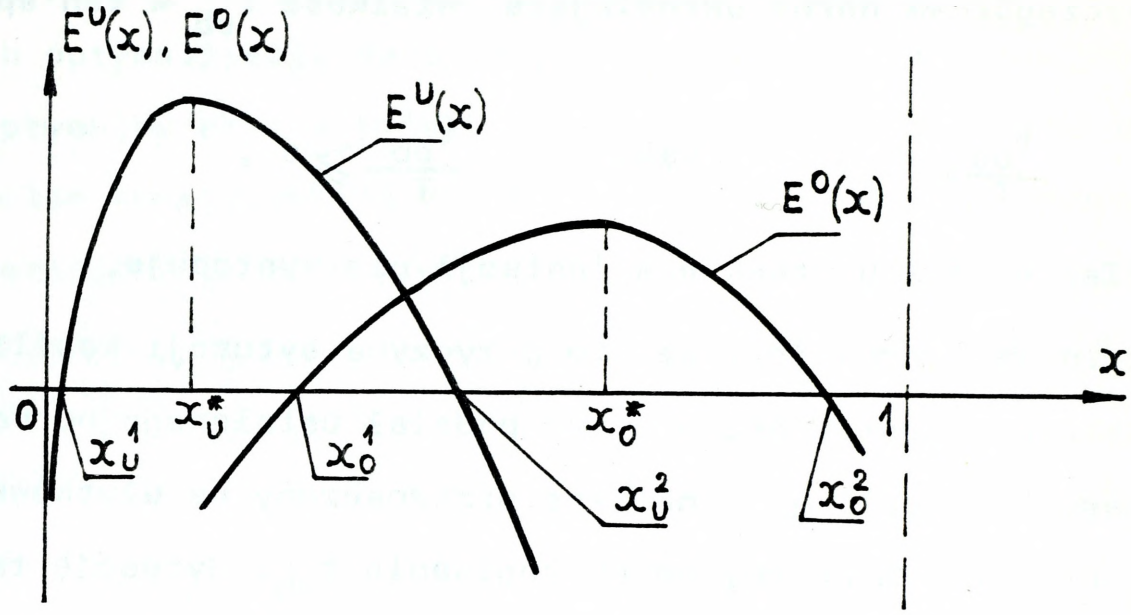
Brak takiej normy jest często przyczyną sytuacji konfliktowej, w której kwestią sporną jest podział ustalonego normatywnie czasu eksploatacji T na czas przeznaczony na użytkowanie $t_{uż}$ i czas przeznaczony na obsługiwanie t_{ob}. Sytuację taką opisano w [13]. Uczestnikami /stronami w konflikcie/ są : decydent systemu użytkowania i decydent systemu obsługiwania urządzeń, dla których ustalono normę T czasu eksploatacji.

Oznaczmy

$$\frac{t_{ob}}{T} = x \quad , \qquad \frac{t_{uż}}{T} = 1 - x \quad .$$

Załóżmy, że decydent systemu użytkowania potrafi określić E^U /x/ - funkcję efektów użytkowych i analogicznie, decydent systemu obsługiwania potrafi określić E^O /x/ - funkcję efektów obsługowych. Na rys.1.2 przedstawiono wykresy możliwych funkcji tego typu.

Dla przykładowej funkcji E^O/x/ istnieją takie x_o^1 i x_o^2, że dla $x < x_o^1$ /tzn. gdy na obsługę przeznacza się odpowiednio małą część globalnego czasu eksploatacji/ oraz dla $x > x_o^2$ /gdy na obsługę przeznacza się zbyt dużą część globalnego czasu eksploatacji/ funkcja przyjmuje wartości ujemne.



Rys. 1.2 Funkcja efektów użytkowych $E^U/x/$ i funkcja efektów obsługowych $E^O/x/$ - przykład.

Podobnie dla $E^U/x/$ istnieją x_u^1 i x_u^2 takie, że dla $x < x_u^1$ /czas użytkowania zbyt długi/ oraz dla $x > x_u^2$ /czas użytkowania zbyt krótki/ funkcja przyjmuje wartości ujemne. Istnieje również wartość $x_o^* = \frac{t_{ob}^*}{T}$, dla której uzyskuje się maksimum efektów obsługowych i wartość $x_u^* = \frac{t_{uż}^*}{T}$, dla której uzyskuje się maksimum efektów użytkowych, ale najczęściej $x_o^* \neq x_u^*$.

Warto zauważyć, że efekty użytkowe i efekty obsługowe na ogół nie są współmierne, co jest powodem określonych trudności przy konstruowaniu łącznego kryterium efektów eksploatacyjnych. Z drugiej strony trudno uznać rozwiązanie, maksymalizujące np. tylko efekty użytkowe, za najlepsze w sytuacji, gdy kierownictwo systemu eksploatacji oceniane jest również z punktu widzenia efektu obsługowego /co często ma miejsce w praktyce/ [18].

Problem podziału czasu eksploatacji można potraktować w takim przypadku jako problem optymalizacyjny z kryterium wektorowym $\langle E^u/x/,\ E^o/x/ \rangle$. W określonym obszarze zmienności x polepszanie rozwiązania w sensie kryterium użytkowego powoduje pogarszanie rozwiązania w sensie kryterium efektów obsługowych. Tego typu problemy optymalizacji wektorowej mogą być również opisane w kategoriach matematycznych modeli sytuacji konfliktowych. Interesujące jest, że również w przedsiębiorstwach cywilnych resortów gospodarki narodowej problem podziału czasu eksploatacji urządzeń łączy się bardzo często z sytuacją konfliktową w sferze kierowania eksploatacją. Walka służb utrzymania ruchu /głównych mechaników, głównych energetyków/ z decydentami produkcji o tzw. przestoje konserwacyjne urządzeń produkcyjnych, spory o czas trwania przeglądów profilaktycznych, problemy skracania, wydłużania, normowania cykli międzyremontowych, polemiki na temat trwałości eksploatacyjnej urządzeń, rozbieżności w ocenie efektywności urządzeń - to, w istocie rzeczy, różne przejawy sytuacji konfliktowych, w których przedmiotem sporu jest podział czasu eksploatacji. Konflikt ten wynika z ogólnych własności eksploatacji jako działania, będącego superpozycją dwu działań: użytkowania i obsługiwania. Użytkowanie prowadzi do utraty przez urządzenie pewnych cech - obsługiwanie do ich przywrócenia /odtworzenia/. W tym sensie skutki obydwu tych działań są dla urządzenia przeciwne. Konsekwencją może być niezgodność celów kierowania użytkowaniem i obsługiwaniem, niewspółmierność czy też nieporównywalność kryteriów decyzyjnych i w efekcie trudność zbudowania skalarnego wskaźnika ocenowego efektywności eksploatacji.

Problem podziału czasu eksploatacji można sformułować w postaci dwuosobowej gry o sumie niezerowej, której uczestnikami są: decydent systemu użytkowania podejmujący decyzję $x_u = \frac{t_{uż}}{T}$ i decydent systemu obsługiwania podejmujący decyzję $x_o = \frac{t_{ob}}{T}$.

Oprócz "planowania wahadłowego" i "planowania w oparciu o normy" stosowana jest jeszcze tzw. "metoda prognostyczna". Podstawą decyzji planistycznej jest wynik prognozowania intensywności λ użytkowania urządzeń z określonym horyzontem Δt. Prognozowana wielkość λ, bądź prognozowany przebieg procesu $\lambda/t/$ pozwalają wyznaczyć /na dany przedział czasu eksploatacji/ politykę obsługową, polegającą na określeniu intensywności μ odtwarzania /obsługiwania/ urządzeń bądź przebiegu procesu $\mu/t/$.

Efekty stosowania omawianej metody są silnie uzależnione od dokładności prognozowania. Można to zilustrować na przykładzie sytuacji opisanej w [10] jako problem planowania eksploatacji w warunkach wymiany generacji sprzętu. Permanentna wymiana generacji sprzętu wojskowego stwarza w systemach zabezpieczenia technicznego wojsk określoną sytuację eksploatacyjną, polegającą na konieczności użytkowania i obsługiwania równolegle dwóch /czasem więcej/ generacji określonego rodzaju techniki /wozów bojowych, samolotów, rakiet/. Decyzja o wycofaniu urządzeń starszej generacji często zaskakuje planistę eksploatacji. W okresie wymiany generacji występuje czasem wzrost intensywności użytkowania urządzeń starej generacji i nawet, gdy sumaryczna intensywność użytkowania /starej i nowej generacji/ nie odbiega zbytnio od prognozowanej - trudno jest przewidzieć jak rozdzieli się ona pomiędzy obydwie generacje.

W tej sytuacji aby, na przykład, odpowiedzieć na pytanie: - ile remontów /średnich czy kapitalnych/ wozów bojowych typu I /stara generacja/, a ile remontów wozów bojowych typu II /nowa generacja/ zaplanować w kolejnym Δt - stajemy przed koniecznością podjęcia decyzji w warunkach nieokreśloności. Sytuację pogarsza dodatkowo fakt, że często charakterystyki trwałościowo-niezawodnościowe, statystyka uszkodzeń, charakterystyki stanów granicznych, są dla urządzeń nowej generacji jeszcze nieznane lub niezweryfikowane w lokalnych warunkach eksploatacyjnych.

Załóżmy, że w danym Δt sumaryczna intensywność użytkowania urządzeń /starej i nowej generacji/ nie odbiega od intensywności prognozowanej i jest równa jedności.

Przyjmijmy też, że zaplanowana sumaryczna intensywność odtwarzania urządzeń /starej i nowej generacji/ jest równa intensywności użytkowania. Jeżeli urządzenia starej i nowej generacji obsługiwane są w dwu różnych systemach obsługiwania: odpowiednio SO_I i SO_{II}, to problem polega na podzieleniu zaplanowanej intensywności odtwarzania między SO_I i SO_{II} przy braku informacji jak "rozdzieli się" prognozowana intensywność użytkowania między urządzenia starej i nowej generacji.

Gdyby intensywność odtwarzania, realizowanego w SO_I zaplanowano równą μ, natomiast intensywność użytkowania urządzeń typu I /stara generacja/ była równa λ, to "przeciążenie" SO_I można mierzyć stosunkiem $\frac{\lambda}{\mu}$. Wtedy, jako kryterium podziału sumarycznej intensywności odtwarzania między SO_I i SO_{II} można przyjąć minimalizowanie maksymalnego "przeciążenia" obydwu systemów, tzn. minimalizowanie wielkości:

$$\max \left\{ \frac{\lambda}{\mu} \cdot \frac{1-\lambda}{1-\mu} \right\}. \qquad /1.1/$$

Do rozwiązania tak postawionego problemu można zastosować model gry, w której strategią gracza I jest wybór $\lambda \in /0;1/$, strategią gracza II wybór $\mu \in /0;1/$, zaś funkcją wypłaty jest /1.1/. Rozwiązanie gry przedstawione w [14] wyznacza optymalną strategię gracza II - $\mu^* = \frac{1}{2}$, co oznacza przydzielenie SO_I i SO_{II} po połowie sumarycznej intensywności odtwarzania. Natomiast dla gracza I optymalna jest strategia mieszana, polegająca na przyjęciu $\lambda = 0$ z prawdopodobieństwem $\frac{1}{2}$ i $\lambda = 1$ z prawdopodobieństwem $\frac{1}{2}$.

Jak widać najgorsza sytuacja wystąpi wtedy, gdy dla jednego typu urządzeń intensywność użytkowania będzie równa zeru. Wtedy jeden z systemów obsługiwania nie będzie wcale obciążony, podczas gdy drugi będzie przeciążony dwukrotnie.

Gdyby założyć, że planista /gracz II/ potrafi dodatkowo prognozować jak rozdzieli się sumaryczna intensywność użytkowania starej i nowej generacji /tzn.potrafi przewidywać wartości λ/, to oczywiście może zaplanować intensywność odtwarzania $\mu = \lambda$ i każdy z systemów obsługiwania będzie pracował bez przeciążenia, natomiast przy braku jakiejkolwiek informacji na temat wartości λ nie można wykluczyć dwukrotnego przeciążenia jednego z systemów obsługiwania. Jeżeli teraz założymy, że planista dysponuje częściową informacją o podziale intensywności użytkowania /między starą i nową generację/, to możliwe jest planowanie dopuszczalnego przeciążenia tym mniejszego, im "większy" jest obszar, w którym znaleźć się mogą przypuszczalne punkty podziału. Niech n.p. planista /gracz II/ przewiduje, że λ będzie zawarte w przedziale $[a,b]$, takim, że $0 < a \leqslant b < 1$.

Możemy w tym przypadku rozważać grę, w której zbiorem strategii gracza I jest przedział $[a, b]$, natomiast zbiorem strategii gracza II, jak poprzednio, przedział $(0, 1)$. Rozwiązując tę grę [10] uzyskujemy optymalną strategię gracza II

$$\mu^* = \frac{b}{1 + b - a} \qquad /1.2/$$

Optymalną strategią mieszaną gracza I będzie przyjęcie $\lambda = a$ z prawdopodobieństwem $\frac{1 - a}{1 + b - a}$ i $\lambda = b$ z prawdopodobieństwem $1 - \frac{1 - a}{1 + b - a}$.

Gdyby w tej sytuacji planista przewidywał, że n.p. intensywność użytkowania urządzeń starej generacji będzie stanowiła od 30% do 60% sumarycznej intensywności użytkowania /co oznacza, że $a = 0,3$, $b = 0,6$/, to powinien zgodnie z /1,2/ zaplanować dla SO_I : $\frac{0,6}{1 + 0,6 - 0,3} = 0,46$ czyli 46% sumarycznej intensywności odtwarzania i maksymalne przeciążenie 1,3 krotne.

Omówione trzy metody można traktować jako podstawowe. W praktyce planowania eksploatacji urządzeń wojskowych stosuje się obecnie rozmaite kombinacje tych metod np. "planowanie wahadłowe" połączone z "planowaniem w oparciu o normy" lub "metodę prognostyczną" powiązaną z "planowaniem w oparciu o normy", bądź też "planowanie wahadłowe" połączone z "metodą prognostyczną", jak również kompozycje wszystkich trzech metod.

W niniejszych rozważaniach nazwa "metoda" używana była zresztą dość arbitralnie, gdyż we wszystkich omawianych przypadkach trudno mówić o metodologicznie - naukowo uzasadnionych procedurach planistycznych. Są to w zasadzie pewne ukształtowane historycznie rutynowe reguły realizacji przedsięwzięć

planistycznych z zakresu eksploatacji urządzeń. W żadnym z omawianych przypadków nie występuje ścisłe sformułowanie problemu optymalizacji planu, trudno doszukać się kryteriów optymalności decyzji planistycznej, nie są dokładnie sprecyzowane ograniczenia.

Najbardziej kontrowersyjny jest problem kryteriów,funkcji, których argumentami są zmienne planistyczne takie jak resurs urządzeń, intensywność zużywania i odtwarzania resursu, czas przydzielany na użytkowanie i obsługiwanie, natomiast od wartości funkcji żąda się by odzwierciedlały różnego rodzaju niezbyt precyzyjnie określone "efekty eksploatacyjne". Jest to w istocie problem translacji z języka opisującego wysiłek eksploatacyjny służb technicznych wojska na język pozwalający opisać udział wysiłku eksploatacyjnego w osiągnięciach operacyjnych, szkoleniowych, w zabezpieczeniu potrzeb bytowych wojsk. Różne, proponowane dotychczas, funkcje - kryteria nie uzyskały akceptacji bądź to ze względu na zbyt wąskie - fragmentaryczne ujęcie owego udziału bądź też ze względu na dużą zmienność i niestabilność poglądów w zakresie oceny wysiłku eksploatacyjnego /szybka dezaktualizacja tendencji ocenowej reprezentowanej/.

W tej sytuacji coraz częściej pojawiają się propozycje zidentyfikowania "prawdziwych" funkcji użyteczności, którymi kierują się decydenci w zakresie planowania eksploatacji, a następnie wykorzystania tych funkcji do skonstruowania kryterium optymalizacyjnego. W pracy [7] /p.1.1/ przedstawiona została idea i podstawy matematyczne eksperymentu identyfikacyjnego /uogólnionej loterii von Neumannowskiej/, w wyniku którego uzyskiwać można wartości funkcji użyteczności wielowymia-

rowych /wektorowych/ wariantów decyzji planistycznych.

Praktycy, realizatorzy planów eksploatacji od dawna postulują, by w miejsce rozpatrywanego dotychczas jedynego wariantu planu, często zmienianego i korygowanego w trakcie realizacji, przygotowywać kilka wariantów, reprezentujących n.p. stanowiska czy poglądy decydentów systemu użytkowania i obsługiwania i w drodze negocjacji wyłaniać wariant kompromisowy.Postuluje się również by poszczególne warianty były tak opracowywane, by w trakcie realizacji planu istniała możliwość /w przypadku nieprzewidzianych okoliczności/ względnie płynnego przejścia z realizowanego wariantu planu na inny.

2. KLASYFIKACJA KONFLIKTOWYCH SYTUACJI DECYZYJNYCH W PLANOWANIU EKSPLOATACJI TECHNIKI WOJSKOWEJ

2.1. Podstawowe klasy sytuacji konfliktowych.

Przy omawianiu metod planowania eksploatacji techniki wojskowej /Rozdz.1/przedstawione zostały przykłady często spotykanych w praktyce sytuacji konfliktowych typu: "zapotrzebowanie - przydział jednostek pracy urządzeń", "podział czasu eksploatacji", "podział intensywności odtwarzania". Różnego rodzaju sytuacji konfliktowych związanych z eksploatacją techniki wojskowej jest oczywiście znacznie więcej. Planowanie eksploatacji należy do grupy czynności składających się na kierowanie eksploatacją techniki wojskowej. Planowanie eksploatacji, w świetle aktualnych przepisów, należy do obowiązków osób zajmujących stanowiska kierownicze w służbach technicznych na różnych szczeblach hierarchii organizacyjnej wojska.

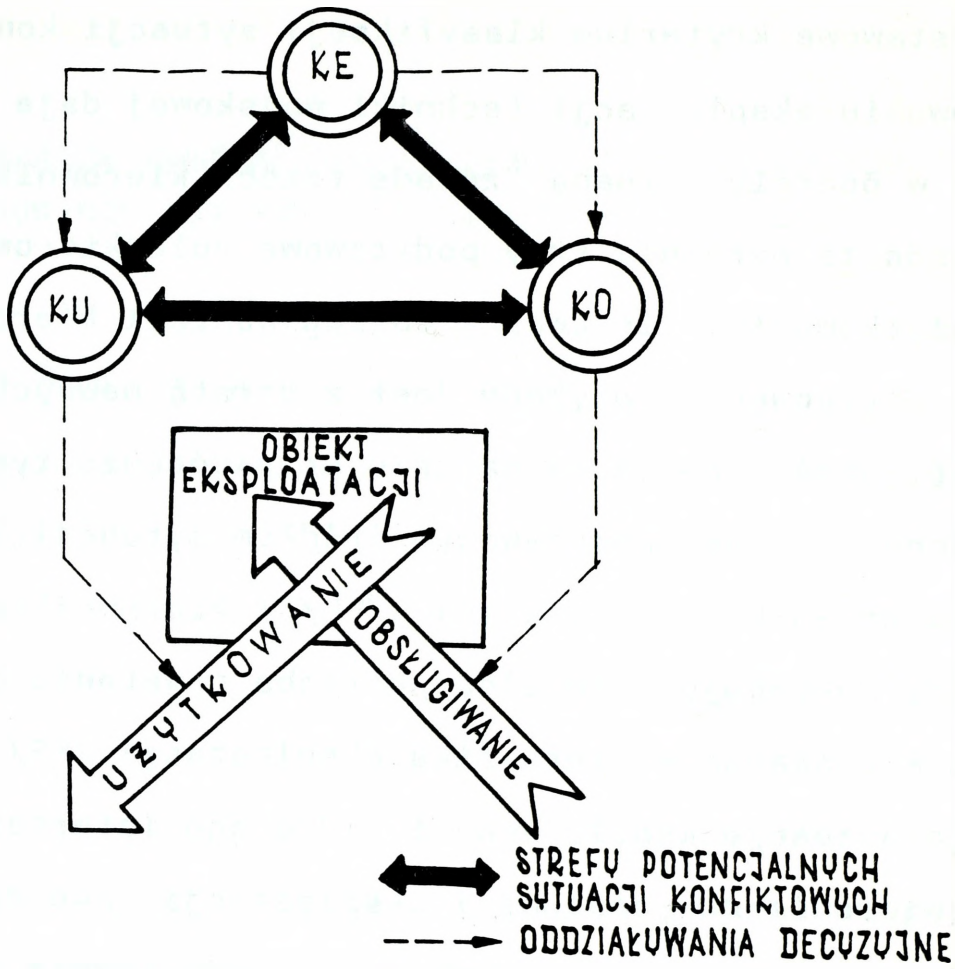
Jak wykazuje praktyka, konfliktowe sytuacje decyzyjne powstają zarówno na etapie formułowania założeń do planów eksploatacji, w trakcie opracowywania planów, w momencie ich zatwierdzania jak również w toku realizacji planów.

Duża różnorodność i częsta nietypowość - niepowtarzalność wielu sytuacji powoduje trudności w ujęciu ich w ramy precyzyjnej klasyfikacji. Szczególnie istotny jest problem sformułowania kryteriów klasyfikacyjnych. Pomocne okazują się w tym przypadku niektóre ustalenia teorii eksploatacji urządzeń [3,4], szczególnie w jej części dotyczącej modeli kierowania eksploatacją.

Podstawowe kryterium klasyfikacji sytuacji konfliktowych w planowaniu eksploatacji techniki wojskowej daje się np.sformułować w oparciu o znaną "zasadę trzech kierowników".

Zasada ta wyróżnia trzy podstawowe role kierownicze:kierownika użytkowania, kierownika obsługiwania i kierownika eksploatacji. Użytkowanie związane jest z utratą pewnych własności urządzeń, obsługiwanie ma na celu przywrócenie tych własności. Niezgodność ta jest podstawowym źródłem sytuacji konfliktowych między kierownikiem użytkowania /KU/ i kierownikiem obsługiwania /KO/. Występuje naturalna potrzeba powstania nadrzędnego poziomu kierowania - kierownika eksploatacji /KE/ - rozstrzygającego sytuacje konfliktowe i godzącego interesy stron z punktu widzenia racjonalności eksploatacji jako działania będącego superpozycją użytkowania i obsługiwania.Należy jednak również liczyć się z tym, że pojawienie się KE - nadrzędnego w stosunku do KU i KO, wprowadza dwie nowe płaszczyzny potencjalnych sytuacji konfliktowych typu "przełożony - podwładny" /rys.2.1/. Model złożonej, sterowanej gry eksploatacyjnej, w którym uwzględniono wszystkie trzy płaszczyzny i specyficzną rolę KE jako adaptora oddziaływującego na regulatory KU i KO i optymalizującego własności dynamiczne systemu sterowania eksploatacją przedstawiony został w pracy [15].

W typowym oddziale gospodarczym /OG/ w roli KE występuje szef służb technicznych - zastępca dowódcy OG, w roli KU np. dowódca pododdziału w którym użytkowany jest określony rodzaj sprzętu, w roli KO - dowódca pododdziału remontowego.



Rys.2.1. Strefy potencjalnych sytuacji konfliktowych w kierowaniu eksploatacją jako konsekwencja "zasady trzech kierowników".

Tak więc w oparciu o "zasadę trzech kierowników" sformułować można kryterium potencjalnych uczestników /KU,KO,KE/ i w oparciu o to kryterium wyróżnić:

1/ Sytuacje klasy KU - KO

2/ Sytuacje klasy KE - KU

3/ Sytuacje klasy KE - KO

Tak, na przykład, opisana w rozdziale 1, często spotykana w praktyce, sytuacja walki o podział całkowitego czasu eksploatacji T na czas użytkowania $t_{uż}$ i czas obsługiwania t_{ob} jest sytuacją klasy KU - KO, natomiast opisana również w rozdziale 1 sytuacja sporu o wielkość przydzielonego limitu jednostek pracy urządzeń /gra "zapotrzebowanie - przydział"/ jest

sytuacją klasy KE - KU.

Wyodrębnione trzy podstawowe klasy pozwalają na wstępne zakwalifikowanie aktualnie badanej sytuacji, co z kolei umożliwia rozpoczęcie przygotowań do identyfikacji funkcji użyteczności uczestników.

Dalszy podział podstawowych klas na podklasy wymaga wprowadzenia kolejnego kryterium klasyfikacyjnego. Kryterium to będzie konsekwencją różnorodności techniki eksploatacyjnej w typowej jednostce wojskowej.

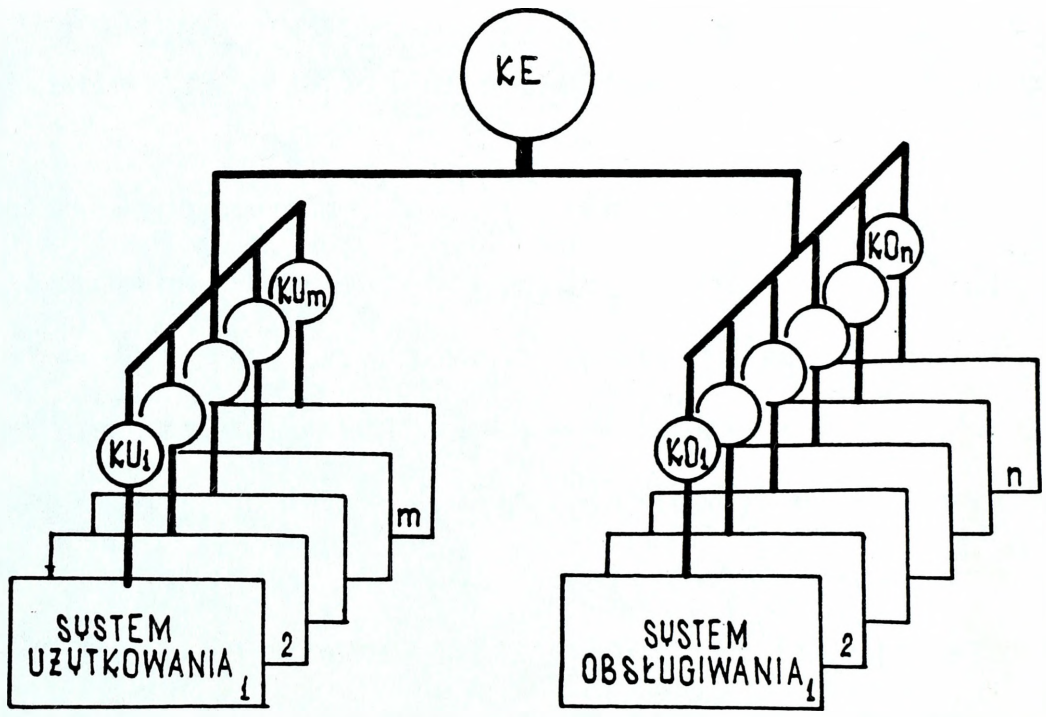
2.2. Podklasy wyróżnione ze względu na liczbę systemów użytkowania i obsługiwania /różnorodność techniki/

W typowej jednostce wojskowej np. w typowym pułku zmechanizowanym eksploatuje się wiele rodzajów techniki wojskowej m.in. technikę pancerną i samochodową, sprzęt artyleryjski i rakietowy, urządzenia radiolokacyjne i sprzęt łączności, sprzęt wojsk inżynieryjnych i chemicznych. Dla każdego z wymienionych rodzajów techniki istnieją odrębne zasady użytkowania i obsługiwania, obowiązują inne przepisy eksploatacyjne, instrukcje, inne normy użytkowe i obsługowe.

Kierującemu całością problematyki eksploatacyjnej szefowi służb technicznych podlega na ogół kilka systemów użytkowania i kilka systemów obsługiwania, przy czym często dwa rodzaje urządzeń, użytkowane w różnych systemach, obsługiwane są w tym samym systemie. Występują też sytuacje, że pewne urządzenia złożone, zawierające elementy techniki pancernej, radioelektronicznej, artyleryjskiej muszą być obsługiwane w dwu lub więcej systemach obsługiwania. Takich złożonych, wymagających wielu specjalizowanych obsług, urządzeń pojawia się w wojskach coraz więcej.

W planowaniu eksploatacji tych urządzeń fundamentalne znaczenie ma problem zsynchronizowania poszczególnych cykli obsługowych dla obsług realizowanych przez różne systemy na tym samym obiekcie. Na tym tle powstają liczne sytuacje konfliktowe, w których przedmiotem sporu są terminy rozpoczęcia i zakończenia poszczególnych rodzajów obsług, podział czasu między systemy obsługiwania, zakresy czynności obsługowych.

Ogólnie, przyjmując, że jest m systemów użytkowania i n systemów obsługiwania /rys.2.2/ można wyodrębnić



Rys.2.2. Potencjalni uczestnicy sytuacji konfliktowych wyodrębnionych ze względu na liczbę systemów użytkowania i obsługiwania.

następujące podklasy sytuacji;

1. W klasie KU - KO, podklasy $KU_1 - KO_1$, ... , $KU_1 - KO_n$, $KU_2 - KO_1$, ..., $KU_2 - KO_n$, ..., $KU_m - KO_1$, ...,$KU_m - KO_n$;
2. W klasie KE - KU, podklasy $KE - KU_1$, ..., $KE - KU_m$;
3. W klasie KE - KO, podklasy $KE - KO_1$, ..., $KE - KO_n$.

Na przykład w przedstawionym w rozdziale 1 /przy omawianiu "metody prognostycznej"/ problemie planowania eksploatacji w warunkach wymiany generacji sprzętu występują sytuacje należące do podklasy $KU_1 - KO_1$ i $KU_1 - KO_2$.

Dalsza rozbudowa klasyfikacji, wprowadzanie nowych kryteriów klasyfikacyjnych - powodują znaczne zwiększenie liczby potencjalnych typów sytuacji konfliktowych. Trzeba przy tym zauważyć, że nie wszystkie sytuacje są jednakowo prawdopodobne. Na każdym szczeblu hierarchii organizacyjnej wojska zróżnicowanie prawdopodobieństw wystąpienia poszczególnych sytuacji może być inne. Jest to osobny problem - oszacowanie prawdopodobieństw poszczególnych sytuacji mogłoby dostarczyć wiele interesujących danych do analizy i oceny systemu kierowania eksploatacją w skali całego wojska.

Wprowadzone dotychczas kryteria klasyfikacyjne dotyczyły rodzaju i liczby podmiotów - uczestników sytuacji konfliktowej. Dla celów opisu i modelowania istotne jest również wprowadzenie kryterium związanego z przedmiotem sporu. W planowaniu eksploatacji spór będzie dotyczył najczęściej wartości określonej zmiennej planistycznej lub zbioru zmiennych planistycznych.

2.3. Podklasy wyróżnione ze względu na zmienne planistyczne /przedmiot sporu/.

W rozdziale pierwszym przedstawione zostały przykłady sytuacji konfliktowych, w których przedmiotem sporu były wartości takich wielkości eksploatacyjnych jak zapotrzebowany i przydzielony zasób jednostek pracy urządzeń /resurs, potencjał użytkowy/, czas przeznaczony na użytkowanie i obsługiwanie urządzeń , intensywność użytkowania i obsługiwania

urządzeń /zużywania i odtwarzania resursu/. W planowaniu eksploatacji techniki wojskowej, oprócz wymienionych wielkości, zmiennymi decyzyjnymi są: liczba zadań użytkowych i terminy ich realizacji /harmonogram użytkowania/, liczba obsług i terminy ich realizacji /harmonogram obsługiwania/,jakość użytkowania i obsługiwania /rozumiana jako kwalifikacje, kategorie, klasy specjalistów użytkujących i obsługujących urządzenia/.

Oznaczmy przez

$$\mathbb{P} = \{ p_1, \ldots, p_k, \ldots, p_K \}$$

zbiór wszystkich zmiennych planistycznych.

Przyporządkowując podklasie wyodrębnionej w p.2.2 podzbiór $P \in 2^{\mathbb{P}}$ otrzymujemy kolejną podklasę sytuacji konfliktowych. W tym przypadku, podobnie jak poprzednio, nie wszystkie z wyróżnionych podklas będą jednakowoprawdopodobne i oszacowanie prawdopodobieństw ich występowania na różnych poziomach hierarchii organizacyjnej jest osobnym problemem.

Przyjmując $\lambda = p_k$ i $\mu = p_l$ możemy n.p. sytuację z rozdziału pierwszego /przedstawioną przy omawianiu "metody prognostycznej"/ sklasyfikować jako

$$\langle KU_1 - KO_1 ; \{ p_k, p_l \} \rangle$$

Sytuacja ta będzie występowała częściej na wyższych szczeblach hierarchii w porównaniu n.p. z sytuacją "podziału czasu"

$$\langle KU_1 - KO_1 ; \{ p_i, p_j \} \rangle ,$$

gdzie: $p_i = t_{uż}$, $p_j = t_{ob}$.

Z kolei sytuacje $\langle KE - KU_i, \{ p_r \} \rangle$, gdzie p_r - resurs jednostek pracy urządzeń,charakterystyczne dla "metody wahadłowej" będą przypuszczalnie występować jednakowo często na

wszystkich szczeblach hierarchii.

W pracy /p.3.3.2/ opisane zostały sytuacje

$$\langle KU_1 - KO_1 ; \{p_r, p_k, p_l\} \rangle ,$$

$$\langle KU_1 - KO_2 ; \{p_s, p_m, p_n\} \rangle ,$$

gdzie:

p_r - zużycie resursu urządzeń typu I,

p_s - zużycie resursu urządzeń typu II,

p_k - intensywność zużywania resursu urządzeń typu I,

p_l - intensywność odtwarzania resursu urządzeń typu I,

p_m - intensywność zużywania resursu urządzeń typu II,

p_n - intensywność odtwarzania resursu urządzeń typu II.

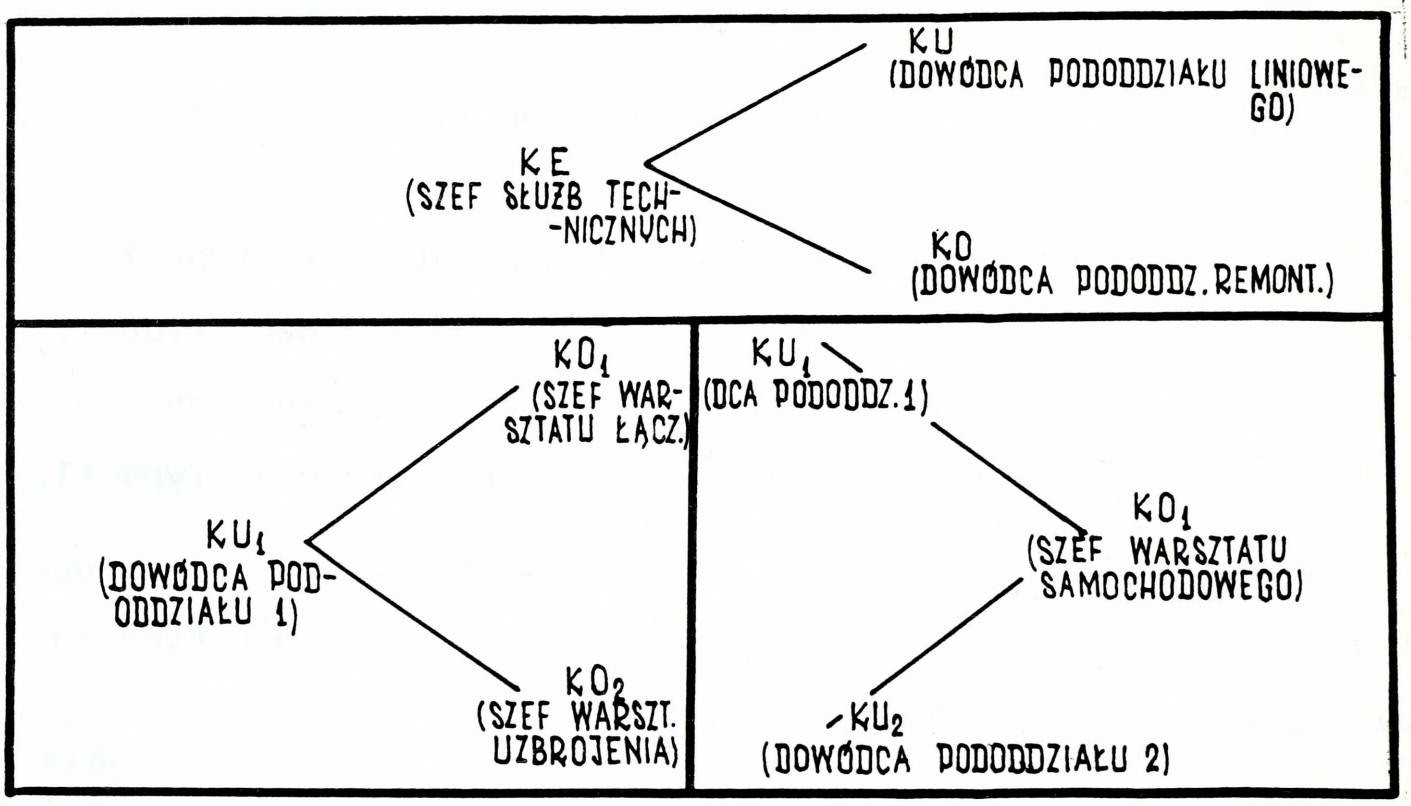
Obydwa typy urządzeń użytkowane są w jednym systemie, podległym KU_1, natomiast obsługiwane są w dwu różnych systemach podległych odpowiednio KO_1 i KO_2.

2.4. Sytuacje złożone i koalicyjne.

Proponowana klasyfikacja sytuacji konfliktowych w planowaniu eksploatacji techniki wojskowej jest, po pierwsze, klasyfikacją a priori t.zn. przed specyfikacją strategii uczestników, określeniem ich funkcji użyteczności i funkcji wypłat. Określenie zbiorów strategii, funkcji użyteczności i skonstruowanie funkcji wypłat /rozdz.3 niniejszego opracowania/ pozwala przyporządkować każdej z apriorycznych sytuacji - model gry i przejść na formalną klasyfikację istniejącą na gruncie teorii gier.

Po drugie klasyfikowane są sytuacje elementarne z dwoma uczestnikami. W praktyce kierownik eksploatacji KE może uczestniczyć jednocześnie w kilku sytuacjach konfliktowych elementarnych np. KE - KU_1, KE - KU_2, ... itd. Podobnie n.p. KU_1 może uczestniczyć w kilku sytuacjach elementarnych typu

$KU_1 - KO_1$, $KU_1 - KO_2$, itd. Przydatne okazuje się wtedy pojęcie sytuacji złożonej. Przykłady sytuacji złożonych z dwóch sytuacji elementarnych przedstawione zostały na rys.2.3.



Rys. 2.3. Przykłady złożonych sytuacji konfliktowych.

Jeżeli określone zostaną zbiory strategii, funkcje użyteczności i funkcje wypłat w sytuacjach elementarnych, aparat formalny wprowadzony w pracy [7] /2.1.3, 2.2.2/ pozwala realizować złożenia sytuacji elementarnych i znajdować strategie optymalne uczestników w sytuacjach złożonych.

Inny natomiast interesujący problem wiąże się z przyjęciem założenia o możliwości tworzenia koalicji przez uczestników sytuacji.

W praktyce planowania eksploatacji urządzeń wojskowych zdarzają się przypadki tworzenia koalicji, których uczestnicy uzgadniają swe decyzje odnośnie n.p. wariantów propozycji

planistycznych - sytuacje takie występują m.in. w związku z opisaną w rozdziale pierwszym "metodą wahadłową" w problematyce planowania limitu resursu jednostek pracy urządzeń. Już na poziomie kryterium "trzech kierowników" można rozważać potencjalne sytuacje koalicyjne: $\{KU, KO\} - \{KE\}$, $\{KU\} - \{KO, KE\}$, $\{KO\} - \{KU, KE\}$.

Przy dalszej klasyfikacji /kryterium liczby systemów użytkowania i obsługiwania/ liczba możliwych wariantów koalicji znacznie wzrasta n.p. w przypadku dwu systemów użytkowania i dwu systemów obsługiwania zbiór potencjalnych uczestników jest 5-cio elementowy $\{KE, KU_1, KU_2, KO_1, KO_2\}$ i wszystkich potencjalnych sytuacji koalicyjnych jest 67.

Możliwe są n.p. sytuacje koalicyjne

$$\{KE, KU_1, KO_1\} - \{KU_2, KO_2\},$$
$$\{KE\} - \{KU_1, KU_2\} - \{KO_1, KO_2\},$$
$$\{KE, KO_1, KO_2\} - \{KU_1, KU_2\} \text{ i t.p.}$$

Spośród wszystkich potencjalnych sytuacji koalicyjnych jedne są mniej, inne bardziej prawdopodobne. Oszacowanie prawdopodobieństw wystąpienia poszczególnych sytuacji koalicyjnych pozwoliłoby uzyskać interesujący obraz "konfliktowości" aktualnego systemu kierowania eksploatacją. Sytuacje koalicyjne nie były przedmiotem rozważań pracy [7]. Jest to niewątpliwie interesujący kierunek ewentualnych dalszych badań nad możliwością zastosowań, w omawianej problematyce, teorii gier wieloosobowych, aparatu funkcji charakterystycznych i różnych koncepcji rozwiązań gier wieloosobowych.

3. METODYKA WARIANTOWEGO PLANOWANIA EKSPLOATACJI URZĄDZEŃ WOJSKOWYCH

3.1. Podstawowe założenia

Proponowana metoda planowania wariantowego w istotny sposób różni się od metod opisanych w rozdziale 1. W omawianych metodach występuje, w zasadzie, jeden tylko wariant planu, czy propozycji planistycznej, ewentualnie modyfikowany w procesie planowania bądź korygowany w procesie realizacji planu. Planowanie wariantowe wychodzi naprzeciw licznym postulatom usprawnienia dotychczasowych metod planowania, głównie w kierunku zwiększenia elastyczności planowania, urealnienia planów, zwiększenia swobody decyzyjnej realizatorów planów, tworzenia rezerw i możliwości zmian wariantów w przypadku zaistnienia nieprzewidzianych lub przewidzianych warunkowo okoliczności.

Podstawowe założenia proponowanej metody można sformułować następująco.

1/ Do opracowania planu powołuje się zespół złożony z przedstawicieli wszystkich systemów użytkowania i obsługiwania, których plan będzie dotyczył oraz przedstawiciela kierownika eksploatacji.

2/ Uczestnicy zespołu przygotowują t.zw. pierwotne warianty planistyczne. Przedstawiciel każdej ze stron ma obowiązek przygotować trzy warianty:

- wariant podstawowy, zabezpieczający wszystkie uzasadnione potrzeby danego systemu,

- wariant warunkowy, uwzględniający przewidywane zmiany w systemie /np. rozwój bazy obsługowej, czy wymianę generacji sprzętu/,
- wariant z rezerwą /zapasem/ na nieprzewidziane okoliczności.

3/ Istnieje możliwość oceny użyteczności wszystkich wariantów.

4/ Stanowisko decydenta nadrzędnego w stosunku do zespołu planującego /decydenta, który zatwierdza plan/ wyrażone jest w postacji funkcji wypłat [7] /p.3.3.1/ dla każdego z uczestników.

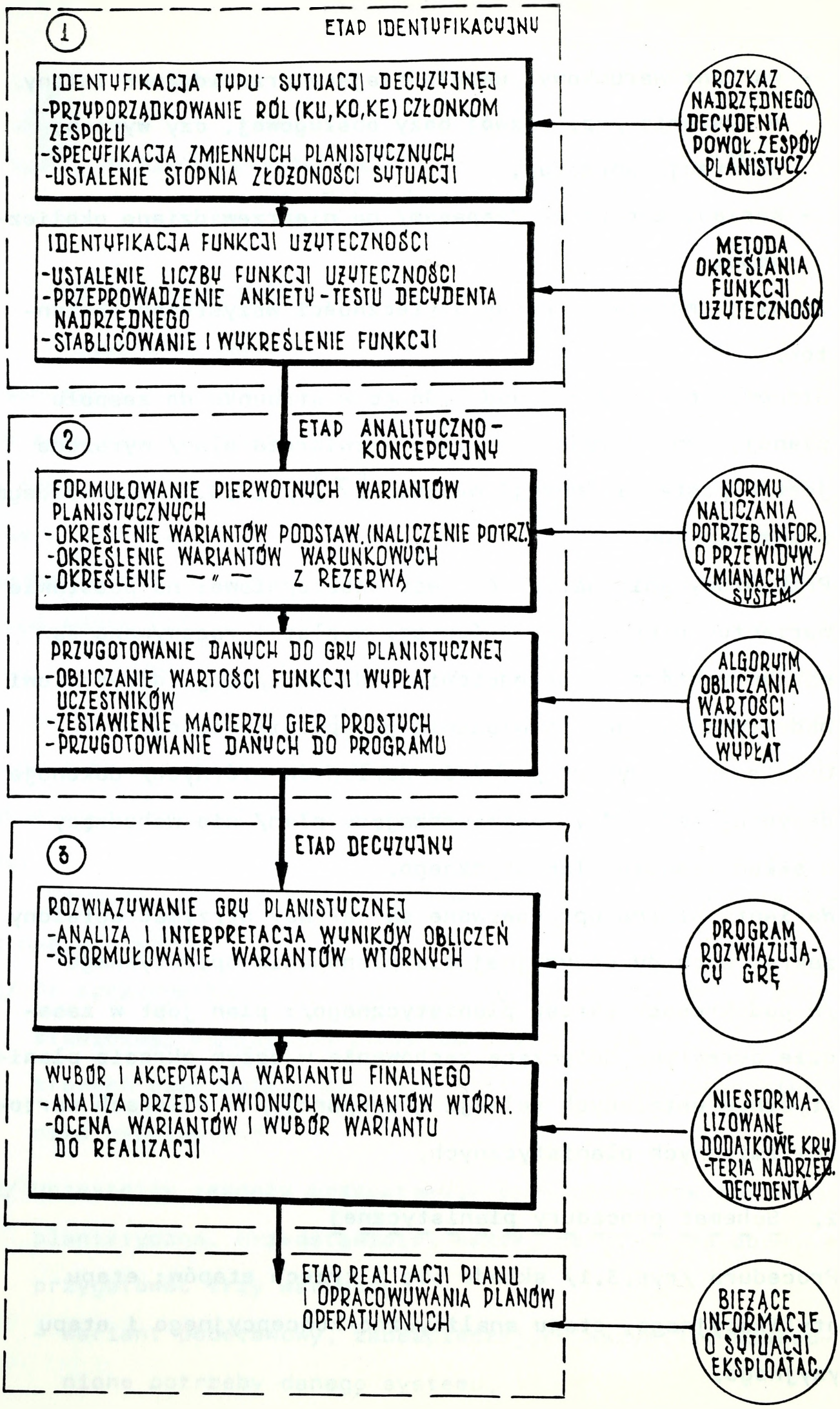
5/ Przygotowywanie wariantów jest dwustopniowe: na podstawie wariantów pierwotnych i funkcji wypłat opracowywane są warianty wtórne i przedstawione do akceptacji decydentowi nadrzędnemu, jako rozwiązania gry planistycznej.

6/ Ostatecznego wyboru /spośród wariantów wtórnych/ dokonuje decydent nadrzędny /zatwierdzający plan/ nie wchodzący w skład zespołu planistycznego.

7/ Warianty wtórne opracowywane są tak aby utrzymać ustalony zakres swobody decyzyjnej dla planowania operatywnego /w podokresach okresu planistycznego/: plan jest w zasadzie dyrektywą dotyczącą zachowania w całym okresie planistycznym ustalonych relacji /proporcji/ w zbiorach wartości zmiennych planistycznych.

3.2. Schemat procedury planistycznej

Procedura /rys.3.1/ składa się z trzech etapów: etapu identyfikacyjnego, etapu analityczno-koncepcyjnego i etapu decyzyjnego.



Rys.3.1. Schemat procedury planistycznej.

Dodatkowo zaznaczony został etap realizacji planu i opracowywania planów operatywnych.

Etap identyfikacyjny obejmuje dwie grupy czynności /dwa bloki/: identyfikację typu sytuacji decyzyjnej i identyfikację funkcji użyteczności. Etap ten zostanie szczegółowo opisany w p.3.3.

Etap analityczno-koncepcyjny obejmuje kolejne dwie grupy czynności /dwa bloki/: formułowanie pierwotnych wariantów planistycznych i przygotowywanie danych do gry planistycznej. Etap ten zostanie szczegółowo opisany w p.3.4.

Etap decyzyjny obejmuje również dwie grupy czynności /dwa bloki/: rozwiązywanie gry planistycznej /określenie wariantów wtórnych/ i wybór wariantu finalnego oraz jego akceptację. Etap ten zostanie szczegółowo opisany w p.3.5.

Etap realizacji planu i opracowywania planów operatywnych przedstawiony został dla zilustrowania sposobów interpretacji finalnego wariantu planu i wykorzystania go przy opracowywaniu planów operatywnych na ustalone podokresy podstawowego okresu planistycznego. Na rys.3.1 zaznaczono również dodatkowe informacje z których korzysta się na poszczególnych etapach i których istnienie warunkuje realizację procedury.

3.3. Etap identyfikacyjny

Podstawą rozpoczęcia realizacji procedury planistycznej jest rozkaz /zarządzenie/ wyższego przełożonego powołujący zespół planistyczny /o określonym składzie/ i precyzujący zadania planistyczne.

Pierwsza grupa czynności /blok: "Identyfikacja typu sytuacji decyzyjnej"/ ma na celu uświadomienie wszystkim członkom zespołu w jakiej sytuacji decyzyjnej /w sensie klasyfikacji przedstawionej w rozdziale 2/ będą znajdowali się w trakcie opracowywania planu.

W zespole mogą znaleźć się przedstawiciele kierowników różnych podsystemów w strukturze organizacyjnej danej jednostki - w związku z tym każdy z członków zespołu powinien określić w jakiej roli będzie występował /KU, KO, KU_i, KO_j, KE/. Następnie należy wyspecyfikować istotne dla danego zadania zmienne planistyczne /resurs, potencjał użytkowy, czas przeznaczony na użytkowanie i obsługiwanie, intensywność użytkowania i obsługiwania itp./. Ważne jest również ustalenie czy sytuacja jest złożona w sensie p.2.4.

Uświadomienie sytuacji decyzyjnej na samym początku procedury planistycznej pozwala uniknąć wielu nieporozumień w trakcie dalszych etapów i zobowiązuje uczestników do konsekwencji w reprezentowaniu swych ról i przestrzeganiu reguł procedury.

Druga grupa czynności /blok: "Identyfikacja funkcji użyteczności"/ ma na celu liczbowe odwzorowanie poglądów decydenta nadrzędnego /stawiającego zadanie planistyczne/ na racjonalność /jakość, poprawność/ eksploatacji i kategorie jej oceny /użyteczność operacyjna, szkoleniowa, ekonomiczna/. W tym celu [12] należy ustalić przede wszystkim liczbę identyfikowanych funkcji użyteczności. W przypadku urządzeń eksploatowanych dla zabezpieczenia potrzeb operacyjnych, szkoleniowych i gospodarczych /np. samochodów ciężarowych/ rozważyć należy 3 funkcje użyteczności /operacyjnej, szkoleniowej i gospodarczej/ [11,12],

w przypadku urządzeń eksploatowanych dla zabezpieczenia potrzeb operacyjnych i szkoleniowych /np. wozów bojowych/ odpowiednio dwie funkcje, w przypadku urządzeń eksploatowanych tylko dla celów operacyjnych /np. niektórych stacji radiolokacyjnych/ - jedną funkcję użyteczności operacyjnej.

W sensie pracy [7] /p.1.2, wzór 1.20/ jest to identyfikacja pola użyteczności.

Po ustaleniu liczby funkcji użyteczności /wymiaru c identyfikowanego pola użyteczności/ należy przeprowadzić ankietę - test w celu uzyskania wartości liczbowych tych funkcji. Przygotowując ankietę - test wykorzystać można różne metody określania funkcji użyteczności. Jedną z takich metod,będącą uogólnieniem metody von Neumanna - Morgensterna na przypadek, gdy alternatywy decyzyjne są wektorami / w planowaniu eksploatacji składowymi wektora będą takie zmienne planistyczne jak n.p. resurs urządzeń, czas użytkowania, czas obsługiwania, intensywność zużywania resursu/ przedstawiono w pracy [7] /p.1.1/.

Oprócz metody von Neumanna - Morgensterna istnieją jeszcze inne metody np. zmodyfikowana metoda von Neumanna-Morgensterna [6], metoda Ramsey'a [1], Bernoulli'ego [21], dające się również uogólnić na przypadek wektorowych alternatyw decyzyjnych.

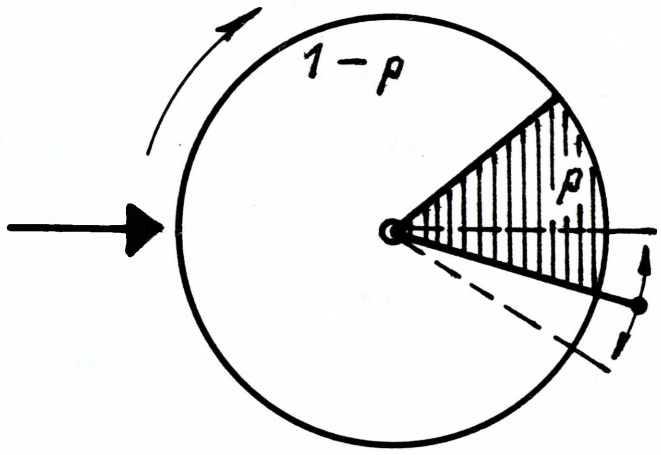
Przykłady ankiet - testów przedstawiono w pracach [2,21]

Przebieg typowej ankiety - testu jest następujący.

1/ Wyznaczenie alternatyw skrajnych /najlepszej i najgorszej/,

2/ Normalizacja funkcji użyteczności /np.przez przyporządkowanie alternatywie najgorszej wartości 0 i alternatywie najlepszej - wartości 1/.

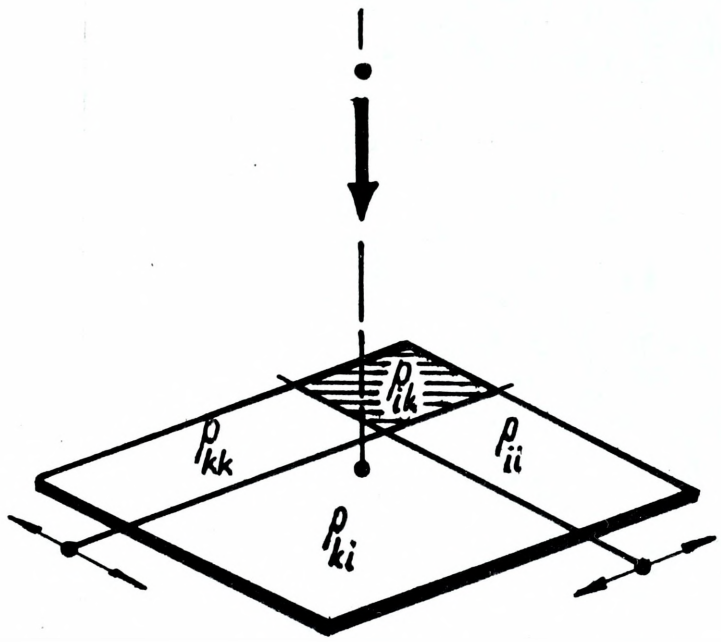
3/ Uzyskanie punktu nieodróżnialności alternatywy badanej /np. w metodzie von Neumanna - Morgensterna/ z loterią alternatyw skrajnych na drodze pytań i odpowiedzi lub poprzez test z zastosowaniem mechanizmu losowego. Testowany ustala strukturę mechanizmu losowego /rys.3.2/ t.zn.określa prawdopodobieństwa p i 1-p, przy których zgodziłby się na losowanie alternatywy odpowiednio najgorszej i najlepszej zamiast uzyskania napewno alternatywy badanej. Ustalone przez testowanego p jest właśnie punktem nieodróżnialności - użytecznością alternatywy badanej.



Rys.3.2. Mechanizm losowy realizujący loterię jednowymiarową.

Dla wyznaczania użyteczności alternatyw będących wektorami można wykorzystać loterię zaproponowaną w pracy [7] /p.1.1. przykład 1.1.2/.

Propozycja odpowiedniego mechanizmu losowego przedstawiona została na rys.3.3.



Rys.3.3. Mechanizm losowy realizujący loterię dwuwymiarową.

4/ Powtórzenie punktu 3 dla kolejnych, zmieniających się alternatyw decyzyjnych, tak aby pokryć możliwie gęsto zakres zmienności alternatyw.

5/ Stablicowanie i sporządzenie wykresu funkcji użyteczności.

6/ Powtórzenie punktów 1 ÷ 5 dla wszystkich identyfikowanych funkcji użyteczności.

Wynikiem etapu identyfikacyjnego powinno być uzyskanie wykresów /w najgorszym przypadku ustalonych arbitralnie przebiegów orientacyjnych, czy hipotetycznych/ wszystkich funkcji użyteczności.

3.4. Etap analityczno-koncepcyjny

W ramach pierwszej grupy czynności etapu analityczno-koncepcyjnego /blok: "Formułowanie pierwotnych wariantów planistycznych"/ każdy z członków zespołu powinien sformułować trzy pierwotne warianty planistyczne.

Wariant podstawowy /t.zw. pesymistyczny/ powinien odzwierciedlać zdanie /pogląd/ uczestnika zespołu na temat zabezpieczenia minimum potrzeb systemu, który reprezentuje. To minimum potrzeb /w postaci wartości liczbowych odpowiednich zmiennych planistycznych/ nalicza się w oparciu o obowiązujące instrukcje, normy /o ile istnieją/, dodatkowe zarządzenia, wykorzystując również doświadczenia minionych okresów planistycznych.

Wariant warunkowy zawiera wartości zmiennych planistycznych wariantu podstawowego powiększone /zmniejszone/ w stopniu odzwierciedlającym posiadane przez uczestnika informacje o przewidywanych zmianach we własnym systemie.

Jeżeli uczestnik jest np. reprezentantem systemu obsługiwania, to może posiadać informacje o mających nastąpić w trakcie okresu planistycznego modernizacjach bazy obsługowej, usprawnieniach technologii realizacji obsług /remontów, przeglądów itp/ bądź odwrotnie - o spodziewanym niedoborze części zamiennych, braku kwalifikowanych kadr obsługowych, uszczupleniu bazy obsługowej.

Przygotowanie wariantu warunkowego jest bardzo ważnym elementem prezentowanej metodyki - jest wyjściem naprzeciw licznym postulatom i uwagom krytycznym na temat zgodności dotychczas opracowywanych planów eksploatacji z rzeczywistością.

Zdaniem praktyków już sama próba opracowania takiego planu /chociażby tylko "sztuka dla sztuki"/ i ewentualne zapoznanie z nim przełożonych umożliwiłoby /i często umożliwia/ uniknięcie wielu sytuacji konfliktowych w trakcie realizacji planu.

Wariant z rezerwą /t.zw.optymistyczny/ powinien odzwierciedlać pogląd uczestnika na maksimum zabezpieczenia potrzeb własnego systemu, jakiego można domagać się w określonej sytuacji. Wielkość rezerwy /w każdej ze zmiennych planistycznych/ ustalana jest na podstawie analizy dotychczasowych przyczyn niezrealizowania planów, w szczególności czynników losowych, nieprzewidzianych sytuacji itp. Opracowywanie planów z rezerwą jest novum w wielu dziedzinach gospodarki narodowej. Poglądy na sposób wyznaczania wielkości tworzonej w planie rezerwy są znacznie zróżnicowane. W sferze planowania eksploatacji poszukiwanie metod wyznaczania wielkości rezerw jest bardzo istotnym zagadnieniem wymagającym osobnego potraktowania i wielu badań i przemyśleń.

Informacja źródłowa zawarta w 3-ch pierwotnych wariantach planistycznych każdego uczestnika zostanie w dalszym ciągu procedury przetworzona. W proponowanej metodzie możliwe jest, że wariant finalny nie będzie żadnym z wariantów pierwotnych żadnego z uczestników, ale nie oznacza to, że wariant finalny jako produkt obróbki wszystkich przedstawionych wariantów pierwotnych nie będzie zawierał informacji uzyskanych /poprzez opracowanie wariantów pierwotnych/ od uczestników. Celem uruchomiania, w następnym etapie, mechanizmu gry planistycznej będzie między innymi wyważenie poglądów i postulatów uczestników, zawartych w wariantach pierwotnych.

Możliwa jest również sytuacja /w przypadku uzyskania rozwiązania gry w strategiach czystych/, że wariant finalny będzie jednym z wariantów pierwotnych, zgłoszonych przez któregoś z uczestników, uzyskanym również w wyniku wyważenia /mechanizm gry: punkty równowagi, strategie równowagi, jest swego rodzaju wagą decyzyjną/ wszystkich informacji zawartych w wariantach pierwotnych.

Druga grupa czynności /blok: "Przygotowanie danych do gry planistycznej"/ ma na celu uruchomienie mechanizmu gry planistycznej. Mechanizm ten działa w następujący sposób.

1/ Na podstawie uzyskanych w etapie identyfikacyjnym funkcji użyteczności odczytywane są wartości poszczególnych funkcji użyteczności dla wszystkich przedstawionych wariantów pierwotnych. Wartości te zestawiane są w tabelach / W pracy [7] n.p. tabele: 3.3.3 i 3.3.4/.

2/ W oparciu o odczytane wartości funkcji użyteczności oblicza się wartości funkcji wypłat dla uczestników gry planistycznej. Funkcje wypłat /algorytm wyliczania ich wartości/ są określone przez decydenta nadrzędnego, który w grze planistycznej pełni specyficzną rolę - organizatora gry. Rola ta wyraża się między innymi w postaci funkcji wypłat dla uczestników gry. Jest to rola oceniająco - mediacyjna t.zn. funkcje wypłat wyrażają ocenę /przez decydenta nadrzędnego/ jakości przedstawionych wariantów, przy czym jest to ocena łączna - w przypadku np. dwu uczestników /KU i KO/ oceniany jest każdy wariant przedstawiony przez jednego z nich /np. X_1^{KU}/ w zestawieniu ze wszystkimi wariantami przedstawionymi przez drugiego /np. z X_1^{KO}, X_2^{KO}, X_3^{KO}/ i odwrotnie.

Uzyskuje się w ten sposób dwie macierze wypłat /gra dwumacierzowa/. Istota wspomnianego wyważania poglądów przejawia się właśnie w tym, że funkcje wypłat wyrażają poglądy decydenta nadrzędnego na wszystkie możliwe zestawienia wariantów pierwotnych. Dla spełnienia oceniająco - mediacyjnej roli funkcje wypłat powinny posiadać następujące własności:

- większą wartość funkcji wypłat uzyskuje uczestnik,którego wariant ma wyższą użyteczność /rola oceniająca/;
- jeżeli przedstawione warianty mają równą użyteczność, to wypłaty dla uczestników, którzy je przedstawili są równe /rola oceniająca/;
- preferowane są zestawienia wariantów o niewielkiej różnicy użyteczności /rola mediacyjna/;
- najwyższe wypłaty otrzymują uczestnicy wtedy, gdy przedstawiają warianty o użyteczności wysokiej i niewiele się różniącej /rola mediacyjna/.

Przykłady funkcji wypłat o takich własnościach przedstawiono w pracy [7] /rozdział 3 : wzory 3.18, 3.19/.

3/ Obliczane wartości funkcji wypłat wypełniają macierze gry - w przypadku sytuacji prostych, w których bierze udział dwu uczestników będą to dwie macierze wypłat odpowiednio dla każdego uczestnika /gra dwumacierzowa/; w sytuacjach złożonych zestawiane będą po dwie macierze na każdą sytuację prostą wchodzącą w skład sytuacji złożonej /w pracy [7] p. 3.3.2/.

4/ Do programu rozwiązującego grę /praca [7], zał.2/ wprowadzane są następujące dane:

- w przypadku sytuacji prostych: znacznik sytuacji prostych, wymiary dwóch macierzy gry, kolejno wierszami macierze wypłat dla uczestnika 1 i uczestnika 2;
- w przypadku sytuacji złożonych : znacznik sytuacji złożonych, wymiary dwóch macierzy gry prostej I, wymiary dwóch macierzy gry prostej II i kolejno wierszami po dwie macierze gry I i gry II.

Wprowadzenie danych do programu rozwiązującego grę planistyczną kończy etap analityczno - koncepcyjny.

3.5. Etap decyzyjny

Etap decyzyjny rozpoczyna się z chwilą uzyskania wyników programu rozwiązującego grę planistyczną.

Pierwsza grupa czynności /blok : "Rozwiązywanie gry planistycznej"/ obejmuje analizę i interpretację wyników obliczeń oraz formułowanie wtórnych wariantów planistycznych.

Można oczekiwać dwu postaci rozwiązań /jako wyniku działania programu/;

- rozwiązania w strategiach czystych,
- rozwiązania w strategiach mieszanych.

W pierwszym przypadku analiza i interpretacja wyników nie stwarza większych trudności: rozwiązanie w strategiach czystych oznacza po prostu wyselekcjonowanie, spośród wszystkich przedstawionych wariantów pierwotnych, po jednym wariancie reprezentującym każdego z uczestników - optymalnym jako strategia w grze planistycznej.

W przypadku dwu uczestników będą to dwa warianty pierwotne /n.p. wariant optymistyczny uczestnika 1 i wariant warunkowy uczestnika 2/. Warianty te /już jako wtórne - po rozegraniu gry planistycznej/ będą następnie przedstawione do akceptacji decydentowi nadrzędnemu.

W przypadku uzyskania rozwiązania w strategiach mieszanych istotna jest interpretacja strategii mieszanej.

Strategia mieszana przyporządkowuje liczby z przedziału [0,1] i sumujące się do jedności poszczególnym strategiom czystym. Liczby te interpretowane są jako prawdopodobieństwa, częstości, proporcje /udziały/ strategii czystych. W rozważanej metodyce interpretacja strategii mieszanej jest silnie uzależniona od typu zmiennych planistycznych składających się na strategię czystą.

Jeżeli n.p. strategie czyste oznaczają rodzaje obsług profilaktycznych wykonywanych na urządzeniach, to strategia mieszana może oznaczać udział poszczególnych rodzajów obsług w całym procesie obsługiwania, bądź prawdopodobieństwa z jakimi poszczególne rodzaje obsług profilaktycznych powinny być realizowane. Jeżeli strategią czystą jest rodzaj przedsięwzięcia, dla realizacji którego urządzenia będą wykorzystywane, to strategia mieszana może oznaczać podział całkowitego resursu urządzeń na poszczególne przedsięwzięcia.

W przypadku uzyskania rozwiązania w strategiach mieszanych sformułowanie wtórnych wariantów planistycznych wymaga przemyśleń i dyskusji, w zespole planistycznym, nad problemem interpretacji. Wtórny wariant planistyczny sformułowany w oparciu o strategię mieszaną będzie najczęściej dyrektywą dotyczącą zachowania pewnych proporcji poszczególnych zmiennych planisty-

cznych w okresie realizacji planu. W tym sensie uzyskanie rozwiązania w strategiach mieszanych może oznaczać, że w danej sytuacji decyzyjnej, informacje wprowadzone do gry przemawiają za tym by plan nie był "sztywny", nie reprezentował jednego określonego wariantu ale dawał pewną swobodę decyzyjną wykonawcom - oczywiście ograniczoną liczbami przyporządkowanymi poszczególnym strategiom czystym.

Druga drupa czynności /blok: "Wybór i akceptacja wariantu finalnego"/ - to czynności decydenta nadrzędnego od momentu otrzymania co najmniej dwu wariantów wtórnych sformułowanych na podstawie strategii optymalnych uzyskanych w wyniku rozwiązania gry planistycznej.

W tym przypadku proponuje się zachowanie anonimowości wariantów wtórnych t.zn. nie ujawnianie decydentowi nadrzędnemu, który z wariantów jest strategią optymalną którego z uczestników gry - byłby to dodatkowy element obiektywizmu. Decydent nadrzędny analizuje przedstawione mu warianty wtórne i ocenia je z punktu widzenia własnych kryteriów, które nie muszą być znane przygotowującym warianty. W systemach wojskowych często kryteria te nie powinny być ujawniane n.p. z punktu widzenia pewnych zasad dowodzenia, ochrony tajemnicy wojskowej et.c. [20].

Wariant zaakceptowany przez nadrzędnego decydenta zostaje przekazany do realizacji i staje się podstawą do opracowywania planów operatywnych - bardziej szczegółowych i obejmujących ustalone podokresy podstawowego okresu planistycznego.

Swoboda decyzyjna realizatorów przy opracowywaniu planów operatywnych będzie oczywiście mniejsza w sytuacji, gdy pod-

stawą wariantu finalnego było rozwiązanie gry w strategiach czystych i większa, gdy uzyskano rozwiązanie w strategiach mieszanych. Większy zakres swobody decyzyjnej pozwoli na wykorzystanie /w planowaniu operatywnym/ w większym stopniu bieżących informacji o procesach eksploatacyjnych.

4. PRZYKŁAD ZASTOSOWANIA METODYKI W PLANOWANIU EKSPLOATACJI PRZECIWLOTNICZYCH ZESTAWÓW RAKIETOWYCH

4.1. Sformułowanie zadania planistycznego

Przeciwlotnicze zestawy rakietowe zaliczane są do szczytowych osiągnięć współczesnej techniki wojskowej. Najnowsze generacje kwalifikowane są jako t.zw. supertechnika.

W skład typowego zestawu wchodzą stacje radiolokacyjne wykrywania i śledzenia celów oraz naprowadzania rakiet,wyrzutnie rakiet, rakiety, systemy automatycznego sterowania, dowodzenia, zasilania energetycznego, urządzenia pomocnicze: obsługowe, kontrolno-pomiarowe, transportowe.

Jest to więc, z jednej strony, zestaw różnych typów urządzeń rządzących się swoistymi prawami eksploatacji, z drugiej strony użytkowany jest jako całość - jako jedno złożone urządzenie służące do realizacji określonego celu: wykrywania i niszczenia obiektów powietrznych. W czasie t.zw. pracy bojowej współpracują ze sobą wszystkie urządzenia centralnie uruchamiane i synchronizowane.

Przeciwlotniczy zestaw rakietowy traktowany jako całość - jako systemowy obiekt eksploatacji, w pewnym sensie ogniskuje wiele, jak dotychczas nierozwiązanych, problemów kierowania[19] eksploatacją techniki wojskowej. Niektóre z tych problemów są źródłami sytuacji konfliktowych.

Tak, na przykład, w porównaniu z innymi rodzajami techniki w tym przypadku fundamentalne znaczenie mają obsługi profilak-

tyczne, pozwalające na utrzymywanie całego zestawu w stałej gotowości do natychmiastowego użycia. Znaczna część tych obsług realizowane być musi przy włączonym całym zestawie - są to kompleksowe sprawdzenia współdziałania poszczególnych urządzeń i zespołów wchodzących w skład zestawu, kontrole wyjściowych parametrów i charakterystyk zestawu. Jednocześnie personel pracujący na zestawie reprezentować musi wysoki poziom umiejętności, dużą sprawność i szybkość działania, co jest niemożliwe do uzyskania bez permanentnego treningu na włączonym zestawie. Ponadto zestaw wykorzystywany jest do realizacji zadań operacyjnych: dyżurów bojowych, ćwiczeń itp.

W planowaniu eksploatacji zestawu podstawowe zmienne planistyczne - to różnego rodzaju czasy: resurs zestawu mierzony resursem godzinowym stacji naprowadzania rakiet, czas dyżurowania bojowego, czas przeznaczony na pracę bojową, czas przeznaczony na obsługi profilaktyczne. Sytuacje konfliktowe występują dość często w związku z problematyką podziału czasu, wyważenia proporcji poszczególnych czasów, przekraczania limitów czasu.

Problem podziału czasu eksploatacji sygnalizowany już w rozdziale pierwszym niniejszego opracowania, w tym przypadku staje się problemem podstawowym. Podział czasu eksploatacji zestawu na czas pracy bojowej i czas realizacji obsług profilaktycznych jest na ogół przedmiotem sporu między pionem operacyjnym a pionem technicznym jednostek, w których eksploatowane są zestawy. Nie jest to problem banalny: każda godzina pracy zestawu przynosi określoną użyteczność, każda godzina wymaga pewnych nakładów.

Nawet niewielkie różnice w podziale czasu nie są bez znaczenia dla gotowości technicznej, poziomu wyszkolenia personelu, bezawaryjnej pracy zestawu.

W rozpatrywanym przykładzie zadanie sformułujemy następująco.

Dla dwu typów przeciwlotniczych zestawów rakietowych: Z_1 i Z_2, znając roczne normy czasu eksploatacji odpowiednio $N_1 = 840$ [godz] i $N_2 = 1032$ [godz] należy ustalić proporcje podziału czasu eksploatacji na czas pracy bojowej i czas realizacji obsług profilaktycznych, jako wytyczne do planowania operatywnego w ciągu roku t.zn. jako wytyczne do miesięcznych planów operatywnych. W rozwiązaniu należy uwzględnić propozycje przedstawiane przez pion operacyjny i propozycje pionu technicznego jednostki, w której eksploatowane są zestawy typu Z_1 i Z_2. Każda z propozycji powinna zawierać: wariant podstawowy, wynikający z naliczeń potrzeb czasu na realizację określonych przedsięwzięć, wariant warunkowy i wariant z rezerwą na nieprzewidziane okoliczności.

4.2. Identyfikacja typu sytuacji decyzyjnej

Do rozwiązania zadania sformułowanego w p.4.1. powołany został rozkazem dowódcy jednostki zespół, w skład którego weszli: oficer pionu operacyjnego, oficer pionu technicznego odpowiedzialny za eksploatację zestawów typu Z_1, oficer pionu technicznego odpowiedzialny za eksploatację zestawów typu Z_2.

W ramach identyfikacji typu sytuacji decyzyjnej wykonywane są następujące czynności.

1/ Przyporządkowanie ról członkom zespołu.

Oficer pionu operacyjnego, odpowiedzialny za planowanie pracy bojowej występuje w roli kierownika użytkowania /KU/ obydwu typów zestawów.

Oficer pionu technicznego, odpowiedzialny za planowanie profilaktyki zestawów typu Z_1 występuje w roli kierownika obsługiwania /KO_1/ zestawów typu Z_1.

Oficer pionu technicznego, odpowiedzialny za planowanie profilaktyki zestawów typu Z_2 występuje w roli kierownika obsługiwania /KO_2/ zestawów typu Z_2.

Uświadomienie członkom zespołu ról w jakich będą występować jest równoznaczne ze zobowiązaniem ich do konsekwencji w reprezentowaniu systemów, których są przedstawicielami.

2/ Specyfikacja zmiennych planistycznych.

Zgodnie z postawionym zadaniem zmiennymi planistycznymi będą wektory dwuwymiarowe, których współrzędnymi będą czasy: czas pracy bojowej oznaczany $t_{uż}$ i czas przeznaczony na profilaktykę - oznaczany t_{ob} :

$$\langle t^1_{uż}, t^1_{ob} \rangle \text{ - dla zestawów } Z_1 ,$$

$$\langle t^2_{uż}, t^2_{ob} \rangle \text{ - dla zestawów } Z_2 .$$

Składowe wektorów oznaczają łączny czas przeznaczony odpowiednio na pracę bojową i na profilaktykę w skali całego okresu planistycznego t.zn. w skali jednego roku. Suma tych dwu czasów dla każdego z zestawów musi być równa rocznej normie całkowitego czasu eksploatacji zestawu mierzonego resursem godzinowym stacji naprowadzania rakiet.

$$t^1_{uż} + t^1_{ob} = N_1 = 840 \ [godz.]$$

$$t^2_{uż} + t^2_{ob} = N_2 = 1032 \ [godz.]$$

3/ Ustalenie stopnia złożoności sytuacji.

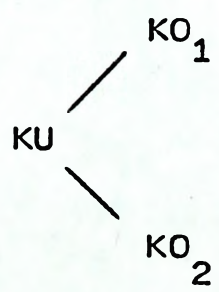
W oparciu o kryterium potencjalnych uczestników wyróżnić można dwie elementarne sytuacje klasy KU - KO:

sytuację $KU - KO_1$ i sytuację $KU - KO_2$, które uwzględniając zmienne planistyczne możemy dalej sklasyfikować jako:

$$< KU\text{-}KO_1 , \{ t^1_{uż} , t^1_{ob} \} >$$

$$< KU\text{-}KO_2 , \{ t^2_{uż} , t^2_{ob} \} >$$

Oficer pionu operacyjnego, występując w roli KU, uczestniczy jednocześnie w dwu sytuacjach, ostatecznie ustalamy więc, że rozważana będzie sytuacja złożona typu:



4.3. Identyfikacja funkcji użyteczności

Przystępując do identyfikacji funkcji użyteczności zespół planistyczny przyjął jako podstawowe kryterium zbiór dziedzin działalności, za wyniki których w skali rocznej oceniana jest jednostka.

1/ Ustalenie liczby funkcji użyteczności

Ze zbioru dziedzin działalności podlegających ocenie wybrany został podzbiór tych dziedzin, w których uzyskiwane wyniki są uwarunkowane wzajemną relacją czasów

$$t_{uż}^{1}, \quad t_{ob}^{1}, \quad t_{uż}^{2}, \quad t_{ob}^{2}$$

Wybrano trzy takie dziedziny:

- działalność operacyjną,
- działalność szkoleniową,
- działalność techniczną.

Ustalono zatem, że identyfikowane będą trzy funkcje użyteczności: funkcja użyteczności operacyjnej, funkcja użyteczności szkoleniowej i funkcja użyteczności technicznej.

2/ Ankieta - test decydenta nadrzędnego.

Ankiety wypełnili kolektywnie przedstawiciele dowództwa jednostki: szef sztabu, zastępca d/s liniowych i zastępca d/s technicznych, występując w imieniu dowódcy jednostki jako reprezentanci decydenta nadrzędnego.

Uzyskano następujące wyniki.

A. Wyznaczenie alternatyw skrajnych

Pytanie: Podać wartości czasu przeznaczonego na pracę bojową /$t_{uż}$/ i czasu przeznaczonego na profilaktykę /t_{ob}/, przy których użyteczność:

- operacyjna
- szkoleniowa
- techniczna

jest najwyższa i najniższa.

Uwaga: Wartości $t_{uż}$ i t_{ob} w godzinach powinny sumować się do rocznych norm pracy zestawów Z_1 i Z_2 odpowiednio:

$$N_1 = 840 \quad [godz]$$

$$N_2 = 1032 \quad [godz]$$

Uzyskane odpowiedzi przedstawione zostały w tabl.4.1.

Tablica 4.1.

		NAJWYŻSZA		NAJNIŻSZA	
		$t_{uż}$ [godz]	t_{ob} [godz]	$t_{uż}$ [godz]	t_{ob} [godz]
Z_1	OPERACYJNA	840	0	360	480
	SZKOLENIOWA	840	0	288	552
	TECHNICZNA	0	840	456	384
Z_2	OPERACYJNA	1032	0	384	648
	SZKOLENIOWA	0	1032	768	264
	TECHNICZNA	0	1032	456	576

Po uzyskaniu wartości alternatyw skrajnych i określeniu przedziałów zmienności $t_{uż}$ i t_{ob} i przyporządkowaniu alternatywom najgorszym liczby 0 i alternatywom najlepszym wartości 1 zdecydowano uzyskać punkty nieodróżnialności dla 5-ciu alternatyw równomiernie rozłożonych w każdym przedziale zmienności /oddzielnie dla każdego rodzaju użyteczności i dla każdego typu zestawu/.

B. Wyznaczenie punktów nieodróżnialności

Pytanie: Podać/lub ustawić na mechaniźmie losowym/ wartości prawdopodobieństw, dla których loteria alternatyw skrajnych jest nieodróżnialna z alternatywami numer 1,2,3,4,5

przedstawionymi w tabeli /oddzielnie dla każdego rodzaju użyteczności i dla każdego typu zestawu/.

Uzyskane wyniki przedstawione zostały w tablicy 4.2.

Tablica 4.2.

			ALTERNATYWY						
			NAJGORSZA	1	2	3	4	5	NAJLEPSZA
Z_1	UŻYTECZNOŚĆ OPERACYJNA	$t^1_{uż}$	360	440	520	600	680	760	840
		t^1_{ob}	480	400	320	240	160	80	0
		P^1_o	0	0,03	0,05	0,10	0,20	0,60	1
	UŻYTECZNOŚĆ SZKOLENIOWA	$t^1_{uż}$	288	380	472	564	656	748	840
		t^1_{ob}	552	460	368	276	184	92	0
		P^1_s	0	0,30	0,45	0,55	0,70	0,90	1
	UŻYTECZNOŚĆ TECHNICZNA	$t^1_{uż}$	456	380	304	228	152	76	0
		t^1_{ob}	384	460	536	612	688	764	840
		P^1_T	0	0,45	0,70	0,85	0,90	0,95	1
Z_2	UŻYTECZNOŚĆ OPERACYJNA	$t^2_{uż}$	384	492	600	708	816	924	1032
		t^2_{ob}	648	540	432	324	216	108	0
		P^2_o	0	0,20	0,35	0,60	0,85	0,95	1
	UŻYTECZNOŚĆ SZKOLENIOWA	$t^2_{uż}$	768	640	512	384	256	128	0
		t^2_{ob}	264	392	520	648	776	904	1032
		P^2_s	0	0,15	0,35	0,50	0,70	0,85	1
	UŻYTECZNOŚĆ TECHNICZNA	$t^2_{uż}$	456	380	304	228	152	76	0
		t^2_{ob}	576	652	728	804	880	956	1032
		P^2_T	0	0,10	0,20	0,35	0,55	0,80	1

C. Tablicowanie i wykreślanie funkcji użyteczności

Dla celów porównawczych /dla uzyskania wykresów w jednolitej skali na osi alternatyw decyzyjnych/ funkcje użyteczności zostały stablicowane w znormalizowanych skalach osi odciętych. W tym celu wszystkie alternatywy /nr,1,2,3,4,5 oraz najgorszą i najlepszą/wyrażono w postaci

$$\frac{t^1_{uż}}{N_1} \text{ - dla zestawów } Z_1$$

$$\frac{t^2_{uż}}{N_2} \text{ - dla zestawów } Z_2$$

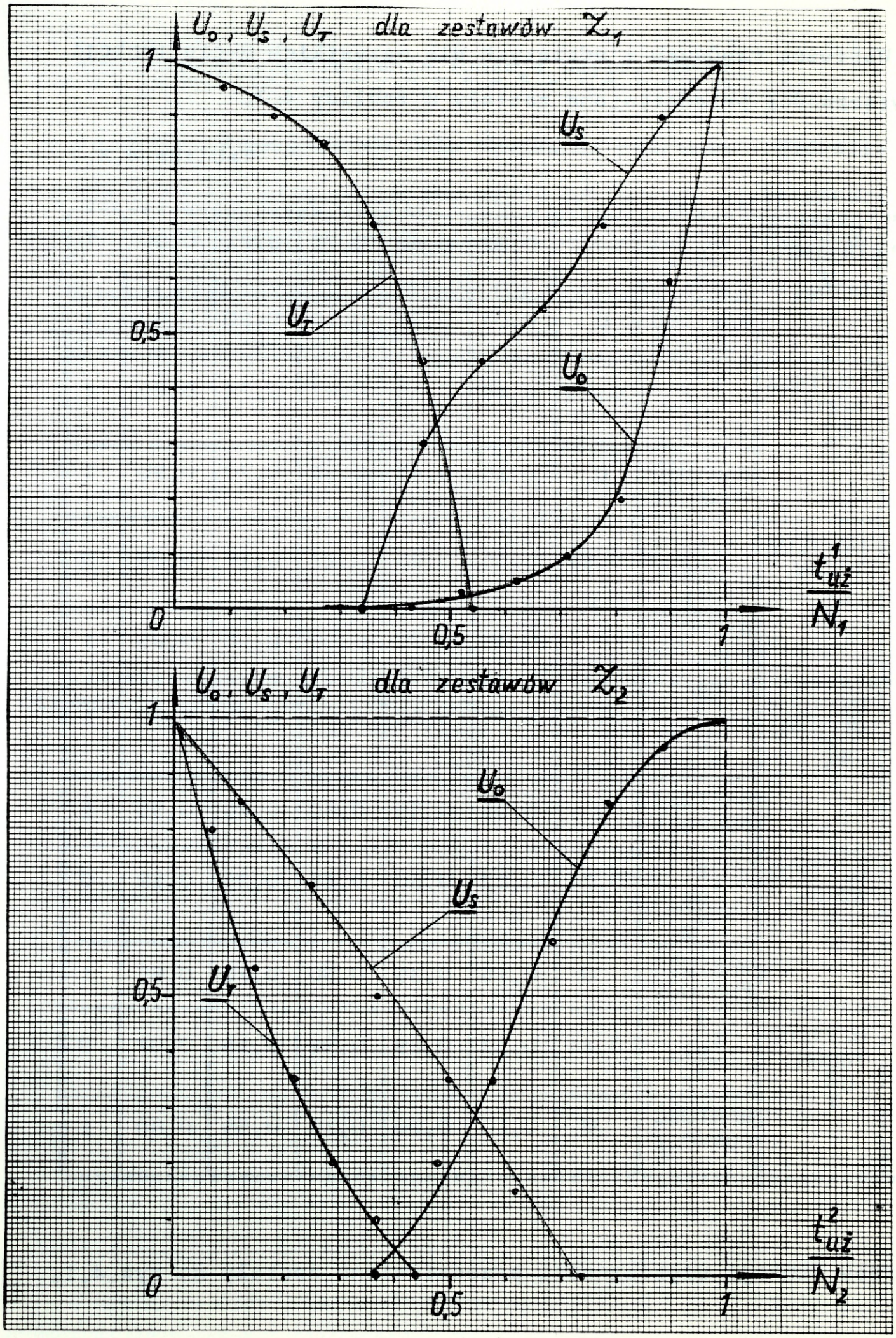
Oczywiście wtedy,odpowiednio $\frac{t^1_{ob}}{N_1} = 1 - \frac{t^1_{uż}}{N_1}$ i $\frac{t^2_{ob}}{N_2} = 1 - \frac{t^2_{uż}}{N_2}$.

Wartości rzędnych i odciętych dla wszystkich 6-ciu funkcji użyteczności przedstawione zostały w tablicy 4.3.

Tablica 4.3.

Z_1	UŻYTECZN. OPERAC. U_o^1	$\frac{t^1_{uż}}{N_1}$	0,43	0,52	0,62	0,71	0,81	0,90	1
		WARTOŚĆ FUNKCJI	0	0,03	0,05	0,10	0,20	0,60	1
	UŻYTECZ. SZKOL. U_s^1	$\frac{t^1_{uż}}{N_1}$	0,34	0,45	0,56	0,67	0,78	0,89	1
		WARTOŚĆ FUNKCJI	0	0,30	0,45	0,55	0,70	0,90	1
	UŻYTECZ. TECHN. U_T^1	$\frac{t^1_{uż}}{N_1}$	0,54	0,45	0,36	0,27	0,18	0,09	0
		WARTOŚĆ FUNKCJI	0	0,45	0,70	0,85	0,90	0,95	1
Z_2	UŻYTECZ. OPERAC. U_o^2	$\frac{t^2_{uż}}{N_2}$	0,37	0,48	0,58	0,69	0,79	0,89	1
		WARTOŚĆ FUNKCJI	0	0,20	0,35	0,60	0,85	0,95	1
	UŻYTECZ. SZKOL. U_S^2	$\frac{t^2_{uż}}{N_2}$	0,74	0,62	0,50	0,37	0,25	0,12	0
		WARTOŚĆ FUNKCJI	0	0,15	0,35	0,50	0,70	0,85	1
	UŻYTECZ. TECHN. U_T^2	$\frac{t^2_{uż}}{N_2}$	0,44	0,37	0,29	0,22	0,15	0,07	0
		WARTOŚĆ FUNKCJI	0	0,10	0,20	0,35	0,55	0,80	1

Wykresy funkcji użyteczności przedstawione zostały na rys.4.1.



Rys.4.1 Wykresy funkcji użyteczności.

D. Komentarz do wykresów funkcji użyteczności

Uzyskane funkcje użyteczności operacyjnej /U_o/, szkoleniowej /U_s/ i technicznej /U_T/ odzwierciedlają poglądy przedstawicieli dowództwa jednostki na zagadnienie podziału czasu eksploatacji zestawów typu Z_1 i Z_2 na czas pracy bojowej i czas obsług profilaktycznych. Można zauważyć istotne różnice w traktowaniu obydwu typów zestawów. Tak np. dla zestawów Z_1 przyporządkowanie dużej użyteczności operacyjnej dopiero alternatywom o dużym udziale czasu pracy bojowej $t^1_{uż}$ /w porównaniu z $t^2_{uż}$ dla zestawów Z_2/ pozwala przypuszczać, że z punktu widzenia dowództwa przedsięwzięcia operacyjne /cele operacyjne/ lepiej jest realizować eksploatując zestawy typu Z_2. Jednocześnie funkcja użyteczności operacyjnej dla zestawów Z_1 jest funkcją wypukłą, co odzwierciedla pewną skłonność do ryzyka w przypadku stawiania na użyteczność operacyjną zestawów typu Z_1.

Rosnąca /ze wzrostem czasu pracy bojowej/ funkcja użyteczności szkoleniowej dla zestawów Z_1 i malejąca /ze wzrostem czasu pracy bojowej/ funkcja użyteczności szkoleniowej dla zestawów Z_2 świadczą o zróżnicowanym traktowaniu przez dowództwo efektów szkoleniowych eksploatacji zestawów Z_1 i Z_2. Efekty szkoleniowe, w przypadku przeciwlotniczych zestawów rakietowych, przynosi zarówno praca bojowa /trening umiejętności operatorskich, dowodzenia, współdziałania/ jak i profilaktyka /doskonalenie umiejętności technicznych - znajomości budowy i zasad działania sprzętu, umiejętności diagnostycznych: wykrywania i lokalizacji uszkodzeń, umiejętności naprawczych i regulacyjno-strojeniowych/.

W rozważanym przypadku przebieg funkcji użyteczności szkoleniowej świadczy o przywiązywaniu większej wagi /przez dowództwo jednostki/ do efektów szkoleniowych uzyskiwanych dla zestawów Z_1 w czasie pracy bojowej, natomiast dla zestawów Z_2 preferowane są efekty szkoleniowe prac profilaktycznych.

Z punktu widzenia użyteczności technicznej obydwa typy zestawów też różnią się. W przypadku zestawów Z_1 już ok.50-cio procentowy udział czasu prac profilaktycznych daje dużą użyteczność techniczną, podczas gdy dla zestawów Z_2 dopiero duże udziały czasu profilaktyki są w takim samym stopniu użyteczne. Funkcja użyteczności technicznej dla zestawów Z_1 jest w dużym zakresie alternatyw wklęsła, co odzwierciedla niechęć do ryzyka w przypadku stawiania na użyteczność techniczną zestawów Z_1, natomiast funkcja użyteczności technicznej dla zestawów Z_2 jest wypukła, co odzwierciedla skłonność do ryzyka w przypadku stawiania na użyteczność techniczną zestawów Z_2.

Reasumując, analiza samych tylko wykresów funkcji użyteczności dostarczyć może wielu cennych informacji: w rozważanym przypadku, nawet nie znając zestawów Z_1 i Z_2, można /na podstawie przebiegów funkcji użyteczności/ przypuszczać, że zestawy typu Z_1 należą do starej, wypróbowanej, dobrze poznanej ale gorszej pod względem parametrów operacyjnych i technicznych generacji sprzętu. Natomiast zestawy typu Z_2 należą do generacji nowocześniejszej, jeszcze niezbyt dobrze opanowanej z punktu widzenia technicznego ale za to dającej duże możliwości operacyjne.

4.4. Formułowanie pierwotnych wariantów planistycznych

W pierwszej kolejności omówimy formułowanie pierwotnych wariantów planistycznych przez oficera pionu operacyjnego, występującego w roli kierownika użytkowania /KU/ obydwu typów zestawów.

1/ Wariant podstawowy zabezpieczający minimum potrzeb systemu użytkowania.

Oszacowanie potrzeb przedstawiono w tablicy 4.4.

Tablica 4.4.

Lp.	RODZAJ PRZEDSIEWZIĘCIA	Z_1 LICZBA GODZIN PRACY BOJOWEJ $t^1_{uż}$	Z_2 LICZBA GODZIN PRACY BOJOWEJ $t^2_{uż}$
1	SZKOLENIE OPERATORÓW NAPROWADZANIA	240	336
2	DYŻURY BOJOWE	120	96
3	PLANOWANE ĆWICZENIA	50	50
4	PLANOWANE KONTROLE GOTOWOŚCI BOJOWEJ	24	24
	$\sum$	434	506

Uwagi: 1/ Naliczając czas pracy bojowej niezbędny dla potrzeb szkolenia operatorów naprowadzania przyjęto normę 5 godzin tygodniowo dla zestawów Z_1 i 7 godzin tygodniowo dla zestawów Z_2, co w skali rocznej daje odpowiednio 240 i 336 godzin.

2/ Dla dyżurów bojowych przyjęto dla zestawów Z_1 normę 15 godzin na 1 dyżur, co przy 8-miu dyżurach zestawów Z_1 daje 120 godzin w skali roku, natomiast dla zestawów Z_2 przyjęto normę 12 godzin na 1 dyżur, co przy 8-miu dyżurach daje 96 godzin w skali rocznej.

3/ Liczba godzin na planowane ćwiczenia została przyjęta na podstawie ustaleń wyższego szczebla.

4/ Na planowane kontrole gotowości bojowej przyjęto dla obydwu typów zestawów po 2 godziny miesięcznie.

2/ Wariant warunkowy.

W wariancie warunkowym uwzględniona została informacja o spodziewanych dodatkowych przedsięwzięciach:
dla zestawów Z_1 - szkoleniu pomodernizacyjnym w wymiarze 60-ciu godzin w ciągu roku, natomiast dla zestawów Z_2 - o możliwych dodatkowych ćwiczeniach w wymiarze 36 godzin.

Tak więc w wariancie warunkowym:

- dla zestawów Z_1 : $t^1_{uż} = 434 + 60 = 494$ [godziny],
- dla zestawów Z_2 : $t^2_{uż} = 506 + 36 = 542$ [godziny].

3/ Wariant z rezerwą

W wariancie z rezerwą uwzględniono informacje o przekroczeniach planowanej liczby godzin pracy bojowej w latach ubiegłych. Dla zestawów Z_1 przyjęto średnio za ubiegłe 5 lat 42 godziny na rok, dla zestawów Z_2 - średnio za ubiegłe 2 lata 37 godzin na rok.

Ostatecznie więc w wariancie z rezerwą przyjęto następujące liczby godzin pracy bojowej:

- dla zestawów Z_1 : $t^1_{uż} = 494 + 42 = 536$ [godzin],
  Z_2 : $t^2_{uż} = 542 + 37 = 579$ [godzin].

Omówimy z kolei formułowanie wariantów pierwotnych przez oficera pionu technicznego, odpowiedzialnego za planowanie profilaktyki zestawów typu Z_1 /występującego w roli KO_1/.

1/ Wariant podstawowy.

Naliczenia potrzeb przedstawiono w tablicy 4.5.

Tablica 4.5

Lp.	RODZAJ PRZEDSIĘWZIECIA	LICZBA GODZIN PRAC PROFILAKTYCZNYCH t^1_{ob}
1	Prace tygodniowe	24 . 12 = 288
2	Prace miesięczne	14 . 12 = 168
3	Prace sezonowe	21 . 2 = 42
	$\sum$	498

Uwaga: Naliczając czas prac tygodniowych przyjęto dla zestawów Z_1 obowiązującą normę 6 godzin /tygodniowo/ ; dla prac miesięcznych normę 14 godzin, dla prac sezonowych /półrocznych/ 3 x 7 godzin.

2/ Wariant warunkowy.

W wariancie warunkowym uwzględniona została informacja o spodziewanej modernizacji zestawów typu Z_1. W takim przypadku zaszłaby potrzeba wykonania dodatkowych prac strojeniowych i sprawdzeń w wymiarze podwójnej normy prac miesięcznych. Przyjęto więc w wariancie warunkowym:

$$t^1_{ob} = 498 + 28 = 526 \text{ [godzin]}.$$

3/ Wariant z rezerwą

Dla sformułowania wariantu z rezerwą wykorzystano informacje o uszkodzeniach w latach ubiegłych.

Dla zestawów Z_1 przyjęto średnią liczbę godzin prac poawaryjnych za ubiegłe 3 lata 107 godzin na rok.

Uwzględniając, że zestawy Z_1 są generacją starą i w końcowej fazie ich eksploatacji intensywność uszkodzeń narasta, dodano jeszcze poprawkę na wzrost intensywności uszkodzeń w wymiarze 25 godzin prac poawaryjnych na rok.

Przyjęto więc wielkość rezerwy 132 godziny i ostatecznie w wariancie z rezerwą:

$$t^1_{ob} = 526 + 132 = 658 \quad [\text{godzin}]$$

Dla zestawów Z_2 warianty pierwotne sformułowane przez oficera pionu technicznego, odpowiedzialnego za ich eksploatację /występującego w roli KO_2/ były następujące

1/ Wariant podstawowy

Naliczenia potrzeb dla zestawów typu Z_2 przedstawione zostały w tablicy 4.6.

Tablica 4.6.

Lp.	RODZAJ PRZEDSIĘWZIĘCIA	LICZBA GODZIN PRAC PROFILAKTYCZNYCH t^2_{ob}
1	Prace tygodniowe	32 . 12 = 384
2	Prace miesięczne	16 . 12 = 192
3	Prace sezonowe	24 . 2 = 48
	$\sum$	624

Uwaga: Naliczając czas prac tygodniowych przyjęto dla zestawów Z_2 obowiązującą normę 8 godzin /tygodniowo/; dla prac miesięcznych 16 godzin; dla prac sezonowych /półrocznych/ 3 x 8 godzin.

2/ Wariant warunkowy.

Formułując wariant warunkowy wykorzystano informację o spodziewanej modernizacji bazy obsługowej i związanym z tym skróceniem normy prac miesięcznych do 12 godzin i sezonowych /półrocznych/ do 3 x 6 = 18 godzin. Dlatego w wariancie warunkowym proponowana sumaryczna liczba godzin dla zestawów Z_2 <u>będzie mniejsza</u> i w porównaniu z wariantem podstawowym o 48 + 12 = 60 godzin.

Zatem w wariancie warunkowym:

$$t^2_{ob} = 624 - 60 = 564 \left[\text{godziny} \right]$$

Uwaga: W problematyce eksploatacji współczesnych przeciwlotniczych zestawów rakietowych rozważane jest coraz częściej zagadnienie skracania zakresów prac okresowych. W praktyce eksploatacyjnej okazuje się, że niektóre z przewidzianych w instrukcjach sprawdzeń i regulacji mogą nie być wykonywane bez pogorszenia jakości eksploatacji sprzętu. Zostały one przez projektantów wprowadzone w pewnym sensie nadmiarowo /z pewną asekuracją/ i wykonywanie ich ma sens raczej w przypadkach poawaryjnych.

Na możliwość ograniczenia zakresu prac okresowych silnie wpływa rozwój bazy obsługowej, w szczególności aparatury kontrolno-pomiarowej i diagnostycznej [19].

3/ Wariant z rezerwą.

Dla sformułowania wariantu z rezerwą wykorzystano, podobnie jak w przypadku zestawów Z_1 informację o uszkodzeniach w latach ubiegłych. Przyjęto średnią liczbę godzin prac poawaryjnych za ubiegłe 3 lata 114 godzin na rok. Jest to liczba większa od odpowiedniej dla zestawów Z_1, ponieważ zestawy Z_2 /nowsza generacja sprzętu/ znajdowały się w początkowej fazie eksploatacji i intensywność uszkodzeń /w okresie "docierania"/ była stosunkowo duża i jeszcze nieustabilizowana. Dająca się zauważyć tendencja malejąca i początek stabilizacji intensywności uszkodzeń pozwala przyjąć poprawkę na zmniejszenie intensywności uszkodzeń w wymiarze 30 godzin prac poawaryjnych na rok. Wielkość rezerwy przyjęto więc 84 godziny i wariant z rezerwą określono ostatecznie następująco:

$$t^2_{ob} = 624 + 84 = 708 \quad [\text{godzin}]$$

Analiza wartości liczbowych charakteryzujących sformułowane pierwotne warianty planistyczne pozwala zauważyć następujące problemy.

Dla zestawów typu Z_1 /starsza generacja sprzętu/ wyraźniej zarysowują się różnice poglądów pionu operacyjnego i technicznego odnośnie podziału czasu eksploatacji zestawu na czas pracy bojowej i czas profilaktyki /konflikt KU - KO_1 wydaje się "ostrzejszy" niż KU - KO_2/. Dotyczy to jednak tylko wariantów warunkowych i wariantów z rezerwą /tablica 4.7./.

W przypadku wariantów podstawowych różnica poglądów jest /dla obydwu typów zestawów/ tego samego rzędu i wyraża się liczbą 92 godzin dla Z_1 i 98 godzin dla Z_2 /wartości bezwzględne różnic proponowanych czasów/.

Tablica 4.7.

		WARIANTY SFORMUŁOWANE PRZEZ PRZEDSTAWICIELA PIONU OPERACYJNEGO /KU/	WARIANTY SFORMUŁOWANE PRZEZ PRZEDSTAWICIELI PIONU TECHNICZNEGO /KO_1 i KO_2/	LICZBA CHARAKTERYZUJĄCA RÓŻNICE POGLĄDÓW
		$\langle t^o_{uż}, t^o_{ob} \rangle$	$\langle t^T_{uż}, t^T_{ob} \rangle$	$\lvert t^o_{uż} - t^T_{uż} \rvert = \lvert t^o_{ob} - t^T_{ob} \rvert$
Z_1	WARIANT PODSTAWOWY	$\langle 434, 406 \rangle$	$\langle 342, 498 \rangle$	92
	WARIANT WARUNKOWY	$\langle 494, 346 \rangle$	$\langle 314, 526 \rangle$	180
	WARIANT Z REZERWĄ	$\langle 536, 304 \rangle$	$\langle 182, 658 \rangle$	354
Z_2	WARIANT PODSTAWOWY	$\langle 506, 526 \rangle$	$\langle 408, 624 \rangle$	98
	WARIANT WARUNKOWY	$\langle 542, 490 \rangle$	$\langle 468, 564 \rangle$	74
	WARIANT Z REZERWĄ	$\langle 579, 453 \rangle$	$\langle 324, 708 \rangle$	255

Dla wariantów warunkowych i dla wariantów z rezerwą natomiast różnice poglądów /odnośnie podziału czasu dla Z_1 w porównaniu z podziałem dla Z_2/, charakteryzowane wartościami bezwzględnymi proponowanych czasów, wynoszą odpowiednio:

- dla wariantów warunkowych 180 godzin dla Z_1 i 74 godziny dla Z_2,

- dla wariantów z rezerwą 354 godziny dla Z_1 ; 255 godzin dla Z_2.

Nowa generacja sprzętu /zestawy Z_2/ jest więc mniej "konfliktowa" - sposób jej eksploatacji budzi mniej kontrowersji niż to ma miejsce w przypadku starej generacji. Różnice poglądów w odniesieniu do starej i nowej generacji wynikają głównie z przewidywań planistów - przejawiają się więc w wariantach warunkowych i wariantach z rezerwą.

4.5. Przygotowanie danych do gry planistycznej

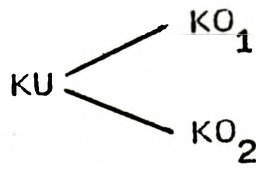
Przygotowując dane do gry planistycznej należy w pierwszej kolejności odczytać z wykresów funkcji użyteczności /rys.4.1/ wartości funkcji użyteczności dla każdego z przygotowanych wariantów lub, inaczej mówiąc, każdemu z wariantów przyporządkować wektor pola użyteczności $\langle U_o , U_s , U_T \rangle$, którego składowymi są odpowiednio: użyteczność operacyjna, szkoleniowa, techniczna. W tym celu wszystkie warianty przedstawione w tablicy 4.7 należy przedstawić w unormowanej skali $\frac{t^1_{uż}}{N_1}$ dla zestawów Z_1 i $\frac{t^2_{uż}}{N_2}$ dla zestawów Z_2 i następnie dla każdego wariantu przedstawionego w takiej postaci odczytać z wykresów /rys.4.1/ wartości trzech funkcji użyteczności. Wyniki odczytu przedstawione zostały w tablicy 4.8.

Tablica 4.8

		WARIANTY SFORMUŁOWANE PRZEZ PRZEDSTAWICIELA PIONU OPERACYJNEGO				WARIANTY SFORMUŁOWANE PRZEZ PRZEDSTAWICIELI PIONU TECHNICZNEGO			
		$\frac{t_{uż}}{N}$	SKŁADOWE WEKTORA UŻYTECZNOŚCI			$\frac{t_{uż}}{N}$	SKŁADOWE WEKTORA UŻYTECZNOŚCI		
			U_o	U_s	U_T		U_o	U_s	U_T
Z_1	WARIANT PODSTAWOWY	0,52	0,03	0,40	0,15	0,41	0	0,24	0,58
	WARIANT WARUNKOWY	0,59	0,04	0,47	0	0,37	0	0,13	0,68
	WARIANT Z REZERWĄ	0,64	0,06	0,52	0	0,22	0	0	0,89
Z_2	WARIANT PODSTAWOWY	0,49	0,19	0,37	0	0,39	0,03	0,51	0,06
	WARIANT WARUNKOWY	0,52	0,24	0,33	0	0,45	0,12	0,42	0
	WARIANT Z REZERWĄ	0,56	0,32	0,27	0	0,31	0	0,61	0,18

Należy pamiętać, że wartości użyteczności w tabl. 4.8 wyrażają poglądy dowództwa /decydenta nadrzędnego/ a nie uczestników zespołu planistycznego /autorów wariantów/ na poszczególne warianty.

Ocenę porównawczą każdego wariantu przedstawiciela pionu operacyjnego z każdym z wariantów jednego z przedstawicieli pionu technicznego i odwrotnie uzyskuje się przez obliczenie wartości funkcji wypłat. Rozpatrywana sytuacja decyzyjna została na wstępie /p.4.2/ zidentyfikowana jako sytuacja złożona typu



obliczane więc będą wartości funkcji wypłat dla uczstników dwóch gier prostych:

- gry KU - KO_1 ,
- gry KU - KO_2 ,

gdzie w roli KU występuje oficer pionu operacyjnego, w roli KO_1 oficer pionu technicznego odpowiedzialny za zestawy Z_1 , w roli KO_2 oficer pionu technicznego odpowiedzialny za zestawy Z_2 .

W pracy [7] /p.3.3/ skonstruowane zostały funkcje wypłat /wzory: 3,18, 3,19/, których własności odzwierciedlają rolę oceniająco-mediacyjną dowództwa jako nadrzędnego decydenta /organizatora gry planistycznej/. Funkcje te wykorzystane będą w obydwu równoważnych grach prostych. Obliczenia wartości funkcji wypłat dla gry KU - KO_1 przedstawiono w tablicach 4.9, 4.10.

W obliczeniach przyjęto Z = 0,01. Zestawienie wyników obliczeń w postaci podwójnej macierzy /gra dwumacierzowa/ przedstawiono w tablicy 4.11.

Tablica 4.9.

OBLICZANIE WARTOŚCI FUNKCJI WYPŁAT DLA KU /GRA KU-KO_1/

WARIANT KO_1	WARIANT KU	UŻYTECZNOŚĆ: OPERACYJNA	UŻYTECZNOŚĆ: SZKOLENIOWA	UŻYTECZNOŚĆ: TECHNICZNA	WYNIK
P	P	$0,03\frac{0,03}{0,03-0+0,01}$	$+0,4\frac{0,4}{0,4-0,24+0,01}$	$+0,15\frac{0,58}{0,58-0,15+0,01}$	= 1,02
	W	$0,04\frac{0,04}{0,04-0+0,01}$	$+0,47\frac{0,47}{0,47-0,24+0,01}$	$+0\frac{0,58}{0,58-0+0,01}$	= 0,95
	R	$0,06\frac{0,06}{0,06-0+0,01}$	$+0,52\frac{0,52}{0,52-0,24+0,01}$	$+0\frac{0,58}{0,58-0+0,01}$	= 0,98
W	P	$0,03\frac{0,03}{0,03-0+0,01}$	$+0,4\frac{0,4}{0,4-0,13+0,01}$	$+0,15\frac{0,68}{0,68-0,15+0,01}$	= 0,78
	W	$0,04\frac{0,04}{0,04-0+0,01}$	$+0,47\frac{0,47}{0,47-0,13+0,01}$	$+0\frac{0,68}{0,68-0+0,01}$	= 0,65
	R	$0,06\frac{0,06}{0,06-0+0,01}$	$+0,52\frac{0,52}{0,52-0,13+0,01}$	$+0\frac{0,68}{0,68-0+0,01}$	= 0,73
R	P	$0,03\frac{0,03}{0,03-0+0,01}$	$+0,4\frac{0,4}{0,4-0+0,01}$	$+0,15\frac{0,89}{0,89-0,15+0,01}$	= 0,59
	W	$0,04\frac{0,04}{0,04-0+0,01}$	$+0,47\frac{0,47}{0,47-0+0,01}$	$+0\frac{0,89}{0,89-0+0,01}$	= 0,49
	R	$0,06\frac{0,06}{0,06-0+0,01}$	$+0,52\frac{0,52}{0,52-0+0,01}$	$+0\frac{0,89}{0,89-0+0,01}$	= 0,56

Tablica 4.10

OBLICZANIE WARTOŚCI FUNKCJI WYPŁAT DLA KO_1 /GRA KU-KO_1/

WARIANT KO_1	WARIANT KU	UŻYTECZNOŚĆ OPERACYJNA	UŻYTECZNOŚĆ SZKOLENIOWA	UŻYTECZNOŚĆ TECHNICZNA	WYNIK
P	P	$0\frac{0,03}{0,03-0+0,01}$	$+0,24\frac{0,40}{0,40-0,24+0,01}$	$+0,58\frac{0,58}{0,58-015+0,01}$	= 1,33
	W	$0\frac{0,04}{0,04-0+0,01}$	$+0,24\frac{0,47}{0,47-0,24+0,01}$	$+0,58\frac{0,58}{0,58-0+0,01}$	= 1,04
	R	$0\frac{0,06}{0,06-0+0,01}$	$+0,24\frac{0,52}{0,52-0,24+0,01}$	$+0,58\frac{0,58}{0,58-0+0,01}$	= 1,00
W	P	$0\frac{0,03}{0,03-0+0,01}$	$+0,13\frac{0,40}{0,40-0,13+0,01}$	$+0,68\frac{0,68}{0,68-0,15+0,01}$	= 1,04
	W	$0\frac{0,04}{0,04-0+0,01}$	$+0,13\frac{0,47}{0,47-0,13+0,01}$	$+0,68\frac{0,68}{0,68-0+0,01}$	= 0,84
	R	$0\frac{0,06}{0,06-0+0,01}$	$+0,13\frac{0,52}{0,52-0,13+0,01}$	$+0,68\frac{0,68}{0,68-0+0,01}$	= 0,84
R	P	$0\frac{0,03}{0,03-0,+0,01}$	$+0\frac{0,40}{0,40-0+0,01}$	$+0,89\frac{0,89}{0,89-0,15+0,01}$	= 1,06
	W	$0\frac{0,04}{0,04-0+0,01}$	$+0\frac{0,47}{0,47-0+0,01}$	$+0,89\frac{0,89}{0,89-0+0,01}$	= 0,88
	R	$0\frac{0,06}{0,06-0+0,01}$	$+0\frac{0,52}{0,52-0+0,01}$	$+0,89\frac{0,89}{0,89-0+0,01}$	= 0,88

Tablica 4.11.

		WARIANTY KO_1/OFICERA PIONU TECHNICZNEGO ODPOWIEDZIALNEGO ZA PROFILAKTYKĘ ZESTAWÓW Z_1/		
	$\langle t_{uż}, t_{ob} \rangle$	$\langle 342,498 \rangle$ P	$\langle 314,526 \rangle$ W	$\langle 182,658 \rangle$ R
WARIANTY KU /OFICERA PIONU OPERACYJNEGO/ DLA ZESTAWÓW Z_1	$\langle 434,406 \rangle$ P	1,02 / 1,33	0,78 / 1,04	0,59 / 1,06
	$\langle 494,346 \rangle$ W	0,95 / 1,04	0,65 / 0,84	0,49 / 0,88
	$\langle 536,304 \rangle$ R	0,98 / 1,00	0,73 / 0,84	0,56 / 0,88

Uwaga: Powyżej przekątnych wartości funkcji wypłat dla KU, poniżej - dla KO_1

Obliczenia wartości funkcji wypłat dla gry KU - KO_2 przedstawiono w tablicach 4,12, 4,13. W obliczeniach przyjęto Z = 0,01. Zestawienie wyników obliczeń w postaci podwójnej macierzy /gra dwumacierzowa/ przedstawiono w tablicy 4.14.

Tablica 4.12.

OBLICZANIE WARTOŚCI FUNKCJI WYPŁAT DLA /GRA KU-KO_2/

WARIANT KO_2	WARIANT KU	UŻYTECZNOŚĆ OPERACYJNA	UŻYTECZNOŚĆ SZKOLENIOWA	UŻYTECZNOŚĆ TECHNICZNA	WYNIK
P	P	$0,19\frac{0,19}{0,19-0,03+0,01}$	$+0,37\frac{0,51}{0,51-037+0,01}$	$+0\frac{0,06}{0,06-0+0,01}$	= 1,48
	W	$0,24\frac{0,24}{0,24-0,03+0,01}$	$+0,33\frac{0,51}{0,51-0,33+0,01}$	$+0\frac{0,06}{0,06-0+0,01}$	= 1,38
	R	$0,32\frac{0,32}{0,32-0,03+0,01}$	$+0,27\frac{0,51}{0,51-0,27+0,01}$	$+0\frac{0,06}{0,06-0+0,01}$	= 0,89
W	P	$0,19\frac{0,19}{0,19-0,12+0,01}$	$+0,37\frac{0,42}{0,42-0,37+0,01}$	$+0\frac{0}{0-0+0,01}$	= 3,04
	W	$0,24\frac{0,24}{0,24-0,12+0,01}$	$+0,33\frac{0,42}{0,42-0,33+0,01}$	$+0\frac{0}{0-0+0,01}$	= 1,83
	R	$0,32\frac{0,32}{0,32-0,12+0,01}$	$+0,27\frac{0,42}{0,42-0,27+0,01}$	$+0\frac{0}{0-0+0,01}$	= 1,19
R	P	$0,19\frac{0,19}{0,19-0+0,01}$	$+0,37\frac{0,61}{0,61-0,37+0,01}$	$+0\frac{0,18}{0,18-0+0,01}$	= 1,08
	W	$0,24\frac{0,24}{0,24-0+0,01}$	$+0,33\frac{0,61}{0,61-0,33+0,01}$	$+0\frac{0,18}{0,18-0+0,01}$	= 0,92
	R	$0,32\frac{0,32}{0,32-0+0,01}$	$+0,27\frac{0,61}{0,61-0,27+0,01}$	$+0\frac{0,18}{0,18-0+0,01}$	= 0,78

Tablica 4.13.

OBLICZANIE WARTOŚCI FUNKCJI WYPŁAT DLA KO_2 /GRA KU-KO_2/

WARIANT KO_2	WARIANT KU	UŻYTECZNOŚĆ: OPERACYJNA	SZKOLENIOWA	TECHNICZNA	WYNIK
P	P	$0,03 \frac{0,19}{0,19-0,03+0,01}$	$+0,51 \frac{0,51}{0,51-0,37+0,01}$	$+0,06 \frac{0,06}{0,06-0+0,01}$	= 1,81
	W	$0,03 \frac{0,24}{0,24-0,03+0,01}$	$+0,51 \frac{0,51}{0,51-0,33+0,01}$	$+0,06 \frac{0,06}{0,06-0+0,01}$	= 1,45
	R	$0,03 \frac{0,32}{0,32-0,03+0,01}$	$+0,51 \frac{0,51}{0,51-0,27+0,01}$	$+0,06 \frac{0,06}{0,06-0+0,01}$	= 1,12
W	P	$0,12 \frac{0,19}{0,19-0,12+0,01}$	$+0,42 \frac{0,42}{0,42-0,37+0,01}$	$+0 \frac{0}{0-0+0,01}$	= 3,22
	W	$0,12 \frac{0,24}{0,24-0,12+0,01}$	$+0,42 \frac{0,42}{0,42-0,33+0,01}$	$+0 \frac{0}{0-0+0,01}$	= 1,98
	R	$0,12 \frac{0,32}{0,32-0,12+0,01}$	$+0,42 \frac{0,42}{0,42-0,27+0,01}$	$+0 \frac{0}{0-0+0,01}$	= 1,28
R	P	$0 \frac{0,19}{0,19-0+0,01}$	$+0,61 \frac{0,61}{0,61-0,37+0,01}$	$+0,18 \frac{0,18}{0,18-0+0,01}$	= 1,66
	W	$0 \frac{0,24}{0,24-0+0,01}$	$+0,61 \frac{0,61}{0,61-0,33+0,01}$	$+0,18 \frac{0,18}{0,18-0+0,01}$	= 1,45
	R	$0 \frac{0,32}{0,32-0+0,01}$	$+0,61 \frac{0,61}{0,61-0,27+0,01}$	$+0,18 \frac{0,18}{0,18-0+0,01}$	= 1,91

Tablica 4.14.

		WARIANTY KO_2/OFICERA PIONU TECHNICZNEGO ODPOWIEDZIALNEGO ZA PROFILAKTYKĘ ZESTAWÓW Z_2/		
	$\langle t_{uż}, t_{ob} \rangle$	$\langle 408,624 \rangle$ P	$\langle 468,564 \rangle$ W	$\langle 324,708 \rangle$ R
WARIANTY KU /OFICERA PIONU OPERACYJNEGO/ DLA ZESTAWÓW Z_1	$\langle 506,526 \rangle$ P	1,48 / 1,81	3,04 / 3,22	1,08 / 1,66
	$\langle 542,490 \rangle$ W	1,38 / 1,45	1,83 / 1,98	0,92 / 1,45
	$\langle 579,453 \rangle$ R	0,89 / 1,12	1,19 / 1,28	0,78 / 1,91

Uwaga: Powyżej przekątnych wartości funkcji wypłat dla KU, poniżej - dla KO_2.

W tablicach 4.11 i 4.14 zawarte są oceny relatywne wariantów przedstawionych przez członków zespołu planistycznego /w tablicy 4.11 oceny wariantów KU i KO_1, w tablicy 4.14 oceny wariantów KU i KO_2/. Oceny te wyrażają, zgodnie ze zidentyfikowanymi w p.4.3 funkcjami użyteczności, punkt widzenia dowództwa, jako decydenta nadrzędnego na poszczególne zestawienia wariantów planistycznych. Oznacza to, że jeżeli dowództwo jest konsekwentne w ujawnionych w p.4.3 poglądach na użyteczność operacyjną, szkoleniową i techniczną poszczególnych podziałów czasu eksploatacji zestawów Z_1 i Z_2, to przygotowane przez zespół planistyczny propozycje muszą być tak właśnie ocenione [20].

W tym sensie procedura zapewnia planistom asekurację na przypadki, kiedy decydent nadrzędny usiłowałby się wycofać z ujawnionych, na wstępnym /identyfikacyjnym/ etapie planowania, preferencji, bądź zmienić je nie informując o tym planistów.

Ostatnią czynnością w ramach rozpatrywanego bloku jest przygotowanie danych do programu.

Program "RGRY" opracowany w ramach pracy [7], w przypadku sytuacji złożonych typu aktualnie rozważanej, umożliwia zrealizowanie złożenia dwumacierzowych gier prostych KU - KO_1 i KU - KO_2 poprzez wykonanie operacji iloczynu Kroneckera na odpowiednich macierzach tych gier i znalezienie rozwiązania uzyskanej w ten sposób dwumacierzowej gry złożonej.

Podstawowe dane liczbowe wprowadzane do programu zawarte są w tablicach 4.11 /macierze gry KU - KO_1/ i 4.14 /macierze gry KU - KO_2/.

Dla uruchomienia programu niezbędne jest wczytanie danych w następującej kolejności.

1/ Znacznik sytuacji złożonych :	"1"
2/ Wymiary macierzy gry KU-KO_1 :	m 1 liczba wierszy n 1 liczba kolumn
3/ Wymiary macierzy gry KU-KO_2 :	m 2 liczba wierszy n 2 liczba kolumn
4/ Kolejno wierszami macierz A1:	z tablicy 4.11 liczby nad przekątnymi
5/ Kolejno wierszami macierz B1:	z tablicy 4.11 liczby nad przekątnymi
6/ Kolejno wierszami macierz A2:	z tablicy 4.14 liczby nad przekątnymi
7/ Kolejno wierszami macierz B2:	z tablicy 4.14 liczby nad przekątnymi.

4.6. Rozwiązywanie gry planistycznej

Program RGRY, tworząc złożoną grę $KU \begin{smallmatrix} KO_1 \\ KO_2 \end{smallmatrix}$ z gier prostych $KU - KO_1$ i $KU - KO_2$, rozbudowuje automatycznie /poprzez operację iloczynu Kroneckera na pierwotnych wariantach planistycznych/ liczbę wariantów KU oraz tworzy połączone warianty pary: KO_1, KO_2.

Nowe warianty dla gry złożonej przedstawione zostały w tablicy 4.15.

Tablica 4.15

NUMER WARIANTU ZŁOŻONEGO	ZŁOŻONE WARIANTY KU		ZŁOŻONE WARIANTY PARY KO_1, KO_2	
	PROPOZYCJA PODZIAŁU CZASU DLA Z_1	PROPOZYCJA PODZIAŁU CZASU DLA Z_2	PROPOZYCJA PODZIAŁU CZASU DLA Z_1	PROPOZYCJA PODZIAŁU CZASU DLA Z_2
1	<434,406>	<506,526>	<342,498>	<408,624>
2	<434,406>	<542,490>	<342,498>	<468,564>
3	<434,406>	<579,453>	<342,498>	<324,708>
4	<494,346>	<506,526>	<314,526>	<408,624>
5	<494,346>	<542,490>	<314,526>	<468,564>
6	<494,346>	<579,453>	<314,526>	<324,708>
7	<536,304>	<506,526>	<182,658>	<408,624>
8	<536,304>	<542,490>	<182,658>	<468,564>
9	<536,304>	<579,453>	<182,658>	<324,708>

W przypadku uzyskania rozwiązania gry w strategiach czystych wybrana zostaje /jako strategia optymalna KU/ jedna z 9-ciu par propozycji /dla Z_1 i Z_2/ zgłoszonych przez KU, oraz/jako stra-

tegia optymalna pary KO_1 KO_2/ jedna z 9-ciu par propozycji /dla Z_1, Z_2/ zgłoszonych odpowiednio przez KO_1 i KO_2.

Sformułowanie wariantów wtórnych, przedstawianych następnie do akceptacji dowódcy, dokonuje się więc automatycznie. Prosta jest analiza i interpretacja wyników obliczeń. Gdyby na przykład jako rozwiązanie w strategiach czystych uzyskano wariant nr.2 KU i wariant nr.5 pary /KO_1, KO_2/, zespół planistyczny przedstawiłby dowódcy dwie alternatywy /tablica 4.16/.

Tablica 4.16.

Podział czasu eksploatacji /propozycje/						
Typ zestawu	Warianty /wtórne/					
	A			B		
	Limit roczny	Podział godzin		Limit roczny	Podział godzin	
		Praca bojowa	Prace profilakt.		Praca bojowa	Prace profilakt
Z_1	840	434	406	840	314	526
Z_2	1032	542	490	1032	468	564

Wariant wybrany przez dowódcę, jako ostateczna decyzja planistyczna, staje się podstawą planowania operatywnego w cyklu miesięcznym.

W przypadku rozwiązania w strategiach mieszanych 9-ciu wariantom złożonym KU zostaną przyporządkowane liczby z przedziału [0,1] sumujące się do jedności; analogiczne przyporządkowanie nastąpi dla 9-ciu wariantów złożonych pary /KO_1,KO_2/.

Analiza i interpretacja wyników obliczeń będzie wtedy bardziej złożona. Otrzymanie rozwiązania w strategiach mieszanych, jak już wspomniano w p.3.5 , można interpretować następująco. Algorytm rozwiązywania gry dwumacierzowej poszukuje sytuacji równowagi w sensie Nasha : jest więc swego rodzaju mechanizmem "wyważającym" poglądy uczestników zespołu planistycznego /KU, KO_1, KO_2/ na temat podziału czasu eksploatacji zestawów Z_1 , i Z_2 na czas pracy bojowej i czas realizacji obsług profilaktycznych, przy uwzględnieniu /zawartego w funkcjach wypłat/ punktu widzenia decydenta nadrzędnego. W przypadku rozwiązania w strategiach czystych mechanizm wyważający jednoznacznie wskazuje warianty, które "są w równowadze" i jako takie mogą być przedstawione do wyboru decydentowi nadrzędnemu /dowódcy/; pozostałe warianty, jako reprezentujące zbyt skrajne poglądy uczestników zespołu planistycznego, są automatycznie eliminowane. W przypadku rozwiązania w strategiach mieszanych mechanizm wyważający wskazuje, jakie wagi /czy priorytety/ należy przyporządkować wszystkim 18-tu wariantom aby uzyskać sytuację równowagi poglądów uczestników zespołu.

Gdyby na przykład uzyskane zostało rozwiązanie w strategiach mieszanych i przykładowa strategia mieszana KU przyporządkowywała poszczególnym wariantom wagi przedstawione w tablicy 4.17.

Tablica 4.17.

Nr.wariantu KU	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Waga	0	0	0	0,08	0,25	0,67	0	0	0

produkty finalne pracy zespołu planistycznego jako wytyczne do planowania operatywnego formułować można następująco.

Warianty KU nr 4,5 i 6, które uzyskały wagi /priorytety/ różne od zera przekształcamy z postaci par uporządkowanych $\langle t_{uż}, t_{ob} \rangle$ występujących w tablicy 4.15 do postaci ułamków $\frac{t_{uż}}{N}$ /tablica 4.18/.

Tablica 4.18

Nr wariantu KU		4		5		6	
		Z_1	Z_2	Z_1	Z_2	Z_1	Z_2
Postać wariantu	$\langle t_{uż}, t_{ob} \rangle$	$\langle 494,346 \rangle$	$\langle 506,526 \rangle$	$\langle 494,346 \rangle$	$\langle 542,490 \rangle$	$\langle 494,346 \rangle$	$\langle 579,453 \rangle$
	$\frac{t_{uż}}{N}$	0,58	0,49	0,58	0,52	0,58	0,56
Waga wariantu		0,08		0,25		0,67	

Interpretację liczb z tablicy 4.18 zawiera dokument:

Wytyczne do planowania operatywnego eksploatacji zestawów Z_1 i Z_2 w roku .....

1. Przydzielony roczny limit czasu eksploatacji
   - dla zestawów Z_1 : 840 godzin
   - dla zestawów Z_2 : 1032 godziny

2. Miesięczne operatywne plany eksploatacji należy opracowywać wykorzystując normy prac profilaktycznych, zwracając uwagę by suma miesięcznych czasów eksploatacji nie przekroczyła limitów rocznych.

3. Przy opracowywaniu miesięcznych operatywnych planów eksploatacji należy przestrzegać następujących zasad:

a/ na pracę bojową zestawów Z_1 przeznaczać po 0,58 miesięcznego czasu eksploatacji;

b/ na pracę bojową zestawów Z_2 przeznaczać:

- w 8-miu ustalonych miesiącach /co stanowi 0,67 rocznego okresu eksploatacji/ po 0,56 miesięcznego czasu eksploatacji,
- w 3-ch ustalonych miesiącach /0,25 rocznego okresu eksploatacji/ po 0,52 miesięcznego czasu eksploatacji,
- w 1-szym ustalonym miesiącu /0,08 rocznego okresu eksploatacji/ po 0,49 miesięcznego czasu eksploatacji.

Alternatywny dokument powstawałby w oparciu o strategię mieszaną pary KO_1, KO_2.

Załączone wydruki przedstawiają wyniki działania programu "RGRY" na danych zawartych w tablicach 4.11 i 4.14.

M A C I E R Z E G R Y I

MACIERZ WYPLAT GRACZA 1

1.02	0.78	0.59
0.95	0.65	0.49
0.98	0.73	0.56

MACIERZ WYPLAT GRACZA 2A

1.33	1.04	1.06
1.04	0.84	0.88
1.00	0.84	0.88

M A C I E R Z E G R Y I I

MACIERZ WYPLAT GRACZA 1

1.48	3.04	1.08
1.38	1.83	0.92
0.89	1.19	0.78

MACIERZ WYPLAT GRACZA 2B

1.81	3.22	1.56
1.45	1.98	1.45
1.12	1.28	1.01

MACIERZE ILOCZYNU KRONECKERA MIEDZY DWOMA

MACIERZ WYPLAT GRACZA 1

1.51	3.10	1.10	1.15	2.37	0.84	0.87	1.79	0.64
1.41	1.87	0.94	1.08	1.43	0.72	0.81	1.08	0.54
0.91	1.21	0.80	0.89	0.93	0.61	0.53	0.70	0.46
1.41	2.89	1.03	0.96	1.98	0.70	0.73	1.49	0.53
1.31	1.74	0.87	0.90	1.19	0.60	0.68	0.90	0.45
0.85	1.13	0.74	0.58	0.77	0.51	0.44	0.58	0.38
1.45	2.98	1.06	1.08	2.22	0.79	0.83	1.70	0.60
1.35	1.79	0.90	1.01	1.34	0.67	0.77	1.02	0.52
0.87	1.17	0.76	0.65	0.87	0.57	0.50	0.67	0.44

MACIERZ WYPLAT PARY GRACZY (2A , 2B)

2.41	4.28	2.21	1.88	3.35	1.73	1.92	3.41	1.76
1.93	2.63	1.93	1.51	2.06	1.51	1.54	2.10	1.54
1.49	1.70	2.54	1.16	1.33	1.99	1.19	1.36	2.02
1.88	3.35	1.73	1.52	2.70	1.39	1.59	2.83	1.46
1.51	2.06	1.51	1.22	1.66	1.22	1.28	1.74	1.28
1.16	1.33	1.99	0.94	1.08	1.60	0.99	1.13	1.68
1.81	3.22	1.66	1.52	2.70	1.39	1.59	2.83	1.46
1.45	1.98	1.45	1.22	1.66	1.22	1.28	1.74	1.28
1.12	1.28	1.91	0.94	1.08	1.60	0.99	1.13	1.68

S Y T U A C J A R O W N O W A G I

ILOCZYNU KRONECKERA GIER I ORAZ II

STRATEGIA MIESZANA GRACZA 1

1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

STRATEGIA MIESZANA PARY GRACZY (2A , 2B)

0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

WARTOSCI WSKAZNIKA SWOBODY DECYZYJNEJ

GRACZA 1 : 0.00

PARY GRACZY (2A,2B) : 0.00

Uzyskane rozwiązanie interpretujemy następująco. Wariant nr 1 KU i wariant nr 2 pary /KO_1, KO_2/ są w równowadze - przedstawione więc będą decydentowi nadrzędnemu /dowódcy/ jako ostateczne propozycje A i B zespołu planistycznego w postaci tabelki /tablica 4.19/.

Tablica 4.19

Podział czasu eksploatacji /propozycje/						
Typ zestawu	Warianty /wtórne/					
	A			B		
	Limit roczny	Podział godzin		Limit roczny	Podział godzin	
		Praca bojowa	Prace profilakt.		Praca bojowa	Prace profilakt.
Z_1	840	434	406	840	342	498
Z_2	1032	506	526	1032	468	564

Można zauważyć, że jedynie w wariancie A dla zestawów Z_1 występuje "nadwyżka" czasu pracy bojowej nad czasem prac profilaktycznych. W pozostałych przypadkach proponowany jest podział czasu eksploatacji z uprzywilejowaniem czasu przeznaczonego na prace profilaktyczne, co potwierdza rozważania z p.4.3.D, szczególnie gdy chodzi o zestawy typu Z_2, wymagające większego wysiłku technicznego w początkowym okresie eksploatacji [19].

Dowódca kierując się dodatkowymi niesformalizowanymi kryteriami i dostępnymi mu najnowszymi informacjami na temat spodziewanej modernizacji zestawów Z_1 i ćwiczeń z wykorzystaniem zestawów Z_2 wybiera jeden z wariantów A lub B. Wariant wybrany przez dowódcę staje się podstawą planowania operatywnego w cyklu miesięcznym.

WYKAZ LITERATURY

1. Davidson D., Suppes P., Siegel S.: Decision Making. An Experimental Approach, Stanford 1957.

2. Keeney R.L., Raiffa H. : Decisions with Multiple Objectives : Preferences and Value Tradeoffs.Wiley 1976. Tłum.ros. Radio i Swiez' 1981.

3. Konieczny J.: Sterowanie eksploatacją urządzeń. PWN 1975.

4. Konieczny J.: Podstawy eksploatacji urządzeń.Wyd.MON.1975.

5. Kulikowski J.: Banki informacji jako narzędzia zarządzania gospodarką narodową. Materiały Szkoły Podstaw Inżynierii Systemów. Orzysz 1976. Tom.3.

6. Markham J.P., Halter A.N., Dillon J.I. : Best - bet Farm Decisions. Armidale 1968.

7. Miszalski W.: Modelowanie sytuacji konfliktowych w systemach eksploatacji techniki. Rozprawa doktorska, WAT 1984.

8. Miszalski W.: Gry "zapotrzebowanie - przydział" w planowaniu eksploatacji urządzeń. Zagadnienia Eksploatacji Maszyn, z.1 /25/. 1976.

9. Miszalski W.: Gra "zapotrzebowanie - przydział" w planowaniu eksploatacji. Systemy Zapotrzebowania Wojsk. z.1. WAT 1976.

10. Miszalski W.: Wymiana generacji sprzętu i problemy planowania eksploatacji. Systemy Zabezpieczenia Wojsk. z.4. WAT 1979.

11. Miszalski W.: Multidimensional evaluation of utility and generalizations of the concept of optimization. Proceedings of the Fourth International Symposium: System, Modelling, Control. Zakopane 8 - 13. IX. 1979.

12. Miszalski W.: Ocena użyteczności w systemach kierowania. Mat.Konf. "Analiza i komputeryzacja systemów kierowania" PAN, WII, Rynia 26-29.II.1980.

13. Miszalski W.: Problem podziału czasu eksploatacji urządzenia. Zagadnienia Eksploatacji Maszyn, z.2 /42/, 1980.

14. Miszalski W.: Kierowanie eksploatacją dwu typów urządzeń w warunkach nieokreśloności. Zagadnienia Eksploatacji Maszyn z.4 /44/, 1980.

15. Miszalski W.: Adaptacyjny układ sterowania procesem eksploatacji maszyn i urządzeń w przedsiębiorstwie. Prace naukowe Instytutu Organizacji i Zarządzania Politechniki Wrocławskiej Nr.22. Seria: Monografie Nr 4. Wrocław 1980.

16. Miszalski W.: O tak zwanym rozkładzie strat. Systemy Zabezpieczenia Wojsk. z.5., WAT 1980.

17. Miszalski W.: Dylematy odtwarzania. Systemy Zabezpieczenia Wojsk z.6., WAT 1981.

18. Miszalski W.: Modelling of conflict situations in Management of Maintenance Systems. Proceedings of the 6 th European Maintenance Congress EFNMS 9-12 June 1982 Oslo, Norway.

19. Miszalski W.: Ewolucja potrzeb techniki. Systemy Zabezpieczenia Wojsk z.7, WAT 1982.

20. Miszalski W.: Inżynieria systemów decyzyjnych. Systemy Zabezpieczenia Wojsk z.7, WAT 1982.

21. Podkaminer L.: Planowanie optymalizacyjne w rolnictwie w warunkach niepewności. Podejście bernoulliańskie. Ossolineum 1980.

22. Warewicz S.: Modele planowania eksploatacji urządzeń technicznych. Rozprawa doktorska. WAT 1975.

12. Mieszalski W.: Ocena użyteczności w systemach kierowania. Mat.Konf. "Analiza i komputeryzacja systemów kierowania" PAN, WSI, Rynia 26-29.II.1980.

13. Mieszalski W.: Problem poziomu użycia eksploatacji urządzeń. Zagadnienia Eksploatacji Maszyn z.2 /42/, 1980.

14. Mieszalski W.: Kierowanie eksploatacją sił i środków przędzeń w warunkach nieokreśloności. Zagadnienia Eksploatacji Maszyn z.4 /44/, 1980.

15. Mieszalski W.: Adaptacyjny model wieloczynnikowy procesu eksploatacji maszyn i urządzeń w zmiennym otoczeniu. Prace naukowe Instytutu Organizacji i Zarządzania Politechniki Wrocławskiej Nr.22, seria: Monografie Nr 1, Wrocław 1980.

16. Mieszalski W.: O tak zwanych rozkładach strat. Systemy Zabezpieczenia Wojsk. z.5, WAT 1980.

17. Mieszalski W.: Dylematy sterowania. Systemy Zabezpieczenia Wojsk. z.5, WAT 1980.

18. Mieszalski W.: Modelling of conflict situations on Management of Maintenance Systems. Proceedings of the 6 th European Maintenance Congress EFNMS 9-12 June 1982 Oslo, Norway.

19. Mieszalski W.: Ewolucja potrzeb technika. Systemy Zabezpieczenia Wojsk z.7, WAT 1982.

20. Mieszalski W.: Inżynieria systemów decyzyjnych. Systemy Zabezpieczenia Wojsk z.7, WAT 1982.

21. Podkaminer L.: Planowanie optymalizacji [illegible] w warunkach niepewności. Podejście [illegible]. Ossolineum 1983.

22. Narewicz S.: Modele planowania [illegible] technicznych. Rozprawa doktorska. [illegible]