



AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

CENTRUM INFORMATYKI

ZASTOSOWANIE EKSPERTOWEGO SYSTEMU DO WSPOMAGANIA PROCESU DECYZYJNEGO NA SZCZEBŁU ZWIĄZKU TAKTYCZNEGO

Specyfikacja funkcjonalna oraz zarys koncepcji

61056

Biblioteka Główna
Akademii Obrony Narodowej

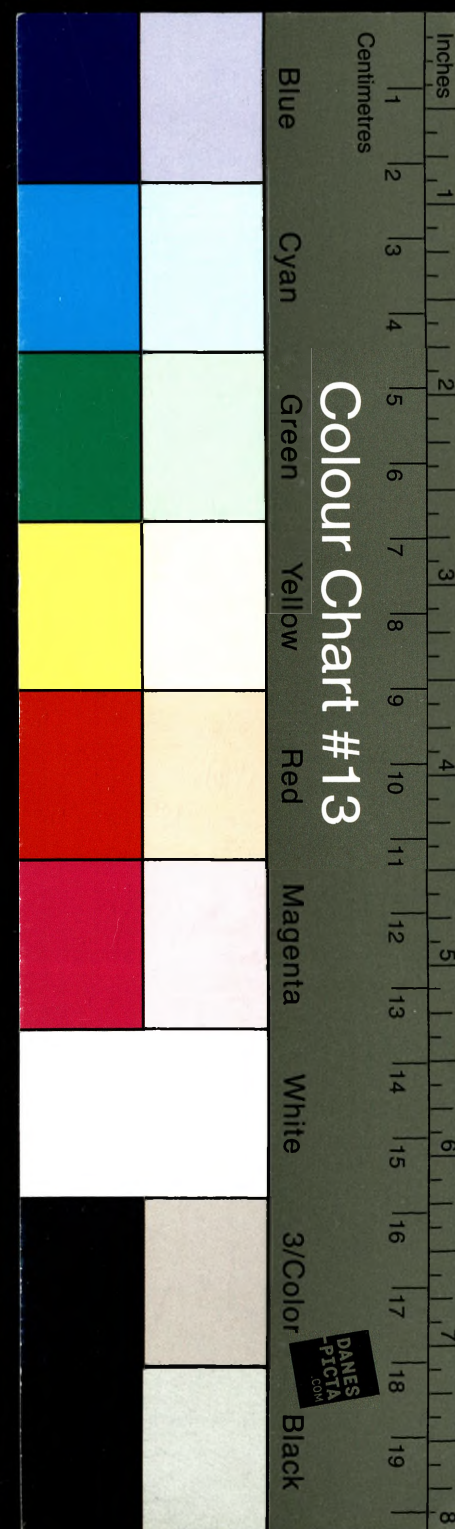
544585



05-004585-001-0

WARSZAWA

2000



AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

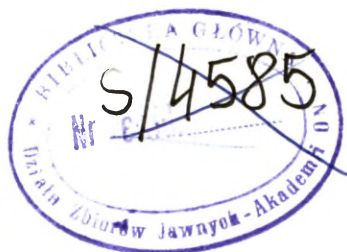
CENTRUM INFORMATYKI



**ZASTOSOWANIE EKSPERTOWEGO SYSTEMU
DO WSPOMAGANIA PROCESU DECYZYJNEGO
NA SZCZEBLU ZWIĄZKU TAKTYCZNEGO**

Specyfikacja funkcjonalna oraz zarys koncepcji

plk dr inż. Ryszard WIELEBA



INFORM-ZT

7.4.3.0

Warszawa

2000

Pracę naukowo-badawczą ZASTOSOWANIE EKSPERTOWEGO SYSTEMU DO WSPOMAGANIA PROCESU DECYZYJNEGO NA SZCZEBLU ZWIĄZKU TAKTYCZNEGO pk. INFORM-ZT wykonał płk dr inż. Ryszard WIELEBA pod kierownictwem naukowym płk prof. dr hab. inż. Czesława FLANKA.

Poszczególni członkowie zespołu opracowali

- ✓ płk prof. dr hab. inż. Czesław FLANEK Wstęp, Rozdz. 1 –współudział;
- ✓ płk dr inż. Ryszard WIELEBA Rozdz. 1- współudział, Rozdz. 2, 3, 4, 5 i 6.

Wprowadzenie

Temat pt. „Zastosowanie ekspertowego systemu do wspomagania procesu decyzyjnego na szczeblu związku taktycznego” został wykonany zgodnie z „Planem prac naukowo-badawczych na rok 2000” (INFORM- ZT 7.4.3.0).

Niniejsze opracowanie stanowi kontynuację prowadzonych prac nad rozwiązaniem w/w problemu. W latach 1997-1999 dokonano próby zaprojektowania modelu ekspertowego wspomagania decyzji dowódcy związku taktycznego. Zrealizowano projekt technologiczny eksperymentalnego, laboratoryjnego systemu ekspertowego wspomagającego wybrane funkcje procesu decyzyjnego dowódcy związku taktycznego w środowisku pakietu sztucznej inteligencji Sphinx.

Jednak, ze względu na złożoność problemu oraz trudności związane z permanentną reorganizacją SZ RP, jak również dostosowywanie procesu dowodzenia do procedur stosowanych i obowiązujących w NATO, do realizacji problemu należy podejść od początku z uwzględnieniem doświadczenia, wiedzy i umiejętności nabytej w/w okresie. Autor opracowania od kilku lat systematycznie uczestniczy w ćwiczeniach 132 i 143 pełniąc funkcje w grupie koordynacyjno-operacyjnej. Doświadczenia z uczestnictwa w tych i innych ćwiczeniach na różnych szczeblach dowodzenia Sił Zbrojnych RP oraz znajomość organizacji ćwiczeń w innych państwach NATO pozwala na zajmowanie się wyżej wymienioną problematyką.

Przewiduje się, że całość problemu zostanie zakończona w 2001 roku, realizacją technologiczną laboratoryjnego systemu ekspertowego do wspomagania decyzji podejmowanych na szczeblu związku taktycznego.

Potencjalne obszary zastosowania takiego systemu to:
proces dydaktyczny na Wydziale Wojsk Lądowych AON;
ćwiczenia dowódczo-sztabowe organizowane przez Dowództwo Wojsk Lądowych.

Opracowanie zawiera wstęp, sześć rozdziałów merytorycznych, zakończenie oraz bibliografię.

Rozdziały merytoryczne zawierają:

Ogólną charakterystykę systemów ekspertowych;

Główne wątki systemu decyzyjnego na szczeblu związku taktycznego;
Analizę formalną systemu decyzyjnego na szczeblu związku taktycznego;
Identyfikację problemów decyzyjnych
Ocenę podatności procesów decyzyjnych na wspomaganie ekspertowe;
Zarys koncepcji zastosowania ekspertowego wspomaganie decyzji na szczeblu związku taktycznego

Spis treści

1. SYSTEMY EKSPERTOWE	10
1.1. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA SYSTEMÓW EKSPERTOWYCH.....	10
1.2. STRUKTURA SYSTEMÓW EKSPERTOWYCH I NARZĘDZIA DO ICH KONSTRUOWANIA.....	14
1.2.1. <i>Struktura systemu ekspertowego</i>	15
1.2.2. <i>Etapy tworzenia systemów ekspertowych</i>	19
1.2.3. <i>Narzędzia wspomagające budowę systemów ekspertowych</i>	23
1.3. REPREZENTACJA I POZYSKIWANIE WIEDZY W SYSTEMACH EKSPERTOWYCH	25
1.4.1. <i>Metody reprezentacji wiedzy</i>	25
1.4.2. <i>Struktura bazy wiedzy</i>	29
1.4.3. <i>Pozyskiwanie wiedzy w systemach ekspertowych</i>	31
1.4.3.1. <i>Klasyfikacja metod pozyskiwania wiedzy</i>	32
1.4. PRZETWARZANIE WIEDZY W SYSTEMACH EKSPERTOWYCH	39
1.5.1. <i>Przestrzeń poszukiwań</i>	39
1.5.2. <i>Wnioskowanie wstępujące</i>	40
1.5.3. <i>Wnioskowanie zstępujące</i>	41
1.5.4. <i>Inne strategie wnioskowania</i>	42
1.5.4.1. <i>Uporządkowane rozwiązania i nieuporządkowane procedury poszukiwania</i>	42
1.5.4.2. <i>Wnioskowanie w warunkach niepewności i niepełności wiedzy</i>	45
1.5. ZALETY I OGRANICZENIA SYSTEMÓW EKSPERTOWYCH.....	46
2. SYSTEM DECYZYJNY NA SZCZEBLU ZWIĄZKU TAKTYCZNEGO.....	50
2.1. PODSTAWOWE POJĘCIA.....	50
2.2. ORGANIZACJA DOWODZENIA	54
2.3. PROCES DOWODZENIA	63
3. ANALIZA FORMALNA SYSTEMU	66
3.1. ZASTOSOWANA NOTACJA W OPRACOWANIU.....	66
3.2. ANALIZA FORMALNA SYSTEMU DECYZYJNEGO NA SZCZEBLU ZWIĄZKU TAKTYCZNEGO.....	74
3.5.1. <i>Ustalenie położenia (proces 1)</i>	82
3.5.2. <i>Planowanie (proces 2)</i>	84
3.5.2.1. <i>Ocena sytuacji (proces 2.1)</i>	86
3.5.2.2. <i>Odprawa decyzyjna i zamiar (proces 2.2)</i>	115
3.5.2.3. <i>Podjęcie decyzji (proces 2.3)</i>	116
3.5.2.4. <i>Symulacja decyzji (proces 2.4)</i>	117
3.5.2.5. <i>Sprządzenie planu operacji (proces 2.5)</i>	117
3.5.2.6. <i>Opracowanie rozkazu operacyjnego (proces 2.6)</i>	118
3.5.3. <i>Stawianie zadań (proces 3)</i>	119
3.5.4. <i>Kontrola (proces 4)</i>	121
3.5.4.1. <i>Podział odpowiedzialności (proces 4.1)</i>	124
3.5.4.2. <i>Organizacja synchronizacji (proces 4.2)</i>	124

3.5.4.3. Monitorowanie sytuacji (proces 4.3).....	125
4. IDENTYFIKACJA PROBLEMÓW DECYZYJNYCH.....	126
4.1. CZĄSTKOWE PROBLEMY DECYZYJNE PROCESU DOWODZENIA.....	127
5. OCENA PODATNOŚCI PROCESÓW DECYZYJNYCH NA WSPOMAGANIE EKSPERTOWE	131
5.1. WYMAGANIA NA EKSPERTOWY SYSTEM WSPOMAGANIA DECYZJI.....	151
6. ZARYS KONCEPCJI ZASTOSOWANIA EKSPERTOWEGO WSPOMAGANIA DECYZJI NA	159
SZCZEBŁU ZWIĄZKU TAKTYCZNEGO.....	159
6.1. STRUKTURA BAZY WIEDZY SYSTEMU EKSPERTOWEGO I JEJ ELEMENTY	159
7. ZAKOŃCZENIE.....	167
8. LITERATURA.....	171

Wstęp

Decydenci, którzy zmuszeni są podejmować decyzje w dużym stresie mogą mieć trudności podjęcia właściwej decyzji z powodu niemożności przetworzenia olbrzymiej ilości informacji, w szczególności dotyczącej rozpoznania i identyfikacji rzeczywistej sytuacji. Odpowiednia ocena aktualnej sytuacji odgrywa olbrzymią rolę w procesie dowodzenia w trakcie działań bojowych, gdzie informacje powinny być efektywnie wykorzystane do kierowania środkami walki oraz w procesie podejmowania taktycznych decyzji. Systemy ekspertowe z założenia powinny wspierać podejmowanie decyzji poprzez wspomaganie procesu interpretowania i automatyzacji analizy lub oceny konkretnej sytuacji. Istotą ich funkcjonowania jest przyswajanie aktualnych danych z różnych źródeł, generowanie hipotez co do aktualnej sytuacji, sposobów postępowania w zaistniałej sytuacji i kierowanie ich do operatorów, planistów i innych decydentów.

Wydaje się, że najbardziej obiecującą dziedziną w zakresie wykorzystania technik sztucznej inteligencji w planowaniu działań bojowych jest integracja informacji pochodzących z różnych źródeł oraz mechanizmy interpretacji i doradztwa na różnych poziomach dowodzenia. W systemach sztucznej inteligencji prace skupiają się wokół budowy "naturalnego" języka, systemów ekspertowych i zaawansowanego dialogu człowiek-komputer. Systemy są implementowane dla pięciu kluczowych funkcji dowodzenia na poziomie walki grupowej :

- wymagania na siły uderzeniowe;
- ocena możliwości wykonania zadań;
- symulacja działań;
- planowanie operatywne działań;
- ocena strategii.

Każda z tych funkcji może być wykonywana ze wspomaganie komputerowym. Obok specjalistycznych symulatorów działań bojowych możliwe jest także wspomaganie za pomocą jednej z najbardziej rozwiniętych technik sztucznej inteligencji, czyli z wykorzystaniem systemów ekspertowych. Zarówno pierwsza technika jak i częściowo druga, dają obiecujące wyniki o czym świadczą rezultaty prac badawczych z zakresu wspomaganie decyzji w działaniach bojowych prowadzonych na Wydziale Cybernetyki WAT, w Centrum Informatyki Sztabu Generalnego WP oraz Zarządzie Dowodzenia Sztabu Generalnego WP w

ramach zautomatyzowanego systemu dowodzenia wojskami lądowymi „KOLORADO” oraz CIAON.

Według wielu specjalistów z zakresu sztucznej inteligencji system ekspertowy to specjalizowany system informatyczny, którego główną funkcją jest rozwiązywanie zadań o charakterze decyzyjnym w zakresie jednego lub wielu następujących obszarów: sterowanie procesami, testowanie obiektów technicznych, projektowanie, diagnozowanie, instruktaż, interpretowanie zjawisk, planowanie, prognozowanie, naprawianie obiektów itd. Do rozwiązywania tych zadań wykorzystywane są procedury wnioskowania, które wraz ze zgromadzoną wiedzą stanowią pewien model ekspertyzy. Wiedza systemu ekspertowego składa się z „faktów” oraz „heurystyk”. „Fakty” reprezentują informacje ogólnie dostępne i powszechnie akceptowane przez ekspertów z dziedziny, której ekspertyza dotyczy. „Heurystyki” natomiast charakteryzują proces oceny i rozwiązywania problemu przez konkretnego specjalistę np. jego domysły, przypuszczenia, intuicję, zdroworozsądkowe zasady.

System ekspertowy wspomagania dowodzenia powinien spełniać bardzo duże wymagania, aby mógł skutecznie wspierać proces podejmowania decyzji na szczeblu związku taktycznego. W kolejnych rozdziałach przedstawione zostaną zarówno systemy ekspertowe jako takie, analiza formalna procesu decyzyjnego na szczeblu związku taktycznego, zadania decyzyjne, których rozwiązywanie należy wspomagać oraz wymagania na system ekspertowy i zarys koncepcji jego tworzenia.

Rozdział pierwszy pracy zawiera ogólną charakterystykę systemów ekspertowych, przedstawiona została ich natura, możliwości, narzędzia do ich konstruowania, zalety oraz ograniczenia.

W rozdziale drugim przedstawiono główne wątki systemu decyzyjnego na szczeblu związku taktycznego.

Rozdział trzeci zawiera analizę formalną systemu decyzyjnego zrealizowaną za pomocą diagramów przepływu danych (DFD), które mogą być podstawą do kreacji modelu danych oraz modelu funkcjonalnego systemu. Z oczywistych względów analiza ta oparta na metodach i treści pracy zespołów funkcjonalnych na stanowisku dowodzenia wojsk lądowych [**].

W rozdziale czwartym zostały zidentyfikowane i przedstawione problemy decyzyjne wynikające z analizy formalnej przeprowadzonej w rozdziale trzecim oraz cząstkowych problemów decyzyjnych procesu dowodzenia..

Rozdział piąty przedstawiono zakres czynności, które powinny być objęte komputerowy (w tym również ekspertowym) wspomaganie planowania i opracowania decyzji. Zdefiniowano dziewięć problemów decyzyjnych podlegających eksperckiemu wspomaganie.

W rozdziale szóstym przedstawiono wymagania na ekspertowy system wspomaganie podejmowania decyzji na szczeblu ZT oraz sformułowano jego ogólną koncepcję.

1. Systemy ekspertowe

1.1. Ogólna charakterystyka systemów ekspertowych.

Systemy ekspertowe (SE) opierają się na metodach sztucznej inteligencji (będąc najbardziej użytecznym produktem badań w tej dziedzinie), przyjmując następującą zasadę:

Zasada wiedzy: Dowolny system przejawia inteligentne rozumienie i działanie na wysokim poziomie kompetencji przede wszystkim ze względu na konkretną wiedzę, jakiej może użyć; są to reprezentacje pojęć, faktów, metod, modeli, metafor i heurystyk dotyczących dziedziny, w której funkcjonuje.

O każdym użytecznym programie komputerowym można powiedzieć, że wykorzystuje on wiedzę. Zazwyczaj wiedza ta wyrażona jest w postaci algorytmicznej, tj. została użyta jednokrotnie do skonstruowania algorytmu, który odtąd ją reprezentuje. Twórcy algorytmów są w stanie zawczasu powiedzieć, co i w jakiej kolejności powinno być robione z danymi dla osiągnięcia zamierzonej relacji między danymi wejściowymi a wynikami działania programu. Programy zbudowane metodą algorytmiczną, stanowią niezwykle cenne narzędzia człowieka, pozwalające zaoszczędzić mu nieograniczone ilości pracy.

Istnieje tu jednak pewna asymetria: o ile np. obliczenia numeryczne, w których potęgą komputerów jest szczególnie widoczna, mogą w zasadzie być wykorzystywane przez człowieka „ręcznie, o tyle istnieje szeroka klasa zadań wykonywanych przez ludzi, które opierają się na komputeryzacji. To o tych zadaniach mówi się, że wymagają inteligencji. Natomiast inne zadania wyróżniają się tym, że zarówno w samych ich sformułowaniach, jak i w danych występuje ogromna różnorodność. Dane dotyczą pojęć wchodzących między sobą w liczne związki znaczeniowe, które muszą być odzwierciedlone w programie, by mógł on adekwatnie interpretować przetwarzane informacje.

Tu czysta metoda algorytmiczna osiąga barierę złożoności. Jej środki formalne są zbyt ubogie do reprezentacji znaczeń danych. Zrozumienie tego stanowi punkt wyjścia technologii systemów ekspertowych. Do rozwiązywania praktycznych zagadnień wiedza jest konieczna, nie zawsze jednak może ona być „skompilowana” w postaci algorytmu.

Cechą charakterystyczną systemów ekspertowych jest to, że posługują się one wiedzą reprezentowaną jawnie. W systemie ekspertowym rozdziela się składnik wiedzy od części

algorytmicznej. Odium rozwiązywania problemów spada na wyodrębniony składnik wiedzy; algorytm systemu nie rozwiązuje problemów bezpośrednio, zajmuje się tylko stosowaniem sformalizowanej wiedzy. Bariera złożoności jest pokonywana dzięki temu, że stosowanie wiedzy daje się wyrazić algorytmicznie, rozmaitość zaś związana z dziedziną problemu znajduje odbicie w treści elementów bazy wiedzy.

Następujące charakterystyki pozwalają opisać istotę systemów ekspertowych na tle klasycznego oprogramowania. Mogą one stanowić kryteria pozwalające rozstrzygać, czy dany program można określić mianem systemu ekspertowego. Problem takich rozstrzygnięć pojawia się coraz częściej, ponieważ określenie „system ekspertowy” używane bywa w celach reklamowych.

1. System ekspertowy (SE) jest programem komputerowym, zaprojektowanym do współpracy ze specjalistą (człowiekiem) w ograniczonej, lecz trudnej dziedzinie praktycznej. Zadania dla systemu ekspertowego oprócz typowych obliczeń powinny wymagać wnioskowania. Dziedzina powinna być trudna w tym sensie, że stawiane w niej problemy rozwiązywane są przez wykształconych i doświadczonych specjalistów, nie zaś na drodze zdrowego rozsądku. Przeznaczeniem SE nie jest zastępowanie specjalistów - interakcja z większością poważnych SE jest zwiększenie poziomu ekspertyzy i dbanie o to, by czegoś nie przeoczono. Użyteczność systemu może być zwiększona, jeśli wyniki będą przedstawione w formie standardowych raportów, automatyzując w ten sposób prace typowo biurowe.
2. Wnioskowanie SE modeluje się na podstawie rozumowań specjalistów - ludzi. Kryterium to wyłącza np. programy opierające się na statystyce.
3. System ekspertowy oprócz reprezentacji dziedziny powinien dysponować przynajmniej częściową reprezentacją samego siebie. Zwykle programy produkują wyniki, lecz nie przechowują danych o tym, co i dlaczego zrobiły, a więc nie są w stanie później swego zachowania wyjaśnić aktywnie (chodzi o możliwość interakcyjnego dociekania szczegółów zachowania się programu). W czasie interakcji ze specjalistą możliwe są też w zasadzie modyfikacje systemu, co nie wchodzi w rachubę w zwykłych programach.
4. Interfejs SE budowany jest z wykorzystaniem ograniczeń form języka naturalnego i użyciem grafiki komputerowej, co pozwala na bezpośrednią współpracę ludzi z systemem, bez pośrednictwa specjalizowanych języków czy konwencji specyfikacji danych.

Postęp wnoszony przez technologię systemów ekspertowych do automatycznego przetwarzania informacji możemy określić jako stworzenie ponad_algorytmicznych języków programowania - języków kolejnego, wyższego poziomu.

Rozważmy sytuację zapisanego w języku wysokiego poziomu interpretera języka LISP.

Działanie programu lispowego można opisać jako pracę programu w danym języku programowania, który przetwarza dane o bardzo szczególnej postaci (tekst programu lispowego i jego dane). Biorąc pod uwagę, że od szczegółów budowy interpretera abstrahuje się (o ile tylko funkcjonuje on zgodnie z założeniami), a problem dla interpretera przygotowuje się myśląc w kategoriach Lispu, widzimy, że naturalnej jest przyjąć za obraz sytuacji programowanie w Lispie. Dane interpretera stanowią system same w sobie, interpreter dostarcza tylko zakładanej funkcjonalności. W tym sensie na rozwiązywanie problemów przez SE składa się przede wszystkim programowanie na poziomie wiedzy: algorytmiczny składnik SE dostarcza tylko dynamiki przetwarzania danych.

Zapis informacji o wybranej dziedzinie wiedzy w formalnym języku systemu ekspertowego jest podobny do programowania, jednakże można się tu posługiwać pojęciami, które lepiej niż struktury danych i instrukcje języków programowania przystają do zdroworozsądkowych intuicji. Osoby współpracujące przy budowie baz wiedzy najczęściej nie są przecież programistami. Ponadto, odróżnieniu od programowania algorytmicznego, w bazie wiedzy najczęściej abstrahuje się od zagadnień sterowania - od konieczności obliczeń. Ważne jest, by wyczerpująco opisać dziedzinę i problem, a mechanizm wnioskujący odpowiedzialny jest za to, by odpowiednie fragmenty wiedzy zostały wyszukane w bazie kiedy trzeba, i automatycznie zastosowane tam, gdzie potrzeba. Oznacza to, że w zasadzie opisuje się, co jest prawdziwe o dziedzinie zastosowania, a nie jak rozwiązać jakiś problem. W praktyce jednak, wszelkie informacje mające znaczenie dla sterowania - wiedza strategiczna - są niezwykle cenne.

Rozdzielenie w systemach ekspertowych jawnej bazy wiedzy od części algorytmicznej ma szereg zalet. Największa stanowi duża komunikatywność tego medium. Języki reprezentacji wiedzy posługują się zwrotami języka naturalnego, a sama forma zapisu wiedzy opiera się na wariantach notacji logicznej. Bazy wiedzy powinny być zrozumiałe, choć w inny sposób, zarówno dla ludzi, jak i dla programów komputerowych.

Z różnic rozumienia zawartości bazy wiedzy przez ludzi i program komputerowy rodzi się następująca iluzja wiedzy: regule przypisujemy znaczenie ponieważ - jako ludzie - znamy

znaczenia występujących w regule terminów. Należy stale pamiętać, że z punktu widzenia programu komputerowego liczy się tylko forma reguły i reguła

„Jeśli padało, to jest mokro” mogłaby wyglądać Jeśli F02(a,b) to F45(c)

Możemy sobie wyobrazić, że wszystkie reguły właśnie tak abstrakcyjnie wyglądają dla programu.

Elementy bazy wiedzy są bogato ze sobą powiązane - nie stanowią niczego ponad sam zbiór powiązań. Tylko powiązania stanowią o ich znaczeniu w systemie z bazą wiedzy. Ludzie znając treści używanych pojęć, mogą stwierdzić, czy dana reguła ma sens. Punkt widzenia programu znajduje się dokładnie z przeciwnej strony. Program musi przyjąć, że dostarczone reguły mają sens i to jedynie one budują sens używanych pojęć. Im więcej reguł, tym pojęcia stają się wyraźniejsze.

Intencją przyświecającą budowie baz wiedzy jest to, by mimo różniącej się interpretacji przez ludzi i programy, wspólne było to, co składa się na ekspertyzę w danej dziedzinie.

Wydzielenie wiedzy w formie osobnego zapisu pozwala abstrahować od sposobu jej użycia i wykorzystywać to praktycznie. W szczególności, ponieważ zapis wiedzy czytelny jest dla komputera, możliwe jest zastosowanie programów wspomagających tworzenie bazy wiedzy. Typowe jest wykorzystanie interaktywnej grafiki komputerowej do przedstawiania elementów bazy wiedzy w postaci np. grafu.

Inną konsekwencją wyodrębnienia bazy wiedzy - szczególnie charakterystyczną dla technologii systemów ekspertowych - jest możliwość użycia jej elementów do wyjaśniania użytkownikom procesów wnioskowania i ich wyników. W praktyce sprowadza się to najczęściej do cytowania użytych reguł, niekiedy przekształcanych w wypowiedzi w języku naturalnym. Wyjaśnianie wnioskowania poprzez cytowanie reguł nie zawsze jest jednak wystarczające. Zastosowanie reguł do nauczania, przy braku głębszej wiedzy o dziedzinie zastosowania, jest również problematyczne.

W literaturze wyróżnia się następującą klasyfikację typów zastosowań systemów ekspertowych:

- systemy kontrolne - umożliwiające kontrolowanie przebiegu różnych złożonych procesów z wykorzystaniem czujników służących na przykład do pomiaru temperatury, ciśnienia czy

liczności;

- systemy diagnostyczne - służące do wykrywania defektów, czy lokalizowania źródeł awarii;
- systemy naprawcze - mające szersze przeznaczenie niż systemy diagnostyczne, czy kontrolne. Mogą nie tylko ustalić przyczyny, ale również podejmować działania naprawcze (wykorzystując stosowne elementy wykonawcze);
- systemy projektujące - wspomagające projektowanie różnych obiektów, zgodnie z zadaną specyfikacją i ograniczeniem (może to dotyczyć obiektów urbanistycznych, układów elektronicznych czy systemów komputerowych);
- systemy instruktażowe - służące do realizacji szkolenia z wykorzystaniem komputera. System ekspertowy tego typu pomaga zwykle ocenić podstawową wiedzę i opracować program nauczania specjalnie dostosowany do jego poziomu i potrzeb;
- systemy planistyczne - służące do opracowywania planów działania pod kątem realizacji postawionych celów (na przykład szeregowanie zadań, ustalenie strategii rozwiązywania zadania);
- systemy prognostyczne- wspomagające przewidywanie skutków zachodzących procesów. Analizując potencjalne możliwości, przewidują zmiany mogące zajść w wyniku modyfikacji warunków zewnętrznych lub parametrów procesów. Najpopularniejszym zastosowaniem tego typu systemów jest prognozowanie pogody.

Wszystkie przedstawione tu kategorie są bogato reprezentowane przez istniejące systemy, przy czym najliczniejsza grupa zajmuje się interpretacją i diagnozą. Poszczególne kategorie mają niekiedy wiele ze sobą wspólnego, ponadto w systemach ekspertowych występują w kombinacjach. Powyższą klasyfikację należy jeszcze uzupełnić o systemy pośredniczące między użytkownikiem a dowolnym skomplikowanym systemem. Systemy takie pozwalają użytkownikowi posłużyć się np. dużym programem komputerowym., odgrywając rolę aktywnego opisu obsługi.

1.2.Struktura systemów ekspertowych i narzędzia do ich konstruowania.

Konstruowanie systemów ekspertowych nie ma jeszcze wciąż opracowanej powszechnie akceptowanej metodologii. Nie udało się stworzyć formalnych metod postępowania przy projektowaniu systemów ekspertowych. Istnieją pewne ogólne zasady

postępowania, które należy zawsze adaptować do konkretnego przypadku.

Przystępując do budowania systemu ekspertowego musimy rozstrzygnąć trzy podstawowe zagadnienia:

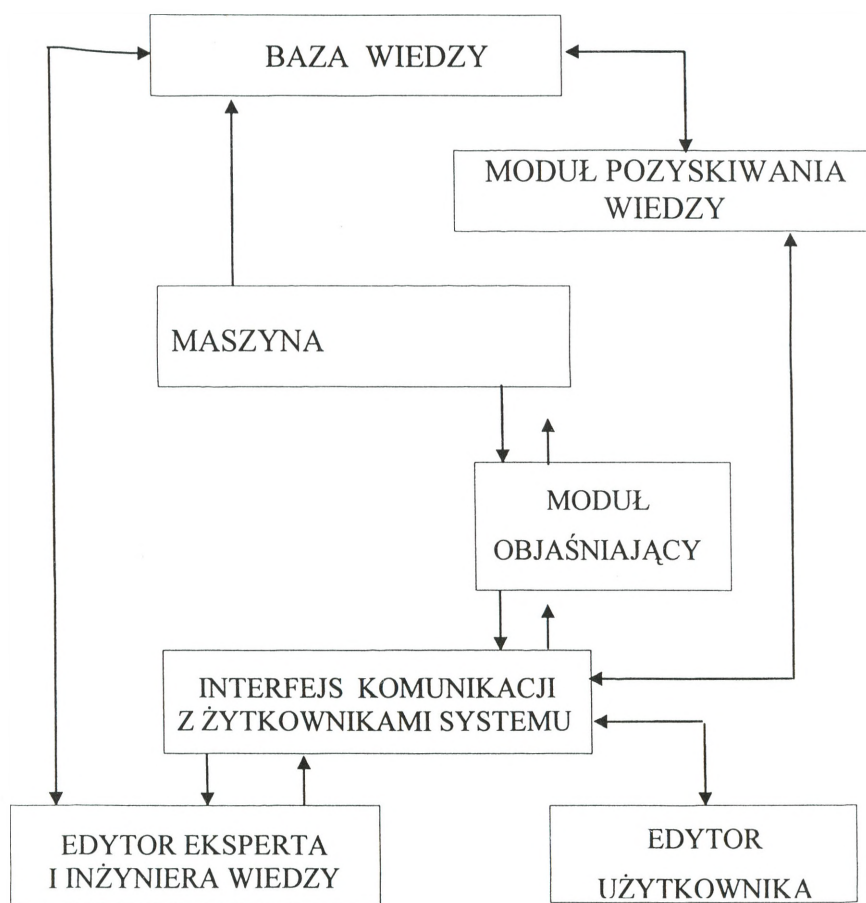
1. struktury takiego systemu (z jakich części składa się system i jakie są, związki między tymi elementami?);
2. etapów tworzenia (jakie czynności należy wykonać, aby zaprojektować i zaimplementować system ekspertowy?);
3. sposobów realizacji (z jakich narzędzi (środków) możemy skorzystać przy tworzeniu systemu?).

1.2.1. Struktura systemu ekspertowego.

W skład systemu ekspertowego wchodzi, trzy zasadnicze części:

- baza wiedzy,
- maszyna wnioskująca,
- interfejs komunikacji z użytkownikiem.

Wymienione elementy są, nieodzownymi składnikami systemu ekspertowego, bez nich nie możemy mówić, że mamy do czynienia z systemem ekspertowym.



Rys. 1-1. Struktura systemu ekspertowego.

BAZA WIEDZY systemu ekspertowego stanowi główną część i zawiera informacje z określonej dziedziny wiedzy. Zawartość bazy wiedzy stanowi o istocie systemu. Inne moduły korzystają z wiedzy zawartej w bazie. Jej brak powoduje niemożność korzystania z takiego systemu ekspertowego. Luki w wiedzy systemu istotnie utrudniają, jego prawidłowe funkcjonowanie. Wiedzę systemu ekspertowego można podzielić na dwie części:

- wiedzę proceduralną
- wiedzę faktograficzną.

Wiedza faktograficzna odnosi się do stwierdzeń o otaczającej nas rzeczywistości. Wiedza proceduralna wskazuje natomiast na związki między faktami. Oprócz tych dwóch podstawowych rodzajów wiedzy, baza wiedzy może zawierać inne informacje. Aby system mógł porozumiewać się z użytkownikiem w jego specjalistycznym języku, baza wiedzy musi być wyposażona w słownik pojęć, którym , operuje system ekspertowy w trakcie

pozyskiwania wiedzy od użytkownika, konwersacji podczas rozwiązywania problemu lub w czasie wyjaśniania mu prezentowanych rozwiązań. W bazie wiedzy zawarte mogą być także ogólne zależności określające sposoby podejmowania decyzji niezależnie od dziedziny wiedzy, która zajmuje się system ekspertowy (jest to tzw. metawiedza systemu, czyli wiedza o wiedzy). W przypadkach, gdy wiedza systemu może być zapisana w postaci modeli, to w bazie wiedzy wyodrębniona jest część zawierająca takie modele.

Konstruktor bazy wiedzy (inżynier wiedzy) powinien uwzględnić potrzeby jej ciągłej rozbudowy i modyfikacji, w miarę rozwoju systemu. Przyjmuje się, że baza wiedzy może przechowywać informacje sprzeczne, lecz nie mogą one prowadzić do błędnego działania systemu. Oznacza to, że maszyna wnioskująca musi uwzględniać tego typu sytuacje. Są one oczywiście przejściowe. Ich wykrywaniem i usuwaniem zajmują się procedury pozyskiwania wiedzy.

Baza wiedzy ma odpowiednią organizację. Jest ona najczęściej kompromisem między wymaganą formą opisu wiedzy a możliwościami umieszczenia jej w komputerze. Obecnie konstruowane bazy wiedzy, wykorzystujące regułową reprezentację, zawierają na ogół najwyżej kilkanaście tysięcy reguł. Przewiduje się jednak, że bazy wiedzy komputerów piątej generacji będą zawierały co najmniej kilkadziesiąt tysięcy, a nawet do 1000000000 reguł, co będzie już w przybliżeniu odpowiadać wiedzy człowieka.

MASZYNA WNIOSKUJĄCA zawiera procedury umożliwiające operowanie na wiedzy systemu w celu wyciągania wniosków (poszukiwania rozwiązań). Opracowano do tej pory wiele metod wnioskowania. Użycie konkretnej metody zależy w dużej mierze od sposobu reprezentacji wiedzy w bazie wiedzy. Na przykład dla regułowej reprezentacji wiedzy opracowano metody prostego i odwrotnego łańcucha wnioskowania (wnioskowania wstępującego i zstępującego).

Maszyna wnioskująca bezpośrednio operuje na bazie wiedzy i może w trakcie działania zmieniać jej zawartość przez wprowadzenie do niej nowych faktów. Wszystkie stosowane metody wnioskowania mają na celu znalezienie jakiejś drogi (najczęściej najkrótszej), prowadzącej do któregoś z możliwych rozwiązań (lub do rozwiązania najlepszego pod jakimś względem). Najczęstszymi ograniczeniami efektywności procedur wnioskowania są zasoby komputera, takie jak objętość pamięci operacyjnej oraz szybkość pracy procesora.

INTERFEJS KOMUNIKACJI Z UŻYTKOWNIKIEM. Aby system mógł porozumiewać się z otoczeniem, musi być wyposażony w odpowiedni program do komunikowania się z

użytkownikami. Umożliwia on wprowadzenie do systemu informacji będących opisem analizowanego problemu oraz zapoznanie się z pośrednimi i końcowymi wynikami działania systemu. Interfejs taki stanowi także narzędzie do pozyskiwania wiedzy od użytkowników. Odbyna się to często w drodze dialogu. Wiedza taka jest przez system na bieżąco gromadzona i weryfikowana.

Właściwa organizacja dialogu użytkownik - komputer umożliwia efektywne wykorzystanie systemu ekspertowego.

Projektując interfejs należy pamiętać, że:

- wiedza może być opisywana w sposób abstrakcyjny, ze zróżnicowaną dokładnością, i wnikliwością oraz na różnych poziomach szczegółowości;
- użytkownik systemu ekspertowego dysponuje również wiedzą (i to często fragmentami nie gorszą niż system);
- w różnych dziedzinach przedmiotowych obowiązują różne sposoby prowadzenia dialogu (i związane z tym zwyczaje).

Aby możliwy był rozwój systemu ekspertowego, musi być do niego dostarczana wciąż nowa wiedza, a równocześnie istniejąca powinna być modyfikowana i ulepszona. Tego typu działanie możliwe jest dzięki zastosowaniu modułu pozyskiwania wiedzy zarówno od użytkownika systemu, jak i od eksperta czuwającego nad jej poprawnością.

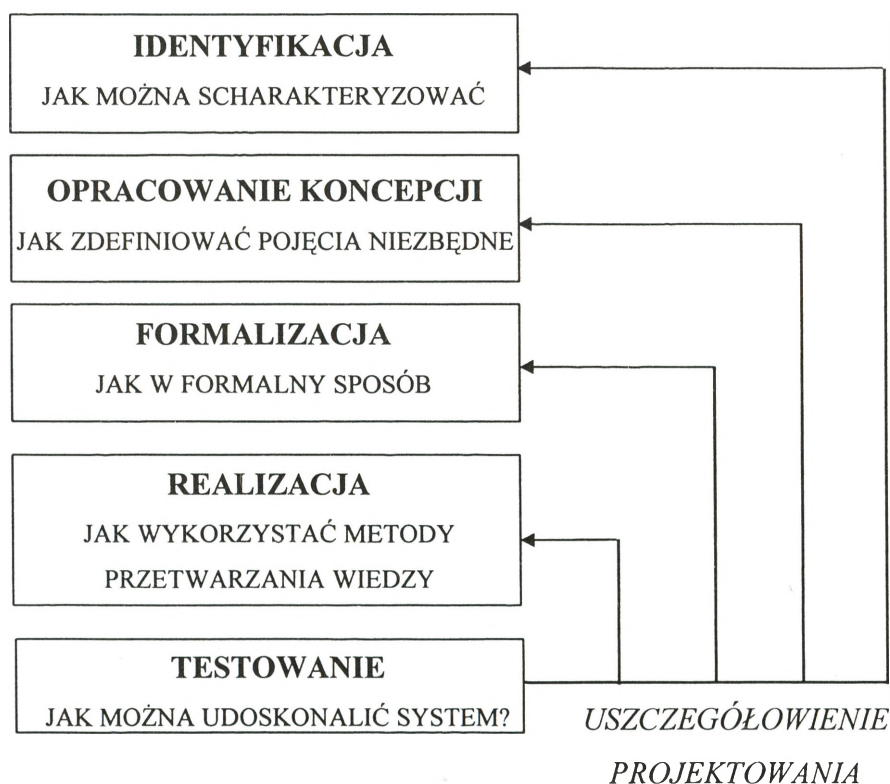
Proces gromadzenia wiedzy powinien odbywać się pod kontrolą modułu pozyskiwania wiedzy, co gwarantuje bieżącą jej weryfikację. Tego typu wymagania mogą jednak spełnić tylko skomplikowane procedury przetwarzania wiedzy.

Aby możliwe było przekonanie użytkownika systemu o poprawności rozwiązań proponowanych przez system, muszą istnieć procedury dokonujące wyjaśnień. Rolę taką spełnia moduł objaśniający, który w najprostszej formie przedstawia całą drogę wnioskowania poczynając od wprowadzenia do systemu faktów, przez pośrednie rozwiązania, a skończywszy na odpowiedzi. Musi istnieć możliwość uzyskania odpowiedzi od systemu na pytanie typu "dlaczego właśnie tak?" oraz na pytanie "co by było gdyby?".

Jeżeli system wyposażony jest w takie mechanizmy udowadniania swoich decyzji, budzi na ogół większe zaufanie osób go obsługujących (co jest warunkiem koniecznym użyteczności systemów ekspertowych).

1.2.2. Etapy tworzenia systemów ekspertowych.

Doświadczenia z tworzenia systemów ekspertowych wskazują, że projektując taki system należy jak najszybciej stworzyć jego prototyp. Powinien on dysponować większością funkcji końcowego produktu. Takie prowadzenie prac umożliwia sprawdzenie o poprawności przyjętych rozwiązań już na wczesnych etapach tworzenia systemu. Weryfikacja systemu, w stopniu znacznie większym niż w wypadku innych systemów informatycznych, możliwa jest jedynie przez jego eksploatację.



Rys.1-2. Etapy tworzenia systemu ekspertowego.

Jak wynika ze schematu przedstawiającego etapy tworzenia systemów ekspertowych, podlega on zwykłym zasadom tworzenia oprogramowania. Różnica polega na innym rozłożeniu akcentów na poszczególne elementy. Podczas eksploatacji systemu ekspertowego, oprócz usuwania dostrzeżonych błędów i niedoskonałości, należy dążyć do tego, by był on ciągle rozwijany (oczywiście powoduje to, że znacznie wzrastają koszty pielęgnacji). Do oceny nie wystarczają często tradycyjne kryteria takie jak: koszt, szybkość, działania, niezawodność. Należy je uzupełnić o dodatkowe zasady oceny poprawności generowanych

rozwiązań i ich zgodności z rozwiązaniami przygotowywanymi przez człowieka - eksperta.

Przed przystąpieniem do tworzenia systemu ekspertowego należy dokonać pewnego rozeznania co do zadań, jakie stawia się przed systemem. Polegać to może na sformułowaniu odpowiedzi na następujące pytania:

1. Czy tworzenie systemu ekspertowego jest możliwe?
2. Czy tworzenie systemu ekspertowego jest pożyteczne?
3. Czy tworzenie systemu ekspertowego ma sens? Tworzenie systemu ekspertowego jest możliwe:

- gdy eksperci mogą, opisać swoje metody postępowania przy rozwiązywaniu problemu;
- gdy eksperci są w zasadzie jednomyślni co do przyjętych rozwiązań problemu;
- gdy zadanie nie jest w bardzo dużej mierze skomplikowane;
- gdy zadanie wymaga wykorzystania rozumowania człowieka - eksperta;

Tworzenie systemów ekspertowych jest pożyteczne;

- gdy system redukuje trud człowieka, pomagając mu w rozwiązywaniu problemów z pewnej dziedziny;
- gdy rozwiązanie jest opłacalne;
- gdy liczba ekspertów z danej dziedziny jest niewystarczająca;
- gdy system będzie w pełni wykorzystywany.
-

Tworzenie systemów ekspertowych ma sens:

- gdy zadanie wymaga operowania symbolami;
- gdy zadanie nie jest bardzo skomplikowane;
- gdy zadanie ma praktyczne zastosowanie i jego rozmiar umożliwia znajdowanie rozwiązań.

Jeżeli wstępny etap analizy zadania oraz dziedziny zastosowania systemu zakończy się pomyślnie, to można przystąpić do prac projektowych. Specyfika systemów ekspertowych umożliwia stworzenie jednolitego unormowanego toku postępowania przy ich tworzeniu. Dlatego też jedna ze strategii może być tzw. "stopniowe udoskonalenie". Stopniowe udoskonalenie oznacza, że system sam sobie pomaga rozwijać się. Dlatego też jeżeli projektanci systemu mają chociażby minimalną wiedzę umożliwiającą zbudowanie systemu (a służy temu celowi wiele formalnych metod manualnego pozyskiwania wiedzy) tworzą jego

prototyp. System korzystając z wiedzy uzyskanej wstępnie od eksperta, pozyskuje nowe, pełnowartościową wiedzę (z wykorzystaniem półautomatycznych bądź też nawet automatycznych metod pozyskiwania wiedzy).

Istnieje jednak pewne niebezpieczeństwo związane z takim sposobem doskonalenia (rozwijania) systemu. Mogą powstać różne nieprzewidziane sytuacje, a najgroźniejsza z nich jest taka, gdy baza wiedzy osiągnie niekontrolowane rozmiary. Sterowanie takim systemem staje się niewygodne, a czasami wręcz niemożliwe. System staje się sam dla siebie "wąskim gardłem". W takiej sytuacji należy na nowo zaprojektować system, co w efekcie powinno doprowadzić do stworzenia niezawodnego produktu.

Niemożliwe jest szczegółowe przedstawienie kolejnych kroków, które należy poczynić, aby stworzyć system, to jednak udało się wyodrębnić pewne szeroko pojęte etapy opracowania oraz sposoby postępowania w każdym z nich. Są to etapy ściśle z sobą powiązane i częściowo pokrywające się: identyfikacja, opracowanie koncepcji, formalizacja, realizacja, testowanie (pielęgnacja).

Rysunek 1-2 ilustruje związki między etapami oraz sposoby przechodzenia między nimi. Przedstawia on jedną z możliwych realizacji procesu projektowania. Projektowanie rozpoczyna się od identyfikacji i kończy się na testowaniu. Jednakże w dowolnym kroku tworzenia możliwe jest przejście do innego etapu.

Realizując etap identyfikacji, twórca systemu i ekspert określają istotne elementy zadania (np. dane wejściowe, etapy rozwiązywania, oczekiwane wyniki). Elementy te opisuje się dokładnie, ustalając przy tym zestaw pojęć, którymi od tej pory należy się posługiwać.

Etap wypracowania koncepcji polega na wyodrębnieniu niezależnych części zadania i określeniu ograniczeń związanych z zadaniem. Na tym etapie ważną rzeczą jest ustalenie poziomu uszczegółowienia przyjmowanych pojęć. Twórca bazy wiedzy najczęściej wybiera najbardziej abstrakcyjny poziom uszczegółowienia. Należy zwrócić uwagę, że na tym etapie wymaga się od twórców, aby dokonali oni pełnej analizy zadania przed przystąpieniem do realizacji projektu. Stanie się to aktualne po stworzeniu prototypu systemu (a wtedy powstanie pole do popisu dla ekspertów weryfikujących powstały prototyp).

Wykonując etap formalizacji inżynier wiedzy musi wyrazić kluczowe pojęcia i związki za pomocą metod formalnych, zwykle związanych z językiem (narzędziem) używanym do tworzenia systemu ekspertowego. Z tego powodu wymaga się od inżyniera wiedzy znajomości narzędzi do tworzenia systemów ekspertowych. Na tym etapie powinien on wybrać narzędzie adekwatne do rozwiązywanego problemu, np. jeżeli do rozwiązania zadania można posłużyć się regułami wnioskowania, to projektant może wybrać język

ROSIE. Przyjęcie tego języka do zapisu pojęć formalnych na tym etapie powoduje, że inżynier wiedzy będzie gromadził wiedzę w postaci reguł.

Etap realizacji poświęcony jest na przekształcenie zgromadzonej wiedzy w program komputerowy. Od tak stworzonego programu wymaga się, aby miał pewne cechy:

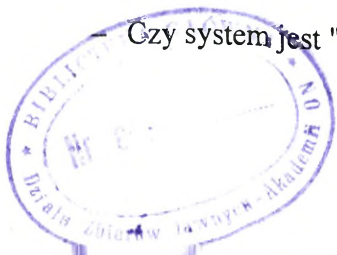
- "treść", która wynika z etapu formalizacji;
- "formę", która narzuca narzędzie wybrane do tworzenia systemu;
- "zgodność" - bo musi istnieć zgodność między przyjętymi strukturami reprezentacji wiedzy i sposobami wnioskowania.

Etap realizacji powinien być wykonany możliwie szybko, aby otrzymać prototyp systemu, co umożliwi weryfikację przyjętych założeń projektowych. Systemy ekspertowe są dość wrażliwe na przeciąganie prac nad ich realizacją, gdyż produkt otrzymany po długim czasie może być już w istotnym stopniu przestarzały.

Etap testowania włącza się w ocenę wyników pracy systemu oraz jego przydatności. Ekspert ocenia stworzony prototyp i wraz z twórcą dokonuje, jego sprawdzenia z wykorzystaniem przygotowanych wcześniej danych. Podczas takiej oceny mogą ujawnić się pewne mankamenty, co spowoduje, że projektant będzie musiał cofnąć się na wcześniejszy etap projektowania, modyfikując lub zmieniając przyjęte rozwiązania.

Ocena prototypu może przykładowo polegać na odpowiedzi na pytania:

- Czy system generuje rozwiązania, które zadowolają ekspertów ?
- Czy reguły nie są błędne, sprzeczne lub niepełne ?
- Czy strategia wnioskowania umożliwia systemowi rozpatrywanie problemu w naturalnym porządku, tak jak czyniłby to ekspert ?
- Czy objaśnienia są adekwatne do tego jak i dlaczego zostały przyjęte lub odrzucone pewne rozwiązania ?
- Czy dane testowe obejmują cały zaplanowany zakres wiedzy, w jakim ma być zastosowany ?
- Czy prezentowane rozwiązania mają wartości użytkowe?
- Czy pytania systemu są logiczne, z wymagany stopniem uszczegółowienia (jeżeli w ogóle występuje dialog z użytkownikiem na etapie poszukiwania rozwiązań - nie dotyczy to etapu objaśniania wcześniej przyjętych decyzji)?
- Czy przyjęta strategia umożliwia szybką pracę systemu?
- Czy system jest "przyjazny" w stosunku do użytkowników?



Doskonalenie systemu, z punktu widzenia stopnia realizacji założonych zadań można przedstawić następująco:

1. Prototyp demonstracyjny systemu, realizujący pewne cząstkowe zadania. Wykazuje on czy zaproponowane podejście jest prawidłowe (sprawdzany w warunkach laboratoryjnych);
2. Prototyp użytkowy, realizujący w pełni założone zadania. Mogę, w nim wystąpić błędy spowodowane tym, że system nie został jeszcze w pełni przetestowany (przewidziany do weryfikacji w warunkach zbliżonych do rzeczywistych);
3. Prototyp eksploatacyjny systemu, który przeszedł pełne testowanie zarówno w warunkach laboratoryjnych jak i rzeczywistych. Charakteryzuje się wysoką jakością;
4. Prototyp przemysłowy systemu, charakteryzujący się szybkim działaniem oraz dużą poprawnością, generowanych rozwiązań (sprawdzony pod względem eksploatacyjnym poprawiony pod względem technologii produkcji);
5. System komercyjny (gotowy do produkcji w wymaganej skali i wprowadzenia w wyznaczonych strukturach organizacyjnych).

1.2.3. Narzędzia wspomagające budowę systemów ekspertowych.

Wraz z rozwojem sztucznej inteligencji, równolegle zmianie ulegały języki programowania, które stosowano do implementacji budowanych systemów. Spośród języków wysokiego poziomu dwa zasługują, na szczególną uwagę: LISP i PROLOG. Obok wymienionych języków, powstały bardzo wyspecjalizowane środowiska komputerowe i narzędzia wspomagające tworzenie systemów ekspertowych.

SYSTEMY SZKIELETOWE	EXSYS EXPERTSSHELL PC SHELL WINEXSYS
JĘZYKI SZKIELETOWE	EMYCIN
JĘZYKI SZTUCZNEJ INTELIGENCJI	KEE OPSS
JĘZYKI WYSOKOPOZIOMOWE	PROLOG LISP

W tabeli przedstawiono ogólny podział środków wspomagających tworzenie systemów sztucznej inteligencji (w tym systemów ekspertowych).

Najniżej w hierarchii znajdują się języki wysoko poziomowe. Klasyfikując języki wysoko poziomowe, można najogólniej wyróżnić trzy grupy:

- języki klasyczne (np. PASCAL),
- języki, w których podstawa jest programowanie w języku rachunku predykatów (np. PROLOG),
- języki tzw. "funkcyjne" (np. LISP, HOPE, FP)

W PROLOGU za pomocą klauzul Horna zapisuje się program, który jest zbiorem faktów i reguł dotyczących obiektów z rozpatrywanej dziedziny wiedzy. Jedną z najbardziej popularnych implementacji języka PROLOG, używanych na sprzęcie klasy IBM PC, jest TURBO - PROLOG. Program składa się z trzech głównych części:

1. definicji dziedzin,
2. definicji predykatów,
3. definicji klauzul.

Korzystając z powyższego zbioru definicji określa się cel wykonania programu. PROLOG ma wbudowany mechanizm wnioskowania oparty o odwrotny łańcuch wnioskowania (wnioskowanie zstępujące). Jest to jedna z najbardziej popularnych metod używanych nawet w bardzo zaawansowanych systemach eksperckich.

W odróżnieniu od PROLOGU, LISP wykorzystuje funkcje, których argumentami mogą być inne funkcje. Stanowi to o przewadze w tym zakresie języka LISP nad PROLOGIEM. Popularna implementacja tego języka jest MULISP. Dynamiczna struktura danych jest lista. Bazując na jej strukturze, język wyposażony jest w pięć podstawowych elementów:

- trzy funkcje (połączenie dwóch elementów, wydzielenie " głowy " listy, wydzielenie "ogona " listy);
- dwa predykaty (sprawdzenie czy A jest atomem, porównanie A z B).

Dobrym rozwiązaniem projektowym może być w niektórych wypadkach użycie języków sztucznej inteligencji, które w klasyfikacji znajdują się między językami wysokiego poziomu a językami szkieletowymi. Do najbardziej znanych należą: OPS 5, KES, KEE, ART, RULEMASTER, SRL, PERSONAL, CONSULTANT PLUS.

Wiele z narzędzi sztucznej inteligencji powstało z istniejących gotowych systemów

ekspertowych. Są to tak zwane języki "szkieletowe". Przykładem jest język inżynierii wiedzy EMYCIN, który został stworzony z systemu eksperckiego MYCIN. Z systemu tego usunięta została baza wiedzy. Mechanizm wnioskowania oparty jest na odwrotnym łańcuchu wnioskowania. Pierwotne przeznaczenie systemu preferuje to narzędzie do realizacji zadań związanych z diagnostyką oraz klasyfikacją. Ma on środki reprezentacji wiedzy oraz jej przetwarzania, a także mechanizm objaśniający. Dodatkowym elementem wprowadzonym do EMYCIN jest możliwość użycia prawdopodobieństwa spełnienia lub niespełnienia określonego faktu czy założonej diagnozy (wiedza niepewna).

Systemy szkieletowe stanowią najwyższy poziom narzędzi sztucznej inteligencji. Są one kompletnymi systemami eksperckimi, pozbawionymi jedynie bazy wiedzy. Użytkownik, tworząc własną bazę wiedzy oraz interfejs komunikacji, może stworzyć swój oryginalny system ekspercki. Systemy szkieletowe w bardzo dużym stopniu ułatwiają tworzenie gotowych produktów. Wadą tego typu systemu jest ich mała elastyczność, co może utrudniać tworzenie specjalistycznych narzędzi. Niemalym mankamentem jest ich wysoka cena.

1.3.Reprezentacja i pozyskiwanie wiedzy w systemach ekspertowych

Na etapie analizy problemu inżynierii wiedzy wraz z ekspertem (ekspertami) ustalają sposób, w jaki wiedza będzie przechowywana w systemie. Formalnie metody pozyskiwania wiedzy od ekspertów są wciąż doskonałe. Dużą rolę odgrywa tutaj doświadczenie inżyniera wiedzy i współpraca z ekspertami. Eksperti nie zawsze są pozytywnie nastawieni do przekazywania swojej wiedzy, czasami wykazują nieufność, bywa że wprowadzają (zazwyczaj nieświadomie) w błąd.

Specjaliści spierają się o definicję wiedzy. Na pewno nie wystarczy mówić o danych albo o informacjach, a więc pojęciach dobrze określonych i znanych. Wiedza obejmuje dodatkowo takie właściwości intelektu człowieka, jak zdolność do aktywnej modyfikacji zbioru znanych analogii w znanych informacjach. Można więc przyjąć, że wiedza stanowi informacje potrzebne do tego, aby działanie systemu można było uważać za inteligentne.

1.4.1. Metody reprezentacji wiedzy

Jednym z obszarów działalności inżynierii wiedzy jest reprezentacja wiedzy dla

potrzeb systemów ekspertowych. Istnieje ścisły związek między reprezentacją wiedzy, konstrukcją bazy wiedzy, a procedurami przetwarzania (zawartymi w maszynie wnioskującej). Mimo, że badania nad reprezentacją wiedzy trwają od początku prac nad sztuczną inteligencją ciągle nie opracowano w pełni zadowalających inżynierów metod reprezentacji wiedzy i sposobów ich stosowania.

Do najczęściej stosowanych obecnie metod reprezentacji wiedzy zalicza się:

- reguły,
- sieci semantyczne,
- trójki (obiekt, atrybut, wartość),
- ramy,

Regułowa reprezentacja wiedzy jest jedna z najstarszych metod reprezentacji wiedzy, a jednocześnie najbardziej popularna. Wykorzystuje ona formalne zapisy i twierdzenia logiki. Reguły zapisywane są w następującej postaci:

JEŻELI Fakt 1 Fakt 2 I ... Fakt n TO Konkluzja.

Oznacza to, że jeżeli prawdziwe są przesłanki reguły (Fakt 1 , Fakt 2, ..., Fakt n) to prawdziwa jest także Konkluzja. W związku z tym, iż przesłanki oraz konkluzje traktuje się jako wartości logiczne (prawda, fałsz), to reguły takie nazywa się predykatami, a ich przetwarzanie rachunkiem predykatów.

Jak już wcześniej wspomniano, w bazie wiedzy systemu, oprócz wiedzy nabywanej przez system, istnieje wiedza (metawiedza) opisująca sposób zachowania się systemu - np. w trakcie procesu wnioskowania. Wiedza taka jest najczęściej zapisywana w postaci reguł. Reguły te mogą być poddawane zmianom w trakcie pracy systemu - mogą być one zmieniane przez sam system.

W sytuacji, gdy przeszukiwanie było prowadzone z wykorzystaniem metody wstecz i osiągnięto co najmniej czwarty poziom grafu poszukiwań, to w przypadku gdy nie uzyskano żadnego rozwiązania, reguła nakazuje zmianę kierunku poszukiwań na wstępujący. Polecenie wykonania zmiany w kierunku poszukiwania wykonywane jest przez maszynę wnioskującą (oczywiście nie może to być jedyna reguła składająca się na metawiedzę systemu - zestaw tych reguł musi być niesprzeczny i nie uniemożliwiać osiągnięcia jakiegoś rozwiązania, chociażby nie było ono najlepsze).

Klauzule Horma są wyrażeniami w formie logiki predykatów. Ich struktura jest zbliżona do generalnej postaci reguł wnioskowania z pewnymi dodatkowymi restrykcjami wynikającymi z zasad rachunków predykatów (np. "warunki" muszą być w postaci

koniunktywnej oraz warunki Horna dopuszczają tylko jedną „konsekwencję”). Warunki Horna stały się podstawą dla języka programowania sztucznej inteligencji o nazwie PROLOG

Sieć semantyczna opisuje rozpatrywany problem za pomocą dwóch zasadniczych elementów - obiektów i relacji zachodzących między nimi (co odpowiada sytuacjom występującym w rzeczywistości, a relacjami - ich wzajemna podległość). Sieć semantyczna jest grafem.

Sieci semantyczne najczęściej wykorzystuje się do zapisania w zwartej formie wielu powiązanych stwierdzeń.

Jedną z odmian sieci semantycznych są tak zwane modele obliczeniowe, stosowane często w dziedzinach, w których istnieją ściśle ustalone zależności. Dzięki zastosowaniu modeli obliczeniowych możliwe jest szybkie uzyskanie wyniku dla różnych zestawów danych wejściowych, a także istnieje możliwość sprawdzenia czy w ogóle istnieje rozwiązanie.

Sieci semantyczne mają także swoje wady. Jedną z nich jest trudność modyfikacji sieci w wypadku, gdy do systemu dociera nowa wiedza. Nawet niewielkie zmiany w wiedzy systemu opartego na tej metodzie reprezentacji mogą spowodować duże zmiany w strukturze sieci semantycznej. Na ogół nie ma możliwości automatycznej modyfikacji struktury sieci (co dość łatwo wykonać w przypadku regułowej metody reprezentacji wiedzy).

Metoda reprezentacji wiedzy za pomocą trójek (obiekt, atrybut, wartość) jest jedną z najprostszych i stanowi rozbudowę metody zapisu wiedzy w postaci dwójek (attribut, wartość). Jest to analogia do sieci semantycznych, gdzie pojedyncza relację między dwoma obiektami można zapisać w postaci trójki (obiekt, atrybut, wartość).

Ramy są najbardziej złożoną metodą reprezentacji wiedzy. Umożliwiają jednak bardzo wierne odtworzenie opisu rozpatrywanej dziedziny. Metoda ta opiera się na podstawowym elemencie, jakim jest rama składająca się z tak zwanych szczelin, w których zapisywane są informacje. Pojedyncza rama może stanowić opis obiektu lub wybranego pojęcia. W poszczególnych szczelinach mogą być zapisywane informacje o dowolnym typie, w zależności od potrzeb: dane numeryczne, opisowe, zbiory wybranych wartości, inne ramy, reguły postępowania. Oprócz tego w szczelinach mogą być zapisywane reguły czy procedury postępowania. Każda z ram powinna być wyposażona w poniżej przedstawiony zestaw szczelin, które zostały ustalone w trakcie prac związanych z wykorzystaniem ramowej

reprezentacji wiedzy:

WARTOŚĆ - dana przechowywana w ramie;

DOMYŚLNE - procedura ta określa domyślna wartość klatki WARTOŚĆ w przypadku, gdy wcześniej nie została ona ustalona, a system żąda podania jej wartości;

WYMAGA - procedura ta ustala ograniczenia na wartości zapisywane do szczeliny WARTOŚĆ wynikające z przyjętych założeń;

REGUŁA WNIOSKOWANIA - zawiera regułę wnioskowania, która może zostać uruchomiona przez system w celu zmiany wartości szczeliny WARTOŚĆ;

JEŻELI POTRZEBNE - procedura ta określa nowa wartość szczeliny WARTOŚĆ, w wypadku gdy wymagane jest obliczenie nowej wartości ze względu na zmiany zachodzące w systemie;

JEŻELI DODANE, USUNIĘTE - procedura ta określa nowa wartość szczeliny WARTOŚĆ w wypadku jej zmian;

KASUJ - procedura ta ustala wartości początkowe szczeliny WARTOŚĆ.

Koncepcja ram umożliwia nadanie autonomiczności poszczególnym obiektom, a w związku z tym odciążenie całego systemu od wykonania takich czynności jak sprawdzanie poprawności danych lub ustalanie wartości domyślnych. Procedury wykorzystywane wyłącznie przez ramę nazywane są "demonami" (wywoływane są jednocześnie z dostępem do ramy), procedury zaś, które mogą być bezpośrednio wywoływane przez system, noszą nazwę "sług".

Rama może opisywać zarówno pojęcie jak i konkretny obiekt. Pojęcie nazywane jest często prototypem lub wzorcem, obiekt - egzemplarzem. Proces wyszukiwania informacji w bazie wiedzy zbudowanej z wykorzystaniem ramowej reprezentacji polega na ukonkretnianiu ramy prototypu do momentu, gdy stanie się jej egzemplarzem. W kolejnych krokach uzupełniane są szczeliny. Wykorzystuje się przy tym zawarte w niej procedury. W momencie gdy wszystkie żądane szczeliny zostaną uzupełnione, rama stanowi rozwiązanie.

Reprezentacja wiedzy za pomocą ram występuje często w powiązaniu z reprezentacją w postaci sieci semantycznych, w których węzłami są ramy. Zastosowanie ram w takim powiązaniu wymaga dodatkowych szczelin określających miejsce ramy w strukturze sieci oraz jej powiązań.

Wybór konkretnego sposobu reprezentacji wiedzy jest zazwyczaj podyktowany charakterystyką, dziedziny wiedzy, struktura typowych problemów rozwiązywanych przez

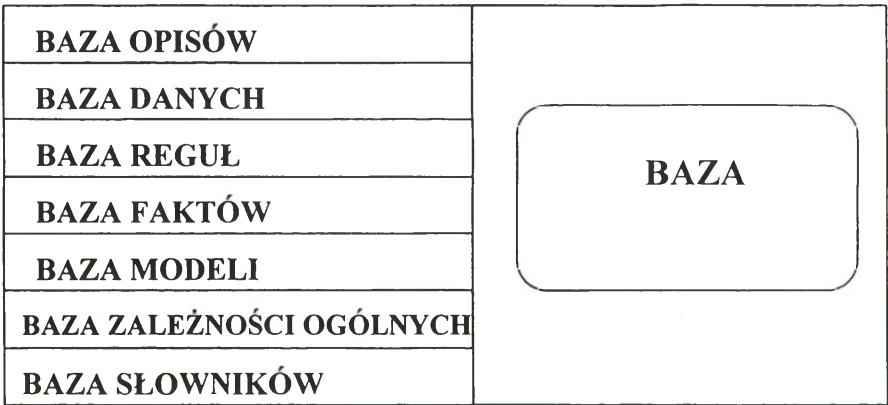
ekspertów oraz narzędziami dostępnymi do budowy systemów ekspertowych. W pierwszych systemach do reprezentacji wiedzy używano reguł i do dzisiaj są one najczęściej stosowane, chociaż pojawia się coraz więcej systemów typu hybrydowego, które łączą kilka z omówionych sposobów reprezentacji wiedzy (a nawet do reprezentacji wiedzy coraz częściej wykorzystuje się sieci neuronowe, będące elementami systemów ekspertowych).

1.4.2. Struktura bazy wiedzy

Baza wiedzy systemu ekspertowego jest jego zasadniczą częścią, (obok maszyny wnioskującej). Struktura bazy wiedzy jest bezpośrednią konsekwencją wyboru metody reprezentacji wiedzy. W bazie wiedzy zapisane są wszystkie informacje, które posiada system i które może wykorzystać. Poprawny wybór struktury bazy wiedzy gwarantuje możliwość bezbłędnej pracy systemu. Błędy na etapie wyboru metody reprezentacji mogą, uniemożliwić uzyskanie rozwiązania. W zależności od konkretnych rozwiązań, baza wiedzy może składać się z kilku zasadniczych części. Na ogół baza wiedzy zawiera: bazę opisów, bazę danych, bazę reguł, bazę faktów, bazę modeli, bazę zależności ogólnych oraz bazę słowników

Baza opisów zawiera ogólne informacje z zakresu rozpatrywanej dziedziny. Są one przechowywane w mało sformalizowanej postaci (całe opisy lub ich fragmenty).

Typowa baza danych może też być częścią bazy wiedzy. Dane mogą być tu przechowywane np. w postaci relacji i przetwarzane zgodnie z przyjętymi zasadami. Baza danych dołączana jest do systemów ekspertowych najczęściej z powodów komercyjnych, w celu zwiększania ich możliwości i połączenia wszystkich funkcji, które muszą wykonywać osoby obsługujące.



Rys. 1-3. Struktura bazy wiedzy systemu ekspertowego.

Zasadniczą, częścią bazy wiedzy systemu jest baza reguł. Zawiera opis wiedzy zgodnie z przyjętą metodą reprezentacji (w naszym przypadku w postaci reguł). Mechanizm wnioskowania operuje właśnie na tej części bazy wiedzy, pozostałe stanowią jedynie uzupełnienie. Baza reguł może mieć największy udział w bazie wiedzy (pod względem zajętości pamięci). Ważna jest zatem optymalizacja wykorzystania pamięci.

Przed rozpoczęciem procesu wnioskowania (lub w trakcie jego wykonywania) zbierane są przez system fakty opisujące rozpatrywany problem. Trafiają one do wydzielonej części bazy wiedzy, nazwanej baza faktów. Zebrane w systemie fakty stanowią punkt wyjściowy do przeprowadzenia procesu wnioskowania, w trakcie którego mogą zostać ustalone nowe fakty, także zapisywane w tej części bazy wiedzy. Fakty te w procesie wnioskowania stają się przesłankami, na podstawie których wyciągane są konkluzje (wnioski).

Baza modeli zawiera opis tej części wiedzy, która jest dokładnie zdefiniowana. Mogą być w niej przechowywane modele obliczeniowe zjawisk fizycznych, które opisywane są przez ustaloną liczbę parametrów. Wykorzystanie modeli polega na padaniu wartości części z nich, w celu uzyskania wartości pozostałych parametrów. Umiejętne wydzielenie modeli obliczeniowych z analizowanej dziedziny może w znaczny sposób przyspieszyć działanie systemu, a jednocześnie umożliwić uniknięcie przypadkowych błędów. Część bazy wiedzy zawierająca informacje o sposobach posługiwania się wiedzą zgromadzoną w systemie (baza zależności ogólnych) to tak zwana metawiedza, czyli wiedza o wiedzy.

Jedynie w dużych systemach w bazie wiedzy wydziela się specjalne miejsce do przechowywania zasad funkcjonowania systemu. Ułatwia to komunikowanie się z otoczeniem, pracę maszyny wnioskującej oraz kontrolę stanu wiedzy (sprzeczności, nadmiarowości).

Baza słowników zawiera określenia i sformułowania specjalistyczne z rozpatrywanej dziedziny wiedzy. Posługiwanie się takimi pojęciami w trakcie komunikacji z użytkownikiem może w znaczny sposób ułatwić wzajemne porozumiewanie się. Fachowe zwroty i sformułowania zwiększają wiarygodność rozwiązań prezentowanych przez system - budzą zaufanie.

Wybór struktury bazy wiedzy systemu zależy od decyzji projektowych inżyniera wiedzy. Dokonuje on wyboru, które z wymienionych elementów będą wchodziły w skład bazy wiedzy.

1.4.3. Pozyskiwanie wiedzy w systemach ekspertowych

Problem pozyskiwania wiedzy w systemach ekspertowych zyskuje coraz bardziej na znaczeniu. Wynika to między innymi z faktu, że system ekspertowy dysponujący ograniczoną bazą wiedzy, nawet wyposażony w rozwiniętą maszynę wnioskującą jest mniej efektywny niż podobny, ale o rozbudowanej bazie wiedzy.

Wiedza ma pewne cechy, które nie ułatwiają jej opanowania. Wiedza jest na ogół rozproszona. Jej elementy są, umieszczone na różnych nośnikach i w wielu źródłach, do których dotarcie dla osoby słabo zorientowanej w danej dziedzinie (a taka osoba jest niewątpliwie potencjalny twórca systemu ekspertowego - inżynier wiedzy) jest omal niemożliwe. Stąd wynika fakt, że wiedza jest trudna do zgromadzenia.

Wiedzę trudno jest zastosować. Nawet opanowawszy podstawowe elementy wiedzy, możemy mieć istotne trudności z jej zastosowaniem do rozwiązywania konkretnego problemu.

W wielu przypadkach występują trudności w udostępnieniu (powielaniu) wiedzy. Trzeba wszak pamiętać, że nie chodzi bynajmniej o możliwość dystrybucji faktów, lecz o rozpowszechnianie świadomości powiązań między nimi i umiejętności wykorzystywania tych powiązań.

Posługując się wiedzą z danej dziedziny, możemy często odczuwać, że jest niewystarczająca do praktycznego zastosowania. Wiedza bywa niejasna lub nieokreślona. Występują w niej niekonsekwencje (sprzeczności). Nie można także pominąć faktu, że wiedza zmienia się (jej elementy rzadko są ustalone raz na zawsze), a to wymaga uzupełniania bazy wiedzy i weryfikacji zarówno nowych jej elementów, jak i tych, które były już w bazie wiedzy wcześniej.

Jak do tej pory z powyższymi kłopotami w stosowaniu wiedzy radzi sobie (i to nie zawsze w pełni) umysł ludzki. Jest on dokładny i łatwy w użyciu (dla posiadacza). Pamięć ludzka jest dość trwała i szybka (jeśli chodzi o tempo odtwarzania wiedzy i jej przetwarzania). Umysł ludzki jest w ciągłej gotowości i wykazuje aktywność (np. w wykrywaniu niespójności i niekompletności wiedzy).

Powyższe trudności w gromadzeniu i użyciu wiedzy z jednej strony, a zalety umysłu człowieka eksperta z drugiej, spowodowały zainteresowanie wykorzystaniem ekspertów w procesie pozyskiwania wiedzy.

W początkowym etapie rozwoju systemów ekspertowych zagadnienie pozyskiwania

wiedzy pozostawało jakby na marginesie zainteresowań inżynierów wiedzy. Z czasem przekonano się o jego ważności. Pozyskiwanie wiedzy okazało się czasochłonne i mało efektywne. Stąd badania nad metodami jej pozyskiwania stały się jednym z głównych problemów w inżynierii systemów ekspertowych.

Można wyróżnić co najmniej kilka powodów, dla których rozwój formalnych metod pozyskiwania wiedzy jest istotny:

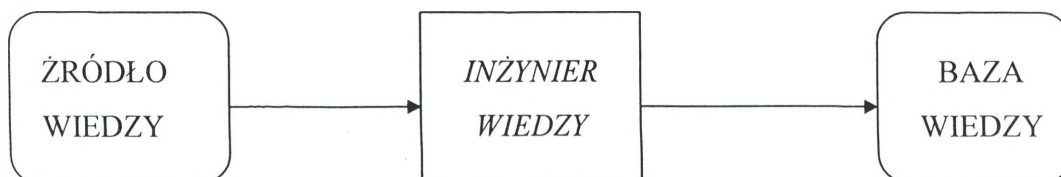
- niechęć ekspertów do współpracy, - nieświadomość tego, co się wie,
- przekłamania w czasie werbalizacji wiedzy przez ekspertów,
- istotne różnice między myśleniem człowieka a przetwarzaniem wiedzy w systemie ekspertowym,
- konieczność uczestnictwa inżyniera wiedzy w werbalizacji wiedzy eksperta.

Konieczność pokonania powyższych trudności doprowadziła do opracowania wielu metod pozyskiwania wiedzy.

1.4.3.1. Klasyfikacja metod pozyskiwania wiedzy

Szerokie spektrum metod pozyskiwania wiedzy wymaga pewnej klasyfikacji. Biorąc pod uwagę stopień zaangażowania oprogramowania w pozyskiwanie i kreowanie wiedzy, metody jej pozyskiwania można podzielić na:

- manualne,
- półautomatyczne,
- automatyczne.



Rys. 1-4. Manualne pozyskiwanie wiedzy.

Manualne metody pozyskiwania wiedzy przydatne są na ogół na etapie projektowania i przygotowania prototypu systemu ekspertowego. Ich istota jest zebranie od ekspertów

d dziedzinowych wiedzy niezbędne do utworzenia "szkieletu" nowo projektowanego systemu. Stosowanie metod manualnych na dalszych etapach życia systemu ekspertowego jest dość ograniczone.

W prostych wypadkach pozyskiwania wiedzy sprowadza się do umieszczenia elementów wiedzy (reprezentowanej w postaci reguł, trójek, ram, sieci semantycznych czy odpowiedniej hybrydy) w bazie wiedzy. Taki sposób pozyskiwania wymaga współpracy między ekspertem dziedzinowym, będącym źródłem wiedzy, a inżynierem wiedzy. Oczywiście główna rola w manualnym pozyskiwaniu wiedzy przypada inżynierowi wiedzy. To on musi uzyskać od eksperta informacje dotyczące przedmiotowej dziedziny wiedzy i umieścić je w odpowiedniej formie w bazie wiedzy (mając cały czas na uwadze przyszłe funkcjonowanie systemu).

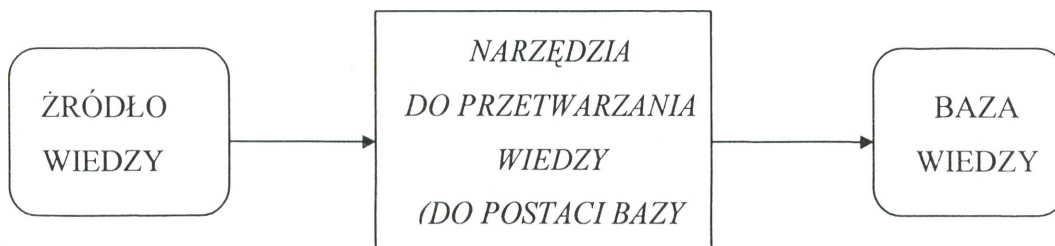
Najpopularniejszymi manualnymi metodami pozyskiwania wiedzy są :

- wywiad,
- analiza protokołów,
- "przerobienie" problemu,
- kwestionariusze,
- raport eksperta.

Posuwając się w kierunku automatycznych metod pozyskiwania wiedzy, można wyróżnić formę pośrednią - metody półautomatyczne. Ekspert ma w tym wypadku możliwość dialogu z systemem. Może przy tym rozwiązywać problemy (przykłady) lub odpowiadać na pytania systemu. Cała wewnętrzna struktura systemu nie jest "widoczna" ani dla eksperta, ani dla inżyniera wiedzy. Moduł pozyskiwania wiedzy jest w stanie wprowadzona przez eksperta wiedzę (np. w postaci związków pytanie odpowiedź) umieścić w bazie zgodnie z przyjętą przez inżyniera wiedzy reprezentacją.

Półautomatyczne metody pozyskiwania wiedzy mają w swoim założeniu współpracę systemu z ekspertem (a nawet bezpośrednim użytkownikiem - co jest szczególnie cenne, gdyż umożliwia akwizycję wiedzy nie tylko w wyniku kontaktu z ekspertem, ale także w trakcie normalnej pracy użytkowej systemu). System ma za zadanie weryfikować i porządkować wiedzę pozyskiwaną od użytkownika. Bada przy tym jej redundancję i ewentualną sprzeczność. W wypadkach wątpliwych system może zadawać dodatkowe pytania. W ten sposób pozyskana wiedza jest na ogół poprawna (choć nie musi być kompletna). Półautomatyczne pozyskiwanie wiedzy kojarzone jest zazwyczaj z tzw. maszynowym uczeniem. Polega ono na pozyskaniu wiedzy w trakcie dialogu systemu ekspertowego z

ekspertem lub użytkownikiem. Ponieważ pozyskiwanie wiedzy odbywa się w tym przypadku na drodze wielokrotnego analizowania szczególnych wypadków (przykładów), metody półautomatycznego pozyskiwania wiedzy określone są czasami trenowaniem systemu.

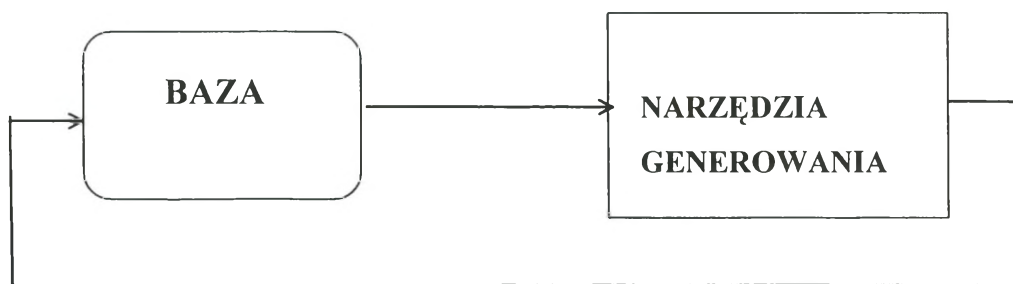


Rys.1-5. Półautomatyczne pozyskiwanie wiedzy.

Komputerowe uczenie można podzielić na:

- uczenie przez zapamiętywanie,
- uczenie na podstawie instrukcji,
- uczenie na przykładach,
- uczenie przez analogię.

Najbardziej zaawansowanymi metodami pozyskiwania wiedzy są metody automatyczne.



Rys. 2-6. Automatyczne pozyskiwanie wiedzy.

Nie jest tu niezbędny udział eksperta czy inżyniera wiedzy. Ekstrahowanie nowej wiedzy odbywa się z wykorzystaniem wiedzy już wcześniej wprowadzonej. Nie ma więc potrzeby kontaktu z otoczeniem systemu. Procedury pozyskiwania wiedzy mogą, działać automatycznie, analizując wiedzę zgromadzoną w bazie wiedzy. Działanie tych procedur

ukierunkowane jest głównie na wykrywanie i usuwanie redundancji i sprzeczności w bazie wiedzy. Wiedza pozyskana w sposób automatyczny jest na bieżąco wykorzystywana w pracy systemu (do rozwiązywania problemów).

Doświadczenia uzyskane przy projektowaniu i budowie systemów ekspertowych wskazują, że najbardziej efektywne, formę, pozyskiwania wiedzy jest analiza przykładów i kontrprzykładów. Forma ta jest stosowana w półautomatycznych metodach pozyskiwania wiedzy, ale zasadnicze znaczenie ma w odniesieniu do metod automatycznych. Przykłady są podstawą do indukcyjnego wyciągania wniosków ogólniejszych (tworzenia reguł). Zbiór przykładów jest wystarczającą podstawą, do tworzenia nowej wiedzy (bez żadnych dodatkowych źródeł zewnętrznych). Jednak ta nowa wiedza nie musi być w pełni poprawna. Stąd zachodzi konieczność jej weryfikacji, w szczególności przez konfrontację ze sprawdzoną wiedzą zgromadzona już wcześniej w systemie.

Jak wspomniano, pozyskiwanie wiedzy urasta do roli jednego z ważniejszych problemów w dalszym rozwoju systemów ekspertowych. Szczególnie metody automatycznego pozyskiwania wiedzy (wciąż jeszcze najtrudniejsze, najslabiej rozwinięte) będą musiały być intensywnie doskonalone. Duże nadzieje w tym względzie są pokładane w sieciach neuronowych.

Wybrane metody pozyskiwania wiedzy

Różnorodność metod pozyskiwania wiedzy nie pozwala omówić wszystkich. Przedstawiona zostanie ogólna charakterystyka najbardziej popularnych, o największym znaczeniu praktycznym.

Manualne metody pozyskiwania wiedzy

Wywiad jest najczęściej wstępnym etapem pozyskiwania wiedzy. Sprowadza się do rozmowy inżyniera wiedzy z ekspertem dziedzinowym. Wywiad można podzielić zasadniczo na dwie grupy:

- wywiady niestrukturalne,
- wywiady strukturalne.

Wywiad niestrukturalny uważany jest na ogół za wywiad wstępny. Ekspert nie jest ograniczany przez inżyniera tematyką wypowiedzi. Jego zadaniem jest "opowiadanie" o problemach z użyciem własnych pojęć i nazewnictwa. Może przy tym określić własną

koncepcję rozwiązania problemu, sugerując w ten sposób inżynierowi wiedzy kształt przyszłych rozwiązań w systemie ekspertowym. W takiej formie wywiadu rola eksperta jest dominująca, inżynier wiedzy jest w zasadzie słuchaczem (choć często musi udzielić pomocy ekspertowi w wyartykułowaniu jego wiedzy w sposób przydatny potem przy konstruowaniu systemu ekspertowego).

W wywiadzie strukturalnym role jego uczestników są odwrócone - wywiadem kieruje inżynier wiedzy. Zadaje pytania o konkretne zagadnienia (korzystając zwykle z wiedzy nabytej w czasie wcześniejszego wywiadu niestukturalnego). Ekspert ma za zadanie rzeczowe formułowanie odpowiedzi (do czego inżynier wiedzy powinien go zmusić przez odpowiednio postawione pytanie).

Wyższą formę, akwizycji wiedzy jest analiza protokołów. Polega ona na zapoznaniu się przez inżyniera wiedzy z protokołami sporządzonymi przez ekspertów w czasie rozwiązywania problemów. Protokoły powinny zawierać istotne czynności (kroki) wykonywane przez eksperta. Protokoły mogą, być sporządzane przez ekspertów samodzielnie lub wspólnie z inżynierem wiedzy (ta druga forma umożliwia często lepsze zrozumienie przez eksperta sposobu rozwiązywania).

Bezpośredni udział w rozwiązywaniu problemu (a co za tym idzie praktyczne zapoznanie się ze sposobem postępowania i regułami nim rządzącymi) zapewnia inżynierowi wiedzy "przerobienie" problemu. Inżynier wiedzy występuje w tym wypadku w roli wykonawcy (ucznia), a ekspert jako nadzorujący (instruktor). Inżynier jest kierowany przez eksperta, podpowiadane są mu kolejne kroki. Może przy tym zadawać pytania odnośnie do etapów istotnych dla rozwiązania. "Przerobienie" problemu wydaje się być najefektywniejsza forma uzyskania wiedzy o strategii rozwiązywania problemu (po wczesnym zorientowaniu się w dziedzinie przedmiotowej, np. w trakcie wywiadu).

Swoistą formą wywiadu prowadzonego przez inżyniera wiedzy wśród ekspertów są kwestionariusze. Odpowiedzi na pytania postawione w kwestionariuszach dają inżynierowi wiele wiedzy na temat problemu i jego rozwiązania. Są dlatego cenne, że to inżynier formułując pytania wymusza ekstrakowanie wiedzy. Na ogół odpowiedzi wnoszą tym więcej istotnych informacji, im są krótsze. Nie dość że na podstawie kwestionariuszy inżynier wiedzy ma możliwość pozyskania nowych koncepcji, to ponadto ekspert może skomentować pytania i ocenić ich prawidłowość a także zasugerować inne pytania, np. uogólniające wiedzę (co samemu inżynierowi wiedzy może przyjść z duży trudem lub wręcz wykona to niepoprawnie).

Raport eksperta mimo formalnego podobieństwa do analizy protokołów, jest

jakościowo innym sposobem pozyskiwania wiedzy. Nie stanowi sprawozdania rozwiązywania problemu (jak protokół), lecz opis danych i reguł niezbędnych do rozwiązania zadania, a także strategii i etapów postępowania oraz oczekiwanych rezultatów (nada się więc znakomicie w procesie budowy systemów diagnostycznych). Inżynier wiedzy może pomóc ekspertowi w sporządzeniu raportu, przygotowując zestaw znanych mu wcześniej faktów i reguł oraz oczekując wskazania związków między nimi w trakcie tworzenia raportu (przykładowo dotyczących powiązania objawów z przyczynami uszkodzeń).

Metodę, dobrze znana z projektowania innych systemów informatycznych jest "burza mózgów". Podstawa jej jest zgromadzenie w jednym miejscu i w tym samym czasie możliwie wielu ekspertów. Powinni oni mieć zróżnicowane kwalifikacje i różne poglądy na rozwiązywanie rozpatrywanych problemów. W trakcie "burzy mózgów" eksperci mają możliwość swobodnej wymiany poglądów. Rola inżyniera wiedzy jest umiejętne rejestrowanie potrzebnych informacji.

Uczenie komputerowe

Uczenie przez zapamiętywanie to najprostsza forma uczenia (zaliczana jest do klasy półautomatycznych metod pozyskiwania wiedzy). Polega na bezpośrednim wprowadzeniu wiedzy do systemu ekspertowego. System jest całkowicie bierny. Inżynier wiedzy (lub w niektórych wypadkach ekspert dziedzinowy) wprowadza elementy wiedzy zgodnie z wcześniej przyjętą strukturą bazy wiedzy. Kontrola poprawności sprowadzona jest w zasadzie do formalnej weryfikacji informacji.

Wyższą formą uczenia jest uczenie na podstawie instrukcji. Jest to sposób bardzo zbliżony do uczenia człowieka - z książek, publikacji, wykładów, filmów itp. Wymaga aktywności ze strony systemu ekspertowego. Jego rolą jest selekcja i przetworzenie wiedzy wprowadzonej przez eksperta lub inżyniera wiedzy do postaci wewnętrznej. Konieczna jest przy tym kontrola nowo wprowadzonej wiedzy pod względem niesprzeczności z już posiadana. Oczywiście system nie "dostrzega" faktów i prawidłowości, jeżeli nie zostały mu podane w sposób jawny.

Uczenie na przykładach zakłada ścisłą współpracę eksperta i systemu ekspertowego. Ponieważ sprowadza się do rozwiązywania przez eksperta różnych szczególnych wypadków z wykorzystaniem systemu ekspertowego, kolejne rozwiązania służą, do uzupełniania wiedzy systemu. Każdy nowy przykład jest porównywany z istniejącą wiedzą. Jeżeli jest z nie, zgodny, to "wzmacnia" prawidłowości znane systemowi. Wprowadzenie natomiast przykładu

sprzecznego ze stanem wiedzy powoduje konieczność indywidualnego rozpatrzenia takiego przypadku przez eksperta - zawiera on nieprawdę lub wcześniejsza wiedza jest nieprawdziwa.

Uczenie przez analogię wymaga aktywności ze strony systemu ekspertowego. Idea takiego sposobu pozyskiwania wiedzy polega na wskazywaniu przez eksperta (lub ewentualnie inżyniera wiedzy) analogii w rozwiązywanym zagadnieniu do wcześniej rozwiązanych problemów. System ekspertowy ma za zadanie wybór jednego z przykładów rozwiązanych wskazaną, (analogiczną metodę, zidentyfikowanie elementów wiedzy użytych w starym rozwiązaniu i próbę rozwiązania nowego zadania. W całym procesie ekspert powinien kontrolować prawidłowość znajdowania analogii, gdyż ten sposób nabywania wiedzy (w odróżnieniu od poprzednich) nie gwarantuje wyciągnięcia prawdziwych wniosków na podstawie prawidłowych przesłanek.

Uczenie przez analogię może niekiedy odbywać się bez udziału eksperta czy inżyniera wiedzy (autonomicznie). Wtedy oczywiście metodę taką musimy zakwalifikować do grupy automatycznych metod pozyskiwania wiedzy. Ponieważ wyciąganie analogii przez system ekspertowy jest często niedoskonałe, uczenie przez analogię wymaga integracji eksperta. Metoda ta leży więc na pograniczu metod półautomatycznych i automatycznych.

Automatyczne metody pozyskiwania wiedzy są dopiero w trakcie rozwoju. Nadal pozyskiwanie wiedzy jest na tyle trudne, że nie można go powierzyć wyłącznie systemowi ekspertowemu. Niezbędna jest nadal kontrola i weryfikacja postępowania w tym zakresie przez eksperta dziedzinowego we współdziałaniu z inżynierem wiedzy.

Użyteczna jest tu następująca definicja:

System uczy się, jeśli dokonuje zmian w samym sobie, pozwalających mu następnie lepiej wykonywać określone zadania.

Twórcy automatycznych metod pozyskiwania wiedzy wykorzystują najczęściej dwie podstawowe metody prowadzenia badań: indukcję i dedukcję. U ich podstaw leży założenie o aktywności systemu ekspertowego w pozyskiwaniu wiedzy. Uczenie się indukcyjne prowadzi do uogólnień powstających na bazie zebranych przykładów (wypadków). Wypadki są analizowane nie pod kątem przynależności do jakiejś określonej już klasy, lecz w kierunku wyodrębnienia cech umożliwiających łączenie ich w grupy (klasy). W ten sposób tworzona jest hierarchia. Aktywność systemu ekspertowego przejawia się również w tworzeniu nowych pojęć (a nie tylko w dopasowywaniu przykładów do już znanych określeń).

Wykorzystanie dedukcji w systemach ekspertowych polega na wyciąganiu wniosków na podstawie już istniejących w bazie wiedzy faktów. Prawdziwość tych faktów zapewnia poprawność generowanych nowych wniosków.

1.4. Przetwarzanie wiedzy w systemach ekspertowych

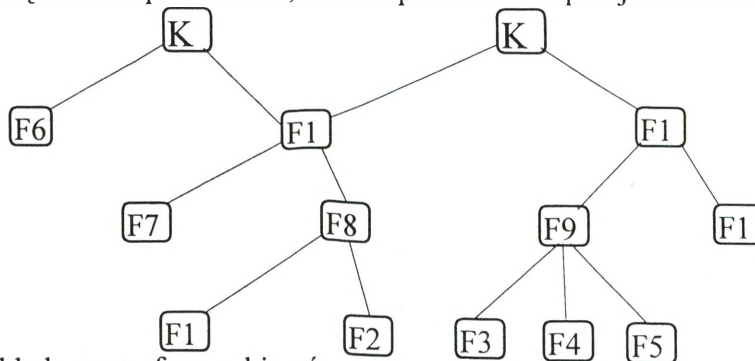
Baza wiedzy (zgodnie z jej nazwą) stanowi tylko podstawę do wnioskowania w systemie ekspertowym. Wnioskowaniem zajmuje się maszyna wnioskująca. najprościej ujmując, jej zadaniem jest analiza przesłanek i wyciąganie z nich wniosków (konkluzji) lub znalezienie przesłanek potwierdzających postawioną hipotezę. Możemy mieć oczywiście do czynienia z jeszcze innymi strategiami wnioskowania, niemniej jednak dwie wymienione są najczęściej używane, a języki zorientowane na przetwarzanie wiedzy są na ogół wyposażone w stosowne konstrukcje programowe.

Poszukiwanie rozwiązań nie jest problemem samym w sobie. System ekspertowy nie jest po to, by poszukiwał rozwiązań. On ma je podawać (proponować użytkownikowi; najlepiej jeżeli nie będzie to jedno rozwiązanie, lecz kilka, uszeregowanych np. według wiarygodności). Stąd, jeżeli będziemy dysponować pełniejszą, wiedzą (szerszą bazą wiedzy), to na ogół będziemy mogli ograniczyć poszukiwania, co uczyni nasz system bardziej efektywnym (a przynajmniej szybszym).

Ogólnie rzecz biorąc, poszukiwanie rozwiązania polega na przejściu od stanu początkowego (założeń, danych wyjściowych), przez stany pośrednie (etapy rozwiązania) do stanu końcowego (celu, wyniku). Poszukiwanie odbywa się w tak zwanej przestrzeni poszukiwań.

1.5.1. Przestrzeń poszukiwań

Przestrzeń poszukiwań to zbiór wszystkich możliwych stanów, w jakich może znaleźć się proces rozwiązywania problemu. Do formalizacji przestrzeni poszukiwań korzysta się często z teorii grafu. Graf przedstawiający przestrzeń poszukiwań nazywa się grafem poszukiwań. Węzły są stanami problemów, a łuki - procedurami przejścia.



Rys.2-7. Przykładowy graf poszukiwań

Przedstawiony graf poszukiwań odpowiada zbiorowi sześciu reguł umieszczonych w bazie wiedzy:

1. JEŻELI Fakt 1 I Fakt 2 TO Fakt 8,
2. JEŻELI Fakt 3 I Fakt 4 I Fakt 5 TO Fakt 9, 3. JEŻELI Fakt 7 I Fakt 8 TO Fakt 11,
4. JEŻELI Fakt 9 I Fakt 10 TO Fakt 12,
5. JEŻELI Fakt 11 I Fakt 12 TO Konkluzja 2, 6. JEŻELI Fakt 6 I Fakt 11 TO Konkluzja 1.

Najogólniej rzecz biorąc, w systemach ekspertowych wykorzystywane są dwie główne strategie poszukiwania rozwiązań:

- wnioskowanie wstępujące,
- wnioskowanie zstępujące.

Pierwsza koncepcja odpowiada naturalnemu podążaniu od przesłanek do konkluzji, wnioskowanie zstępujące ma dokładnie przeciwną ideę - mając konkluzję staramy się znaleźć przesłanki ją potwierdzające. Oczywiście w realnych systemach ekspertowych często powyższe strategie poszukiwania rozwiązań nie występują, w czystej postaci - wnioskowanie odbywa się z wykorzystaniem obu sposobów.

W systemach ekspertowych stosowane są nie tylko dwie powyżej wymienione strategie poszukiwania rozwiązań. Pojawiają się coraz to nowe koncepcje. Jednak wnioskowanie wstępujące i wnioskowanie zstępujące stanowią obecnie podstawę działania większości użytecznych maszyn wnioskujących.

1.5.2. Wnioskowanie wstępujące

Jak już wspomniano, wnioskowanie wstępujące odpowiada naturalnemu tokowi rozumowania człowieka. Podstawa do poszukiwania rozwiązań są przesłanki. Posuwając się zgodnie z łukami grafu poszukiwań, odnajdujemy konkluzję. Jest ona rozwiązaniem.

Biorąc za podstawę przykład pokazany na rysunku 4.1. i dysponując przesłankami (faktami) F1, F2, F3, F4, F5, F7, F10, możemy osiągnąć konkluzję (rozwiązanie) K2. Rozumowanie przebiega następująco:

- z faktów (przesłanek) F1 i F2 wynika fakt (pośrednia konkluzja) F8 - na podstawie reguły 1,
- z faktów (przesłanek) F3, F4 i F5 wynika fakt (pośrednia konkluzja) F9 - na podstawie reguły 2,

- z faktów F7 i F8 wynika fakt (pośrednia konkluzja) F11- na podstawie reguły 3, - z faktów F9 i F10 wynika fakt (pośrednia konkluzja) F12-na podstawie reguły 4,
- z faktów F11 i F12 wynika końcowa konkluzja(wniosek) K2 -na podstawie reguły 5,

Zauważmy, że np. zamiast faktów (przesłanek) F3, F4 i F5 moglibyśmy dysponować ewentualnie faktem F 9, a osiągnięta konkluzja byłaby taka sama (K 2) do jej uzyskania wystarczyłoby zastosować reguły 1, 3, 4 i 5.

Przedstawiony powyżej przykład jest bardzo prosty. W rzeczywistości, w użytkowych systemach ekspertowych grafy poszukiwań są znacznie bardziej rozbudowane. Poszukiwanie rozwiązań nie jest więc tak proste, jak to pokazano (tylko w celu łatwego zrozumienia idei wnioskowania wstępującego).

1.5.3. Wnioskowanie zstępujące

Wnioskowanie zstępujące jest przeciwnością rozumowania wstępującego. Proces wnioskowania zaczyna się od konkluzji i jest prowadzony w kierunku znalezienia argumentów (przesłanek) potwierdzających tę konkluzję.

Rozpatrując przykład przedstawiony na rysunku 4.1., wychodząc od konkluzji K 2, moglibyśmy ja uzasadnić znając fakty (przesłanki) F 1 , F 2, F 3, F 4, F 5, F 7, F 10. Rozumowanie byłoby następujące:

- do uzasadnienia konkluzji K 2 niezbędne są fakty F 11 i F 12 (reguła 5),
- do uzasadnienia faktu F 11 dysponujemy faktem (przesłanką F 7 i potrzebny jest fakt F 8 (reguła 3),
- do uzasadnienia faktu F 12 dysponujemy faktem (przesłanką F 10 i potrzebny jest fakt F 9 (reguła 4),
- do uzasadnienia faktu F 8 dysponujemy faktami (przesłankami) F 1 i F 2 (reguła 1),
- do uzasadnienia faktu F 9 dysponujemy faktami (przesłankami) F 3, F 4 i F5 (reguła 2).

Łatwo zauważyć, że konkluzję K 2 moglibyśmy uzasadnić dysponując np. zbiorem faktów F 9, F 10, F 11 (w rozumowaniu byłyby wykorzystane reguły 4 i 5). Przykład powyższy (podobnie jak w wypadku wnioskowania wstępującego) nie jest rozbudowany (a stąd odbiega znacznie od problemów występujących w użytkowych systemach ekspertowych). Ma on tylko ilustrować ideę wnioskowania zstępującego. Bardziej złożone metody poszukiwania rozwiązań omówione są, w kolejnym punkcie.

1.5.4. Inne strategie wnioskowania

Przedstawione powyżej podstawowe strategie wnioskowania mogą wytworzyć wrażenie, że poszukiwanie rozwiązań jest w gruncie rzeczy prosta czynnością. Niestety rzeczywistość jest bardziej skomplikowana. Grafy poszukiwań bywają bardzo rozbudowane. Znalezienie w nich rozwiązań wymaga specjalnych sposobów postępowania (np. powracania, uwzględniania miar "dobroci" rozwiązania, "bliskości" od rozwiązania ostatecznego). Jest ich bardzo wiele - omówię tylko niektóre z nich.

1.5.4.1. Uporządkowane rozwiązań i nieuporządkowane procedury poszukiwania

Poszukiwanie rozwiązań w grafie poszukiwań może być dokonywane zgodnie z różnymi metodami, które ze względu na sposób dochodzenia do rozwiązania możemy podzielić na:

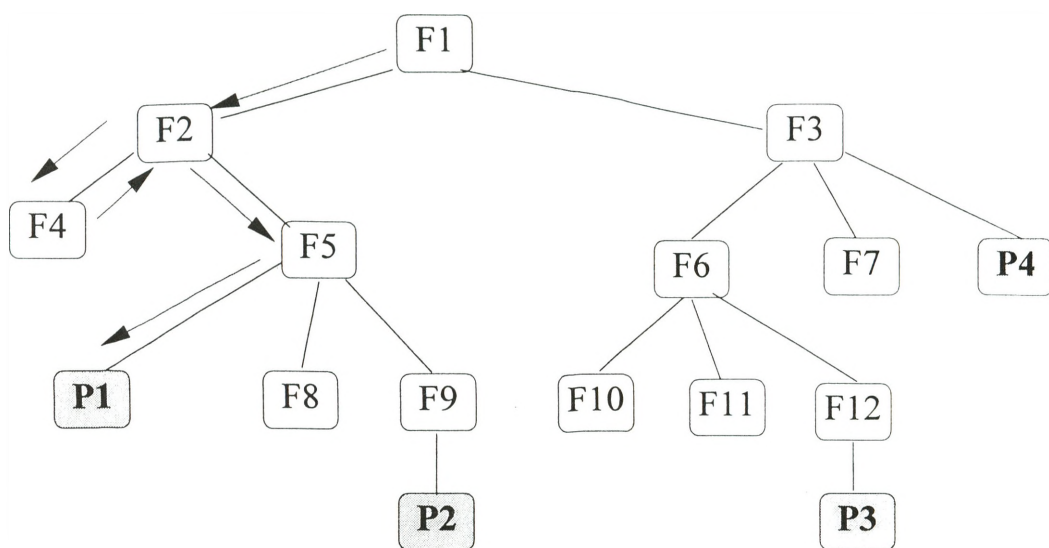
- nieuporządkowane procedury poszukiwania,
- uporządkowane procedury poszukiwania.

Procedury nieuporządkowane mają na celu znalezienie jakiejś ścieżki w grafie poszukiwań. Zastosowanie procedur uporządkowanych zapewnia nam znalezienie ścieżki optymalnej.

Wśród procedur nieuporządkowanych najpopularniejszymi są:

- najpierw w głąb,
- najpierw w szerz,
- najpierw najlepszy,
- wiązka.

Ideą pierwszej procedury (najpierw w głąb) jest posuwanie się na coraz niższe poziomy w grafie poszukiwań (do kolejnych węzłów). Przykład poszukiwania rozwiązania tą metodą ilustruje rysunek.



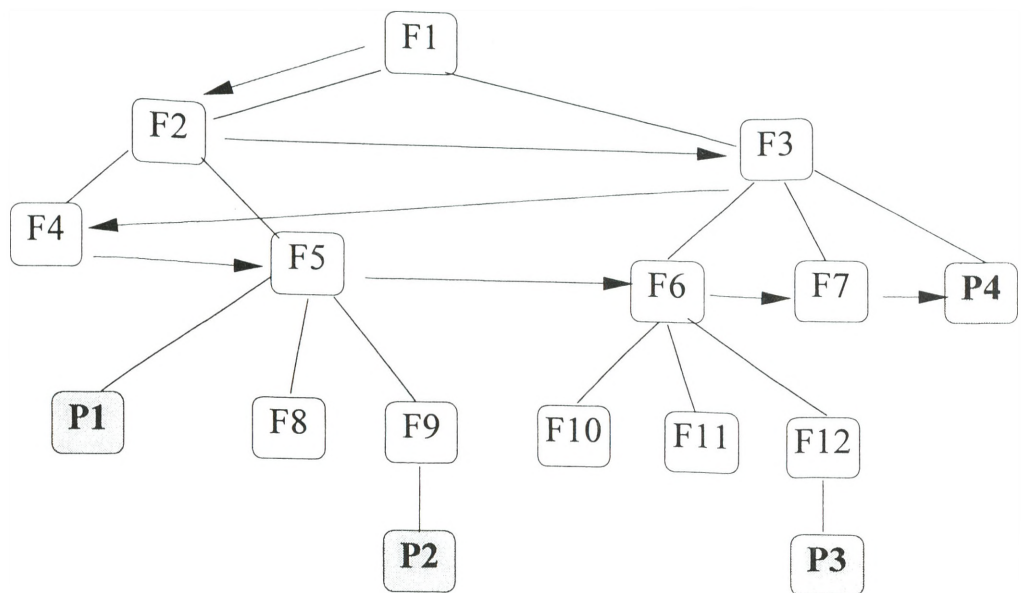
Rys.2-8. Ilustracja metody poszukiwań „najpierw w głąb”.

W chwili konieczności dokonania wyboru ścieżki przyjmuje się (nie mając żadnej miary jakości postępowania) dowolną zasadę wyboru (np. zawsze lewy lub zawsze prawy - na rysunku 8 zawsze lewy). Postępowanie kończy się, gdy osiągniemy rozwiązanie lub stwierdzimy że ścieżka jest "ślepa". Procedura "najpierw w głąb" daje dobre efekty wtedy, gdy "ślepe" ścieżki w grafie poszukiwań nie są zbyt głębokie. W takim wypadku unikamy czasochłonnych powrotów na wyższe poziomy w grafie w celu odnalezienia punktu startowego do dalszych poszukiwań.

Procedura "najpierw wszcz" polega na przeglądaniu kolejnych poziomów w grafie poszukiwań. Przeglądanie odbywa się od najwyższego poziomu w kierunku coraz niższych. Proces kończy się w momencie znalezienia na którymś z poziomów rozwiązania

Procedura "najpierw w szerz" jest efektywna, gdy liczba odgałęzień (alternatyw) w punktach wyboru nie jest zbyt duża.

Do zastosowania procedury "najpierw najlepszy" niezbędne jest posiadanie naturalnej miary odległości od rozwiązania (np. prawdopodobieństwo wykonania kolejnego etapu działań). Wykorzystując tę miarę podejmuje się decyzje o wyborze kierunku poszukiwań w punktach rozgałęzień. Metoda ta jest szczególnie efektywna, gdy w górnych poziomach grafu poszukiwań występują, źle rokujące ścieżki.



Rys.2-8. Ilustracja metody poszukiwań „najpierw w szerz”.

Również w procedurze "wiązka" niezbędne jest określenie miary odległości od rozwiązania. Ideą tej metody jest wybór jedynie dwóch najlepiej rokujących odgałęzień w punktach wyboru. Ogranicza to znacznie liczbę rozpatrywanych ścieżek. Metoda ta nie jest skuteczna, gdy częściowe dobre ścieżki (od punktu początkowego do rozpatrywanego poziomu) nie częściami ostatecznych ścieżek (taka „wiązka” nie jest „ślepa”)

Procedura "odgałęzień i ograniczeń" opiera się na eliminowaniu ścieżek źle rokujących. Osiągnięcie jakiegoś rozwiązania nie kończy postępowania, gdyż z kolei brane są pod uwagę wszystkie wcześniej "otwarte" ścieżki. Procedura "odgałęzień i ograniczeń" jest efektywna w dużych grafach poszukiwań, gdy złe ścieżki szybko i wyraźnie wykazują ewidentny brak perspektyw, jeśli chodzi o uzyskanie optymalnego rozwiązania.

Opisane procedury wnioskowania nie są jedynymi stosowanymi w systemach ekspertowych. Chęć doskonalenia maszyn wnioskujących wymusza opracowywanie nowych metod poszukiwania rozwiązań. Jednak te wymienione wyżej, są jak na razie najbardziej użyteczne.

1.5.4.2. Wnioskowanie w warunkach niepewności i niepełności wiedzy

Ponieważ nie we wszystkich wypadkach wiedza jest pewna, wypada poświęcić parę słów wnioskowaniu w przypadku niepewności informacji.

Niepewność w procesie rozumowania (poszukiwania rozwiązań) może dotyczyć zarówno faktów, jak i konkluzji. Najbardziej popularnymi narzędziami formalnymi używanymi w takich przypadkach są:

- teoria prawdopodobieństwa - głównie prawo Bayesa, - współczynnik pewności,
- rozumowanie rozmyte.

Prawdopodobieństwa Bayesowskie przypisywane są wszystkim hipotezom. Mogą one być modyfikowane na podstawie nowych faktów, pojawiających się w trakcie pracy systemu .

Inna koncepcja postępowania w warunkach niepewności jest wykorzystanie współczynników pewności. Współczynniki te mogą być stosowane w różnych wariantach, a ich wartości mogą być zmieniane w trakcie pracy systemu. Jednym ze sposobów użycia współczynników jest przypisywanie pewności faktom lub konkluzjom (wnioskom), np.:

- JEŻELI Fakt (CF=0,3) TO Konkluzja, - JEŻELI Fakt TO Konkluzja (CF=0,8).

Podane wartości współczynników traktowane są jako wartości programowe. Ustalane są przez inżyniera wiedzy (w porozumieniu z ekspertem dziedzinowym). Są podstawą do aktywowania reguł (przy przekroczeniu przez nie progów).

Rozumowanie rozmyte to trzeci ze sposobów wnioskowania w warunkach niepewności. Podstawa jest tu koncepcja zbiorów rozmytych wprowadzona przez L. A. Zadeha. Istota koncepcji jest zastąpienie klasycznej dwuwartościowej funkcji f przynależności obiektu x do zbioru A:

$$f(x) = 1, \text{ gdy } x \text{ należy do } A,$$

$$f(x) = 0, \text{ gdy } x \text{ nie należy do } A,$$

"rozmytą" funkcją:

$$f: A \rightarrow (0,1).$$

Stąd w werbalnym opisie przynależności pojawiają się pojęcia "prawie", "dość", "trochę" itp. Odpowiada to otaczającej nas rzeczywistości, gdyż w praktyce często określenia nie są "ostre", a informacje nie są jednoznaczne.

Obok wiedzy niepewnej, często spotykamy się z wiedzą niepełną. Może ona sprawiać wiele trudności przy jej przetwarzaniu. Do operowania wiedzą niepełną opracowane zostały

metody symboliczne. Istnieje dość subtelna różnica między wiedzą, niepewną a niepełną. Otóż dla informacji niepewnej ustala się współczynniki określające stopień pewności danego stwierdzenia, dla wiedzy niepełnej rozpatrywane jest ogólniejsze zagadnienie, czy dany wniosek jest słuszny, czy nie.

Jedną z propozycji przetwarzania wiedzy niepełnej jest tak zwana reprezentacja logiczna. Umożliwia ona reprezentowanie informacji niepełnych przez stwierdzenia:

- coś ma pewną właściwość, bez wskazywania tej rzeczy;
- wszystkie elementy danej klasy mają pewną właściwość, bez wyliczania elementów tej klasy;
- przynajmniej jedno z dwóch stwierdzeń jest prawdziwe, bez rozstrzygania które;
- pewne stwierdzenie jest fałszywe.

1.5. Zalety i ograniczenia systemów ekspertowych

Poniżej wymienione są niektóre z zalet systemów ekspertowych, które zdecydowały o ich popularności:

- często używane, zazwyczaj dostarczają ekspertyzy znacznie taniej niż żywi specjaliści.
- pracują znacznie szybciej niż specjaliści, co pozwala na oszczędności zarówno kosztów jak i siły roboczej
- poprawiają jakość ekspertyzy dzięki konsekwencji przy wyciąganiu wniosków i mniejszej ilości błędów.
- diagnostyczne systemy ekspertowe redukują długość przerw w pracy, które są niezwykle kosztowne, zwłaszcza dla systemów o ciągłym trybie pracy;
- przechowują trudno dostępną ekspertyzę, co może być decydujące np. w sytuacji, gdy liczba ekspertów jest niewystarczająca;
- pozwalają na większą elastyczność produkcji i obsługi klientów;
- często pozwalają na użycie mniej skomplikowanych i tańszych urządzeń kontrolnych;
- przyczyniają się do większego bezpieczeństwa pracy, z powodzeniem zastępując specjalistów w środowiskach i sytuacjach szkodliwych dla zdrowia lub zagrażających życiu;
- są bardziej niezawodne od ludzi: nie chorują, nie męczą się, nie strajkują, zwracają uwagę na wszystkie szczegóły i nie przegapiają ani istotnej informacji, ani możliwych rozwiązań;

- mają zwykle szybszy czas reakcji niż sami eksperci, co zwłaszcza wtedy, gdy problem wymaga operowania na dużej ilości danych;
- potrafią sobie nie gorzej radzić z brakującą lub niepewną informacją, wyciągając wnioski obarczone pewnym prawdopodobieństwem;
- są bardzo przydatne dla celów szkoleniowych, są często traktowane jako bezpieczne poletko doświadczalne, na którym nowicjusze nabywają doświadczenia, eksperymentując symulowany proces podejmowania decyzji i analizując wyjaśnienia systemu;
- zwykle oferują kilka dopuszczalnych rozwiązań, które zostają uszeregowane przez system zgodnie z pewnym kryterium, podczas gdy tradycyjne programy zwykle produkują tylko jedno (optymalne) rozwiązanie.
- pozwalają na rozwiązywanie wielu złożonych problemów, które albo normalnie wykraczają poza ludzkie możliwości, albo wymagają większego zasobu wiedzy niż wiedza jednego człowieka.

Dzisiejsze trudności technologii SE wynikają w głównej mierze z następujących względów:

- ograniczenia stosowanych dziś metod reprezentacji wiedzy,
- słabo rozwiniętej metodologii zbierania wiedzy dla SE,
- wąskiej kompetencji,
- praktycznego braku wnioskowania zdroworozsądkowego,
- niedostatków komunikacji użytkownik-system.

Trzy ostatnie względy dobrze określił de Kleer pisząc, że dzisiejsze systemy ekspertowe nie są w stanie rozwiązać prostszych wersji problemów niż te, dla jakich zostały zaprogramowane. Może to wynikać choćby z tego, że zakomunikować systemowi innego sformułowania problemu.

Wąski zakres kompetencji odegrał rolę w jednym z wczesnych programów Lenata, zajmujących się automatycznym programowaniem, który „nie mógł uniknąć syntetyzowania jednego, jedyne go programu, który służył demonstracji systemu”.

Systemy ekspertowe funkcjonują na wysokim *plateau* wiedzy i kompetencji, dopuki nie osiągną krańców swej wiedzy; potem spadają na poziom całkowitej niekompetencji. Zjawisko to nazywa się kruchością systemu. Podkreśla się też trudności z wyposażeniem systemu w

zdolności oceny tego, na ile dany problem wykracza poza jego kompetencje. Z ludźmi jest podobnie, lecz po pierwsze, ich poziom kompetencji jest szerszy, i po drugie, przejście do braku kompetencji odbywa się w sposób płynny, co w literaturze określa się jako *graceful degradation*. Ze względu na sztywność wnioskowania wszystkie możliwe konfiguracje problemu muszą być przewidywane w czasie tworzenia bazy wiedzy: sytuacje nieprzewidziane mogą być źle zinterpretowane.

Większość problemów technologii SE da się zebrać w jedną całość ze wspólnym mianownikiem rozumowań zdroworozsądkowych. John McCarthy pisze:

„Jakość działania systemów ekspertowych w ich wyspecjalizowanych dziedzinach często jest imponująca. Jednakże nie posiadają one wiedzy zdroworozsądkowej typowej dla każdego normalnego człowieka. Brak ten powoduje ich „kruchłość”. Rozumie się przez to, że trudno je rozszerzać poza zakres przewidziany początkowo przez ich projektantów oraz, że zwykle nie znają one własnych ograniczeń. Wiele ważnych zastosowań będzie wymagało umiejętności zdroworozsądkowych. Zdroworozsądkowe fakty i metody są do dziś tylko w niewielkim stopniu zrozumiałe, a poszerzanie tego zrozumienia jest kluczowym problemem stojącym przed sztuczną inteligencją”.

Posiadanie gotowych wzorów - schematów rozwiązywania problemów - pomaga znajdować rozwiązania szybko i efektywnie, o ile tylko schematy te dają się zastosować. W im większym jednak stopniu zadanie wymaga tzw. ogólnej inteligencji, tym bardziej zakres zastosowania gotowych schematów postępowania zmniejsza się. Im większa różnorodność problemu, tym większa szansa na to, że w zestawie reguł heurystycznych napotyka się braki. W fazie uruchamiania systemu z bazą wiedzy usiłuje się takie niedostatki eliminować poprzez uzupełnienie bazy reguł o reguły przeoczone czy przez zawężenie zakresu działania istniejących reguł ze względu na sytuacje, w których nie powinny być zastosowane. Według coraz powszechniej panującej opinii, metoda ta odsuwa tylko problem, nie rozwiązując go. Przyrostowa baza wiedzy, której możliwość zawsze stanowiła wielki atut systemów regułowych, musiałaby być prowadzona ustawicznie.

Podobne rozważania spotyka się nieraz w argumentacji „dowodzącej” występowania u podstaw sztucznej inteligencji fundamentalnych trudności, uniemożliwiających dalszy rozwój tej dziedziny poza dostarczenie metodologii tworzenia mniej lub bardziej praktycznych, lecz sztywnych systemów wnioskujących. Krytyka ta nie bierze pod uwagę tego, że problem ten jest badaczom dobrze znany i że prace na nim właśnie się koncentrują.

Na znaczeniu zyskują zatem metody bardziej fundamentalne, wykorzystujące znajomość „natury rzeczy”, tzw. wnioskowanie z pierwszych zasad. Symulacja zdrowego rozsądku idzie w kierunku poznawania mechanizmów posługiwania się wiedzą o naturze wiedzy ogólnej, z której inteligentny system sam mógłby wyprowadzać użyteczne schematy heurystyczne, a w każdym razie na której podstawie mógłby wypełniać luki biorące się ze zbyt dużej grubo ziarnistości reguł.

Może być kilka typów „wiedzy ogólnej” albo potocznej. Po pierwsze, jest to faktograficzna wiedza o świecie jaką znajdujemy w encyklopediach. Po drugie, jest to wiedza zdroworozsądkowa, którą encyklopedia zakłada u czytelnika i której posiadanie zakładamy wzajemnie od siebie. Charakterystyczne jest to, że oprócz szczególnych kontekstów, jak rozważania filozoficzne, psychologiczne i właśnie badania sztucznej inteligencji, treści zdroworozsądkowej (np. że jeden przedmiot nie może równocześnie znajdować się w dwóch miejscach) nie są komunikowane jawnie ze względu na swoją oczywistość. Trzeci rodzaj wiedzy ogólnej, to wiedza konkretna na dowolny temat - stosowana jednak nie bezpośrednio jak w przypadku wymienionych wcześniej typów - lecz przez analogię. Używane metafory nie muszą być szczególnie głębokie; ich siła pochodzi z różnorodności.

Zasadniczym problemem jest to, że najczęściej ekspertyza w rozwiązywaniu problemów wymyka się opisowi. Dla przykładu, ekspertyza potrzebna jest w zadaniu projektowania programu bazowego systemów ekspertowych. Jednakże opisanie jej nawet tylko słownie, bez formalizowania, jest dostatecznie trudne, a formalizacja wydaje się przedsięwzięciem co najmniej na długie lata. Z tego powodu dziedzina automatycznego programowania ma jeszcze długą drogę przed sobą; z jednej strony trudno jest opisać dostatecznie szeroko, a przy tym szczegółowo proces programowania, a z drugiej, trudno o język opisu zagadnień do zaprogramowania.

2. System decyzyjny na szczeblu związku taktycznego

2.1. Podstawowe pojęcia

Dowodzenie określa się jako złożoną i wielofunkcyjną działalność dowódców jednostek (związków, oddziałów, pododdziałów) różnych szczebli organizacyjnych sił zbrojnych w całości, a także poszczególnych rodzajów sił zbrojnych oraz rodzajów wojsk. Czym zatem jest dowodzenie ?

Najogólniej można powiedzieć, że dowodzenie stanowi szczególny rodzaj kierowania.

Dlatego też dążąc do poznania istoty i treści dowodzenia celowe wydaje się skorzystanie z osiągnięć wielu dziedzin naukowych, w tym głównie nauk ergologicznych, a zwłaszcza teorii organizacji i kierowania.

Z analizy podstaw nauki teorii organizacji i kierowania wynika iż funkcje kierowania mieszczą się w cyklu działania zorganizowanego¹, na który składają się:

- określenie celu;
- planowanie;
- organizowanie; wykonanie;
- kontrola.

Jedyna różnica polega na tym, że w kierowaniu zamiast funkcji "wykonanie" występuje funkcja pobudzania (motywowania). Pozostałe trzy funkcje cyklu kierowniczego, w jego zasadniczej części pokrywają się z funkcjami cyklu działania zorganizowanego.

O kierowaniu ponadto mówi się wtedy, gdy spełnione są następujące warunki² :

istnieją dwa związane ze sobą moduły dynamiczne: kierujący i wykonawczy. Moduły te tworzą razem system kierowania;

między modułami istnieją sprzężenia jednokierunkowe lub dwukierunkowe;

dla obydwu modułów stanowiących jeden system kierowania istnieje określony cel kierowania, któremu podporządkowane jest działanie modułów;

moduł kierujący oddziałuje na elementy składowe modułu wykonawczego, powodując przez to pożądane (zgodne z celem kierowania) zmiany stanów tego ostatniego.

¹ J. Zieleniewski. Organizacja zespołów ludzkich. Wstęp do teorii organizacji i kierowania. PWE. Warszawa,

² P. Sienkiewicz. Analiza systemowa. Bellona. Warszawa. 1990r.

Dowodzenie natomiast wiąże się z kierowaniem ludźmi, czyli z działaniem zmierzającym do powodowania działania innych ludzi, zgodnego z celem tego kto nimi kieruje.

Mówiąc na przykład o "dowodzeniu w walce" mamy na myśli oddziaływanie dowództw na podległe jednostki w toku operacji. Wydawać się może, że takie rozumienie dowodzenia jest zbyt wąskie. Przecież dowodzenie w operacji, już po jej rozpoczęciu, a więc w toku jej trwania praktycznie nie byłoby możliwe, jeżeli przed jej rozpoczęciem nie opracowano by planu operacji³. Wreszcie skuteczne dowodzenie w operacji wymaga wcześniejszego opracowania regulaminów, instrukcji, a także wydawania odpowiednich rozkazów i zarządzeń regulujących działania wojsk.

Ogólnie można więc powiedzieć, że dowodzenie jest procesem, na który składa się dowodzenie programowe (planowe - związane z opracowaniem programu czy planu operacji) oraz dowodzenie bieżące w toku realizacji programu (tj. w czasie trwania operacji).

Potwierdza to więc tezę, że dowodzenie jest szczególnym rodzajem kierowania. Wynika z niej, że każde dowodzenie jest kierowaniem, choć nie każde kierowanie jest dowodzeniem.

Dowodzenie jest pojęciem zakresowo węższym od kierowania.

Dowodzenie jest szczególnym rodzajem kierowania także dlatego, że proces dowodzenia odbywa się w specyficznych warunkach pola bitwy (operacji). Wyjątkową właściwością dowodzenia jest również odpowiedzialność dowódców za pozytywny wynik operacji oraz za zdrowie i życie podległych im żołnierzy.

Zasygnalizowane czynniki sprawiają, że dowodzenie wojskami jest jedną z trudniejszych form kierowania.

Najistotniejszymi jednak czynnikami odróżniającymi dowodzenie od kierowania są czynniki determinujące samą walkę (operację). Jest to mianowicie istnienie dwóch przeciwstawnych stron o sprzecznych celach działania oraz to, że cele te realizuje się za pomocą niszczących środków walki.

Dowodzenie stanowi złożony proces informacyjno-zasileniowy. Podstawowymi funkcjami tego procesu są: planowanie, organizowanie, przewodzenie⁴, kontrolowanie. Szczególną właściwością dowodzenia jest współdziałanie.

³ L. Kuleszyński. Cybernetyka i dowodzenie. Wyd. MON. Warszawa. 1967 r.

⁴ J. Michniak i zespół. Proces informacyjny w systemie dowodzenia wojsk lądowych na szczeblach taktycznych. Warszawa 2000r.

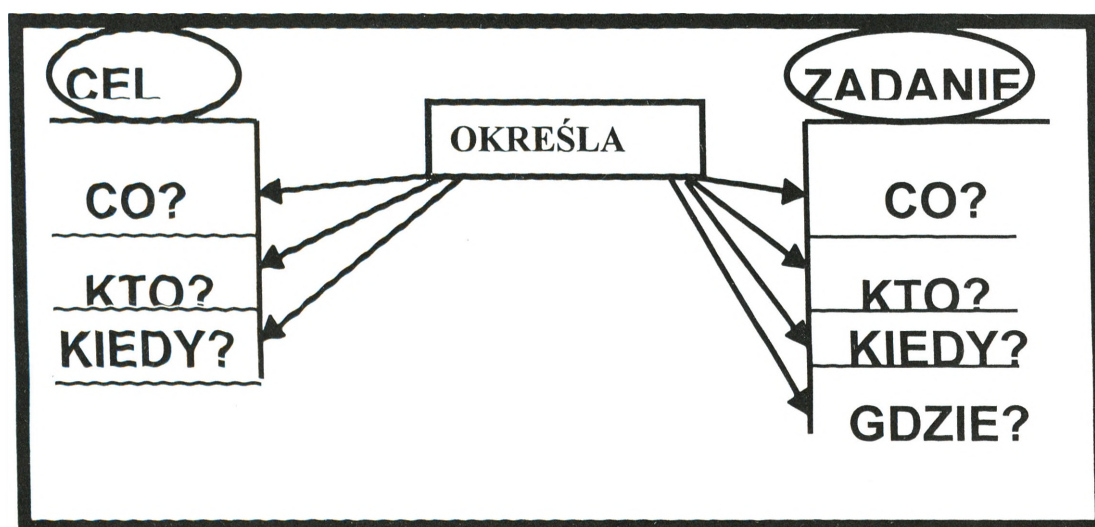
Dowodzenie zatem to proces planowania, organizowania, przewodzenia i kontrolowania działania wojsk oraz wykorzystania przydzielonych im zasobów dla osiągnięcia określonych celów, związanych w czasie pokoju - z przygotowaniem, a w czasie , wojny - z bezpośrednim prowadzeniem operacji. Stąd też przyjmuje się, że każdy dowódca dowodzi, najpierw w czasie pokoju przygotowaniem swoich podwładnych do prowadzenia operacji, a potem dowodzi podległymi sobie wojskami w czasie operacji.

Czyli "DOWODZENIE jest to proces, poprzez który dowódca narzuca swoją wolę i zamiary podwładnym oraz w ramach którego wspomagany przez swój sztab planuje, organizuje, koordynuje i ukierunkowuje działania podległych mu wojsk przez użycie standardowych procedur działania i wszelkich dostępnych środków przekazywania informacji"

Za jedną z głównych zasad dowodzenia przyjmuje się "dowodzenie przez określenie celu działania".

"CEL jest to określony przedmiotowo i podmiotowo, przyszły, pożądany stan lub rezultat działania organizacji (jednostki wojskowej), możliwy i przewidziany do osiągnięcia w terminie lub okresie mieszczącym się w przedziale czasu objętym planowaniem".

Cele określają Co?, Kto?, Kiedy? ma osiągnąć. Precyzują przedmiot dążeń, tj. pożądany stan lub rezultat pod względem cech jakościowych (rodzajów) i ilościowych, określają termin lub okres zaistnienia pożądanego stanu lub rezultatu oraz wskazują na przedmiot celowych działań (obiekt, jednostkę, ugrupowanie), który ten stan lub rezultat ma osiągnąć.

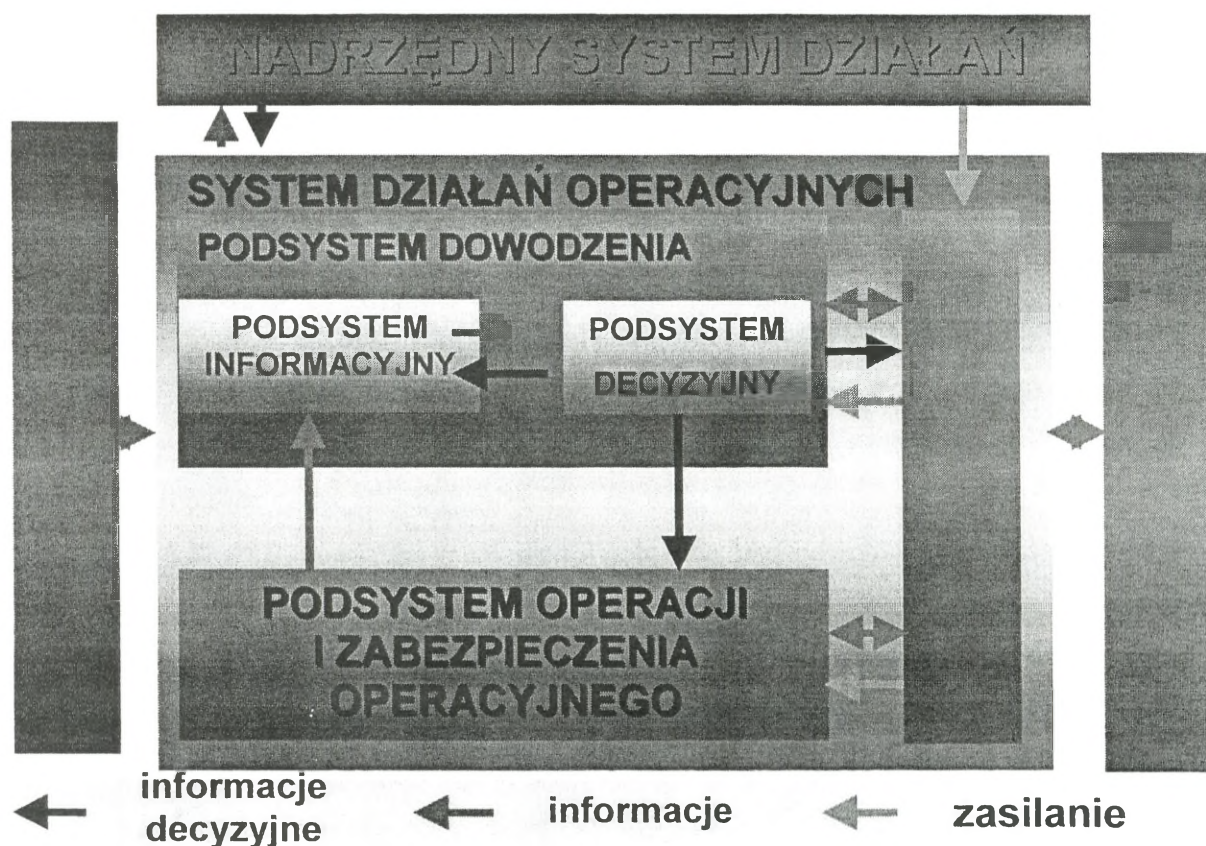


Źródło: Metody i treści pracy zespołów funkcjonalnych na stanowisku dowodzenia wojsk lądowych str.9. [13]

"ZADANIE natomiast jest to przyszłe zdarzenie, które zostało przez dowódcę opisane i przekazane innemu dowództwu do realizacji".

Zadanie wskazuje cel bez określenia jednoznacznych dróg dojścia do niego.

Z chwilą przyjęcia przez dane dowództwo zadania do wykonania staje się ono celem.



Źródło: Metody i treści pracy zespołów funkcjonalnych na stanowisku dowodzenia wojsk lądowych str. 10. [13]

Rys. 2-1. Model systemu dowodzenia w ujęciu informacyjno-decyzyjnym

Proces dowodzenia, aby mógł sprawnie przebiegać musi mieć jako bazę elementy personalne, techniczne i organizacyjne wzajemnie zależne, zaprojektowane i zorganizowane w system dowodzenia, w którym celowe i skoordynowane działanie tych elementów umożliwia skuteczne dowodzenie. Zatem "SYSTEM DOWODZENIA" to wzajemnie ze sobą powiązane funkcjonalnie i wewnętrznie skoordynowane elementy organizacyjne, ludzkie i materiałowe, zgrupowane w trzy zasadnicze komponenty:

- organizację dowodzenia;
- środki dowodzenia;
- proces dowodzenia.

ORGANIZACJA DOWODZENIA to:

- ogólne zasady działania (doktryna);
- sposób zorganizowania dowództw;
- relacje pomiędzy dowództwami;

uprawnienia i odpowiedzialność dowództw;

podział i struktura funkcjonalna dowództw na stanowiskach dowodzenia.

ŚRODKI DOWODZENIA to zasoby techniczne i materiałowe wydzielone do działania w systemie dowodzenia zorganizowane jako: stanowiska dowodzenia; sieci telekomunikacyjne, pocztowe, sygnalizacyjne, informatyczne itp.

PROCES DOWODZENIA to proces informacyjno-decyzyjny realizowany przez dowództwa polegający na cyklicznym zbieraniu i opracowywaniu informacji oraz przetwarzaniu ich w decyzje, które w postaci zadania doprowadza się do wykonawców.

Tak pojmowany system dowodzenia powinien zapewniać w toku operacji (walki):

żywość obiektów i środków dowodzenia

zdolność współdziałania, koordynowania i synchronizację działań z innymi rodzajami sił zbrojnych czy też komponentami sił zbrojnych państw sojuszników, administracją w kraju lub kraju państwa - gospodarza;

zdolność reagowania i dostosowania do potrzeb dowodzenia w zależności od rodzaju prowadzonej operacji.

2.2. Organizacja dowodzenia

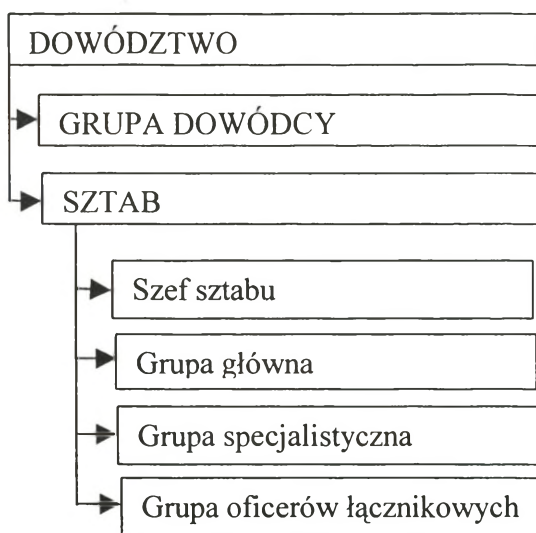
Organizacja dowodzenia-jeden z komponentów systemu dowodzenia-jest składową wielu czynników, które przedstawiono powyżej. Teraz pragniemy przybliżyć te najistotniejsze, i te które musiały ulec zmianie w toku osiągania celów interoperacyjności .

Zasadniczym uwarunkowaniem powodzenia w przyszłych działaniach wojennych będzie koordynacja i synchronizacja działalności dowództw, która charakteryzować się powinna szybkim przekazywaniem informacji (zbliżonym do czasu rzeczywistego). Warunek ten może być spełniony tylko w przypadku, kiedy struktura poszczególnych szczebli dowodzenia, tzn. dowództw będzie dostosowana do roli, jaką one mają spełniać w walce i operacji.

Struktura organizacyjna dowództwa traktowana jest jako podział dowództwa na komórki organizacyjne wraz z określeniem ich zadań, uprawnień i odpowiedzialności oraz uwzględnieniem powiązań informacyjnych między tymi komórkami. Ponadto w zakres problematyki wchodzi również transformacja dowództwa na stanowiska dowodzenia, a w tym podział stanowisk dowodzenia na komórki organizacyjno-funkcjonalne oraz powiązania informacyjne pomiędzy nimi.

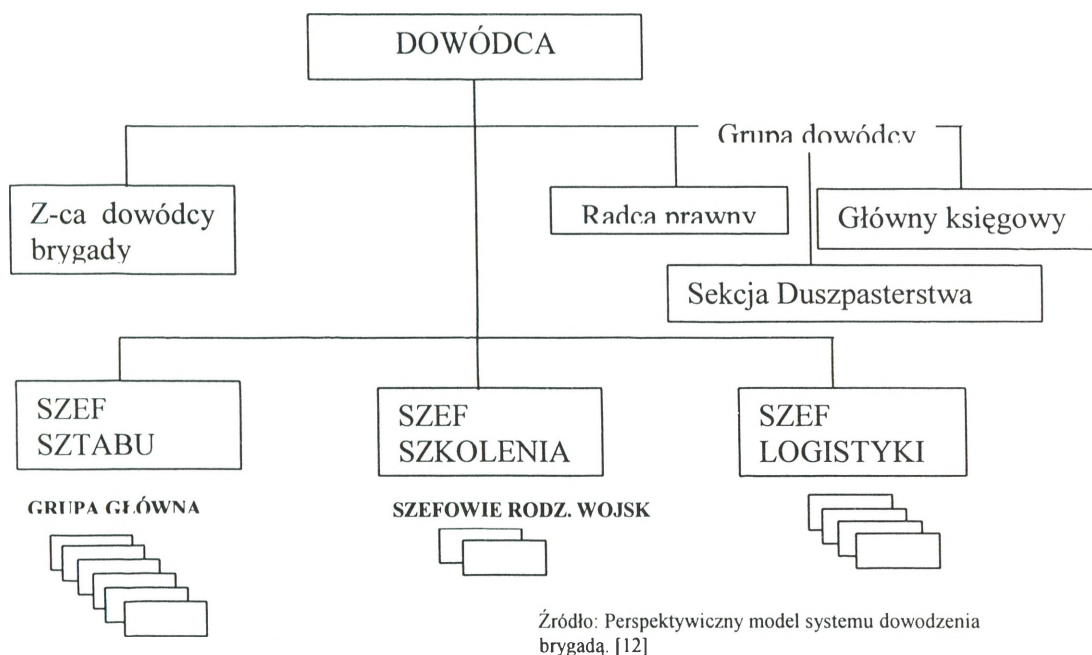
Uwzględniając powyższe, ogólna struktura dowództwa od szczebla batalionu (równorzędnego) wzwyż powinna być taka sama, a różnić się tylko odpowiednio rozbudowanymi komórkami specjalistycznymi.

Ogólna organizacja dowództwa powinna opierać się na następującej konstrukcji szkieletowej:



Źródło: Perspektywiczny model systemu dowodzenia brygadą. [12]

Rys.2-2. Struktura organizacyjna dowództwa brygady (pułku)



Rys. 2-3. Struktura organizacyjna sztabu na szczeblu związku taktycznego

1. Grupa dowódcy - składa się z osób funkcyjnych i komórek organizacyjnych, z którymi pracuje bezpośrednio dowódca.

2. Sztab - na czele którego stoi szef sztabu.

W sztabie wyróżnia się, w zależności od szczebla dowodzenia, komórki zorganizowane w zarządy, oddziały, wydziały, sekcje, specjalistów pogrupowane jako:

a) Grupa główna

- komórka personalna ;
- komórka rozpoznawcza;
- komórka operacyjna;
- komórka logistyczna;
- komórka współpracy z administracją cywilną i wojskową (tylko podczas działań na terytorium innego państwa);
- komórka wsparcia dowodzenia i łączności.

b) Grupa specjalistyczna - obejmująca komórki organizacyjne odpowiedzialne głównie za problematykę wykorzystania rodzajów wojsk i służb, tj. WRiA, WInż, WOPL, WOPChem, LWLąd. itp.

c) Grupa oficerów łącznikowych - do nich zalicza się: oficerów łącznikowych, grupy operacyjne RSZ, łączników, kurierów, itp.

Szczególne zadania w sztabach mogą realizować oficerowie specjaliści, którzy nie należą etatowo do sztabu. Są to dowódcy jednostek wsparcia:

- artylerii;
- OPL;
- saperów;
- lotnictwa wojsk lądowych;
- łączności;
- logistyki.

Odpowiadają oni za problematykę swego obszaru specjalistycznego. Podlegają dowódcy danego szczebla dowodzenia, a współpracują z odpowiednimi wg zadań komórkami głównymi sztabu.

W tak skonstruowanych dowództwach, każda z komórek organizacyjnych sztabu spełnia określoną funkcję i w jej ramach realizuje określone zadania. Jako zadania podstawowe poszczególnych komórek sztabu przyjmujemy:

a) komórka personalna:

- zarządzanie zasobami ludzkimi;
- uzupełnianie stanów osobowych;
- dbałość o poziom dyscypliny, morale;
- przestrzeganie prawa, porządku i przepisów bezpieczeństwa oraz zapobieganie wypadkom;
- wykorzystanie personelu cywilnego;
- organizacja pomocy dla jeńców wojennych, internowanych, itp.

b) komórka rozpoznania i przeciwdziałania rozpoznaniu:

- przygotowanie i koordynację przedsięwzięć rozpoznania i wywiadu oraz kontrwywiadu;
- planowanie i koordynację szkolenia dowództw i wojsk w przedstawionych powyżej obszarach zainteresowania w ścisłym współdziałaniu z komórką operacyjną;

c) komórka operacyjna:

- zapewnienie sprawnego i terminowego przebiegu procesu przygotowania i prowadzenia operacji (walki);
- planowanie, organizowanie, realizację i kontrolę procesu szkolenia wojsk i sztabów;
- analizę, planowanie i wprowadzanie:
- nowych struktur organizacyjnych wojsk;
- nowych wzorów wyposażenia;
- zmian w dyslokacji jednostek;

d) komórka zabezpieczenia logistycznego:

- planowanie i koordynację wszelkich przedsięwzięć dotyczących zabezpieczenia logistycznego, to znaczy:
 - · transportu;
 - · zaopatrzenia materiałowego;
 - · remontu;
 - · pomocy medycznej;

e) komórka współpracy z administracją cywilno-wojskową:

organizowanie i koordynację wykorzystania środków należących do państwa, na terenie którego prowadzone są działania wojenne, np. środków materiałowych, ruchomości, nieruchomości itp. na rzecz wykonania zadania

f) komórka wsparcia dowodzenia i łączności:

- planowanie i nadzór nad: siecią łączności dowodzenia (signal operations)
- i działalnością komórki łączności wewnętrznej stanowiska dowodzenia
- zapewnienie bezpieczeństwa informacji;
- reprodukcja i dystrybucja dokumentów wewnątrz SD;
- zarządzanie informacją wychodzącą i wychodzącą z SD;
- planowanie i nadzór nad systemami automatyzacji (Automation management);
- planowanie i nadzór nad przedsięwzięciami obrony radioelektronicznej
- systemu dowodzenia i łączności;
- planowanie zmian stanowisk dowodzenia.

Osoby funkcyjne "grupy specjalistycznej" sztabu wspomagają dowódcę i grupę główną sztabu w zawodowych, technicznych i innych funkcjonalnych obszarach działalności.

Zorganizowane w zależności od szczebla w wydziały, sekcje itp., zgodnie z ich zawodowym przygotowaniem. Ich szczegółowe zadania uzależnione są przede wszystkim od:

- · szczebla dowodzenia;
- · dokumentów normatywnych;
- · ustaleń i decyzji dowódcy oraz szefa sztabu.

Do zadań tej grupy należy między innymi:

pomoc grupie głównej sztabu w przygotowaniu planów, rozkazów i meldunków;
planowanie i nadzór szkolenia ich własnych komórek oraz realizacji nadzoru z ramienia sztabu w ich obszarach odpowiedzialności;
konsultacja i koordynowanie działań z innymi ośrodkami (komórkami) w dziedzinach ich specjalności.

Realizacja tych zadań wymaga ciągłej współpracy z różnymi komórkami grupy głównej sztabu. Np. szef ŻW z grupy specjalistycznej koordynuje:

- · problemy dyscypliny, prawa i porządku z komórką personalną (1);
- · realizację ochrony tajemnicy z komórką rozpoznania (2);
- · realizację ochrony obszaru tyłowego z komórką operacyjną (3);
- · ochronę transportów z komórką logistyczną (4).

Grupa łącznikowa reprezentuje dowódcę na stanowiskach dowodzenia innych jednostek. Poprzez kontakt osobisty zapewniają współdziałanie z innymi jednostkami oraz wzajemną wymianę informacji. Utrzymują ciągłą wymianę informacji między dowódcami i sztabami. Pracą ich kieruje szef sztabu, szef komórki lub inny wyznaczony oficer.

Grupy łącznikowe mogą być wysyłane w razie potrzeby i mogą wykonywać takie same zadania jak oficerowie łącznikowi.

Łącznicy i kurierzy doręczają rozkazy i meldunki, które innymi drogami nie mogą być doręczone.

Łącznicy - oficerowie doręczają na polecenie swych dowódców szczególnie ważne rozkazy i meldunki.

Ważnym elementem w systemie dowodzenia są stanowiska dowodzenia, które stanowią główne ośrodki kierowania operacjami.

W operacji na poszczególnych szczeblach dowodzenia przyjmuje się, że będą organizowane następujące rodzaje stanowisk.

Stanowiska dowodzenia, powiązane ze sobą funkcjonalnie i informacyjnie w określonym układzie poziomym i pionowym, są ważnymi elementami całego systemu dowodzenia. W Siłach Zbrojnych RP przewiduje się organizowanie następujących rodzajów stanowisk dowodzenia: stanowisko dowodzenia, zapasowe stanowisko dowodzenia, wysunięte stanowisko dowodzenia, powietrzny punkt dowodzenia, punkt dowódczo-obszerny. Natomiast po 2001 roku na szczeblu korpusu i dywizji powinny być organizowane także tyłowe stanowiska dowodzenia (TSD), jeżeli zostaną wprowadzone zautomatyzowane systemy dowodzenia.

W organizowanych stanowiskach dowodzenia wyróżniamy zawsze:

organa dowodzenia - zorganizowane w zespoły funkcjonalne odpowiadające obszarom problemowym dowodzenia. Są głównym elementem stanowisk przeznaczonym do bezpośredniego dowodzenia;

węzeł łączności - zapewnia przepływ informacji poprzez techniczne i pocztowe środki łączności wewnątrz stanowiska dowodzenia i pomiędzy stanowiskami dowodzenia zgodnie z zasadami organizacji łączności dowodzenia, współdziałania i powiadamiania;

grupę zabezpieczenia - organizującą wszechstronne zabezpieczenie bojowe i logistyczne stanowiska dowodzenia.

Ponadto w pobliżu rejonu stanowiska dowodzenia, w zależności od szczebla, organizuje się lądowisko dla śmigłowców łącznikowych i PPD.

Ilość poszczególnych komórek organizacyjnych stanowisk dowodzenia oraz wielkość obsady personalnej uzależniona jest od wielu czynników. Można do nich zaliczyć:

- zadania, jakie ma realizować dany zespół osób funkcyjnych;
- stopień przygotowania personelu i wyposażenia w techniczne środki dowodzenia
- wymogi określone przez zasady organizacji rozmieszczenia i pracy stanowisk dowodzenia;
- potrzebę zapewnienia ciągłości pracy podczas 24 godzin z uwzględnieniem
- systemu dwuzmianowego;
- wytyczne dowódcy i szefa sztabu.

W zależności od szczebla i przeznaczenia stanowiska dowodzenia, jego strukturę wewnętrzną tworzą elementy funkcjonalne wydzielane z jednej lub kilku komórek organizacyjnych

dowództwa tworząc zespoły, grupy połączone w odpowiednie centra jako zasadnicze komponenty stanowisk dowodzenia, tj.:

centrum dowodzenia - spełniające funkcję planistyczną w zakresie prowadzonych działań.

Koordynuje ono działania powstałych komponentów SD, określa potrzeby na informacje lub dane potrzebne do powzięcia decyzji przez dowódcę;

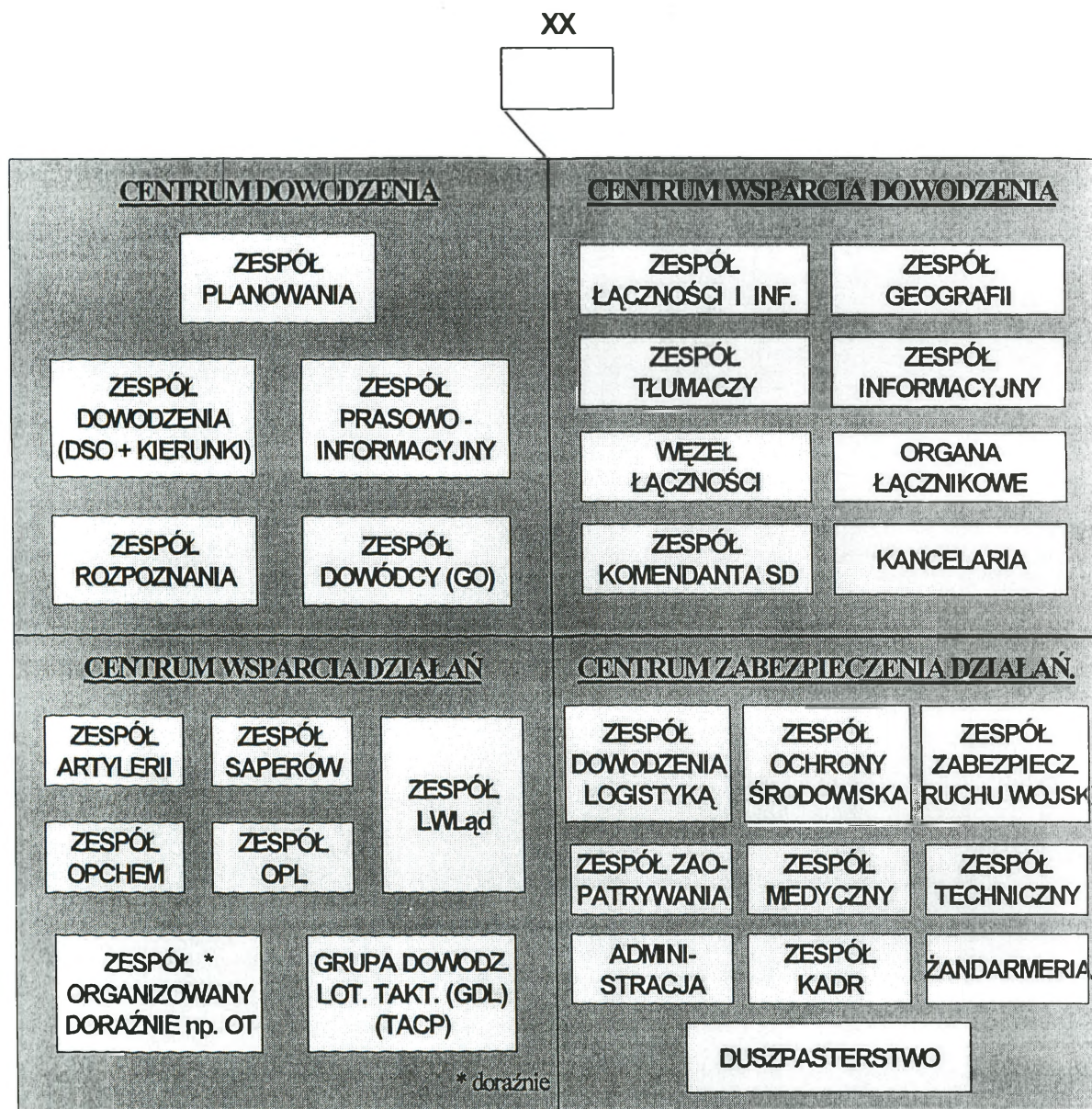
centrum wsparcia dowodzenia - spełniające funkcje wsparcia cyklu decyzyjnego procesu dowodzenia w różnych relacjach i obszarach. Organizuje, zabezpiecza i nadzoruje przepływ i bezpieczeństwo informacji pomiędzy poszczególnymi komponentami SD i na zewnątrz;

centrum wsparcia działań - spełniające funkcję koordynatora wsparcia lotniczego i ogniowego wojsk zmechanizowanych i pancernych. Planuje użycie sił lotnictwa wojsk lądowych i innych specjalistycznych zgrupowań w wymiarze lądowo-powietrznym.

Koordynuje wysiłek działania innych rodzajów wojsk na rzecz sił głównych;

centrum zabezpieczenia działań - realizujące funkcje planistyczno-koordynujące zabezpieczenia logistycznego działań wojsk lądowych oraz administratora zasobów działalności personalnej i wsparcia dowodzenia wewnętrznego.

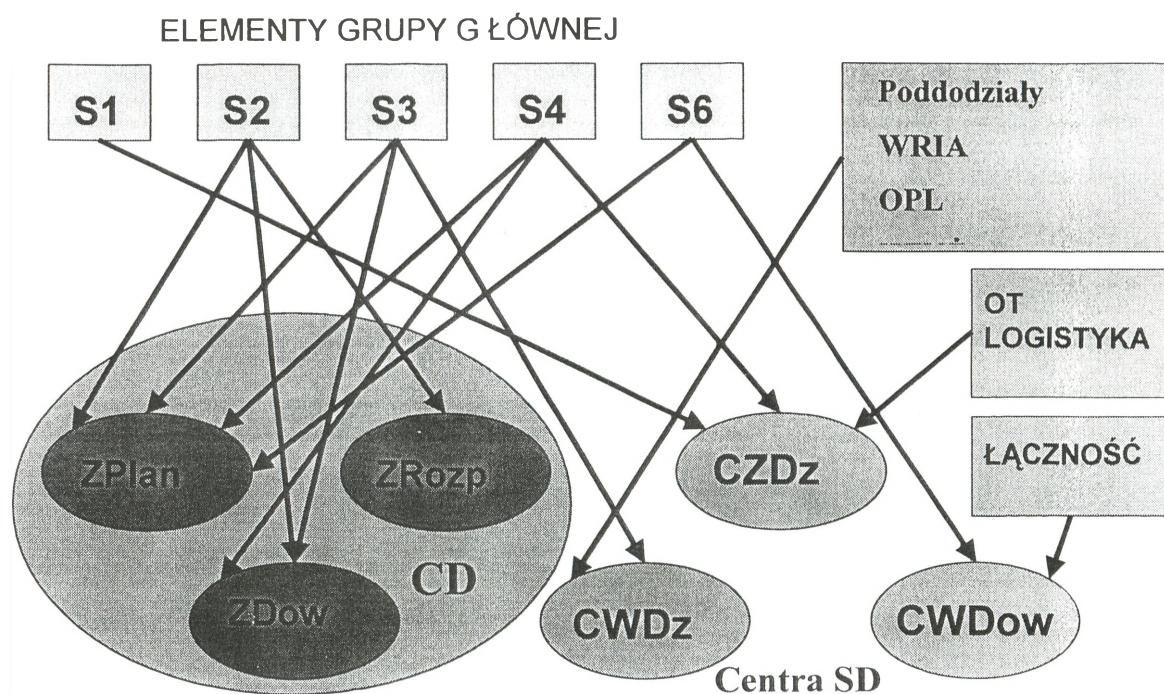
Szczegółowa strukturę organizacyjną stanowisk dowodzenia określają dowódcy w odniesieniu do podległych dowództw, uwzględniając specyfikę działań, sytuację operacyjno-taktyczną i możliwości współdziałania w systemie sojusznym. Taką przykładową strukturę szczegółowa poszczególnych centr stanowiska dowodzenia szczebla taktycznego wojsk lądowych przedstawiono na rysunku 1.4.



Źródło: Metody i treści pracy zespołów funkcjonalnych na stanowisku dowodzenia wojsk lądowych str.26. [13]

Rys. 2-4. Szczegółowa struktura centr SD szczebla taktycznego wojsk lądowych (wariant)

Natomiast konwersję sztabu dowództwa na taką przykładową strukturę szczegółową centrum dowodzenia i pozostałych centr stanowiska dowodzenia przedstawiono na rysunku 3-5.



Źródło: Metody i treści pracy zespołów funkcjonalnych na stanowisku dowodzenia wojsk lądowych str.8. [13]

Rys.2-5. Schemat transformacji sztabu dowództwa na stanowisko dowodzenia

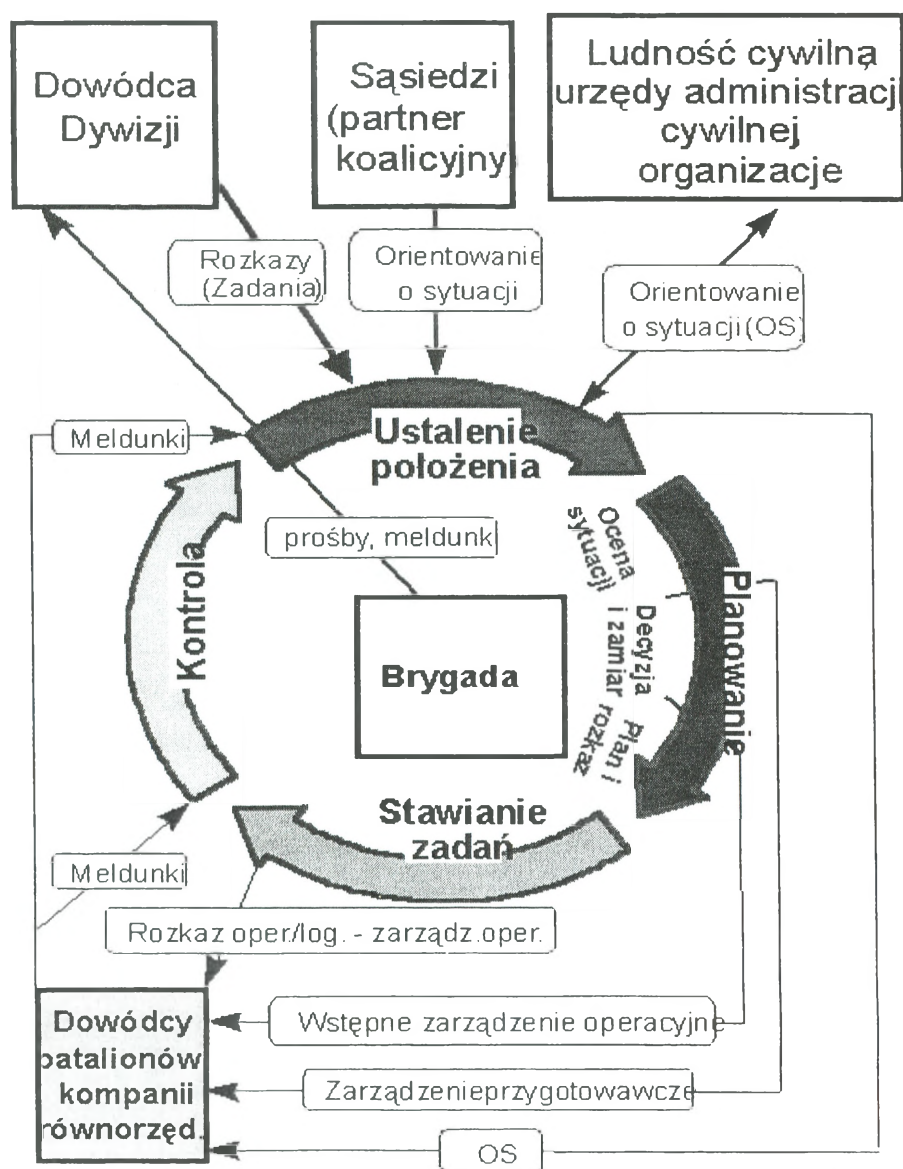
Środki dowodzenia

Dla zapewnienia właściwego przepływu informacji w dowództwach każdego szczebla dowodzenia oraz między podporządkowanymi i współdziałającymi jednostkami stosuje się odpowiednie systemy techniczne. Stanowią je urządzenia i procedury techniczne służące pozyskiwaniu, przesyłaniu, przetwarzaniu, gromadzeniu i obrazowaniu informacji określane ogólnie mianem środków dowodzeniaw

2.3.Proces dowodzenia

Przyjmuje się, iż na proces dowodzenia składa się całość przedsięwzięć związanych z dowodzeniem, realizowanych przez komórki organizacyjno - funkcjonalne i osoby funkcyjne na stanowisku dowodzenia brygady. Proces ten symbolicznie przedstawić można w postaci koła, które utrzymywane jest w ruchu przez ciągłe zdobywanie,

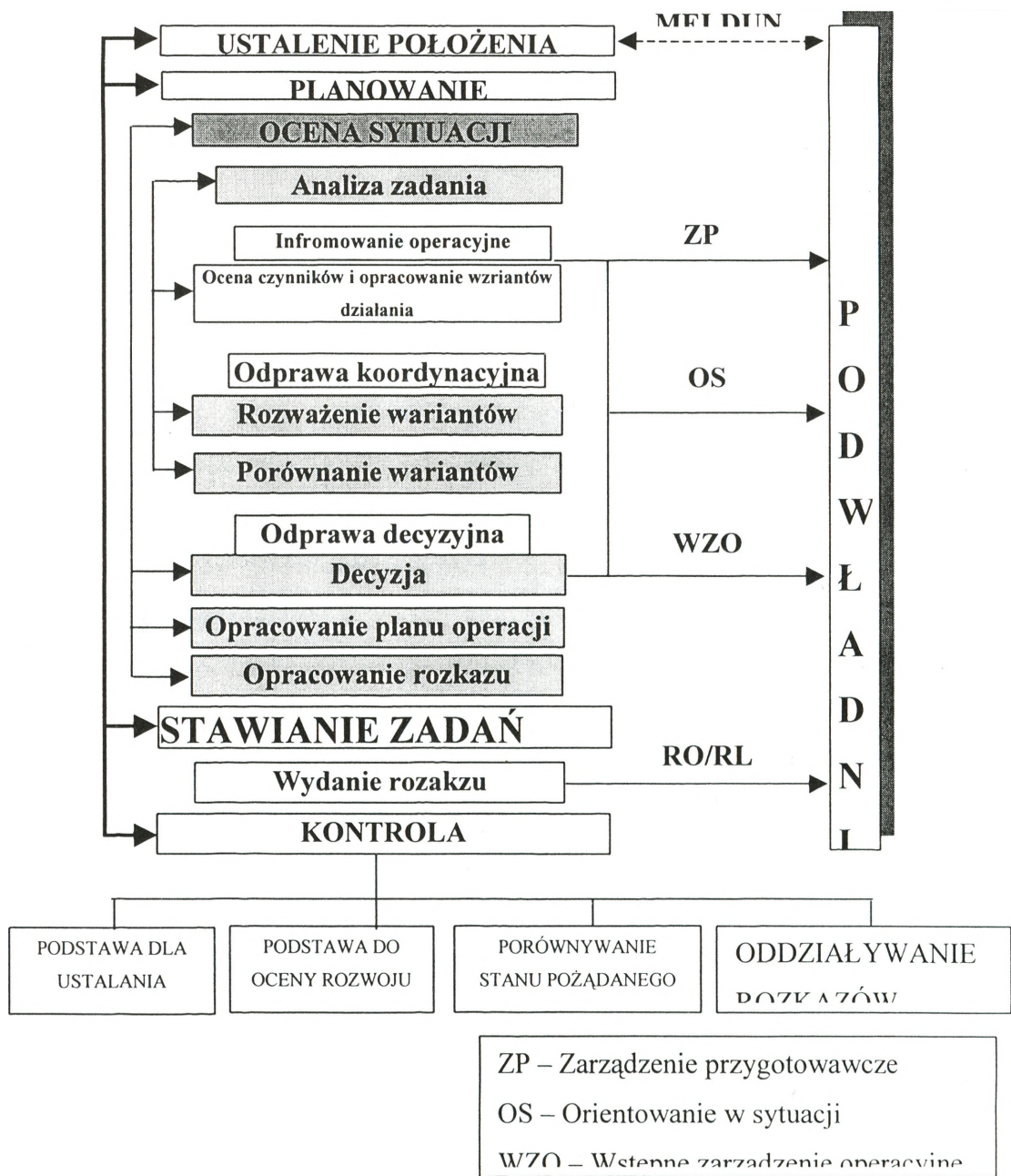
przetwarzanie i wykorzystywanie informacji. W wyniku realizacji tych przedsięwzięć podjęta zostaje decyzja i opracowany plan działania. Na jego podstawie sporządza się informacje dyrektywne w postaci zadań (rozkazów, zarządzeń), które następnie przekazywane są podwładnym. Na ten "ruch" oddziałują silnie informacje (dyrektywne) w postaci stawianych zadań oraz o działaniu przeciwnika, położeniu i możliwościach wojsk własnych czy też otoczeniu (teren, warunki atmosferyczne itp.). Wszystkie te informacje obligują dowódcę brygady do stworzenia i realizacji takiego planu, który istniejącą sytuację przekształciłby w sytuację nakazaną w otrzymanym od przełożonego zadaniu.



Źródło: Metody i treści pracy zespołów funkcjonalnych na stanowisku dowodzenia wojsk lądowych str 28. [13]

Rys.2-6. Ogólny przebieg procesu dowodzenia wojskami

Proces dowodzenia, z operacyjnego punktu widzenia, traktuje się więc jako cykl decyzyjny jednakowy na wszystkich szczeblach dowodzenia, składający się z cyklicznie powtarzających się faz, etapów i czynności.



Źródło: Metody i treści pracy zespołów funkcjonalnych na stanowisku dowodzenia wojsk lądowych str.29 [13]

Rys. 2-7. Ramowy układ cyklu decyzyjnego

3. Analiza formalna systemu

3.1. Zastosowana notacja w opracowaniu

System, będący przedmiotem analizy strukturalnej i projektu systemu informatycznego, to nazwana, zdefiniowana i współdziałająca kolekcja faktów, procedur i procesów, łącznie z organizacją ludzi, maszyn, różnych mechanizmów i innych zasobów, które te procesy i procedury wykorzystują. W rzeczywistości system to dowolna (arbitralnie wybrana) kolekcja mechanizmów, tak jak funkcja w hierarchii realizowanych funkcji to dowolna kolekcja funkcji niższego poziomu. W związku z tym podczas projektowania systemu może i powinno być rozważonych wiele alternatywnych grupowań mechanizmów. Sukces lub porażka systemu jest prawie zawsze sprawą tego, czy arbitralny wybór został dokonany w sposób zrównoważony przez doświadczonych praktyków, uwzględniających zarówno czynniki organizacji, jak i czynniki techniczne. Projektowanie systemu wymaga zwykle podjęcia decyzji dotyczącej zakresu systemu wyrażonego w kategoriach funkcji podmiotu, które mają być przez system obsługiwane. Następnym krokiem jest zaprojektowanie składników systemu, składników tych składników, itd., aż do momentu, gdy składnik może być albo zrealizowany za pomocą pewnych istniejących mechanizmów, albo został zaprojektowany wystarczająco szczegółowo, aby go było można zbudować. Dla głównych składowych systemu często stosuje się pojęcie **podsystem**.

System może być bardzo duży, może obsługiwać setki lub nawet tysiące funkcji podmiotu. **Podmiot systemu** to na przykład przedsiębiorstwo lub obrona przeciwnika związku taktycznego - system wzbogaca swój podmiot o nowe wartości, wzbogaca funkcjonalność podmiotu. Część działań związanych z projektowaniem systemu umożliwia określenie w jego ramach podstawowych bloków, które są mniejsze, łatwiejsze w zarządzaniu i reprezentują sensowne jednostki, nadające się do konstruowania, zarządzania, kontrolowania i, co jest może ważniejsze, oddzielnego omawiania. Składowe te noszą nazwę **procesów**. W ostatecznym rozwiązaniu proces może być realizowany przez system komputerowy, za pomocą procedury ręcznej lub maszyny (proces zmechanizowany). Procesy mogą również być realizowane za pomocą dowolnej kombinacji wymienionych sposobów realizacji.

Modele używane w analizie strukturalnej i projektowaniu systemów informatycznych umożliwiają uwypuklenie istotnych cech systemu przy pominięciu mniej ważnych

szczegółów. Wszystkie modele zawierają element graficzny, przedstawiający w sposób obrazowy i jasny podstawowe elementy systemu oraz element tekstowy w postaci odpowiednio precyzyjnej definicji poszczególnych elementów modelu.

W niniejszym opracowaniu użyty został model funkcji w systemie, ilustrowany za pomocą diagramów przepływu danych - DFD. Analiza strukturalna problemu dokonana została zgodnie z metodologią Yourdona/DeMarco, wspomagana i automatyzowana pakietem EasyCASE firmy Evergreen CASE Tools, Inc. w wersji 4.1.

Pakiet CASE (ang. Computer Aided Software Engineering - Inżynieria Oprogramowania Wspomagana Komputerowo) wspomógł:

- określenie granic systemu informacyjnego, potencjalnie podlegającego informatyzacji;
- analizę i dekompozycję problemu na składowe odpowiadające elementom tego systemu

Podstawowym celem techniki modelowania procesów (funkcji) jest ich graficzna reprezentacja umożliwiająca lepsze i głębsze zrozumienie natury i specyfiki tych procesów oraz odpowiednie ich zmodyfikowanie w zależności od stawianych systemowi wymagań. Procesy są tu rozumiane bardzo szeroko. Mogą być one częściowo lub całkowicie zautomatyzowane, mogą to być również czynności wykonywane ręcznie.

Diagram przepływu danych (dalej nazywany zamiennie **diagramem DFD**) służy do przedstawienia modelu procesów w systemie. Diagramy DFD obrazują procesy zachodzące w systemie oraz wymianę danych między nimi, jak również sposób w jaki dane te są wprowadzane i wyprowadzane z samego systemu. Na ogólnym poziomie specyfikacji procesów, zwykle zaraz po określeniu zakresu systemu, diagramy przepływu danych pomagają zdecydować, czy system wymaga dalszej dekompozycji. Wynika to z liczby i złożoności przepływów danych do i z systemu. W procesach bardzo szczegółowych diagram przepływu danych jest używany jako specyfikacja do projektowania i pisania programów komputerowych, dokumentacji procedur ręcznych oraz projektowania i budowy maszyn i sprzętu elektronicznego. Wychodząc od diagramu przepływu danych danego systemu, przez dekompozycję, można uzyskać szczegółową specyfikację wszystkich zawartych w tym systemie procesów. Zespół diagramów DFD dla systemu wraz z opisem elementów występujących na diagramie w słowniku danych (repozytorium) stanowi model procesów w

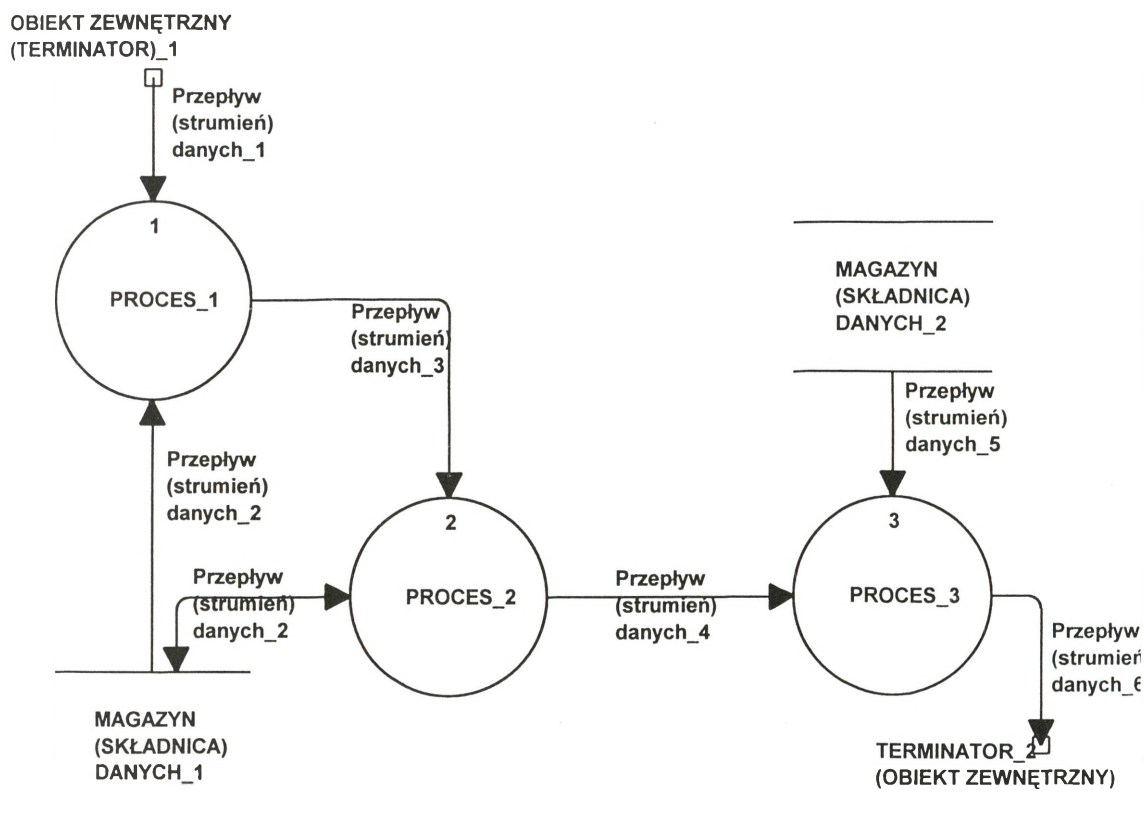
systemie. Jest to graficzna „mapa” procesów ukazująca przepływ danych między procesami w systemie oraz między światem zewnętrznym a systemem.

Na odpowiednim ogólnym diagramie DFD (tzw. **diagramie kontekstowym**) można opisać cały projektowany system, analogicznie do używanych w badaniach operacyjnych diagramów opisujących sieci działań całych organizacji. W zależności od poziomu szczegółowości można pominąć pewne elementy nieistotne na danym etapie analizy systemu, co ma szczególne znaczenie przy omawianiu i analizie systemu wspólnie z użytkownikiem - ekspertem. Diagramy są na tyle proste, że mogą być czytelne dla osób nie zajmujących się informatyką.

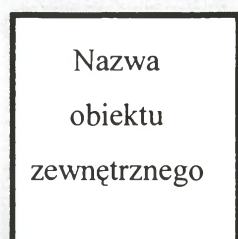
Diagramy DFD zbudowane są z czterech podstawowych symboli. Poszczególne symbole używane do sporządzenia diagramu to:

- obiekty zewnętrzne (terminatory);
- składnice (magazyny) danych;
- procesy;
- przepływy (strumienie) danych.

Na rysunku 3-1 przedstawiono wszystkie symbole, mogące wystąpić na diagramie przepływu danych.

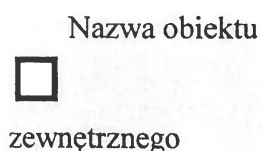


Rys.3-1. Przykładowy diagram przepływu danych



Obiekty zewnętrzne (terminatory) (ang. terminator) reprezentują źródła lub miejsca przeznaczenia informacji, które są zewnętrzne w stosunku do systemu. Obiekty zewnętrzne dostarczają informacji, która powoduje wykonanie pewnych procesów w systemie, względnie odbierają informacje produkowane przez system. Takim obiektem

może być na przykład dowódca związku taktycznego przekazujący decyzje i odbierający meldunki od systemu, środki napadu powietrznego lub sieć powiadamiania korpusu.



Obiekty zewnętrzne reprezentowane są na diagramie DFD w postaci kwadratu, wewnątrz którego umieszczona jest unikalna nazwa obiektu.

W diagramach DFD poziomu niższego niż diagram kontekstowy obiekty zewnętrzne reprezentowane są w postaci małego kwadratu, obok którego umieszczana jest nazwa obiektu. Obiekty te należy rozumieć jako zewnętrzne względem

procesów przez które są używane; są powtórzeniem terminatorów poziomego diagramu kontekstowego lub reprezentują procesy zewnętrzne względem danego.

NAZWA	Składnice (magazyny) danych (ang. Datastore) jest nazwaną kolekcją ⁵ encji, atrybutów, związków i innych jeszcze nie sformalizowanych informacji (danych), które powinny być przechowywane przez pewien czas. Dane mają charakter stały i mogą być usunięte jedynie przez specyficzne działanie procesu.
SKŁADNICY	

Składnice reprezentują miejsca gdzie dane są przechowywane pomiędzy procesami, które na nich operują (jeśli procesy działają asynchronicznie tzn. może wystąpić przesunięcie w czasie między tymi procesami). Magazyny te są dostępne jedynie z procesów, które mogą działać na danych w nich zawartych. Dostępność z procesu oznacza, że nie kreśli się przepływu danych bezpośrednio między obiektem zewnętrznym a składnicą. Dla programisty lub projektanta systemu składnica zwykle reprezentuje plik danych w pamięci masowej systemu komputerowego, ale znaczenie symbolu jest bardziej ogólne. Składnica może być teczką z dokumentami, archiwum czy nawet książką telefoniczną. Charakter składnicy zależy od stopnia szczegółowości diagramu.

Magazyn danych jest przedstawiany w postaci dwóch równoległych odcinków („okładek kondensatora”), z zawartą między nimi unikalną nazwą opisową wskazującą na jego zawartość.

⁵ Encja jest obiektem mającym znaczenie, o którym informacje powinny być znane lub przechowywane. Encja jest definiowana zbiorem atrybutów - opisem znaczących cech, tzn. dowolnych szczegółów służących do klasyfikacji, rozróżnień, kwalifikacji lub wyrażających stan encji.



Procesy odpowiadają tym składnikom systemu, które operują na danych. Procesy otrzymują i przesyłają dane za pośrednictwem przepływów danych. Podobnie jak w przypadku składnic, proces kojarzy się z programem komputerowym lub wręcz z procedurą, jednak w przypadku analizy systemu może to być na przykład

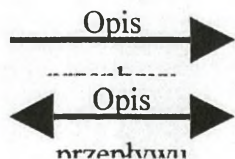
„ręczne” przygotowanie dokumentu.

Proces to definicja sposobu wykonywania przez system jednej lub więcej funkcji. Jest to czynność, działanie na danych w systemie; coś, co jest robione w systemie w celu zaspokojenia:

- jednej lub większej liczby funkcji przedsięwzięcia stanowiącego podmiot systemu;
- administracyjnych, kontrolnych lub zarządczych potrzeb samego systemu.

Proces jest pojęciem bardzo podobnym do funkcji - jest to coś, co powinno być zrobione. Różnica między procesem i funkcją polega na tym, że proces nie modeluje tego co robi podmiot systemu lub co powinien robić; proces modeluje to, co powinien robić system. System jest więc zbiorem procesów, z których pewne są mechanizmami służącymi do realizacji funkcji podmiotu, a inne mechanizmami służącymi do wykonania implementacji danych (takich jak bazy danych, pliki komputerowe, pliki ręczne lub papierowe).

Proces jest reprezentowany przez okrąg, wewnątrz którego znajduje się unikalna nazwa charakteryzująca realizowane przez proces funkcje oraz unikalny numer procesu.



Przepływ (strumień) danych (ang. data flow) jest nazwaną kolekcją encji, atrybutów, związków i innych nieznormalizowanych informacji (danych) przekazywanych z jednego miejsca do drugiego, między dwoma procesami lub między procesem a składnicą danych.

Istnienie przepływu danych między dwoma procesami oznacza, że jeśli jest wykonywany proces stanowiący źródło przepływu, to w pewnym momencie jego wykonywania będzie następowało przekazywanie zdefiniowanych danych. Strumień danych może być traktowany jak rurociąg, którym podróżują dane. W fizycznej reprezentacji

przepływu danych, jak linia telefoniczna lub kanał satelitarny, dane będą całkiem dosłownie przepływały strumieniem przez połączenie komunikacyjne.

Strumień danych jest chwilowym przeniesieniem danych; kiedy osiągną one cel, decyzja o tym co się z nimi dalej stanie, zależy od procesu przyjmującego. Jeśli odbiorca zignoruje nadchodzące dane, to zostaną one na zawsze utracone. Gdy strumień danych wejdzie do magazynu danych, zawartość magazynu jest modyfikowana zawartością strumienia. Może to oznaczać dodawanie, modyfikację lub usuwanie danych znajdujących się już w składnicy. Magazyn danych służy tu do przechowywania na stałe chwilowego przepływu danych.

Strumień danych jest reprezentowany linią ze strzałką wskazującą kierunek przepływu. Nazwa obok niej określa przepływające dane. W diagramach DFD używa się także strzałek dwustronnych. Jest to notacja skrócona, obrazująca przepływ dwóch strumieni danych przenoszących te same informacje w obu kierunkach. Dwukierunkowe strumienie danych rzadko występują między dwoma procesami; częściej spotykane są między procesem i magazynem danych.

W przeciwieństwie do przepływu dane w magazynie nie mają charakteru chwilowego i jeśli nie są już dłużej potrzebne, to musi być zdefiniowany specjalny proces powodujący ich zniszczenie. Zniszczenie danych pokazywane jest jako strumień prowadzący do magazynu, o nazwie określającej niszczone dane. Wszelkie przepływy wychodzące z magazynu danych nie reprezentują operacji destrukcyjnych.

Na późniejszym etapie projektowania systemu dla każdej składnicy danych będzie wybierana jej fizyczna implementacja. Można zdecydować, że realizacja pięciu składnic w postaci plików papierowych, jednej jako pliku komputerowego, a pozostałych dziesięciu jako komputerowej bazy danych korzystającej z systemu zarządzania bazą danych. Na diagramie przepływu danych magazyn danych nie określa żadnej szczególnej fizycznej implementacji. Jego istnienie oznacza po prostu, że dane muszą być w jakiś sposób permanentnie przechowywane przez system.

Każdy diagram DFD może być „rozwinęty” w diagramy DFD niższego poziomu. Zazwyczaj pierwszym diagramem DFD nazywa się diagram kontekstowy systemu, diagramem poziomu 0 - diagram ogólny systemu, diagramy niższych poziomów to diagramy szczegółowe.

Diagram kontekstowy przedstawia podstawowe cechy systemu:

- granice systemu;

- źródła i odbiorców informacji w systemie;
- główne wejścia i wyjścia z systemu czyli informacje płynące między światem zewnętrznym a systemem.

Diagram przepływu danych poziomu zerowego (ogólny DFD) przedstawia główne funkcje systemu.

Każdy diagram, z wyjątkiem diagramu poziomu 0, początkowego, przedstawiającego główne funkcje systemu, ma **diagram rodzica** (ang. parent diagram) i wiele **diagramów potomków** (ang. child diagrams). Każdy diagram potomek ukazuje szczegóły jednego z procesów na diagramie rodzicu. Numery procesów na diagramie potomku powstają z połączenia numerów: procesu na diagramie rodzicu oraz unikatowego numeru w obrębie danego diagramu.

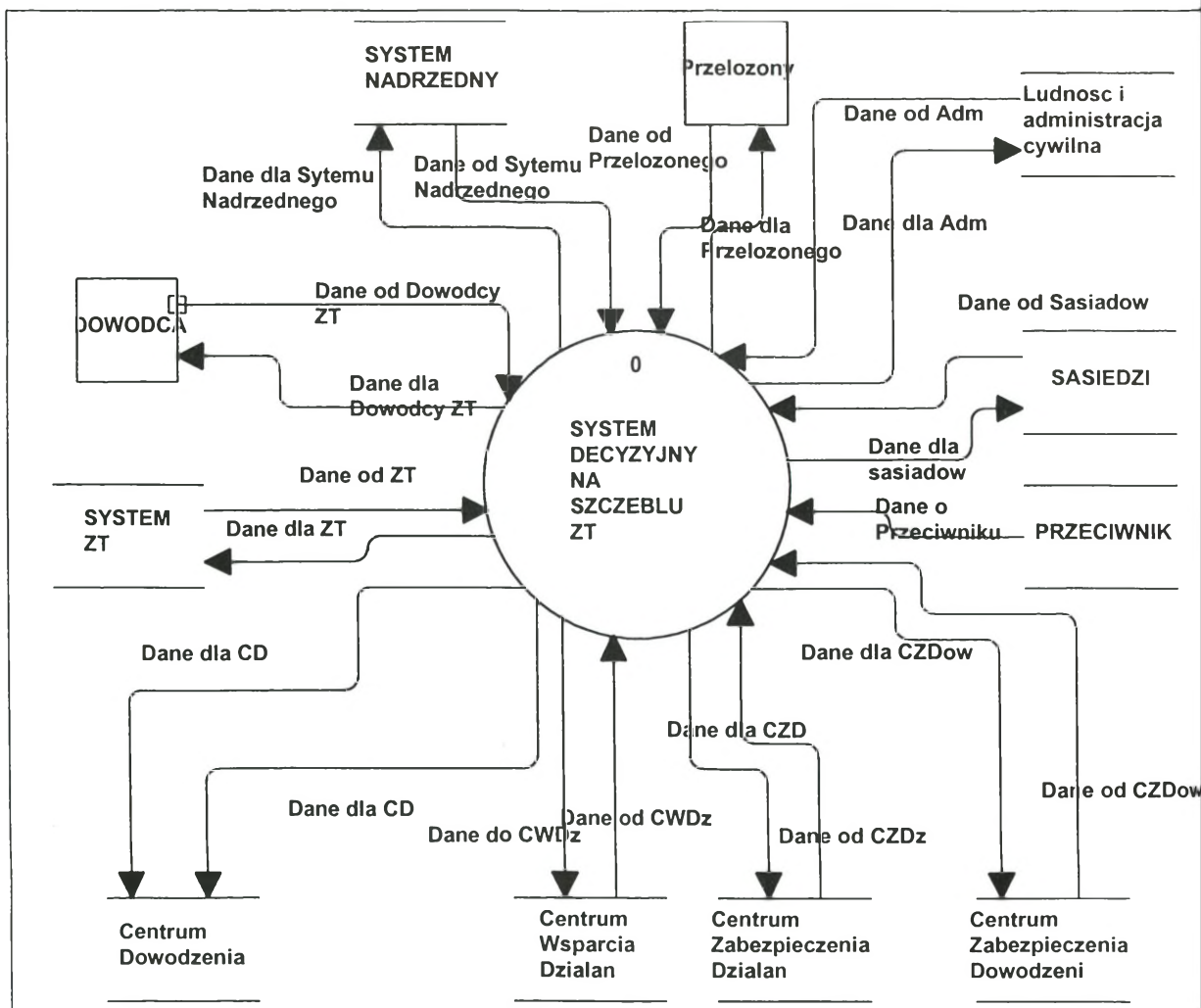
W niniejszym opracowaniu metodologia Yourdona/DeMarco została wzbogacona analizą obiegu sformalizowanych informacji (dokumentów) w systemie. Proces tworzenia kolejnych diagramów DFD składał się z następujących kroków:

1. identyfikacji informacji zawartych w kluczowych dokumentach wykorzystywanych w systemie oraz wytwarzanych przez system;
2. zbudowania zintegrowanego fizycznego przepływu dokumentów ze wskazaniem źródła i odbiorcy informacji;
3. uzgodnienia z ekspertem granic systemu i odwzorowania ich na diagramie kontekstowym;
4. dla każdego przepływu przecinającego granice systemu zidentyfikowanie procesu pobierającego dokument i wytwarzającego dokument oraz niezbędnych składnic danych;
5. uzupełnienie DFD o dalsze przepływy i procesy;
6. weryfikacja poprawności syntaktycznej utworzonego DFD;
7. weryfikacja z ekspertem

3.2. Analiza formalna systemu decyzyjnego na szczeblu związku taktycznego.

. Z punktu widzenia przepływu informacji system decyzyjny jest zbiorem organów i środków dowodzenia wyróżnionych ze względu na zachodzące między nimi relacje informacyjno-decyzyjne. System decyzyjny powołany jest do takiego oddziaływania na pozostałe elementy systemu związku taktycznego (ZT), aby podejmowały one działania powodujące wywołanie pożądanych zmian w działaniach bojowych.

Na poniższym diagramie zobrazowane są obiekty zewnętrzne w stosunku do systemu oraz dane, jakie płyną między systemem, a tymi obiektami



Rys. 3-2. Diagram kontekstowy systemu decyzyjnego na szczeblu związku taktycznego.

Na diagramie kontekstowym wyróżniono dwa obiekty zewnętrzne (terminatory):

DOWÓDCA ZWIĄZKU TAKTYCZNEGO oraz PRZEŁOŻONY, reprezentujące źródła i jednocześnie miejsca przeznaczenia informacji. Obiekty zewnętrzne dostarczają informacji, która powoduje wykonanie pewnych procesów w systemie oraz odbierają informacje produkowane przez system. Podobną rolę pełnią wyróżnione na diagramie kontekstowym zewnętrzne składnice (magazyny) danych. Użycie magazynów danych do reprezentacji tych obiektów jest wymuszone ich specyfiką:

- obiekty reprezentowane są poprzez informacje je opisujące, a nie przez swoje rzeczywiste istnienie (z punktu widzenia systemu istnieją tylko obiekty przeciwnika, o których coś systemowi wiadomo),
- zasób informacji opisujących obiekt jest zmienny zarówno ze względu na ich ilość (wynikającą z kolejnych uściśleń) jak i morfologię danych (inaczej reprezentowany przeciwnik na etapie jego oceny, a inaczej w trakcie już kierowania walką),
- strumień danych jest chwilowym przeniesieniem danych; kiedy osiągną one cel, decyzja o tym co się z nimi dalej stanie, zależy od obiektu przyjmującego. Jeśli odbiorca zignoruje nadchodzące dane, to zostaną one na zawsze utracone. Gdy strumień danych wejdzie do magazynu danych, zawartość magazynu jest modyfikowana zawartością strumienia. Może to oznaczać dodawanie, modyfikację lub usuwanie danych znajdujących się już w składnicy. Magazyn danych służy tu do przechowywania na stałe chwilowego przepływu danych.

Zadania, funkcje i możliwości poszczególnych obiektów zewnętrznych oraz podstawowe dane otrzymywane i wytwarzane przez system są następujące:

- PRZEŁOŻONY - jest to dowódca związku operacyjnego (Korpusu) lub wyższego związku taktycznego (Dywizji), który jest organizatorem działań na wyższym szczeblu dowodzenia. Na użytek niniejszej analizy dowódca korpusu lub dywizji i jego sztab są utożsamiani.
 - ← *Dane od przełożonego* - dane niezbędne do organizacji i prowadzenia działań bojowych. Głównie decyzje, rozkazy, zadania bojowe oraz plany; także zapytania kierowane do systemu decyzyjnego.

→ *Dane dla przełożonego* - meldunki o podjętej decyzji, sposobie realizacji postawionego zadania, także odpowiedzi na zapytania kierowane do systemu decyzyjnego.

- **DOWÓDCA ZWIĄZKU TAKTYCZNEGO** - organizator działań bojowych związku taktycznego. Odpowiada za całość przedsięwzięć dotyczących przygotowania i prowadzenia walki, w tym również za organizację i prowadzenie wsparcia ogniowego, walki przeciwlotniczej. Na użytek niniejszej analizy dowódca ZT jest przedstawiony jako element zewnętrzny systemu decyzyjnego (terminator), natomiast funkcję jego sztabu pełni ORGAN DOWODZENIA. Zakres informacji pobieranych z systemu decyzyjnego w pewnym stopniu zależy od stylu dowodzenia dowódcy, przyjętej przez niego metody pracy, warunków i sytuacji.
- **CENTRUM DOWODZENIA** –magazyn danych, spełniający funkcję planistyczną w zakresie prowadzonych działań. Koordynuje ono działania powstałych komponentów SD, określa potrzeby na informacje lub dane potrzebne do powzięcia decyzji przez dowódcę.
- **CENTRUM WSPARCIA DOWODZENIA** - magazyn danych, spełniający funkcje wsparcia cyklu decyzyjnego procesu dowodzenia w różnych relacjach i obszarach. Organizuje, zabezpiecza i nadzoruje przepływ i bezpieczeństwo informacji pomiędzy poszczególnymi komponentami SD i na zewnątrz;
- **CENTRUM WSPARCIA DZIAŁAŃ** - magazyn danych, spełniający, spełniające funkcję koordynatora wsparcia lotniczego i ogniowego wojsk zmechanizowanych i pancernych. Planuje użycie sił lotnictwa wojsk lądowych i innych specjalistycznych zgrupowań w wymiarze lądowo-powietrznym. Koordynuje wysiłek działania innych rodzajów wojsk na rzecz sił głównych;
- **CENTRUM ZABEZPIECZENIA DZIAŁAŃ** - magazyn danych, realizujący funkcje planistyczno-koordynujące zabezpieczenia logistycznego działań wojsk

lądowych oraz administratora zasobów działalności personalnej i wsparcia dowodzenia wewnętrznego.

- **PRZECIWNIK**- magazyn danych o obiektach przeciwnika umożliwiających oddziaływanie na wojska i obiekty tyłowe oraz do zabezpieczania działań bojowych wojsk lądowych i sił morskich. W składnicy danych są zawarte informacje pozwalające na dokonanie oceny przeciwnika na lądzie, morzu i w powietrzu, prognozowania wielkości jego potencjału bojowego, możliwości bojowych na poszczególnych etapach i okresach walki. Składnica danych jest zasilana wszelkimi informacjami o przeciwniku, pozyskanymi w trakcie prowadzenia działań bojowym przez CENTRUM ROZPOZNANIA. Także wnioskami wynikającymi z analiz bieżącej sytuacji i aktualnych zagrożeń.
- **SYSTEM ZT** - składnica danych zawierająca informacje o siłach i środkach organicznych ZT oraz oddziałów pododdziałów podporządkowanych DOWÓDCY ZT. Poprzez zgromadzone w tej składnicy dane opisany jest aktualny stan organizacji systemu ZT, jego wykorzystanie oraz dotyczące go zamierzenia, decyzje i uwarunkowania. W składnicy zapisane są dane dotyczące:
 - organizacji sił i środków do rozpoznania przeciwnika
 - organizacji wsparcia ogniowego,
 - organizacji zabezpieczenia zasilania materiałowego, technicznego, osobowego i informacyjnego całego systemu ZT.

← *Dane z systemu ZT* - wszelkie dane opisujące bieżący stan systemu ZT.

→ *Dane dla systemu ZT* - wszelkie dane modyfikujące bieżący stan systemu ZT.
- **SYSTEM NADRZĘDNY** - magazyn informacji dotyczących współdziałania związku operacyjnego z systemem ZT. Decyzje, rozkazy, meldunki i plany koordynujące współdziałanie oraz będące efektem współdziałania.

- ← *Dane z systemu nadrzędnego* - informacje, których adresatem jest system ZT oraz dane, które mogą być przydatne i jednocześnie mogą zostać udostępnione systemowi ZT (system ZT jest uprawniony do ich uzyskania).
- *Dane dla systemu nadrzędnego* - wszelkie informacje, które mogą się okazać przydatne dla systemu nadrzędnego. W szczególności dane, do dostarczenia których system ZT jest zobligowany z racji podległości służbowej lub ustalonych zasad współdziałania.

- **SĄSIEDZI** - magazyn danych, zawierający informacje niezbędne do organizacji współdziałania z sąsiednimi związkami taktycznymi (partnerem koalicyjnym).

Zawiera:

- informacje o siłach i środkach sąsiednich ZT,
- informacje o zadaniu, ugrupowaniu i rodzaju prowadzonego działania,
- dane dotyczące linii rozgraniczenia,
- protokoły wymiany informacji o wykrytych i zwalczanych celach np. powietrznych,
- zasady zwalczania obiektów przeciwnika w obszarze wzajemnego nakładania się stref ognia,
- informacje o możliwościach i zakresie udzielenia sobie wzajemnej pomocy,
- zasady i parametry łączności i współdziałania;
- oraz wszelkie informacje będące efektem stosowania powyższych uzgodnień.

← *Dane z systemów sąsiednich* - informacje będące efektem realizacji uzgodnień regulujących współdziałanie

→ *Dane dla systemów sąsiednich* - wszelkie dane, przydatne dla systemów sąsiednich.

- **ZESPÓŁ PLANOWANIA** - magazyn danych, zawierający informacje niezbędne do organizacji dowodzenia i kierowania związkiem taktycznym takie jak:
 - dane dotyczące planowania działań bojowych ZT ,

- informacje wspierające dowódcę ZT w procesie dowodzenia,
- dane pozwalające na efektywne wykorzystanie środków dowodzenia,
- dane dotyczące utrzymania ukończenia ZT i wsparcia personalnego (uzupełnienia),
- dane o stratach obecnych i przewidywalnych, nastrojach.

W składnicy danych są zawarte także informacje pozwalające na dokonanie oceny wojsk własnych, terenu i przeciwnika na lądzie, morzu i w powietrzu, prognozowania wielkości własnego potencjału bojowego, możliwości bojowych na poszczególnych etapach i okresach walki. Składnica danych jest zasilana wszelkimi informacjami o wojskach własnych przez Pododdziały ZT, natomiast o przeciwniku, danymi pozyskanymi w trakcie prowadzenia działań bojowych przez ZESPÓŁ ROZPOZNANIA. Także wnioskami wynikającymi z analiz bieżącej sytuacji i aktualnych zagrożeń

← *Dane z systemu dowodzenia* - informacje wspomagające dowódcę ZT w organizacji kierowania i dowodzenia ZT, a także zapytania z systemu ZT,
Dane dla systemu dowodzenia - wszelkie dane, przydatne dla CENTRUM DOWODZENIA;

- ZESPÓŁ ROZPOZNANIA- magazyn danych, zawierający informacje niezbędne do organizacji zdobywania wiadomości o przeciwniku oraz szeroko rozumianego bezpieczeństwa (przeciwdziałanie rozpoznaniu przeciwnika, ochrona tajemnicy itp.) oraz informacje niezbędne do organizacji współdziałania z oddziałami i pododdziałami walki radioelektronicznej. Zawiera :
 - informacje i dane rozpoznawcze,
 - najważniejsze cele i obiekty w obszarach oddziaływania i zainteresowania,
 - informacje rozpoznawcze od sąsiednich jednostek, systemu nadrzędnego i innych służb,
 - informacje o przeciwniku, terenie i pogodzie,
 - dane umożliwiające powiązanie czynników zagrożenia i jego ocenę,
 - informacje i oddziaływaniu rozpoznawczym przeciwnika,
 - dane niezbędne do walki radioelektronicznej.

← *Dane z systemu dowodzenia* - wszelkie informacje, będące efektem rozpoznania i WRE, przydatne dla systemu ZT.

→ *Dane dla systemu dowodzenia* - informacje od systemu wspomagania decyzji, do dostarczenia których system ZT jest zobligowany.

- **SYSTEM DOWODZENIA** - uogólniony magazyn danych (**Centrum Dowodzenia, Centrum Wsparcia Działań, Centrum Zabezpieczenia Działań, Centrum Zabezpieczenia Dowodzenia**), zawierający informacje niezbędne do organizacji dowodzenia i kierowania związkiem taktycznym.

Ludność cywilna i administracja – Magazyn danych obejmujący wszelkie kontakty i ustalenia z lokalnym środowiskiem oraz jego administracją.

UWAGA:

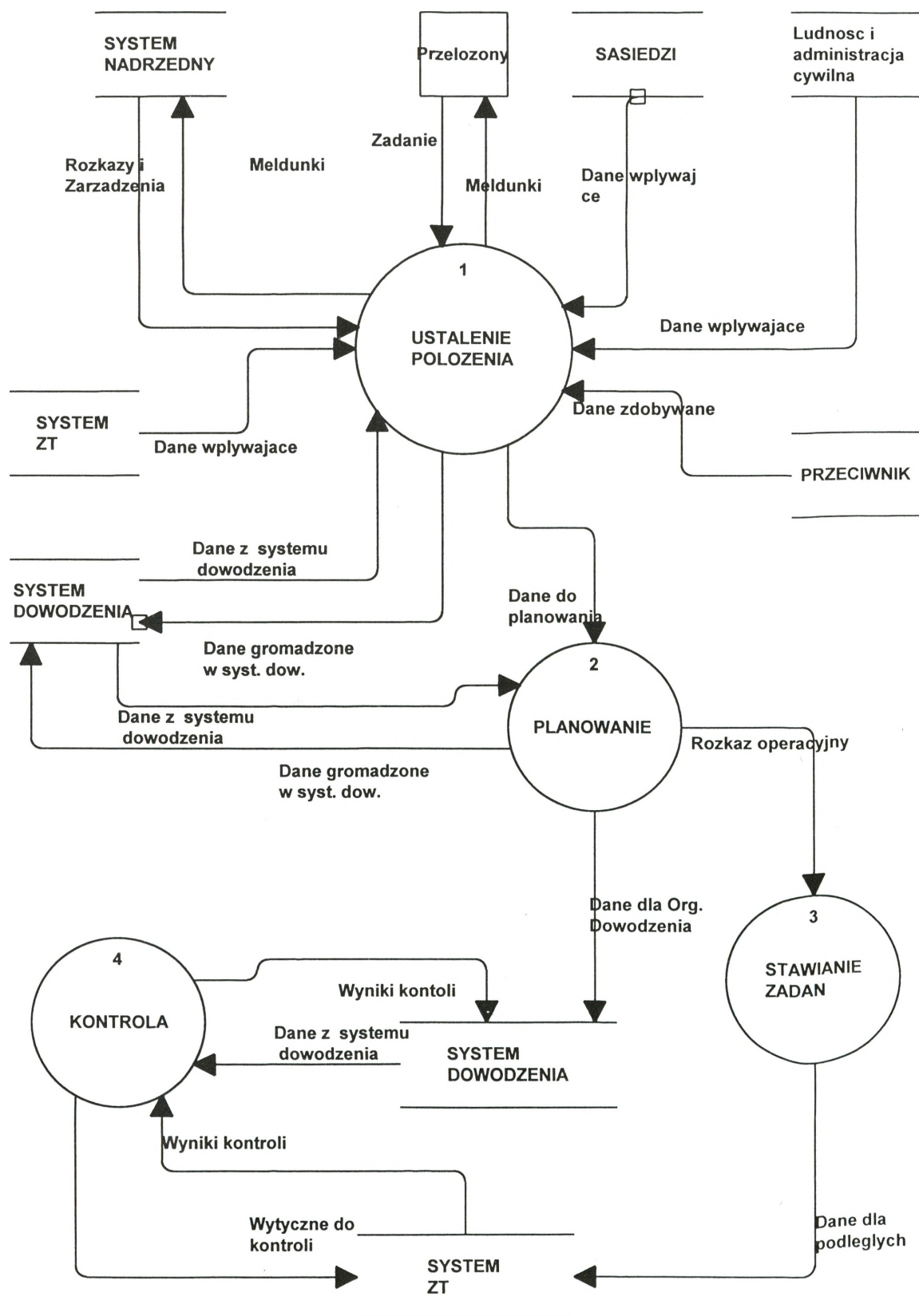
Uściślenie i konkretyzacja zawartości wyróżnionych przepływów danych nastąpi w opisie diagramów DFD, będących rozwinięciem diagramu kontekstowego.

Poniżej przedstawiono diagram poziomu zerowego dla zintegrowanego systemu decyzyjnego ,dowódcy ZT, na którym przedstawiono cztery podstawowe funkcje systemu opisującego przebieg cyklu decyzyjnego na szczeblu związku taktycznego.

Cykl decyzyjny procesu dowodzenia to ukierunkowany i powtarzający się cykl myślenia i działania na wszystkich szczeblach i we wszystkich obszarach dowodzenia. Definicja ta obejmuje swym znaczeniem także szczebel brygady.

Cykl decyzyjny procesu dowodzenia przebiega w czterech podstawowych fazach

- ustalenie położenia;
- planowanie;
- stawianie zadań;
- kontrola.



Rys. 3-3. Diagram poziomu zerowego systemu decyzyjnego dowódcy ZT.

3.5.1. Ustalenie położenia (proces 1)

◇ OPIS PRZEZNACZENIA: proces powinien realizować pozyskiwanie, gromadzenie, porządkowanie, przechowywanie, wartościowanie, porównywanie i przedstawianie wszelkiego rodzaju informacji dotyczących wojsk własnych, przeciwnika oraz warunków prowadzenia działań. Uzyskane informacje stanowią podstawę czynności planistycznych, a zwłaszcza wszelkiego rodzaju analiz, ocen, opracowania wariantów działania, ich rozważenia i porównania, a także podjęcia decyzji, stawiania zadań oraz dowodzenia działaniami. Ustalenie położenia jest niezbędne dla wyciągnięcia właściwych wniosków co do przyszłych i bieżących działań wojsk własnych. Ma ono szczególne znaczenie podczas dynamicznych, powietrzno - lądowych działań, gdzie położenie poszczególnych elementów ugrupowania ulega nieustannym zmianom.. Z tego też względu w procesie tym następuje systematyczne uzupełnianie i uaktualnianie niezbędnych informacji, aby stanowiły one podstawę do planowania i dowodzenia działaniami.

◇ OBIEKTY ZEWNĘTRZNE

- Przełożony - formułuje i przekazuje za pośrednictwem swojego sztabu zadanie dla związku taktycznego. Zwykle jest to dowódca korpusu lub dywizji,
- Dowódca ZT – organizator działań bojowych
- oficer łącznikowy - oficer danego ZT oddelegowany na stanowisko dowodzenia Przełożonego.

◇ PRZEPŁYWY DANYCH

← Dane wejściowe:

W trakcie ustalenia położenia analizowane i przedstawiane są następujące grupy informacji

- posiadane (informacje sytuacyjne);
- wpływające (informacje sytuacyjne i dyrektywne);
- zdobywane (informacje sytuacyjne).

Informacje posiadane są w sposób ciągły uzupełniane poprzez informacje wpływające, do których zalicza się:

- rozkazy (zarządzenia) operacyjne;
- zarządzenia przygotowawcze ;

- komunikaty,
 - meldunki;
 - inne uzyskane dane (w tym również informacje pochodzące od' środków masowego przekazu
- .W czasie prowadzenia walki (operacji) wyodrębnia się:
 - **meldunki terminowe** – . Zawierają informacje na temat sytuacji taktycznej (operacyjnej) w rejonie odpowiedzialności meldującego dowódcy;
 - **meldunki doraźne**. - składane są przez podwładnego po zaistnieniu sytuacji, o której należy niezwłocznie powiadomić przełożonego, lub na jego żądanie.
 - Dane z rozpoznania przeciwnika i terenu zdobywane własnymi środkami.

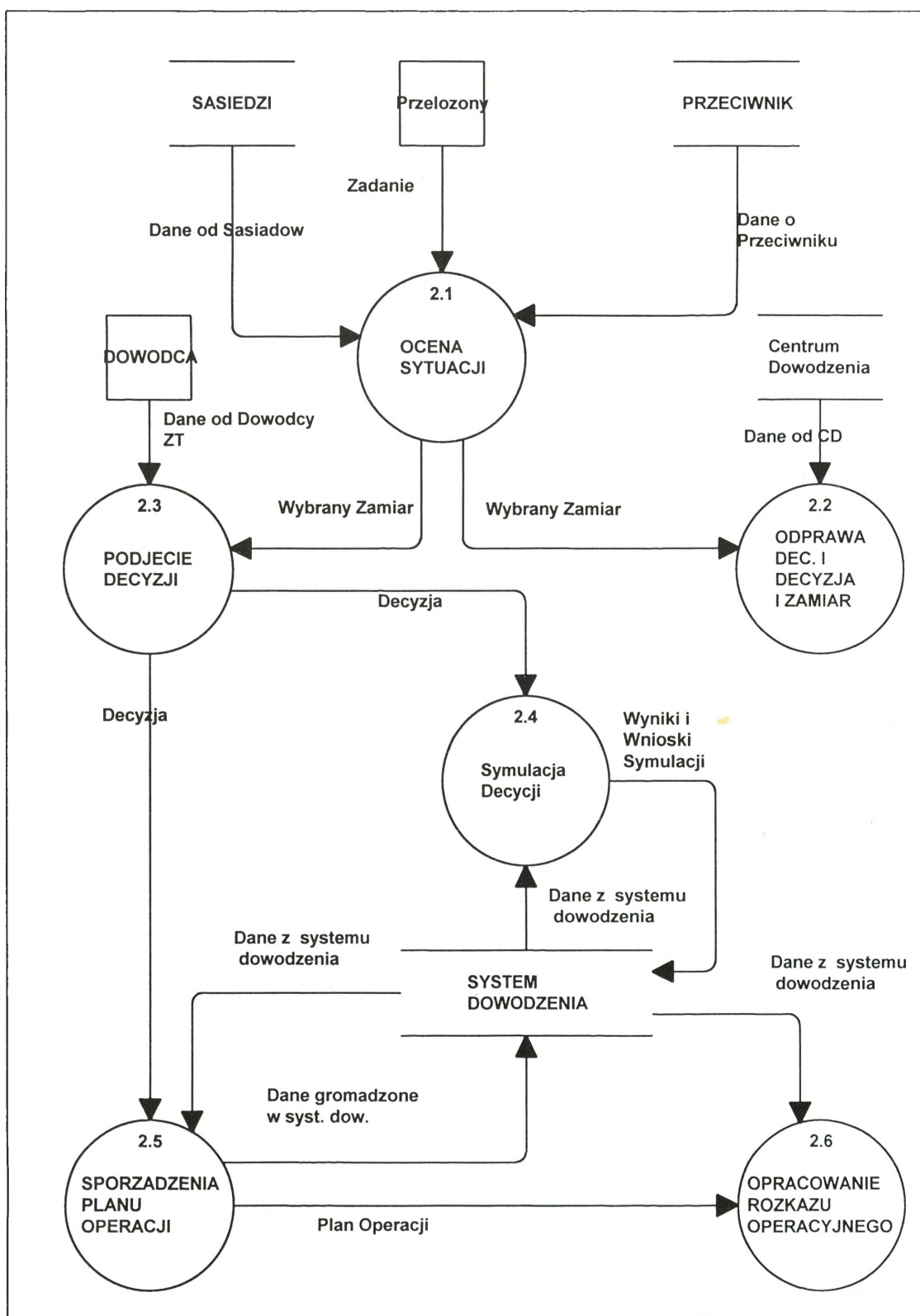
→ Dane wyjściowe:

- Posiadane, wpływające i zdobywane informacje, tworzące obraz sytuacji, przechowywane są w postaci:
 - map sytuacyjnych;
 - tabel;
 - diagramów;
 - schematów organizacyjnych,
 - innych dokumentów pomocniczych
- Mapa sytuacyjna zawierać:
 - linie rozgraniczenia
 - inne linie koordynacyjne oraz elementy dowodzenia i koordynacji działań;
 - wybrane informacje na temat przełożonego i sąsiadów istotne dla prowadzonych działań,
 - położenie wojsk własnych (do szczebla kompanii);
 - charakter działań wojsk własnych;
 - rozmieszczenie stanowisk dowodzenia ,
 - położenie i działania przeciwnika;
 - inne informacje ważne dla danej komórki SD.

◇ ELEMENTY SKŁADOWE PROCESU: proces nie podlega dalszej dekompozycji na etapie analizy.

3.5.2. Planowanie (proces 2)

- ◇ OPIS PRZEZNACZENIA zadaniem procesu jest , analiza i ocena podlega zadania otrzymanego od przełożonego oraz wszelkich czynników wpływających na jego wykonanie oraz generowanie wariantów działania wojsk własnych, które są szczegółowo rozważane i porównywane w celu stworzenia dowódcy jak najlepszych warunków do podjęcia decyzji. W ramach planowania podejmowana jest też decyzja, formułowany i ogłaszany przez dowódcę zamiar działania. Powstaje w tym czasie również plan operacji, a także zasadniczy dokument dowodzenia o charakterze dyrektywnym - rozkaz operacyjny.
- ◇ OBIEKTY ZEWNĘTRZNE: obiektami zewnętrznymi w stosunku do procesu 2 są:
 - Przełożony
- ◇ PRZEPIŁY WY DANYCH
 - ← Dane wejściowe:
Dane wejściowe (jak procesie 1);
 - Dane wyjściowe:
 - Warianty działania wojsk własnych,;
 - zamiar;
 - decyzja;
 - plan operacji;
 - rozkaz operacyjny
- ◇ ELEMENTY SKŁADOWE PROCESU: rysunek 3-4 przedstawia diagram DFD dla procesu 2. Planowanie. Wyróżniono w nim 5 podprocesów:
 - ◆ Ocena sytuacji
 - ◆ Odprawa decyzyjna i zamiar
 - ◆ Podjęcie decyzji
 - ◆ Sporządzenie planu operacji
 - ◆ Opracowanie rozkazu operacyjnego.



Rys. 3-4. Diagram przepływu danych opisujący wspomaganie procesu planowania.

3.5.2.1. Ocena sytuacji (proces 2.1)

◇ OPIS PRZEZNACZENIA - zadaniem tego etapu jest dogłębne zrozumienie zadania otrzymanego od przełożonego, jego zamiaru (w tym myśli przewodniej), szczegółowa ocena czynników wpływających na wykonanie zadania, opracowanie, rozważenie i porównanie wariantów działania wojsk własnych, a w konsekwencji stworzenie dowódcy warunków do podjęcia decyzji.

◇ PRZEPŁYWY DANYCH

← Dane wejściowe:

- Zadanie
- Informacje pozyskiwane, gromadzone, opracowywane i rozprowadzane w ramach procesu Rozpoznawczego Przygotowania Pola Walki (RPPW)

→ Dane wyjściowe:

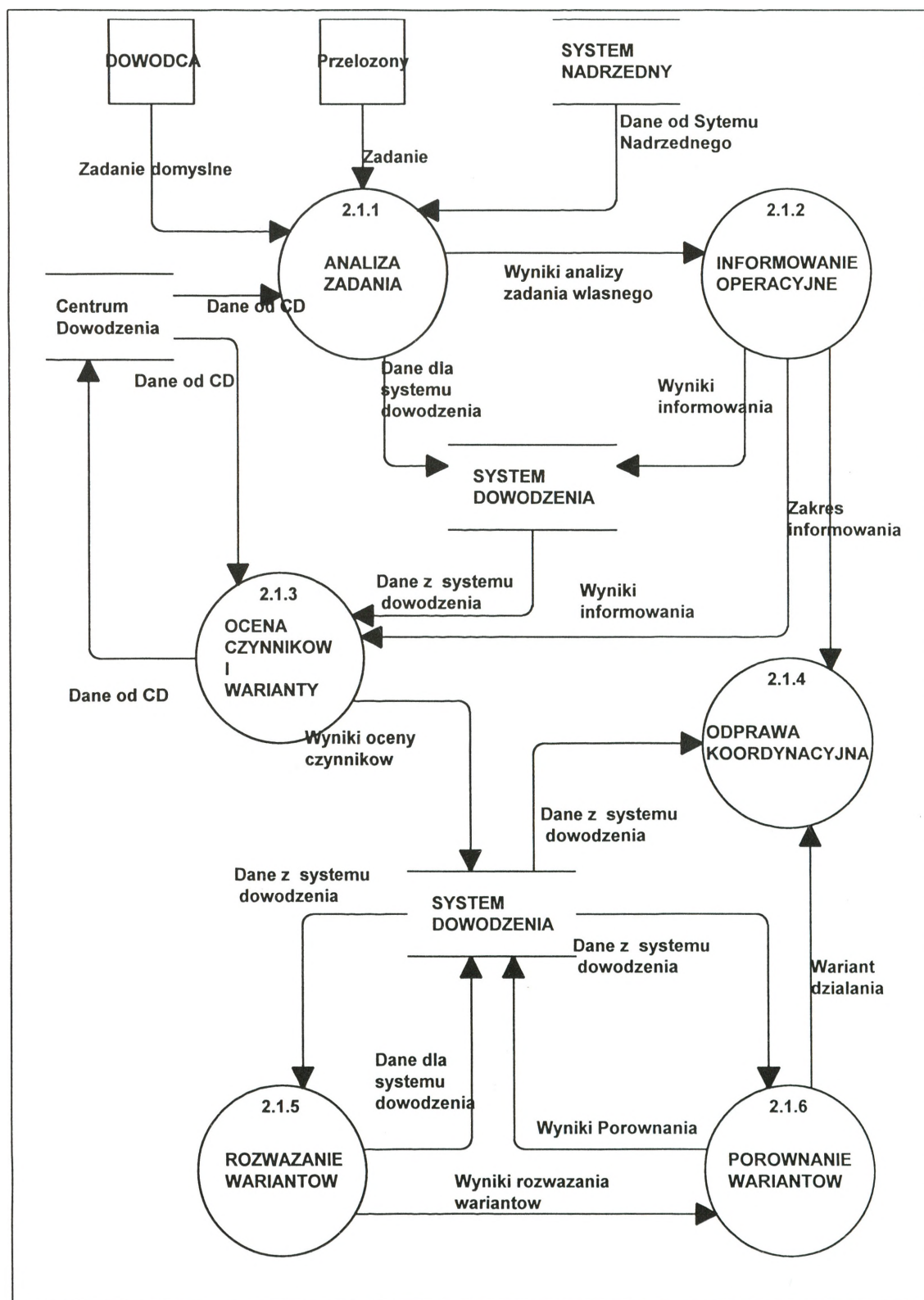
- Wybrany zamiar działania

SKŁADNICE DANYCH: ZESPÓŁ PLANOWANIA, ZESPÓŁ ROZPOZNANIA

◇ ELEMENTY SKŁADOWE PROCESU: Rys 3-5 przedstawia diagram DFD dla procesu OCENA SYTUACJI. Wyróżniono na nim 5 podprocesów:

- analizę zadania;
- ocenę czynników wpływających na wykonanie zadania i ustalenie wariantów działania
- wojsk własnych;
- rozważenie wariantów działania

porównanie wariantów działania.



Rys. 3-5. Diagram przepływu danych opisujący wspomaganie oceny sytuacji

3.5.2.1.1. Analiza zadania (proces 2.1.1)

◇ OPIS PRZEZNACZENIA- zadaniem procesu jest sprecyzowanie co i w jakim celu należy wykonać aby zrealizować otrzymane zadanie. Aby rozwiązać ten problem i wyciągnąć właściwe wnioski należy zrealizować szereg bardziej szczegółowych procesów, które powinny doprowadzić do określenia:

- zadania i zamiaru przełożonego oraz roli związku taktycznego w realizacji planów Przełożonego;
- wymagań przełożonego zadań które muszą być zrealizowane przez ZT, aby zrealizować zamiar Przełożonego;
- ograniczeń swobody działania;
- znaczących zmian w sytuacji od momentu podpisania rozkazu przez.

◇ OBIEKTY ZEWNĘTRZNE: Przełożony

◇ PRZEPŁYWY DANYCH

← Dane wejściowe:

Zadanie: wstępne założenie operacyjne, rozkaz operacyjny lub zarządzenie operacyjne;

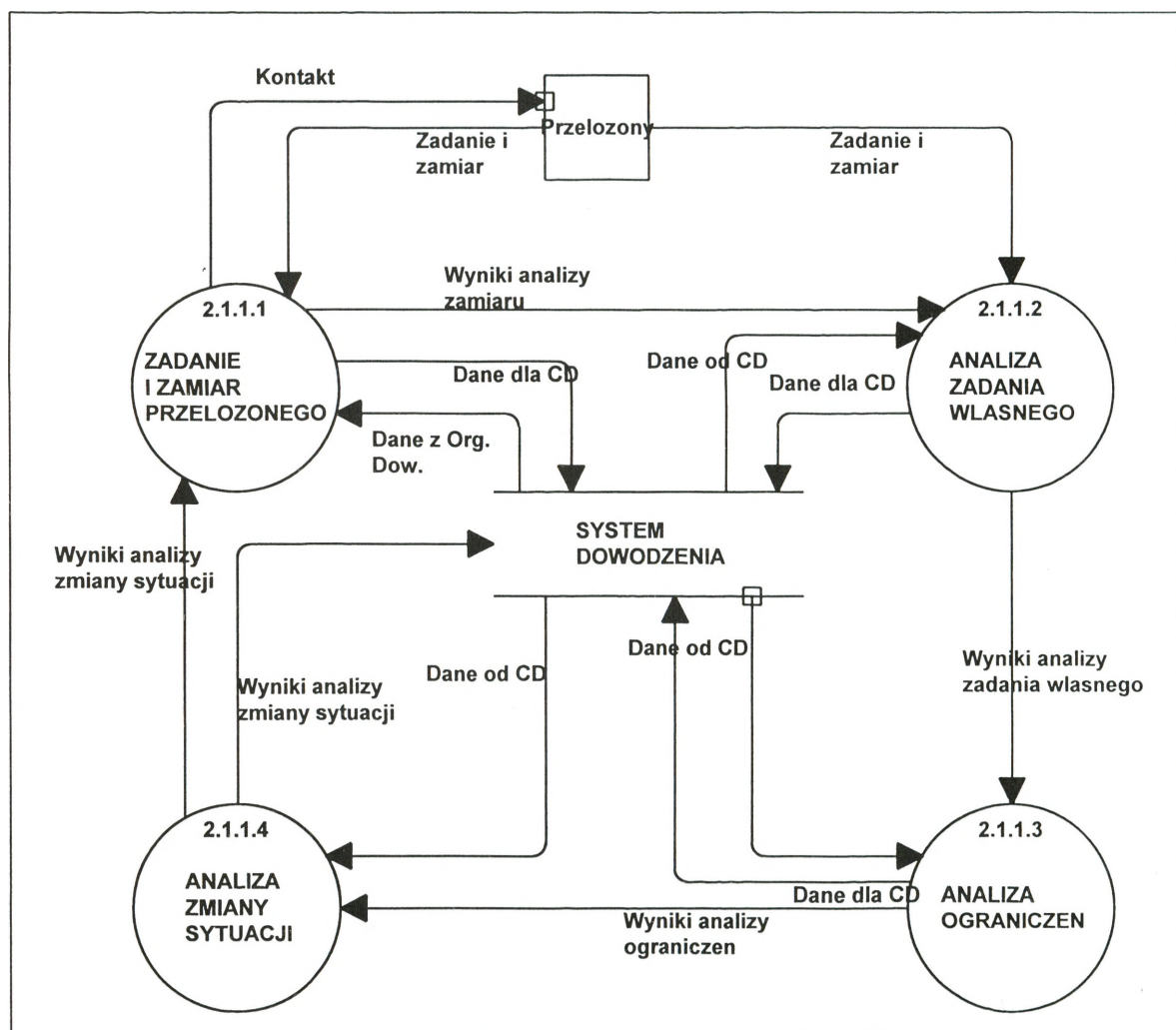
Zadanie domyślne

Przyjęta metoda przeprowadzenia analizy;

→ Dane wyjściowe:

◇ ELEMENTY SKŁADOWE PROCESU: Rys 3-6 przedstawia diagram DFD dla procesu ABALIZA ZADANIA. Wyróżniono na nim 4 podprocesy:

- zadanie i zamiar przełożonego
- analiza zadania własnego
- analiza zmiany sytuacji
- analiza ograniczeń



Rys 3-6. Diagram przepływu danych opisujący wspomaganie analizy zadania

3.5.2.1.1.1. Zadanie i zamiar przełożonego (proces 2.1.1.1)

◇ OPIS PRZEZNACZENIA: zadaniem procesu jest wspomaganie dokładnej analizy zadania i zamiaru przełożonego oraz roli związku taktycznego w realizacji planów Przełożonego, poprzez:

- przeprowadzenie analizy obszaru prowadzenia przyszłych działań;
- dokonanie analizy zadania przełożonego i zamiaru prowadzenia przez niego działań zamieszczonego w rozkazie operacyjnym, ze szczególnym uwzględnieniem jego myśli przewodniej;
- zapoznanie z podziałem sił w celu pełniejszego zrozumienia zarówno zadania jak i zamiaru działania.

◇ PRZEPŁYWY DANYCH

← Dane wejściowe:

Niezbędne dane zawarte są w odpowiednich punktach rozkazu operacyjnego (wstępnego zarządzenia operacyjnego, zarządzenia operacyjnego):

- zadanie i zamiar przełożonego o dwa szczeble wyżej - w punkcie 1.b.;
- zadanie przełożonego - punkt 2.;
- zamiar przełożonego (w tym jego myśl przewodnia) - punkt 3., (3.a.);
- podział sił - część nagłówkowa rozkazu operacyjnego lub odpowiedni aneks.

→ Dane wyjściowe:

Wnioski z analizy zadania przełożonego, zamiaru działania oraz możliwych do użycia sił i środków, włączając w to dane ze składu sił wyznaczonych do realizacji zadania.

◇ ELEMENTY SKŁADOWE PROCESU: Proces nie podlega dalszej dekompozycji na tym etapie analizy.

3.5.2.1.1.2. Analiza zadania własnego (proces 2.1.1.2)

◇ OPIS PRZEZNACZENIA: zadaniem procesu jest wspomaganie analizy zadania własnego w celu sprecyzowania zadania własnego oraz wytycznych do zarządzania przygotowawczego.

◇ PRZEPIŁYWY DANYCH

← Dane wejściowe:

Wnioski z analizy zadania przełożonego, zamiaru działania oraz możliwych do użycia sił i środków, włączając w to dane ze składu sił wyznaczonych do realizacji zadania.

→ Dane wyjściowe:

- Zadania cząstkowe wynikające z zadania zawartego w rozkazie operacyjnym
- Zadania wynikające z analizy zadania
- Zadania główne

◇ ELEMENTY SKŁADOWE PROCESU

3.5.2.1.1.3. Analiza ograniczeń (proces 2.1.1.3)

◇ OPIS PRZEZNACZENIA: zadaniem procesu jest identyfikacja ograniczeń jako czynników weryfikujących zadania cząstkowe wyniki z analizy zadania własnego. Najczęściej czynniki te wynikają z ograniczeń czasowych, przestrzeni oraz siły, umów międzynarodowych, sojuszy, procedur użycia siły itp.

◇ PRZEPIŁYWY DANYCH

← Dane wejściowe:

- Zadania cząstkowe wynikające z zadania zawartego w rozkazie operacyjnym
- Zadania wynikające z analizy zadania
- Zadania główne

→ Dane wyjściowe:

Wnioski wynikające z weryfikacji zadań cząstkowych w aspekcie ograniczeń.

- ◇ ELEMENTY SKŁADOWE PROCESU: proces nie podlega dalszej dekompozycji na tym etapie analizy.

3.5.2.1.1.4. Analiza zmiany sytuacji (proces 2.1.1.4)

- OPIS PRZEZNACZENIA : zadaniem procesu jest identyfikacja zmian sytuacji od momentu podpisania rozkazu przez PRZEŁOŻONEGO oraz reakcja na te zmiany. Jeżeli nastąpiły istotne zmiany w sytuacji i prawdopodobnie przełożony wiedząc o nich nie postawiłby tego samego zadania, proces powinien skontaktować się z przełożonym. Jeżeli nie jest to możliwe proces jest zobowiązany przeprowadzić ponownie analizę zgodnie z zadaniem i zamiarem działania przełożonego (ze szczególnym uwzględnieniem celu jego działania - czyli myśli przewodniej). W przeciwnym przypadku wcześniej sformułowane wnioski kończą przeprowadzanie analizy zadania

◇ PRZEPIŁYWy DANYCH

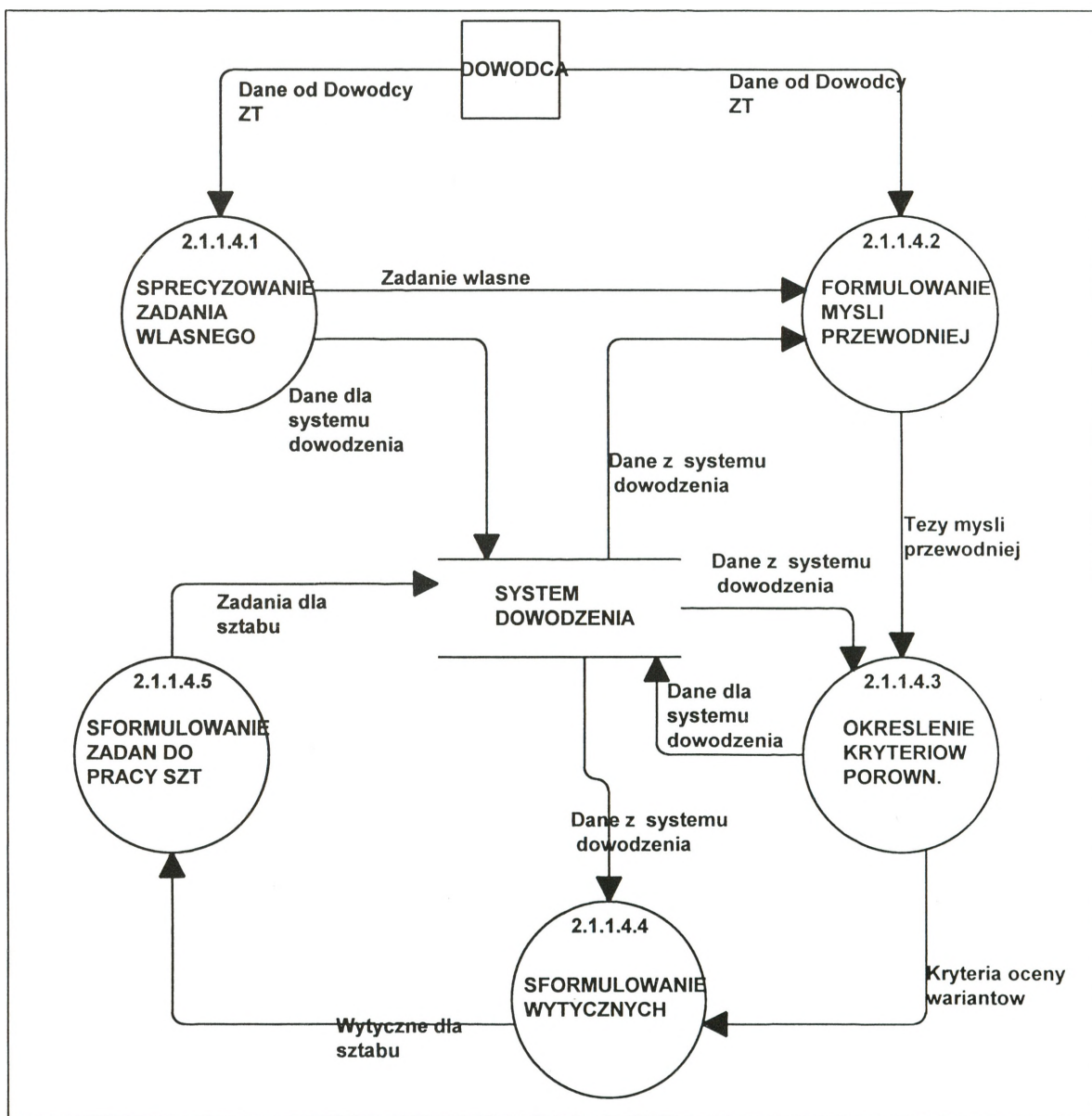
← Dane wejściowe:

→ Dane wyjściowe:

.Wnioski sformułowane w formie zadania własnego, myśli przewodniej, kryteriów porównania, sformułowanie wytycznych, zadań do pracy sztabów.

- ◇ ELEMENTY SKŁADOWE PROCESU: Rys 3-7 przedstawia diagram DFD dla procesu ANALIZA ZMIANY SYTUACJI . Wyróżniono w nim pięć podprocesów:

- Sprecyzowanie zadania własnego
- Sformułowanie myśli przewodniej
- Określenie kryteriów porównania
- Sformułowanie wytycznych
- Sformułowanie zadań do pracy sztabów



Rys. 3-7. Diagram przepływu danych opisujący analizę zmiany sytuacji

3.5.2.1.1.4.1. Sprecyzowanie zadania własnego (proces 2.1.1.4.1)

- ◇ OPIS PRZEZNACZENIA: zadaniem procesu jest wspomaganie sprecyzowania zadania własnego, które stanowi podstawę do dalszej pracy sztabu. Ponadto zostanie ono zapisane w sporządzanym podczas dalszej pracy rozkazie operacyjnym, tworząc jego punkt 2.
ZADANIE. Sprecyzowane zadanie własne uwzględnić powinno wszystkie zadania częściowe zawarte w zadaniu otrzymanym od przełożonego oraz obejmować te zadania częściowe wynikłe z analizy zadania, których zaakcentowanie jest zdaniem dowódcy niezbędne dla jednoznacznego określenia zadania własnego.
- ◇ OBIEKTY ZEWNĘTRZNE: Dowódca ZT
- ◇ PRZEPŁYWY DANYCH
 - ← Dane wejściowe:
Zadania częściowe
 - Dane wyjściowe:
Sprecyzowane zadanie własne,
- ◇ ELEMENTY SKŁADOWE PROCESU: proces nie podlega dalszej dekompozycji na tym etapie analizy

3.5.2.1.1.4.2. Formułowanie myśli przewodniej (proces 2.1.1.4.2)

- ◇ OPIS PRZEZNACZENIA: zadaniem procesu jest wspomaganie sformułowania myśli przewodniej, która jest wyrażeniem celu działania
- ◇ OBIEKTY ZEWNĘTRZNE: Dowódca
- ◇ PRZEPŁYWY DANYCH
 - ← Dane wejściowe:

Sprecyzowane zadanie własne

→ Dane wyjściowe:

Sformułowany cel działania

- ◇ ELEMENTY SKŁADOWE PROCESU: proces nie podlega dalszej dekompozycji na tym etapie analizy

**3.5.2.1.1.4.3. Określenie kryteriów porównawczych (proces
2.1.1.4.3)**

- ◇ OPIS PRZEZNACZENIA: zadaniem procesu jest wspomaganie określenia kryteriów porównywania wariantów. Można je podzielić na następujące grupy:
 - regulaminowe zasady działania - np. zasadę ekonomii sił, koncentracji wysiłku czy swobody działania dążąc do ustalenia, który z wariantów spełnia (stosuje) określoną zasadę w największym stopniu w stosunku do pozostałych;
 - rodzaje wojsk - problematyka elementów wspierających i zabezpieczających działanie.
 - kryteria wynikłe z analizy zadania, które określają zasady, którymi powinien kierować się sztab opracowując i oceniając warianty wykonania konkretnego zadania.
- ◇ PRZEPIŁYWY DANYCH
 - ← Dane wejściowe:
Cel działania
 - Dane wyjściowe:
Wybrane kryteria
- ◇ ELEMENTY SKŁADOWE PROCESU: proces nie podlega dalszej dekompozycji na tym etapie analizy

3.5.2.1.1.4.4. Formułowanie wytycznych (proces 2.1.1.4.4)

- ◇ OPIS PRZEZNACZENIA: zadaniem procesu jest wspomaganie formułowania wytycznych do pracy sztabu wynikłych z wstępnej kalkulacji czasu
- ◇ PRZEPIŁYWY DANYCH
 - ← Dane wejściowe:
Sprecyzowane zadanie własne
 - Dane wyjściowe:
 - Termin wydania rozkazu operacyjnego;
 - Termin odprawy decyzyjnej;
 - Termin pierwszej odprawy koordynacyjnej przeprowadzanej w celu przedstawienia opracowanych wariantów działania.
- ◇ ELEMENTY SKŁADOWE PROCESU: proces nie podlega dalszej dekompozycji na tym etapie analizy

3.5.2.1.1.4.5. Sformułowanie zadań do pracy sztabu (proces 2.1.1.4.5)

- ◇ OPIS PRZEZNACZENIA: zadaniem procesu jest wspomaganie sformułowania zadań do pracy sztabu i podległych wojsk, czyli- wytycznych wynikających z analizy zadania W tej grupie wniosków podaje się wszystkie inne niezbędne informacje i zadania.
- ◇ PRZEPIŁYWY DANYCH
 - ← Dane wejściowe:
Sprecyzowane zadanie własne
 - Dane wyjściowe:
 - potrzeby informacyjne,

- minimalna lub maksymalna ilość wariantów działania wojsk własnych;
- szczególne problemy na które sztab powinien zwrócić uwagę podczas ustalania wariantów działania wojsk własnych i dalszej nad nimi pracy; wytyczne (informacje), które należy przekazać w zarządzeniu przygotowawczym; inne dane;

◇ ELEMENTY SKŁADOWE PROCESU: proces nie podlega dalszej dekompozycji na tym etapie analizy

3.5.2.1.2. Informowanie operacyjne (proces 2.1.2)

◇ OPIS PRZEZNACZENIA: zadaniem procesu jest realizacja informowania operacyjnego gdzie przekazywane są sztabowi niezbędne informacje takie jak:

- wnioski z ustalenia położenia i ogólne wnioski z analizy zadania we wszystkich obszarach zainteresowania;
- organizacja pracy w sztabie dokonana przez szefa sztabu na podstawie wytycznych dowódcy.

◇ PRZEPIŁYWY DANYCH

← Dane wejściowe:

Sprecyzowane zadanie własne

→ Dane wyjściowe:

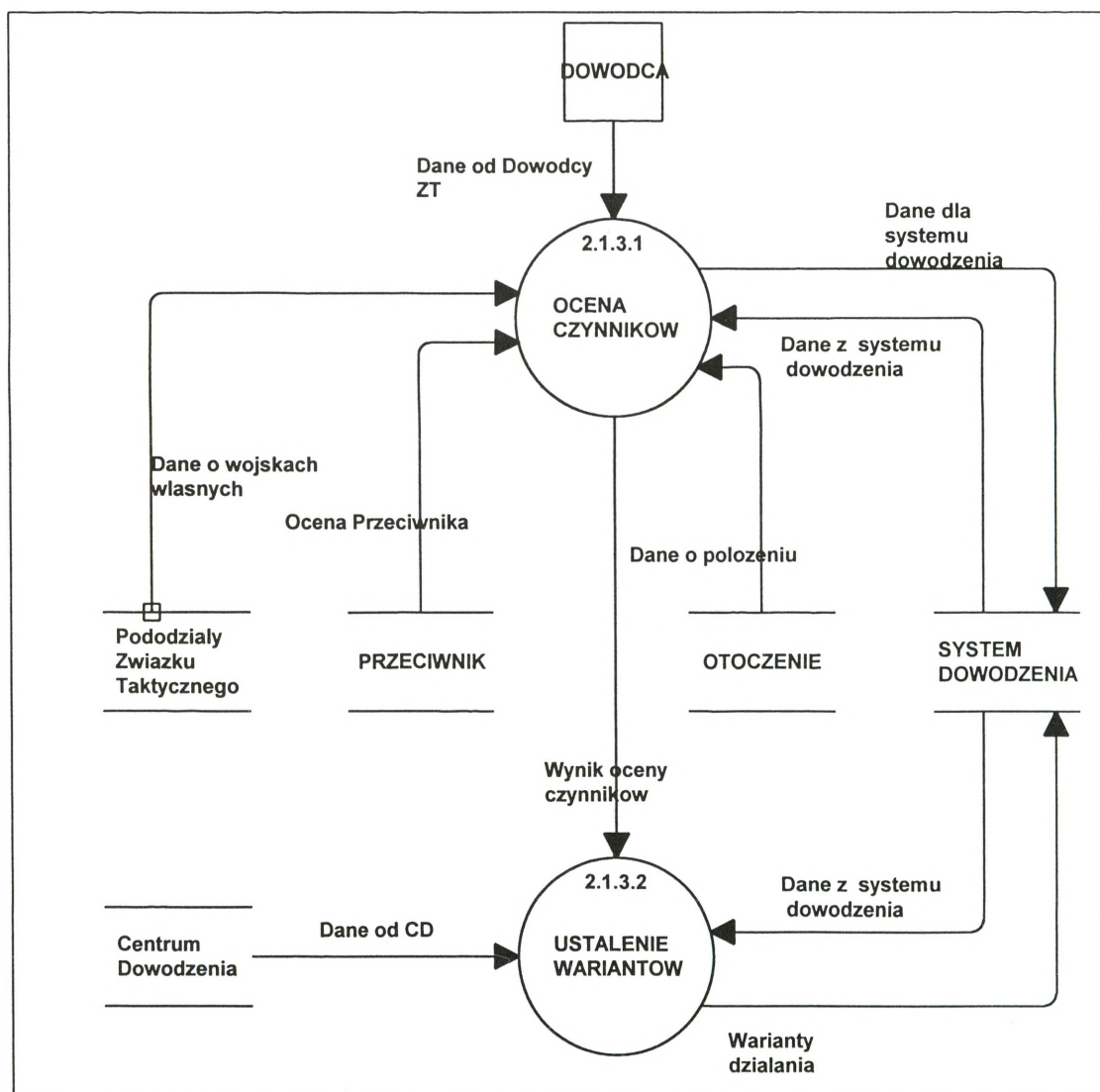
Zakres i treść wytycznych może być różny, powinny one jednak zawierać co najmniej:

- sprecyzowane zadanie własne;
- myśl przewodnią dowódcy;
- zadania, które zapewnią skupienie pracy sztabu zgodnie z intencjami dowódcy;
- czas zakończenia oceny sytuacji, co w praktyce oznacza czas odprawy decyzyjnej i czas postawienia zadania podwładnym;
- kryteria do porównania wariantów działania.

◇ ELEMENTY SKŁADOWE PROCESU: proces nie podlega dalszej dekompozycji na tym etapie analizy

3.5.2.1.3. Ocena czynników i warianty działania (proces 2.1.3)

- ◇ OPIS PRZEZNACZENIA: Celem procesu jest zidentyfikowanie i szczegółowa ocena czynników, które w różny sposób wpływać będą na realizację otrzymanego zadania oraz ustalenie kilku realnych sposobów jego wykonania czyli wariantów działania wojsk własnych
- ◇ PRZEPIŁYWY DANYCH
 - ← Dane wejściowe:
Sprecyzowane zadanie własne;
 - Dane wyjściowe:
Realne warianty działania wojsk własnych;
- ◇ ELEMENTY SKŁADOWE PROCESU: Rys.3-8 przedstawia diagram DFD dla procesu OCENA CZYNNIKÓW I WARIANTY DZIAŁANIA w którym wyróżniono dwa podprocesy:
 - Ocena czynników
 - Ustalenie wariantów działania



Rys. 3-8. Diagram przepływu danych opisujący wspomaganie oceny czynników wpływających na wykonanie zadania i ustalenie wariantów działania.

3.5.2.1.3.1. Ocena czynników 2.1.3.1)

◇ OPIS PRZEZNACZENIA: zadaniem procesu jest wspomaganie identyfikacji i oceny czynników wpływających na realizację zadania

◇ PRZEPŁYWY DANYCH

← Dane wejściowe:

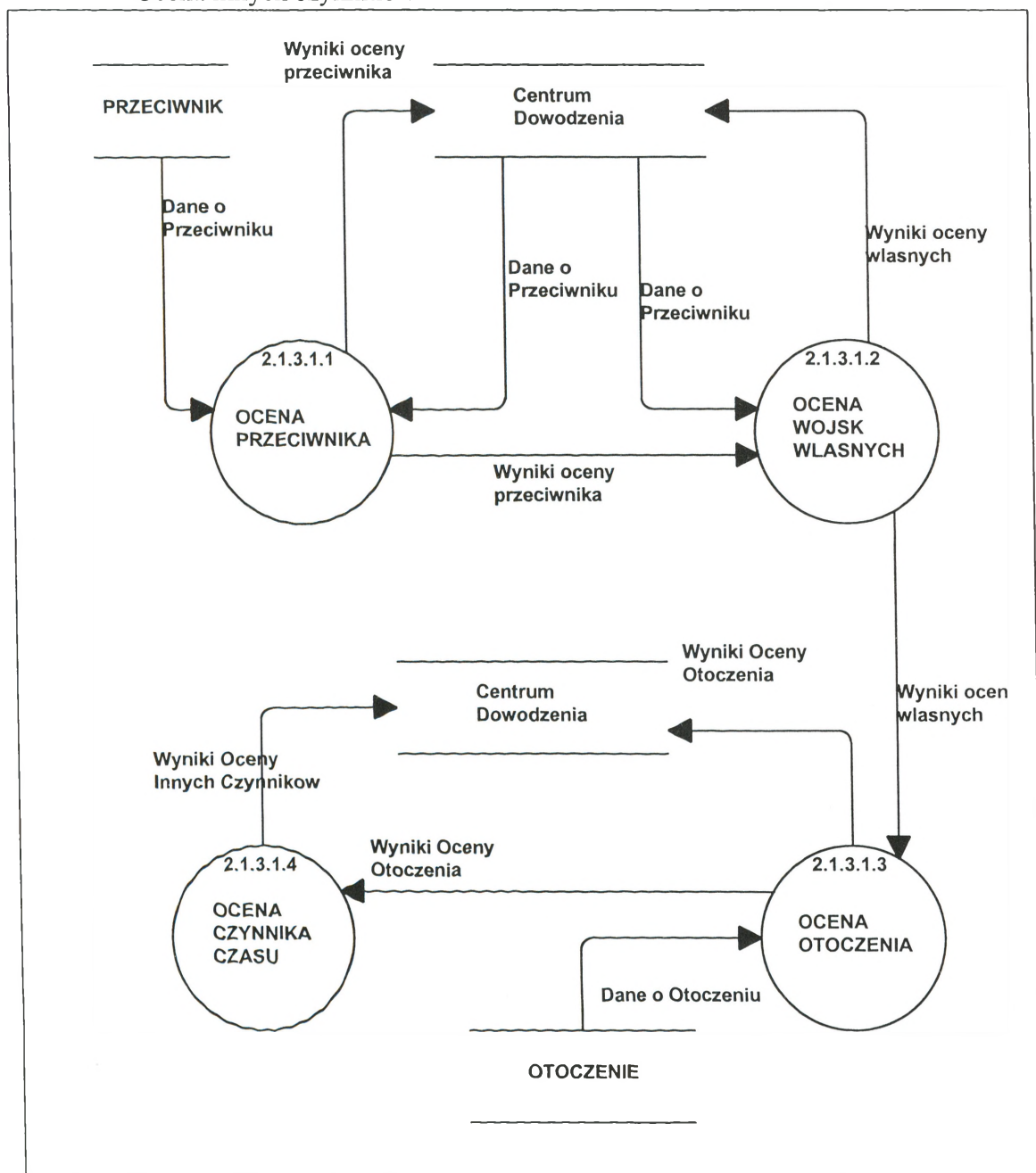
Sprecyzowane zadanie

→ Dane wyjściowe:

Wnioski z prowadzonych ocen.

◇ ELEMENTY SKŁADOWE PROCESU: Rys 3-9 przedstawia diagram DFD dla procesu OCENA CZYNNIKÓW w którym wyróżniono cztery podprocesy

- Ocena przeciwnika
- Ocena wojsk własnych
- Ocena otoczenia
- Ocena innych czynników



Rys. 3-9. Diagram przepływu danych opisujący wspomaganie oceny czynników

3.5.2.1.3.1.1. Ocena przeciwnika (proces 2.1.3.1.1)

- ◇ OPIS PRZEZNACZENIA: celem procesu jest ocena przeciwnika, którego istotą jest ustalenie najbardziej prawdopodobnego w danej sytuacji sposobu jego działania. Jeżeli jest to niemożliwe, dąży się do określenia wariantu najgroźniejszego dla wojsk własnych. Zespół Rozpoznania Centrum Dowodzenia wykorzystuje w tym celu procedurę rozpoznawczego przygotowania pola walki (RPPW).

Celem rozpoznawczego przygotowania pola walki jest opracowanie możliwych wariantów działania przeciwnika w aktualnych warunkach terenowych i atmosferycznych.

Proces rozpoznawczego przygotowania pola walki obejmuje dwie zasadnicze części.

Pierwsza to gromadzenie i przetwarzanie posiadanych danych o terenie i przeciwniku. Druga to praktyczne wykorzystanie posiadanych danych do oceny terenu w obszarze działania i określenie zagrożeń w aspekcie potencjalnych możliwości rozpatrywanego przeciwnika.

◇ PRZEPIŁY DANYCH

← Dane wejściowe:

gromadzone i przetwarzane posiadanych danych o terenie i przeciwniku

→ Dane wyjściowe:

- mapy terenu na którym prowadzone będą działania z oceną terenu w zakresie jego przekraczalności, infrastruktury, drożni, sieci rzek i kanałów, wzniesień terenowych, itp. (na podstawie oceny terenu nanoszone są na oleatę obszary trudno przejezdne, nieprzejezdne i ograniczające swobodę manewru).
- warunki pogodowe w obszarze działania. Oleata wykonywana jest zazwyczaj od dywizji wzwyż. Określa się na niej miejsca w obszarze działania, na którym występują mgły (zielony kolor), niski pułap chmur (fiolet), opady (niebieski), charakteryzuje szybkość wiatru, wilgotność powietrza, temperaturę. Oleata wykorzystywana jest do planowania działań desantów powietrznych, przerzutu grup specjalnych, działań lotnictwa, bezpilotowych środków rozpoznawczych, wykorzystania jednostek artylerii, itd.
- korytarze manewru i dróg podejścia. Na podstawie oceny terenu w konkretnych warunkach hydrometeorologicznych określa się dogodne kierunki podejścia i korytarze manewru, oceniając jednocześnie pojemność każdego z nich.

- modelu doktrynalnego, który ilustruje taktyczne założenia prowadzenia określonych działań przez przeciwnika. Z zasady obrazuje działanie sił przeciwnika o dwa szczeble niżej tj. na szczeblu batalionu do plutonu, na szczeblu dywizji do batalionu;
- oleata sytuacji bojowej.- wykonywana na podstawie aktualnej sytuacji przeciwnika, wzorca jego działań doktrynalnych w odpowiedniej skali mapy i z uwzględnieniem ograniczeń wynikających z oceny terenu. Na jej podstawie opracowuje się potencjalne sposoby działań przeciwnika. Można również zobrazować prawdopodobny wariant działania przeciwnika na tej oleacie. W tym wypadku oleat tego; typu może powstać kilka. Dowódca wybiera z nich najbardziej prawdopodobny lub dwa, trzy do których planuje się ogólnie użycie własnych sił, oraz jeden według którego planuje się szczegółowo operacje, walkę.
- oleata zdarzeń - opracowana jest przez zespół oficerów z Zespołu Rozpoznania i Zespołu Planowania Centrum Dowodzenia na podstawie przyjętego do planowania najbardziej prawdopodobnego (najgroźniejszego) wariantu działania przeciwnika' z opisaniem tzw. linii czasowych ilustrujących jego aktywność bojową w czasie prowadzenia walki. Linie czasowe określają położenie elementów ugrupowania bojowego w terenie w stosunku do czasu. W Zespole Rozpoznania Centrum Dowodzenia wybiera się i nanosi na oleatę punkty kontrolne i obszary zainteresowania, które potwierdzą lub zasugerują konieczność zmiany przyjętego wariantu działania przeciwnika.
- wzorzec wsparcia decyzji.- oleata, która obrazuje działanie przeciwnika oraz możliwe przeciwdziałanie, według opracowanego wariantu i zawiera zazwyczaj:
 - punkty kontrolne;
 - obszary zainteresowania;
 - obszary oddziaływania ogniowego (obszary zainteresowania celami);
 - punkty zainteresowania celami;
 - punkty decyzyjne.

◇ ELEMENTY SKŁADOWE PROCESU: proces nie podlega na tym etapie analizy.

3.5.2.1.3.1.2. Ocena wojsk własnych (proces 2.1.3.1.2)

◇ OPIS PRZEZNACZENIA: zadaniem procesu jest wspomaganie oceny zdolności bojowej wojsk własnych.

◇ PRZEPIŁYWY DANYCH

← Dane wejściowe:

- stopień gotowości bojowej;
- ukompletowanie, stan morale i poziom wyszkolenia;
- rodzaj posiadanego uzbrojenia i wyposażenia
 - parametry w stosunku do przeciwnika
 - adekwatność do otrzymanego zadania;
- zakres rodzaj dostępnego wsparcia bojowego;
- ograniczenia w wykorzystaniu tego wsparcia (np. ograniczony czas, limity amunicji, warunki atmosferyczne, terenowe itp.)
- możliwości zabezpieczenia logistycznego;
- wsparcie przez inne siły (sąsiedzi, sojusznicy);
- wyszkolenie i doświadczenie dowódców:

→ Dane wyjściowe:

- Zestawienie sił i środków – dokument o charakterze sprawozdawczo-informacyjnym
- Tabele porównania sił (globalnie i z uwzględnieniem czasu i przestrzeni);

◇ ELEMENTY SKŁADOWE PROCESU : proces nie podlega dalszej dekompozycji na tym etapie analizy.

3.5.2.1.3.1.3. Ocena otoczenia (proces 2.1.3.1.3)

- ◇ OPIS PRZEZNACZENIA: celem procesu jest zidentyfikowanie pozytywnego i negatywnego wpływu jak i warunki terenowe, atmosferyczne, widoczność i inne czynniki będą miały na działanie zarówno wojsk własnych jak i przeciwnika .
- ◇ PRZEPIŁYWY DANYCH
 - ← Dane wejściowe:
Warunki terenowe, atmosferyczne, widoczność i inne czynniki (czas, przestrzeń)
 - Dane wyjściowe:
Wnioski z analizy otoczenia
- ◇ ELEMENTY SKŁADOWE PROCESU: proces nie podlega dalszej dekompozycji na tym etapie analizy.

3.5.2.1.3.1.4. Ocena czynnika czasu(proces 2.1.3.1.4)

- ◇ OPIS PRZEZNACZENIA: proces wspomaga ocenę czynnika czasu, który ma znaczenie szczególne dla rozwiązania problemu zsynchronizowania trzech elementów: sił, przestrzeni i czasu, to znaczy zidentyfikowania rozwiązań pozwalających mieć wystarczające siły w odpowiednim miejscu (przestrzeń), i we właściwym czasie. Czas stanowi zwykle czynnik ograniczający swobodę działania i musi być zawsze brany pod uwagę podczas ustalania wariantów działania wojsk własnych. Toteż szczególnie dokładnym ocenom poddaje się ramy czasowe każdego zidentyfikowanego zadania częściowego biorąc pod uwagę kolejność ich realizacji oraz czas trwania każdego z nich (tak dalece jak jest to możliwe do skalkulowania).
- ◇ PRZEPIŁYWY DANYCH
 - ← Dane wejściowe:
Parametry zadań częściowych:

- Kolejność każdego z nich;
- Ramy czasowe
- Czas trwania

Wnioski z analizy.

→ Dane wyjściowe:

ELEMENTY SKŁADOWE PROCESU: proces nie podlega dalszej dekompozycji na tym etapie analizy.

3.5.2.1.3.2. Ustalenie wariantów działania (proces 2.3.1.2).

◇ OPIS PRZEZNACZENIA: zadaniem procesu jest wspomaganie wariantów działania. Wariant działania ogólnym zarysem planu jednego z możliwych sposobów wykonania zadania. Oznacza to, że powstaje, kilka przyszłych planów działania.

◇ PRZEPIŁYWY DANYCH

← Dane wejściowe:

Jak w procesie 2.3.1.1.

→ Dane wyjściowe:

Wnioski z dokonywanych ocen, które zawierają:

- kolejność wykonania zadań oraz wiążące się z tym określenie sposobu wykonania zadania i w konsekwencji ugrupowania operacyjnego (bojowego).
- Kolejność wykonania zadania w obronie odnosi się do:
 - dezorganizacji podejścia przeciwnika i jego rozwinięcia w ugrupowanie bojowe,
 - prowadzenia działań osłonowych;
 - walki o przedni skraj obrony;
 - walki w głębi ugrupowania, a w tym:
 - użycia odwodów;
 - prowadzenia działań w obszarze tyłowym.
- W natarciu możliwości wykonania zadania rozpatruje się w odniesieniu do:
 - walki z elementami osłonowymi przeciwnika;

- zmylenia go co do kierunku głównego uderzenia;
 - walki w taktycznej strefie obrony;
 - kierunków, rubieży i czasów wprowadzenia do walki własnych odwodów`;
 - rozbicia odwodów przeciwnika
 - osiągnięcie celów natarcia.
- Każdy z wariantów działania składa się ze szkicu i pisemnej notatki (legandy) wyjaśniającej istotę sposobu wykonania zadania oraz podającej informacje, których nie można przedstawić graficznie (za pomocą znaków taktycznych) zawiera zazwyczaj :
 - ugrupowanie bojowe;..
 - wstępny podział sił;
 - sposób wykonania zadania, w tym punkt ciężkości (rejon o kluczowym znaczeniu);
 - rozmieszczenie SD.

ELEMENTY SKŁADOWE PROCESU: proces nie podlega dalszej dekompozycji na tym etapie analizy.

3.5.2.1.4. Odprawa koordynacyjna 2.1.4)

- ◊ OPIS PRZEZNACZENIA: Celem odprawy jest umożliwienie specjalistycznym zespołom SD rozpoczęcia opracowywania swoich wariantów - koncepcji wykorzystania sił i środków wsparcia i zabezpieczenia - odpowiednio do wariantów działania ustalonych przez Zespół Planowania Centrum Dowodzenia. Stopień szczegółowości oraz zakres wariantów specjalistycznych jest różny w zależności od specyfiki rodzaju wojsk. Nie mogą one również odbierać inicjatywy i swobody działania dowódcom jednostek rodzajów wojsk. Możliwym jest także, aby podczas tej odprawy dowódca zapoznał się z efektami dotychczasowej pracy sztabu w tym zakresie. Może on zaaprobować opracowane warianty działania, zgłosić swoje uwagi, spostrzeżenia, polecić je zmodyfikować lub nakazać niektóre z nich odrzucić. Podkreślić należy, że warianty działania w toku planowania są "organizmami żywymi" i stosownie do prowadzonych analiz, kalkulacji oraz zmieniającej się sytuacji można (i należy) je modyfikować dążąc do identyfikacji najlepszych sposobów wykonania zadania.

Układ odprawy koordynacyjnej poświęconej zapoznaniu z wariantami działania wojsk

własnych może być następujący:

1. Wprowadzenie -: szef sztabu.
2. Przypomnienie zadania własnego i myśli przewodniej dowódcy - szef sztabu.
3. Krótkie wnioski z oceny terenu oraz prawdopodobny sposób (sposoby) działania przeciwnika - szef Zespołu Rozpoznania Centrum Dowodzenia.
4. Przedstawienie opracowanych wariantów działania wojsk własnych - szef Zespołu Planowania Centrum Dowodzenia.

◇ PRZEPIŁYWY DANYCH

← Dane wejściowe:

Opracowane warianty działania

→ Dane wyjściowe:

Zmodyfikowane warianty działania

ELEMENTY SKŁADOWE PROCESU: proces nie podlega dalszej dekompozycji na tym etapie analizy.

3.5.2.1.5. Rozważanie wariantów 2.1.5)

◇ OPIS PRZEZNACZENIA: Celem tego procesu jest ustalenie słabych i silnych stron ,poszczególnych wariantów wykonania zadania w konfrontacji z prawdopodobnym sposobem (sposobami) działania przeciwnika.

◇ PRZEPIŁYWY DANYCH

← Dane wejściowe:

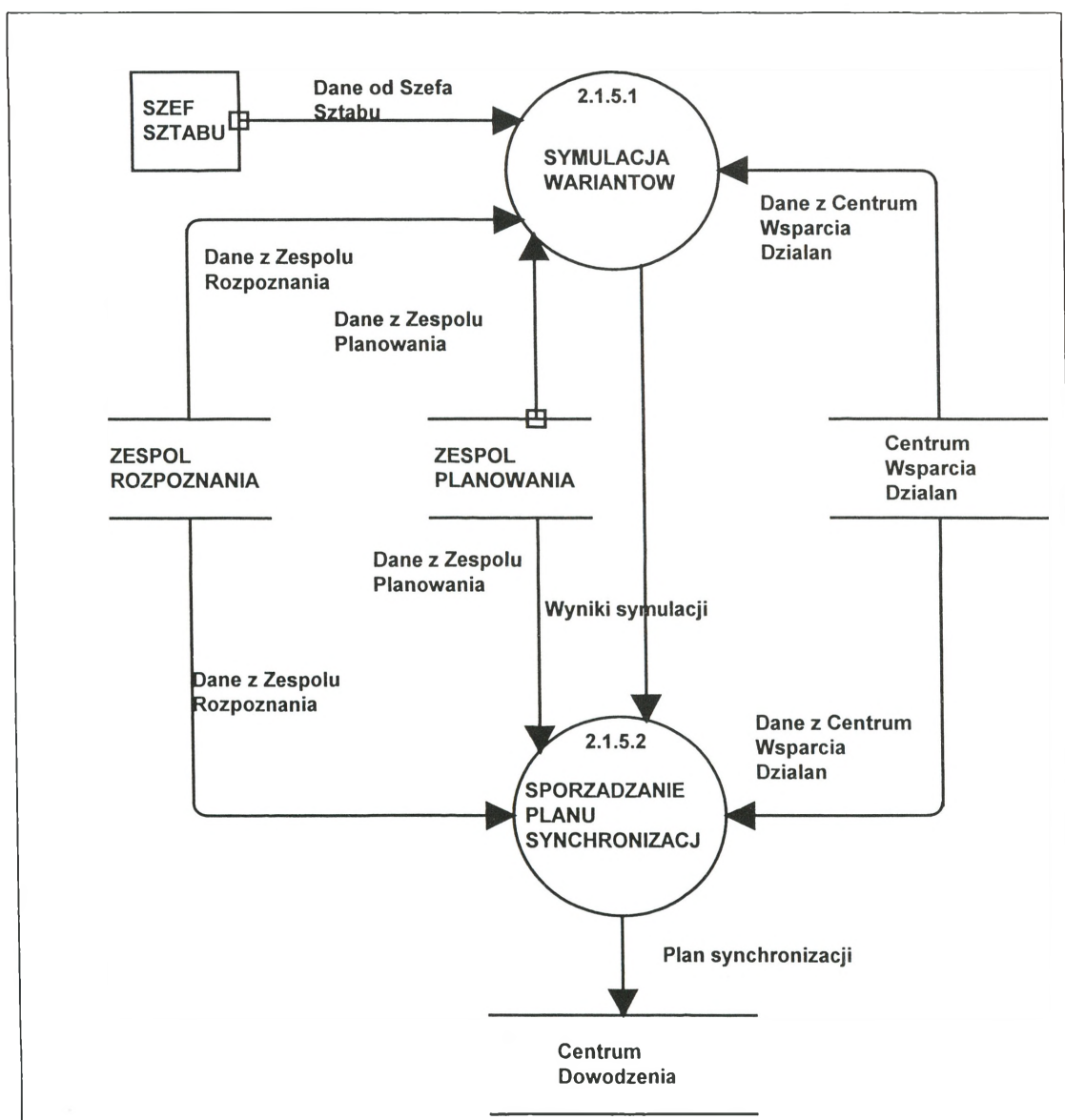
- Zmodyfikowane warianty działania (z określonymi zdarzeniami jakie mogą mieć miejsce podczas realizacji danego wariantu działania, od jego rozpoczęcia aż do osiągnięcia zamierzonego celu - tzn. wykonania zadania).

→ Dane wyjściowe:

Wyniki i wnioski rozważania wariantów

◇ ELEMENTY SKŁADOWE PROCESU: : Rys 3-10 przedstawia diagram DFD dla procesu ROZWAŻANIE WARIANTÓW w którym wyróżniono dwóch podprocesów:

- Symulacja wariantów;
- Sporządzanie planu synchronizacji.



Rys. 3-10. Diagram przepływu danych opisujący wspomaganie procesu rozważania wariantów działania

3.5.2.1.5.1. Symulacja wariantów 2.1.5.1)

- ◇ OPIS PRZEZNACZENIA: celem procesu jest realizacja symulacji wariantów.

Najczęściej stosowaną techniką jest symulacja przyszłych działań zgodnie z przyjętymi wariantami, będąca próbą określenia przyszłych zdarzeń zgodnie z zasadą:

akcja - reakcja - przeciwwreakcja

Uczestnikami symulacji są przede wszystkim członkowie Zespołu Planowania oraz Zespołu Rozpoznania Centrum Dowodzenia SD "prowadzący" sytuację po stronie wojsk własnych (ZP) i przeciwnika (ZR). Mogą w niej brać udział także przedstawiciele zespołów (w zależności od potrzeb) z Centrum Wsparcia Działań oraz innych stosownie do ustaleń szefa sztabu lub szefa Zespołu Planowania Centrum Dowodzenia: W zależności od posiadanego czasu, można w ten sposób "rozegrać" wszystkie warianty w całości lub tylko ich wybrane, szczególnie ważne

- ◇ PRZEPIŁYWY DANYCH

← Dane wejściowe:

- warianty działania (z określonymi zdarzeniami jakie mogą mieć miejsce podczas realizacji danego wariantu działania, od jego rozpoczęcia aż do osiągnięcia zamierzonego celu - tzn. wykonania zadania).

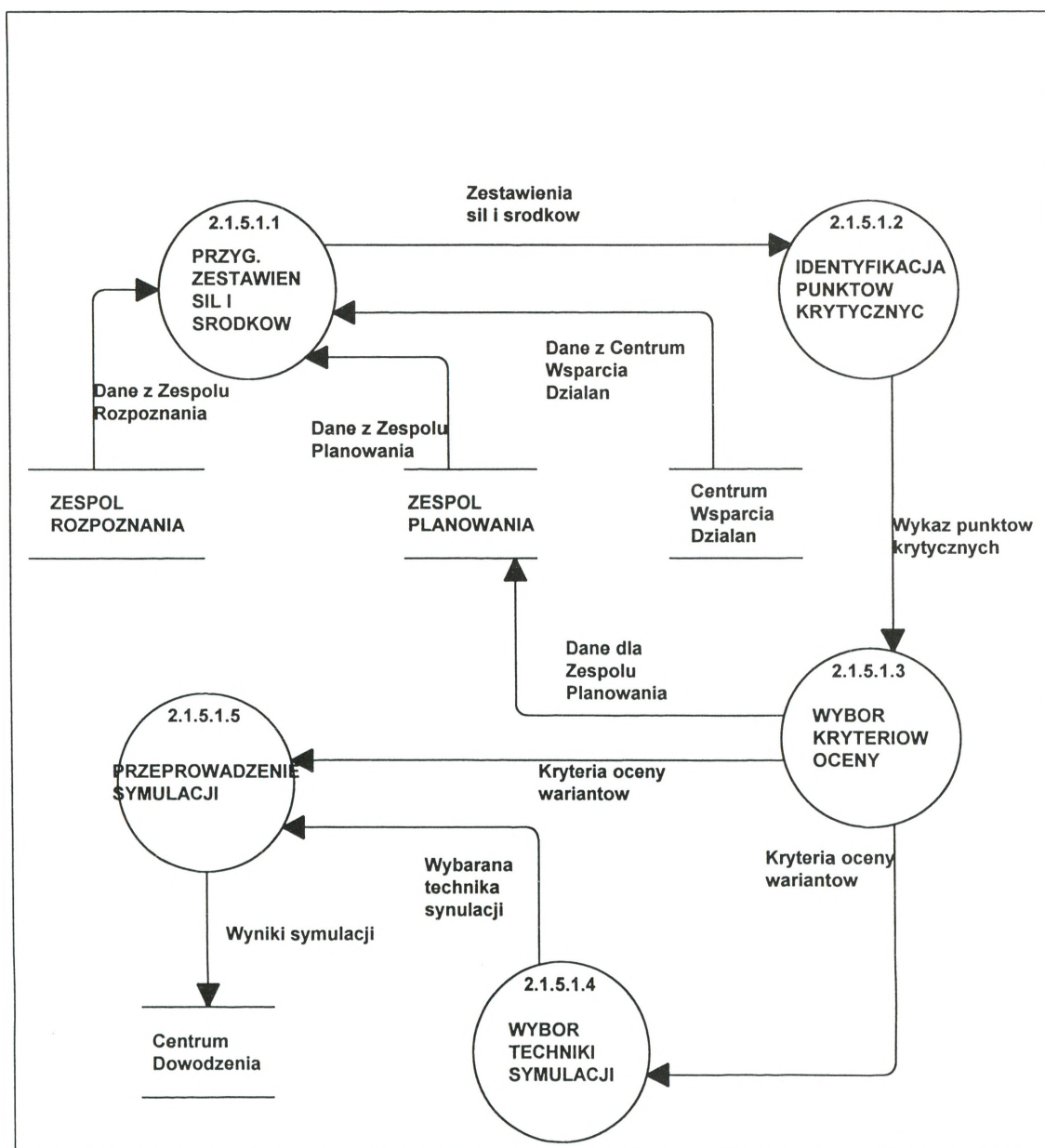
→ Dane wyjściowe:

Wnioski dotyczące rezultatów symulacji, które przedstawienie mogą na kolejnej odprawie koordynacyjnej):

- zmian potencjału wojsk własnych w czasie i przestrzeni;
- zmian w ugrupowania wojsk własnych;
- potrzeb w zakresie wzmocnienia, wsparcia, rozpoznania, zabezpieczenia logistycznego;
- prawdopodobnego działania przeciwnika;
- wpływu terenu na działania wojsk własnych i przeciwnika;
- obszarów o kluczowym znaczeniu
- decydujących wydarzeń i czasu itp.

◇ ELEMENTY SKŁADOWE PROCESU: : Rys 3-11 przedstawia diagram DFD dla procesu ROZWAŻANIE WARIANTÓW w którym wyróżniono pięć podprocesów

- Przygotowanie zestawień sił i środków;
- Identyfikacja punktów krytycznych;
- Wybór kryteriów oceny;
- Wybór techniki symulacji;
- Przeprowadzenie symulacji.



Rys.3-11. Diagram przepływu danych do wspomaganie procesu rozważanie wariantów działania

3.5.2.1.5.1.1. Przygotowanie zestawień sił i środków (proces 2.1.5.1.1)

- ◇ OPIS PRZEZNACZENIA: proces ten umożliwia przygotowanie techniczne i materiałowe przygotowanie symulacji PRZEPIŁYWY DANYCH

← Dane wejściowe:

- warianty działania (z określonymi zdarzeniami jakie mogą mieć miejsce podczas realizacji danego wariantu działania, od jego rozpoczęcia aż do osiągnięcia zamierzonego celu - tzn. wykonania zadania).

→ Dane wyjściowe:

- . przygotowane makiety terenu ,
- mapy komputerowe,
- tabele, formularze ;
- inne niezbędne dokumenty pomocnicze (tabela wad i zalet, tabela zdarzeń, plan współdziałania).

- ◇ ELEMENTY SKŁADOWE PROCESU: proces nie podlega dalszej dekompozycji na etapie analizy.

3.5.2.1.5.1.2. Identyfikacja punktów krytycznych (proces 2.1.5.1.2)

- ◇ OPIS PRZEZNACZENIA: zadaniem procesu jest wspomaganie przygotowania zidentyfikowanych punktów krytycznych i decyzyjnych (informacje wypracowane przez ZR w trakcie realizacji RPPW).

- ◇ PRZEPIŁYWY DANYCH

← Dane wejściowe:

jak w procesie 2.1.5.1.1.

→ Dane wyjściowe:

Jak w procesie 2.1.3.1.1.

- ◇ ELEMENTY SKŁADOWE PROCESU: proces nie podlega dalszej dekompozycji na etapie analizy.

3.5.2.1.5.1.3. Wybór kryteriów oceny (proces 2.1.5.1.3)

- ◇ OPIS PRZEZNACZENIA: zadaniem procesu jest) przygotowanie (jeżeli nie zostało to ustalone wcześniej w procesie 2.1.1.4.3.) kryteriów do oceny wariantów

◇ PRZEPIŁYWY DANYCH

← Dane wejściowe:

Jak w procesie 2.1.1.4.3j

→ Dane wyjściowe:

Jak w procesie 2.1.1.4.3j

- ◇ ELEMENTY SKŁADOWE PROCESU: proces nie podlega dalszej dekompozycji na etapie analizy.

3.5.2.1.5.1.4. Wybór techniki symulacji (proces 2.1.5.1.4)

- ◇ OPIS PRZEZNACZENIA: zadaniem procesu jest wspomaganie podczas wyboru techniki przeprowadzenia symulacji. Wybierając technikę symulacji należy kierować się rodzajem prowadzonych działań oraz czynnikiem czasu. Ten ostatni często zadecyduje o wybranej technice. Najczęściej stosowane techniki to: technika etapów, technika kierunków i technika obiektów. Nie należy wykluczyć innego sposobu przeprowadzenia symulacji jeżeli tylko umożliwi ona osiągnięcie założonych celów.

◇ PRZEPIŁYWY DANYCH

← Dane wejściowe:

Jak w procesie 2.1.5.1.

→ Dane wyjściowe:

Jak w procesie 2.1.5.1.

- ◇ ELEMENTY SKŁADOWE PROCESU: proces nie podlega dalszej dekompozycji na etapie analizy.

3.5.2.1.5.1.5. Przeprowadzenie symulacji (proces 2.1.5.1.5)

- ◇ OPIS PRZEZNACZENIA: proces ma za zadanie realizację symulacji wariantu według wybranej techniki.

◇ PRZEPŁYWY DANYCH

← Dane wejściowe:

Jak w procesie 2.1.5.1.

→ Dane wyjściowe:

Jak w procesie 2.1.5.1.

Wnioski z przeprowadzonych symulacji.

- ◇ ELEMENTY SKŁADOWE PROCESU: proces nie podlega dalszej dekompozycji na etapie analizy.

3.5.2.1.5.2. Sporządzenie planu synchronizacji (proces 2.1.5.2)

- ◇ OPIS PRZEZNACZENIA: proces ma za zadanie identyfikowanie i przewidywanie niezbędne faktów na podstawie symulacji do sporządzenia planu synchronizacji działań.

W warunkach posiadania wystarczającej ilości czasu, proces powstawania planu synchronizacji działań rozpoczyna się wraz z czynnością rozważania wariantów działania. Wyniki symulacji stanowią podstawę do sporządzenia wstępnego zarysu planu synchronizacji dla każdego z rozpatrywanych wariantów działania. Po podjęciu decyzji przez dowódcę, wraz ze sporządzaniem rozkazu operacyjnego kończy się układanie Planu Synchronizacji właściwego dla wybranego wariantu działania. Jest on następnie wykorzystywany:

W przypadku braku czasu zazwyczaj nie prowadzi się symulacji wariantów działania wojsk własnych w ramach procesu rozważania wariantów działania, a tym samym nie sporządza się

wstępnych szkiców planów synchronizacji działań. Po podjęciu decyzji przez dowódcę i sporządzeniu planu operacji wykonuje się plan synchronizacji stosownie do wybranego przez dowódcę wariantu działania równolegle ze sporządzaniem rozkazu operacyjnego.

◇ PRZEPIŁYWy DANYCH

← Dane wejściowe:

Jak w procesie 2.1.5.1.

→ Dane wyjściowe:

Jak w procesie 2.1.5.1.

- ◇ ELEMENTY SKŁADOWE PROCESU: proces nie podlega dalszej dekompozycji na etapie analizy.

3.5.2.1.6. Porównywanie wariantów (proces 2.1.6)

- ◇ OPIS PRZEZNACZENIA: Zadaniem procesu jest wyłonienie wariantu, który będzie rekomendowany dowódcy. Realizowane w tym procesie działania polegają na rzeczowym porównaniu ze sobą przygotowanych i rozważanych poprzednio wariantów. W czynności tej może, lecz nie musi uczestniczyć dowódca Organizatorem porównania wariantów działania jest szef sztabu. Do prowadzonych ocen, oprócz Zespołu Planowania Centrum Dowodzenia, czynnie włączają się przedstawiciele poszczególnych rodzajów wojsk z Centrum Wsparcia Działań, Centrum Zabezpieczenia Działań oraz Centrum Wsparcia Dowodzenia SD. Istotne jest, aby na koniec omawiane czynności zainteresowane osoby funkcyjne uzgodniły, który z opracowanych wariantów działania jest zdaniem sztabu najlepszy, i zostanie zarekomendowany dowódcy przez szefa sztabu podczas odprawy decyzyjnej. Każdorazowo, gdy pomimo zastosowania różnorodnych metod porównawczych sztab nie może osiągnąć konsensusu, decyzję w tym zakresie podejmuje szef sztabu.

W celu porównania wariantów działania sztab może posłużyć się następującymi metodami :

- wad i zalet;

- głosowania;
- kryteriów.

Proces ten może być realizowany również podczas kolejnej odprawy decyzyjnej.

◇ PRZEPIŁYWY DANYCH

← Dane wejściowe:

Jak w procesie 2.1.5.1.

→ Dane wyjściowe:

Wariant rekomendowany na odprawie decyzyjnej

- #### ◇ ELEMENTY SKŁADOWE PROCESU: proces nie podlega dalszej dekompozycji na etapie analizy.

3.5.2.2. Odprawa decyzyjna i zamiar (proces 2.2)

- #### ◇ OPIS PRZEZNACZENIA: Celem odprawy decyzyjnej jest stworzenie dowódcy warunków do podjęcia decyzji. Za organizację odprawy decyzyjnej odpowiedzialny jest szef sztabu. Odbywa się ona w Zespole Informacyjnym Centrum Wsparcia Dowodzenia lub w Zespole Planowania Centrum Dowodzenia SD. W odprawie, obok dowódcy i szefa sztabu uczestniczą kierownicy zespołów organizacyjno - funkcjonalnych stanowiska dowodzenia.

◇ PRZEPIŁYWY DANYCH

← Dane wejściowe:

- oleaty z prawdopodobnym sposobem działania przeciwnika;
- oleatę oceny terenu;
- oleaty (szkice) wariantów działania wojsk własnych,
- niezbędne kalkulacje, tabele i inne pomocnicze dokumenty niezbędne dla uzasadnienia wariantów.

→ Dane wyjściowe:

- Decyzja jako wybór jednego z proponowanych wariantów działania
- Zamiar – jako ogólna koncepcja przeprowadzenia operacji

◇ ELEMENTY SKŁADOWE PROCESU: proces nie podlega dalszej dekompozycji na etapie analizy.

3.5.2.3. Podjęcie decyzji (proces 2.3)

◇ OPIS PRZEZNACZENIA: Celem procesu jest podjęcie, czyli wybór przez dowódcę jednego z wariantów działania. Proces ten jest realizowany podczas odprawy decyzyjnej.

◇ PRZEPIŁYWY DANYCH

← Dane wejściowe:

Jak w procesie 2.2)

→ Dane wyjściowe:

- Decyzja jako wybór jednego z proponowanych wariantów działania - jako akt woli Dowódcy ZT
- Zamiar – jako ogólna koncepcja przeprowadzenia operacji. Zamiar działania jest przedstawieniem przez dowódcę sposobu osiągnięcia celu, innymi słowy zobrazowanie jak, zgodnie z jego decyzją sztab ma zaplanować przyszłe działanie i co dowódca pragnie w wyniku tego działania osiągnąć. Struktura zamiaru ogłaszane przez dowódcę na koniec odprawy decyzyjnej nie jest sformalizowana, powinien on jednak obejmować następujące informacje:
 - myśl przewodnią dowódcy'(jeżeli nie została przypomniana na początku odprawy);
 - sposób wykonania zadania (w razie potrzeby podzielony na fazy /etapy/), w tym punkt ciężkości (rejon o kluczowym znaczeniu).
 - podział sił;
 - priorytety wykorzystania sił i środków wsparcia i zabezpieczenia działań.

◇ ELEMENTY SKŁADOWE PROCESU: proces nie podlega dalszej dekompozycji na etapie analizy.

3.5.2.4. Symulacja decyzji (proces 2.4)

◇ OPIS PRZEZNACZENIA: proces ten za zadanie przeprowadzenie symulacji podjętej decyzji jako wybranego przez dowódcę wariantu działania oraz ocenę jej skutków. Jest on realizowany, jeżeli ograniczony czas na przygotowanie działań nie pozwala na przeprowadzenie symulacji poszczególnych wariantów(jak w procesie 2.1.5.1). Taka symulacja ma na celu:

- sprawdzenie wybranego wariantu;
- ewentualna jego modyfikację i usunięcie błędów, które nie zostały wcześniej zauważone;
- identyfikację danych do planu synchronizacji działań, który będzie sporządzany.

◇ PRZEPIŹYWY DANYCH

← Dane wejściowe:

Podjęta decyzja

→ Dane wyjściowe:

Wyniki i wnioski z przeprowadzonej symulacji

◇ ELEMENTY SKŁADOWE PROCESU: proces nie podlega dalszej dekompozycji na etapie analizy.

3.5.2.5. Sprządzenie planu operacji (proces 2.5)

◇ OPIS PRZEZNACZENIA: Proces ma za zadanie wspomaganie sporządzenia planu operacji, który jest przedstawionym w formie graficznej zamiarem dowódcy

◇ PRZEPIŹYWY DANYCH

← Dane wejściowe:

- . wszystkie informacje wymienione przez dowódcę w trakcie ogłaszania zamiaru działania.

→ Dane wyjściowe:

a) Plan operacji zawiera zazwyczaj:

- Grupę informacji dyrektywnych (narzuconych przez przełożonego), np.:
 - Linie rozgraniczenia;
 - Linie koordynacyjne;
 - Obiekty do opanowania;
 - Inne elementy dowodzenia i koordynacji np. rejony zastrzeżone;
- Grupę niezbędnych informacji sytuacyjnych, np.:
 - Potrzebne informacje dotyczące wojsk w styczności;
- Informacje decyzyjne, wynikające z decyzji dowódcy:
 - kto (jakie siły);
 - co (jaki rodzaj działań);
 - gdzie (miejsce w ugrupowaniu i w przestrzeni);
 - kiedy (terminy np. osiągnięcia gotowości, przekroczenia linii koordynacyjnych, opanowania obiektów i inne o znaczeniu zasadniczym dla wykonania zadania);
 - w jakim celu będzie realizował (cel główny i ewentualne cele częściowe).

b) wstępne zarządzenia operacyjne, szczególnie jeżeli czas posiadany na przygotowanie działań jest ograniczony.

- ◇ ELEMENTY SKŁADOWE PROCESU: proces nie podlega dalszej dekompozycji na etapie analizy.

3.5.2.6. Opracowanie rozkazu operacyjnego (proces 2.6)

- ◇ OPIS PRZEZNACZENIA: celem procesu jest wspomaganie opracowania rozkazu operacyjnego. Jego zrealizowanie pozwala na przejście do trzeciej fazy cyklu decyzyjnego procesu dowodzenia - stawiania zadań:

- ◇ PRZEPŁYWY DANYCH

← Dane wejściowe:

Plan operacji;

→ Dane wyjściowe:

Rozkaz operacyjny jako dokument pisemny, uzupełniony graficznymi i pisemnymi aneksami, w części zasadnicza zawiera pięć standardowych punktów:

1. Sytuacja.
2. Zadanie.
3. Realizacja.
4. Zabezpieczenie logistyczne.
5. Dowodzenie i łączność.

Na niższych szczeblach dowodzenia dopuszczalne jest zamieszczenie części pisemnej rozkazu bezpośrednio na oleacie zawierającej informacje przedstawione w sposób graficzny. Rozkaz przyjmuje wówczas formę rozkazu na oleacie.

- ◇ ELEMENTY SKŁADOWE PROCESU: proces nie podlega dalszej dekompozycji na etapie analizy.

3.5.3. Stawianie zadań (proces 3)

- ◇ OPIS PRZEZNACZENIA – celem procesu jest postawienie zadań podwładnym oraz koordynację działań pomiędzy podwładnymi jednostkami. Odprawa ta odbywa się na stanowisku dowodzenia wydającego rozkaz, gdzie przybywają:

- podlegli dowódcy wraz ze swoimi grupami operacyjnymi
- kierownicy zespołów funkcjonalnych obsady operacyjnej stanowiska dowodzenia;
- przebywający na nim oficerowie łącznikowi.

Odpowiedzialnym za przygotowanie odprawy jest szef sztabu, natomiast bezpośrednim wykonawcom koordynującym poczynania wszystkich komórek organizacyjnych stanowiska dowodzenia jest szef Zespołu Planowania Centrum Dowodzenia

- ◇ PRZEPIŁYWY DANYCH

← Dane wejściowe:

Do czasu rozpoczęcia odprawy przygotować należy:

- komplet dokumentów dyrektywnych na każdego przybyłego podwładnego dowódcy;
- mapę sytuacyjną (oleatę) z aktualnym położeniem przeciwnika, jednostek własnych,
- sąsiadów, jednostek działających w naszym rejonie odpowiedzialności oraz innych ważnych elementów (może to być kilka map); oleatę z planem działania (np. Aneks C (PLAN OBRONY) do Rozkazu Operacyjnego);
- oleaty z prawdopodobnymi wariantami działania przeciwnika;
- inne w zależności od potrzeb oraz przyjętej koncepcji prowadzonej odprawy;
- urządzenia, pomoce oraz materiały biurowe potrzebne do prezentacji oraz utrwalania przebiegu odprawy.

→ Dane wyjściowe:

Dane dla podległych przekazane na odprawie, które obejmują:

- aktualny przebieg linii styczności wojsk;
- wnioski dotyczące prawdopodobnego dalszego działania przeciwnika, a w tym wariantu działania przyjętego jako najbardziej prawdopodobnego lub najgroźniejszego dla wojsk własnych;
- zadanie przełożonego i jego zamiar działania;
- położenie oraz zadania sąsiadów, zasadniczych jednostek działających w rejonie odpowiedzialności (nie będących w podporządkowanemu dowódcy stawiającemu zadania)
- zadanie własne, zamiar działania.
- zadania dla podległych dowódców (w tym sprecyzowanie podziału sił i elementów dowodzenia i koordynacji działań).
- zasadnicze elementy w zakresie zabezpieczenia logistycznego
- organizacji dowodzenia i łączności;

◇ ELEMENTY SKŁADOWE PROCESU: proces nie podlega dalszej dekompozycji na etapie analizy.

3.5.4. Kontrola (proces 4)

OPIS PRZEZNACZENIA: -zadaniem procesu kontroli - jest sprawdzenie efektów (skutków) dotychczasowego planowania i postawienia zadania oraz sposobu ich wprowadzania w życie. Za realizację tego procesu odpowiedzialny jest dowódca ZT. Jego obowiązkiem w tym zakresie jest zachowanie obiektywizmu oraz:

- zapewnienie właściwego stopnia (zakresu) kontroli;
- zmniejszenie do niezbędnego minimum udziału (obciążenia) kontrolowanego
- udzielanie pomocy kontrolowanemu po stwierdzeniu, iż pomoc jest potrzebna i możliwa.

Kontrola realizowana jest poprzez:

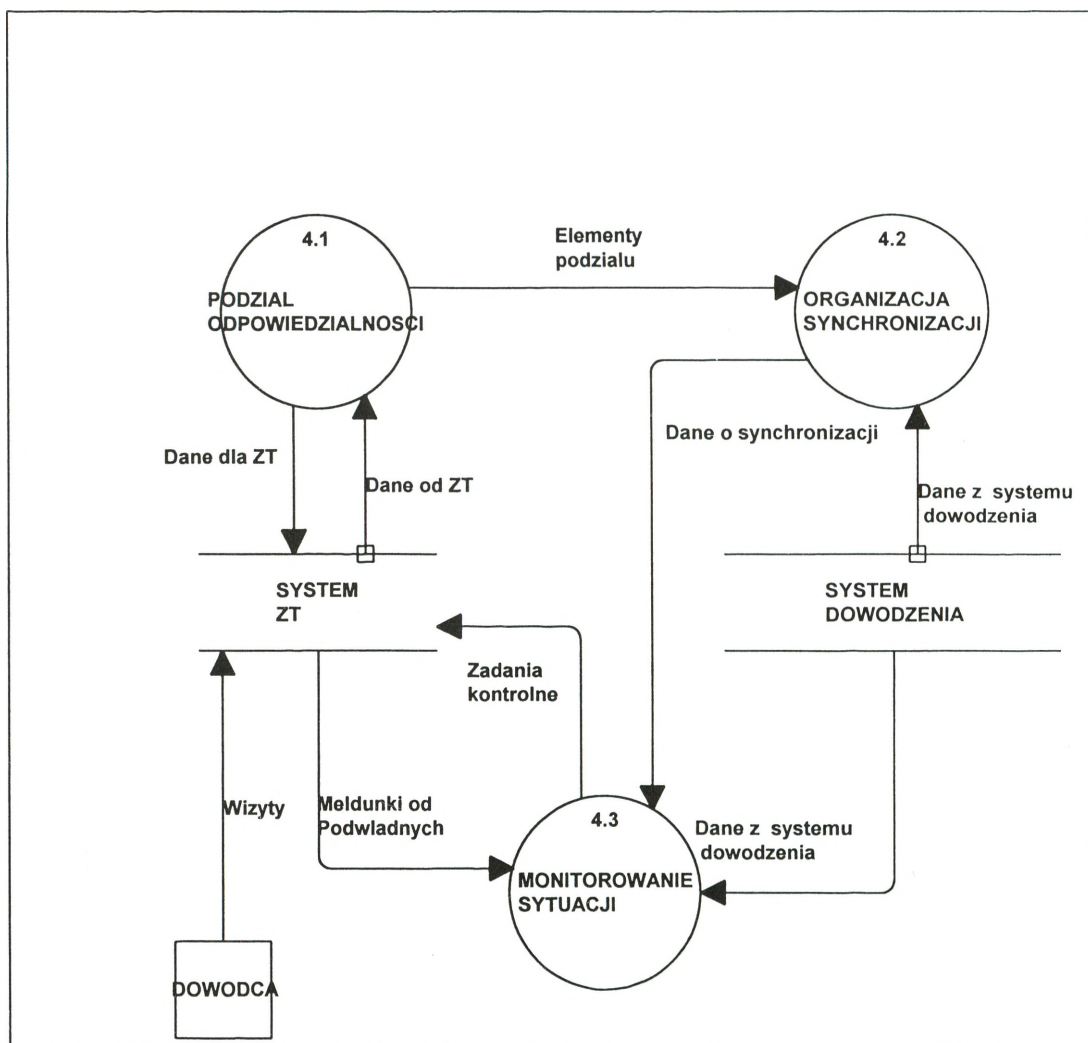
- ustanowienie elementów dowodzenia i koordynacji działań (EDKD);
- organizację synchronizacji działań;
- monitorowanie sytuacji;
- podejmowanie działań mających zmniejszyć różnice pomiędzy stanem zaplanowanym a rzeczywistym.

◇ PRZEPIŁYWY DANYCH

← Dane wejściowe:

- Przekazane do podwładnych właściwe zadania;
- Elementy planu synchronizacji
- Elementy dowodzenia i koordynacji działań, które mogą obejmować:
 - graficzne EDKD (linie rozgraniczenia, linie koordynacyjne i inne), wytyczne koordynujące;
 - ograniczenia i wytyczne w zakresie różnych obszarów dowodzenia (stopnie
 - gotowości, wykazy zastrzeżonych częstotliwości, rejony zastrzeżone i inne);
 - obowiązujące procedury operacyjne (OPO);
 - inne.

→ Dane wyjściowe:



Rys. 3-12. Diagram przepływu danych opisujący wspomaganie procesu Kontrola

3.5.4.1. Podział odpowiedzialności (proces 4.1)

◇ OPIS PRZEZNACZENIA: zadaniem procesu jest ułatwienie skutecznego sprawowania kontroli poprzez jednoznaczny .wyraźny - podział odpowiedzialności pomiędzy określonym szereblem dowodzenia i podległymi mu dowódcami.

◇ PRZEPIŁYWY DANYCH

← Dane wejściowe:

Jak w procesie 4.

→ Dane wyjściowe:

Jak w procesie 4.

◇ ELEMENTY SKŁADOWE PROCESU: : proces nie podlega dalszej dekompozycji na etapie analizy.

3.5.4.2. Organizacja synchronizacji (proces 4.2)

◇ OPIS PRZEZNACZENIA: proces ma na celu wspomaganie w realizacji kontroli poprzez:

- sprawdzenia czy podwładni właściwie zrozumieli swoje zadania;
- upewnienia dowódcy, czy synchronizacja działań poszczególnych elementów ugrupowania bojowego w zasadniczych etapach działań nie budzi zastrzeżeń.

◇ PRZEPIŁYWY DANYCH

← Dane wejściowe:

- graficznie - tabelaryczny plan;
- odprawa decyzyjna ;
- decyzja i zamiar dowódcy).

→ Dane wyjściowe:

Jak w procesie 4.

- ◇ ELEMENTY SKŁADOWE PROCESU: : proces nie podlega dalszej dekompozycji na etapie analizy.

3.5.4.3. Monitorowanie sytuacji (proces 4.3)

- ◇ OPIS PRZEZNACZENIA: proces ma na celu realizować całokształt przedsięwzięć zapewniających możliwość porównania stanu zaplanowanego (jak miało być) ze stanem rzeczywistym (jak jest).

- ◇ PRZEPIŁYWY DANYCH

- ← Dane wejściowe:

- informacje niezbędne do sprawnego i ciągłego monitorowania sytuacji:
 - meldunki od podwładnych;
 - wizyty dowódcy w podległych mu wojskach;
 - grupy kontrolnych;
 - kontrole po linii funkcjonalnej przez specjalistów rodzajów wojsk.

- Dane wyjściowe:

- Sytuacja monitorowana na mapach sytuacyjnych. W celu ułatwienia porównania stanu zaplanowanego z rzeczywistym, należy jako jednej z folii na mapie sytuacyjnej używać aneksu "Plan działania" do własnego, rozkazu operacyjnego - co pozwala na łatwe ustalanie stopnia realizacji i planu .

- ◇ ELEMENTY SKŁADOWE PROCESU: : proces nie podlega dalszej dekompozycji na etapie analizy.

4. Identyfikacja problemów decyzyjnych

W trakcie realizacji procesu planowania pojawia się szereg problemów decyzyjnych zmuszających dowódcę do podjęcia decyzji. Problemy te mają zwykle charakter mieszany (to znaczy zarówno postulacyjny, optymalizacyjny jak i realizacyjny) co w znacznym stopniu rzutuje na sposób ich rozwiązywania. Zasadniczo typową dla struktury wojskowej formą decydowania jest jednoosobowość, która jest także jedną z zasad dowodzenia, co nie wyklucza jednak poważnego udziału szeregu osób i komórek dowództwa w całokształcie procesu podejmowania decyzji. Wręcz przeciwnie, udział tych ostatnich jest bardzo szeroki, szczególnie podczas rozwiązywania problemów (części problemów) realizacyjnych. W zależności od stylu pracy przyjętego przez dowódcę, może on podejmować osobiście wszystkie decyzje cząstkowe lub ograniczyć się do rozwiązania głównego problemu decyzyjnego, zwykle o charakterze postulacyjno-optymalizacyjnym, - czyli podjęcia zamiaru. Nie zmienia to jednak istoty rozpatrywanego zagadnienia.

Dowódca staje przed problemem (sytuacją) decyzyjnym w momencie otrzymania od przełożonego zadania do wykonania lub w przypadku takich zmian w rozwoju sytuacji, które w sposób zasadniczy zmieniają położenie w jakim się on (podległe mu siły) znajdują. Stanowi to nic innego jak stwierdzenie sytuacji decyzyjnej, a w konsekwencji powoduje sprecyzowanie zakresu i czasu podjęcia decyzji. Etapem pracy dowódcy, w którym wymienione wydarzenia mają miejsce jest etap analizy zadania.

Etapem planowania, w którym między innymi te czynności są realizowane jest ocena sytuacji. Na tym etapie rozważa się przede wszystkim problemy typu postulacyjnego i optymalizującego. Głównymi problemami, które dowódca (dowództwo) musi rozwiązać są:

- jednoznaczne określenie celu przyszłego działania;
- wytworzenie wariantów działania, to znaczy ustalenie:
 - ♦ jak postępować (*jak nacierać, bronić się, przegrupowywać itp.*);
 - ♦ jak (gdzie) skupić główny wysiłek swoich działań (*na jakim kierunku, w jakim rejonie, na jakim działaniu, na działaniu jakiego elementu ugrupowania operacyjnego /bojowego/*);
 - ♦ jak ugrupować posiadane siły (*w jeden rzut, dwa rzuty ...*).

Kolejny etap - sprecyzowanie zamiaru, jest dla dowódcy zdecydowanie najważniejszy. Jak wspomniano polega on na dokonaniu wyboru pomiędzy dostępnymi wariantami działania

- co oznacza, że jest on faktycznie podjęciem decyzji - czyli stwierdzeniem z pewnym stopniem ogólności *co, jak, kiedy i gdzie* ma zrealizować.

Jednakże, postać zamiaru określa jedynie ogólny zamysł przyszłego działania. Oznacza to dodatkową konieczność rozwiązania szeregu problemów cząstkowych o charakterze realizacyjnym, określających znacznie bardziej szczegółowo *kto i co* ma wykonać aby zrealizować myśl dowódcy wyrażoną w zamiarze. Problemy te rozwiązywane są w etapie opracowywania decyzji przez poszczególne komórki funkcjonalne SD.

W praktyce dowodzenia stosowanej w Siłach Zbrojnych RP propozycje rozwiązania tych cząstkowych problemów przedstawiane są dowódcy do zaakceptowania i dopiero po tym fakcie stają się częścią jego decyzji. Jest oczywiście dyskusyjne, czy ta formalna akceptacja jest konieczna, jeżeli wspomniane problemy rozwiązywane są przez specjalistów zgodnie z myślą przewodnią dowódcy zawartą w jego zamiarze. Trudno też wierzyć, że dowódca będzie przewyższał wiedzą każdego specjalistę, szczególnie w jego, dość wąskim, obszarze odpowiedzialności. Tak też jest zjawisko to rozpatrywane w armiach NATO - dowódca podaje ogólny zarys rozwiązania problemu, (podejmuje decyzję), specjaliści zajmują się szczegółami i formalna akceptacja dowódcy nie jest niezbędna, zaś dowódca przyjmuje odpowiedzialność za całokształt działalności poprzez złożenie podpisu na rozkazie operacyjnym.

4.1.Cząstkowe problemy decyzyjne procesu dowodzenia

Cząstkowe problemy decyzyjne w procesie dowodzenia wymagają :

- precyzyjnych zadań dla ogólnowojskowych elementów ugrupowania operacyjnego (bojowego):
 - ◆ ich rozmieszczenia, stanu, stopnia ukompletowania i gotowości bojowej,
 - ◆ realnych możliwości bojowych;
 - ◆ ugrupowania bojowego;
 - ◆ zadań bojowych;
- sposobu wykorzystania wsparcia artylerii:
 - ◆ zadań realizowanych przez siły wsparcia artylerii przełożonego i sąsiadów;
 - ◆ obiektów uderzeń wojsk rakietowych i artylerii ze wskazaniem określonych środków ogniowych;
 - ◆ pasów bezpieczeństwa;

- ◆ stanu, możliwości ogniowych i podziału wojsk raketowych i artylerii;
- ◆ przydziału i podziału środków materiałowych wojsk raketowych i artylerii;
- ◆ norm zużycia środków materiałowych i organizacji ich dowozu;
- ◆ zadań wojsk raketowych i artylerii w poszczególnych fazach operacji (walki);
- sposobu wykorzystania wojsk obrony powietrznej:
 - ◆ możliwości oddziaływania środków napadu powietrznego przeciwnika;
 - ◆ organizacji rozpoznania środków napadu powietrznego;
 - ◆ składu, gotowości i możliwości bojowych wojsk obrony powietrznej;
 - ◆ zadań w zakresie wojsk obrony powietrznej realizowanych przez przełożonego i sąsiadów;
 - ◆ własnych zadań w zakresie wojsk obrony powietrznej;
 - ◆ sposobów zwalczania desantów;
 - ◆ organizacji powiadamiania i działania wojsk podczas odpierania uderzeń środków napadu powietrznego;
 - ◆ zabezpieczenia materiałowego sił wojsk obrony powietrznej;
 - ◆ terminu gotowości systemu wojsk obrony powietrznej;
- sposobu wykorzystania wojsk inżynieryjnych:
 - ◆ zadań zabezpieczenia inżynieryjnego;
 - ◆ terminów ich wykonania;
 - ◆ zadań realizowanych przez przełożonego w tym zakresie;
 - ◆ stanu etatowych sił i środków inżynieryjnych;
 - ◆ możliwości wykonania zadań posiadanymi siłami i środkami;
 - ◆ wykorzystania przydzielonych sił i środków inżynieryjnych;
 - ◆ podział sił i środków inżynieryjnych;
- sposobu wykorzystania wojsk obrony przeciwchemicznej:
 - ◆ możliwości użycia przez przeciwnika masowego rażenia;
 - ◆ wpływu skażeń na działania wojsk;
 - ◆ elementu (elementów) ugrupowania operacyjnego (bojowego) lub rejonu, na osłonie którego należy skupić główny wysiłek;
 - ◆ przedsięwzięć ochronno-obronnych, które muszą być wykonane w wojskach;

- ◆ stanu i możliwości sił obrony przeciwchemicznej;
- ◆ sposobu użycia sił obrony przeciwchemicznej;
- ◆ zadań realizowanych przez przełożonego;
- ◆ sposobów prowadzenia rozpoznania skażeń;
- ◆ zadań grup awaryjno-ratowniczych;
- ◆ składu i rozmieszczenia sił do likwidacji skutków skażeń;
- sposobu wykorzystania sił i środków rozpoznania i walki elektronicznej:
 - ◆ celu rozpoznania;
 - ◆ zadań rozpoznania i kolejności ich wykonania;
 - ◆ rodzajów informacji , sposobów i czasu ich pozyskania;
 - ◆ terminu gotowości systemu rozpoznania;
 - ◆ celu WRE;
 - ◆ zadań WRE i kolejności ich wykonania;
 - ◆ terminu gotowości systemu walki elektronicznej;
- sposobu wykorzystania przydzielonego(jedynie w wyjątkowych wypadkach, w warunkach normalnych na szczeblu związku taktycznego nie stosuje się) wysiłku lotnictwa:
 - ◆ stanu i miejsc bazowania lotnictwa wydzielonego do działania na korzyść;
 - ◆ możliwości bojowych lotnictwa w zakresie zwalczania typowych obiektów na polu walki;
 - ◆ podziału przydzielonego wysiłku;
 - ◆ udziału lotnictwa w rażeniu ogniowym przeciwnika;
- sposobu i zakresu ewentualnego współdziałania z jednostkami Marynarki Wojennej:
 - ◆ sił MW działających w określonym obszarze morskim;
 - ◆ potrzeb i możliwości współdziałania;
- sposobu realizacji zabezpieczenia logistycznego:
 - ◆ dróg dowozu i ewakuacji;
 - ◆ sposobu rozmieszczenia i przesunięć urządzeń tyłowych;
 - ◆ ilości zapasów materiałowych;
 - ◆ czasu i sposobu zaopatrywania w środki materiałowe;
 - ◆ sił i środków oraz sposobu ochrony i obrony tyłów;

- ♦ wykorzystania jednostek obrony terytorialnej na korzyść logistyki;
- ♦ wykorzystania infrastruktury lokalnej na potrzeby logistyki;
- sposobu wykorzystania sił Obrony Terytorialnej (OT):
 - ♦ stanu, możliwości bojowych i rozmieszczenia wojsk OT;
 - ♦ zadań, które mogą realizować;
- sposobu wykorzystania i zakresu współdziałania z siłami i środkami układu pozamilitarnego (ludność cywila i administracja):
 - ♦ stanu zasobów miejscowych oraz urządzeń infrastruktury;
 - ♦ możliwego zakresu ich wykorzystania;
- sposobu organizacji dowodzenia i łączności:
 - ♦ miejsc rozmieszczenia i dróg przemieszczenia głównych i zapasowych stanowisk dowodzenia;
 - ♦ czasu pracy poszczególnych SD w określonych położeniach;
 - ♦ czasu i sposobu wykorzystania doraźnie organizowanych stanowisk (punktów) dowodzenia;
 - ♦ wyznaczenia zastępców;
 - ♦ stanu i możliwości sił i środków łączności;
 - ♦ zadań łączności;
 - ♦ rozwinięcia i przesunięcia węzłów łączności;
 - ♦ ochrony systemu łączności przed oddziaływaniem przeciwnika;
- sposobu i zakresu organizacji współdziałania:
 - ♦ celu współdziałania;
 - ♦ etapów współdziałania;
 - ♦ realizacji zadań przez poszczególne elementy ugrupowania bojowego w poszczególnych etapach.

5. Ocena podatności procesów decyzyjnych na wspomaganie ekspertowe

Projektowany system wspomagania, powinien zatem zawsze udostępniać dowódcy cały stworzony dla niego zestaw usług bez względu na to, gdzie aktualnie (fizycznie) znajduje się w systemie dowodzenia. Powinien również zapewnić mu realizację w maksymalnym stopniu jego potrzeb informacyjnych na każdym etapie procesu decyzyjnego.

Na podstawie analizy formalnej systemu decyzyjnego na szczeblu związku taktycznego (patrz Rozdział 3), możliwościach informacyjnych systemów ekspertowych oraz systemów wspomagania, opartych o bazy danych, można stwierdzić, że podstawowe wymagania dotyczące zadań komputerowego (w tym ekspertowego) wspomagania procesu dowodzenia powinny być ukierunkowane na realizację czynności podczas:

- ustalenia położenia;
- oceny sytuacji, a w tym:
 - analizy zadania;
 - ocenę czynników wpływających na wykonanie zadania
 - rozważanie wariantów działania, a w tym symulacji
 - porównywanie wariantów działania
- sporządzenia planu operacji
- opracowanie rozkazu operacyjnego.

W komórkach realizujących i wspierających proces dowodzenia zakres czynności objętych komputerowym wspomaganie planowania i wypracowania decyzji powinien być następujący tak jak przedstawiono poniżej.

1. w ramach ustalenia położenia (proces 1):

- gromadzenie, uaktualnianie w bazach danych informacji sytuacyjnych (wpływających i zdobywanych), dyrektywnych.
- ich agregacja, eksploracja oraz prezentacja ma na celu wspomaganie stworzenia obrazu położenia w postaci graficzno-tabelarycznej.

2. w ramach analizy zadania (proces 2.1.1):

- przedstawienie zadania w formie graficznej na tle aktualnego położenia wojsk,
- sporządzenie listy zadań_które_nie są bezpośrednio wymienione w rozkazie, ale ich wykonanie jest niezbędne dla osiągnięcia celu działań - baza wiedzy systemu ekspertowego;
- lista zadań, które, mają kluczowe znaczenie - system ekspertowy;
- specyfikacja przedsięwzięć do natychmiastowej realizacji,
- opracowanie propozycji kalkulacji czasu, opracowanie propozycji planu pracy dowództwa (sztabu);
- baza danych o wojskach, jako źródło danych dotyczących parametrów czasowych poszczególnych zadań (działań taktycznych)

3. ocena czynników wpływających na wykonanie zadania (proces 2.1.3.1):

- potencjalne sposoby działania przeciwnika w aktualnym składzie, oraz przy istniejących uwarunkowaniach terenowych i pogodowych –baza wiedzy systemu ekspertowego;
- możliwości wykonania uderzeń przez przeciwnika (prawdopodobne kierunki, dopuszczalne terminy- baza wiedzy systemu ekspertowego
- wskazanie newralgicznych punktów w systemie obrony przeciwnika- baza wiedzy systemu ekspertowego;
- prognoza ogniowego oddziaływania przeciwnika i jego przewidywanych skutków – modele symulacyjne, jako komponenty bazy wiedzy;
- prawdopodobna dyslokacja podstawowych elementów systemu dowodzenia przeciwnika,
- opracowanie zestawienia priorytetowych celów w ugrupowaniu przeciwnika, propozycje
- organizacji marszu wojsk własnych (ilość dróg, ilość i skład kolumn, tempo marszu),

4. ustalenie wariantów (proces 2.1.3.2)

- Opracowanie możliwych koncepcji działania - grafika operacyjna, bazy tematyczne o wojskach;
- propozycje (warianty) składu i ugrupowania sił własnych, propozycje ugrupowań do obrony z uwzględnieniem warunków terenowych i panujących warunków atmosferycznych – baza wiedzy systemu ekspertowego;

5. Rozważania wariantów działania (proces 2.1.5):

- zastosowanie symulacyjnego modelu działań bojowych do badania (określenia) skutków realizacji rozpatrywanych sposobów działania, jako komponentu bazy modeli systemu ekspertowego;
- zastosowanie systemu ekspertowego do określania wielkości i ugrupowania sił własnych w celu realizacji postawionego zadania

5. podjęcie decyzji (proces 2.3):

- porównanie wyników symulacji (jako skutków realizacji sposobów działania) takich jak przesunięcie linii styczności wojsk, straty wojsk własnych i przeciwnika, dynamika prowadzonych działań zgodnie z przyjętymi kryteriami – system ekspertowy;
- konfrontacja możliwych wariantów działania wojsk własnych i przeciwnika, zobrazowanie (w formie graficznej lub tabelarycznej) wyników ww. symulacji,

6. sporządzanie planu operacji (proces 2.4):

- zobrazowanie propozycji użycia sił i środków, wsparcia ogniowego (rodzajów wojsk) i realizacji zabezpieczenia logistycznego;

7. Opracowanie rozkazu operacyjnego (proces 2.5):

- opracowanie (generowanie) sformalizowanych dokumentów bojowych w formie graficznej i tekstowej.

Z powyższej analizy wynika, że podstawowym problemem decyzyjnym jest decyzja dowódcy ZT, dotycząca użycia sił i środków bojowych, jakimi dysponuje lub chce użyć w nadchodzącej walce. Inne czynności procesu planowania i podejmowania decyzji są z praktycznego punktu widzenia czynnościami towarzyszącymi. Ściśle zależą od sformułowanego zadania dotyczącego działań bojowych lecz nie powinny mieć na istotnego wpływu. W przypadku, gdy mamy do czynienia z niemożliwością realizacji postawionego zadania (wynikałoby to z braku informacji o stanie wojsk i środków) możemy traktować to jako konieczność kolejnego postawienia zadań przez dowódcę.

Wynika stąd, że we wstępnej fazie rozważań nad problemami wspomagania i podejmowania decyzji o działaniach bojowych należy zająć się modelowaniem samego planu walki wojsk. Mając ustabilizowany pogląd na to czy proponowany model planowania walki i realizacji samej walki jest poprawny, możemy w kolejnym kroku modelowania zająć się przedstawieniem modelu rozpoznania, wsparcia i logistycznego zabezpieczenia działań bojowych wojsk lądowych. Jest to metoda, jaką preferuje się we wszystkich znanych w literaturze i opisanych przypadkach konstrukcji modelu procesu podejmowania decyzji związanej z działaniami militarnymi.

Opierając się o przedstawioną w rozdziale poprzednim analizę procesu planowania i podejmowania decyzji zakłada się, że pewnym przybliżeniem wspomagania w systemie eksperckim może być poniższe, zestawienie zadań decyzyjnych. W przedstawionym zestawieniu zwraca się uwagę szczególnie na te elementy, które wydają się mało precyzyjne i ich ustalenie polega na pewnym doświadczeniu i intuicji dowódców oraz ich sztabów. Częstkowe zadania decyzyjne, które mogą być rozwiązane metodą dokładnych kalkulacji np. poprzez rozwiązanie zadań optymalizacji stanowią również przedmiot dyskusji w podejściu eksperckim ze względu na rozważanie ich reprezentacji w bazie modeli, będącej częścią składową bazy wiedzy. Do zadań decyzyjnych podlegających wspomaganiu w podejściu eksperckim można zaliczyć:

1. Postawienie precyzyjnych zadań dla ogólnowojskowych elementów ugrupowania bojowego ZT dotyczących:

- ich rozmieszczenia, stanu, stopnia ukompletowania i gotowości bojowej;
- realnych możliwości bojowych;
- ugrupowania bojowego;
- zadań bojowych.

Mając następujące informacje:

- otrzymane zadanie (to, gdzie, kiedy, w jakim celu wykonać);
- o posiadanych wojskach własnych (stopień ukompletowania, morale, rozmieszczenie, gotowość bojowa);
- o potencjalnym przeciwniku (ukompletowanie, położenie, gotowość bojowa);
- o prawdopodobnym charakterze działań;
- ograniczenia terenowe, meteorologiczne, taktyczne i logistyczne

należy wyznaczyć sposób postępowania dla różnych form działań:

– **działania zaczepne:**

- jak nacierać - całością sił / częścią sił;
- jaką częścią sił;
- w całym pasie działania / na wybranym odcinku pass działania;
- na którym odcinku;
- na wybranym kierunku;
- na jakim kierunku;
- na jaką głębokość;
- jaki element przeciwnika rozbić;
- który element przeciwnika rozbić;
- czy wprowadzić do walki drugi rzut;
- kiedy wprowadzić do walki drugi rzut;
- na jakim kierunku i z jakiej rubieży wprowadzić drugi rzut;
- jak odpierać kontrataki przeciwnika:
 - * z miejsca;
 - * z marszu;
- czy nacierać od czoła;
- czy nacierać na skrzydło:
 - * na które skrzydło;
 - * czy na obydwa skrzydła;

– **działania obronne:**

- jak się bronić:
 - * obroną stałą
 - * obroną manewrową;
 - * na której rubieży wybrać przedni skraj obrony;
 - * ile wybrać kolejnych rubieży obrony;
 - * gdzie wybrać kolejne rubieże obrony;
 - * gdzie wybrać rubieże ryglowe;
 - * czy wykonywać zwroty zaczepne;
 - * w jakim kierunku wykonywać zwroty zaczepne;
 - * z jakich rubieży;

- * jakimi siłami wykonywać zwroty zaczepne;
- **jak się przegrupowywać /przemieszczać:**
 - po których drogach;
 - po ilu drogach;
 - jedną kolumną;
 - wieloma kolumnami;
 - iloma kolumnami;
 - którymi kolumnami na których drogach;
 - jakim rodzajem transportu;
 - na własnych środkach;
 - transportem kolejowym;
 - transportem powietrznym;
 - transportem morskim;
 - transportem kombinowanym;
- **główny wysiłek:**
 - jak (gdzie, na kim, na jakim działaniu) skupić główny wysiłek:
 - * na jakim kierunku;
 - * w jakim rejonie;
 - * na którym elemencie ugrupowania;
 - * pierwszym rzucie;
 - * drugim rzucie (odwodzie);
 - * lewym / prawym skrzydle / centrum;
 - * na jakim działaniu;
- **ugrupowanie:**
 - jak ugrupować swoje siły:
 - * jeden rzut z odwodem;
 - * w dwa rzuty;
 - * w dwa rzuty z odwodem;
 - * w trzy rzuty;
 - * jak ugrupować siły w kolumnie /kolumnach marszowych.

2. Sposób wykorzystania sił i środków rozpoznania i walki radioelektronicznej oraz oddziaływania psychologicznego dotyczący:

- celu rozpoznania;
- zadań rozpoznania i kolejności ich wykonania;
- rodzajów informacji , sposobów i czasu ich pozyskania;
- terminu gotowości systemu rozpoznania;
- celu wsparcia ;
- zadań walki radioelektronicznej i kolejności ich wykonania;
- terminu gotowości systemu WRE.

Mając następujące informacje:

- zadanie;
- informacje o przeciwniku otrzymane od przełożonego;
- ilość sił i środków rozpoznania i WRE etatowych, przydzielonych i działających na korzyść;
- aktualne położenie systemu rozpoznania;
- morale wojsk własnych i przypuszczalne przeciwnika (z punktu widzenia działań psychologicznych);
- ograniczenia meteorologiczne, terenowe, taktyczne (zastrzeżone pasy), techniczne (pasma częstotliwości), zasobowe;
- stosunek miejscowej ludności

należy wyznaczyć:

- jakie obiekty rozpoznać;
- ile obiektów rozpoznać;
- jakimi siłami;
- jak ugrupować siły rozpoznania i WRE w poszczególnych etapach działania;
- jak współdziałać z ogólnowojskowymi elementami rozpoznawczymi i elementami rozpoznawczymi rodzajów wojsk;
- na jakie obiekty oddziaływać WRE;
- jakimi środkami;
- jak wykorzystać rozpoznanie lotnicze;

- na jakich działaniach skupić główny wysiłek:
 - utrzymanie (podniesienie) morale wojsk własnych;
 - obniżenie morale przeciwnika.

3. Sposobu wykorzystania wsparcia artylerii:

- zadań realizowanych przez **siły wsparcia artylerii** przełożonego i sąsiadów;
- obiektów uderzeń **wsparcia artylerii** ze wskazaniem określonych środków ogniowych;
- pasów bezpieczeństwa;
- stanu, możliwości ogniowych i podziału **wsparcia artylerii**;
- przydziału i podziału środków materiałowych **wsparcia artylerii**;
- norm zużycia środków materiałowych i organizacji ich dowozu;
- zadań **wsparcia artylerii** w poszczególnych fazach operacji i (walki).

Mając informacje:

- zadanie;
- wytyczne od przełożonego pod względem funkcjonalnym;
- zamiar dowódcy;
- ilość posiadanych środków ogniowych;
- ilość przydzielonej amunicji;
- ograniczenia taktyczne, techniczne, meteorologiczne

należy wyznaczyć:

- ile obiektów porazić;
- które obiekty porazić;
- jakimi środkami;
- jakim stopniem porażenia;
- ile ogni wykonać;
- jakie ognie wykonać;
- ile wybrać stanowisk ogniowych / rubieży ogniowych;
- gdzie je wybrać (w stosunku do ugrupowania wojsk własnych);
- w których etapach działań;

obrona:

- podczas podejścia i rozwinięcia przeciwnika;

- podczas walki o przedni skraj obrony /o utrzymanie głównego pasa obrony;
- podczas działań w głębi własnego ugrupowania;
- podczas zabezpieczania zwrotów zaczepnych;

natarcie:

- podczas podejścia i rozwinięcia wojsk;
- podczas przekazywania przedniego skraju obrony przeciwnika;
- podczas działań w głębi jego ugrupowania;
- podczas odpierania zwrotów zaczepnych;
- jakie elementy ugrupowania operacyjnego /bojowego wzmocnić poprzez przydział artylerii;
- jakimi siłami je wzmocnić;
- kiedy (w jakich etapach działania).

4. Sposób wykorzystania przydzielonego wysiłku lotnictwa, dotyczący:

- stanu i miejsc bazowania lotnictwa wydzielonego do działania na korzyść;
- możliwości bojowych lotnictwa w zakresie zwalczania typowych obiektów na polu walki;
- podziału przydzielonego wysiłku;
- udziału lotnictwa w rażeniu ogniowym przeciwnika.

Mając informacje:

- zadanie;
- zamiar;
- ilość przydzielonych samolotów;
- możliwy czas ich wykorzystania;
- czas reakcji na wezwanie z pola walki;
- rodzaj dysponowanych statków powietrznych;
- stopień obezwładnienia obrony przeciwlotniczej przeciwnika;
- kto panuje w powietrzu;
- ilość i rodzaj opłacalnych celów;
- odległość celów od rejonów bazowania;
- możliwości posiadanych statków powietrznych;

- zapasy środków materiałowych w tym specjalistycznych środków rażenia;
- warunki atmosferyczne

należy wyznaczyć:

- na jakie obiekty przeciwnika wykonać uderzenia;
- kiedy - w jakim etapie działań;
- jakim wysiłkiem;
- jakie środki rażenia użyć;
- jak zorganizować współdziałanie z własnymi środkami przeciwlotniczymi i lotnictwem wojsk lądowych.

5. Sposób wykorzystania wojsk inżynieryjnych dotyczący:

- zadań zabezpieczenia inżynieryjnego;
- terminów ich wykonania;
- zadań realizowanych przez przełożonego w tym zakresie;
- stanu etatowych sił i środków inżynieryjnych;
- możliwości wykonania zadań posiadanymi siłami i środkami;
- wykorzystania przydzielonych sił i środków inżynieryjnych;
- podziału sił i środków inżynieryjnych.

Mając informacje:

- zadanie;
- wytyczne otrzymane w pionie funkcjonalnym;
- zamiar dowódcy;
- stan sił i środków inżynieryjnych:
 - specjalistycznych;
 - w strukturach ogólnowojskowych;
- ocena przeciwnika pod względem inżynieryjnym;
- ilość etatowych i przydzielonych elementów rozpoznania inżynieryjnego;
- możliwości rozpoznawcze tych elementów;
- możliwości (wydajność) maszyn inżynieryjnych;
- warunki terenowe;

- warunki atmosferyczne;
- dane taktyczno-techniczne inżynierskich środków rażenia;
- możliwości środków rozminowania;
- ilość środków przeprawowych

należy wyznaczyć:

- jakie zadania rozpoznania inżynierskiego wykonają inżynierskie elementy rozpoznawcze a jakie ogólnowojskowe elementy rozpoznawcze;
- jakie rejony trzeba szczególnie rozpoznać pod względem inżynierskim;
- jakie ukrycia wykonać;
- ile ukryć wykonać;
- gdzie/ dla kogo wykonać te ukrycia;
- jakimi siłami:
 - specjalistycznymi;
 - ogólnowojskowymi;
- gdzie postawić zapory minowe;
- ile km zapór postawić;
- jakich zapór:
 - przeciwpancernych;
 - przeciwpiechotnych;
 - mieszanych;
- jakimi siłami je postawić;
- jakim sposobem:
 - ręcznym; mechanicznym; narzutowym;
 - kombinowanym;
- gdzie wykonać niszczenia;
- jakie obiekty niszczyć;
- które drogi utrzymywać;
- na jakich odcinkach;
- jakimi siłami;
- gdzie wykonać przejścia w zaporach:
 - własnych;
 - przeciwnika;

- ile przejść;
- jakimi siłami (kim);
- jakim sposobem;
- gdzie zorganizować przeprawy;
- ile przepraw zorganizować;
- jakich przepraw:
 - mostowych;
 - desantowych;
 - promowych;
 - po dnie;
- jakie obiekty pozorne zbudować;
- ile obiektów;
- gdzie;
- jakimi środkami:
 - specjalistycznymi;
 - ogólnowojskowymi;
- którymi ;
- jakie siły wydzielić do likwidacji skutków uderzeń przeciwnika;
- jakie elementy ugrupowania wzmocnić siłami inżynieryjnymi;
- jakimi siłami;
- na jakie etapy podzielić działania.

6. Sposób wykorzystania wojsk obrony powietrznej, dotyczący:

- możliwości oddziaływania środków napadu powietrznego przeciwnika;
- organizacji rozpoznania środków napadu powietrznego;
- składu, gotowości i możliwości bojowych wojsk obrony powietrznej;
- zadań w zakresie wojsk obrony powietrznej realizowanych przez przełożonego i sąsiadów;
- własnych zadań w zakresie wojsk obrony powietrznej;
- sposobów zwalczania desantów;
- organizacji powiadamiania i działania wojsk podczas odpierania uderzeń środków napadu powietrznego;

- zabezpieczenia materiałowego sił wojsk obrony powietrznej;
- terminu gotowości systemu wojsk obrony powietrznej.

Mając informacje:

- zadanie;
- wytyczne przekazane w pionie funkcjonalnym;
- zamiar dowódcy;
- stan sił i środków wojsk obrony powietrznej;
- informacje o przeciwniku powietrznym;
- ile samoloto- i śmigłowcowylotów;
- jakie typy;
- na jakie obiekty;
- z jakich kierunków;
- sytuacja w powietrzu;
- kto panuje w powietrzu.
- ilość posiadanych środków OPL;
- zasięg i pułap rażenia posiadanych środków;
- ilość amunicji:
 - ogólnie;
 - podział na poszczególne etapy działania;
- ilość stacji radiolokacyjnych;
- parametry stacji radiolokacyjnych;
- charakterystyka terenu;
- zakaz prowadzenia ognia określony przez przełożonego:
 - do celów na określonej wysokości;
 - w określonym czasie;
 - w określonych korytarzach powietrznych

należy wyznaczyć:

- jak zorganizować dowodzenie / kierowanie ogniem;
 - scentralizowane;
 - zdecentralizowane;
 - na jakim szczeblu;
 - w jakich etapach działań;

- gdzie skupić główny wysiłek wojsk obrony powietrznej:
 - w jakim etapie walki;
 - na jakim elemencie ugrupowania:
 - * I rzut;
 - * II rzut;
 - * SD;
 - * logistyka;
- na zwalczaniu jakich środków napadu powietrznego przeciwnika:
 - samoloty;
 - śmigłowce;
- jak zorganizować rozpoznanie przestrzeni powietrznej;
- z kim współdziałać:
 - lotnictwo myśliwskie;
 - siły Obrony Powietrznej.

7. Sposób wykorzystania wojsk obrony przeciwchemicznej, dotyczący:

- możliwości użycia przez przeciwnika BMR;
- wpływu skażeń na działania wojsk;
- elementu (elementów) ugrupowania operacyjnego (bojowego) lub rejonu, na osłonie którego należy skupić główny wysiłek;
- przedsięwzięć ochronno-obronnych, które muszą być wykonane w wojskach;
- stanu i możliwości sił obrony przeciwchemicznej;
- sposobu użycia sił obrony przeciwchemicznej;
- zadań realizowanych przez przełożonego;
- sposobów prowadzenia rozpoznania skażeń;
- zadań grup awaryjno-ratowniczych;
- składu i rozmieszczenia sił do likwidacji skutków skażeń.

Mając informacje:

- zadanie;
- informacje otrzymane w pionie funkcjonalnym;

- zamiar dowódcy;
- siły i środki wojsk obrony przeciwchemicznej;
- stan;
- wyposażenie;
- wyszkolenie;
- ukompletowanie;
- warunki atmosferyczne;
- informacje o przeciwniku pod względem zagrożenia użycia broni masowego rażenia;
- możliwości sprzętu (wydajność urządzeń odkażających i innych);
- warunki atmosferyczne;
- temperaturę powietrza;
- siłę i kierunek wiatru ;
- ciśnienie powietrza;
- charakterystykę terenu

należy wyznaczyć:

- jak zorganizować rozpoznanie skażeń:
 - siłami autonomicznymi;
 - siłami specjalistycznymi;
- czy wykorzystać do tego celu śmigłowce:
 - specjalistyczne;
 - przystosowane;
- czy prowadzić zabiegi specjalne /sanitarne;
- jak metodą je prowadzić;
- autonomiczną (w oparciu o środki sił ogólnowojskowych);
- kompleksową (w oparciu o specjalistyczne siły opchem. i inne dostępne środki);

8. Sposób organizacji dowodzenia i łączności, dotyczący:

- podziału personelu na poszczególne SD;

- miejsc rozmieszczenia i dróg przemieszczenia głównych i zapasowych stanowisk dowodzenia;
- czasu pracy poszczególnych SD w określonych położeniach;
- czasu i sposobu wykorzystania doraźnie organizowanych stanowisk (punktów) dowodzenia;
- wyznaczenia zastępców,
- stanu i możliwości sił i środków łączności;
- zadań łączności;
- rozwinięcia i przesunięcia wozów łączności;
- ochrony systemu łączności przed oddziaływaniem przeciwnika.

Mając informacje:

- zadanie własnego szczebla dowodzenia (rozkaz);
- zarządzenie przekazane w pionie funkcjonalnym- dane z wytycznych
- łączności wyższego szczebla;
- zamiar dowódcy;
- osoby funkcyjne (ilość, rozmieszczenie na SD, informacyjne relacje pomiędzy mmi);
- stan sił i środków łączności;
- rozmieszczenie stanowisk dowodzenia w terenie i planowane przemieszczanie ich w kolejnych etapach działań;
- ogólne (instrukcyjne) zasady organizacji łączności;
- dane taktyczno -techniczne środków łączności;
- ograniczenia narzucone przez przełożonego np. zakresy częstotliwości, zakazy pracy w określonym czasie, nakazy pracy;
- warunki meteorologiczne;
- warunki terenowe;
- parametry istniejącej sieci telekomunikacyjnej

należy wyznaczyć:

- komu i z kim zapewnić łączność;
- ile relacji;
- jakie relacje;
- jakimi środkami;
- jakimi siłami;

- czy i gdzie musi być łączność utajniona;
- gdzie może / musi być łączność:
 - radiowa ,
 - radioliniowa ,
 - przewodowa;
 - inna;
- jakie siły i środki wydzielić na:
 - SD;
 - inne punkty dowodzenia;
- jak wykorzystać istniejącą infrastrukturę telekomunikacyjną;
- które jej elementy wykorzystać;
- jak ochronić system łączności przed rozpoznaniem i oddziaływaniem radioelektronicznym przeciwnika;
- w jaki sposób przemieszczać system łączności podczas kolejnych etapów działań;
- komu dostarczyć dane łączności;
- kiedy muszą być dostarczone;
- kiedy je zmienić;

9. Sposób realizacji zabezpieczenia logistycznego, dotyczący:

- dróg dowozu i ewakuacji;
- sposobu rozmieszczenia i przesunięć urządzeń tyłowych;
- ilości zapasów materiałowych;
- czasu i sposobu zaopatrywania w środki materiałowe;
- sił i środków oraz sposobu ochrony i obrony tyłów;
- wykorzystania jednostek obrony terytorialnej na korzyść logistyki;
- wykorzystania infrastruktury lokalnej na potrzeby logistyki.

Mając informacje:

- zadanie;
- wytyczne położonego w pionie funkcjonalnym;

- zamiar dowódcy;
- stan etatowych i przydzielonych sił i środków logistyki;
- stan posiadanych zapasów materiałowych;
- stan i możliwe wykorzystanie infrastruktury miejscowej;
- tabelaryczne (zakładane) wartości zużycia środków i strat sanitarnych;
- ilość przydzielonych na działania:
 - jednostek ognia;
 - jednostek napełnienia;
 - racji żywnościowych;
 - innych środków materiałowych;
- charakterystykę sieci komunikacyjnej w obszarze działań;
- ilość i zdolności przewozowe posiadany środków transportu i ewakuacji;
- wydajność środków remontowych;
- ilość i pojemność szpitali polowych;
- charakterystykę miejscowej infrastruktury logistycznej.

należy wyznaczyć:

zaopatrzenie:

- jakie środki materiałowe trzeba dostarczyć;
- ile których środków;
- komu je dostarczyć;
- kiedy muszą być dostarczone;
- jakimi środkami transportu;
- czyimi środkami:
 - własnymi;
 - podwładnego;
 - przełożonego;
 - sposobem kombinowanym;
- jakimi drogami;
- skąd można je pobrać;
- gdzie rozmieścić własne składy zaopatrzenia;
- które drogi wykorzystać jako główne i zapasowe drogi dowozu i ewakuacji;

- jak ochronić instalacje logistyczne i transport;

zabezpieczenie techniczne:

- co ewakuować;
- skąd;
- jakimi środkami;
- jakimi drogami;
- dokąd;
- do kiedy;
- co zrobić ze środkami których nie można wyewakuować;
- gdzie rozmieścić swoje instalacje i remontowe;
- z których stacjonarnych instalacji skorzystać;
- co wyremontować;
- do kiedy;
- jakimi siłami;
- co zrobić ze środkami których nie można wyremontować;

pomoc medyczna:

- jakich rannych ewakuować (ze względu na jakie wskazania);
- dokąd;
- jakimi środkami;
- gdzie rozmieścić instalacje pomocy medycznej;
- z których szpitali stacjonarnych skorzystać;
- jak skupić główny wysiłek;
- na jakim elemencie ugrupowania;
- na jakim rodzaju działań logistycznych;
- w jakim etapie operacji (walki).

Wyróżnione powyżej 9 problemów decyzyjnych może być zarówno wspomagane w jednym systemie eksperckim o dość skomplikowanej strukturze, gdzie pojawia się reprezentacja wiedzy z wymienionych dziedzin lub może być rozstrzygane w odrębnych systemach dziedzinowych. Szereg szczegółowych decyzji o charakterze ilościowym powinno

być wyznaczane i wspomagane poprzez rozwiązywanie zadań optymalizacyjnych pod warunkiem precyzyjnego opisu ograniczeń na poszczególne zmienne decyzyjne.

Przedstawione powyżej informacje w dużej mierze mają charakter ograniczeń. Tam, gdzie występuje niepełna bądź niepewna informacja wskazane jest zastosowanie heurystyk, opracowanych w drodze pozyskiwania wiedzy przez inżyniera wiedzy w oparciu o ustalenia z ekspertem dziedzinowym (np. specjalistę rodzaju wojsk). Heurystyki te mogą być zapisywane w postaci reguł decyzyjnych lub innych form reprezentacji wiedzy, na przykład ocena możliwości pokonania terenu (przegrupowania wojsk) może odbywać się w oparciu o algorytmy znajdowania dróg w terenie zdigitalizowanym w postaci mapy cyfrowej np. reprezentowanym za pomocą specyficznej sieci neuronowej, zwanej komórkową, w której wyróżnione punkty terenowe przedstawiane bądź jako osobne neurony, a możliwe przejścia jako połączenia sieci neuronowej. Wzorce dróg pomiędzy wyróżnionymi punktami zapamiętywane są w postaci wyróżnionych wag poszczególnych neuronów. Problem ten może być również rozwiązany z zastosowaniem systemów informacji przestrzennej (GIS).

Należy ocenić, że wszystkie przedstawione problemy decyzyjne dadzą się wspomagać w systemie eksperckim, jednakże, aby ten proces był efektywny to powinno się zbudować system współpracujących ze sobą podsystemów eksperckich, na poszczególnych szczeblach dowodzenia oraz dotyczących wyróżnionych zadań decyzyjnych. Powinna charakteryzować je wspólna platforma informacyjna w postaci dostępnych baz danych oraz baz wiedzy z odpowiednimi, określonymi dla szczebla dowodzenia uprawnieniami.

Utworzenie specjalizowanych narzędzi wydobywania wiedzy i jej uogólniania z systemu baz danych o wojskach własnych i przeciwnika pozwoli stopniowo opracować bazy wiedzy, dostosowane do wyróżnionych zadań decyzyjnych.

5.1. Wymagania na ekspertowy system wspomagania decyzji

Ogólne wymagania użytkownika

Istnieje duże zapotrzebowanie na konstrukcję komputerowego "narzędzia" do wspomagania decyzji w planowaniu i prowadzeniu działań bojowych. Takie narzędzie powinno pozwalać na:

- łatwy opis sytuacji konfliktowej poprzez wprowadzanie:
 - ◆ stron konfliktu według pewnego schematu;
 - ◆ ich zadań (również przypuszczalnych);
 - ◆ zestawu posunięć (opisanych w czasie);
- identyfikację działań operacyjnych lub taktycznych w oparciu o wprowadzony opis sytuacji;
- wprowadzanie własnych sugestii eksperta-dowódcy co do możliwych scenariuszy wprowadzonej sytuacji konfliktowej;
- definiowanie własnych kryteriów oceny posunięć walczących stron;
- uzyskiwanie w trybie interaktywnym odpowiedzi na pytania dotyczące stron konfliktu w różnych przekrojach informacyjnych;
- pokazywanie rozwoju sytuacji konfliktowej (monitorowanie) wraz z wariantami jej rozwiązania;
- zapamiętywanie historii działań taktycznych i poszerzanie bazy informacyjnej o przebiegu tego typu konfliktu (uzupełnianie wiedzy o konfliktach), graficzną reprezentację elementów modelu;
- przygotowanie raportów z prowadzonej analizy sytuacji decyzyjnych;
- prowadzenie treningów osób podejmujących decyzję w operacji i walce.

Przedstawiany wyżej zestaw ogólnych wymagań na system wspomagania decyzji może być poszerzony, co nakłada na projektanta systemu konieczność przygotowania rozwiązań elastycznych. Ze względu na konieczność obiektywizacji przedstawionych zjawisk realizacja postawionego zadania może narażać pewne trudności. Należy zwrócić uwagę na następujące zagadnienia:

- niepewność informacji co do stanu stron konfliktu, ich możliwych posunięć i preferencji;
- dostępność informacji;

- różne regulaminy walki i strategie postępowania (inny system wartości) stron konfliktu, indywidualizm dowódców stron walczących;
- konieczność uchwycenia tendencji, zależności o prawidłowości w celu uogólnienia modelowanej sytuacji konfliktowej lub w celu prognozowania rozwoju dalszych działań;
- dynamika operacji lub walki;
- możliwość weryfikacji proponowanych decyzyj na podstawie podpowiedzi.

Wymagania można podzielić na następujące grupy:

- wymagania co do ogólności systemu wspomagania dowodzenia,
 - zakres wspomagania decyzji (planowanie działań bojowych w jak najszerszym zakresie),
 - objętość systemu wspomagania (jakie rodzaje podległych wojsk będą uwzględnione w systemie);
- wymagania co do jakości wspomagania dowodzenia;
 - łatwość komunikacyjna;
 - rozbudowany interfejs;
 - możliwości tłumaczenia decyzji;
 - możliwość określania alternatywnych rozwiązań,
 - śledzenie obiektów;
 - prezentacja jedynie potrzebnych informacji;
 - planowanie działań w trakcie posiadania bardzo ograniczonych źródeł informacji.

Wymagania co do ogólności systemu wspomagania dowodzenia.

Stworzenie systemu, który będzie wspomagał wszystkie podległe jednostki dowódcy ZT w każdym rodzaju przedsięwzięć, jaki one podejmują jest bardzo trudne. Po pierwsze taki system byłby zbyt skomplikowany, co wiązałoby się z czasem jego konstrukcji. Niektóre działania jednostek są rutynowe i odbywają się według utartych reguł, stąd ich wspomaganie nie jest celowe. System wspomagania dowodzenia powinien zajmować się:

- problemami przegrupowań jednostek w czasie działań,
- uzupełniania zapasów, rozmieszczania jednostek w terenie (tworzenia ugrupowania bojowego),

- planowania ruchu jednostek, przewidywania strat,
- planowania innych ważnych przedsięwzięć.

Zakres wspomagania decyzji powinien więc dotyczyć planowania działań bojowych w jak najszerszym zakresie. Ważne jest nie tylko to, co dana jednostka robi w danej chwili, ale także to, co zrobi w przypadku, gdy sytuacja rozwinie się nie po myśli dowódcy. Z tym problemem musi radzić sobie system ekspertowy, który ma być uznany za przydatny. Dąży się do tego, aby taki system obliczał straty, jakich dowódcy powinni się spodziewać w trakcie działań wojennych. Wyznaczanie ewentualnych strat nie musi być jednak dokładne, zależy ono bowiem od wielu czynników oraz od uproszczeń modelowych przyjętych w celu oszacowania strat.

Wspomaganie w takim systemie obejmie nie tylko komunikację z dowódcą ugrupowania bojowego, ale także dotyczyć będzie wyznaczania zadań podległych jednostek, planowania ugrupowania bojowego, planowania działań całego ugrupowania, wyznaczania możliwych strat w czasie walki, wspomagania rozpoznania przeciwnika.

Objętość systemu wspomagania (jakie rodzaje podległych wojsk będą uwzględnione w systemie) ma więc kluczowy wpływ na stopień komplikacji danego systemu, natomiast samo wspomaganie różnych rodzajów wojsk, może być realizowane przez połączenie osobnych systemów ekspertowych wspomagających wybrany fragment procesu dowodzenia. Przykładem takiego podejścia są systemy Wielkiej Brytanii, które powstają głównie przez łączenie systemów mniejszych, o węższym zakresie działania.

Wymagania co do jakości wspomagania dowodzenia.

Dowódca związku taktycznego nie ma zwykle czasu na długotrwałe analizowanie sytuacji na polu walki. Nie ma więc czasu na analizowanie wszystkich danych napływających do niego, nie może śledzić sam całej sytuacji na ekranie monitora. Powinien mieć możliwość oglądania tylko najważniejszych elementów na najważniejszych odcinkach walki. Z tym wiążą się właśnie wymagania co do jakości wspomagania dowodzenia.

Łatwość komunikacyjna to przede wszystkim, możliwie prosty interfejs łączący dowódcę z systemem wspomagania decyzji. Interfejs ten, w zależności od jakości systemu może być graficzny lub graficzno-głosowy. Pierwszy z nich jest stosowany w większości systemów wspomagania dowodzenia, ponieważ obraz jest niejako naturalnie związany z przedstawianiem sytuacji na polu walki. Zastępuje on mapę terenu z naniesioną sytuacją, dzięki czemu niesie w sobie tyle samo informacji co i mapa, łatwo jest go natomiast zmienić.

Najbardziej zaawansowane systemy wspomaganie decyzji (zwłaszcza systemy US Navy) posiadają dodatkowo interfejs głosowy dla dowódcy. Dzięki niemu dowódca wydaje komendy głosem, bez potrzeby marnowania czasu na wprowadzanie danych do komputera.

Bardzo istotną cechą dobrego systemu wspomagania decyzji jest rozbudowany interfejs, który posiada możliwość:

- tłumaczenia (uzasadniania) podjętych decyzji,
- możliwość określania alternatywnych rozwiązań,
- śledzenia obiektów, prezentacji jedynie potrzebnych informacji,
- planowania walki w trakcie posiadania bardzo ograniczonych źródeł informacji.

Każda z tych cech ma kluczowe znaczenie i każda z nich jest zwykle wymagana przez dowódcę.

Tłumaczenie podjętych decyzji jest możliwe w każdym profesjonalnym systemie wojskowym. Dowódca często nie jest pewien, dlaczego system podjął taką, a nie inną decyzję. System ekspertowy powinien mu ją więc objaśnić. W wojskowych systemach ekspertowych oprócz bazy wiedzy występuje także element zwany pierwotną bazą wiedzy, bazą wiedzy ekspertów itp. Jest to wiedza w postaci reguł (zwykle są to reguły), które podane przez ekspertów z danej dziedziny są następnie zamieniane na taką reprezentację, wiedzy, jaka jest zastosowana w wojskowym systemie ekspertowym w jego właściwej bazie wiedzy. Baza pierwotna nie podlega jednak zniszczeniu, lecz jest zachowywana, gdyż posługując się jej regułami, tłumaczy się dowódcy podjęte przez system decyzje. Taka baza jest tworzona w przypadku posiadania reprezentacji wiedzy w postaci sieci semantycznych, ram itp. Reprezentacja ta jest bowiem trudna do rozszyfrowania przez osobę nie znającą się na programowaniu systemów sztucznej inteligencji.

W systemie ekspertowym istnieje również możliwość wyjaśniania decyzji dowodzenia. Możliwość taką udostępnia szkieletowy system ekspertowy (tzn. system ekspertowy, który posiada mechanizmy wnioskowania, nie posiada natomiast bazy wiedzy). Decyzja jest wyjaśniana poprzez pokazanie drzewa reguł (czyli kolejno sprawdzanych reguł), które zadecydowało o podjęciu takiej a nie innej decyzji.

Możliwość określania alternatywnych rozwiązań jest związana z wnioskowaniem w warunkach niepewnej lub niekompletnej informacji. Taka informacja jest zwykle dostępna na polu walki. Dlatego też muszą istnieć mechanizmy zmiany decyzji systemu ekspertowego w przypadku, kiedy okaże się, że dostaliśmy nową informację o sytuacji na polu walki, lub ta,

którą mieliśmy, była błędna. System ekspertowy powinien mieć możliwość wnioskowania w warunkach niepewności.. Niektóre zmienne decyzyjne mogą mieć domyślne wartości..

Bardzo istotny w systemie wspomagania decyzji jest mechanizm śledzenia obiektów. Wiadomo, że czym wyższy szczebel dowodzenia, tym więcej nowych informacji przybywa na stanowisko dowódcy. Nie wszystkie one są istotne, nie wszystkie wnoszą bowiem coś nowego do sytuacji na polu walki. Z jednej strony prawdą jest, iż czym więcej mamy informacji, tym łatwiej podjąć decyzję. Z drugiej jednak strony wiadomo, że nadmiar zbędnej informacji rzutuje na poziom odczytu i zrozumienia informacji istotnej. Dlatego też zwykle istotne jest obrazowanie najważniejszych elementów ugrupowania i tylko tych elementów, które wnoszą coś nowego do sytuacji na polu walki. System ekspertowy (a konkretnie ta część systemu wspomagania decyzji, która jest odpowiedzialna za zobrazowanie) musi eliminować zbędną informację.

Pożądane cechy ekspertowego systemu wspomagania dowodzenia

System ekspertowy stworzony na potrzeby wojska (zwłaszcza system działający na polu walki) spełniać musi szereg dodatkowych warunków, które gwarantują jego przydatność i uniwersalność. Wśród tych warunków poza już wymienionymi są:

- zapewnienie rozległości systemu :
 - stworzenie niezawodnych sieci rozległych;
 - konstrukcja kanałów przesyłania danych o dużej przepustowości;
 - połączenie sieci lokalnych z różnymi serwerami sieciowymi, z sieciami rozległymi i wyznaczenie serwerów dominujących;
 - integracja sieci rozległych funkcjonujących w wojsku z sieciami cywilnymi;
 - zapewnienie redundantnych połączeń strategicznych w sieci rozległej;
 - stworzenie oprogramowania pracującego na wielu platformach;
- zapewnienie dokładności i fachowości systemu:
 - zaangażowanie ekspertów z danej dziedziny oraz programistów z komórek danego rodzaju sił zbrojnych;
 - zapewnienie zrozumiałego i przejrzystego interfejsu systemowego;
 - wykorzystanie wielu dziedzin nauki i wielu sposobów pozyskiwania i przetwarzania wiedzy;
 - określenie zasad testowania systemu;
 - określenie sposobów weryfikacji systemu podczas jego pracy, • określenie sposobu szkoleń systemowych;
 - przydzielenie komórki (zespołu) projektantów systemu do pracy w nowym środowisku wraz z docelową obsługą;
 - rzetelna dokumentacja faz projektowych systemu;
 - prowadzenie ewidencji błędów systemu w czasie jego pracy;
- stworzenie systemu o dużej niezawodności :
 - zabezpieczenie systemu przed zniszczeniem fizycznym (pożarem, trzęsieniem ziemi);
 - zabezpieczenie systemu przed włamaniem programowym;
 - zminimalizowanie ilości błędów;
 - stworzenie systemu z redundancją najważniejszych modułów;
 - stworzenie systemu spójnego, bez nadmiarowych i zbędnych elementów opóźniających działanie;

- opracowanie procedur postępowania w przypadku upadku systemu;
- zapewnienie ochrony sprzętowej (niektóre komputery takie jak CRAY, AS/400 posiadają taką ochronę);
- zapewnienie ochrony programowej systemu (hasła, kody, prawa dostępu);
- zapewnienie bezpieczeństwa przesyłanej po sieci informacji;
- umożliwienie działania systemu w czasie rzeczywistym :
 - opracowanie architektury serwerów sterujących systemem;
 - wykorzystanie architektur równoległych;
 - zapewnienie mechanizmów komunikacji sieci lokalnych;
 - wykorzystanie urządzeń peryferyjnych (sensorów itp.) wraz z modułami komunikującymi te urządzenia z sieciami;

Systemy ekspertowe wspomagania decyzji są uznawane za najtrudniejsze w realizacji, dlatego też przy ich tworzeniu należy wykorzystywać dostępne metodyki, w zakresie ich konstrukcji :

- funkcji systemu (modelowanie funkcji i diagramów funkcji);
- przepływów danych (modele łączące funkcje i obiekty);
- obiektów istotnych występujących w systemie (modelowanie obiektów czyli encji oraz ich atrybutów i połączeń między nimi);
- wywoływanych zdarzeń - najważniejszy moment przy projektowaniu systemu czasu rzeczywistego;
- modelowanie modułów i procedur.

W celu zapewnienia tego, że system jest dokładny i rzetelnie wykonuje swoje funkcje, należy angażować ekspertów z danych dziedzin nauki (do wizualizacji ekspertów zajmujących się grafiką wirtualną, do tworzenia baz wiedzy inżynierów wiedzy i projektantów baz danych itd.), a także ekspertów z danej dziedziny wiedzy wojskowej, którą automatyzuje się. Jest to najważniejszy czynnik podczas tworzenia nowego systemu ekspertowego na potrzeby armii. Ważnym elementem systemu jest interfejs graficzny.

Powinien on zapewniać:

- wizualizację sytuacji z pola walki (przez wizualizację rozumie się nie tylko wrysowywanie elementów, o których wiemy, ale także elementów, które przypuszczalnie występują) itp.;
- możliwość komunikacji głosem (zapewniana w każdym liczącym się systemie wojskowym - komunikacja szczególnie istotna w sytuacji, kiedy określone służby posługują się slangiem np.: systemy eksperckie floty USA rozpoznają slang);
- możliwość zadawania pytań i analizowania decyzji systemu (obecnie element obowiązkowy w każdym systemie wojskowym);
- możliwość cofania decyzji systemu, uzupełniania go wiedzą itp.;
- mechanizm wyjaśniania decyzji przez system ekspercki.

6. Zarys koncepcji zastosowania ekspertowego wspomaganie decyzji na szczeblu związku taktycznego

Projekt powinien być tak realizowany, aby umożliwić tworzenie, przebieg i analizę wyników „dobieranego” przez użytkownika modelu działania (walki zbrojnej). Podstawą tego podejścia jest baza wiedzy o modelowanych działaniach zbrojnych. Baza wiedzy ma zadanie pamiętać modele działań zbrojnych w postaci pewnego kodu. Użytkownik wprowadzając opis sytuacji konfliktowej - uruchamia mechanizm wnioskowania, który ma dać odpowiedź na pytanie „który z zapamiętanych wzorców walki odpowiada tej sytuacji?”. Ze względu na to, że sytuacja konfliktowa musi być wprowadzona w odpowiedniej formie, to należy przyjąć wstępny model walki. Użytkownik może ustalić ten model konfigurując go poprzez interfejs z wykorzystaniem zasobów bazy wiedzy i informacji z zewnątrz

Struktura systemu ekspertowego

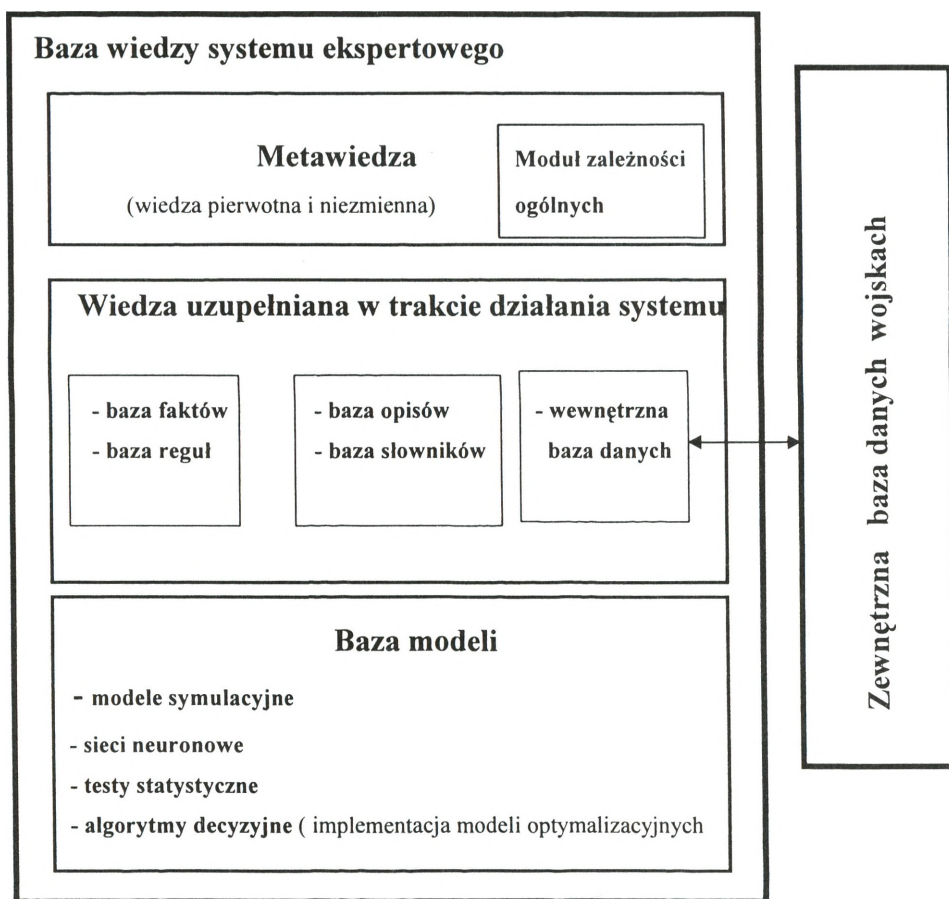
Projektowany system ekspertowy analiz decyzyjnych mógłby zawierać następujące elementy:

- użytkownik (człowiek) (U);
- zewnętrzna baza danych (ZBD);
- baza wiedzy (BW);
- maszyna wnioskująca (MW);
- interfejs użytkownika wraz z modułem objaśniającym (IU);
- moduł konfiguracji walki (MKK);
- moduł przyjętego do analizy modelu walki (RMK);
- moduł wektora stanu analizy walki (WS);
- moduł komunikacji z innymi systemami (MKS);

Interakcje między poszczególnymi elementami systemu zostały przedstawione w postaci schematu na rys.5-1.

6.1.Struktura bazy wiedzy systemu ekspertowego i jej elementy

Baza wiedzy składa się z wielu komponentów a jej skład zależny jest od metody reprezentacji wiedzy. W proponowanej bazie wiedzy wyróżniamy następujące elementy:



Rys. 5-1. Wewnętrzna struktura bazy wiedzy

- *moduł metawiedzy* - czyli wiedzy o wiedzy w systemie ekspertowym, która nie powinna podlegać zmianie w trakcie funkcjonowania systemu. Jakiegokolwiek jej uzupełnienie wiąże się z koniecznością ponownego testowania poprawności działania całego systemu ekspertowego. Można więc powiedzieć, że zmiana metawiedzy powoduje konstrukcję nowego systemu ekspertowego. W projektowanym systemie w skład metawiedzy wchodzi reguły i trójki, które określają sposób dochodzenia do rozwiązań wybranych problemów decyzyjnych.

W skład metawiedzy wchodzi także parametry konfigurujące mechanizm wnioskowania, takie jak:

- ♦ wybór sposobu przeglądania drzew reguł;
 - typ wnioskowania (wstępujące, zstępujące, bezpośrednie);

- modyfikacje typu wnioskowania;
 - ◆ rodzaj parametrów decyzyjnych akceptowanych przez system;
 - ◆ sposób wyjaśniania podjętych decyzji;
 - ◆ sposób i zakres generacji raportów.
- *baza opisów* - zawierająca ogólne informacje z zakresu teorii konfliktów, definicje podstawowych pojęć, opisy historycznych konfliktów itp.;
- *baza danych* - opisująca w postaci relacji dane podstawowe o potencjalnych uczestnikach konfliktów (typ uczestnika, dane adresowe, parametry ilościowe);
- *baza reguł* - zawierająca opis reguł typu JEŻELI „niepełna wiedza o możliwych strategiach graczy” TO „przyjmij model konfliktu: hipergra”; wprowadzony zestaw reguł stanowi podstawę dla działania maszyny wnioskującej, ponadto jest źródłem dodatkowych faktów;
- *baza faktów* - wszystkie fakty zbierane w systemie i uzyskiwane w drodze analizy są przechowywane w bazie faktów;
- *baza modeli* - zawierająca wszystkie możliwe wzorce modeli konfliktów (gry konfliktowe z zerową sumą wpłat, z niezerową sumą wpłat, gry różniczkowe, stochastyczne, z wyborem momentu działania, koalicyjne, kooperacyjne itd.), testy statystyczne dla potrzeb badania zależności statystycznych, algorytmy decyzyjne, modele walki; wśród modeli zasługujących na szczególną uwagę znajduje się model symulacyjny konfliktu, który ze względu na możliwość oddziaływania na bazę wiedzy powinien być traktowany specjalnie, gdyż może dostarczać wiedzę o przypuszczalnych zachowaniach stron konfliktu;
- *baza słowników* - zawierająca określenia i sformułowania z zakresu teorii konfliktów

Reprezentacja wiedzy i metody jej gromadzenia

Najczęściej spotykana i wykorzystywana metoda reprezentacji wiedzy, to regułowa reprezentacja wiedzy, której pewną odmianą jest reprezentacja w postaci drzewa. Każda gałąź rozpoczynająca się w korzeniu drzewa stanowi osobną regułę.

Dla potrzeb systemu ekspertowego wspomaganie dowódcy ZT zaleca się stosować zarówno regułową reprezentacją wiedzy jak też ramową reprezentacją, gdzie modele walki mogą być opisane w postaci wzorcowych ram, w których szczeliny reprezentują cechy, atrybuty modelu (np. pojedyncze wartości, reguły, trójki, inne ramy, wektory preferencji, liczność zbioru sytuacji itd.), a model przyjęty do realizacji jako wystąpienie ramy (realizacja). Reguły typu JEŻELI ... TO ... mogą być wykorzystywane w procesie identyfikacji w fazach przejściowych do ustalania faktów.

Bazy wiedzy systemu ekspertowego tworzyć można przy zastosowaniu mechanizmów pakietu sztucznej inteligencji Sphinx przedstawionego w rozdziale drugim pracy.

Metoda akwizycji(pozyskiwania) wiedzy.

W literaturze przedmiotu ze względu na czynniki progresywne zaleca się aby wiedza w bazie wiedzy była zmieniana w trakcie działania systemu. Wiedza taka, to przede wszystkim zbiór danych o konflikcie, jego uczestnikach ich strategiach i możliwych preferencjach, może być modyfikowana na dwa sposoby:

- ◆ zmian dokonuje się w bazach danych (wiedzy) systemu ekspertowego automatycznie;
- ◆ zmiany wprowadzane są przez użytkowników systemu ekspertowego.

Pierwsza metoda jest bardzo wiąże się z koniecznością utworzenia mechanizmu uczenia systemu ekspertowego przez analogie, który źle zaprojektowany prowadzi do poważnych błędów w trakcie działania systemu. Drugi mechanizm jest łatwy w konstrukcji, ale powoduje konieczność czasochłonnych korekt baz danych. W niniejszym projekcie(koncepcji) systemu ekspertowego zaleca się stosować drugi typ zmiany wiedzy w trakcie działania systemu.

Maszyna wnioskująca

Do jej zadań należy :

- identyfikacja modelu walki odpowiadającemu rozpatrywanej sytuacji taktycznej;
- identyfikacja zbioru sytuacji występujących w walce i redukcja sytuacji niedopuszczalnych (nieracjonalnych) z punktu widzenia preferencji stron konfliktu;
- oszacowanie korelacji między czynnikami opisującymi stan walki i redukcja zbioru czynników;
- ustalenie stopnia niepewności w rozważanej sytuacji konfliktowej, będącego jednocześnie miarą ryzyka proponowanych rozwiązań;
- dobór kryteriów stabilności w walce(opisujących różne typy stanów równowagi).

Interfejs użytkownika i moduł objaśniający

Ważną częścią systemu ekspertowego są moduły komunikacji z użytkownikiem. Nie jest to tylko jeden moduł przedstawiający sytuację w formie tekstowej czy graficznej. Jest to pakiet modułów zapewniających w większości systemów nowoczesnych także komunikację głosową. Tego typu komunikacja jest niezbędna ze względu na oszczędności czasowe jakie wprowadza. Stosuje się ją powszechnie we wszystkich systemach ekspertowych działających

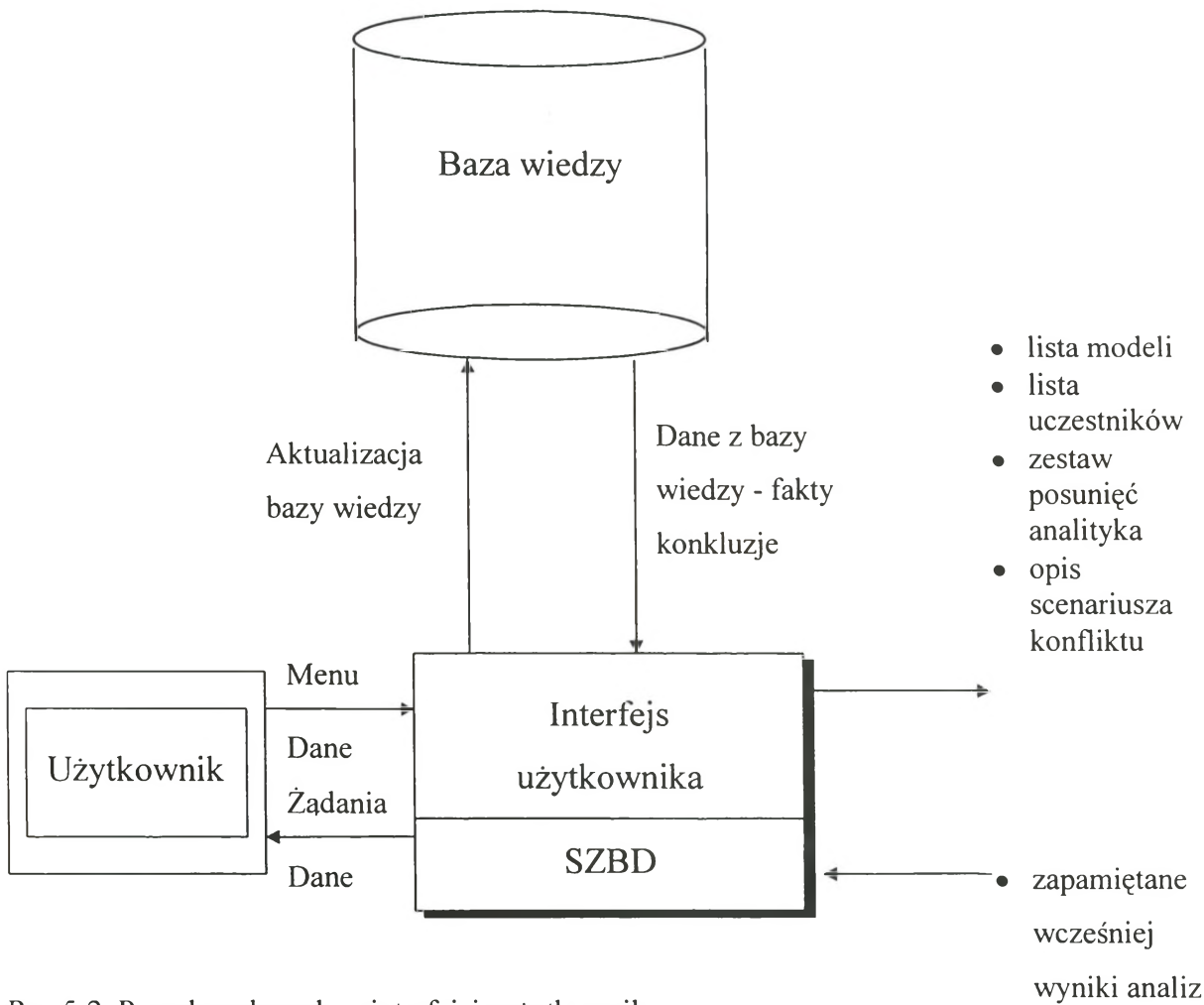
na potrzeby systemów szybkiego reagowania. Oprócz tego najbardziej zaawansowanego sposobu komunikacji systemu z użytkownikiem istnieją jeszcze następujące inne interfejsy udostępniania informacji użytkownikowi:

- tekstowy (w postaci drukowanych raportów; nie występuje nigdy sam, ze względu na swoją małą przejrzystość);
- graficzny (małoformatowy i wielkoformatowy);
- głosowo-graficzny.

Zadaniem interfejsu komunikacji z użytkownikiem jest przede wszystkim konieczność jasnego i przejrzystego udostępniania znanej informacji i podjętych decyzji a ponadto i przede wszystkim:

- wprowadzanie i konfigurowanie konfliktu w postaci opisu za pomocą specjalizowanego edytora z rozbudowanym menu, oknami dialogowymi, paletami obiektów graficznych reprezentujących poszczególne elementy sytuacji konfliktowej;
- uruchamianie procesu analizy z wykorzystaniem narzędzi zapisanych w bazie modeli (w ramach bazy wiedzy), wywoływanych za pomocą systemu menu;
- sterowanie przebiegiem analizy z możliwością pracy interaktywnej poprzez system zapytań;
- uruchamianie testów statystycznych do analizy uzyskiwanych w procesie analizy danych;
- prezentacja wyników analizy w różnych formach - wykresy, tabele, zestawienia, raporty.

Możliwy diagram przepływu danych jest przedstawiony na rys.5.2



Rys.5-2. Przepływ danych w interfejsie użytkownika

Moduł konfiguracji walki

Moduł ten zapamiętuje wszelkie informacje wstępne na temat walki, wprowadzane przez użytkownika z wykorzystaniem interfejsu oraz w oparciu o fakty zarejestrowane w bazie wiedzy, w szczególności w relacyjnej bazie danych oraz bazie faktów a ponadto korzysta z bazy opisów, w której mogą znajdować się dane historyczne o uczestnikach walki bądź opisy walki o podobnym charakterze. W ramach konfigurowania walki użytkownik może definiować własne kryteria oceny sytuacji taktycznej (w tym też stron walki) bądź może skorzystać z listy kryteriów zapisanych w bazie modeli. Przewiduje się utworzenie mechanizmu uzupełniania brakujących w opisie walki elementów poprzez system, bez których dalsza analiza byłaby niemożliwa.

Moduł objaśniający ma za zadanie informować na żądania użytkownika o realizacji wniosku z podaniem szeregu konkluzji.

Moduł wektora stanu.

Moduł ten odgrywa ważną rolę w systemie, gdyż „trzymana” jest w nim aktualna informacja o stanie stron walki na ustaloną chwilę oraz stan procesu analizy walki. W przypadku przerwania analizy możliwy jest restart systemu po pewnym czasie od momentu przerwania. Pozwala to na zatrzymanie procesu i wykonanie przez użytkownika dodatkowych operacji potrzebnych mu w dalszym przebiegu analizy lecz nie związanych bezpośrednio z daną sytuacją. Moduł ten pozwala po zakończeniu analizy na odtworzenie historii tego procesu, co ma aspekt dydaktyczny i stanowi podstawę mechanizmów programowych, wykorzystywanych do treningu osób występujących w roli decydentów jednej ze stron walki.

Moduł komunikacyjny.

Jest to zestaw narzędzi programowych, umożliwiających połączenie z zewnętrznymi bazami danych o wojskach oraz symulatorem działań bojowych. Moduł ten jest odpowiedzialny za format informacji pobieranych z zewnątrz i po przekształceniu czytelnych dla systemu ekspertowego. Powinien realizować też funkcję odwrotną. Informacje pobierane z zewnątrz - z serwera bazy danych oraz z symulatora sytuacji konfliktowych a także z sieci stanowi źródło pozyskiwania wiedzy dla systemu ekspertowego, stąd musi być przedstawione w formie czytelnej dla bazy wiedzy. Stanowi także złącze z zewnętrzną bazą danych oraz symulatorem aktywnie „realizującym” przebieg walki i dostarczającym nowych danych a często też nowej wiedzy w postaci zachowań różnych stron walki.

Moduł konfiguracji walki

Moduł ten zapamiętuje wszelkie informacje wstępne na temat walki, wprowadzane przez użytkownika z wykorzystaniem interfejsu oraz w oparciu o fakty zarejestrowane w bazie wiedzy, w szczególności w relacyjnej bazie danych oraz bazie faktów a ponadto korzysta z bazy opisów, w której mogą znajdować się dane historyczne o uczestnikach walki bądź opisy walki o podobnym charakterze. W ramach konfigurowania walki użytkownik może definiować własne kryteria oceny sytuacji taktycznej (w tym też stron walki) bądź może skorzystać z listy kryteriów zapisanych w bazie modeli. Przewiduje się utworzenie

mechanizmu uzupełniania brakujących w opisie walki elementów poprzez system, bez których dalsza analiza byłaby niemożliwa.

Moduł objaśniający ma za zadanie informować na żądania użytkownika o realizacji wnioskowania z podaniem szeregu konkluzji.

Moduł realizowanego modelu walki.

W wyniku uruchomienia mechanizmu wnioskowania przeprowadzana jest w oparciu o moduł konfiguracji walki identyfikacja modelu walki. W rezultacie w module realizowanego modelu walki pojawia się realizacja modelu walki w oparciu o wzorzec modelu zapisany w bazie modeli (bazy wiedzy). Na tym tzw. wykonawczym modelu użytkownik dokonuje analizę decyzyjną. W projektowanym systemie ekspertowym opracowany zostanie mechanizm, który pozwala na rekonfigurację modelu walki w wyniku kolejnych etapów analizy poprzez np. zmianę preferencji uczestników walki, rozszerzenie bądź redukcję dopuszczalnych sytuacji (czyli także posunięcie poszczególnych stron walki), rozszerzenie lub zmniejszenie listy uczestników walki np. wprowadzenie organizacji międzynarodowej jako mediatora bądź jako niezależną stronę konfliktu zbrojnego z własnym wektorem preferencji sytuacji w konflikcie. Wskutek rekonfiguracji może pojawić się nowy typ modelu walki, który nie znajduje się w bazie modeli i wtedy po dokonanej analizie będzie zapisany jako nowy, poszerzając tym sposobem wiedzę systemu ekspertowego.

7. Zakończenie

Sięgające początku lat osiemdziesiątych badania nad zastosowaniem komputerowego wspomaganie procesów podejmowania decyzji zaowocowały wprężeniem komputerów do rozwiązywania problemów i podejmowania decyzji w wielu dziedzinach. Obszar stosowania komputerowego wspomaganie decyzji jest bardzo rozległy, a jedną z dziedzin jego stosowania są działania bojowe. Powyższa propozycja jest próbą określenia sformalizowanych ram dla ekspertowego rozwiązywania zagadnień z zakresu działań bojowych.

W przedstawionej pracy przedstawiono propozycję zastosowania podejścia ekspertowego do wspomaganie podejmowania decyzji na szczeblu związku taktycznego.

Pomimo dużego postępu w dziedzinie rozwoju systemów ekspertowych, to nadal nie są one narzędziem doskonałym i tworem idealnym. Jedną z ich wad jest dość wąska specjalizacja i przeznaczenie do rozwiązywania problemów z bardzo wysublimowanej dziedziny. Nie skonstruowano do tej pory systemów ekspertowych zdolnych do kompleksowego wspomaganie. Działają najwyżej specjalizowane, oddzielne systemy ekspertowe przystosowane do realizacji określonych funkcji. Stan taki wynika z faktu, że rozwiązanie nawet stosunkowo prostego problemu wymaga szerokiej wiedzy (a więc bazy wiedzy o znacznej objętości i odpowiednio rozbudowanej maszyny wnioskującej). Pożądany natomiast byłby stan, w którym jeden system ekspercki wspomagałby realizację wielu zadań (mógłby wtedy być wyposażony w wiele stanowisk pracy dla różnych osób funkcyjnych). Obecne mikrokomputery nie zapewniają możliwości zrealizowania takiej koncepcji. Użycie natomiast jednego, wielkiego komputera (nawet jeżeli zaspokoiłby on potrzeby gromadzenia wiedzy z odrębnych przecież dziedzin), spowodowałoby innego rodzaju perturbacje - na przykład nie mobilność systemu. Prowadzi się badania w zakresie rozproszonych systemów ekspertowych, które nie mają wad systemu zbudowanego z wykorzystaniem jednego, dużego komputera.

W obecnym stanie rozwoju technologii systemów ekspertowych bardzo istotną rolę odgrywa inżynier wiedzy. Jest on nie tylko konstruktorem systemu ekspertowego, ale musi w sposób ciągły nadzorować jego użytkowe działanie (konsultując się często z ekspertami w danej dziedzinie). Jest to zjawisko o tyle niekorzystne, że uniemożliwia często samodzielną eksploatację systemu przez użytkownika. Niestety technologia systemów ekspertowych jest

jeszcze na tyle skomplikowana, a jednocześnie niedoskonała, że mimo intensywnych prac w tym zakresie, nie udało się usunąć tego niewątpliwie niekorzystnego stanu rzeczy (szczególnie w wypadku bardziej rozbudowanych systemów użytkowych, a nie demonstracyjnych).

Mimo szeroko zakrojonych prac nad interfejsem użytkownika, porozumiewanie się człowieka z systemem ekspertowym odbywa się nadal w dość ściśle sformalizowanym języku. Co prawda inżynier wiedzy budując system ekspercki, stara się poznać specyficzny język eksperta (a zatem używany w dziedzinie, dla której budowany jest system), to jednak mimo używania pojęć znanych użytkownikowi, struktura dialogu człowiek - komputer jest rygorystycznie sformalizowana, co w oczywisty sposób utrudnia korzystanie z systemu - człowiek zamiast skupić się wyłącznie na rozwiązywaniu problemu (analizie propozycji systemu), poświęca nadmierną uwagę samemu procesowi dialogu. Nadzieję na ulepszenie pracy systemów ekspertowych w tym zakresie niosą prace prowadzone w innych dziedzinach sztucznej inteligencji - rozumienie mowy i obrazu. Ich stan na dzień dzisiejszy nie jest jeszcze wystarczająco zaawansowany. Wyniki nie wyszły na ogół poza stadium prototypu (chodzi tu o uniwersalne urządzenia, posługujące się nie ograniczonym słownikiem rozumiejące mowę a nie tylko ją rozpoznające). Interfejs komunikacji z użytkownikiem w języku naturalnym jest bezwzględny wymogiem rozwoju systemów ekspertowych. Jest to tak zwana zewnętrzna intelektualizacja komputera.

Mimo wskazanych niedoskonałości, postęp w dziedzinie konstruowania systemów ekspertowych jest zauważalny. Udało już się zrealizować (choć może nie w pełni) naśladowanie rozumowania człowieka. Systemy ekspertowe gromadzą wiedzę nabywając doświadczeń, stosując do rozwiązywania problemów intuicję.

Dużą uwagę w pracy przyłożono do zagadnienia analizy formalnej procesu decyzyjnego i wynikających stąd zadań decyzyjnych i możliwości wspomagania. W efekcie proponuje się różne warianty usytuowania systemu ekspertowego wielopoziomowego i rozproszonego (na zadania decyzyjne) w systemie wspomagania decyzji podejmowanych na szczeblu związku taktycznego. Oczywiście dyskusyjne mogą być przedstawione koncepcje wewnętrznej struktury systemu ekspertowego, ponieważ istotnie zależy to od przyjętych do jego tworzenia narzędzi programowych. Zastosowanie tzw. systemów powłokowych lub szkieletowych (w tym system *Shpnix*) narzuca pewien standard systemu ekspertowego oraz metod reprezentacji wiedzy a także mechanizmów wnioskowania. Ocenia się, iż

modernizacja (dostosowanie do warunków SZ RP) funkcjonujących w państwach sojusznicznych ze względu na specyfikę naszego narodowego systemu obrony napotykać będzie istotne przeszkody. Podejmując decyzję o potrzebie konstruowania systemu ekspertowego dla potrzeb wspomagania dowodzenia na szczeblu związku taktycznego (i nie tylko) należy wziąć to pod uwagę. Stosowanie pewnych rozwiązań gotowych (np. systemy szkieletowe, gotowe aplikacje, itp.) obok niewątpliwych zalet posiada zwykle tę wadę, że wprowadza szereg ograniczeń co do szczegółowych rozwiązań.

Po przeprowadzeniu szczegółowej analizy dostępnej w SZ RP zawartości baz danych o wojskach, niestety nie jest możliwe rozwiązanie wielu problemów decyzyjnych ze względu na brak, bądź fragmentaryczność danych. Należy rozważyć modyfikację bazy informacyjnej dla potrzeb wspomagania dowodzenia, a ponadto zbudować mechanizmy uzupełniania wiedzy w bazie wiedzy w oparciu o bazę danych i zarysowane metody pozyskiwania wiedzy z baz danych, aby proponowane ekspertyzy były w pełni przydatne dowódcy oraz poddawały się weryfikacji.

Naturalnie w wielu krajach NATO doświadczenia w wykorzystaniu systemów ekspertowych do wspomagania dowodzenia są już niemałe. W latach osiemdziesiątych nastąpił istotny postęp w wykorzystaniu prezentowanego podejścia do wspomagania dowodzenia lub kierowania ogniem. Można tu podać jako przykład system BATTLE tworzony do wspomagania planowania ognia artylerii, pocisków ziemia-ziemia, manewrów i ognia śmigłowców i samolotów pola walki. Inny znany system to TACPLAN służący do planowania manewrów korpusu armijnego i dywizji zmechanizowanych. Zbudowano znacznie więcej systemów ekspertowych wspomagania dowodzenia i nie trzeba nikogo przekonywać o konieczności budowania tego typu systemów, ale należy mieć na względzie trudności z jakimi zetknęli się projektanci wymienionych i nie wymienionych systemów. Otóż podkreśla się trudności techniczne i architektoniczne w następujących elementach:

- interfejs użytkownika (konieczność dostosowania interfejsu do bardzo trudnych warunków pracy dowódców);
- bezpieczeństwo systemów;
- zarządzanie bazami danych;
- interoperacyjność (współpraca różnych aplikacji i środowisk);
- praca w sieciach (obciążenia i bezpieczeństwo);
- zakłócenia radioelektroniczne;
- duży poziom błędów;

- problemy pielęgnacji systemów;
- niezawodność;
- koszt.

Reasumując, należy wziąć pod uwagę wzmiankowane trudności, jednakże ze względu na stojące przed naszą armią zadania osiągnięcia interoperacyjności z armiami sojuszniczymi oraz wynikającą z międzynarodowych ustaleń konieczność utrzymania narodowego systemu obrony, budowy centrum symulacyjnego z własnym lub zakupionym systemem modelowania działań bojowych należałoby również przedsięwziąć czynności zmierzające do budowy częściowych ekspertowych systemów wspomagania do podejmowania decyzji na szczeblu taktycznym i operacyjnym.

8. Literatura

- 1) Barczak A., Komputerowe gry wojenne, Bellona, Warszawa 1996;
- 2) Bubnicki, Wstęp do systemów ekspertowych, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1990;
- 3) Chudy M., Nowicki T., Najgebauer A., Mielczarek K. - Projektowanie koncepcyjne systemu informatycznego wspomaganie analiz decyzyjnych w sytuacjach konfliktowych dla potrzeb kierowania obronnością państwa. Praca TEORIA II. Teoria konfliktów zbrojnych. AON WAT Warszawa 1996.
- 4) Chwiałkowska Ewa, Sztuczna inteligencja w systemach eksperckich, Warszawa 1991;
- 5) Fundacja rozwoju technik komputerowych, Warszawa 1991;
- 6) Griffin W., Podstawy zarządzania organizacjami, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1996;
- 7) Gail Olaf (praca zbiorowa), Systemy ekspertowe, możliwości zastosowań w technice;
- 8) Inżynieria wiedzy i systemy ekspertowe, Materiały krajowej konferencji naukowej - Politechnika Wrocławska, Wrocław 1993;
- 9) Jałowicki M., Kręcikij J., Łukaszewicz Z., Urbanowicz J. - Model formalny procesu wspomaganie planowania i podejmowania decyzji w systemie dowodzenia wojskami. WAT, Warszawa 1997.
- 10) Knetki J., Operacje połączone, Warszawa 1996 AON;
- 11) Knetki J., Dwustronne, jednoszczeblowe ćwiczenie dowódczo-sztabowe Nr143 CZERWIEC'99. Działania operacyjne korpusu., AON Warszawa 1999;
- 12) Knetki J. Wpływ procedur dowodzenia według standardów NATO na metodykę przygotowania i prowadzenia ćwiczeń dowódczo-sztabowych w Akademii Obrony Narodowej - Rozprawa doktorska
- 13) Kulikowski, Wspomaganie decyzji, Systemy eksperckie, Materiały z konferencji, Polska Akademia Nauk, Warszawa 1995;
- 14) Liderman, Miernictwo i diagnostyka systemów komputerowych. Elementy systemów eksperckich,;
- 15) Liderman, Koncepcja formalizacji specyfikowania sytuacji problemowych, Biuletyn Wojskowej Akademii Technicznej, Warszawa 1994;
- 16) Michniak J. oraz zespół , Perspektywiczny model systemu dowodzenia brygadą, AON,

Warszawa, 2000;

- 17) Michniak J. oraz zespół, Metody i treści pracy zespołów funkcjonalnych na stanowisku dowodzenia wojsk lądowych, AON, Warszawa 2000;
- 18) Michniak J. oraz zespół, Proces informacyjny w systemie dowodzenia wojsk lądowych na szczeblach taktycznych, AON, Warszawa, 2000;
- 19) Mulawka Jan, Systemy ekspertowe, Wydawnictwo Naukowo Techniczne, Warszawa 1996;
- 20) Praca zbiorowa, Działania operacyjne wojsk lądowych. Wyd. AON, Warszawa 1992;
- 21) Praca zbiorowa, Działania taktyczne wojsk lądowych. Wyd. AON, Warszawa 1995;
- 22) Praca zbiorowa, Instrukcja o przygotowaniu i prowadzeniu ćwiczeń z dowództwami i sztabami w SZRP –SG WP 1995;
- 23) Praca zbiorowa, Organizacja i dowodzenie jednostkami operacyjnymi Wojsk Lądowych . Część I-IV Warszawa, 1997;
- 24) Stoner J.A.F., Ch.Wankel, Kierowanie, Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1994;
- 25) Świątnicki, R. Wantoch-Rekowski, Systemy ekspertowe, Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa 1995;
- 26) Raczyński L., Istota i funkcjonowanie systemów eksperckich, Praca studyjna, Akademia Obrony Narodowej, Warszawa 1997;
- 27) Sienkiewicz P., Nowicki T., Najgebauer A. – „Metodyka projektowania eksperckiego systemu informatycznego wspomagania analiz decyzyjnych w sytuacjach konfliktowych” Praca TEORIA II. Teoria konfliktów zbrojnych. AON, WAT Warszawa 1997;
- 28) Świątnicki Z., Wojskowe systemy eksperckie, Wydawnictwo Bellona, Warszawa 1995.

