R G B WH GR BL Grey Scale #13 C M Y K
DANES-PICTA.COM
A 1 2 3 4 5 6 M 8 9 10 11 12 13 14 15 B 17 18 19

AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

Mjr mgr inż. Piotr GÓRNY

WIELOKRYTERIALNA ANALIZA PORÓWNAWCZA W INFORMATYCZNYM SYSTEMIE WSPOMAGANIA PLANOWANIA OBRONNEGO

Rozprawa doktorska

57176

Biblioteka Główna
Akademii Sztuki Wojennej
57176
09-057176-000-0

Biblioteka Główna
Akademii Obrony Narodowej
S/3135
05-003135-003-0

WARSZAWA 1996

Colour Chart #13
Blue Cyan Green Yellow Red Magenta White 3/Color Black
Inches Centimetres
DANES-PICTA.COM

AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

WYDZIAŁ STRATEGICZNO-OBRONNY

BIBLIOTEKA GŁÓWNA - ARCHIWUM
Nr ewid. 57176
Akademii Obrony Narodowej

Mjr mgr inż. Piotr GÓRNY

WIELOKRYTERIALNA ANALIZA PORÓWNAWCZA W INFORMATYCZNYM SYSTEMIE WSPOMAGANIA PLANOWANIA OBRONNEGO

ROZPRAWA DOKTORSKA

PROMOTOR
płk prof. dr hab. inż. Piotr SIENKIEWICZ

WARSZAWA 1996

BIBLIOTEKA GŁÓWNA
Nr ewid.
IV
Działu Zbiorów Prawnych - Akademii ON

Przedmowa

W ostatnich latach wzrasta zainteresowanie wspomaganiem procesów decyzyjnych w rozwiązywaniu wielu różnych problemów. Wielość i różnorodność proponowanych rozwiązań stawia decydentów przed zadaniem dokonywania racjonalnych wyborów. Szczególnie istotnym staje się to w problemach decyzyjnych związanych z wyborem sprzętu i uzbrojenia wojskowego, co jest będącym rozdziałem w procesie planowania obronnego.

Problematyka ta stała się również przedmiotem zainteresowań autora już na przełomie lat osiemdziesiątych i dziewięćdziesiątych, kiedy to współuczestniczył w opracowywaniu „Metody oceny jakości taktyczno-technicznej systemów technicznych oraz organizacyjnych wojsk obrony przeciwlotniczej", a następnie „Współczynników jakości podstawowego uzbrojenia wojska polskiego i armii obcych". Opracowania te bazowały na metodzie taksonomii numerycznej. Metody wielokryterialnej analizy porównawczej były pogłębiane przez autora w trakcie Studium Podyplomowego Informatyki WAT co zaowocowało pracą końcową pt. "Metoda analizy porównawczej sieci komputerowych".

Uczestnicząc w kolejnym opracowaniu związanym z metodami wielokryterialnej analizy porównawczej pt. „Metodyka zastosowania współczynników jakości w kalkulacjach operacyjno-taktycznych", zachęcany przez przełożonych, kolegów, przede wszystkim zaś przez kierownika powyższego problemu badawczego, a obecnie promotora, podjął się zajęcia problematyką wielokryterialnej analizy porównawczej w formie rozprawy doktorskiej. W okresie od wszczęcia przewodu doktorskiego w Wydziale Strategiczno-Obronnym Akademii Obrony

Narodowej brał udział w rozwiązywaniu kilku problemów badawczych pod wspólnym kryptonimem „METODYKA" oraz uczestniczył w Seminariach Analizy Systemowej organizowanych przez Centrum Informatyki AON, gdzie nabierał doświadczeń związanych z wielokryterialną analizą porównawczą. Udział w powyższych przedsięwzięciach pozwalał autorowi na konfrontację swoich doświadczeń z innymi uczestnikami i ewentualną ich weryfikację. Wszystko to odegrało niewątpliwą rolę w nakreśleniu końcowego kształtu rozprawy.

Na pomyślny przebieg prac nad rozprawą znaczący wpływ miała atmosfera życzliwości stworzona przez przełożonych oraz pełen zaangażowania, życzliwości i inspiracji stosunek promotora, a także wspierająca i nacechowana chęcią niesienia pomocy postawa współpracowników i kolegów.

Wszystkim tym osobom pragnę wyrazić swą głęboką wdzięczność i serdeczne podziękowanie.

Warszawa, maj 1996 r.

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP ---------- 6

1.1. WPROWADZENIE ---------- 6

1.2. CEL BADAŃ, PROBLEMY BADAWCZE I HIPOTEZY ROBOCZE ---------- 9

1.3. METODY BADAWCZE ---------- 12

1.4. UKŁAD ROZPRAWY ---------- 15

2. MODEL PROCESU PODEJMOWANIA DECYZJI W PLANOWANIU OBRONNYM ---------- 18

2.1. IDENTYFIKACJA PROCESU ---------- 18

2.2. ZNACZENIE INFORMACJI W PROCESIE PODEJMO-WANIA DECYZJI ---------- 37

2.3. ZBIERANIE I GROMADZENIE INFORMACJI DLA POTRZEB PLANOWANIA OBRONNEGO. ---------- 54

2.4. OCENY, POMIAR I MODELE OCENOWE ---------- 63

2.5. KRYTERIA OCENY WARIANTÓW ---------- 75

2.5.1. Czynniki potencjału obronnego i przykład ich agregacji ---------- 80

2.5.2. Efektywności systemów ---------- 83

3. WYBRANE METODY WIELOKRYTERIALNEJ ANALIZY PORÓWNAWCZEJ ---------- 90

3.1. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA METOD ANALIZY PORÓWNAWCZEJ ---------- 90

3.2. METODA TAKSONOMII NUMERYCZNEJ ---------- 105

3.3. METODY ELECTRE ---------- 121

3.4. WYBÓR WARIANTÓW Z ZASTOSOWANIEM ROZMYTEJ RELACJI PREFERENCJI ---------- 130

3.5. ANALIZA BRZEGOWA ---------- 135

3.6. METODA BELLINGERA ---------- 142

4. KONCEPCJA INFORMATYCZNEGO WSPOMAGANIA WIELOKRYTERIALNEJ ANALIZY PORÓWNAWCZEJ NA POTRZEBY PLANOWANIA OBRONNEGO----------148

4.1. MODEL SYSTEMU WSPOMAGANIA PROCESÓW DECYZYJNYCH -------148

4.2. ZAŁOŻENIA OGÓLNE I MODEL STRUKTURY SYSTEMU INFORMATYCZNEGO WIELOKRYTE-RIALNEJ ANALIZY PORÓWNAWCZEJ DLA POTRZEB WSPOMAGANIA PLANOWANIA OBRONNEGO ----------164

4.3. ZASTOSOWANIA WIELOKRYTERIALNEJ ANALIZY PORÓWNAWCZEJ - PRZYKŁADY----------173

5. ZAKOŃCZENIE ----------205

LITERATURA----------210

ZAŁĄCZNIK ----------215

1. WSTĘP

1.1. WPROWADZENIE

Ciągły postęp w dziedzinie techniki wojskowej wywiera wpływ na rozwój metod dowodzenia, struktur organizacyjnych oraz zasad taktyki i sztuki operacyjnej. W procesie tym szczególnego znaczenia nabierają badania nad hipotetycznym przyszłym polem walki.

Optymalne wykorzystanie sił w określonym obszarze i czasie było zawsze celem działania dowódców wojskowych. Osiągnięcie przez nich tego celu było zdeterminowane posiadaniem określonych informacji dotyczących tych właśnie sił oraz obszaru i czasu ich działania.

Wraz z rozwojem nowych środków i doskonaleniem metod prowadzenia wojny permanentnie wzrasta także zapotrzebowanie na wspomaganie procesów podejmowania decyzji w rozwiązywaniu podstawowych problemów planowania obronnego, w tym problemów rozwoju systemów techniki wojskowej, a więc dokonywania racjonalnych wyborów celów, sposobów i środków działania. W procesach tych istotne znaczenie mają:

- wybór metod analizy i oceny funkcjonowania systemów uzbrojenia i techniki wojskowej oraz systemów walki (zgrupowań wojsk) planowanych do użycia w działaniach bojowych;
- wybór kryteriów oceny systemów podporządkowany zasadzie obiektywizacji.

Zgodnie z założeniami ogólnymi systemu planowania[1], planowanie obronne jest dziedziną planowania państwowego, obejmującą określenie głównych zadań, których wykonanie jest niezbędne z punktu widzenia polityki obronnej państwa, ustalenie sił i środków niezbędnych do wykonania tych zadań, w tym stanu i składu sił zbrojnych oraz opracowanie sposobów ich użycia.

W procesie planowania obronnego wykorzystywane są prognozy i oceny sytuacji wojskowo-politycznej i strategicznej, celu, charakteru i długotrwałości przyszłej wojny, rozwoju sił zbrojnych, w tym przydatności form organizacyjnych sił zbrojnych i taktycznych zasad ich użycia, możliwości ekonomicznego zabezpieczenia działan wojennych. W rezultacie planowania strategicznego-obronnego określone zostają zadania w dziedzinie rozwoju systemu obronnego państwa[2].

Szczególne miejsce w systemie planowania zajmuje zabezpieczenie ekonomiczne. Wiodąca rolę w podwyższaniu efektywności zabezpieczenia ekonomicznego obrony odgrywa planowanie obronne. Przejawia się to w maksymalnym uwzględnieniu możliwości gospodarki przy wyborze wariantów decyzji obronnych, terminów przedstwiania organom kierownictwa państwowego wykazu środków, niezbędnych do realizacji planów obronnych, wyborze środków i sposobów rozwiązania zadań obronnych, określenie przez kierownictwo SOP głównych kierunków rozwoju gospodarki, zgodnie z perspektywicznymi potrzebami obrony itp.

Niemałego znaczenia w procesie wspomagania procesów decyzyjnych w planowaniu obronnym nabierają zagadnienia wielokryterialnej analizy porównawczej (WAP) obejmujące bardzo wiele technik analityczno-ocenowych,

---

[1] Roman KULCZYCKI, Leszek OLEKSYN, Stefan KURINIA, *Informatyzacja systemu planowania strategiczno-obronnego państwa w oparciu o budowę wspólnej sieci resortów GN, ON, SG WP i RSZ „SIEĆ-2”*, AON-Wydział Strategiczno-Obronny, Warszawa, 1995 r.
[2] *Tamże.*

które zaliczyć można do obszaru analizy decyzyjnej, stanowiącej "jądro" analizy systemowej (od początku jej powstania w RAND Corporation). Stąd zrodziły się problemy badawcze będące przedmiotem tej rozprawy. Prowadząc badania nad kształtem systemu wspomagania procesów decyzyjnych DSS (*Decision Support System)* dla potrzeb planowania obronnego, zaistniała potrzeba dokonania przez autora przeglądu wybranych metod wielokryterialnej analizy porównawczej. Stały się one podstawą opracowania koncepcji systemu informatycznego wspomagania wielokryterialnej analizy porównawczej (SIWWAP) dla potrzeb planowania obronnego.

1.2. CEL BADAŃ, PROBLEMY BADAWCZE I HIPOTEZY ROBOCZE

Zmiana uwarunkowań geopolitycznych państw Europy Centralnej po 1989 roku, której przejawem były przełomowe wydarzenia w Polsce oraz innych krajach byłego bloku komunistycznego, a także rozwiązanie Układu Warszawskiego oraz przystąpienie Polski do programu *Partnerstwo dla Pokoju* spowodowało potrzebę określenia nowych zasad strategii obronnej Rzeczypospolitej Polskiej. Od początku lat 90-tych rozpoczęto prowadzenie badań nad teorią i praktyką użycia sił zbrojnych RP w nowych realiach. Główną rolę w tym zakresie odgrywa Akademia Obrony Narodowej.

Wśród wielu problemów badawczych, które pojawiły się w latach 90-tych w tej uczelni istotnego znaczenia nabrały m.in. kwestie dotyczące:

- możliwych scenariuszy rozwoju struktur bezpieczeństwa europejskiego;
- modernizacji struktury i zasad funkcjonowania sił zbrojnych RP;
- możliwości funkcjonowania sił zbrojnych w warunkach gospodarki rynkowej.

Zainteresowania autora skierowały się w obszar związany z zagadnieniami wspomagania procesów podejmowania decyzji w rozwiązywaniu podstawowych problemów planowania obronnego, które zgodnie z Forum Współpracy w Dziedzinie Bezpieczeństwa w Wiedniu dotyczy wielkości, struktury, szkolenia i sprzętu sił zbrojnych jak również polityki obronnej, doktryn i budżetów z tym związanych, opartych na narodowej praktyce.

Planowanie obronne wymaga rozwinięcia specjalnego systemu zabezpieczenia naukowego. Na organach zabezpieczenia naukowego spoczywają dwie grupy zadań[1]:

1. przygotowanie i analiza danych wyjściowych dla podjęcia decyzji przez organy kierownictwa SOP wprocesie planowania;
2. opracowanie propozycji dotyczących doskonalenia organizacji i metod planowania, a także pomaganie kierownictwu i organom planującym w stosowaniu nowych metod planowania.

Z tymi to zadaniami związany był **główny cel badań** prowadzonych w ramach opracowywania niniejszej rozprawy:

Opracowanie koncepcji systemu komputerowego wspomagania procesów decyzyjnych w zakresie planowania rozwoju systemów uzbrojenia i techniki wojskowej dla potrzeb planowania obronnego.

Założony cel osiągnięto poprzez rozwiązanie następujących **problemów badawczych** zarówno poznawczych jak i praktycznych:

I. Problemy poznawcze:

1. Opracowanie modelu procesu podejmowania decyzji w planowaniu obronnym;
2. Dokonanie przeglądu metod wielokryterialnej analizy porównawczej[2]:

---

[1] Roman KULCZYCKI, Leszek OLEKSYN, Stefan KURINIA, *Informatyzacja systemu planowania strategiczno-obronnego państwa w oparciu o budowę wspólnej sieci resortów GN, ON, SG WP i RSZ „SIEĆ-2”,* AON-Wydział Strategiczno-Obronny, Warszawa, 1995 r.

[2] Przedstawione tu metody stały się podstawą do opracowania koncepcji systemu informatycznego wspomagania wielokryterialnej analizy porównawczej (SIWWAP) dla potrzeb procesów decyzyjnych w planowaniu obronnym.

- taksonomiczna,
- Electre,
- logiki rozmytej,
- analizy brzegowej,
- Bellingera;

II. Problemy praktyczne:

1. Przedstawienie sposobu zastosowania wielokryterialnej analizy porównawczej do wspomagania procesów decyzyjnych w planowaniu obronnym;
2. Przedstawienie możliwości wykorzystania wielokryterialnej analizy porównawczej w informatycznym systemie wspomagania planowania obronnego (przykładowe zastosowanie WAP w procesach decyzyjnych w zakresie planowania rozwoju systemów uzbrojenia i techniki wojskowej).

Na wstępie badań przyjęto do weryfikacji następujące **hipotezy robocze**:

1. Istnieje obiektywna potrzeba opracowania efektywnej metody ilościowej oceny wariantów występujących w rozpatrywanych problemach decyzyjnych.

2. Korzystając z oceny ilościowej wariantów, możliwe jest wskazanie takiego wariantu, który jest najlepszy ze względu na przyjęty system wartości.

3. Wielokryterialna analiza porównawcza stanowi efektywne narzędzie wspomagania procesów decyzyjnych dla potrzeb planowania obronnego.

1.3. METODY BADAWCZE

Istnieje wiele różnych typologii i klasyfikacji metod i technik badań naukowych obiektów. Na wybór metody (techniki) mają wpływ przede wszystkim[1]:

- cechy przedmiotu badań i cele badań,
- aspekty, punkt widzenia przyjmowany w procesie badań.

Przedmiotem badań była tu wielokryterialna analiza porównawcza widziana jako narzędzie wspomagające procesy podejmowania decyzji w planowaniu obronnym.

Badania prowadzone były z wykorzystaniem następujących metod badawczych:

a) empirycznych, korzystających przede wszystkim z doświadczeń praktyki, uogólnionych i formułowanych w postaci dyrektyw heurystycznych;

b) modelowych, opierających się przede wszystkim na tworzeniu modeli procesów (systemów) służących do:

- wyjaśniania istoty zjawisk będących przedmiotem badań (modele desygnujące),
- formułowania ocen i diagnoz, czyli wartościowania wyrażającego aprobatę czy dezaprobatę dla stanu przedmiotu badań (modele ocenowe),

---

[1] Z. CYGAN, P. SIENKIEWICZ, J. WOJTCZAK, *Metodologia badań eksploatacji systemów technicznych,* Zakład Systemów Ekonomicznych, Wektory Gospodarki Sp. z o.o. , Warszawa 1994.

- uzyskania określonych decyzji, niezbędnych do zapewnienia stanu systemu pożądanego z uwagi na przyjęte kryterium (modele decyzyjne);

c) strukturalnych, służących do analizy struktury procesu planowania obronnego pod kątem wspomagania komputerowego;

d) informacyjnych, wykorzystujących w szczególności pojęcia i metody teorii informacji (nieokreśloność, entropia, ilość informacji);

e) systemowych, czyli określone technik analizy i syntezy (np. dekompozycja, agregacja);

f) informatycznych, tj. projektowania systemów informatycznych, opracowywania programów komputerowych.

Ze względu na charakter rozpatrywanych obiektów, badania prowadzone były metodami analitycznymi, zakładającymi prowadzenie eksperymentów pośrednich za pomocą modeli obiektów.

W opracowywaniu koncepcji systemu wspomagania procesów decyzyjnych planowania obronnego posłużono się analizą prognostyczną, u podstaw której znajdują się prace ukierunkowane na określony perspektywiczny model systemu wspomagania procesów decyzyjnych w planowaniu obronnym.

Szczególne znaczenie w prowadzonych badaniach należy przypisać analizie systemowej ze względu na kojarzenie ścisłych metod algorytmicznych z technikami heurystycznymi. Mimo posiadania coraz doskonalszych narzędzi matematycznych i numerycznych jest ona nauką ścisłą ze strony teoretycznej, a od strony praktycznej dla wielu problemów decyzyjnych pozostaje nadal

heurystyczną sztuką. Metody i techniki wielokryterialnej analizy porównawczej stanowią bogaty podzbiór repertuaru jej środków, jako narzędzi dokonywania wyboru.

Ponadto autor korzystał z podstawowych procedur takich jak:

- uogólniania (przenoszenia twierdzeń na szerszą skalę zjawisk),
- abstrahowania (pomijania w rozważaniach określonych elementów, uznanych z pewnych względów za drugorzędne i wyodrębnianiu tylko elementów istotnych).

Wszystkie wymienione metody i techniki zostały pozytywnie zweryfikowane w procesie badań, a w szczególności podczas budowy modelu systemu wspomagania procesów decyzyjnych dla potrzeb planowania obronnego oraz przykładowych analiz porównawczych systemów uzbrojenia i techniki wojskowej.

1.4. UKŁAD ROZPRAWY

Rozprawa obejmuje pięć rozdziałów (w tym wstęp jako rozdział pierwszy) oraz załącznik.

W rozdziale drugim, składającym się z pięciu podrozdziałów, przeprowadzona została identyfikacja procesu podejmowania decyzji w planowaniu obronnym. Opisany został tu również system zbierania informacji na potrzeby planowania obronnego oraz problem znaczenia informacji w procesie decyzyjnym. Jako istotne z punktu widzenia modelowania procesów decyzyjnych przedstawione zostały zagadnienia ocen, pomiarów i modeli ocenowych oraz kryteria oceny obiektów uznawanych za warianty w procesie decyzyjnym. Szczególne znaczenie, jako naturalnemu kryterium analizy i oceny systemów, zostało przypisane tu efektywności systemów.

Rozdział trzeci, składający się z sześciu podrozdziałów zawiera ogólną charakterystykę metod wielokryterialnej analizy porównawczej, będących podstawą procesów decyzyjnych związanych z wyborem wariantu. Zilustrowane zostały tu wybrane z tych metod takie jak:

- metoda taksonomii numerycznej;
- metody ELECTRE;
- metoda wyboru wariantów z zastosowaniem rozmytej relacji preferencji;
- metoda analizy brzegowej;
- metoda BELLINGERA.

Z wykorzystaniem każdej w wymienionych metod został rozwiązany prosty przykład numeryczny.

W rozdziale czwartym, składającym się z trzech podrozdziałów, przedstawiono propozycję wykorzystania metod wielokryterialnej analizy porównawczej we wspomaganiu procesów decyzyjnych planowania obronnego w formie ogólnej koncepcji informatycznego systemu wspomagania wielokryterialej analizy porównawczej dla potrzeb planowania obronnego. Powyższa koncepcja zawiera:

- model systemu wspomagania procesów decyzyjnych, jako systemu interakcyjnego, uczącego się, uwzględniającego wcześniejsze doswiadczenia decydenta w zakresie podejmowanych decyzji;

- założenia ogólne i model struktury systemu informatycznego wielokryterialnej analizy porównawczej dla potrzeb planowania obronnego;

- przykłady, o charakterze poglądowym, zastosowań wielokryterialnej analizy porównawczej do porównywania wybranych egzemplarzy uzbrojenia i sprzętu wojskowego (czołgi, bojowe wozy piechoty i radiostacje) z wykorzystaniem do tego celu programu komputerowego opracowanego przez autora na bazie metody taksonomii numerycznej.

Rozdział piąty zawiera podsumowanie dokonań w niniejszej rozprawie i kierunki dalszych działań w zakresie praktycznych zastosowań wielokryterialnej analizy porównawczej do wspomagania procesów decyzyjnych.

W załączniku zawarte są dane do przykładów zaprezentowanych w rozdziale czwartym oraz wydruk kodu źródłowego programu komputerowego wielokryterialnej analizy porównawczej metodą taksonomii numerycznej.

2. MODEL PROCESU PODEJMOWANIA DECYZJI W PLANOWANIU OBRONNYM

2.1. IDENTYFIKACJA PROCESU

Dokonywanie ocen, porównań i wyborów stanowi jeden z podstawowych przejawów aktywności człowieka od zarania swych dziejów. Korzyści wynikające z podjęcia właściwej decyzji są oczywiście zawsze duże i to tym większe im wyższy jest szczebel, na którym tę decyzję się podejmuje. Dlatego też proces podejmowania decyzji od dawna wzbudza zainteresowanie zarówno praktyków, jak i naukowców. Pojawiły się modele matematyczne, technika komputerowa i rozmaite metody analityczne, które wykorzystywane są do ciągłego doskonalenia systemów decyzyjnych.

Z podejmowaniem decyzji, a więc z dokonywaniem wyboru w działaniu związane jest planowanie rozumiane jako „analizowanie wewnętrznych i zewnętrznych warunków działania (czyli wewnętrznych i zewnętrznych elementów sytuacji) oraz obmyślanie środków i sposobów działania dostosowanych zarówno do celów, jak i warunków" [1]. Planowanie traktowane jest również jako „funkcja kierowania obejmująca zbiór procesów informowania, analizowania i decydowania w celu ustalenia własności obiektu lub procesu kierowania w ustalonym przedziale (horyzoncie) czasu"[2].

---

[1] J. ZIELENIEWSKI, *Organizacja i zarządzanie*, PWN, Warszawa 1969.

[2] W. KULIK, W. MISZALSKI, G. WITKOWSKI, *Podręczny słownik inżynierii systemów kierowania*, Systemy zabezpieczenia wojsk - Zeszyt 6, WAT, Warszawa 1981.

Wytworem procesu planowania jest decyzja (plan). Dobry plan, wg Czesława Bobrowskiego[1], to spełniający następujące trzy wymogi:

a) plan powinien uwzględniać ograniczenia, tzn. te dane egzogeniczne, których planista nie jest w stanie zmodyfikować - w przeciwnym razie plan byłby niewykonalny;
b) plan powinien być wewnętrznie zgodny, co oznacza nie tylko niestawianie sobie jawnie sprzecznych celów, lecz również wyeliminowanie ukrytych sprzeczności;
c) plan powinien być optymalny, tzn. najlepszy (w sensie przyjętych kryteriów) spośród planów dopuszczalnych.

Analiza systemowa dodaje do powyższych wymogów identyfikacje ogólnych warunków systemowych, od których nie można uciec w procesie planowania. Do nich można zaliczyć m.in. następujące:

- żaden rozwiązywany problem, który jest przedmiotem planu, nie istnieje w izolacji, lecz jest sprzężony z wieloma innymi (zlokalizowanymi zarówno w organizacji jak i w otoczeniu);
- rozwiązanie jednego problemu natychmiast stwarza następne.

Działanie związane z podejmowaniem decyzji na temat działań obronnych zwane jest planowaniem obronnym[2]. Obiektem zainteresowania w procesie planowania obronnego jest system obronny państwa. Decyzje w planowaniu obronnym mogą dotyczyć np. ukierunkowania alokacji środków na określoną strukturę potencjału obronnego, rozwoju tego potencjału i jego eksploatacji w czasie pokoju oraz finalnego zastosowania w czasie wojny.

---

[1] P. SIENKIEWICZ, *Analiza systemowa. Podstawy i zastosowania*, Wydawnictwo BELLONA, Warszawa 1994.

[2] W. STANKIEWICZ, *Planowanie obronne*, Wydawnictwo MON, Warszawa 1977.

Podstawę organizacji planowania obronnego stanowi koncepcja, zgodnie z którą każde planowanie obejmuje wybór celu i zapewnienie najbardziej efektywnych środków do jego osiągnięcia, dostępnych w ramach posiadanych zasobów[1].

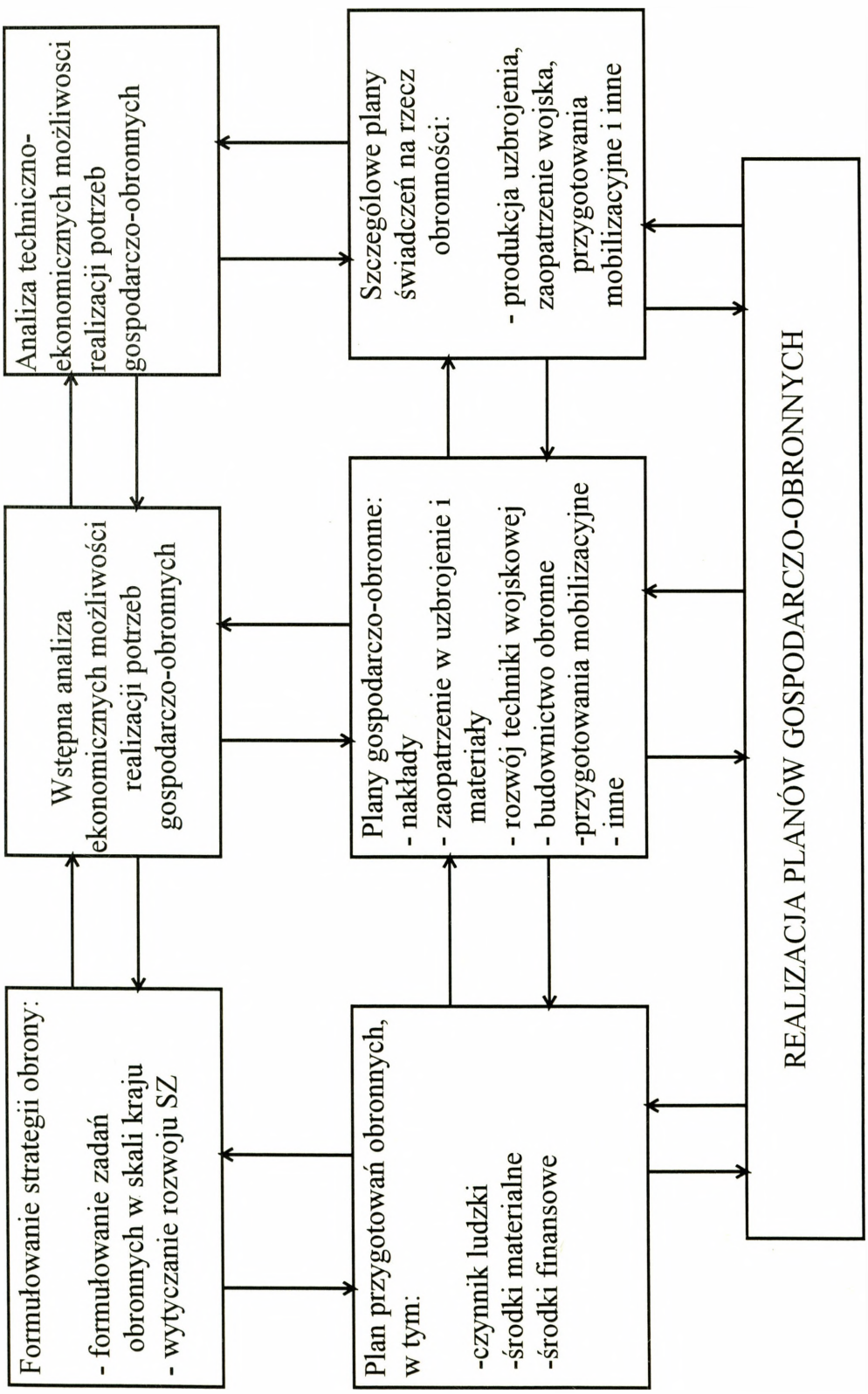
Osiągnięcie celu końcowego zabezpiecza się przez wyznaczenie szeregu celów pośrednich. Tak więc system planowania obronnego składa się z planów wycinkowych , których realizacja jest wkładem w wykonanie bardziej ogólnego planu, a tym samym osiągnięcie celu końcowego.

System planowania obronnego ma szczególne właściwości, do których należą:

- istnienie jednego systemu wzajemnie powiązanych planów, obejmującego wszystkie rodzaje przygotowania i zabezpieczenia obrony,
- ciągłość planowania, uzyskaną przez sporządzanie planów na różne okresy /do 15-20 lat /,
- stosowanie metod naukowych oraz odpowiednich środków w celu zabezpieczenia planowania,
- wszechstronność planowania, tj. dążenie do ścisłego ujmowania w planach różnych aspektów realizowanego programu lub przedsięwzięcia: wojskowych, technicznych, ekonomicznych i politycznych,
- udział w przygotowaniu planów różnych organów i ścisłe przestrzeganie wyznaczonych celów i zasad postępowania.

---

[1] Roman KULCZYCKI, Leszek OLEKSYN, *Informatyzacja systemu planowania strategiczno-obronnego państwa w oparciu o budowę wspólnej sieci resortów GN, ON, SG WP i RSZ „SIEĆ-2”*, AON-Wydział Strategiczno-Obronny, Warszawa, 1995 r.



Rys. 2.1.1. Planowanie obronne w systemie gospodarki narodowej

W przygotowaniu planów uczestniczą różne organy planujące: Sejmu, Ministerstwa Obrony Narodowej, resortów cywilnych, Rady Ministrów i instytucji cywilnych. Głównym organem planowania obronnego, wyznaczającym ogólne zadania i sposoby przygotowania i prowadzenia działań obronnych, a także główne kierunki strategicznych przygotowań do wojny (ekonomicznych i naukowo-technicznych, wewnętrznych i zewnętrznych) jest Ministerstwo Obrony Narodowej. Przygotowuje ono dyrektywy, które po zatwierdzeniu przez Komitet Obrony Kraju są podstawą działalności wszystkich organów planistycznych w systemie obronnym państwa.

Planowanie może obejmować różne horyzonty czasowe, przy czym na szczeblu centralnym będzie on najdalszy. Planowanie okresu wojennego będzie obejmowało znacznie bliższe horyzonty czasowe niż okresu pokojowego.

Planowanie jest permanentnym procesem składającym się z wielu faz. Zarówno zmieniające się czynniki zewnętrzne jak i przekształcenia w ramach samego obiektu planowania jakim jest system obronny państwa nieustannie wyznaczają kolejne kroki, które należy podejmować.

W zależności od okoliczności mamy do czynienia z różnymi metodami planowania, a więc i podejmowania decyzji[1]:

- programowanie równoległe (*parallel programming*) - decyzja realizowania jednocześnie więcej niż jednej metody dopóki jedna z nich nie okaże się lepsza; wpływ niepewności związanej ze stosowaniem każdej z metod jest brany pod uwagę, ale nie

[1] Carl H. BUILDER, James A. DEWAR, *A Time for Planning? If Not Now, When?, PARAMETERS, US ARMY WAR COLLEGE QUARTERLY, SUMMER 1994*

rozwiązany na etapie planowania, uwzględniane jest to dopiero w czasie programowania każdej z metod;

- najgorszy przypadek uwzględniający wszystkie uwarunkowania (*worst case and all-inclusive*) - decyzja wyboru wariantu jest poprzedzana analizą wariantu uwzględniającego najgorsze uwarunkowania;

- ekstrapolowanie trendów i najbardziej prawdopodobnych zdarzeń w przyszłości (*trend extrapolation and most probable futures*) - najbardziej popularna metoda polegająca na prognozowaniu przyszłości z uwzględnieniem rozwiązania problemu niepewności;

- planowanie bazujące na przypuszczeniach(*Assumption - Based Planning*)- - ostatnio rozwinięte narzędzie planowania uwzględniające problem niepewności poprzez określanie w planach przypuszczalnych miejsc wrażliwych i sposobów odpowiednich działań do sprawdzania i kompensowania niepowodzeń w tych miejscach;

- strategie i wizje (*Strategy and vision*) - skrócone przejście od planowania- - zorientowanego na efekty działań - do programowania zorientowanego na środki i sposoby realizacji celów, wizja jako główny sens zamiaru i celu działania może rozwiązać większość problemów związanych z niepewnościami poprzez uznanie ich jako nie odnoszące się do sprawy lub nieistotne z punktu widzenia konsekwencji dokładnie sformułowanego celu i zamiaru działania.

Wszystkie powyższe podejścia do planowania mają swoje zalety i ograniczenia w zależności od okoliczności oraz różny sposób traktowania w nim problemu niepewności.

Proces podejmowania decyzji w planowaniu obronnym jest procesem etapowym, poczynając od określenia problemu poprzez ocenę wariantów aż do wyboru jednego z nich.

Polega na generowaniu:

- zbioru alternatywnych wariantów projektów decyzji;
- zbioru rzeczywistych i prawdopodobnych stanów rzeczy charakteryzujących warunki działania;
- funkcji użyteczności wyrażającej ocenę wariantów z punktu widzenia decydenta (celów działania, preferencji) lub grupy decydentów.

Składa się z następujących etapów:

- zdefiniowanie problemu czyli diagnoza sytuacji;
- zgromadzenie potrzebnych informacji;
- przegląd i analiza dostępnych wariantów i możliwości;
- ocena wariantów i porównanie otrzymanych wyników;
- podjęcie decyzji (wybór wariantu).

Tak rozumiany powinien doprowadzić do decyzji, czyli wyboru wariantu najkorzystniejszego (w sensie przyjętych kryteriów i reguł decyzyjnych). Skuteczne podejmowanie decyzji wymaga uważnej i dokładnej realizacji

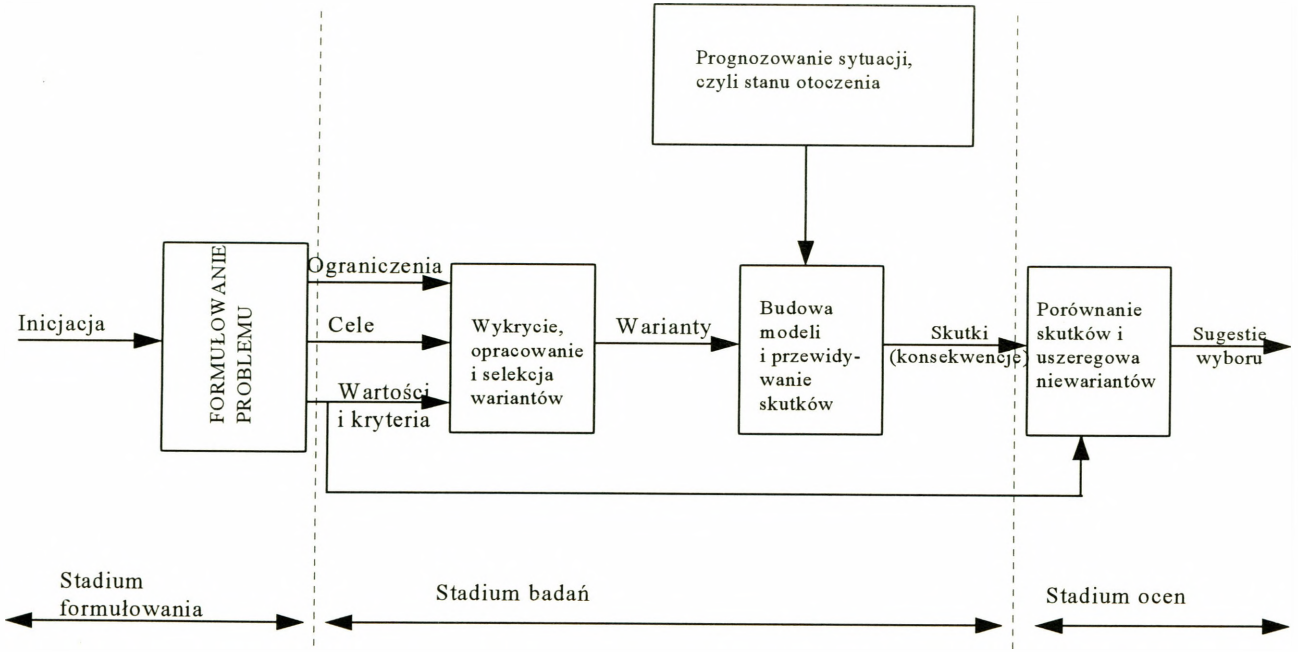
wszystkich wymienionych etapów. Każdy z nich jest określony przez odmienne czynniki. Jeżeli na którymś zdarzy się pomyłka lub zaniedbanie, ucierpi na tym cały proces i zwiększy się prawdopodobieństwo podjęcia decyzji błędnej. Przejście przez wszystkie podstawowe etapy pozwoli uzyskać lepsze rezultaty i rozwijać umiejętność skutecznego podejmowania decyzji.

W większości procesów podejmowania decyzji tylko nieliczne z jego etapów wystarcza realizować tylko jeden raz, jak to pokazano na rys. 2.1.2. Na ogół konieczne są iteracje, gdyż częściowe wyniki lub nawet wstępna wersja pełnego rezultatu końcowego mogą skłonić analityka do zmiany założeń początkowych, rewizji poprzednich prac lub uzupełnienia danych. Decydent nie może na przykład zdefiniować swych celów, dokąd nie ma rozeznania, co jest możliwe do zrobienia lub może chcieć wprowadzić dodatkowe ograniczenia postwierdzeniu, jakiego rodzaju skutki może spowodować podejmowane przedsięwzięcie.

Niektóre typowe iteracje przedstawione są na rys. 2.1.3.

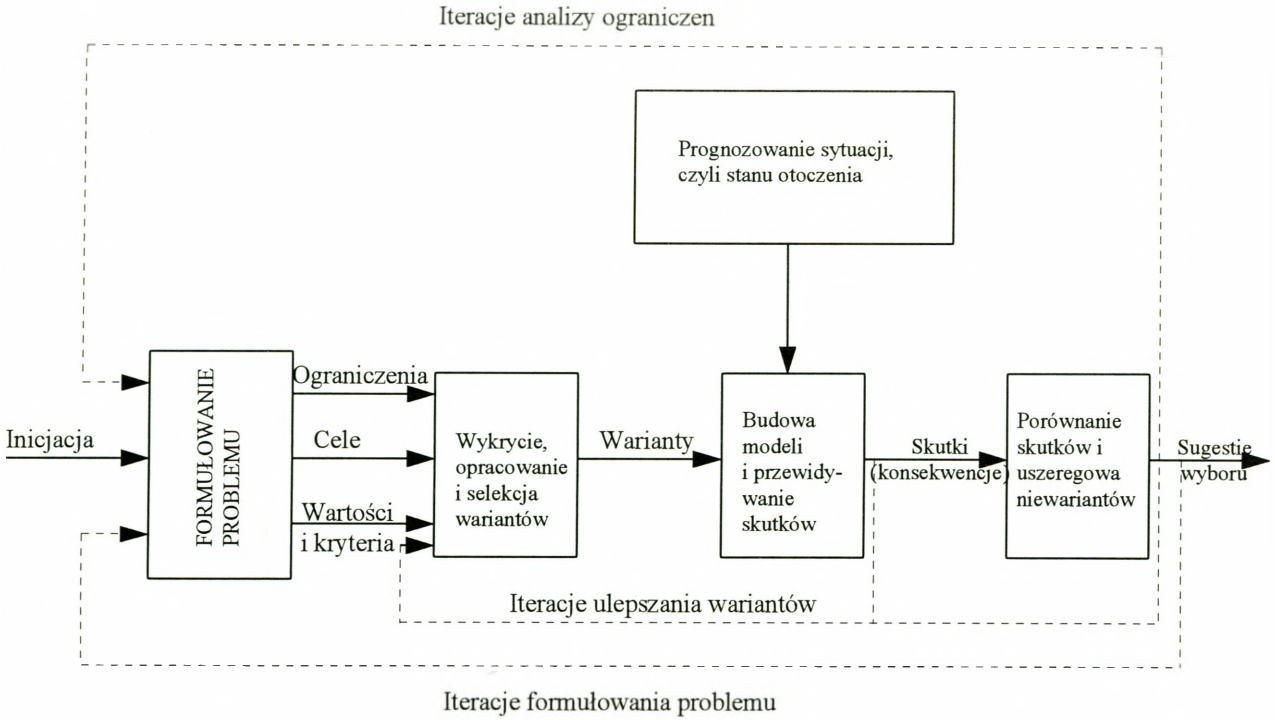
Jedna z pętli sprzężenia zwrotnego przebiega od następstw (konsekwencji) do tworzenia wariantów. Dzięki temu sprzężeniu dokonuje się modyfikacji lub ulepszania niektórych wariantów, na ogół poprzez zmianę ich parametrów, oraz eliminuje pewne warianty.

Innym typowym sprzężeniem jest przeniesienie wniosków wynikających z badania modelu na sformułowanie problemu. Jest to iteracja konieczna, ponieważ, na ogół niemożliwe jest określenie celów i wyznaczenie ograniczeń z niezbędną dokładnością bez znajomości skutków, jakie spowodują przyjęte założenia. Iteracja może spowodować konieczność zmiany wariantów, a nieraz wręcz skłonić do tworzenia nowego ich zestawu. Ponadto, wyniki



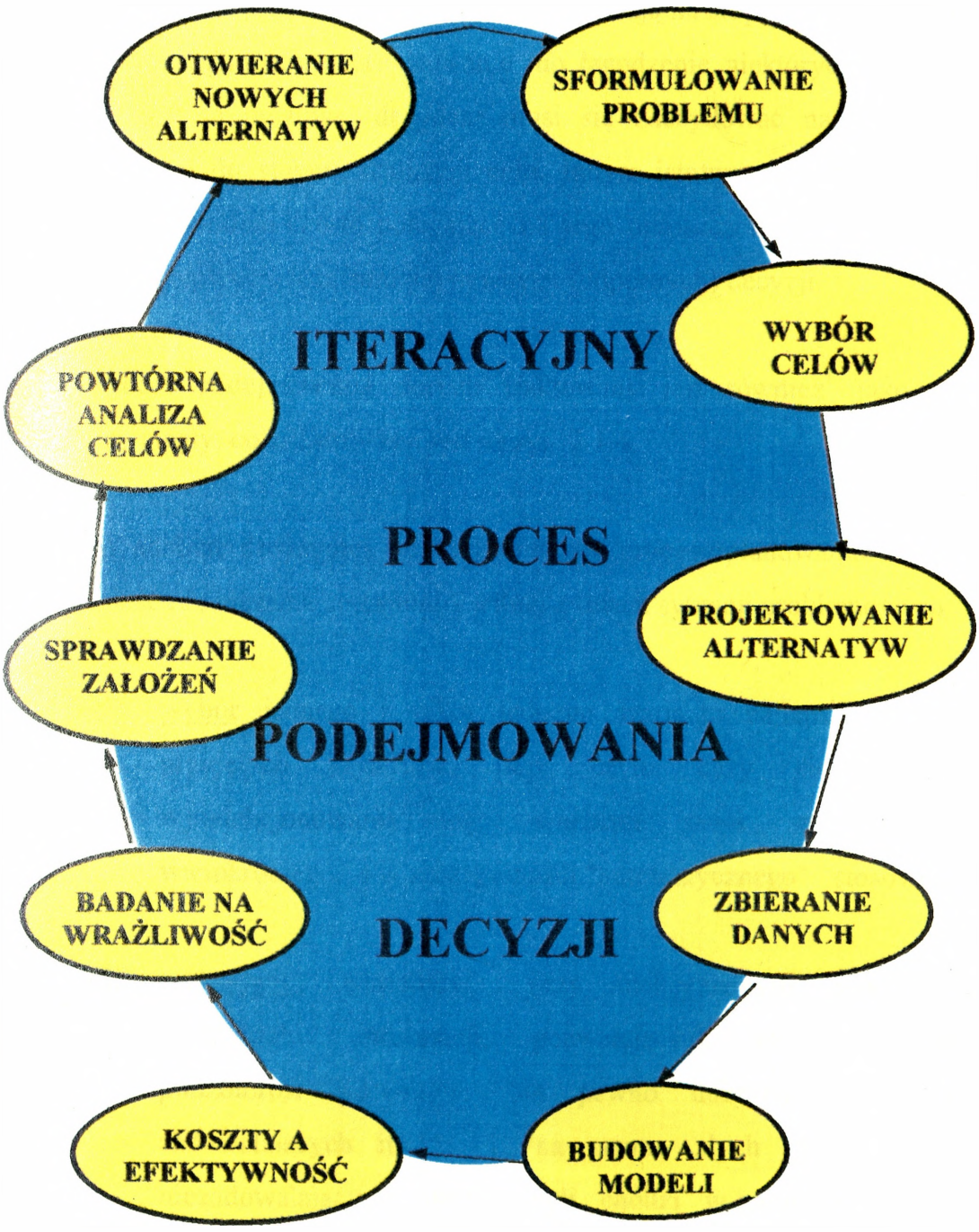
Rys. 2.1.2.

Źródło: *Analiza systemowa. Podstawy i metodologia,* Praca zbiorowa pod red. W. FINDEISENA, PWN, Warszawa 1985.



Rys. 2.1.3.

Źródło: *Analiza systemowa. Podstawy i metodologia,* Praca zbiorowa pod red. W. FINDEISENA, PWN, Warszawa 1985.


OTWIERANIE NOWYCH ALTERNATYW
SFORMUŁOWANIE PROBLEMU
WYBÓR CELÓW
PROJEKTOWANIE ALTERNATYW
ZBIERANIE DANYCH
BUDOWANIE MODELI
KOSZTY A EFEKTYWNOŚĆ
BADANIE NA WRAŻLIWOŚĆ
SPRAWDZANIE ZAŁOŻEŃ
POWTÓRNA ANALIZA CELÓW
ITERACYJNY
PROCES
PODEJMOWANIA
DECYZJI

Rys. 2.1.4.

otrzymane przy przyjętych aktualnie założeniach i ograniczeniach mogą okazać się niezadowalające. Metodą iteracji można ocenić „koszt" ograniczeń, tzn. ocenić w jakim stopniu zmiany ograniczeń wpływają na stopień osiągnięcia celu. Można ewentualnie rozważać usuwanie lub łagodzenie niektórych ograniczeń. Jeśli nie jest to możliwe, decydent musi się zdecydować na zmniejszenie wymagania co do stopnia realizacji celu. Innym istotnym celem iteracji jest doskonalenie modelu często polegające na jego uproszczeniu, co prowadzi do mniej szczegółowych, lecz bardziej pewnych (odpornych) decyzji.

Proces podejmowania decyzji traktowany jest również[1] jako proces iteracyjny ciągły, co zilustrowane jest na rys. 2.1.4.

W analizie decyzyjnej, będącej podstawą procesu planowania, występuje konieczność rozwiązania co najmniej jednej z trzech sytuacji problemowych:

(I) wybór jednego i tylko jednego wariantu, najlepszego w sensie przyjętych kryteriów, przy czym dąży się, aby sposób wyselekcjonowania tego wariantu mógł stanowić metodę wielokrotnego, a w szczególności "automatycznego" stosowania;

(II) sortowanie wariantów, przy maksymalnym wykorzystaniu wszelakich informacji, pozwalających na wyodrębnienie podzbiorów wariantów: "na pewno dobrych (prawdziwych, zadowalających itp.)" i "na pewno złych (nieprawdziwych, niezadowalających itp.)", czyli chodzi w zasadzie o określenie warunków przynależności do różnych kategorii, uzasadniających podział zbioru wariantów na kategorie (np. zaakceptowane lub odrzucone);

---

[1] Materiały z *DEFENSE RESOURCES MANAGEMENT INSTITUTE, Naval Postgraduate school, Monterey, California*

(III) porządkowanie wariantów według np. malejącej preferencji, bądź wspomaganie klasyfikacji wariantów co prowadzi do uporządkowania wszystkich lub niektórych wariantów ze zbioru potencjalnych decyzji.

Podejmowanie decyzji musi uwzględniać coraz większy stopień złożoności i kompleksowości zadań oraz uwarunkowań ich realizacji. Niewspółmiernie bowiem wzrosła liczba czynników ilościowych i jakościowych, które należy brać pod uwagę.

Z procesu decyzyjnego w planowaniu obronnym nie można też zupełnie wykluczyć błędów, gdyż złożoność systemu obronnego państwa i otoczenia oraz ich wzajemnych interakcji jest duża, z dużym stopniem występowania niepewności. Można jednak ograniczyć częstość i zakres popełniania błędów, jeśli zapewni się rzetelne informacje ułatwiające rozeznanie sytuacji, rozważy wnikliwie różne opcje i możliwe rozwiązania sytuacji oraz dokona analizy ryzyka.

Błędy w podejmowaniu decyzji mogą wynikać z różnorodnych przyczyn, których często nawet decydent sobie nie uświadamia. Mogą one być powodowane brakiem rozeznania celów, bądź niewłaściwym ich określeniem, powierzchowną analizą sytuacji i niedostrzeganiem wpływów ubocznych, niedokładnymi lub niekompletnymi informacjami, błędnymi radami czy wskazówkami tzw. ekspertów, rozbieżnościami interesów, presją zewnętrzną, skłonnością do schematyzmu, brakiem właściwych kwalifikacji, nadmiernym optymizmem, bądź pesymizmem itp.

Niska jakość decyzji, a zwłaszcza ich nierealność, jest zawsze szkodliwa, toteż decydenci nie mogą pozwalać sobie na improwizację w podejmowaniu decyzji w sposób woluntarystyczny, wyłącznie na podstawie wyczucia i intuicji,

lecz w sposób przemyślany, uporządkowany według racjonalnych reguł będący pochodną zebranych informacji, logiki, wiedzy, doświadczenia oraz intuicji.

Sposób podejmowania decyzji zależy od złożoności problemu, który decyzja rozwiązuje. Im problem jest bardziej złożony, im wyższy jest stopień trudności jego rozwiązania, tym bardziej decydowanie staje się procesem złożonym , wymagającym zorganizowanego działania.

Z punktu widzenia złożoności problemy można podzielić na:

- *proste* - rozwiązanie ich nie jest specjalnie pracochłonne, trudne i kosztowne, a także nie wymaga dużej liczby informacji;
- *złożone* - czasochłonne, skomplikowane pod względem rzeczowym i organizacyjnym, wymagają wielostronnych informacji i poważnych nakładów;
- *bardzo złożone* - zawierające dużą liczbę zmiennych i nie dające się rozwiązać jednocześnie jako całość, a także wymagające dłuższego czasu na rozwiązanie, które wymaga przewidywania przyszłych wydarzeń, a więc warunków w jakich analizowany proces (zjawisko) będzie zachodzić i sił, które będą wpływać na ten proces (zjawisko), przy uwzględnieniu konsekwencji własnych decyzji i działań.

Złożoność rozwiązywanych problemów określa charakter i rodzaj podejmowanych decyzji. Każda decyzja może mieć charakter problemowy, jak i systemowy, a jej znaczenie może się zmieniać w zależności od potrzeb, czasu i sytuacji.

Szczególne miejsce w systemie planowania rozwoju systemu obronnego państwa zajmuje działalność planistyczna na szczeblu ministra obrony[1]. Jej treścią jest przygotowanie 5-letniego programu obrony narodowej. Zadaniem tego etapu planowania, zwanego programowaniem jest zabezpieczenie powiązań pomiędzy planowaniem obronnym i finansowaniem w celu zapewnienia realności tych planów i lepszego wykorzystania posiadanych zasobów.

Z wprowadzeniem programowania planowanie obronne stanowi sumę powiązanych ze sobą aspektów tego samego procesu. W systemie planowania poszczególne elementy systemu - tj. planowanie, programowanie i budżetowanie odpowiadają kolejnym etapom w ogólnym procesie planowania obrony i jej zabezpieczenia materiałowo-finansowego. Istota poszczególnych elementów jest następująca:

Planowanie - formułowanie głównych zadań strategiczno-obronnych i ustalenie ogólnych potrzeb w siłach i środkach dla ich wykonania;

Programowanie - opracowanie i konkretyzacja programów jako kompleksu przedsięwzięć, które należy zrealizować dla stworzenia, utrzymania i użycia odpowiednich sił i środków z jednoczesną oceną potrzebnych do tego środków finansowych, zasobów ludzkich i materiałowych w ujęciu pięcioletniego programu;

---

[1] Roman KULCZYCKI, Leszek OLEKSYN, *Informatyzacja systemu planowania strategiczno-obronnego państwa w oparciu o budowę wspólnej sieci resortów GN, ON, SG WP i RSZ „SIEĆ-2"*, AON-Wydział Strategiczno-Obronny, Warszawa, 1995 r.

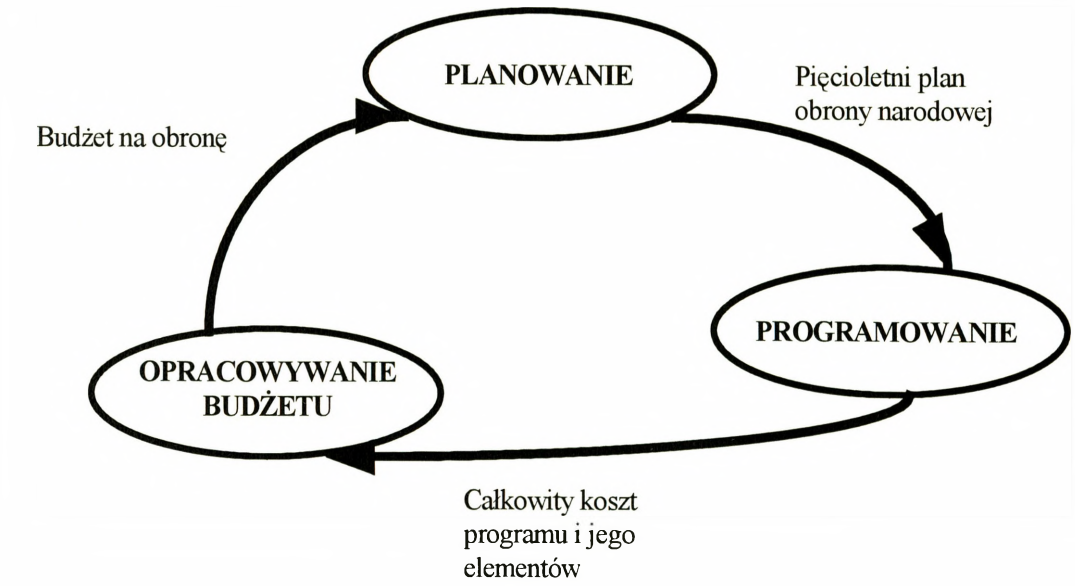
Opracowanie budżetu - przygotowanie projektu budżetu, czyli złożenie zapotrzebowania, przez Ministerstwo Obrony do Rządu i Sejmu na przydzielenie środków i limitu osobowego na kolejny rok finansowy z rozdzieleniem ich według ustalonych kategorii i z uzasadnieniem przeznaczenia. Proces opracowania budżetu jest to faktycznie wydzielenie jednorocznej części z „Pięcioletniego programu'' i sporządzenie na tej podstawie planu zabezpieczenia materialnego przedsięwzięć obronnych na ten rok.

Pięcioletni program obrony narodowej stanowi zasadniczy dokument dyrektywy w dziedzinie planowania dla wszystkich organów systemu obronnego państwa. Program ten opracowuje się na podstawie planów obronnych. Równocześnie ma on duże znaczenie dla planowania obronnego, gdyż uzyskuje ono materialną podstawę tylko poprzez program. Poprzez wprowadzenie ''Pięcioletnich programów" planowanie obronne staje się faktycznie etapem przygotowania propozycji w zakresie zadań i treści tego programu. Plany obronne są na tyle realne, na ile ich postulaty zostają ujęte w programie.

W ten sposób osiąga się w praktyce taką sytuację, że ostateczne decyzje w zakresie głównych zagadnień obronnych będzie podejmować kierownik polityczny - minister obrony.

Jedną z najsilniejszych stron przedstawionego systemu planowania obronnego jest to, że zakończenie każdego cyklu planowania - programowania - opracowywania budżetu jest początkiem następnego cyklu. Na podstawie problemów uwidocznionych pod koniec poprzedniego cyklu, Ministerstwo Obrony Narodowej i resorty (instytucje) cywilne przygotowują wykazy najważniejszych badań naukowych, które powinny być przeprowadzone dla przygotowania następnego programu. Wykazy te są rozpatrywane przez Komitet Obrony Kraju, a po uzgodnieniu ich między zainteresowanymi organami

planistycznymi organizuje się odpowiednie badania. Rezultaty badań służą za podstawę opracowania i uzasadnienia zmienionego programu. Proces badań z



Rys. 2.1.4. Współzależność planowania obronnego, programowania i finansowania.

natury rzeczy jest znacznie trudniejszy w planowaniu i bardziej powolny niż formalna zmiana programu. Dlatego integracja tych procesów stanowi jedną z najważniejszych właściwości systemu planowania obronnego.

Klasycznym już dziś przykładem planowania systemowego jest wprowadzony przez Roberta S. McNamarę modus operandi, który stał się znany jako System Planowania - Programowania - Budżetowania (PPBS)[1].

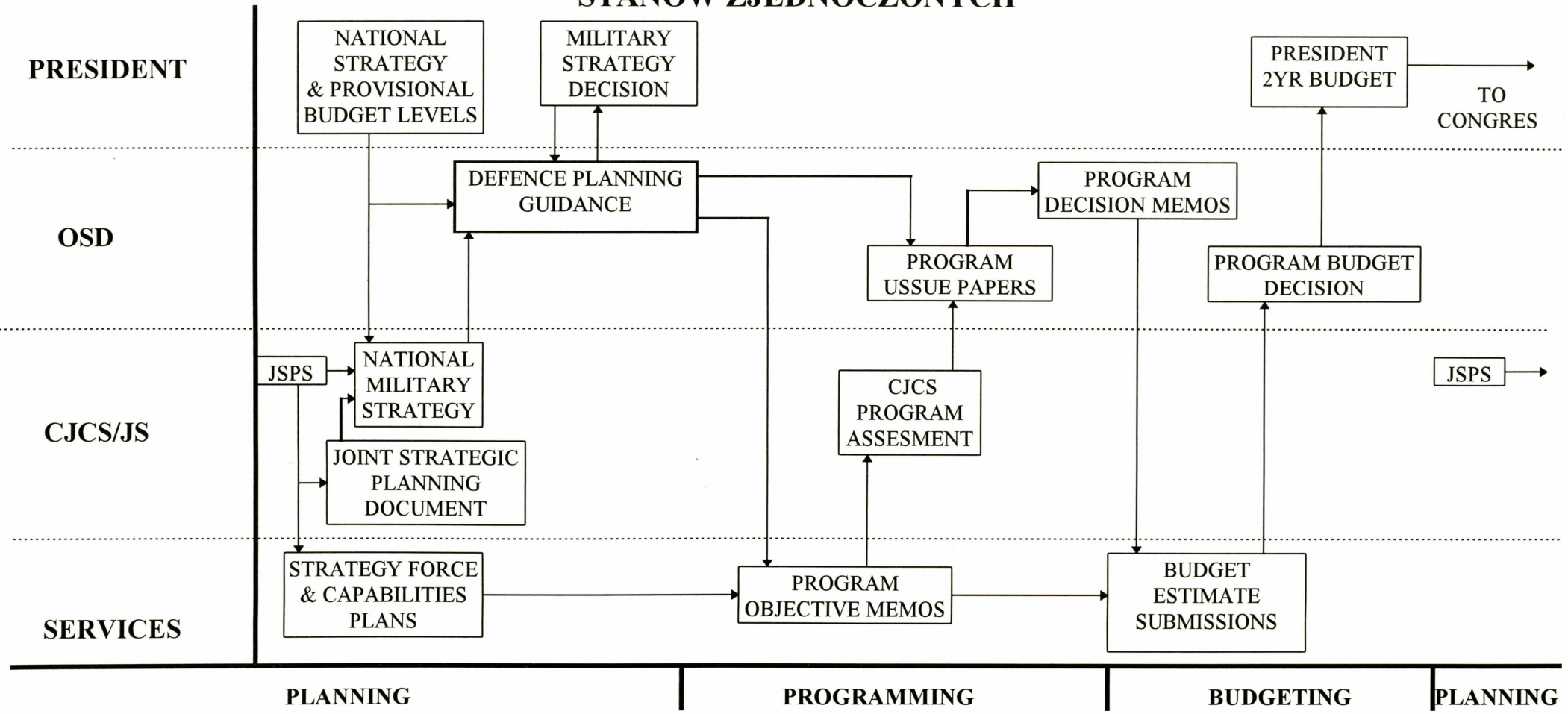
[1] P. SIENKIEWICZ, *Analiza systemowa. Podstawy i zastosowania*, Wydawnictwo BELLONA, Warszawa 1994.

Składał on się z trzech etapów:

1) określenie wymagań militarnych w związku z daną misją;
2) sformułowanie i rewizja programów;
3) przygotowanie wielkości szacunkowych rocznego budżetu.

Proces zaczyna się od określenia ogólnej polityki kraju, z której wynikają podstawowe wytyczne dla opracowania „przesuwnego" planu połączonych strategicznych celów, przygotowywanych co roku, w celu zestawienia potrzeb sił zbrojnych z misjami militarnymi. Na tym etapie szczególną rolę odgrywają analizy systemów oraz długookresowe prognozowanie rozwoju techniki. Druga faza PPBS polega na ustaleniu realizacji celów, które przygotowuje się co roku na bazie pięcioletniego okresu oraz wycenia się koszty na podstawie analiz systemowych opracowywanych w poprzedniej fazie. Jej końcowym rezultatem jest „Five - Year Force Structure and Financial Plan", publikowany co roku przez Sekretarza Obrony. Trzecia faza to opracowanie rocznego budżetu, który wynika z pierwszego roku kolejnego finansowego planu pięcioletniego.
System Planowania - Programowania - Budżetowania (PPBS) Departamentu Obrony Stanów Zjednoczonych przedstawiony jest schematycznie na rys. 2.1.5.

SYSTEM PLANOWANIA, PROGRAMOWANIA I BUDŻETOWANIA DEPARTAMENTU OBRONY STANÓW ZJEDNOCZONYCH



Rys. 2.1.5.

2.2. ZNACZENIE INFORMACJI W PROCESIE PODEJMOWANIA DECYZJI

Powodzenie każdej decyzji zależy od posiadania przez decydenta odpowiedniej jakości informacji o przedmiocie oceny, tj. obiektywnych, istotnych dla sprawy, a także w miarę kompletnych, porównywalnych i zwięzłych.

Pojęcia jakości informacji na ogół nie próbuje się określić wprost lecz pośrednio - przez cechy, które są temu pojęciu przynależne[1]. Wielokryteryjność tego pojęcia sprawia, że wykazy cech proponowane przez różnych autorów odznaczają się różnym poziomem abstrakcji i nazewnictwem. Ilustrują to wykazy cech jakości wg M. Niedźwiedzkiego i wg J. Kisielnickiego zamieszczone poniżej w tabeli 1 i 2, przytoczone przez W. Flakiewicza[2].

Tabela 2.2.1.
Cechy jakości informacji wg M. Niedźwiedzkiego

Nazwa cechy	Syntetyczne objaśnienie
1	2
Agregacja	Poziom syntezy informacji
Aktualność	Zgodność treści informacji z rzeczywistym stanem procesu w danym momencie
Celowość	zdolność do wyznaczania norm sterujących w procesie sterowania

[1] W. FLAKIEWICZ, *Informacyjne systemy zarządzania*, PWE, Warszawa 1990.

[2] *jak wyżej.*

1	2
Cenność (wartość)	Spowodowanie zmiany cenności sytuacji decyzyjnej
Decyzyjność	Stopień wpływu na przebieg procesu decyzyjnego (wzbogacenie wiedzy, warianty decyzji, stanowienie decyzji)
Dokładność	Stopień uwzględnienia szczegółów w treści informacji
Dostępność	Możliwość korzystania z informacji w odpowiednim miejscu i czasie przez odbiorcę
Efektywność	Zdolność do wywołania określonych, istotnych dla użytkownika efektów
Elastyczność	Zdolność do zaspokojenia różnych potrzeb użytkowników
Ilość	Zmniejszenie stopnia niepewności w sytuacji decyzyjnej
Jednoznaczność	Stosowanie jednoznacznego języka i precyzyjnie określonych pojęć
Kompletność	Użytkownik nie jest zmuszony sięgać po informacje dodatkowe
Komunikatywność	Ilość pracy niezbędnej dla nadania jej przez odbiorcę formy umożliwiającej wnioskowanie i podjęcie decyzji
Kosztowność	Poziom nakładów pieniężnych na zdobycie lub sukcesywne uzyskiwanie informacji
Objętość	Wielkość obszaru niezbędnego do zapisania informacji w pamięci emc lub na nośniku
Opłacalność	Różnica między cennością i kosztem informacji
Pełność	Stopień likwidacji niepewności decydenta w procesie zarządzania
Porównywalność	Możliwość porównania informacji z innymi informacjami (wg czasu, obszaru itp.)

1	2
Pracochłonność	Wielkość nakładów pracy poniesionych na uzyskanie i wykorzystanie informacji
Prawdziwość	Zgodność treści informacji z rzeczywistym przebiegiem opisywanego przez nią zdarzenia
Precyzyjność	Stopień jednoznaczności terminologii użytej przez informację
Prospektywność	Stopień antycypacji przebiegu planowanych zdarzeń
Przydatność	Zmiana prawdopodobieństwa osiągnięcia celu, wynikła z dysponowania informacją
Przyswajalność	Objętościowy zakres informacji, który jest w stanie efektywnie wykorzystać decydent
Redundancja	Stopień nadmiarowości informacji nie wpływający na wzbogacenie jej treści
Retrospektywność	Informacja zwrotna o warunkach uprzednio podjętych decyzji (informacje historyczne)
Rozwlekłość	Możliwość dodatkowego uzupełnienia informacji np. o walorach dydaktycznych
Rzetelność	Brak zniekształceń intencjonalnych w treści informacji
Sensowność	Ograniczenie różnorodności zachowania się systemu
Szybkość	Odstęp czasu od momentu zaistnienia zdarzenia do momentu otrzymania informacji o tym zdarzeniu
Wiarygodność	Brak deformacji informacji
Wiek	Odstęp czasu między momentem zaistnienia zdarzenia a momentem wykorzystania informacji
Wierność	Informacja w zbiorze oryginałów jest taka sama, jak w zbiorze obrazów
Źródłowość (wtórność)	Pochodzenie informacji z (bezpośredniej/pośredniej) obserwacji

Tabela 2.2.2.

Cechy jakości informacji wg J. Kisielnickiego

Nazwa cechy	Syntetyczne objaśnienie
1	2
Kryteria minimalne	
Dyspozycyjność	Dostępność do każdej informacji istniejącej w systemie
Aktualność (prawdziwość)	Informacja powinna dotyczyć obecnego stanu rzeczywistości
Rzetelność	Informacja nie powinna być półprawdą lub wprowadzać użytkownika w błąd. Rzetelność wynika z dokładności i metody rejestrowania rzeczywistych zdarzeń. Poziom rzetelności zależy głównie od czułości narzędzi rejestracyjnych i całego procesu przetwarzania informacji, stopnia obiektywizmu oraz od błędów metodycznych.
Straty informacyjne	Ilościowe różnice między informacją pierwotną a otrzymywaną przez użytkownika
Porównywalność	Możliwość przeprowadzania analiz porównawczych
Kryteria optymalizujące	
Niezawodność	Każdy element systemu informacyjnego należy tak projektować, aby zwiększyć jego niezawodność
Przetwarzalność	Określenie funkcji postaci danych i form ich przechowywania
Elastyczność	Zdolność systemu informacyjnego do reagowania na zmiany
Wydajność	Zdolność systemu informacyjnego do przesyłania i przetwarzania w sensie fizycznym określonej ilości informacji w danej jednostce czasu

1	2
Koszt	Kryterium to dotyczy kosztu całego systemu informacyjnego oraz jego faz. Spełnia ono funkcję optymalizatora ekonomicznego
Czas reakcji	Czas oczekiwania na informację lub terminowość
Szczegółowość	Stopień uszczegółowienia informacji
Stabilność	Stopień odporności na zakłócenia
Aktywność	Częstość korzystania z informacji
Priorytetowość	Zdolność zajmowania się informacjami o różnym priorytecie
Poufność	Dostępność dla różnych grup użytkowników
Łatwość użytkowania	Stopień przezwyciężenia barier psychofizycznych związanych z korzystaniem z systemu
Bezpieczeństwo informacji	Możliwość całkowitego lub częściowego odtworzenia informacji
Wymagania specjalne	Różne, w zależności od bieżących decyzji i potrzeb

Z powyższych tablic wynika, że sposób doboru oraz zrozumienia treści każdej z cech jakości informacji jest pod wpływem zarówno osobowościowych cech jej użytkownika, jak i celu oraz programu badania danej rzeczywistości pozajęzykowej. Stąd jakość informacji jest pojęciem względnym.

Do celów praktycznych wygodne jest przyjęcie następującej definicji informacji: „Informacje to zbiór faktów, zdarzeń, cech obiektów itp. zawarty w określonej wiadomości, tak ujęty i podany w takiej formie, że pozwala odbiorcy ustosunkować się do zaistniałej sytuacji i podjąć odpowiednie działania umysłowe lub fizyczne”[1].

[1] P. SIENKIEWICZ, *Inżynieria systemów*, Wydawnictwo MON, Warszawa 1983.

Informację można klasyfikować według dziedzin wiedzy (np. społeczna, biologiczna, techniczna, ekonomiczna, wojskowa), według fizycznego charakteru zdobywania (np. wzrokowa, słuchowa), a także według właściwości metrologicznych (pomiarowych).

Z technicznego punktu widzenia celowe jest rozpatrywanie następujących form informacji:

- informację parametryczną, występującą najczęściej w postaci wyników pomiarów jako zbiory liczbowych ocen wartości mierzonych wielkości;

- informację topologiczną, dogodna w opisie obrazów i sytuacji, przedstawiona w postaci form geometrycznych, obrazów przestrzennych itp.;

- informację abstrakcyjna, którą stanowią formuły matematyczne, uogólnione obrazy i pojęcia.

W praktyce modelowania matematycznego systemów najczęściej stosowane są informacje parametryczne (rys. 2.2.1.), wśród których wyróżnimy przykładowo następujące rodzaje:

- typu zdarzenie A - pierwotnym elementem informacji jest elementarne zdarzenie dwuwartościowe (typu prawda i fałsz);

- typu wielkość X - uporządkowany jednowymiarowy zbiór zdarzeń, z których każdy odpowiada osiągnięciu przez wielkość określonego

poziomu, przy czym wielkość może mieć postać dyskretną lub ciągłą;

- typu funkcja X(T) - określa relacje między wielkością i czasem, wielkością i położeniem oraz między dwoma wielkościami;

- typu przestrzeń X(T,N) - opisująca zależność między wartością oraz położeniem i czasem.

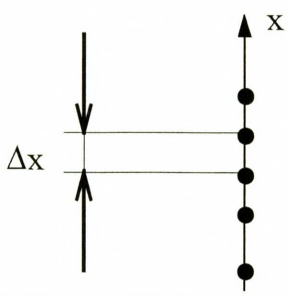
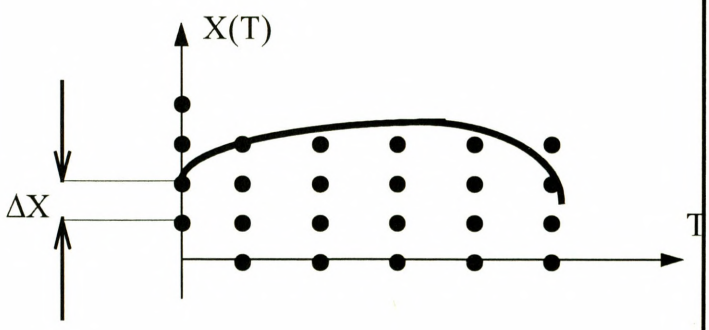
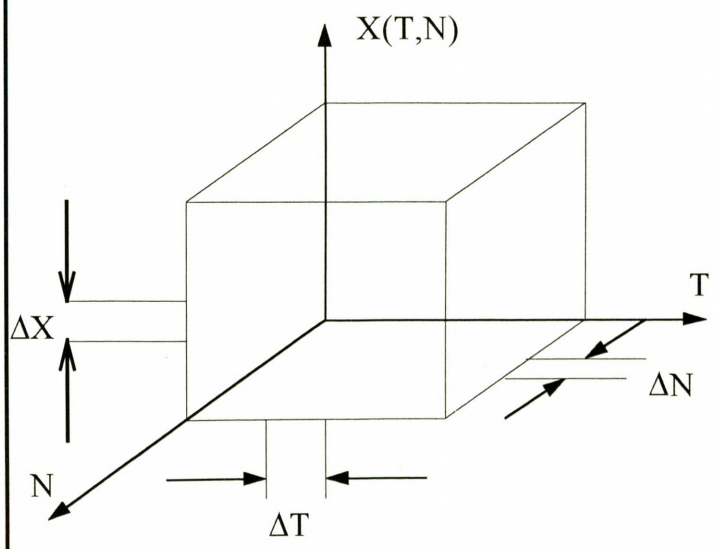
Informacja, w wyniku przekształceń, może przyjmować rozmaite struktury, takie jak np.: naturalna, unormowana, kompleksowa, zdekomponowana, uogólniona, dyskretna, bezwymiarowa, kodowana (w postaci cyfrowej). Szczególne znaczenie dla współczesnych systemów informacyjnych ma cyfrowa postać informacji.

U podstaw teorii informacji legło założenie, że komunikat zawiera tym więcej informacji, im mniejsze jest prawdopodobieństwo jego wystąpienia. Oznacza to, że ilość informacji jest tym większa, im większa była niepewność, że określoną wiadomość możemy znaleźć w komunikacie. Zatem otrzymać informację - znaczy dowiedzieć się czegoś więcej o tym, o czym wiedziało się mniej.

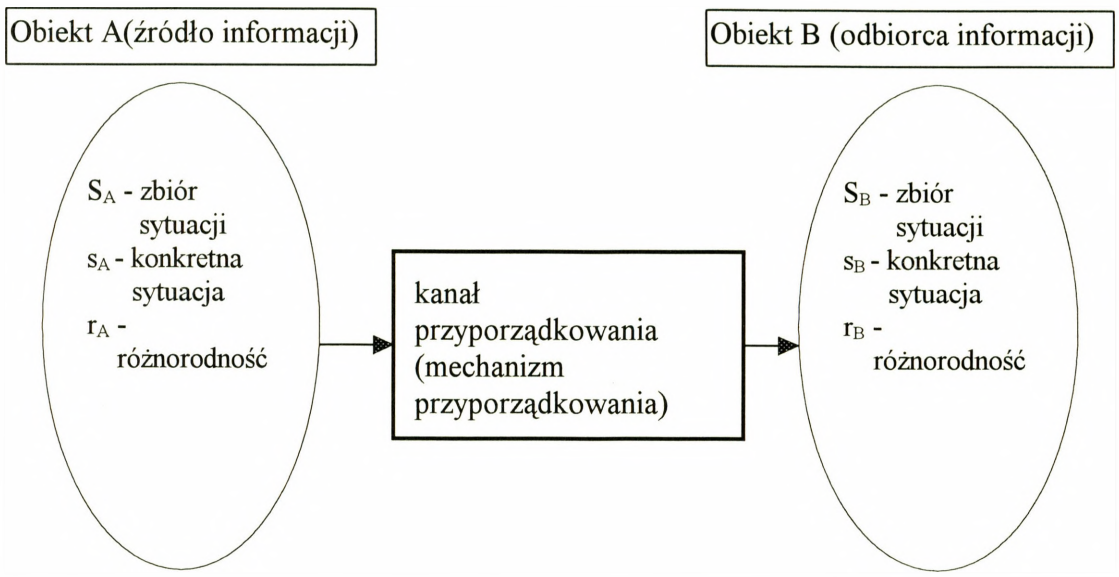
Podstawowe metody określenia ilości informacji sprowadzają się do: kombinatorycznej, statystycznej i metrycznej[1]. Metody te opierają się na pojęciu różnorodności źródła, mechanizmu przyporządkowania sytuacji źródła sytuacjom odbiorcy oraz różnorodności odbiorcy sytuacji, co przedstawiono symbolicznie na rys. 2.2.2.

---

[1] S. PASZKOWSKI, *Podstawowe pojęcia teorii systemów i sterowania automatycznego*, WAT, Warszawa 1990 r.

Rodzaje informacji parametrycznych	
Zdarzenie A	TAK NIE
Wielkość x	
Funkcja X(T)	
Przestrzeń X(T,N)	

Rys. 2.2.1.



Rys. 2.2.2. Układ „źródło sytuacji - odbiorca sytuacji"

Podstawą do określenia ilości informacji jaką „niesie" przyporządkowanie sytuacji z obiektu A sytuacjom obiektu B jest miara różnorodności zastosowana do mierzenia nieokreśloności przyporządkowania. Wynika z tego, że informacja związana jest z nieokreślonością danej sytuacji. Jednocześnie ze ścisłego ujęcia ilości informacji wynikają dodatkowe wnioski:

- niepewność jest pewną cechą sytuacji (zbioru możliwych zdarzeń), a informacja pewną cechą sygnału, polegającą na tym, że redukuje niepewność - ale nie jest sygnałem;

- pojęcia niepewności i informacji nie pozostają w żadnym stosunku do sensu (znaczenia) sygnałów (wiadomości);

- miara ilości informacji nie uwzględnia jej wartości;

- niepewność i informacja nie uwzględniają wariancji możliwych zdarzeń, ani „nieoczekiwalności" zdarzenia.

Modele informacji wyrażają w zasadzie trzy aspekty:

- aspekt techniczny związany z pytaniami o miarę informacji, np. dokładność przenoszenia sygnałów;

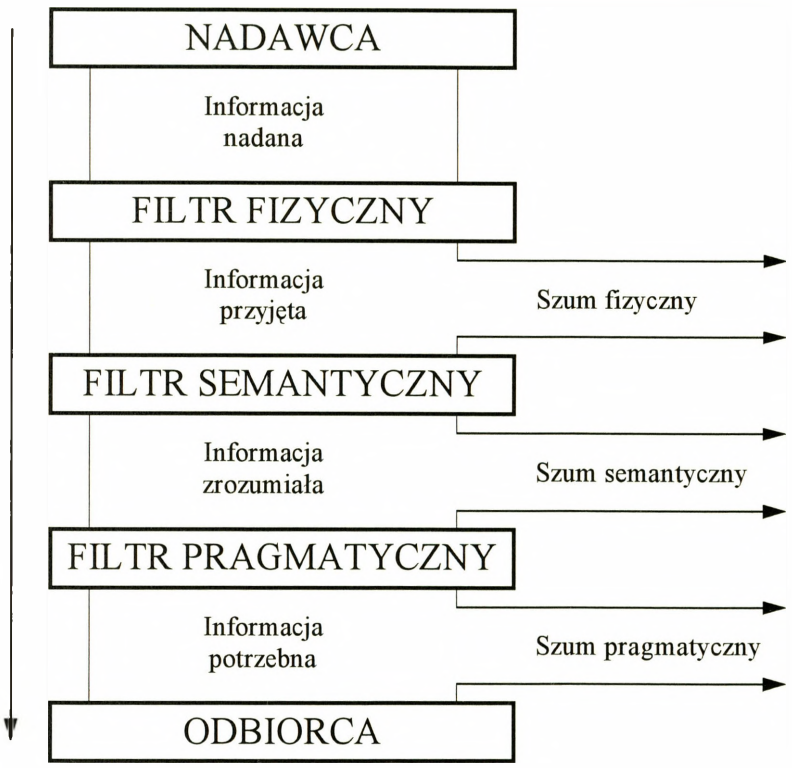
- aspekt semantyczny związany z pytaniem o ścisłość przekazywania znaczenia treści przez sygnały;

- aspekt pragmatyczny wiążący się z pytaniem o skuteczność wpływania otrzymanych treści na zachowanie się odbiorcy.

Poszczególne aspekty informacji dobrze odzwierciedla koncepcja „fazowego" procesu przesyłania informacji ze stratami w każdej z faz w postaci szumów (rys. 2.2.3.). Przesyłane informacje przechodzą przez filtry: fizyczny, semantyczny, pragmatyczny, a każdy z nich oddziela szumy. Szumy te przyjęto nazywać zgodnie z nazwami filtrów. Informacja, która dotarła do odbiorcy - użytkownika, jest informacją przez niego pożądaną, tj. taką, która powstała po oddzieleniu szumów: fizycznego, semantycznego i pragmatycznego.

Pomiędzy określonym źródłem informacji a odbiorcą informacji zachodzi sytuacja informacyjna w związku z wystąpieniem określonego zadania informacyjnego, formułowanego w określonym języku opartym na danym modelu.

STRATY W PROCESIE INFORMACYJNYM



Rys. 2.2.3.

Przyjmujemy, że dowolną sytuację informacyjną obrazuje charakterystyka ilościowa N_J - stopień nieokreśloności oraz charakterystyka identyfikacyjna $y_J = \left(y_1^J, y_2^J, y_3^J\right)$, taka że:

$$y_1^J = \begin{cases} 1 - \textit{informacja pelna} \\ 0 - \textit{informacja niepelna} \end{cases}$$

$$y_2^J = \begin{cases} 1 - \textit{informacja aktualna} \\ 0 - \textit{informacja nieaktualna} \end{cases}$$

$$y_3^J = \begin{cases} 1 - \textit{informacja niezawodna (wiarygodna)} \\ 0 - \textit{informacja zawodna (niewiarygodna)} \end{cases}$$

W związku z powyższym dowolnej sytuacji informacyjnej możemy przypisać jeden z ośmiu stanów:

Stan	Wartość parametrów
S_1	111
S_2	110
S_3	101
S_4	011
S_5	001
S_6	010
S_7	100
S_8	000

Najbardziej pożądanym jest oczywiście stan S_1, zaś najmniej pożądanym stan S_8.

Pomiędzy dwoma obiektami (systemami), np. nadawca a odbiorcą, występuje oddziaływanie informacyjne, związane z wystąpieniem określonej sytuacji informacyjnej, za pomocą kanału - toru informacyjnego. Zgodnie z konwencją terminologiczną zaproponowana przez M. Mazura[1], komunikat jest stanem fizycznym różniącym się w określony sposób od innego stanu fizycznego w torze informacyjnym. Oddziaływanie informacyjne opiera się więc na komunikatach. Liczba komunikatów zależy od tego, ile ich jest w dowolnym miejscu toru (tzw. zbiór poprzeczny komunikatów) i ile jest takich miejsc (tzw. zbiór wzdłużny komunikatów), przy czym wyróżnia się następujące typy komunikatów:

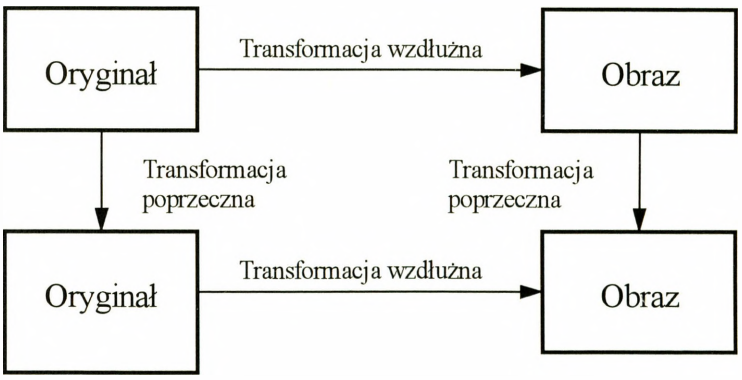
- oryginał - komunikat należący do poprzecznego zbioru komunikatów na początku toru;

[1] M. MAZUR, *Jakościowa teoria informacji*, WNT, Warszawa 1970.

- obraz - komunikat należący do poprzecznego zbioru komunikatów na końcu toru;
- interkomunikat - komunikat należący do poprzecznego zbioru komunikatów w dowolnym miejscu pośrednim między początkiem a końcem toru.

Wyróżnia się dwa rodzaje transformacji poprzecznej: oryginałów w oryginały i obrazów w obrazy, oraz transformację wzdłużną oryginałów w obrazy (rys. 2.2.4.).

Tor informacyjny według M. Mazura



Rys. 2.2.4.

Konsekwencją tych wyróżnień są następujące konwencje terminologiczne:

- informacja jest to transformacja poprzeczna komunikatów w torze;
- kod jest to transformacja wzdłużna komunikatów w torze.

Według M. Mazura „informacja, jako transformacja jednego komunikatu w drugi (np. oryginału w inny oryginał bądź obrazu w inny obraz), jest

związkiem między dwoma komunikatami i w takim sensie można mówić, że informacja jest zawarta w tych komunikatach (oryginałach, obrazach)[1]".

Powyższa konwencja terminologiczna umożliwia precyzyjne określenie podstawowych zjawisk zachodzących w sferze informacyjnej, przede wszystkim zaś określenie informowania jako transformacji informacji zawartej w oryginałach w informację zawartą w obrazach.

Określenie informowania uzupełnijmy o pewne postulaty:

1) informowanie jest procesem, czyli trwa w czasie;

2) informowanie jest ciągiem realizowanych w czasie sytuacji informacyjnych;

3) informowanie jest zaspokajaniem potrzeb informacyjnych określonych uczestników sytuacji informacyjnej;

4) informowanie realizowane jest przez określone elementy zwane informatorami, tworzące określone systemy informacyjne.

Jako synonim pojęcia informowania będziemy używać pojęcia procesu informacyjnego.

Analizując rodzaje informowania - procesów informacyjnych, skorzystamy z dalszych propozycji M. Mazura, przyjmując następujące ich rodzaje, wyróżnione z punktu widzenia zniekształceń procesów:

---

[1] M. MAZUR, *Cybernetyka i charakter*. PIW, Warszawa 1975.

a) transinformowanie, czyli informowanie wierne, które jest zapewnione, gdy:

- oryginały są zarazem obrazami (meldunek nadany staje się meldunkiem odebranym),
- oryginały są analogiczne do obrazów (np. teren i jego mapa),
- oryginały są zniekształcane w komunikaty pośrednie, które następnie są odwrotnie zniekształcane w obrazy (np. zaszyfrowanie tekstu i jego odszyfrowanie);

b) pseudoinformowanie, czyli informowanie pozorne, mające miejsce, gdy ciągi kodów, choć zupełne, są nieoddzielne, tj. mają pewne komunikaty wspólne, przy czym może to być:

- informowanie rozwlekłe,
- informowanie ogólnikowe,
- informowanie niejasne;

c) dezinformowanie, czyli informowanie fałszywe, powstające, gdy ciągi kodów są niezupełne, choć oddzielne, przy czym może to być:

- zmyślanie,
- zatajanie,
- przekręcanie.

Ponadto rozróżnia się parainformowanie, czyli informowanie oparte na parainformacjach, tj. informacjach zawartych w oryginałach, z których jeden jest paraoryginałem, bądź zawartych w obrazach, z których jeden jest paraobrazem. Parainformowanie obejmuje: domniemywania trafne (np. zrozumienie aluzji) i domniemywanie nietrafne, do tych zaś zalicza się: domniemywania

bezpodstawne (np. dopatrzenie się aluzji, której nie było), niedomyślne (np. niedopatrzenie się aluzji, której była) i domniemywanie opaczne (np. dopatrzenie się aluzji innej niż była).

Co do aspektu pragmatycznego informacji to „wiąże się on z odpowiedzią na pytanie : w jaki sposób ocenić wartość informacji?"[1]. Przypuśćmy, że przed otrzymaniem informacji prawdopodobieństwo osiągnięcia interesującego nas celu było równe P_o, zaś po jej otrzymaniu przyjęło ono wartość równą P_1. Powiemy wówczas, że wartość informacji dana jest wzorem:

$$U(I) = \log_2 P_1 - \log_2 P_0 = \log_2 \frac{P_1}{P_0}$$

czyli wartość informacji jest dodatnia, jeżeli otrzymanie tej informacji zwiększa prawdopodobieństwo osiągnięcia danego celu.

Ogólnie powiemy, że informacja, która niewiedzę użytkownika częściowo lub całkowicie redukuje bądź zaspokaja jego uświadomione potrzeby informacyjne, jest - z punktu widzenia użytkownika - pożądana. Wartość informacji dla użytkownika zależy od:

- problemu, czyli określonej sytuacji informacyjnej (im ważniejsze zadanie informacyjne, tym informacja uzyskana w wyniku jego zrealizowania jest bardziej wartościowa);

- efektywności systemu informacyjnego realizującego dany proces informacyjny (jeśli system zapewnia otrzymanie informacji pełnej, dokładnej i aktualnej, to informacja ta przedstawiać się będzie dla

[1] P. SIENKIEWICZ, *Inżynieria systemów*, Wydawnictwo MON, Warszawawa 1983.

użytkownika większą wartość, niźli byłaby to informacja niepełna, niedokładna i nieaktualna).

Ostatni z wymienionych wniosków powoduje, że wartość informacji wiąże się z zagadnieniem efektywności systemów informacyjnych.

Analiza systemowa procesów informacyjno-decyzyjnych zakłada konieczność analizy wszystkich podstawowych cech informacji, a mianowicie[1]:

a) cech podstawowych, związanych z informacją traktowaną jako zmniejszenie nieokreśloności wyboru z pewnego wieloelementowego zbioru wariantów;

b) cech strukturalnych odnoszących się do wewnętrznej formalnej budowy szeregów czasowych, wyrażeń symbolicznych itp. przenoszących informację;

c) cech semantycznych, opisujących relacje między wyrażeniami (komunikatami) przynoszącymi informacje i obiektami, które przez te wyrażenia (komunikaty) są opisywane;

d) cech pragmatycznych, opisujących skutki zewnętrzne zaistnienia procesu informacyjnego.

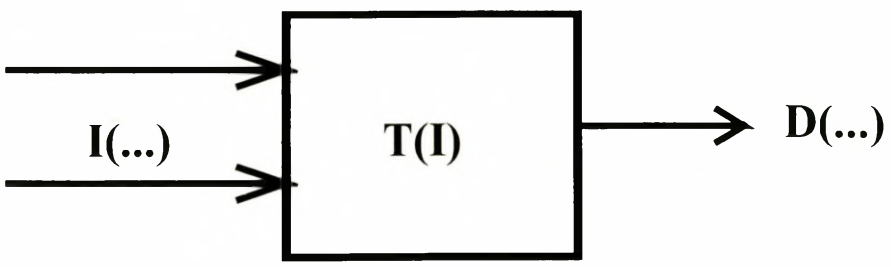
---

[1] P. SIENKIEWICZ, *Analiza systemowa. Podstawy i zastosowania*, Wydawnictwo BELLONA, Warszawa 1994.

2.3. ZBIERANIE I GROMADZENIE INFORMACJI DLA POTRZEB PLANOWANIA OBRONNEGO.

Żadna decyzja nie może być podejmowana bez wizji przyszłości, a tę można tworzyć jedynie w oparciu o wielostronne i w miarę wyczerpujące informacje (uzyskane formalnie i nieformalnie).

Zbierane i gromadzone informacje w systemie informacyjnym planowania obronnego I(...) możemy traktować jako „surowiec" do „produkcji" decyzji planistycznych D(...), które są celem działania systemu decyzyjnego planowania obronnego T(I) (rys. 2.3.1.). Im lepszy surowiec, staranniejsza obróbka, tym lepszy produkt. O wartości jednego i drugiego przesądza ostatecznie terminowość dostawy.



Rys. 2.3.1.

Każdy decydent powinien zatem dysponować dobrze zorganizowanym systemem informacyjnym służącym zbieraniu, opracowywaniu, przechowywaniu, aktualizacji, odtwarzaniu i przetwarzaniu danych potrzebnych kadrze kierowniczej do podejmowania decyzji i kierowania.

Systemem informacyjnym nazywamy system, którego celem jest zbieranie, przesyłanie, przechowywanie, przetwarzanie i udostępnianie informacji zgodnie z potrzebami i wymaganiami użytkowników.

System informacyjny dla potrzeb planowania obronnego powinien zawierać dane niezbędne do „opisania" przyszłych wydarzeń oraz do „dopasowania" potencjału, organizacji i działalności związanej z obronnością państwa w stosunku do zmieniającego się otoczenia.

Posiadanie takich danych wymaga odpowiedniego sposobu doboru informacji i poziomu ich przetwarzania. Są to dane umożliwiające, po pierwsze, poznania stanu rozwoju czynników zewnętrznych mających wpływ na podejmowane decyzje planistyczne i po drugie , ocenę własnych możliwości osiągnięcia w przyszłości założonych rezultatów. Toteż musza być one nastawione na przyszłość i charakteryzować dziedziny, w których nastąpią w przyszłości istotne zmiany, mogące mieć ważne znaczenie dla realizacji celów obronnych.

Z uwagi na szczególne znaczenie dla przyszłości, dane te powinny obejmować m.in.:

- informacje o strategicznych zamiarach instytucji centralnych, o pracy i zamierzeniach placówek naukowo badawczych;

- informacje o postępie naukowo-technicznym;

- informacje o rozwoju sytuacji międzynarodowej (w zakresie stosunków politycznych, gospodarczych, finansowych, handlowych itp.);

- informacje o zasobach obronnych państwa, ich wielkości i tendencjach rozwojowych;

- informacje o własnych zamierzeniach w zakresie obronności państwa, przebiegu ich wdrażania i punktach krytycznych (zadaniach głównych).

Pozyskiwanie takich informacji nie może być sporadyczne (akcyjne), lecz musi być procesem ciągłym, odpowiednio zaprogramowanym. W celu uzyskania wiarygodnych i w miarę wyczerpujących informacji koniecznym jest zorganizowanie systemu obserwacji środowiska, a właściwie system wczesnego rozpoznania zagrożeń i szans, zasilający w niezbędne informacje system informacyjny planowania obronnego. Służyłby on obserwacji ważnych wydarzeń w środowisku, dla dostarczania informacji przekazywanych w formie sygnałów ostrzegających o niebezpieczeństwach i ryzyku, lub wskazujących na zarysowujące się szanse i możliwości. Szczególnie cenne mogą być informacje o tzw. słabych sygnałach. Są to zwiastuny zmian strategicznych lub załamań dotychczasowych trendów w różnych obszarach środowiska, które mają wpływ na stan systemu obronnego państwa.

System planistyczny działa z zastosowaniem ekstrapolacji, toteż im więcej danych charakteryzujących daną dziedzinę aktualnie i w minionym okresie, a także im te dane są bardziej konkretne i wiarygodne, tym większe prawdopodobieństwo sporządzenia realistycznej prognozy, koncepcji, programu lub planu.

W resorcie ON zbieranie, opracowywanie oraz przekazywanie danych niezbędnych do kierowania resortem oraz poszczególnymi dziedzinami jego działalności, jak również zaspokajanie potrzeb informacyjnych organów statystyki państwowej obejmuje ewidencja i sprawozdawczość.

Powyższa problematyka jest uregulowana odpowiednimi aktami prawnymi.

W świetle obowiązujących aktów normatywnych dane sprawozdawcze powinny być przekazywane od podstawowej jednostki sprawozdawczej, poprzez szczeble pośrednie, aż do jednostki centralnej wiodącej w danej dziedzinie (gestora podsystemu ewidencyjno-sprawozdawczego) z uwzględnieniem struktury organizacyjno-funkcjonalnej resortu Obrony Narodowej.

Jednostki organizacyjne wiodące w danej dziedzinie są zobowiązane do uwzględniania potrzeb informacyjnych zgłaszanych przez jednostki organizacyjne danego szczebla i udostępniania danych w zakresie wynikającym z realizowanych przez nie zadań.

System ewidencyjno-sprawozdawczy resortu Obrony Narodowej i związana z tym problematyka dzieli się na podsystemy określone zakresami kompetencyjnymi Ministerstwa Obrony Narodowej, Sztabu Generalnego WP oraz dowództw rodzajów sił zbrojnych.

Szefowie (dowódcy) instytucji (dowództw) są gestorami właściwych im podsystemów, w ramach kompetencji określonych ramowym zakresem działania instytucji (dowództwa) i ustaleniami instrukcji w tym zakresie.

Do zasadniczych zadań gestorów podsystemów w zakresie sprawozdawczości należy:

- opiniowanie projektów wszystkich aktów normatywnych wydawanych przez instytucje;

- organizowanie i koordynowanie prac związanych z opracowywaniem sprawozdań;

- uzgadnianie z innymi instytucjami zmian w zakresie sprawozdawczości w podległym im podsystemie;

Ewidencjonowanie danych na poszczególnych szczeblach organizacyjnych resortu Obrony Narodowej następuje w przypadku:

- utrwalenia określonych informacji uznanych za niezbędne do skutecznej realizacji funkcji dowodzenia (zarządzania);

- konieczności gromadzenia danych wynikających z ogólnopaństwowych przepisów ewidencyjnych, zasad sprawozdawczości na użytek GUS oraz potrzeb sprawozdawczości resortowej.

W powyższym zachowuje się zasadę, że stopień szczegółowości ewidencjonowanych danych zmniejsza się na kolejnych, wyższych, szczeblach dowodzenia (zarządzania).

W procesie ewidencjonowania danych używa się określeń jednoznacznych w odniesieniu do pojęć stosowanych w planowaniu, sprawozdawczości i działalności kontrolno-rozliczeniowej.

W sprawozdaniach ujmuje się wyłącznie informacje niezbędne w procesach kierowania danego szczebla dowodzenia (zarządzania). Szczegółowość informacji zawartych w sprawozdaniach dostosowuje się do stopnia szczegółowości decyzji podejmowanych przez daną instytucję lub dowództwo, a częstotliwość i terminy ich przekazywania muszą być zgodne z terminami realizacji zadań, do których te dane są wykorzystywane.

Dane służące do określania zjawisk i tendencji zbierane są wyłącznie w wybranych, reprezentatywnych jednostkach wojskowych. Informacje zawarte w sprawozdaniach są przedstawiane w formie prostej stanowiącej bazę wyjściową do odpowiedniego przetwarzania ich na pośrednim i wiodącym szczeblu sprawozdawczym. Przekazywane są one w cyklu miesięcznym, kwartalnym lub półrocznym.

Źródła dopływu informacji do systemu planowania znajdują się przede wszystkim w otoczeniu tego systemu: w systemie kierowania obronnego, we własnym systemie obronnym państwa, systemie wojennym potencjalnego przeciwnika i ewentualnych sojuszników oraz w różnych systemach dalszego otoczenia. Informacje te gromadzone są w „pamięci" systemu planowania i są z niej przeliczane na odpowiedni sygnał - zapotrzebowanie.

Dla właściwej selekcji informacji system planowania obronnego powinien mieć odpowiedni identyfikator[1], pozwalający wydzielić przy odbiorze wiadomości podzbiory informacyjne istotne z punktu widzenia systemu obronnego państwa.

W polityce trudno zbudować taki identyfikator. Informacja w danej chwili uznana za bezwartościową dla obrony państwa, w przyszłości może mieć duże znaczenie. Zazwyczaj rolę identyfikatora wiadomości pożytecznych spełnia

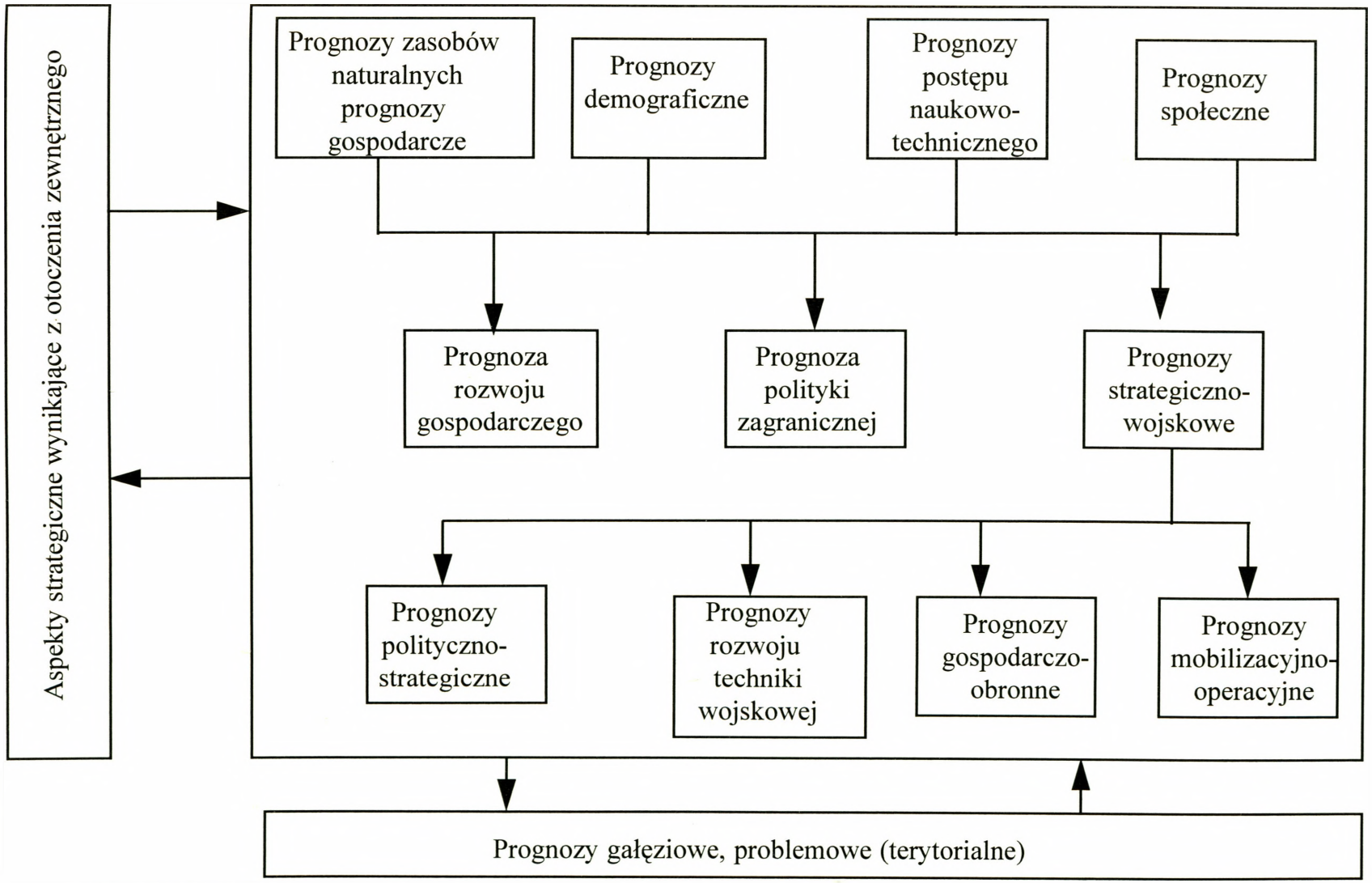
---

[1] Roman KULCZYCKI, Leszek OLEKSYN, *Informatyzacja systemu planowania strategiczno-obronnego państwa w oparciu o budowę wspólnej sieci resortów GN, ON, SG WP i RSZ „SIEĆ-2"*, AON-Wydział Strategiczno-Obronny, Warszawa, 1995 r.

aktualna doktryna obronna. Selekcja informacji dokonywana przez doktrynę powinna być uzupełniona uszeregowaniem gromadzonej w „pamięci" systemu informacji według jej ważności. Istotne znaczenie ma sprawdzenie wiarygodności informacji i ocena jej aktualności. Warto też zwrócić uwagę na zjawisko „moralnego zużycia" zgromadzonych informacji. Pewne wiadomości stają się z biegiem czasu zupełnie bezwartościowe, inne trzeba „przecenić".

Pozyskiwanie i wstępna selekcja informacji powinna przekształcić się w czynność nadawania jej formy pożądanej przez decydenta i wygodnej do dalszej obróbki. Kończy to podetap pozyskiwania i przygotowania danych i rozpoczyna podetap formowania sytuacji problemowej, w wyniku którego zostają zbudowane prognozy obronne. W zestawie prognoz, zajmujących się warunkami przyszłych działań znajdują się wszelkie prognozy rozwoju sytuacji międzynarodowej. Sporządzane są one na zapotrzebowanie całego systemu kierowania obronnością państwa i służą także potrzebom planowania działań politycznych, społecznych i gospodarczych. Zasięg czasowy takich prognoz może być bardzo różny, ponieważ wymagane są zarówno przewidywania na doraźne jak i długookresowe potrzeby.

Bezpośrednio z potrzebami planowania obronnego związane są różne prognozy dotyczące analizy potencjału wojennego przeciwnika i własnego potencjału obronnego. Bada się rozwój możliwości ponoszenia ciężarów określonego typu wojny w pewnym okresie przyszłości przez różne kraje i kraj własny. Występuje tu zatem wyraźne sformułowanie zadania wobec prognozowania. Rozwój teorii potencjału wojennego przyniósł lepsze sprecyzowanie tego pojęcia i ułatwił jego prognozowanie. Można więc prognozować składowe tego potencjału: potencjał ludzki, produkcyjny, wojskowy, militarny i in. Korzysta się przy tym z prostych metod bilansowania przyszłych potrzeb i możliwości ekstrapolacji zaobserwowanych trendów itp.



Rys. 2.3.2. Podstawowe rodzaje prognoz narodowych, z uwzględnieniem obronnych i ich wzajemne powiązania

Wśród prognoz obronnych istotną role odgrywają także prognozy dotyczące zagrożeń, przyszłych działań wojennych, rozwoju techniki wojskowej, gospodarki finansowej, rozwoju infrastruktury i inne. Podstawowe rodzaje prognoz narodowych, z uwzględnieniem obronnym i ich wzajemne powiązania przedstawione są na rysunku 2.3.2.

Istotne znaczenie dla pracy systemu planowania obronnego ma właściwe powiązanie prognoz obronnych i wzajemne wykorzystywanie gromadzonych materiałów i wniosków.

2.4. OCENY, POMIAR I MODELE OCENOWE

W wielokryterialnej analizie porównawczej etapem wstępnym jest ocena obiektów uznanych za warianty w procesie decyzyjnym.

Przyjmuje się, że oceny stwierdzają wartości, a tym samym, że są one zdaniami w sensie logicznym. Dokonując oceny posługujemy się swoistym językiem oceny, który w dziedzinie systemów działania może stanowić język przedmiotowy będący podzbiorem języka opisowego prakseologii. Jako język przedmiotowy zawiera on wyrażenia odnoszące się do przedmiotów spoza języka. Określając język oceny należy ustalić jakie są zasadnicze pojęcia oraz jakie są znaczenia tych pojęć. Pojęcia pozwalają na tworzenie zdań oceniających.

Warunki tych zdań określają :

- przedmiot oceny, czyli określone stany (wartości cech) obiektu (zjawiska, procesu, systemu) opisane w zdaniu orzekającym;

- podstawę oceny, czyli określone kryterium opisane w zdaniu normatywnym postulującym pożądane stany (wartości cech) obiektu.

Ocenianie (ewaluacja) jest więc procesem tworzenia zdań oceniających, w rezultacie czego podmiot oceniający uzyskuje określone, pożądane informacje o przedmiocie oceny. Ocena lub informacja ocenowa służy bądź do zaspokojenia potrzeby orientacji podmiotu, bądź stanowi podstawę dokonywania

wyborów w procesach decyzyjnych. System wartości, akceptowanej przez podmiot oceny, wyrażają przyjęte przez niego kryteria oceny.

Ogólny schemat zdania oceniającego odpowiada logice reprezentacji wiedzy, czyli:

jeżeli α *to* β

i ma postać:

jeżeli ***obiekt*** ***spełnia*** ***warunek,*** **to** ***ocena***

gdzie :

obiekt	:=	wartość cechy (cech)
warunek	:=	wartość kryterium (kryteriów)
ocena	:=	pozytywna, negatywna
spełnia	:=	$\geq, \leq, =, >, <, \in$

Ocenianie (ewaluacja)[1] E_v jest pewną szczególną relacją między podmiotem, przedmiotem (obiektem oceny), kryteriami i ocenami, czyli:

$$E_v \subset PO \times \Sigma \times K \times O$$

gdzie :

PO - zbiór podmiotów oceny,

Σ - zbiór przedmiotów oceny,

K - zbiór kryteriów oceny,

---

[1] P. SIENKIEWICZ, *Teoria efektywności systemów*, Ossolineum, Wrocław 1987.

O - zbiór ocen.

Ogólnie, ocena nazywamy sąd (wypowiedź) wartościujący podmiotu oceniającego, wyrażający - najogólniej rzecz biorąc - aprobatę lub dezaprobatę dla stanu przedmiotu (obiektu) ocenianego w sensie przyjętego kryterium (kryteriów) sformułowanego na podstawie określonego systemu wartości.

Tak rozumiana ocena musi spełniać dwa zasadnicze postulaty :

1) postulat relatywizacji oceniania do podmiotu oceniającego, czyli różni oceniający mogą realizować różne procesy oceniania;

2) postulat standaryzacji ocen, czyli konieczności uzasadniania oceny, to jest podania kryterium oceny (systemu wartości), powtarzalności wyników dla danego obiektu (w tych samych warunkach) i jednolitości ocen (skali ocen).

Jest sprawą oczywistą, że każdą ocenę musi poprzedzać pomiar wartości określonych cech obiektu istotnych z punktu widzenia przyjętego kryterium. Ogólnie biorąc, pomiarem określać będziemy postępowanie służące do reprezentowania cech (właściwości) za pomocą liczb. W ramach teorii pomiaru, tj. liczbowej reprezentacji cech obiektów, można wyróżnić dwa podejścia :

- podejście teoriomnogościowe, wywodzące się z ogólnej (matematycznej) teorii pomiaru (aksjomat Kantora, Archimedesa), prowadzące do rozważań nad możliwością i sensem pomiaru absolutnego (absolutnie dokładnego);

- podejście konstruktywne (algorytmiczne) prowadzące do syntezy algorytmów pomiaru, optymalnych z punktu widzenia kryterium minimalizacji błędu pomiaru.

Podstawowe znaczenie dla teorii pomiaru, ale również dla działań poznawczych w ogóle, mają następujące zagadnienia :

1) zagadnienie istnienia reprezentacji (czy wszystkie cechy dają się zmierzyć ?);

2) zagadnienie jednoznaczności (czy liczby przypisywane przedmiotom są wyznaczone jednoznacznie czy też dobierane dowolnie ?);

3) zagadnienie znaczenia (jakie stwierdzenia sformułowane na podstawie liczbowej skali pomiarowej znaczą cokolwiek ?);

4) zagadnienie skalowania (jak przeprowadza się konstrukcję liczbowych skal pomiarowych, w jaki sposób przekształca się informację o uporządkowaniach w zdania mówiąc o liczbach i jak postępuje się z błędami pomiaru ?).

Dla pierwszego, fundamentalnego w istocie, zagadnienia szczególne znaczenie ma następujące twierdzenie:

Niech A będzie zbiorem skończonym, a **R** spójną relacją dwuargumentową na A. Jeśli relacja **R** jest przechodnia to istnieje taka funkcja

f określona na A, o wartościach w zbiorze liczb rzeczywistych, że dla wszystkich $x, y \in A$ mamy:

$f(x) > f(y)$ wtedy i tylko wtedy, gdy $x \mathbf{R} y$.

Rozpatrując skalę pomiaru najczęściej wyróżnia się :

a) skalę nominalna, pozwalającą na wyznaczenie równości, dla której matematyczną strukturą jest grupa permutacyjna $x' = f(x)$, przy czym $f(x)$ oznacza dowolną funkcję wzajemnie jednoznaczną;

b) skalę porządkowa, służącą do wyznaczenia stosunku większości lub mniejszości, np. grupa przekształcenia ściśle monotonicznego $x' = f(x)$, przy czym $f(x)$ oznacza dowolną rosnącą funkcję monotoniczną;

c) skalę interwałowa, służącą do wyznaczania równości przedziałów lub różnic, np. $x' = ax + b, \quad b>0$;

d) skalę ilorazowa, pozwalającą na wyznaczenie równości ilorazów: $x' = cx, \quad c>0$.

Poszczególnym wyróżnionym skalom odpowiadają odpowiednie statystyczne miary położenia (wartość modalna, mediana, średnia arytmetyczna, średnia geometryczna, średnia harmoniczna) i odpowiadające im testy istotności (chi kwadrat, test znaku, test serii, test T, test F).

Kolejnym zagadnieniem istotnym dla oceny obiektów jest przekształcanie stanów obiektów w ich stany względne, czyli zagadnienie normowania cech

obiektu. Istotą jego jest ujednolicenie, standaryzacja wartości cech z punktu widzenia określonego kryterium, czyli przeliczaniu bezwzględnych wartości na wartości względne.

Celem normowania jest na ogół:

(1) wprowadzenie addytywności w zbiorach wartości cech o różnych miarach;

(2) określenie na zbiorze cech funkcji preferencyjnej.

Należy zauważyć, że w zagadnieniach oceny systemów dąży się nader często do utworzenia addytywnych, syntetycznych miar cech kryterialnych, tj. miary takie, jak:

$$y = f(x), \quad \text{dla } x \in [\underline{x}, \overline{x}]$$

powinny spełniać warunki :

1. $y \in [0, 1]$
2. $\overline{y} = f(\overline{x}) = 1, \qquad \underline{y} = f(\underline{x}) = 0$

Dobrym przykładem może być funkcja oceniająca stopień osiągnięcia pożądanej wartości maksymalnej cechy obiektu, o postaci:

$$y = \frac{f(x) - \min_x f(x)}{\max_x f(x) - \min_x f(x)}$$

czyli

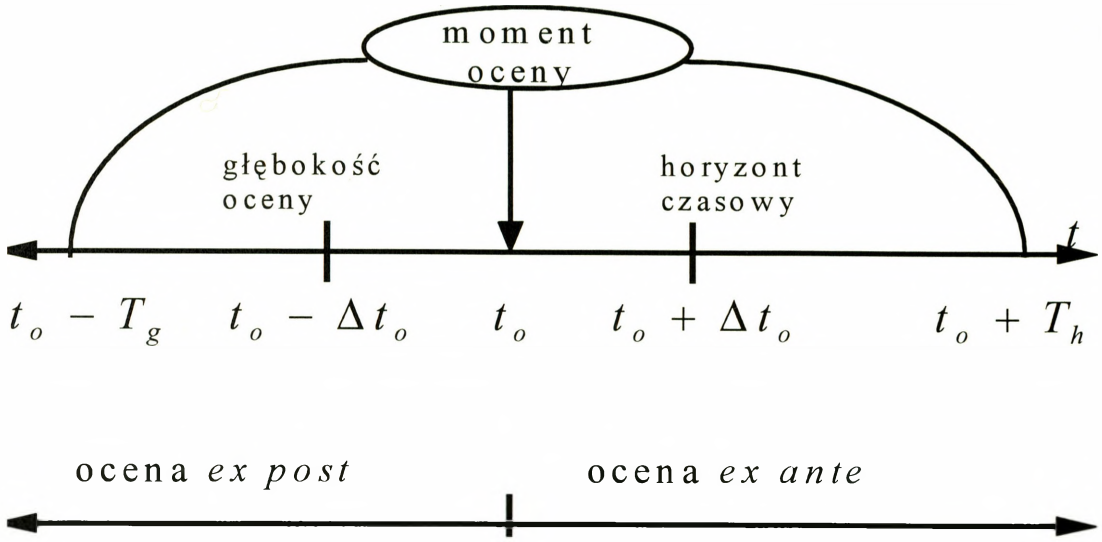
$$0 < y < 1 \quad dla \quad \min_x f(x) < f(x) < \max_x f(x)$$

Ocenę formułuje się wówczas, kiedy stwierdza się pewną zgodność (albo niezgodność) danego stanu rzecz z określonym kryterium. Ocena fałszywie opisanego stanu obiektu jest pseudooceną. Obiektywną oceną jest ta, która oparta jest na kryterium (kryteriach) wyrażających stopień zgodności cech obiektu z wartościami przyjętymi jako racjonalna podstawa ewaluacji obiektu.

Z uwagi na czas jako parametr oceny, wyróżniać będziemy :

(1) oceny retrospektywne (ex post), czyli oceny formowane dla przeszłych (w stosunku do chwili, w której dokonywana jest ocena) stanów przedmiotu oceny;

(2) oceny prospektywne (ex ante), czyli oceny formułowane dla przyszłych (w stosunku do chwili, w której dokonywana jest ocena) stanów obiektu.



Rys. 2.4.1.

Jako parametry czasowe oceny przyjęto :

- chwilę oceny t_0 lub przedziału czasu $[t_0 - \Delta t_0, t_0 + \Delta t_0]$

- głębokość oceny T_g dla ocen *ex post* lub horyzont oceny T_h dla ocen *ex ante*.

Trzeba zauważyć, że zarówno oceny *ex post*, jak i oparte na nich oceny *ex ante* stanowią w istocie proces kontroli przebiegu procesu działania (funkcjonowania) obiektu. Obie te grupy ocen dotyczą dwóch aspektów badania systemów - aspektu historycznego i aspektu prognostycznego - i są niezbędnym elementem każdego procesu sterowania (kierowania, zarządzania, dowodzenia).

Modelem oceny systemu MOS określać będziemy następującą strukturę formalną:

$$MOS \equiv < S, V; X_S, Y_S, F_S; O, \omega; s \in \Sigma >$$

taką, że:

$\Sigma = \{S_i: \ i \in I\}$ - skończony zbiór systemów - dana klasa obiektów oceny,

V - zbiór wartości akceptowany przez podmiot oceny,

$X_S = \{X_{Sj}: \ j \in J\}$ - skończony zbiór charakterystyk systemu ($s \in \Sigma$),

Y_S - zbiór znormalizowanych wartości funkcji kryterialnych (cech systemowych),

$F = \{ F_k^s : X_s \times \ldots \times X_s \rightarrow Y_s \}$ - zbiór kryteriów oceny ($k \in K$) obiektów należących do danej klasy systemów, czyli:

$F_k^s(x_{s1}, x_{s2}, \ldots, x_{sN}) = y_s$ dla $s \in \Sigma$; przy czym istnieje odwzorowanie zbioru V w zbiór F,

O - skończony zbiór ocen,

$\omega : Y_k^s \rightarrow O$ - funkcja oceny, która dla każdej wartości kryterium (cechy systemowej)

$$y_s = F_k^s(x_{s1}, x_{s2}, \ldots x_{sN})$$

przyporządkowuje jedną i tylko jedną ocenę ze zbioru przyjętych ocen O dla ocenianego systemu s $\in \Sigma$, czyli:

$O_S = \omega(y_S) \in O$ dla $s \in \Sigma$

$$O[y_s] = \begin{cases} 1\,(aprobata) & dla \;\; y_s \geq y_s^o \\ 0\,(dezaprobata) & dla \;\; y_s < y_s^o \end{cases}$$

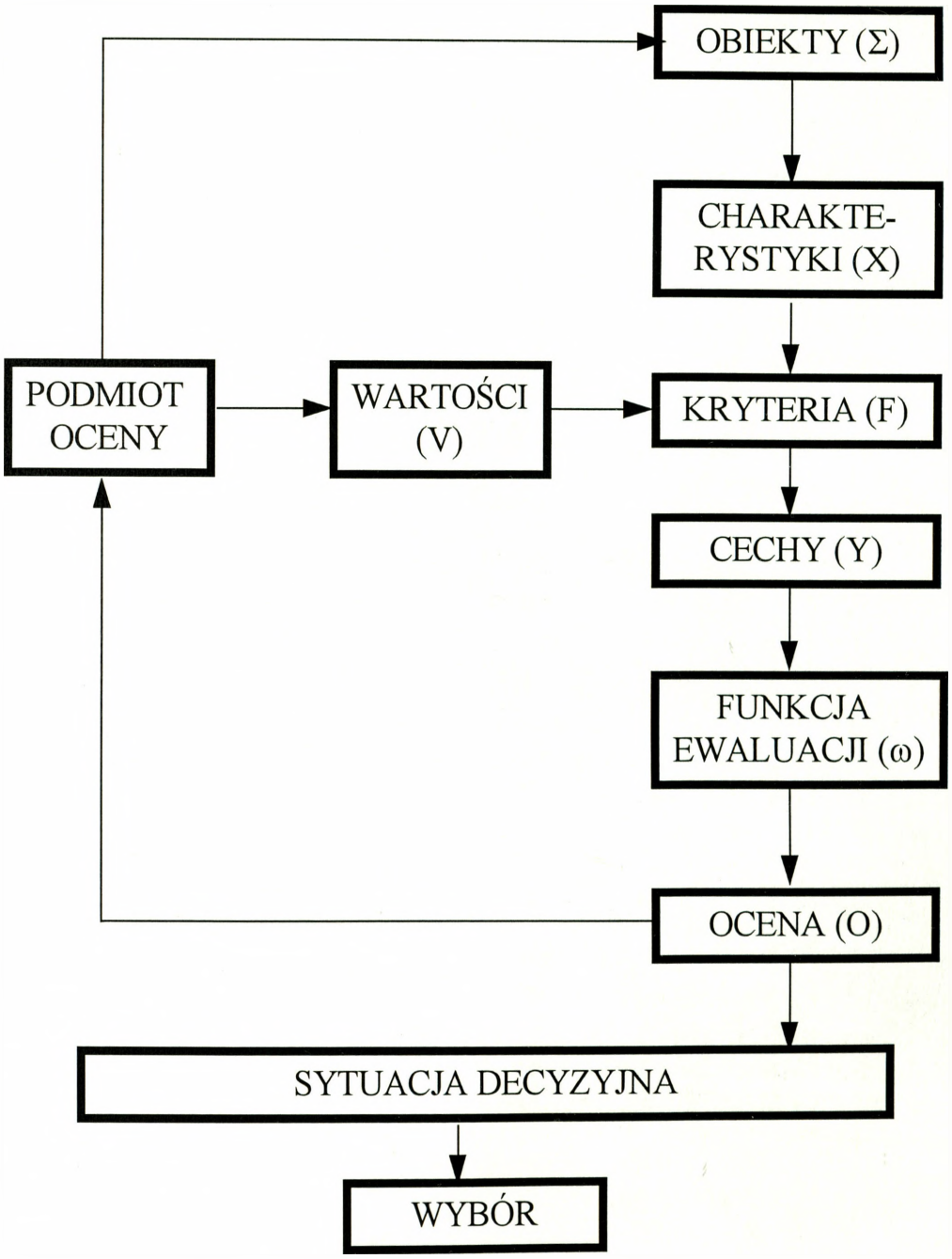
Każdy model ocenowy systemu[1]:

- jest przeznaczony dla określonej klasy systemów,
- jest zrelatywizowany do przyjętego systemu wartości wyrażanych w modelu za pomocą funkcji kryterialnych,
- powinien umożliwiać wybór konkretnej postaci wskaźników oceny w zależności od warunków i potrzeb sytuacji ocenowej,
- powinien zawierać elastyczną skalę ocen, tj. dostosowaną do warunków i potrzeb sytuacji ocenowej,
- powinien ograniczać wpływ czynników subiektywnych (emocjonalnych) na ocenę systemu.

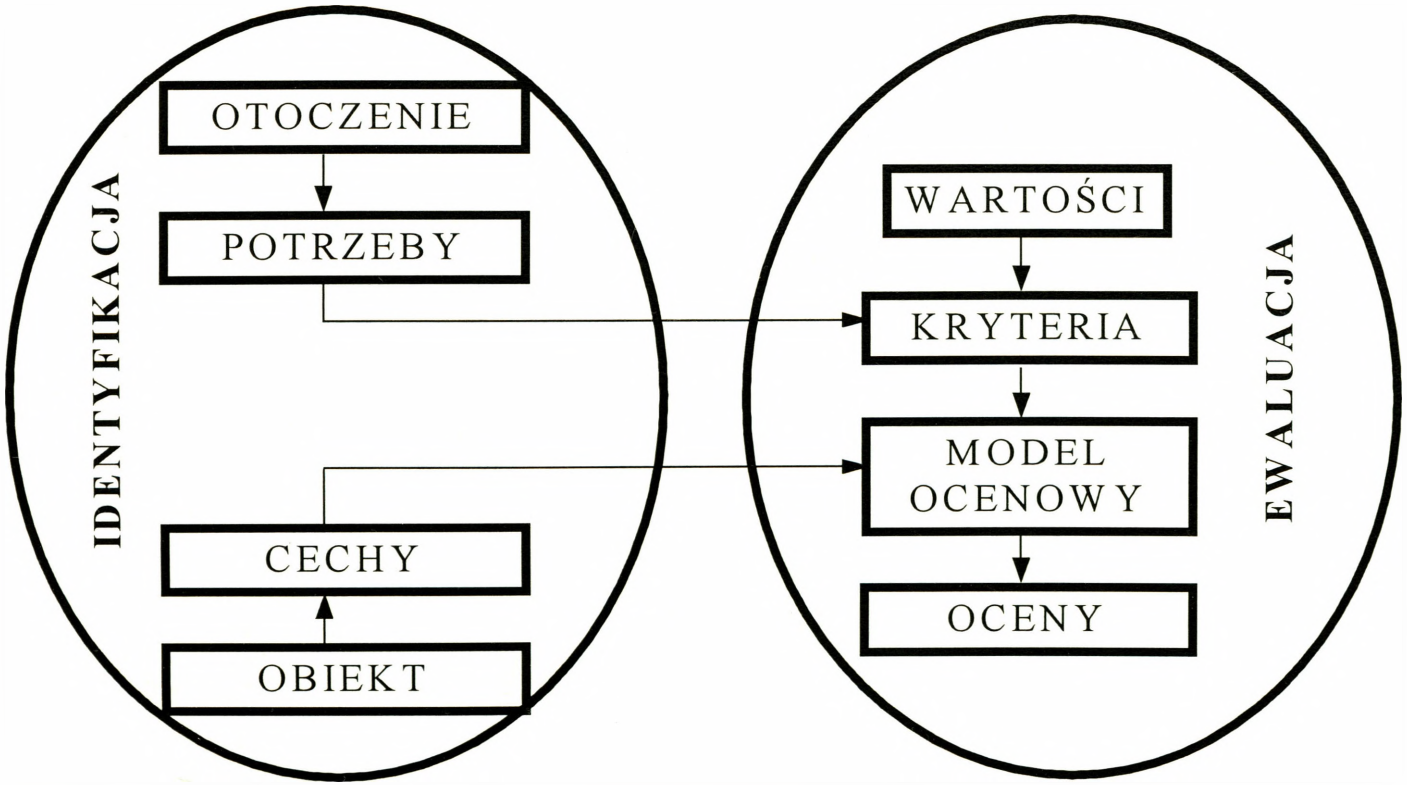
---

[1] P. SIENKIEWICZ, *Wartości, oceny, i efektywność systemów,* , Zeszyty Naukowe AON Nr 4(17) Warszawa 1994r.

MODEL SYTUACJI OCENOWEJ



Rys. 2.4.2.


IDENTYFIKACJA
OTOCZENIE
POTRZEBY
CECHY
OBIEKT
EWALUACJA
WARTOŚCI
KRYTERIA
MODEL OCENOWY
OCENY

Rys. 2.4.3.

2.5. KRYTERIA OCENY WARIANTÓW

W warunkach wielokryterialnego wspomagania decyzji odpowiedzialnym zadaniem dla analityka systemowego jest określenie "spójnej rodziny" kryteriów oceny efektywności (jakości) wariantów. Musi bowiem ona spełniać kilka podstawowych warunków takich, jak:

- wyczerpywalność, czyli zapobieżenie przypadkom takim, że np. dla któregoś z dwóch wariantów równoważnych względem każdego z kryteriów w praktyce występuje przewaga jednego z nich niezgodna z sytuacją równoważności;

- spójność między rolą przypadającą lokalnie każdemu kryterium na poziomie preferencji ograniczonych i rolą przypadającą globalnie rodzinie kryteriów na poziomie preferencji globalnych;

- nieredundancja, czyli usunięcie jakiegoś kryterium powoduje, że rodzina kryteriów przestaje spełniać chociaż jedno z dwóch wcześniejszych wymagań.

Przyjmuje się, że stosowane kryteria oceny stanu sił zbrojnych powinny spełniać następujące wymagania (prakryteria) :

- jednoznaczność : jednoznacznie dopuszczające tylko jedną, ściśle określoną i jednoznacznie zrozumiałą interpretację,

- swoistość znaczeniowa : nie może być identyczne znaczeniowo z jakimkolwiek innym kryterium,
- niezależność: nie może ulegać oddziaływaniu innych kryteriów,
- realność: powinno możliwie dokładnie odzwierciedlać rzeczywistość;
- rzeczowość: ma być bezbłędne merytorycznie, zgodnie z obowiązującym stanem prawnym z aktualnymi normami i ustaleniami zwyczajowymi;
- dopełnialność: powinno stanowić dopełnienie informacyjne w porównaniu z innymi kryteriami;
- zwartość nazwy: nazwa powinna być jak najkrótsza, możliwie jednowyrazowa;
- zmienność: powinno odtwarzać zmienne stany przedmiotu oceny w aspekcie odpowiedniego wymagania;
- mierzalność: powinno być wielkością mierzalną w całym wykorzystywanym przedziale zmienności;
- stopniowalność: powinno być cechą stopniowalną;
- przedmiotowość: powinno być dostosowane do potrzeb wynikających z celu oceny;

- powtarzalność: powinno być aktualne dla takich samych powtarzających się wymagań dotyczących innych przedmiotów oceny;
- poprawność językowa: powinno być zgodne ze współczesnym słownictwem języka, w którym dokonuje się opisu przedmiotu oceny.

Główny wpływ na wyniki oceny porównawczej, a przez to na trafność podejmowanych decyzji ma wybór globalnego kryterium porównywania, który jest funkcją cech istotnych porównywanego obiektu. Formalnie rzecz biorąc, cechy obiektów można uważać za wielkości zmienne, przyporządkowane tym obiektom.

Cechy istotne obiektów są zaliczane do grupy cech mierzalnych lub pośrednio mierzalnych /kwantytatywnych/.

Cechą mierzalną nazywa się taką, której wartościami są liczby rzeczywiste mianowane czyli mierzalne w sensie fizycznym. Cecha pośrednio mierzalna jest cechą o wartościach zawartych w zbiorze liczb całkowitych (najczęściej liczb naturalnych).

Wartości liczbowe tych cech otrzymuje się przez:

a) policzenie,

b) przyporządkowanie cechom niemierzalnym /opisom słownym stanów cechy/ odpowiednich skal numerycznych. Opis słowny jest w tym przypadku wyjściową formą przedstawienia wartości danej cechy.

Wśród parametrów mierzalnych wyróżnia się:

- stymulanty (maksymenty);
- destymulanty (minimenty);
- nominanty (optymenty).

Stymulantami (maksymentami) nazywa się takie parametry, dla których ocena stopnia spełnienia wymagania wyrażonego tym parametrem wzrasta wraz ze wzrostem stanu tego parametru.

Destymulantami (minimentami) nazywa się takie parametry, dla których ocena stopnia spełnienia wymagania wyrażonego tym parametrem wzrasta wraz ze spadkiem stanu tego parametru.

Nominantami (optymentami) nazywa się takie parametry, dla których ocena spełnienia wymagania wyrażonego tym parametrem jest największa dla określonej wartości pośredniej. Wszelkie odchylenia nominant od tej wartości są zjawiskiem negatywnym z punktu widzenia badanego wskaźnika. Nominanty możemy łatwo przekształcić w destymulanty przez ustalenie wielkości bezwzględnego odchylenia danej wartości parametru od poziomu określonego jako nominalny.

W zbiorze cech istotnych powinny się znajdować tylko te, które charakteryzują się dostateczną zmiennością wartości przy "przejściu" od obiektu do obiektu. Warunek wystarczającej zmienności /separowalności/ jest kolejnym postulatem formalnym doboru cech istotnych. Postulatu tego nie spełniają cechy stałe i quasi stałe. Ze zbioru cech istotnych można usunąć te cechy, których zmienność z punktu widzenia ustalonego kryterium jest niewystarczająca. Ostatecznie do zbioru cech istotnych powinny wejść tylko te, których wzajemne podobieństwo jest możliwie małe i możliwie duże z cechami nie wchodzącymi do zbioru, tzn. niezależne lub słabo zależne między sobą i silnie zależne z cechami wyeliminowanymi. Wybór do modelu wartościowania cech, których

wartości są ze sobą silnie związane, spowodowałoby niepotrzebne powielanie ("zanieczyszczanie") informacji o obiektach badanych.

Właściwy proces wyboru obiektu zawsze musi być poprzedzony wytypowaniem cech istotnych spośród pierwotnego zbioru cech. Gdy ilość cech jest bardzo duża, wówczas narażamy się na konieczność stosowania złożonego algorytmu w sytuacji, kiedy może być prawdopodobne, że część z nich jest nieistotna. Ze względów ekonomicznych wykorzystanie całego dostępnego zbioru cech obiektu może być nieuzasadnione i należy rozpatrywać problem jego redukcji. Wiele zagadnień procesu redukcji informacji i klasyfikacji obiektów dogodnie jest rozpatrywać korzystając z pojęć geometrycznych.

Proces redukcji zbioru cech polega głównie na redukcji liczby cech opisujących obiekty. W ten sposób, w wyniku, należy liczne zbiory danych początkowych zastąpić mniej licznymi zbiorami danych odpowiednio posegregowanymi i uporządkowanymi.

Załóżmy, że dowolny obiekt jest reprezentowany przez wektor pomiarów w N-wymiarowej przestrzeni euklidesowej. Proces selekcji cech polega ogólnie na transformacji tej przestrzeni w drugą przestrzeń o mniejszej liczbie wymiarów. Od transformacji takiej żąda się, aby jej następstwem nie było pogorszenie jakości klasyfikacji, względnie w przypadku pogorszenia, aby uzyskana jakość była wystarczająca dla określonych potrzeb. Omawiana transformacja może obejmować kilka etapów obróbki pośredniej, jak np. redukcję liczby cech lub ich kwantyzację. W praktyce określone cechy obiektów, istotne z punktu widzenia jednej klasyfikacji, mogą być nieprzydatne dla potrzeb innej. W takich przypadkach mówimy, że nie wszystkie cechy są informatywne, czyli nie wszystkie cechy zawierają wystarczająco ważne charakterystyki obiektów. Dobór

cech obiektu, na których powinna się opierać klasyfikacja musi być podporządkowany celowi, jakiemu będzie ona służyć[1].

2.5.1. Czynniki potencjału obronnego i przykład ich agregacji

Bezpośrednio z potrzebami planowania obronnego związane są różne prognozy dotyczące analizy potencjału bojowego własnego i potencjalnego przeciwnika.

Do podstawowych czynników (cech) kształtujących potencjał bojowy systemu obronnego państwa zaliczyć należy m.in.[2]:

- stan ilościowy sił i środków;
- efektywność (siła) rażenia (potencjał ofensywny);
- gotowość bojowa;
- potencjał defensywny;
- ruchliwość i manewrowość wojsk;
- efektywność zasilania;
- zdolność do przerzutów operacyjnych;
- żywotność (zdolność) przetrwania;
- efektywność (jakość) dowodzenia;
- efektywność (jakość) łączności i rozpoznania;
- zdolność odstraszania;
- zdolność do działań koalicyjnych;
- zdolność do zwiększenia potencjału bojowego ("rozwojowość);
- nowoczesność (poziom technologiczny) systemów technicznych;

---

[1] W. SOBCZAK, W. MALINA, *Metody selekcji i redukcji informacji,* WNT Warszawa 1985.
[2] P. SIENKIEWICZ, H. SPUSTEK, J. GOGOLEWSKI, A. PIETRZYK, P. GÓRNY, *„Metodologia oceny stanu przygotowań obronnych państwa.,* Problem badawczy pk. „METODYKA", AON, Warszawa 1994.

- stan moralno-psychiczny;
- stan wyszkolenia bojowego;
- poziom doświadczenia bojowego itp.

Każda prognoza dotycząca któregoś z powyższych czynników dostarcza wiele informacji przydatnych planowaniu obronnemu.

Przykładowo, czynniki można podzielić na trzy grupy, ze względu na przypisaną im ważność: szczególnie istotne, o średniej ważności i mniej istotne. Wtedy syntetyczna, ważona wartość kryterium może mieć postać:

$$X_w = \frac{g_1 \sum_{i=1}^{k} w_i + g_2 \sum_{j=1}^{l} w_j + g_3 \sum_{n=1}^{m} w_n}{kg_1 + lg_2 + mg_3}$$

gdzie:

$k+l+m=p$ - łączna liczba rozpatrywanych kryteriów

w_i, w_j, w_n - cechy kryterialne należące do poszczególnych grup

lub

$$X_{sw} = \frac{\sum_{i=1}^{p} w_i u_i}{\sum_{i=1}^{n} u_i}$$

gdzie:

u_i - współczynniki wagowe (ważności)

Powyższe, najprostsze, techniki pozwalają na statyczne oceny stanu, przy sprawnym systemie zbierania i agregacji danych o stanach poszczególnych elementów systemu.

Stan każdego elementu systemu w chwili *t* można scharakteryzować za pomocą następujących cech :

- zbiór zadań oraz wymagania stawiane ich realizacji,
- stan ilościowy sił,
- stan jakościowy (wyszkolenia) sił,
- stan ilościowy środków,
- stan efektywności (sprawności) środków.

Każdy ze stanów powinien być rozpatrywany w dwóch aspektach :

- stan ewidencyjny (faktyczny),
- stan normatywny,

co pozwoli ocenić stopień ukompletowania.

Stopień wyszkolenia jako stopień umiejętności wykonania zadań w pożądanym stopniu za pomocą sił i środków dysponowanych.

2.5.2. Efektywności systemów

Każdy system działania (takim jest niewątpliwie system obronny państwa) charakteryzują pewne cechy systemowe wyrażające jego właściwości strukturalne, funkcjonalne i rozwojowe. Na ogół zakłada się, że znane są potrzeby, których zaspokojenie - w pożądanym stopniu - jest nadrzędnym celem jego działania ("misją"). Dążenie do osiągnięcia zamierzonego (pożądanego) celu równoznaczne jest z realizacją określonych procesów zasileniowych (energomaterialnych) i informacyjnych, co łączy się z koniecznością użycia potencjału systemu. Potencjał systemu określa aktualny stan zasobów systemu (pracy, energii, materiałów, techniki, informacji itp.).

Efektywność[1] stanowi naturalne kryterium analizy i oceny systemów z punktu widzenia ich przeznaczenia, zdolności zaspokajania określonych potrzeb społecznych, spełniania funkcji, realizacji zadań itp., albowiem jest ona swoistą relacją systemową między potrzebami (bieżącymi lub przyszłymi) a potencjałem systemu (użytym lub przewidywanym do użycia). Każde użycie potencjału w procesie realizacji celu odbywa się w określonych warunkach, charakteryzujących stan systemu.

Ogólnie biorąc:

EFEKTYWNOŚĆ ≡ f(POTRZEBY, POTENCJAŁ, WARUNKI),

przy czym zakłada się, że efektywność jest:

a) cechą systemową;

b) cechą mierzalną;

---

[1] P. SIENKIEWICZ, *Wartości, oceny i efektywność systemów*, Zeszyty Naukowe AON Nr 4(17), Warszawa 1994.

c) cechą stanowiącą podstawę porównywania systemów tej samej klasy;

oraz

d) powinna wyrażać różne aspekty działania systemu w różnych warunkach i dla różnych horyzontów czasowych;

e) może być wyrażana w różny sposób w zależności od klasy systemów, ich celów (przeznaczenia) i warunków działania.

Wybór kryteriów oceny systemów stanowi jedno z najbardziej odpowiedzialnych przedsięwzięć, przesądzających niekiedy o powodzeniu analizy porównawczej systemów, analizy decyzyjnej itp. Kryterium efektywności powinno wyrażać cele działania, przeznaczenie systemu i stawiane mu wymagania. Wykorzystanie takiego kryterium oceniania powinno umożliwiać uzyskanie tzw. ocen prakseologicznych należących do grupy ocen utylitarnych relatywnych. Dlatego formułowanie kryteriów efektywności systemów powinno być podporządkowane zasadzie obiektywizacji, polegającej na eliminowaniu ze zbiorów kryteriów, kryteriów emocjonalnych. Ogólnie biorąc dążyć należy do tego, aby kryteriów efektywności nie było zbyt wiele, a ponadto powinny:

- rzeczywiście wyrażać stan systemu,
- uwzględniać istotne cechy systemu i otoczenia,
- być efektywne w sensie statystycznym,
- być zrelatywizowane do przyjętego systemu wartości i czasu, w którym dokonywana jest ocena,
- umożliwiać konstruowanie globalnej (kompleksowej) oceny,
- umożliwiać sterowanie systemem itp.

W analizach efektywności systemów użyteczne są następujące pojęcia (kategorie):

a) nakład na działanie: ilość potencjału zużytego w tym działaniu; nakład na działanie w czasie t - suma nakładów od chwili rozpoczęcia działania do czasu t;

b) miernik nakładu: jednostka potencjału systemu zużytego w działaniu; wskaźnik nakładu - iloraz umownych rodzajów potencjału zużytych w działaniu przez ilość umownych jednostek odniesienia;

c) efekt działania: wielkość (wartość) potrzeb zaspokojonych w rezultacie działania lub wielkość (wartość) dóbr (usług) uzyskanych w wyniku działania, lub całokształt wartości powstałych w wyniku działania; efekt działania w czasie t - efekt uzyskany od chwili rozpoczęcia działania do czasu t; przyrost efektu - różnica efektu w czasie $t+\Delta t$ i efektu w czasie t;

d) miernik efektu: jednostka danego rodzaju efektów uzyskanych w działaniu;

e) wskaźnik efektu: iloraz umownych rodzajów efektów przez ilość umownych jednostek odniesienia;

f) korzystność działania : różnica efektów i nakładów wziętych od rozpoczęcia działania do jego zakończenia; przyrost korzystności w czasie t - różnic korzystności w czasie $t+\Delta t$ i korzystności w czasie t;

g) kres efektywności działania: czas liczony od chwili rozpoczęcia działania do chwili wyczerpania przyrostów różnic efektów i nakładów;

h) graniczny czas zwrotu nakładów: czas, po upływie którego licząc od zakończenia inwestycji, związany z określonymi działaniami; nakłady inwestycyjne powinny być pokryte przez uzyskane efekty;

i) koszty działania: suma nakładów poniesionych przez system w związku z zakończonym (planowanym) działaniem; koszty własne są równoważne sumie wartości zużytych środków działania i nakładów pracy żywej;

j) straty działania: suma nakładów poniesionych przez system w związku z zakończonym (planowanym) działaniem, lecz takich, że poniesienie ich nie było niezbędne do uzyskania efektów.

Ogólny schemat oceny efektywności systemów w analizie systemowej jest przedstawiony na rysunku 2.5.2.1.

Podstawową determinantą efektywności systemu jest wielkość i jakość potencjału oraz możliwości jego racjonalnego wykorzystania (użycia) w działaniu. W związku z tym można sformułować następujące postulaty:

1. nie istnieją działania zachodzące bez użycia potencjału, czyli poniesienia określonych nakładów;

2. z dwóch alternatywnych sposobów (technologii) działania, pozwalających osiągnąć dany cel, jeden jest korzystniejszy od drugiego, tj. zapewnia wyższą efektywność systemu;

3. z dwóch alternatywnych warunków działania, pozwalających osiągnąć dany cel, jedne z nich są korzystniejsze od drugich, tj. zapewniają wyższą efektywność systemu;

4. wśród środków działania istnieją takie, że możliwe jest zastępowanie w procesie działania jednych środków przez inne bez ujemnego wpływu na efektywność systemu;

5. w procesie działania istnieje współzależność różnych środków działania, tj. jednego środka nie można użyć niezależnie od innego bez ujemnego wpływu na efektywność systemu.

Ogólnie, podstawowymi determinantami efektywności bojowej są:

- POTENCJAŁ BOJOWY
- GOTOWOŚĆ BOJOWA
- EFEKTYWNOŚĆ DOWODZENIA

oraz czynniki determinujące ostatecznie rezultaty działań, do których można zaliczyć:

- politykę państwa;
- środki polityczne i ekonomiczne do prowadzenia działań;

- zadania wynikające z przewidzianego po wojnie układu sił;
- skala działań;
- warunki naturalne działań (geograficzne, meteorologiczne itp.);
- zdecydowanie i intensywność działań itp.

Najogólniejszy model efektywności bojowej ma następującą postać:

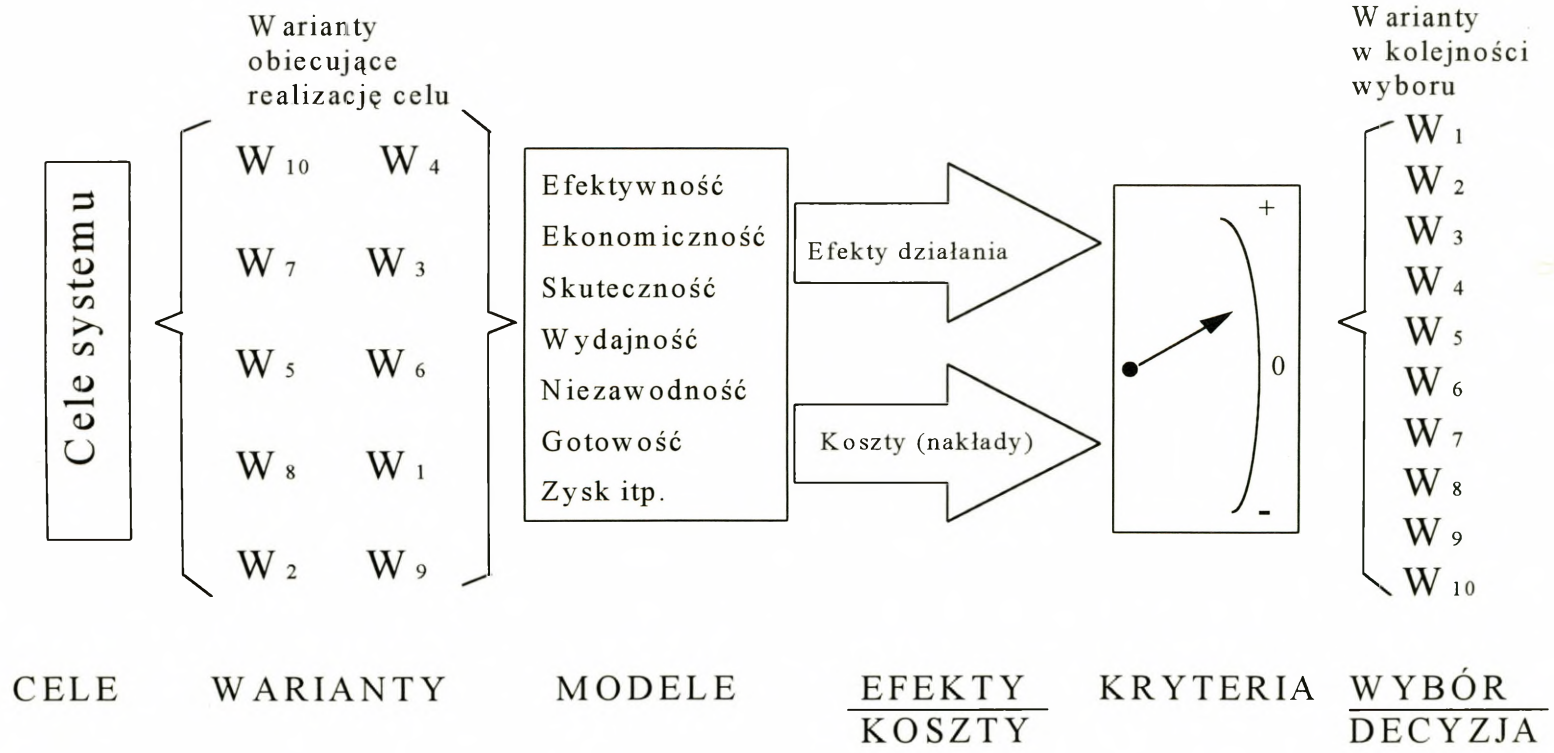
$$F : X \rightarrow R^2$$

$$F(x) = (F_1(x) , F_2(x)) , \; x \in X$$

gdzie: X - zbiór decyzji dopuszczalnych, decyzji o sposobie działania,

$F_1(x)$ - wartość oczekiwana strat własnych dla $x \in X$,

$F_2(x)$ - wartość oczekiwana strat przeciwnika dla $x \in X$.



Rys. 2.5.2.1

Źródło: P. SIENKIEWICZ, *Analiza systemowa. Podstawy i zastosowania,* Wydawnictwo BELLONA, Warszawa 1994.

3. WYBRANE METODY WIELOKRYTERIALNEJ ANALIZY PORÓWNAWCZEJ

3.1. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA METOD ANALIZY PORÓWNAWCZEJ

Przedstawione w niniejszej pracy metody są przeznaczone do porównywania (oceny) obiektów charakteryzowanych wieloma cechami (parametrami, zmiennymi decyzyjnymi) o identycznym lub zbliżonym przeznaczeniu funkcjonalnym. Obiektami takimi są niewątpliwie czynniki mające wpływ na ogólny stan sił zbrojnych m.in. systemy uzbrojenia i sprzętu wojskowego czy struktura zgrupowań wojsk. Ocena stanu sił zbrojnych (aktualnego i perspektywicznego) należy zaś do głównych przedsięwzięć związanych z planowaniem obronnym.

Przedstawiono tu procedury pozwalające na uporządkowanie porównywanych obiektów od "najgorszego" do "najlepszego" na podstawie wartości wszystkich cech je charakteryzujących.

Podstawą porównywania jest zawsze pewien system wartości - kryterium będący funkcją cech istotnych porównywanego obiektu.

Prezentowane tu metody składają się z następujących etapów:

- identyfikacja porównywanych obiektów i ich parametrów (cech jakościowych);

- normalizacja parametrów;

- agregacja parametrów porównywanych obiektów w kompleksowy wskaźnik jakości przy wykorzystaniu dodatkowych informacji o preferencjach decydenta.

Charakter zagadnień decyzyjnych związanych z porównywaniem wariantów, jak również charakter ocen (cząstkowych) wariantów jest dość różnorodny. Różnią się one m.in. pod względem precyzji i pewności.

Podział zagadnień podejmowania decyzji można przyjąć jak przedstawiony na rys. 3.1.1. Klasyfikacja sytuacji decyzyjnych wykonana została tu z trzech następujących punktów widzenia (osie współrzędnych)[1]:

- stopień niepewności,
- liczba decydentów,
- liczba etapów podejmowania decyzji.

Na osi ***stany niepewności*** mamy kolejno następujące, o coraz większym stopniu niepewności, sytuacje decyzyjne:

1. Pewność: cała informacja opisująca zagadnienie podejmowania decyzji jest deterministyczna - podejmowanie decyzji sprowadza się w tym przypadku do bezpośredniej maksymalizacji funkcji użyteczności;

[1] J. KACPRZYK, *Zbiory rozmyte w analizie systemowej*, PWN, Warszawa 1986.

2. Ryzyko: informacja opisująca zagadnienie podejmowania decyzji jest probabilistyczna (dane są odpowiednie rozkłady prawdopodobieństwa) - podejmowanie decyzji sprowadza się w tym przypadku do maksymalizacji wartości oczekiwanej funkcji użyteczności.

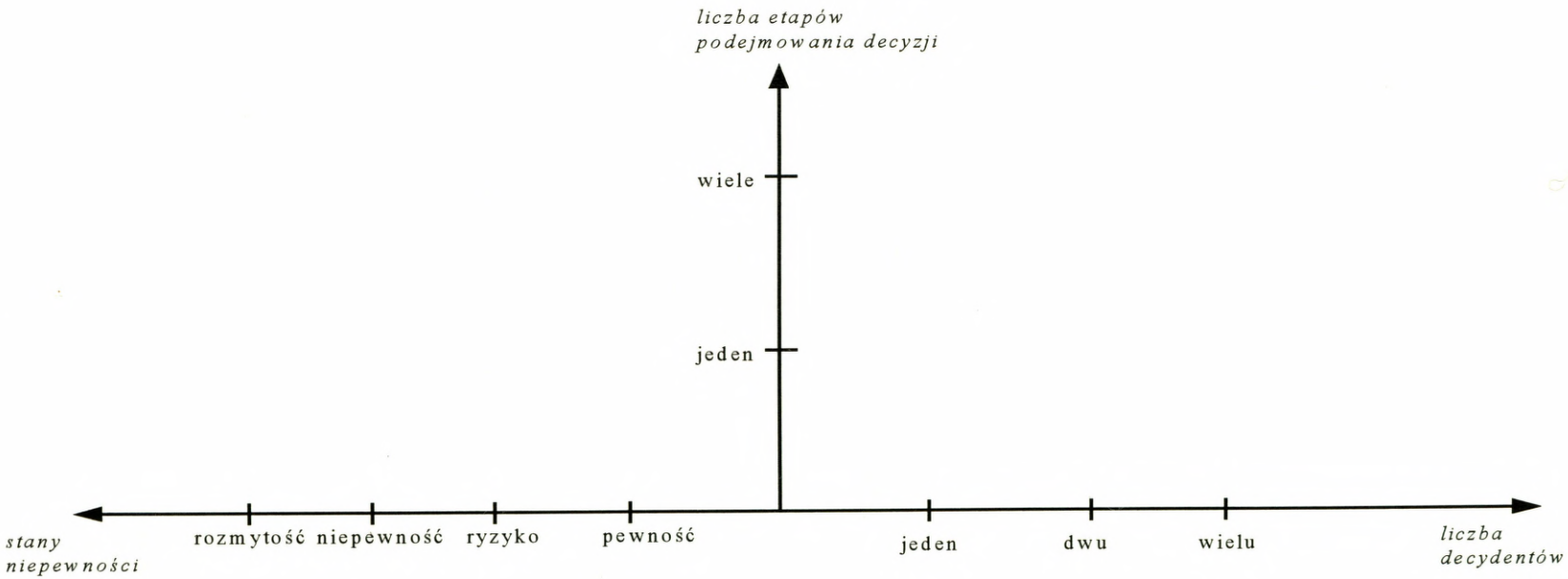
3. Niepewność: nie są znane nawet prawdopodobieństwa - podejmowanie decyzji sprowadza się zwykle do stosowania strategii minimaksowej, aby zapewnić najwyższą wartość funkcji użyteczności w najbardziej niekorzystnych warunkach.

4. Rozmytość: niepewność dotyczy nie tylko pojawiania się pewnego zdarzenia, ale w ogóle jego znaczenia, czego już nie można ująć za pomocą metod probabilistycznych.

Na osi ***liczba decydentów mamy*** *nast*ępujące sytuacje: jeden decydent, dwu decydentów i wielu decydentów. Dwu decydentów oznacza, że mamy dwu ludzi, dwie grupy lub też dwie organizacje, których już nie można traktować jako jedność, gdyż np. ich interesy są sprzeczne. I analogicznie dla większej liczby decydentów.

Na osi ***liczba etapów podejmowania decyzji*** mamy dwie zasadnicze sytuacje: jeden etap i wiele etapów. Odpowiadają one problemowi rozpatrywanemu w aspekcie statycznym i dynamicznym. Niniejsze opracowanie ograniczone będzie do omówienia jednoetapowego procesu podejmowania decyzji (procesu wyboru decyzji).

Wyborem nazywać będziemy całokształt działań, zmierzających do racjonalnego wskazania pewnego wariantu w_o ze zbioru danych wariantów W, spełniającego wszystkie wymagania i jednocześnie najlepszego ze względu na


liczba etapów
podejmowania decyzji
wiele
jeden
stany
niepewności
rozmytość
niepewność
ryzyko
pewność
jeden
dwu
wielu
liczba
decydentów

Rys. 3.1.1.

przyjęty system wartości. W każdym przypadku decydent żąda, aby wybrany wariant był najlepszy w sensie przyjętego systemu wartości i aby spełniał wszystkie wymagania. Zatem wybór jest nierozłącznie związany z optymalizacją, której zadanie możemy sformułować następująco:

należy znaleźć taki wektor w_O w przestrzeni $\mathbb{W} = W_1 x W_2 x ... x W_p$

gdzie: $w_O = [w_{1o}, w_{2o}, ..., w_{po}]$,

aby jego współrzędne spełniały wszystkie wymagania:

równościowe:

$$g_s(w_{1o}, ..., w_{po}) = 0 \quad : \quad s = \overline{1,S}$$

i nierównościowe:

$$h_t(w_{1o}, ..., w_{po}) \geq 0 \quad : \quad t = \overline{1,T}$$

oraz aby wartość funkcji użyteczności (celu) $F(w_O)$ była ekstremalna w kreślonym obszarze przestrzeni $\mathbb{W}$.

Przedmiotem wyboru jest obiekt nazywany tu wariantem. Wariant to możliwy (wcześniej wygenerowany) sposób rozwiązania zadania.

Rozróżnia się następujące rodzaje wariantów[1]:

- warianty rzeczywiste - wynikające z projektu całkowicie dopracowanego i możliwego do zastosowania;

[1] B. ROY, *Wielokryterialne wspomaganie decyzji*, WNT, Warszawa 1990.

- warianty fikcyjne - odpowiadające projektowi wyidealizowanemu, nie dopracowanemu lub nawet stworzonemu w wyobraźni;

- warianty realne - odpowiadające projektowi, którego zastosowanie jest w pełni możliwe;

- warianty nierealne, które mogą np. spełniać cele sprzeczne i stanowi dobre oparcie w dyskusji i rozumowaniu;

- warianty idealne - ściśle odpowiadające podanemu opisowi, zwłaszcza w kategoriach konsekwencji wynikających z jego zastosowania.

Wariant rzeczywisty lub fikcyjny, prowizorycznie oceniany, przez przynajmniej jednego uczestnika procesu decyzyjnego lub analityka, jako realny jest wariantem potencjalnym rozważanym we wspomaganiu decyzji.

Każdy wariant wprowadzony do modelu musi mieć sens sam w sobie, tzn. nie może być oparty na błędnych przesłankach logicznych.

Poszczególne warianty w_i mogą być przedstawione jako wektor cech w P - wymiarowej przestrzeni cech $\mathbb{W}$:

$$w_i = [w_{1i},...,w_{pi},...,w_{Pi}]$$

gdzie przestrzeń cech jest zdefiniowana jako iloczyn kartezjański zbiorów wartości w_p poszczególnych cech W_p

$$\mathbb{W} = W_1 \times W_2 \times ... \times W_P$$

Przestrzeń $\mathbb{W}$ nazywana jest przestrzenią zmiennych decyzyjnych.

Ze względu na obecność wymagań /ograniczeń/ zbiór wariantów W jest zawsze zbiorem ograniczonym.

W zbiorze wariantów można wyróżnić warianty rzeczywiste (możliwe do zastosowania) i warianty fikcyjne (odpowiadające np. obiektowi wyidealizowanemu).

Każdy porównywany obiekt może być opisany dowolną liczbą cech (parametrów).

Cecha (parametr) j-ta to funkcja f_j określona na zbiorze wariantów W i przyjmująca wartości ze zbioru W_j, tzn.:

$$f_j : W \rightarrow W_j$$

Przyjmuje się, że zbiór cech opisujących jest zbiorem skończonym o dużej liczbie elementów (po skompletowaniu wszystkich cech, które mogą mieć wpływ na kompleksowe kryterium porównywania). W praktyce zbiór ten powinien być zawężony do tzw. cech istotnych obiektu. Wybór cech ma główny wpływ na wyniki oceny porównawczej, a przez to na trafność podejmowanych decyzji. Może być wykorzystany do utworzenia zbioru takich cech, które będą reprezentować właściwości obiektu dla określonych warunków. Formalnie rzecz biorąc, cechy obiektu można uważać za wielkości zmienne, przyporządkowane tym obiektom.

Ustalenie zbioru parametrów istotnych porównywanych systemów jak również ich sklasyfikowanie są podstawą do realizacji następnych etapów metod porównywania wariantów.

W celu ustalenia jednolitej niemianowanej skali ocen cech (parametrów) taktyczno - technicznych dokonuje się ich normowania. Polega ono na przeliczeniu bezwzględnych wartości parametrów na wartości względne.

Najbardziej popularne metody normowania danych to[1]:

(1) $Z_{ij} = (C_{ij} - \overline{C_j})/S_j$

(2) $Z_{ij} = C_{ij}/S_j$

(3) $Z_{ij} = (C_{ij} - \overline{C_j})/r_j$

(4) $Z_{ij} = (C_{ij} - \min C_{ij})/r_j$

gdzie:

C_{ij} - wartość j-tej zmiennej dla i-tego obiektu przed unormowaniem

Z_{ij} - wartość zmiennej C_{ij} po unormowaniu,

$\overline{C_j}$ - średnia arytmetyczna zmiennej C_{ij} ,

S_j - odchylenie standardowe j-tej zmiennej,

r_j - rozstęp j-tej zmiennej.

---

[1] T. GRABOWSKI, S. WYDYMUS, A. ZELIAŚ, *Metody taksonomii numerycznej w modelowaniu zjawisk społeczno-gospodarczych,* PWN, Warszawa 1989.

Po zastosowaniu którejkolwiek z technik otrzymuje się tzw. unormowaną macierz obserwacji.

Określenie na podstawie wyspecyfikowanych parametrów taktyczno-technicznych zagregowanej oceny obiektu (kompleksowego wskaźnika jakości) wysuwa w sposób oczywisty problem ustalenia względnej ważności poszczególnych parametrów (stopnia nasilenia wpływu stanu danego parametru na wartość tej oceny). Ustalenie w miarę obiektywnego i stałego dla określonej grupy systemów wektora współczynników ważności ma w procesie oceny obiektów istotne znaczenie. Wymagane jest uwzględnienie preferencji wszystkich lub części uczestników procesu decyzyjnego. Punkty widzenia różnych uczestników na porównywane warianty mogą być zgodne lub niezgodne (niejednakowe systemy wartości lub systemy informacyjne). Koniecznym jest więc zbudowanie modelu preferencji, akceptowanego przez różnych uczestników procesu decyzyjnego.

Składowe wektora współczynników ważności parametrów oznaczonego tu przez A:

$$A = \left[\alpha_i\right]_{1*P}$$

gdzie :

α_i - współczynnik ważności parametru i,

mogą być ustalone na różne sposoby - przy pomocy różnych funkcji preferencyjnych - zachowując następujące dwie właściwości:

1) nieujemność wag

$$\alpha_i \geq 0$$

2) sumowalność wag do jedności

$$\sum_i \alpha_i = 1$$

Można również w praktyce przyjąć system wag będących liczbami naturalnymi z przedziału [1,N]. W tym przypadku w obliczeniach można zachować właściwości 1) i 2) przez normalizację współczynników ważności stosując przekształcenie:

$$\alpha_i = \frac{\overline{\alpha}_i}{\sum_{i=1}^{P} \overline{\alpha}_i}$$

gdzie :

α_i - współczynnik ważności parametru numer i należący do przedziału [1,N].

Najczęściej stosowanymi sposobami wyznaczania i obliczania współczynników ważności są[1]:

a) metoda preferencji ekspertów,

b) metoda statystyczna.

Metoda preferencji ekspertów może uwzględniać preferencje pojedynczego eksperta lub grupy ekspertów. Preferencje eksperta jako system subiektywnych kryteriów wartościowania, mają z natury swej ograniczoną wartość poznawczą. Większy stopień zobiektywizowania procedury ustalania wag charakteryzują preferencje grupy ekspertów. Jeżeli α_{ie} jest współczynnikiem ważności parametru numer i nadanym przez eksperta numer e oraz $\overline{\alpha}_{ie} \in [1,N]$, to wektor preferencji parametrów $A = [\alpha_i]_{1*L}$ ma składowe obliczone na podstawie wzoru:

$$\alpha_i = \frac{\sum_{e=1}^{E} \alpha_{ie} - \left(\min_e \{\overline{\alpha}_{ie}\} + \max_e \{\overline{\alpha}_{ie}\} \right)}{E-2}$$

gdzie :

E - liczba ekspertów

[1] T. GRABOWSKI, S. WYDYMUS, A. ZELIAŚ, *Metody taksonomii numerycznej w modelowaniu zjawisk społeczno-gospodarczych,* PWN, Warszawa 1989.

Gdy współczynnik ważności $\alpha_{ie} \in [1,N]$, wówczas należy dokonać unormowania α_i do przedziału [0,1].

Metoda statystyczna określania współczynników ważności parametrów wykorzystuje pojęcie współczynnika zmienności parametru taktyczno - technicznego. Współczynniki zmienności V parametru numer i oblicza się wg wzoru :

$$_i = \frac{S_i}{m_i}$$

gdzie :

S_i - odchylenie standardowe parametru numer i

m_i - wartość przeciętna parametru numer i

Współczynniki ważności parametrów taktyczno - technicznych oblicza się wg wzoru :

$$\alpha_i = \frac{V_i}{\sum_{i=1}^{P} V_i}$$

Współczynniki α_i obliczone metodą statystyczną preferują parametry o dużej zmienności, a więc o dużym stopniu informacyjności.

Po wyznaczeniu zbioru parametrów istotnych porównywanych obiektów oraz ustaleniu ich współczynników ważności można przejść do następnych etapów porównywania tj. wyznaczenia zagregowanych ocen porównywanych obiektów.

Najczęściej stosowane sposoby agregowania parametrów polegają na uśrednianiu znormalizowanych parametrów wg średniej: arytmetycznej, geometrycznej, harmonicznej.

Istnieje jeszcze sposób agregacji leksykograficznej, który polega na uporządkowaniu kryteriów i założeniu , że pierwsze z nich, które powoduje rozróżnienie dwóch porównywanych wariantów określa sens preferencji, niezależnie od tego, jakie wartości przyjmują następne kryteria dla tych dwóch wariantów.

Pojęciem pozwalającym na wzajemne porównywanie obiektów ze względu na przyjęty zbiór cech kryterialnych jest podobieństwo obiektów. Powiemy, że dwa obiekty są tym bardziej podobne, im bardziej zbliżone są wartości zmiennych je opisujących. W metodach wielokryterialnej analizy porównawczej podobieństwo obiektów mierzone jest za pomocą odległości, czyli następującej funkcji:

$$d: A \times A \rightarrow R$$

tzn. funkcji przyporządkowującej parze obiektów ze zbioru obiektów A liczbę rzeczywistą zwaną odległością między obiektami, która spełnia następujące warunki:

1. $d_{ij} > 0$
2. $d_{ii} = 0$
3. $d_{ij} = d_{ji}$
4. $d_{ij} + d_{jk} \geq d_{ik}$

Najczęściej stosowanymi technikami określania odległości są:

a) tzw. odległość euklidesowa:

$$d_{ij} = \left(\sum_{k=1}^{n} \left(Z_{jk} \right)^2 \right)^{\frac{1}{2}}$$

b) tzw. odległość nowojorska:

$$d_{ij} = \sum_{k=1}^{n} \left| Z_{ik} - Z_{jk} \right|$$

W rezultacie powyższych zabiegów uzyskuje się tzw. macierz odległości:

$$D = \begin{bmatrix} d_{11} & d_{12} & \dots & d_{1m} \\ d_{21} & d_{22} & \dots & d_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ d_{n1} & d_{n2} & \dots & d_{nm} \end{bmatrix}$$

Elementy powyższej macierzy to wielkości określające podobieństwo rozpatrywanych obiektów.

3.2. METODA TAKSONOMII NUMERYCZNEJ

Przez taksonomię[1] rozumie się dyscyplinę naukową zajmującą się zasadami i procedurami klasyfikacji (porządkowania, grupowania, dyskryminacji, delimitacji, podziału). Problemy klasyfikacji najwcześniej pojawiły się w naukach przyrodniczych, przy systematyzacji świata roślin i zwierząt. Wtedy jednak posługiwano się wyłącznie metodami analizy opisowej. Dopiero na początku XX wieku polski uczony J. Czekanowski zapoczątkował wykorzystywanie metod ilościowych w procesie klasyfikacji. Od tego czasu następował szybki rozwój stosowania taksonomii w takich dyscyplinach jak antropologia, rolnictwo, geografia, geobotanika, językoznawstwo, astronomia, psychologia, kryminalistyka, socjologia itd.

W latach siedemdziesiątych obok kontynuowania wcześniejszych nurtów badawczych zauważyć można duże zainteresowanie problematyką klasyfikacji wśród specjalistów z dziedziny cybernetyki i teorii informacji, głównie w zagadnieniach identyfikacji obiektów oraz w naukach ekonomicznych[2].

Procedura badań taksonomicznych polega na przeprowadzeniu następujących etapów badań:

1) wstępna analiza badanego systemu;
2) dobór cech diagnostycznych i skal ich pomiaru;
3) zebranie danych statystycznych;
4) ocena podobieństwa klasyfikowanych jednostek;

---

[1] T. GRABOWSKI, S. WYDYMUS, A. ZELIAŚ, *Metody taksonomii numerycznej w modelowaniu zjawisk społeczno-gospodarczych,* PWN, Warszawa 1989.

[2] *Tamże.*

5) wybór metody klasyfikowania;
6) klasyfikacja obiektów za pomocą wybranej metody;
7) weryfikacja wyników klasyfikacji;
8) merytoryczna interpretacja wyników klasyfikacji.

Wyjściowym etapem klasyfikacji obiektów jest wstępna analiza badanego systemu. W wyniku tej analizy otrzymuje się:

- podstawowe cele badania;
- obiekty podlegające klasyfikacji;
- jednostkę czasu, dla której będzie prowadzone badanie, a w przypadku analizy dynamicznej - rozpiętość przedziału czasu objętego badaniem taksonomicznym.

Następnie dobiera się wskaźniki, opisujące klasyfikowane obiekty (wskaźniki te często noszą nazwę cech diagnostycznych). Prace te mają niezmiernie istotne znaczenie, ich wyniki bowiem mogą przesądzić o ostatecznych rezultatach badania z użyciem metod taksonomicznych. Właściwości obiektów, które powinny być rozpatrywane, są ogólnie określane przez przedmiot badania. Etap doboru cech sprowadza się do takiej redukcji wstępnie zadanego zbioru cech, aby pozostały cechy odznaczające się największą diagnostycznością, tj. adekwatnością względem badanego zjawiska. Badaniu diagnostyczności cech służą metody statystyczne. Statystyczny dobór cech diagnostycznych umożliwia wykrycie istotnych charakterystyk badanego zjawiska i eliminację wielkości będących nośnikami informacji zbyt przypadkowych i zbyt szczegółowych. Istotną korzyścią wynikającą z rozpatrywania zredukowanego, a nie całego zbioru cech pierwotnych, jest uproszczenie numerycznego opisu badanych obiektów.

W dalszym postępowaniu należy zebrać dane statystyczne będące liczbowymi realizacjami cech diagnostycznych w poszczególnych obiektach, przez co uzyskuje się numeryczny opis stanu klasyfikowanych jednostek. W badaniu statycznym są to zazwyczaj dane dotyczące ostatniego momentu lub okresu, dla którego jest możliwe ich zgromadzenie. Niekiedy, gdy poziom realizacji cech wykazuje duże wahania w czasie, przyjmuje się ich średnie wartości z kilku ostatnich jednostek czasu. Zebrane dane liczbowe tworzą macierz informacji ***[N x K]*** o badanych obiektach, którą w ogólnej postaci można zapisać następująco :

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{21} & \dots & x_{1k} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{N1} & x_{N2} & \dots & x_{NK} \end{bmatrix}$$

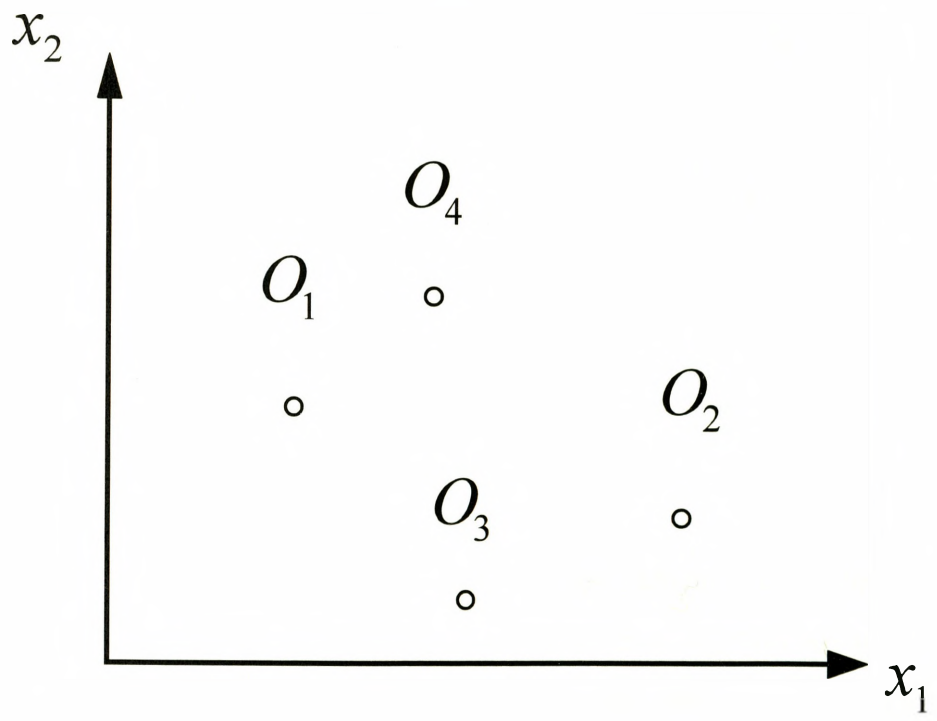
W macierzy tej x_{ik} ($i=1, 2, \dots, N, k=1, 2, \dots, K$) oznacza realizację cechy X_k w obiekcie O_i. W ten sposób każdy obiekt O_i jest numerycznie opisany przez wektor *[I x K]* postaci:

$$X_i = [x_{i1}, x_{i2}, \dots, X_{ik}]$$

Oznacza to, że każdy obiekt może być geometrycznie interpretowany jako punkt w przestrzeni *K*-wymiarowej.

Przypuśćmy, że chcemy porównać ze sobą obiekty O_i, O_2, O_3, O_4 ze względu na dwie cechy X_1 i X_2. Ponieważ w przypadku tym $K = 2$, dlatego

klasyfikację przeprowadza się w przestrzeni R, co ułatwia przedstawienie badanych obiektów w postaci punktów na płaszczyźnie (Rys. 3.2.1.):



Rys. 3.2.1.

Po zebraniu cech diagnostycznych dokonuje się statystycznej oceny podobieństwa klasyfikowanych obiektów. Nie jest to sprawa prosta, ponieważ klasyfikację przeprowadza się zazwyczaj na podstawie wielu różnych cech i często różne wskaźniki szczegółowe dają niejednakowe wskazania. Widać to na rysunku, gdzie np. obiekt O_4 ma większą wartość cechy X_2 niż obiekt O_3, lecz za to mniejszą wartość cechy X_1. Występuje więc tzw. konflikt wskazań poszczególnych cech. Do syntetycznej oceny podobieństwa obiektów opisywanych przez wiele cech służą różnie definiowane miary podobieństwa. Podstawowymi problemami są tutaj: normalizacja cech, wybór systemu cech diagnostycznych oraz wybór miary podobieństwa.

Następnie wybiera się odpowiednią metodę klasyfikacji. Jest to zagadnienie ważne i odpowiedzialne z tego względu, że obecnie jest wiele różnorodnych procedur taksonomicznych, a wyniki klasyfikacji są także uzależnione od warunków określonych przez zastosowaną metodę.

Po wybraniu odpowiedniej metody przeprowadzana jest za jej pomocą klasyfikacja badanych obiektów. Sprowadza się to do wydzielenia grup typologicznych, obejmujących obiekty podobne do siebie z punktu widzenia właściwości reprezentowanych przez cechy diagnostyczne przyjęte do ich opisu. Podstawą do przeprowadzenia klasyfikacji jest najczęściej macierz wartości miar podobieństwa porównywanych obiektów.

Później weryfikuje się uzyskane wyniki klasyfikacji. Podstawowe znaczenie ma tutaj wiedza badacza o badanych obiektach, jego doświadczenie i zdrowy rozsądek. Na tym etapie należy także przeprowadzić szczegółową analizę liczbowych charakterystyk grup typologicznych otrzymanych w wyniku klasyfikacji. Prace te są wykonywane przy użyciu odpowiednich narzędzi statystycznych.

Na zakończenie postępowania klasyfikacyjnego przeprowadzana jest merytoryczna interpretacja wyników podziału oraz ich praktyczne wykorzystanie, określone przez cel badania.

W metodzie taksonomii numerycznej wyróżnia się następujące elementy:

1) zbiór obiektów $\Omega = \omega_1,...,\omega_v$,
2) zbiór charakterystyk $\Phi = \phi_1,...,\phi_v$,
3) zbiór grup $S = S_1,...,S_p$

4) zbiór kryteriów (reguł) $K = k_1,...,K_q$,

5) zbiór mierników efektywności $E = E_1,...,E_r$.

Zbiór obiektów Ω tworzą obiekty ω_i dowolnej natury (zgrupowania bojowe wojsk, sprzęt bojowy i uzbrojenie itd.). W modelu taksonometrycznym obiekty ω_i mogą być utożsamiane z elementami zbioru liczb naturalnych.

Zbiór charakterystyk Φ obejmuje cechy (zmienne) ϕ_i opisujące te własności obiektów, które w badaniu są podstawą ich klasyfikacji.

Zbiory Ω oraz Φ są pojęciami pierwotnymi, nie podlegającymi definiowaniu. Ich elementy są ustalane na wstępnym etapie badań przy określaniu zakresu analizy oraz wyjściowych hipotez badawczych. Zbiory Ω oraz Φ mogą odgrywać w modelu taksonometrycznym dwojaką rolę. Stanowią one przedmiot klasyfikacji albo wyznaczają przestrzeń klasyfikacji.

Grupy S_i definiuje się jako dowolny, niepusty podzbiór zbioru Ω ($S_i \subset \Omega$) albo jako wyodrębnioną część wielowymiarowej przestrzeni klasyfikacji, w której znajdują się wszystkie elementy grupy. Zbiór S powinien spełniać warunki rozłączności i zupełności.

Kryteria klasyfikacji K_i opierają się zazwyczaj na funkcji odległości przyporządkowanej każdej parze elementów $\omega_i, \omega_j \in \Omega$ miarę ich wzajemnej odległości (lub podobieństwa). Kryteria klasyfikacji są funkcjonałem określonym na zbiorze wszystkich możliwych podzbiorów zbioru Ω i mierzącym - w kategoriach zdefiniowanych przez przyjęte mierniki odległości - stopień wewnętrznej jednorodności poszczególnych podzbiorów (funkcja homogeniczności) oraz stopień niejednorodności między wyróżnionymi podzbiorami (funkcja heterogeniczności).

Mierniki efektywności klasyfikacji E_i służą do pomiaru strat związanych z podejmowaniem błędnych decyzji klasyfikacyjnych. Problem mierników efektywności E_i występuje głównie w metodach wzorcowych (dyskryminacji).

Większość zadań taksonomicznych można sprowadzić do jednego z trzech schematów postępowania:

- porządkowanie,
- grupowanie,
- wybór.

Metoda taksonomii numerycznej jest przeznaczona do porównywania obiektów charakteryzowanych wieloma cechami (parametrami, zmiennymi decyzyjnymi) o identycznym lub zbliżonym przeznaczeniu funkcjonalnym. Podstawą porównywania jest zawsze pewien system wartości - kryterium. W przedstawianej metodzie za kryterium porównywania obiektów przyjęto wektor jakości taktyczno-technicznej, którego składowe wyznaczają odpowiednie relacje dominowania. Przyjęty wektor jakości jest funkcją cech istotnych porównywanego obiektu. Za miarę jakości taktyczno-technicznej przyjęto kompleksowy wskaźnik jakości QT, obliczany w wyniku agregowania unormowanych parametrów taktyczno-technicznych porównywanych obiektów. Kompleksowe wskaźniki jakości są liczbami unormowanymi (sprowadzonymi do przedziału [0,1]) mającymi charakter miar bezwzględnych lub względnych. Bezwzględny charakter miary należy interpretować jako odchylenie wartości jakości systemu od początku skali liczbowej. Natomiast miara względna wskazuje stopień odchylenia od wartości wskaźnika jakości systemu modelowego uznawanego za wzorzec rozwoju (punkt idealny) tj. taki obiekt, który z racji posiadanych wartości parametrów taktyczno-technicznych można uznać za obiekt pożądany przez użytkownika.

Obliczanie kompleksowego wskaźnika jakości polega na agregowaniu parametrów. Agregowanie parametrów taktyczno - technicznych jest operacją pozwalającą uzyskać kompleksowy wskaźnik jakości porządkujący porównywane systemy techniczne lub organizacyjne. Może być wykonane jedną z metod:

a) wzorcową,

b) bezwzorcową.

W metodzie wzorcowej do agregowania parametrów wykorzystuje się zależności analityczne określające odległość badanego systemu od tzw. systemu modelowego. Mogą mieć miejsce dwa podejścia do problemu wyznaczenia systemu modelowego. W pierwszym, systemem modelowym może być wzorzec rozwoju, natomiast w drugim podejściu systemem modelowym może być antywzorzec rozwoju. Aby obliczyć odległość danego systemu technicznego lub organizacyjnego od systemu modelowego należy określić parametry taktyczno-techniczne tego systemu. Można je określić na podstawie parametrów zestawionych w macierzy $\mathbf{W}^*$ przy pomocy wzoru :

$$\overline{w}^*_{mi} = \begin{cases} \max\limits_j \left\{ \overline{w}^*_{ij} \right\}, & \text{gdy systemem modelowym jest wzorzec rozwoju} \\ \min\limits_j \left\{ \overline{w}^*_{ij} \right\}, & \text{gdy systemem modelowym jest antywzorzec rozwoju} \end{cases}$$

Agregacji parametrów systemu j dokonuje się za pomocą wzoru wyznaczającego odległość systemu od systemu modelowego:

$$q_j = \left[\sum_{i=1}^{P} \alpha_i \left(\overline{w}_{ij}^{*} - \overline{w}_{mi}^{*} \right)^{1/2} \right]$$

gdzie :

$\overline{w}_{ij}^{*}$ - unormowana wartość parametru numer i systemu numer j

$\overline{w}_{mi}^{*}$ - parametr numer i systemu modelowego

α_i - unormowany współczynnik ważności parametru numer i.

W przypadku, gdy systemem modelowym jest wzorzec rozwoju z punktu widzenia jakości lepszym jest system o mniejszej wartości wskaźnika q_j (odległość od wzorca jest mniejsza). Gdy natomiast systemem modelowym jest antywzorzec rozwoju jakościowo lepszym systemem jest ten, którego wskaźnik q_j ma większą wartość (odległość od antywzorca jest większa).

W bezwzorcowej metodzie operacja agregowania parametrów taktyczno - technicznych polega na uśrednianiu znormalizowanych wartości parametrów opisujących dany system techniczny lub organizacyjny. Agregacji parametrów dokonuje się przy pomocy zależności analitycznych wyznaczających:

– średnią arytmetyczną;

- średnią geometryczną;
- średnią harmoniczną.

W agregacji parametrów bazującej na średniej arytmetycznej wykorzystuje się wzór :

$$q_j = \sum_{i=1}^{P} \alpha_i \times \overline{w}_{ij}^{*}$$

gdzie :

α_i - unormowany współczynnik ważności parametru numer i;

$\overline{w}_{ij}^{*}$ - unormowana wartość parametru numer i systemu numer j

Średnia arytmetyczna przy dużej dysproporcji poziomów poszczególnych parametrów zawyża ocenę kompleksową jakości w stosunku do przeciętnego odczucia użytkownika lub eksperta.

Kolejna zależność agregująca parametry taktyczno - techniczne odpowiada średniej geometrycznej:

$$q_j = \prod_{i=1}^{P} \left(\overline{w}_{ij}^{*} \right)^{\alpha_i}$$

Agregację według średniej geometrycznej wydaje się za sensowne stosować wówczas, gdy przekroczenie dopuszczalnej tolerancji przez wartość któregokolwiek z parametrów dyskwalifikuje przydatność systemu. W pozostałych przypadkach można wykorzystać modele addytywne bądź określoną kompozycję modelu iloczynowego i addytywnego. Zgodnie z ideą model multiplikatywny spełniałby rolę pierwszego egzaminatora - stosującego wartościowanie dwustanowe. Po pozytywnej ocenie system w kolejnym etapie podlegałby subtelnej ocenie modelem addytywnym.

W przypadku agregowania parametrów taktyczno - technicznych według średniej harmonicznej stosuje się wzór:

$$q_j = \left[\sum_{i=1}^{K} \frac{\alpha_i}{\overline{w}_{ij}^{*}} \right]^{-1}$$

Na wartość średniej harmonicznej wpływają przede wszystkim najniższe wartości $\overline{w}_{ij}^{*}$, a zatem model ten zaniża wartość kompleksowego wskaźnika jakości.

Następnym etapem omawianej metody analizy porównawczej jest normowanie kompleksowych wskaźników jakości.

Wszystkie obliczone kompleksowe wskaźniki jakości systemu q (zmienne agregatowe) podlegają unormowaniu do przedziału [0,1] za pomocą następujących rodzajów norm :

a) norma $\|Q\|$ równa wartości maksymalnej zmiennej agregatowej /WMZA/

$$\|Q\| = \max_j \{q_j\}$$

b) norma $\|Q\|$ równa statystycznej wartości maksymalnej /SWMZA/

$$\|Q\| = \bar{q} + 2S_q$$

gdzie :

$$\bar{q} = \frac{1}{K}\sum_{j=1}^{K} q_j$$

$$S_q = \left[\frac{1}{K}\sum_{j=1}^{K}\left(q_j - \bar{q}\right)^2\right]^{1/2}$$

c) norma $\|Q\|$ równa sumie zmiennych agregatowych /SZA/

$$\|Q\| = \sum_{j=1}^{K} q_j$$

d) norma $\|Q\|$ równa rozstępowi zmiennej agregatowej /RZA/

$$\|Q\| = \max_j \{q_j\} - \min_j \{q_j\}$$

Uwzględniając wszystkie rodzaje zmiennych agregatowych q_j oraz wyżej przedstawione normy $\|Q\|$ unormowany kompleksowy wskaźnik jakości taktyczno-technicznej systemu QT_j można wyznaczyć na podstawie zależności:

$$QT_j = \begin{cases} \dfrac{q_j}{\|Q\|}, & \text{gdy } q_j \text{ obliczone metodą bezwzorcową} \\ & \text{lub wzorcową wg antywzorca rozwoju} \\ 1 - \dfrac{q_j}{\|Q\|}, & \text{gdy } q_j \text{ obliczone metodą wzorcową} \\ & \text{wg wzorca rozwoju} \end{cases}$$

W przypadku, gdy normą $\|Q\|$ jest rozstęp zmiennej agregatowej, wówczas za q_j należy podstawić:

$$q_j = q_j - \min_j \{q_j\}$$

W wielu algorytmach taksonomicznych wymagane jest ustalenie odległości nie tylko między obiektami, ale także między danym obiektem a skupieniem.

Analiza metodą skupiania jest pożytecznym narzędziem dla badań nad danymi odnoszącymi się do szerokiego zakresu przedmiotów, jednakże jej

rezultaty muszą być traktowane z ostrożnością, albowiem mogą prowadzić do fałszywych i mylących wniosków. Dziś podchodzi się do niej z o wiele większym sceptycyzmem niż w latach jej rozkwitu, ponieważ jednak jej popularność, aczkolwiek spadająca, nadal trwa, wydawało się celowym przedstawienie procedury analitycznej bazującej na niej.

Idea skupiania jest naturalna dla dzielenia obiektów na takie grupy, w ramach których obiekty jawią się bardziej wzajemnie podobnymi niż należące do innych grup.

Należy podkreślić, że w przypadku zbioru elementów podlegających grupowaniu zakłada się, że brak jest jakiejkolwiek informacji na temat grup z wyjątkiem danych obserwacyjnych dotyczących elementów. Kontrastuje to z analizą dyskryminacyjną wykorzystującą już istniejącą informację np. o populacjach, z których wywodzą się dane obiekty. Szczególna sytuacja zachodzi wówczas, gdy dostępne są dwa pomiary w odniesieniu do każdego obiektu, które można połączyć ze sobą na wykresie rozrzutu (wyników). Oko jest dobrym detektorem wzorców, więc przyjrzenie się temu właśnie wykresowi może okazać się lepsze niż wiele metod numerycznych.

Zasada skupienia pojedynczego

Załóżmy, że istnieje **N** obiektów i że posiadamy wyniki badań obserwacyjnych o każdym z nich. Traktujemy je jako wyjściowy zbiór **N** grup, każda składająca się z jednego obiektu, i na pierwszym etapie należy obliczyć miarę podobieństwa każdej ich pary. Miara ta zwykle nazywana jest współczynnikiem zróżnicowania (WZ), ponieważ jest ona mała, jeśli dwa obiekty są prawie takie same, a duża, gdy są one różne. Współczynniki te można umieścić w tablicy, która może mieć taką przykładową postać:

	1	2	3	4
1	27.1			
2	18.4	7.6		
3	9.3	19.7	10.5	

Tak więc numer 2 i 3 są najbardziej podobne z WZ równym 7.6, podczas gdy numer 1 i 2 są najbardziej zróżnicowane mając największe WZ - 27.1. Pierwszym większym problemem jest: jak obliczyć WZ? Nie ma tu jednej tylko odpowiedzi, albowiem zależy ona od typu dostępnych danych obserwacyjnych oraz typu osobników. Dane obserwacyjne mogą być odpowiedziami w rodzaju "tak/nie" na pytania o to, czy dwa przedmioty są do siebie nawzajem podobne, jak ma to miejsce w przypadku grupowania (klasyfikacji) ugrupowań bojowych, w których określony zbiór elementów uzbrojenia występuje lub też nie występuje. Dostępne są specjalne metody obliczania WZ dla takich przypadków. Z drugiej strony, kiedy klasyfikujemy elementy uzbrojenia, to dysponujemy pomiarami liczbowymi, jak prędkość, waga, szybkostrzelność itp. Wiedza o przedmiocie badań jest najlepszym przewodnikiem podczas obliczania wspomnianych współczynników. Zakłada się, że jeżeli do każdego obiektu odnosi się **Q** pomiarów, tj. np. $\mathbf{X_{j1}}$, $\mathbf{X_{j2}}$,..., $\mathbf{X_{jQ}}$ dla każdego j-tego obiektu, to WZ dla j-tego i k-tego obiektu oblicza się jako pierwiastek kwadratowy z:

$$(X_{j1} - X_{k1})^2 + (X_{j2} - X_{k2})^2 + ... + (X_{jQ} - X_{kQ})^2 ,$$

tzn. oblicza się Euklidesowe odległości między tymi obiektami. Nadal jednak pozostaje problem tego rodzaju, czy pomiary powinny być najpierw standaryzowane wg jednostkowego odchylenia standardowego czy też nie, ale omawiana procedura kwestię tę pomija.

Następnymi po obliczeniu WZ etapami procedury są:

1. Poszukiwanie macierzy WZ dla najmniejszych WZ, tj. dla dwóch najbardziej podobnych grup;

2. Połączenie wspomnianych grup w jedną nową grupę i obliczenie dla niej WZ;

3. Obliczenie WZ między nowo utworzoną grupą a pozostałymi;

4. Utworzenie nowej macierzy, mniejszej o jeden wiersz i kolumnę od poprzedniej;

5. Powtarzanie procedury aż do momentu, kiedy pozostanie tylko jedna grupa.

Sposób, w jaki wylicza się WZ dla nowej grupy oraz wszystkich innych obiektów (na etapie trzecim procedury) wyjaśnia, dlaczego metoda nazywa się metodą skupiania pojedynczego. Przypuśćmy, że należy zgrupować obiekt drugi oraz trzeci. Załóżmy także, że przed tym połączeniem WZ dla innych obiektów oraz dla obiektu nr 2 wynosi np. dla nr 1 - 27.1, podczas gdy dla obiektów nr 3 i 1 - 18.4. WZ dla nowej grupy (składającej się z obiektu nr 2 i 3) jest mniejsze od 18.4 i 27.1. Podobnie rzecz się ma z WZ nowej grupy i każdego innego obiektu, albowiem jest ono mniejsze od WZ między obiektami nr 2 i 3. WZ dla nowych dwóch grup jest zatem najmniejszą odległością pomiędzy dwoma pojedynczymi punktami w tych grupach.

3.3. METODY ELECTRE

W 1966 roku powstała, opracowana przez Roya, metoda ELECTRE[1]. Wykorzystywana jest ona do porównywania wariantów charakteryzowanych przez kryteria niemierzalne i porównywane w kategoriach „lepszy", „gorszy". Oparta jest na analizie tzw. relacji przewyższających. Sama relacja przewyższania zdefiniowana jest na ogół następująco:

x przewyższa y - analityk uważa, że w oczach decydenta wariant x jest co najmniej tak dobry jak y (x jest preferowany lub indyferentny w porównaniu z y);

x nie przewyższa y - argumenty za tym, że x przewyższa y są niewystarczające, zatem albo y jest preferowane w porównaniu z x, albo warianty te są nieporównywalne.

Metodę ELECTRE I można przedstawić w uproszczeniu w postaci ciągu czynności.

1. Dla każdego kryterium cząstkowego g_i określa się współczynniki wagi tego kryterium c_i $(c_i>0)$ oraz współczynnik skali d_i (równy co najmniej różnicy między największą i najmniejszą wartością kryterium g_i przyjmowaną w rozpatrywanym zbiorze wariantów).

2. Dla każdej pary wariantów różnych x,y określa się współczynniki zgodności z hipotezą, że x przewyższa y

[1] W. FINDEISEN (red.), *Analiza systemowa - podstawy i metodologia,* PWN, Warszawa 1985.

$$c_{xy} = \frac{\sum_{i \in I^{+}_{xy}} c_i + \sum_{i \in I^{=}_{xy}} c_i}{\sum_{i \in I} c_i}$$

oraz współczynnik niezgodności z tą hipotezą

$$d_{xy} = \begin{cases} 0 & gdy \quad I^{-}_{xy} = \varnothing, \\ \max\limits_{i \in I^{-}_{xy}} \left(\dfrac{g_i(x) - g_i(y)}{d_i}, 0 \right) & gdy \quad I^{-}_{xy} \neq \varnothing, \end{cases}$$

gdzie $I^{+}_{xy}, I^{=}_{xy}, I^{-}_{xy}$ oznaczają zbiory indeksów *"i"*, dla których $g_i(x)$ jest odpowiednio bardziej, tak samo bądź mniej pożądane od $g_i(y)$; zaś I jest zbiorem wszystkich indeksów, $I = I^{+}_{xy} \cup I^{=}_{xy} \cup I^{-}_{xy}$.

3. Konstruuje się pewną liczbę grafów G(p,q) na następującej zasadzie:

   a) wierzchołkami grafu są wszystkie warianty,

   b) warianty x i y są połączone łukiem od x do y, (interpretowanym jako relacja przewyższania y przez x), jeżeli:

$$c_{xy} \geq p \quad \text{i} \quad d_{xy} \leq q$$

   gdzie p i q są liczbami z przedziału <0,1>, zwanymi odpowiednio progiem zgodności i progiem niezgodności.

4. Wyodrębnia się tzw. jądro grafu, będące zbiorem wariantów nieprzewyższonych lub nieporównywalnych. Wyodrębnienie jądra stanowi rozwiązanie problemu.

Łatwo spostrzec, że przypadek c_{xy}=1 odpowiada dominacji wariantu x nad wariantem y lub identyczności tych wariantów; w tym przypadku d_{xy}=0.

Relację przewyższania zaznaczoną przez połączenie wariantów x, y za pomocą łuku skierowanego od x do y należy rozumieć tak, że x jest nie gorsze od y pod względem dostatecznie wielu, dostatecznie ważnych kryteriów $c_{xy} \geq p$, a w przypadku pozostałych kryteriów nie jest dużo gorsze $d_{xy} \leq q$. Interpretacja określeń "dostatecznie", "wielu", "ważnych", "dużo" należy do decydenta wpływającego na przyjęcie współczynników skali d_i oraz progów zgodności i niezgodności p, q.

Typowe postępowanie (krok 3) z konstruowaniem "pewnej liczby" grafów G(p,q) sprowadza się do utworzenia ciągu grafów $G_n(p_n,q_n)$, w którym parametry p_n i q_n tworzą odpowiednio ciąg nierosnący i niemalejący; rozpoczyna się od $G_0(1,0)$. Z definicji grafu $G(p, q)$ wynika, że każdy następny graf zawiera wszystkie łuki poprzednika, a może zawierać dodatkowe.

Postępowanie takie może dać na jednym z etapów graf z wierzchołkiem (wariantem) przewyższającym pozostałe; jeżeli wartości p i q są akceptowane przez decydenta, to wierzchołek ten można przyjąć jako wariant najlepszy.

Zazwyczaj (krok 4) szuka się podzbioru J zbioru wszystkich wierzchołków X, takiego że każdy wariant $y \in X \setminus J$ jest przewyższany przez co najmniej jeden z wariantów $x \in J$, a przy tym mało licznego (minimalnego).

Metoda ELECTRE może być stosowana nie tylko do wyodrębniania jednego lub grupy wariantów najlepszych w postaci jądra grafu, lecz także do szeregowania wariantów. Punktem wyjścia jest graf G(p, q); określa się na jego podstawie uszeregowanie rosnące i uszeregowanie malejące.

Uszeregowanie rosnące.

1. Jako podzbiór I_O przyjmuje się te wierzchołki grafu, które nie przewyższają żadnych innych.
2. Jako podzbiór I_n przyjmuje się te wierzchołki grafu, które przewyższają wyłącznie wierzchołki należące do $I_o \cup I_1 \cup ... \cup I_{n-1}$.

Uszeregowanie malejące określa się analogicznie, tylko zmienia się zwrot relacji przewyższania. Jeżeli uszeregowanie to nie różni się znacznie od uszeregowania rosnącego, to określa się uszeregowanie uśrednione i traktuje się je jako wynik.

Relacja przewyższania nie jest przechodnia i może się zdarzyć, że w grafie wystąpią cykle; w takim przypadku dokonuje się redukcji grafu łącząc wierzchołki występujące w cyklu w jeden wierzchołek.

Podstawową zaletą metody ELECTRE jest jej prostota, pozwalająca na posługiwanie się nią przez decydenta nawet bez pomocy analityka i ułatwiająca interpretację wyników. Wady metody wynikają z właściwości przyjętej relacji przewyższania, która umożliwia tworzenie cykli w grafie i której interpretacja przy małych wartościach p i dużych q (zazwyczaj koniecznych by wyniki nie były trywialne) budzi zastrzeżenia.

Istnieją odmiany metody ELECTRE, mianowicie ELECTRE II i ELECTRE III, opracowane w celu zmniejszenia wad metody podstawowej. Metoda ELECTRE II ukierunkowana jest na szeregowanie wariantów. W metodzie tej określa się dwie relacje przewyższania - słabego i silnego - co z jednej strony ma wierniej wyrażać sądy decydenta, z drugiej zaś ułatwiać uszeregowanie wariantów. Oprócz współczynników zgodności i niezgodności, dla każdej pary wariantów x, y określa się także

$$t(x,y) = \frac{\sum_{i \in I_{xy}^{+}} c_i}{\sum_{i \in I_{xy}^{-}} c_i}$$

Przyjmuje się trzy progi zgodności, p_1, p_2 i p_3, $1>p_1>p_2>p_3>0$, oraz dwa progi niezgodności, q_1 i q_2, $1>q_2>q_1>0$.

Silną relację przewyższania definiuje się jako spełnienie warunków:

$t(x,y) \geq 1$ $\qquad$ $t(x,y) \geq 1$

$c(x,y) \geq p_1$ $\qquad$ lub $\qquad$ $c(x,y) \geq p_2$

$d(x,y) \leq q_2$ $\qquad$ $d(x,y) \leq q_1$

zaś relację przewyższania słabego:

$t(x,y) \geq 1$

$c(x,y) \geq p_3$

$d(x,y) \leq q_2$

W pozostałych przypadkach warianty uważa się za nieporównywalne. Porównywanie wariantów przebiega podobnie jak w metodzie podstawowej, z tym że jest ułatwione dzięki brakowi cykli w grafie.

W metodzie ELECTRE III wprowadza się rozmytą relację przewyższania - każdej parze wariantów *x,y* przypisuje się liczbę $\rho(x,y) \in \langle 0,1 \rangle$, wyrażającą stopień przekonania decydenta o przewyższaniu *y* przez *x*. Rozmyte relacje przewyższania pomimo nieprecyzyjności pojęć mogą być wygodniejszym dla decydenta (analityka) narzędziem niż relacje w ujęciu klasycznym.

Dla zilustrowania zastosowania metody ELECTRE został tu przytoczony poniższy przykład numeryczny.

Załóżmy, że pewien rodzaj wojsk rozważą zastosowanie w swoim wyposażeniu nowego rodzaju uzbrojenia. Dysponuje w tym celu czterema ofertami: w_1, w_2, w_3, w_4 i postanawia przeanalizować je pod kątem trzech kryteriów:

- koszty zakupów i wyszkolenia obsług - c_1 ,
- wzrost efektywności działania po wprowadzeniu nowego uzbrojenia na wyposażenie - c_2 ,
- możliwość dopasowania do już posiadanego uzbrojenia - c_3 .

Koszty można uznać (w pewnym przybliżeniu) za kryterium mierzalne, natomiast wzrost efektywności i możliwość dopasowania to kryteria niemierzalne.

Załóżmy, że wzajemne porównanie parami poszczególnych ofert (ze względu na poszczególne kryteria) - dokonane np. przy współpracy ekspertów, doprowadziły do określenia trzech macierzy preferencji następującej postaci:

$$R_1 = \begin{bmatrix} * & 0,3 & 0,6 & 0,1 \\ 0,8 & * & 0,5 & 0,4 \\ 0,7 & 0,5 & * & 0,5 \\ 0,9 & 0,9 & 0,7 & * \end{bmatrix}$$

$$R_2 = \begin{bmatrix} * & 0,9 & 1 & 1 \\ 0,5 & * & 0,8 & 1 \\ 0,5 & 0,2 & * & 0,9 \\ 0,1 & 0,1 & 0,1 & * \end{bmatrix}$$

$$R_3 = \begin{bmatrix} * & 0,7 & 0,4 & 0,5 \\ 0,5 & * & 0,3 & 0,2 \\ 0,9 & 0,9 & * & 1 \\ 0,5 & 1 & 0,7 & * \end{bmatrix}$$

W każdej z tych macierzy na przecięciu *r*-tego wiersza i *s*-tej kolumny $(r \neq s)$ znajduje się liczba $R_i(x_r, x_s)$ charakteryzująca stopień, w jakim oferta x_r jest lepsza od oferty x_s ze względu na kryterium K_i (liczby na przekątnej są nieokreślone). Na podstawie macierzy R_1, R_2, R_3 otrzymujemy macierze $C = \{c_{rs}\}$ i $D = \{d_{rs}\}$, gdzie $c_{rs} = c(x_r, x_s)$ jest współczynnikiem zgodności, a $d_{rs} = d(x_r, x_s)$ jest współczynnikiem niezgodności (zakładamy, że wszystkie kryteria są jednakowo ważne, tzn. $c_1 = c_2 = c_3$):

$$C=\begin{bmatrix} * & 0,67 & 0,33 & 0,67 \\ 0,33 & * & 0,67 & 0,33 \\ 0,67 & 0,67 & * & 0,67 \\ 0,67 & 0,67 & 0,33 & * \end{bmatrix}, \qquad D=\begin{bmatrix} * & 0,5 & 0,5 & 0,8 \\ 0,4 & * & 0,6 & 0,8 \\ 0,5 & 0,6 & * & 0,8 \\ 0,9 & 0,9 & 0,8 & * \end{bmatrix}$$

Przeprowadźmy teraz analizę grafów $G(p,q)$ dla różnych p i q. Dla $p > 0,67$ graf $G(p,q)$ nie ma łuków, dla $p \leq 0,33$ zawiera wszystkie możliwe łuki. Rozważmy przypadek, gdy $0,33 < p \leq 0,67$. Grafy $G(p,q)$ mają wówczas następujące zbiory łuków:

1. jeśli $q < 0,5$, to

$$U(p,q)=\{(x_3,x_4)\},$$

2. jeśli $0,5 \leq q < 0,6$, to

$$U(p,q)=\{(x_3,x_4), (x_3,x_1), (x_1,x_2)\},$$

3. jeśli $0,6 \leq q < 0,8$, to

$$U(p,q)=\{(x_3,x_4), (x_3,x_1), (x_1,x_2), (x_3,x_2), (x_2,x_3)\},$$

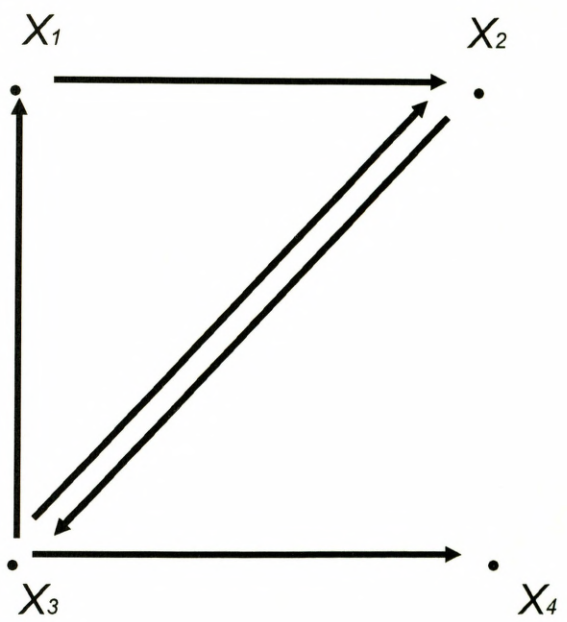
4. jeśli $0,8 \leq q < 0,9$, to

$$U(p,q)=\{(x_3,x_4), (x_3,x_1), (x_1,x_2), (x_3,x_2), (x_2,x_3), (x_1,x_4)\},$$

5. jeśli $q \geq 0,9$, to

$$U(p,q)=\{(x_3,x_4), (x_3,x_1), (x_1,x_2), (x_3,x_2), (x_2,x_3), (x_1,x_4), (x_4,x_1), (x_4,x_2)\},$$

Na przykład $G(0,6;\ 0,6)$ (przypadek 3) można przedstawić następująco (rys. 3.3.1):



Rys. 3.3.1.

Łatwo sprawdzić, że w przypadku 2 element x_3 jest jedynym elementem niedominowanym (nie ma jądra), a w przypadkach 3-5 zbiór jednoelementowy $\{x_3\}$ jest jądrem (nie ma elementów niedominowanych). W związku z tym, najwłaściwszą decyzją w danej sytuacji wydaje się wybór oferty x_3.

3.4. WYBÓR WARIANTÓW Z ZASTOSOWANIEM ROZMYTEJ RELACJI PREFERENCJI

W modelach podejmowania decyzji opartych na funkcji użyteczności występują pewne elementy, które mogą sprawiać trudności w rzeczywistych sytuacjach decyzyjnych. Często trudno jest wyrazić wynik podjęcia jakiejś decyzji w postaci ścisłej, tzn. jako liczbę rzeczywistą. Łatwiejsze i bardziej adekwatne może być wyrażenie go w postaci rozmytej. To samo odnosi się zresztą do użyteczności danego wyniku dla decydenta[1].

Typowa sytuacja wyboru jednego spośród kilku różnych wariantów decyzji[2] charakteryzuje się istnieniem wielu różnych i konfliktowych kryteriów oceny wariantów, niepewnością co do konsekwencji podjęcia takiej czy innej decyzji, brakiem pełnej informacji dotyczącej charakterystyk poszczególnych wariantów oraz trudnościami w precyzyjnej ocenie preferencji decydentów. Z tych powodów na ogół trudno jednoznacznie stwierdzić, czy z danych dwóch wariantów jeden jest lepszy od drugiego czy na odwrót (ewentualnie czy są równoważne).

Wygodnym narzędziem do opisu preferencji decydenta (decydentów) w takiej sytuacji są tzw. relacje rozmyte, które pozwalają na stopniowanie ocen postaci "x jest lepszy od y". Relacje takie są np. często stosowane w metodach wielokryterialnej analizy decyzyjnej (np. ELECTRE III, PROMETHEE, BIPOLAR).

Jeśli preferencje decydenta są określone za pomocą relacji rozmytej, to istotnym problemem jest wskazanie w zbiorze wariantów elementów względnie

---

[1] J. KACPRZYK, *Zbiory rozmyte w analizie systemowej*, PWN, Warszawa 1986.
[2] Z. ŚWITALSKI, *Wybór wariantów decyzji ekonomicznych z zastosowaniem rozmytej relacji preferencji*, Badania Operacyjne i Decyzje 3/1993, Wrocław 1994.

"najlepszych", które mogłyby być podstawą podjęcia ostatecznej decyzji (jest to tzw. problematyka wyboru w sensie klasyfikacji[1]).

Rozmyte relacje preferencji i problematyka wyboru[2].

Niech X oznacza skończony i niepusty zbiór, o co najmniej dwóch elementach. Elementy zbioru X będziemy interpretować jako warianty decyzyjne w pewnej sytuacji decyzyjnej. Symbol P(X) będzie oznaczał rodzinę wszystkich podzbiorów zbioru X, X^2 - produkt kartezjański zbioru X przez siebie, a [0,1] - odcinek domknięty o końcach 0 i 1.

Def. Relacją rozmytą w zbiorze X nazywamy dowolną funkcję

$$R: X^2 \rightarrow [0, 1].$$

Relacja rozmyta przyporządkowuje więc każdej parze elementów $(x,y) \in [0, 1]$, którą interpretujemy jako miarę siły związku między elementami *x* i *y*.

Zbiór wszystkich relacji rozmytych w zbiorze X będziemy oznaczać symbolem FR(X).

Zakładamy, że preferencje decydenta w zbiorze X można opisać za pomocą pewnej relacji rozmytej R, którą będziemy nazywać rozmytą relacją preferencji, i dla której liczba R(x, y) będzie mierzyła stopień przewagi wariantu *x* nad wariantem *y* (z punktu widzenia preferencji decydenta). Liczba R(*x*, *y*) może być otrzymana w wyniku zastosowania mniej lub bardziej sformalizowanej

---

[1] B. ROY, *Wielokryterialne wspomaganie decyzji*, WNT, Warszawa 1990.
[2] Z. ŚWITALSKI, *Wybór wariantów decyzji ekonomicznych z zastosowaniem rozmytej relacji preferencji*, Badania Operacyjne i Decyzje 3/1993, Wrocław 1994.

procedury - w metodach wielokryterialnej analizy decyzyjnej - lub też jako bezpośredni rezultat odpowiedzi decydenta na pytanie: "W jakim stopniu wariant x jest z punktu widzenia twoich preferencji lepszy od wariantu y? Odpowiedź przedstaw w skali [0, 1]".

Zakładamy, że rozpatrywana relacja preferencji ma własność tzw. ipsodualności.

Def. Relacja rozmyta R jest ipsodualna, jeśli $R(x,y)+R(y,x)=1$ dla dowolnych $x, y \in X$ takich, że $x \neq y$.

Dla relacji ipsodualnej określenie liczby $R(x,y)$ automatycznie wyznacza liczbę $R(y,x) = 1 - R(x,y)$. Jeśli więc $R(x,y)>0,5$, to $R(y,x)<0,5$ i na odwrót. Możemy w tym przypadku przyjąć, że warunek $R(X,Y)>0,5$ oznacza "rzeczywistą" przewagę x nad y (której "intensywność" mierzy liczba $R(x, y)$). Warunek $R(x,y)<0,5$ oznacza natomiast faktyczną przewagę y nad x (z intensywnością tym większą, im mniejsza jest liczba $R(x,y)$). Możemy też przyjąć, że warunek $R(x, y)=0,5 = R(x,y)$ oznacza równoważność wariantów x i y. Relacje ipsodualne pojawiają się w naturalny sposób w problematyce wyboru grupowego i w optymalizacji wektorowej.

Jeśli preferencje decydenta są określone za pomocą relacji rozmytej, to możemy rozważać problem znalezienia w zbiorze X wariantu "najlepszego" z punktu widzenia tych preferencji, tzn. takiego, który powinien być wybrany przez decydenta w momencie ostatecznego podejmowania decyzji (albo który powinien być mu zaproponowany przez odpowiedni system wspomagania decyzji). Problem ten nie ma jednoznacznego rozwiązania. Możemy jedynie przedstawiać różne rozsądne reguły, które będą wskazywały, dla każdej rozmytej relacji preferencji, wariant "najlepszy" (ewentualnie zbiór wariantów "najlepszych"). Dla danej reguły wyboru F (Regułą wyboru w zbiorze X nazywamy

dowolna funkcję F: FR(X) → P(X)) i danej relacji rozmytej R, zbiór F(R) traktujemy jako zbiór elementów najlepszych (wariantów, które powinny zostać wybrane) dla danej relacji, z punktu widzenia reguły F.

Przedstawimy teraz jedna z najprostszych reguł wyboru, nazywana reguła maksyminową[1].

Załóżmy, że liczby *R(x,y)* interpretujemy jako stopnie prawdziwości zdań „*x* jest lepszy od *y*". Wówczas zdaniu „*x* jest najlepszy w zbiorze *X*" jako koniunkcji skończonej liczby zdań postaci „*x* jest lepszy od *y*" możemy przyporządkować stopień prawdziwości $c_R(x) = \min_{\substack{y \in X \\ y \neq x}} R(x,y)$ (zgodnie z regułami logiki rozmytej, w której koniunkcji zdań odpowiada operator minimum. Aby wiec wybrać w zbiorze X najlepszy element w sensie nierozmytym, powinniśmy poszukiwać takich $x \in$X, dla których liczba $c_R(x)$ jest maksymalna.

Definicja. Regułą maksyminową będziemy nazywać regułę wyboru określoną wzorem:

$$C(R) = \arg\max_{x \in X} \min_{\substack{y \in X \\ y \neq x}} R(x,y),$$

jeśli $c_R(x_0) > 0$ dla pewnego $x_0 \in X$, oraz $C(R) = \varnothing$ w pozostałych przypadkach.

Przykład 3.4.1.

Załóżmy, że rozważamy cztery możliwe warianty decyzyjne: x_1, x_2, x_3, x_4, a relację preferencji w zbiorze X określa macierz:

---

[1] Z. ŚWITALSKI, *Wybór wariantów decyzji ekonomicznych z zastosowaniem rozmytej relacji preferencji,* Badania Operacyjne i Decyzje 3/1993, Wrocław 1994.

$$\begin{bmatrix} * & 0,6 & 0,9 & 0,4 \\ 0,4 & * & 0,5 & 0,7 \\ 0,1 & 0,5 & * & 0,2 \\ 0,6 & 0,3 & 0,8 & * \end{bmatrix},$$

w której na przecięciu *i*-tego wiersz i *j*-tej kolumny znajduje się liczba $r_{ij} = R(x_i, x_j)$ (na przekątnej nie umieszczamy żadnych wartości liczbowych). Wskaźniki $c_R(x_i)$ wyznaczamy poszukując minimalnej wartości w każdym wierszu, a więc $c_R(x_1) = 0,4$, $c_R(x_2) = 0,4$, $c_R(x_3) = 0,1$, $c_R(x_4) = 0,3$. Reguła maksyminowa wyznacza więc w tym przypadku dwa warianty najlepsze, mianowicie x_1, x_2, a więc $C(R)=\{ x_1, x_2 \}$ (zauważmy, że zarówno dla x_1, jak i dla x_2 istnieją warianty, które je przewyższają w stopniu > 0,5, a mianowicie $R(x_4, x_1) = 0,6$ i $R(x_1, x_2) = 0,6$).

Jak wynika z przedstawionego przykładu, reguła maksyminowa jest dosyć prosta w obliczeniach.

Jeśli w wyjściowym zbiorze wariantów preferencje decydenta są opisane za pomocą rozmytej relacji preferencji, to możemy stosować różne metody (różne reguły wyboru), które pozwolą wybrać z tego zbioru elementy względnie "najlepsze". W przypadku relacji rozmytej trudno znaleźć jednoznaczną regułę wyboru, która mogłaby być powszechnie zaakceptowana. Jednym z argumentów przemawiających za stosowaniem takiej czy innej reguły może być prostota rachunkowa.

3.5. ANALIZA BRZEGOWA

Jednym z najczęstszych i najważniejszych problemów stojących przed decydentem jest podjęcie decyzji, czy zmiana zakresu lub rozmiaru działalności pozwoli na łatwiejsze osiągnięcie celu. Takie decyzje przyjmują postać alternatyw: zwiększenia lub zmniejszenia zakresu lub rozmiaru przedsięwzięcia przez dodanie lub odjęcie jednostki działalności. W praktyce takie alternatywy przyjmują postać np.: powiększenia wyposażenia ugrupowania bojowego o jednostkę uzbrojenia, zwiększenie liczebności elementów ugrupowania bojowego o kolejny element. Przy założeniu, że celem jest tylko maksymalizacja potencjału obronnego, nowa jednostka uzbrojenia powinna być dodana tylko wtedy gdy całkowita wartość wzrostu potencjału wynikłego z jej użytkowania będzie wyższa niż koszt wprowadzenia jej do uzbrojenia; zwiększenie liczebności elementów ugrupowania bojowego o kolejny element ma sens tylko wtedy gdy spowoduje to wzrost efektywności działania tego ugrupowania itd. Tak więc decyzje te muszą być podejmowane z punktu widzenia ich wpływu na osiągnięcie celu końcowego, tzn. czy zmiana spowoduje wymierną poprawę efektywności. Analizowanie problemów decyzyjnych z tego punktu widzenia jest nazywane *analizą brzegową (marginalną),* przy czym wyraz marginalna odnosi się do zmian krańcowych w całej operacji. Dlatego mówi się o podejmowaniu decyzji w strefie brzegowej (krańcowej).

Analiza brzegowa *(data envelopment analysis DEA)* została stworzona przez Charnesa[1] w latach 1978 - 1981 i rozwinięta przez Bankera w latach 1980-1984 jako procedura programowania matematycznego przeznaczona do analizy wartości wejściowych i wyjściowych w procesach decyzyjnych.

---

[1] R. BANKER, *Maximum Likelihood, Consistency and Data Envelopment Analysis: A Statistical Foundation,* MANAGEMENT SCIENCE/ Vol. 39, No. 10, October 1993.

Podstawowe twierdzenia analizy brzegowej, których spełnienie jest koniecznym warunkiem osiągania najlepszych rezultatów w prowadzonej działalności to[1]:

Twierdzenie I:

Jeżeli zasoby przedsięwzięcia dopuszczają prowadzenie działalności to powinna ona być prowadzona tak długo jak produkt brzegowy netto MNY *(marginal net yield)* jest dodatni i może być rozwijana do momentu, w którym MNY=0.

Twierdzenie II:

W przypadku zaistnienia ograniczeń budżetowych, wyniki optymalne w ramach przedsięwzięcia osiąga się gdy w ramach każdej ze stosowanych metod działalności dochodzimy do poziomu, gdzie wszystkie metody dają ten sam marginalny zwrot produktu na jednostkę kosztu lub nakładów. to jest wówczas, gdy stosunki marginalnych korzyści MB (*Marginal Benefits)* do marginalnych kosztów MC *(Marginal Cost)* są równe.

$$\frac{MB_1}{MC_1} = \frac{MB_2}{MC_2} = \frac{MB_3}{MC_3} = \ldots = \frac{MB_n}{MC_n}$$

Rozważmy prosty przykład realizacji pewnego przedsięwzięcia, które może być realizowane jednocześnie trzema różnymi metodami.

W poprzednim okresie podlegającym analizie na realizację rozpatrywanego przedsięwzięcia zużyto 900 jednostek nakładów przy pięciokrotnym

[1] Materiały z *DEFENSE RESOURCES MANAGEMENT INSTITUTE, Naval Postgraduate school, Monterey, California.*

wykorzystaniu każdego z możliwych do zastosowania środków. Przy tym na realizacje przedsięwzięcia przy użyciu każdego ze środków zużyto odpowiednio:

- Środek I - 400 jednostek nakładów (80 na jedno wykorzystanie);
- Środek II - 300 jednostek nakładów (60 na jedno wykorzystanie);
- Środek III - 200 jednostek nakładów (40 na jedno wykorzystanie).

Osiągnięto przy tym następujące rezultaty:

	Numer zastosowania każdego ze środków				
	1	2	3	4	5
Środek	Korzyści brzegowe w kolejnych wykorzystaniach każdego ze środków				
I	96	80	48	32	16
II	48	36	36	18	6
III	48	44	40	32	24

Tabela 3.5.1.

Na kolejny okres przewidziano redukcję nakładów o 30% tj. do wysokości 620 jednostek nakładów. Jak rozdzielić posiadane nakłady na poszczególne środki by osiągnąć maksymalne korzyści globalne?

By odpowiedzieć na tak postawione pytanie prowadzimy analizę stosunków marginalnych korzyści do marginalnych nakładów aż do momentu gdy zostanie spełniony warunek określony w *Twierdzeniu II*.

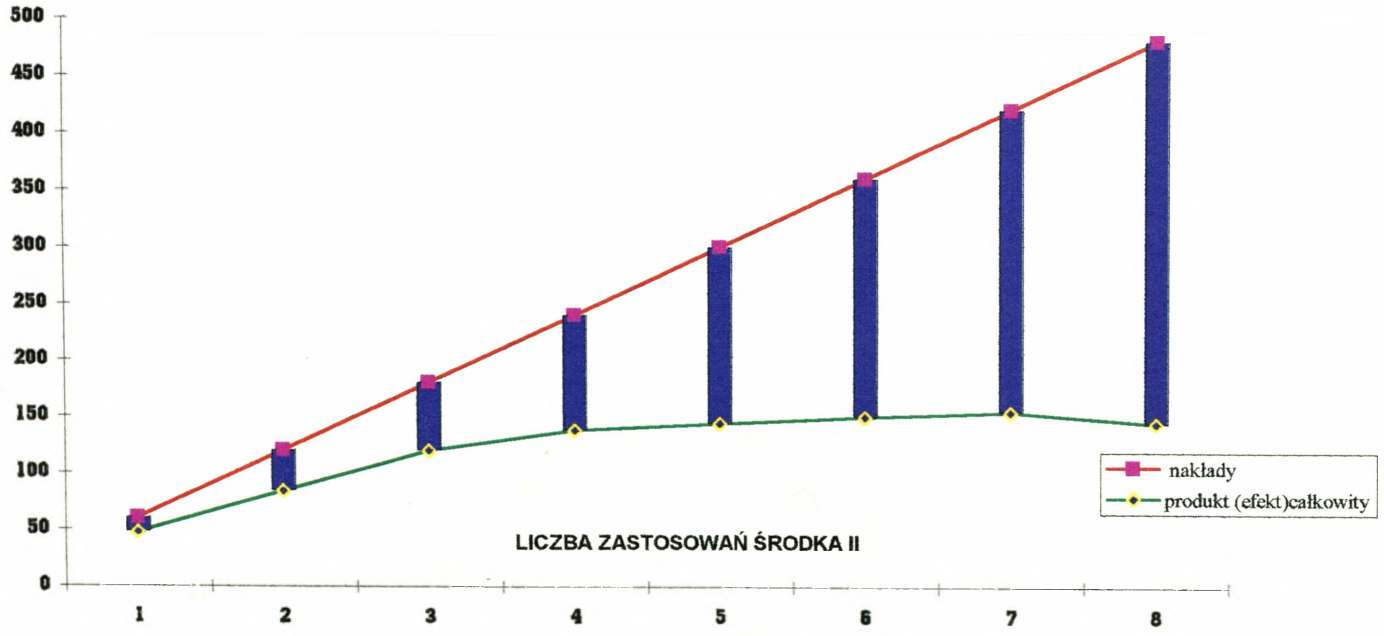
	Numer kolejnego zastosowania każdego ze środków				
	1	2	3	4	5
Środek	$\frac{MB_i}{MC_i}$ w kolejnych wykorzystaniach każdego ze środków				
I	$\frac{96}{80}=1,2$	$\frac{80}{80}=1$	$\frac{48}{80}=0,6$	$\frac{32}{80}=0,4$	$\frac{16}{80}=0,2$
II	$\frac{48}{60}=0,8$	$\frac{36}{60}=0,6$	$\frac{36}{60}=0,6$	$\frac{18}{60}=0,3$	$\frac{6}{60}=0,1$
III	$\frac{48}{40}=1,2$	$\frac{44}{40}=1,1$	$\frac{40}{40}=1$	$\frac{32}{40}=0,8$	$\frac{24}{40}=0,6$

Tabela 3.5.2.

Z analizy z powyższej tabeli wynika, że warunek z *Twierdzenia II* jest spełniony po trzech wykorzystaniach środka I (nakład 3*80=240), trzech wykorzystaniach środka II (nakład 3*60=180) i pięciu wykorzystaniach środka III (nakład 5*60=300). Całkowity nakład na przedsięwzięcie przy takim wykorzystaniu tych środków jest równy 240+180+300=620 jednostek nakładów tj. tyle ile mogliśmy przeznaczyć.

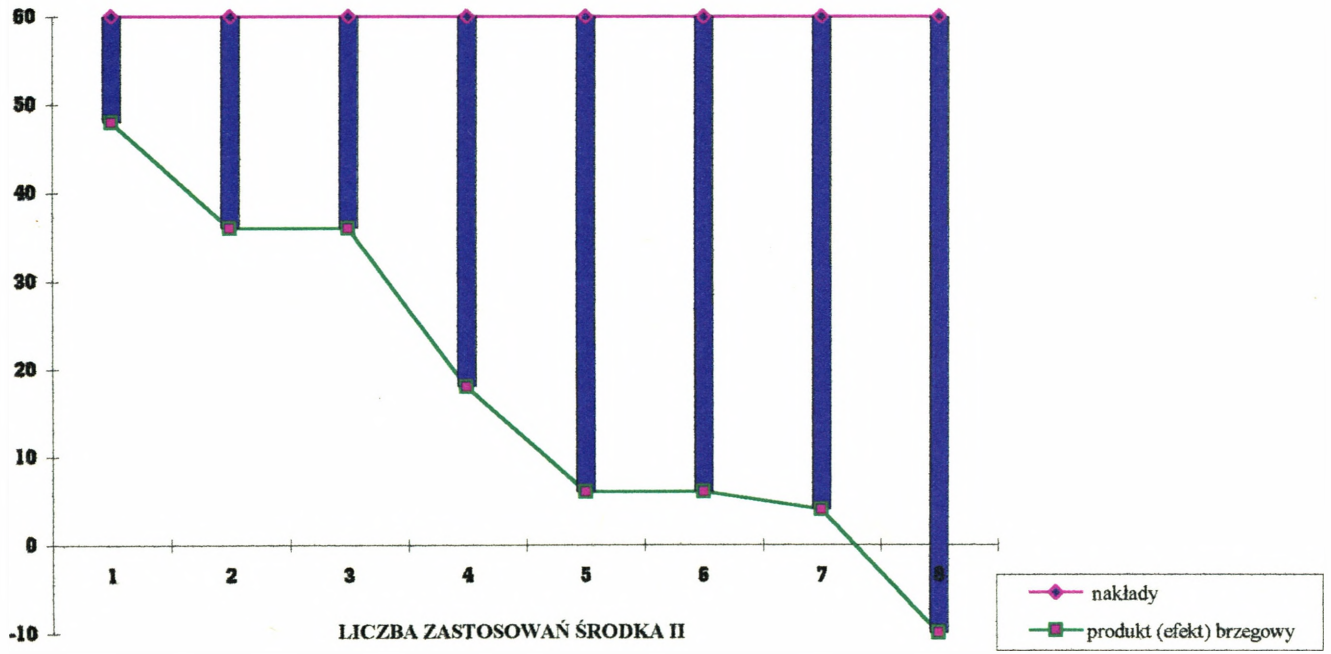
Rozważmy teraz, przykładowo dla Metody II, zależność produktu netto od ilości nakładów na realizację przedsięwziecia tą metodą. W analizie uwzględnimy produkt (efekt) całkowity, produkt (efekt) brzegowy i produkt (efekt) średni.

NAKŁADY I PRODUKT (EFEKT) CAŁKOWITY
W ZALEŻNOŚCI OD LICZBY ZASTOSOWAŃ ŚRODKA II



Rys. 3.5.1.

NAKŁADY I PRODUKT (EFEKT) BRZEGOWY
W ZALEŻNOŚCI OD LICZBY ZASTOSOWAŃ ŚRODKA II



Rys. 3.5.2.

ilość nakładów	produkt (efekt) całkowity	produkt (efekt) brzegowy	produkt (efekt) średni
1*60	48	48	48
2*60	84	36	42
3*60	120	36	40
4*60	138	18	34,5
5*60	144	6	28,8
6*60	150	6	25
7*60	154	4	22
8*60	144	-10	18

Tabela 3.5.3.

Z analizy danych zawartych w Tabeli 3.5.3. oraz zilustrowanych na rys. 3.5.1. i 3.5.2. zauważamy, że produkt (efekt) całkowity jest równy sumie produktów (efektów) brzegowych oraz wraz z maleniem produktu (efektu) brzegowego maleje również produkt (efekt) średni. Wynika z tego, że w każdym procesie decyzyjnym, w którym zastanawiamy się czy dodać jednostkę nakładów na realizację przedsięwzięcia czy też odjąć, musimy odpowiedzieć na pytanie, czy ta dodana jednostka spowoduje przynajmniej taki wzrost produktu (efektu) całkowitego ile kosztuje. Analizując decyzję zwiększenia nakładów na realizację przedsięwzięcia z siedmiokrotnego wykorzystania metody do ośmiokrotnego jej wykorzystania widzimy, że spowoduje to spadek produktu (efektu) całkowitego przedsięwzięcia, chociaż biorąc pod uwagę tylko wielkość produktu (efektu) średniego decyzja taka może wydawać się racjonalna.

Jak widać z powyższego, decyzja oparta jedynie na wielkościach średnich może dać wyniki ekonomicznie możliwe, jednak nie wystarczające do określenia wyników optymalnych. Tak więc, kierunek w jakim zmienia się wartość brzegowa, jest wrażliwym elementem procesu podejmowania decyzji.

3.6. METODA BELLINGERA

Metoda Bellingera pozwala na uporządkowanie obiektów w kolejności wartości oceny łącznej ze względu na komplet kryteriów cząstkowych. Tę metodę analizy wielokryterialnej po raz pierwszy Bellinger zastosował w bankach zachodnioniemieckich. Za pomocą tej metody uporządkowano listę klientów starających się o pożyczkę, w kolejności od najbardziej wiarygodnego do najmniej wiarygodnego. Każdy klient podlegający ocenie otrzymał jakąś ocenę łączną. Pożyczkę otrzymali ci którzy otrzymali najwyższe oceny.

Metoda ta polega na doprowadzeniu wyników oceny za pomocą różnych kryteriów cząstkowych do stanu addytywności i na precyzowaniu oceny łącznej - jako sumy tych ocen cząstkowych. Doprowadzenie do stanu addytywności, nieodzowne ze względu na rozmaitość kryteriów oraz ich miar i znaczeń (wag). Polega na ustaleniu dla każdego kryterium cząstkowego dwóch stanów: najmniej pożądanego i najbardziej pożądanego, a następnie na wyrażeniu każdej liczby, wynikającej z pomiaru za pomocą danego kryterium cząstkowego w ułamku „drogi" od stanu najmniej pożądanego do stanu najbardziej pożądanego. Ocenę łączna otrzymuje się ze zsumowania procentów przebytych dróg wszystkich kryteriów cząstkowych. Wcześniej jednak należy uwzględnić znaczenie (wagę) każdego kryterium cząstkowego w ten sposób, aby wielkości procentowe przebytych „dróg" pomnożyć przez wagę danego kryterium.

Obowiązujące w omawianej metodzie postępowanie można ująć w osiem następujących etapów[1]:

ETAP I. Sprecyzowanie kryteriów w celu ustalenia najlepszego, pod względem wartości oceny łącznej obiektu.

---

[1] Zbigniew D. MALARA, *Analiza wielokryterialna jako instrument badania i doskonalenia jakości,* BADANIA OPERACYJNE I DECYZJE Nr 3, Wrocław , 1995 r.

ETAP II. Ustalenie jednostek pomiarowych i pożądanego kierunku zmian[1] w obrębie danego kryterium.

ETAP III. Ustalenie dolnej i górnej granicy zmian dla poszczególnych kryteriów.

ETAP IV. Ustalenie hierarchii znaczeniowej dla poszczególnych kryteriów, tzn. wagi jaką przywiązuje decydent do przyjętych kryteriów oceny, w taki sposób aby suma wszystkich wag była równa jedności.

ETAP V. Utworzenie tablicy zawierającej rzeczywiste wartości kryteriów odpowiadające poszczególnym obiektom oceny.

ETAP VI. Przedstawienie każdej liczby z tablicy z etapu V jako procentu „drogi" od stanu najmniej pożądanego do stanu najbardziej pożądanego. W tym celu należy najpierw ustalić rozmiar całej „drogi" od stanu najmniej pożądanego do stanu najbardziej pożądanego dla danego kryterium w ten sposób, że obliczamy różnicę między tymi stanami. Następnie od rzeczywistej wartości kryterium dla danego obiektu należy odjąć wartość najmniej pożądaną, obliczając w ten sposób rzeczywiście przebytą „drogę", aby wreszcie obliczyć jaki procent całej drogi stanowi - obliczona wcześniej - rzeczywiście przebyta „droga".

ETAP VII. Pomnożenie liczb otrzymanych na etapie VI przez wagi przyjęte na etapie IV.

---

[1] Wskazanie, które z kryteriów to stymulanty, a które destymulanty.

ETAP VIII. Ustalenie wariantu najlepszego po zsumowaniu ocen przyznanym poszczególnym obiektom z punktu widzenia wszystkich kryteriów.

Dla zilustrowania zastosowania metody BELLINGERA przytoczony został poniższy, prosty przykład numeryczny.

Załóżmy, że pewien rodzaj wojsk rozważa zastosowanie nowego rodzaju uzbrojenia. Dysponuje w tym celu czterema ofertami: w_1, w_2, w_3, w_4, z których można wybrać jedną.

ETAP I.

Analiza prowadzona będzie pod kątem trzech kryteriów:

- c_1 - koszty zakupów i wyszkolenia obsług,
- c_2 - współczynnik jakości wynikający z parametrów taktyczno-technicznych,
- c_3 - możliwość dopasowania do już posiadanego uzbrojenia.

ETAP II.

Jednostki pomiarowe i pożądany kierunek zmian liczbowych.

- c_1 - tysiące złotych, pożądane malenie liczb (destymulanta);
- c_2 - liczba określająca współczynnik jakości taktyczno-technicznej (wyznaczona np. metodą taksonomii wrocławskiej), pożądany wzrost liczbowy (stymulanta);
- c_3 - punkty, pożądany wzrost liczbowy (stymulanta).

ETAP III.

Dolna i górna granica zmian dla poszczególnych kryteriów.

- c_1 - liczba z przedziału [100, 250];
- c_2 - liczba z przedziału [0, 1];
- c_3 - skala punktowa od 2 do 10.

ETAP IV.

Wagi poszczególnych kryteriów:

- c_1 - 0,30;
- c_2 - 0,40;
- c_3 - 0,30.

ETAP V.

Zestawienie wartości kryteriów dla porównywanych wariantów.

Kryterium / Wariant	1	2	3
1	130	0,6	6
2	200	1	7
3	170	0,4	9
4	240	0,9	8

ETAP VI.

Przedstawienie liczb z etapu I jako procentu „drogi" od stanu najmniej do najbardziej pożądanego.

Kryterium / Wariant	1	2	3
1	20	60	50
2	67	100	42
3	47	40	89
4	93	90	75

ETAP VII.

Uwzględnienie wag.

Wagi	0,3	0,4	0,3
Kryterium / Wariant	1	2	3
1	6	24	15
2	20,1	40	12,6
3	14,1	16	26,7
4	27,9	36	22,5

ETAP VIII.

Wyznaczenie ocen łącznych i ustalenie wariantu najlepszego.

WARIANT	OCENA ŁĄCZNA
4	86,4
2	72,7
3	56,8
1	45

Z punktu widzenia przyjętych kryteriów łączną ocenę najwyższą, a mianowicie 86,4 , otrzymał wariant 4.

Zaprezentowana tu krótko metoda porównawcza uważana jest za metodę łatwą i prostą w użyciu[1]. W Polsce próbowano ją stosować między innymi jako narzędzie usprawniające zarządzanie w przemyśle.

Co do zgodności ocen wykonywanych metodą Bellingera ze stanem rzeczywistym, można jedynie powołać się na tę okoliczność, że „prof. Bernhard BELLINGER od kilkunastu lat stosuje swoją metodę przy ocenie wiarygodności klientów, starających się o pożyczkę w bankach zachodnioniemieckich. Pozytywne rezultaty tych ocen i fakt rosnącej liczby zleceń, które otrzymuje od banków autor tej metody - przemawia na jej korzyść."[2]

---

[1] Patrz: Zbigniew D. MALARA, *Analiza wielokryterialna jako instrument badania i doskonalenia jakości,* BADANIA OPERACYJNE I DECYZJE Nr 3, Wrocław , 1995 r. oraz B. PILAWSKI, *Przykład analizy wielokryterialnej w zakresie CPBR (Metodą Bellingera),* Politechnika Wrocławska, Wrocław, 1989 r.

[2] B. PILAWSKI, *Przykład analizy wielokryteriąlnej w zakresie CPBR (Metodą Bellingera),* Politechnika Wrocławska, Wrocław, 1989 r.

4. KONCEPCJA INFORMATYCZNEGO WSPOMAGANIA WIELOKRYTERIALNEJ ANALIZY PORÓWNAWCZEJ NA POTRZEBY PLANOWANIA OBRONNEGO

4.1. MODEL SYSTEMU WSPOMAGANIA PROCESÓW DECYZYJNYCH[1]

Gwałtowne i dynamiczne zmiany współczesnej techniki komputerowej oraz związanych z jej stosowaniem technologii produkcji, wdrażania i eksploatacji oprogramowania podstawowego, narzędziowego i aplikacyjnego, rozwój współczesnej techniki wojskowej, a zwłaszcza jej coraz wyższy stopień elektronizacji i komputeryzacji wymagający coraz bardziej skomplikowanego przygotowania specjalistów wojskowych obsługujących współczesne urządzenia techniczne, a także restrukturyzacja SZ RP określają potrzebę zastosowania systemów opartych o zagadnienia z zakresu inżynierii wiedzy w obszarze badań i oceny stanu sił zbrojnych.

Główną rolę w odpowiednim tworzeniu systemów wspomagania procesów decyzyjnych DSS (*Decision Support Systems)*, odgrywa dopasowywanie się tych systemów do otoczenia w poszukiwaniu wiedzy o problemie i rozwiązaniu.

W prowadzonych badaniach z tego zakresu zwraca się uwagę na wzajemne "uczenie się" od siebie użytkownika i systemu DSS. Użytkownik "uczy się" od systemu przywiązywania wagi do wcześniejszych rozwiązań problemu, a system "uczy się" od użytkownika właściwej obserwacji zachowania

---

[1] Opracowano z wykorzystaniem: Albert A. Anghern, Soumitra Dutta, *Integrating Case-Based Reasoning in Multi-Criteria Decision Support Systems Noth Holland 1992.*

rozpatrywanego zjawiska. Ten sposób podejścia przyjmowany jest w rozpatrywaniu zagadnień dotyczących wspomagania procesów podejmowania decyzji wielokryterialnych MCDM (*Multi-Criteria Decision Making*).

Systemy wspomagania procesów podejmowania decyzji wielokryterialnych (indywidualnych i grupowych) - wykorzystujące systemy komputerowe MCDSS *(Multi-Criteria Decision Support Systems)* do rozwiązywania różnych semistrukturalnych i nieustrukturalizowanych problemów uwzględniających wiele atrybutów, kryteriów i celów - są systemami interaktywnymi. Współcześnie znajdują one szerokie zastosowania. Problemy rozwiązywane przy pomocy MCDSS mogą być scharakteryzowane przez następujące cztery główne czynniki (rys. 4.1.1.):

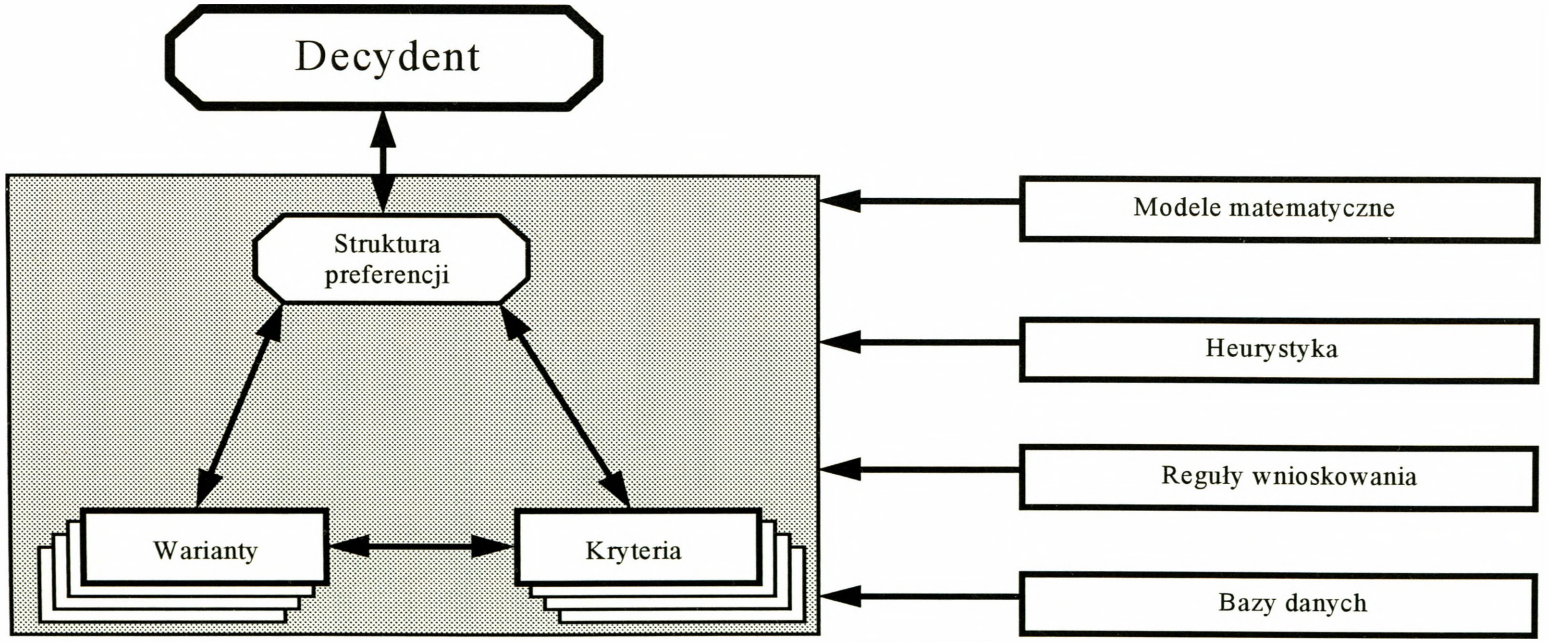
- użytkownik (indywidualny lub grupowy);
- struktura preferencji;
- dynamika i skutki potencjalnych wariantów (działań);
- zbiór kryteriów używanych przy ocenie wariantów.

Głównym problemem wspomagania procesu decyzyjnego jest wybór odpowiedniej metodologii postępowania. W obszarze MCDSS problemy dające się sprowadzić do modelu formalnego można rozwiązać przy wykorzystaniu odpowiednich metod matematycznych (metod ekspertowych, rodziny metod taksonomicznych, ELECTRE i innych tak szerokich, jak szeroki jest zakres użyteczności teorii analizy problemów wielokryterialnej). Dodatkowo oprócz modeli matematycznych systemy MCDSS powinny zawierać metody heurystyczne lub rozwiązania liniowe oparte o reguły wnioskowania oraz bazy danych (rys. 4.1.1.). Techniki matematyczne zastosowane w MCDM miały ważne znaczenie w opisie wcześniejszych MCDSS. Jako rezultat tych doświadczeń, głównie w dzisiejszych MCDSS są komputerowe wersje takich MCDM.

Bardziej współcześnie uznaje się, że rola MCDSS nie powinna być ograniczana jedynie do "wspaniałego stosunkowo prostego i niewrażliwego aparatu matematycznego na tym bogatym, naturalnym, organizującym pomoc i tworzącym bazę wiedzy procesie podejmowania decyzji indywidualnych i grupowych", a powinny być skupione na definiowaniu "sytuacji decyzyjnych adaptujących się do otoczenia, w którym ma miejsce indywidualne uczenie się", z uwypukleniem systemów interaktywnych, które wspomagają decydentów w redefiniowaniu ich problemów i uaktualnianiu ich aspiracji aż do uzyskania stabilizacji dążeń. Uważa się, że „uczenie się" ukierunkowane jest (jako przeciwieństwo do rozwiązywania problemów) na dostarczanie podstaw konceptualnych dla projektowania nowych klas rozwiązań zorientowanych na użytkownika, związanych z MCDSS, współdziałających z użytkownikiem w procesach podejmowania decyzji. Rozważane one powinny być w kategoriach ułatwiania i zachęcania do rozważenia „uczenia się" i rozumienia (raczej wyłącznie) w kategoriach wsparcia technicznego i technologicznego.

Wnioskowanie uwarunkowane CBR (*Case-Based Reasoning*) to ekstremalnie ważny w procesie ludzkiego poznawania proces myślowy, występujący jako główna metodologia wnioskowania w ramach sztucznej inteligencji. CBR generalnie skoncentrowane jest na rozwiązywaniu problemów poprzez identyfikację i adaptację prostych problemów zawartych w bibliotece wcześniejszych eksperymentów i rozwiązań. Jest to bardzo istotny problem w procesach podejmowania decyzji z zakresu planowania obronnego, gdzie nie bez znaczenia jest znajomość skutków wcześniej podejmowanych decyzji planistycznych. Popularność CBR jest spowodowana rozwiązaniem przez nie następujących problemów:

a) trudność w uzyskaniu sposobów rozwiązania problemów i ich okresowa aktualizacja (wiedza inżynierska jest szeroko rozumiana jako krytyczne wąskie gardło w budowie systemów ekspertowych);


Decydent
Struktura preferencji
Warianty
Kryteria
Modele matematyczne
Heurystyka
Reguły wnioskowania
Bazy danych

Rys. 4.1.1.

b) słaba wrażliwość, opartych na określonych regułach, systemów na nowe sytuacje wynikająca z braku możliwości "uczenia się" na eksperymentach i adaptowania wcześniejszych procedur rozwiązywania problemów.

Podczas, gdy reguły rozwiązywania problemów decyzyjnych są trudne do określenia to wcześniejsze rozwiązania problemów uzyskuje się łatwo. Na przykład szpital utrzymuje sposoby leczenia pacjentów i inżynierskie opisy ich wcześniejszych modeli. Wcześniejsze przypadki są traktowane szerzej przez ludzkość dla rozwiązywania problemów w nowych sytuacjach. Lekarze wykorzystują wiedzę o przypadkach postępowania w przeszłości podczas diagnozowania i postę-powania w nowych sytuacjach. Opis inżynierskiego postępowania w nowych okolicznościach jest zbudowany na wcześniejszej wiedzy i doświadczeniach.

CBR dostarcza głębszego poziomu wiedzy i rozumowania niż porównywanie w oparciu o proste reguły wnioskowań RBR (*Rule Based Reasoning)*. Reguły reprezentują wnioski wybrane z ogółu wielu różnych przypadków. Ujmują przyszłość ogółu do wielu przypadków i zmierzają także do narzuconych twardych warunków i struktur rozwiązań (w konsekwencji zawierających ogół). Takie proste systemy reguł są generalnie słabe w detalizacji wyjątków (nie będących wspólnymi dla wszystkich przypadków) i nowych, wcześniej nie przewidzianych sytuacji. W przeciwieństwie do RBR, CBR nie usiłuje znaleźć i zapamiętać części wspólnych. Raczej zapamiętują wcześniejsze zdarzenia (opisując wcześniejsze rozwiązania problemów) w bibliotece przypadków CL (*Case Library)* i kiedy stykają się z nowymi problemami, rozwiązują je poprzez poszukiwanie najbardziej zbliżonych do rozwiązywanego problemu i adaptację starego rozwiązania do bieżącego.

Podstawową strukturę postępowania CBR przedstawia rysunek 4.1.2.

Istnieje kilka ważnych zagadnień analitycznych związanych z CBR. Jako, że biblioteka przypadków CL może zawierać potencjalnie wiele wcześniejszych zdarzeń decyzyjnych, organizacja i przeszukiwanie ich nie jest rozwiązaniem trywialnym. Dwa klucze pojęciowe w tym kontekście to podobieństwo i związki. Termin podobieństwo powiązany jest z domkniętością przypadku do problemu bieżącego, podczas gdy termin związki odnosi się do użyteczności szczególnego przypadku dla rozwiązania bieżącego problemu. CBR jest najlepsze wtedy, gdy przypominany przypadek jest jednocześnie podobny do bieżącego i związany z bieżącym. Należy zauważyć, że zwykle podobieństwo nie jest wystarczające dla CBR. Na przykład, jeżeli dwie osoby są tej samej narodowości, więc jest bardzo prawdopodobne, że posługują się również tym samym językiem narodowym (jako, że narodowość jest w relacji determinującej język narodowy dla osób tej narodowości). Jednakże, jeżeli dwie osoby są tego samego wzrostu, to nie oznacza to, że używają tego samego języka narodowego (ponieważ wzrost nie jest w relacji determinującej język narodowy dla tych osób). Stosowne definicje podobieństwa i relacji metryk są ważnym obszarem badań wewnątrz CBR.

Innym istotnym problemem jest decyzja dotycząca tego, kiedy używać CBR, które nie jest ani zawsze wskazane, ani zawsze możliwe do użycia. Do zapoczątkowania CBR powinien być ustalony (wymyślony) protokół do formalizowania procesów poprzez, które jest on zapoczątkowany. Dodatkowo CBR istniejący w izolacji nie jest bardzo użyteczny. Powinien on być zintegrowany z własną bazą wiedzy (zwykle wyrażaną poprzez reguły i zasady). Integracja CBR z innymi metodologiami rozwiązań (tak jak RBR) jest ostatnio przyjmowana uważnie wraz z rozwiązaniami.

Podejście do integracji CBR z MCDSS może być widziane w perspektywie rozwoju systemów decyzyjnych. Taki system decyzyjny składa się typowo z decydenta (czynnik ludzki) i systemu komputerowego (czynnik techniczny), obydwa widziane jako zasoby w procesie podejmowania decyzji i odgrywające różne role w procesach interakcyjnych. Dla przykładu, rola odgrywana przez czynnik ludzki (użytkownika) w systemie decyzyjnym polega początkowo na umożliwianiu:

(1) inicjacji problemu przez użytkownika;
(2) określenia sytuacji decyzyjnej;
(3) ostatecznego przeprowadzenia procesu badawczego.

Z innej strony rola systemu komputerowego (MCDSS) może być ograniczona do dwóch głównych czynników:

(1) czynnik ułatwiający - zintegrowane narzędzie dostarczające decydentowi sprecyzowane reprezentacje planów modeli pamięciowych, które mogą być rewidowane, analizowane i rozwijane;
(2) czynnik bodźcowy - narzędzie, które czynnie uwypukla "uczenie się" poprzez komputerowe wspomaganie procesów podejmowania decyzji.

W czynniku ułatwiającym MCDSS powinien dostarczać różne narzędzia, które użytkownicy mogą wykorzystywać w zależności od zdefiniowanych kryteriów, opisywać alternatywy (warianty) i określać preferencje w terminach ważności kryteriów, pożądanych wariantów poziomów dążeń, wartości idealnych itd. Dodatkowo przedstawione narzędzia i mechanizmy sprzężeń zwrotnych powinny utrzymywać:

- generacje różnych rodzajów problemów,
- porównywanie wariantów ("tak jak", "co jeżeli ?"),

- typy analiz.

Przeznaczenie czynnika bodźcowego w MCDSS wymaga przeznaczenia (zaprojektowania) i zintegrowania narzędzi, które uwypuklają rozumienie przez decydenta procesu modelowania sytuacji i uniemożliwiają przerwy "uczenia się" wynikające z powodu przedwczesnego uczucia satysfakcji. Integracja tego czynnika w DSS jest obecnie jednym z głównych wyzwań w tym obszarze. Dodatkowo obserwowane jest integrowanie w DSS zaawansowanych metod matematycznych i sztucznej inteligencji. Dla przykładu użycie metod optymalizacyjnych wewnątrz MCDSS zachęca decydenta do nadawania wag (rang) wariantom. W innym kontekście bazy wiedzy, czynnik DSS zachęca do doskonalenia używanych rozwiązań poprzez logiczne wnioskowanie i sugerowanie alternatywnych rozwiązań.

Szczególną uwagę zwraca struktura prób integracji CBR z MCDSS. W tym podejściu techniki CBR są w niejawny sposób dodatkowymi zachętami przyczyniającymi się do dynamiki systemu decyzyjnego poprzez przyjęcie na siebie dwóch różnych zadań (ról): jako doradcy i jako banku historii zdarzeń przeszłych. W roli doradcy czynnik CBR może rozpoznawać gdzie podejście wielokryterialne było użyte z powodzeniem w innych podobnych sytuacjach w przeszłości i dostarczać informacji o użytych typach wariantów, kryteriach i strukturach preferencji. Gdy nie zostaną określone wszystkie aspekty nowej sytuacji dostarczany jest wtedy „przewodnik i pomocnik" w postępowaniu.

W roli banku historii zdarzeń przeszłych czynnik CBR może powtórzyć procesy z otrzymanymi wynikami (rozwiązaniami) wcześniejszych podobnych problemów MCDM. Poprzez zapoznanie się z rozwiązaniami wcześniejszych problemów, można zorientować się jak ustrukturalizować problem i jakie otrzymamy wyniki w procesie. Takie powtórzenie procesu może być

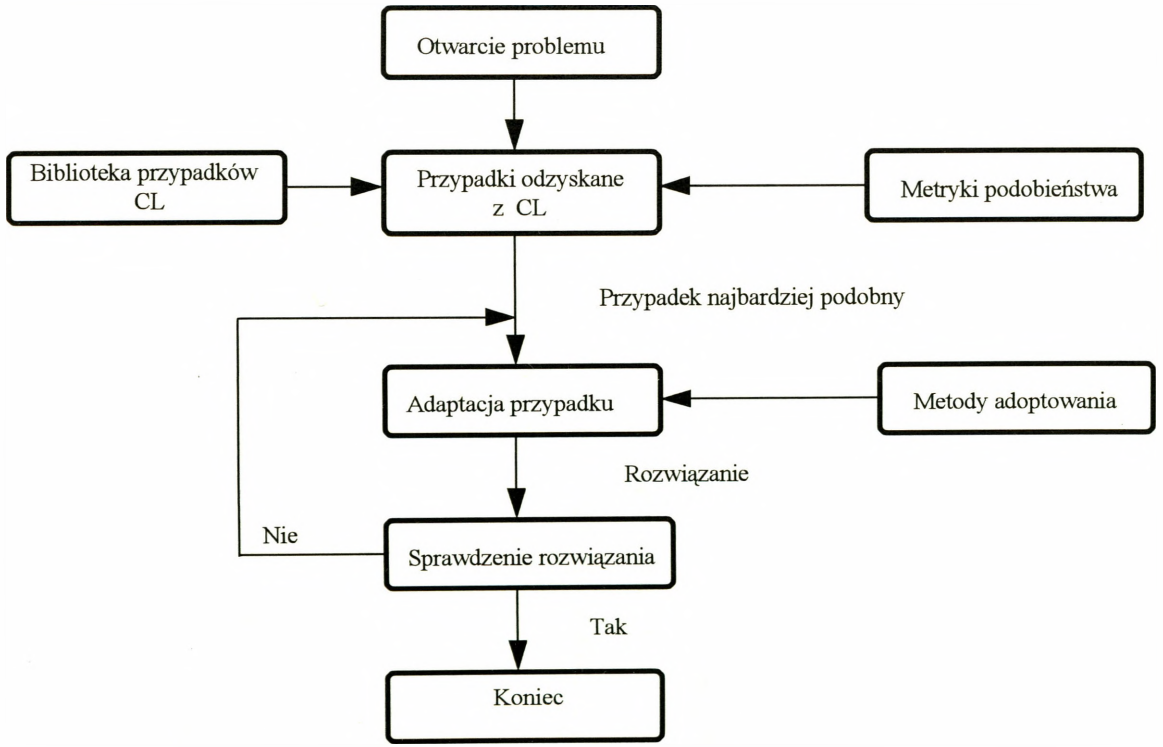
przewodnikiem użytkownika przy poznawaniu nowego problemu lub dodatkowo nauczycielem niedoświadczonych decydentów.

CBR zawiera dwa główne składniki: bibliotekę przypadków CL i strategie wnioskowania. CL zawiera różne przypadki (z rozwiązaniami) i jest dynamicznie uaktualniana za każdym razem gdy inny użytkownik wykorzystuje ten system lub rozwiązywany jest inny problem. Przy pomocy CL, CBR utrzymuje narastająco zbiór rozwiązań problemów i doświadczeń użytkowników MCDSS. Każdy przypadek w CL reprezentuje główne składniki decyzji wielokryterialnej (warianty, kryteria, preferencje) generowane przez określonych użytkowników w czasie rozwiązywania problemów. Strategie wnioskowania w CBR pomagają zdeterminować warunki, które muszą być spełnione przy użyciu CBR, odzyskują najbardziej podobne przypadki z CL i ułatwiają adaptacje uzyskanych wyników do bieżącego problemu. Podsumowując, integracja modułu CBR z MCDSS może być widziana jako rozszerzenie systemu decyzyjnego człowiek-maszyna z dodatkowym czynnikiem bodźcowym. Dalej zostaną scharakteryzowane dwie główne charakterystyki takiego czynnika tj.: jego wewnętrzna struktura (mechanizmy funkcjonowania) oraz jego zachowanie w czasie rozwiązywania problemów MCDM.

Struktura czynnika CBR

Każdy przypadek w CL może być początkowo reprezentowany przez trójkę (U, P, P_c)[1] gdzie :

[1] Albert A. Anghern, Soumitra Dutta, *Integrating Case-Based Reasoning in Multi-Criteria Decision Support Systems Noth Holland 1992.*


Otwarcie problemu
Biblioteka przypadków CL
Przypadki odzyskane z CL
Metryki podobieństwa
Przypadek najbardziej podobny
Adaptacja przypadku
Metody adoptowania
Rozwiązanie
Nie
Sprawdzenie rozwiązania
Tak
Koniec

Rys. 4.1.2.

U - decydent;

P - problem typu MCDM, do rozwiązania;

P_c - istotne charakterystyki problemu.

Istnieją różne sposoby definiowania składowych powyższej trójki. Na potrzeby niniejszego opracowania U jest definiowane jako dwójka (N_u, S_u) gdzie:

N_u -jest nazwą użytkownika;

S_u - poziom kwalifikacji użytkownika (początkujący, średniozaawansowany, ekspert).

P - charakteryzowane przez dwójkę (N_p, D_p) gdzie:

N_P - nazwa określonego problemu,

D_P - precyzuje zakres zastosowań tego problemu (takich jak: elektronika, automatyka itp.). Można tu zauważyć, że wszystkie problemy MCDSS są tego samego typu, ale obejmują różny zakres.

P_c - to szóstka (A, C, V_C, D_{ac}, W_C, I_C) gdzie:

A - zbiór wariantów $\{A_1, A_2, \ldots, A_n\}$;

C - zbiór kryteriów $\{C_1, C_2, \ldots, C_m\}$ wg których oceniane są warianty

V_C - wektor jednowymiarowy $1 \times m$ taki, że V_i (0<i<m+1) określający dopuszczalne wartości kryteriów C_i. Każdy V_i może być określony jako przedział domknięty zbioru liczb rzeczywistych lub zbiór wartości dyskretnych, czy wartości porządkowych takich jak: mały, średni, duży;

D_{ac} - macierz nxm wymiarowa , w której d_{ij} dostarcza dane dla wariantu A_i o kryterium C_j

W_C - wektor 1xm taki, że W_i (0<i<m+1) dostarcza subiektywne wagi przyporządkowane kryteriom C_i przez użytkownika U. Zakładamy że wagi są uporządkowane tj. $W_i \geq W_j$ implikuje, że C_i jest ważniejsze niż

C_j dla użytkownika U w bieżącym problemie P. Dodatkowo suma wag jest równa 1.

I_c - wektor 1xm taki, że I_i $(0<i<m+1)$ zawiera idealne wartości wariantu dla kryterium C_i.

Założenie: W_C i I_c razem określają preferencje użytkownika dla danego problemu przed rozstrzygnięciem.

Typowo decydent używa MCDSS początkowo z ustalonym formularzem określonego problemu MCDM do rozwiązania początkowego P_C^i i później stopniowo dąży do finałowego rozwiązania P_C^f przechodząc przez serię pośrednich stanów. Stany pośrednie mogą wprowadzać zmiany w jednym lub w każdym z sześciu składowych P_C problemu MCDM (tj. warianty i kryteria mogą być dodawane lub kasowane, zmieniać może się struktura preferencji). Jak powiedziano wcześniej, MCDSS odgrywa główną rolę we wspomaganiu decydenta w tych zmianach i zachęca użytkownika systemu do odpowiednich zachowań w ujmowaniu problemów i ustalonych sposobów ich rozwiązywania.
W bieżącej analizie każdy przypadek powinien zawierać ewoluujące progresywnie trójki (U, P, P_C) jako rozwiązania użytkownika problemu MCDM.

Tym sposobem każdy przypadek w bibliotece wariantów w każdym momencie analizy zawiera jednostkę P_C^i, wszystkie pośrednie stany i końcowe rozwiązania P_C^f. Ponieważ U i P nie zmieniają się w czasie trwania procesu rozwiązywania problemu MCDM, można przedstawić rozwiązywany przypadek jako: (U, P, P_C^i, P_C^{i+1}, ..., P_C^f).

Rozpatrzmy niektóre zmiany (powodowane przez użytkownika) w śledzeniu składników P_C: A, C, W_C i I_c w przechodzeniu z jednego stanu

pośredniego P_C^{i+k} do następnego P_C^{i+k+1}. Takie zmiany są rejestrowane przez system gdy opisywane jest rozwiązanie problemu bieżącego jako przypadku do użycia w przyszłości.

System zawiera proces poznawania tego jak użytkownik rozpoczyna opis inicjowania problemu i przesuwa się do sukcesywnie poprzez pośrednie stany aby dotrzeć do rozwiązania finalnego. Zawierając taką wiedzę o procesie rozwiązywania problemu w reprezentatywnym przypadku konieczne jest wykorzystanie czynnika CBR do aktywnych i efektywnych działań użytkownika we wspomaganiu procesu podejmowania decyzji. Rozmiar procesu w tym podejściu skupia się na zdalnym dostarczaniu wspomagania dostępnego użytkownikowi (poprzez ułatwianie i pobudzanie) podczas podejmowania decyzji.

Struktura biblioteki przypadków CL

Liczba przypadków w bibliotece przypadków jest zwykle bardzo duża. Gromadzenie przypadków może osiągać nieefektywne sekwencje dociekań i badań. Dlatego większość systemów używających CBR stosuje efektywne indeksowanie schematów do zapamiętywania i odzyskiwania przypadków. Dla przypadku reprezentatywnego opisanego wcześniej P_C może być adekwatnie reprezentowany tak jak struktura danych (w postaci macierzowej). W ten sposób proces dokładnego, szczegółowego rozwiązywania problemu typu MCDM może być reprezentowany w postaci macierzy dla czynników P_C w każdym z pośrednich stanów.

Poniżej omówione zostanie jak czynnik CBR oddziaływuje na MCDS (i w ten sposób pośrednio na decydenta).
Główne oddziaływanie pomiędzy czynnikiem CBR i pozostałymi komponentami systemu decyzyjnego może być ogólnie sformułowane jako:

(I) dynamiczne pozyskiwanie wiedzy o rozwiązaniach problemów do zapamiętania w bibliotece przypadków CL;

(II) oddziaływanie wspomagające użytkownika w strukturalizacji problemów i narastającym procesie uczenia się poprzez sugestie i krytyki (rola doradcy) i prezentacja wariantów rozwiązań problemów (rola banku historii wcześniejszych przypadków).

Zdolność czynnika CBR do zbierania informacji od różnych użytkowników i zapamiętywania ich w jego CL jest ważna, ponieważ bezpośrednio oddziaływuje to na realizowanie przez czynnik CBR funkcji doradcy i banku historii podczas sesji oddziaływania. Trzy mechanizmy pozwalające czynnikowi CBR zbierać, organizować i zapamiętywać dodatkowe informacje to:

- moduł monitorowania, poprzez którego ten czynnik rejestruje wszystkie zdarzenia występujące w czasie sesji;
- moduł analizy używany do tłumaczenia protokołu sesji na nowe przypadki do zapamiętania w CL lub do uaktualniania istniejących;
- moduł przeglądania problemów wspomagający czynnik CBR w zdobywaniu i narastającym uaktualnianiu informacji o:

  (I) własnościach problemu,

  (II) profilach użytkownika,

  (III) percepcji użytkownika we wzajemnych relacjach pomiędzy różnymi właściwościami problemu.

Dwa pierwsze moduły są bezpośrednio odpowiedzialne za kontynuowanie rozwoju i aktualizacji CL. Moduł monitorowania dostarcza sposobów dla zbierania informacji statycznych i dynamicznych o tym jak użytkownik **U** podchodzi do rozwiązywania problemu MCDM **P,** przez rejestrowanie

wszystkich zdarzeń powodowanych przez decydenta podczas jego współdziałania z MCDSS. Takie zdarzenia korespondują ze zmianami w jednym lub wielu czynnikach problemu (formalnie reprezentowanych jako P_C) tj. na wypadek zdarzeń takich jak wprowadzanie nowych kryteriów lub przeglądu struktury preferencji użytkownika. Moduł analizy redukuje potem protokół sesji do stanu możliwego do zapamiętania jako nowego przypadku w CL w następującej formie:

(1) trójka finalna $(U, P, P_C)_f$;

(2) sekwencja stanów przejścia typu $(U, P, P_C)_i \Rightarrow (U, P, P_C)_{i+1}$ odzwierciedlająca dokładną ścieżkę decydenta do osiągnięcia finalnej trójki.

Jak powiedziano wcześniej, zbieranie przypadków tworzy podstawowy proces pełniący główną rolę doradczą w czasie sesji. Moduły monitorowania i analizy dostarczają także zasobów dla czynnika CBR do ciągłego procesu uczenia się i aktualizowania własnej bazy wiedzy (tj. przypadków w CL). Te moduły w omawianym systemie nie wspomagają rejestrowania przyczynowych rozwiązań związanych z oddziaływaniem pomiędzy różnymi stanami rozwiązywanego problemu (dlaczego na przykład użytkownik U zrobił wprowadzenie nowego kryterium, dał niską ważność dla specyfikowanych kryteriów lub preferuje jedną alternatywę przed drugą). Alternatywnie czynnik CBR potrzebuje wiedzy opartej o składniki, które mogą być zauważone w procesie decyzyjnym przez użytkownika i które mogą być użyte przez posiadaną bazę wiedzy do dostarczenia przyczynowych rozwiązań.

Narzędzie przeglądania problemów pełni dwie główne funkcje:

(1) rozwija wspomaganie dostarczane przez MCDSS poprzez umożliwianie użytkownikowi elastycznego przeglądania w CL;

(2) wspomaga czynnik CBR w zbieraniu informacji związanej z:

- profilem nowego użytkownika (propozycje hierarchii użytkownika);
- problemem posiadania pozycji w hierarchii;
- subiektywną opinią użytkownika na temat trafności doboru problemu do innych posiadanych.

Narzędzie przeglądania problemów uaktywnia się na rozpoczęcie każdej nowej sesji tj. wszędzie tam gdzie nowy użytkownik stosuje ten system lub gdzie nowa sytuacja decyzyjna jest badana z pomocą MCDSS. Rola tego narzędzia to przeddecyzyjny system wspomagania konfrontujący użytkownika z różnymi przypadkami, z których niektóre mogą być brane pod uwagę przez decydenta. Jeżeli po tym przeddecyzyjnym stanie użytkownik zdecyduje się uaktywnić MCDSS, narzędzie przeglądania problemów wymaga:

(1) informacji o użytkowniku (poprzez wolny tekst stwierdzający w tle o ich własnych i wcześniejszych doświadczeniach z podobnymi przypadkami strukturalizującymi i szacowanymi w pojęciach zgodnych z ich umiejętnościami np. ekspert lub początkujący);
(2) informacji o właściwościach problemu określanych przez użytkownika;
(3) subiektywnego oszacowania właściwości problemu i jeżeli jest to nowy problem to powstanie nowego wejścia (nowej pozycji) we własnej hierarchii czynnika CBR.

W ten sposób narzędzie przeglądania problemów serwuje interaktywnie zdobywaną wiedzę i wspomaga rosnąco strukturę i budowanie biblioteki przypadków w obrębie czynnika CBR.

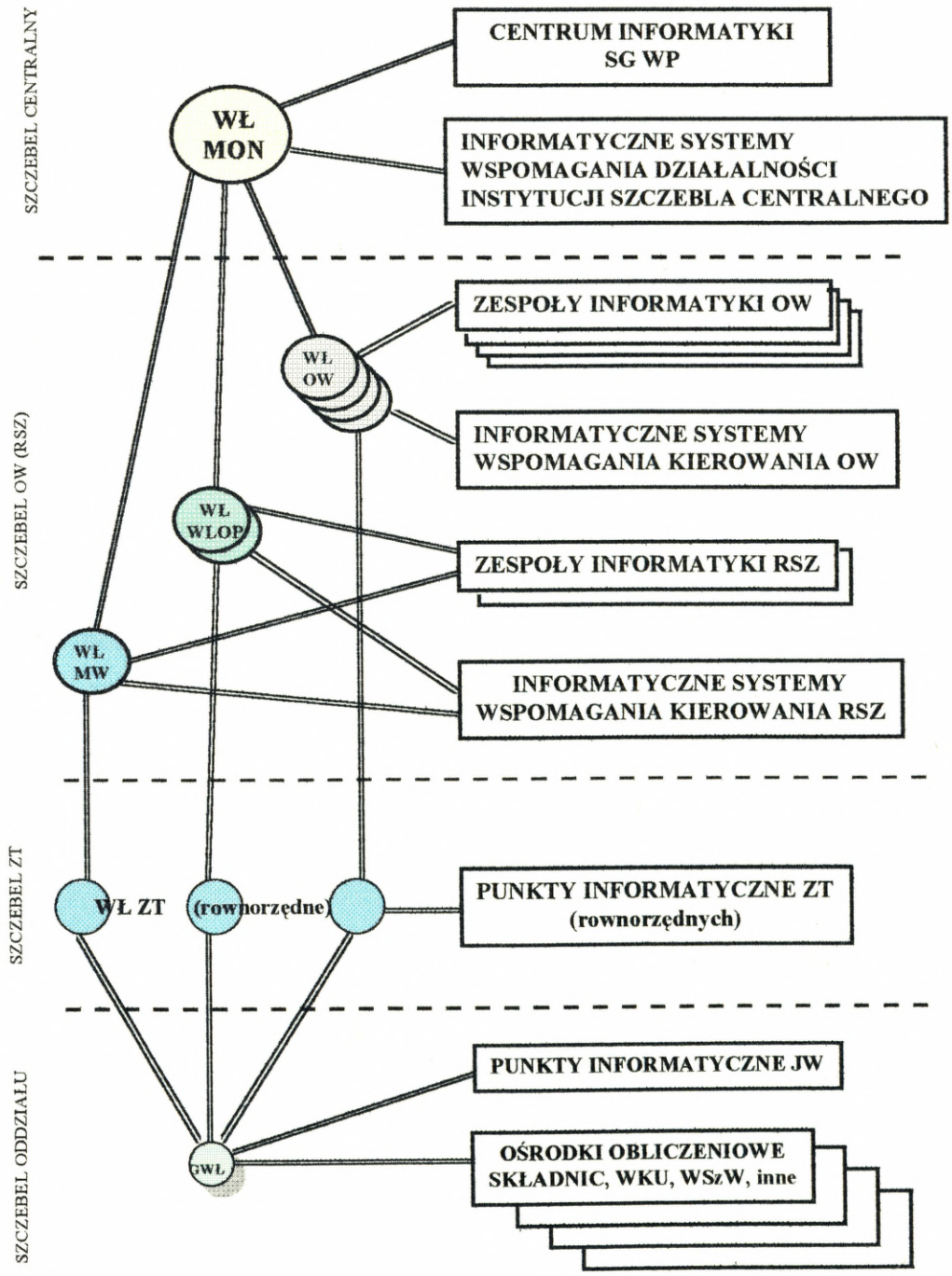
Podejście związane z gromadzeniem doświadczeń decyzyjnych przy budowie systemów wspomagania procesów decyzyjnych ma szczególne znaczenie we wspomaganiu planowania obronnego.

4.2. ZAŁOŻENIA OGÓLNE I MODEL STRUKTURY SYSTEMU INFORMATYCZNEGO WIELOKRYTERIALNEJ ANALIZY PORÓWNAWCZEJ DLA POTRZEB WSPOMAGANIA PLANOWANIA OBRONNEGO

Celem działania Systemu Informatycznego Wielokryterialnej Analizy Porównawczej (SI WAP) jest usprawnianie procesów decyzyjnych występujących w zagadnieniach oceny stanu systemu obronnego państwa dla potrzeb planowania obronnego.

Zewnętrznym środowiskiem systemu powinien być budowany aktualnie Terytorialny System Informatyczny Sił Zbrojnych RP, który stanowi zbiór, wzajemnie powiązanych informacyjnie i technicznie, systemów informatycznych poszczególnych pionów funkcjonalnych oraz wchodzących w ich skład instytucji (jednostek organizacyjnych). Jego zasadniczym zadaniem jest informatyczne zabezpieczenie bieżącej działalności wszystkich szczebli kierowania SZ RP. Bazę techniczną terytorialnego systemu informatycznego sił zbrojnych (rys. 4.2.1.) stanowić będzie, rozwijana aktualnie, wieloszczeblowa sieć komputerowa umożliwiająca:

- zbieranie, rejestrowanie i przechowywanie informacji źródłowej (informatyzacja systemu ewidencyjnego);
- przetwarzanie i udostępnianie informacji wszystkim jej użytkownikom na danym szczeblu dowodzenia;
- opracowywanie komputerowe i przekazywanie informacji potrzebnych na wyższych szczeblach dowodzenia (informatyzacja systemu sprawozdawczego);



Rys. 4.2.1. Ogólna struktura organizacyjno-techniczna systemu informatycznego Sił Zbrojnych RP

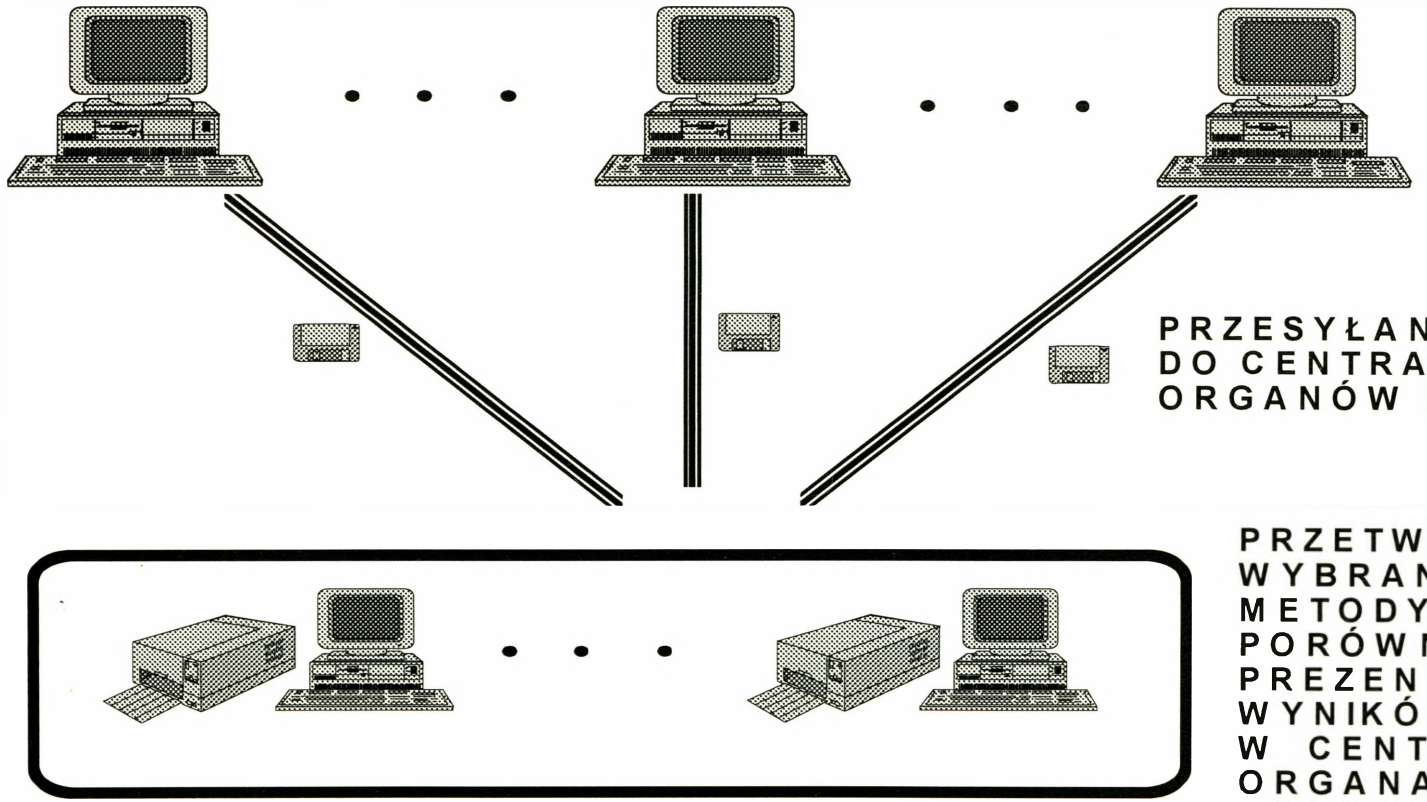
– wzajemne komunikowanie się, za pomocą własnej techniki komputerowej, dowolnych użytkowników sieci.

Z punktu widzenia architektury Terytorialnego Systemu Informatycznego SZ RP poszczególne systemy informatyczne traktowane będą jako jedna ze złożonych form autonomicznych systemów technicznych i oprogramowania, które w docelowym rozwiązaniu (tj. po zbudowaniu systemu terytorialnego) działać będą jako jego integralne składowe. Do tego czasu wykorzystywane będą czasowe i doraźnie budowane kanały informacyjne.

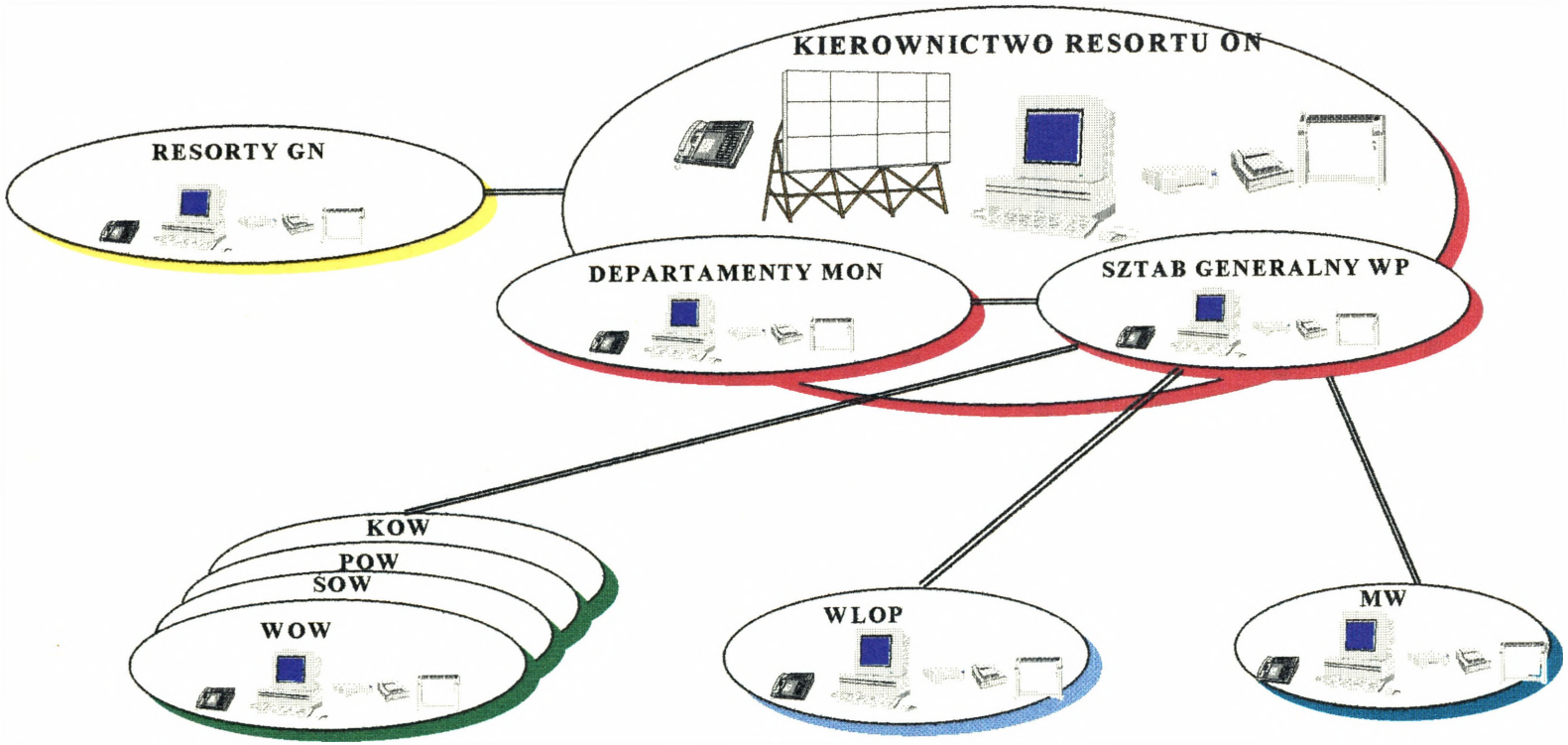
Z punktu widzenia zadań realizowanych w Terytorialnym Systemie Informatycznym SZ RP informatyczny system wspomagania wielokryterialnej analizy porównawczej w zagadnieniach planowania obronnego postrzegany będzie jako rozwiązanie usprawniające wykonywanie funkcji decyzyjnych w centralnych ogniwach kierowania resortu obrony narodowej przy współpracy poszczególnych pionów funkcjonalnych WP. Ogólną strukturę przestrzenną SI WAP na potrzeby planowania obronnego przedstawiają rysunki 4.2.2. i 4.2.3.

Należy się spodziewać, że informatyzacja obszaru procesów decyzyjnych w zagadnieniach planowania obronnego nie będzie miała wymiaru jednorazowej akcji. Będzie to raczej proces trwały, który - co najwyżej - będzie prowadzony z różną intensywnością.

Z punktu widzenia organizacji procesów przetwarzania system będzie miał organizację hierarchicznej sieci komputerowej z centralną bazą danych utrzymywaną na szczeblu centralnym oraz lokalnymi bazami danych na niższych szczeblach. Przepływ informacji między instytucjami poszczególnych szczebli odbywałby się w wyniku wymiany zbiorów danych między bazami danych. Informacje byłyby udostępnianie - w oczekiwanej formie - upoważnionym


ZBIERANIE
INFORMACJI
O STANIE SYSTEMU
OBRONNEGO
PAŃSTWA
PRZESYŁANIE DANYCH
DO CENTRALNYCH
ORGANÓW DECYZYJNYCH
PRZETWARZANIE WG
WYBRANEJ
METODY ANALIZY
PORÓWNAWCZEJ
PREZENTACJA
WYNIKÓW
W CENTRALNYCH
ORGANACH
DECYZYJNYCH

Rys. 4.2.2.


KIEROWNICTWO RESORTU ON
RESORTY GN
DEPARTAMENTY MON
SZTAB GENERALNY WP
KOW
POW
SOW
WOW
WLOP
MW

Rys. 4.2.3.

użytkownikom. Zakłada się, że w tym zakresie podstawową formą wymiany będą zbiory danych tekstowych przesyłane w stałych terminach (plany, zapotrzebowania, sprawozdania) oraz na żądanie (polecenia, meldunki). Częstotliwość i formy wymiany zbiorów danych między bazami danych różnych szczebli określają odpowiednie akty normatywne.

Na szczeblu centralnym eksploatowany będzie komputerowy system o charakterze nadzorczo - kontrolnym w stosunku do procesów realizacji planowych i bieżących zadań wykonywanych przez instytucje szczebli niższych. Zasilanie informacyjne tego systemu zapewniać będą systemy ewidencyjno - sprawozdawcze eksploatowane w instytucjach szczebli niższych.

Obieg informacji pomiędzy szczeblami odbywać się będzie z wykorzystaniem sieci teleinformatycznych.

Zasadniczym elementem systemu informatycznego będzie rozwiązanie techniczno - programowe umożliwiające wykorzystywanie systemu telekomunikacyjnego w celu informacyjnego zasilania systemu informatycznego na szczeblu centralnym.

Struktura techniczna systemu informatycznego wspomagania planowania obronnego powinna obejmować standardowe, firmowe urządzenia teletransmisyjne oraz komputerowe, zakwalifikowane do stosowania w wojsku.

Z organizacyjnego punktu widzenia strukturę techniczną systemu informatycznego powinien tworzyć hierarchiczny, rozległy, zbierająco - rozsiewczy system komputerowy, którego elementami będą lokalne sieci komputerowe instytucji biorących udział w procesie planowania obronnego. Sieci

te połączone mogą być z systemem komputerowym szczebla centralnego poprzez Wojskową Sieć Wymiany Danych lub przy wykorzystaniu usług zewnętrznych firm telekomunikacyjnych (np. TPSA).

Docelowy system informatyczny wspomagania planowania obronnego powinien spełniać między innymi następujące warunki :

- dostarczać dla każdego ogniwa decyzyjnego właściwie dobrane informacje we właściwym czasie;
- zawierać w sobie różnorodne modele typowych i indywidualnych procesów decyzyjnych;
- umożliwiać wykorzystanie w tych procesach metod matematyczno - ekonometrycznych, optymalizacyjnych, modelowania i symulacji komputerowej;
- zapewniać elastyczność w doborze układów informacyjno - decyzyjnych użytkownika;

System ten powinien również zapewniać następujące funkcje wspomagania decyzji:

- wnioskowania, pozwalających na bezpośredni dostęp do danych elementarnych;
- analizy danych, pozwalających na manipulowanie danymi za pomocą operacji ukierunkowanych na zadania i ich otoczenie oraz działania o charakterze decyzyjnym;

- informacji analitycznej, umożliwiających dostęp do kilku baz danych i modeli;

- rachunkowościowe, obliczające konsekwencje planowanych działań na podstawie rachunkowości *(ex post);*

- obrazowania, szacujące konsekwencje działań na podstawie modeli, które są częściowo niedefiniowalne;

- optymalizacyjne, dające ogólne wytyczne do działania przez generowanie rozwiązania optymalnego;

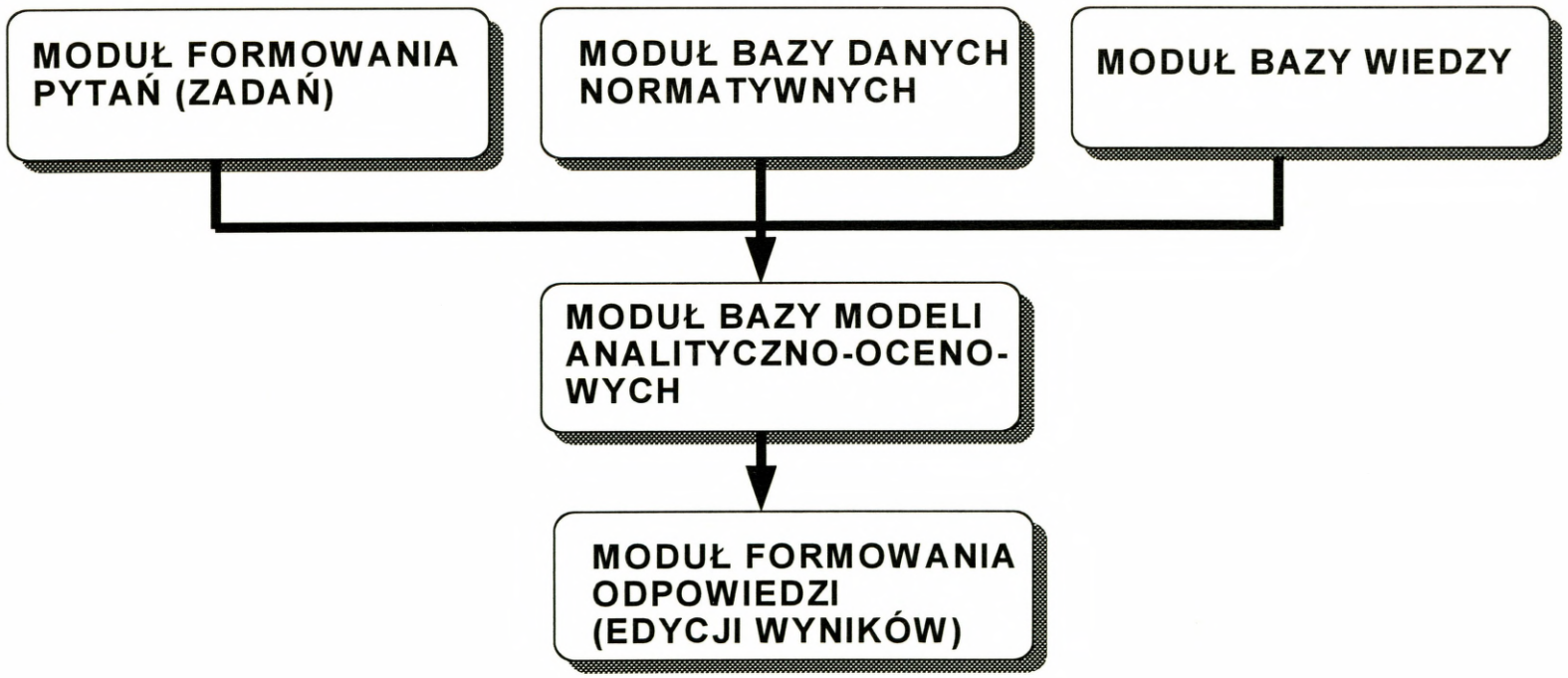
- sugerowania, które dla ściśle określonych grup zadań wypracowują postacie decyzji wykonawczych.

Zastosowanie metod i środków informatyki w obszarze ukierunkowanym na wspomaganie indywidualnych użytkowników systemu powinno upraszczać realizację następujących typów zadań:

- pozyskiwanie danych elementarnych;
- dostarczanie mechanizmów do analizy danych;
- dostarczanie wstępnie wyspecyfikowanych, zagregowanych danych;
- szacowanie konsekwencji proponowanych decyzji;
- proponowanie decyzji.

Do realizacji powyższych zadań SI WAP powinien zawierać moduły przedstawione na rysunku 4.2.4. a w wersji docelowej zostać rozbudowany do systemu wspomagania procesów decyzyjnych (DSS) w kształcie przedstawionym w rozdziale 4.1.

SYSTEM INFORMATYCZNY
WIELOKRYTERIALNEJ ANALIZY PORÓWNAWCZEJ



Rys. 4.2.4.

4.3. ZASTOSOWANIA WIELOKRYTERIALNEJ ANALIZY PORÓWNAWCZEJ - PRZYKŁADY

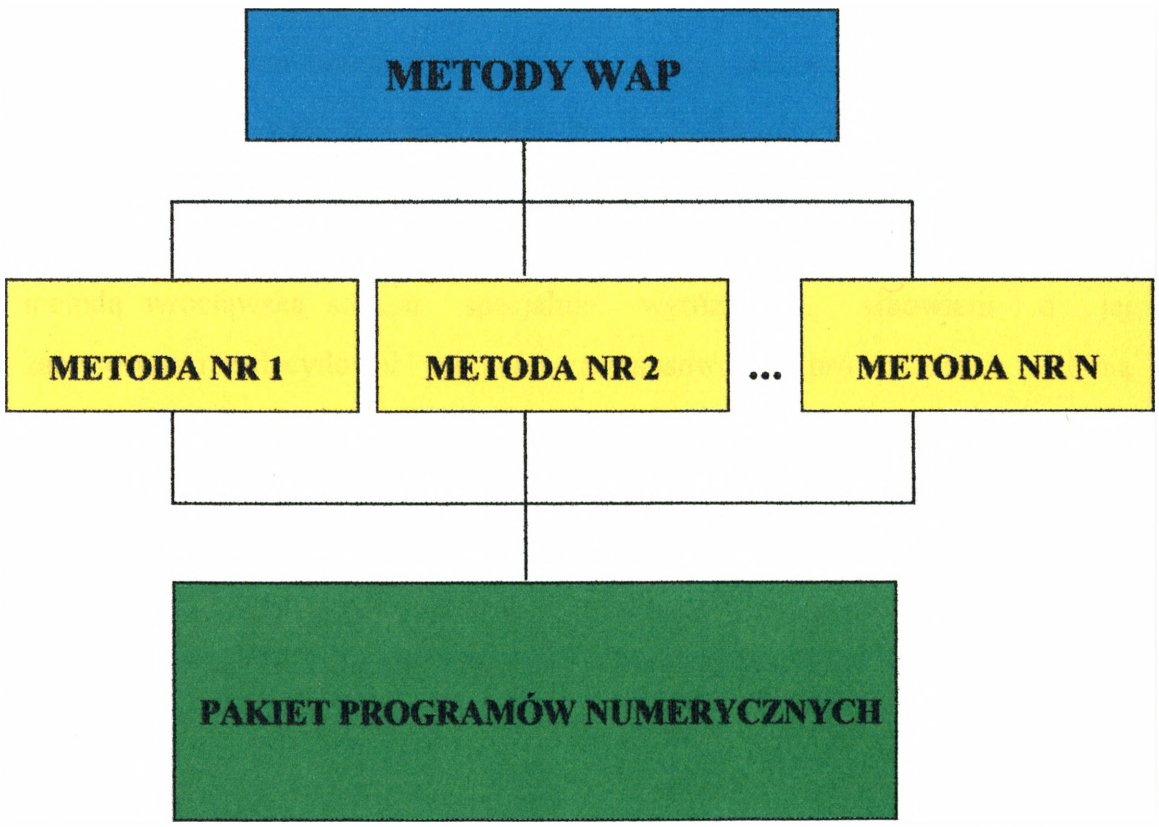
W przedstawionych tu, jako przykładowe zastosowania, zagadnieniach oceny stanu sił zbrojnych, zbiór wariantów traktowany jest jako zbiór wariantów systemów uzbrojenia i techniki wojskowej, a zbiór kryteriów jako zbiór wskaźników taktyczno-technicznych systemów uzbrojenia i techniki wojskowej.

Kryteria oceny stanu sił zbrojnych mogą mieć charakter tak ilościowy jak i jakościowy. O ile przypadek pierwszy jest łatwo mierzalny i jego interpretacja nie nastręcza problemów, to w przypadku kryteriów jakościowych napotykamy na szereg problemów, wśród których można wyróżnić:

- dużą subiektywność przy określaniu zakresu cech,
- dużą subiektywność przy określaniu jakości cech,
- trudności z doborem właściwej metody badawczej,
- trudności z interpretacją uzyskanych wyników przeprowadzonej analizy.

W związku z powyższym, do analizy porównawczej systemów sił zbrojnych (własnego i potencjalnych przeciwników) należy użyć nie jednej metody, lecz ich pakietu, co przedstawione jest schematycznie na rysunku 4.3.1. Wielość dostępnych metod jest konieczna, by dać użytkownikowi możliwość wyboru w zależności od sytuacji i warunków w jakich przyjdzie mu podejmować decyzję.

Wśród proponowanego pakietu programów numerycznych powinny znaleźć się różne programy - ujmujące zjawisko oceny porównywanych systemów nie zawsze pod tym samym kątem. Jest to niezmiernie pożądane ponieważ takie podejście powinno dopiero dać w miarę obiektywne spojrzenie na badany problem.



Rys. 4.3.1.

Tak więc, we wspomnianym wyżej pakiecie programów mogłyby się znaleźć narzędzia stworzone, między innymi, na bazie metod taksonomicznych, kolejnych wersji metody ELECTRE, teorii zbiorów rozmytych, metody analizy brzegowej, metody Bellingera.

Dla przykładowego zilustrowania zastosowania wielokryterialnej analizy porównawczej w problemach oceny wariantów systemów uzbrojenia i techniki wojskowej w niniejszej pracy zastosowane zostały metody taksonomiczne.

Pole badań obiektów systemowych, do których stosować ma się proponowany system informatyczny, ogranicza się do systemów wojskowych, a dominującą metodą badawczą ma być analiza porównawcza tych systemów. Jest oczywiste, że mnogość aspektów badawczych czy - z drugiej strony - różnorodność charakterystyk systemów wojskowych nie da się zawrzeć w jednej, uniwersalnej metodzie badań. Byłoby zatem przedwczesnym nadawanie metodzie taksonomicznej Hugona Steinhausa, zwanej niekiedy metodą wrocławską statusu specjalnie wyróżnionej, albowiem o jej zastosowaniu zadecydował stopień zaawansowania prowadzonych nad nią badań, nie zaś względy teoretycznie uzasadnione. Taksonomiczne metody oceny są szczególnie przydatne wówczas, gdy cechy systemu (układu lub procesu) podlegające ocenie są niewymierne. Zachodzi więc konieczność ich szacowania - taksowania. Metoda taksonomiczna wykorzystuje zasady stosowane w technikach punktowych oraz odległości. Podstawą jej jest założenie o addytywności (sumowalności) cech ocenianego systemu, co oznacza, że w konsekwencji globalna wartość (wskaźnik jakości) obiektu wyraża się sumą wartości cząstkowych. Takie podejście ma oczywiście wiele wad sprowadzających się do tego, że niedostatki w zakresie pewnej grupy własności są kompensowane dobrymi ocenami za inne własności.

Geneza taksonomii związana, z biologią dziś stosowana jest praktycznie w każdej dyscyplinie naukowej, jak chociażby - dla przykładu - językoznawstwo opisowe, geologia, geografia, ekonomia, paleontologia, chemia, fizyka, nauki polityczne, nauki wojskowe itp.

Charakterystyka obiektów, do jakich mają zastosowanie metody taksonomiczne, pozwoli określić, na ile możliwe jest przenoszenie metody z jednej dziedziny aplikacji do innej. Jedną z najistotniejszych kwestii teoretycznych jest wspomniane wyżej zagadnienie celów taksonomii, odpowiedzieć trzeba bowiem na pytanie: po co jakiekolwiek obiekty porządkuje się, klasyfikuje czy systematyzuje?

Umowność nazw metod badawczych powoduje, podobnie jak rzadko przeprowadzana autorefleksja metodologiczna badacza, iż metody taksonomiczne nie zawsze występują w sposób "jawny", pod własną nazwą, lecz stanowią element metod ogólniejszych. Znaczy to, że metod taksonomicznych należy poszukiwać nie tylko wśród metod tę nazwę noszących.

Kolejnym problemem do rozstrzygnięcia jest zagadnienie stosunku metod taksonomicznych do podejścia i metod systemowych oraz modelowania.

Z dużą dozą pewności można stwierdzić, iż wyodrębnienie metod taksonomicznych nosi cechy podejścia systemowego, albowiem pewien fragment rzeczywistości zostaje potraktowany jako całość w wyróżnionym aspekcie badawczym. Aktualny stan badań nie pozwala jeszcze określić ani wielkości tego fragmentu rzeczywistości, ani też jego struktury wewnętrznej. Nie jest też pewne, czy w jego skład wejdą wszystkie znane metody taksonomiczne, co wynika zarówno z przyczyn obiektywnych (obieg informacji naukowej), jak i subiektywnych (umiejętności badacza).

Taksonomiczne metody oceny są szczególnie przydatne wówczas, gdy cechy systemu (układu lub procesu) podlegające ocenie są niewymierne. Zachodzi więc konieczność ich szacowania - taksowania. Metoda

taksonomiczna wykorzystuje zasady stosowane w technikach punktowych oraz odległości. Podstawą jej jest założenie o addytywności (sumowalności) cech ocenianego systemu, co oznacza, że w konsekwencji globalna wartość (jakość) obiektu wyraża się sumą wartości cząstkowych. Takie podejście ma oczywiście wiele wad sprowadzających się do tego, że niedostatki w zakresie pewnej grupy własności są kompensowane dobrymi ocenami za inne własności. Należy jednak podkreślić, że dla porównawczych ocen systemów o tym samym przeznaczeniu, o których dodatkowo wiadomo, że żadna z ich ocen nie dyskwalifikuje obiektu jest to metoda efektywna i prosta. Istota badania polega na badaniach macierzy "odległości" pod kątem ich wartości. Innymi słowy, ma na celu wykrycie elementów, których wartości odbiegają w istotny sposób od wartości przeciętnych. Pozwala zatem w zbiorze obiektów (jednorodnych - to bardzo ważne) odnaleźć te, które powinny być brane pod uwagę przy ocenie ze względu na małe "podobieństwo" do pozostałych."

Do opracowania przytoczonych przykładów liczbowych wykorzystany został program komputerowy o nazwie „tax", opracowany przez autora. Program ten pozwala wyznaczyć kompleksowy wskaźnik jakości ocenianych systemów przy pomocy metod taksonomicznych w oparciu o dane zawarte w zbiorach parametr.dbf i systemy.dbf. Przy pomocy tego programu analizie można poddać do 50 obiektów charakteryzowanych maksymalnie 24 parametrami.

Możliwości programu to:

A - wprowadzanie i aktualizację informacji o typach systemów;
B - wprowadzanie i aktualizację informacji o parametrach istotnych;
C - wprowadzanie i aktualizację wartości parametrów istotnych poszczególnych systemów;

D - obliczanie kompleksowego wskaźnika jakości[1] na podstawie danych wprowadzonych w punktach A, B, C;

E - wyprowadzenie wyników obliczeń na monitor ekranowy i na drukarkę.

Wprowadzania i aktualizacji danych o typach systemów dokonuje się po wybraniu zadania "Typy systemów" z menu głównego programu, a następnie postępowanie zgodne z instrukcja "Help" ukazująca się na ekranie po naciśnięciu klawisza F1 /w zadaniu tym wprowadza się i aktualizuje tylko nazwy systemów o długości do 8 znaków/.

Możliwości programu „tax" przedstawione są na rys. 4.3.2.

Wprowadzania i aktualizacji danych o parametrach istotnych dokonuje się po wybraniu zadania "Parametry" z menu głównego programu, a następnie postępowanie zgodne z instrukcją "Help". W zadaniu tym wprowadza się i aktualizuje następujące informacje o parametrach:

- nazwa parametru o długości do 12 znaków,
- nazwa jednostki miary o długości do 6 znaków,
- opcjonalnie wagi parametrów (liczby z przedziału [1,99]) - maksymalnie pięciu ekspertów (waga1 - gdy jeden ekspert, pozostałe wagi gdy więcej),
- typ parametru (s - gdy stymulanty, d - gdy destymulanty, nominanty należy wcześniej zamienić na destymulanty jako odchylenia od wartości nominalnej).

Wprowadzania i aktualizacji wartości parametrów istotnych systemów dokonuje się po wybraniu zadania "Wartości parametrów" z menu głównego programu. Po wypełnieniu tabel parametrów systemów, potwierdzając każdy klawiszem "Enter" program wraca do menu głównego. Jeżeli chcemy

[1] Program zawiera możliwości metody taksonomii wrocławskiej opisane w rozdziale 3.2.

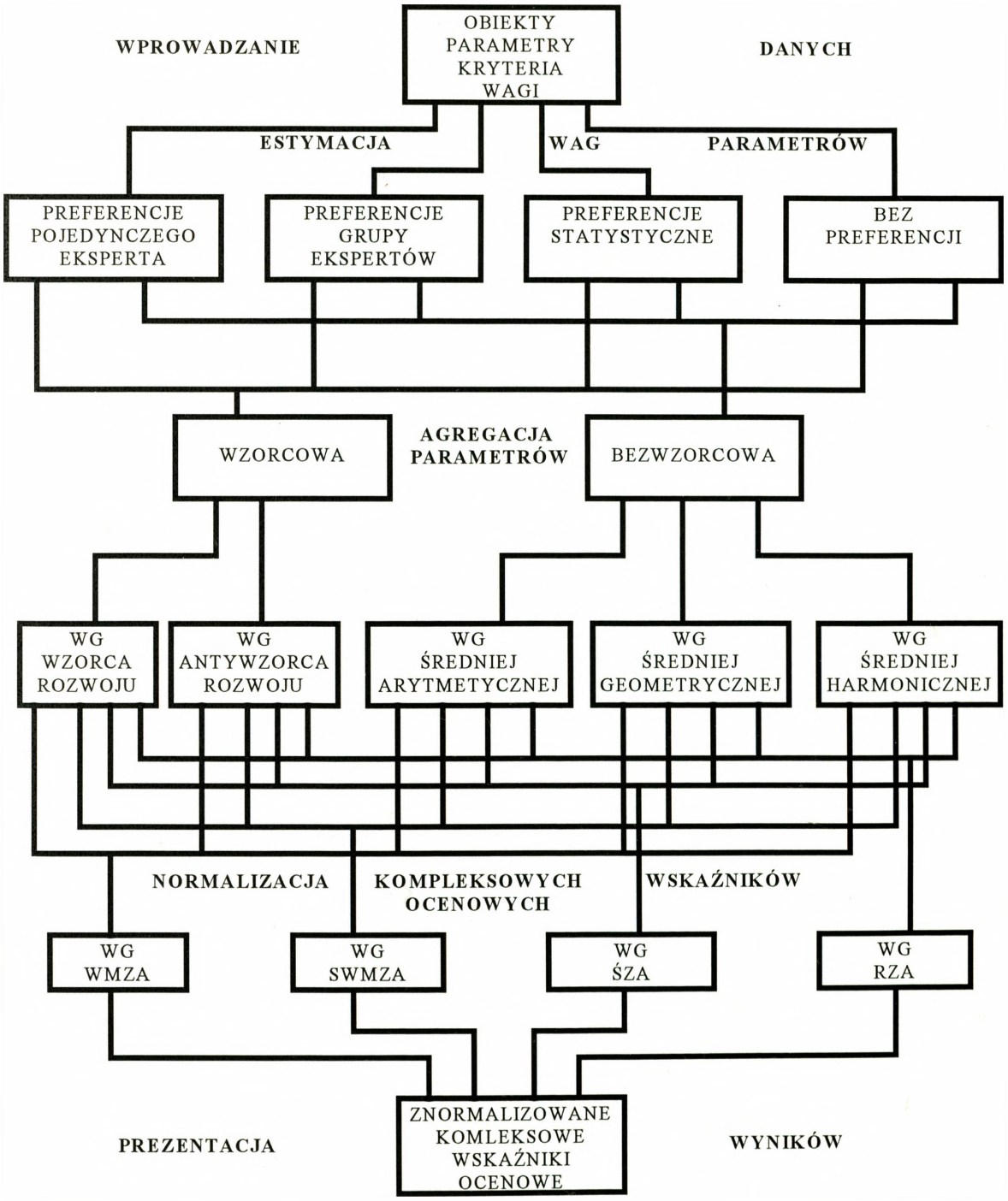
szybko przejrzeć wartości parametrów poszczególnych systemów wystarczy po wyświetleniu na monitorze parametrów jednego systemu nacisnąć klawisz "Esc" aby otrzymać parametry kolejnego systemu.
Obliczenia kompleksowego wskaźnika jakości dokonuje się po wybraniu zadania "Obliczenia" z menu głównego programu, po czym wprowadzamy wybrane metody estymacji współczynników ważności parametrów, agregacji parametrów systemów i normalizacji zmiennych agregatowych, a następnie wybierając zadanie "WYNIKI" otrzymujemy wyniki na ekranie monitora, aby wyprowadzić je na drukarkę należy nacisnąć klawisz "Esc" i potwierdzić chęć drukowania poprzez naciśniecie litery "T" w odpowiedzi na wyświetlone pytanie. Gdy na ekranie monitora są wyświetlane wyniki analizy, możliwe jest przeglądanie parametrów wybranych systemów oraz parametrów wzorca lub antywzorca rozwoju dla metody wzorcowej. Otrzymywanie tych danych realizuje się zgodnie z instrukcją "Help", którą uzyskuje się na ekranie po naciśnięciu klawisza "F1".

Przytoczone w niniejszej pracy przykłady (str. 181-204) mają charakter jedynie poglądowy, dla zobrazowania sposobu stosowania metod wielokryterialnej analizy porównawczej. Dane do przykładów (Załącznik) zaczerpnięto z opracowań Szefostwa Wojsk Łączności i Informatyki SG WP (radiostacje) i Zarządu XV SG WP (czołgi i bojowe wozy piechoty). Analizę porównawczą obiektów przeprowadzono w sposób jednoetapowy[1] i dwuetapowy[2].

---

[1] Wszystkie parametry taktyczno-techniczne porónywanych obiektów wpływały bezpośrednio na kompleksowe wskaźniki oceny.
[2] Do wyznaczenia kompleksowych wskaźników oceny posłużono się kryteriami pośrednimi, które były wyznaczone w etapie pierwszym z wykorzystaniem odpowiadających im parametrów taktyczno-technicznym.

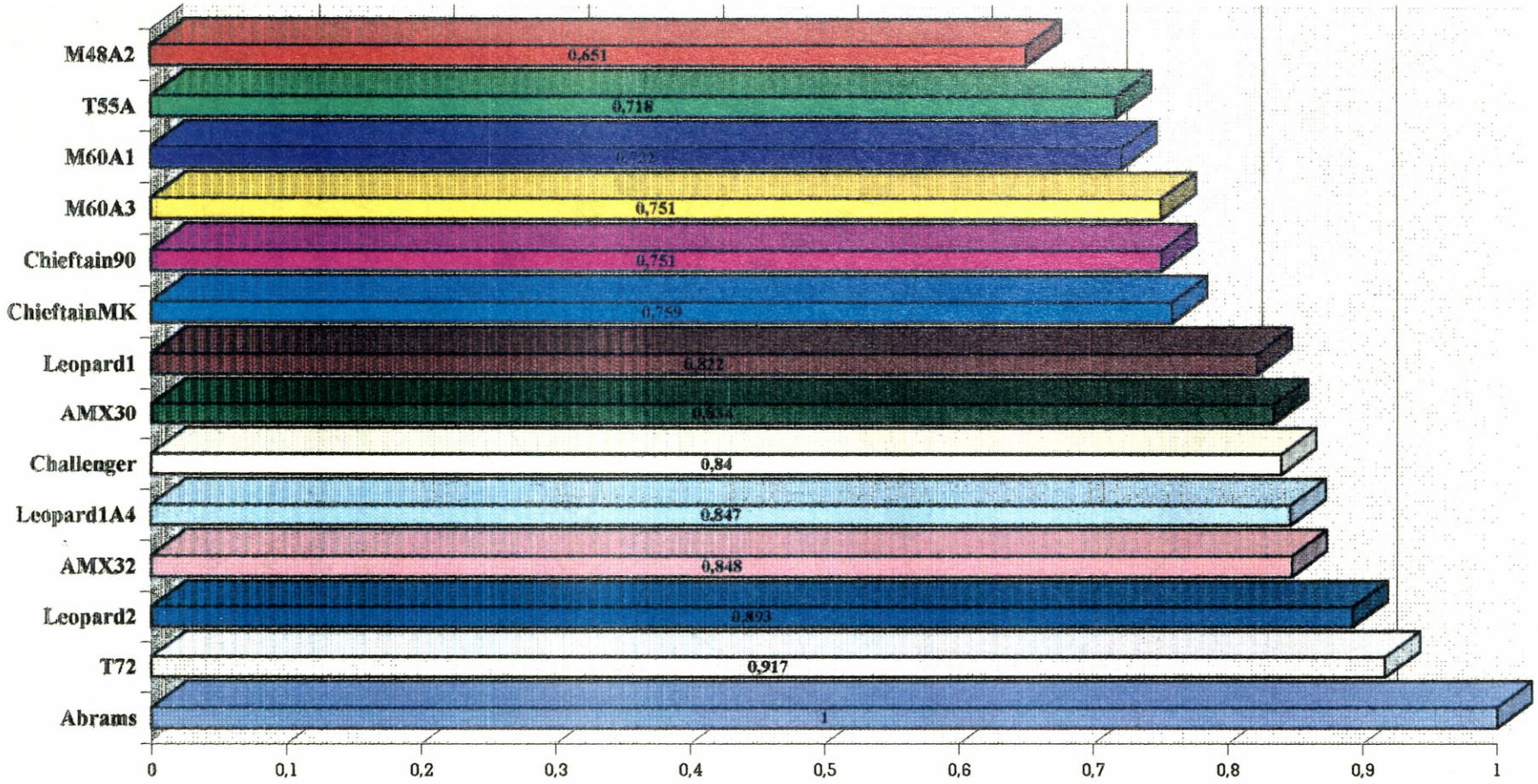
TAKSONOMIA WROCŁAWSKA



Rys. 4.3.2.

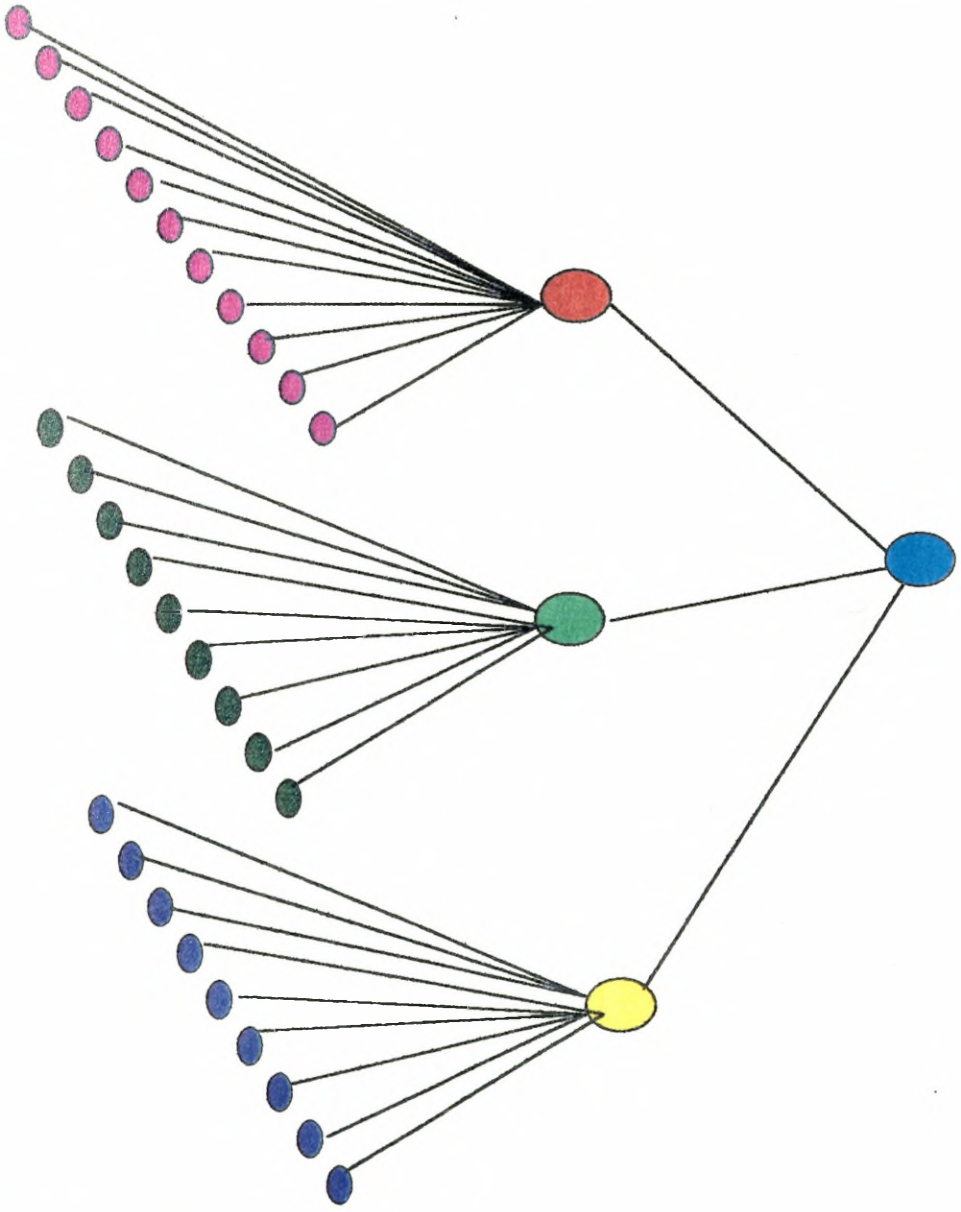
CZOŁGI

PORÓWNANIE JEDNOETAPOWE:



WARTOŚĆ WSKAŹNIKA JAKOŚCI

DWUETAPOWE PORÓWNYWANIE CZOŁGÓW



parametry wpływające na możliwości trakcyjne

parametry wpływające na możliwości uzbrojenia

parametry wpływające na możliwości wyposażenia dodatkowego

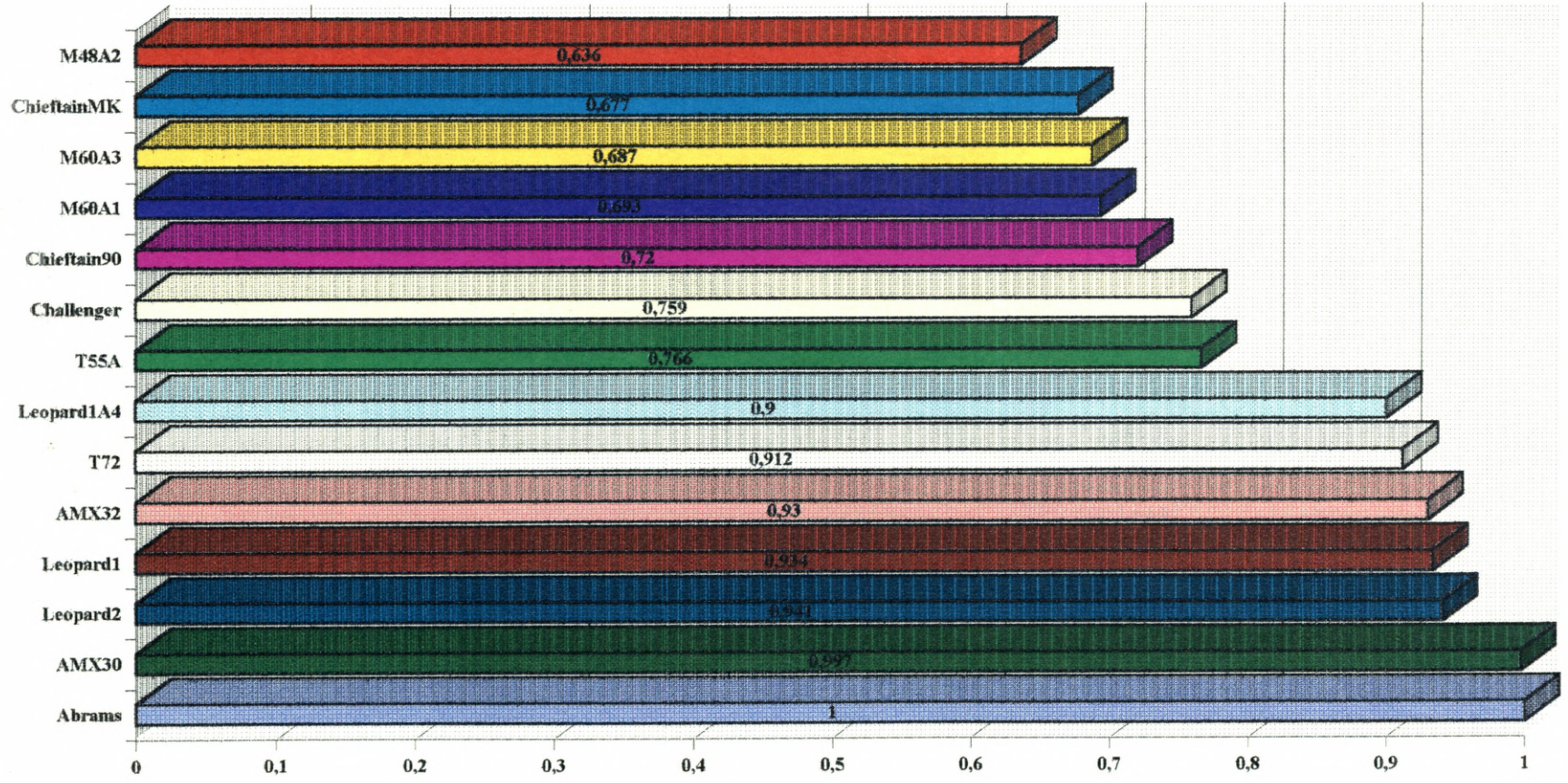
wskaźnik jakości ze względu na możliwości trakcyjne

wskaźnik jakości ze względu na możliwości uzbrojenia

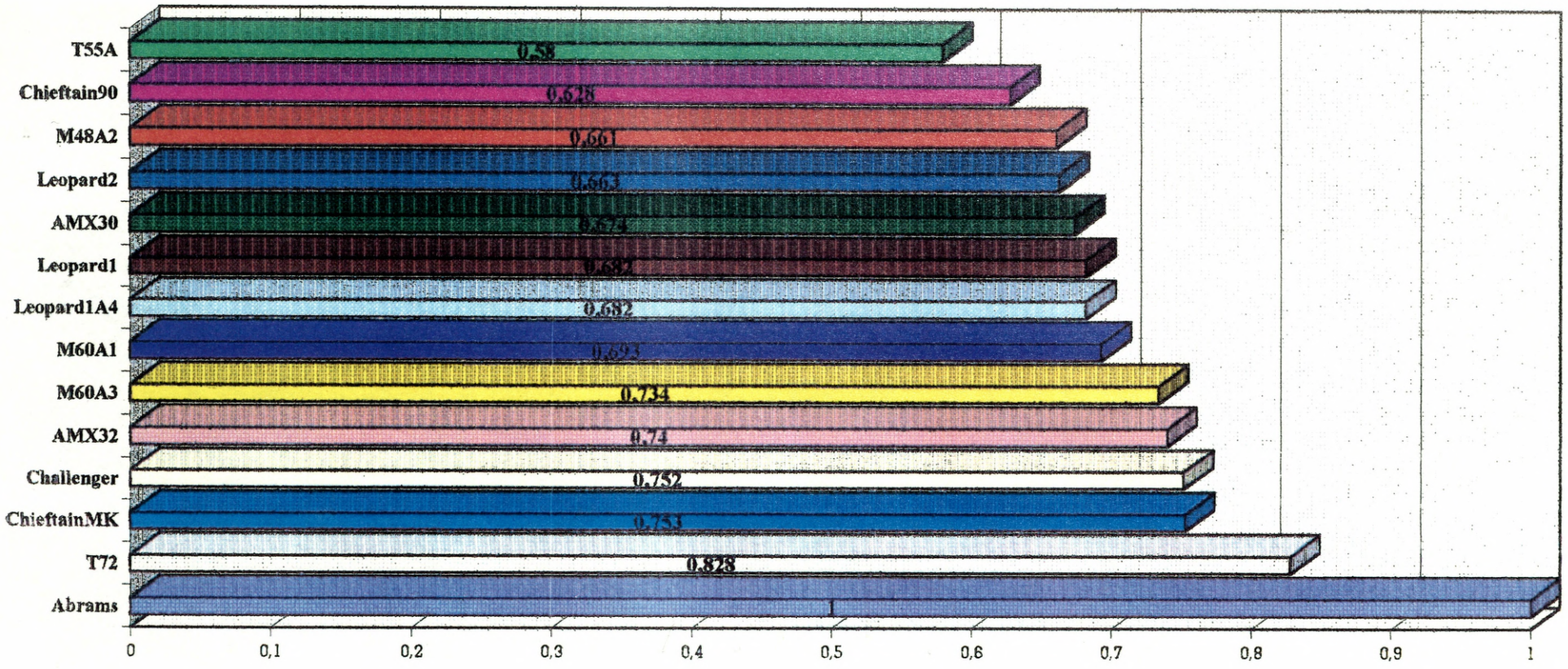
wskaźnik jakości ze względu na możliwości wyposażenia dodatkowego

kompleksowy wskaźnik jakości

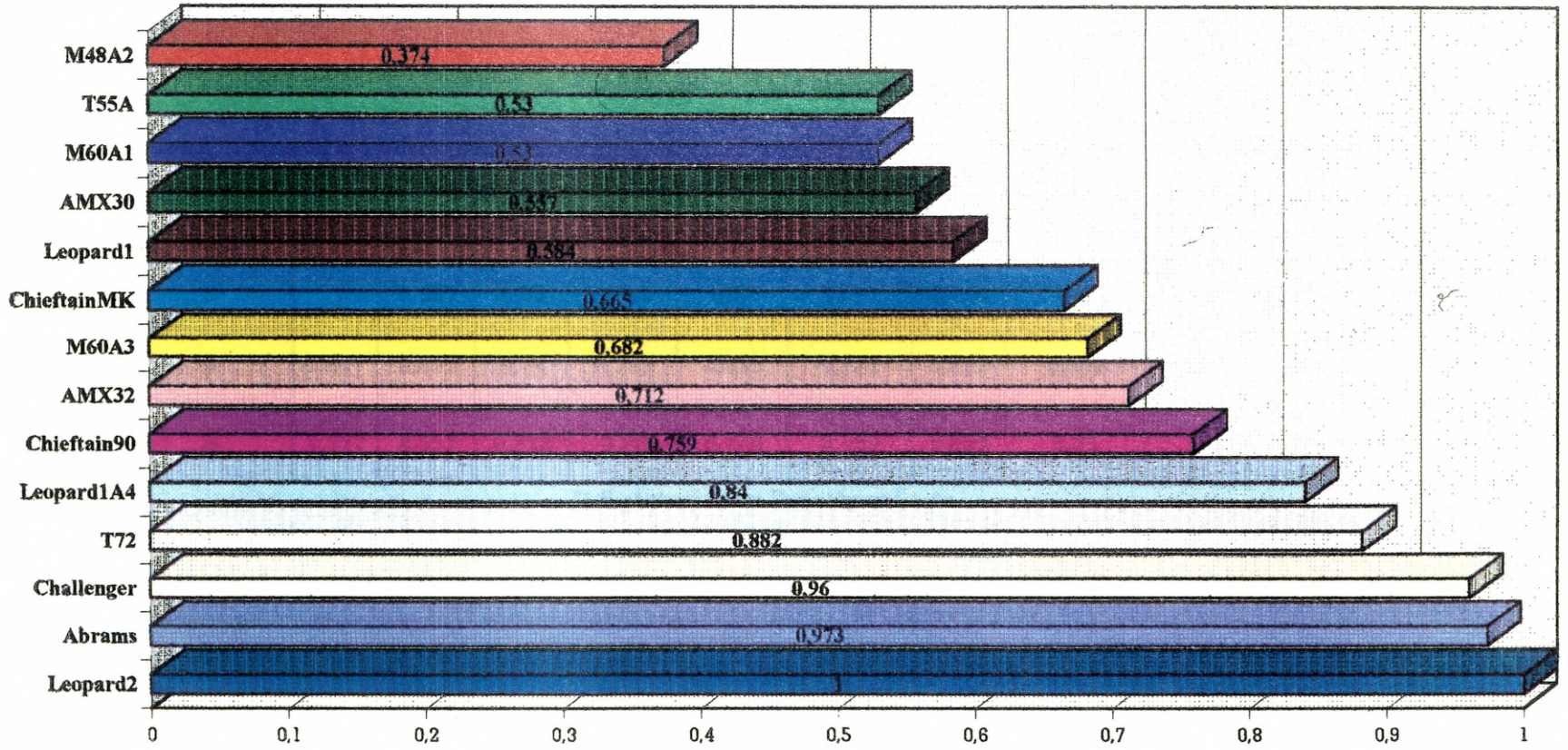
CZOŁGI: MOŻLIWOŚCI TRAKCYJNE



CZOŁGI: MOŻLIWOŚCI UZBROJENIA



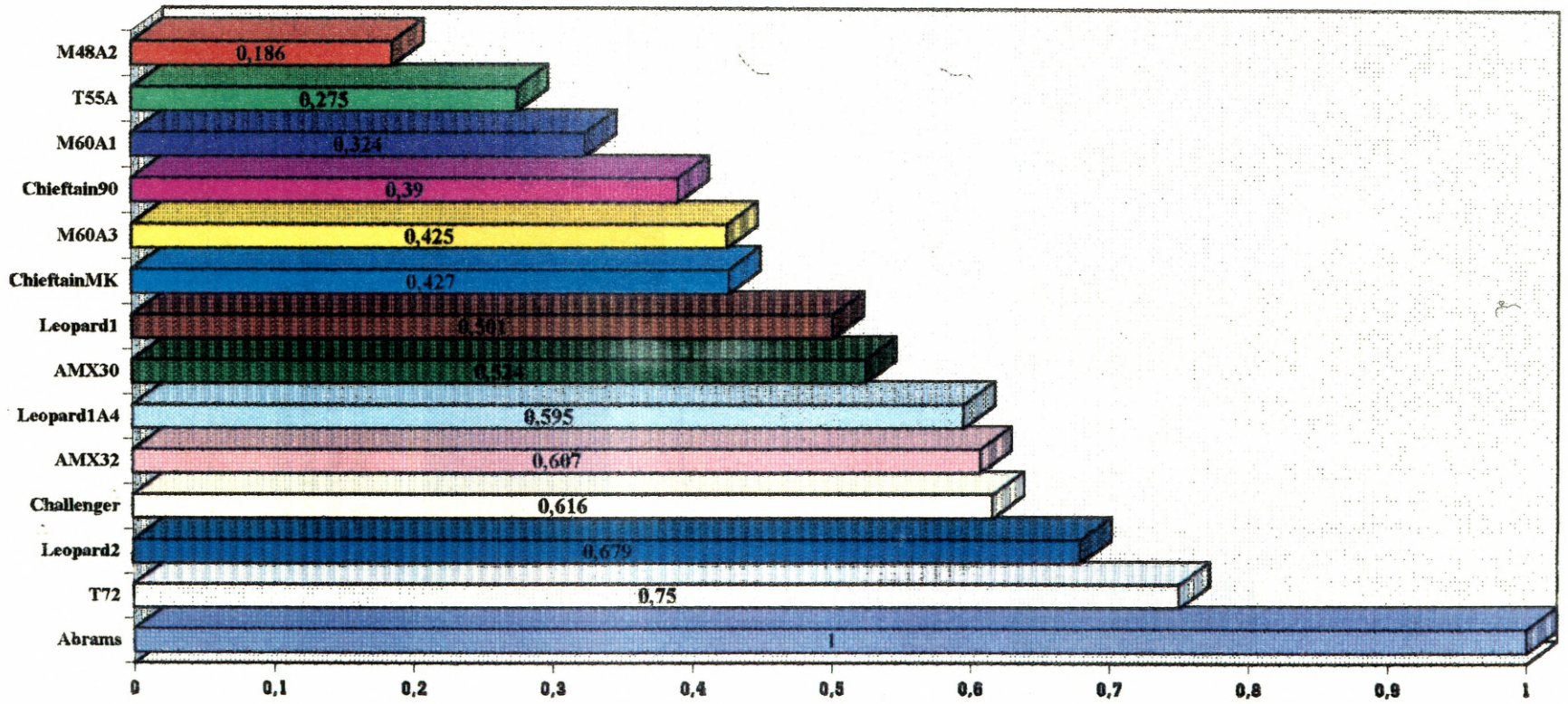
CZOŁGI: WYPOSAŻENIE DODATKOWE



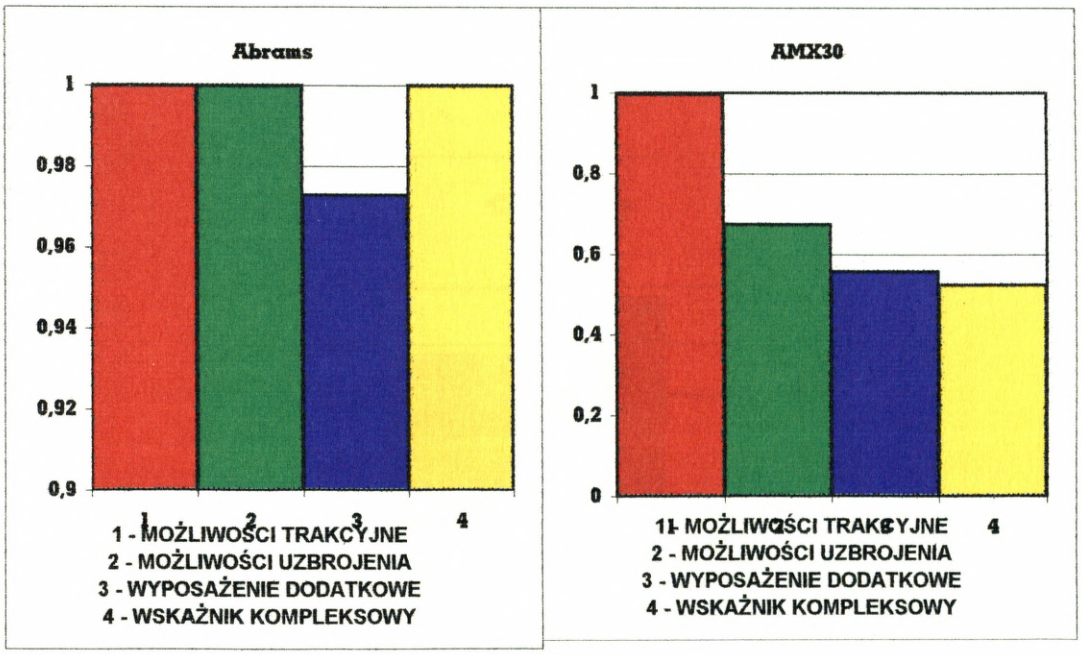
		CZOŁGI													
Nazwa parametru	**Typ parametru *)**	Abrams	AMX30	AMX32	Challenger	Chieftain90	ChieftainMK	Leopard1	Leopard1A4	Leopard2	M48A2	M60A3	M60A1	T55A	T72
możliwosci trakcyjne	**S**	**1**	**0,997**	**0,93**	**0,759**	**0,72**	**0,677**	**0,934**	**0,9**	**0,941**	**0,636**	**0,687**	**0,693**	**0,766**	**0,912**
mozliwości uzbrojenia	**S**	**1**	**0,674**	**0,74**	**0,752**	**0,628**	**0,753**	**0,682**	**0,682**	**0,663**	**0,661**	**0,734**	**0,693**	**0,58**	**0,828**
wyposażenie dodatkowe	**S**	**0,973**	**0,557**	**0,712**	**0,96**	**0,759**	**0,665**	**0,584**	**0,84**	**1**	**0,374**	**0,682**	**0,53**	**0,53**	**0,882**

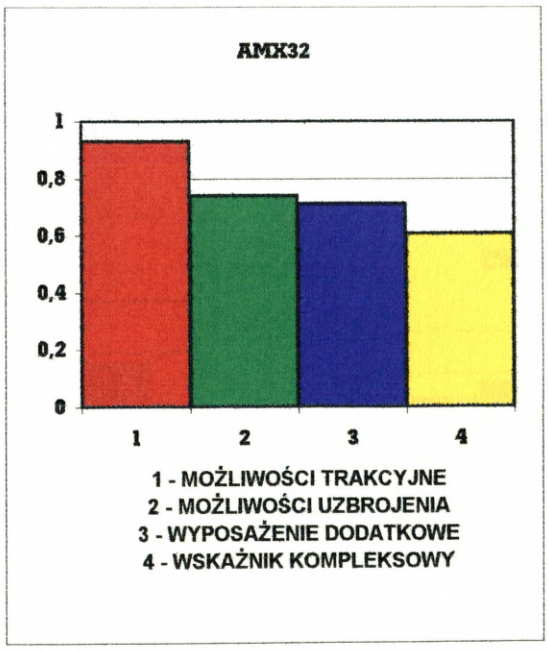
***) S-stymulanta; D-destymulanta**

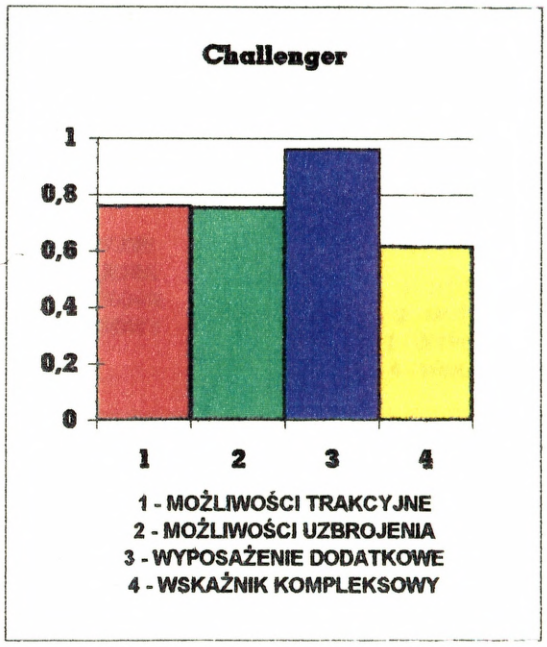
CZOŁGI: WYNIK PORÓWNANIA DWUETAPOWEGO

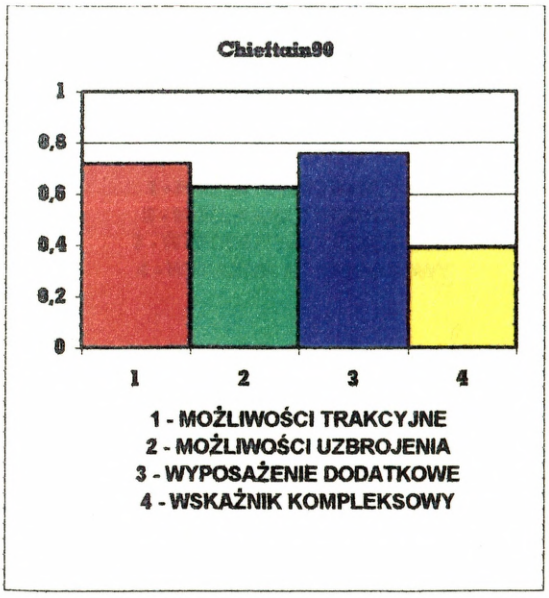


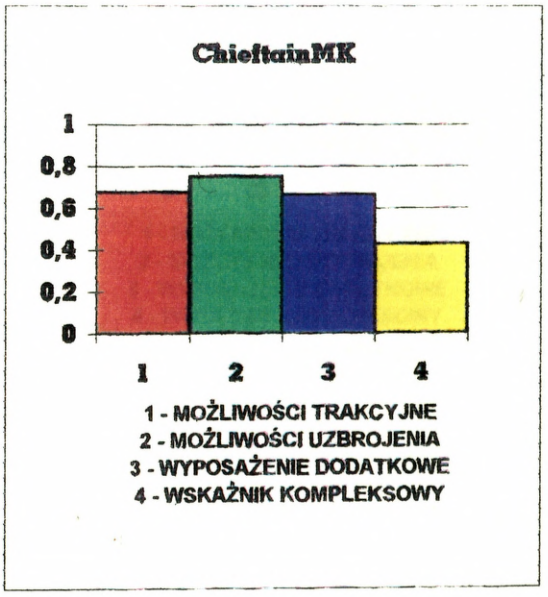
WARTOŚĆ WSKAŹNIKA JAKOŚCI

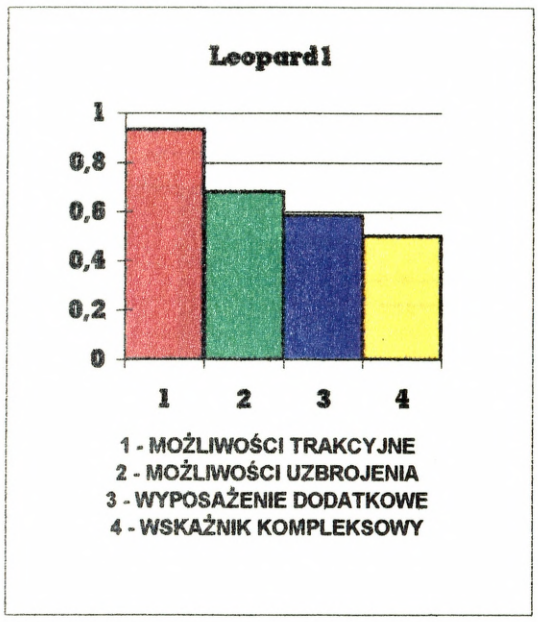

Abrams
1
0,98
0,96
0,94
0,92
0,9
1 2 3 4
1 - MOŻLIWOŚCI TRAKCYJNE
2 - MOŻLIWOŚCI UZBROJENIA
3 - WYPOSAŻENIE DODATKOWE
4 - WSKAŹNIK KOMPLEKSOWY
AMX30
1
0,8
0,6
0,4
0,2
0
1 2 3 4
1 - MOŻLIWOŚCI TRAKCYJNE
2 - MOŻLIWOŚCI UZBROJENIA
3 - WYPOSAŻENIE DODATKOWE
4 - WSKAŹNIK KOMPLEKSOWY

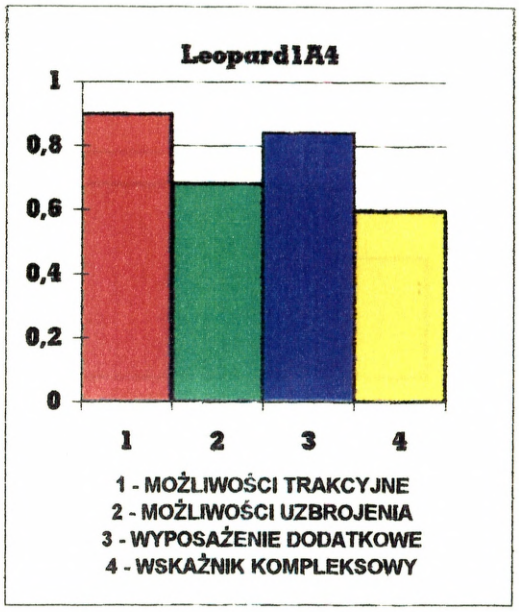

AMX32
1
0,8
0,6
0,4
0,2
0
1 2 3 4
1 - MOŻLIWOŚCI TRAKCYJNE
2 - MOŻLIWOŚCI UZBROJENIA
3 - WYPOSAŻENIE DODATKOWE
4 - WSKAŹNIK KOMPLEKSOWY

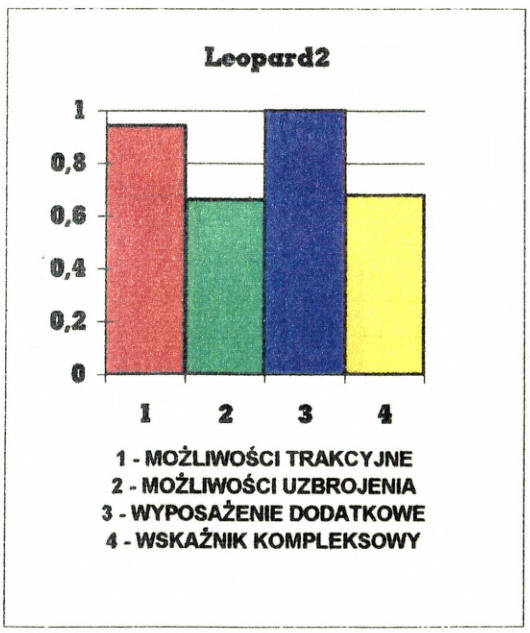

Challenger
1
0,8
0,6
0,4
0,2
0
1
2
3
4
1 - MOŻLIWOŚCI TRAKCYJNE
2 - MOŻLIWOŚCI UZBROJENIA
3 - WYPOSAŻENIE DODATKOWE
4 - WSKAŹNIK KOMPLEKSOWY

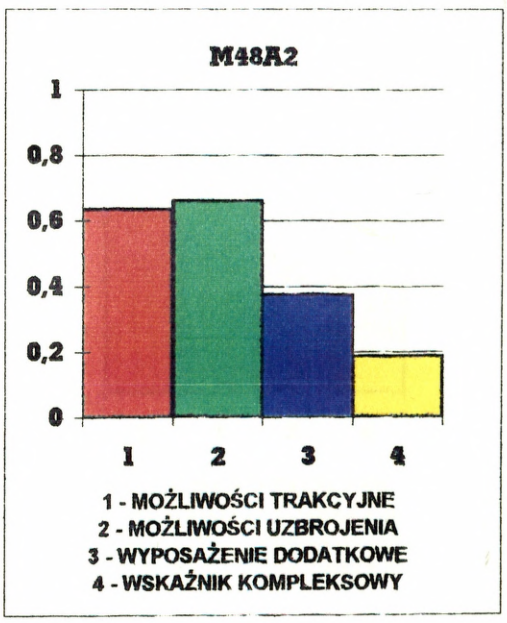

Chieftain90
1
0,8
0,6
0,4
0,2
0
1
2
3
4
1 - MOŻLIWOŚCI TRAKCYJNE
2 - MOŻLIWOŚCI UZBROJENIA
3 - WYPOSAŻENIE DODATKOWE
4 - WSKAŹNIK KOMPLEKSOWY

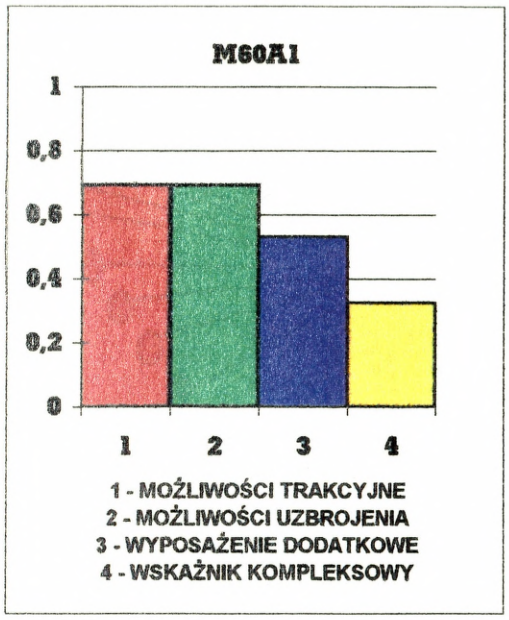

ChieftainMK
1
0,8
0,6
0,4
0,2
0
1
2
3
4
1 - MOŻLIWOŚCI TRAKCYJNE
2 - MOŻLIWOŚCI UZBROJENIA
3 - WYPOSAŻENIE DODATKOWE
4 - WSKAŹNIK KOMPLEKSOWY

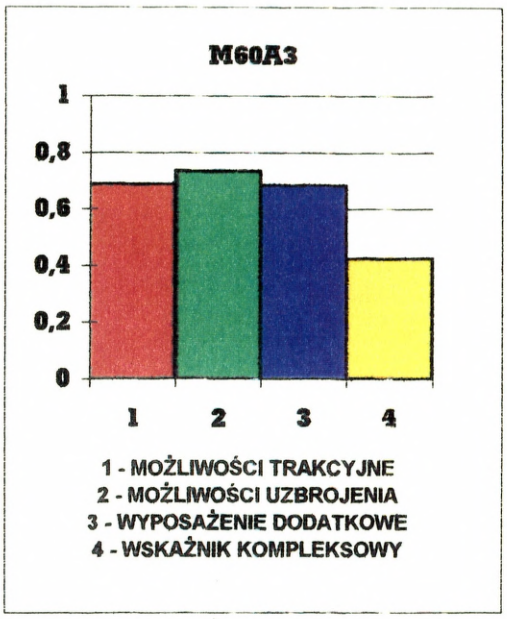

Leopard1
1
0,8
0,6
0,4
0,2
0
1 2 3 4
1 - MOŻLIWOŚCI TRAKCYJNE
2 - MOŻLIWOŚCI UZBROJENIA
3 - WYPOSAŻENIE DODATKOWE
4 - WSKAŹNIK KOMPLEKSOWY

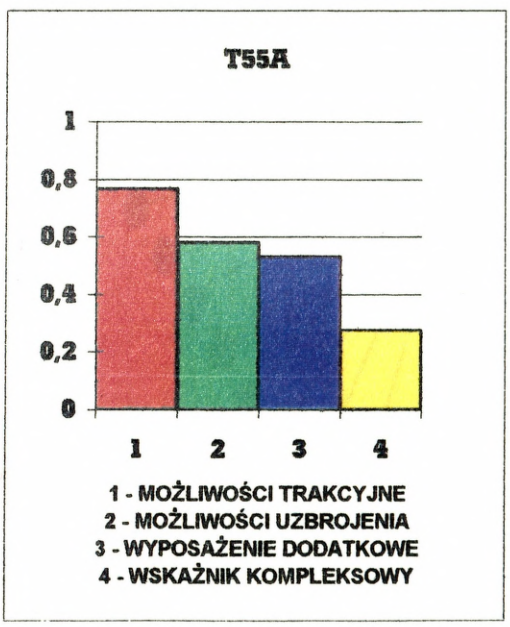

Leopard1A4
1
0,8
0,6
0,4
0,2
0
1 2 3 4
1 - MOŻLIWOŚCI TRAKCYJNE
2 - MOŻLIWOŚCI UZBROJENIA
3 - WYPOSAŻENIE DODATKOWE
4 - WSKAŹNIK KOMPLEKSOWY

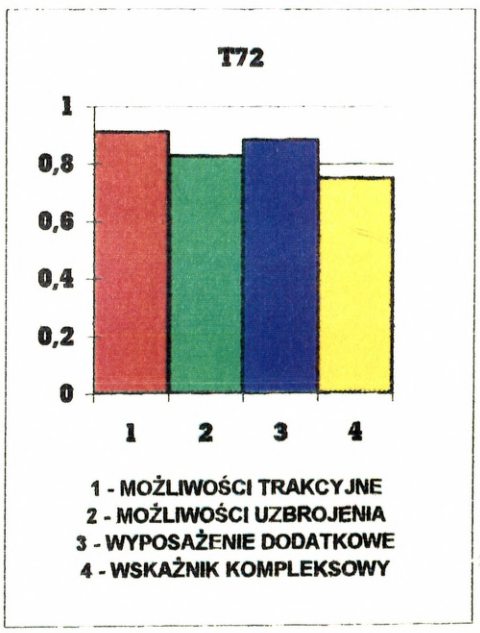

Leopard2
1
0,8
0,6
0,4
0,2
0
1 2 3 4
1 - MOŻLIWOŚCI TRAKCYJNE
2 - MOŻLIWOŚCI UZBROJENIA
3 - WYPOSAŻENIE DODATKOWE
4 - WSKAŹNIK KOMPLEKSOWY


M48A2
1
0,8
0,6
0,4
0,2
0
1 2 3 4
1 - MOŻLIWOŚCI TRAKCYJNE
2 - MOŻLIWOŚCI UZBROJENIA
3 - WYPOSAŻENIE DODATKOWE
4 - WSKAŹNIK KOMPLEKSOWY

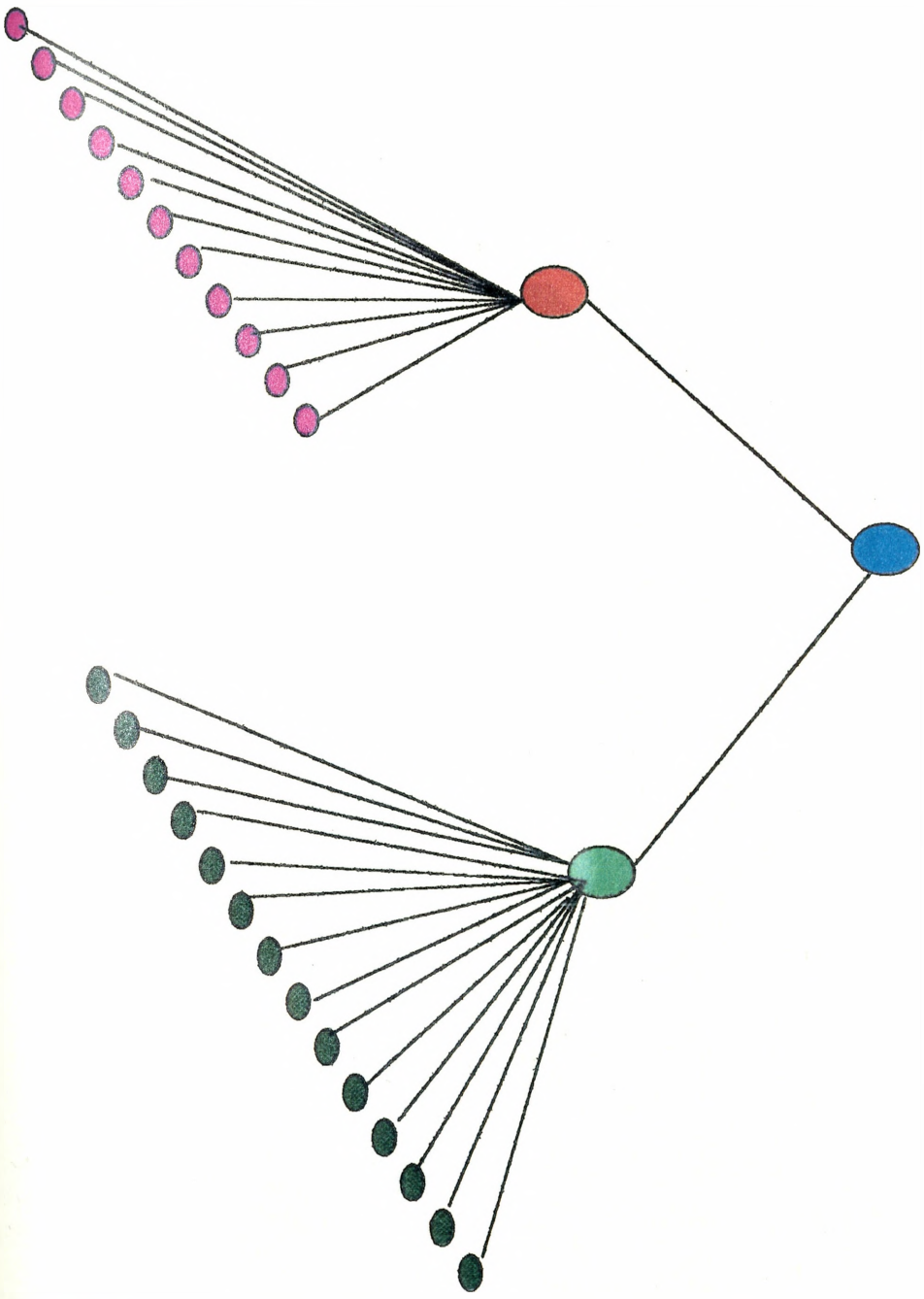

M60A1
1
0,8
0,6
0,4
0,2
0
1 2 3 4
1 - MOŻLIWOŚCI TRAKCYJNE
2 - MOŻLIWOŚCI UZBROJENIA
3 - WYPOSAŻENIE DODATKOWE
4 - WSKAŹNIK KOMPLEKSOWY


M60A3
1
0,8
0,6
0,4
0,2
0
1 2 3 4
1 - MOŻLIWOŚCI TRAKCYJNE
2 - MOŻLIWOŚCI UZBROJENIA
3 - WYPOSAŻENIE DODATKOWE
4 - WSKAŹNIK KOMPLEKSOWY


T55A
1
0,8
0,6
0,4
0,2
0
1 2 3 4
1 - MOŻLIWOŚCI TRAKCYJNE
2 - MOŻLIWOŚCI UZBROJENIA
3 - WYPOSAŻENIE DODATKOWE
4 - WSKAŹNIK KOMPLEKSOWY


T72
1
0,8
0,6
0,4
0,2
0
1 2 3 4
1 - MOŻLIWOŚCI TRAKCYJNE
2 - MOŻLIWOŚCI UZBROJENIA
3 - WYPOSAŻENIE DODATKOWE
4 - WSKAŹNIK KOMPLEKSOWY

DWUETAPOWE PORÓWNYWANIE BOJOWYCH WOZÓW PIECHOTY



parametry wpływające na możliwości trakcyjne

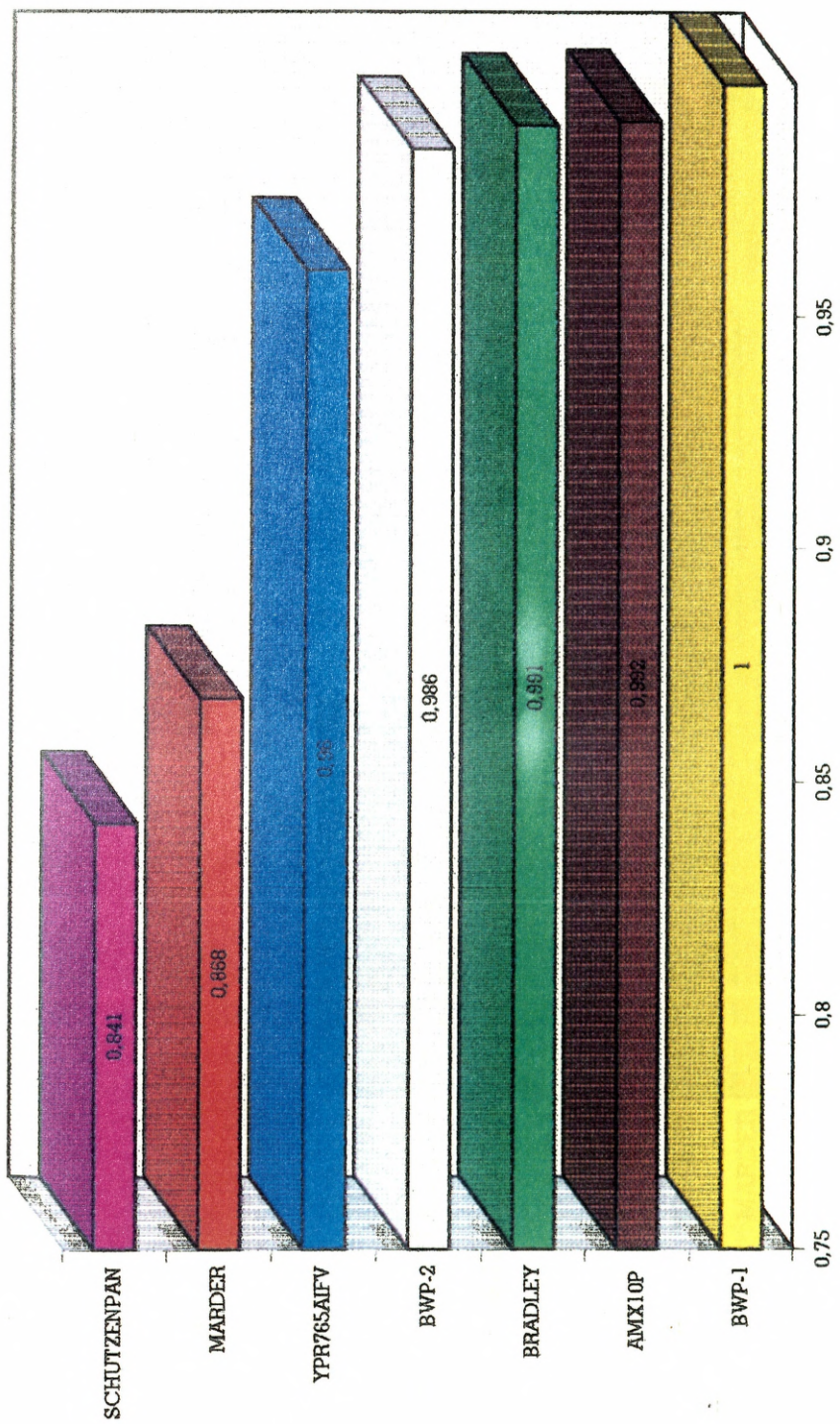
parametry wpływające na możliwości uzbrojenia

wskaźnik jakości ze względu na możliwości trakcyjne

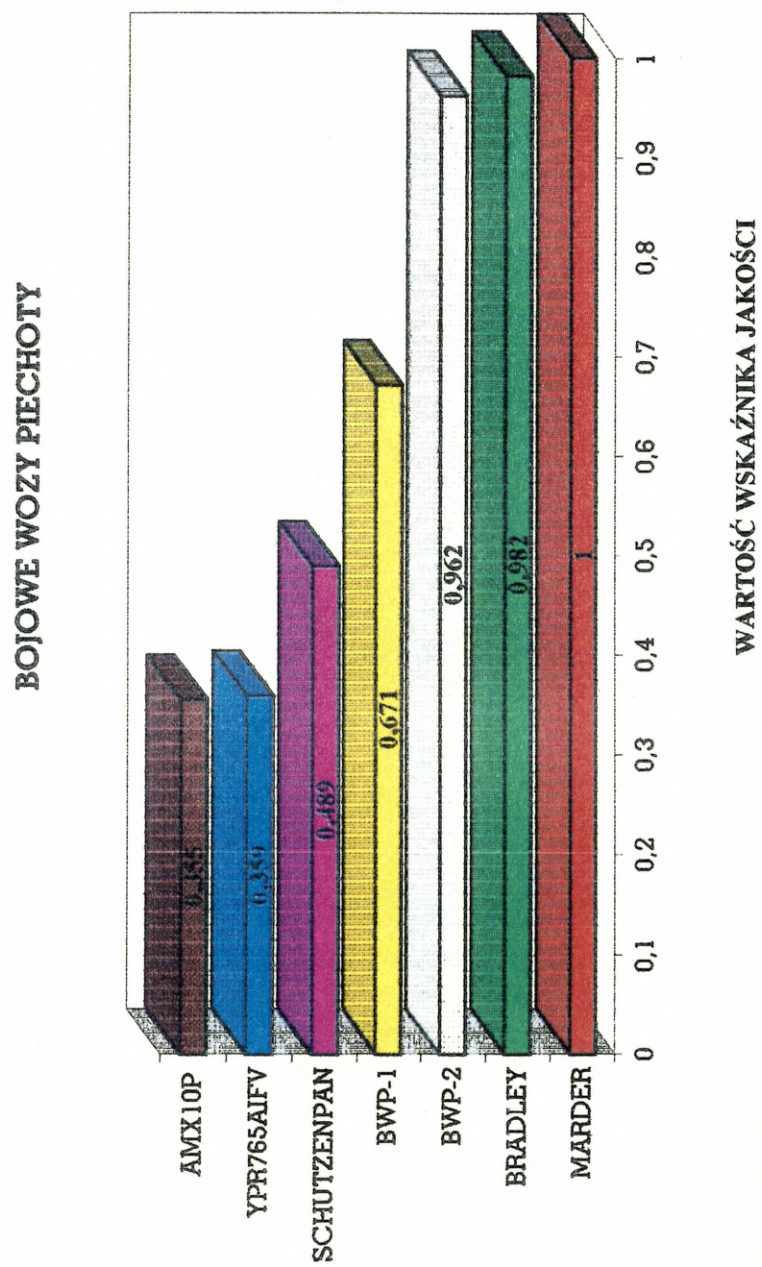
wskaźnik jakości ze względu na możliwości uzbrojenia

kompleksowy wskaźnik jakości

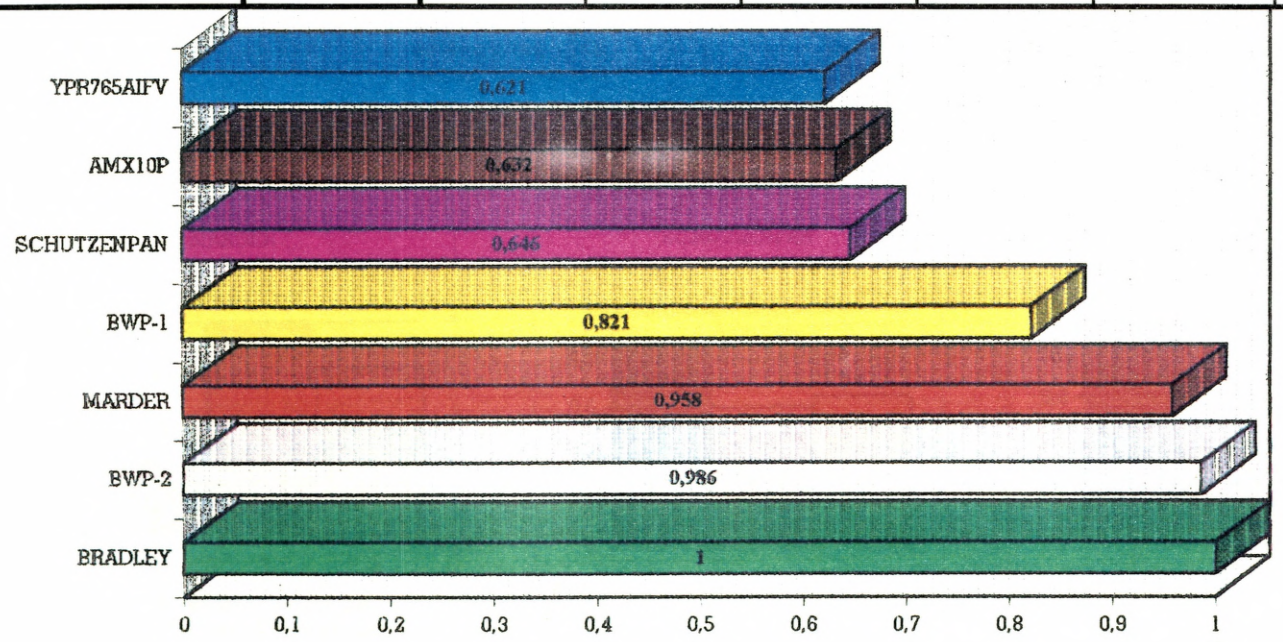
BOJOWE WOZY PIECHOTY: MOŻLIWOŚCI TRAKCYJNE



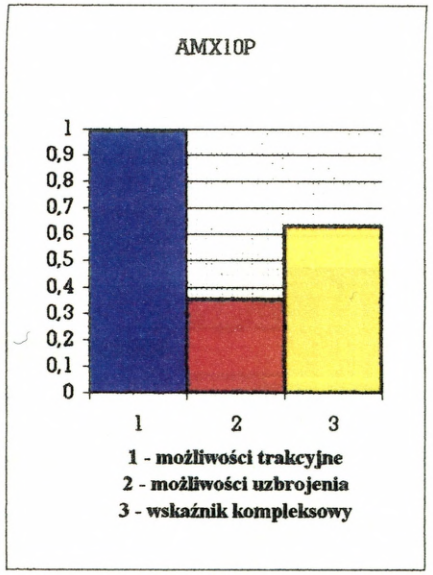
BOJOWE WOZY PIECHOTY: MOŻLIWOŚCI UZBROJENIA

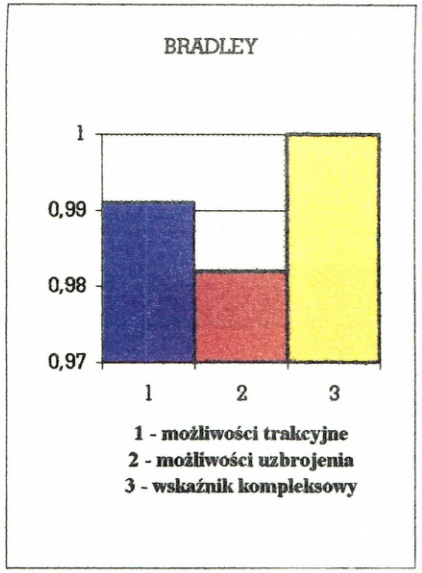


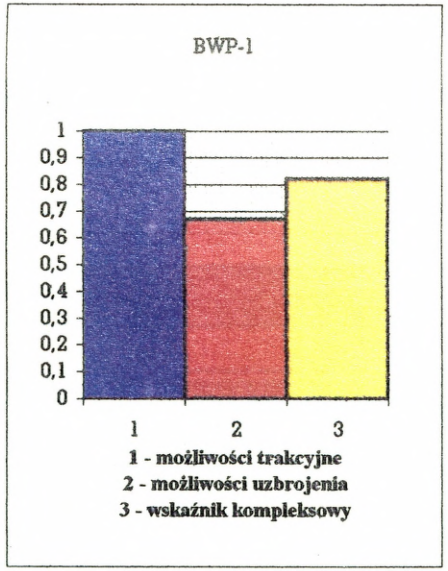
		BOJOWE WOZY PIECHOTY						
Nazwa parametru	Typ parametru *)	AMX10P	BRADLEY	BWP-1	BWP-2	MARDER	SCHUTZENPAN	YPR765AIFV
możliwości trakcyjne	S	0,992	0,991	1	0,986	0,868	0,841	0,96
możliwości uzbrojenia	S	0,355	0,982	0,671	0,962	1	0,489	0,359

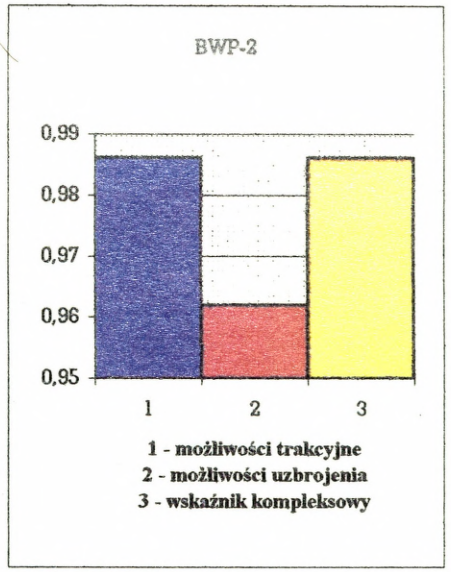


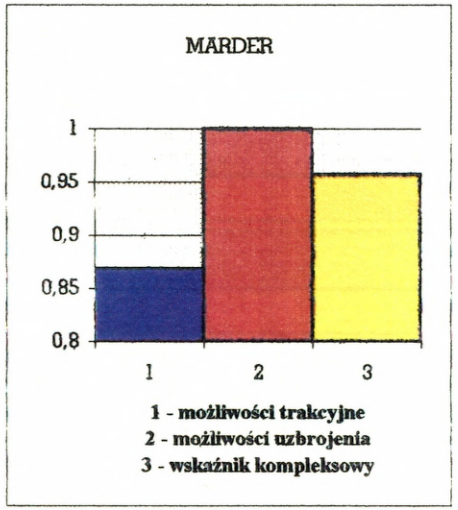
WARTOŚĆ WSKAŹNIKA JAKOŚCI

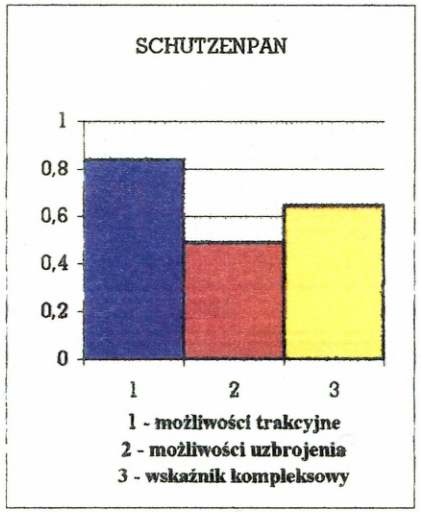

AMX10P
1
0,9
0,8
0,7
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
0
1
2
3
1 - możliwości trakcyjne
2 - możliwości uzbrojenia
3 - wskaźnik kompleksowy

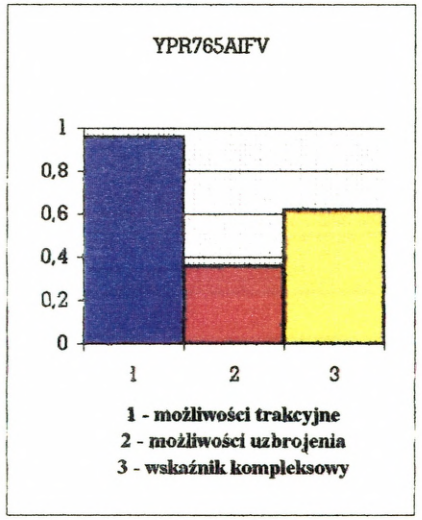

BRADLEY
1
0,99
0,98
0,97
1
2
3
1 - możliwości trakcyjne
2 - możliwości uzbrojenia
3 - wskaźnik kompleksowy


BWP-1
1
0,9
0,8
0,7
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
0
1
2
3
1 - możliwości trakcyjne
2 - możliwości uzbrojenia
3 - wskaźnik kompleksowy

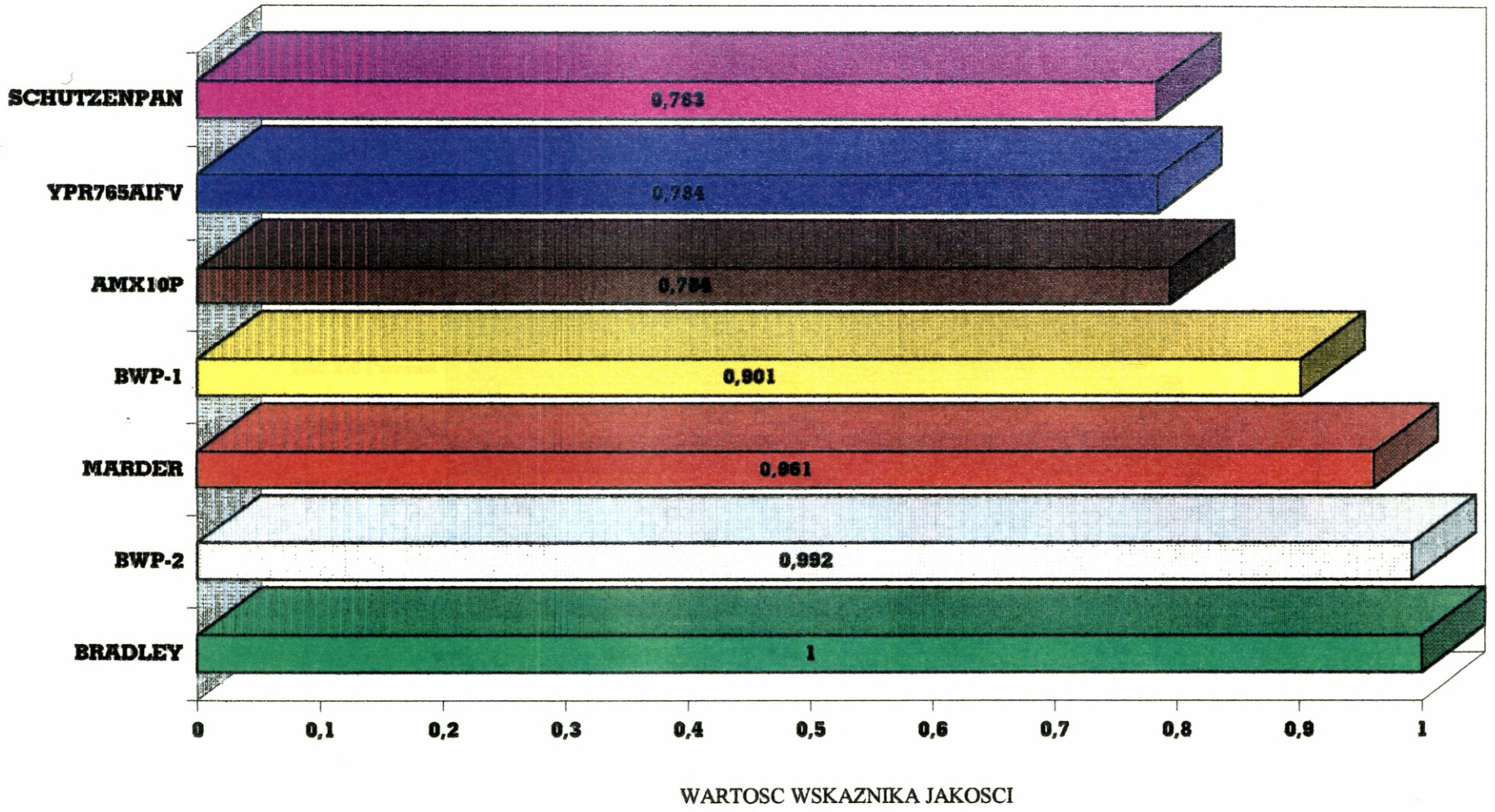

BWP-2
0,99
0,98
0,97
0,96
0,95
1
2
3
1 - możliwości trakcyjne
2 - możliwości uzbrojenia
3 - wskaźnik kompleksowy


MARDER
1
0,95
0,9
0,85
0,8
1
2
3
1 - możliwości trakcyjne
2 - możliwości uzbrojenia
3 - wskaźnik kompleksowy

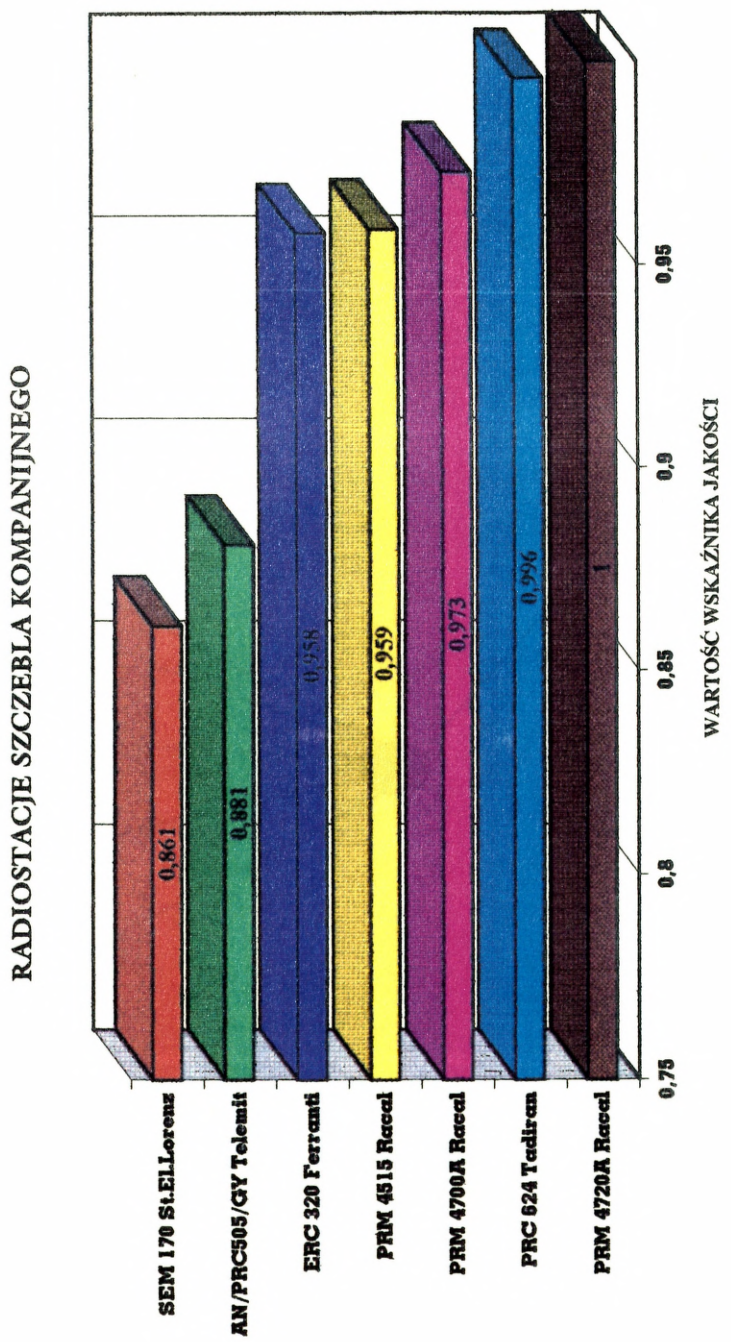

SCHUTZENPAN
1
0,8
0,6
0,4
0,2
0
1
2
3
1 - możliwości trakcyjne
2 - możliwości uzbrojenia
3 - wskaźnik kompleksowy


YPR765AIFV
1
0,8
0,6
0,4
0,2
0
1
2
3
1 - możliwości trakcyjne
2 - możliwości uzbrojenia
3 - wskaźnik kompleksowy

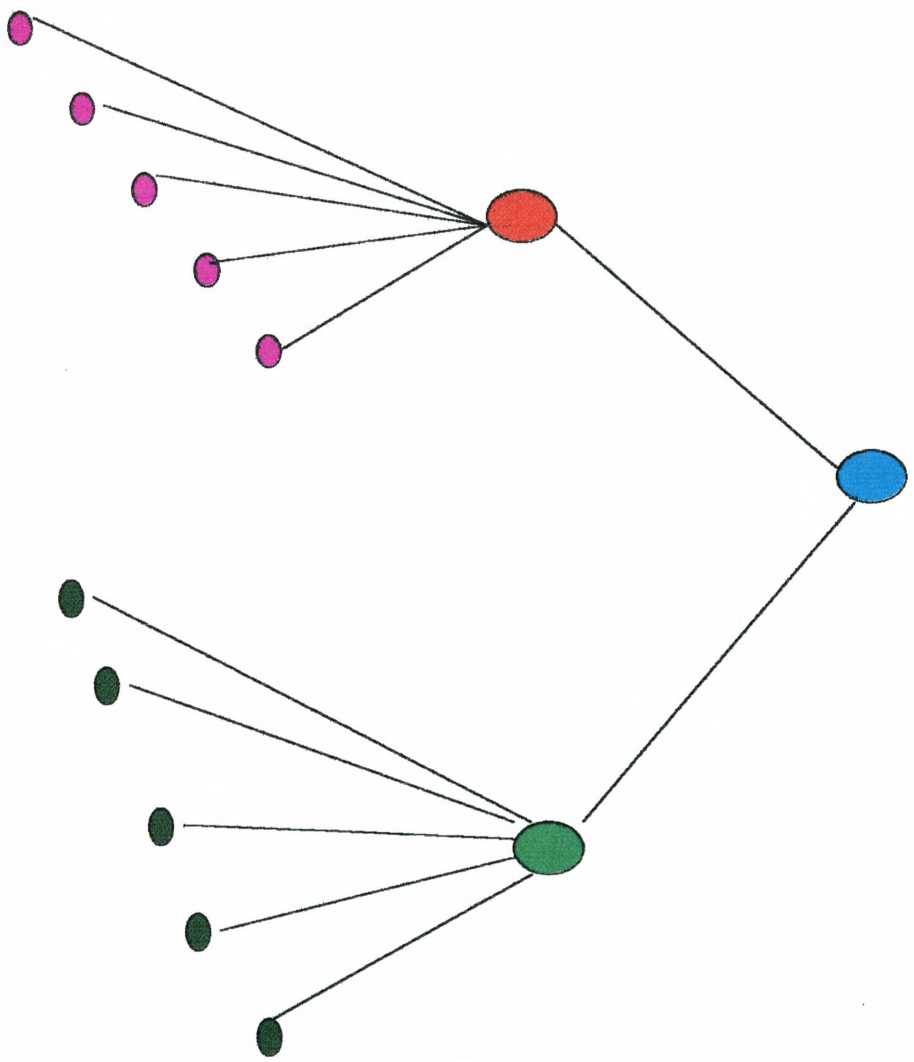
PORÓWNYWANIE JEDNOETAPOWE: BOJOWE WOZY PIECHOTY



PORÓWNYWANIE JEDNOETAPOWE



DWUETAPOWE PORÓWNYWANIE RADIOSTACJI



parametry wpływające na możliwości radiowe

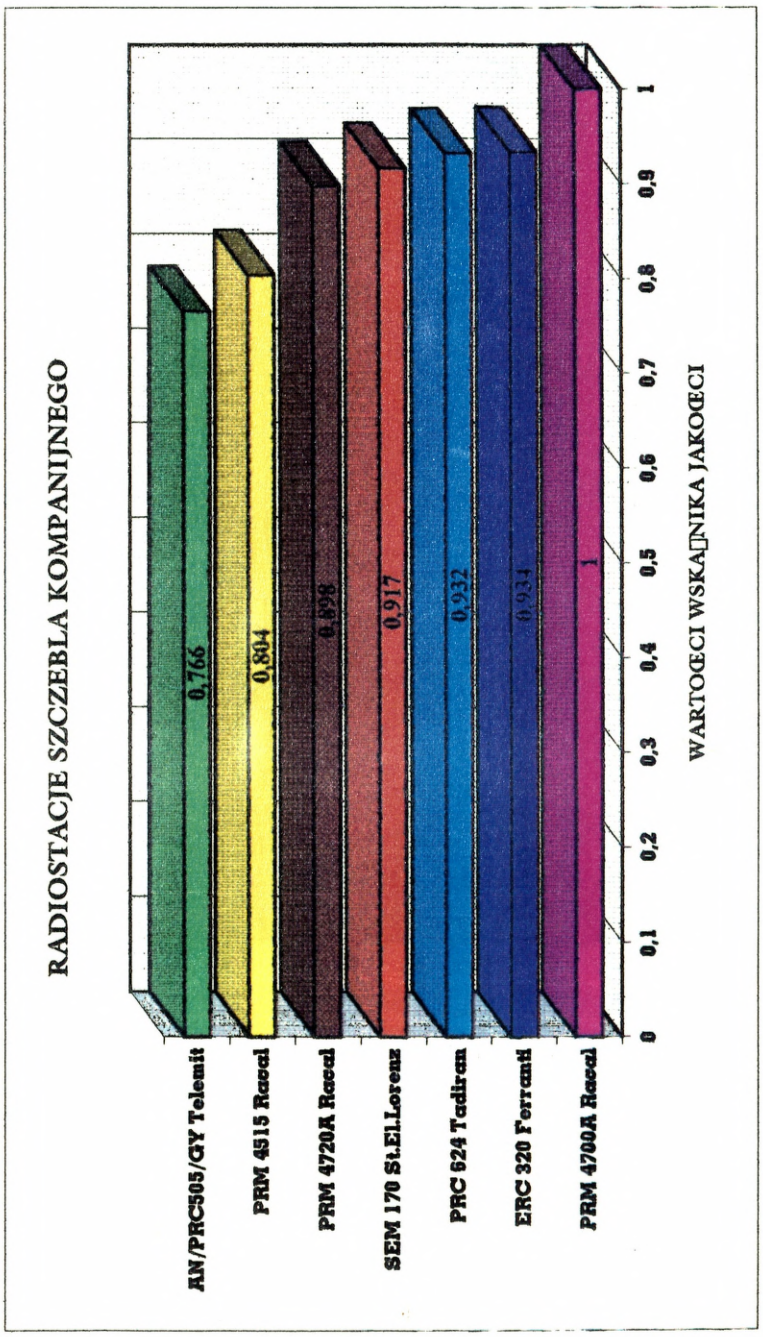
parametry wpływające na warunki eksploatacji

wskaźnik jakości ze względu na możliwości radiowe

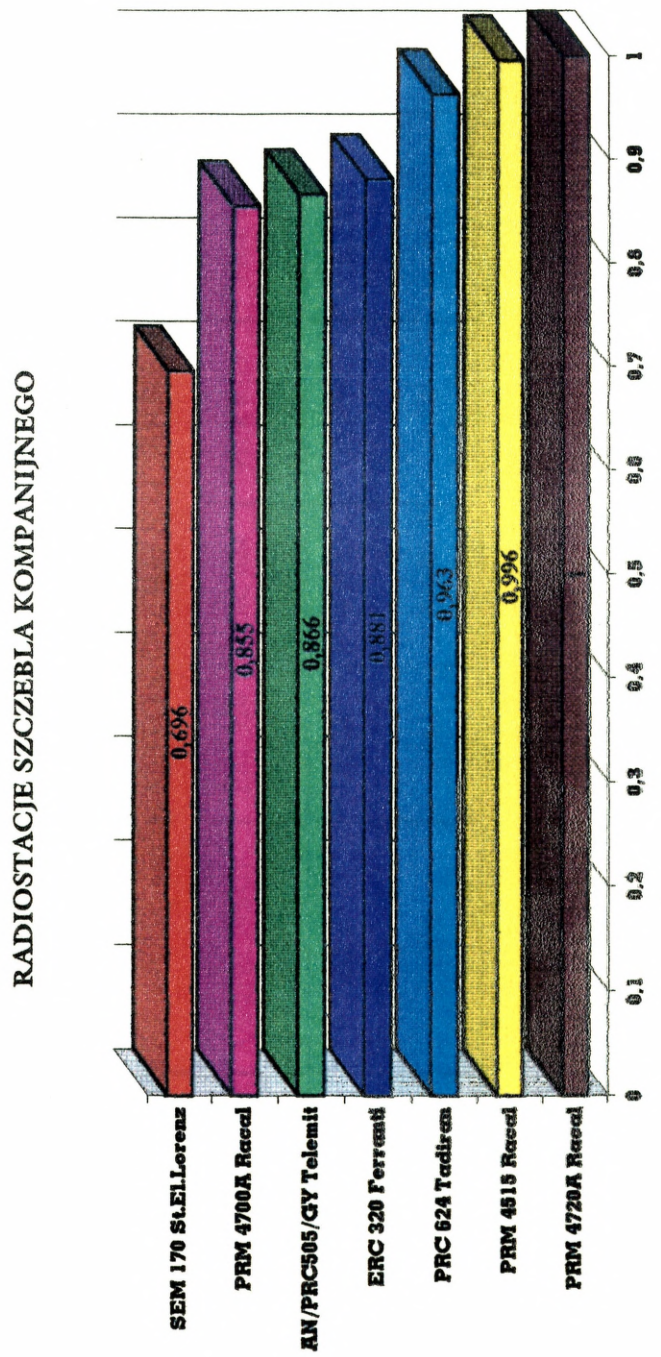
wskaźnik jakości ze względu na warunki eksploatacji

kompleksowy wskaźnik jakości

MOŻLIWOŚCI RADIOWE

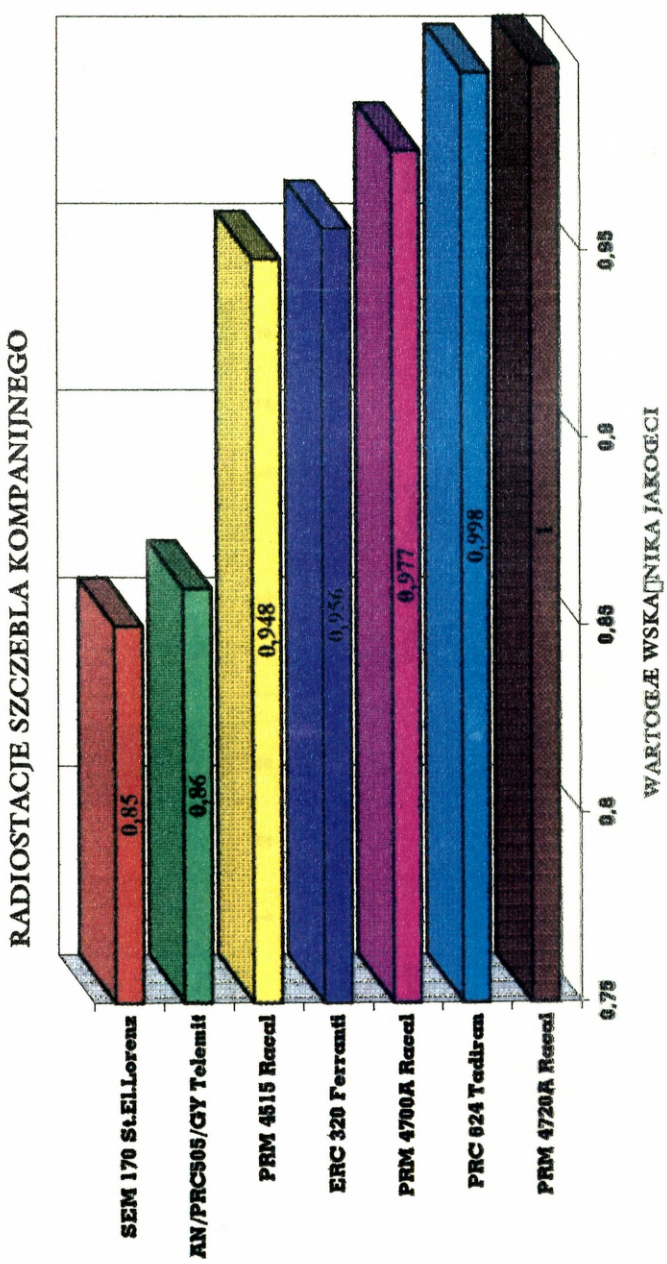


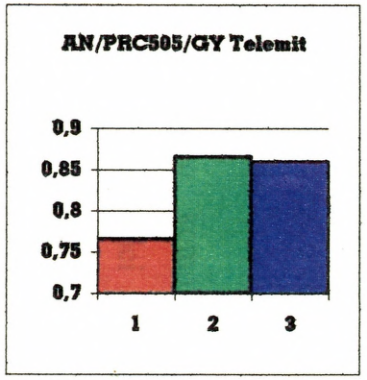
WARUNKI EKSPLOATACJI

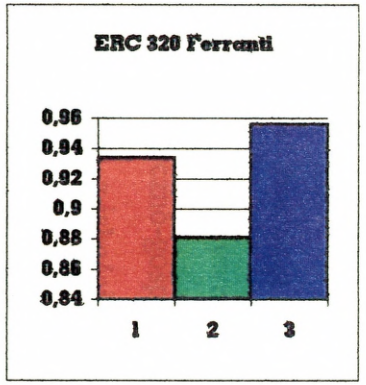


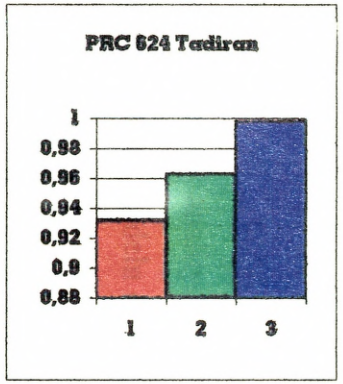
		RADIOSTACJE SZCZEBLA KOMPANIJNEGO						
Nazwa parametru	Typ parametru	AN/PRC505/GY Telemit	ERC 320 Ferranti	PRC 624 Tadiran	PRM 4515 Racal	PRM 4700A Racal	PRM 4720A Racal	SEM 170 St.El.Lorenz
możliwości radiowe	S	0,766	0,934	0,932	0,804	1	0,898	0,917
warunki eksploatacyjne	S	0,866	0,881	0,963	0,996	0,855	1	0,696

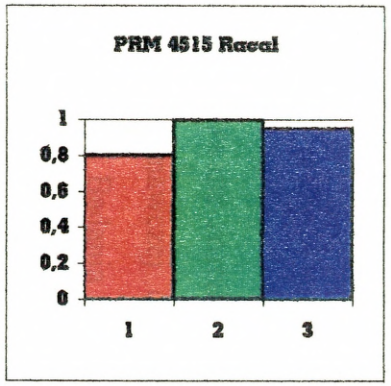
WYNIK PORÓWNANIA DWUETAPOWEGO

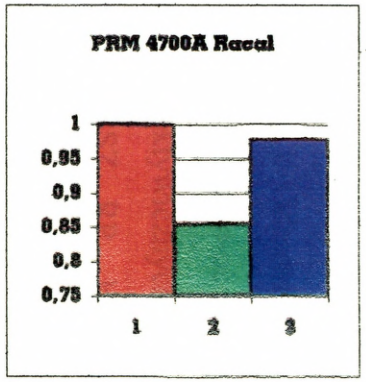


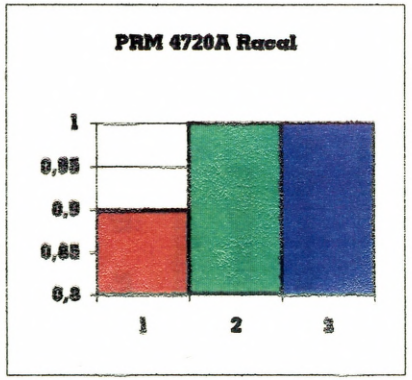


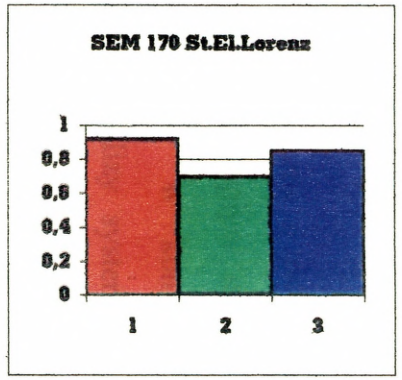












1- MOŻLIWOŚCI RADIOWE; 2 - WARUNKI EKSPLOATACJI, 3 - WSKAŹNIK KOMPLEKSOWY

5. ZAKOŃCZENIE

W rozprawie zaprezentowane zostały zagadnienia związane z metodami wielokryterialnej analizy porównawczej obiektów mających wpływ na stan systemu obronnego państwa. Badania prowadzone były w kontekście zastosowania tych metod, jako efektywnego narzędzia analizy systemowej, w procesie podejmowania decyzji w planowaniu obronnym. Uwzględnione zostały dwa podejścia do rozważanego problemu. Pierwsze miało charakter poznawczy, bowiem autorowi przypadło zadanie dokonania analizy porównawczej istniejących metod analityczno-ocenowych, a następnie syntezy uzyskanych rezultatów do postaci modelu ocenowego o cechach uniwersalności. Drugie podejście natomiast wiązało się z aspektem pragmatycznym przedsięwzięcia, gdyż - poza dokonaniem niezbędnych kalkulacji i eksperymentów - należało przedstawić propozycję koncepcji systemu informatycznego wspomagania wielokryterialnej analizy porównawczej dla potrzeb planowania obronnego. Przewaga aspektów pragmatycznych skłaniała do oparcia badań na technikach pozytywnie zweryfikowanych np. w analizach porównawczych obiektów społeczno-gospodarczych, które ponadto łączyłyby ujęcia ilościowe (matematyczne) z jakościowymi (eksperckimi). Odpowiada to bowiem obowiązującym zasadom prowadzenia działalności kontrolno-ocenowej w SZ RP, a również stwarza dobrą podstawę dla perspektywicznych prac projektowo-wdrożeniowych w dziedzinie informatyzacji SZ RP, których wyrazem byłby system informatyczny o cechach systemu doradczo-eksperckiego (wykorzystującego bazy danych i bazy wiedzy wraz z mechanizmami wnioskowania) wspomagającego kompleksowe oceny stanu przygotowań obronnych państwa, a w szczególności stanu SZ RP czasu „P" i „W" oraz wspomagających je sił układu pozamilitarnego.

Kierując się powyższymi przesłankami metodologicznymi przyjęto następującą procedurę osiągnięcia głównego celu rozprawy:

a) w etapie I skoncentrowano wysiłek na pracach studyjno-przygotowawczych, których przedmiotem były istniejące metody i techniki analityczno-ocenowe mogące znaleźć zastosowanie w etapach następnych;

b) w etapie II prowadzono prace, których przedmiotem były:
   - kryteria oceny stanu systemu obronnego państwa,
   - źródła danych (niezbędnych do sformułowania ocen),
   - model ocenowy systemu obronnego państwa jako wielkiego systemu społecznego,
   - koncepcja systemu informatycznego wspomagania wielokryterialnej analizy porównawczej dla potrzeb planowania obronnego;

c) w etapie III przedstawiono metodykę oceny obiektów mających wpływ na stan systemu obronnego państwa wraz z przykładami ilościowej oceny wybranych egzemplarzy uzbrojenia i sprzętu wojskowego. Do kalkulacji (analiz i ocen) wykorzystano program informatyczny opracowany przez autora.

Jako, że analiza stanu systemu obronnego państwa (rys. 5.1.) może być prowadzona na różnych płaszczyznach i przy stosowaniu różnych technik analityczno - ocenowych, szczególne w niej miejsce zajmuje wielokryterialna analiza porównawcza. Porównywanie stanowi bowiem podstawę zarówno diagnozy poziomu zdolności SZ i układu pozamilitarnego do efektywnej realizacji celów polityczno - obronnych czasu „P" i „W", jak i oceny realizacji, w jakich występują różne składniki tej zdolności. Przez to porównywanie jest jednym z często stosowanych podejść przy wykrywaniu możliwości zdolności systemu obronnego państwa. Analizowaniu funkcjonowania obiektów zawsze

towarzyszy ich porównywanie z innymi obiektami, przy czym najczęściej jest to porównywanie między sobą obiektów należących do analizowanego systemu. Niekiedy jest to porównanie z obiektem uznanym za wzorcowy.

Nowoczesnym podejściem badawczym w zakresie wielokryterialnej analizy porównawczej jest taksonomia. Jest ona bowiem tą dziedziną statystycznej analizy wielowymiarowej, która zajmuje się zasadami i metodami klasyfikacji i porządkowania obiektów wielocechowych, tj. obiektów opisywanych przez zbiór cech diagnostycznych. Metody taksonomiczne są także atrakcyjne w zastosowaniach do badania struktury zjawisk społeczno - ekonomicznych. Również prowadzone w latach 90-tych badania w CI AON związane z oceną efektywności bojowej jednostek (zgrupowań) oraz systemów uzbrojenia i technik wojskowej, w których uczestniczył autor, potwierdziły przydatność metod taksonomicznych. Spowodowało to, że tym też metodom poświęcono w tej pracy najwięcej uwagi.

W trakcie prowadzonych badań pozytywnie zostały zweryfikowane, przyjęte na ich wstępie, hipotezy robocze:

1. Stwierdzono istnienie obiektywnej potrzeby opracowania efektywnej metody ilościowej oceny wariantów występujących w rozpatrywanych problemach decyzyjnych.

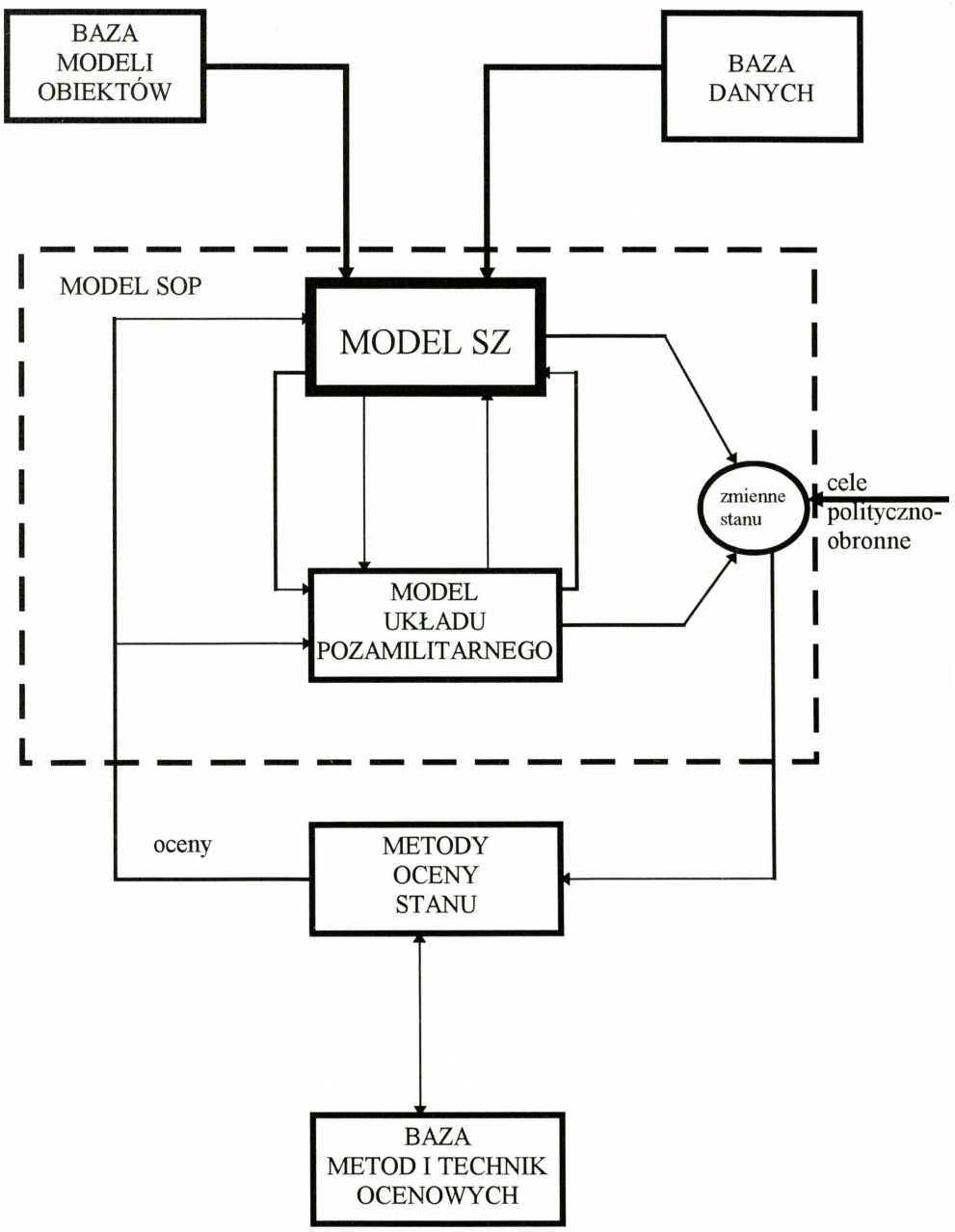
2. Korzystając z oceny ilościowej wariantów, możliwe jest wskazanie takiego wariantu, który jest najlepszy ze względu na przyjęty system wartości.

3. Wielokryterialna analiza porównawcza stanowi efektywne narzędzie wspomagania procesów decyzyjnych dla potrzeb planowania obronnego.

Oczekuje się, że wielokryterialna analiza porównawcza będzie mogła znaleźć (obok innych metod m.in. heurystycznych) zastosowanie w prognozowaniu rozwoju techniki wojskowej, zmian w organizacji wojsk i doskonaleniu taktyki i sztuki operacyjnej, w możliwości szybkiej oceny różnych wariantów działań i wyboru racjonalnego rozwiązania. Ma ona również poprawić jakość procesów podejmowania decyzji uwalniając decydentów od pomówień o tendencyjność i nieobiektyność.

Autor żywi nadzieję, że przedstawione tu podejście do informatycznego wspomagania procesów decyzyjnych w planowaniu obronnym zostanie wykorzystane w projektowaniu i wdrażaniu systemu informatycznego wspomagania planowania obronnego i przez co przyczyni się do wzrostu efektywności kierowania obroną (obronnością) Rzeczypospolitej Polskiej.

OGÓLNY MODEL OCENOWY STANU SYSTEMU OBRONNEGO PAŃSTWA



Rys. 5.1.

LITERATURA

AMELJAŃCZYK A., *Optymalizacja wielokryterialna,* WAT, Warszawa 1986.

ANGHERN A. A., DUTTA S., *Integrating Case-Based Reasoning in Multi-Criteria Decision Support Systems North Holland 1992.*

BORYS T., *Elementy teorii jakości,* PWN, Warszawa 1980.

BRAHMAN T. R., *Mnogokriterialnost i wybor alternatywy w technikie,* Radio i swiaz, Moskwa 1984.

BUILDER C. H., DEWAR J. A., *A Time for Planning? If Not Now, When?, PARAMETERS, US ARMY WAR COLLEGE QUARTERLY, SUMMER 1994.*

CETRON M. J., RALPH CH. A., *Prognozowanie rozwoju przemysłu,* WNT, Warszawa 1978.

CIEŚLAK M. (red), *Prognozowanie gospodarcze,* Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego, Wrocław 1993.

COOK T. M., RUSSEL R. A., *Introduction to Management Science,* Prentice-Hall, Inc., The United States of America 1993.

DANILUK M., *Wojsko w gospodarce rynkowej,* Wydawnictwo BELLONA, Warszawa 1994.

DURLIK I., *Inżynieria zarządzania. Strategia i projektowanie systemów produkcyjnych. Część I,* Agencja Wydawniczo-Poligraficzna „Placet", Warszawa 1995.

FINDEISEN W. (red.), *Analiza systemowa - podstawy i metodologia,* PWN, Warszawa 1985.

FINDEISEN W., SZYMANOWSKI J., WIERZBICKI A., *Teoria i metody obliczeniowe optymalizacji,* PWN, Warszawa 1980.

FLAKIEWICZ W., *Informacyjne systemy zarządzania*, PWE, Warszawa 1990.

GASPARSKI W., *Kryterium i metoda wyboru rozwiązania technicznego w ujęciu prakseometrycznym,* PWN, Warszawa 1970.

GŁODEK Z., *Modelowanie i metody symulacyjne w rachunkowości,* PWE, Warszawa 1988.

GOŚCIŃSKI J., *Sterowanie i planowanie. Ujęcie systemowe.* PWE, Warszawa 1982.

GRABOWSKI T., WYDYMUS S., ZELIAŚ A., *Metody taksonomii numerycznej w modelowaniu zjawisk społeczno-gospodarczych,* PWN, Warszawa 1989.

GRUDZEWSKI W. M. (red), *Identyfikacja procesów w zarządzaniu. Ekonomiczne modele wymiarowe,* PWN, Warszawa 1984.

GUTENBAUM J., *Modelowanie matematyczne systemów,* Instytut Badań Systemowych PAN, Warszawa 1992.

HIRSCHEY M., PAPPAS J. L., *Fundamential of Managerial Economics,* The Dryden Press, The United States of America 1992.

HITCH CH. J., McKEAN R. N., *Ekonomika obrony w erze jądrowej,* Wydawnictwo MON, Warszawa 1965.

IGNASIAK E. (red), *Badania operacyjne w zarządzaniu,* Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Zeszyty Naukowe - Seria I, Zeszyt 213, Poznań 1993.

JAJUGA K. *Statystyczna analiza wielowymiarowa,* PWN, Warszawa 1993.

JURAN M. J., GRYNA F. M., *Jakość - projektowanie, analiza,* WNT, Warszawa 1974.

KACPRZYK J., *Zbiory rozmyte w analizie systemowej,* PWN, Warszawa 1986.

KŁOSIŃSKI A. K., *Racjonalność decyzji,* Instytut Naukowo-Wydawniczy dr Kłosińskiego, Warszawa 1993.

KOLMAN R., *Inżynieria jakości,* PWE, Warszawa 1992.

KONARZEWSKA-GUBAŁA E., *Programowanie przy wielorakości celów.,* PWN, Warszawa 1980.

KONIECZNY J., *Inżynieria systemów działania,* WNT, Warszawa 1984.

KONIECZNY J., Podejście systemowe, WAT, Warszawa 1982.

KRYNICKIJ N. A., MIRONOW G. A., FROŁOW G. D., *Awtomatizirowannyje informacionnyje sistiemy,* Nauka, Moskwa 1982.

KULCZYCKI R., OLEKSYN L., *Informatyzacja systemu planowania strategiczno-obronnego państwa w oparciu o budowę wspólnej sieci resortów*

GN, ON, SG WP i RSZ „SIEĆ-2”, AON-Wydział Strategiczno-Obronny, Warszawa, 1995.

KULIK W., MISZALSKI W., WITKOWSKI G., *Podręczny słownik inżynierii systemów kierowania,* Systemy zabezpieczenia wojsk - Zeszyt 6, WAT, Warszawa 1981.

KULIKOWSKI R. (red.), *Modelowanie systemowe społeczno-gospodarczego rozwoju kraju,* PWN, Warszawa 1979.

MALARA Z. D., *Analiza wielokryterialna jako instrument badania i doskonalenia jakości,* Badania Operacyjne i Decyzje Nr 3, Wrocław 1995.

MAZUR M., *Cybernetyka i charakter.* PIW, Warszawa 1975.

MAZUR M., *Jakościowa teoria informacji,* WNT, Warszawa 1970.

MORRISON D. F., *Wielowymiarowa analiza statystyczna,* PWN, Warszawa 1990.

National Institute of Business Management, *Sztuka podejmowania decyzji,* Społeczny Instytut Wydawniczy ZNAK, Kraków 1994.

NOWAK E., *Decyzyjne rachunki kosztów,* PWN, Warszawa 1994.

PASZKOWSKI S., *Podstawowe pojęcia teorii systemów i sterowania automatycznego*, WAT, Warszawa 1990.

PILAWSKI B., *Przykład analizy wielokryterialnej w zakresie CPBR (Metodą Bellingera),* Politechnika Wrocławska, Wrocław 1989.

QUADE E. S., *Analysis for Public Decision,* Prentice-Hall, Inc., The United States of America 1989.

RADZIKOWSKI W., *Komputerowe systemy wspomagania decyzji,* PWE, Warszawa 1990.

REGULSKI J., *Cybernetyka systemów planowania,* Wiedza Powszechna, Warszawa 1974.

ROGUCKI A., *Analiza systemów w planowaniu obrony,* Wydawnictwo MON, Warszawa 1975.

ROY B., *Wielokryterialne wspomaganie decyzji,* WNT, Warszawa 1990.

SAJECKI H., *Analiza wartości w siłach zbrojnych,* Wydawnictwo MON,

Warszawa 1979.

SIELICKI A., JELENIEWSKI T., *Elementy metodologii projektowania technicznego,* WNT, Warszawa 1980.

SIENKIEWICZ P. *Analiza systemowa. Podstawy i zastosowania,* Wydawnictwo BELLONA, Warszawa 1994.

SIENKIEWICZ P., *Inżynieria systemów*, Wydawnictwo MON, Warszawa 1983.

SIENKIEWICZ P., SPUSTEK H., GÓRNY P., BAUMGART K., KOZARSKI K., *„Metodyka oceny stanu sił zbrojnych czasu „P" i „W" oraz wspomagających je sił układu pozamilitarnego,* Problem badawczy pk. „METODYKA", AON, Warszawa 1995.

SIENKIEWICZ P., SPUSTEK H., GOGOLEWSKI J., PIETRZYK A., GÓRNY P., *Metodologia oceny stanu przygotowań obronnych państwa,* Problem badawczy pk. „METODYKA", AON, Warszawa 1994.

SIENKIEWICZ P., *Teoria systemów kierowania,* PWE, Warszawa 1988.

SIENKIEWICZ P., *Teoria efektywności systemów,* OSSOLINEUM, Wrocław 1987.

SIENKIEWICZ P., *Wartości, oceny, i efektywność systemów, ,* Zeszyty Naukowe AON Nr 4(17), Warszawa 1994.

SOBCZAK W., MALINA W., *Metody selekcji i redukcji informacji,* WNT, Warszawa 1985.

STABIN I. P., MOISIEJEWA W. S., *Awtomatizirowannyj sistiemnyj analiz,* Maszynostrojenie, Moskwa 1984.

STANISZEWSKI R., *Teoria systemów,* Zakład Narodowy im. Ossolińskich - Wydawnictwo, Wrocław 1988.

STANKIEWICZ W., *Planowanie obronne*, Wydawnictwo MON, Warszawa 1977.

STRAHL D., *Metody programowania rozwoju społeczno-gospodarczego*, PWE, Warszawa 1990.

STRIŻENEC M., *System człowiek - komputer,* PWN, Warszawa 1984.

STRZYCZKOWSKI K., *Administracyjnoprawne instytucje planowania,*

Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 1985.

SZYMAŃSKI J. M., *Życie systemów,* Wiedza Powszechna, Warszawa 1991.

ŚWITALSKI Z., *Wybór wariantów decyzji ekonomicznych z zastosowaniem rozmytej relacji preferencji,* Badania Operacyjne i Decyzje 3/1993, Wrocław 1994.

TARNOWSKI W., *Model procesu wyboru w projektowaniu technicznym,* Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, AUTOMATYKA Z. 72, Gliwice 1984.

TYSZKA T., *Analiza decyzyjna i psychologia decyzji.* PWN, Warszawa 1986.

WESOŁOWSKI W. J., *Modele decyzyjne rozwoju techniki,* PWN, Warszawa 1987.

ZIELENIEWSKI J., *Organizacja i zarządzanie*, PWN, Warszawa 1969.

ZAŁĄCZNIK

DANE DO PRZYKŁADÓW Z ROZDZIAŁU 4.3. ----------216

WYDRUK KODU ŹRÓDŁOWEGO PROGRAMU TAX ----------227

DANE DO PRZYKŁADÓW Z ROZDZIAŁU 4.3.

Nazwa parametru	Typ parametru *)	CZOŁGI													
		Abrams	AMX30	AMX32	Challenger	Chieftain90	ChieftainMK	Leopard1	Leopard1A4	Leopard2	M48A2	M60A3	M60A1	T55A	T72
masa całkowita [t]	D	54,432	36	38	62	56	55	40	42,4	55	47,173	49	48,98	36	36
moc jedostkowa [kW/t]	S	20,65	14,7	13,85	13,97	11,76	10,02	15,25	14,38	20,04	12,78	13,78	11,25	11,1	14
wysokość [m]	D	2,375	2,29	2,29	2,89	2,44	2,895	2,61	2,76	2,46	3,089	3,27	3,27	2,35	2,19
nacisk jednostkowy [kPa]	D	80	75,5	83,3	94,18	93,2	88,29	84,37	86,33	83,4	81,42	77,5	77,5	81	83
Vmax po drogach[km/h]	S	72,4	65	65	60	52	48	65	65	72	48,2	52	48,28	50	60
Vmax po bezdrożach[km/h]	S	48	40	40	40	30	30	40	40	40	30	21	32	30	45
zasięg max [km]	S	450	600	530	550	500	500	600	600	550	258	500	500	650	650
głębokość przeszkód wodnych[m]	S	1,219	1,3	1,3	1,1	1,07	1,006	0,8	0,8	0,8	1,219	1,219	1,219	1,4	1,8
pokonywanie wzniesień [%]	S	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	32	30
pokonywanie przeszkód pionowych [m]	S	1,2	0,93	0,93	0,9	0,9	0,9	1,15	1,15	1,1	0,9	0,9	0,9	0,8	0,85
pokonywanie rowów o szer. [m]	S	2,7	2,9	2,9	3,15	3,15	3,1	3	3	3	2,5	2,5	2,5	2,7	2,8
uzbrojenie-armata [mm]	S	120	105	105	120	120	105	105	120	90	105	105	105	100	125
uzbrojenie sprzężone [mm]	S	7,62	12,7	20	7,62	7,62	7,62	7,62	7,62	7,62	7,62	7,62	7,62	7,62	7,62
uzbrojenie plot [mm]	S	13,7	7,62	7,62	7,62	7,62	7,62	7,62	7,62	7,62	12,7	12,7	12,7	12,7	12,7
jo armaty	S	55	47	47	52	46	64	60	60	42	64	63	63	43	39
jo sprzężona	S	11400	1050	500	2000	2000	3000	3500	3500	1000	5590	5700	5950	2250	2000
jo plot	S	1000	2050	2050	2000	2000	3000	2000	2000	1000	1365	1000	900	200	300
szybkostrzelność	S	9	8	8	9	4	4	8	8	9	8	7	6	8	8
zasięg ognia [m]	S	2900	2900	2900	2900	2900	2900	2500	2500	3000	1500	2500	2200	2100	4000
PPK [T-1/N-0]	S	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
przelicznik [T-1/N-0]	S	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1
stabil. armaty [T-1/N-0]	S	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
dalmierz optyczny [T-1/N-0]	S	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1
dalmierz laserowy [T-3/N-0]	S	1	3	3	3	3	3	0	3	3	0	3	0	0	3
celownik pasywny [T-1/N-0]	S	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0
celownik aktywny [T-3/N-0]	S	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	3	3	3
ilość wyrz. zas. dymn. [szt.]	S	12	4	6	10	10	15	8	8	16	0	0	0	0	12
wzmocnienie panc. [T-1/N-0]	S	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1
grubość pancerza [mm]	S	400	50	50	135	150	150	70	70	135	110	110	110	170	350

*) S-stymulanta; D-destymulanta

POROWNANIE POD KĄTEM MOŻLIWOŚCI TRAKCYJNYCH

		CZOŁGI													
Nazwa parametru	Typ parametru *)	Abrams	AMX30	AMX32	Challenger	Chieftain90	ChieftainMK	Leopard1	Leopard1A4	Leopard2	M48A2	M60A3	M60A1	T55A	T72
masa całkowita [t]	D	54,432	36	38	62	56	55	40	42,4	55	47,173	49	48,98	36	36
moc jedostkowa [kW/t]	S	20,65	14,7	13,85	13,97	11,76	10,02	15,25	14,38	20,04	12,78	13,78	11,25	11,1	14
wysokość [m]	D	2,375	2,29	2,29	2,89	2,44	2,895	2,61	2,76	2,46	3,089	3,27	3,27	2,35	2,19
nacisk jednostkowy [kPa]	D	80	75,5	83,3	94,18	93,2	88,29	84,37	86,33	83,4	81,42	77,5	77,5	81	83
Vmax po drogach[km/h]	S	72,4	65	65	60	52	48	65	65	72	48,2	52	48,28	50	60
Vmax po bezdrożach[km/h]	S	48	40	40	40	30	30	40	40	40	30	21	32	30	45
zasięg max [km]	S	450	600	530	550	500	500	600	600	550	258	500	500	650	650
głębokość przeszkód wodnych[m]	S	1,219	1,3	1,3	1,1	1,07	1,006	0,8	0,8	0,8	1,219	1,219	1,219	1,4	1,8
pokonywanie wzniesień [%]	S	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	32	30
pokonywanie przeszkód pionowych [m]	S	1,2	0,93	0,93	0,9	0,9	0,9	1,15	1,15	1,1	0,9	0,9	0,9	0,8	0,85
pokonywanie rowów o szer. [m]	S	2,7	2,9	2,9	3,15	3,15	3,1	3	3	3	2,5	2,5	2,5	2,7	2,8

*) S-stymulanta; D-destymulanta

PORÓWNANIE POD KĄTEM MOŻLIWOŚCI UZBROJENIA

		CZOŁGI													
Nazwa parametru	**Typ parametru *)**	Abrams	AMX30	AMX32	Challenger	Chieftain90	ChieftainMK	Leopard1	Leopard1A4	Leopard2	M48A2	M60A3	M60A1	T55A	T72
uzbrojenie-armata [mm]	**S**	**120**	**105**	**105**	**120**	**120**	**105**	**105**	**120**	**90**	**105**	**105**	**105**	**100**	**125**
uzbrojenie sprzężone [mm]	**S**	**7,62**	**12,7**	**20**	**7,62**	**7,62**	**7,62**	**7,62**	**7,62**	**7,62**	**7,62**	**7,62**	**7,62**	**7,62**	**7,62**
uzbrojenie plot [mm]	**S**	**13,7**	**7,62**	**7,62**	**7,62**	**7,62**	**7,62**	**7,62**	**7,62**	**7,62**	**12,7**	**12,7**	**12,7**	**12,7**	**12,7**
jo armaty	**S**	**55**	**47**	**47**	**52**	**46**	**64**	**60**	**60**	**42**	**64**	**63**	**63**	**43**	**39**
jo sprzężona	**S**	**11400**	**1050**	**500**	**2000**	**2000**	**3000**	**3500**	**3500**	**1000**	**5590**	**5700**	**5950**	**2250**	**2000**
jo plot	**S**	**1000**	**2050**	**2050**	**2000**	**2000**	**3000**	**2000**	**2000**	**1000**	**1365**	**1000**	**900**	**200**	**300**
szybkostrzelność	**S**	**9**	**8**	**8**	**9**	**4**	**4**	**8**	**8**	**9**	**8**	**7**	**6**	**8**	**8**
zasięg ognia	**S**	**2900**	**2900**	**2900**	**2900**	**2900**	**2900**	**2500**	**2500**	**3000**	**1500**	**2500**	**2200**	**2100**	**4000**
grubość pancerza [mm]	**S**	**400**	**50**	**50**	**135**	**150**	**150**	**70**	**70**	**135**	**110**	**110**	**110**	**170**	**350**

PORÓWNANIE POD KĄTEM WYPOSAŻENIA DODATKOWEGO

		CZOŁGI													
Nazwa parametru	**Typ parametru *)**	Abrams	AMX30	AMX32	Challenger	Chieftain90	ChieftainMK	Leopard1	Leopard1A4	Leopard2	M48A2	M60A3	M60A1	T55A	T72
PPK [T-1/N-0]	**S**	**1**	**0**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
rzelicznik [T-1/N-0	**S**	**1**	**0**	**1**	**1**	**1**	**0**	**0**	**1**	**1**	**0**	**1**	**0**	**0**	**1**
stabil. armaty [T-1/N-0]	**S**	**1**	**0**	**0**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**0**	**1**	**1**	**1**	**1**
dalmierz optyczny [T-1/N-0]	**S**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**	**0**	**0**	**1**	**0**	**1**	**1**	**1**
dalmierz laserowy [T-3/N-0]	**S**	**1**	**3**	**3**	**3**	**3**	**3**	**0**	**3**	**3**	**0**	**3**	**0**	**0**	**3**
celownik pasywny [T-1/N-0]	**S**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**0**	**0**	**1**	**1**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**
celownik aktywny [T-3/N-0]	**S**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**3**	**3**	**0**	**0**	**0**	**0**	**3**	**3**	**3**
ilość wyrz. zas. dymn. [szt.]	**S**	**12**	**4**	**6**	**10**	**10**	**15**	**8**	**8**	**16**	**0**	**0**	**0**	**0**	**12**
wzmocnienie panc. [T-1/N-0]	**S**	**1**	**0**	**1**	**1**	**0**	**0**	**0**	**1**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**

*) S-stymulanta; D-destymulanta

		BOJOWE WOZY PIECHOTY						
Nazwa parametru	Typ parametru *)	AMX10P	BRADLEY	BWP-1	BWP-2	MARDER	SCHUTZENPAN	YPR765AIFV
masa całkowita [t]	D	14,2	22,285	13	14	28,2	14,6	13,687
moc jedostkowa [kW/t]	S	14,49	16,51	17	17,5	15,63	11,03	14,18
wysokość [m]	D	2,57	2,972	1,92	1,95	2,95	1,85	2,794
nacisk jednostkowy [kPa]	D	51,99	52,97	60,2	61,3	78,48	73,58	65,73
Vmax [km/h]	S	65	66	65	65	75	58	61,2
zasięg max [km]	S	600	483	550	400	520	270	490
pływanie [T-1/N-0]	S	1	1	1	1	0	0	1
pokonywanie wzniesień [%]	S	60	60	35	35	60	60	60
pokonywanie przeszkód pionowych [m]	S	0,7	0,9	0,7	0,7	1	0,6	0,6
pokonywanie rowów [m]	S	1,6	2,5	2,5	2,5	2,5	1,6	1,6
uzbrojenie zasadnicze [mm]	S	20	25	73	30	20	20	25
uzbrojenie sprzętowe [mm]	S	7,62	7,62	7,62	7,62	7,62	7,62	7,62
uzbrojenie dodatkowe [mm]	S	0	0	0	0	7,62	0	0
ppk [T-1/N-0]	S	0	1	1	1	0	0	0
zasłony dymne [szt.]	S	4	8		8	6	8	6
jo zasadnicza	S	800	900	40	500	1250	2000	324
jo sprzętowa	S	2000	2200	2000	2000	3000	4000	1940
jo dodatkowa	S	0	0	0	0	2000	0	0
jo ppk	S	0	7	4	4	0	0	0
szybkostrzelność	S	740	475	10	800	900	900	475
zasięg ognia	S	1000	2000	1300	3000	1000	1000	2000
zasięg ognia ppk	S	0	3750	3000	4000	0	0	0
V pływania	S	7	7,2	7	7	0	0	6,3
stabilizacja uzbrojenia [T-1/N-0]	S	0	1	0	1	0	0	0
dalmierz [T-1/N-0]	S	0	1	1	1	0	0	0

PORÓWNANIE POD KĄTEM MOŻLIWOSCI TRAKCYJNYCH

		BOJOWE WOZY PIECHOTY						
Nazwa parametru	Typ parametru *)	AMX10P	BRADLEY	BWP-1	BWP-2	MARDER	SCHUTZENPAN	YPR765AIFV
masa całkowita [t]	D	14,2	22,285	13	14	28,2	14,6	13,687
moc jedostkowa [kW/t]	S	14,49	16,51	17	17,5	15,63	11,03	14,18
wysokość [m]	D	2,57	2,972	1,92	1,95	2,95	1,85	2,794
nacisk jednostkowy [kPa]	D	51,99	52,97	60,2	61,3	78,48	73,58	65,73
Vmax [km/h]	S	65	66	65	65	75	58	61,2
zasięg max [km]	S	600	483	550	400	520	270	490
pływanie [T-1/N-0]	S	1	1	1	1	0	0	1
pokonywanie wzniesień [%]	S	60	60	35	35	60	60	60
pokonywanie przeszkód pionowych [m]	S	0,7	0,9	0,7	0,7	1	0,6	0,6
pokonywanie rowów [m]	S	1,6	2,5	2,5	2,5	2,5	1,6	1,6
V pływania	S	7	7,2	7	7	0	0	6,3

PORÓWNANIE POD KĄTEM MOŻLIWOSCI UZBROJENIA

		BOJOWE WOZY PIECHOTY						
Nazwa parametru	Typ parametru *)	AMX10P	BRADLEY	BWP-1	BWP-2	MARDER	SCHUTZENPAN	YPR765AIFV
uzbrojenie zasadnicze [mm]	S	20	25	73	30	20	20	25
uzbrojenie sprzętowe [mm]	S	7,62	7,62	7,62	7,62	7,62	7,62	7,62
uzbrojenie dodatkowe [mm]	S	0	0	0	0	7,62	0	0
ppk [T-1/N-0]	S	0	1	1	1	0	0	0
zasłony dymne [szt.]	S	4	8		8	6	8	6
jo zasadnicza	S	800	900	40	500	1250	2000	324
jo sprzętowa	S	2000	2200	2000	2000	3000	4000	1940
jo dodatkowa	S	0	0	0	0	2000	0	0
jo ppk	S	0	7	4	4	0	0	0
szybkostrzelność	S	740	475	10	800	900	900	475
zasięg ognia	S	1000	2000	1300	3000	1000	1000	2000
zasięg ognia ppk	S	0	3750	3000	4000	0	0	0
stabilizacja uzbrojenia [T-1/N-0]	S	0	1	0	1	0	0	0
dalmierz [T-1/N-0]	S	0	1	1	1	0	0	0

		RADIOSTACJE SZCZEBLA KOMPANIJNEGO						
Nazwa parametru	Typ parametru *)	AN/PRC505/GY Telemit	ERC 320 Ferranti	PRC 624 Tadiran	PRM 4515 Racal	PRM 4700A Racal	PRM 4720A Racal	SEM 170 St.El.Lorenz
dolny zakres częst. [Mhz]	D	47	30	30	68	30	30	30
górny zakres częst. [Mhz]	S	57	80	87,975	88	88	88	79,975
ilość fal roboczych	S	400	2000	2320	800	2321	2321	2000
moc wyjściowa [W]	S	1	1,5	2	2	4	1	2,5
ilość fal programowanych	S	10	16	10	10	10	10	8
zasilanie [V]	D	10	12	10	10	10	10	11
masa [kg]	D	3	1,6	1	0,78	3	0,7	3,4
wymiary [mm x mm x mm]	D	236x53x100	64x152x152	180x43x81	213x75x30	205x156x58	220x72x26	53x291x286
minimalna temperatura pracy [°C]	D	-40	-40	-40	-20	-40	-20	-35
maksymalna temperatura pracy [°C]	S	65	65	65	55	70	55	60

PORÓWNANIE POD KĄTEM MOŻLIWOŚCI RADIOWYCH

		RADIOSTACJE SZCZEBLA KOMPANIJNEGO						
Nazwa parametru	Typ parametru *)	AN/PRC505/GY Telemit	ERC 320 Ferranti	PRC 624 Tadiran	PRM 4515 Racal	PRM 4700A Racal	PRM 4720A Racal	SEM 170 St.El.Lorenz
dolny zakres częst. [Mhz]	D	47	30	30	68	30	30	30
górny zakres częst. [Mhz]	S	57	80	87,975	88	88	88	79,975
ilość fal roboczych	S	400	2000	2320	800	2321	2321	2000
moc wyjściowa [W]	S	1	1,5	2	2	4	1	2,5
ilość fal programowanych	S	10	16	10	10	10	10	8

PORÓWNANIE POD KĄTEM WARUNKÓW EKSPLOATACJI

		RADIOSTACJE SZCZEBLA KOMPANIJNEGO						
Nazwa parametru	Typ parametru *)	AN/PRC505/GY Telemit	ERC 320 Ferranti	PRC 624 Tadiran	PRM 4515 Racal	PRM 4700A Racal	PRM 4720A Racal	SEM 170 St.El.Lorenz
zasilanie [V]	D	10	12	10	10	10	10	11
masa [kg]	D	3	1,6	1	0,78	3	0,7	3,4
wymiary [mm x mm x mm]	D	236x53x100	64x152x152	180x43x81	213x75x30	205x156x58	220x72x26	53x291x286
minimalna temperatura pracy [°C]	D	-40	-40	-40	-20	-40	-20	-35
maksymalna temperatura pracy [°C]	S	65	65	65	55	70	55	60

WYDRUK KODU ŹRÓDŁOWEGO PROGRAMU TAX

```
*****************************************
**********  zbior TAX.prg  *****************
*****************************************
set date ANSI
set confirm ON
set century ON
set wrap ON
set softseek ON
set scoreboard OFF
set cursor OFF
set talk OFF

set safety OFF
set deleted ON
set message to 21 CENTER
public wzor,NR_WIERSZ
wydruk=0
*---------- KOLORY ---------*
 normal  = 'w /n,n /w,n,,n /w'
 negat   = 'n /w,w /n,n,,w /n'
 jasny_s = 'w+/n,n /w,n,,n /w'
 jasny_g = 'w /n,n+/w,n,,n+/w'
 czytaj  = 'w /n,w /n,n,,w /n'
*--------------------------*

*---------- STALE ----------*
   ESC = 27
    UP =  5
  DOWN = 24
 ENTER = 13
 RIGHT =  4
  LEFT = 19
  row  = 7
  PGUP = 18
  PGDN =  3
  HOME =  1
  ENDE =  6
  MARK = 43
UNMARK = 45
  BELL = chr(7)
   HLP = 28
    f2 = 27
ILWAG  = 2
*--------------------------*
wier_gor = replicate(chr(223),78)
```

```
IF iscolor()
 normal  = 'gr+/b,R/gr+,b,,GR+/B'
 negat   = 'b/g,gR+/R,b,,GR+/B'
ENDIF

sele 1
** SYSTEMY.dbf
*  1. NAZWA_S    - 8 zn.
*  2. PAR1       - 6 zn.
*   ---------"--------
* 31. PAR30      - 6 zn.
IF !file('SYSTEMY.dbf')
  wait 'Brak SYSTEMY.dbf'
  close all
  return
ENDIF
use SYSTEMY
IF !file('SYS1.ntx')
  index on NAZWA_S to SYS1
ENDIF
set index to SYS1

sele 2
** PARAMETRY.dbf
*  1. NAZWA_P    - 10 zn.
*  2. JED_MIARY  -  6 zn.
*  3. WAGA       -  2 zn.
*  4.typ         -  1 zn.
IF !file('PARAMETR.dbf')
  wait 'Brak PARAMETRY.dbf'
  close all
  return
ENDIF
use PARAMETRY
IF !file('PAR1.ntx')
  index on NAZWA_P to PAR1
ENDIF
set index to PAR1

DO WHILE .T.
set color to &normal
clear
@ 01,00 to 03,23 DOUBLE
@ 02,02 say 'WARSZAWA  '+dtoc(date())
@ 01,24 to 03,79 DOUBLE
```

```
@ 02,25 say ' Ű¸±°     WIELOWYMIAROWA ANALIZA POROWNAWCZA
°±¸Ű '
@ 03,70 say 'wersja 1.0'
@ 04,00 to 24,79 DOUBLE
@ 24,02 say chr(24)
@ 24,03 say chr(25)
@ 24,04 say ' WYBOR'
@ 24,60 say 'Enter - AKCEPTACJA'
@ 05,22 to 19,54 DOUBLE
@ 07,24 prompt '       Typy systemow         ' mess 'Wprowadzanie i aktualizacja
informacji o typach systemow'
@ 09,24 prompt '       Parametry             ' mess 'Wprowadzanie i aktualizacja
zbioru parametrow systemow'
@ 11,24 prompt '       Wartosci parametrow   ' mess 'Wprowadzanie i aktualizacja
parametrow systemow'
@ 13,24 prompt '       Obliczenia            ' mess 'Wykonanie niezbednych obliczen'
@ 17,24 prompt '       W Y J S C I E         ' mess 'Powrot do systemu
operacyjnego'
menu to wybor
DO CASE
  CASE wybor = 1
    set color to &normal
    @ 01,00 to 03,23 DOUBLE
    @ 02,02 say 'WARSZAWA  '+dtoc(date())
    @ 01,24 to 03,79 DOUBLE
    @ 02,25 say ' Ű¸±°        T Y P Y  S Y S T E M O W          °±¸Ű '
    @ 04,00 to 24,79 DOUBLE
    @ 23,01 say wier_gor
    @ 24,02 say ' F1 - help '
    @ 24,65 say ' Esc - exit '
    do MASTER
  CASE wybor = 2
    set color to &normal
    @ 01,00 to 03,23 DOUBLE
    @ 02,02 say 'WARSZAWA  '+dtoc(date())
    @ 01,24 to 03,79 DOUBLE
    @ 02,25 say ' Ű¸±°  P A R A M E T R Y   S Y S T E M O W    °±¸Ű '
    @ 04,00 to 24,79 DOUBLE
    @ 23,01 say wier_gor
    @ 24,02 say ' F1 - help '
    @ 24,65 say ' Esc - exit '
    do MASTER
  CASE wybor = 3

    set color to &normal
```

```
    clear
    @ 01,00 to 03,23 DOUBLE
    @ 02,02 say 'WARSZAWA  '+dtoc(date())
    @ 01,24 to 03,79 DOUBLE
    @ 02,25 say ' Ű¸±°   W A R T O S C I   PARAMETROW SYSTEMOW
°±¸Ű '
    @ 04,00 to 24,79 DOUBLE
    @ 23,01 say wier_gor
    @ 24,65 say ' Esc - exit '
    wzor=1
    do PARAMETRY
  CASE wybor = 4

    set color to &normal
    clear
    @ 01,00 to 03,23 DOUBLE
    @ 02,02 say 'WARSZAWA  '+dtoc(date())
    @ 01,24 to 03,79 DOUBLE
    @ 02,25 say ' Ű¸±°          O B L I C Z E N I A          °±¸Ű '
    @ 04,00 to 24,79 DOUBLE
    @ 23,01 say wier_gor
    @ 24,65 say ' Esc - exit '
    sele 1
    count all to ile_sys
    sele 2
    count all to ile_par
    declare
qs[ile_sys],swp[ile_par*ile_sys],nowa[ile_sys],wzorzec[ile_par],odch[ile_par]
    declare
q[ile_sys],wpar[ile_sys],woik[ile_par],tabmi[ile_par],awzorzec[ile_par]
    do KALKULACJE
  CASE wybor = 5
      clear
      run del *.ntx
      close data
      exit
ENDCASE

ENDDO
*-------------------------------------------------------------------------*

procedure MASTER
    set cursor off
    set color to &negat
if wydruk#1
```

```
    @ 05,01,22,78 box '         '
endif
  DO CASE
    CASE wybor = 1
      @ 06,01 say ' NAZWA SYSTEMU '

    od_ktory = 0
    nr_wiersz = 8
    sele 1
    COUNT all TO ile_sam
    CASE wybor = 7
      @ 05,01 say 'NAZWA SYSTEMUş WARTOSC WSKAZNIKA JAKOSCI
SYSTEMU     '

    od_ktory = 0
    nr_wiersz = 8
    sele 1
    COUNT all TO ile_sam
   CASE wybor = 2
      @ 05,01,22,78 box '         '
      @ 06,01 say 'Nazwa parametru    ş Jedn. miary
şWaga1şWaga2şWaga3şWaga4şWaga5şTypş'

    od_ktory = 0
    nr_wiersz = 8
    sele 2
    COUNT all TO ile_sam
 ENDCASE
    klucz = 0
    skresl = .F.

    DO WHILE .T.
DO CASE
   CASE wybor = 1
IF ile_sam = 0
   @ 10,12 say 'Brak danych o SYSTEMACH'
  ELSE
    do DAJ_STR with od_ktory              && od ktorego rekordu
  ENDIF
   CASE wybor = 7
      IF ile_sam = 0
        @ 10,12 say 'Brak danych o SYSTEMACH'
       ELSE
         do DAJ_STR with od_ktory              && od ktorego rekordu
      ENDIF
```

```
   CASE wybor = 2
IF ile_sam = 0
   @ 10,12 say 'Brak danych o PARAMETRACH'
  ELSE
    do DAJ_STR with od_ktory              && od ktorego rekordu
  ENDIF
ENDCASE
   if wydruk=1
     exit
   endif
  DO WHILE .T.
    set color to &negat
     inkey(0)
    klucz = lastkey()
    IF ile_sam=0
      IF klucz#ESC .and. chr(klucz)#'N' .and. chr(klucz)#'n' .and. klucz#HLP
        loop
      ENDIF
    ENDIF
IF wybor#7
    DO CASE
      CASE klucz = HLP
       if wybor#7
          do HELP
       else
          do help1
       endif
      CASE chr(klucz) = 'N' .or. chr(klucz) = 'n'      && nowy
        set cursor ON
          store space(21) to i_NAZWA_P
          store space(8) to i_NAZWA_S
          store space(6) to i_JEDM
          store space(2) to i_WAGA1
          store space(2) to i_WAGA2
          store space(2) to i_WAGA3
          store space(2) to i_WAGA4
          store space(2) to i_WAGA5
          store space(1) to i_typ
        ekran_b = savescreen(06,31,22,78)
        @ 06,31,22,78 box '         '
        @ 07,33 to 21,76 DOUBLE
        @ 07,42 say '  Wprowadzenie  typu  '
       IF wybor = 1
         IF ile_sam<50
            @ 08,35 say 'NAZWA SYSTEMU'
```

```
      @ 09,35 get i_NAZWA_S PICT '!!!!!!!!'
      read
     else
      restscreen(06,31,22,78,ekran_b)
    set cursor OFF
      loop
   ENDIF
ELSE
   IF ile_sam<30
    @ 10,35 say 'NAZWA PARAMETRU'
    @ 11,35 get i_NAZWA_P
    @ 13,35 SAY 'JENOSTKA MIARY'
    @ 14,35 GET i_JEDM
    @ 15,35 SAY 'WAGA1='get i_waga1 PICT '999'
    @ 15,45 SAY 'WAGA2='get i_waga2 PICT '999'
    @ 15,55 SAY 'WAGA3='get i_waga3  PICT '999'
    @ 16,35 SAY 'WAGA4='get i_waga4 PICT '999'
    @ 16,45 SAY 'WAGA5='get i_waga5 PICT '999'
    @ 17,35 say 'typ' get i_typ PICT 'X' VALID i_typ$'sdSD'
    read
   else
    restscreen(06,31,22,78,ekran_b)
   set cursor OFF
    loop
  ENDIF
ENDIF
  IF lastkey() = ESC
   restscreen(06,31,22,78,ekran_b)
   IF ile_sam > 0
    do DAJ_WIER with nr_wiersz,normal
   ENDIF
   set cursor OFF
   loop
  ENDIF
  odp = ' '
  @ 22,44 say ' Czy zapisac (T/N) ? 'get odp pict '!' valid odp$('TN')
  read
  restscreen(06,31,22,78,ekran_b)
  set cursor OFF
  IF odp = 'T'
   do DAJ_WIER with nr_wiersz,negat
   append blank
   ile_sam = ile_sam + 1
  IF wybor = 1
       replace NAZWA_S    with i_NAZWA_S
```

```
    ELSE
        replace NAZWA_P with i_NAZWA_P
        replace JED_MIARY with i_JEDM
        replace WAGA1 with i_WAGA1
        replace WAGA2 with i_WAGA2
        replace WAGA3 with i_WAGA3
        replace WAGA4 with i_WAGA4
        replace WAGA5 with i_WAGA5
        replace typ with i_typ
    ENDIF
    IF ile_sam <= 15
      do DAJ_STR with 0
    ELSE
      IF wybor = 1
        od_ktory = ktory(NAZWA_S)
      ELSE
        od_ktory = ktory(NAZWA_P)
      ENDIF
      do DAJ_STR with od_ktory
    ENDIF
    nr_wiersz = 8
    IF ile_sam > 0
     do DAJ_WIER with nr_wiersz,normal
    ENDIF
  ELSE
    IF ile_sam > 0
     do DAJ_WIER with nr_wiersz,normal
    ENDIF
  ENDIF
CASE klucz = ENTER                          && poprawa
  set cursor ON
  IF wybor = 1
    store NAZWA_S to i_NAZWA_S
  ELSE
    store NAZWA_P to i_NAZWA_P
    store JED_MIARY to i_JEDM
    store WAGA1   to i_WAGA1
    store typ to i_typ
    store WAGA2   to i_WAGA2
    store WAGA3   to i_WAGA3
    store WAGA4   to i_WAGA4
    store WAGA5   to i_WAGA5
  ENDIF
 IF wybor = 1
    @ nr_wiersz,02 get i_NAZWA_S
```

```
   ELSE
    @ nr_wiersz,02 get i_NAZWA_P
    @ nr_wiersz,22 get i_JEDM
    @ nr_wiersz,36 get i_WAGA1 PICT '999'
    @ nr_wiersz,42 get i_WAGA2 PICT '999'
    @ nr_wiersz,48 get i_WAGA3 PICT '999'
    @ nr_wiersz,54 get i_WAGA4 PICT '999'
    @ nr_wiersz,60 get i_WAGA5 PICT '999'
    @ nr_wiersz,66 get i_typ PICT 'X' VALID i_typ$'sdSD'
ENDIF
   read
   IF lastkey() = ESC
    do DAJ_WIER with nr_wiersz,normal
    set cursor OFF
    loop
   ENDIF
    ekran_b = savescreen(15,31,22,78)
   odp = ' '
   @ 22,44 say ' Czy zapisac (T/N) ? 'get odp pict '!' valid odp$('TN')
   read
   restscreen(15,31,22,78,ekran_b)
   set cursor OFF
   IF odp = 'T'
    IF wybor = 1
    replace NAZWA_S   with i_NAZWA_S
    ELSE
    replace NAZWA_P  with i_NAZWA_P
    replace JED_MIARY    with i_JEDM
    replace WAGA1 with i_WAGA1
    replace WAGA2 with i_WAGA2
    replace WAGA3 with i_WAGA3
    replace WAGA4 with i_WAGA4
    replace WAGA5 with i_WAGA5
    replace typ with i_typ
    ENDIF
    IF ile_sam <= 15
     do DAJ_STR with 0
    ELSE
     IF wybor = 1
      od_ktory = ktory(NAZWA_S)
     ELSE
      od_ktory = ktory(NAZWA_P)
     ENDIF
     do DAJ_STR with od_ktory
    ENDIF
```

```
        nr_wiersz = 8
       ELSE
        do DAJ_WIER with nr_wiersz,normal
       ENDIF

     CASE chr(klucz) = 'S' .or. chr(klucz) = 's'      && skreslic
       ekran_b = savescreen(19,40,21,75)
       set color to &normal
       @ 19,40,21,75 box
       @ 19,40,21,75 box
       set color to &negat
       set cursor ON
       odp = ' '
       @ 20,41 say ' Czy na pewno skreslic (T/N) ? 'get odp pict '!' valid
odp$('TN')
       read
       set cursor OFF
       @ 20,41 say '     Prosze czekac ...          '
       IF odp = 'T'
        skresl = .T.
        ile_sam = ile_sam - 1
      IF wybor = 1
        od_ktory = ktory(NAZWA_S) - 1
      ELSE
        od_ktory = ktory(NAZWA_P) - 1
        spr=ltrim(str(recno()))
        sPARA='par'+spr
        store space(6) to spacje
        sele 1
        go top
        do while .not. eof()
          replace &sparA with  spacje
          skip
        enddo
        sele 2
      ENDIF
        delete
        restscreen(19,40,21,75,ekran_b)
        IF ile_sam = 0
         @ 08,01,22,78 box '         '
         exit
        ENDIF
        IF ile_sam <= 15
         do DAJ_STR with 0
        ELSE
```

```
          do DAJ_STR with od_ktory
         ENDIF
         nr_wiersz = 8
        ELSE
         restscreen(19,40,21,75,ekran_b)
        ENDIF
        set cursor OFF
      CASE chr(klucz) = 'd' .or. chr(klucz) = 'D'      && skreslic
        ekran_b = savescreen(19,40,21,75)
        set color to &normal
        @ 19,40,21,75 box '       Ű'
        @ 19,40,21,75 box ' Ü   ß  '
        set color to &negat
        set cursor ON
        odp = ' '
        @ 20,41 say ' Czy na pewno kasowac (T/N) ? 'get odp pict '!' valid
odp$('TN')
        read
        set cursor OFF
        @ 20,41 say '     Prosze czekac ...          '
        IF odp = 'T'
         skresl = .T.
         ile_sam = 0
         od_ktory = 0
         IF wybor = 2
           store space(6) to spacje
           ilosc = 1
          DO WHILE ilosc<=22
           spr=ltrim(str(ilosc))
           sPARA='par'+spr
           sele 1
           go top
           do while .not. eof()
             replace &sparA with  spacje
             skip
           enddo
           ilosc = ilosc+1
          ENDDO
           sele 2
         ENDIF
         delete all
         @ 08,01,22,78 box '        '
         exit
        ELSE
         restscreen(19,40,21,75,ekran_b)
```

```
        ENDIF
         set cursor OFF
  ENDCASE
ENDIF
  DO CASE
    CASE klucz = HLP
     if wybor#7
       do HELP
     else
       do help1
     endif
    CASE chr(klucz) = 'P' .or. chr(klucz) = 'p'      && parametry
     IF wybor = 7 .and. wzor=1
       do parametry
     else
       wz=wzor
       wzor=1
       do parametry
       wzor=wz
     endif
    CASE chr(klucz) = 'W' .or. chr(klucz) = 'w'      && wzorzec
     IF wybor = 7
       do parametry
     endif
    CASE chr(klucz) = 'A' .or. chr(klucz) = 'a'      && antywzorzec
     IF wybor = 7
       do parametry
     endif
    CASE klucz = UP
      do DAJ_WIER with nr_wiersz,negat
      IF nr_wiersz = 8
        skip - 1
        IF bof()
         ?? chr(7)
        ELSE
         scroll(08,01,22,78,-1)
        IF wybor = 1
         @ 08,01 say  '                  '
        ELSE
ENDIF
        ELSE
         skip -1
         nr_wiersz = nr_wiersz - 1
        ENDIF
        do DAJ_WIER with nr_wiersz,normal
```

```
CASE klucz = DOWN
  do DAJ_WIER with nr_wiersz,negat
 IF nr_wiersz = 22
   skip 1
   IF eof()
    go bottom
    ?? chr(7)
   ELSE
    scroll(08,01,22,78,1)
    IF wybor = 1
     @ 22,01 say '            '
    ELSE
     IF wybor = 2
  ENDIF
   ENDIF
  ELSE
   skip 1
   IF .not.eof()
    nr_wiersz = nr_wiersz + 1
   ELSE
    ?? chr(7)
    skip -1
   ENDIF
  ENDIF
  do DAJ_WIER with nr_wiersz,normal

CASE klucz = PGDN
  IF ile_sam >= 15
   skip 15-(nr_wiersz-8)
   IF .not.eof()
     IF wybor = 1 .OR. wybor = 7
      od_ktory = ktory(NAZWA_S)
     ELSE
      od_ktory = ktory(NAZWA_P)
     ENDIF
   ELSE
    od_ktory = ile_sam - 15
   ENDIF
   do DAJ_STR with od_ktory
   nr_wiersz = 8
  ENDIF

CASE klucz = PGUP
  IF ile_sam >= 15
```

```
          skip - (15 + (nr_wiersz-8) )

          IF wybor = 1 .or. wybor=7
            od_ktory = ktory(NAZWA_S)
          ELSE
            od_ktory = ktory(NAZWA_P)
          ENDIF
          do DAJ_STR with od_ktory
          nr_wiersz = 8
        ENDIF

      CASE klucz = HOME
        IF ile_sam >= 15
          go top
          do DAJ_STR with 0
          nr_wiersz = 8
        ENDIF

      CASE klucz = ENDE
        IF ile_sam >= 15
          do DAJ_STR with (ile_sam - 15 )
          nr_wiersz = 8
        ENDIF

      CASE klucz = ESC
        exit

      OTHERWISE
        ?? chr(7)

    ENDCASE

  ENDDO

  IF klucz = ESC
    exit
  ENDIF

ENDDO
set cursor ON

IF skresl
  pack
ENDIF
if wybor # 7
```

```
set color to &normal
if wydruk#1
clear
endif
endif
return
*-------------------------------------------------------------------*
procedure DAJ_STR

parameters od_ktory          && od ktorego rekordu /w kolejnosci od 0/

IF od_ktory # 0
  go top
  skip od_ktory
  skip 15
  skip -15
ELSE
  go top
ENDIF
if wydruk#1
ostwier = 22
else
ostwier = 50
endif
wier = 8
licz = 0

DO WHILE .not.eof() .and. ( wier <= ostwier )
  do DAJ_WIER with wier,negat
  wier = wier + 1
  skip
  licz = licz + 1
ENDDO
if wydruk#1
DO WHILE wier <= 22
  IF wybor = 2
ELSE
    if wybor = 1
    @ wier,01 say '                                                    '
     else
      if wydruk#1
         @ wier,01 say '                                               '
      endif
    endif
ENDIF
```

```
  wier = wier + 1
ENDDO
endif
if wydruk=1
do case
   case metoda=1
      if expert=1
        @ WIER+1,01 SAY 'ESTYMACJA WAG PARAMETROW - '
        @ wier+2,10 say '- metoda preferencji pojedynczego eksperta '
      ELSE
        @ WIER+1,01 SAY 'ESTYMACJA WAG PARAMETROW - '
        @ wier+2,10 say '- metoda preferencji grupy ekspertow'
      ENDIF
   CASE METODA=2
        @ WIER+1,01 SAY 'ESTYMACJA WAG PARAMETROW - '
        @ WIER+2,10 SAY '- metoda statystyczna'
   CASE METODA=3
        @ WIER+1,01 SAY 'ESTYMACJA WAG PARAMETROW - '
        @ wier+2,10 say '- bez preferencji'
ENDCASE
DO CASE
   CASE METODAA=1
        DO CASE
          CASE SREDNIA=1
        @ WIER+3,01 SAY 'AGREGACJA PARAMETOW - '
        @ wier+4,10 say '- metoda bezwzorcowa bazujaca na sredniej
arytmetycznej'
          CASE SREDNIA=2
        @ WIER+3,01 SAY 'AGREGACJA PARAMETOW - '
        @ wier+4,10 say '- metoda bezwzorcowa bazujaca na sredniej
geometrycznej'
          CASE SREDNIA=3
        @ WIER+3,01 SAY 'AGREGACJA PARAMETOW - '
        @ wier+4,10 say '- metoda bezwzorcowa bazujaca na sredniej
harmonicznej'
        ENDCASE
    CASE METODAA=2
        IF SREDNIAW=1
        @ WIER+3,01 SAY 'AGREGACJA PARAMETROW - '
        @ wier+4,10 say '- metoda wzorcowa bazujaca na wzorcu rozwoju'
         ELSE
        @ WIER+3,01 SAY 'AGREGACJA PARAMETROW - '
        @ wier+4,10 say '- metoda wzorcowa bazujaca na antywzorcu rozwoju'
        ENDIF
ENDCASE
```

```
DO CASE
  CASE NORMA=1
      @ WIER+5,01 SAY 'NORMALIZACJA ZMIENNYCH
AGREGATOWYCH - '
      @ wier+6,10 say '- norma jako wartosc maksymalna zmiennej agregatowej'
  CAse NORMA =2
      @ WIER+5,01 SAY 'NORMALIZACJA ZMIENNYCH
AGREGATOWYCH - '
      @ wier+6,10 say '- norma jako statystyczna wartosc maksymalna '
  CASE NORMA=3
      @ WIER+5,01 SAY 'NORMALIZACJA ZMIENNYCH
AGREGATOWYCH - '
      @ wier+6,10 say '- norma jako suma zmiennych agregatowych'
  CASE NORMA=4
      @ WIER+5,01 SAY 'NORMALIZACJA ZMIENNYCH
AGREGATOWYCH - '
      @ wier+6,10 say '- norma jako rozstep zmiennej agregatowej'
ENDCASE
EJECT

 set printer to
 set device to screen
 set print off
endif
if wydruk#1
 skip - licz
 wier = 8
 do DAJ_WIER with wier,normal
endif
return
*-----------------------------------------------------------------*
procedure DAJ_WIER
parameters wiersz,kolor          && od ktorego wiersza, w jakim kolorze

set color to &kolor
IF wybor = 1
@ wiersz,02 say NAZWA_S
ELSE
if wybor = 2
@ wiersz,02 say NAZWA_P
@ wiersz,22 say JED_MIARY
@ wiersz,36 say WAGA1
@ wiersz,42 say WAGA2
@ wiersz,48 say WAGA3
@ wiersz,54 say WAGA4
```

```
@ wiersz,60 say WAGA5
@ wiersz,66 say typ
else
@ wiersz,02 say NAZWA_s
@ wiersz,14 say 'ş'
@ wiersz,19 say wsk_jak
dlug=val(wsk_jak)
dlug=round((43*dlug),3)
dlug=int(dlug)
@ wiersz,34 say  replicate('ˌ',dlug)
endif
ENDIF
set color to &negat
return
*-------------------------------------------------------------------*
function ktory
parameters f_PAR

ten = 0

nr_rek = recno()
go top
IF indexord() = 1
   szuk = f_PAR
  IF eof()
   ten = 0
  ELSE
   IF wybor = 1 .or. wybor = 7
    DO WHILE .not.eof() .and.  NAZWA_S # szuk
     ten = ten + 1
     skip
    ENDDO
   ELSE
    DO WHILE .not.eof() .and.  NAZWA_P # szuk
     ten = ten + 1
     skip
    ENDDO
    ENDIF
  ENDIF
ENDIF

goto nr_rek

return(ten)
*-------------------------------------------------------------------*
```

```
procedure HELP

ekran_hlp = savescreen(08,21,22,78)
@ 08,21,22,78 box '         '
@ 09,23 to 22,76 DOUBLE
@ 09,47 say '  Help  '
@ 10,25 say 'Poruszanie sie po ekranie'
@ 11,25 say '          '+chr(24)+' '+chr(25)+' PgDn PgUp Home End '
@ 12,25 say 'Enter - aktualizacja danych dla biezacego typu'
@ 13,25 say '   F1 - help'
@ 14,25 say '    N - dopisanie nowego typu'
@ 15,25 say '    S - skreslenie biezacego typu'
@ 16,25 say '    D - skreslenie wszystkich rekordow'
@ 20,25 say "  Esc - powrot do MENU glownego"
inkey(0)
restscreen(08,21,22,78,ekran_hlp)
return
*-------------------------------------------------------------------*
procedure HELP1
ekran_hlp = savescreen(08,21,22,78)
@ 08,21,22,78 box '         '
@ 09,23 to 22,76 DOUBLE
@ 09,47 say '  Help  '
@ 10,25 say 'Poruszanie sie po ekranie'
@ 11,25 say '          '+chr(24)+' '+chr(25)+' PgDn PgUp Home End '
@ 13,25 say '   F1 - help'
@ 14,25 say '    P - wyswietlenie parametrow biezacego systemu'
@ 15,25 say '    W - wyswietlenie parametrow wzorca'
@ 16,25 say '    A - wyswietlenie parametrow antywzorca'
@ 20,25 say "  Esc - powrot do MENU glownego"
inkey(0)
restscreen(08,21,22,78,ekran_hlp)
return
*-------------------------------------------------------------------*
procedure PARAMETRY
set cursor on
sele 1
if wybor#7
  go top
 else
        set cursor off
        ekran_b = savescreen(04,00,24,79)
        @ 04,00,24,79 box '         '
        @ 04,00 to 24,79 DOUBLE
endif
```

```
DO WHILE .NOT. EOF()
@ 05,18 say ' Wartosci parametrow systemu '
if wybor=7 .and. wzor=2
@ 05,49 say 'WZORZEC'
ELSE
 IF wybor=7 .and. wzor=3
 @ 05,49 say 'ANTYWZORZEC'
 ELSE
@ 05,49 say nazwa_s
ENDIF
ENDIF
nw=8
NNW=0
sss=1
sele 2
np=1
GO TOP
@ 7,2 say "parametr jed.miary typ wartosc"
DO WHILE .NOT. EOF()
IF nw<=22
  nk=02
ELSE
  NK=42
  NNW=1
  sss=1
  NW=NW-15
ENDIF
IF NNW=1
   NK=42
ENDIF
if sss=1
  @ 7,nk say "parametr jed.miary typ wartosc"
  sss=0
endif
   @ nw,nk say nazwa_p+' '+jed_miary+'  '+typ
   sele 2
   pr=ltrim(str(recno()))
   PARA='par'+pr
if wybor=7 .and. wzor=2
   pa=recno()
   @ nw,nk+24 say ltrim(str(wzorzec[pa]))
 else
   if wybor=7.and.wzor=3
      pa=recno()
      @ nw,nk+24 say ltrim(str(awzorzec[pa]))
```

```
    else
      sele 1
      @ nw,nk+24 get &parA
    endif
 endif
sele 2
skip
nw=nw+1
np=np+1
ENDDO
if wybor#7
READ
endif
SELE 1
if wybor#7
SKIP
else
 if wydruk#1
inkey(0)
endif
restscreen(04,00,24,79,ekran_b)
exit
endif
ENDDO
set cursor off
return
*-------------------------------------------------------------------------*
procedure KALKULACJE
public metoda,srednia,metodaa,sredniaw
wydruk=0
sredniaw=7
set color to &normal
    clear
do while .t.
@ 01,00 to 03,23 DOUBLE
@ 02,02 say 'WARSZAWA  '+dtoc(date())
@ 01,24 to 03,79 DOUBLE
@ 02,25 say ' Ű¸±°          O B L I C Z E N I A          °±¸Ű '
@ 04,00 clear to 24,79
@ 04,00 to 24,79 DOUBLE
@ 24,02 say chr(24)
@ 24,03 say chr(25)
@ 24,04 say ' WYBOR'
@ 24,60 say 'Enter - AKCEPTACJA'
@ 05,22 to 19,54 DOUBLE
```

```
@ 07,24 prompt '     E S T Y M A C J A       ' mess 'Estymacja wspolczynnikow
waznosci parametrow systemow'
@ 09,24 prompt '     A G R E G A C J A       ' mess 'Agregacja parametrow
systemow'
@ 11,24 prompt ' N O R M A L I Z A C J A   Z ' mess 'Normalizacja zmiennych
agregatowych'
@ 13,24 prompt '         W Y N I K I         ' mess 'Prezentacja wynikow'
@ 15,24 prompt '       W Y J S C I E         ' MESS 'Powrot do menu glownego'
menu to etap
DO CASE
  CASE etap=1
    @ 01,00 to 03,23 DOUBLE
    @ 02,02 say 'WARSZAWA  '+dtoc(date())
    @ 01,24 to 03,79 DOUBLE
    @ 04,00 clear to 24,79
    @ 04,00 to 24,79 DOUBLE
    @ 24,02 say chr(24)
    @ 24,03 say chr(25)
    @ 24,04 say ' WYBOR'
    @ 24,60 say 'Enter - AKCEPTACJA'
    @ 05,20 to 19,56 DOUBLE
    @ 07,22 prompt '  METODA PREFERENCJI EKSPERTOW    '
    @ 09,22 prompt '       METODA STATYSTYCZNA        '
    @ 11,22 prompt '       BEZ PREFERENCJI            '
    menu to metoda
    IF metoda=1
       @ 04,00 clear to 24,79
       @ 04,00 to 24,79 DOUBLE
       @ 24,02 say chr(24)
       @ 24,03 say chr(25)
       @ 24,04 say ' WYBOR'
       @ 24,60 say 'Enter - AKCEPTACJA'
       @ 05,20 to 19,56 DOUBLE
       @ 07,21 prompt 'PREFERENCJA INDYWIDUALNEGO EKSPERTA'
       @ 09,21 prompt '    PREFERENCJA GRUPY EKSPERTOW    '
       menu to expert
     ELSE
       expert=3
    ENDIF
    IF expert=2
       @ 04,00 to 24,79 DOUBLE
       set cursor on
       @ 15,21 say "PODAJ LICZBE EKSPERTOW <2,5> " GET ILWAG PICT
'9'
       READ
```

```
      set cursor off
    ENDIF
    DO NAGLOWEK
  CASE etap=2
    @ 01,00 to 03,23 DOUBLE
    @ 02,02 say 'WARSZAWA  '+dtoc(date())
    @ 01,24 to 03,79 DOUBLE
    @ 04,00 clear to 24,79
    @ 04,00 to 24,79 DOUBLE
    @ 24,02 say chr(24)
    @ 24,03 say chr(25)
    @ 24,04 say ' WYBOR'
    @ 24,60 say 'Enter - AKCEPTACJA'
    @ 05,20 to 19,56 DOUBLE
    @ 07,22 prompt '  M E T O D A    BEZWZORCOWA     '
    @ 09,22 prompt '  M E T O D A      WZORCOWA      '
    menu to metodaa
    DO NAGLOWEK
  CASE etap=3
    @ 04,00 clear to 24,79
    @ 04,00 to 24,79 DOUBLE
    @ 24,02 say chr(24)
    @ 24,03 say chr(25)
    @ 24,04 say ' WYBOR'
    @ 24,60 say 'Enter - AKCEPTACJA'
    @ 05,10 to 19,66 DOUBLE
    @ 07,12 prompt 'NORMA JAKO WARTOSC MAKSYMALNA ZMIENNEJ
SYNTETYCZNEJ '
    @ 09,12 prompt '    NORMA JAKO STATYSTYCZNA WARTOSC
MAKSYMALNA    '
    @ 11,12 prompt '    NORMA JAKO SUMA ZMIENNYCH
AGREGATOWYCH       '
    @ 13,12 prompt '    NORMA JAKO ROZSTEP ZMIENNEJ
AGREGATOWEJ       '
    menu to NORMA
    DO NAGLOWEK
  CASE etap=4
    wybor=7
    do naglowek
    do wyniki
  CASE etap=5
    return
ENDCASE
ENDDO
RETURN
```

```
*-------------------------------------------------------------------*
procedure naglowek
set color to &normal
    clear
    @ 01,00 to 03,23 DOUBLE
    @ 02,02 say 'WARSZAWA  '+dtoc(date())
    @ 01,24 to 03,79 DOUBLE
do case
  case metoda=1 .AND. etap=1
    @ 02,25 say ' Ű¸±° ESTYMACJA /METODA PREFERENCJI
EKSPERTOW/   °±¸Ű '
  case metoda=2 .and. etap=1
    @ 02,25 say ' Ű¸±° ESTYMACJA PARAMETROW /METODA
STATYSTYCZNA/ °±¸Ű '
    expert=3
  case metoda=3 .and. etap=1
    expert=4
  case etap=2 .and. metodaa=1
    @ 02,25 say ' Ű¸±° AGREGACJA PARAMETROW /METODA
BEZWZORCOWA/  °±¸Ű '
    @ 04,00 clear to 24,79
    @ 04,00 to 24,79 DOUBLE
    @ 24,02 say chr(24)
    @ 24,03 say chr(25)
    @ 24,04 say ' WYBOR'
    @ 24,60 say 'Enter - AKCEPTACJA'
    @ 05,20 to 19,56 DOUBLE
    sredniaw=0
    @ 07,22 prompt 'BAZUJACA NA SREDNIEJ ARYTMETYCZNEJ'
    @ 09,22 prompt 'BAZUJACA NA SREDNIEJ GEOMETRYCZNEJ'
    @ 11,22 prompt 'BAZUJACA NA SREDNIEJ HARMONICZNEJ '
    menu to SREDNIA
  case etap=2 .and. metodaa=2
    @ 02,25 say ' Ű¸±°   AGREGACJA PARAMETROW /METODA
WZORCOWA/   °±¸Ű '
    @ 04,00 clear to 24,79
    @ 04,00 to 24,79 DOUBLE
    @ 24,02 say chr(24)
    @ 24,03 say chr(25)
    @ 24,04 say ' WYBOR'
    @ 24,60 say 'Enter - AKCEPTACJA'
    @ 05,20 to 19,56 DOUBLE
    @ 07,22 prompt 'BAZUJACA NA WZORCU ROZWOJU    '
    @ 09,22 prompt 'BAZUJACA NA ANTYWZORCU ROZWOJU'
    srednia=4
```

```
    menu to SREDNIAW
  case etap=3
    @ 02,25 say ' Ű¸±°     NORMALIZACJA ZMIENNYCH
AGREGATOWYCH    °±¸Ű '
  case etap=4
    @ 02,25 say ' Ű¸±° WYNIKI WIELOWYMIAROWEJ ANALIZY
POROWNAWCZEJ°±¸Ű '
endcase
return
*-------------------------------------------------------------------*
procedure ESTYMACJA
PUBLIC mi,si
     sele 2
     count all to ile_par
     go top
     sele 1
     count all to ile_sam
     go top
     ssi=0
     svi=0
     np=1
     wag=1
   DO WHILE np<=ile_par
     sele 1
     pr=ltrim(str(np))
     wij='wij'+pr
     &wij=0
     PARA='PAR'+pr
     go top
     do while .not. eof()
       &wij=&wij+VAL(&para)
       skip
     enddo
     mi=&wij/ile_sam
     tabmi[np]=mi
     go top
     ssi=0
    do while .not. eof()
       ssi=ssi+(val(&para)-mi)^2
    skip
    enddo
     ssi=ssi/ile_sam
     si=ssi^(1/2)
     odch[np]=si
     vi=si/mi
```

```
    sele 2
    goto np
    replace wsp_zm with str(vi,12,2)
    svi=svi+vi
    np=np+1
  ENDDO
DO CASE
  CASE metoda=1 .and. expert=1
    sele 2
    go top
    alfa=0
    w=0
    do while .not. eof()
      if val(waga1)>1 .or. w=1
        w=1
       else
        w=0
      endif
      alfa=alfa+val(waga1)
      skip
    enddo
    go top
    DO WHILE .NOT. EOF()
       if w=0
          alfai=val(waga1)
        else
          alfai=val(waga1)/alfa
       endif
       replace wsp_waz with STR(alfai,12,2)
       skip
    ENDDO

  CASE metoda=1 .and. expert=2

    sele 2
    go top
    alfa=0
    w=0
    declare al[ilwag]
    do while .not. eof()
       afill(al,0)
       sump=0
       WAG=1                          && wag - ilosc ekspertow
       DO WHILE wag<=ilwag
          wg=ltrim(str(wag))          && ILWAG - ilosc ekspertow
```

```
            waga='waga'+wg
            al[wag]=val(&waga)
            sump=sump+al[wag]
            wag=wag+1
          ENDDO
          asort(al)
          alfai=(sump-(al[1]+al[ilwag]))/3
          replace wsp_waz with STR(alfai,12,2)
          skip
       enddo
       go top
       DO WHILE .NOT. EOF()
          alfai=val(wsp_waz)
          alfa=alfa+alfai
          skip
       ENDDO
       go top
       DO WHILE .NOT. EOF()
          if val(WSP_WAZ)>1
            alfai=val(wsp_waz)
            alfai=alfai/alfa
            replace wsp_waz with STR(alfai,12,2)
          endif
          skip
       ENDDO

     CASE metoda=2 .and. expert=3
       sele 2
       go top
       DO WHILE .NOT. EOF()
         alfai=VAL(wsp_zm)/svi
         replace wsp_waz with STR(alfai,12,2)
         skip
       ENDDO
     CASE metoda=3 .and. expert=4
       sele 2
       go top
       DO WHILE .NOT. EOF()
         alfai=1
         replace wsp_waz with STR(alfai,12,2)
         skip
       ENDDO
ENDCASE
RETURN
*-------------------------------------------------------------------*
```

```
procedure NORMALP
** a) doprowadzenie roznoimiennych parametrow do wzajemnej
porownywalnosci
** /postulat addytywnosci/
     sele 1
     count all to ile_sys
     sele 2
     count all to ile_par
     go top
     n=1
     np=1
     afill(swp,0)
     declare wps[ile_par*ile_sys]
     afill(wps,0)
     wsum=0
    sele 2
    go top
   DO WHILE np<=ile_par
    is=1
     sele 1
     pr=ltrim(str(np))
     PARA='PAR'+pr
     go top
     afill(nowa,0)
     do while .not. eof()
       wij=VAL(&para)
nowa[is]=wij
       mi=tabmi[np]
     if odch[np]=0
       wijk=0
      else
       wijk=(wij-mi)/odch[np]
     endif
       ** b) ujednolicenie charakteru parametrow /jednolita preferencja/
       **    (stymulanty, destymulanty)
       sele 2
       goto np
       if typ='d'.or. typ='D'
         wijk=-wijk
        endif
       sele 1
       skip
       swp[n]=wijk
       wsum=wsum+wijk
       is=is+1
```

```
        n=n+1
      enddo
        asort(nowa)
        sele 2
        goto np
        if typ='d'.or.typ='D'
           wzorzec[np]=nowa[1]
          awzorzec[np]=nowa[ile_sys]
        else
           wzorzec[np]=nowa[ile_sys]
          awzorzec[np]=nowa[1]
        endif
      np=np+1
    ENDDO
    mk=wsum/(ile_par*ile_sys)
    ** c) wyeliminowanie niedodatnich wartosci parametrow
        sk1=0
        np=1
      do while np<=ile_par
        is=1
        do while is<=ile_sys
          sk1=sk1+((swp[np*is]-mk)^2)
          is=is+1
        enddo
        np=np+1
      enddo
      sk2=sk1/(ile_par*ile_sys)
      sk=sk2^(1/2)
      acopy(swp,wps)
      asort(wps)
      delta=-wps[1]+(sk/5)
IF wps[1]<=0
  n=1
  do while n<=ile_par*ile_sys
    swp[n]=swp[n]+delta          && swp - macierz parametrow wij
    n=n+1
  enddo
ENDIF

RETURN
*-------------------------------------------------------------------*
procedure AGREGACJA
declare afa[ile_par]
afill(afa,0)
sele 2
```

```
go top
n=1
do while .not. eof()
  afa[n]=val(wsp_waz)
  skip
  n=n+1
enddo
afill(q,0)
DO CASE
** a) metoda bezwzorcowa
  CASE  metodaa=1 .and. srednia=1
    wzor=1
   afill(q,0)
   sele 1
    go top
    k=1
    do while k<=ile_sys
      i=1
      n=k
      do while i<=ile_par
         s=swp[n]
         q[k]=q[k]+(afa[i]*s)
         i=i+1
         n=n+ile_sys
       enddo
      k=k+1
     skip
    enddo
  CASE  metodaa=1 .and. srednia=2
   wzor=1
   afill(q,1)
    sele 1
    go top
    k=1
    do while k<=ile_sys
      i=1
      n=k
      do while i<=ile_par
         s=swp[n]
         q[k]=q[k]*(s^afa[i])
         i=i+1
         n=n+ile_sys
       enddo
      k=k+1
     skip
```

```
    enddo
  CASE  metodaa=1 .and. srednia=3
   wzor=1
  afill(q,0)
  sele 1
   go top
   k=1
   do while k<=ile_sys
     i=1
     n=k
     do while i<=ile_par
        s=swp[n]
        q[k]=q[k]+(afa[i]/s)
        i=i+1
        n=n+ile_sys
      enddo
        q[k]=1/q[k]
     k=k+1
    skip
   enddo

** b) metoda wzorcowa

  CASE  metodaa=2
   sk1=0
   np=1
   do while np<=ile_par
    nrpar=(np*ile_sys)-ile_sys
    is=1
    afill(wpar,0)
    do while is<=ile_sys
     wpar[is]=swp[nrpar+is]
     is=is+1
    enddo
    asort(wpar)
    IF srednia w=1
      wzor=2
      woik[np]=wpar[ile_sys]
    ELSE
     wzor=3
     woik[np]=wpar[1]
    ENDIF
    np=np+1
   enddo
   afill(q,0)
```

```
      k=1
      do while k<=ile_sys
        i=1
        n=k
        do while i<=ile_par
           s=swp[n]
           q[k]=q[k]+(afa[i]*((woik[i]-s)^2))
           i=i+1
           n=n+ile_sys
         enddo
           q[k]=q[k]^(1/2)
        k=k+1
      enddo

ENDCASE
RETURN
*-------------------------------------------------------------------*
procedure NORMALZ
declare qs[ile_sys]
DO CASE
  CASE norma=1
     acopy(q,qs)
     asort(qs)
     qn=qs[ile_sys]
  CASE norma=2
     j=1
     sq=0
     do while j<=ile_sys
        sq=sq+q[j]
        j=j+1
     enddo
     ssq=sq/ile_sys
     stq=0
     j=1
     do while j<=ile_sys
       stq=stq+((q[j]-ssq)^2)
       j=j+1
     enddo
     qn=(stq/ile_sys)^(1/2)
     qn=ssq+2*qn
  CASE norma=3

     j=1
     sq=0
     do while j<=ile_sys
```

```
          sq=sq+q[j]
          j=j+1
        enddo
        qn=sq
   CASE norma=4
        acopy(q,qs)
        asort(qs)
 ENDCASE
 j=1
 SELE 1
 GO TOP
 DO WHILE j<=ile_sys
  if norma=4
     q[j]=(q[j]-qs[1])/(qs[ile_sys]-qs[1])
  else
    q[j]=q[j]/qn
  endif
  if sredniaw=1
    q[j]=1-q[j]
  endif
     replace wsk_jak with ltrim(str(q[j],10,5))
     skip
     j=j+1
 ENDDO

 RETURN
 *-------------------------------------------------------------------*
 procedure WYNIKI

 @ 02,25 say ' Ű¸±° E S T Y M A C J A    PARAMETROW  SYSTEMOW °±¸Ű
 '
 do estymacja
 @ 02,25 say ' Ű¸±°  NORMALIZACJA  P A R A M E T R O W      °±¸Ű '
 do normalp
 @ 02,25 say ' Ű¸±° A G R E G A C J A   PARAMETROW  SYSTEMOW  °±¸Ű
 '
 do agregacja
 @ 02,25 say ' Ű¸±°    NORMALIZACJA ZMIENNYCH AGREGATOWYCH
 °±¸Ű '
 do normalz
 @ 02,25 say ' Ű¸±° WYNIKI WIELOWYMIAROWEJ ANALIZY
 POROWNAWCZEJ°±¸Ű '
 @ 04,00 to 24,79 DOUBLE
 @ 23,01 say wier_gor
 @ 24,65 say ' Esc - exit '
```

```
@ 24,02 say ' F1 - help '
do master
        ekran_s = savescreen(19,40,21,75)
        set color to &normal
        @ 19,40,21,75 box '        Ű'
        @ 19,40,21,75 box ' Ü   ß  '
        set color to &negat
        set cursor ON
        clear gets
        odp = ' '
        @ 20,41 say ' Czy drukowac ?       (T/N)  'get odp pict '!' valid odp$('TN')
        read
        set cursor OFF
        IF odp = 'T'
          restscreen(19,40,21,75,ekran_s)
*nazwa='     '
*@ 10,10 get nazwa
*read
*nazwa=nazwa+'.txt'
set device to print
set print on
*set printer to &nazwa
wydruk=1
    @ 02,02 say 'WARSZAWA  '+dtoc(date())
    @ 02,25 say ' Ű¸±° WYNIKI WIELOWYMIAROWEJ ANALIZY
POROWNAWCZEJ°±¸Ű '
do master
set printer to
set device to screen
set print off

ENDIF
wydruk=0
do master
set color to &normal
clear
RETURN
*****************************************************************
```

BIBLIOTEKA GŁÓWNA - ARCHIWUM
Nr ewid. 57176
Akademii Obrony Narodowej